

最近のトピックス

ブラッシング後のチタン表面の形態と組成 Morphology and composition of titanium surface after brushing

新潟大学大学院医歯学総合研究科
口腔生命科学専攻口腔健康科学講座生体材料学分野

大川 成剛

Niigata University Graduate School of
Medical and Dental Science,
Department of Oral Health Science,
Division of Biomaterial Science
Seigo Okawa

はじめに

チタンは生体親和性に優れるため、インプラントや骨プレートを初めとして、従来の貴金属合金や非貴金属合金に代わって補綴物にも使用されている。補綴物は日常の歯磨き、すなわちブラッシングによって磨耗すること¹⁻³⁾や磨耗粉の毒性についても報告されている⁴⁾。

そこで、チタンの補綴物も磨耗することが当然予想され、その際、表面の酸化皮膜（不動態膜）が破壊され、金属チタンと多くの化合物が反応することが考えられるので、チタンのブラッシング後の表面の形態と組成について検討した⁵⁾。

実験に供した歯磨剤

飯塚ら⁶⁾によれば、歯磨剤に含まれる研磨材は、無水ケイ酸、重質炭酸カルシウム、軽質炭酸カルシウム、ゼオライト、リン酸水素カルシウム二水塩、リン酸水素カルシウム、ハイドロキシアパタイト、水酸化アルミニウムなどである。チタンはフッ化物の作用によって腐食するので⁷⁾、本研究ではフッ化物を含有しない歯磨剤のうち、無水ケイ酸とリン酸水素カルシウム二水塩を研磨材としてそれぞれ含有するものを選択した（以下、それぞれを ETL, NSA と記す）。

チタンのブラッシング

チタン鑄造板の両面を機械研磨により埋没材とチタンとの反応層を完全に除去し、さらに鏡面に仕上げた。これをブラッシング試験装置（K706, 東京技研）にセットし、歯ブラシ（Dent EX 33 soft, ライオン）を用いて、

荷重 2.45 N, ストローク 10 mm を 120 回 / 分の条件で、350,400 回ブラッシングした。この回数は 1 日 2 回、毎回 2 分間歯磨きするとして、2 年相当である。なお、設定したブラッシング回数の半分（175,200 回）で新しい歯ブラシに交換した。また、ブラッシング時には歯磨剤 15 g を蒸留水 30 ml にてスラリー状にして使用した。

ブラッシング後のチタン表面の形態

走査プローブ顕微鏡（SPM）にて測定した表面粗さの結果を Fig. 1 に、二次電子（SE）像を Fig. 2 にそれぞれ示す。表面粗さ値は、コントロールとした鏡面研磨面、ETL, NSA の順に大きかった。ETL の SE 像にはとところどころに流れ星様条痕や小さい窪みが観察された。一方、NSA ではブラシの移動方向と一致して刷毛目状条痕が全面に観察された。この異なる条痕の成因について検討するために歯磨剤に含まれる研磨材の形態を調べた。その結果、ETL ではポーラス状の丸みを帯びた数 μm の粒子であり、NSA は角のある 10 数 μm の粒子であった。したがって、条痕の形態は研磨材の粒子形態やその大きさに起因していると思われる。また、表面粗さ値も研磨材の粒子形態によると考えられる。

