聴診器と心音や呼吸音の話

No 1

音について考えてみよう！

文責 内科 大塚伸昭

私が循環器を専門とした一つの理由は心音や心雑音の魅力に惹かれたからだ。鹿児島大学の専門の 3，4 年の合同講義では弁膜症などの患者さんが壇上に連れてこられる。現在は出来ない講義スタイルだと思うが、学生 5 人程度が壇上に上がって聴診をして心雑音特徴や最強点などを述べて最終診断を発表する。循環器や呼吸器の先生は聴診器にこだわりを持っていると思うが、私の保有する聴診器から 4 つを紹介する。

3 万円弱

普通の安価な聴診器とさほど変わらない

リットマン
マスターカルディオロジー

6 万円弱
聴診部分がゴールドタイプは 12 万円！

聴診部分が２つに分かれていて左右の耳から聞こえる。

うさんくさい聴診器だと思って購入したが、私の持っている聴診器で一番良い音が聞こえる！

（もう少しスマートな形のステレオタイプもある）

ケンツメディコ・ステレオフォネット
（ケンツメディコ社は日本の会社）

6 万円弱

この部分を押して音量を調節する。余り音量を上げるとハウリング類似のキーンという音がする。

音量を調節できるが音自体は普通の聴診器とさほど変わらない。
（個人の感想です；CM の誇大広告のお断りメッセージみたい）

単三電池を一本 入れる。
電池１本で結構長く使えるが電池切れになると全く聞こえなくなる。

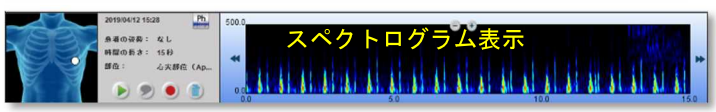
リットマン エレクトロニック
ステソスコープ Model3100（録音は出来ない）

上記モデル 3100 は録音できないが
このモデル 3200 は録音ができる

バーガンディ（ワインレッド）という事で購入したが意外と赤すぎた！

ちなみにバーガンディというのは
フランスブルゴーニュ地方の英語読み

セールで 5 万 5 千円で購入
但し、ネーム刻印サービス無し



リットマン エレクトロニック
ステソスコープ Model3200（録音可）

2 頁で詳しく解説するが、聴診器に 15 秒録音で 12 人程度保存できる。ブルーツースで直接パソコンにも保存可能。但し、Window(10 にも対応)、Mac のみでスマホや iPhone には対応していない。

聴診器と心音や呼吸音の話（続き）

No2

音について考えてみよう！

1 頁で紹介した録音できる聴診器についてもう少し解説する。訪問看護などで看護師が録音したファイルをネットで送信する事などは可能で補助診断として役立つかもしれない。私は興味本位で購入したが、、。

