健診領域における超音波検査の標準化に関する研究

函館市医師会/函館動脈硬化懇談会
水関　　清、平田　博巳、中島　滋夫

【研究の背景】

厚生労働省の、2021年がん登録罹患数・率報告によれば、2021年に北海道で新たにがんと診断された患者は47,216人であり、2020年に比べると1,618人(3.5%)増加したとされ、人口10万人あたりの罹患率は400.6となり、秋田県（424.1)、島根県（408.8)、青森県（408.1）に次いで全国第４位となる、憂慮すべき状態にある。

また、全国の人間ドックで指摘される異常所見としての脂肪肝の割合は、一般に脂質異常症のそれより高いとされ、2012年のEguchiらによる大規模調査では27.9%と報告されている。

こうした趨勢を考慮すれば、がん検診と並んで、現行の健診活動で指摘される健康問題として多い、肝機能異常、脂質異常、腎機能異常などを評価するために二次検診として、腹部臓器の形態（や機能の一部）を総合的に捉えることが出来る超音波検査の導入が望ましいと考えられる。

本研究では、これらの健康問題の有無を評価する際に、超音波検査をどのような手順で行うことが適切かについて検討することを目的とした。

【対象と方法】

本研究では、現行の健診活動で指摘された健康問題の中から、肝機能異常、脂質異常、腎機能異常のいずれかひとつ、または複数を指摘されて、研究者が所属する医療機関のいずれかを受診し、腹部超音波検査を施行した者を対象とした。超音波検査は、問診・身体計測・採血等の後、診察医師自らまたは指示を受けた臨床検査技師らが施行した。

本研究の目的は、上記のような健康問題に対応するための二次検診として施行する超音波検査について検討することであり、以下のような考え方に基づいて、手技および手順を考案した。使用した超音波診断装置は、富士フイルム社製・ARIETTA 750DeepInsightおよびARIETTA 65LELVである。

超音波検査には、対象臓器をすべて走査する「系統的走査」に基づく「標準走査」と、標準走査の中から専門家が抽出した所見の有無を定性的に診て、必要に応じて反復する「Point of care超音波」という、二つの類型がある。本研究ではまず、がん検診時の盲点となりやすいとの指摘が従来からある、肝外胆管下部領域と、膵頭部から膵鉤部にかけての領域の走査手技を、より具体的にまとめて「標準走査（健診用)」(**表１.**）とした。次いで、肝脂肪化の評価をするために、Shear Wave Elastography（SWE）を用いた、肝の減衰係数（ATT）測定に加えて、画像条件をファンダメンタルにした上で、日本超音波医学会用語・診断基準委員会（編）の脂肪肝の超音波診断基準１）に公示された半定量的評価法による、肝腎コントラストの有無、および脈管像の不鮮明化と深部減衰の程度について観察することを組み合わせて、「肝脂肪化の評価（健診用)」(**表２.**）とした。

【結果】

「標準走査（健診用)」に基づいて描出された、下部胆管像（**図１ａ**）を示す。下部胆管観察時の体位は左側臥位として、十二指腸球部付近から斜め走査で入り、徐々に探触子を尾側にずらすことが基本だが、その際によいメルクマールになるのは上腸間膜静脈である。観察範囲が、この静脈を抱え込むようにして位置することを意識して検査を行うことがポイントである。

「肝脂肪化の評価（健診用)」における減衰係数測定は、被検者の右前～中腋窩線の肋間から、肝右葉走査（標準走査の15右高位肋間走査・肝Ｓ５Ｓ８）の際に行う。ポイントの第一は、測定領域（ROI）の設定である。体表からの多重反射を避けて肝表面から１～２㎝程度下げた位置に設定するが、併せて、測定用剪断波の揺らぎを避けるために太い血管から離し、肋骨による音響陰影を避けた位置が望ましい。第二のポイントは、測定中の探触子固定である。計測は基本的に５回繰り返すが、計測位置の微妙なずれや固定時間の不十分さが、結果に影響することを十分念頭において検査を実施する。結果は、Vs(m/s)、IQR(m/s)、VsN(%)、Depth(cm)、Ｅ（kPa)、そしてATT（dB/cm/MHｚ）の各項目で表示されるが、IQR（四分位範囲）をMedian（中央値）で除した値であるIQR/Mを結果採用の指標とした。すなわちIQR/Mが、それぞれVsとATTについては15%以下、Ｅについては30%以下の場合に信頼性ありと判断した（**図１ｂ**)。

