

リウマチ超音波における新しい音響カプラー： SF-001の評価

Evaluation of New Acoustic Coupler : SF-001 in the Rheumatic Ultrasound

坂本 文彦 Fumihiko Sakamoto
邊見美穂子 Mihoko Henmi
谷村 一秀 Kazuhide Tanimura

成田 明宏 Akihiro Narita
浅野 厚歩 Atsuho Asano

北海道内科リウマチ科病院

関節超音波検査は、関節や腱の滑膜病変を簡便に評価することができ、日常のリウマチ診療において最も重要な画像診断ツールの一つである。他臓器と同様に、観察する部位にゼリーをつけたプローブをあててみるだけであるが、その対象部位は大きさまでかつ平坦ではないことが多い。特に変形を伴った関節や湾曲などで苦慮することも多く、ゼリーを多く使用して全体を観察し、そのゼリー層を圧迫しないようにプローブを静止させた状態で異常血流を検出するため、再現性良く安定した操作を行うには熟練した技師であっても苦勞することも多い。またそれに伴う検査時間の延長という問題もある。

今回はその課題を最大限回避するための浅部観察用の音響カプラー SF-001が開発・発売され、その使用経験を述べる。

The joint ultrasonography is one of the most important diagnosis tools to evaluate the synovium lesion of joint and tendon easily in the routine diagnosis of rheumatoid arthritis. Same as the examination of other organs, examiners just need to put a transducer with jelly to a part to observe, but the target is varied in size and not often flat. Examiners especially have difficulty taking images of a joint with transformation and curvature, and the large amount of jelly needs to be used to observe the whole picture in image taking of a lesion. Examiners need to detect an abnormal blood flow keeping a transducer still so as not to press the jelly layer, therefore, even experienced sonographers have trouble making stable operation with high reproducibility. Additionally, examination time is prolonged affected by it.

Acoustic coupler for near field observation, SF-001, was developed and released to avoid such challenges to the maximum recently, so we describe its use experience this time.

Key Words: Rheumatoid Arthritis, Joint Ultrasonography, Gray Scale Method, Power Doppler Method, Acoustic Coupler

1. はじめに

関節リウマチ(以下、RA)は滑膜の炎症を主座とする自己免疫疾患の一つで、多関節に腫脹や疼痛が生じ、その結果、関節破壊を来し日常生活動作が制限される。近年、生物学的製剤を中心とした抗リウマチ薬の登場によりRAの治療は劇的に向上し、その治療目標は腫脹や疼痛の軽減から関節破壊の抑制へと変化しつつある。そのため、早期診断や適切な治療効果判定が必要とされている。さらに臨床的寛解・低疾患活動性である患者であっても、関節超音波検査(以下、関節US)で残存滑膜炎が同定される患者では、骨破壊の進行を来すことから、関節破壊の予測にも有用性が示されている。特に最近では、脊椎関節炎を代表とする血清反応陰性関節炎な

どの類縁疾患とRAとの鑑別が注目されており、関節滑膜炎に加え腱鞘滑膜炎や付着部炎の評価も重要視されている。

関節USは、滑膜肥厚・滑膜内の異常血流を視覚化し、簡便で侵襲もないため、RAの診療において最も重要な検査の一つとなっている。2011年に日本リウマチ学会の関節リウマチ超音波標準化委員会から関節エコー撮像法ガイドライン¹⁾、2014年には関節エコー評価ガイドライン²⁾が策定されたことで全国的に統一され、標準法として使用されている。グレースケール(GS)法では、骨びらん・滑液貯留・滑膜肥厚の評価を、パワードプラ(PD)法では、増殖滑膜の異常血流に対する評価を行い、滑膜肥厚と血流シグナルの評価は、0～3の4段

階半定量的Grade法を用いている。これらはRAの診断、治療効果判定などに広く一般的に用いられており、近年全国各地で開催されている関節USのセミナーや講習会では、医師や臨床検査技師、放射線技師のみならず看護師なども多く参加し、その技術を習得、診療の一助としている施設が多くなってきている。

実際の検査では、特に変形を伴った関節の撮像や付着部の描出で苦慮する場面に遭遇することもあり、それに伴い検査時間が延長する。撮像に際してさまざまな部位の関節や付着部は平坦ではないことが多く、ゼリーを多く使用して全体像の把握をする必要があり、またそのゼリー層を圧迫しないようにプローブを静止させた状態で観察し、異常血流を検出しなければならず、再現性良く安定した操作を行うには熟練した技師であっても苦勞することが多い。

今回はその課題を最大限回避する浅部観察用の音響カプラー SF-001(以下、音響カプラー)が開発・発売され、評価を行ったので報告する。また、プレミアム機ARIETTA^{®1} 850(以下、ARIETTA 850)についても音響カプラーと組み合わせ使用する機会があったため、合わせて報告する。

