

Title	正常例における手の関節および腱の超音波像の検討
Author(s)	速水, 恭子
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1994, 54(6), p. 480-488
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/20501">https://hdl.handle.net/11094/20501</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

# 正常例における手の関節および腱の超音波像の検討

速水 恭子

広島大学医学部放射線医学教室

## Ultrasonographic Evaluation of Joints and Tendons in the Normal Hand

Kyoko Hayamizu

Ultrasonography (US) using high frequency probes (7.5 and 10MHz) was applied to the anatomical observation of joints and tendons of the hands of 12 normal volunteers, and in some cases comparison with MR imaging and detection by double-contrast arthrography of internal joint structure was made. Dorsal scanning of the metacarpophalangeal joint (MPJ) and proximal interphalangeal joint in the flexed position clearly demonstrated the cartilage and bone heads of the metacarpal and proximal phalange. By US, the structure of such connective tissues as synovial bursa, sagittal band, expansion hood, volar plate and fibrous digital sheath around the MPJ could be identified. By dorsal scanning in the long axis between the ulnar and carpal bone, a part of the triangular fibrous cartilage could be observed. Long and short axis scans of the hand demonstrated the flexor and extensor tendons as having a fibrillar texture with high echogenicity. In dynamic examinations including color Doppler imaging, the movability of the tendons could be evaluated. The result of the present study indicated that US can be effectively applied for diagnostic imaging of the joints, structures surrounding the joints, and tendons of the hand.

Research Code No. : 505.2

Key words : Hand, Tendon, Ultrasonography, Color Doppler imaging

Received Apr. 8, 1993 ; revision accepted Sep. 8, 1993

Department of Radiology, Hiroshima University School of Medicine

### はじめに

近年の超音波診断装置の発達により、高周波数探触子を用いた超音波検査 (US) では軟部組織に関して分解能の高い画像が得られるようになり、股関節、膝関節などの四肢の領域に活用されつつある<sup>1)~11)</sup>。本研究では、まだUSの一般的な検査対象でない手の関節および腱についてその解剖学的構造の描出能を正常例で検討した。

### 対象と方法

#### 対象

関節痛や手指の運動障害などの手の領域の既往のない30例を対象とした。年齢は30~64歳(平均42.5歳)で男性17名、女性13名であった。

#### 方法

橈骨手根骨関節 (radio-carpal joint : RCJ)、橈骨尺骨関節 (radio-ulnar joint : RUJ)、中手指節関節 (metacarpophalangeal joint : MPJ)、近位指節間関節 (proximal interphalangeal joint : PIPJ)の各関節、屈筋腱と伸筋腱のUS像をMRI像および関節二重造影法の所見と対比検討した。

#### US

使用機種はアロカ社製SSD650、探触子は7.5MHz電子式リニア型および10MHz機械式セクタ型を併用した。さらに3例については、シーメンス社製QUANTUM2000カラードップラー装置、周波数7.5MHzの探触子を使用した。

関節部は、RCJ30、RUJ30、MPJ180、PIPJ180を、中間位にて手背側と手掌側から、さらに過屈曲位にて手背側から観察し、1) 骨関節面、

2) 関節軟骨, 3) 関節滑膜, 4) 関節周囲の構造の描出性について検討した。

腱は, 屈筋腱 120, 伸筋腱 90 を観察した. 音響カプラ (KITECKO®) を適宜利用し, 末節骨レベルから前腕の筋肉移行部まで, 腱の走行に沿った縦軸方向走査およびそれに直交する横軸方向走査を行い, 以下の項目について検討した. 腱の静止像では, 1) 腱の形状, 2) 腱内の構造, 3) 腱辺縁の性状を観察し, さらに腱の径と腱鞘の厚みを計測した. 計測は 10MHz 探触子を使用して撮影したフィルム上から 0.5mm 単位で行い, データ分布は最小値~最大値(中央値)で示した. また, 指を屈曲させながら腱の滑走状態を観察し, 6 腱 3 例についてはカラードップラー法を併用した.

### MRI

US 施行と同日に, 2 例の手関節から第 2, 3, 4 指について MRI を施行した. Signa 1.5-T (GE 社製) にて extremety 用 surface coil を使用し, spin-echo 法にて 3mm 厚で T1 強調画像 (TR/TE = 200~400/20~25), T2 強調画像 (2000/23) の矢状断像を撮影し, MPJ6, PIPJ6, 屈筋腱 12, 伸筋腱 6 の像を得た. また, 中手骨レベルで腱の厚みを計測した.

