

報告

# 心臓超音波検査における左室長軸断面像の画像比較 — 若年健常人の適切な肋間からのアプローチの検討 —

浦 みどり

純真学園大学 保健医療学部 検査科学科

Comparison of ultrasound images of a left ventricle parasternal long axis view in cardiac sonography: Approaches to the most favorable intercostal position in healthy young adults

Midori URA, MPH., Ph.D.

Department of Medical Laboratory Science, Faculty of Health Sciences,  
JUNSHIN GAKUEN University

要旨：心臓超音波検査における左室長軸断面像の描出は、第3肋間または第4肋間からのアプローチが適切とされているが、どちらの位置が適切か判断の基準は明確ではない。そこで若年成人における最適な走査位置を明らかにすることを目的として、肋間の位置の違いによる心臓の描出画像の違いを検討した。健常な大学生を対象に、第2肋間から第4肋間における左室長軸断面像をそれぞれ記録し、各肋間からアプローチした描出画像の違いについて検証した。適切な画像が得られたのは第3肋間で60%、第4肋間で40%だった。第4肋間が最適な走査位置だった群の特徴として男性が多く、身長と体重が高値の傾向が確認された。若年健常人でも第4肋間から良好な画像を得られた例が4割確認されたことから、必ずしも若年者で高位肋間からのアプローチが望ましいとは限らないことが示唆された。本研究の結果から、統計学的有意差には至らなかったものの、性別・身長・体重が肋間の位置決定に影響を与えた可能性が示唆された。今後はサンプル数を増やし幅広い年齢層を対象に、年齢や性別、体格を踏まえた更なる検討が必要であると考えられる。

キーワード：左室長軸断面像、若年健常人、心臓超音波検査、走査、肋間。

Abstract：The purpose of this study was to clarify the most favorable intercostal space for scanning ultrasound images with the left ventricle parasternal long axis view in cardiac sonography among healthy young adults. This study obtained the approval of the Ethical Committee of Junshin Gakuen University. Signed informed consent was obtained from all participants prior to study. Ten healthy university students participated in this study. Four examiners recorded ultrasound images of participants from the intercostal spaces of the second, third, and fourth positions. The results showed that the most favorable imaging windows were as follows; third intercostal space, 60%; fourth intercostal space, 40%. Seventy-five percent of the "fourth intercostal" group were male participants and they tended to have greater values of height and weight than participants categorized in the "third intercostal" group. This study suggested that the imaging window of intercostal position to approach the parasternal long axis view among young healthy adults might not depend on age; however, determining the most favorable intercostal position could be influenced by factors such as sex, height, and weight, although the results of comparison did not reach statistical significance. Studies are needed that include a larger sample and wider age range for further investigation.

Keyword：Echocardiography, Healthy young adults, Intercostal space, Parasternal long axis view, Scan.

## 1. 緒言

心臓超音波検査は形態学的評価のほか、心駆出率や圧較差の測定といった機能評価を通して、非侵襲的に心臓に関する多くの情報を得られることから、心臓疾患の診断や治療効果の判定に際して高い有用性がある<sup>1)</sup>。その技術は近年著しく改善

し、弁膜症・心筋症・先天性心疾患等の診断や、心臓の機能計測が初心者でも比較的簡単にできるようになった。このため、経胸壁心臓超音波検査は聴診器代わりとも呼ばれるほど、循環器疾患の初期診断に必須のモダリティとして認識されるようになった<sup>2)</sup>。心臓超音波検査における左室長軸

断面像は、左室の長軸に沿って心臓を横断する断面で、心臓超音波検査において最も基本的な断面像である<sup>1)</sup>。左室長軸断面像は、さまざまな方向から心臓の断面を描出していく起点となる断面であるため、その描出や計測値は正確でなければならない。超音波検査の走査法については、日本超音波検査学会<sup>3)</sup>が走査法の標準化のため、各種走査法の標準化案を作成して提唱している。この中で左室長軸断面像を描出する際は、「第3肋間、または第4肋間」からのアプローチが適切とされており、心臓の解剖学的位置から、多くの教本がこれに準じている<sup>1,4-9)</sup>。

