

# 関節リウマチの関節運動前後の超音波所見の変化について

平本友乃

## 要旨

本研究は関節リウマチ(RA)患者の関節運動前後での関節内の変化を超音波検査画像によって比較し、患者に対する運動療法の実施方法を検討するエビデンスとするものである。対象は A 大学病院リウマチ・膠原病内科に通院中の RA 患者 8 名である。これらの対象者の利き手示指 MCP 関節において、運動前後で超音波検査を行った。その結果、対象の関節に腫脹を有する 2 名の患者においては、関節運動によって超音波検査の滑膜・腱の肥厚、関節腔の拡大、MCP 関節屈曲増大がみられた。以上の結果から、腫脹のある関節においては関節運動前後の超音波所見の悪化がみられるため積極的な運動療法の介入が推奨されないことが明らかになった。

## はじめに

関節リウマチ(rheumatoid Arthritis: RA)は全身のさまざまな関節に多発性の滑膜炎をきたす疾患で、関節内部においては滑膜の増殖と炎症細胞浸潤からなるパンヌスが形成され、関節の腫脹・疼痛、さらには関節の破壊・変形を起こす。RA のリハビリテーションについて、欧州リウマチ学会ならびに米国リウマチ学会は Exercise を推奨している<sup>1)</sup>。ただし、RA の関節破壊は多様で個人差もあり、画一的なリハビリテーションは罹患した関節を悪化させてしまう懸念があるため、適切な身体評価をしたうえでの運動療法が望まれる<sup>2)</sup>とされている。このことから、関節ごとにリハビリテーションの実施方法を考慮しなければならないのではないかと考えた。

RA の診療において画像検査の発展は著しく、特に超音波検査は一つ一つの関節の内部の状態や炎症の程度を把握することができ<sup>3)</sup>、リハビリテーションプログラムの立案や負荷量の決定の判断に活用できる<sup>4)</sup>とされている。超音波検査はリハビリの負荷を決める判断として有用であるとされているが、通常安静時に実施されており、運動後の超音波検査所見については明らかにされていない。

そこで、今回の研究で関節運動前後の関節超音波所見を評価し、腫脹の有無によって比較す

ることで、関節ごとの腫脹の有無によって RA 患者のリハビリテーションの実施方法を検討するエビデンスとなるのではないかと考えた。

## 対象および方法

### 1. 対象者

今回の研究の対象者は、この研究への参加について同意を得た A 大学病院リウマチ・膠原病内科外来を受診している患者で、2010 年の米国リウマチ学会/欧州リウマチ学会のリウマチ分類基準<sup>5)</sup>で RA と診断された 8 名である(表 1)。年齢は 30 歳代から 70 歳代で、関節破壊の進行度であるステージは I~IV、日常生活での障害の程度であるクラスは 1~2 であった。疾患活動性を表す DAS28 は寛解から高疾患活動性までさまざまであった。1名のみ関節運動による疼痛を認めた。メトトレキサートを中心とした治療が行われ、3 名にプレドニゾン、4名に生物学的製剤が投与されていた。

### 2. 方法

基本属性として対象者の年齢、性別、圧痛関節数、腫脹関節数、Steinbrocker の stage 分類、アメリカリウマチ学会の class 分類、疾患活動性の指標である DAS28-CRP、治療薬の情報を電子カルテから入手した。

表 1 対象者

対象者	年齢 (歳)	性別	圧痛関 節数	腫脹関 節数	stage	class	疾患活 動性 (DAS28)	運動後 疼痛	治療薬
A	30代	女	0	0	2	1	1.46	無	メトトレキサート アバタセプト
B	70代	男	0	3	2	1	3.12	無	なし
C	40代	女	6	0	1	1	2.73	無	プレドニゾン ロキソプロフェン
D	70代	女	0	0	3	2	1.28	無	トシリズマブ
E	70代	女	2	1	2	1	2.4	無	プレドニゾン・メトトレキ サート・ゴリムマブ
F	70代	女	6	2	4	2	2.98	無	メトトレキサート アクテムラ
G	50代	女	16	16	4	2	4.18	有	プレドニゾン・タクロリ ムス・メトトレキサート
H	60代	女	0	22	4	2	3.78	無	メトトレキサート タクロリムス

