

氏名	木村昌芳
学位の種類	博士(医学)
学位記番号	甲第1169号
学位授与の日付	平成30年9月25日
学位論文題名	A mechanical review of postoperative stem fracture of cemented total hip arthroplasty implants without femoral fracture 「大腿骨骨折を伴わないセメントTHA術後ステム折損についての力学的検討」 Fujita Medical Journal 4(4):83-87,2018
指導教授	山田治基
論文審査委員	主査 教授 寺田信樹 副査 教授 園田茂 教授 守瀬善一

論文内容の要旨

【緒言】

日本国内におけるtotal hip arthroplasty (THA)は2013年に年間11万件を超え、今後、再置換術例も増加していくと考える。Bozicらの疫学研究結果から、THA再置換術の要因は24.7%がステムの緩み、18.7%がステム周囲骨折であり、ステム折損は稀な合併症とされる。諸家の報告では0.23から0.67%の発生率で、ステム折損はネック付近で生じることが多く、ステム中央付近で起きるといった報告は少ない。我々は、セメントTHA後に大腿骨骨折を伴わずステム中央付近で折損を生じた症例を5例経験した。

【目的】

THAが再置換術にいたったステム中央付近での折損メカニズムを検討することである。

【対象】

初回THAを2003年1月から2015年9月までの間に、セメント固定用のcobalt-chromium (Co-Cr)合金製大腿骨ステム(C-Prominent hip system: Teijin Nakashima Medical, Japan)を使用した1134例のうち、大腿骨骨折を伴わないステム折損が発生した5例を対象とした。

【方法】

ステム折損患者の背景解析、術後単純X線像によるステム周囲のセメントマンテル評価、再置換術時のステム固定状況評価、ステム折損破面の走査型電子顕微鏡分析を行った。ステムの鑄造欠陥の有無は単純X線像解析をおこなった。ステム折損と同様の状況を再現するため、骨頭中心から80mmより遠位部を固定し、力学試験(静的圧縮曲げ試験および疲労圧縮曲げ試験)、finite element method (FEM)解析をした。さらに材料試験による破面分析をした。

【結果】

折損したステムは1号～3号と比較的細いもので、全例身長153cm以下の小柄な女性で

あった。術直後単純X線像のセメントマンテル評価では5例ともBarrackらの分類でgrade Bであった。ステム折損時の単純X線像では、すべての症例に共通してステム近位に透亮像を認めたが、遠位は良好な固定が得られていた。再置換術時、5症例とも折損部より近位側のステムは容易に抜去することができたが、遠位側はセメント固定が強固であった。2症例ではセメント固定した臼蓋側カップにもゆるみを認め、ステムのゆるみはオステオライシスによる骨溶解が原因と考えられた。ステム破面観察において、破損起点はステム中央の外側表面に認め、破面には特徴的なヘリンボーンパターンを認めた。単純X線像にて、いずれも摘出したステムの鑄造欠陥は確認できなかった。静的圧縮曲げ試験ではステムは中央部分で曲がり、その位置は折損部位と一致した。疲労圧縮曲げ試験ではステムに変化はみられなかった。FEM解析結果は、von Mises応力分布ではステム中央に高い応力を認め、外側には引張応力、内側には圧縮応力が分布していた。すなわちステムの外側中央に最大引張応力がかかっており、その部位は破断面の観察から推測されたステム折損の起点に一致していた。材料試験に関しては特に疲労試験片の破面にヘリンボーンパターンが認められた。

【考察】

Co-Cr合金製セメントステムでは、患者にとって至適サイズよりも比較的細いステムが、近位側にゆるみが生じて遠位のみセメントで強固に固定された状態となった場合、固定されている部分から近位10mm付近に応力集中がおこり易くなる。さらにそこに軽微な外傷や繰り返される日常的な負荷が加わると、ステム折損を生じる可能性が高まると考えた。

【結語】

遠位のみ強固に固定されたCo-Cr合金製ステムの静的圧縮曲げ試験とFEM解析では、固定された部分からすぐ近位に応力集中がおこることが示された。この部位は自験例におけるステムの破断点と一致した。

論文審査結果の要旨

THA術後ステム折損は重篤な合併症の一つであり再置換術が必要となる。本研究ではセメントTHA後にステム中央で折損した症例について、患者背景やステムの固定状況を検討した。そして、折損したステムと同じ状況を再現し、力学試験とFEM解析をおこなった。その結果、通常はステム折損リスクの低いとされる小柄な女性で、オステオライシスによるステム近位のゆるみが起こり、ステム遠位のみが強固に固定されている状況となり折損が起こっていたことが示唆された。力学試験の静的圧縮曲げ試験でステムは中央部分で曲がり、その位置は折損部位と一致した。またFEM解析では、ステム外側中央に最大引張応力がかかっておりステム折損の起点に一致した。以上の結果は、遠位のみ強固に固定されたCo-Cr合金ステムは固定された部分から近位に応力集中が起こることが示された。審査では臼蓋のポリエチレンについてcross-linking前後でのオステオライシスの発生頻度とステム折損発生率の検討をする必要性の指摘があった。また、FEM解析について骨やセメントの状況を加味して緩みの範囲やセメントの厚みなどを変えた解析をすると、今後さらに発展していく研究であるとの意見があった。以上の審査結果より、本研究は今後のTHA術後ステム折損を減らすことに繋がるものであり、学位研究に十分値するものと評価された。