臨床的には、心臓の位置は幾つかの要因により変化が認められている。例えば漏斗胸による心臓の偏位<sup>10)</sup>など、疾患による心臓の位置の変化や、肥満や妊娠中の女性では、横隔膜が挙上することにより心臓が横向きになる、横位心を呈することがあり、高齢者でも認められる。この場合は下位肋間や側方からアプローチすることも多い。また、加齢による心臓の下方移動が知られており、肥満や高血圧、潜在的な心筋炎の存在など、加齢に伴う様々な要因が絡むことで心臓の解剖学的位置の変化が生じる<sup>11-13)</sup>。そのため高齢者では下位の第4肋間、または第5肋間からアプローチすることもある。

左室長軸断面像を描出する際の走査は、これらの報告の通り経験的にも高齢者では下位肋間からのアプローチが多い。年齢の違いによる最適な走査位置に関する詳細な研究はないが、加齢とともに心臓が下方偏移するという従来の報告<sup>11-13)</sup>を考慮すれば、年齢の若い健常人の場合は、第3肋間に近いウィンドウの方が、より適切な画像を描出できる可能性があると考えられる。しかし、若年成人では必ずしも年齢に依存して高位肋間であるとは言えない。熟練の技師であれば被験者の年齢や体格差に合わせて適切な画像を描出することが可能である。しかし初心者にとっては1肋間の違いは大きく、的確な画像の描出や計測部位の選定に難渋し、不適正な画像を描出したり、検査時間が余分にかかったりする原因となる。このため心臓超音波検査時に素早く的確な肋間の走査位置にアプローチができることは、検査の精度向上のみならず、患者の負担軽減や検査時間の短縮にも重

要となる。

そこで本研究では、若年成人における最適な肋間の走査位置を明らかにすることを目的として、肋間の違いによる心臓超音波検査時の心臓の描出画像の違いを調べるために、傍胸骨左縁アプローチにより第2肋間、第3肋間、および第4肋間から描出した左室長軸断面像の画像を比較検討した。

## 2. 方法

### 2.1 対象

健常な成人学生ボランティア10名（男性5名、女性5名、平均年齢21.1歳）を対象とした。研究開始に先立ち被験者に本研究の内容を口頭と文書にて説明し、研究への参加は任意とした。同意が得られた場合のみ同意書への署名を得た。本研究は純真学園大学保健医療学部倫理審査委員会の承認を受け（承認番号21-07）、研究実施にあたりヘルシンキ宣言（1964年）を遵守している。

### 2.2 機器

超音波診断装置はGE Healthcare社製Vivid T8を使用し、プローブはセクタ型3Sc-RSを用いて画像を記録した。

### 2.3 記録

記録部位は、傍胸骨左縁アプローチにより、第2肋間、第3肋間、および第4肋間からの描出画像とし、時相は拡張末期および収縮末期にて左室長軸断面像を記録した。検査中、被験者の体位は左側臥位とし、被験者に吸気と呼気を繰り返してもらいながら最適な部位を検索し、呼気位にて息ごらえをしてもらった状態で静止画像を記録した。

測定する検者は4名、いずれも超音波検査の経験はない。検者の選定は、技術力に頼ることなく肋間の位置の違いのみで断面像が評価できるよう、敢えて超音波検査の未経験者とした。ただし描出画像ごとにはばらつきが生じないように、以下の点を検査時の統一項目とした。

(1) 視野深度 (Depth)：左室後壁および心膜を表示範囲から15mm以内に収める。

(2) 拡張末期：僧帽弁が閉鎖した次の時相とする<sup>14)</sup>。

(3) 収縮末期：大動脈弁が閉鎖した時相とする<sup>14)</sup>。

(4) (2) と (3) は同一心拍で記録する。

また、記録時の良好な画像として、以下の点を条件に左室長軸断面像の記録をおこなった。

- (1) 左房，左心室，右心室，大動脈，心室中隔，大動脈弁，僧帽弁，左室後壁が明瞭であること。
- (2) 心室中隔と左室後壁が平行，且つ表示画面に対して水平に描出されていること。
- (3) 肺のガスによるアーチファクトの影響を受けていないこと。
- (4) 左室内に乳頭筋，肉柱および腱索が描出されていないこと。

