

原 著

胸膜プラークとびまん性胸膜肥厚の超音波検査診断について

水嶋 潔

医療法人青和会みずしま内科クリニック

(平成 29 年 4 月 26 日受付)

要旨：われわれは石綿関連胸膜疾患特に胸膜プラークとびまん性胸膜肥厚の診断を超音波検査で行う方法について報告し、鑑別すべき所見や臨床的徴候について述べた。

胸膜プラークは壁側胸膜の肥厚であり呼吸により sliding しない。呼吸により sliding を認める臓側胸膜や肺実質とはこのことによりまず明瞭に区別される。

胸膜プラークは超音波上 hypoechoic であり内部に石灰化病変を有するとその部分に高輝度の陰影を呈し acoustic shadow を呈する。非石灰化プラークの多くは辺縁平滑でレンズ状の断面を有し、胸腔側に不整を呈するものもある。胸膜プラークと鑑別の必要な病態、所見は胸膜下脂肪、胸水、肋下筋、肋間静脈である。

これらについて超音波検査ではドップラーによる血管系の情報と lung sliding による肺の動態を動画もしくは M モードを用いて記録することで鑑別が可能になることを述べた。

超音波検査上 lung sliding が低下～消失している例では臓側胸膜と壁側胸膜の癒着性変化の存在が疑われる。そのことによりびまん性胸膜肥厚などの拘束性肺機能障害を示す胸膜疾患の診断にも超音波検査の有用性を示した。

今後放射線被曝のない超音波検査を臨床経過の観察に活用することにより胸膜中皮腫の早期発見やびまん性胸膜肥厚のような胸膜癒着性疾患の診断など临床上の有用性が得られることを期待する。

(日職災医誌, 66 : 389—397, 2018)

—キーワード—

胸膜プラーク, 超音波検査, びまん性胸膜肥厚

はじめに

胸膜疾患の診断、検査には胸部レントゲンや胸部 CT が臨床現場で主に行われている。胸膜炎を併発して胸水が貯留すれば胸水検査や胸膜生検が行われる。最近では中皮腫や肺癌の胸膜転移に PET の診断が有用とされている。

正常胸膜自体は本来数ミクロンの薄い構造物であり通常の胸部単純レントゲンや CT では肉眼で確認できない。胸膜プラークや中皮腫のような胸膜病変は、胸膜が肥厚して病変が進行してはじめてレントゲンや CT で確認できる。また壁側胸膜と臓側胸膜との間隙である胸腔は正常ではごく微量の水分を保って肺がスライドするがその間隙を正常ではレントゲンや CT で撮影することはできない。胸腔に相当量の水や空気あるいは胸膜肥厚や腫瘍性病変が存在することによってはじめてレントゲンや CT で可視化され診断される。したがって特に胸膜中

皮腫などはレントゲンや CT 検査ではスクリーニング検査もしくは早期発見診断という点では応用が難しい問題がある。

呼吸器疾患分野で超音波検査はレントゲンや CT ほどの大きな位置づけはされてこなかった。呼吸器分野での超音波検査は胸水穿刺をするさいに穿刺の位置決めや胸膜生検での直視下の検査に用いられることが最も多いと思われる。しかし最近では救急分野で気胸の早期診断に超音波が用いられてきており臨床で応用されている。正常胸膜は超音波検査で確認できる。従って胸膜プラークや胸膜中皮腫も発症の早期に超音波検査で確認できる可能性がある。今回胸膜の超音波検査について総説し、特に胸膜プラークとびまん性胸膜肥厚の超音波検査所見の相違について述べる。今後超音波検査が胸膜疾患の早期発見や経過観察で用いられることを提唱したい。

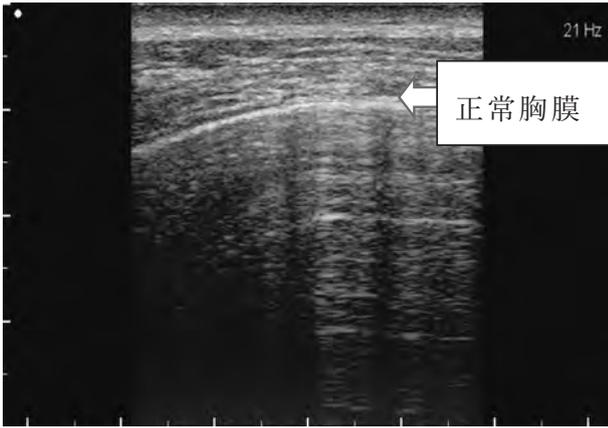


図1 正常胸膜像 (プローベを肋骨に水平にあてる場合)