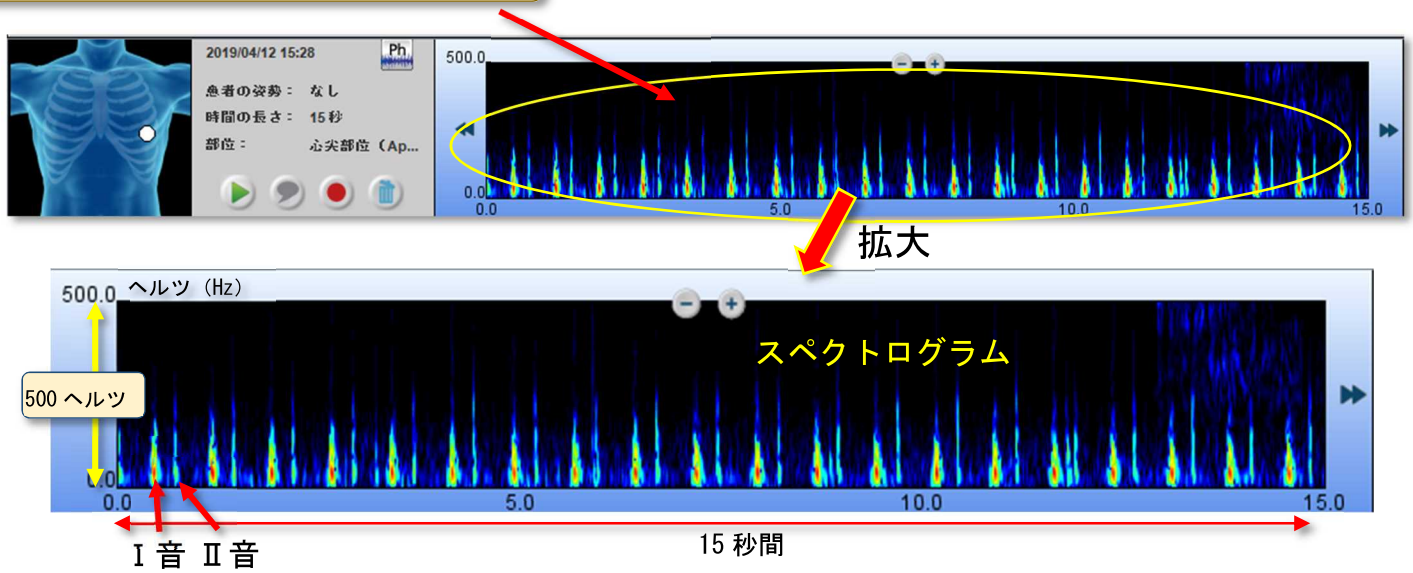
リットマンの HP からソフトウェアをダウンロード出来る。下のような画面で表示される。

上図は私の心尖部の聴診記録。
どの部位で聴診したか表示選択出来る。

Ⅰ音　Ⅱ音

意外に綺麗に録音できる。但し、呼吸を浅めにしないと心音図にノイズが入る。再生音を聞くことも可能。

スペクトログラム表示にする事もできる。



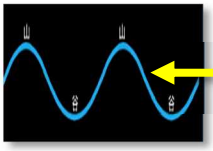
Ⅰ音 Ⅱ音

スペクトログラムというのは音の周波数、振幅などをカラー表示したものだが音が強いほど赤く表示される。赤→黄色→緑→青の順に音が弱くなる。

上図をみるとⅠ音は 100Hz 以下に音が強く特に 50～60Hz に強い赤色が出ている。心尖部での聴診なのでⅡ音（主に大動脈弁閉鎖音）は赤が殆ど見られず、Ⅰ音よりやや高い周波数となっているが 200Hz 程度までの音である。

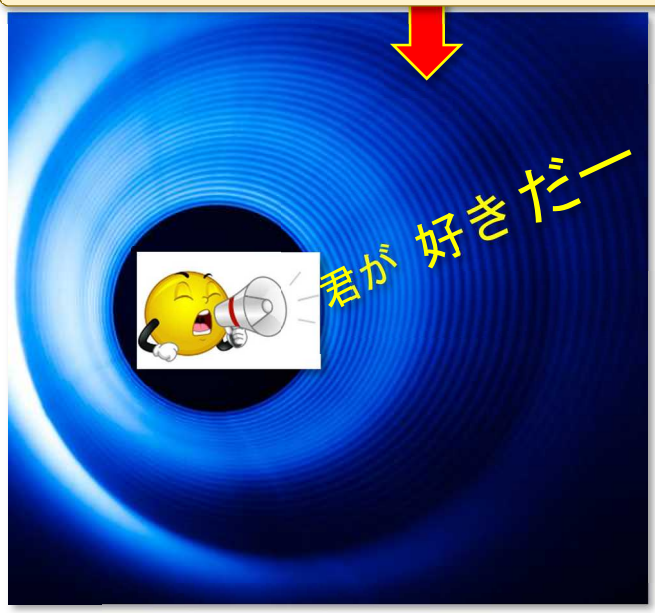
心音はドックン、ドックンと心尖部では音が聞こえるが、この最初のドッがⅠ音(S1)で僧帽弁と三尖弁の閉鎖音だが主に僧帽弁閉鎖の音である。ドックンのクンがⅡ音（S2）で大動脈弁と肺動脈弁の閉鎖音だが主に大動脈弁の閉鎖音である。左心系の圧が高いため閉鎖時の音が強くなる。

