京都大学	博士（ 医 学 ）	氏 名	齊 藤 晋
論文題目	Biomechanics of the Volar Plate of the Proximal Interphalangeal Joint: A Dynamic Ultrasonographic Study （動的超音波法による近位指節間関節の掌側板の運動生理に対する研究）		

（論文内容の要旨）

近位指節間関節（以下 PIP 関節）の掌側板は関節の掌側を支持する線維軟骨性構造物である。その側面に存在する線維束は Checkrein 靭帯と呼ばれ、PIP 関節の過伸展抑止機構として知られている。一方で掌側板本体は形態学的に半月板に類似するものの、その機能的意義や運動生理については解明されていなかった。そこで掌側板の運動生理を明らかにすべく超音波機器を用いた研究を行った。

はじめに、健常者の PIP 関節を用いて超音波機器による観察を行った。探触子を超音波透過性物質を介して指の掌側中央に、指の軸に平行に当てて、基節骨、中節骨、屈筋腱、掌側板が同時に描写される平面を確保したのちに、PIP 関節を自動運動させて動画撮影を行った。動画解析の結果、正常指の掌側板は中節骨舌部（以下舌部）との連結部で可動性を有し、PIP 関節の屈曲に従って舌部との間隙(recess)を辷りながら、掌側方向へ上昇することがわかった。また recess では舌部の背側方向への回転が確認された。

次に掌側板遠位部の掌側上昇は、屈筋腱内の緊張が掌側板の掌側に位置する A3 輪状腱鞘（以下 A3）を介して掌側板に伝達されることによって能動的に起きると仮定し、それを実証すべく、A3 が機能しないモデルを用いた研究を行った。そのモデルとして Zone２屈筋腱断裂の修復術において A3 が切離された症例を対象として、術後 10-16 週に同様の超音波検査による動画解析を行った。その結果、それらの症例では掌側板の掌側上昇が認められなかった。この結果は A3 が掌側板の掌側上昇を起こす因子である可能性を示唆した。

さらに掌側板の掌側上昇の能動性を実証し、また関節運動における掌側板の掌側上昇の機能的意義を調べるため、自動運動と他動運動における掌側板の運動の違いを調べた。同様の超音波の観察方法にて同一被験者について自動運動と他動運動の両方で掌側板の運動を動画撮影し、コンピューター上で掌側板の中央-遠位部に等間隔（1.25 ㎜）で５点をプロットし、その５点を動画上で追跡することにより運動解析を行った。伸展、屈曲 30 度、45 度、60 度のそれぞれにおいて掌側板の掌側上昇と掌側彎曲度の２つのパラメーターを計測し、自他動運動における違いについて統計学的に検討した。結果、自動運動の 45 度から 60 度において掌側板の中-遠位部の２点（それぞれ遠位端より 2.5 ㎜、3.75 ㎜近位の点）が有意な掌側上昇を示し、また自動運動の 45 度では有意に高い掌側彎曲度を示した。他動運動では掌側上昇や掌側方向への彎曲はほとんど認めず、recess における舌部の回転運動も認めなかった。以上より掌側板の掌側上昇は能動的であり、後続する舌部の回転を誘導して円滑な関節運動を提供していると考えられた。解剖学的に掌側板はその背側方から副側副靭帯や横網靭帯に支持されていることから、自動屈曲時にはそれらの靭帯が緊張して PIP 関節の側方安定性に寄与する一方、他動屈曲時にはそれらは弛緩して拘縮が生じやすいと考えられた。

本研究は PIP 関節の掌側板が掌側上昇し、recess で中節骨舌部が背側方向に回転する運動生理を初めて明らかにした。その機能が不明であり臨床上安易に切離されていた A3 が掌側板の運動や関節の側方支持機構に関与していたことは、今後の手の外科の手術方法に再考の余地を与えるものと考えられる。また自他動運動における掌側板の運動生理の違いを理解することは指のリハビリテーションの方法を選択する上で有用であると考えられる。

（論文審査の結果の要旨）

近位指節間関節（以下 PIP 関節）の掌側板は関節の掌側を支持する線維軟骨性構造物である。その解剖や組織は知られていたが、機能的意義や運動生理については未解明であったため、超音波機器を用いた研究を行った。動画解析の結果、正常指の掌側板は中節骨舌部（以下舌部）との連結部で可動性を有し、PIP 関節の屈曲に従って舌部との間隙(recess)を辷りながら、掌側方向へ上昇することがわかった。また recess では舌部の背側方向への回転が確認された。次にこの掌側上昇を起こす因子として解剖学的に A3 腱鞘（以下 A3）に着目し、屈筋腱の修復術で A3 が切離された指を A3 の機能不全モデルとして観察したところ、掌側上昇が消失していた。これより掌側上昇は屈筋腱の緊張が A3 を介して伝達されて能動的に起きる可能性が示唆された。この掌側上昇の能動性を実証し、また関節運動における機能的意義を探索すべく、自動と他動運動における掌側板の運動の違いを定量解析した。自動屈曲 45 度と 60 度において有意な掌側上昇を示し、自動屈曲 45 度で有意に高い掌側彎曲度を示した。recess での舌部の回転運動は自動のみに認められた。以上より掌側板の掌側上昇は能動的に生じ、後続する舌部の回転を誘導して円滑な関節運動を提供していると考えられた。

以上の研究は、PIP 関節の掌側板の運動生理の解明に貢献し、PIP 関節に関連する手術やリハビリテーションに新しい解釈を与えるとともに、新しい治療法の開発に寄与するところが多い。

したがって、本論文は博士（ 医学 ）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、本学位授与申請者は、平成２４年７月２日実施の論文内容とそれに関連した研究分野並びに学識確認のための試問を受け、合格と認められたものである。

要旨公開可能日： 年 月 日 以降