

## 活動性根面齲蝕様病巣に対するジェルタイプ象牙質知覚過敏治療材の 進行停止効果

中野 貴文 川村 和章<sup>1</sup> 椎谷 亨<sup>2</sup>  
山本 龍生<sup>3</sup> 向井 義晴<sup>2</sup>

神奈川歯科大学大学院 社会歯科学分野

<sup>1</sup>神奈川歯科大学健康科学講座口腔保健学分野

<sup>2</sup>神奈川歯科大学歯科保存学講座保存修復学分野

<sup>3</sup>神奈川歯科大学健康科学講座社会歯科学分野

### 抄録

目的：活動性根面齲蝕に類似した象牙質病巣を作製し、ジェルタイプのフッ化物含有知覚過敏治療材の塗布時間の違いによる病巣変化と進行停止効果について、TMR (Transverse microradiography) を用いて検討を行った。

材料と方法：フッ化物含有象牙質知覚過敏治療材として、MSコートHysブロックジェルを使用した。ウシ歯根面象牙質に耐酸性バーニッシュを塗布し、2×3 mmの被験面を作製した。実験群はBaseline lesion群、Control群、30 s-Tr群、5 min-Tr群の4群とした。4群とも脱灰溶液 (1.5 mM CaCl<sub>2</sub>, 0.9 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 50 mM 酢酸, 0.2 ppm F, pH 5.0) を注いで24時間37°Cで基準病巣を作製した後、Baseline lesion群はこの直後にTMR分析を行った。他の3群は各処理を行った後に96時間脱灰を行い、TMR分析を行った。被験面処理方法は、Control群では脱イオン水を30秒間、30 s-Tr群ではHysブロックジェルを30秒間、5 min-Tr群ではHysブロックジェルを5分間塗布した。すべての群の試料から薄切片を切り出した後、TMR撮影してミネラルプロファイルから脱灰深度とミネラル喪失量を測定した。統計分析はKruskal-Wallis検定ならびにSteel-Dwassの多重比較検定により、有意水準5%で実施した。

結果：5 min-Tr群のミネラルプロファイルはControl群に比較し顕著に高いミネラルvol%を示し、特に表層部は約45 vol%であった。各群の病巣深度は、Baseline lesion群で71.5 μm、Control群で165.8 μm、30 s-Tr群で155.7 μm、5 min-Tr群で100.1 μmであり、ミネラル喪失量は、Baseline lesion群で2,020.0 vol%×μm、Control群で4,727.5 vol%×μm、30 s-Tr群で3,592.5 vol%×μm、5 min-Tr群で2,102.5 vol%×μmであった。病巣深度およびミネラル喪失量とも、5 min-Tr群はControl群および30 s-Tr群に比較し有意に小さな値を示した。

結論：表層の再石灰化が乏しい根面脱灰病巣に対し、MSコートHysブロックジェルを規定の塗布時間を超えて5分間処理することにより、効果的な病巣進行停止効果が認められた。

キーワード：根面齲蝕、象牙質知覚過敏、フッ化物、TMR

責任著者連絡先：川村和章

〒238-8580 神奈川県横須賀市稲岡町82 神奈川歯科大学健康科学講座口腔保健学分野

TEL & FAX : 046-822-8862, E-mail : kawamura@kdu.ac.jp

受付：2022年3月14日/受理：2022年4月26日

DOI : 10.11471/shikahozon.65.215

## 緒 言

わが国では、急速に高齢化が進んでいることから疾病構造が変化している。高齢者は身体機能が低下するために、身体的フレイルやオーラルフレイルを自覚する割合が加齢に伴い段階的に増加し、ADL (Activities of Daily Living: 日常生活動作) は低下する<sup>1,2)</sup>。さらに、高齢者は唾液流出量減少などの生理的機能の低下ならびに手指の運動機能や感覚機能の低下によりプラークコントロールも困難になることから、根面齲蝕の発症や歯周疾患を重篤化させやすい状況にある。自力で日常生活を行うことが困難となり、なんらかの介護を要する状態とされる要介護または要支援の認定を受けた人の推移は平成19年度末では約437.8万人、平成28年度末では約618.7万人と約180.9万人増加している<sup>3)</sup>。また、介護施設を利用する高齢者の9割以上が根面齲蝕を経験しており、歯磨剤の非使用や歯周病の罹患との関連も明らかになっている<sup>4)</sup>。

