

8. 整形外科疾患における 剪断波エラストグラフィを用いた 骨格筋の弾性計測

糸魚川善昭 / 吉田 圭一 順天堂大学医学部附属浦安病院整形外科

整形外科領域における代表的な骨格筋の障害として、いわゆる“肉離れ”と呼ばれる筋損傷や、広義の“五十肩”の一つで、難治性の肩腱板断裂後に起こる腱板構成筋の脂肪変性などがある。肉離れは、特にスポーツ選手では再発することもしばしばあり、それによりスポーツ継続を断念しなければならないこともあるため、その重症度やスポーツ復帰時期を画像診断で評価することは臨床的に重要である。また、肩腱板断裂後の筋脂肪変性においては、腱板断裂に対して手術療法を施行することがあるが、術前に筋脂肪変性の程度で術式選択や手術の難易度を評価するため、術前の画像診断が重要である。通常、この2大疾患に対してMRI評価にて診断を行うが、われわれは、物質の硬さを計測可能な剪断波エラストグラフィ(図1)にて計測を行っている。これは、Bモード超音波診断装置に搭載され、プローブの先端から人間がほとんど感じることがない微弱な刺激を発生し、その刺激から出る横軸の波をプローブが感知し、波の速度から弾性率を計測するものである。

本稿では、肉離れと肩腱板断裂後の筋脂肪変性について、一般的なMRI評価と剪断波エラストグラフィでの評価方法を中心に概説する。

肉離れ

肉離れとは、「スポーツ動作中に急に筋肉が切れた実感と共に痛みを感じ、競技の継続が困難な状態」¹⁾に対して言われ、筋の過伸展で損傷を起こすと言われている。部位としては、大腿後面のハムストリングが最も多く、次に下腿後面の腓腹筋に多い。一般的には、肉離れの診断、重症度の把握や治療経過の確認にMRIが用いられることが多い。

1. MRI 診断

肉離れの画像検査にはMRIや超音波検査が用いられるが、MRIは広範囲の描出が可能のため、診断には特に有用である。撮像シーケンスとして、出血巢の検出にはSTIR画像が優れている。また、腱膜の連続性の確認にT1強調画像、T2強調画像が用いられる。両側を撮像して比較することが、わずかな病変も見逃さないポイントである(図2)。さらに、MRIから、奥脇らの提唱するタイプ分類を行い、画像評価することが一般的である²⁾。

- I型：出血所見のみが認められる出血型
- II型：筋腱移行部(特に腱膜)損傷型
- III型：筋腱附着部損傷型

これは、MRI所見から肉離れを3つのタイプに分けて、それぞれに対して治療期間が決められており、競技復帰の予測に役立つと言われている。この分類により大まかな運動復帰の予測は可能であるが、実際には、個々の症例によって

復帰時期が異なることもしばしばある。組織修復が不十分な状態で復帰を急ぐと再発を来すため、特に早期のスポーツ復帰を望むアスリートにおいては、しばしば適切な運動復帰時期の判断に難渋することがある。

2. 剪断波エラストグラフィ

そこで、われわれは、剪断波エラストグラフィを用いて筋の弾性率を定量化し、運動復帰の客観的指標としている。Ebyらは、剪断波エラストグラフィはBモード超音波画像上の横軸の波の速度から弾性率を計測しているため、超音波画像上、筋線維を平行に描出するようにプローブを当てることにより、骨格筋の弾性率を計測できると報告している³⁾。

以下に、肉離れの好発筋である腓腹筋内側頭を例に取り、われわれが行っている計測方法を示す⁴⁾。まず、腹臥位にて足関節の下に大きな枕を入れ、膝関節を約20°軽度屈曲させる。腓腹筋内側頭の肉離れは、通常、筋腱移行部で起こるため、そこをBモード超音波画像で描出する。下腿内側中央付近で長軸方向にプローブを当てると、筋腱移行部である筋線維と腱膜により構成される鋭角の形状(不等号サイン)が確認できる(図3 a)。その後、筋腱線維を超音波画像上で平行になるようにプローブの角度を微調整する。その位置で、腓腹筋と腱膜の弾性率を剪断波エラストグラフィで計測する(図3 b)。通常、肉離れ症例においてはエラストグラフィの値が低くなるが、回復とともに数値が上がって