さらに被験者の特性として、年齢、性別、身長、体重、BMI のほか、第2肋間、第3肋間、および第4肋間の胸囲と、胸骨左縁から1 cm 外側における第2肋骨の頂点から第3肋骨の頂点までの距離を計測した。

## 2.4 画像の検証と選定

画像の検証は、各検者が記録した第2肋間、第3肋間、および第4肋間からの左室長軸断面像の拡張末期、および収縮末期の画像を評価した。画像の評価者は心臓超音波検査の経験年数7年と同8年の2名とし、上述の条件に基づき検証した画像の中から、各検者が記録した画像のうち、最も良好な画像を被験者ごとに1枚ずつ選定した。

選択バイアスを避けるため、画像評価の際は全

ての被験者データ、および全ての検者情報はブラインドされた状態で実施し、2名の評価者同士は互いの結果が分からないよう独立して評価を実施した。

## 2.5 統計学的解析

2名の評価者による結果は、一致率および  $\kappa$  係数を用いて判定した。被験者特性は平均値  $\pm$  標準偏差で表した。男女別の被験者特性の比較は、各パラメータを Unpaired t test を用いて検定した。最も良好な画像に選定された肋間別の被験者特性の比較は、各パラメータを Mann-Whitney U test にて検定し、中央値（四分位範囲）で表した。男女比は Fisher の正確確率検定をおこなった。いずれも有意水準  $p < 0.05$  を統計学的有意差ありとした。統計解析ソフトは IBM SPSS Statistics version 28 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) を使用した。

## 3. 結果

### 3.1 被験者情報

全被験者の特性を Table 1A に、男女別の被験者特性を Table 1B に示す。各項目の平均値の比較では、男性において身長、体重、および第2肋骨から第3肋骨までの幅の3項目で、女性よりも有意に高い値を示した。

Table 1A. Characteristics of the study participants.

N	Age (years old)	Height (cm)	Wegiht (kg)	BMI	Chest circumference on the intercostal spaces (cm)			Width b/w. 2nd & 3rd <sup>†</sup> (mm)
					2nd position	3rd positon	4th position	
10	21.1 (0.32)	162.2 (8.8)	51.8 (8.1)	19.6 (1.8)	80.2 (5.1)	80.3 (4.8)	80.1 (4.7)	27.1 (5.1)

Data are expressed as mean ( $\pm$  standard deviaion); BMI: Body mass index,

<sup>†</sup> Width of the intercostal spaces between the second and third ribs.

Table 1B. Characteristics of the study participants by gender.

Gender	Age (years old)	Height (cm)	Wegiht (kg)	BMI	Chest circumference on the intercostal spaces (cm)			Width b/w. 2nd & 3rd <sup>†</sup> (mm)
					2nd position	3rd positon	4th position	
Male (N=5)	21.0 (0)	169.6 (2.2)	58.4 (5.2)	20.1 (1.9)	82.7 (5.6)	82.9 (5.1)	82.1 (5.7)	31.0 (4.2)
Femal (N=5)	21.2 (0.5)	154.8 (5.5)	45.2 (3.1)	18.9 (1.5)	77.7 (3.3)	77.8 (3.0)	78.1 (2.7)	23.2 (1.9)
<i>P</i> values	0.347	0.001	0.001	0.23	0.122	0.088	0.188	0.005

Note: Data are expressed as mean ( $\pm$  standard deviaion); BMI: Body mass index,

<sup>†</sup> Width of the intercostal spaces between the second and third ribs.