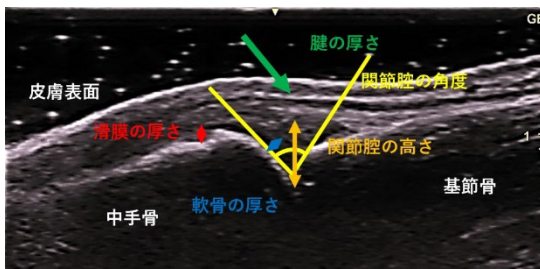


図 1 関節超音波検査の各パラメーターの測定方法

そして、超音波機器 (GE Healthcare 社 Venue50) を用いて測定部の関節超音波検査を行った利き手示指 MCP 関節背側において手指進展位にて実施し、グレイスケールでの関節滑膜の厚さ、滑膜腔の高さ、滑膜腔の角度、軟骨の厚さ、腱の厚さ、パワードプラでの血流シグナルのグレード分類について評価した (図 1)。

滑膜の厚さは関節より近位にある凹んだ部位で測定した。腱の厚さは関節中央部に最も近い部位で測定した。軟骨の厚さは中手骨の軟骨中央部で測定した。関節腔の高さは関節最深部から滑膜最上部までの距離を測定した。関節腔の角度は関節の最深部を頂点として骨の面に沿って測定した。次に、手関節および手指の屈伸運動 (自動運動) を 10 回行った。その後、同関節の超音波検査を行い、運動前の超音波所見と比較した。ここでパワードプラモードでのグレード分類について説明する。このモードでは炎症症状を評価することができる。炎症が起きている部位

には赤い血流シグナルが描出される。このシグナルがみられない場合はグレード 0。点状のシグナルが存在する場合はグレード 1。シグナルが癒合し、そのシグナルが滑膜の範囲の 1/2 以下であるとグレード 2、1/2 以上であるとグレード 3 となる。

なお、本研究は長崎大学病院臨床研究倫理委員会にて承認を得て行った (許可番号: 22011703)。

## 結果

### 1. 滑膜の厚さ

対象者 8 名中 6 名の利き手の示指 MCP 関節には腫脹がなく、関節運動後も有意な変化はなかった。しかし、利き手示指 MCP 関節が腫脹していた 2 名においては、関節運動前から腫脹のない 6 名より滑膜が肥厚していたが、関節運動によりさらにその肥厚が増加した (図 2)。

### 2. 関節腔の高さ

利き手示指 MCP 関節に腫脹の見られない関節では増加・低下の変化が見られた。腫脹のある関節では運動前から腫脹のない関節より大きい値をとっており、2 例のうち 1 例ではさらなる増加がみられた (図 3)。

