

ABCC-NIH ADULT HEALTH STUDY HIROSHIMA 1958-60
Cardiovascular Project Report Number 6

HEART SIZE NORM

ABCC一予研 成人健康調査 広島 1958-60
心臓脈管調査第6報
心臓の大きさの基準

Shoichi Ueda 上田尚一

Walter J. Russell, M.D.

Katsuhiko Yano, M.D. 矢野勝彦



THE ABCC TECHNICAL REPORT SERIES

A B C C 業績報告集

The ABCC Technical Reports provide a focal reference for the work of the Atomic Bomb Casualty Commission. They provide the authorized bilingual statements required to meet the needs of both Japanese and American components of the staff, consultants, advisory councils, and affiliated governmental and private organizations. The reports are designed to facilitate discussion of work in progress preparatory to publication, to record the results of studies of limited interest unsuitable for publication, to furnish data of general reference value, and to register the finished work of the Commission. As they are not for bibliographic reference, copies of Technical Reports are numbered and distribution is limited to the staff of the Commission and to allied scientific groups.

この業績報告書は、A B C Cの今後の活動に対して重点的の参考資料を提供しようとするものであって、A B C C職員・顧問・協議会・政府及び民間の関係諸団体等の要求に応ずるための記録である。これは、実施中で未発表の研究の検討に役立たせ、学問的に興味が限定せられていて発表に適しない研究の成果を収録し、或は広く参考になるような資料を提供し、又A B C Cにおいて完成せられた業績を記録するために計画されたものである。論文は文献としての引用を目的とするものではないから、この業績報告書各冊には一連番号を付してA B C C職員及び関係方面にのみ配布する。

ABCC-NIH ADULT HEALTH STUDY HIROSHIMA 1958-60
Cardiovascular Project Report Number 6
HEART SIZE NORM

ABCC - 予研 成人健康調査 広島 1958 - 60
心臓脈管調査第6報
心臓の大きさの基準

Shoichi Ueda^{1,4} 上田尚一

Walter J. Russell, M.D.²

Katsuhiko Yano, M.D.³ 矢野勝彦

From the ABCC Departments of Statistics¹, Radiology², and Medicine³
and Japanese National Institute of Health⁴

ABCC統計部¹, 放射線部², 臨床部³ および国立予防衛生研究所⁴



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION
Hiroshima - Nagasaki, Japan

A Research Agency of the
U. S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES - NATIONAL RESEARCH COUNCIL
under a grant from

U. S. ATOMIC ENERGY COMMISSION
administered in cooperation with the
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH & WELFARE

原爆傷害調査委員会
広島 - 長崎

厚生省国立予防衛生研究所
と共同運営される

米国学士院 - 学術会議の在日調査研究機関
(米国原子力委員会研究費に依る)

TABLE OF CONTENTS
目次

	<i>Page</i>
LIST OF TABLES AND FIGURES	i
挿入図表一覧表	
INTRODUCTION	1
緒言	
DESCRIPTION OF THE SAMPLE	2
臨床調査標本の概要	
METHOD	5
方法	
Cardiac Measurement	5
心臓の測定	
Derivation of Standard	6
基準の作成	
Interpretation of the Term 'Weight'	12
体重の項の解釈	
Nomograph for Standard Heart Size and Deviation	12
心臓の大きさの標準値および標準からの偏差に対する計算図表	
Heart Size Related to Hypertension and Heart Disease	14
高血圧および心臓疾患例における心臓の大きさ	
Comparison with Other Data	16
他の資料との比較	
SUMMARY	16
総括	
NOMOGRAPH FOR STANDARD HEART SIZE AND DEVIATION	17
心臓の大きさの標準値および標準からの偏差に対する計算図表	
REFERENCES	18
参考文献	