音について考えてみよう！音とは何か？



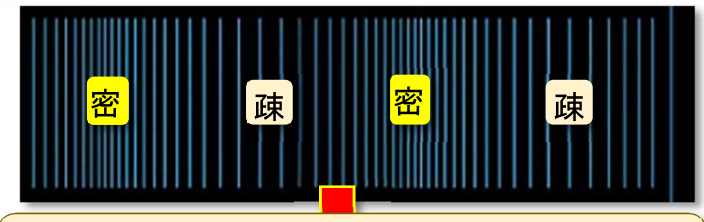
音というと左のような波の曲線を思い浮かべると思うが、、。

実際は下図のように音は空気の振動であり、疎な部分と密な部分がある。



（疎密波のイラスト原図は 123RF より有料でダウンロード）

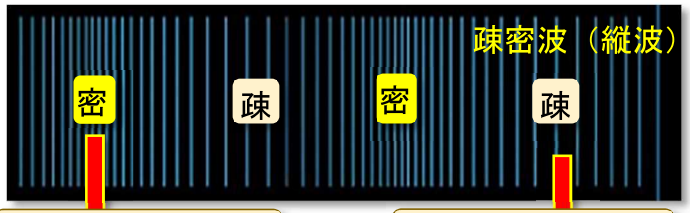
疎密波（縦波）



疎密波（縦波）を下のように表現するとわかりやすいので下図が使われる。下図を横波と呼ぶ

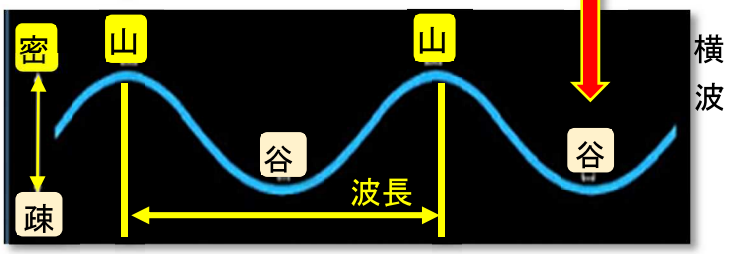
横波（時間軸波形とも呼ばれる）

疎密波（縦波）と横波の関係を下図で説明する

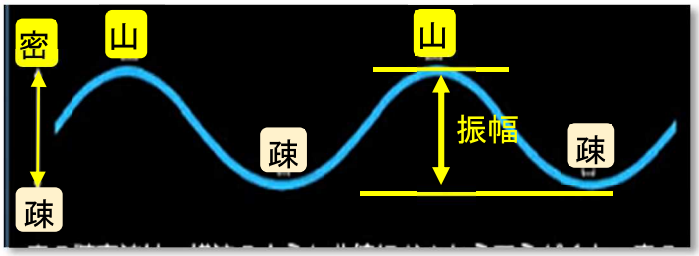


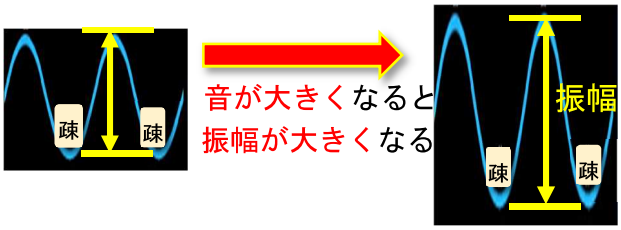
密な部分を山と表現（山は腹とも呼ばれる）

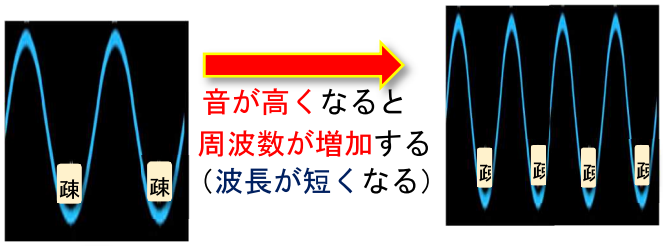
疎な部分を谷と表現



横波



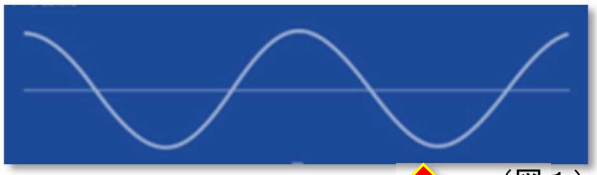




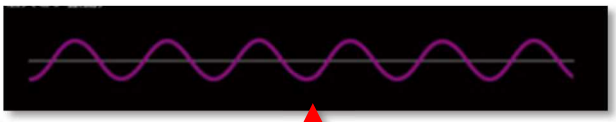
上図のような綺麗な波形は正弦波（サイン波）と呼ばれ、聴力検査などで聞こえるピーという音なので純音と呼ばれる。

日常生活で聞かれる音は色々な音の複合体で波形は複雑になるので複合音と呼ばれる。