2. 音響カプラーの特徴

今回新しく開発された音響カプラーは、図1-(a)に示すようにプローブの先端に専用のアタッチメントEZU-TEATC2を用いて固定し、使用する。

一つ目の特徴は、関節などの凹凸がある部分の撮像が容易な点である。図1-(b)に示すように、RAが進行すると、関節変形が強くなり、プローブを関節に接触させることが困難になる。音響カプラーは軟らかい素材が採用されており、通常の関節や腱などの凹凸や、変形があっても生体にフィットし、



図1：音響カプラーの外観と変形したリウマチ患者の手への使用

撮像がしやすい(図1-(c))。

二つ目の特徴は、低減衰素材が採用されている点である。RAの検査では、PDを用いた血流の観察・測定が欠かせない検査の一つである。音響カプラーを用いても、血流情報を損なうことなく観察可能であり、ゼリーを用いた場合と同様のPDグレード判定が可能である。

三つ目の特徴は、再現性の高い画像が容易に得られる点である。ゼリーを用いる場合は、プローブを浮かせた状態で撮像を行うため、手振れしやすく、撮像断面の固定が困難であったり、PD像にモーションアーチファクトが生じ、再現性の高い画像を得ることが難しい場合があった。音響カプラーは、手振れを軽減する効果があり³⁾、再現性の高い画像を得ることが可能である。

3. 音響カプラー有無でのGS法、PD法、Vascularity計測の検証

われわれは、この新しい音響カプラーを使用したカプラー法においても、従来どおり多量のゼリーを塗布したゼリー法と同等に評価判定が可能であることを確認した。

(1)方法

当院にて、リウマチ検査を受診した患者さんの手指関節(MCP：Metacarpophalangeal、PIP：Proximal interphalangeal関節)127関節で評価を行った。カプラー法とゼリー法にてGSグレード、PDグレード、BOX法⁴⁾によるVascularity計測値：血流画素数/ROI(Region of Interest)内画素数(%) (以下、Vs%値)の比較を行った。GS、PDのグレーディングは関節撮像法エコーガイドライン¹⁾のOMERACT(Outcome Measures in Rheumatoid Arthritis Clinical Trials)らのGS分類とPD分類に従い、装置はNoblus^{®2)}(株式会社日立製作所製)、使用プローブはL64(18-5MHz)を用いた。

(2)結果

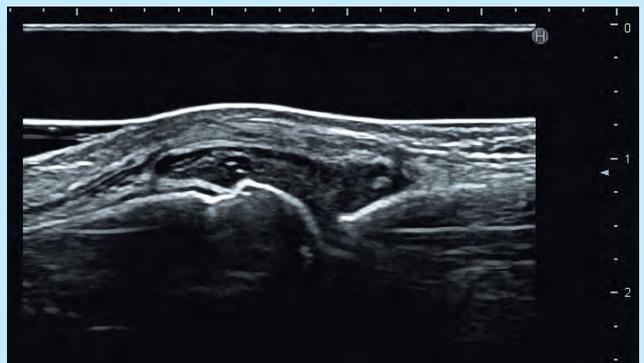
ゼリー法、カプラー法のGS像をそれぞれ図2-(a)、(b)に、PD像をそれぞれ図2-(c)、(d)に示す。GS像、PD像ともに、カプラー法ではゼリー法に比べ遜色ない画像が得られた。また、カプラー法、ゼリー法でのGSグレードの比較結果を図3-(a)に、PDグレード比較を図3-(b)に、Vs%値の比較の結果を図3-(c)に示す。ゼリー法、カプラー法によるGSグレード、PDグレードは完全に一致し、それぞれの相関はGSグレード $R=1.00$ ($P<0.001$)、PDグレード $R=1.00$ ($P<0.001$)であった。Vs%値においても相関が $R=0.99$ ($P<0.001$)と非常に高い相関が得られた。以上から、音響カプラーを装着した状態でも、ゼリー法と同等のグレーディングおよび計測結果が得られることが分かった。

(3)考察

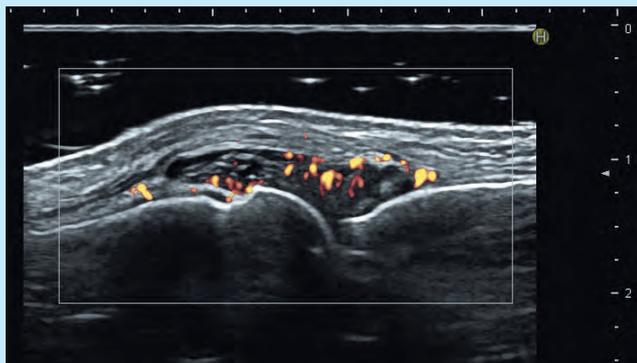
ゼリー法、カプラー法でのGSグレード、PDグレード、Vs%値に差異はなく、音響カプラーを用いた場合も、従来のゼリー法と同等に評価が可能であることを確認した。また、関節部の凹凸や変形を伴った関節の撮像では、ゼリー法においてプローブの両側が浮いてしまう場合があったが、音響カプラー



