

## 〔原著〕

## 固定式装置を用いた矯正治療におけるエナメル質脱灰とそのリスクファクター

佐藤 陽美<sup>1)</sup>, 六車 武史<sup>1)</sup>, 甲田 尚央<sup>1)</sup>, 柴 浩実<sup>2)</sup>, 柳川加奈子<sup>2)</sup>, 岩川 渚<sup>2)</sup>, 飯嶋 雅弘<sup>1)</sup>, 溝口 到<sup>1)</sup>

1) 北海道医療大学歯学部口腔構造・機能発育学系歯科矯正学分野

2) 北海道医療大学歯科内科クリニック 歯科衛生部

Risk factors for enamel decalcification in orthodontic treatment  
with fixed applianceHarumi SATO<sup>1)</sup>, Takeshi MUGURUMA<sup>1)</sup>, Naohisa KOHDA<sup>1)</sup>, Hiromi SHIBA<sup>2)</sup>, Kanako YANAGAWA<sup>2)</sup>,  
Nagisa IWAKAWA<sup>2)</sup>, Masahiro IJIMA<sup>1)</sup>, Itaru MIZOGUCHI<sup>1)</sup>1) Division of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Department of Oral Growth and Development, School of Dentistry,  
Health Sciences University of Hokkaido.

2) Dental &amp; Medical Clinic, Health Sciences University of Hokkaido

## Abstract

This prospective clinical study determined the prevalence of white spot lesions after orthodontic treatment with fixed appliances. The study had two objectives. First was to analyze whether caries related factors obtained from saliva tests allows for valid predictions of the decalcification risks(white spot) associated with orthodontic treatment. The second objective was to determine whether the oral hygiene program used at our clinic prevents the incidence of white spots. Twenty-two orthodontic patients, treated with fixed appliances, were divided into two groups based on the number of white spots(Group1 : 1 or less ; Group2 : 2 or more). A paraffin-stimulated whole saliva sample was collected for estimating the secretion rate, buffer capacity, and number of mutans streptococci and lactobacilli. All patients received an oral hygiene program, including tooth brushing instruction(TBI), fluoridation, scaling and professional mechanical tooth cleaning(PMTC). The factors related to the saliva test and oral hygiene program were compared by the Mann-Whitney U test between the two groups. The buffer capacity had statistical relation for the incidence of white spots( $p=0.033$ ). The other factor related to the saliva test and oral hygiene program did not affected on the incidence of white spots. The oral hygiene program used our clinic may act to prevent the incidence of white spots.

**Key words** : Saliva test, Fixed appliance, Orthodontic treatment, White spot

## 緒 言

マルチブラケット装置のダイレクトボンディング法が Newman (1965) により紹介されて以来, マルチブラケット装置を用いた治療は矯正臨床において必須のテクニックである. しかし, エナメル質に接着したマルチブラケット装置は, 口腔内の自浄作用を低下させプラークコントロールを困難にすることから, 本装置を用いた矯正治療によるエナメル質脱灰のリスクが問題視されてきた

(Gorelick et al., 1982 ; Øgaard, 1989 ; Boersma et al., 2005). 矯正患者に対するう蝕予防について, 臨床では, プラークコントロール (Schwaninger and Vickers-Schwaninger, 1979), フッ化物の適用 (Zachrisson, 1975 ; O'Reilly and Featherstone, 1987) および歯科衛生士による Professional Mechanical Tooth Cleaning (PMTC ; Ramaglia et al., 1999) 等が行われている. 唾液の分泌量が少ない場合, う蝕罹患のリスクが高くなることが一般的に知られている (Mass et al., 2002). プラークおよび唾液

