

原 著

高振動域エースケーラーの象牙質表面に対する影響について

鈴木邦治^{*1,2} 好士亮介^{*1,3} 横山京介^{*1,3} 氏家 久^{*1}
海老原 元^{*1} 田中憲二^{*1} 増田晴美^{*1} 伊藤公一^{*1,2}

^{*1}日本大学歯学部保存学教室歯周病学講座

^{*2}総合歯学研究所高度先端医療研究部門

^{*3}日本大学大学院歯学研究科歯科臨床系専攻

(2004年4月17日受理)

Influence of a Sonic Scaler with High Frequencies Range
to the Dentin Surface Alterations

Kuniharu Suzuki^{*1,2}, Ryouyuke Koushi^{*1,3}, Kyosuke Yokoyama^{*1,3}, Hisashi Ujiie^{*1},
Hajime Ebihara^{*1}, Kenji Tanaka^{*1}, Harumi Masuda^{*1} and Koichi Ito^{*1,2}

Department of Periodontology^{*1}, Division of Advanced Dental Treatment,

Dental Reseach Center^{*2}, Nihon University School of Dentistry

Major in Periodontology, Nihon University Graduate School of Dentistry^{*3}

Accepted for publication 17 April 2004

Ultrasonic or sonic scalers may be the instruments of choice for effective debridement and reduction of operating time. A sonic scaler is as effective for debridement as an ultrasonic scaler. The aim of this study was to compare calculus removal time and dentin surface alterations (damage to the dentin surface) between a new sonic scaler and an ordinary sonic scaler. The new sonic scaler (HS) was operated at high frequencies ranging between 16,000 and 17,000 Hz and the ordinary sonic scaler (AS) at low frequencies ranging between 6,000 and 7,000 Hz.

The calculus removal time was recorded as the time required for complete removal of artificial calculus (n=14). Dentin surface alterations were compared between a control site and test sites that were treated for 20 seconds with the HS or the AS. The surface alterations were examined by SEM and the roughness of dentin surfaces (arithmetical mean deviation of the profile : Ra, and ten point high of irregularities : Rz) was measured (n=6). The calculus removal time was 514±103 s for the HS and 546±191 s for the AS, the difference being non-significant. Comparison with the control site showed that both the HS and the AS effectively reduced the smear layer without damage to the dentin surface. Ra was 0.82±0.08, 0.77±0.08, and 0.81±0.65 μm for the control, HS, and AS, respectively, and Rz was 3.69±2.53, 3.52±2.34, and 3.53±9.30 μm, respectively, the differences being non-significant. The HS was operated at the high end of the frequency range, which may have decreased the tip movement to 1/3 that of an ordinary sonic scaler. As

連絡先：鈴木邦治

〒101-8310 千代田区神田駿河台 1-8-13 日本大学歯学部保存学教室歯周病学講座

Kuniharu Suzuki

Department of Periodontology, Nihon University School of Dentistry

1-8-13, Kanda-Surugadai, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8310, Japan

E-mail suzuki-k@dent.nihon-u.ac.jp

a result, the operator was exposed to a clearly lower level of uncomfortable sound and vibration during debridement, and the new sonic scaler appeared to give results similar to those of an ordinary sonic scaler. J Jpn Soc Periodontol, 46 : 111~117, 2004.

Key words : sonic scaler, high frequencies range, calculus removal time, dentin surface, roughness of surface