ファンダメンタルの画像条件で観察された、半定量的評価法による肝腎コントラストの有無（**図２ａ**)、脈管像の不鮮明化（**図２ｂ**)、そして深部減衰（**図２ｃ**）を示す。

【考察】

現行の健診活動に続く二次検診のあり方は、がん検診と、生活習慣病との関連性が高いとされる健康問題への対応に大別されると考えられ、その具体的な方略として、X線被曝のない超音波検査は有力な存在となる。

個別・職域・地域検診を20年以上にわたって精力的に行ってきた日本赤十字社熊本健康管理センターによる24万人余りを対象とした腹部超音波検診の結果によると、腫瘍性疾患の発見率はおよそ0.6％であり、罹患臓器は肝・胆嚢・膵・腎など多岐にわたる[2)]。この検診の実施手順を考えれば、必然的に対象臓器をすべて走査する「系統的走査」が推奨され、2021年にはマニュアルが上梓されている[3)]。このマニュアルは、実施基準とカテゴリーおよび判定区分からなるが、二次検診としての超音波検査の基礎となる走査手順は、25枚の推奨記録画像から学ぶ構成になっている。しかしながら、その解説文に「記録画像は走査手順を示すものではない」と付記されているように、実際の走査行為は、ハンズ・オンなど、実習的要素の強い学習法によるしかない。これを補うために筆者は、推奨記録画像を踏まえつつ、実際の走査を詳記した手順に基づく「標準走査」を考案し、研修教育資材として提供してきた[4)]。この姿勢は、マニュアルでも以下のように是認されている。

「検査に対する保存断面についての基準は全国的に統一された手法はない。しかし、検査施行部位の証、精度管理、二重読影、経時的変化の比較、他施設への紹介、教育面、検者・被検者の移動などに適切に対応するためには基準断面の設定が望まれる」

走査方法の基本は、「超音波検査の基本走査として隅々まで各臓器を丁寧に観察し、限局性病変のみでなく臓器全体のびまん性病変についても的確に評価することが基本となる」という、マニュアルの記載に尽きるが、超音波検診の実績が積み上がってくるにつれて、一定の傾向が明らかになってきた。日本人間ドック・予防医療学会が行った平成28年度腹部超音波検査精度管理調査結果報告によれば、膵内胆管・膵尾部・肝右葉Ｓ８の描出率は、平均的に低いとする報告がなされている。筆者が考案した「標準走査（健診用）」は、これらの報告を踏まえたもので、今後その実証性の評価が望まれる。

近年、肥満、糖尿病、高血圧、脂質代謝異常などの増加を背景として、メタボリック症候群が、医学的にも社会的にも注目されている。メタボリック症候群には、高頻度に肝臓への脂肪の蓄積（脂肪肝）合併が知られ、全国の人間ドックで1984年には10％以下だった脂肪肝が1995年には25％を超えるほど増加し、最近の大規模調査でも同様な報告があり、異常所見としては脂質異常症の頻度より高く、人間ドックでは最も頻度の高い項目となっている。

従って、健診（検診）で施行される超音波検査でどのようにして脂肪肝を拾い上げるか、は重要な課題となってきたが、現在のＢモード所見では30％以上の肝臓内脂肪化を有する場合には感度および特異度共に良好な成績が報告されているものの、大滴性の脂肪滴を５％以上の肝細胞に認める場合を脂肪肝とするという、日本肝臓学会、日本消化器病学会の診療ガイドラインに沿った拾い上げは、困難な状況と言わざるを得ない。

一方、本研究で採用したATT測定による肝脂肪化の測定では、CT減衰値による診断に基づく中等度から高度の脂肪肝は、0.665dB/cm/MHzをカットオフ値に設定すると、感度100％、特異度90％という診断能を有したとされる[5)]。

本研究では、Shear Wave Elastography（SWE）を用いた、肝の減衰係数（ATT）測定に加えて、画像条件をファンダメンタルにした上で、日本超音波医学会用語・診断基準委員会（編）の脂肪肝の超音波診断基準[1)]に公示された半定量的評価法による、肝腎コントラストの有無、および脈管像の不鮮明化と深部減衰の程度について観察することを組み合わせて肝脂肪化の評価を行った。しかしながらこの評価法は、まだ一般に普及しているとは言い難く、先に引用したマニュアルでも、「多くの施設ではＢモードによる主観的な所見により脂肪肝の有無を判定しているのが実情である。このため減衰法が採用されていない施設では下記に示すＢモードによる脂肪肝の診断および半定量法を許容する」との言及がある。

