

臨床で役立つ肺音の聴診

洛和会音羽病院 洛和会京都呼吸器センター

長坂 行雄

洛和会音羽病院 呼吸器内科

土谷 美知子・坂口 才・中西 陽祐・味水 瞳・森川 昇

洛和会音羽病院 呼吸器外科

一瀬 増太郎・上田 桂子

【要旨】

聴診器発明から200年になる。肺聴診は病態を即時に判断できる技術である。肺音は呼吸音(肺胞音、気管支音)と副雑音(ラ音、それ以外)に分けられる。肺胞音が聴かれる肺の大半で呼気がはっきり聞こえれば気管支音化である。軽度の気道狭窄や肺の硬化の可能性がある。ラ音は連続音のウィーズ、ロンカイ、ランブルと不連続音のクラックルに分けられる。連続音は気道狭窄で聴かれ胸部X線の異常を伴わない。不連続音は肺炎、間質性肺炎などの肺胞病変で聴かれ胸部異常陰影を認めることが多い。このような所見は聴診器をしっかりと当てて、患者に少し大きい息をさせることで得られる。前胸部と背部でそれぞれ4カ所聴診するのが基本であるが、各部位でよく聴かれる音の特徴を理解すれば聞き逃しなく、正確な所見が得られる。

Key words : 聴診、肺音、呼吸音、ウィーズ、クラックル

【はじめに】

ラエンネックの聴診器発明から200年を超えた。肺聴診は、呼吸器疾患の病態を即時に判断できる診療技術である^{1) 2)}。用語は長い歴史による変遷で複雑だが、統一が図られている³⁾。最近では肺音に関する出版も増えて、肺音の解析画面を見ながら肺音を聴けるなど、聴診教育の環境は大きく改善し、ナース、PTにも聴診は活用されている。医師にもぜひコメディカルを指導する知識を持っていただきたい。コンピュータによる自動解析^{4)~6)}の実用化も期待される。

【肺聴診の用語】

1985年に東京での国際肺音学会で、三上らが報告⁷⁾した表記(図1)が基本になる。本稿もこの表記に準じるが、クラックル、ウィーズなどのカタカナ表記を用いる。肺音のイメージには、個人差があり⁸⁾、本稿で解説する肺音も、「ナースのための肺の聴診」⁹⁾、「聴いて見て考える肺の聴診」¹⁰⁾、「CDによる聴診トレーニング」他^{11) 12)}などウェブやCDで聞きながら確認していただきたい。

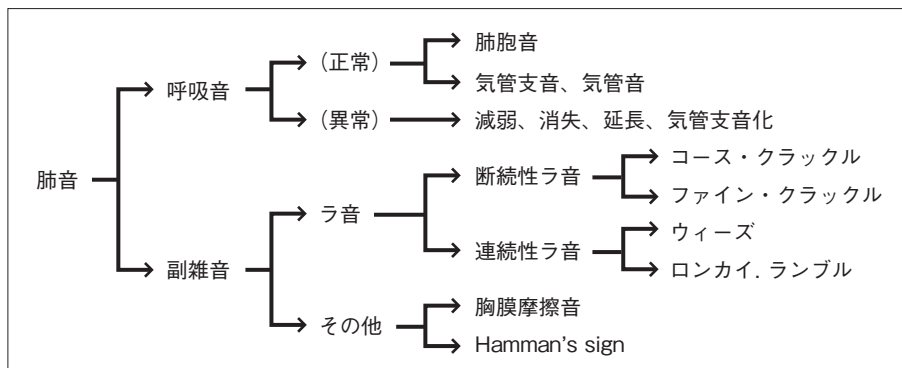


図1 肺音の分類

肺の聴診に関する国際シンポ、三上1985より引用 (ラ音をカタカナ表記にするなど一部改変)

肺音 (lung sounds) は呼吸音 (breath sounds) と副雑音 (adventitious sounds) に分けられる。(図1) 呼吸音は、肺音全体をさす言葉としても使われているが、正確には正常で聴かれる呼吸音で副雑音は含まない。肺胞音と (vesicular sounds) と気管支呼吸音 (bronchial sounds) に分けられる。