LIST OF TABLES AND FIGURES
挿入図表一覧表

		<i>Page</i>
Table	<p>1. Sample for study of heart norm, Hiroshima, by age, sex, and clinical classification 心臓の大きさの標準値研究の標本; 年齢, 性および臨床分類別, 広島</p> <p>2. Analysis of variance for heart size change 心臓の大きさの変化の分散分析</p> <p>3. Prevalence of hypertension and heart disease by relative heart size, age, and sex 高血圧症および心臓疾患の頻度; 相対的心臓の大きさ, 年齢および性別</p> <p>4. Comparison of heart size data reported for various populations: Transverse diameter for specified weight and height categories 各種の人口集団について報告された心臓の大きさの資料の比較; 特定の体重および身長区分に対する横径</p>	<p>5</p> <p>9</p> <p>15</p> <p>16</p>
Figure	<p>1. Heart size for clinical classes 1 and 2 by weight, height and age 臨床分類1および2における心臓の大きさ, 体重, 身長および年齢別</p> <p>2. Heart size for clinical classes 1 and 2 partially specified for each variable 臨床分類1および2における心臓の大きさ; 体重, 身長, 又は年齢を特定した場合</p> <p>3. Heart size in relation to weight/height ratio for fixed weight classes 心臓の大きさと体重/身長比の関係; 特定の体重区分につき</p> <p>4. Deviation of observed and computed heart size by weight, height, and age 心臓の大きさの観察値と算定値からの偏差; 体重, 身長および年齢別</p> <p>5. Procedures for using heart nomograph 心臓の大きさ計算図表の使用法</p> <p>6. Distribution of relative heart size 相対的心臓の大きさの分布</p> <p>7. Relation between relative heart size and blood pressure 相対的心臓の大きさと血圧との関係</p> <p>Nomograph for heart size norm 心臓の大きさの基準値計算図表</p>	<p>6</p> <p>7</p> <p>9</p> <p>11</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>17</p>

HEART SIZE NORM

ABCC-予研 成人健康調査 広島 1958-60 心臓脈管調査第6報

心臓の大きさの基準

INTRODUCTION

While the fairly close association between cardiac enlargement and cardiovascular disease or hypertension is well known, standards for delineation of such enlargement of the heart are not necessarily clear. A quantitative expression for cardiac enlargement should, therefore, contribute much to the study of heart disease and hypertension. Heart size standards in various forms have been provided by many investigators and have been used clinically to diagnose cardiac enlargement. The cardio-thoracic ratio was among the first to be employed.¹ Then, an attempt was made to describe the standard size of the transverse cardiac diameter as a function of weight, height, and age.^{2,3} The mean value of the transverse diameter of the normal heart may be expressed⁴ by a simple formula $C\sqrt{\frac{W}{H}}$ where C is a numerical value.

Obviously, a standard developed for a particular population cannot be universally applied and therefore standards developed in other populations and racial groups are not applicable for the Japanese population. Japanese investigators have published certain data intended for application in the estimation of cardiac size from routine chest roentgenograms.⁵ However, the purpose of this study was to derive a standard for the population included in the Adult Health Study of the Atomic Bomb Casualty Commission (ABCC). A similar earlier investigation at ABCC was not completed.⁶ The representative samples of the Hiroshima and Nagasaki exposed and comparison groups under detailed clinical investigation at ABCC⁷ offer the oppor-

緒言

心臓肥大と心臓脈管の疾患ないし高血圧症の間はかなり密接な関係があることはよく知られているが、この心臓肥大に対する基準は必ずしも明確ではない。従って、心臓肥大を量的に表わすことができれば、心臓疾患および高血圧症の研究に大いに役立つことと思われる。多くの研究者が種種の形式で心臓の大きさの基準を示し、心臓肥大の臨床的診断に用いてきた。心臓胸廓比が最初に用いられたものであった。¹ 次に心臓横径の基準を体重、身長および年齢^{2,3}の関数として示そうとする試みが行なわれた。正常な心臓横径の平均値が、ある定数Cを用いて、簡単な公式 $C\sqrt{\frac{W}{H}}$ によって表わされるという報告がある。⁴

特定の母集団について導かれた基準を広く一般に適用することはできない。従って、他の母集団あるいは人種における基準を日本人の母集団に適用できないことは明らかである。日本の研究者も、日常検査過程で撮影した胸部X線写真から心臓の大きさを推定するための資料を発表している。⁵ しかし、この研究の目的は、原爆傷害調査委員会(ABCC)で成人健康調査の対象としている母集団について基準を求めることである。ABCCの初期に同種の調査が行なわれたが未完成であった。⁶ ABCCで⁷ 詳細な臨床的検査を実施している広島および長崎の被爆者および対照群の代表的標本につ

tunity to study sufficiently large numbers of subjects to permit reliable assessment of cardiac size in a Japanese population.

In this study, radiologically recorded heart size has been correlated with sex, age, height, and weight, of subjects within defined clinical classifications.

DESCRIPTION OF THE SAMPLE

The sample for the ABCC Adult Health Study is composed of four age-sex balanced components:

Group 1 Proximal Exposed within 2000 meters of the hypocenter; reported radiation symptoms;

Group 2 Proximal Exposed within 2000 meters of the hypocenter; reported no radiation symptoms;

Group 3 Distal Exposed 3000 to 3499 meters of the hypocenter.

Group 4 Nonexposed Beyond 10,000 meters from the hypocenter or not in the city at the time of bomb.

