







学位論文審査の結果の要旨

審査区分 課・論	第409号	氏名	細山 嗣晃
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	浅山 良樹 	
	副査氏名	宮本 伸二 	
	副査氏名	友 雅司 	
論文題目			
<p>Comparison of early postoperative stress distribution around short and tapered wedge stems in femurs with different femoral marrow cavity geometries using finite element analysis (異なる大腿骨髄腔形状を有する大腿骨におけるショートステムとテーパードウェッジシステムの術後早期の応力分布の比較：有限要素解析による検討)</p>			
論文掲載雑誌名 Clinics in Orthopedic Surgery			
論文要旨			
<p>【目的】関節全置換術（THA）において、理想的なステム長は依然として明らかではなく、症例や施設によって異なる長さのステムが使用されている。本研究では、異なる大腿骨髄腔形状を有する大腿骨において、セメントレスのテーパードウェッジ型ステムとショートステムの応力分布を比較し、適切な適合性を検討することを目的とした。</p> <p>【方法】有限要素モデルは、HyperMesh および LS-DYNA R11.1 を用いて作成・解析された。大腿骨の三次元形状データは、RETOMO ソフトウェアを使用して CT 画像から抽出した。大腿骨は Dorr 分類に基づき A～C の 3 群に分けられた。セメントレスのテーパードウェッジ型ステムおよびショートステムの CAD データを用いて、適切なサイズを選定した。有限要素解析においては、歩行時の大腿骨への荷重条件を想定した。大腿骨モデル内には、Gruen ゾーンに基づいてステムの内側および外側の接触部に関心領域（VOI）を配置した。各 VOI に含まれる要素の平均応力およびひずみエネルギー密度（SED）を、術前モデルおよび術後モデルから取得した。</p> <p>【結果】セメントレスのテーパードウェッジ型ステムおよびショートステムの von Mises 応力および SED の分布は、それぞれの Dorr 分類内で類似していた。両ステムとも、THA 後の von Mises 応力および SED は、THA 前よりも低下していた。テーパードウェッジ型ステムの von Mises 応力および SED は、ショートステムよりも高い傾向にあった。一般に、テーパードウェッジ型ステムはショートステムよりも応力変化率が低かったが、Dorr C では逆の傾向が見られた。Dorr 分類による比較では、Zone 2 から Zone 6 において、両ステムともに von Mises 応力および SED は Dorr C > Dorr B > Dorr A の順に高くなっていた。</p> <p>【結論】Dorr A および B においては、ショートステムの方がテーパードウェッジ型ステムよりも、術前大腿骨に近い自然な応力分布を示した。しかし Dorr C では、ショートステムの方が応力分布への影響が大きく、他の Dorr 型に比べて術後早期に骨折などの影響をより強く及ぼす可能性が示唆された。</p> <p>本論文は人工股関節ステムの生体力学的理解を深める有意義な研究であり、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。</p>			

