—特集(間質性肺疾患)
の病態と診断—

間質性肺疾患における fine crackle の診断的意義

村田 朗

日本医科大学内科学第4教室

Diagnostic significance of fine crackles in interstitial pulmonary disease

Akira Murata

The Fourth Department of Internal Medicine, Nippon Medical School

はじめに

従来から特発性間質性肺炎には、特有の細かな断続性ラ音が聴かれることは知られており、日本でもベルクロ (velcro) ラ音という用語 (呼び名) が使われてきました。これは、メイヨークリニックの DeRemee が、1969 年に肺線維症の診断にマジックバンドをはがすときの音、すなわちベルクロラ音が役立つこと、そしてベルクロラ音が聴こえれば肺線維症と診断してもよいという内容の論文を発表して以来、この名称が有名になり、それ以後ベルクロラ音という用語が使われて来ました。ベルクロとはマジックバンドを作っている会社の名前で「ピロード」を意味する velcro と、「小さなかざり」を意味する croikell の合成したもので

す。こうした理由から、ベルクロはあくまで、俗称で医学用語ではありません。

1. 各国の肺音用語 (表 1)

1985 年に日本で開催された第 10 回国際肺音学会のときに出された、各国の肺音分類を示したものです¹⁾。このとき肺音用語の統一が提唱され、現在、日本においてはこの断続性ラ音を「捻髪音」と表現されていて、最近改訂された日本胸部疾患学会の用語集でもそのように扱われています。一方、アメリカ胸部疾患学会 (ATS) の公式用語では「fine crackles」が使われています。

2. 断続性ラ音の特徴 (表 2)

断続性ラ音は、持続時間 25 msec 以内の断続的

表 1 ラ音の 4 分類と各国の命名¹⁾

	日本	英国	独	米国	仏
Discontinuous					
Fine	捻髪音	Fine crackles (= Fine rales/ crepitations)	Feines Rasseln	Fine crackles	Rales crepitants
Coarse	水泡音	Coarse crackles (= Coarse rales/ crepitations)	Grobes Rasseln	Coarse crackles	Rales bulleux ou Sous-crepitants
Continuous					
High pitched	笛(様)音	Wheeze (= High pitched wheeze/rhonchus)	Pfeifen	Wheezes	Rales sibilants
Low pitched	いびき (様)音	Rhonchus (= Low pitched wheeze/rhonchus)	Brummen	Rhonchus	Rales ronflants

(肺の聴診に関する国際シンポジウム, 1985 年)

表 2 捻髪音 fine crackle と水泡音 coarse crackle の特徴²⁾

	捻髪音 (fine crackle)	水泡音 (coarse crackle)
音の高さ	高	低
密度	密	粗
出現時期	吸気終末	吸気初期～呼気
姿勢の影響	+	-
恒常性	+	-
時間軸拡大 振動波形

なパルシブ(破裂的)な音とされています(ATs). 時間軸拡大波形でみると, 個々のクラックルは, 1つの最初の振れ(Initial deflection; ID)と, そ

れに引き続く数個の急速に減衰する振動から成り立っています²⁾. 間質性肺炎で聴かれる fine crackle (捻髪音) は, 音の高さが高く, 1吸気に含まれるクラックルの数が多く, 出現のタイミングは病初期には吸気終末で, 肺底部に局限します. しかし, 重症度が進行するにつれて広く分布するようになります. 1個のクラックルの持続時間は 5 msec 以内と短く, 姿勢の影響をうけやすい性質があります. 反対に Coarse crackle (水泡音) は音の高さは低く, 密度は粗く, 出現タイミングは吸気初期で, 持続期間は 10 msec 以上と長く, 咳により変化しやすい性質があります.

