

## 超音波法およびモアレ法による胸部の体表解剖学的研究

高 橋 彬・赤 池 英 和  
佐 藤 広 徳\*・松 本 光 弘

### Surface Anatomical Study on The Anterior Wall of The Chest by Moiré and Ultrasonic Method

Akira TAKAHASHI, Hidekazu AKAIKE,  
Hironori SATOU, Mitsuhiro MATSUMOTO

The purpose of this study was to investigate the morphological features of the anterior chest of soccer players and students by moiré method and ultrasonic method. 82 soccer players and 14 students were examined. By using ultrasonic method, we were able to analyze the internal structure of a living body and examine thoroughly appropriateness of moiré method.

The results were as follows.

1. Comparisons of the morphological features between soccer players and students were made on 33 items of physical measurements. There were significant difference between students and soccer players on right and left thigh girth, chest girth.
2. Mean values for skinfold thickness on each site of soccer players appeared to be slightly smaller than that of students and skinfold thickness increased in order of M1, M2, M3, P, L1, L2, L3.
3. Both in soccer players and students, the mean values for thickness of M.pectoralis major in contraction were larger than that in relaxation. The mean values for thickness of M.pectoralis major had a similar tendency to skinfold thickness. The thickness of M.pectoralis major was largest on the line L3 in all groups, and the most projected point of the chest by moiré method was not located on the thickest site of M.pectoralis major.
4. The moiré patterns of the chest in soccer players and students were classified into three types such as unformed type, long sideways oval type, slanting oval type and the mean values for thickness of M.pectoralis major increased in order of unformed type, long sideways oval type, slanting oval type.
5. The relief of the chest by moiré method rather exactly corresponds to that by ultrasonic method.

#### 結 言

20世紀初め、主に航海用の機器として技術開発が進められた超音波法は、近年、臨床医学の分野で広範に応用されるようになり、臨床診断装置として高い評価を得ている。超音波法を用いて人体についての基礎的な研究がなされるようになった

のは1940年に入ってからで、Dussik, K.<sup>1)</sup>は、超音波発振装置を用いて頭部の投影像についてはじめて報告している。Dussikの用いた方法はブラウン管の時間軸上で、反射波を時間軸と直角方向の振れとして現わす方式(A-scope)であり、現在も広く用いられている方式である。これに対して、Wild, J. J.<sup>2)</sup>は、複雑な像を分析するため、この方式で時間軸と直角方向の振れとして現わした反射

\* 筑波大学体育研究科

波の部分だけ時間軸を光らせる方式(B-scope)を用いて乳腺の断面構造について報告している。これらの2つの指示方式は通常目的に応じて適宜使い分けられているが、A-scope方式は一次元像であり、再現性に乏しいことに加え、技術開発の向上も加わり、最近ではB-scope方式が広く用いられるようになった。

超音波法によって得られた断層画像を利用すれば、生体の内部構造の分析が可能であるので、臨床医学ばかりでなく、生体学的研究、たとえば、体組成の測定法としても超音波法が利用されており、勝木、芝山らは、この方法を用いて皮下脂肪厚の測定を行ない、直接測定の結果と比較し両者の差は1mm以下であると報告している<sup>5),6)</sup>。また、福永は体肢の組成断面面積について数量的に報告している<sup>2)</sup>。超音波法は、こうした生体学的研究を進めていく上でも測定法としての利用価値は高く、体育学、特に、形態学的研究にこの方法を導入することによって、生体の内部構造をより詳細に検討することが可能である。

著者らは、これまでに運動選手の形態学的研究を進める上で、競技特性等の影響を詳細に検討する場合、生体計測値による分析に加えてモアレ法を応用してきた。この方法を用いることで比較的容易に生体の三次元情報を入手しうるので、体表のレリーフ、モアレ縞形状の差などから、浅筋群の発達程度の推量を試み、競技種目による運動選手の形態学的特徴について報告してきた<sup>7),9),10)</sup>。しかし、モアレ縞から得られる情報は、体表から得た情報であって、生体の内部構造、特に浅筋群の発達程度を精密に検討するには限界がある。したがって、本研究では、超音波法を用い前胸部の内部構造を分析するとともに、同一被験者の同一部位のモアレ画像と超音波断層画像を比較・検討し、従来のモアレ法による分析の当否について検討することを目的としている。

## 方 法

被験者は特に特定の運動を行なっていない筑波大学一般学生14名と筑波大学サッカー部員82名で、年齢はいずれも18~22才である。被験者の概要を知るためにマルチン式計測器を用いてマルチンの方法により体重、高径12項目、幅径5項目、周径14項目について生体計測を行なった(表1)。