最近、医療施設外の屋外などで行う健康まつりなどの場に超音波検診の考え方を持ち込んで、その理解促進の一助にしたい、という試みが報告された[6)]。しかしながら、この試みで使用された携帯型超音波診断装置は、学会が許容するファンダメンタル画像ではなく、Ｂモードによる脂肪肝の診断にふさわしいとは言い難いプリセット（コンパウンド走査などが組み込まれているもので、深部感度の改善を意図した設定）のもとで走査・取得されている[7)]。健康まつりなどのイベントの際に行うには、その前提として、過剰診断の怖れなく超音波検査を行うだけの装置条件の改善が必須と思われ、現行の携帯型超音波診断装置に減衰法による脂肪化測定能が付与されることを望みたい。

【文献】

１．日本超音波医学会用語・診断基準委員会（編）：脂肪肝の超音波診断基準．2021.

２．光永　雅美、三原　修一、佐渡美智代ほか：超音波検診にて発見された腫瘍性病変切除例の分析．第41回日本消化器集団検診学会．2002；77.

３．日本消化器がん検診学会：腹部超音波検診判定マニュアル改訂版．2021：60；125-181.
４．水関　清：生涯教育を意識した、初期臨床研修における超音波教育．2021：函医だより371；4-9.
５．玉城信治、黒崎雅之、安井豊ほか：Attenuation coefficient（ATT）測定による肝脂肪化の定量評価．2023:J. Jpn. Med Ultrasonics 50;171-177.
６．杉原誉明、木原琢也、兼村恵美子ほか：予防医学領域におけるPOCUSを活用した脂肪肝スクリーニングの有用性：横断研究. 2025：J. Jpn. Med Ultrasonics 52;171-177.
７．水関　清、杉原誉明：「予防医学領域におけるPOCUSを活用した脂肪肝スクリーニングの有用性：横断研究」を拝読して．J-STAGE. Advanced published. Date：June 16, 2026.（Accessed Date：June 16, 2026.）