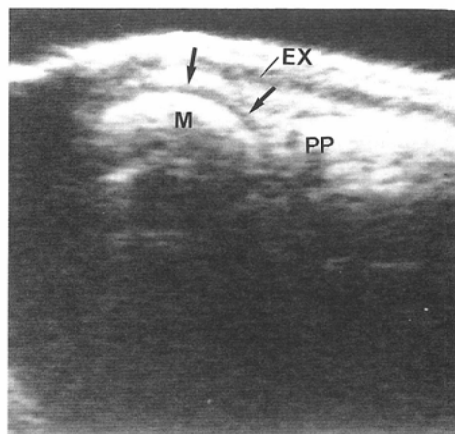
### 関節二重造影

1 例 1 関節について総指伸筋腱の橈骨側縁より空気と濃度 60% の造影剤を透視下にて MPJ 内に 2ml 注入し X 線撮影した. また造影の前後で US を施行した.

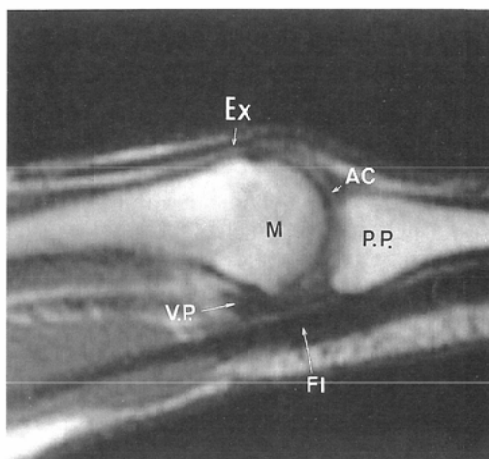
## 結 果

### 関節骨表面

骨表面の性状はほぼ平滑で, 厚み 0.5~1.0mm の高エコー帯として検出された. RCJ では橈骨下面に舟状骨と月状骨がはまりこむ形で接しており, 過伸展位で手掌側から, また過屈曲位で手背側から観察しても両骨間を離開できず, 骨外縁からそれぞれ深さ約 5mm 程度までしか観察できなかった. RUJ でも同じく深さ約 5mm 程度しか観察できず, 関節面全体の性状は評価できなかった. MPJ と PIPJ を手背側から観察すると, 中



(A)



(B)

Fig. 1 Identification of the articular cartilage: (A) is a dorsal US scan of MPJ in flexed position. (B) is a sagittal MR image with SE2000/23 at the same level as (A). Hypoechoic area (arrows) in (A) covering the metacarpal bone shows the articular cartilage of the metacarpal bone when compared with (B). M, metacarpal bone; PP, proximal phalanx; Ex, extensor tendon; VP, volar plate; AC, articular cartilage, fl; flexor tendons.

手骨, 基節骨の頭部表面はなだらかで背面中央部がやや凹であった. 基節骨底部と中節骨底部は辺縁のみしか観察できなかった.

### 関節軟骨および関節滑膜

MPJ と PIPJ では, 中間位から過屈曲位にて手背側から, また過伸展位で手掌側から観察すると, 中手骨および基節骨頭部の表面を覆う薄い低

エコー層が認められた。表面平滑な構造であり、手背側からの観察で骨頭中央部を計測すると、0.5 mm 以下の厚みであった。MRI 像と比較したところ、関節液貯留はなく、この低エコー層は関節軟骨に相当した (Fig. 1)。RCJ と RUJ では関節軟骨に対応すると思われる構造は同定できなかった。また、関節滑膜を反映すると思われる構造は US 上同定できなかった。

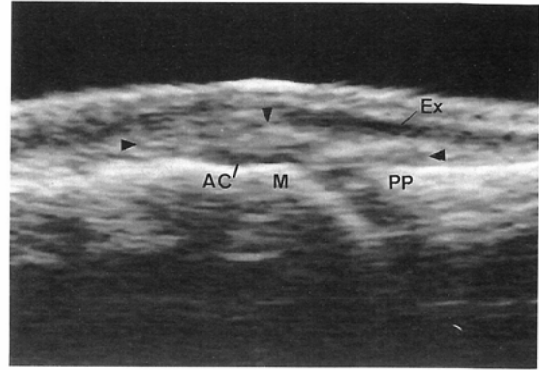
**関節周囲結合織 (関節嚢, 矢状索, 指背腱膜, 手掌板および線維性腱鞘)**

中間位にて MPJ の中手骨頭部背面を縦軸方向走査で観察すると、伸筋腱と関節軟骨間に厚み約 3mm の皮下結合組織よりやや低エコーな構造が認められ、軽度の指の屈曲により基節骨底部まで移動した。MPJ の関節造影前後で同部を観察したところ、関節造影直後にこの低エコー内に空気と思われる高エコーが検出され、関節を屈曲させながら空気像の動きを観察すると関節軟骨の表面に沿って低エコー部の頭側端にまで達した。関節造影と対比するとこの低エコー部は、関節包背部の関節嚢部に対応した (Fig. 2)。Fig. 1 のように MRI 上は関節軟骨と腱の間は結合組織を示す信号強度しか描出されなかった。