### 3.2 画像検証

被験者10例の「最も良好な左室長軸断面像」が記録された肋間および評価の一致率と  $\kappa$  係数を Table 2 に示す。

2名の超音波検査経験者による画像検証の結果、被験者10名の「最も良好な左室長軸断面像」として選定された各画像の肋間は、検者4人が記録した全ての画像の比較において、数例の不一致を認められたが、全ての肋間で94%以上と高い一致度を示した (Table 2: † “Second position” は第2肋間, “Third position” は第3肋間, “Fourth position” は第4肋間をそれぞれ指す)。最終的に被験者ごとに選定された最も良好な画像を描出した肋間は、全例で一致していた。その内訳は、第2肋間が0例 (0%), 第3肋間が6例 (60%), 第4肋間が4例 (40%) だった。この結果、第2肋間に選定された例が無かったため、第2肋間群をこれ以降の解析から除外した。

### 3.3 両群の特徴

画像検証から、最も良好な画像が得られた肋間が第3肋間だった群を「第3肋間群」、第4肋間だった群を「第4肋間群」として、両群の特徴を比較した結果を Table 3 に示す。

いずれの項目も統計学的有意差はなかったが、以下の傾向を認めた。まず男女比について、各群の男性が占める割合は第3肋間群で33.3%, 第4肋間群で75%となり、第4肋間群で男性が多かった。次に各項目の平均値 ( $\pm$  標準偏差, 四分位偏差) について示す。身長 (cm) は第3肋間群で159.3 ( $\pm$  10.2, 10.7), 第4肋間群で166.5 ( $\pm$  3.8, 3.3) と、第4肋間群の方が約7.2cm 高く、標準偏差および四分位偏差ともに第4肋間群の方が、バラつきが小さかった (Fig.1A)。体重 (kg) は、第3肋間群で49.3 ( $\pm$  6.2, 5.8), 第4肋間群で55.5 ( $\pm$  10.0, 9.5) と、第4肋間群の方が6.2kg 重く、バラつきは大きかった (Fig.1B)。第2肋骨頂点から第3肋骨頂点までの幅 (mm) は、第3肋間群で26.8

Table 2. Reproducibility and kappa coefficients for each intercostal space position.

Intercostal spaces <sup>†</sup>	N (%)	Reproducibility (%)	$\kappa$ coefficient
Second position	0 (0)	100	1
Third position	6 (60)	97.1	0.941
Fourth position	4 (40)	94.3	0.874

Note: † “Second position” indicates the second intercostal space, “Third position” the third intercostal space, and “Fourth position” the fourth intercostal space.

Table 3. Comparisons of participant characteristics between the Third and Fourth groups.

	Favourable intercostal space <sup>§</sup>		P values	
	Third group (n=6)	Fourth group (n=4)		
Gender	M:2, F:4	M:3, F:1	0.524*	
Age (years old)	21 (21–21.3)	21 (21–21)	0.389	
Height (cm)	157.5 (149.5–170.8)	168 (162.5–169)	0.197	
Weight (kg)	48 (44.3–55.8)	57 (45.3–64.3)	0.197	
BMI	19.4 (18.6–20.2)	20.2 (17.1–22.5)	1	
Chest circumference of intercostal spaces (cm)	Second position	79.4 (76.6–81.9)	80.3 (75.4–89.1)	1
	Third position	79.9 (77.3–81.3)	81.3 (74.5–89.1)	1
	Fourth position	78.6 (77.3–81.9)	80.5 (75.2–88.8)	1
Width of intercostal space b/w. 2nd & 3rd (mm)	24.5 (23.8–31.3)	27.5 (21.3–33.8)	0.598	

Note: Data are expressed as median (interquartile range); \* Fisher’s exact probability test. BMI: Body mass index.

§ “Third group” represents those participants for whom the third intercostal position was evaluated as the most favourable intercostal space, and “Fourth group” represents those for whom the fourth intercostal space as the most favourable one.

( $\pm 4.7, 3.8$ ), 第4肋間群で27.5 ( $\pm 6.5, 6.3$ )と、第4肋間群の方が0.7mm 広く、標準偏差および四分位偏差ともに、バラつきが大きかった (Fig.1G).