The Hiroshima sample totals slightly more than 13,000 persons fifteen years of age or older at the time of examination in 1958 and 1959 who receive detailed clinical examinations at approximately two year intervals. The entire sample is equally divided into 24 examination groups, designated A through X. Each month, one of these alphabetically designated groups is scheduled for routine clinical examination at ABCC. This study utilizes data accumulated in 1958-1959 during routine examinations for 10 of the 24 groups.

Obviously, if accurate measurement of heart size is to be attempted, subjects with certain cardiac abnormalities must be excluded. Following are the criteria used for screening such subjects from this study:

いて検討することにより、日本人母集団における心臓の大きさに関する十分な資料を提供することができる。

この研究においては、後に述べる臨床区分に属する被爆者についてX線検査を通じて記録した心臓の大きさを被検者の性、年齢、身長および体重と関係づけて示す。

臨床調査標本の概要

ABCC成人健康調査の標本は下記の年齢、性別構成を対応させた4群より成る。

第1群…近距離被爆者。爆心地から2000m以内の地点で被爆し、急性放射線症状があったと報告した者。

第2群…近距離被爆者。爆心地から2000m以内の地点で被爆し、急性放射線症状がなかったと報告した者。

第3群…遠距離被爆者。爆心地より3000m～3499mの距離で被爆した者。

第4群…非被爆者。原爆時に爆心地より10,000m以遠の地点にいた者又は市内にいなかった者。

広島は、1958年および1959年の検査実施時に15才以上に達していた者13,000人強から成っており、約2年置きに詳細な臨床検査を受ける。標本はAからXまでの24の被検者群に等分されている。このアルファベットで区分された被検者群を毎月1群ずつABCCで通常臨床検査を行なうよう計画されている。この研究では、24群のうち10群について1958～1959年の通常検査の際集めた資料を利用した。

もし心臓の大きさを正確に測ろうとするならば、ある種の心臓異常のある者は明らかに除外しなければならない。以下は、この研究でそのような被検者を除外するため用いられた基準である。

ABNORMALITIES EXCLUDED FROM THIS STUDY

Developmental

- Pectus excavatum with cardiac shift
- Scoliosis, marked
- Kyphosis, marked
- Large apical fat pad with indistinct left cardiac border

Post-infection

- Pleural thickening, marked, causing distortion of cardiac silhouette
- Mediastinal, causing indistinct cardiac borders
- Lateral chest wall, with marked obliteration of costophrenic sulcus
- Parenchymal scarring, marked, with cardiac shift

Post-traumatic

- Fractures, costal and vertebral
- Pneumothorax with cardiac shift

Post-surgical

- Thoracoplasty, etc.

Neoplasms causing mediastinal and cardiac distortion

- Mediastinal
- Parenchymal
- Pleural

Other

- Pneumothorax, spontaneous, with mediastinal shift
- Diaphragmatic deformities, abnormal position (Phrenic nerve paralysis, eventration, large hiatus hernia, pneumoperitoneum, pregnancy, intra-abdominal mass or fluid)
- Pulmonary emphysema

この研究から除外されたもの

発育上のもの

- 心臓の変位を伴う漏斗胸.
- 著しい側彎症
- 著しい脊柱後彎症
- 心尖部に大脂肪褥があって心臓左方境界の不鮮明なもの

感染後のもの

- 著明な肋膜肥厚があって心臓の影像に歪曲を認めるもの
- 縦隔洞が心臓境界を不鮮明にしているもの
- 側面胸壁における肋骨横隔膜溝が著しく不明瞭になっているもの
- 著明な肺実質の癒痕形成があって心臓の変位を伴うもの

外傷後のもの

- 肋骨および脊椎の骨折
- 心臓の変位を伴う気胸

外科手術後のもの

- 胸廓成形, 等

新生物があって縦隔洞および心臓に歪曲を生じているもの

- 縦隔洞
- 実質
- 胸膜

その他のもの

- 縦隔洞変位を伴う自然気胸
- 横隔膜の変形, 位置異常 (横隔膜性神経麻痺, 内臓脱出, 大ヘルニア裂孔, 気腹, 妊娠, 腹腔内腫瘍または腹液)
- 肺気腫

Technical difficulties prevented accurate interpretation of a few of the chest roentgenograms and films were excluded if any of the following were found:

Rotation of patient

Incomplete inspiration

Improper exposure

Superimposition of dorsal spine on right cardiac border rendering latter indistinct

Following these exclusions, the remaining subjects were divided into three clinical classifications:

Class 1 Without overt heart disease or hypertension

Class 2 Without overt heart disease but with hypertension, defined as blood pressure higher than 140/90

Class 3 With overt heart disease with or without hypertension. Overt heart disease was diagnosed clinically with the aid of electrocardiography according to the following International Statistical Code criteria:

CRITERIA FOR CLASS 3

Rheumatic fever (400-402)

Chronic rheumatic heart disease (410-416)

Arteriosclerotic and degenerative heart disease (420-422)

Other diseases of heart (430-434) excluding functional disease of heart (433) and unspecified disease of heart (434.4)

Cardiovascular syphilis (023)

Congenital malformations of circulatory system (754)

技術上の問題から胸部X線写真の正確な解釈が不可能なものが若干あったため、以下の何れかが認められた場合にはそのX線写真を除外した。

患者の体位回転

吸気不完全

露出不適当

心臓右方境界上に胸椎が重なって、この境界を不鮮明にしているもの

これらを除外した後、残った被検者を次の3つの臨床分類に区分した。

1. 明白な心臓疾患または高血圧症のないもの

2. 明白な心臓疾患はないが、高血圧症があるもの。ただし、血圧が140/90よりも高いものを高血圧症と定義した

3. 高血圧症の有無にかかわらず明白な心臓疾患のあるもの。明白な心臓疾患の診断は以下の疾病、傷害および死因統計分類の基準に従い、また心電図を参照して臨床的に決定した。

臨床分類3に対する基準

リウマチ熱(400-402)

慢性リウマチ性心臓疾患(410-416)

動脈硬化性および変性性心臓疾患(420-422)

心臓の機能性疾患(433) および詳細不明の心臓疾患(434.4)を除くその他の心臓疾患(430-434)

心臓血管梅毒(023)

循環器系の先天性奇形(754)

Electrocardiographic criteria for abnormalities:

- Frequent extrasystoles, supraventricular and ventricular
- Paroxysmal tachycardia, supraventricular and ventricular
- Atrial fibrillation and flutter
- Nodal rhythm
- Complete atrioventricular block
- Bundle branch block
- Intraventricular block, unclassified
- Wolfe-Parkinson-White syndrome
- Ventricular hypertrophy, left, right, or combined
- S-T depression and T wave abnormality
- Myocardial ischemia
- Myocardial infarction

心電図における異常の基準

- 上室性および心室性、頻発性期外収縮
- 上室性および心室性、発作性頻脈
- 心房性細動および粗動
- 結節性律動
- 完全房室ブロック
- 脚ブロック
- 不詳の心室内ブロック
- ウオルフ・パーキンソン・ホワイ ト症候群
- 左、右または左右同時の心室肥大
- S-T波下降およびT波の異常
- 心筋性虚血
- 心筋梗塞症

Final composition of the sample is shown by age, sex, and clinical classification in Table 1.

表1は、標本の最終構成を年齢、性、および臨床分類別に示す。

TABLE 1 SAMPLE FOR STUDY OF HEART NORM, HIROSHIMA, BY AGE, SEX, AND CLINICAL CLASSIFICATION

表1 心臓の大きさの標準値研究の標本; 年齢、性および臨床分類別、広島

AGE 年齢	TOTAL 計		CLINICAL CLASSIFICATION 臨床分類					
			CLASS 分類 1		CLASS 分類 2		CLASS 分類 3	
	MALE 男	FEMALE 女	MALE 男	FEMALE 女	MALE 男	FEMALE 女	MALE 男	FEMALE 女
10-19	94	119	78	113	13	3	3	3
20-29	188	208	162	201	18	5	8	2
30-39	147	336	120	302	19	21	8	13
40-49	192	358	133	250	46	90	13	18
50-59	233	358	112	178	90	130	31	50
60-69	191	212	73	70	85	89	33	53
70+	61	80	6	11	33	44	22	25
TOTAL 計	1106	1671	684	1125	304	382	118	164

METHOD

方法

CARDIAC MEASUREMENT

心臓の測定

In this study measurements are based on the frontal cardiac silhouette. Routine examination of the chest consisted of obtaining 14 x 17 inch posteroanterior and lateral chest roentgenograms at a target-

この研究においては、心臓前面の影像を計測する。通常胸部検査では、焦点面とフィルムとの距離を72インチとし、サイズ14×17インチの胸部

film distance of 72 inches. The maximum transverse diameter of the heart which is obtained from the posteroanterior roentgenogram was considered most practical for deriving a standard which could be applied in routine roentgenographic examinations of the chest. The fact that data obtained from this investigation could have practical application in interpretation of routine chest roentgenograms of the Japanese population made other more complicated methods of measurement seem less desirable. This transverse cardiac diameter was applied, together with other related data obtained from clinical study, to devise formulae.