エナメル質と比較して象牙質やセメント質は、ハイドロキシapatiteの割合が少なく耐酸性が低いため脱灰が進行しやすい<sup>5)</sup>ことや、歯冠部齲蝕と比較して根面齲蝕は視診により確認することが困難であることから発見が遅れやすい。また、高齢者の根面齲蝕と歯冠部齲蝕の関連についての研究<sup>6)</sup>では、歯冠部齲蝕歯数は根面齲蝕の有無に関連があることが示されており、根面齲蝕の発生部位や進行状態によっては歯冠全体の処置が必要となる可能性もある。さらには、高齢期の全身の健康状態が歯の喪失に影響を及ぼしていることも示唆されている<sup>7)</sup>。これらに対して、フッ化物含有歯磨剤を使用した日常的なブラッシングやフッ化物洗口により、初期根面齲蝕を非侵襲的に治療することも可能とされている<sup>8)</sup>が、口腔清掃を十分に行えない要介護者や高齢者にはより積極的かつ簡便な手法によるアプローチが求められている。

根面齲蝕は、臨床的には病変部の硬さを指標としてsoft lesion (活動性)、leathery lesion (活動性または非活動性) およびhard lesion (非活動性) に分類される<sup>9)</sup>。これまでに、象牙質知覚過敏治療材を歯根象牙質面に塗布し、その後脱灰液に浸漬することでTMR (Transverse microradiography) による脱灰抑制効果を検討した論文<sup>10)</sup>は存在するが、活動性様の根面齲蝕に適用し進行停止効果を検討した報告はない。本研究では、根面齲蝕の分類のなかでも活動性根面齲蝕に類似した表層のミネラル密度が低い病巣を作製し、塗布が容易で擦り込み操作も不要なジェルタイプの象牙質知覚過敏治療材をメーカー指定の塗布時間ならびにそれより長い塗布時間を設定することで、塗布時間の違いによる病巣内の変化と脱

灰進行の停止効果について検討を行った。

## 材料および方法

### 1. 実験材料

本実験では、歯科用知覚過敏抑制材料のMSコートHysブロックジェル(サンメディカル、以下、Hysブロックジェル)を使用した (Table 1)。

### 2. 試料作製

凍結保存したウシ下顎中切歯24本を歯頸部直下ならびに5mm根尖側の位置を低速切断機(Isomet, Buehler, USA)で切断し、ドーナツ状の試料を作製後、ダイヤモンドワイヤー式精密切断機(Well 3242, Walter Ebner, Germany)で2分割するとともに、平坦な試験面を作製するために歯根表面を1層削除し、48個の試料を作製した。平坦な試験面を2,000番の耐水研磨紙(Fujistar DCCS, 三共理化学)にて研磨し、脱イオン水中で5分間超音波洗浄(US-2R US Cleaner, AS ONE)を行った。その後、耐酸性バーニッシュを塗布して約2×3mmの被験面を作製し、6個ずつの試料を8つの容器にスティッキーワックスにて固定した。

