

令和 4 年 5 月 23 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K10632

研究課題名(和文)電子聴診器を使用した心雑音の可視化による心臓検診の改革

研究課題名(英文)Heart screening revolution by visualization of heart murmur using electronic stethoscope

研究代表者

稲村 昇(Inamura, Noboru)

近畿大学・医学部・准教授

研究者番号：20533300

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：無害性心雑音(IM)は健康小児に認める原因不明の雑音で小児の7割に認める。本研究はIMを電子聴診器で収録し、雑音の特性を解析することで心臓検診の簡素化を目的とする。対象はIM 64例(年齢 4.3 ± 2.9 歳)と先天性心疾患(HM)60例(年齢 5.4 ± 4.9 歳)である。解析はAdobe Audition2020を使用し雑音の音圧と最強点での時間と周波数とを解析した。IMはHMと異なり、最強点は第3肋間が多く、広がりは無く、持続時間の短い、音圧が小さく、周波数の低い音であった。研究結果はいずれもHMとのカットオフ値の算出でき、今後AI学習を重ねることでAIによる診断が可能である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現代医療において診療録はデジタル化が進んでいるが、聴診情報は未だに主観的なアナログ情報がメインである。本研究は聴診から得られるデジタル情報量の多さが明らかにした。聴診情報を可視化し診療録に記載すれば、診療録の革新的な変化が期待できる。次に、無害性雑音は小児の7割に認め、小児心臓検診で聴取される最も多い心雑音である。本研究は無害性雑音の特性を解明した。本研究の結果をAI機能に導入すれば、小児循環器専門医が感じる聴診感覚を広く共有でき、無害性雑音の診断にレントゲン、心電図、心エコー検査といった検査が不要となり検診の簡素化、医療費の削減に繋がる。

研究成果の概要(英文)：Innocent murmur (IM) is an unexplained heart murmur found in healthy children and is found in 70% of children. The purpose of this study is to simplify cardiac auscultation by analyzing IM recorded with an electronic stethoscope. The subjects were 64 IM cases (age 4.3 ± 2.9 years) and 60 cases of congenital heart disease (HM) (age 5.4 ± 4.9 years). The analysis used Adobe Audition 2020 to analyze the sound pressure, duration and frequency of the heart murmur. Unlike HM, IM had many third intercostals, no spread, short duration, low sound pressure, and low frequency. In all the research results, the cutoff value with HM could be calculated. Diagnosis by AI will be possible by repeating AI learning in the future.

研究分野：先天性心疾患

キーワード：心臓検診 無害性雑音 先天性心疾患

1. 研究開始当初の背景

無害性雑音とは病的な因子が存在しないにもかかわらず健康な小児に原因不明の心雑音が存在するものをいう。無害性雑音の頻度は10~70%といわれる。しかし、対象となる年齢層によって頻度が異なり、乳児期が10%前後、学童期には50~60%前後の頻度といわれている。つまり、幼児期から学童期にはじめて聴取される心雑音は無害性雑音のことが最も多い。

無害性雑音への対応は、その特徴的雑音を聞き分けられ、全身状態も良好であれば経過観察でいいと言われているが、専門医に紹介しているのが現状である。一方、紹介を受けた専門医も、特徴的雑音より無害性雑音と思いつつも、レントゲン、心電図、心エコー検査を実施し、病的因子が無いことを確認し、無害性雑音と診断している。

これまで、心雑音の診断は、心音図が中心となっていた。心音図は二次検診に使用することで検診効果があがると言われているが、先天性心疾患が小学校入学前に診断・治療されている現状では心音図の有用性が低下している。

ヒトの聴覚の特性は約1,000~4,000Hz付近の高い音はよく聞こえるが、それ以外の高い音、または低い音に対する感度が極めて悪くなる。例えば、1,000Hzの音は100Hzの音に比し約100倍敏感である。一方、心音・心雑音は8~1,000Hzの周波数特性を持つ音でその周波数域は非常に広い。電子聴診器はヒトの可聴領域の音を聴取し、デジタル録音することができる。次に、周波数を解析することで音を可視化することが可能である。これまでの電子聴診器の研究では肺呼吸音の解析が小児領域で行われている。肺呼吸音を周波数解析することで高周波数領域と低周波数領域の比を解析することで喘息児の呼吸状態の改善を可視化することに成功している。