~~最終試験~~

の結果の要旨

学力の確認

審査区分 課・ ①	第 409 号	氏名	細山 嗣晃
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	浅山 良樹 	
	副査氏名	高木 伸二 	
	副査氏名	友 雅司 	
<p>学位申請者は本論文の公开发表を行い、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。</p> <p>1. ステントを入れたというシミュレーションのみで解析をして、実際に入れたデータは使っていないのか。そうであれば手術を受けた患者だけではなく、他の理由でCTを撮っている患者でも解析可能ではないのか。</p> <p>2. 1人だけの分析で結論を導けるのか。患者の骨構造は個々人で異なるであろうから、複数を解析することでより普遍的な（一般化した）結果が得られるのではないか。こういった1症例での解析で書かれた論文が整形外科領域ではよくみられるのか。</p> <p>3. Dorr分類のオリジナル論文では定量的に分類は定義されておらず、その後いくつかの（CTI, CFI, CCR）数値定義が出てきたが、その中でCFIを選択した理由を述べよ。</p> <p>4. 長さの違うデバイスをそのデバイスを同じ数で分割して解析をし、比較している。計算して出しているのは自己骨の応力などの数値なので、違う位置（骨頭からの距離）を比較していることになる。なのであくまでも表現はデバイスの近位端、遠位端とするべきではないか。もしくは骨頭からの距離もしくは大腿骨全長を当分割して解析するべきではないか。</p> <p>5. 応力が強いと自己骨が吸収されやすくなり、応力が少ないと固定性が弱まるというジレンマの中、理想的な値をどう考えるのか。</p> <p>6. Dorr 分類の C 型にはショートシステムがよくないので注意が必要とのことだが、実際どのような注意をする必要があるのか。それによって合併症が回避できるのか。</p> <p>7. Von Mises stress と strain energy densityの違いはなにか。臨床的にどのように異なるのか。</p> <p>8. 本研究は前向き試験なのか。後ろ向きか。ICはどの時点で取得したのか。</p> <p>9. Von Mises stress と strain energy densityの違いはなにか。</p> <p>10. BMDは明らかに 症例ごとに異なる。F2とF3では 2倍程度の差である。これ程の差異があるのに、同様のヤング率、ポアソン比を用いることは良いのか？</p> <p>11. 骨の力学的剛性については考察されているが、人工骨頭デバイスの界面生体適合性について（界面生体適合性が骨との固着に大きく影響を与えられと考えられる）は論じられていない。これらの界面生体適合性についてはいかに考えられているのか？</p> <p>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。</p>			

（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 細山 嗣晃

指導教員 講座名： 整形外科科学講座 氏名： 加来 信広

論 文 題 目

Comparison of early postoperative stress distribution around short and tapered wedge stems in femurs with different femoral marrow cavity geometries using finite element analysis (異なる大腿髓腔形状を有する大腿骨におけるショートステムとテーパードウェッジステムの術後早期の応力分布の比較：有限要素解析による検討)

要 旨

背景 (Background) :

人工股関節全置換術 (THA) において、理想的なステム長は依然として明らかではなく、症例や施設によって異なる長さのステムが使用されている。本研究では、異なる大腿骨髓腔形状を有する大腿骨において、セメントレスのテーパードウェッジ型ステムとショートステムの応力分布を比較し、適切な適合性を検討することを目的とした。

方法 (Methods) :

有限要素モデルは、HyperMesh および LS-DYNA R11.1 を用いて作成・解析された。大腿骨の三次元形状データは、RETOMO ソフトウェアを使用して CT 画像から抽出した。大腿骨は Dorr 分類に基づき A～C の 3 群に分けられた。セメントレスのテーパードウェッジ型ステムおよびショートステムの CAD データを用いて、適切なサイズを選定した。有限要素解析においては、

歩行時の大腿骨への荷重条件を想定した。大腿骨モデル内には、Gruen ゾーンに基づいてステムの内側および外側の接触部に関心領域 (VOI) を配置した。各 VOI に含まれる要素の平均応力およびひずみエネルギー密度 (SED) を、術前モデルおよび術後モデルから取得した。

結果 (Results) :

セメントレスのテーパードウェッジ型ステムおよびショートステムの von Mises 応力および SED の分布は、それぞれの Dorr 分類内で類似していた。両ステムとも、THA 後の von Mises 応力および SED は、THA 前よりも低下していた。テーパードウェッジ型ステムの von Mises 応力および SED は、ショートステムよりも高い傾向にあった。一般に、テーパードウェッジ型ステムはショートステムよりも応力変化率が低かったが、Dorr C では逆の傾向が見られた。Dorr 分類による比較では、Zone 2 から Zone 6 において、両ステムともに von Mises 応力および SED は Dorr C > Dorr B > Dorr A の順に高くなっていた。

結論 (Conclusions) :

Dorr A および B においては、ショートステムの方がテーパードウェッジ型ステムよりも、術前大腿骨に近い自然な応力分布を示した。しかし Dorr C では、ショートステムの方が応力分布への影響が大きく、他の Dorr 型に比べて術後早期に骨折などの影響をより強く及ぼす可能性が示唆された。