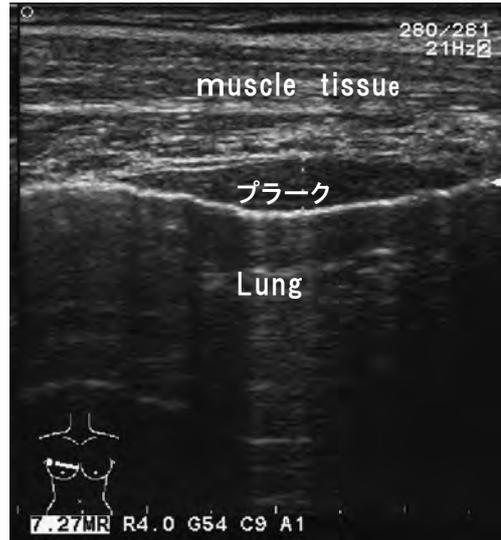


図3 胸膜プラークの超音波所見

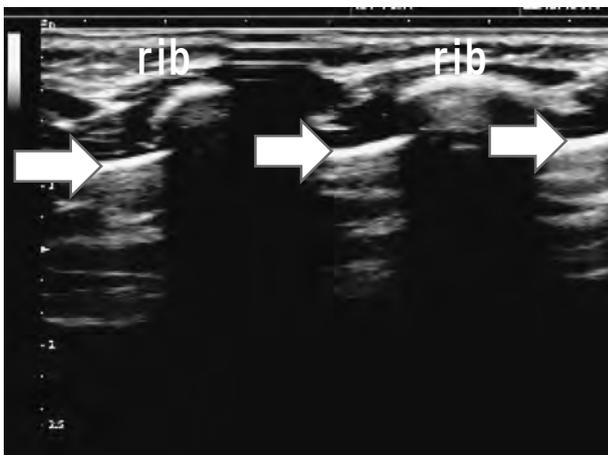


図2 正常胸膜像 (プローベを肋骨に垂直にあてる場合)

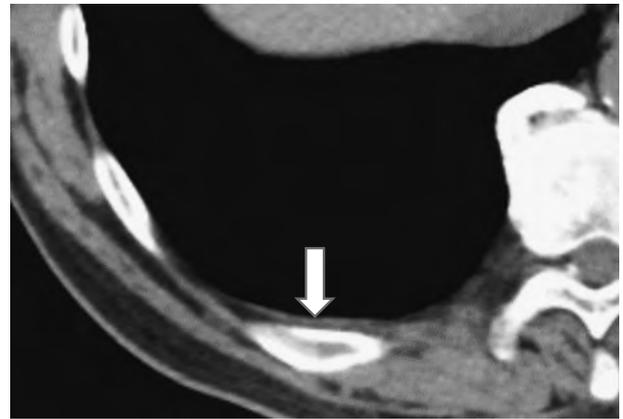


図4 75歳 石綿曝露歴なし症例のCT像

正常胸膜の超音波所見について

正常胸膜は胸筋群と肺の間に位置して高輝度のエコーを呈する。呼吸や心拍の影響をうけて lung pulse という臓側胸膜の振動する所見が得られる。図1 図2で正常像を示す。図2の矢印部は胸膜である。

またエコー画像上で臓側胸膜が呼吸運動とともに水平方向左右に反復移動することを lung sliding といい重要な所見である。これが確認できれば肺の癒着性変化はないものと考えられる。

胸膜プラークの超音波所見について

胸膜プラークは超音波上 hypoechoic であり内部に石灰化病変を有するとその部分に高輝度の陰影を呈し acoustic shadow を呈する。非石灰化プラークの多くは辺縁平滑でレンズ状の断面を有し、胸腔側に不整を呈するものもある(図3)。胸膜プラークと鑑別の必要な病態、所見は胸膜下脂肪、胸水、肋下筋、肋間静脈である。

胸膜プラークは壁側胸膜の肥厚であり呼吸により sliding しない。呼吸により sliding を認める臓側胸膜や

肺実質とはこのことによりまず明瞭に区別される。

胸膜プラークと鑑別すべき所見

- ①胸水
- ②脂肪組織
- ③肋下筋
- ④肋間静脈
- ⑤びまん性胸膜肥厚

①胸水については超音波検査の静止画では胸腔の低吸収域としての画像になるので胸膜プラークとの鑑別は難しいが呼吸性変動により大きさや形状が大きく変化することにより鑑別できるといえる。

②脂肪組織についても胸水と同様の所見である。ただ胸膜プラークとの鑑別には胸水ほどの形状の変化はないものの厚さが変化するのが動画で観察される。またドップラー検査を併用することで低吸収域内に脈管の存在を指摘できることにより胸膜プラークを除外できると考える。通常胸膜プラーク内にはドップラーによる血管の存