我々、小児循環器専門医は無害性雑音と聴診するだけで診断できているにもかかわらず、何故、レントゲン、心電図、心エコー検査といった音の鑑定とは無関係な精査をする必要があるのか。心雑音を精査するならば、その音の特徴を精査することで診断ができないのかという疑問を常にいただいている。本研究の核心的疑問は、個人差のある聴診技術を専門家の耳と同様の効果にまで引き上げることできないか、雑音を可視化することで検診の簡素化、医療費の削減に繋がらないかである。

2. 研究の目的

無害性雑音は病的な因子が存在しないにもかかわらず健康な小児に認める原因不明の心雑音である。小児の7割に認めると言われ、幼児期から学童期にはじめて聴取される心雑音は無害性雑音のことが最も多い。このため、乳幼児・小児の検診でその扱いに苦慮することがある。本研究では無害性雑音をヒトの可聴領域より広い電子聴診器で収録し、雑音の周波数特性を解析することで、雑音を可視化することである。そのために、次のことを明らかにする。

- (1) 無害性雑音を構成する周波数はどのような周波数で構成されているか
- (2) 病的な心雑音の周波数構成とどのように異なるのか
- (3) 無害性雑音と病的雑音を区別できる周波数特性の感度・特異度を解明する

3. 研究の方法

(1) 対象

近畿大学病院、市立豊中病院、福山市民病院を心雑音で受診した小児で無害性心雑音(IM)

64例 年齢 4.2±2.8歳 男児 34例 女児 30例

比較対象は近畿大学病院を通院中の無治療の先天性心疾患(HM) 60例である

年齢 5.3±4.8 歳 男児 27 例 女児 33 例

先天性心疾患の内訳は心室中隔欠損 28 例，肺動脈弁狭窄 17 例，大動脈弁狭窄 5 例，心房中隔欠損 3 例，動脈管開存 3 例，ファロー四徴 3 例，冠動脈ろう 1 例