超音波画像の撮影に先立ち、被験者に解剖学的

正位をとらせ、モアレ写真撮影装置を用いて胸部前面に現われるモアレ縞を撮影し、同時に左右胸部最突出点にマーキングを施し、超音波撮影の指標とした。モアレ写真撮影装置は格子照射式であり、格子ピッチは1.5mmでモアレ縞の等高間隔は3mmにセットした。光源はハロゲンランプ(500wのランプ4個を垂直に直列したもの)、カメラはニコンF2、レンズは50mm標準レンズ、フィルムはフジネオパン400を用いた。

本研究で用いた超音波断層画像撮影装置は日本電気三栄製トモエース2H71型であり距離分解能は垂直方向、水平方向とも1mmである(図1)。本研究では、皮下脂肪厚および筋の断層画像が鮮明に得られるように周波数は3.5MHZに設定した。測定時には超音波の透過性を高めるために、発振器と体表の間に温水を注入した0.03mm厚のゴム袋を装着した。また、発振器の中心とモニター上の発振器の中心にマーキングを施し、発振器を著者の考案した発振器固定装置(図2)に固定し、モニターに写し出された超音波断層画像上の最突出点とモニター上の発振器の中心を一致させ、モニター上に写し出された弛緩時、緊張時の左右胸部超音波断層画像を写真撮影した。撮影に用いたカメラはニコンF2、レンズは50mm標準レンズ、フィルムはフジネオパン400である。得られたネガフィルムから超音波断層写真を印画紙に焼き付け分析を行なった。

図3は胸部における超音波断層写真の分析方法を示したものである。まず、超音波断層写真に以下のような基準線を引いた。

最突出点を通りモニター上の直線(最突出点を通る直線P)に垂直に交わる直線MLを引き、その直線上で最突出点を中心に1cm間隔で内側、外側それぞれ各3点を取り、各点を通る垂直線を引き、これらの直線を分析の基準線とした。これらのうち、最突出点より内側の基準線は胸骨側から最突出点側へそれぞれM1、M2、M3とし、最突出点より外側の基準線は最突出点から外側へそれぞれL1、L2、L3とした。これらの、基準線P、M1、M2、M3、L1、L2、L3上で左右の胸部の皮下脂肪厚、弛緩時、緊張時(発振器を測定部位に装着し手で鉄パイプを保持させ、完全に弛緩した状態から徐々に力を加え大胸筋の最大限の等尺性収縮を行なわせる)の左右大胸筋の厚さをデジタイザーシステムにより計測し、得られた

Table 1. Mean values of physical measurements (cm)

	student	Soccer player B	Soccer player A
Weight (kg)	62.1 ( 7.0)	62.0 (11.9)	62.6 (18.2)
Stature	170.1 ( 5.1)	170.0 ( 5.9)	174.8 ( 5.2)
Suprasternale height	137.5 ( 4.6)	138.2 ( 5.1)	142.4 ( 4.3)
Symphysion height	84.9 ( 3.6)	84.1 ( 3.9)	87.1 ( 3.5)
Acromion height (R)	139.1 ( 4.6)	138.1 ( 5.2)	142.9 ( 4.7)
(L)	138.7 ( 5.0)	136.5 ( 4.0)	143.0 ( 4.7)
Radiale height (R)	107.9 ( 3.3)	107.3 ( 4.3)	110.7 ( 4.2)
(L)	107.4 ( 3.9)	107.2 ( 4.6)	110.6 ( 4.0)
Dactylion height (R)	65.8 ( 2.5)	65.5 ( 3.6)	68.1 ( 3.2)
(L)	66.3 ( 2.6)	65.8 ( 4.0)	68.4 ( 3.1)
Tibiale height (R)	43.8 ( 2.2)	43.9 ( 2.3)	45.7 ( 2.2)
(L)	43.8 ( 2.0)	43.9 ( 2.3)	45.6 ( 2.2)
Sitting height	91.0 ( 2.7)	91.1 ( 3.1)	93.1 ( 3.1)
Biacrominal breadth	39.3 ( 2.0)	39.1 ( 1.5)	38.3 ( 1.9)
Chest breadth	29.0 ( 2.0)	28.7 ( 1.4)	28.1 ( 5.8)
Waist breadth	26.1 ( 1.9)	25.7 ( 1.2)	25.2 ( 5.3)
Bicristal breadth	27.2 ( 1.4)	26.4 ( 1.7)	26.2 ( 5.5)
Chest depth	18.9 ( 1.3)	19.2 ( 1.2)	18.6 ( 3.9)
Chest girth	88.0 ( 6.4)	90.6 ( 4.1)	92.9 ( 2.3)
Waist girth	74.3 ( 7.3)	74.4 ( 3.2)	75.4 ( 3.4)
Hip girth	90.6 ( 4.5)	89.7 ( 3.4)	92.7 ( 2.9)
Upper limb girth (R)	27.5 ( 2.2)	27.7 ( 1.6)	28.4 ( 1.2)
(L)	26.9 ( 2.2)	27.5 ( 1.5)	28.0 ( 1.3)
Fore-arm girth (R)	25.7 ( 1.8)	25.4 ( 0.9)	25.8 ( 0.7)
(L)	25.0 ( 1.5)	24.9 ( 0.9)	25.4 ( 0.8)
Wrist girth (R)	16.1 ( 0.8)	16.2 ( 0.7)	16.4 ( 0.8)
(L)	16.1 ( 0.8)	16.3 ( 1.5)	16.4 ( 0.8)
Thigh girth (R)	53.2 ( 3.7)	54.5 ( 2.5)	55.6 ( 1.9)
(L)	52.9 ( 3.8)	54.5 ( 2.5)	56.4 ( 1.9)
Calf girth (R)	37.0 ( 1.8)	37.1 ( 1.7)	37.6 ( 1.6)
(L)	36.6 ( 1.7)	37.1 ( 1.8)	37.4 ( 1.6)
Ankle girth (R)	22.0 ( 0.9)	22.0 ( 0.9)	22.2 ( 1.1)
(L)	21.7 ( 0.7)	21.1 ( 1.1)	22.3 ( 1.2)