呼吸音以外の肺音を、副雑音と呼ぶ。ほとんどはラ音 (肺から出る異常音) で、断続性 (クラックル) と連続性 (ウィーズ、ロンカイ) に大別される。肺以外からでる副雑音は、胸膜摩擦音とHamman's signである。

連続性ラ音のうち高調音はウィーズ (wheezes : 喘鳴)、低調音はロンカイ (rhonchi : 低調性連続性ラ音. *単数はrhonchus) と記載する。断続性ラ音は細かく揃った、と表現されるファイン・クラックル (fine crackles : 小水泡音) と粗いと表現されるコース・クラックル (coarse crackles : 大水泡音) と記載する。英語では、大半が複数表記だが、カタカナ記載によって単数表記か、複数表記かの問題は回避できる⁹⁾。

【呼吸音 (肺胞音と気管支音)】

頸部に近い部分以外で広く聴かれる呼吸音が肺胞音である。呼吸音は気道内の乱流によって気道壁が振動することで発生する。肺胞音では、吸気音ははっきり聴こえるが、呼気音は小さく聴き取りにくい。肺胞音と呼ばれるが、音源は気管支である。スポンジのような肺胞組織からは音は発生しない。気管支音は、呼気もはっきり聴こえ、前頸部で聴かれる気管音に近い。肺胞音では吸気が400Hz前後、

呼気が200Hz前後、気管支音では吸気が600Hz前後、呼気が400Hz前後までの音が聴取される¹³⁾。(図2)

正常では聴こえない部分で呼気音のはっきり聴こえる場合を、気管支音化という。気管支音化は、スースーと聴こえるので正常呼吸音と間違いやすい。片側だけ、あるいは肺の一部だけで呼気をはっきりと聴こえるような左右差があれば気管支音化である。また、普段と比べて呼気をはっきり聴こえるようになれば「気管支音化」である。

気管支音化の原因は、

- ①気管支の狭窄によって気道内で発生する音が大きくなる (例：喘息)
 - ②肺が固くなり、気道内で発生する音が体表に伝わりやすくなる (例：間質性肺炎)
- の2通りである。

喘息で気管支音しておれば、ウィーズが発生しない程度の気道狭窄がある。発作の初期や、喘息のコントロールが不十分な状態で、気管支音化する。気管支音化しているときは呼気のNO濃度や誘発喀痰中の好酸球が増加しており、気道炎症が強い^{14)~17)}。呼気をはっきり聴こえれば何らかの気道炎症があり、吸入ステロイドの服薬状況など確認する必要がある。小児でも、非発作時でも吸気音のピッチが高ければ重症であり喘息コントロールが改善すれば肺音のピッチが下がる¹⁸⁾。

肺癌や異物による気道狭窄でも気道内の乱流が強くなり、

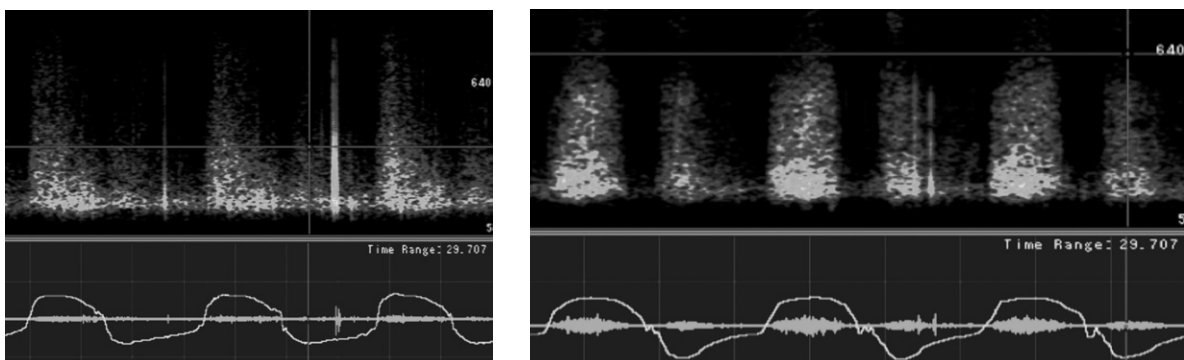


図2 肺胞音 (左) と気管支音 (右) のサウンドスペクトログラム

縦軸は周波数で肺胞音の赤い横線は300Hz、気管支音の横線は600Hzである。横軸は約6~8秒の経過で、音の強さは色と明るさで示される。肺胞音、気管支音とも2呼吸サイクルを示す。明るく高い青緑の山が吸気で、あとに続く低くやや暗い山が呼気である。肺胞音では呼気の山の高さ (ピッチ) は吸気の半分ほどであるのに対し、気管支音では、呼気の山の高さが吸気に近い。