(2) 方法

心雑音の収集

電子聴診器を使用し、心雑音をデジタル録音する。

心雑音収集ポイントは胸骨右縁第 II 肋間と胸骨左縁第 II 肋間から第 IV 肋間の計 4 ポイントとした。

心雑音の解析

最強点：心雑音の強度が最も高かった聴診ポイント

心雑音の強度：従来の Levain 分類 (I~VI) で表現

心雑音の解析には Adobe 社製 Audition を使用した。

心雑音の聴取できた心音図波形の I 音から I 音の間を同定し、以下を計測した。

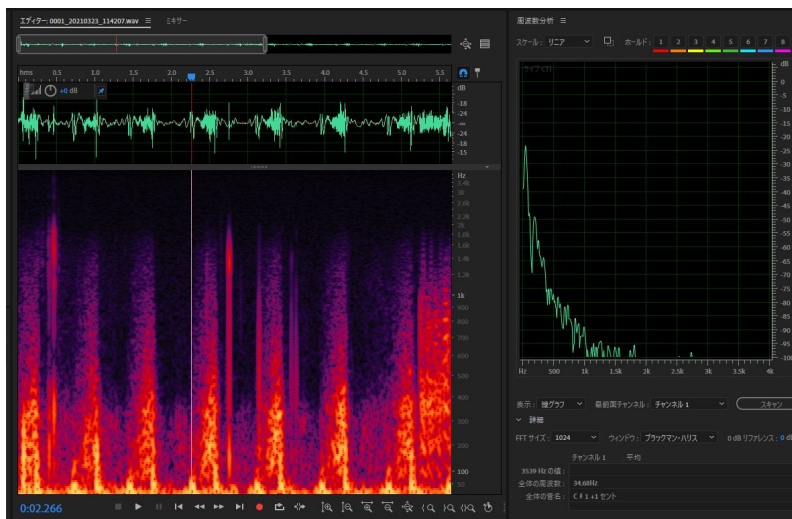
音圧：RMS (Root Mean Square) を計測

周波数：高速フーリエ変換で区間の平均周波数を計測

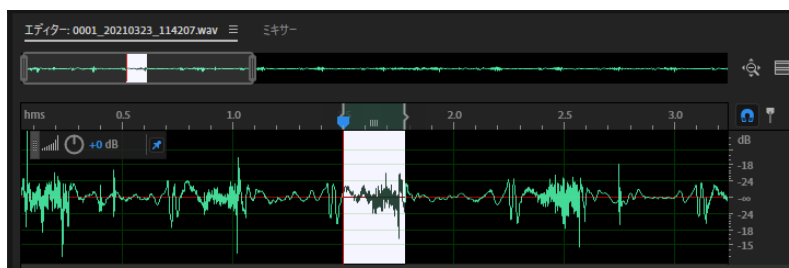
持続時間：心雑音の最強点での心雑音間の持続時間

心雑音の広がり：心雑音が録音できたポイント数

図のように WAV ファイルを Audition を使用して展開する。



心雑音の振幅表示画面から、I 音・II 音を同定する。次に心雑音の振幅開始から II 音までを解析区間として選択する。以上の範囲での時間、平均音圧、周波数を計測した。



4. 研究成果

(1) 雑音の最強点

	胸骨右縁 第 II 肋間	胸骨左縁 第 II 肋間	胸骨左縁 第 III 肋間	胸骨左縁 第 IV 肋間
IM	0	5	46	13
HM	1	25	29	5

IM は胸骨左縁第 III 肋間と第 IV 肋間が全体の 92% を占めていた。

(2) 雑音の強度

	Levain I	Levain II	Levain III	Levain IV
IM	18	48	0	0
HM	0	8	40	12

IM の強度は Levain I-II が全体の 100% を占めていた。一方、HM は 82% が Levain III-IV であった。

(3) 雑音の広がり

	1 point	2 point	3 point	4 point
IM	39	21	4	0
HM	5	17	18	20

IM の 93% は広が 2point に留まる、広がりの狭い雑音であった。

(4) 雑音の音圧、持続時間、周波数

実測値

音圧 (RMS)

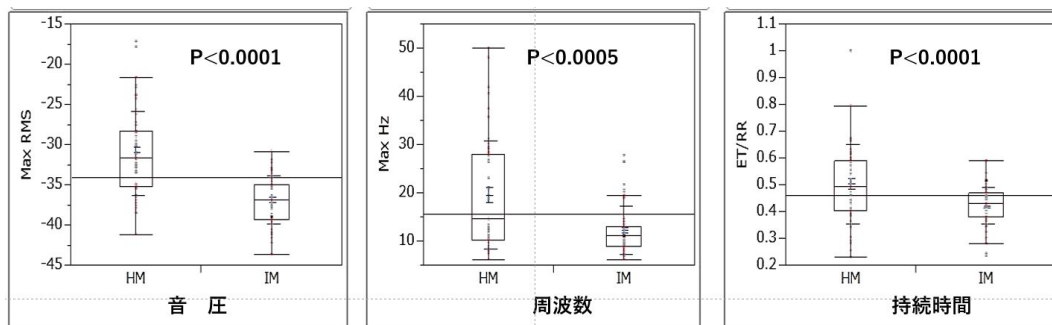
IM の音圧は -36.8 ± 3.0 、HM の音圧は -31.0 ± 5.3 で HM の方が有意に大きかった ($p < 0.0001$)。これは聴診で評価した音の強度と同じ結果であった (結果 4.2)。

周波数 (Hz)

IM の周波数は 12.2 ± 5.0 Hz、HM は 19.5 ± 11.1 Hz で IM は周波数の低い音であった ($p < 0.0005$)。

持続時間 (ET/RR)

IM の持続時間は 0.42 ± 0.07 、HM は 0.50 ± 0.14 は持続時間の短い音であった ($p < 0.0001$)。



Cut off 値

ROC 曲線より雑音の音圧、持続時間、周波数の IM と HM のカットオフ値を求めた。

音圧 (RMS)