図１ａ．下部胆管像

図１ｂ．肝脂肪化測定例

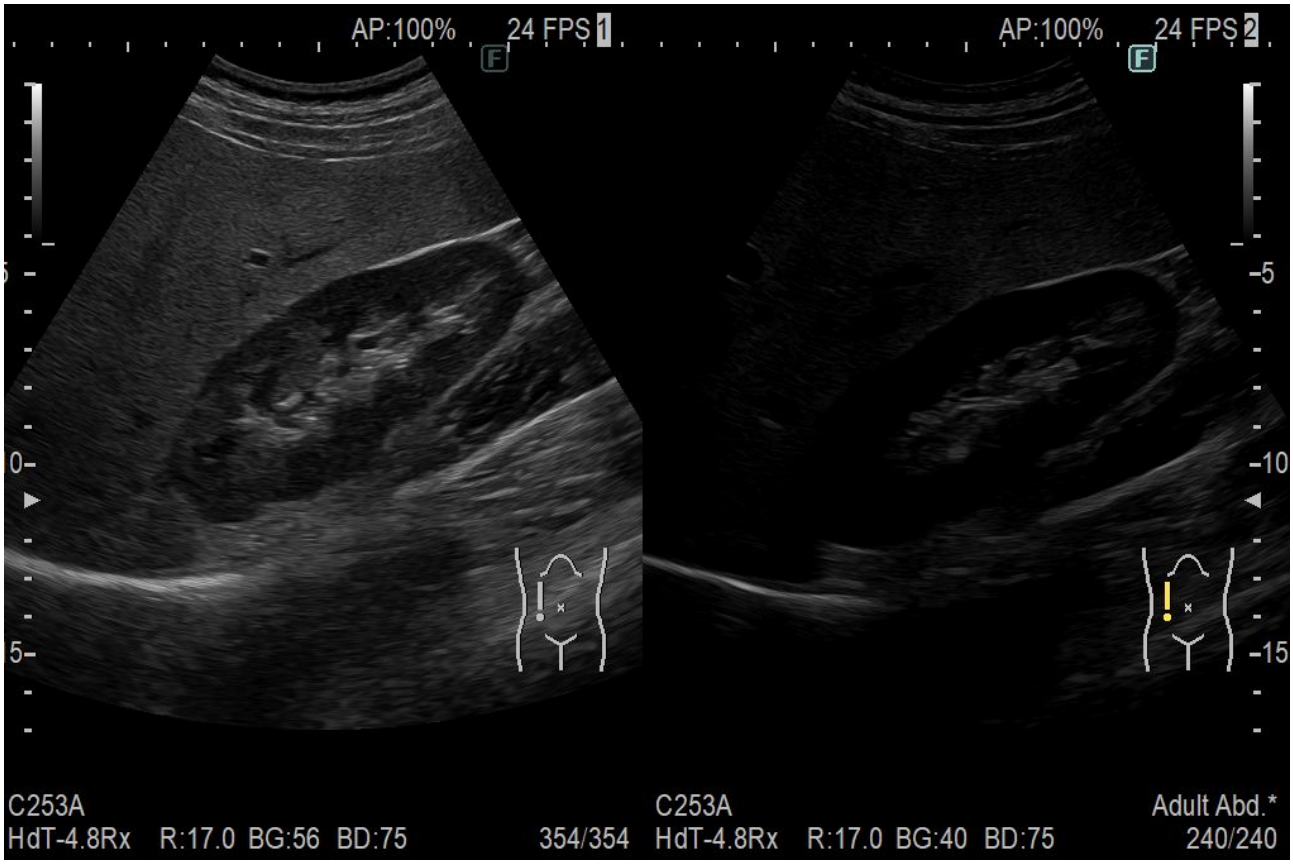
<Shear Wave Measurement>
SWM1

	Vs (m/s)	IQR (m/s)	VsN (%)	Depth (cm)	E (kPa)	ATT (dB/cm/MHz)
1	1.37	0.84	56	5.2	5.64	1.00
2	1.15	0.99	39	5.2	3.94	1.13
3	1.18	0.87	48	5.2	4.16	1.17
4	1.29	0.57	41	5.2	5.01	1.08
5	1.26	0.86	47	5.2	4.76	1.06
6						
7						
8						
9						
10						

	Vs	ALL	E	ATT
Median	1.26 m/s	1.28 m/s	4.76 kPa	1.08 dB/cm/MHz
IQR	0.12 m/s	0.76 m/s	0.85 kPa	0.07 dB/cm/MHz
Mean	1.25 m/s	1.29 m/s	4.70 kPa	1.09 dB/cm/MHz
SD	0.09 m/s	0.57 m/s	0.68 kPa	0.07 dB/cm/MHz
IQR/Median	9 %	59 %	18 %	7 %

Success Rate 100 %

図２ａ．半定量的評価法による肝腎コントラストの有無



（図の説明文：画像条件がファンダメンタルのため、フォーカス（図中の黒三角印）は、肝腎の背方縁に置く。左側画像のGainは56だが、右側画像のGainは40にまで下げて、他の画像条件は同一とした。腎の実質エコーが無エコーになった時点でも肝臓の実質エコーを認める（輝度が残っている）ために、肝腎コントラストありと判定した。）