音について考えてみよう！音とは何か？（続き）



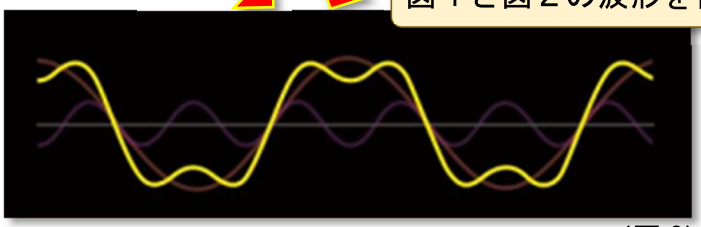
（図１）



（図２）

（左図１の波形の 3 倍の周波数と振幅が 1/3 の波形）

図１と図２の波形を合成すると図３の波形となる

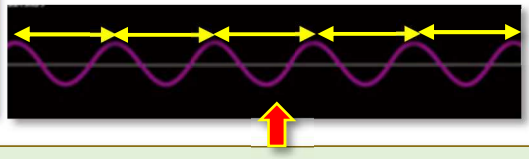


（図 3）

波の形の違いは音色（ねいろ、おんしょく）の違いを生む

音を横波（時間軸波形）にすることで①振幅は音の強さ②波長（周波数）は音の高さ
③波形の違いは音色を表現できる。①音の強さ②音の高さ③音色の３つを音の３要素と呼ぶ

人はどれくらいの周波数の音を聴くことが出来るだろうか？

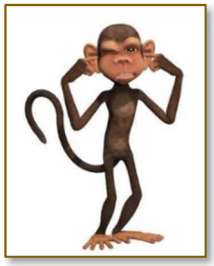


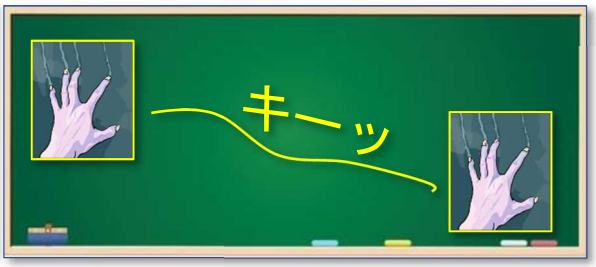
周波数は 1 秒間の波（山から山）の数。
1 秒間の振動数と考えても良い。

上図だと 1 秒間に 5 回の波があるので 5Hz（ヘルツ）ということになる。（心臓のドイツ語もヘルツだが Herz と綴る）

Hz（Hertz;ヘルツ）という名称は 1,888 年に電磁波の存在を実験的に証明したドイツの物理学者 Heinrich Rudolf Hertz に由来する。以前は C(Cycle;周期)/S(Second；秒)と呼ばれていた。この C/S の方が 1 秒間の周波数を的確に表現していると思うが、大御所の名前を付けたというところだろうか？