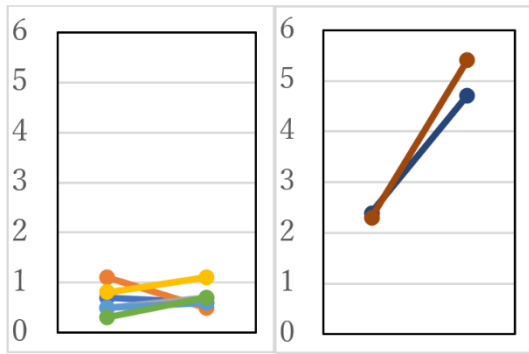


図2 腫脹のない関節と腫脹のある関節の滑膜の厚さの比較

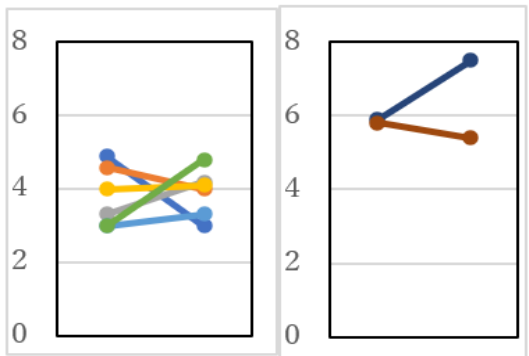


図3 腫脹のない関節と腫脹のある関節の関節腔の高さの比較

### 3. 関節腔の角度

腫脹のない関節のほとんどで角度が低下しているが、腫脹のある関節では増加している(図4)。

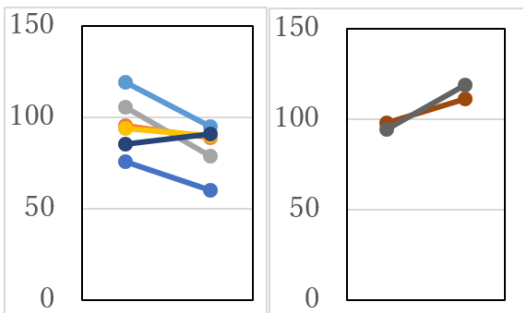


図4 腫脹のない関節と腫脹のある関節の関節腔の角度の比較

### 4. 軟骨の厚さ

腫脹のない関節でしか検出することができず、その結果はほとんどが低下した(図5)。

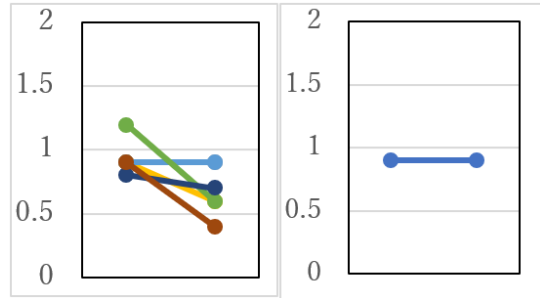


図5 腫脹のない関節と腫脹のある関節の軟骨の厚さの比較

### 5. 腱の厚さ

腫脹のない関節のほとんどで厚さが低下した。腫脹のある関節では増加した(図6)。

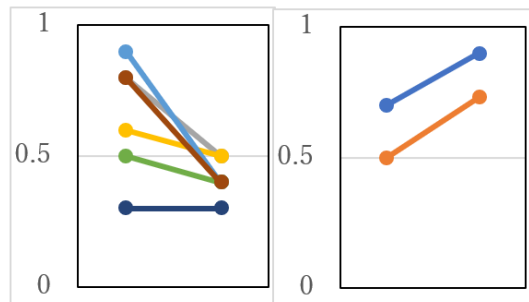


図6 腫脹のない関節と腫脹のある関節の腱の厚さの比較

### 6. パワードプラのグレード

腫脹がない場合も腫脹がある場合もどの関節においても運動前後で変化はみられなかった。ただし、腫脹のある関節ではグレードが高い値をとったままであった(図7)。

表2に運動前後での関節超音波検査の結果を腫脹のない関節と腫脹のある関節に分けてまとめた。

腫脹のない関節の場合は、滑膜の厚さに大きな変化はなかった。関節腔の角度は増加も低下もみられた。関節の角度や軟骨、腱は低下する例が多くみられた。活動性を示唆するパワードプラシグナルに変化はなかった。

一方、腫脹のある関節では関節滑膜の肥厚や腱の肥厚が強くなった。関節の角度は増加しており、関節運動によって関節が屈曲する方向に変化があった。パワードプラシグナルも強いままであった。

