

【別紙1】

論文の内容の要旨

論文題目

超音波装置エラストグラフィーを用いた手根管症候群における軟部組織弾性に関する研究

氏 名 宮 本 英 明

手根管症候群（Carpal Tunnel Syndrome; CTS）は、手指の感覚障害と母指の筋力低下を症状とする、頻度の高い絞扼性末梢神経障害である。手根管は手関節の遠位で、横手根靱帯を屋根とする複数の手根骨に囲まれた骨線維性のトンネル構造をしており、この中を正中神経が走行している。多くの場合、CTS 罹患正中神経は横手根靱帯直下で絞扼され、手根管入口部で腫大している。CTS の手術の際には、横手根靱帯や屈筋腱滑膜など手根管内軟部組織が硬くなっていることを経験するが、その評価は定性的なものであり、これまで生体組織弾性に関して定量的に評価することは困難であった。

近年、超音波装置エラストグラフィーを用いて、生体内軟部組織弾性を定量的に評価できるようになった。すでに、乳線・肝臓・膵臓・前立腺・甲状腺疾患の鑑別診断や治療効果判定に有用であることが報告されており、CTSにおいても、正中神経や神経周囲軟部組織弾性の変化を明らかにすることは、その発症機序や病態の解明の一助になると考えられる。本研究では、このエラストグラフィーを用いて、正中神経や神経周囲軟部組織弾性を評価し、CTSの病態理解と新しい診断法について3つの研究を行った。

CTS について診断基準は定められておらず、米国整形外科学会の CTS 診断ガイドラインでは、臨床症状・しびれの誘発テスト・2 点識別覚・電気生理学的検査が推奨されている。

最近、低侵襲・リアルタイムでの観察が可能・費用対効果が高い、という利点から、超音波を用いた正中神経断面積を指標とする診断法の有用性が多く報告されている。そこで、研究 I では、健常者 22 人（男性 3 人、女性 19 人、平均 61 歳）の両手、計 44 手を健常群、CTS と診断された 31 人 43 手（男性 3 人、女性 28 人、平均 62 歳）を罹患群とし、健常群と罹患群の正中神経断面積と硬さ（Strain ratio）について、エラストグラフィーを用いて測定した。罹患神経が腫大・硬化していることから、そのカットオフ値を求め、それらを指標とする新しい CTS 診断法の診断精度について検討した。CTS 診断についての ROC 分析を行うと、正中神経断面積では 11 mm^2 、正中神経の Strain ratio では 4.3 というカットオフ値が得られ、正中神経断面積を単独で指標とした診断法は、感度 82%、特異度 75%であり、Strain ratio を単独で指標とした診断法では、感度 82%、特異度 68%であった。診断精度をあらわす ROC-area under the curve の値を比較すると、正中神経断面積を単独で用いた診断法（0.85）よりも、断面積と硬さをともに視標とする診断法（ $-9.8 + 0.64 \times \text{“断面積”} + 0.45 \times \text{“Strain ratio”} \geq 0.55$ ）の方が高い診断精度（0.91）を示した（ $P < 0.01$ ）。

また CTS の病態については、横手根靭帯や屈筋腱滑膜など、神経周囲組織の変性が手根管圧上昇を引き起こしたり、神経を直接圧迫したりして、神経の絞扼に関与していると考えられているが、それらの生体内組織弾性について調べた報告はない。研究 II では、CTS の病因

の一つと考えられる横手根靱帯弾性の特徴を、研究Ⅲでは、正中神経周囲組織弾性の特徴を調査した。

研究Ⅱでは、健常者 17 人（男性 4 人、女性 13 人、平均 60 歳）の両手、計 34 手を健常群、CTS と診断された 13 人 18 手（男性 3 人、女性 10 人、平均 62 歳）を罹患群として、横手根靱帯の厚さと硬さについて比較した。横手根靱帯の厚さは、罹患群 1.3 mm であり、健常群（1.1 mm）よりも厚く（ $P=0.011$ ）、Strain ratio は罹患群 8.1 であり、健常者群（6.0）よりも硬化していた（ $P=0.030$ ）。また、CTS 罹患期間と横手根靱帯の厚さ・Strain ratio との関係では、罹患期間 1 年未満と 1 年以上の群で、横手根靱帯の厚さに有意差はなかった（ $P=0.24$ ）が、Strain ratio には有意差があった（ $P=0.043$ ）

研究Ⅲでは、正中神経と神経周囲組織弾性を測定し、さらに、CTS に対して有効な保存療法であるステロイド手根管注射が、正中神経や神経周囲組織弾性に及ぼす影響についても観察した。健常者 20 人（男性 8 人、女性 12 人、平均 61 歳）の両手、計 40 手を健常群とし、CTS と診断された 20 人 22 手（男性 5 人、女性 15 人、平均 61 歳）を罹患群とした。罹患群ではトリアムシノロンアセトニド 30 mg と 2% メピバカイン 0.5 ml を手管内注射し、6 週間後に再び同様の測定を行った。健常群と CTS 患者群で比較すると、正中神経自体の Strain ratio は、罹患群 7.2 であり、健常者群（4.2）よりも硬化していた（ $P<0.0001$ ）。一方、正中神経を除いた手管内軟部組織の Strain ratio は、罹患群 12.6 であり、健常者群（8.2）よりも硬化していた（ $P=0.0013$ ）。CTS 罹患群における、ステロイド注射前後の手管内軟部組織弾性の比較では、正

中神経を除いた手根管内組織弾性が 8.5 へ減少していた ($P=0.00069$) が、正中神経自体の硬さは変化していなかった (6.8、 $P=0.82$)。

本研究は CTS に関連する生体内軟部組織弾性に着目し、調査した初の研究である。超音波装置エラストグラフィーを用いて、CTS に関連する生体内軟部組織弾性を定量的に評価し、CTS 罹患手において正中神経・横手根靱帯・正中神経周囲軟部組織は硬化していることが明らかになった。正中神経弾性を指標とした新しい CTS 診断法を報告し、正中神経断面積を指標とした診断法よりも、硬さも共に指標として加えた診断法の方が有用であることを示した。また、横手根靱帯や正中神経周囲軟部組織の硬化は、CTS の発症に関与する一因であることが示唆された。手根管ステロイド注射により、正中神経周囲軟部組織の硬化は改善したが、正中神経自体の硬さは変化しないことが明らかになった。超音波装置エラストグラフィーを用いて、正中神経や神経周囲の軟部組織弾性を知ることは、CTS の診断や病態理解に有用であった。