

Title	Specific ultraviolet-C irradiation energy for functionalization of titanium surface to increase osteoblastic cellular attachment
Author(s)	内山, 宙
Journal	歯科学報, 114(4): 396-397
URL	http://hdl.handle.net/10130/3379
Right	

氏名(本籍)	うちやまひろし 内山 宙 (新潟県)
学位の種類	博士(歯学)
学位記番号	第1989号(甲第1230号)
学位授与の日付	平成25年3月31日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	Specific ultraviolet-C irradiation energy for functionalization of titanium surface to increase osteoblastic cellular attachment DOI: 10.1177/0885328213511678
掲載雑誌名	Journal of Biomaterials Applications 第28巻 9号 1419-1429頁 2014年5月
論文審査委員	(主査) 小田 豊教授 (副査) 櫻井 薫教授 井上 孝教授 矢島 安朝教授 吉成 正雄教授

論文内容の要旨

1. 研究目的

短波長紫外線(UVC)照射は、チタン表面のタンパク付着性、骨芽細胞接着性および骨結合能を向上させる。しかし、その成立条件には未だ不明な点が多い。本研究は、機械切削または酸処理チタン表面へのUVC照射エネルギー量の変化が、それら表面の物理化学的性質、骨芽細胞の接着数およびタンパク堆積量の変化に対する影響を明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法

機械切削面および酸処理面ともに直径20mmのグレード2純チタンディスクを用いた。それらに1もしくは3mW/cm²の強度で、それぞれ10, 100, 250, 400, 500, 600, 750および1000J/cm²のエネルギー量となるようにUVCを照射した。対照としてUVC未照射ディスクを用意した。物理化学的評価として、チタン表面の蒸留水の接触角およびX線光電子分光分析装置を用いて炭素原子の量を測定した。タンパク付着性評価として、チタン上のウシ血清アルブミン堆積量を定量した。骨芽細胞接着性評価として、8週齢SDラット大腿骨骨芽細胞の接着細胞数の定量と接着細胞の形態計測を行った。

3. 研究成績および考察

チタン表面の水の接触角は、未照射表面では両表面とも60度以上であったが、機械切削面では100J/cm²以上、酸処理面では10J/cm²以上の3mW/cm²のUVCを照射されると5度未満となった。表面の炭素原子の割合は、機械切削面および酸処理面とも、照射エネルギー量に伴い減少した。培養24時間後の機械切削面のウシ血清アルブミン堆積量は、3mW/cm²・500J/cm²のUVC照射により、未照射面の3.5倍となったが、それ以上の照射エネルギー量では、未照射表面と同程度となった。一方、酸処理面では10J/cm²では未照射面の1.6倍となり、それ以上の照射エネルギー量では同程度の量で推移した。培養24時間後の骨芽細胞接着数は、未照射表面と比べて500J/cm²照射された機械切削面では2.6倍、750J/cm²照射された酸処理面では1.7倍となったが、それ以上の照射量では機械切削面および酸処理面ともその値は未照射表面と同程度となった。機械切削面および酸処理面において、1mW/cm²もしくは3mW/cm²の強度で500J/cm²および750J/cm²でそれぞれUVCを照射すると、細胞接着数はそれぞれ増加したが、1000J/cm²ではその値は未照射表面と同程度となった。

500J/cm²で照射された機械切削面上の骨芽細胞の面積、周長およびフェレ径は、未照射表面と比べて増加し、1000J/cm²の照射量でも同程であった。酸処理面上のそれらの値は、750mW/cm²の照射により、未照射面と比べて増加したが、1000J/cm²で照射された表面では未照射表面と変わらなかった。このことからUVC照射による骨芽細胞接着数の向上のメカニズムとして、超親水性の獲得や表面の炭素原子の減少以外の別の因子、例えば表面電荷の変化が関与することが示唆された。加えてUVC照射エネルギー量の増加に加えてウシ血清アルブミン堆積量や骨芽細胞接着数の変化の様相に関して、機械切削面と酸処理面とで差異が認められたことは、両表面上の酸化チタン層の形態や組成が異なること、元来の細胞接着に関する性質が異なることおよびUVCに対する反応性に差異が生じたことに起因すると考えられた。

4. 結 論

機械切削面または酸処理面チタン表面に関して、それぞれ特定のUVC照射エネルギー量で、骨芽細胞接着数、接着細胞の伸展性およびタンパク堆積量が増加した。そしてチタン表面の超親水性獲得の維持や炭素原子減少の進行にも関わらず、過剰照射によってその効果は打ち消された。

論 文 審 査 の 要 旨

本論文は、UVC照射エネルギー量を変化させることで、チタン表面の物理化学的性質、チタン表面へのタンパク付着性および骨芽細胞接着性の変化を調査し、それらの関連性を検討したものである。その結果、UVC照射によるチタン表面の骨芽細胞接着数の変化には最適となる照射エネルギー量が表面形態それぞれで存在し、超親水性の維持や炭素原子の減少進行にもかかわらず、照射エネルギー量の過多はその効果を打ち消すことが明らかとなった。

本審査委員会では、本論文に対し次のような質疑が行われた。①UVC照射エネルギー量の変化による細胞接着の変化とあるが、今回の実験で十分に細胞の接着を分析できているかどうか、②細胞接着数の比較において、未照射群に対する比率を用いた理由はなぜか、③細胞接着阻害因子であるアルブミンを細胞接着数比較のモデルタンパクとして用いたことはなぜか、④UVCの効果の物理化学的メカニズムの考察はエビデンスに基づいて適切かなどの質問に対して、①付着した細胞数で細胞接着を評価したので細胞接着数に変更する、②用いた分析方法から得られる結果の絶対値は日間変動が生じるため同一試行内での群間の相対値とし、更に各照射エネルギー量のUVC照射の効果として、未照射と比べて細胞数が増加したかが重要であると考え、未照射に対する相対値をそれぞれ比較する方法を用いた、③血清アルブミンは細胞接着タンパクや2価の陽イオンを抱合し材料表面に堆積し、生体内では間接的に細胞接着に関わりうるため、調べる整合性はある、④UVC照射によりチタン表面の炭素原子が除去され、超親水性の獲得や表面電荷の変化の可能性を含む物理化学的な変化と細胞接着の考察を行った、など、概ね妥当な回答が得られた。また、目的、結果、および考察の文章表現、文献の様式、図表に関して、一部修正箇所の指摘があり、訂正が行われた。

その結果、本研究で得られた知見は歯学の進歩発展に寄与するところ大であり、学位授与に値するものと判定した。