気管支音化する。片側全体の気管支音化では、主気管支などの中枢気道狭窄を疑う。間質性肺疾患では、肺胞壁が肥厚し、肺が硬くなるので、肺胞が本来持っていた高い音を通しにくい性質（ハイカット・フィルター効果）が減弱し、呼気もよく聴こえる。両側肺底部で気管支音化することが多い。肺炎でも気管支音化するが、クラックルで気づくことが多い。

【連続性ラ音と断続性ラ音】

副雑音のうち連続音（ウィーズ、ロンカイ）は気道病変、断続音（クラックル）は肺胞病変を示す。つまり、ウィーズ、ロンカイが聴かれるときは胸部X線で所見がなく、クラックルでは何らかの陰影がある可能性が高い。

【ウィーズとロンカイ、ランブル】

気道に何らかの狭窄があることを示す。連続性ラ音は音の性質（高さ）によって、ウィーズ、ロンカイに分けられる。ロンカイは楽音（ウィーズのような単音では澄んだ音）の場合と非楽音（痰が絡んだようなゴロゴロした音）で使われる場合があった。低調ウィーズのロンカイ（楽音）は、ウィーズに準じた処置が必要であるし、非楽音であるランブル（rumble：非楽音の連続性低調音）は気道過分泌への対応が必要である。

ウィーズは、基本的には楽音で、狭窄部位から発生する渦流と気道壁のflatteringで発生する。気管支音化よりも高度で部分的な気道狭窄を示唆する。ウィーズはモノフォニック（単音性）とポリフォニック（多音性）に分けられる。

モノフォニック・ウィーズ（図3）は、比較的澄んだ単一周波数の連続音で、擬音ではヒュー、キューと表現できる。呼気のモノフォニック・ウィーズは広がりをもつが、吸気だけのモノフォニック・ウィーズは5cm離れても聴こえなくなる。呼気のモノフォニック・ウィーズは、太い気管支、吸気のモノフォニック・ウィーズは比較的末梢の細い気管支の部分的な狭窄（気道攣縮あるいは固い分泌物貯留）で発生すると考えられる²⁰⁾。

モノフォニック・ウィーズは、喘息の軽度気道攣縮で聴かれ、 β 刺激薬の吸入で改善する²¹⁾。同じ部位で何度もモノフォニック・ウィーズが聴こえたら器質的な気道狭窄の可能性が高い。狭窄部位の形状により、ザーという感じの白色雑音がかぶった感じのこともある。CTなどで気道の器質的な病変がないかを確認する²²⁾。器質的な狭窄でも、喘息発作の治療によって一時的に喘鳴が軽減し、症状も改善することがあるので、治療反応性だけでは器質的な疾患を除外できない。

ポリフォニック（多音性）ウィーズ（図3）は楽音が複数重なった濁った連続音（不協和音）で、ギューなどと表現できる。気道炎症のひどい時に聴かれ、全身的なステロイド投与を要する。多音性は、音源になる気道狭窄部位が多いことを示している。我々の検討では構成するウィーズ音の成分が多く、また持続が長いほど気道炎症が強い²¹⁾。濁った音で、ギュー〜と引っ張るような音が長く続くほど重症で、より大量のステロイドの全身投与が必要である。