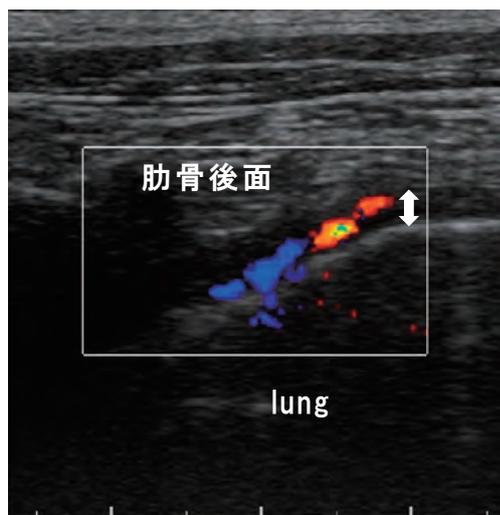


図5 75歳 石綿曝露歴なし症例の超音波像

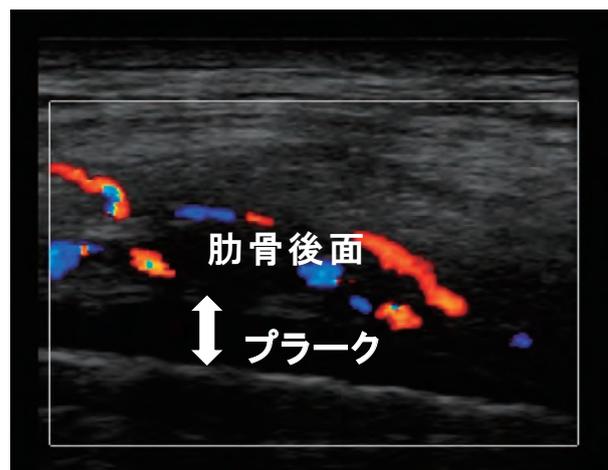


図7 78歳石綿曝露歴あり症例の超音波像

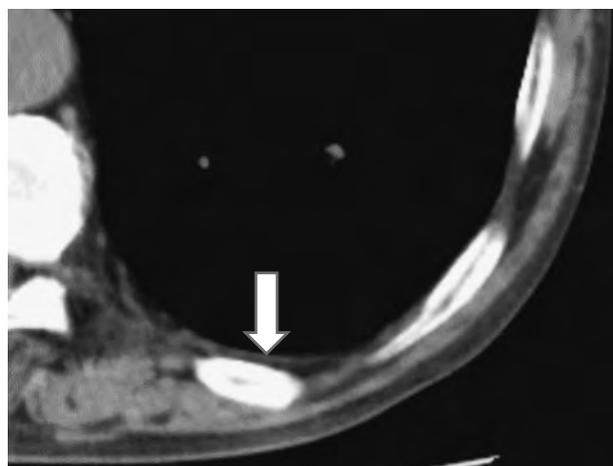


図6 78歳石綿曝露歴あり症例のCT像



図8 63歳大工の胸部レントゲン

在を認めない。

③肋下筋についても脂肪組織と同様の内容で胸膜プラークと鑑別できると考える。

④肋間静脈であるが胸膜プラークの鑑別について時に肋間静脈との鑑別が必要になることがある。肋間静脈は肋骨溝の内側を走行しておりドップラーを使用すると超音波検査で容易に描出できる。これに対して胸膜プラーク内にはドップラーで描出できる血流を認めないので容易に鑑別できる。

次に肋間静脈との鑑別が問題になる症例を示す。

図4は75歳男性で石綿曝露歴のない症例である。CTで矢印の先に胸膜肥厚所見を思わせる所見を認める。肋間静脈もしくは脂肪組織との鑑別が必要になる例である。

図5はこの部位の超音波検査である。肋骨後面と肺組織の間に低吸収域の帯状帯（両端矢印の領域）がありその中にドップラーで示されるように肋間動静脈が観察される。よって図11の所見は肋間動静脈であると判定され

る。

図6は石綿の職業性曝露のある症例である。CTで矢印先端に帯状陰影を認める。肋間静脈もしくは脂肪組織との鑑別が必要である。

図7はこの症例の超音波画像である。ドップラーで示すのは肋間動静脈であり肋骨溝に存在し肺組織との間隙（両端矢印で示す領域）に胸膜プラークが存在している。

⑤びまん性胸膜肥厚と胸膜プラークの超音波所見の相違

びまん性胸膜肥厚は胸膜の慢性炎症に伴う壁側胸膜と臓側胸膜の線維性癒着変化であり、胸部レントゲンや胸部CTで胸膜プラークとの鑑別は可能とされる。また肺機能検査についても通常%VCの低下など拘束性障害をきたすとされ、胸膜の線維性癒着のない胸膜プラークでは拘束性障害は見られずその点でも鑑別は可能とされる。しかし部分的な胸膜の癒着や画像上胸膜プラークと診断されても肺機能障害を呈する例は散見される。そのような症例の理解のためにも胸膜の超音波検査は以下のように有用である。

胸膜の超音波検査を実施することにより呼吸による肺の sliding が観察される。その場合はすなわち壁側胸膜と臓側胸膜の癒着性変化はないものと考えられる。しかしびまん性胸膜肥厚のように固い結合組織による癒着性変化のある場合は超音波検査で呼吸による肺の sliding は認められないか、もしくは低下している。後述するように M モードで検査することにより癒着性変化は証明される。もちろん超音波検査の特徴である動画でも lung sliding の消失所見により癒着性変化は確認される。