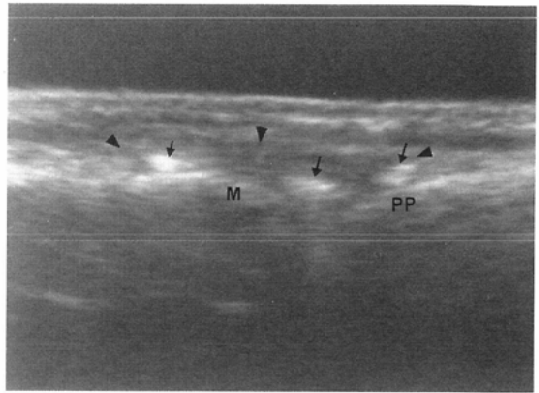
横軸方向走査では伸筋腱を取り囲む低エコー帯が認められ、さらに骨の両側へ薄く帯状に広がる。MRI と対比するとこれは関節側面の側索を含み、関節周囲を背側から取り囲む指背腱膜に一致する構造と思われる。この低エコー域のうち、とくに MPJ 直上部は腱の屈伸に伴う動きが観察されるので、矢状索に対応する構造と推測される (Fig. 3)。

MPJ の掌側では、中手骨頭部表面に接する低エコー域が認められた。MRI と対比するとほぼ手掌板に相当する構造であったが、関節造影直後の US 像では手背側と同様に空気と思われる高エコーが低エコーの中程に出現し、頭側端まで達した。よって関節腔をはさんで手掌板と関節軟骨をあわせた像であると判明した (Fig. 4)。

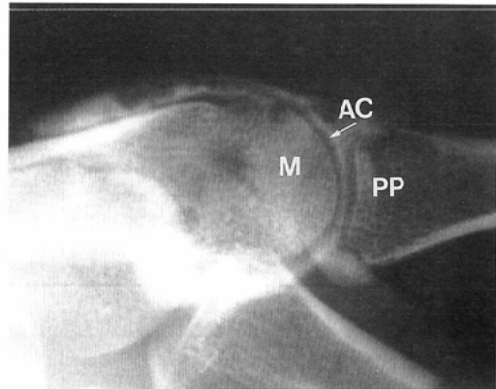
PIPJ レベルでは、関節周囲には腱しか分離できなかった。



(A)



(B)



(C)

Fig. 2 Identification of the dorsal side of synovial sac : (A) is a long axis US scan from the dorsal side of MPJ. (B) is that after double-contrast arthrography of MPJ, and (C) shows the synovial sac in the arthrogram. High echogenic spots (arrows) in (B) suggestive of air injected into the synovial sac were detected in the region corresponding to the hypoechoic area (arrow heads) in (A) between the extensor tendon and the articular cartilage of the metacarpal bone.

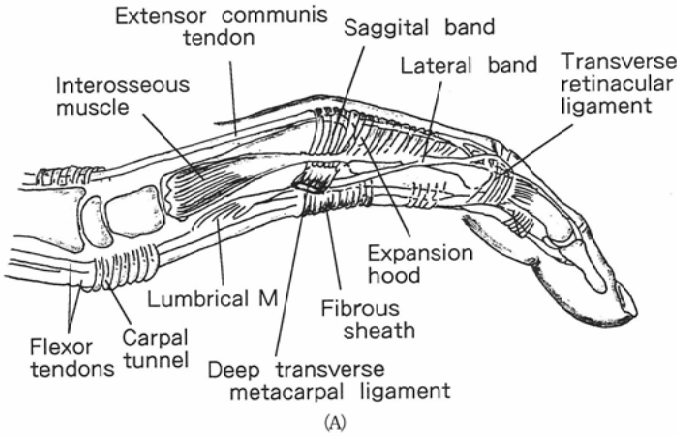
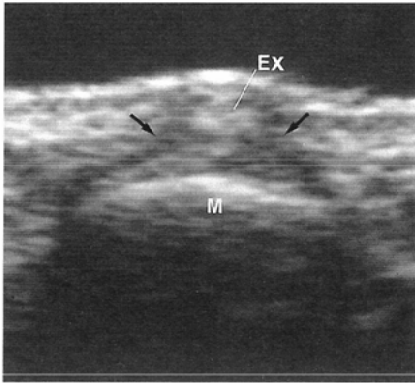
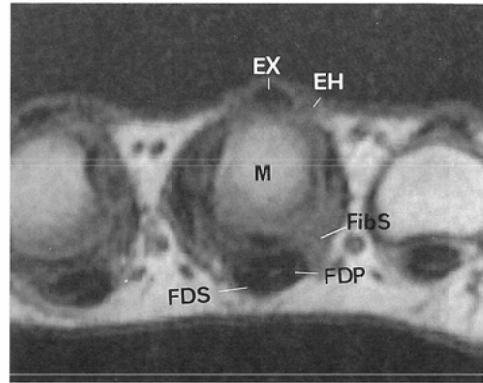