### 3. 脱灰および処理

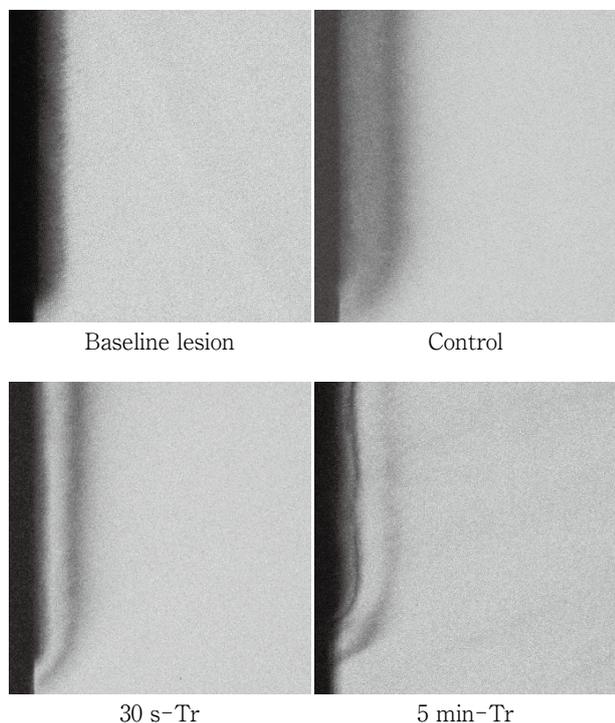
1容器当たり60mlの脱灰溶液(1.5mM CaCl<sub>2</sub>, 0.9mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 50mM 酢酸, 0.2ppm F, pH 5.0)<sup>10,11)</sup>に試料を浸漬させ、37°Cの保温機に静置して、4群の前脱灰を行った。24時間経過後、脱イオン水にて5秒間の洗浄を行い、エアーにて乾燥、基準病巣群とした(Baseline lesion群)。Control群は、前脱灰後、脱イオン水にて5秒間の洗浄を行い、エアーにて乾燥後、被験面に脱イオン水を30秒間塗布、エアー乾燥後、再び60mlの脱灰溶液に浸漬し、37°Cの保温機にて96時間の脱灰を行った。30s-Tr群は、前脱灰後、脱イオン水にて5秒間の洗浄を行い、エアーにて乾燥後、被験面にHysブロックジェルを塗布し、30秒間静置した。その後、脱イオン水で5秒間の洗浄を行い、エアー乾燥後、再び60mlの脱灰溶液に浸漬、37°Cの保温機にて96時間の脱灰を行った。5min-Tr群は、前脱灰後、脱イオン水にて5秒間の洗浄を行い、エアー乾燥後、被験面にHysブロックジェルを塗布し、5分間静置した。その後、30s-Tr群同様に脱イオン水で5秒間の洗浄を行い、エアー乾燥後、再び60mlの脱灰溶液に浸漬、37°Cの保温機にて96時間の脱灰を行った。なお、各群の試料数は12とした。

### 4. TMR撮影および病巣深度とミネラル喪失量の測定

各群の実験期間終了後、ダイヤモンドワイヤー式精密切断機で厚さ約300μmの薄片を各試料から2枚ずつ、歯軸に対して垂直方向に切り出した。各切片はHigh

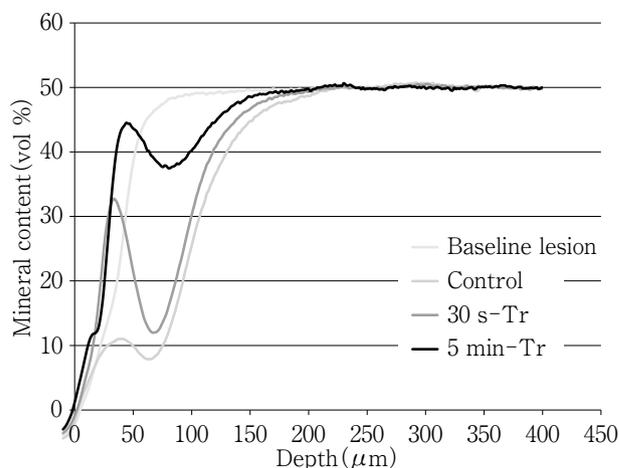
**Table 1** Material used

Material	Ingredients	pH	Lot number	Manufacturer
MS Coat Hys Block Gel	methyl methacrylate-co-p-styrene sulfonic acid (MS) polymer 1% oxalic acid sodium fluoride (900 ppmF) acidity regulator (potassium phosphate salt), thickener water, others	2.0	FV012	Sun Medical

**Fig. 1** Representative TMR images

5 min-Tr showed most intense radiopacity as compared with the Control and 30 s-Tr.

