

Title	Osseointegration of a hydroxyapatite-coated multilayered mesh stem
Sub Title	ハイドロキシアパタイトコートされた多層メッシュシステムの骨結合能
Author	日下部, 浩
Publisher	慶應医学会
Publication year	2004
Jtitle	慶應医学 (Journal of the Keio Medical Society). Vol.81, No.2 (2004. 6) ,p.41-
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	号外
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00069296-20040602-0041

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

Osseointegration of a hydroxyapatite-coated multilayered mesh stem

(ハイドロキシアパタイトコートされた多層メッシュステムの骨結合能)

目 下 部 浩

内容の要旨

人工股関節の長期耐用に最も影響がある骨への固定法は、骨セメントによらず直接骨新生により骨と人工関節を固定させる方法が現在主流になりつつある。骨新生により固定性を得るためには人工関節の表面に骨が侵入する一定の間隙を持つ表面構造が必要である。その構造として金属製の小球や細繊維を焼結したbeads表面・fiber表面、溶射による粗面構造を持つ溶射表面等が一般的であるが、間隙が不規則なこと、骨侵入深度が浅いこと、骨侵入期間を短縮するhydroxyapatite (HA) coatingを施した場合に間隙に塞がりが発生する等の問題があった。今回エッチング処理により規則正しい孔を持つ薄板を作製し、この板をずらして重ねた多層性のメッシュ構造を持つインターフェイスを開発した。同構造は立体的に連続した孔構造による間隙を最深部まで持っており、深部にまで新生骨が侵入することにより高い固定強度が得られる。またHA coatingを行った際に孔を塞ぐことなく最深部まで均一なcoatingが可能であり、早期に骨新生による固定性が得られる利点を持つ。これらの利点を実証すべく同構造を人工股関節大腿骨側（ステム）表面に施した人工股関節を作製し動物実験を行い、同構造の骨結合能を力学的及び組織学的に検討した。

人工股関節ステム表面にHA coating多層メッシュ構造を持つ群をM群（30頭）とし、対象として従来型beads表面構造を持つB群（30頭）を設定した。成犬股関節をそれぞれのステムで置換し3、6、10週および6、12ヶ月で屠殺回収した。力学的評価として横断面のステム・骨間でpush-out試験を行い、破断時の剪断強度測定と破断を生じる部位同定を行った。組織学的には表面構造空間内の新生骨量、骨新生の状態を評価した。

剪断強度比較では全時点でM群がB群より高く、3、6週では有意差を認めた。破断部位はB群では骨-人工関節界面部であったが、M群は12ヶ月時には界面部ではなく周辺骨梁の部分で破断を生じていた。組織学的に評価した新生骨量の比較では6ヶ月を除く全時点でM群がB群より有意に高かった。骨新生はM群では3週と非常に早期にメッシュ空間最深部にまで達しており、12ヶ月時までメッシュ空間内の新生骨梁径の増大が継続していた。B群では骨侵入速度は遅く骨梁径増大も早期に停止していた。

以上の実験結果より、深部に至るまで均一に行われたHA coatingが非常に早期の骨侵入を誘導し、また孔径の大きい層状の構造が持続的な骨成熟を導き、最終的に骨-人工関節界面部の結合強度は周辺骨梁の力学的強度を超え、界面部でなく界面部外の骨梁部で破断を生じるようになっていた。HAコートされた多層メッシュ表面は従来型beads表面と比較して、迅速かつ強度も高い骨結合能を示し、長期間にわたり強い固定性を維持できることが実証された。

論文審査の要旨

人工股関節の長期耐用には骨-インプラント間の固定性の強化と維持が重要で、固定性はインプラントのインターフェイス部分の構造、状態に強く影響を受ける。現在主流になりつつある、骨セメントによらず骨新生により固定性を得る一定の間隙を持つ表面構造は、金属製の小球や細繊維を焼結したbeads表面・fiber表面、溶射による粗面構造を持つ溶射表面等が一般的であるが、間隙が不規則なこと、骨侵入期間を短縮するhydroxyapatite (HA) coatingを施した場合に間隙に塞がりが発生する等の問題があった。そこで人工股関節の長期耐用性向上のためのインターフェイス構造として、気孔径0.5～1 mmの孔を持つチタン製薄板を重ねた多層性のメッシュ構造を持つインターフェイス（multilayered mesh=多層メッシュ）を作製した。同構造および従来型beads表面を人工股関節大腿骨側（ステム）表面に施したチタン合金製人工股関節を作製し動物実験を行い、同構造の骨結合能を力学的及び組織学的に比較検討した。

その結果、孔を塞ぐことなく深部まで均一に行われたHA coatingが早期の骨侵入を誘導し、孔径の大きな構造が持続的な骨成熟を導き、最終的に界面部の結合強度は周辺骨梁の強度を超え、界面部外の骨梁部で破断を生じるようになっていた。以上よりHAコートされた多層メッシュ表面は従来型beads表面と比較して、迅速かつ強度も高い骨結合能を示し、長期間にわたり強い固定性を維持できることが実証された。

審査では、電気分解を用いる方法等その他のHA coating法についての検討が不足しているのではないかの質問がなされた。それに対して、本研究では取り上げられていないが、液浸によるcoating法を検討中であるとの回答がなされた。次に、気孔径1 mmの気孔に骨新生が起こるのか、beads表面でも気孔径が1 mmあれば同様の効果が生じるのかとの質問がなされ、1 mmの気孔径はHA coating下では骨新生に関しては問題ないことが今回実験で実証されたこと、径を大きくするとbeads表面でも同様に骨梁径は増大するが、金属小球間結合強度が著しく低下するとの回答がなされた。また、多層メッシュ表面が骨融解によるステムのゆるみを解決することが可能であるかとの質問に対しては、骨融解の一因とされる高分子ポリエチレン摩耗粉の界面部への侵入を同部を覆う新生骨が防護するとの報告があるとの回答がなされた。

以上のように、本研究は今後さらに検討すべき課題を残しているが、新たに開発したHA coatingを施した多層メッシュステムではインターフェイス構造内への新生骨の量的増加だけでなく、太く強い骨梁が形成されることにより人工関節の長期耐用性が向上することが動物実験モデルで実証された点が有意義な研究であると評価された。

論文審査担当者 主査 整形外科学 戸山 芳昭

病理学 岡田 保典 形成外科学 中島 龍夫

リハビリテーション医学 千野 直一

学力確認担当者：北島 政樹、岡田 保典

審査委員長：岡田 保典

試問日：平成16年3月10日