DERIVATION OF STANDARD

Analysis revealed no difference in heart size related to radiation exposure status, therefore the proximal, distal, and nonexposed groups were combined. Heart size data for clinical classifications 1 and 2 were tabulated according to sex, weight, height, and age. (Figure 1)

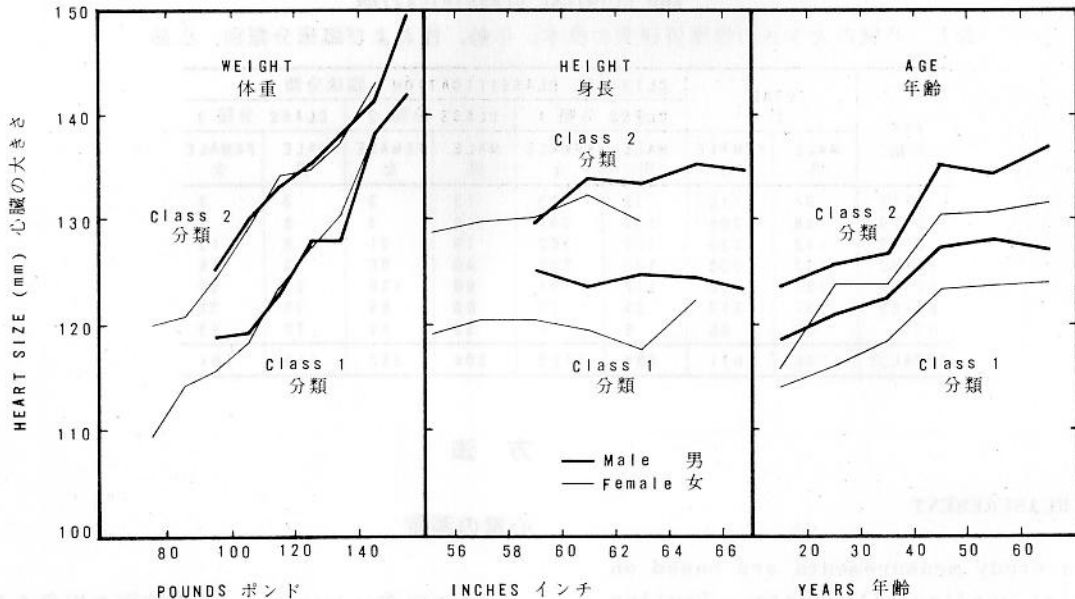
X線写真を後面および側面から撮る。後面から撮ったX線写真によって心臓の最大横径を求めるのが、通常行なわれる胸部X線写真検査による資料に対して適用できる基準として、最も実際的であると考えられる。この調査によって得た資料が、日本人母集団の通常胸部X線写真の解釈に実際に応用されるであろうことを考えると、それ以上複雑な測定法を用いるのは不適当と思う。この心臓横径を臨床検査によって得た他の関連資料と合わせ用いて公式を導いたのである。

基準の作成

解析の結果、心臓の大きさには、被爆状態に関連した差異は認められなかった。従って、近距離被爆群、遠距離被爆群、および非被爆者群は一括した。臨床分類1および2における心臓の大きさを、まず性、体重、身長、および年齢別に集計した。(図1)

FIGURE 1 HEART SIZE FOR CLINICAL CLASSES 1 AND 2 BY WEIGHT, HEIGHT, AND AGE

図1 臨床分類1および2における心臓の大きさ; 体重, 身長および年齢別



CLASS 1 - Without overt heart disease or hypertension

分類1 - 明白な心臓疾患または高血圧症のないもの

CLASS 2 - Without overt heart disease but with hypertension

分類2 - 明白な心臓疾患はないが、高血圧症のあるもの

In general, the quantitative relations in Figure 1 show:

Heart size increases with weight

Heart size is not affected by height

Heart size increases with age

These trends are similar in clinical classifications 1 and 2, but with a constant difference in the level for each age and weight class.

The intercorrelations of weight, height, and age were investigated as shown in Figure 2. Heart size data for weight, height, and age specific groups for clinical classifications 1 and 2 were plotted separately by sex for each of the tabulated variables.

