

氏名	入 江 隆		
学位(専攻分野)	博 士(工 学)		
学位授与番号	博 甲 第 1161 号		
学位授与の日付	平成 5 年 3 月 28 日		
学位授与の要件	自然科学研究科システム科学専攻 (学位規則第 4 条第 1 項該当)		
学位論文題目	生体表面の硬さの電子計測法に関する研究		
論文審査委員	教授 山本 辰馬	教授 岡本 卓爾	教授 加川 幸雄
	教授 橋本 文雄	教授 中田 高義	

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

臨床医学の場では診断に先立って、必ず打診、圧診、触診の3診が行われている。3診は主観的経験に基づいており、むずかしく、再現性、客観的数値化などに問題がある。これらの3診は体表面からみた生体組織の力学特性、とくにその硬さに大きく依存している。研究の目的は生体表面の硬さを計測するいくつかの方法を提案することにある。このために硬さの評価に関係する生体力学特性の電子計測に言及している。すなわち、生体機械インピーダンスの測定値のばらつきを中心に考察し、その測定値の意味、最適測定条件などを明らかにした。また、実用化に備えて小型、可搬型のインピーダンス測定装置を開発した。さらに、インピーダンス法に比べて測定が簡単なインパクトハンマーを用いた衝撃応答法による生体力学特性の計測法を提案した。硬さ指標として、SI、SH、荷重時間、衝撃入力波形を定義した。SHを用いた硬さ計を開発するとともに、SI、荷重時間、衝撃入力波形を用いた硬さ計測法を提案している。

生体機械インピーダンスに基礎をおいて、生体表面の硬さ計測の実用化を意図したことに本研究の意義がある。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

生体の打診、圧診、触診は診断にとって重要であるが、今日まで定量化の研究はきわめて少ない。本論文は、これらの3診の基礎をなす *in vivo* での生体の硬さの評価と、評価に関係ある生体力学特性の電子計測について論じたものである。すなわち、まず、生体機

械インピーダンスの測定値の意味の解明と硬さ指標SIによる硬さの評価，ついで生体機械インピーダンス測定装置の可搬型化の実現，及び簡便型生体硬さ計の開発，最後に衝撃応答法による生体硬さの評価などについて述べている。得られた成果は次のように要約できる。

1. 振動子の直径，接触力，及び力学パラメータなどと機械インピーダンスとの関係，及びその特徴からインピーダンスの測定値の意味と最適測定条件を明らかにした。
2. 生体機械リアクタンスから硬さ指標SIを定義し，SI法と共振周波数法やアスカー硬度計を用いる方法とを比較してその優位性を確認した。
3. スマートなペン型の測定プローブと小さいシングルボードコンピュータを使用し，計測の日常化を意図して生体機械インピーダンス測定装置の小型化，可搬型化を実現した。
4. 単一周波数での加速度応答を用いることで，装置のソフト，ハード両面の著しい単純化を実現した新しい測定原理に基づく生体硬さ（指標SH）計を開発し，その特徴を明らかにした。SI法，共振周波数法，インピーダンスの絶対値を用いる方法，アスカー硬度計などとSH法を比較し，その優位性を確認した。
5. まずインパクトハンマーを用いた衝撃応答法によって生体の力学特性が測定できることを明らかにし，ついでその硬さ評価への応用として，衝撃入力波形のみから硬さを評価するきめて簡易な新方式を提案した。

以上のように本論文は，生体表面の硬さを計測するいくつかの方法を提案するとともに，硬さの評価に関係ある力学特性の電子計測などについて論じており，基礎的な多くの知見を得るとともに，硬さ評価の実用化へも踏み出したものであり，学術上，技術上貢献するところが少なくない。

よって学位審査委員会は，本論文を博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。