喘息のウィーズの9割は、頸部の聴診でよく聴こえる。かなり広範に聴かれるが、喘息では左右差、部位による強弱

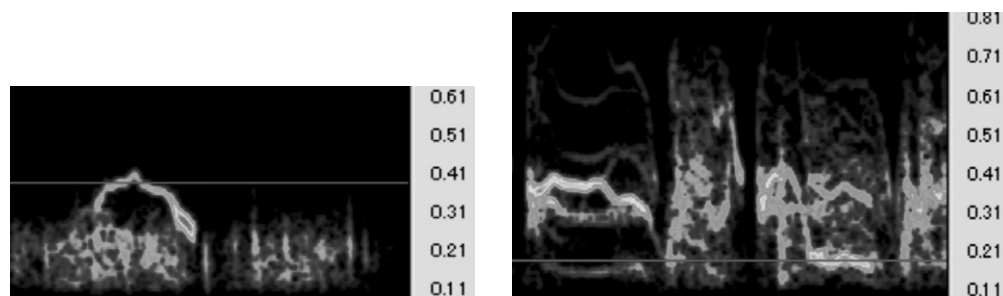


図3 モノフォニック・ウィーズ（左）とポリフォニック・ウィーズ（右）のサウンドスペクトログラム

横軸は時間で約7秒の経過で、右端の数字は周波数でkHz、音の強さは色と明るさで示される。モノフォニック・ウィーズは、約400Hzから200Hzまで変動しているへ字形の線で示されている。ウィーズは呼気で、そのあとにウィーズのない吸気が見られる。右はポリフォニック・ウィーズで、200Hz前後から700Hz前後にかけて数本の明るい音の線が見られる。持続の長い部分が呼気、短い部分が吸気で2呼吸サイクルの記録である。

があるのが特徴である。上気道狭窄、声門機能異常のウィーズ、ストライダーは主にモノフォニック・ウィーズで、頸部で最も強く、肺野では左右差がない。ウィーズが聴こえて、中葉、舌区になんらかの陰影があれば、副鼻腔気管支に合併した気管支喘息の可能性が高い。

ウィーズが200~300Hz以上、ロンカイは200~300Hz以下の連続性ラ音とされている。実際には200Hz以上の音はウィーズと認識されやすい。低調ウィーズはロンカイと呼ぶが、基本は楽音である。ク~のように低い比較的澄んだ音である。気道狭窄の程度が軽いときに聴かれる。口笛を吹くときに口先をすぼめたり、広げたりしてみるとこの差が理解できる。

連続音では、喀痰など気道分泌液の多い時に聴かれる低調な連続音（ドロドロ、ゴロゴロ）も重要である。これはウィーズのような楽音ではないが、ロンカイと表現されていた。我々は気道分泌物貯留という意味することを示すためにランブル（rumble=ゴロゴロ音）と記載するように提案している¹⁸⁾。喀痰の貯留、気道分泌液が多い場合に聴かれる。人工呼吸管理には喀痰吸引やドレナージの指標となる重要な所見である。

【クラックル】

副雑音として聴かれる断続性（持続時間<25msec）の破裂音をクラックルと呼ぶ。断続性ラ音は、音の性質、聴かれるタイミングによってファイン・クラックル、コース・クラックルに分けられる。ファイン・クラックルは、連続する細かく揃った破裂音で、パチパチ、パリパリと表現される。吸気の始まりから少し間をおいて終末近くまで続く²³⁾。コース・クラックルは粗い断続音で吸気の始まりから聴かれ、吸気前半に強いことが多い。

クラックルはいずれも肺胞病変があることを示す音で胸部X線でも異常を認めることが多い。コース・クラックルとファイン・クラックルに分類すると、病態の推定に役立つが、聴き分けが困難なことも多い。サウンドスペクトログラムでは、ファイン・クラックルでは1,000Hz前後に、コース・クラックルでは500Hz以下に音のピークがある。（図4）この高音成分のためにファイン・クラックルは細かい感じの音に聴こえる²⁴⁾。

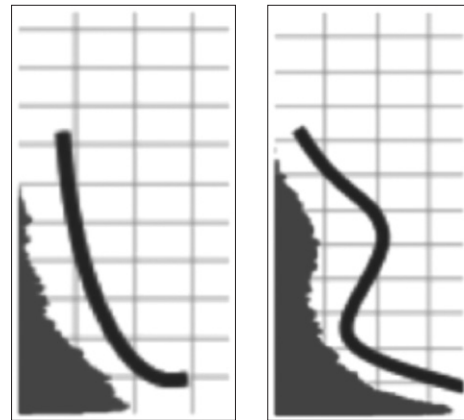


図4 コース・クラックル（左）とファイン・クラックル（右）の10秒間の記録の平均パワー分布

縦軸はHz（周波数）で1段が200Hz、横軸は相対的パワーである。赤で示す部分が、クラックルの持つ平均サウンドパワーで、コース・クラックルでは500Hz以下が強いパワーを持ち、最高で1,200Hzまで分布する。逆J字型のパワー分布である。ファイン・クラックルは1,000Hzにピークを持ち、最高は1,600Hzまで分布する。逆S字型のパワー分布を示す。この1,000Hz前後のパワーピークがコース・クラックルとの音の違いをよく表している。