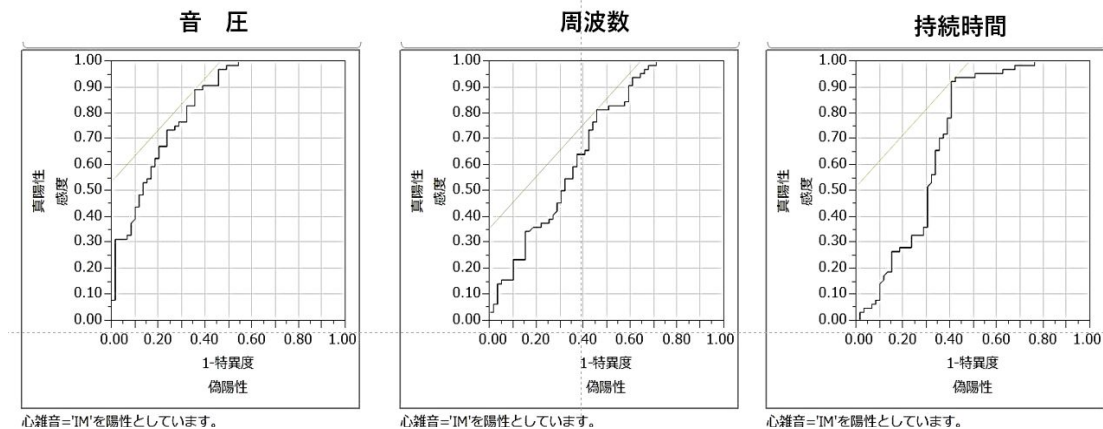
IM の Cut off 値は -32.96 で、感度は 0.89 ($p = 0.0006$)。

周波数 (Hz)

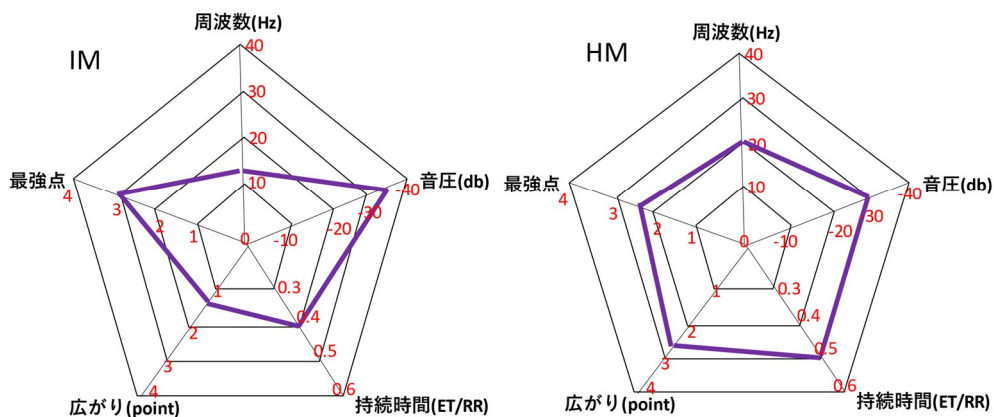
IM の Cut off 値は 14.23 Hz で、感度は 0.81 ($p = 0.0002$)。

持続時間 (ET/RR)

IM の Cut off 値は 0.489 で、感度は 0.92 (p=0.0005)。



(5) レーダーチャート



音の特性を周波数、音圧、持続時間、広がり、最強点の 5 ポイントで表現すると図のようなレーダーチャートが作成できた。心雑音の特性を可視化することが可能であった。

(6) 研究成果の意義

現代医療において診療録はデジタル化が進んでいるが、聴診情報は未だに主観的なアナログ情報がメインである。本研究は聴診から得られるデジタル情報量の多さが明らかにした。聴診情報を可視化し診療録に記載すれば、診療録の革命的な変化が期待できる。次に、無害性雑音は小児の 7 割に認め、小児心臓検診で聴取される最も多い心雑音である。本研究は無害性雑音の特性を解明した。本研究の結果を AI 機能を導入すれば、小児循環器専門医が感じる聴診感覚を広く共有でき、無害性雑音の診断にレントゲン、心電図、心エコー検査といった検査が不要となり検診の簡素化、医療費の削減に繋がる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 稲村 昇
2. 発表標題 心雑音の可視化による無害性心雑音の診断
3. 学会等名 第125回日本小児科学会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------