要旨 : 短時間で効率よくプラークや歯石を除去する時には、手用スケーラーよりも超音波あるいはエアースケーラーが用いられる。今回は、超音波スケーラーと同等の歯石除去能力のあるエアースケーラーに着目した。本実験の目的は従来品よりも振動数が高振動域に設定されたものを使用し、歯石除去時間と象牙質表面性状に与える影響を従来品と比較検討することである。振動数が16,000~17,000 Hzである高振動域エアースケーラー(HS)と従来品(AS)を用いて実験を行った。歯石除去時間は、肉眼的に人工歯石が除去されるまでとした(n=14)。象牙質表面性状観察は、ヒト象牙質片に対してHS, ASで20秒間器具操作を行い、何も処理しないコントロール面と比較した。走査型電子顕微鏡による表面観察と表面粗さ計測(算術平均粗さ: Ra, 十点平均粗さ: Rz)を行った(n=6)。歯石除去時間は、HS 514±103秒, AS 546±191秒であったが、統計学的有意差はなかった。表面観察では、コントロールと比較してHS, ASでスメア層の減少が観察されたが損傷部は見られなかった。表面粗さ(μm)は、Raがコントロール0.82±0.08, HS 0.77±0.08, AS 0.81±0.65, Rzがコントロール3.69±2.53, HS 3.52±2.34, AS 3.53±9.30の値を示した。HS, ASとコントロール間およびHS, AS間に統計学的有意差はなかった。HSは、今回比較検討した項目においてASとほぼ同様の歯石除去性能を有するものと思われる。しかし、HSは振動数を可聴限界音域に設定し、従来品よりもチップ先端の振幅を約1/3に減少している。その結果、術者に対する器具操作中の不快感および不快振動が明らかに減少したことから、HSの臨床的有用性が考えられた。

索引用語 : エアースケーラー, 高振動域, 歯石除去時間, 象牙質表面, 表面粗さ

緒 言

歯周治療の目的は、破壊された歯周組織から炎症性因子を除去し、失われた支持組織を回復あるいは再生させることである。さらに、回復した歯周組織の健康を長期に渡って維持、管理することも重要な目的の一つとなっている。炎症性因子であるプラークや歯石を機械的に除去することは、歯周治療において不可欠な治療行為となる。機械的な方法で歯肉縁上、縁下に存在するプラークや歯石とともに、とくにバイオフィルムの形で存在する歯肉縁下プラークを破壊、除去する意義は大きい¹⁾。機械的に除去する方法は、手用スケーラー、超音波スケーラーあるいはエアースケーラーを用いて行われる。短時間で効率よくプラークや歯石を除去する時には、手用スケーラーよりも超音波スケーラーやエアースケーラーがよく用いられている。両者間には振動数と振動発生機序に大きな違いがある。超音波スケーラーの振動数は、25,000~40,000 Hzであるのに対してエアースケーラーは6,000~7,000 Hzに設定されている。両スケーラーを比較した場合、歯石除去効果に大きな差はないという報告がある²⁾。超音波スケーラーの振動発生機序は、電歪型(ピエゾ

型)あるいは磁歪型(マグネット型)となっており、電歪型の報告は見られないが磁歪型は心臓ペースメーカー装着患者に対しての使用に注意が必要とされている³⁾。一方、エアースケーラーの振動発生機序は、圧搾空気を振動数に変える原理でありエアータービンのハンドピースと交換して装着する簡便さがあり、圧搾空気を使用していることから心臓ペースメーカーへの影響は考えられない。そこで今回は、超音波スケーラーと同等の歯石除去能力のあるエアースケーラーに着目した。しかし、振動数の少ないエアースケーラーは、チップ先端の振幅が大きくなることから歯質に伝わる振動が大きく、患者に対して不快感を与えることが考えられる。そこでエアースケーラーの振動数を大きくしてチップ先端の振幅を小さくする改善が必要となる。

本実験の目的は、従来品のエアースケーラーよりも高振動域(16,000~17,000 Hz)に振動数を設定したエアースケーラーを用い、歯石除去時間および象牙質表面性状に与える影響を従来品のエアースケーラーと比較検討することとした。

