

【要約】

Quantitative ultrasound elastography with an acoustic  
coupler for Achilles tendon elasticity: measurement  
repeatability and normative values

(カプラーを用いた定量的超音波エラストグラフィーによるアキレス腱弾性測定：測定再現性と正常値)

千葉大学大学院医学薬学府  
先端医学薬学専攻 整形外科学  
(主任：高橋和久教授)

山本 陽平

【目的】アキレス腱変性は、アキレス腱断裂やアキレス腱症の原因となりえるが、これまではMRIや超音波診断装置による形態評価及び定性的評価しかできなく、定量化することができなかった。Real-time tissue elastographyは、超音波検査により組織の硬さを計測する手法である。先行研究において、アキレス腱の硬さを計測することにより腱の変性の程度と相関し、また、アキレス腱症の硬さは正常アキレス腱よりも軟らかいことが報告されている。しかし、この評価方法も定性的であり、定量的評価方法ではなかった。近年になり定量的elastographyが開発され、アキレス腱に対する定量的評価はいまだ報告されていない。本研究の目的はアキレス腱に対する定量的elastographyの検者内・検者間再現性を検討すること、定量的elastographyと従来の超音波による腱変性の評価法との相関を明らかにすること、健常成人アキレス腱の硬さの年齢による差である。

【方法】検者内再現性は、健常者50人100足を対象とした。検査姿勢は腹臥位 膝伸展 足関節自然下垂位とした。検査部位は腓腹筋腱移行部と踵骨付着部との中央1/3矢状断像を用いた、測定機器は超音波装置Hi Vision Preirus、リニアプローブ6~14MHz、既知の硬さをもつ音響カップラー(22.6±2.2kPa)である。画像上でアキレス腱の硬さをカラーマップで表示し、既知の硬さを持つカップラーの硬さとの

比を求めることにより、アキレス腱の硬さを定量化した (Strain ratio; SR)。熟練した検者 1 名が同一部位を 4 回計測し、級内相関係数 ICC (1, 1) を求めた。また、十分な再現性を得るために必要な繰り返し計測回数を求めた。検者内再現性は、健常者 25 人 50 足を対象とした。前記の結果より計測回数を決定し、熟練した検者 2 名で 3 回計測を行い、その平均を各足の SR 代表値とした。代表値を用いた検者内再現性 ICC (1, 3)、検者間再現性 (Spearman 順位相関係数)、標準誤差を検討した。また、最初の検者内再現性の同一の対象にて、SR 計測と同時に B-mode による腱変性を 3 段階、定性 elastography による変性を 3 段階で評価し、各 grade 間の SR 値の差を Wilcoxon の順位和検定で比較した。年齢別 strain ratio の比較についても、対象と検者は最初の検者内再現性の検討と同一とした。20 から 60 歳代の 5 グループにわけ、各グループ 10 名ずつとした。各足につき 4 回計測を行い、平均を各足の strain ratio 代表値とした。各年齢グループの strain ratio を Kruskal-Wallis 検定を用いて検討した。

【結果】SR を 1 計測ごとに検討した場合の検者内再現性 ICC (1, 1) は substantial であった。十分な検者内再現性を得るために必要な反復計測回数は 3 回であった。代表値を用いた検者 1、2 の検者内再現性は、各々 almost perfect へ向上した。検者間再現性は moderate だった。strain ratio と

定性的評価との比較では、健常者が対象のため B モード評価のグレード 3 はいなく、大多数がグレード 1 となった。グレード 1 よりグレード 2 の strain ratio が有意に高値であり、変性があると腱は軟らかかった。さらに、B モードと同様に定性的 elastography のグレード 3 はいなく、グレード 2 が約 4 割となった。グレード 1 よりグレード 2 の strain ratio は優位に高値であり、Strain ratio は定性的評価法の各 grade 間で有意に差があった。年齢別 Strain ratio は、30 歳台では他の年代よりも有意に低値で、アキレス腱が硬かった。

【結論】 熟練した検者による SR 計測は定量的検査として十分な再現性を持ち、従来の腱変性の評価法との相関を認めた。定量的 elastography は、アキレス腱変性の定量的評価法として有用な可能性がある。