3. 間質性肺炎症例と肺音計

図 1a は日本医科大学第 4 内科で開発しました肺音計です. 上段は呼吸位相と呼吸音を, 中断にカーソル部分の拡大像, 下段はスペクトログラムを示します. 呼吸位相は吸気相が下に, 呼気相は

図 1 初期の間質性肺炎症例

図 2 進行した間質性肺炎症例

上を向くように示されております。スペクトログラムより吸気呼吸音が大きく、呼気呼吸音が小さいため肺呼吸音とわかります。また、吸気終末に持続時間の短い fine crackle の波形が認められ、初期の間質性肺炎症例を示します (図 1 b)。拡大像では単発の fine crackles 波形と 2,000 Hz の高調周波数成分が多く認められます。

図 2 a の呼吸位相では、吸気相が上に向くように示されております。吸気全相にわたり fine crackle が認められ、進行した間質性肺炎症例と認められます (図 2 b)。中断の拡大像では上段において吸気時の初期より fine crackles 波形が認められ、全相に及んでおりますが、呼気相には認められておりません。

4. 断続性ラ音の発生機序

現在, crackles の成因は未だ完全に解明されていませんが, coarse crackles は気道内分泌液によ

る液体膜が、呼吸運動により破裂することで発生すると説明されています。一方, fine crackles は、閉塞した小気道の急激な解放に伴う閉鎖部位前後の圧格差の急激な均一化や、気道壁にかかった張力の急激な変動によると考えられています。イギリスの Fogacs が 1967 年に提唱した末梢気道が爆発的に開放するという音の発生の考え方は、1983 年にボストングループの Fredberg & Holford が stress quadrupole theory という数学的なモデルによって推論しました。これは、気道に沿った軸と直角の面において 4 つの方向、すなわちクローバの葉状の 4 つの方向の圧関係においてクラックル波形のシュミレーションを行って、発生機構を推論したものです。

日本においても、1985 年、北大の棟方らがイヌの摘出肺の表面にプラスチックカプセルを付けて機密ボックス内に吊るし、陰圧ポンプを用いて肺葉を換気させる実験を行い、クラックルの発生が

図 3 カプセル実験によって得られた fine crackle³⁾

肺胞内圧の急激な変化とタイミングが一致することを実験的に示しました (図3)³⁾。すなわち、肺をポンプで圧縮して人工的な無気肺をつくり、次に空気を入れることによって肺胞がだんだん開き、発生した fine crackle を分析しました。そのときカプセル内圧は肺胞内圧 (Transairway pressure; Pta) を反映していると考え、この圧とボックス内圧、すなわち胸腔内圧 (Transpulmonary pressure; Ptp) を測定しました (図3 a)。図3 b の上段は肺音、下段は肺胞内圧 (Pta)、胸腔内圧 (Ptp) です。吸気の始めは、胸腔内圧がだんだん下がっていくと、ほぼ平行して肺胞内圧も下がり、やがて肺胞内圧があるところ (矢印↑) で変曲点をつくって、0のほうに戻りますが、この変曲点と音の出る点とがよく一致するということを報告しました。肺胞内圧は急激に0に戻るところというのは、末梢の気道が開放するところと考えられるため、この音は末梢気道が開放することと直接的に関係すると結論しております。

5. 肺線維症と fine crackles

現在まで、特発性間質性肺炎について、病期によって fine crackles の性質がどのように変わるか検討した成績はありませんが、類似の病態である石綿暴露者における肺線維症 (石綿肺) について検討した、奈良医大の白井と日本医大の工藤らの報告では、石綿工場従業員の深呼吸時において、fine crackle の有所見者は、コントロールが15.3%に比して44.1%と高値であり、有意差が認められております (表3)⁴⁾。

次に、この石綿の暴露があり間質性肺炎が疑わ

れる石綿工場従業員と暴露歴のないコントロール対象に、最大呼気位まで強制呼吸させた (VC manoeuvre) 場合と安静呼吸気位まで安静呼吸させた場合 (FRC manoeuvre) を比較しました。コントロールの対象においても高齢になると fine crackles の出現は認められますが、暴露歴が長い石綿工場従業員の高齢者ほど fine crackles の検出率は著明に高く認められました。特に換気量にも影響が認められ、安静呼気位までの呼吸での検出率が有意差をもって高値でありました (図4)⁴⁾。