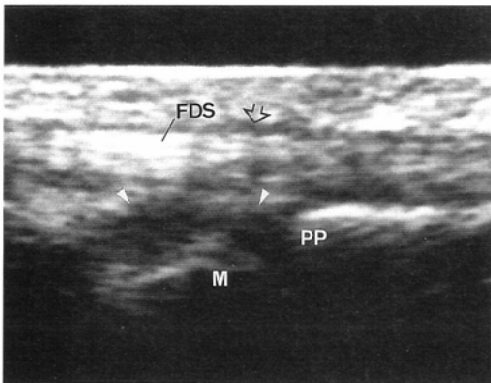
Fig. 3 Identification of the expansion hood: (A) is an anatomical diagram around MPJ, quoted with modification from "Tsuge K : A comprehensive atlas of hand surgery. p 6, Fig. 3. 1988, Nankodo, Tokyo". (B) is a short axis US scan from the dorsal side of MPJ. (C) is an axial MR image with SE650/25 at the same level as (B). The hypoechoic area (arrows) in (B) surrounding the extensor tendon and further extending to the bilateral side of the metacarpal bone was identified as the expansion hood (EH) as compared with (C). FDS, flexor digitorum superficialis; FDP, flexor digitorum profundus.



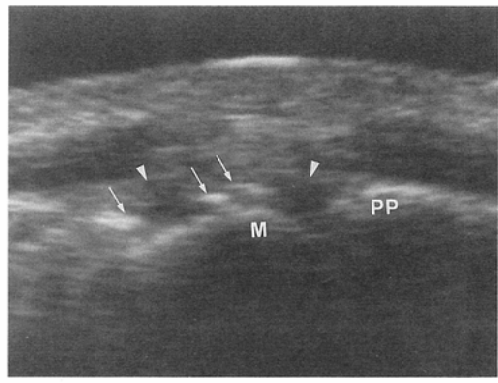
(B)



(C)



(A)



(B)

Fig. 4 Identification of the palmar side of synovial sac : (A) is a long axis US scan from the palmar side of MPJ. (B) is that after double-contrast arthrography of MPJ. High echoic spots (arrows) suggestive of injected air appeared in the region equivalent to the hypoechoic area (arrow heads) over the metacarpal bone in (A), which is identified as the articular cartilage and the volar plate, as compared with the MR image (Fig. 1 (B)) and the arthrogram (Fig. 2 (C)).

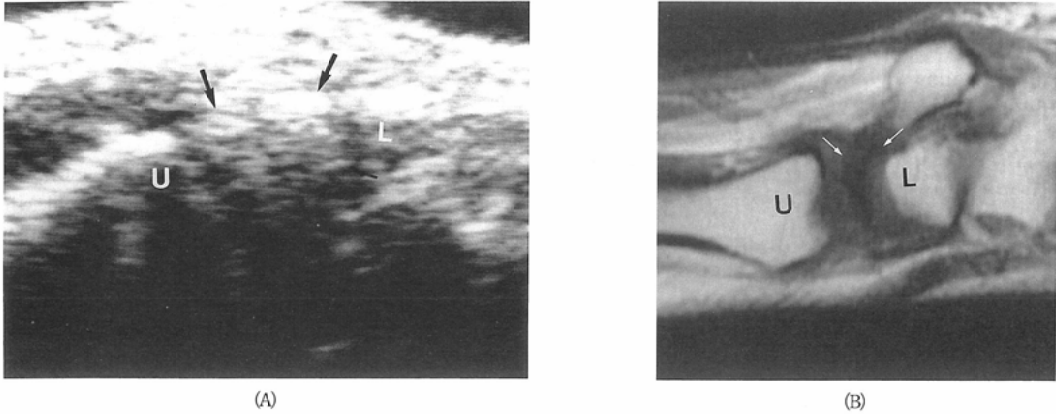


Fig. 5 Identification of the triangular fibrous cartilage : (A) shows a long axis US scan from palmar side of the wrist joint. (B) shows a sagittal MR image at the same level as (A). The echogenic area (arrows) in (A) between the ulnar bone (U) and the lunate bone (L) corresponded to the low intensity area in (B), which could be identified as a part of the triangular fibrous cartilage.