#### 4. 考察

若年成人における最適な走査位置を明らかにすることを目的として、肋間の違いによる左室長軸断面像の画像の違いを調べた結果、第3肋間で60%、第4肋間で40%が各々の肋間で最適な画像を得られた。

第2肋間からの描出画像が不適切だった最大の

原因として、肺のガスにより超音波の減衰が著しく、画像が不明瞭となっていたことが挙げられる (Fig.2A)。第2肋間付近は大動脈弁輪やバルサルバ洞など大動脈基部の評価では欠かせない Echo window であるが、左肋間の近傍に左肺が位置し心臓の前面に被っているため、右室や心室中隔がガスの影響を受けやすい位置にある。本研究では肺のガスの影響を回避するため、被験者に最大呼吸位での過度な息止めを求めるケースもあり、心電図に筋電図の混入が認められるなど、被験者の負担も大きいと考えられた。

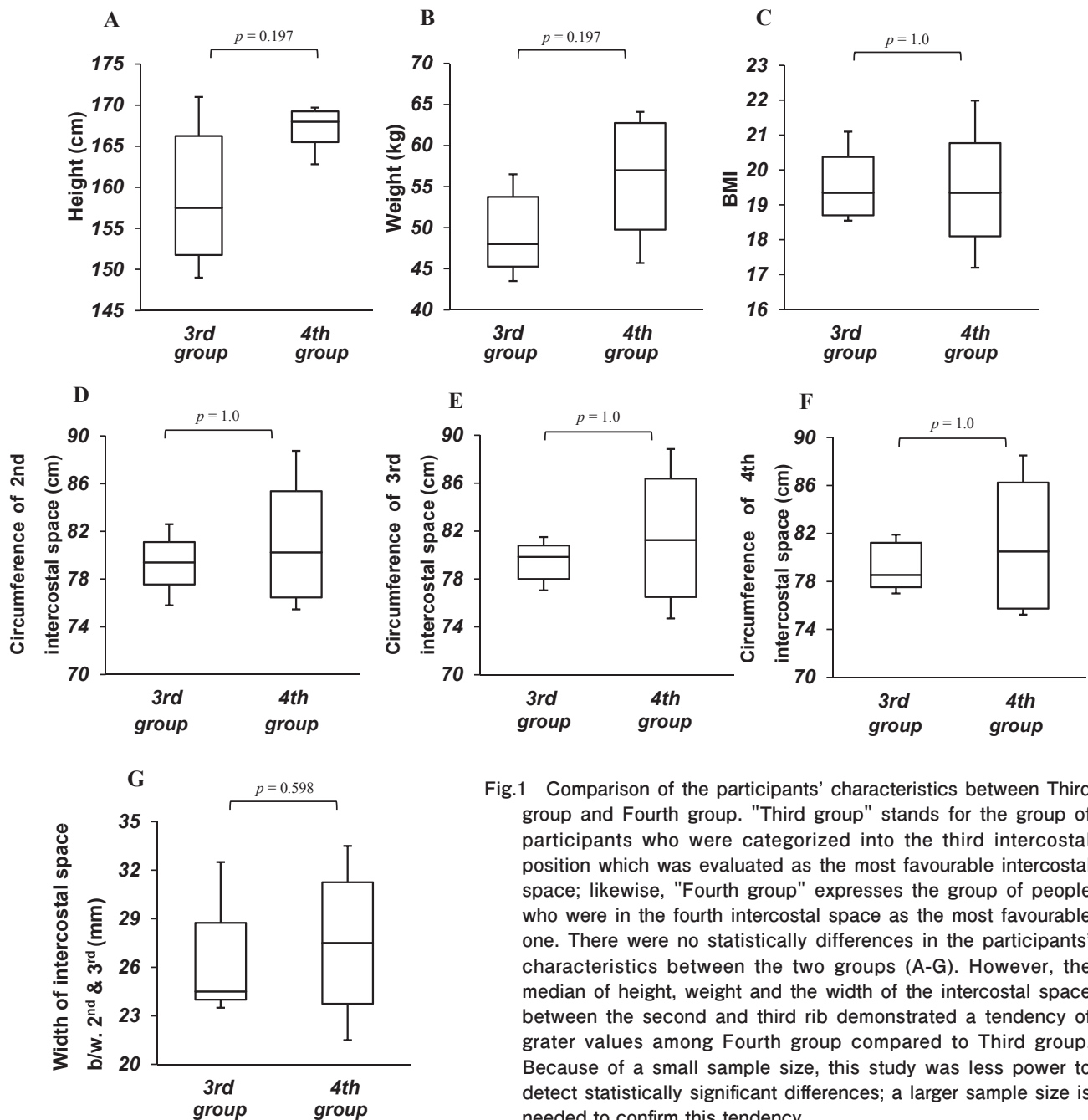


Fig.1 Comparison of the participants' characteristics between Third group and Fourth group. "Third group" stands for the group of participants who were categorized into the third intercostal position which was evaluated as the most favourable intercostal space; likewise, "Fourth group" expresses the group of people who were in the fourth intercostal space as the most favourable one. There were no statistically differences in the participants' characteristics between the two groups (A-G). However, the median of height, weight and the width of the intercostal space between the second and third rib demonstrated a tendency of greater values among Fourth group compared to Third group. Because of a small sample size, this study was less power to detect statistically significant differences; a larger sample size is needed to confirm this tendency.