resolution X-ray glass plate (コニカミノルタ) を用いて、発生源に Cu およびフィルターに Ni を使用した顕微エックス線装置 (PW3830, Spectris, UK) で、13 段階のステップウェッジとともに TMR 撮影(管電圧 35 kV, 管電流 15 mA, 焦点-試験片間距離 570 mm, 照射時間 15 分)を行った。なお TMR 撮影は、試験片の乾燥を防止するために 13 段階のアルミステップウェッジが組み込まれたホルダーに脱イオン水とともに封入して行った<sup>12)</sup>。現像、定着、水洗、乾燥後、セットアップされた microscope-videocamera-microcomputer システム、およびミネラル量分析ソフト (TMR2006・TMR2012, Inspektor Research System, Netherlands) を使用してミネラルプロファイルを作成、ミネラル喪失量 (IML: vol% × μm) を測定した<sup>10,13,14)</sup>。

**Fig. 2** Average mineral profiles

5 min-Tr showed higher mineral density at both surface layer and lesion body as compared with the Control and 30 s-Tr.

## 5. 統計分析

統計分析は、Kruskal-Wallis 検定ならびに Steel-Dwass の多重比較検定により有意水準 5% として実施した (EZR version 1.35 software, 自治医科大学附属さいたま医療センター)<sup>15)</sup>。

## 結 果

各群の代表的 TMR 像を Fig. 1 に、平均ミネラルプロファイルを Fig. 2 に示す。前脱灰を行ったのみの Baseline lesion 群の TMR 像ならびにミネラルプロファイルは、表層が確認できず活動性の根面齲蝕である soft lesion に類似した状態であった。Control 群の TMR 像は脱灰病巣幅の拡大が認められ、ミネラルプロファイルでは深度約 20 μm から 200 μm の範囲で脱灰が進行し、ミネラル密度が 10 vol% 程度の表層および 8 vol% 程度の病巣体部が確認された。30 s-Tr 群と 5 min-Tr 群のミネラルプロファイルの比較では、前者が表層約 30 vol%, 病巣体部 15 vol% 程にまでミネラル密度が下がっているのに対し、後者では、表層は約 45 vol%, 病巣体部も約 40

**Table 2** Lesion depth (LD)

Group	LD ( $\mu\text{m}$ )
Baseline lesion	71.5 (63.3-74.4)
Control	165.8 (124.5-182.0)
30 s-Tr	155.7 (138.2-160.2)
5 min-Tr	100.1 (80.8-113.0)

The results are expressed as medians and interquartile ranges.

Brackets represent significant differences within the same column ( $p < 0.05$ ).  $n = 12$

vol%で維持されていた。また、Control群に比較し30 s-Tr群のTMR像では不透過層が明瞭となり、5 min-Tr群のTMR像では不透過性がさらに増加した表層の存在が確認された。各群の病巣深度( $\mu\text{m}$ )は、Control群(165.8)と30 s-Tr群(155.7)はBaseline lesion群(71.5)に比較し有意に大きな値を示した(ともに $p = 0.0002$ )が、Baseline lesion群と5 min-Tr群(100.1)との間には有意差は認められなかった( $p = 0.160$ )。また、5 min-Tr群は、Control群と30 s-Tr群に比較して有意に小さな値を示した( $p = 0.005, 0.001$ ) (Table 2)。ミネラル喪失量( $\text{vol}\% \times \mu\text{m}$ )の比較では、Control群(4,727.5)と30 s-Tr群(3,592.5)はBaseline lesion群(2,020.0)に比較して有意に大きな値を示した(ともに $p = 0.0002$ )が、5 min-Tr群(2,102.5)との間に有意差は認められなかった( $p = 0.939$ )。また、5 min-Tr群はControl群および30 s-Tr群に比較して有意に小さな値を示し(ともに $p = 0.0002$ )、30 s-Tr群もControl群に比較して有意に小さな値を示した( $p = 0.009$ ) (Table 3)。

## 考 察

根面齲蝕は高齢者において罹患率が増加することが報告されており<sup>16,17)</sup>、発症部位の解剖学的形態が治療を困難にすることからも進行を積極的に防止することが重要である。Nyvadら<sup>18)</sup>は頬側歯根面の活動性齲蝕を対象にした臨床実験において、フッ化物配合歯磨剤の毎日の使用とともにNaF溶液の塗布を併用することで2カ月から半年後にはすべての齲蝕が非活動性に転じたと報告している。また、う蝕治療ガイドライン第3版根面う蝕の診療ガイドライン<sup>19)</sup>には、「フッ化物配合歯磨剤(1,100~1,400 ppm F)にフッ化物配合洗口剤(250~900 ppm F)を毎日併用することにより、永久歯の活動性根面う蝕が回復する(硬くなり、非活動性になる)。よって永久歯の活動性根面う蝕の回復(reversals)に、本法を提案する」と記載されている。この指針は臨床家にとって、きわめて有用な情報であると考えられる。その一方で、日常生活に