\* Under line indicate significant differences ( $P < 0.05$ )

値について以下のような分析を加え、比較・検討を行なった。

1) 各基準線P, M1, M2, M3, L1, L2, L3上における弛緩時に対する緊張時の大胸筋厚の変化率の算出。

2) 各基準線P, M1, M2, M3, L1, L2, L3上における弛緩時、緊張時の大胸筋厚の左右差の検討。各基準線上の大胸筋厚の左に対する右の値を求め、右大胸筋厚が左大胸筋厚より大

きいものをR型、左大胸筋厚が右大胸筋厚より大きいものをL型とし、両者が等しいものをE型として各型の出現頻度を求め、左右差を検討した。

3) 高橋らは胸部に現われるモアレ縞のパターンを、不形成、円形、横楕円形、斜め楕円形、縦楕円形の5型に分類し、この順に浅胸部筋が発達していると報告している<sup>10)</sup>。本研究では高橋らの分類に従って、胸部に現われるモアレ縞のパターン分類を行ない、各グループの最突出点における

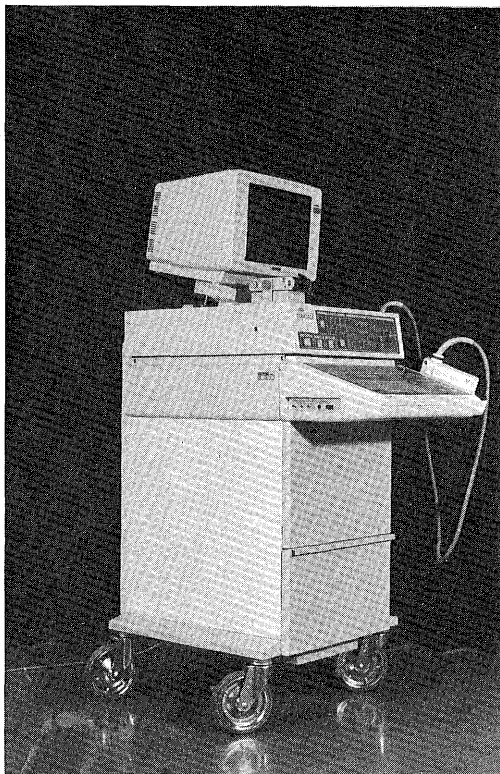


Fig. 1 Ultrasonic generator

大胸筋厚を計測し、モアレ縞のパターンと筋の発達程度に一定の関係があるか否かについて検討を加えた。

4) モアレ法により再現した体表のレリーフと超音波断層画像による体表のレリーフ、および大胸筋筋膜のレリーフとの一致率の検討。超音波断層画像のネガフィルムをポジフィルムに反転し、プロジェクターを用いて、同拡大率のモアレ縞から再現した体表のレリーフ上に投影し、左右上下1mm以内で一致した数を求めた。一致率を求めるためモアレ縞から再現した体表のレリーフは右および左胸部の最突出点を中心に6cmの範囲であり、最突出点を通る水平線がこの範囲内でよぎるモアレ縞の数で、上述の一致数を除したものに100を乗じ一致率とした。