一般に、図1にみられる量的関係は次のことを示す。

心臓の大きさは体重とともに増す

心臓の大きさは身長には関係しない

心臓の大きさは年齢とともに増す

これらの傾向は臨床分類1および2において同様であるが、各年齢および体重を通じて一定の差が認められる。

体重、身長および年齢の交互作用を調べた結果を図2に示す。臨床分類1および2について体重、身長あるいは年齢を特定した場合の心臓の大きさを性別に図示した。

FIGURE 2 HEART SIZE FOR CLINICAL CLASSES 1 AND 2 PARTIALLY SPECIFIED FOR EACH VARIABLE

図2 臨床分類1および2における心臓の大きさ、体重、身長および年齢別

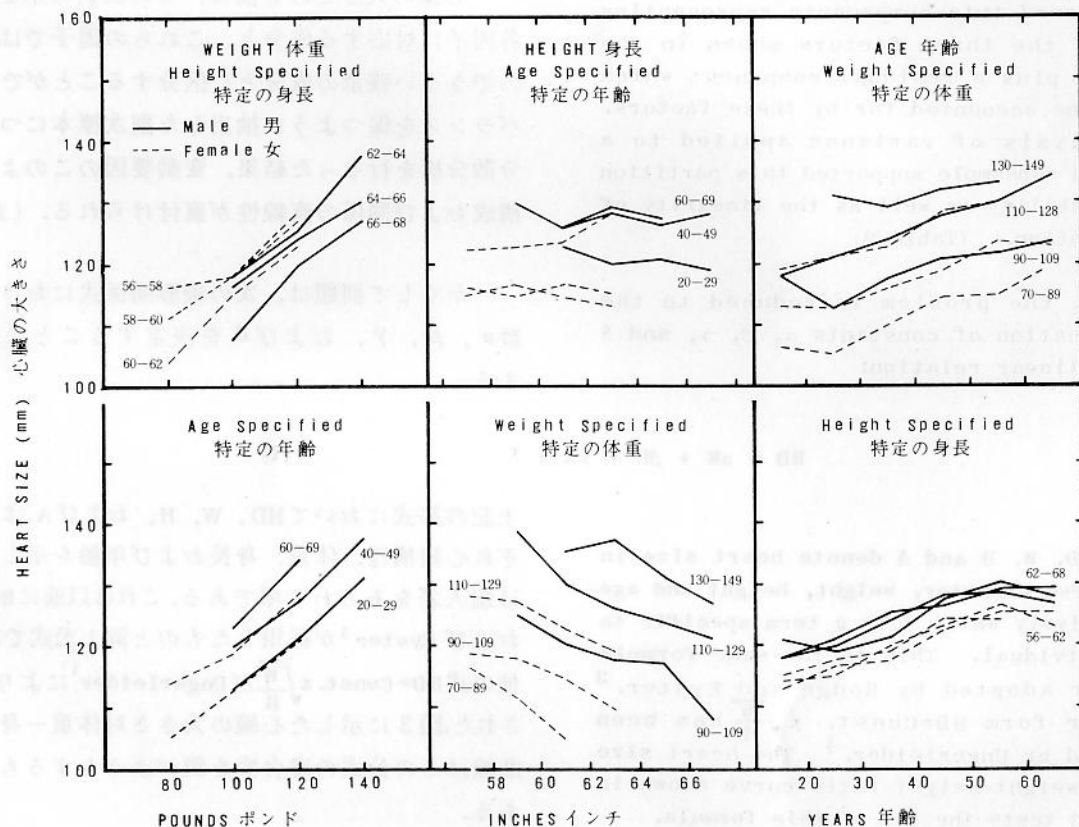


Figure 2 illustrates these points:

Heart size increases with weight when height or age is specified;

Heart size decreases with height when weight is specified -- a trend obscured in the previous figure considering heart size by height only;

Heart size increases with age when weight or height is specified;

The different lines on each chart, which represent different values for the variable being fixed, are generally parallel.

Thus, in computing standards for heart size the following formula seems appropriate:

Heart size = weight factor + height factor + age factor

The variance of heart size may be partitioned into components representing each of the three factors shown in the formula plus a residual component which cannot be accounted for by these factors. An analysis of variance applied to a balanced subsample supported this partition of variability as well as the linearity of the relation. (Table 2)

Thus, the problem is reduced to the determination of constants α , β , γ , and δ in the linear relation:

$$HD = \alpha W + \beta H + \gamma A + \delta \quad (I)$$

where HD, W, H and A denote heart size in transverse diameter, weight, height and age respectively while δ is a term specific to the individual. This is the same formula earlier adopted by Hodge and Eyster.³ Another form $HD = \text{Const.} \times \sqrt{\frac{W}{H}}$ has been proposed by Ungerleider.⁴ The heart size versus weight-height ratio curve shown in Figure 3 tests the fit of this formula.