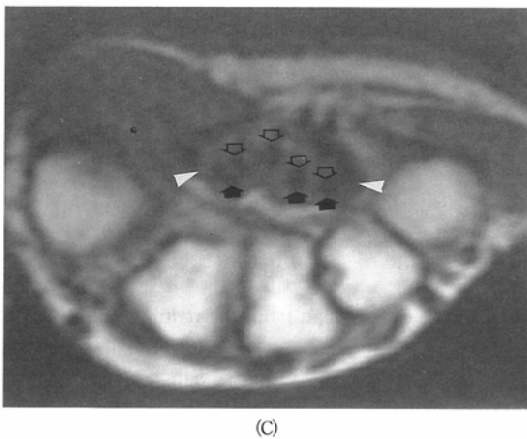
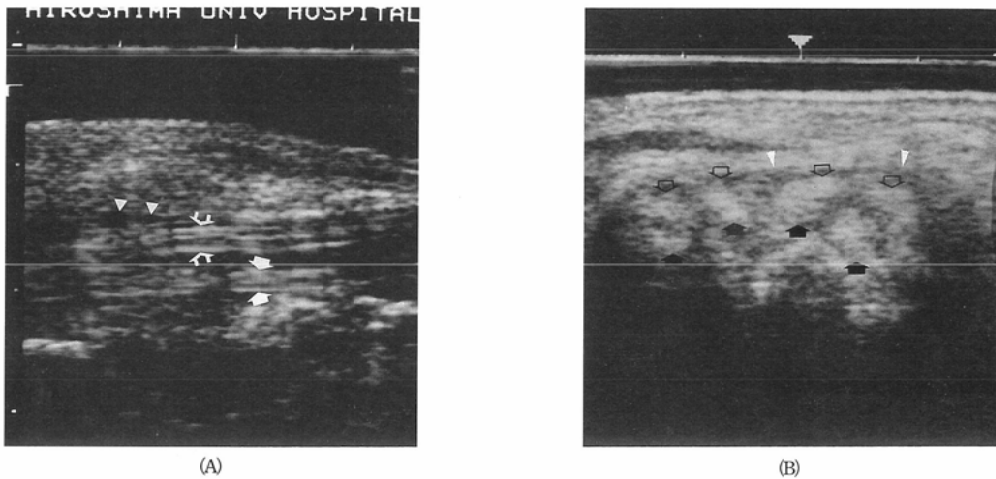


Fig. 6 Identification of the flexor tendon and the synovial sheath : (A) is a long axis US scan of the palm. (B) is a short axis US scan and (C) is an axial MR image with SE600/40, both of which are at the level of carpal tunnel. Compared with MR images ((C), Fig. 1 (B) and Fig.3 (C)), the echogenic fibrillar textures with clear-cut echogenic border were identified as FDS (open arrows) and FDP (closed arrows). The hypoechoic area around the tendon (arrow heads) is equivalent to the common flexor synovial sheath.



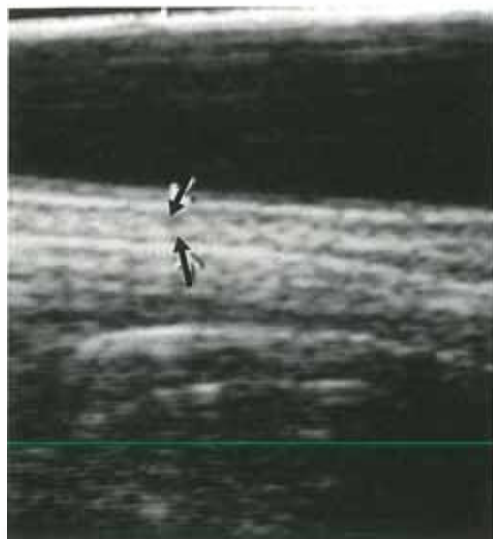


Fig. 7 A long axis US scan of the extensor digitorum: Echogenic fibrillar textures (arrows) is identified as the extensor tendon compared with Fig. 1 (B), which could be detected only when scanned just under the skin with a probe of the frequency 10MHz.

### 三角線維軟骨

RUJを手背側から観察すると、尺骨と月状骨の間から橈骨端に連続するほぼ均一な高エコー帯が認められ、MRIとの対比から三角線維軟骨と

判明した (Fig.5).

### 腱の形状

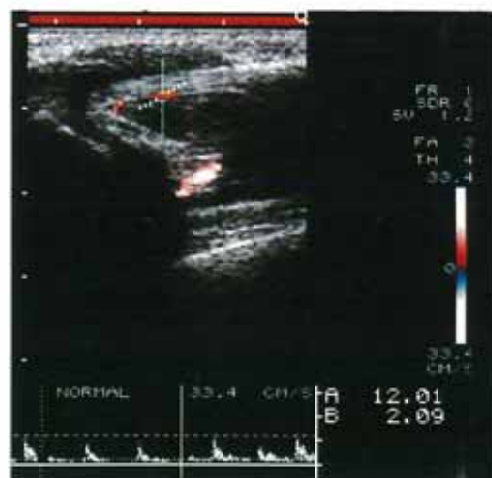
屈筋腱は全行程が観察でき、浅指屈筋腱と深指屈筋腱の両者を分離可能であり (Fig.6)、かつ伸筋腱はPIPJレベルまでは周囲と分離可能であった。US上伸筋腱はPIPJより末梢で周囲結合組織と分離が困難であるが、腱が膜状の薄い構造となるためと思われる (Fig.7)。縦軸方向走査では、屈筋腱、伸筋腱ともに前腕レベルから手掌レベルではほぼ一定の厚みの帯状を示し、MPJより末梢では停止部に向かってしだいに扁平化する。横軸方向走査ではほぼ円形~楕円形であるが、手背レベルの総指伸筋腱は横幅が一定ではなかった。これらの走行、形状はFig.1, Fig.3のようにMRI所見と一致した。