人は 20～20,000(2 万)ヘルツまでの音を聞けると言われる。ちなみに、年を取ると聞けなくなるモスキート音は 1 万 7 千ヘルツ程度。実際のモスキート（蚊）の出す羽音は 600 ヘルツ程度。
日常会話で人が話す周波数は 150～7,000 ヘルツ程度。





誰もが嫌がる黒板などを引っ掻いた時の周波数は 2,000～4,000Hz で、これは日本猿などが警戒してキーキー鳴く音と同じ周波数らしい。警戒音として遺伝的にインプットされているという事か？　4,000Hz に近い音が最も嫌な音（私）

ピーッとなる笛は次頁で解説する FFTwave で周波数を解析すると 2,800Hz 程度だった。

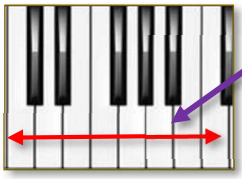
※正確では無いが YouTube では低い周波数から高い周波数まで音を聞かせて、どの周波数から聞こえ初めて高い周波数はどこまで聞こえるか？などというのもある。私は 30Hz～9000Hz くらいまでだった。年を取ると、高い音は聞き取りにくくなる。皆さんも遊びで試してみると面白いかも。

音について考えてみよう！音とは何か？（続き）

88 鍵ピアノの 1 番低い音から 1 番高い音までの周波数は？

27．5HZ（ラ）～4,186Hz（ド）

低いドから 1 オクターブ高いドまでの周波数は 2 倍になる。（倍音）。
1 オクターブ高いと 2 倍音、更に 1 オクターブ上は 4 倍音と呼ぶ。



皆さん御存知だと思うが、オクターブはラテン語の 8 番目（octavus）が語源。

暦の 10 月も同じ語源で October（8 番目の月）だが、これは古代ローマでは 3 月から 1 年が始まるため。3 月から 8 番目が 10 月ということになる。

またまた、余談だが蛸（octopus）は oct（8 つ）の足を持つが pus はラテン語、古くは古代ギリシャ語の π ο ύ ς（poús）が語源で足という意味。

---

iPhone や iPad では左写真のように、音（声）を周波数分析したり大きさを dB で表示するアプリがある（無料）。これも正確では無いが、結構面白い。

（FFTWave と Apple store で検索すればヒットする。）

私が「アー」と発声してみたところ。音の大きさと振幅が表示される。

下には周波数分析と音の大きさが表示される。赤い線は一番強い音を保持（hold）している。

緑の線は現在の音を分析中で常に変動している。

周波数

FFT はフーリエ変換 Fast Fourier Transform の事。物理で習うが物理は嫌いで（笑）わかりやすく解説できないのであきらめた。

（医学部は理系という事になっているが、数学も嫌いだ；笑。私は文系の人間です。）

随分脱線したが、次頁から呼吸音の解説をする。その前に聴診器の元祖を作ったラエネック（René Laennec）について簡単に紹介する。（写真は Clin Med Res.4(3) 2006；230-235 から引用したがネットで全文を無料ダウンロードできる）

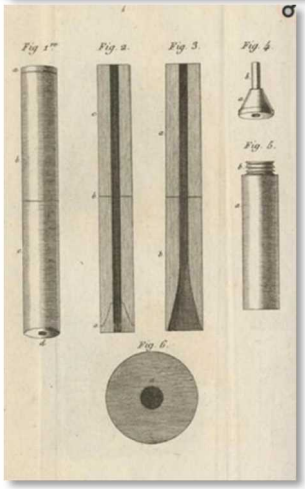


Figure 5.

Laënnec and the Stethoscope. Painting by Robert A. Thom (1915–1979), c. 1960.