受付 : 平成21年 9 月30日

中のカルシウムとリン酸塩量とう蝕罹患率との関連性についても報告がされている (Shaw et al., 1983). 患者の唾液を検査し、唾液中の細菌数、唾液の分泌量および緩衝能等を分析し、その結果についてPCソフトウェア (Cariogram) (Petersson and Bratthall, 2000) を利用してう蝕予防のモチベーションに利用するカリエスリスク検査が一般的になりつつある. 北海道医療大学歯科内科クリニックにおいても1998年よりカリエスリスク検査を導入し、口腔衛生指導に活用してきた. 現在までのところ、矯正患者の唾液試験を含むカリエスリスク検査のデータとホワイトスポットの発生との関係を詳細に調べた研究はみられない. 本研究の目的は、1. マルチブラケット装置を用いた矯正治療中に生じたホワイトスポットと治療前のカリエスリスク検査における唾液検査から得られたストレプトコッカスミュータンス菌 (SM菌) 数、ラクトバチラス菌 (LB菌) 数、唾液緩衝能および唾液分泌量との関連性を調べることに加え、2. 当科にて口腔衛生指導の一貫として行っているTooth Brushing Instruction (TBI)、フッ化物塗布およびPMTC等の有効性を評価することである.

## 方 法

研究対象は、2003年から2005年の間に北海道医療大学歯科内科クリニック矯正科にて矯正治療を開始した患者で、第二大臼歯が萌出完了しており、既に動的矯正治療が終了している22名 (男性5名、女性17名; 平均年齢はそれぞれ20歳と21歳) であった. マルチブラケット装置による平均動的治療期間は28か月であった. マルチブラケットのボンディングには、非フッ素徐放性接着材料 (スーパーボンドオルソマイト, サンメディカル) を用いて行った.

唾液試験は、マルチブラケット装置装着前にカリエスリスクテストキット (CRTバクテリア, Ivoclar vivadent) を用いて、唾液緩衝能、唾液分泌量、SM菌数、LB菌数の4項目について行った (表1). すべての被験者に対

表1 唾液関連因子におけるクラス分けの基準

項 目	クラス			
	0	1	2	3
唾液緩衝能 (pH)	≥6.0	4.5≤5.5	≤4.0	
唾液分泌量 (ml/min)	0~1.0	1.0~2.0	2.0~3.0	3.0~4.0
ミュータンス菌数 (CFU/ml)	0	1×10 <sup>5</sup>	5×10 <sup>5</sup>	1×10 <sup>6</sup>
ラクトバチラス菌数 (CFU/ml)	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>4</sup>	1×10 <sup>5</sup>	1×10 <sup>6</sup>

CFU : colony forming units

して、あらかじめ唾液検査を行う1時間前から飲食とブラッシングおよび12時間前からの洗口剤の使用を控えるように指示した. 唾液分泌量の測定については、パラフィンペレットを5分間咬ませ、その間に分泌する唾液を計量容器に集め、1分間あたりの分泌量を算出した. 唾液の緩衝能は、テストストリップに唾液を滴下し、5分経過後にテストストリップの色をカラチャートの色と照合して判定した. SM菌とLB菌の菌数の測定については、採取した唾液を寒天培地上に流し、37℃で48時間培養した. 培地上のコロニーの密度をモデルチャートと照合し判定した. 各検査項目について、表1の基準に従いクラス分けを行った.

動的治療中に歯科衛生士が行った口腔衛生指導 (TBI, フッ化物塗布, PMTC) の回数を集計した. 本クリニックで行うTBIとしては、歯垢染色液を用いてキーリスク部位を確認し、テクニック指導を行い、各患者に応じた生活習慣の指導も行っている. フッ化物の塗布は、酸性フッ素リン酸ゲル (フルオール・ゼリー, 東洋製薬化成) を用い、6か月間隔で行っているが、口腔内の状態に応じてより頻度を調節し行っている. PMTCについてはスクーリングと歯面研磨を3か月間隔で行っているが、口腔内の状態に応じてより頻回に行っている. TBI, フッ化物塗布およびPMTCの回数を集計し、表2に示す基準に従いクラス分けを行った.

動的治療中に生じたホワイトスポット箇所は、治療前と治療後の35mmスライド口腔内写真をプロジェクターで映写して算出した. 動的矯正治療中に生じたホワイトスポット数により全体を2グループに分類した. 動的治療により生じたホワイトスポットが0~1か所であった症例をグループ1、生じたホワイトスポットが2か所以上認められた症例をグループ2とした. この分類された2グループ間で唾液試験と口腔衛生指導の関連因子結果について統計的に比較した. 加えて、本研究ではその他の因子として、初診時年齢と動的治療期間についてクラス分けをし (表3)、2グループ間での比較を行った.

