

ふりがな やまこ ごう  
氏名 山子 剛  
学位 博士 (工学)  
学位記番号 新大院博 (工) 第 242 号  
学位授与の日付 平成 19 年 3 月 22 日  
学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当  
博士論文名 骨壊死に関する生体力学的研究

論文審査委員

主査	教授	原 利昭
副査	教授	大橋 修
副査	教授	田邊 裕治
副査	教授	谷藤 克也
副査	教授	新田 勇
副査	教授	榊田 正美
副査	助教授	鳴海 敬倫

#### 博士論文の要旨

股関節は体幹を支持すると同時に歩行動作をも保証することから、関節面は過酷な力学的状態にある。従って、関節面が変性や損傷等を来した場合、QOLを大きく低下させることとなる。その要因の一つに大腿骨頭壊死症を上げることが出来る。近年多様傾向にあるステロイド剤の服用とアルコールの多飲が重なると大腿骨頭壊死症を誘発しやすいと指摘されており、この様な日常生活を送る方が比較的多いだけに腿骨頭壊死症に対する新しい治療法の開発が強く求められている。大腿骨頭壊死症の治療原則は、骨頭が潰れて変形性股関節症へと進行するのを防ぐことである。現行の治療法として壊死部の状態により骨移植術、回転骨切り術、人工骨頭置換術、人工股関節置換術 (THR) が適用される。一方、青壮年の患者では人工関節の耐用年数と再置換術における患者へのリスクを考慮して、骨移植術や骨切り術等の骨関節温存手術が第一に選択される。しかし、関節温存を前提とする骨切り術および骨移植術等では患者の約 60% が満足した結果を得ている一方で、残りは人工股関節置換術等の適用対象となることから、関節構造を温存可能とする新しい治療法の開発が望まれている。そこで本研究では、温存し得る関節構造とはどのようなものであるかを生理学や生体力学に基づいて解明するため、先ず、骨頭圧潰の発生機序を明示する試みを行った。更には、生体機械工学的な観点から骨頭への力学的負荷を強制的に軽減し、骨頭圧潰を防止する『股関節免荷デバイス』の開発と臨床への適用可能性を示した。

本論文は「骨壊死に関する生体力学的研究」と題し、6章から構成されている。

第1章「緒論」では、厚生労働省に特定疾患、いわゆる難病に認定され、臨床的にも注目されている股関

節疾患、大腿骨頭壊死症について、現在までに明らかにされている病態と現行の治療法およびその問題点等の研究背景について概観し、生体力学に基づいた新しい治療法の開発を行うことの重要性と本研究の目的について述べている。

第2章「骨と股関節機能」では、本研究の対象分野を理解する上で必要な骨組織と股関節構造について組織学的および生物学的観点から機能、構造、名称・用語等を分かり易く且つビジュアルに提示している。

第3章「ラット骨壊死モデルを用いた骨壊死後の海綿骨変性評価」では、ラットの大腿骨頭壊死モデルによる壊死海綿骨の再生過程を修復反応に伴う血管新生後の骨梁構造の変化を通して骨頭圧潰を解明している。その結果、壊死海綿骨では血管再生後、急速な骨吸収を生じ、これが骨頭内部の応力状態を変化させて軟骨下骨に過大な応力集中をもたらすことを明示している。

第4章「ビスフォスフォネートが壊死海綿骨の再生に及ぼす効果」では、ビスフォスフォネートが壊死海綿骨の再生に及ぼす効果を構造学的に解析した。修復過程での壊死海綿骨吸収が骨頭圧潰の引き金になるのであれば、ビスフォスフォネートの局所利用によって骨吸収コントロールが可能となり、同時に海綿骨構造は維持され骨頭圧潰防止に至るのではないかと仮定し、ビスフォスフォネートの短期的症状改善効果について実験による解析を試みている。

第5章「股関節免荷デバイスの開発」では、骨頭への作用荷重を強制的に軽減する体内装具を開発しその機能を評価している。骨頭圧潰の誘因は日常的に作用する骨頭部への力学的負荷であり、ビスフォスフォネートを用いて骨吸収を抑制する治療や骨組織の再生を促す再生治療を適用した場合においても、治療過程で骨頭での免荷が効率的であるとの考え方から、杖や歩行装具などの補助具を用いず、骨頭への負荷を強制的に軽減する股関節免荷デバイスを開発し、その免荷機能と装着時の関節可動域を評価すると共に、大腿骨頭壊死症に対する再生治療等他の治療法との併用も効果的である事を示した。

第6章「結論」では、本論文の各章で得られた結果を総括している。

#### 審査結果の要旨

本論文は、上述の要旨に示すとおり、特定疾患の一つとして指定される大腿骨頭壊死症を対象とし、生理学および生体力学的観点から、関節機能温存を可能とする治療法の開発研究や骨頭圧潰の機序解明に関する研究を行い、再生過程にある壊死海綿骨の骨構造脆弱性が骨頭圧潰の要因であること、ビスフォスフォネートの壊死海綿骨再生効果を明示すると共に生体機械工学的観点から開発した股関節免荷デバイスの有効性と臨床応用可能性を明らかにする等、従来明らかにされていなかった大腿骨頭壊死症に関わる基本的且つ重要な知見を提示したものであり、生体工学上貢献するところ大である。よって本論文は、博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認める。