#### 結果および考察

表1は各グループの生体計測値を示したものである。表中のサッカーAはレギュラー選手であり、サッカーBはそれ以外の部員である。一般に運動

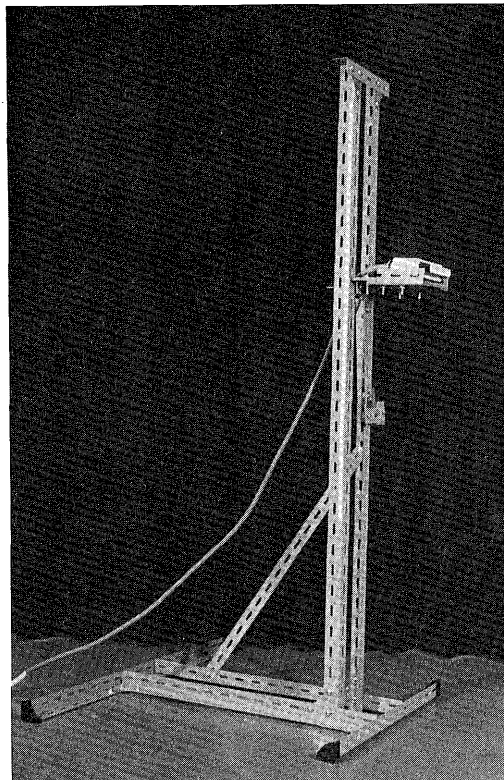


Fig. 2 Equipment for fixation of probe

選手は競技特性に応じて種々の項目で一般学生に比して有意に大きい値を示すことが報告されているが<sup>3), 4), 11)</sup>本研究では、胸囲、左右大腿最大囲においてサッカーA、Bのグループが一般学生に比して有意に大きい値を示しているほか、身長等の高径項目、および、殿囲でサッカーAのグループが、一般学生に比して有意に大きい値を示しており、ほぼ従来の報告と同様の結果が得られた。

また、サッカー選手間の比較をしたところ、身長等の高径項目においてサッカーAのグループが、サッカーBのグループに比して有意に大きい値を示しており、レギュラー選手が他のレギュラー以外の部員に比して高さの点で勝っていることが認められた。

表2は各グループの基準線P、M1、M2、M3、L1、L2、L3上の皮下脂肪厚の平均値を示したものである。皮下脂肪厚の値は左右すべての基準線上で一般学生の値がサッカーA、Bのグループに比して大きい値を示す傾向がみられた。また、各グループにおける基準線P、M1、M2、

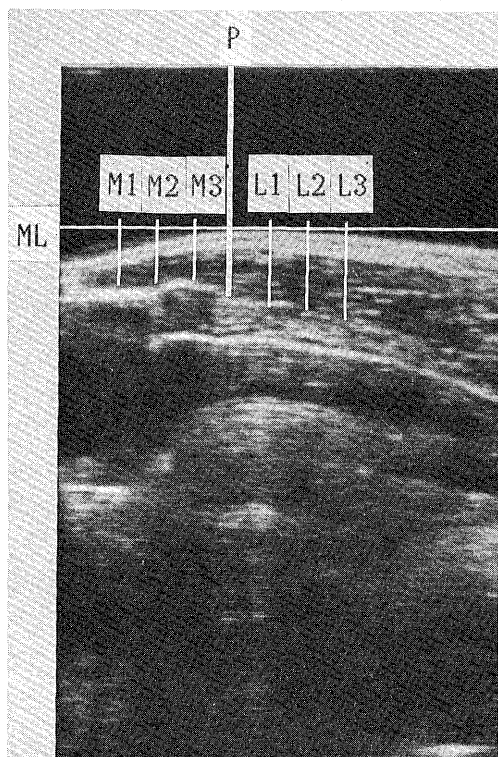


Fig. 3 Ultrasonic picture (3.5MHZ) and fiducial line for analysis

M3, L1, L2, L3上の左右の値を検討したところ、すべてのグループでその値は最突出点より内側にいくに従って減少し、逆に外側にいくに従ってその値は増加する傾向がみられた。

表3は、弛緩時、緊張時における各グループの左右胸部の各基準線P, M1, M2, M3, L1, L2, L3上の大胸筋の厚さの平均値を示したものである。サッカーA, Bのグループにおける右胸部の値を除いて各グループとも基準線L3上の値が最も大きく、逆に、最も小さい値を示すのは

各グループとも左右の基準線M1上の値であった。サッカーA, Bグループにおける右胸部で最も大きい値を示した部位は基準線L2上で、その値もほぼ基準線L3上の値と同じであり、したがって、弛緩時、緊張時の各グループの左右胸部における大胸筋の厚さは、各グループ左右いずれの場合も基準線M1上で最も薄く、外側に行くに従って厚さを増し、基準線L3上で最も厚くなるといえる。弛緩時、緊張時の左右胸部の各基準線P, M1, M2, M3, L1, L2, L3上のそれぞれの値についてグループ間で比較したところ、右胸部では、基準線P, L1, L2, L3上でサッカーA, B, グループが一般学生に比して大きい値を示す傾向がみられたが、左胸部では基準線L3上でのみ右胸部と同様の傾向がみられたにすぎなかった。さらに、各基準線P, M1, M2, M3, L1, L2, L3の弛緩時、緊張時の値について比較したところ、いずれの場合も弛緩時の値に比して緊張時の値が大きく、その傾向は各グループとも外側の基準線にいくほど顕著であった。また、各グループのそれぞれの値は皮下脂肪厚同様、最突出点より内側にいくに従って減少し、逆に外側にいくに従ってその値は増加する傾向がみられ、モアレ法による最突出点は超音波断層画像により計測した筋の最も厚い部位ではなかった。これは、大胸筋が胸部の最表層にある筋で、鎖骨、胸骨と上位肋軟骨、腹直筋鞘の3つの部分から扇状に起こり、しだいに収束しながら上腕骨の大結節稜につく強大な筋であること、また、胸郭が胸部の基本的レリーフを形成し、その上を被う浅胸筋の発達体表の細かいレリーフの変化を生じさせること等を考えあわせれば、本研究の結果はモアレ法による研究結果と矛盾するものではない。