また、間質性肺炎の検出率を胸部 X 線と fine crackles という肺音で比較したとき、胸部 X 線学的には正常者も、7.2%に fine crackles が聴取で

図4 石綿工場従業員における年齢と聴診有所見率⁴⁾

表4 石綿肺ラ音の肺音図学的分析と胸部 X 線所見⁴⁾

胸部 X 線所見* (例数)	第1群 正 常 (249)		第2群 軽度石綿肺 (12)		第3群 中等度・ 高度進展石綿肺 (9)	
	18	7.2%	11	91.7%	9	100%
Bibasilar F.C.						
Late insp. crackles	16		9		2	
Holoinsp. crackles	0		1		4	
Insp. and exp. crackles	1		2		4	
Crackles with short wheeze	1		1		4	

*ILO-UC 分類による

表3 石綿工場従業員における聴診所見 (白井、工藤、三上ら)⁴⁾

	石綿工場従業員 270 名	コントロール 222 名	P Value
深呼吸および RV-Breath hold 聴診	有所見者数 (%)	有所見者数 (%)	
Fine crackle	119 (44.1)	34 (15.3)	p<0.01
片 側	32 (11.9)	24 (10.8)	N.S.
両 側	87 (32.2)	10 (4.5)	p<0.01

図5 石綿工場従業員における暴露歴と有所見率との関係 (Fine crackles と胸部異常影)⁴⁾

き、吸気終末に多いことが認められました。また、胸部 X 線上、軽度以上の間質性肺炎像が認められる症例においては 91%、100% の比率で fine crackles が聴取できました。このときの呼吸位相では吸気終末に多い傾向はありますが、重症になるにつれ呼気性においても聴取可能でありました (表 4)⁴⁾。

肺線維症の fine crackles 聴取および胸部 X 線上の認識時期の比較では、以前からいわれているように、fine crackles の聴取は胸部 X 線で画像的に指摘される以前から有意に指摘可能であり、肺聴診の感度の鋭敏さが認められています (図 5)⁴⁾。

まとめ

断続性ラ音の検出とその特徴づけは、未だその

機序が完全にわかっていないにもかかわらず臨床的には有用と考えられてきました。一般に、fine crackles の聴取可能な疾患としては、特発性間質性肺炎、過敏性肺臓炎、膠原病肺、石綿肺、ARDS、肺水腫の初期など胞隔に病変をきたす疾患があげられます。逆に、サルコイドーシス、粟粒結核、癌性リンパ管症、LIP、カリニ肺炎など、肉芽腫性疾患、小葉隔壁への細胞浸潤によって広義の間質病変をきたす疾患では、びまん性肺疾患ではありますが、crackles は聴くことができないのが特徴とされており、病変形成の場と crackles の発生とが密接に関連していることがうかがわれます。

以上から、胸部 X 線写真より早期に聴取可能である、fine crackles の検出は有用であります。また、びまん性肺疾患では、肺病変の部位により肺音の性質が異なるため、今後、各疾患における肺音解析を、症例を重ねて行うことが必要と考えられています。

文 献

- 1) 三上理一郎：肺の聴診に関する国際シンポジウム。ラ音の分類と命名。日医師会誌，94，2050～2055，1985。
- 2) London, R., and Murphy, R.L.H. : State of the art ; Lung sounds. Am. Rev. Respir. Dis., 130, 663～673, 1984.
- 3) 本間行彦：Fine crackles の発生機序について。Therapeutic Research, 8, 1307～1320, 1988.
- 4) 白井史朗，竹沢祐一，塩谷直久他：石綿曝露者に聴かれる断続性ラ音の音響学的解析。日胸疾会誌，20，1156～1162，1982。

(受付：1996年 7 月12日)