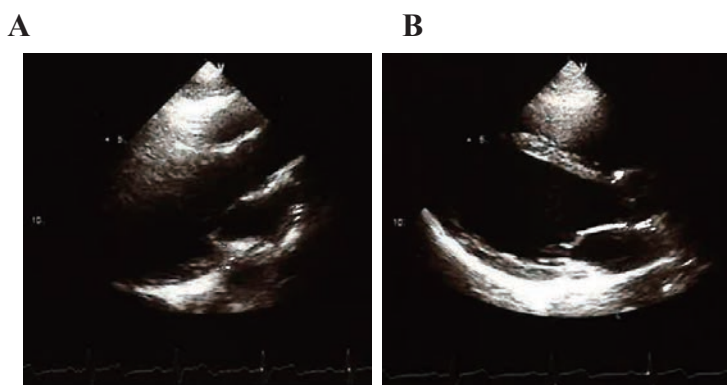


Fig. 2 Ultrasonic images of a single participant recorded by a single examiner. The image recorded from the second intercostal position (A) showed remarkable attenuation of the ultrasound beam compared with the image recorded from the third intercostal space (B), the most favourable place in this participant.

さらに、解剖学的位置も描出が困難な原因と考えられる。第2肋間からのアプローチは左室上部に超音波ビームが入るため、左室をメインに描出するためには、ここから下側に向けてビームが入るようプローブを斜めに倒す必要があり、画像上は心尖部が左下がりに描出される。そのため、Fig.2Bのように左室内腔を広く描出すべき左室長軸断面像が、斜め切りの不十分な画像となった。

従ってこれらの原因により、良好な画像条件として提示した、(1) 左房、左心室、右心室、大動脈、心室中隔、大動脈弁、僧帽弁、左室後壁が明瞭であること、(2) 心室中隔と左室後壁が平行、且つ表示画面に対して水平に描出されていること、および(3) 肺のガスによるアーチファクトの影響を受けていないこと、を満たすことは困難であったと考えられる。過去の報告においても第2肋間が適切な走査位置とする文献は無く、今回の結果はその根拠を裏付けるものとなった。

適切な画像が最も多く得られたのは第3肋間からのアプローチであった。その主な要因として、心臓と肋間の位置関係が挙げられる。第3肋間は、正常な心臓と肋間との解剖学的位置関係において、左室長軸を的確に捉えられる可能性が高い。特に左側臥位では左肺が左に移動するため Echo window が得られやすくなり、また心臓とプローブの距離も近くなるため左室腔が見えやすくなる<sup>15)</sup>。健常成人を対象とした本研究においても矛盾しな



Fig.3 An ultrasonic image recorded from the fourth intercostal space. This case was the one that the third intercostal space was evaluated as the most favourable position. Therefore, the image approached from the fourth intercostal space was in an oblique upward direction on the left.