表4は、弛緩時、緊張時の各グループの左右胸部における各基準線P, M1, M2, M3, L1, L2, L3上の大胸筋の厚さの弛緩時の値に対す

Table 2. Mean values for skinfold thickness at the each site (mm)

Student		M1	M2	M3	P	L1	L2	L3
(n=14)	R	3.7(2.8)	4.9(2.9)	6.8(1.4)	7.3(1.5)	7.7(1.8)	7.9(1.9)	7.7(2.5)
	L	3.2(2.9)	6.5(1.5)	6.6(1.4)	7.7(1.6)	7.9(1.5)	7.7(1.8)	8.2(2.2)
Soccer player B (n=56)	R	2.7(3.0)	3.7(2.8)	5.0(2.5)	6.6(1.5)	6.8(1.6)	<u>7.3(1.6)</u>	7.2(1.6)
	L	2.3(2.6)	3.6(1.7)	3.8(2.8)	6.8(1.7)	5.3(2.8)	7.0(1.5)	<u>7.4(1.7)</u>
Soccer player A (n=26)	R	1.6(2.3)	3.4(2.5)	4.4(2.2)	6.2(1.3)	6.5(1.4)	6.6(1.4)	<u>7.4(1.5)</u>
	L	1.9(2.4)	3.1(1.5)	3.8(2.7)	<u>7.1(1.5)</u>	5.8(1.0)	6.5(1.1)	6.9(1.9)

※ Under line indicate maximum value of each items

Table 3. Mean values for thickness of M.pectoralis major at the each site in relaxation and contraction (mm)

		M1	M2	M3	P	L1	L2	L3
Right chest								
Student (n=14)	relaxation	4.2(4.1)	5.2(3.9)	6.9(3.3)	8.0(3.8)	8.0(2.2)	8.7(2.1)	9.9(2.9)
	contraction	4.6(6.0)	6.0(5.4)	8.6(4.6)	8.6(3.2)	9.7(3.8)	11.2(4.3)	<u>12.1(5.4)</u>
Soccer player B (n=56)	relaxation	3.1(4.2)	4.6(4.8)	6.2(4.1)	8.7(4.4)	8.6(3.4)	<u>10.8(4.2)</u>	10.1(4.2)
	contraction	3.6(5.1)	4.6(5.2)	7.0(5.2)	10.3(5.1)	12.2(5.6)	14.3(5.4)	<u>15.3(6.5)</u>
Soccer player A (n=26)	relaxation	2.8(4.7)	4.2(4.5)	6.4(5.2)	8.8(4.5)	8.8(3.6)	<u>11.2(4.1)</u>	10.9(4.1)
	contraction	3.2(4.8)	4.8(5.1)	6.8(5.3)	8.9(4.7)	11.0(5.0)	12.2(4.3)	<u>14.1(4.8)</u>
Left chest								
Student (n=14)	relaxation	3.6(4.1)	6.9(3.3)	7.9(3.0)	8.3(2.8)	9.3(2.9)	9.9(3.4)	<u>11.3(3.6)</u>
	contraction	5.3(4.4)	7.4(3.4)	9.3(3.4)	10.3(2.9)	11.9(3.7)	14.2(4.2)	<u>16.3(4.4)</u>
Soccer player B (n=56)	relaxation	2.7(3.2)	11.5(4.5)	4.5(3.8)	8.2(4.0)	6.3(3.9)	9.5(4.2)	<u>12.9(4.8)</u>
	contraction	4.2(4.4)	15.3(6.3)	6.7(5.0)	11.0(5.3)	9.0(5.3)	12.9(5.4)	<u>17.1(7.2)</u>
Soccer player A (n=26)	relaxation	2.4(3.5)	11.5(3.2)	3.9(3.6)	9.1(3.2)	6.5(3.5)	10.2(3.3)	<u>12.4(4.6)</u>
	contraction	2.8(3.8)	15.7(5.4)	5.6(4.7)	10.9(4.3)	8.3(4.5)	13.3(5.4)	<u>16.2(5.7)</u>