図2によって次の諸点が明らかである。

身長または年齢を特定した場合、心臓の大きさは体重とともに増加する。

体重を特定した場合、心臓の大きさは身長とともに減少する。この傾向は心臓の大きさを身長のみの変数として考慮していた前の図でははっきりしていなかった。

体重または身長を特定した場合、心臓の大きさは年齢とともに増加する。

各図表上のそれぞれの線、すなわち各図表で特定した変数の種々の値に対応する線は、一般に平行である。

従って、心臓の大きさの標準値算定には、次の公式が適当とみられる。

心臓の大きさ = 体重に関する項 + 身長に関する項 + 年齢に関する項

心臓の大きさの分散は、この公式に示された各因子に対応する成分と、これらの因子では説明のできない残余の成分とに区分することができる。バランスを保つように抽出した副次標本について分散分析を行なった結果、変動要因のこのような構成および関係の直線性が裏付けられる。(表2)

かくして問題は、次の線形関係式における定数 α , β , γ , および δ を決定することに帰着する。

上記の等式においてHD, W, H, およびAはそれぞれ心臓横径, 体重, 身長および年齢を示し, δ は個人差をあらわす項である。これは以前にHodgeおよびEyster³が採用したのと同じ公式である。他の式 $HD = \text{Const.} \times \sqrt{\frac{W}{H}}$ がUngerleider⁴により提案された。図3に示した心臓の大きさ対体重-身長比曲線はこの公式の適合度を調べようとするものである。

TABLE 2 ANALYSIS OF VARIANCE FOR HEART SIZE

表2 心臓の大きさの分散分析

SOURCE OF VARIANCE 要因	MALE 男				FEMALE 女			
	SUM OF SQUARES	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F RATIO	SUM OF SQUARES	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F RATIO
	二乗の和	自由度	平均二乗和	F-比	二乗の和	自由度	平均二乗和	F-比
WEIGHT (W) 体重	2723.46	3	907.82	12.8 **	8059.84	3	2686.61	42.5 **
W ₁	2604.01	1	2604.01	36.7 **	7986.83	1	7986.83	126.6 **
W ₂	117.04	1	117.04	1.65	68.88	1	68.88	1.09
W ₃	2.41	1	2.41	-	4.15	1	4.15	-
HEIGHT (H) 身長	157.75	2	78.88	1.11	808.57	2	404.28	6.40**
H ₁	115.56	1	115.56	1.63	731.53	1	731.53	11.59**
H ₂	42.19	1	42.19	-	77.04	1	77.04	1.22
AGE (A) 年齢	968.38	3	322.79	4.56**	1909.09	3	636.36	10.10**
A ₁	940.80	1	940.80	13.26**	1812.25	1	1812.25	28.8 **
A ₂	5.05	1	5.05	-	45.05	1	45.05	-
A ₃	22.52	1	22.52	-	51.80	1	51.80	-
W x H	338.67	6	56.45	-	333.39	6	55.56	-
H x A	198.50	6	33.08	-	586.14	6	97.69	1.55
A x W	363.12	9	40.35	-	1120.14	9	124.46	1.97*
W x H x A	1326.75	18	73.71	1.04	1130.07	18	72.20	1.14
W H A	6086.63	47			13947.24	47		
RESIDUAL 残差	3406.00	48	71.00 = 8.44 ²		9098.25	48	63.10 = 7.86 ²	
TOTAL 計	9492.63	95			23045.49	95		

**Highly significant P<.01 高度に有意

* Significant .01≤P<.05 有意

W₁, H₁, A₁; Components linear to W,H,A.

W₂, H₂, A₂; Components quadratic to W,H,A.

W₃, A₃; Components cubic to W,A.