図 8 は 63 歳大工の胸部レントゲンである。石灰化胸膜プラークが観察される。

図 9 は同症例の胸部 CT である。石灰化胸膜プラークが確認される。

図 10 は同症例の超音波所見である。右が M モードで、バーコードのような線状が観察されない。バーコードサイン陰性である。lung sliding を認め肺の呼吸整変動は保



図 9 63 歳大工の胸部 CT

たれていると考える。

図 11 は 60 歳軽天工 びまん性胸膜肥厚症例の胸部レントゲンである。

図 12 同症例の胸部 CT である。

図 13 同症例の超音波所見である。右が M モード超音波所見である。肺組織部分にてバーコードに類似した線状画像が観察される。バーコードサイン陽性で lung sliding を認めないことより肺の癒着性変化が考えられる。

びまん性胸膜肥厚の診断に有用な超音波検査所見について

当院で胸部 CT にて診断したびまん性胸膜肥厚 11 例について超音波所見と胸部 CT 所見を比較検討した。(表 1)

男性 10 名女性 1 名でうち 6 名はびまん性胸膜肥厚として労災認定をうけている。3 名に胸水を認めた。この 11 名は全例肺機能障害を認めまた全例胸膜プラークを認めた。肺機能検査では %VC が平均 56.59% (最大 77.1% 最小 37.8%) であった。全例にエコー上先に述べたバーコードサインもしくは lung sliding の消失 (No lung sliding) もしくは lung sliding の減弱 (Weak lung sliding) を認めた。

なおこれらの所見は検査を実施した技師と医師との協議で決められ一致した所見を採用した。

われわれは USABCD の提唱する肺ゾーンを用いて、前胸壁側と背側の 4 ゾーンずつ計 8 ゾーンでルーチンに検査している。(左右の 1, 2 左右の 5, 6) 文献 12) 各ゾーンの観察で一カ所でもバーコードサイン, No lung sliding, Weak lung sliding の所見が認められれば所見あり

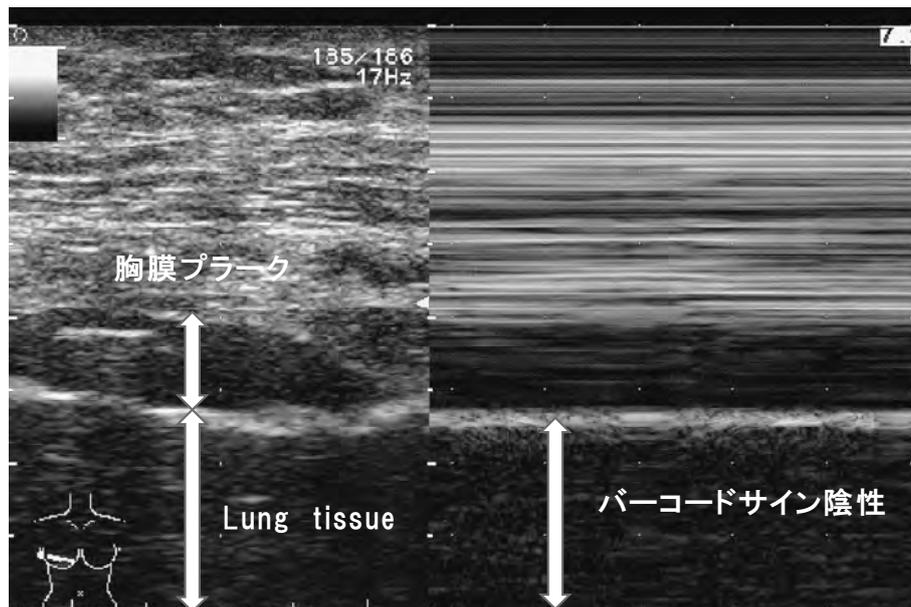


図 10 63 歳大工の超音波画像

としてカウントした。

表1で所見陽性ゾーンの数値は各ゾーンで認められた陽性ゾーンのカウント合計数である。これに示されるようにびまん性胸膜肥厚をCTで診断した全例で最低一カ所以上のゾーンでバーコードサイン陽性もしくはlung slidingの消失もしくは減弱なる所見を認めた。今回は例示していないが胸膜プラークのみあるいは片側胸壁1/2以上あるいは両側胸壁1/4以上の広範囲胸膜プラークの症例ではこれらの所見を全く認めなかった。よってこれらの超音波所見はびまん性胸膜肥厚に疾患特異性のある所見であると言える。すなわちびまん性胸膜肥厚の診断は超音波検査でこれらの所見を得ることにより診断できるものと考えられる。これはびまん性胸膜肥厚の新たな診断基準になる可能性を示している。なお胸水を認めた3例

では胸水部分のエコー所見ではバーコードサインもしくはlung slidingの消失もしくは減弱を認めなかった。すなわち胸水の存在部位では通常のlung sliding所見を認めたが胸水のない部位では胸腔間隙が癒着している部分がありそのような部位ではバーコードサインもしくはlung slidingの消失もしくは減弱を認めるのである。(図16~18)