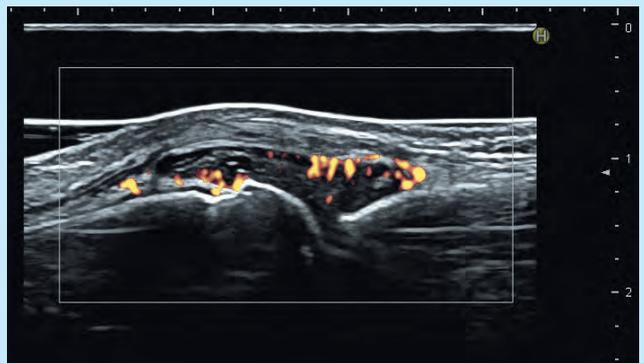
(a)ゼリー法GS像



(b)カプラー法GS像

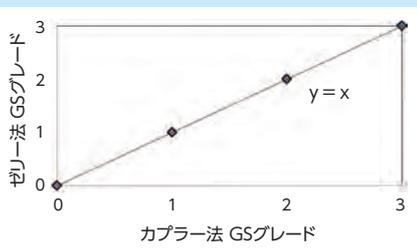


(c)ゼリー法PD像

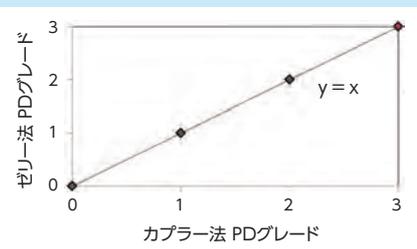


(d)カプラー法PD像

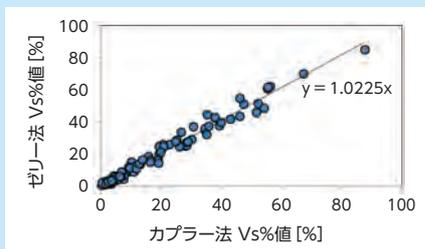
図2：ゼリー法とカプラー法のGS像とPD像(Noblus)



(a)GSグレード比較



(b)PDグレード比較



(c)Vs%値比較

図3：ゼリー法、カプラー法におけるGSグレード、PDグレード、Vs%値の比較の結果

を用いるとカプラー全体が生体に密着し観察部位の認識が容易であった。また、手振れによる画像描出不良を気にすることなく、撮像時の負担が軽減された。

4. 撮像時のポイント

音響カプラーを用いた撮像時のポイントは、音響カプラーとプローブ間のゼリーと空気を除去して装着し撮像を行うことである。これは多重反射や空気により生じる画像のムラの原因となるため、質の高い画像を得るために重要である。

プローブ表面に塗布する超音波ゼリーは、図4-(a)、(b)の写真のように、少量塗布することでゼリーだまりや空気の混入を防ぐことができ、装着が容易となる。また、音響カプラー装着後はアタッチメント四隅に隙間が設けられており、ゼリー・空気を追いやるように指で押し付けることで容易に除去できる(図4-(c))。



図4：音響カプラー装着時のコツ

5. プレミアムクラスの超音波診断装置 ARIETTA 850と音響カプラー

今回2017年4月に発売されたプレミアムクラスの超音波診断装置 ARIETTA 850(図5-(a))を使用する機会があったので報告する。

本装置では、新技術としてeFocusing機能が搭載されており、浅部から深部までフォーカスが絞れた画像が得られる点が特徴である。これにより、フォーカス設定操作が不要となり、設定ミスによる画像の取り直しが不要となる。図5-(b)に本装置を用いた場合の肘関節の画像を示す。炎症が強く腫脹した関節であるが、浅部から深部にかけてフォーカスの絞れたGS像に重畳し、炎症の程度を反映したPD像が得られている。また、通常認識しにくい肘関節深部の血流信号も捉えることができ、従来装置と比べ血流感度が高いことが分かる。

本装置と音響カプラーとを組み合わせ撮像した、PIP関節のGS像(図5-(c))とPD像(図5-(d))を示す。従来の装置では、肥厚した滑膜病変は黒く抜けてしまう傾向があり、滑液貯留像との鑑別に苦慮する場面も多い。組み合わせ使用により、