### 腱内構造

縦軸方向走査では腱内は高エコーと低エコーの層構造を示した。0.2~0.3mm程度と思われる厚さをもつ線状高エコーが密な多層構造を呈し、その間隙に低エコー部が認められた。MRI上は腱内はほぼ同一の信号強度でUS像に対応する構造は検出できなかったが、組織学的特徴からこの多層構造は腱内の膠原線維束が主因と思われる。低エコー部のカラードプラー表示で血流が検出され



(A)



(B)

Fig. 8 Detection of the mesotendon: (A) is a long axis US scan of a flexor tendon. The border of the tendon is interrupted at a proximal level of MPJ (arrow). (B) Arterial flow in this area visualized by color Doppler imaging suggests that the interruption of the border reveals the attachment of the mesotendon.

る部位は、腱内の脈管を含む結合組織と推測される。屈筋腱はMPJより末梢でこのような層構造が不明瞭で全体が低エコーにみえる場合があった。とくに縦断走査では基節骨や中節骨の骨幹部に沿った部位で、また横断像では深指屈筋腱が浅指屈筋腱間を通過するレベルで低エコーを示す場合が多かったが、関節の屈伸で層構造は描出された。

#### 腱の辺縁

屈筋腱の手掌部での縦軸方向像では、腱の両面の辺縁を縁取る高エコーの線状構造が認められ、腱と同一の動きを示した。MRIではこれに相当する構造は検出できないが、腱周囲を取り囲むperitenonを反映する構造と思われる。この辺縁に0.5mm以下の幅で途切れる部分があった。この途絶部ではカラードプラー表示にて血流が検出され、動脈波形が得られる場合があるため血管が腱内に進入する腱間膜部と推定された(Fig. 8)。また虫様筋が接している部位なので、血流が検出されない途絶部はこの筋肉の屈筋腱への付着によるperitenonの欠損とも考えられる。このような辺縁構造は屈筋腱、伸筋腱いずれでも手関節レベルの腱鞘に被われる部位では明瞭であるが、他の部位では捉えられなかった。

#### 腱の径

長母指屈筋腱と第2~4指の深、浅指屈筋腱で厚みと横径を計測すると、手関節部近位から手掌レベルでは、厚みは2.0~3.0mm(中央値2.5mm)、幅は2.0~2.5mm(中央値2.0mm)であった。伸筋腱は手関節レベルから中節骨レベルまでで、厚みが1.0~1.5mm(中央値1.0mm)、幅が1.0~1.5mm(中央値1.0mm)であった。MRI上の計測値は屈筋腱で2.0~3.0mm(中央値2.5mm)、伸筋腱で約1.0mm(中央値1.0mm)であり、US値とはほぼ対応していた。

#### 腱鞘の厚み

Fig. 6に示すように、腱鞘は腱周囲の薄い低エコー帯として認められ、手関節部腱鞘は手掌側で0.5~1.0mm(中央値0.5mm)、手背側で0.5~1.0mm(中央値0.5mm)であった。また、Fig. 4に示すようにMPJレベルで屈筋腱を取り囲む低エコー帯はFig. 3のMRI像のように線維性腱鞘に対応した。

#### 腱の滑走状態

指を屈伸させながら腱を観察すると、指の動きに一致する滑走がみられた。手掌では静止画像において上下に重なる深指屈筋腱と浅指屈筋腱が、異なる滑走により分離された。手関節部腱鞘内で

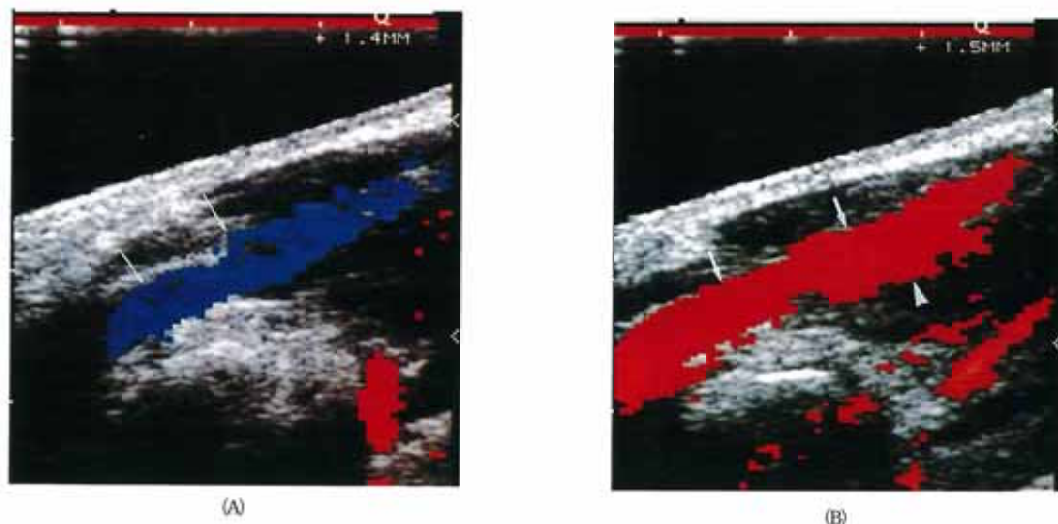


Fig. 9 Evaluation of tendon movement by color Doppler imaging: The long axis scanned flexor tendon (arrows) moved back and forth according to exercises of the finger. (A) in flexion. (B) in extension. However, the movement of the tendon could not readily be distinguished from that of the lumbrical muscle (arrow head).