コース・クラックルは肺実質=肺胞腔内に水分が充満する肺炎、肺水腫で聴かれる。肺炎で胸痛を伴えば、痛む部位で聴取される。気管支拡張症では喀痰が多い時期に聴かれる。コース・クラックルが左右対称に聴かれるのは副鼻腔気管支炎と肺水腫である。副鼻腔気管支炎では両側前下胸部で右中葉、左舌区に一致して聴かれ、画像でも拡張した気道周囲に僅かでも浸潤影を認めることが多い。ランブルも聴かれる。肺水腫では左右ほぼ同様に背面に強く聴かれ、心臓喘息のようにウィーズを伴うこともある。起坐呼吸も必発で鑑別は容易である。

ファイン・クラックルは細かい揃った音で、肺の間質病変、線維化を示す。主に両側肺底部で聴かれる。初期の間質性肺炎では、胸部X線で所見はなくとも、クラックルが聴かれ、CTではすりガラス陰影が認められ、拡散能も低下している。

ファイン・クラックルは高周波成分が大きいだけでなく²³⁾、持続は吸気時間全体の50%以上を占め、吸気の始まりから一瞬おいて始まり吸気の終末近くまで聴かれる²⁴⁾。両側肺底部で聴かれたら間質性肺炎である可能性が高い。治療経過と対比すると、画像よりも肺音の方がより自覚症状の変化、病態の変化をよく反映している²⁵⁾。

【その他の雑音】

胸膜摩擦音は、胸腔鏡下の手術などの後に高頻度に聴かれ、少量の胸水貯留を示唆する。クラックルに似た音だがパリパリよりもカサカサに近い。Hamman's signは、縦隔気腫や左気胸のときに、心周囲で心拍に伴いクラックル様の音が聴かれる。クラックルとの聴き分けは困難である。画像所見が簡単に得られる現在では、診断的な意義は少ない。

【肺音解析】

肺聴診の進歩には肺音解析が欠かせない。上述の肺聴診所見も、肺音解析によって、客観性が裏付けられている。肺音の分析法には、音波形の時間軸を伸ばすtime expanded wave-form analysis²⁶⁾ (TEA) と、サウンドスペクトログラム (SS) がある。(図2、3) TEAは以前より用いられてきた解析法で、通常、100mm/sec.で記録される解析の時間軸を延ばし、800mm/sec.以上にするると細かい波形分析ができる。クラックルは、数個の大きい振幅の波、ウィーズはサイン波の連続として表れる。SSは、横軸に時間、縦軸に音の周波数、音の強さを色（明るさ）で表現し、連続性ラ音の解析に有用である。^{20) 21)}

現在でも欧米では、TEAがコース・クラックルとファイン・クラックルの区別の標準的な方法²⁷⁾ とされ、クラックルの破裂音の最初の振れの幅 (initial deflection width : IDW) と最初の2サイクルの幅 (2 cycle duration) を基準に判断するが、重複が大きい。我々は、SSで10秒間のサウンドパワーを平均するとファイン・クラックルとコース・クラックルが区別できることを報告した^{23) 28)}。(図4) SSが破裂音の解析にもTEA以上に有用と考え、普及に努めている。

【実際の肺聴診】

聴診は、単に胸に聴診器を当てるだけでは、必要な所見は得られない。まず、目的の部位に聴診器（膜面）をしっかりと当て、呼吸をコントロールしながら聴診する。全くの安静換気では、正常者でも呼吸音が聴こえない。少し深く早く呼吸させる。クラックルは一定の肺気量で発生し、ウィーズは一定以上の換気速度で発生することを念頭に置く。通常の聴診部位は、前胸部4カ所、背部4カ所で、それ

ぞれの部位で、良く得られる所見に特徴がある。(図5)⁹⁾ 8カ所で聴診と書いてある成書も多いが、所見の記録が不可能である。聴診器は心音に特化しているリットマンよりも国産のケンツメディコ製のものが、呼吸音の聴きどころである300~600Hzがフラットな周波数特性を持っており²⁹⁾、著者も実感している。

