

学位論文要旨

氏名 河村 直



論文題目

「Biomechanical evaluation of extramedullary versus intramedullary reduction in unstable femoral trochanteric fractures」

(不安定型大腿骨転子部骨折における髓外型整復と髓内型整復の力学的評価)

指導教授承認印

高柳 剛士



Biomechanical evaluation of extramedullary versus intramedullary reduction in unstable femoral trochanteric fractures

(不安定型大腿骨転子部骨折における髓外型整復と髓内型整復の力学的評価)

氏名 河村 直

【序論】

大腿骨転子部骨折は、骨粗鬆症を有する高齢者の転倒によって多く発生する骨折である。同骨折を受傷した場合、早期離床、死亡率低下を目的として、速やかな骨折整復固定術が必要となる。最近では、術後合併症が少ないと言われる髓内釘固定が多く行われているが、それでも骨折部の粉碎を伴う不安定型の骨折では術後合併症が 3~12%の確率で生じると言われている。術後合併症には、ブレードのカットアウト、過度のスライディングなどがある。骨折の整復位とインプラントの設置位置は、手術成功のための重要な因子であり、骨折部の安定性が向上すると術後合併症を軽減できる。以前の研究では、前後像で近位骨片の内側骨皮質を遠位骨片のわずかに内側に整復し固定する「髓外型」が、逆の整復位である「髓内型」と比べて、骨折治癒環境が優れており、さらに、側面像でも同様に、近位骨片が遠位骨片に比べて前方にある整復位が、後方にあるものと比べて成績が良いと報告されている。ただし、これらは臨床的な報告であり、上記を裏付ける生体力学的実験の報告はなかった。そこで、骨折部の圧縮剛性、ブレードのスライディング量およびインプラントの骨内制動に関して、「髓外型」は「髓内型」よりも優れていると仮定し実験を行った。

【方法】

骨粗鬆症骨として模擬大腿骨を使用し不安定大腿骨転子部骨折モデルを作成した。後方骨片を除去し骨性サポートがない状態とする。2つの異なる整復位で固定した後に、力学的安定性を比較した。近位骨片の半骨皮質分を、正面像で遠位骨片の内側かつ側面像で遠位骨片の前方整復したものを「髓外型」、一方、正面像の遠位骨片の外側かつ側面像の遠位骨片の後方に整復したものを「髓内型」とした。「髓外型」と「髓内型」をそれぞれ 11 個ずつ、合計 22 個のモデルを作成した。すべてを DePuy Synthes 社の髓内釘である TFNA を使用した。このインプラントの特徴として、骨折部での力学的負荷の分散と、骨折部の圧着を目的にブレードが髓内釘内でスライドするように設計されている。ブレード挿入位置の指標としてブレード先端と骨頭との距離 (TAD) を測定した。骨折モデルを正面像で内転 20° に固定し、10mm / min の速度で 0~2000N まで、電気機械式万能試験機を使用して軸圧負荷をかけた。荷重-変位曲線の傾きを圧縮剛性とし、髓内釘の大腿骨内での動きの指標として、頸体角、ブレードのスライディング量および遠位ネジ穴直径の変化を測定し、2 種類の骨折モデル間のパラメーターを比較した。統計分析にはマンホイットニー U 検定を使用し、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。

【結果】

「髓外型」は「髓内型」よりも TAD は有意に大きかった ($p=0.001$) が、臨床的に許容できる範囲内 ($<20\text{mm}$)であった。圧縮剛性 ($p=0.804$) と頸体角の変化 ($p=0.678$) に有意差はなかった。圧縮後のブレードスライディング量は、「髓内型」が「髓外型」よりも有意に多かった ($p<0.01$)。遠位ネジ穴の直径も、「髓内型」の方が「髓外型」よりも有意に大きかった ($p=0.019$)。我々の仮説に反して、圧縮剛性と頸体角に有意差は見られなかったが、「髓内型」は「髓外型」よりも有意に大きなブレードスライディング量と遠位ネジ穴径の拡大を示した。

【考察】

大腿骨転子部は前方骨皮質が厚く硬いため前面は単純な骨折線となる一方、後方は粉碎することが多い。従って、不安定大腿骨転子部骨折では、インプラント以外では骨片同士の前内側骨皮質の接触のみで荷重を支えることになる。ただし、骨片間で効果的な荷重支持がなされない場合、ブレードの過度なスライディングが発生し、ブレードのカットアウトや偽関節などの術後合併症を引き起こす可能性がある。本研究では、「髓内型」のブレードのスライディング量は負荷増大とともに増加し、髓内釘に到達するまで停止しなかった。しかし、「髓外型」では前内側骨皮質が接触した段階で骨性支持が得られスライディングは停止した。これは、「髓内型」は過度なスライディングを伴うという臨床報告と一致していた。頸部の内反変形がブレードカットアウトのリスクを増加させるとの報告もある。本実験では、頸体角の変化に有意差は見られなかったが、遠位ネジ穴径は「髓内型」が「髓外型」よりも有意に大きかった。遠位ネジ穴径の拡大は、圧縮中の大腿骨内反負荷の増強を示す。「髓外型」では、近位骨片、髓内釘、および遠位骨片の3つの部位で構成されていたが、「髓内型」は前内側に骨性接触がないため、近位骨片-髓内釘および髓内釘-遠位骨片という2つの部位で構成されることになる。この状態では、荷重は近位骨片を介して直接、髓内釘そして遠位ネジに負荷が集中することになる。髓内釘および遠位ネジへの応力集中を防ぐために、前内側骨皮質の接触が不可欠である。