統計分析には、Statistical Package for Social Sciences (SPSS 16.0 for Windows, SPSS) を用いた. 各グループ間の比較にはMann-Whitney U testを用いた. 有意水準

表2 口腔衛生指導関連因子におけるクラス分けの基準

項 目	クラス			
	0	1	2	3
TBI回数 (回)	0~6	7~12	13~18	19~24
フッ素塗布回数 (回)	0~1	2~3	4~5	6~7
PMTC回数 (回)	0~2	3~5	6~8	9~11

表3 初診時年齢と動的治療期間

項 目	クラス			
	0	1	2	3
初診時年齢 (歳)	11~15	16~20	21~25	26~30
動的治療期間 (か月)	~24	25~30	31~36	37~42

は $P<0.05$ とした。

## 結 果

唾液試験の結果、唾液緩衝能はグループ1でpHが6以上のクラス0が大部分を占めているが、グループ2ではpH4.5~5.5のクラス1も同程度存在し、グループ間で有意差 ( $p=0.033$ ) が認められた (図1a)。唾液分泌量はグループ1で毎分1~2mlのものが多く認められたが、グループ間での有意差は認められなかった (図1b)。唾液試験より得られたMS菌数は、両グループとも同様な分布を示していた (図1c)。LB菌数においてもグループ2の菌数がやや少ない傾向を示したが、有意差は認められなかった (図1d)。