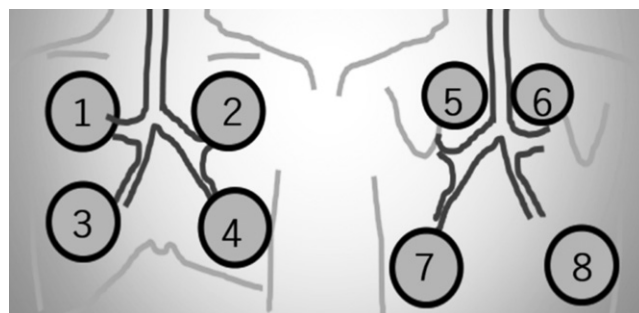


図5 ルーチンの聴診部位

最初に第4肋間胸骨左縁で心音を聴いた後、肺音は、前胸部から左右対称に前胸部は1から4まで、背部は5から8まで聴いていく。1と2は喘息で吸気ランブルが聴こえることが多い。吸気の後半で聴こえ始めることが多いので、深く吸気させる。3と4は鼻炎など、鼻の具合が悪いときに、ロンカイ、ランブルが聴かれる。ここでクラックルが聴かれたら、中葉舌区症候群など、気管支拡張性の病変を疑う。背部の5と6はあまり所見がないところだが、片側の気管支音など、中枢気道狭窄や、上葉の背部 (S2) など誤嚥性肺炎に伴うクラックルに気をつける。7と8で同じようにクラックルが聴かれたら、間質性肺炎の可能性が高い。誤嚥性肺炎も考えられる。とくに左肺底部の7は心拡大があったり、術後、挿管人工呼吸時などにもっとも肺炎を起こしやすい部位である。クラックルの有無にとくに気をつける。

【まとめ】

肺の聴診は、画像でも得られない気管支、肺の状態をリアルタイムで捉える診断技術である^{30) 31)}。肺音解析の進歩により、肺音の数値的な評価も可能となり、病態や検査所見との関連も明確になっている。標準的な肺音のカタカナ表記なども含め、肺音が臨床の現場でより広く活用されるように期待している。

【参考文献】

- 1) McGee S : Auscultation of the lung. In Evidence-based Physical Diagnosis, Saunders, pp340-368, 2001
- 2) Murphy RLH : In defense of stethoscope. Respiratory