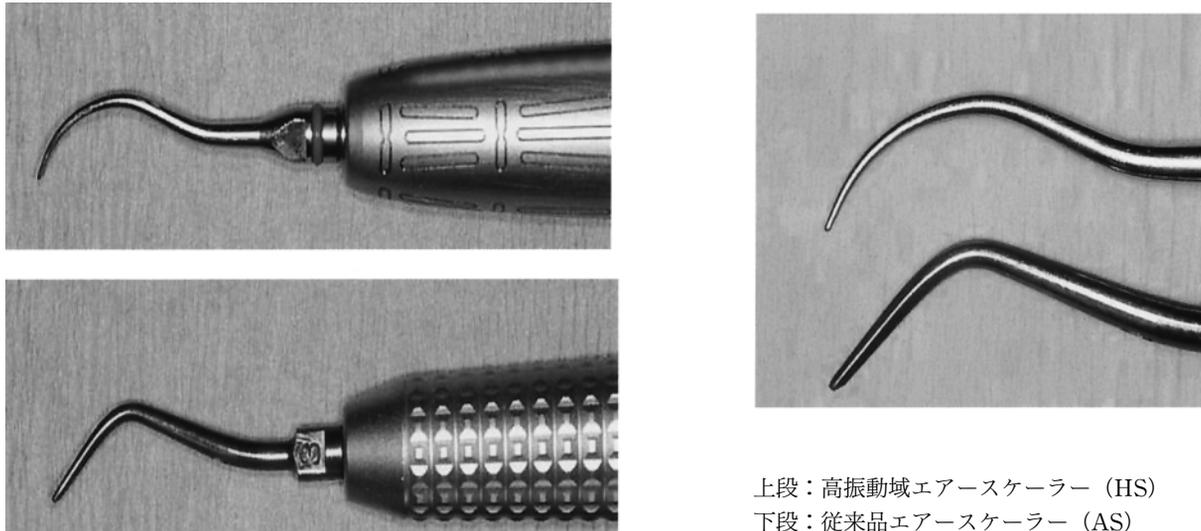


図 1 高振動域エアースケーラーおよび従来品エアースケーラー

材料および方法

1. エアースケーラー

振動数を可聴限界音域である 16,000~17,000 Hz に設定した高振動域エアースケーラー（以下 HS と略す；サリー，ヨシダ，東京）と振動数が可聴音領域である 6,000~7,000 Hz となっている従来品（以下 AS と略す；ルーティー，ヨシダ，東京）を使用した。チップは，形状の類似したものを使用し HS は TTL 1 チップを，AS は No. 3 チップを用いた（図 1）。作動手元空気圧力を 0.3 Mpa とした場合，チップ先端振幅および振動数を比較すると，HS の振幅 112 μm ，振動数 16.39 Hz に対して AS は振幅 275 μm ，振動数 6.12 Hz となっている。

2. 人工歯石除去時間の計測

エアースケーラーによる歯石除去時間の計測は，人工歯石付き実習用模型（日大型歯周治療用模型，高研，東京）を使用した（図 2）。本実験を行う前に AS を使用した上顎あるいは下顎模型（同歯数）に対する歯肉縁上歯石除去時間を比較した。その結果，上顎と下顎模型間で除去時間に大きな差が認められなかったため，試料は上下顎に係らず 1 試料とした。HS および AS は，人工歯石除去を行う時に振動数を最大で使用した。HS および AS をそれぞれ 14 試料に対して使用し，臨床経験 4 年目の歯科医師 2 名が 1 試料ごとにエアースケーラーの種類を交換して実験を行った。人工歯石除去時間は，肉眼的に歯肉縁上歯石が除去されたと術者が判定するまでの時間とした。

3. 象牙質表面性状観察

象牙質表面性状観察は，ヒト抜去歯から象牙質片を切り出して行った。すなわち，ヒト抜去歯歯根隣接面のセメント・エナメル境から 2 mm 根尖部で 5 mm \times 5 mm の象牙質片を切り出した。切り出した試片の表面を # 240 サンドペーパー処理後に超音波洗浄を行い実験に供した。試片の 1/2 に対して HS あるいは AS で 20 秒間器具操作を行い，他方の 1/2 は何も処理しないコントロール面とした（図 3）。試片は，走査型電子顕微鏡（JSM-T 100，日本電子，東京；以下 SEM と略す）による表面性状観察試料と表面粗さ計測用試料で使用した。

表面性状観察は，通法に従い SEM 観察試料を作製し，試料表面および断面を 750 倍で表面損傷の有無およびスメア層の状態について観察した。

表面粗さの計測は，表面粗さ形状測定器（Surfcom 1400 A，東京精密，東京）を用いて 6 試料について行った。計測は，算術平均粗さ（Ra）および十点平均粗さ（Rz）について行い，1 試料につき 10 カ所測定して平均値を求めた。計測長さは 4 mm とし，HS，AS で処理した面およびコントロール面について計測した。

