

学位論文審査の結果の要旨

審査区分 課・論	第408号	氏名	渋田 祐太朗
指導教員	講座名 氏名	整形外科学 加来 信広	
審査委員会委員	主査氏名	石川 雅人	(印)
	副査氏名	穴井 博文	(印)
	副査氏名	千葉 政一	(印)

論文題目

Mechanical Effects of Offset and Length of the Cementless Stem for Initial Fixation to the Femur
(大腿骨へのセメントレスシステム初期固定に対するオフセットと長さの力学的影響)

論文掲載雑誌名

Clinics in Orthopedic Surgery

論文要旨

人工股関節置換術において、セメントレスシステムの初期固定は長期成績を左右する重要な因子である。近年、複数のインプラントメーカーから異なるネックオフセットを有するインプラントが提供されており、術後の股関節安定性を確保するための選択肢が広がっている。しかし、ネックオフセットの違いがシステムの初期固定に与える力学的影响、およびシステム長との相互作用については十分に解明されていない。

本研究では、セメントレスシステムを使用する場合に、ネックオフセットが初期のシステム固定に与える影響および異なるシステム長がもたらす影響を比較することを目的とした。Mechanical Finder ver. 12.0 を用いた有限要素解析により、Profemur Preserve（ショートシステム）と Profemur TL（標準長システム）の CAD モデルを使用し、それぞれスタンダードオフセットとハイオフセットの条件下で評価を行った。各システムを適切なサイズで設置し、立位条件下で von Mises 応力を計算した。マイクロモーションは、システムの節点と骨接觸面との相対的な変位として定義し、最大値を比較した。

解析の結果、両システム（Preserve と TL）のゾーンごとの応力は、ゾーン 5 で最も高く、次にゾーン 3 と 4 がほぼ同じレベルであった。ハイオフセットシステムの応力は、各システムおよび各ゾーンでスタンダードオフセットの応力よりも高い値を示した。各システムのマイクロモーションは、Preserve HIGH、Preserve STD、TL HIGH、TL STD の順で高くなり、各システムにおいてハイオフセットシステムがスタンダードオフセットシステムよりも値が高くなった。

これらの結果から、ハイオフセットではこの原理により曲げモーメントが増加し、ショートシステムでは皮質骨との接觸面積が減少するため、いずれも初期固定部にかかる応力とマイクロモーションが増加することが明らかとなった。特にショートシステムは骨形状の影響を受けやすく、早期のゆるみや骨折のリスクが高まるため、使用時は注意が必要である。ハイオフセットまたは短い長さのシステムを選択することは、術後早期の骨界面におけるマイクロモーションを増加させる可能性があり、人工関節のゆるみや骨折の相対的に高い発生率を考慮すると、ハイオフセットネックを有する短い長さのシステムを使用する際は、外科医はより注意を払う必要がある。

本研究は、セメントレスシステムのネックオフセットおよびシステム長が初期固定に与える力学的影響を定量的に解析し、インプラント選択における生体力学的根拠を提供するものであり、臨床的有用性が高く学術的意義が認められる。このため、審査員の合議により本論文は学位論文に値するものと判定した。

~~最終試験~~
 の結果の要旨
 学力の確認

審査区分 課・論	第408号	氏名	渋田 祐太朗
指導教員	講座名 氏名	整形外科学 加来 信広	
審査委員会委員	主査氏名	谷川 雅人	(印)
	副査氏名	穴井 博文	(印)
	副査氏名	千葉 政一	(印)

学位申請者は本論文の公開発表を行い、各審査委員から研究の目的、方法、結果、考察について以下の質問を受けた。

1. 「Bergman's coordinate」について。
2. メカニカルファインダーで1回の計算にかかる時間。
3. ヤング率やポアソン比のシステム部の金属と骨が違うことによる影響。
4. セメント法からセメントレス法になっていった原因や経緯
5. 骨頭のオフセットの大小による臨床でのメリット、デメリット。
6. シミュレーションの信憑性および、学会もしくは工業会で認められているか
7. シミュレーションは、間接置換術後急性期、骨とシステムが強固な結合が得られた後のいずれをシミュレーションしているのか
8. Fig3、Fig4を参照すると、人工関節術後の症例はzone5のトラブルが多くなるのか。
9. 今回の研究から示唆されたMMの多いハイオフセットの利点に関して、健側のオフセット値が患側のオフセット値を決める際の参考になるのか？シミュレーションソフトでそこは計算できるのか。
10. マイクロモーションの測定法。
11. 応力とシステム長の関係。
12. マイクロモーションの大きくなる位置がシステム長の違いによって異なることによる影響。
13. システム長の異なるものの使い分け
14. シュミレーションを行う際の力のかけ方による影響
15. Micromotionとは、骨の伸縮やしなりと金属の差が生じていることを示しているのか、接合がなされてない状況でのズレを示しているのか。可逆的範囲なのか、緩みやズレを意味しているものか
16. 実際には衝撃や加速度で瞬間的には股関節に体重の何倍くらいの荷重がかかるのか

これらの質疑に対して、申請者は概ね適切に回答した。よって審査委員の合議の結果、申請者は学位取得有資格者と認定した。

(注) 不要の文字は2本線で抹消すること。

学位論文要旨

氏名 渋田 祐太朗

指導教員 講座名：大分大学医学部整形外科学講座 氏名：加来 信広

論文題目

Mechanical Effects of Offset and Length of the Cementless Stem for Initial Fixation to the Femur...

(大腿骨へのセメントレスシステム初期固定に対するオフセットと長さの力学的影响)...

要旨

緒言

人工股関節置換術用の異なるネックオフセットを有するインプラントは、現在、複数のインプラントメーカーから提供されており、術後の股関節安定性を確保するための選択肢となっています。

本研究では、セメントレスシステムを使用する場合に、ネックオフセットが初期のシステム固定に与える影響および異なるシステム長がもたらす影響を比較することを目的としました。

方法

Mechanical Finder ver. 12.0 を使用した有限要素解析を実施しました。Profemur Preserve と Profemur TL のセメントレスシステムの CAD モデルを使用し、各システムを適切なサイズで設置し、von Mises 応力を計算しました。マイクロモーションは、システムの節点と骨接触面との相対的な変位として定義しました。これらの有限要素モデルの最大マイクロモーション値を立位条件下で比較しました。

結果

両システム (Preserve と TL) のゾーンごとの応力は、ゾーン 5 で最も高く、次にゾーン 3 と 4 がほぼ同じレベルでした。ハイオフセットシステムの応力は、各システムおよび各ゾーンでスタンダードオフセットの応力よりも高い値でした。各システムのマイクロモーションは、Preserve HIGH、Preserve STD、TL HIGH、TL STD の順で高くなりました。各システムにおいてハイオフセットシステムがスタンダードオフセットシステムよりも値が高くなりました。

考察

ハイオフセットではこの原理により曲げモーメントが増加し、ショートシステムでは皮質骨との接触面積が減少するため、いずれも初期固定部にかかる応力とマイクロモーションが増加する。特にショートシステムは骨形状の影響を受けやすく、早期のゆるみや骨折のリスクが高まるため、使用時は注意が必要である。

結論

ハイオフセットまたは短い長さのシステムを選択することは、術後早期の骨界面におけるマイクロモーションを増加させる可能性があり、人工関節のゆるみや骨折の相対的に高い発生率を考慮し、ハイオフセットネックを有する短い長さのシステムを使用する際は、外科医はより注意を払う必要があります。