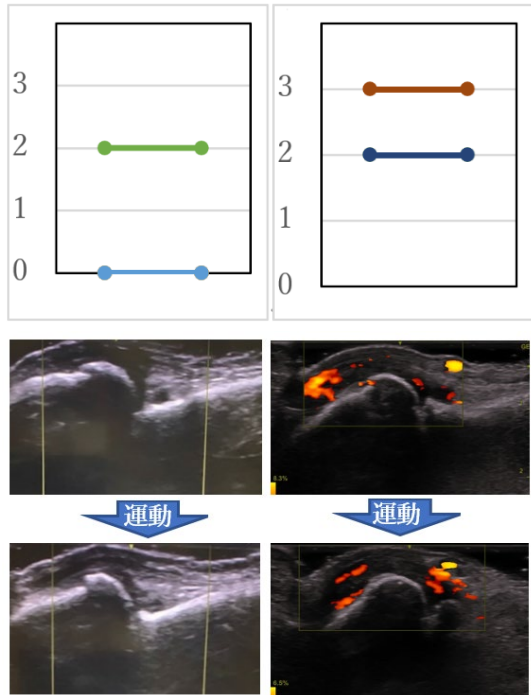


図7 腫脹のない関節と腫脹のある関節の  
パワー Doppler のグレードの比較

表2 まとめ

	腫脹なし	腫脹あり
滑膜の厚さ	～	↑
関節腔の高さ	↓↑	～↑
関節の角度	↓～	↑
軟骨の厚さ	↓～	検出不可
腱の厚さ	↓～	↑
パワー Doppler の グレード	低～	高～

## 考察

### 1. 滑膜の厚さ

腫脹の有無の比較において、滑膜の厚さに関して腫脹がない関節では変化がみられず、腫脹のある関節では増加がみられた。

10 回の関節運動によって短時間で滑膜が増殖するとは考えにくい。腫脹のある関節滑膜においては炎症により血管透過性が亢進しているが<sup>6)</sup>、運動によりさらに滑膜組織へ液性成分が増加す

ることによって滑膜の厚さが増加したのではないかと考えた。

### 2. 関節腔の高さ

関節腔の高さについては腫脹の有無にかかわらず、一貫性のある結果は得られなかった。ただし、腫脹のある関節では運動前の値が高かった。腫脹のある関節では炎症による滑膜の増生および関節液の貯留により、関節腔が拡大している。そして、1例ではさらに関節腔の拡大が強くなった。その症例においては運動による疼痛もあった。滑膜外側の関節包には知覚神経終末が分布しており、関節腔が拡大することによって周りの神経を圧迫している可能性が示唆された<sup>7)</sup>。

### 3. 関節腔の角度

MCP 関節を伸展すると関節腔の角度は小さくなり、屈曲すると角度は大きくなる。腫脹のない関節で角度が低下しており、MCP 関節が伸展していると考えられた。この要因としては、運動によってこわばりが軽減した可能性が考えられた。腫脹のある関節では角度は増加しており、MCP 関節が屈曲したと考えられた。炎症の増悪・滑膜の肥厚やそれに伴う疼痛により MCP 関節を伸展しにくくなったことが要因として考えられた。

### 4. 軟骨の厚さ

腫脹のない関節軟骨の厚さの低下は屈曲伸展運動の際に軟骨を圧迫することにより、一時的に厚さが減少したことが要因として考えられた。腫脹のある関節の軟骨が測定できなかったが、その理由として、軟骨の減少や肥厚した滑膜の軟骨への進展などが考えられた。

### 5. 腱の厚さ

腫脹のない関節では腱の厚さが低下していた。この理由は不明であるが、関節屈伸運動によって腱が伸ばされ、一時的に薄くなったのかもしれない。腫脹のある関節では、屈伸運動によって関節滑膜だけでなく、腱も炎症が悪化し、厚さが増加したものと考えた。

### 6. パワー Doppler のグレード

腫脹のない関節の多くでは血流シグナルは測

定されず、運動後も変化はないため運動による活動性への影響はないものと考えられた。腫脹のある関節でもグレードの変化は見られなかった。運動前と同程度の活動性を示す血流シグナルを認めた。