図２ｂ．脈管像の不鮮明化

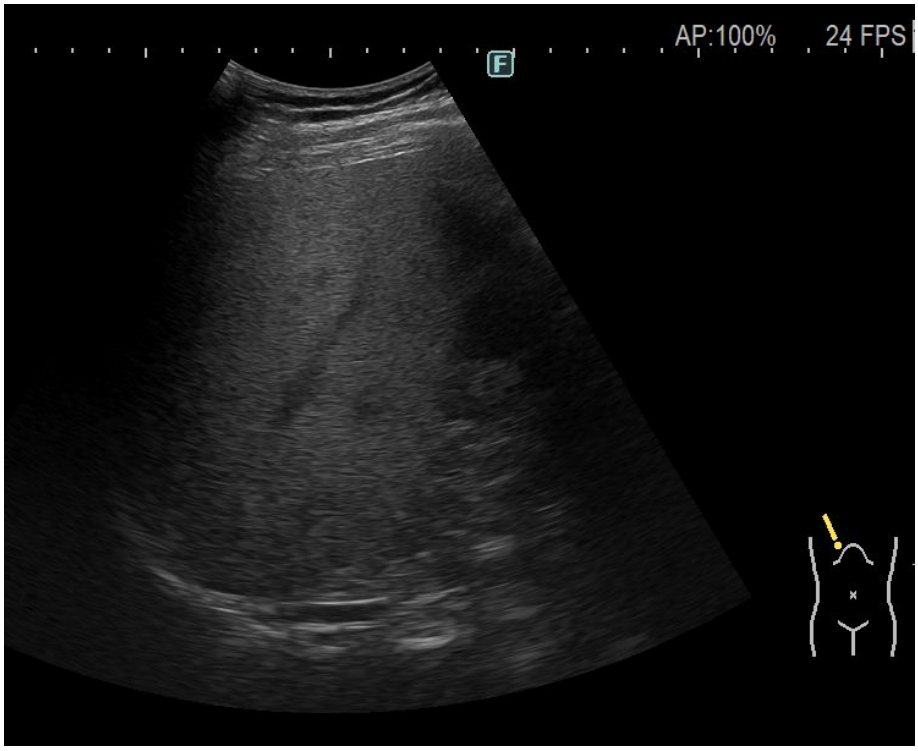


図２ｃ．深部減衰

表１．腹部超音波検査標準走査手技（健診用）

1	**右肋間・胆嚢長軸**	体部、頸部、底部を意識して。
2a	**右肋間・肝外胆管（上部）**	肝外胆管上部と門脈との間に挟まれた右肝動脈の短軸像を意識して。
2b	**右肋間・肝外胆管（下部）**	上部から追跡していくと探触子の走行は逆Ｃ字型になることを意識して。胆管が膵内を走行するレベルでは、腹側から主膵管が接近し、その先に十二指腸下行部のガス像が見える。
3	**右側腹部斜め走査・右腎**	長軸の最大断面を意識して､肝下面に右腎の長軸像が描出されるように。
4	**左肋間・脾**	脾の横隔膜面２か所と脾門部の血管を一つの断面におさめることを意識して。
5	**左側腹部斜め走査・左腎**	長軸の最大断面を意識して、最深部に大動脈が描出されるように。
6	**心窩部左縦走査･下行大動脈**	下行大動脈を長軸で。
7	**心窩部右縦走査・下大静脈**	下大静脈を長軸で。
8	**心窩部正中縦走査・肝Ｓ１**	６と７の間を狙い、まずSpiegel葉を描出した上で、扇動走査にて傍下大静脈領域と尾状突起部領域の観察も行う。
9	**左肋弓下深走査・肝Ｓ２**	食道入口部から胃の小弯側に沿いながら探触子を深めから浅めに移動。
10	**左肋弓下浅走査・肝Ｓ３**	胃の小弯側に沿いながら探触子を浅めに傾けて、画面左に門脈臍部が出るまで。
11	**心窩部横走査・肝Ｓ４**	門脈の左右への分岐。
12	**心窩部横走査**	肝静脈の下大静脈への合流部。
13	**右肋弓下走査・肝Ｓ５Ｓ８**	門脈右枝から門脈後区域枝の分岐を確認の上、Ｓ５Ｓ８を追跡する。
14	**右肋弓下走査・肝Ｓ６Ｓ７**	13で観察した分岐部から追跡をはじめ、横隔膜面へ走行するＳ７と腎近傍へ走行するＳ６をみる。
15	**右高位肋間走査・肝Ｓ５Ｓ８**	左にＳ８　右にＳ５。
16	**右低位肋間走査・肝Ｓ６Ｓ７**	横隔膜ドーム下に分岐するＳ７腎近傍の肝下面へ分岐するＳ６。
17	**心窩部正中縦走査・膵体部**	大動脈から分岐の上腸間膜動脈との位置関係から探し同定する。
18	**心窩部横走査・膵体部長軸**	17から探触子を反時計回りに動かす、胃内ガスの影響を避けることを意識する。
19	**心窩部横斜め走査・膵尾部**	椎体を回り込んで深部に伸びている膵尾部を、脾門部まで追跡する。
20a	**右肋弓下斜め走査・膵頭部**	２ｂ（胆管が膵内を走行するレベルでは、腹側から主膵管が接近し、その先に十二指腸下行部のガス像が見える）とあわせて、胃幽門から十二指腸にかけてのＣ字状の回り込みの中に描出されることを意識する。
20b	**右肋弓下斜め走査・膵鉤部**	２ｂから20ａへの探触子移動にともなってみえてくる上腸間膜静脈を中心に、探触子を左右に扇動走査することで描出されることを意識する。

表２．腹部超音波検査による肝脂肪化の評価手技（健診用）

1	標準走査手技15（右高位肋間走査）面において、Attenuation coefficient（ATT：減衰係数）を測定する。
2	装置のＢモード撮像条件を、ファンダメンタルに変更して、
2a	標準走査手技15（右高位肋間走査）または標準走査手技16（右低位肋間走査）面において、可能な限り、下大静脈に流入するまでの中および右肝静脈を描出する。
2b	標準走査手技15（右高位肋間走査）面において、深部減衰の有無とその程度について評価する。
2c	２ａおよび２ｂで得られた所見と、標準走査手技15（右高位肋間走査）または標準走査手技16（右低位肋間走査）面において得られた所見との対比を行う。
3	日本超音波医学会用語・診断基準委員会（編）の脂肪肝の超音波診断基準に公示された半定量的評価法によって、肝腎コントラストの有無について評価する。