- Care. 2008 ; 53 : 355-369
- 3) Nagasaka Y, Yasuda S, Ieda Y et al. Changes of lung sound nomenclature in Japan since 1985 World Congress of Lung Sound [abstract]. The 32nd Annual Conference of International Lung Sounds Association, Tokyo, Japan, 2007
 - 4) Habukawa C, Murakami K, Endoh M, et al. : Evaluation of airflow limitation using a new modality of lung sound analysis in asthmatic children. *Allergol Int.* 2015 ; 64 : 84-9
 - 5) Ellington LE, Gilman RH, Tielsch JM, et al. : Computerised lung sound analysis to improve the specificity of paediatric pneumonia diagnosis in resource-poor settings : protocol and methods for an observational study. *BMJ Open.* 2012 Feb 3 ; 2 (1) : e000506
 - 6) Marques A, Oliveira A, Ja´come C : Computerized adventitious respiratory sounds as outcome measures for respiratory therapy : A Systematic Review. *Respir Care* 2014 ; 59 : 765-776
 - 7) Mikami R, Murao M, Cugell DW, et. Al. : International Symposium on Lung Sounds. Synopsis of proceedings. *Chest.* 1987 92 : 342-5
 - 8) 長坂行雄 : 身体所見としての肺音、呼吸音－肺音解析から肺音表記の統一まで、*日胸疾会誌* 46 : s60、2008
 - 9) 長坂行雄著 : 「ナースのための肺の聴診」、金芳堂、2016
 - 10) 工藤翔二監修 : 「聴いて見て考える肺の聴診」、アトムス 2014
 - 11) 川城丈夫、菊池功次、阿部 直、米丸 亮 : CDによる聴診トレーニング－肺音編－、南江堂 1993
 - 12) 米丸 亮、桜井利江 : ナースのためのCDによる呼吸音聴診トレーニング、南江堂 2001
 - 13) Nagasaka Y, Shimoda T, Yasuda S et al. Numerical description of vesicular and bronchial breath sounds [abstract]. The 36th Annual Conference of International Lung Sounds Association, Manchester, UK, 2011
 - 14) Shimoda T, Nagasaka Y, Obase Y, et al. : Prediction of Airway Inflammation in Patients with Asymptomatic Asthma by Using Lung Sound Analysis. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2014 ; 2 : 727-32
 - 15) Shimoda T, Obase Y, Nagasaka Y, Nakano H, Kishikawa R, Iwanaga T. : Lung Sound Analysis and Airway Inflammation in Bronchial Asthma. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2016 ; 4 : 505-11
 - 16) Shimoda T, Obase Y, Nagasaka Y, Nakano H, Kishikawa R, Iwanaga T. : Lung sound analysis is useful for monitoring the therapeutic course in bronchial asthma patients. *J Investig Allergol Clin Immunol.* 2017 on print
 - 17) Nagasaka Y. Lung sounds in bronchial asthma. *Allergol Int* 2012 ; 61 : 353-63
 - 18) Habukawa C, Nagasaka Y, Murakami K, et. al. : High-pitched breath sounds indicate airflow limitation in asymptomatic asthmatic children. *Respirology.* 2009 ; 14 : 399-403
 - 19) Spence DP, Graham DR, Jamieson G, Cheetham BM, Calverley PM, Earis JE: The relationship between wheezing and lung mechanics during methacholine-induced bronchoconstriction in asthmatic subjects. 1996 ; *Am J Resp Critical Care Med.* 154 : 290-4
 - 20) Nagasaka Y, Yasuda S, Habukawa C. : Are "rhonchi" just a low pitch wheezes denoting bronchial narrowing or rumbling sounds denoting retained bronchial secretion?. *Proceedings of 35th ILSA 2010, Toledo, Ohio*
 - 21) 長坂行雄、保田昇平、家田泰浩、他 : 気管支喘息の連続性ラ音解析の試み、*薬理と臨床*、2004 ; 14 : 547-552
 - 22) Tsuchiya M, Nagasaka Y, Sakaguchi C, et al. : Lung sounds in central airways narrowing. *38th ILSA, 2013 Kyoto*
 - 23) 土谷美知子、長坂行雄、山崎岳志、他 : ファイン・クラックルとコース・クラックルの音響学的特徴とその可視化。 *日本臨床生理学会雑誌* 2015 ; 45 : 113-119
 - 24) 保田昇平、家田泰浩、野村佳世 他 : IPF (典型的間質性肺炎) のファインクラックルは必ずしも吸気の終末ではない、*薬理と臨床* 2010 ; 20 : 293-297
 - 25) Tsuchiya M, Nagasaka Y, Sakaguchi C, et al. : Lung sounds in patients with interstitial pneumonia during acute exacerbation triggered by various causes. *Annals of the Japanese Respiratory Society* 5 : s366, 2016
 - 26) Murphy RL Jr, et al. Visual lung-sound characterization by time-expanded wave-form analysis. *N Engl J Med*

- 1977, 296 : 968-71
- 27) Piirilä P, et al. Crackles : Recording, analysis and clinical significance. Eur Respir J 1995 ; 8 : 2139-48
- 28) Tsuchiya M, et al. Sound spectrographic characteristics of fine and coarse crackles. The 39th Meeting of International Lung Sound Association. Boston, 2014
(抄録はILSAのホームページで閲覧可能)
- 29) 中野 博 編著。肺聴診エキスパート。リブロ・サイエンス 2015
- 30) 長坂行雄. 肺の聴診②断続性ラ音と胸膜摩擦音. 呼吸器ジャーナル 2017 ; 65 : 354-9
- 31) Kraman S : Is auscultation still useful or is it just nostalgia? 42nd ILSA, 2017 Tromso
- 32) Bohadana A, Izbicki G, Kraman SS : Fundamentals of Lung Auscultation. N Engl J Med. 2014 ; 370 : 744-751
- ※ILSA (international Lung Sounds Association) のabstractは、ILSAのホームページ <http://www.ilsaus.com/> からダウンロードできます。