い結果となった。

第3肋間からの走査で適切な画像が得られた6例を第4肋間からの走査で観察すると、超音波ビームが心尖部よりに入射するため、大動脈弁など心基部付近を含む左室長軸断面像を描出するには、ビームの入射角を下側から上方に向ける必要があり、画像上は心尖部側が左上がりに描出された(Fig.3)。このため、良好な画像条件の(1) 左房、左心室、右心室、大動脈、心室中隔、大動脈弁、僧帽弁、左室後壁が明瞭であること、についてはどの例も概ね満たしているものの、(2) 心室中隔と左室後壁が平行、且つ表示画面に対して水平に描出されていること、を満たしていなかったため不適切となった。この条件を満たしていない場合、左室長軸が斜め切りの断面になっている可能性があり、左室の各項目を計測する際に過大評価や過小評価の原因となる危険性がある。今回は検討項目に入れていないが、計測においては重要な条件であり、左室長軸の全体像が明瞭に描出されていても、より適切な肋間からアプローチすることの重要性が示唆された。

第3肋間群の6例は女性が66.7%を占め、さらに平均身長および平均体重が低く、また第2肋骨頂点から第3肋骨頂点までの幅も狭い傾向が見られた。これらの傾向は、男性が75%を占めた第4肋間群とは対照的だった。

一方、第4肋間からの描出がより適切だった

ケースは4割で確認され、健常な若年成人においても、一定の割合で存在することが本研究の結果から明らかになった。従って研究当初の仮説である「若年健常人は、第3肋間に近いウィンドウ方が、より適切な画像を描出できる」とは言えず、第3肋間か第4肋間のどちらがより適切かについては、20歳代においては必ずしも年齢に依存しない可能性が示唆された。この点について、本研究で確認された男女の比率は、第4肋間群で75%が男性であり、また性別に依存して有意差が見られた身長、体重、および肋間の幅が、適切な肋間の位置の決定に影響を与えた可能性が考えられる。

個別に画像を比較すると、第4肋間群における4例を、第3肋間からの走査で描出した画像は、心尖部が左下がりになった1例、肺のガスの影響が強かった2例、第3肋間と第4肋間の画像に大きな変化が見られなかった1例の3パターンであった。これらのパターンから、心臓の位置が低いか、または肋骨の位置が高い可能性が考えられるが、今回の結果より、第2肋骨と第3肋骨の間の幅に有意な差を認めず (Table 3, Fig.1G)、さらに平均値の差も0.7mmと極小さく、肋間の位置関係やプローブ走査に影響を与えるとは考えにくいことから、肋骨の位置よりも、心臓の位置の低さが影響している可能性が考えられる。心臓の大きさには体格差があり<sup>16)</sup>、特に体重の影響を受けることが報告されている<sup>17)</sup>。このことから、若年層でも体格が大きいほど心臓が下方に位置していると推測される。第4肋間の方がより適した走査位置であったケースについて、今回の結果は有意差は認められなかったものの、体格に関連する性別、身長、体重が肋間の位置の違いに影響を与えた可能性が示唆された。

なお、本研究の検者は超音波検査の初心者であったため、同一被験者でも検者により画像の質に差が生じた。これは完全な初心者であった4名の検者が、努力により技術を向上させている途上であり、本研究の過程でプローブ走査や機器操作などの技術や知識レベル、また被験者への声掛けなどに検者間差が生じた結果、画像の質の違いが顕在化したと考えられた。但し、評価者による一致率が良好だったことから、その差は検討結果に影響を及ぼす程ではなかったと判断できる。

また、被験者を若年健常人に限定したサンプルサイズの小さい検討であり、若年層については一定の成果を得られたが、今後は幅広い年齢層でより多くの被験者を対象とし、年齢や性別、体格を考慮した適切な走査位置を検討する必要性が示唆されたことから、さらにデータ構築をして精査していく必要がある。