4. 統計処理

人工歯石除去時間および表面粗さのデータは，student-t テストを行い，p 値が 0.05 以下を有意差ありと判定した。

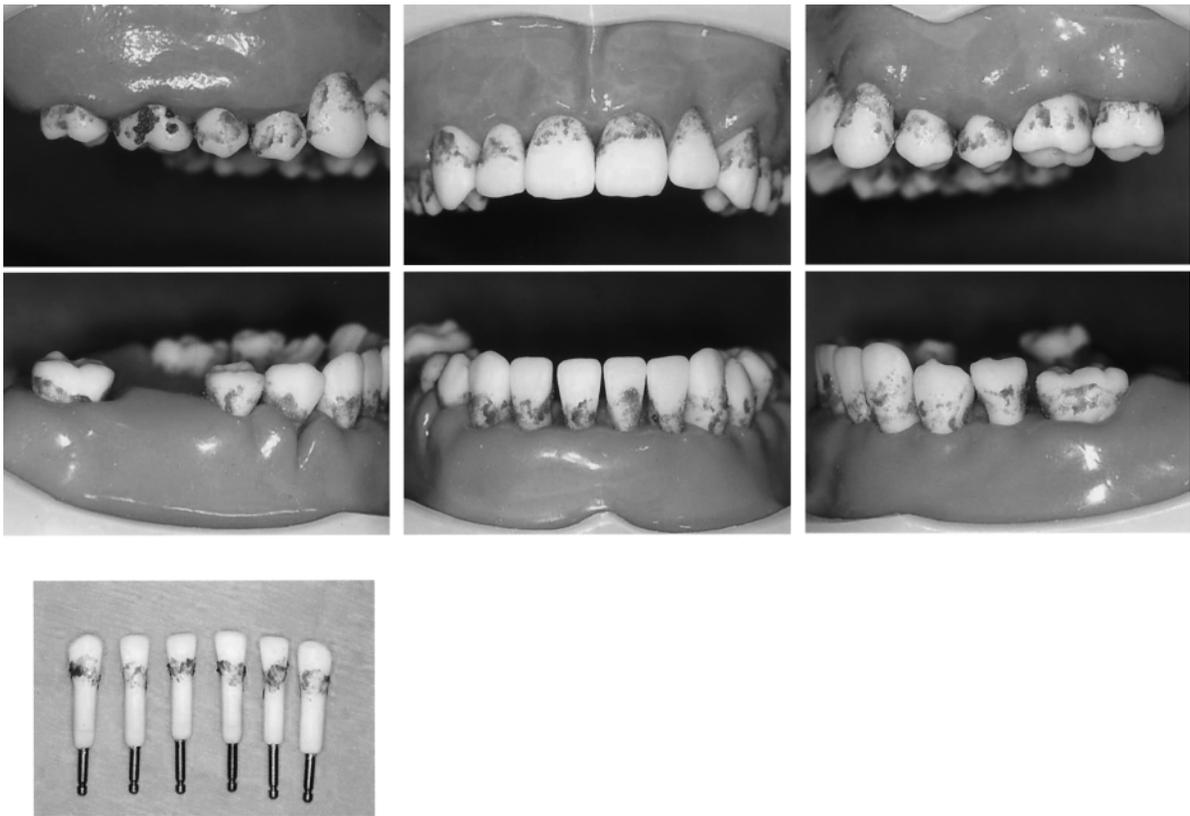


図 2 人工歯石付き実習用模型

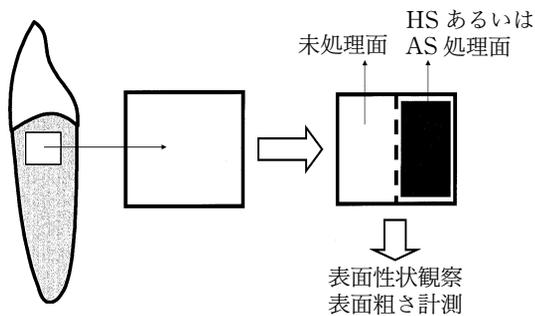
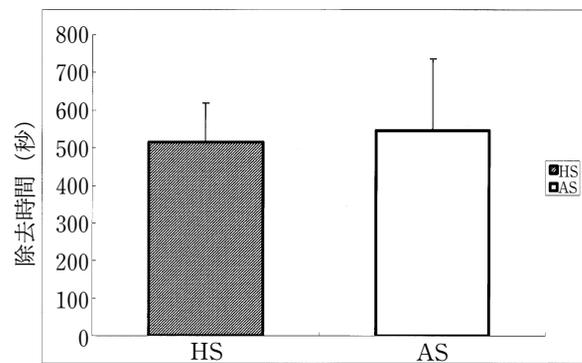


図 3 象牙質書表面性状観察試料



n=14

図 4 人工歯石除去時間

結 果

1. 人工歯石除去時間

14 試料の人工歯石除去時間の平均は、HS が 514 ± 103 秒に対して AS は 546 ± 191 秒であった (図 4)。HS は AS に比較して除去時間は短かったが、統計学的な有意差は認められなかった。

2. 表面性状の電子顕微鏡観察