パワードプラは少しでも動かすと血流シグナルが描出しにくくなる。そのため、パワードプラによって観察する場合は一定時間の安静が必要である。しかしながら、腫脹のある関節においては運動直後であるにもかかわらず、運動前と同程度のシグナルを認めた。つまり、運動により同程度以上の活動性を認めたことが示唆された。

従来まで、RA のリハビリテーションについては、活動期には安静を、非活動期には積極的運動療法が勧められてきた<sup>8)</sup>。近年、比較的活動性が高い症例にも、運動療法の実施が有効であるという報告が散見される<sup>9)10)</sup>。また、RA 患者の活動性を DAS28 などの全般的評価でなく、超音波検査の利用によって一つ一つの関節を評価することが可能となった。

今回、腫脹のある関節においては屈伸運動をすることにより、炎症所見がさらに悪化することを客観的に示すことができた。そのように腫脹のある関節に対しては積極的な運動療法は勧められず、安静、比較的低強度の等尺性運動、物理療法、保護的な日常生活の指導が勧められる。

本研究の限界として、対象患者数が少なく、統計学的な評価を行うことができなかった。今後症例数を増やして検討することが必要である。そして、関節超音波検査は通常安静位に実施するが、運動直後に行った場合パワードプラシグナルの評価が困難であった。また、軟骨に関しては軟骨が破壊されており、検出することが困難な症例があり、データとしては使用することができなかった。今後は客観的なデータを蓄積することで医療、リハビリに貢献できると考える。

## 結論

本研究では RA の動作による超音波所見の変化を定量的に解析した。関節の腫脹の有無で分類して変化を見てみると、RA 患者の運動による関節の変化は腫脹の有無によって異なり、腫脹

のある活動性の高い関節に対する積極的な屈伸を伴う運動は推奨されないことが示唆された。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご協力頂いた患者様、また、ご指導を賜りました折口智樹教授に厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) Gwinnutt JM, Wieczorek M, et al. 2021 EULAR recommendations regarding lifestyle behaviours and work participation to prevent progression of rheumatic and musculoskeletal diseases. *Ann Rheum Dis*. in press.
- 2) 王 興栄: 関節リウマチ/リハビリテーション.Evidence Based Medicine を活かす膠原病・リウマチ診療. 東京女子医科大学病院膠原病リウマチ痛風センター(編), メジカルビュー社, 東京. 2020, pp.177-181.
- 3) 江口勝美, 折口智樹, 他: 関節リウマチ診断のための超音波検査, 手にとるようにわかる関節リウマチのための画像診断, 井上和彦(編), ベクトル・コア社, 東京, 2009, pp.32-42.
- 4) 三浦靖史, 前田俊恒: 関節リウマチのリハビリテーション診療に役立つ画像診断—超音波検査について. *The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine*. 2020; 57: 1017-1022.
- 5) Aletaha D, Neogi T, et al.: 2010 Rheumatoid arthritis classification criteria: an American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism collaborative initiative. *Arthritis Rheum*. 2010; 62: 2569-2581.
- 6) 渡邊萌理, 寺井千尋: アレルギー・炎症性浮腫の特徴と対策.*Fluid Management Renaissance*.2016; 6: 67.
- 7) 横田敏勝: 関節痛の病態生理. *日本内科学会雑誌*.1994; 83: 1881-1886.
- 8) 椎野泰明: 関節リウマチの運動療法.リ

- ハビリテーション医学.2004; 41: 455-459.
- 9) Van den Ende CHM, Breedveld FC, et al.: Effect of intensive exercise on patients with active rheumatoid arthritis: a randomized clinical trial. *Ann Rheum Dis.* 2000; 615-621.
  - 10) Lineker SC, Bell MJ, et al.: Improvements following short term home based physical therapy are maintained at one year in people with moderate to severe rheumatoid arthritis. *J Rheumatol.* 2001; 28: 165-168.

(指導教員 折口智樹)