症例No.8はびまん性胸膜肥厚にCT上被包化胸水もしくは器質化胸水の合併と診断していた。(図14)エコー検査によりフリーに移動する胸水であることが判明しており(図15)このようなケースにエコー検査を追加することの重要性を指摘した。

超音波検査の石綿関連胸膜疾患における応用の可能性

超音波検査ではドップラーによる血管系の情報とlung slidingの状況による肺の動態を動画もしくはM



図11 60歳軽天工の胸部レントゲン



図12 60歳軽天工の胸部CT

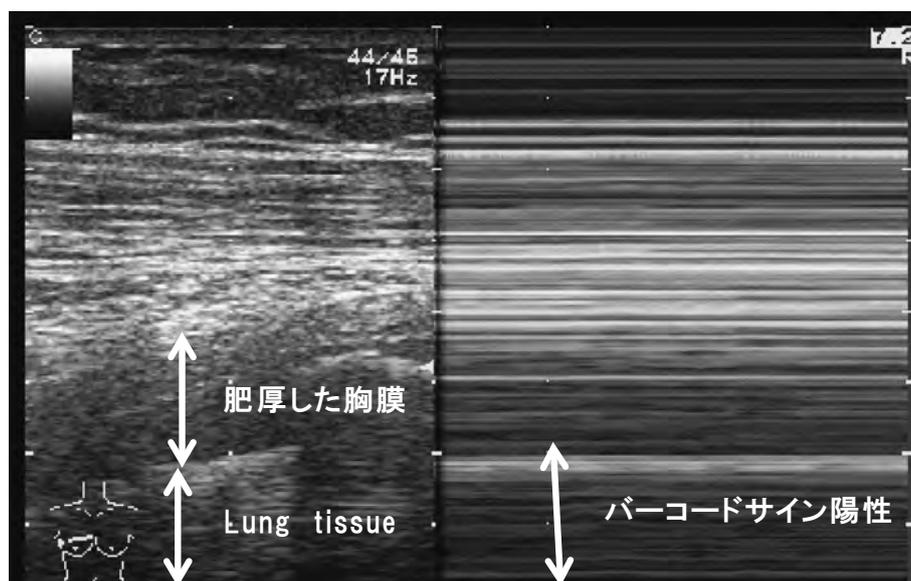


図13 60歳軽天工の超音波画像

表 1 当院で診断した 11 例のびまん性胸膜肥厚例

No	名前	年齢	職業	曝露年数	レントゲン肋横角鈍化所見	胸水	胸膜プラーク	所見陽性ゾーン数			肺線維化	VC	%VC	FEV1
								バーコードサイン	No lung sliding	Weak lung sliding				
1	GT	67	軽天工	30年	○	なし	○	6	6	2	PR0	2.02	58	1.71
2	MR	59	軽天工	25年	○	なし	○	3	5	2	PR1	3.55	47	1.55
3	SK	81	電工	58年	○	なし	○			2	PR0	1.82	63.6	0.84
4	MH	78	大工	24年	○	なし	○	5	5	1	PR1	1.13	37.8	0.57
5	MA	72	電工	10年	○	なし	○	4	5	1	PR0	1.6	51.4	1.25
6	KN	80	建設現場内作業	3年6カ月	○	なし	○	1	1		PR0	1.34	65	0.95
7	KK	54	石綿製品製造業	4年	○	○	○	2	3	1	PR0	1.34	38.3	1.36
8	YY	67	建設現場管理	30年	○	○	○	4	5	3	PR0	1.6	48.8	1.52
9	HN	76	石綿製品製造業	20年	○	なし	○		4	1	PR1	2.05	64.7	1.36
10	SS	82	大工	44年	○	○	○		4		PR1	2.06	70.8	1.46
11	SH	73	大工	57年	○	なし	○		3		PR0	2.53	77.1	1.99