※ Under line indicate maximum value of each items

Table 4. The ratio of contraction of M.pectoralis major on each sites (%)

Student (n=14)	R	114(28.6)	117(19.9)	128(35.7)	122(28.2)	135(32.2)	<u>141(30.3)</u>	134(36.0)
	L	152(44.1)	<u>159(74.1)</u>	131(26.4)	128(27.0)	124(35.1)	116(41.0)	117(70.6)
Soccer player B (n=56)	R	126(89.6)	107(32.6)	123(77.8)	140(85.4)	149(77.1)	139(44.4)	<u>152(56.1)</u>
	L	144(61.6)	<u>148(64.3)</u>	141(60.0)	146(63.6)	136(70.6)	138(40.8)	121(46.7)
Soccer player A (n=26)	R	105(18.4)	114(27.1)	122(55.9)	111(63.5)	<u>143(65.3)</u>	138(35.9)	138(45.7)
	L	140(58.8)	135(50.8)	<u>151(97.6)</u>	125(38.9)	126(50.2)	138(35.9)	107(40.7)

※ Under line indicate maximum value of each items

※ Contraction/Relaxation \* 100

る緊張時の値の割合を示したものである。それぞれのグループにおける各基準線P, M1, M2, M3, L1, L2, L3上の値は、一般学生、右14~41%, 左16~59%の増加, サッカーBのグループで右7~52%, 左21~48%の増加, サッカーAのグループでは右5~43%, 左7~51%の増加を示し、また、右胸部の増加率の最大値は最突出点の外側に、左胸部の増加率の最大値は最突出点の内側にあることが認められた。しかし、各グループともそれぞれの基準線ごと一定の傾向はみられず、収縮率については、今後モアレ縞のパターン別に筋の厚さを計測するなど、さらに詳細に検討する必要がある。

表5は基準線P上における各グループの大胸筋の厚さの左右差を検討するために求めた右/左の値をそれぞれ、R型、L型、E型の3つの型に分けて示したものである。ここで、R型は基準線P上の大胸筋厚の右の値が左の値に比して大きいものを、L型は基準線P上の大胸筋厚の左の値が右の値に比して大きいものを、また、E型は基準線P上の大胸筋厚の左右の値が等しいものである。

Table 5. Incidence of three types of M.pectoralis major on P line (%)

		R type	E type	L type
Student (n=14)	Relaxation	50	0	50
	Contraction	43	7	50
Soccer player B (n=56)	Relaxation	59	0	41
	Contraction	36	7	57
Soccer player A (n=26)	Relaxation	58	4	38
	Contraction	27	0	73

※ R-type: Right side dominance

※ E-type: Equal side

※ L-type: Left side dominance

一般学生では、弛緩時、緊張時ともR型、L型の出現頻度がほぼ等しく、また、サッカーA, Bのグループでは弛緩時にはR型の出現頻度がやや高く、逆に緊張時にはL型の出現頻度が高い傾向がみられた。サッカー選手は競技の特性から上半身に比して下半身のトレーニングに重点がおかれていると考えられるので、今後は、上半身の運動負荷の大きいスポーツ種目の選手について資料を収集し、これらの点に関して詳細に分析・検討す

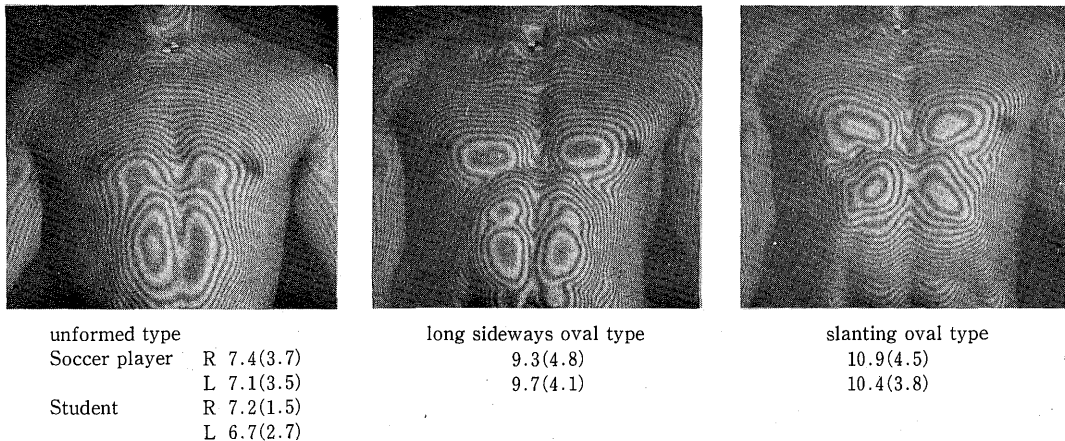


Fig. 4 Mena values for m.pectoralis major according to moire patterns (mm)