は、横断像にて各指を単独に屈伸させると、隣接する各腱が区別できた。腱の滑走に伴い、前述の矢状索の動きや虫様筋の伸縮が観察された。カラードプラー像では腱の往復運動がカラー表示された。MPJ 中枢側では屈筋腱に接して虫様筋の伸縮もカラー表示され、両者は十分分離できなかった (Fig. 9)。

## 考 察

手の関節については、関節内腔へ超音波ビームが十分入らないため、これまではUSの適応外とされていた。しかし、今回MPJやPIPJにおいて過屈曲位にて関節を離開させ手背側から探触子をあてることにより、中枢側骨関節面中央部の関節軟骨や骨表面が観察可能であった。さらにMRIおよび関節造影法との対比により関節周囲構造をも含めて正常のUS像を解析した。

関節軟骨は諸家が膝関節で報告したように<sup>1)~3)</sup>、自験例の手の関節でも骨表面の高エコー層を覆う表面平滑な均一低エコーの層として描出された。エコーレベルは非常に低く無エコーに近いが、これは関節軟骨が細胞成分と基質がほとんどを占める硝子軟骨であるためと思われる<sup>12)</sup>。

MPJとPIPJの背側では関節の屈曲に対応するために中間位では関節包が中手骨背側に嚢状にたわんでおり、屈曲により基節骨に引き延ばされる<sup>12)</sup>。関節造影法の併用により、US上伸筋腱下面にみられる低エコー域は主にこの関節嚢による像であり、関節嚢の範囲はこの低エコー域にほぼ一致することが分かった。USでは動態観察により関節運動による関節嚢の動きも検出できるが、関節内を拡大させた関節造影時にはこの動きが減弱したことより、病的な関節腫脹の検出に活用できると思われる。またMPJの手掌側では関節軟骨と手掌板との合成による低エコー域が観察された。手背側とは異なり、類似のエコーレベルを示す線維軟骨の手掌板<sup>17)</sup>に覆われているため、手掌側では関節軟骨のみは同定できなかった。

USでは腱の静止像と滑走を観察することにより腱の機能が評価できた。腱は膠原線維からなる

さらに細い腱の束であり、諸家の報告のように<sup>5)~11),13),14)</sup>、自験例でもこの細い腱とそれらの間の疎性結合組織によると思われる多層構造を示した。さらに腱を覆うepitenonは、腱周囲のやや太くて平滑、明瞭な高エコーとして描出可能であり、われわれはepitenonが虫様筋付着部や脈管の通過する腱間膜部<sup>12)</sup>で途切れる像を同定した。腱の静止像については、探触子が腱の走行に平行でない場合には正常でも腱内が低エコー化し、断裂所見と紛らわしい画像となることが報告されている<sup>7),13),14)</sup>。このため腱の観察に際しては必ず2方向からの観察を行い、さらに腱を滑走させて観察すればいずれの部位でも良好な画像が得られるので、静止像と動態観察の両面で評価すべきであると考えられる。カラードプラー像においては腱の往復運動がカラー表示できるので<sup>17)</sup>、自験例でも手の腱の滑走の評価に有用であった。しかしカラー表示可能な腱の部位は制限され、MPJ 中枢側では虫様筋の動きもカラー表示されること、かつ現在のカラードプラーの検出能から約5cm/秒以上の滑走速度が必要であることなどを考慮する必要がある。

正常の腱の径については、自験例では最大約1mmの個人差を認めたので、腱の厚みの評価には反対側との対比を原則とすべきである。しかし両側性に腱の病変を生ずる慢性関節リウマチ患者などでは目安となる正常値が必要である。文献上は、5MHzの探触子による計測で屈筋腱全体の厚みが4~5mmであったというFornageらの報告がみられるが<sup>5)</sup>、筆者の計測値はこれと近似しており、MRI上の計測値とも対応していた。一方、伸筋腱は描出は十分に可能であるものの、厚み約1.5mm以下と非常に薄い構造であり計測に限界があった。しかし手背部の総指伸筋腱レベルでは腱間結合により腱の横径は一定ではなく、さらに基節骨レベルより末梢では周囲の腱膜構造との境界が不明瞭であるため<sup>16)</sup>、横径よりは厚みで評価すべきである。

手指の関節および腱周囲の構造としては手背側に矢状索や指背腱膜が、手掌側には手掌板や線維性腱鞘が取り巻いているが<sup>12),16)</sup>、US上おのおの