ラ音（rale）などを命名した。1819 年には「間接診察法、または肺と心臓の病気の診断について」という論文で山羊音という言葉を使用している。

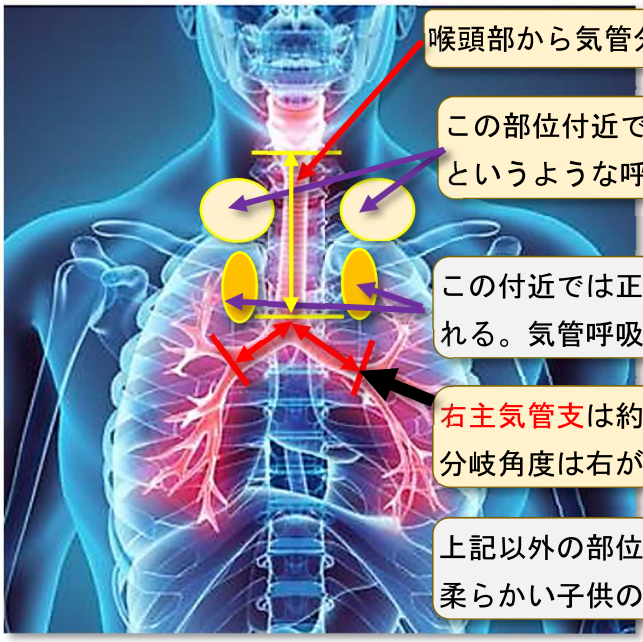
1816 年に左図のような木製の筒状の聴診器の元祖を発表した。

聴診器と心音や呼吸音の話

呼吸音について解説する

呼吸音は①呼吸音（正常呼吸音と異常呼吸音）と喘息などで聞かれるピーといった笛音などの②副雑音に大きく分類される。以下、解説していくが臨床現場では擬音で看護師が表現するほうがわかりやすいことも多い（呼吸器専門医から叱られそうだが）。難しく専門用語で表現しなくても、ヒュー音、ピー音、ゴロゴロ音、ボコボコ音、バリバリ音、チリチリ音、グー音などと言われれば何が起こっているか大凡見当が付く。特に当院のような高齢者の多い病院は肺炎、肺気腫、心不全に加えて痰がらみの複雑な呼吸音聴取が多くなる。

まずは正常呼吸音からだが、肺の解剖を知らなければ話にならないので基礎解剖から。



喉頭部から気管分岐部までが気管。内径 2～2.5cm で約 10cm。

↓

この部位付近では正常では気管呼吸音と呼ばれる荒いサーサーというような呼吸音が聴取される。

この付近では正常では気管支呼吸音や気管支肺胞呼吸音が聴取される。気管呼吸音より柔らかい感じのスースーといった音。

↓

右主気管支は約 2.5cm、左主気管支は約 4cm と左が長い。また、分岐角度は右が鋭角であり誤嚥性肺炎では右中、下肺葉が多い。

上記以外の部位では肺胞呼吸音が聴取される。上記 2 つより更に柔らかい子供の寝息のようなスース一音（低音）が聞かれる。

上手い表現だ！（自画自賛）

異常呼吸音では胸水貯留、気胸などによる呼吸音の減弱がある。胸水貯留は打診でも分かる。

副雑音は連続性ラ音と断続性ラ音に大きく分類されるが、断続性ラ音と言っても実際には連続して聞こえることもあるので、個人的にはこの分類には少々疑問（またまた、呼吸器専門医から叱られそうだが）。