## 5. 結語

若年成人における心臓超音波検査の最適な走査位置を明らかにすることを目的として、肋間位置の違いによる心臓の描出画像の違いを検討した。その結果、適切な画像が得られたのは第3肋骨で60%、第4肋骨で40%だった。第4肋間が適正位置だった群の特徴として、男性で平均身長が高く体重が重い傾向が確認されたことから、性別とともに身長や体重が、肋間からアプローチする際の位置に関連する因子となる可能性が示唆された。今後はサンプル数を増やし、幅広い年齢層から年齢や性別、体格を考慮に入れた検討が必要であると考えられる。

## 謝 辞

本研究を遂行するにあたりご尽力いただきました検査科学科 金原正昭教授、論文執筆に際しご助言をいただきました放射線技術科学科 森川恵子教授に心より感謝申し上げます。また、データ構築にご協力いただいた栗田夕喜乃さん、林俊周さん、柳井美羽さん、雪元美伶さん、ならびに被験者の皆様に深く感謝いたします。

## 【参考文献】

- 1) 五島雄一郎, 他:「心エコーのABC」(第5刷), 中山書店, 1995年, 3-52.
- 2) 2021年改訂版 循環器超音波検査の適応と判読ガイドライン (2021年8月4日更新) [https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2021/03/JCS2021\\_Ohte.pdf](https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2021/03/JCS2021_Ohte.pdf) (Accessed 2021/December/21).
- 3) 日本超音波検査学会, 走査法の標準化, <https://www.jss.org/committee/standard/01.html> (Accessed 2021/December/21).
- 4) 種村正:「エコーの撮り方 完全マスター」, 医学書院, 2014年, 第V章.
- 5) 竹中克, 戸出浩之:「心エコーハンドブック 基礎と撮

- り方 (第2版)], 金芳堂, 2019年, 2-37.
- 6) 谷口信行:「基本をおさえる心エコー (改訂版)], 羊土社, 2014, 20-66.
  - 7) 岩倉克臣:「絶対わかる心エコー], 羊土社, 2012, 14-33.
  - 8) 樺山幸彦, 神野雅史:「心エコー法 マスターガイド (改訂第2版)], 診断と治療社, 2007, 第1章.
  - 9) 伊藤浩, 穂積健之:「ひと目でわかる心エコー診断], 文光堂, 2003.
  - 10) Rodney A, Foale, M.R.C.P., et al. Congenital Aneurysms of the Left Atrium: Recognition by Cross-sectional Echocardiography. *Circulation*, 66 (5), 1065-1069, 1982.
  - 11) Simonson, E. and Keys, A. The effect of age and body weight on the electrocardiogram of healthy men. *Circulation*, 6: 749, 1952.
  - 12) Luskin, A. J. and Whipple, G. H. Effects of age and habitus upon the mean electrical axis of the electrocardiogram in normal males. *An. Int. Med.*, 55: 610, 1961.
  - 13) Grant, R. P. Left axis deviation; An electrocardio-graphic pathologic correlation study. *Circulation*, 14: 233, 1956.
  - 14) 種村正:「心・血管エコー 計測のノウハウ], 医学書院, 2019年, Vol.47, No. 3, 192-221.
  - 15) 増田喜一, 遠田栄一:「心臓超音波テキスト (第2版)], 医歯薬出版株式会社, 2009年, 1-17.
  - 16) 病理解剖コラボレーション (共同研究) 事業, 東京都健康長寿医療センター, 病理解剖の特徴. [http://www2.tmgig.jp/\\_www1.tmgig.jp/pathology-d/tokutyoushintai.html](http://www2.tmgig.jp/_www1.tmgig.jp/pathology-d/tokutyoushintai.html) (Accessed 2021/December/18)
  - 17) 額田要, 胸部レ線像による心臓計測値に関する研究 第2編 種々なる条件下の間接撮影 (6×6cm) による心臓計測値の変動について, 611. 12-087. 7-088. 7, 8555-8565, 1959. [https://www.jstage.jst.go.jp/article/joma1947/71/12-2/71\\_12-2\\_8555/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/joma1947/71/12-2/71_12-2_8555/_pdf/-char/ja) (Accessed 2021/December/18)