口腔衛生指導関連因子について、TBI回数、フッ化物

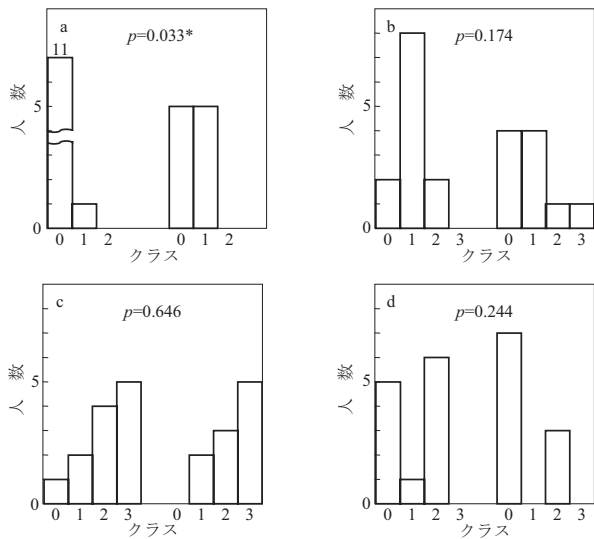


図1 唾液関連因子のグループ間における分布

a: 唾液緩衝能 b: 唾液分泌量 c: ミュータンス菌数 d: ラクトバチラス菌数

左; グループ1 右; グループ2

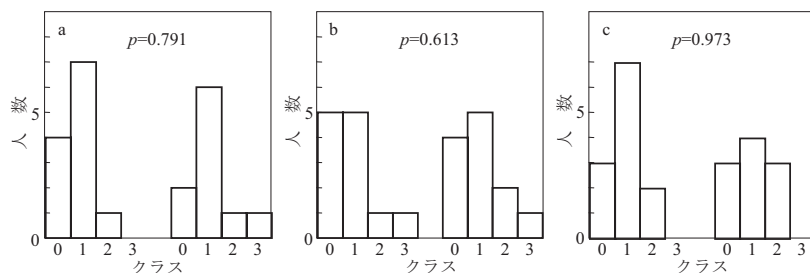


図2 口腔衛生指導関連因子のグループ間における分布

a: TBI回数 b: フッ素塗布回数 c: PMTC回数

左; グループ1 右; グループ2

塗布およびPMTCの回数は、両グループとも同様な傾向を示し、有意差は認められなかった (図2)。

図3に各グループの初診時年齢と動的治療期間を示す。初診時年齢と動的治療期間には有意差は認められなかった (図3)。

表4に動的治療期間中に生じたホワイトスポット数を歯種別に示す。動的矯正治療中に生じたホワイトスポットは、上顎前歯部に多く認められた。

## 考 察

マルチブラケット装置がブラケット周囲のプラークの除去をより困難にすることに加え、ブラケット周囲の唾液による緩衝能力も低下させることが考えられ、矯正専門医はマルチブラケット装置を用いた治療におけるエナメル質の脱灰のリスクについて調査を行ってきた (Gorelick et al., 1982; Øgaard, 1989)。Gorelickら (1982) は固定式装置を用いて矯正治療を行った患者のホワイトスポットの発生について調査を行い、装置の種類についてバンディングとダイレクトボンディング間における違いが認められなかったこと、下顎前歯部にはホワイトスポットが認められなかったこと、および上顎側切歯部に最もホワイトスポットの出現が認められたことを報告した。本研究においても、生じたホワイトスポットの50%が上顎前歯部に認められた。上顎前歯部は、比較的ブラケット周囲のプラークコントロールが行いやすい部位にもかかわらずホワイトスポットの出現率が高かった。これは上顎前歯部が唾液腺の開口部から比較的離れているため唾液の緩衝能によるう蝕抑制効果に乏しい領域であることが示唆される。Øgaard (1989) は固定式装置を用いて矯正治療を行ったグループと矯正治療を行っていない同年齢のグループについてホワイトスポットの出現率を調査し、固定式装置を用いて矯正治療を行ったグループにおいて有意にホワイトスポットが出現したことを報告した。固定式装置を用いて矯正治療を行う時には、いかにリスクの高いケースをスクリーニングするかは重要

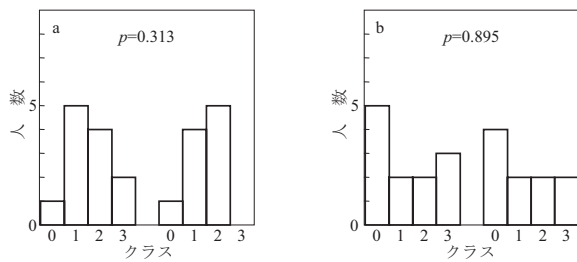


図3 その他の因子のグループ間における分布

a: 初診時年齢 b: 動的時間 左: グループ1 右: グループ2

表4 ホワイトスポットが生じた部位

歯種	上顎	下顎
中切歯	6	1
側切歯	7	1
犬歯	5	4
第一大臼歯	4	2
第二大臼歯	2	4

小臼歯は抜歯症例が含まれているため、表記していない。

な課題であるものと考えられる。北海道医療大学歯科内科クリニックでは、患者の唾液検査を用いたカリエスリスク検査を1998年より活用してきた。2003年からの2年間に動的治療開始した患者のデータを解析した本研究結果では、唾液緩衝能が高い場合、動的治療中にホワイトスポットが生じる率が低いことを示した。一方、ホワイトスポットの発生と唾液の分泌量間には統計的な関係は認められなかった。唾液のpHは通常は中性付近であり、刺激唾液の場合は分泌量が増加すると同時に、唾液緩衝能の主役である $\text{HCO}_3^-$ も分泌されアルカリ側にシフトする。唾液試験で得られる唾液は刺激唾液であり、本研究結果ではマルチブラケットが装着された特殊な環境下での唾液のう蝕を予防する効果について、唾液の量よりも質（緩衝能）がより重要であることを明らかにした。Shawら（1983）は、唾液とプラーク中のCaとPの量についてう蝕を持たないグループとう蝕を多数有するグループとで比較し、う蝕を持たないグループではより高いCaおよびP量と高いCa/P比を有することを示した。エナメル質は口腔内で結晶レベルにおける脱灰と再石灰化を繰り返しているが、唾液やプラーク由来のCaやPがエナメル質に供給されることによりハイドロキシアパタイトが形成され結晶レベルでの再石灰化が行われる（Barbakow et al., 1991）。本研究の唾液試験ではCaとPの定量は行っていないが、これら元素を含めた唾液成分の詳細な解析は今後の課題である。

エナメル質の脱灰は歯垢細菌が産生する有機酸により生じる。特にSM菌は歯面に対する付着性が強く、非水溶性グルカンを形成しう蝕原因菌として最も重要な細菌である。歯面へのプラークの蓄積量は、唾液中の細菌数と関連を持つことが考えられる。従って、唾液試験より

唾液中の細菌数を定量することは、カリエスリスクを評価する上で重要なものと考えられる。ホワイトスポットの発生率がSM菌数あるいはLB菌数との関連性を示すことが予測されたが、本研究結果では両者間の統計的な関連性は認められなかった。