↓

以下に述べる 4 つの音を覚えておけば良い！

① いびき音（ゴーッ、グーッ、グォーッツ、ギーッ）

（太い気道狭窄で起こる）

② 笛音（ヒュー、ピー）

（気管支喘息など細い気道狭窄）

（連続性ラ音）

③ 水泡音（小さなブツブツ音やボコボコ音）

（肺炎などや心不全による肺水腫など喀痰が多い場合）

④ 捻髪音（チリチリ、ベリベリ、プチプチ）

（間質性肺炎、高齢者；胸部 CT で異常無しでも聴取する事がある）

（断続性ラ音）

（次頁以降で、もう少し詳しく副雑音を解説する）

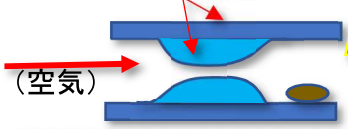
聴診器と心音や呼吸音の話

（副雑音を解説する）

① いびき音（連続性雑音）

太い気道（気管や気管支）の狭窄による気道壁の振動や気道内の粘稠な痰の振動による。

気道狭窄による壁の振動



（空気）

気道内の粘稠痰の振動

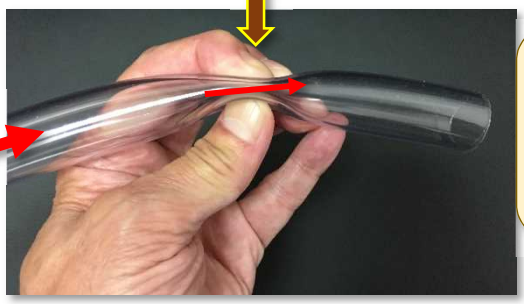
グーッ、グォーッツ、痰が絡むとこの音の間にブツブツという音が混入することもある。

いびき音を生じる疾患は腫瘍では肺癌による気管支や喉頭癌による気管狭窄。その他気道異物。また、気管支喘息（笛音）でも粘稠な痰があれば、いびき音が合併する。

気道が狭くなっても壁や痰の振動（空気の振動）が起こらなければいびき音は出ない！

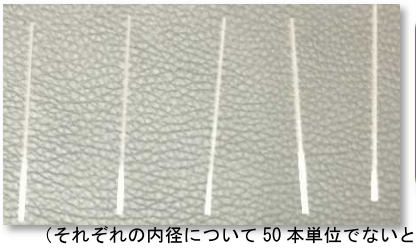
何でも試さないと納得しない私なので下のような内径 1cm（気管支径）と内径 2cm(気管径)のビニール管を購入して試してみた。

口笛を考えればわかりやすい。
口をすぼめるだけで口笛は鳴らない。
舌を利用して口の中で空気を振動させる必要がある。



空気を吹き込む

ビニール管を左写真のように幾ら狭くしても空気が細い管を通るだけでは音は出ない！
押さえつけている部分の壁が柔らかくて細かく振動出来るなら音が出るかも知れない。



左写真は特注して作成してもらった 0.6mm～0.1mm 迄の細いガラス管。0.2mm 程度が細気管支内径。
これも吹いてみたが、当然、笛音なども聞こえなかった。

（それぞれの内径について 50 本単位でないと作成出来ないという事で 7,000 円程度かかった；妻には内緒の話だが）

次頁で解説する同じ連続音の分類に入る笛音の周波数が 400Hz 以上と定義されているのに対して、いびき音は 200Hz 以下とされる。しかし、臨床ではしばしば疾患の合併などもあり明瞭に区別できない事もある。最近はネットでも呼吸音が聞けるので確認してもらいたい。私は呼吸音を web サイトで聞ける呼吸器の医学書を 2 冊、CD で聞ける医学書を 1 冊所有している。

いびき音は英語では Rhonchus（ロンクス）或いは Rhonchi（ロンキ）だが、ラテン語、古くは古代ギリシャ語の ῥόγχος（rhónkhos）；同じく「いびき」という意味に由来する。

聴診器と心音や呼吸音の話

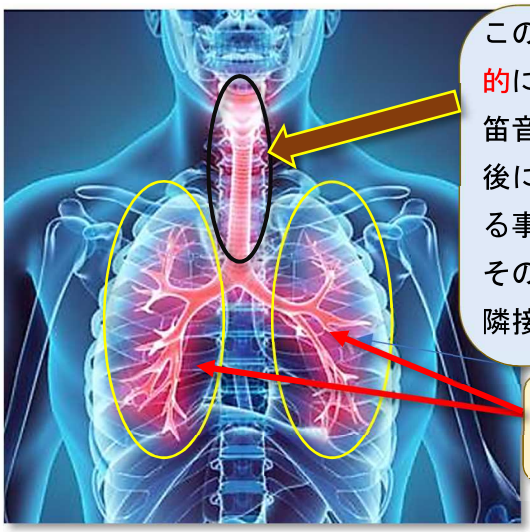
（副雑音を解説；続き）

② 笛音（連続性雑音）→ 末梢気道狭窄による薄い壁や痰による振動（空気の振動）音。いびき音（200Hz 以下）より高い 400Hz 以上の周波数の音と定義されている。