表面性状の観察結果を図 5 に示す。試料表面を観察するとコントロール面と比較して HS および AS で処

理した面はスメア層が減少していた。また、HS および AS とも象牙質表面の損傷は観察されなかった。一方、断面を見ると HS および AS とも試片表面にスメア層が観察されたが、コントロール面と比較するとその量が減少していることが認められた (図 6)。

3. 表面粗さの計測

表面粗さの結果を表 1 に示す。まず算術平均粗さ (Ra) を比較するとコントロール面の $0.82 \pm 0.08 \mu\text{m}$ であったのに対して、HS は $0.77 \pm 0.08 \mu\text{m}$ 、AS は

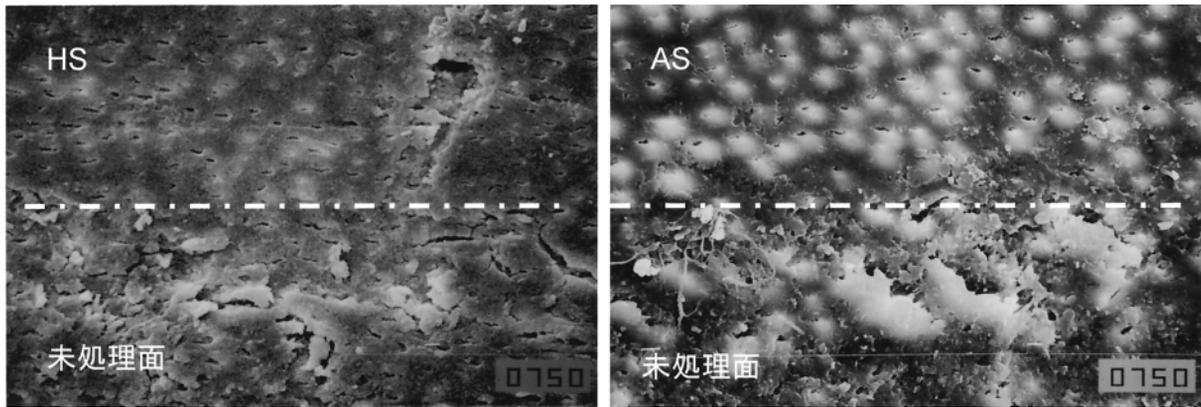


図 5 象牙質表面性状観察 (750 倍)

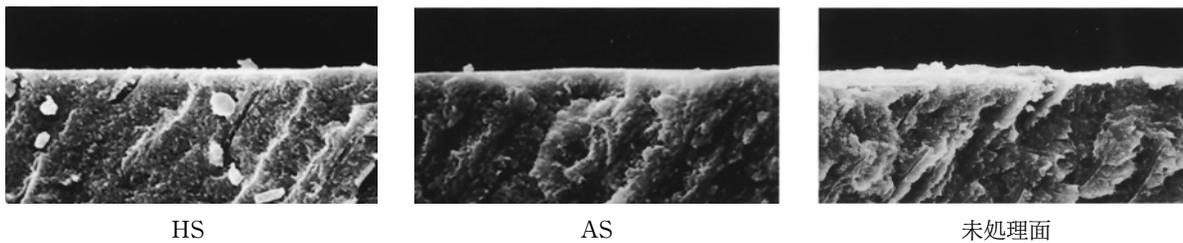


図 6 象牙質表面性状観察：断面 (750 倍)