**Table 3** Integrated mineral loss (IML)

Group	IML ( $\text{vol}\% \times \mu\text{m}$ )
Baseline lesion	2,020.0 (1,841.3-2,100.0)
Control	4,727.5 (3,895.0-5,318.8)
30 s-Tr	3,592.5 (3,348.8-3,882.5)
5 min-Tr	2,102.5 (1,798.8-2,333.8)

The results are expressed as medians and interquartile ranges.

Brackets represent significant differences within the same column ( $p < 0.05$ ).  $n = 12$

において要介護や看護状態にある高齢者などは、日常的なセルフケアを含めた口腔ケアが困難となる。また慢性的に進行する根面齲蝕に対しては、発見が遅れ修復処置が困難となる可能性がある。本研究では、歯根面への塗布が容易なジェルタイプの象牙質知覚過敏材を活動性の根面齲蝕を模した歯根面に塗布し、メーカー指定の塗布時間を変更することによる病巣状態の変化をTMRで評価した。

Nyvadらが活動性齲蝕と判断した根面齲蝕のTMR像では、歯根表面の再石灰化が乏しく不透過性の表層がほぼ認められない<sup>20,21)</sup>。今回の研究においても、基準病巣では表層におけるミネラル密度の高まりが認められない活動性病巣に類似した根面齲蝕病巣が再現できたものと考えられた。その後、脱イオン水で処理して再度脱灰を行ったControl群ならびにメーカー指定の30秒処理群(30 s-Tr)では、基準病巣に比較して有意に大きな病巣深度およびミネラル喪失量を示し、病巣の進行が認められたのに対し、5分処理群(5 min-Tr)ではミネラル喪失量および病巣深度ともに基準病巣と比較して有意な差はなく、効果的な進行抑制効果が示された。今回使用したMSコートHysブロックジェルには、MSコートFと同様にNaFを含有するMS(methacrylate-co-p-styrene sulfonic acid)ポリマーならびにシュウ酸カリウムが含まれている。フッ化物濃度はMSコートの約1/3であるが、歯根面に塗布することでNaFが歯質と反応して $\text{CaF}_2$ が形成され、その後の酸侵襲により $\text{CaF}_2$ より溶け出たフッ化物イオン、カルシウムイオンならびに象牙質から溶出したカルシウムイオン、リン酸イオンが相まって、フルオロアパタイトの形成がもたらされたと考えられる。今回の研究では、塗布時間をメーカー指定の30秒から10倍の5分に延長したことで形成される $\text{CaF}_2$ の量が増加し、その後のフルオロアパタイトの形成量も増加して優れた耐酸性効果が獲得されたと考えられた。本材料はすでに効果的な細管封鎖性ならびに象牙質知覚過敏抑制効果が確認されており<sup>22,23)</sup>、本ポリマーならびに唾液や歯質のカルシウムと反応して形成されたシュウ酸カル

シウムが象牙細管を物理的に封鎖すると考えられている。今回の結果から、本材を塗布した歯根面は、フッ化ジアンミン銀のように歯質を黒変させることなく、塗布時間を延長することで齲蝕進行抑制ならびに象牙質知覚過敏抑制の両方の効果を兼ね備えた有効な治療法となる可能性が示された。

## 結 論

表層の再石灰化が乏しい活動性根面齲蝕様病巣に、フッ化物含有ジェルタイプ知覚過敏治療材であるMSコートHysブロックジェルをメーカー指定の塗布時間を超えて5分間処理することにより、効果的な病巣進行停止効果が認められた。