本クリニック矯正科では、マルチブラケット装置装着前に唾液検査の結果、DMFT、プラークインデックス、フッ化物の使用状況および甘味嗜好を含む食事摂取状況からカリエスリスクの判定を行い、これを患者のモチベーションを高めることに役立てている。具体的には、ハイリスク、ミディアムリスクおよびローリスクの3段階に分類し、リスクに応じた口腔衛生管理を行っている。本研究ではホワイトスポットの出現率で患者を2グループに分けて比較を行ったが、両グループ間におけるハイリスク、ミディアムリスクおよびローリスクを有する患者の内訳については、統計的な違いは認められず、各リスクの患者がほぼ均等に存在していた。口腔衛生管理においては、ハイリスクの患者にはより頻回のTBI、フッ化物の適用、PMTTC、キシリトール入りガムの利用および徹底した食生活指導を行った。このことがホワイトスポットの高いグループと低いグループ間で唾液試験における細菌数に差が認められなかった1つの理由と考えられる。つまり、マルチブラケットの装着によりカリエスリスクが高くなった患者に対し、当科により実施されている口腔衛生管理がホワイトスポットを予防するために有効であったものと示唆できる。矯正治療中のホワイトスポットの発生をさらに減少させるために、フッ素徐放性ボンディング剤の利用やさらなる口腔衛生管理の徹底が必要なものと考えられる。

## 結 論

う蝕の発生には様々な因子が関与するが、本研究の結果では、唾液緩衝能が高い場合、動的治療中のエナメル質の脱灰に対して予防的に作用することが考えられた。当科により実施されている口腔衛生管理がホワイトスポットを予防することに有効であることが認められたが、完全にホワイトスポットの出現を予防するには至っていないため、より徹底した口腔衛生管理が必要とされるものと考えられる。

## 参考文献

- Barbakow F, Imfeld T and Lutz F. Enamel remineralization : how to explain it to patients. Quintessence Int 22 : 341-347, 1991.



- Boersma JG, Van der Veen MH, Lagerweij MD and Bokhout B. Caries prevalence measured with QLF after treatment with fixed orthodontic appliances : Influencing factors. *Caries Res* 39 : 41–47, 2005.
- Gorelick L, Geiger AM and Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod* 81 : 93–98, 1982.
- Mass E, Gadoth N, Harell D and Wolff A. Can salivary composition and high flow rate explain the low caries rate in children with familial dysautonomia? *Pediatr Dent* 24 : 581–586, 2002.
- Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments : progress report. *Am J Orthod* 51 : 901–12, 1965.
- Øgaard B. Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds : A study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 96 : 423–427, 1989.
- O'Reilly MM and Featherstone JDB. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances : an in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 92 : 33–40, 1987.
- Peterson GH and Bratthall D. Caries risk assessment : a comparison between the computer program 'Cariogram', dental hygienists and dentists. *Swed Dent J* 24 : 129–137, 2000.
- Ramaglia L, Sbordon L, Ciaglia RN, Barone A and Martina R. A clinical comparison of the efficacy and efficiency of two professional prophylaxis procedures in orthodontic patients. *Eur J Orthod* 21 : 423–428, 1999.
- Schwaninger B and Vickers-Schwaninger N. Developing an effective oral hygiene program for the orthodontic patient : review, rational, and recommendations. *Am J Orthod* 75 : 447–452, 1979.
- Shaw L, Murray JJ, Burchell CK and Best JS. Calcium and phosphate content of plaque and saliva in relation to dental caries. *Caries Res* 17 : 543–8, 1983.
- Zachrisson BU. Fluoride application procedures in orthodontic practice, current concepts. *Angle Orthod* 45 : 72–81, 1975.



佐藤 陽美

北海道医療大学歯学部口腔構造・機能発育学系歯科矯正学分野

平成16年3月北海道医療大学歯学部卒業

平成17年4月北海道医療大学大学院歯学研究科入学

平成21年3月北海道医療大学大学院歯学研究科博士課程修了

平成21年4月北海道医療大学歯学部口腔構造・機能発育学系歯科矯正学分野博士研究員