

主 論 文 要 旨

報告番号	① 乙 第	号	氏 名	畠 山 拓 人
主 論 文 題 名 Evaluation of bone integrity around the acetabular cup using noninvasive laser resonance frequency analysis (レーザー共振周波数解析を用いた非侵襲的な寛骨臼カップ周囲の骨密度解析)				
(内 容 の 要 旨) 本邦では、高齢化社会の進行に伴い変形性股関節症や骨粗鬆症の患者が増加している結果、人工股関節全置換術（Total Hip Arthroplasty：THA）の施行数が増加している。THAを受ける患者の約30%が骨粗鬆症を併発しているが、脆弱骨への手術は、インプラント周囲骨折および不十分なインプラント固定性の結果の緩みのリスクが高い。そのため術中のインプラント周囲の骨強度の評価は、術中のインプラント追加の可否判断および、術後緩みの予測のために重要である。共振周波数解析（Resonance Frequency Analysis：RFA）は、構造物の共振周波数を用いて、その健全性を解析する技術であり、医療分野では歯科インプラントの骨への固定性を計測する手段として確立されている。一方、医科に置いてTHAなど体深部での手術操作を要する手術では、操作性の問題で従来法の煩雑なRFAを行うことは困難であった。今回、低侵襲かつ操作性に優れるレーザーを用いたRFA装置を開発し、本装置を使用して共振周波数とインプラント周囲の骨密度の相関性を調査した。 THAインプラントの中で寛骨臼蓋に設置する‘カップ’を使用し、最初に非臨床試験を行った。まずカップを密度の異なる5種類のポリウレタンフォーム製模擬骨に設置し、カップに対しRFAを施行した。共振周波数とカップを設置した模擬骨の密度に相関があるかを検討した。その結果、模擬骨密度と共振周波数に強い相関を認めた（ $R = 0.728$, $p < 0.001$ ）。続いて臨床研究としてTHA手術中にカップの共振周波数を計測した。術者がカップを寛骨臼蓋に叩きこみ、十分な固定性が得られたと術者が判断したタイミングでレーザーRFA装置による共振周波数解析を行った。比較対象として術前に骨密度定量用校正ファントムを使用した定量的コンピュータ断層撮影（Quantitative Computed Tomography：QCT）画像を使用した。QCTのデータからカップ周囲の寛骨臼蓋骨骨密度を計測し、2500Hz-4500Hzの共振周波数との間に強い相関を認めた（ $R = 0.619$, $p < 0.001$ ）。 これらの結果よりレーザーRFAがカップ周囲の骨強度を評価する有用なツールであることが示された。従来のRFAと異なりレーザーRFAは非接触性無侵襲で迅速かつ反復して測定が可能である。THAのような体深部で行う手術では、操作性が簡便なレーザーRFAのメリットは大きい。手術中にカップ周囲の骨強度を計測することで、術後のインプラント破綻を防ぐためのスクリー入など追加設置を行う判断の一助となることが期待される。				