表 1 象牙質表面粗さ

	Ra (算術平均粗さ)	Rz (十点平均粗さ)
HS	0.77 ± 0.08	3.52 ± 2.30
AS	0.81 ± 0.65	3.53 ± 9.30
未処理	0.82 ± 0.08	3.69 ± 2.508

n=6

$0.81 \pm 0.65 \mu\text{m}$ の値を示した。HS および AS は、コントロール面と比べて表面観察からスメア層を減少させていたが、表面性状の粗さに対しては影響を与えていなかった。しかし、コントロールと HS、コントロールと AS との間に統計的有意差は認められなかった。一方、HS と AS 間にも有意差は見られなかった。

十点平均粗さ (Rz) は、コントロール面の $3.69 \pm 2.53 \mu\text{m}$ に対して HS は $3.52 \pm 2.34 \mu\text{m}$ 、AS は $3.53 \pm 9.30 \mu\text{m}$ の値を示した。Ra の結果と同様にコントロール面に比較して HS、AS とも小さな値を示したが、統計学的な有意差は見られなかった。また、HS、AS 間も有意差は認められなかった。

考 察

歯周疾患の原因となるプラークや歯石を除去することは、歯周治療における意義は大きい。日常の臨床でそれらの原因を機械的に除去する上で重要なことは、効率性、スピード、目的とすべき部位への到達性および除去に伴う歯質へのダメージがないことである。これらの項目を論ずるためには、手用スケーラーと機械的除去である超音波スケーラーやエアースケーラーを比較する必要がある。デブライドメントを行った効果をプロービング値およびプロービング時の出血を指標として見た場合は、手用スケーラーと機械的除去法に大きな違いは認められていない¹⁾。しかし、1 歯あたりのデブライドメントに要した時間は、手用スケーラーよりも機械的除去法の方が早いことも事実である^{4,5)}。

効率性およびスピードを優先させる場合は、手用スケーラーよりも超音波スケーラーあるいはエアースケーラーを用いる機会が多くなる。さらに歯肉縁下の環境に対する器具の到達、すなわちバイオフィルムの破壊⁶⁾や根分岐部内でのインスツルメンテーションの確実性⁷⁾も使用器具選択において十分に考える必要がある。

根分岐部に対してインスツルメンテーションを行う場合は、分岐部入口の幅と手用スケーラー刃部の幅との関係が影響する。分岐部入口の幅が約1 mmであるのに対して、超音波スケーラーやエアースケーラーチップ先端が0.55 mmあるいはそれ以下に設定されていることが分岐部内および歯肉縁下への器具到達の向上に関与していると考えられる⁸⁾。

一方、機械的除去法である超音波スケーラーとエアースケーラーを比較すると、前者は振動数が25,000~40,000 Hzであるのに対して後者は6,000~7,000 Hzと小さい。チップ先端の振幅は、振動数の少ないエアースケーラーの方が大きくなる。その結果、歯質に伝わる振動が大きくなり患者に対して不快感を与えることが考えられる。そこでエアースケーラーの歯に対する不快感を減少させるためには、振動数を大きくしてチップ先端の振幅を小さくする改善が必要となる。そこで今回使用したHSは、振動数を可聴限界音域16,000~17,000 Hzの高振動域に設定し、従来品のエアースケーラーよりもチップ先端の振幅を約1/3に減少する工夫がなされている。そこで振動数、チップ先端振幅を変化させたことが歯石除去に対して影響があるのか否かについて人工歯石除去時間を指標として検討した。その結果、HSはASよりも約30秒早く除去可能であったが、統計学的有意差は認められなかった。今回の実験項目にはないが、振動数を可聴限界音域に設定したことが術者に対するインスツルメンテーション中の不快音および不快振動は明らかに減少していた。