る必要がある。

図4は各グループのモアレ縞パターン分類を行ない、弛緩時における基準線P上の大胸筋の厚さの平均値をパターン別に示したものである。

高橋らは、運動選手を対象として胸部モアレ縞のパターンを5型に分類して胸部における浅筋群の発達程度の推量を試み、不形成、円形、横楕円形、斜め楕円形、縦楕円形の順に胸部の筋が発達していると報告している<sup>8)</sup>。

先に方法で述べたように、本研究では高橋らの方法に従いモアレ縞の分類を行なったところ、サッカー選手のグループでは、不形成、横楕円形、斜め楕円形の3型に分類された。不形成グループでは、弛緩時における基準線P上の左右大胸筋の厚さは、右7.4mm、左7.1mm、横楕円形グループではそれぞれ右9.3mm、左9.7mm、斜め楕円形グループではそれぞれ右10.9mm、左10.4mmであった。また、一般学生は、すべて不形成グループに属し、その値は、右7.2mm、左6.7mmであり、サッカー選手の不形成グループの値とほぼ同様の値を示した。これらのことから、弛緩時における基準線P上の左右大胸筋の厚さは、不形成、横楕円形、斜め楕円形の順に大きい値を示し、この順に筋の発達がよいことが考えられ、モアレ縞の型は一般に運動の程度

によって異なり、その運動の強度により不形成、横楕円形、斜め楕円形の順に変化していくという高橋らの報告を支持する結果が得られた。

表6は一般学生、サッカー選手に於けるモアレ法により再現された体表のレリーフと超音波断層画像により再現された体表のレリーフ、および、大胸筋筋膜のレリーフの一致率を示したものである。

モアレ法により再現された体表のレリーフと超音波断層画像により再現された体表のレリーフの一致率は、一般学生、サッカー選手の両グループとも80%以上の高い値を示し、また、モアレ法により再現された体表のレリーフと超音波断層画像により再現された大胸筋筋膜のレリーフの一致率も同様に70%以上の高い値を示した。これら一致率の検討は、胸部の限られた部位について行なったものであるため、今後は、さらに広範囲にわたって検討する必要があると考えられる。モアレ法により再現された体表のレリーフと超音波断層画像から再現された体表のレリーフが完全に一致しなかったのは、モアレが非接触法であるのに対し、超音波法では超音波の透過性を高めるために体表とプローブの間に温水を入れたゴム袋を装着したために僅かの差が生じたためと思われる。また、

Table 6. Coincidence of the relief by moire method with the relief by ultrasonic method (%)

		Relief of body surface		Relief of fascia of M.pectoralis major	
		R	L	R	L
Student	(n=14)	94.5	95.8	71.2	80.3
Soccer player	(n=82)	86.1	92.0	80.3	83.2

大胸筋膜のレリーフの一致率がさらに低い値を示したのは、上述の理由のほかに、皮膚の真皮と大胸筋膜の間に皮下脂肪が介在することに起因するものと思われるが、この程度の不一致率は、モアレ縞パターンから浅筋群の発達を類推するのに全く支障がないと考えてよいように思われる。著者らは、早くからモアレ法を体育学の分野に応用し、この方法を用いて、運動選手の形態学的研究を進めてきたが<sup>6),7),8)</sup>、先に述べたモアレ縞パターン分類による弛緩時、緊張時における基準線P上の大胸筋の厚さに関する分析結果からみて、運動選手の形態学的研究にモアレ法を用い、浅層筋の発達を程度を検討することの妥当性が確認されたといえよう。

## 要 約

本研究では、体育学の分野、特に形態学的研究に超音波法を導入し、得られた超音波断層画像から一般学生、サッカー選手の左右胸部皮下脂肪厚、弛緩時、緊張時の左右大胸筋の厚さをデジタイザーを用いて計測し最突出点を中心とする各基準線上のそれぞれの値について比較・検討を行なった。また、これらの超音波法による分析結果から、モアレ法による浅層筋の検討の可否についても検討を加えた。結果は以下の通りである。

1) 被験者の概要を知るためにマルチンの方法により生体計測を行なった結果、胸囲、左右大腿最大囲において、サッカー選手が一般学生に比して有意に大きい値を示した。また、レギュラー選手群であるサッカーAグループは、サッカーBグループ、および、一般学生に比して、身長等の高径項目で有意に大きい値を示した(表1)。

2) 各グループの基準線P, M1, M2, M3, L1, L2, L3上の皮下脂肪厚の値は左右すべての基準線上で、一般学生が、サッカー選手に比して大きい値を示す傾向がみられた。さらに、各グループの基準線P, M1, M2, M3, L1, L2, L3上の左右胸部皮下脂肪厚の値を検討したところ、すべてのグループでその値は最突出点より内側にいくに従って減少し、逆に外側にいくに従ってその値は増加する傾向がみられた(表2)。