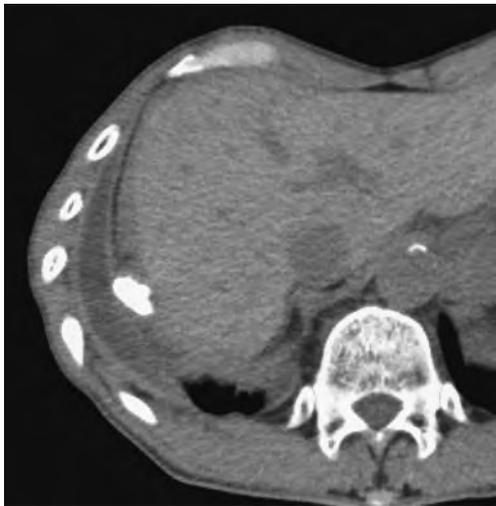


図 14 No8 YY の胸水部分の CT

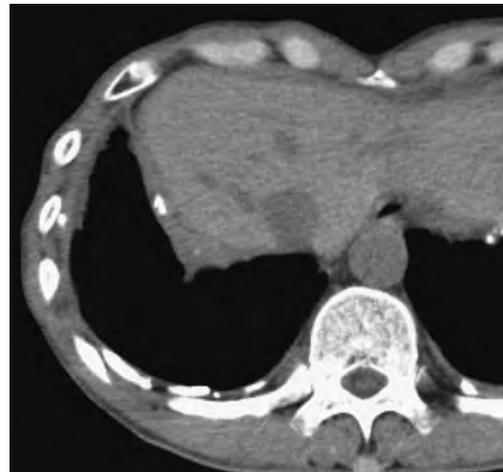


図 16 No8 YY の胸水のない部分の CT 像 胸膜プラークを伴った広範囲な胸膜肥厚像が観察される

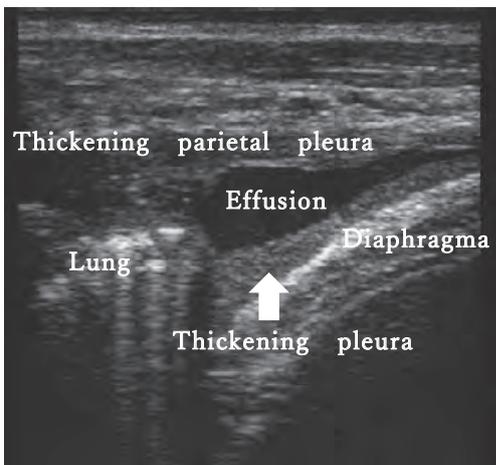


図 15 No8 YY の胸水部分の超音波像 肺は呼吸性運動 (lung sliding) を示す. 横隔膜上の胸膜肥厚がある (矢印)

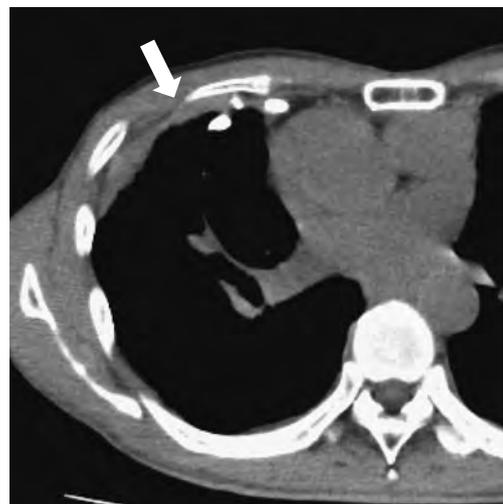


図 17 No8 YY の胸水のない部分の CT 像

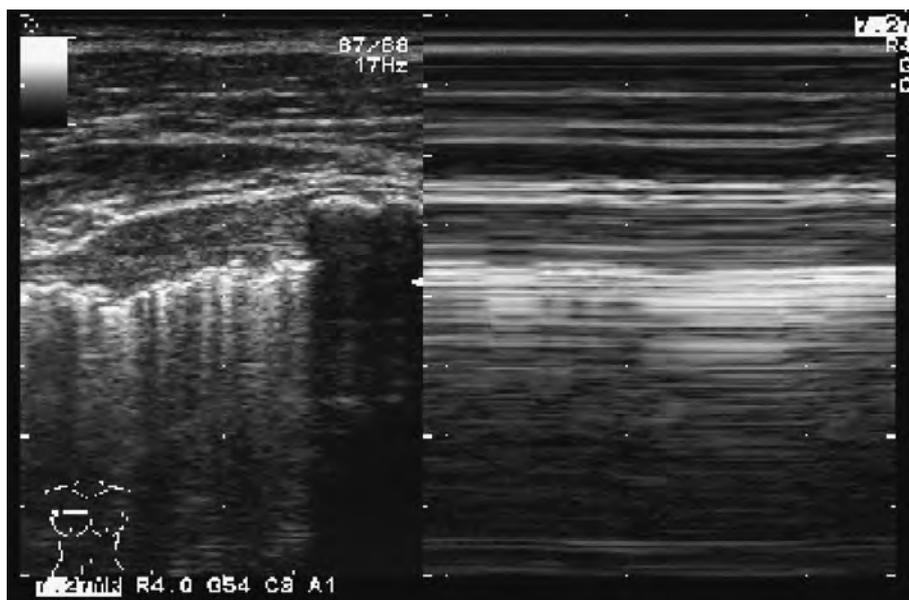


図 18 図 17 矢印部分の超音波像 M モードではバーコードサイン陽性である

モードで記録できる特徴がある。胸部レントゲンや胸部 CT は基本的に静止画像であり、胸膜疾患について超音波検査を行えば情報量が増えることになる。

今後放射線被曝のない超音波検査を臨床経過の観察に活用することにより胸膜中皮腫の早期発見やびまん性胸膜肥厚のような胸膜癒着性疾患の診断など临床上の有用性が得られることを期待する。