本研究の遂行において開示すべき一切の利益相反はない。

## 文 献

- 1) 齲蝕. 千田 彰, 宮崎真至, 林 美加子, 向井義晴, 斎藤隆史. 保存修復学. 7版. 医歯薬出版: 東京; 2019. 14-27.
- 10) Kawamura K, Kunimatsu Y, Nakano T, Hasegawa H, Arakawa H, Mukai Y. Anti-demineralization effect of desensitizer containing copolymer and sodium fluoride on root dentin—a transverse microradiographic study. *Acta Biomater Odontol Scand* 2019; 5: 38-43.
- 11) Shiiya T, Tomiyama K, Iizuka J, Hasegawa H, Kuramochi E, Fujino F, Ohashi K, Nihei T, Teranaka T, Mukai Y. Effect of the coating material on root dentin remineralization in vitro. *Am J Dent* 2014; 27: 258-262.
- 12) Van Strijp AJP, Buijs MJ, Ten Cate JM. Contact microradiography of dentine under wet conditions to prevent lesion shrinkage. *Caries Res* 1995; 29: 107-110.
- 13) 長谷川晴彦, 椎谷 亨, 見明康雄, 日高恒輝, 國松雄一, 石澤将人, 二瓶智太郎, 向井義晴. 亜鉛ガラス含有グラスアイオノマーセメントによる歯根象牙質脱灰抑制能. *日歯保存誌* 2018; 61: 361-367.
- 14) Ogihara T, Tomiyama K, Iizuka J, Ishizawa M, Shiiya M, Mukai Y. Effect of desensitizer containing fluoroaluminocalciumsilicate glass nanoparticles on remineralization of root dentin subsurface lesions in vitro. *Dent Mater J* 2021; 40: 1027-1032.
- 15) Kanda Y. Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplant* 2013; 48: 452-458.
- 16) Burt BA, Ismail AI, Eklund SA. Root caries in an optimally fluoridated and a high-fluoride community. *J Dent Res* 1986; 65: 1154-1158.
- 17) Imazato S, Ikebe K, Nokubi T, Ebisu S, Walls AWG. Prevalence of root caries in a selected population of older adults in Japan. *J Oral Rehabil* 2006; 33: 137-143.
- 18) Nyvad B, Fejerskov O. Active root surface caries converted into inactive caries as a response to oral hygiene. *Scand J Dent Res* 1986; 94: 281-284.
- 19) 日本歯科保存学会. う蝕治療ガイドライン 第3版. 永末書店: 東京; 2020. 15-23.
- 20) Nyvad B, Ten Cate JM, Fejerskov O. Arrest of root surface caries in situ. *J Dent Res* 1997; 76: 1845-1853.
- 21) Nyvad B, Fejerskov O. Active and inactive root surface caries—structural entities? Thylstrup A, Leach SA, Qvist V. *Dentine and dentine reactions in the oral cavity*. IRL Press: Oxford; 1987. 165-179.
- 22) 鈴木司郎, 山口博康. 「MSコートHysブロック®ジェル」の臨床的検証. *歯界展望* 2016; 128: 776-785.
- 23) Kameyama A, Haruyama A, Nakazawa Y, Furusawa M, Muramatsu T. Micrographic and spectroscopic analyses of the application of methyl methacrylate-p-styrene sulfonic acid copolymer-based desensitizing agents to bovine dentin. *Asian Pac J Dent* 2019, 19: 51-57.
- 1) 檜原 司, 後藤崇晴, 柳沢志津子, 中道敦子, 市川哲雄. 各年齢階層におけるオーラルフレイルと身体的フレイルに関連する兆候—アンケートによる実態調査—. *老年歯学* 2017; 32: 33-47.
- 2) 厚生労働省. 介護・高齢者福祉, 第5期介護保険事業(支援)計画の策定準備及び地域支援事業の見直しに係る会議, 日常生活圏域ニーズ調査モデル事業・結果報告書(全体版). <https://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/dl/tp101027-01c.pdf> (2022年3月1日アクセス)
- 3) 内閣府. 令和元年版高齢社会白書, 高齢期の暮らしの動向, 2 健康・福祉. [https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2019/zenbun/pdf/1s2s\\_02\\_01.pdf](https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2019/zenbun/pdf/1s2s_02_01.pdf) (2021年12月28日アクセス)
- 4) 持田悠貴, 山本龍生, 川村和章, 宋 文群, 淵田慎也, 中野貴文, 川田和重, 榎田中外, 佐塚仁一郎, 竹内 智, 荒川浩久. 介護老人保健施設利用高齢者における根面う蝕の有病状況と関連要因. *神奈川歯学* 2019; 12: 85-91.
- 5) 守屋信吾, 安藤雄一, 三浦宏子. 日本人の口腔状態の推移〜「8020」達成度の推移と見直し. *保健医療科学* 2011; 60: 379-386.
- 6) 高野尚子, 葭原明弘, 安藤雄一, 小川祐司, 廣富敏伸, 山賀孝之, 花田信弘, 宮崎秀夫. 高齢者の根面う蝕の有病状況と歯冠う蝕との関連. *口腔衛生会誌* 2003; 53: 592-599.
- 7) 清田義和, 葭原明宏, 安藤雄一, 宮崎秀夫. 70歳高齢者の歯の喪失リスク要因に関する研究. *口腔衛生会誌* 2002; 52: 663-671.
- 8) 向井義晴. 象牙質再石灰化研究と臨床戦略. *日歯保存誌* 2021; 64: 303-307.
- 9) 宮崎真至. 硬組織疾患, 歯の発育異常および関連疾患,