3) 弛緩時、緊張時の各グループの左右胸部における各基準線P, M1, M2, M3, L1, L2, L3上の大胸筋の厚さについて検討したところ、

いずれの場合も弛緩時の値に比して緊張時の値が大きく、その傾向は各グループとも外側の基準線にいくほど顕著であった。また、各グループのそれぞれの値は皮下脂肪厚同様、最突出点より内側にいくに従って減少し、逆に外側にいくに従ってその値は増加する傾向がみられ、モアレ法による最突出点は超音波断層画像により計測した筋の最も厚い部位と一致しなかった。(表3)。

4) 弛緩時、緊張時の各グループの左右胸部における各基準線P, M1, M2, M3, L1, L2, L3上の大胸筋の厚さの弛緩時の値に対する緊張時の値の割合について検討したところ、それぞれのグループにおける各基準線P, M1, M2, M3, L1, L2, L3上の値は、一般学生、右14~41%、左16~59%の増加、サッカーBのグループで右7~52%、左21~48%の増加、サッカーAのグループでは右5~43%、左7~51%の増加を示し、多少の差はみられるが、ほぼ同様の増加傾向がみられた(表4)。

5) 基準線P上における各グループの弛緩時、緊張時の大胸筋厚の右/左の値を3つの型に分けて左右差を検討したところ、一般学生のグループでは、弛緩時、緊張時ともR型、L型の出現頻度がほぼ等しく、また、サッカーA, Bのグループでは弛緩時にはR型の出現頻度がやや高く、逆に緊張時にはL型の出現頻度が高い傾向がみられた(表5)。

6) 各グループのモアレ縞パターン分類を行ない、弛緩時における基準線P上の大胸筋の厚さについて検討したところ、サッカー選手のグループでは、不形成、横楕円形、斜め楕円形の3型に分類され、不形成グループでは、弛緩時における基準線P上の大胸筋の厚さは、右7.4mm、左7.1mm、横楕円形グループではそれぞれ右9.3mm、左9.7mm、斜め楕円形グループではそれぞれ右10.9mm、左10.4mmであった。また、一般学生は、すべて不形成グループに属し、その値は、右7.2mm、左6.7mmであり、サッカー選手の不形成グループの値とはほぼ同様の値を示した。これらのことから、弛緩時における基準線P上の左右大胸筋の厚さは、不形成、横楕円形、斜め楕円形の順に大きい値を示し、モアレ縞の型は一般に運動の程度によって異なり、その運動の強度により不形成、横楕円形、斜め楕円形の順に変化していくという高橋らの報告を支持する結果が得られた(図4)。



7) 各グループのモアレ法により再現された体表のレリーフと超音波断層画像により再現された体表のレリーフの一致率は両グループとも80%以上の高い値を示し、また、モアレ法により再現された体表のレリーフと超音波断層画像により再現された大胸筋筋膜のレリーフの一致率も同様に70%以上の高い値を示した(表6)。

#### 参 考 文 献

- 1) Dussik, K. T.: *Ultraschallansendung in der Diagnostik und Therapie der Erkrankungen des zentralen Nervensystems*. *Ultraschall in Med.* (Zurich, Hirzel) 238-2855, 1949
- 2) 福永哲夫: 絶対筋力, 杏林書院, 1978
- 3) J. E. Lindsay, Carter: *Anthropometry of Montreal Olympic Athletes*. *Medical Sport, Sci*, vol16, pp25-52, 1982
- 4) J. E. Lindsay, Carter: *Age and Body size of Olympic Athletes*. *Medical Sport, Sci*, vol18, pp53-79, 1984
- 5) 勝木新次, 芝山秀太郎: *Body composition* 研究における超音波の応用, *超音波医学研究会講演論文集*, 5巻, pp45-46, 1964
- 6) 勝木新次, 芝山秀太郎: *超音波による Body composition 測定装置*, *体力研究*, 4巻, pp34-41, 1965
- 7) 高橋彬 他: モアレ法による陸上選手の体表レリーフについて, *東京体育学研究*, 6巻, 1979
- 8) 高橋彬 他: 陸上選手の前胸壁形状について, *筑波大学体育科学系紀要*, 4巻, 1981
- 9) 高橋彬 他: 生体計測およびモアレ法によるサッカー選手の形態学的特徴, *筑波大学体育科学系紀要*, 7巻, pp227-238, 1983
- 10) 高橋彬 他: モアレ法等による各種運動動作の動的研究, 文部省, 昭和58年度科学研究費補助金研究成果報告書, 1984
- 11) 吉儀宏 他: 競技種目別にみた大学運動選手の体格特性—実測値粗点による—順天堂大学保健体育紀要, 13巻, pp29-37, 1978
- 12) Wild, J. J. and J. M. Reid: *Further echographic studies on the histologic structure of tumors of the living intact human breast*. *Amer. J. Path*, 28, 839, 1952