笛音が聴取されるのは気管支喘息や慢性閉塞性肺疾患（COPD;Chronic Obstructive Pulmonary Disease)、感染を繰り返す気管支拡張症やびまん性細気管支炎などである。

笛音は英語では Wheeze（ウィーズ；wíːz）最初の wh は発音しないのでフィーズと発音しない）はインド、ヨーロッパ共通の言語の ḱwes（息を弾ませる）に由来する。更に古くは古代ノルウェー語の hvæsa（シュッとする）や中期英語の whesen（ゼーゼー、息を弾ませる）に由来する。

笛音に分類されるが、喉頭や気道狭窄に伴う大きく高い音（500～1000Hz）の喘鳴には緊急に加療を要する急性喉頭蓋炎、アナフィラキシーなどがあり以下解説を行う。



この部分の喉頭、気道狭窄に伴う音。特に小児の急性喉頭蓋炎は致死的になることが多く、急激に症状が悪化するので喉頭部付近で感染後笛音がある場合は要注意！その他、アナフィラキシー、人工呼吸終了後に気管支チューブを抜管後の気道浮腫によっても喘鳴が聴取される事があり再挿管が困難なこともある→気管切開などの処置が必要。その他、気道異物や喉頭腫瘍などでも聴取される事がある。当院に隣接するデイケアでも誤嚥を起こして喘鳴を聴取する人がいる。

気管支喘息はこの付近を中心として聴取されることが多いが喘鳴は喉頭や気道狭窄に伴う大きく高い音。

喘鳴（ぜんめい）は英語では Stridor（ストライダー；stráidər）でストリドールとは発音しない。語源はラテン語の strīdor,（金切り声や耳障りな音）である。
Tracheal wheeze とも呼ばれ喉頭、気管の狭窄に伴って発生する楽音様の極めて大きな笛音。吸気、呼気の両方で聞こえるが吸気時に特に大きく聞こえる。500Hz 以上、1000Hz に最大エネルギーを持つ。

聴診器と心音や呼吸音の話

（副雑音を解説；続き）

③ 水泡音（断続性ラ音）

断続性ラ音には水泡音と捻髪音があるが、水泡音は気道内の分泌物が弾けることで発生し、周波数が 250～500Hz 程度と捻髪音の 500～1,000Hz より低い音である。

肺炎や気管支炎など痰の多い疾患で聞こえるが心不全（肺水腫）などでも聴取される。気道内に空気と痰が同時に発生していて痰が振動する事により発生するので体位変換すると音が変化することもある。心不全では末梢気道狭窄によりしばしば笛音も聴取される。心臓喘息と呼ばれる状態である。当院外来、入院患者は 90 歳～100 歳近い人も多く、肺炎を契機に心不全を起こす人も多い。

英語では水泡音は Coarse(粗い)Crackle（クラックル）である。もう一つの断続性ラ音の捻髪音も Crackle が付くがこちらは Fine(きめ細かな)Crackle である。クラックルはパチパチ弾けるとかヒビが入るという意味。ビスケットやパーンと音のするクラッカー（Cracker）とは語源が違うようだ。

---

④ 捻髪音（断続性ラ音）

捻髪音（パチパチ、ブツブツなど）は基本的には含気の低下と末梢気道の閉塞がある場合で間質性肺炎、肺線維症などが代表的な疾患である。ところが、高齢者が多いこの病院では頻繁に後背肺野基底部で捻髪音を聞く（CT でも間質性変化が無いことを確認している）。老化で肺の間質部分が脆弱化？して重力で肺基底部の含気が減少するためではないか？とも言われる。

その他の副雑音；笛音の一つで 0.1 秒以下の短く聞こえるピッ、とかヒュンと聞こえる音をスクウォーク（Squawk）とする事もあるが、音の発生の仕組みは同じなので笛音の短い音として考えれば良いのではないか