

論文審査の要旨及び担当者

報告番号	① 乙 第	号	氏 名	畠 山 拓 人
論文審査担当者 主 査 整形外科 中 村 雅 也 放射線医学 陣 崎 雅 弘 解剖学 久保田 義 顕 歯科・口腔外科学 中 川 種 昭 学力確認担当者： 審査委員長：陣崎 雅弘 試問日：2024年10月 7日				
(論 文 審 査 の 要 旨)				
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)				
本研究ではレーザーを用いた共振周波数解析法 (Laser-resonance frequency analysis: Laser-RFA) を用い、整形外科手術の一つである人工股関節全置換術において用いられるインプラント：寛骨臼カップの共振周波数データの解析を行った。基礎実験・臨床実験ともに2500-4500Hzの周波数範囲において、共振周波数と寛骨臼カップ周囲骨密度間に中等度以上の相関性を認めた。同結果は術中の追加固定スクリュー挿入の判断や、最終的な固定性評価に使用出来、今後より安全な手術手技の確立に有用な可能性を示した。				
審査では、この研究の最終目標である、固定力の計測を達成した際の臨床的意義に関して質問された。歯科口腔外科では磁力を用いて共振周波数を計測する技術が確立されており、埋入スクリューの骨性結合：Osseointegrationの度を設置後縦断的に評価可能だが、整形外科インプラントに対するLaser-RFAで想定する使用用途を問われた。整形外科のインプラントは歯科と異なり体内深部に存在する為、現在手術中の計測のみに限られる。しかし現状はまず術中に寛骨臼カップ固定力を計測する方法が存在せず、Laser-RFAで初期固定力の定量的計測が可能となれば、侵襲的な追加スクリュー設置の判断が可能となると回答した。また、C Tによる骨密度のデータがあればLaser-RFAを行う必要がないのではないかと問われた。本研究では全例に通常臨床にて使用しない骨密度補正装置：Phantomや研究用骨密度計測ソフトを使用しているので一般病院では実施できず、骨密度を術中に簡便に計測できるLaser-RFAは有用であると回答した。さらに現時点で術中固定力評価法は術者の手感覚という定性的評価しか存在しないことを説明した所、固定力の評価の指標として熟練の術者の手感覚を再現することの意義について問われた。熟練者と若年者で、寛骨臼カップ設置時の手感覚と、研究室内のみで測定される寛骨臼カップ引き倒し力の相関性を検討した所、優位に熟練者の手感覚が引き倒し力と高い相関性を認めたと説明し、やはり熟練者の手感覚が安全な手術の遂行のために必要である回答とした。また、今後発展するrobotic surgeryでは定性的評価は不可能になり、Laser-RFAのような定量的固定性評価方法が重要となると回答した。今後の課題として、固定力とより相関する波形を得るためにレーザー強度等検査方法をさらに検討していく必要があることを説明した所、レーザー強度を高める意義を問われた。レーザーが弱いとSN比が上昇し精度が低下すると回答した。また、現在の機器ではマイクを用い振動感知しているため、雑音によるノイズが入りやすい状況である。レーザーを用いたドップラー振動計を用いた計測とすればさらに精度の向上が望まれるが、現在の技術では同機器が高価であることおよび術野への光ファイバーでの誘導法が確立されていないことから現時点では臨床使用は困難と回答した。				
以上、検討すべき課題はあるものの、Laser-RFAによる共振周波数解析は寛骨臼カップ周囲の骨密度を術中に評価することが可能であり、固定性の観点における安全性確保につながる事が期待される有意義な研究であると評価された。				