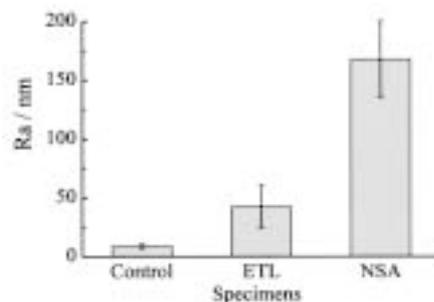


Fig.1 表面粗さ値

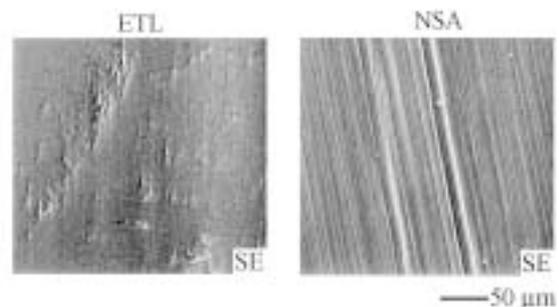


Fig.2 二次電子像

ブラッシング後のチタン表面の組成

ブラッシング後の表面を電子プローブマイクロアナリシス (EPMA) と X 線光電子分光法 (XPS) によって元素の分布および化学結合状態を調べた。ETL の元素分析からは、流れ星様条痕や小さい窪みにおいて Si が高濃度に検出され、しかもそれらの条痕では O の濃度も高かった。NSA のそれは刷毛目状条痕に沿って、Ca, P が高濃度に検出され、同様に O の濃度も高かった。これは、歯磨剤中の研磨砥粒がチタンに埋入した結果か、または研磨砥粒がチタンと反応した結果とも考えられる。

一方、表面をスパッタしながら測定した XPS のデータは大変興味ある知見を示した。Si, および Ca と P の化学結合状態は研磨材由来のそれとは異なり、Si は低エネルギー側に、Ca と P は高エネルギー側にそれぞれシフトした。また、TiP の生成が示唆された。したがって、歯磨剤中の研磨砥粒の埋入も皆無ではないだろうが、チタンと研磨砥粒とが反応しその反応生成物がチタン表面に生じたことがわかった。

以上の結果から、ブラッシング後のチタン表面の性状は本来のそれと異なることが推測され、ブランクの蓄積などに影響すると思われる。また、表面粗さも当然影響するであろう。このように、ブラッシングされたチタン表面の形態と組成は、歯磨剤中の研磨砥粒の種類や硬さおよびその粒径によって変わる。粗造面は当然ながら、Ca イオンが導入されたチタン冠にはブランクが蓄積しやすいとの報告⁸⁾もあるので、チタンに適した歯磨剤の選択が必要となる。

チタンに適する歯磨剤

実験した範囲では、歯磨剤中の研磨砥粒の粒径が小さく、チタンとの反応性が低いものが望ましい。したがって、フッ化物を含有しない歯磨剤で研磨砥粒としてリン酸水素カルシウム二水塩よりも無水ケイ酸を含むものが

適すると思われる。歯磨剤中に含まれる成分は、平成 13 年 4 月から容器や箱などに表示されているので、それを参考にして適切な歯磨剤を選択することが望ましい。

参考文献

- 1) 鶴田昌三, 尾関順子, 可児寿英, 谷川博伸, 長谷川龍貴, 長谷川二郎: 歯磨剤による歯科用合金の磨耗. 愛院大歯誌, 35: 265-271, 1997.
- 2) Momoi Y, Hiroasaki K, Kohno A, McCabe JF: In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of resin-modified glass ionomers. Dent Mater, 13: 82-88, 1997.
- 3) Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M: Wear and surface roughness current prosthetic composites after toothbrush/dentifrice abrasion. J Prosthet Dent, 84: 93-96, 2000.
- 4) Wataha JC, Lockwood PE, Noda M, Nelson SK, Mettenburg DJ: Effect of tooth brushing on the toxicity of casting alloys. J Prosthet Dent, 87: 94-98, 2002.
- 5) Hossain A, Okawa S, Miyakawa O. Effect of toothbrushing on titanium surface: An approach to understanding surface properties of brushed titanium. Dent Mater, in press.
- 6) 飯塚喜一, 丹羽源男, 日本歯磨工業会編. 歯磨剤を科学する - 保健剤としての機能と効果. 20-23 頁, 学建書院, 東京, 1998.
- 7) Nakagawa M, Matsuya S, Shiraishi T, Ohta M: Effect of fluoride concentration and pH on corrosion behavior of titanium for dental use. J Dent Res, 78: 1568-1572, 1999.
- 8) Kohavi D, Klinger A, Steinberg D, Sela MN: Adsorption of salivary proteins onto prosthetic titanium components. J Prosthet Dent, 74:531-534, 1995.