解 説

胸膜プラークの超音波所見については 1991 年に Morgan¹⁾が記載している。非石灰化胸膜プラークについては紡錘型を呈し石灰陰影を伴うものでは不整を呈するものもあるとしている。日本では名取らが昭和 59 年に日本超音波医学界講演論文集にて胸膜・胸腔の超音波像の特徴の解析を記載している。その中には胸膜と少量の胸水の鑑別について述べられている。また名取らは呼吸器領域の超音波検査を詳細に紹介している。^{2)~5)}また Sakai らは剖検例での胸膜の病理所見と超音波検査および CT 検査での対比を行っている。⁶⁾⁷⁾

今回我々は胸膜プラークを超音波検査で診断および長期管理することの意義を述べた。特にドップラーや動画の活用を示した石綿関連疾患の報告は調べる限りこれまでない。またびまん性胸膜肥厚についてもその超音波検査所見について記載した文献はない。

胸膜プラークを超音波検査で診断する意義については超音波検査の空間分解能が優れている点である。それにより薄層の胸膜プラーク (1mm 以下の厚さ) についても検出可能であることが考えられる。

現在胸膜プラークを認める職業性石綿曝露の労働者には石綿健康管理手帳を用いて定期的な健康診断が実施さ

れている。これにより主に肺癌の早期診断が行われている。しかし胸部単純レントゲンと胸部 CT 検査を長年にわたり実施するわけであるから放射線被曝の心配が常にある。

これに対し、超音波では被曝が問題にならないのと繰り返し検査を実施できるのが特徴であり利点であるといえる。

また超音波検査は胸膜の癒着についての評価が可能である点が重要である。

肺は呼吸により胸壁と臓側胸膜および壁側胸膜を隔てて擦れ合う運動をしている。それが超音波では lung sliding として認識される。

胸膜の癒着する病態たとえば癌の胸膜転移や肺癌の胸壁浸潤あるいは胸膜炎後の癒着性変化やびまん性胸膜肥厚のような病態では臓側胸膜と壁側胸膜の lung sliding が低下することが予想される。これについては肺癌症例について中野⁹⁾らの報告がある。

びまん性胸膜肥厚については藤本⁹⁾らの報告もあるが主に胸部 CT 検査での診断であり超音波検査を利用した報告はこれまでみられない。

さらに超音波検査により胸膜直下の病変を指摘できる可能性および胸膜中皮腫などの胸膜疾患の早期診断ができる可能性が示唆される。

野村¹⁰⁾は肺エコーの総説の中でバーコードサインについて述べている。M モード像にて肺組織が呼吸性運動していると臓側胸膜が浜辺の波打ち際ライン、そして肺実質が波のようにみえるため seashore sign という。(図 10) seashore sign が呼吸運動で肺が動いている静止画なら stratosphere sign は肺の動きが確認できない M モード所見である。肺実質部のラインには動きがなく横一直

線のラインとなる(バーコードサイン図 13)。さらに胸水や脂肪組織との鑑別も M モードを用いれば鑑別可能であると考えられる。

Lichtenstein¹¹⁾は lung sliding の消失は臓側胸膜と壁側胸膜の炎症による癒着や肺膨張の消失, 無気肺, 無呼吸と気胸や肺切除でみられるとしている。

われわれは CT で診断したびまん性胸膜肥厚の全例で最低一カ所以上のゾーンでバーコードサイン陽性もしくは lung sliding の消失もしくは減弱する所見が存在することを初めて示した。(表 1) これらの超音波所見はびまん性胸膜肥厚に疾患特異性のある所見であると言える。これはびまん性胸膜肥厚の新たな診断基準になる可能性を示している。また器質化胸水と思われた胸水部分についてはこれらの所見を認めないことも示した。しかし多房性胸水のような例はまだ自験例がないので今後の症例の集積が待たれる。

石綿関連疾患の経過観察には長期を要するという特徴がある。超音波検査を利用した胸膜の観察診断はこれまで報告されたことがない。

Smargiassi ら¹³⁾は 59 人の石綿曝露歴のある元男性労働者について超音波検査と CT 検査の所見を比較検討した。胸膜肥厚, 肺末梢性局所的間質性変化, 石綿肺, 肺末梢性浸潤性変化などについて超音波検査は感度特異度ともに高値であったことを記載した。

超音波検査はレントゲン検査や CT との比較で放射線被ばくの少ない利点があり, 石綿関連疾患のように経過の長い特徴の疾患をみていく経時的な検査としては安全で安心のある検査であるといえる。経済面や検査のアクセスのよさあるいは超音波の解像度の進歩などを鑑み, 今後胸膜疾患における超音波検査の位置づけをぜひ再検討するべきであると考えられる。

結 論

胸膜の超音波検査により胸膜ブランクの診断は可能である。M モードやドップラーあるいは動画撮影を用いて肋間静脈や胸水や脂肪組織との鑑別も可能になる。さらにびまん性胸膜肥厚についても lung sliding の有無や M モードでのバーコードサイン所見を調べることで超音波検査により診断可能である。

