

3-1-24 生体適合性に優れた新チタン合金の開発

<研究概要>

現在、歯科用インプラントや整形外科領域では Ti-6Al-4V ELI (Extra Low Interstitial) 合金が多く用いられている。材料中に少しでも有害な元素が含まれる場合には、長期間の使用に極く微量ではあるがそれらは溶出し、生体組織に対して、アレルギー反応、炎症反応、異物反応、発癌性などを引き起こすことが懸念され、チタン合金においてもできるだけ生体に影響を及ぼさない元素で構成されることが望まれる。航空機用材料としての使用実績から医療用に転用された Ti-6Al-4V ELI 合金の合金成分には、細胞毒性の強い V と神経毒性が指摘されている Al が少量含まれることから、生体組織への影響が懸念されている。一方、歯科臨床分野で用いられているチタンは、合金化していない工業用純チタンがほとんどである。工業用純チタンを金属床、クランプおよびブリッジなどの高強度を必要とする補綴物に使用するには、強度不足で疲労破壊するとの指摘、強度の高い歯科用チタン合金の開発が、積極的に行われている。反面、チタン組成の生体への影響については十分に研究されているとはいえない。

以上のことから、我々は特に生体適合性について新チタン合金を動物の骨内に埋入を行い以下の知見を得た。ブラスト処理された Ti-15Zr-4Nb-4Ta 合金インプラントは、埋入後 4 週から 48 週において Ti-6Al-4V 合金インプラントと同等の骨結合強度を示し、生体用チタン合金インプラントとして臨床応用への可能性が示唆された。また、高分解能を有するマイクロ CT は、骨梁構造は、同一表面処理を行った両インプラント間で同様の像が観察された。さらに、ブラスト処理された両合金インプラントは、機械加工処理されたものと比べ、新生骨の形成量が多く、より複雑な骨梁構造が観察され、各合金インプラントにおける骨結合強度の測定結果の裏付けとなることが示唆された。

上述した背景に基づき、さらに我々のグループでは、V と Al より細胞適合性が高く、耐食性を向上させる元素を Ti に添加し、安全性が高く、高強度、高延性で疲労特性に優れた Ti-15Zr-4Nb-4Ta 合金の開発を行う。

<得られた知見>

本研究では、生体用チタン合金として期待される Ti-15-4-4 について、表面処理の違いと骨インプラント間の骨結合強度との関係を明らかにした。Machined における両合金インプラントの骨結合強度は、4 週から 24 週にかけて緩やかな傾きながらも直線的に増加し、24 週以降わずかに減少した。各週において、両合金間に有意差は認められなかった。Blasted における両合金インプラントの骨結合強度は、4 週から 24 週にかけて直線的に増加し、24 週以降わずかに減少した。各週において、両合金間に有意差は認められなかった。Blasted における両合金インプラントの骨結合強度は、Machined と比較し、4 週から 16 週において約 2 倍、24 週以降では約 3 倍の値を示した。各週において、Blasted における両合金インプラントは有意に高い値を示した。以上の結果から、新チタン合金である Ti-15-4-4 合金は生体適合性に優れた材料であり、臨床応用の可能性が示唆された。