## Effect of Gel-type Desensitizer Containing Copolymer and Sodium Fluoride on Active Root Caries-like Lesions *in Vitro*

NAKANO Takafumi, KAWAMURA Kazuaki<sup>1</sup>, SHIYA Toru<sup>2</sup>,  
YAMAMOTO Tatsuo<sup>3</sup> and MUKAI Yoshiharu<sup>2</sup>

Division of Dental Sociology, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University

<sup>1</sup>Division of Oral Health, Kanagawa Dental University

<sup>2</sup>Division of Restorative Dentistry, Kanagawa Dental University

<sup>3</sup>Division of Dental Sociology, Kanagawa Dental University

### Abstract

**Purpose:** This study used transverse microradiography (TMR) to investigate changes in active root caries-like lesions following the application of a gel-type desensitizer containing copolymer and sodium fluoride with different application times.

**Materials and Methods:** Acid-resistant varnish was applied to the surface of 48 bovine root dentin samples, except over 2×3 mm test areas. These samples were immersed in demineralization solution (1.5 mM CaCl<sub>2</sub>, 0.9 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 50 mM acetic acid, 0.2 ppmF, pH 5.0) at 37°C for 24 h to make baseline lesions. The samples in the Control group were immersed in deionized water for 30 s, and those in the 30 s-Tr and 5 min-Tr groups were treated with a MS Coat Hys Block Gel containing fluoride for 30 s and 5 min, respectively. Then, the samples of these three groups were further immersed in the demineralization solution for 96 h at 37°C. Thin sections from samples in all groups were analyzed by TMR for demineralization depth and mineral loss. Statistical analysis was performed using the Kruskal-Wallis test and the Steel-Dwass multiple comparison test at a significance level of 5%.

**Results:** The mineral profile of the 5 min-Tr group showed a remarkably higher mineral density compared to the Control and 30 s-Tr groups, and particularly the surface layer vol% of the 5 min-Tr group was about 45%. The lesion depth (μm) of each group was 71.5 in the Baseline lesion group, 165.8 in the Control group, 155.7 in the 30 s-Tr group, and 100.1 in the 5 min-Tr group, and the depth of the 5 min-Tr group was significantly shallower than that of the Control and 30 s-Tr groups. Mineral loss (vol% × μm) was 2,020.0 in the Baseline lesion group, 4,727.5 in the Control group, 3,592.5 in the 30 s-Tr group, and 2,102.5 in the 5 min-Tr group, and mineral loss of the 5 min-Tr group was significantly smaller than that of the Control and 30 s-Tr groups.

**Conclusion:** Five-minute treatment, which is longer than the manufacturer's recommendation of 30 s, by MS Coat Hys Block Gel effectively stopped the progression of active root caries-like lesions.

**Key words:** root caries, dentin hypersensitivity, fluoride, TMR