デブライドメントとして必要とされる効率性、スピード、目的とすべき部位への到達性の次に考えなければいけないものに歯根面へのダメージがないことである。超音波スケーラーとエアースケーラーとを比較した場合、両者に差がないという報告⁹⁾やエアースケーラーのほうが歯質へのダメージが強いという報告¹⁰⁾が見られる。

そこで超音波スケーラーとの直接的な比較を今回の実験では行っていないが、超音波スケーラーと同等もしくは歯根面の損傷が多いとされている従来品のエアースケーラーとの比較を行った。HSおよびASとも何も処置をしていないコントロール面と比較して、試片の表面および断面からスメア層の減少は認められたが、溝、穴や裂溝などの大きな歯質の損傷は観察されなかった。また、表面粗さを比較しても器具操作で粗さが増した結果は示されなかった。また、振動数を変えたことによるHSとASとの違いもとくに認められなかった。

今回、エアースケーラーの従来品と振動数を超音波

スケーラーとの中間値である可聴限界音域(16,000~17,000 Hz)に増加した高振動域エアースケーラーを用いて歯石除去効果および歯質表面への損傷について比較検討した。エアースケーラーは、圧搾空気を用いて振動を発生させることから超音波発生装置の用意をする必要がなく、タービンのハンドピースを交換するだけという簡便さがある。しかし、高振動域エアースケーラーは、振動数が20,000 Hzを超えていないことから超音波スケーラーに認められるキャビテーション効果はおそらく認められない¹⁾。しかし、キャビテーション効果があることで血小板へのダメージや歯髄死への影響も報告されている¹¹⁾。一方、超音波スケーラーの心臓ペースメーカー装着者に対する使用に制限もあることからエアースケーラーの有用性も考える必要がある。今後の課題として、高振動域エアースケーラーと超音波スケーラーの直接的な比較検討が必要と考える。

本論文の要旨は、第46回日本歯周病学会秋季学術大会で発表した。

文 献

- 1) American Academy of Periodontology : Sonic and ultra-sonic scalers in periodontics. Position paper, J Periodontol, 71 : 1792-1801, 2000.
- 2) Sherman PR, Hutchens LH Jr, Jewson LG, Moriarty JM, Greco GW and McFall WT Jr : Comparative effectiveness of subgingival scaling and root planning I Clinical detection of residual calculus. J Periodontol, 61 : 3-8, 1990.
- 3) Bohay RN, Bencak J, Kavaliers M and Maclean D : A survey of magnetic fields in the dental operatory. J Can Dent Assoc, 60 : 835-840, 1994.
- 4) Boretti G, Zappa U, Graf H and Case D : Short-term effects of phase I therapy on crevicular cell population. J Periodontol, 66 : 235-240, 1995.
- 5) Laurell L, Pettersson B : Periodontal healing after treatment with either the Titan-S sonic scaler or hand instruments. Swed Dent J, 12 : 187-192, 1988.
- 6) Baehni P, Thilo B, Chapuis B and Pernet D : Effects of ultrasonic and sonic scalers on dental plaque microflora *in vitro* and *in vivo*. J Clin Periodontol, 19 : 455-459, 1992.
- 7) Leon LE, Vogel RI : A comparison of the effectiveness of hand scaling and ultrasonic debridement in furcation as evaluated by differential dark-field microscopy. J Periodontol, 58 : 86-94, 1987.

-
- 8) Patterson M, Eick JD, Eberhart AB, Gross K and Killoy WJ : The effectiveness of two sonic and two ultrasonic scaler tips in furcation. J Periodontol, 60 : 325-329, 1989.
- 9) Lie T, Leknes KN : Evaluation of the effect on root surfaces of air turbine scalers and ultrasonic instrumentation. J Periodontol, 56 : 522-531, 1985.
- 10) Jotikasthira NE, Lie T, Leknes KN : Comparative *in vitro* studies of sonic, ultrasonic and reciprocating scaling instruments. J Clin Periodontol, 19 : 560-569, 1992.
- 11) Trenter SC and Walmsley AD : Ultrasonic dental scaler ; associated hazards. J Clin Periodontol, 30 : 95-101, 2003.
-