利益相反：利益相反基準に該当無し

本論文の要旨は第 64 回日本職業・災害医学会 (2016 年 10 月 22 日～23 日於仙台) および第 57 回日本呼吸器学会学術講演会 (2017

年 4 月 21 日～23 日於東京) で発表した。

以上の研究は医療法人青和会検査技師 平田由紀子氏 岸本恵理子氏 放射線技師 野路達夫氏 他看護師事務含めたスタッフの協力により完成されたものでありここに深謝する。また石綿疾患について教えをいただいた故海老原勇医師に深謝する。

文 献

- 1) Morgan RA, Pickworth FE, Dubbins PA, Mcgavin CR: Clinical radiology 44: 413—416, 1991.
- 2) 名取 博: 胸膜, 胸腔の超音波像の特徴の解析. 日本超音波医学雑誌論文集中 45: 745—746, 1984.
- 3) 名取 博: 肺・胸郭疾患の超音波診断. 呼吸と循環 32: 569—574, 1984.
- 4) 名取 博: 呼吸器領域の超音波診断法とその機器. 呼吸 3: 195—203, 1984.
- 5) 名取 博, 玉城 繁, 吉良枝郎: 新しい超音波診断法 6 胸部・呼吸器・臨床検査. 22: 644—650, 1978.
- 6) Sakai F, Sone S, Kiyono K, et al: High resolution ultrasound of the chest wall: Fortschr. Röntgenstr 153 (4): 390—394, 1990.
- 7) 酒井文和, 曾根脩輔, 他: 胸壁・胸膜の超音波像の検討. 日本超音波医学雑誌論文集中 605—606, 1989.
- 8) 中野 昇, 大山重勝, 古武彌宏, 他: 胸膜癒着の超音波診断—肺癌症例における検討—. 日本超音波医学会講演論文集 197—198, 1990.
- 9) 藤本伸一, 玄馬顕一, 岸本卓巳: 石綿ばく露によるびまん性胸膜肥厚の臨床. 日職災医誌 59: 159—162, 2011.
- 10) 野村岳志: Point-of-care lung ultrasound. 日集中医誌 23: 123—132, 2016.
- 11) Lichtenstein DA, Menziere GA: Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. Chest 134 (1): 117—125, 2008.
- 12) usabcd (Ultrasound Airway Breathing Circulation Doctor) Available from: <http://usabcd.org/> (accessed 2016-4-01)
- 13) Andera Smargiassi, Giuliana Pasciuto, Ilaria Pedicelli, et al: Chest ultrasonography in health surveillance of asbestos-related lung disease. Toxicology and Industrial Health 33 (6): 537—546, 2017.

別刷請求先 〒577-0054 大阪府東大阪市高井田元町 1-3-1 渋川ビル 1 階
医療法人青和会みずしま内科クリニック
水嶋 潔

Reprint request:

Kiyoshi Mizushima
Medical Corporation Seiwakai, Mizushima Internal Medicine Clinic, Shibukawa Building First Floor, 1-3-1, Takaidamotomachi, Higashi Osaka-shi, Osaka, 577-0054, Japan

Ultrasonographic Diagnosis of Pleural Plaque and Diffuse Pleural Thickening

Kiyoshi Mizushima

Medical Corporation Seiwakai, Mizushima Internal Medicine Clinic

In recent years, we have started seeing reports on applications of ultrasonography in the field of respiratory medicine. In regard to pleural plaques, descriptions of ultrasonographic features have already been reported, but this technique is still far from being utilized for the diagnosis. Ultrasonography is a safe and radiation-free examination method, and is considered to be useful for screening of patients with conditions requiring long-term observation such as pleural plaques. We use ultrasonography as a diagnostic tool in asbestos-related pleural diseases, particularly pleural plaques and diffuse pleural thickening, and have described the imaging features for differentiation and the identification of clinical signs. Pleural plaques are due to thickening of the parietal pleura with the absence of sliding caused by the act of breathing, which provides a clear distinction from the visceral pleura and lung parenchyma, where sliding is present. Pleural plaques appear hypoechoic on ultrasonography and those containing a calcified lesion show a bright echo accompanied by acoustic shadowing. Conditions and findings that need to be differentiated from pleural plaques are subpleural fat, pleural effusion, subcostal muscles and intercostal veins. In our report, we stated that differentiation from these conditions/findings on ultrasonography is possible with sufficient vascular information obtained through Doppler imaging and recording of lung dynamics, based on lung sliding, by video or M-mode. In cases with reduced or absent lung sliding on ultrasonography, adhesive changes affecting the visceral pleura and parietal pleura are suspected. This suggests the usefulness of ultrasonography in the diagnosis of pleural diseases with restrictive pulmonary dysfunction, such as diffuse pleural thickening. Ultrasonography may be proven useful in the early detection of pleural mesothelioma and the diagnosis of pleural adhesive diseases in the future

(JJOMT, 66: 389—397, 2018)

—Key words—

pleural plaque, ultrasound, diffuse pleural thickening