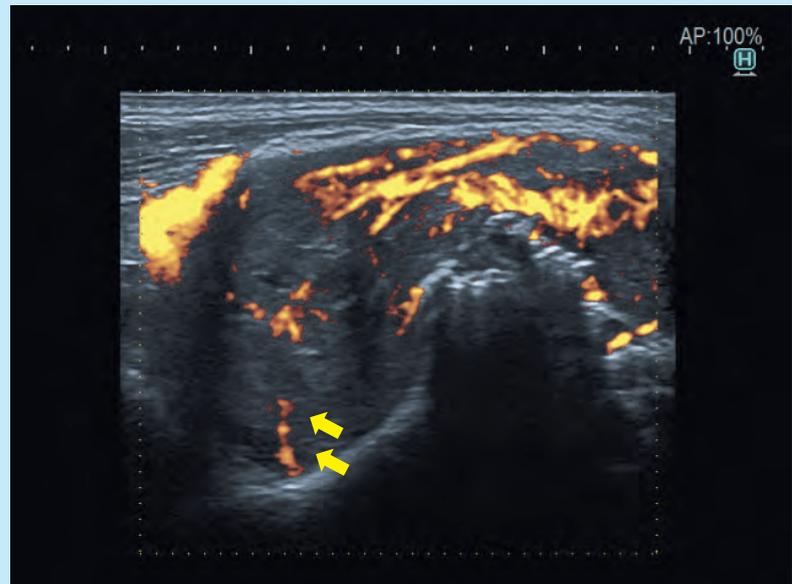


図6：当院検査室風景と使用装置

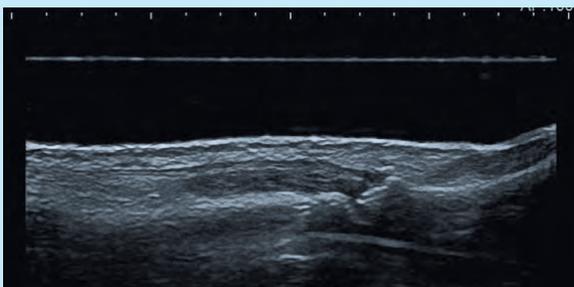
左より浅野技師、成田技師、谷村先生、筆者、邊見技師、装置は左からARIETTA 850、Noblus、HI Vision Avius^{®3}



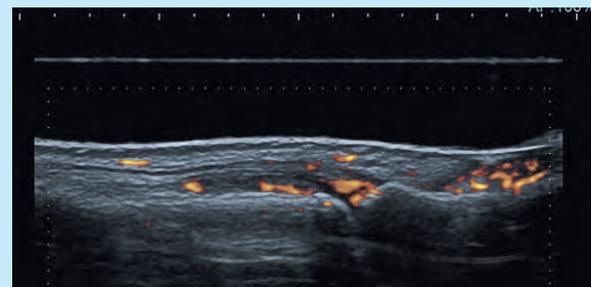
(a)ARIETTA 850外観



(b)認識しにくい深部の血流も捉えることが可能(矢印部分)



(c)関節の滑膜の状態がしっかり観察される(音響カプラー使用)



(d)グレースケール像でイメージする位置に血流が観察される(音響カプラー使用)

図5：ARIETTA 850の装置外観と画像例

装置単体よりも皮膚直下の組織構造から滑膜病変までが繊細な画像として表示され、病変と滑液貯留の鑑別が非常に容易であった。また、肥厚した滑膜と骨びらん内に入り込む血流シグナルも感度高く描出されていた。

6. おわりに

新しく開発された音響カプラーは、従来のゼリー法と遜色なくGSグレード、PDグレードの評価が可能であり、関節US検査に使用可能なことを確認した。また、関節や腱などに容易にフィットさせることができ、再現性の良い画像が容易に取得可能であるため、検査の負担を大きく改善することが期待できる。また超音波ゼリーの使用量を大きく抑えられることもポイントである。音響カプラーは、今後ますます広がる関節超音波検査手技の標準化に寄与するツールであると考えられる。

※1 ARIETTA、※2 Noblus、※3 HI VISION AVIUSおよび AVIUSは株式会社日立製作所の登録商標です。

参考文献

- 1) 日本リウマチ学会関節リウマチ超音波標準化委員会：リウマチ診療のための関節エコー撮像法ガイドライン. 羊土社, 2011, 82P., ISBN978-4758117074.
- 2) 日本リウマチ学会関節リウマチ超音波標準化小委員会：リウマチ診療のための関節エコー評価ガイドライン-滑膜病変アトラス. 羊土社, 2014, 184P., ISBN978-4758117517.
- 3) 藤原洋子, ほか：浅部関節領域の撮像に適した音響カプラーによる手振れ改善効果. 日本超音波医学会, 44(増刊号) : S626, 2017.
- 4) 小池隆夫 監修：超音波検査法を用いた関節リウマチの新しい診療 (1) : 40-43, メディカルレビュー社, 2010.