を分離可能であった。

手の領域の画像診断法としてMRIでは関節内、腱、神経を分離可能であることから報告も多く、手の全体像を把握するには最適と思われるが<sup>(14),(15),(18)-21)</sup>、partial volume effectにより異常所見と紛らわしい場合が生じる<sup>22)</sup>。高分解能の探触子を使用すれば指の関節内の関節軟骨、骨表面が観察可能であり、さらに関節腔の広がりも把握できる。関節部および腱のUS像はMRI像とよく対応しており、さらに腱の内部および辺縁構造についてはUSの分解能のほうが優れていた。またUSは静止像に加えて、動態観察による機能面の評価が可能であるので臨床での関節、腱の運動障害の早期発見や原因検索に非常に有用と考える。

## 結 語

正常の手の関節、腱の超音波像をMRIおよび関節造影法と比較検討した。MPJとPIPJでは、過屈曲位において関節中央部の関節骨表面および関節軟骨が観察できた。RUJでは三角線維軟骨の一部が観察され、MPJでは関節包の広がりを同定できた。関節周囲構造として矢状索、指背腱膜、手掌板、線維性腱鞘が同定でき、屈筋腱、伸筋腱の構造および滑走状態の観察が可能であった。

稿を終えるにあたり、直接の御指導を賜りました広島大学放射線医学教室伊藤勝陽教授に深甚なる謝意を表します。

## 文 献

- 1) 速水恭子, 内藤久美子, 伊藤勝陽: 四肢の超音波診断: 関節, 腱, 軟部組織。画像診断12: 1452-1464, 1992
- 2) 山下文治, 小泉恵: 超音波断層法の膝疾患への応用。別冊標準整形外科13: 347-350, 1988
- 3) Aisen AM, McCune WJ, MacGuire MM, et al: Sonographic evaluation of the cartilage of the knee. Radiology 153: 781-784, 1984
- 4) Graf R: The ultrasonic imaging of the acetabular rim in infants; an experimental and clinical investigation. Arch Orthop Trauma Surg 99: 35-41, 1981
- 5) Fornage BD: Soft tissue changes in the hand in rheumatoid arthritis; evaluation with US. Radi-

- ology 173: 735-737, 1989
- 6) Fornage BD, Schenberg FL, Rifkin MD: Ultrasound examination of the Hand. Radiology 155: 785-788, 1985
- 7) Fornage BD, Rifkin MD: Ultrasonic examination of tendons. Radiol Clin North Am 26: 87-106, 1988
- 8) Khaieghian R, Tonkin LJ, De Geus JJ, et al: Ultrasonic examination of the flexor tendons of the fingers. J Clin Ultrasound 12: 547-551, 1984
- 9) Fornage BD, Schernberg FL, Rifkin MD: Ultrasound examination of the hand and foot. Radiol Clin North Am 26: 109-126, 1988
- 10) Pathria MN, Zlatkin M, Sartoris DJ, et al: Ultrasonography of the popliteal fossa and lower extremities. Radiol Clin North Am 26: 77-85, 1988
- 11) Harcke HT, Grissom LE, Finkelstein MS: Evaluation of the musculoskeletal system with sonography. AJR 150: 1253-1261, 1988
- 12) Warwick R, Williams PL: Gray's anatomy, 35th ed. 199-471. 1975, Longman, Edinburgh
- 13) Fornage BD: The hypoechoic normal tendon; a pitfall. J Ultrasound Med 6: 19-22, 1987
- 14) Crass JR, Vegte GL, Harkavy LA: Tendon echogenicity; ex vivo study. Radiology 167: 499-501, 1988
- 15) 菅本一臣: カラードップラーによる腱の動態評価。日超医論文集60: 525-526, 1992
- 16) 津下健哉: 私の手の外科-手術アトラス-第2版, 第1章, 1988, 南江堂, 東京
- 17) Erickson SJ, Kneeland JB, Middleton WD, et al: MR imaging of the finger; correlation with normal anatomic sections. AJR 152: 1013-1019, 1989
- 18) Zucker-Pinchoff B, Hermann G, Srinivasan R: Computed tomography of the carpal tunnel; a radioanatomical study. J Comput Assist Tomogr 5: 525-528, 1981
- 19) Bruhn H, Gyngell ML, Hanicke W: High-resolution fast low-angle shot magnetic resonance imaging of the normal hand. Skeletal Radiology 20: 259-265, 1991
- 20) Fry ME: High resolution magnetic resonance imaging of the interphalangeal joints of the hand. Skeletal Radiology 20: 273-277, 1991
- 21) Masgarzadeh M, Schneck CD, Bonakdarpour A: Carpal tunnel-MR imaging; normal anatomy. Radiology 171: 743-748, 1989
- 22) Downey DJ, Simkin PA, Mack LA, et al: Tibialis posterior tendon rupture; a cause of rheumatoid flat foot. Arth Rheum 31: 441-446, 1988