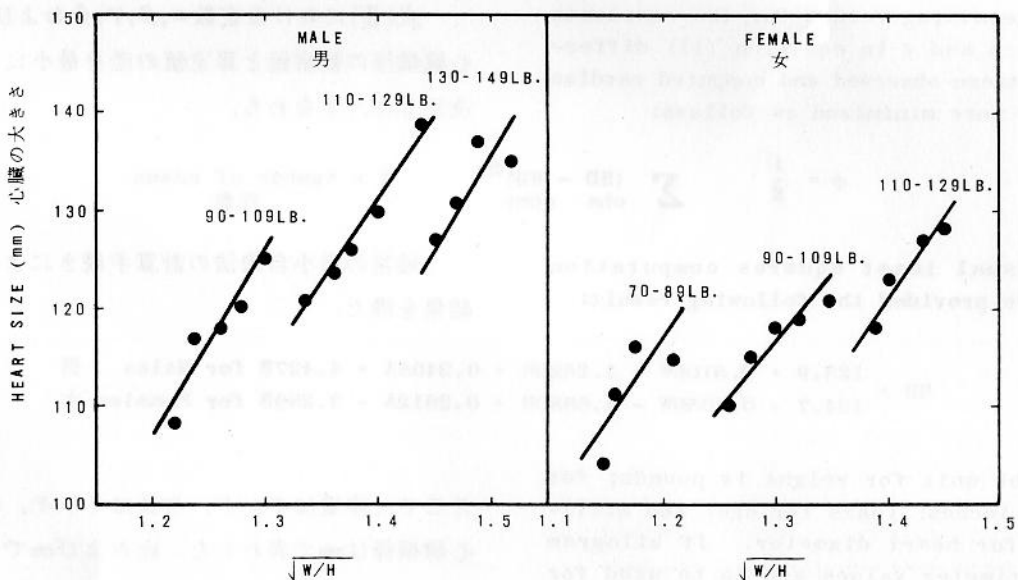
W, H, A に比例する項

W, H, A の二乗に比例する項

W, A の三乗に比例する項

FIGURE 3 HEART SIZE IN RELATION TO WEIGHT/HEIGHT RATIO FOR FIXED WEIGHT CLASSES

図3 心臓の大きさと体重/身長比の関係; 特定の体重区分につき



Discrepancies between curves for various weight values suggest that the affects of weight and height cannot be completely accounted for by a single combined variable as expressed in the previously mentioned⁴ formula $C\sqrt{\frac{W}{H}}$. Some modification to reduce discrepancies may be possible but was not attempted.

Another current method is use of the cardiothoracic ratio. While this may have an advantage in that it is less affected by error in measurement, it does not take into consideration differences in body build. The linear form, therefore, was adopted here.

In addition to fitting the linear formula (I) to the data for Class 1 subjects, it appeared desirable to apply the formula to Class 2 subjects, with some appropriate modification. Since variations in heart size in hypertensive Class 2 subjects parallel variations in Class 1 subjects as shown in Figure 1, the term ϵB may be added to describe the variations in Class 1 and Class 2 simultaneously, with ϵ a constant to be determined from the data while $B = 0$ for Class 1 and $B = 1$ for Class 2. Thus, the curve (II) may be applied:

$$HD = \alpha W + \beta H + \gamma A + \delta + \epsilon B \quad (II)$$

In determining values for the constants α , β , γ , δ and ϵ in equation (II) differences between observed and computed cardiac diameter were minimized as follows:

$$\phi = \frac{1}{N} \sum_{\text{obs comp}} (HD - HD)^2 \quad N = \text{Number of cases} \\ \text{件数}$$

The usual least squares computation procedure provided the following result:

$$HD = \begin{matrix} 135.9 + 0.5109W - 1.2620H + 0.2408A + 4.427B \text{ for Males} & \text{男} \\ 124.7 + 0.4650W - 1.0680H + 0.2612A + 3.289B \text{ for Females} & \text{女} \end{matrix}$$

where the unit for weight is pounds; for height, inches; years for age; and millimeters for heart diameter. If kilogram and centimeter values are to be used for

種々の体重の値に対応する曲線が一致していないことは、公式 $C\sqrt{\frac{W}{H}}$ におけるように、身長および体重を組み合わせた一つの変数によって、身長および体重の影響を完全には説明できないことを示唆する。この食い違いを少なくするために、ある程度の修正を加えることはできるだろうが、これは試みなかった。

現在一般に用いられているもう一つの方法は、心臓—胸廓比の利用である。この方法には、測定に伴う誤差の影響が比較的少ないという利点があるが、体格の差が考慮されていない。従って、ここでは線形関係式を採用した。

臨床分類1の被検者の資料に線形公式(I)を適用するだけでなく、臨床分類2の被検者にも適当な修正を加えた上、この公式を適用することが望ましいと思われる。図1に示したように分類2の高血圧性被検者における心臓の大きさの変化は分類1の被検者における変化と平行しているから、 ϵB という項を加えることによって両群における変化を同時に表わすことができる。ここで ϵ は資料から決定されるべき定数、 B は、分類1では $B = 0$ 、分類2では $B = 1$ とする。かくして、次の公式が適用できる。

式(II)における定数 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ および ϵ の値は心臓横径の観察値と算定値の差を最小にするよう決定した。すなわち、

通常最小自乗法の計算手続きによって次の結果を得た。

ここで、体重はポンド、身長はインチ、年齢は年、心臓横径はmmで表わした。kgおよびcmでそれぞれ

weight and height, respectively, the computation may be presented as follows:

$$HD = \begin{cases} 135.9 + 1.1265W - 0.48685H + 0.2408A + 4.427B & \text{for Males 男} \\ 124.7 + 1.0253W - 0.43047H + 0.2612A + 3.289B & \text{for Females 女} \end{cases}$$

Again, the value of B = 0 for Class 1 and for hypertensive Class 2, B = 1. The standard deviation of observed heart size minus standard heart size, or the minimum value of ϕ , is estimated as $(9.4\text{mm})^2$ for males and $(8.7\text{mm})^2$ for females.

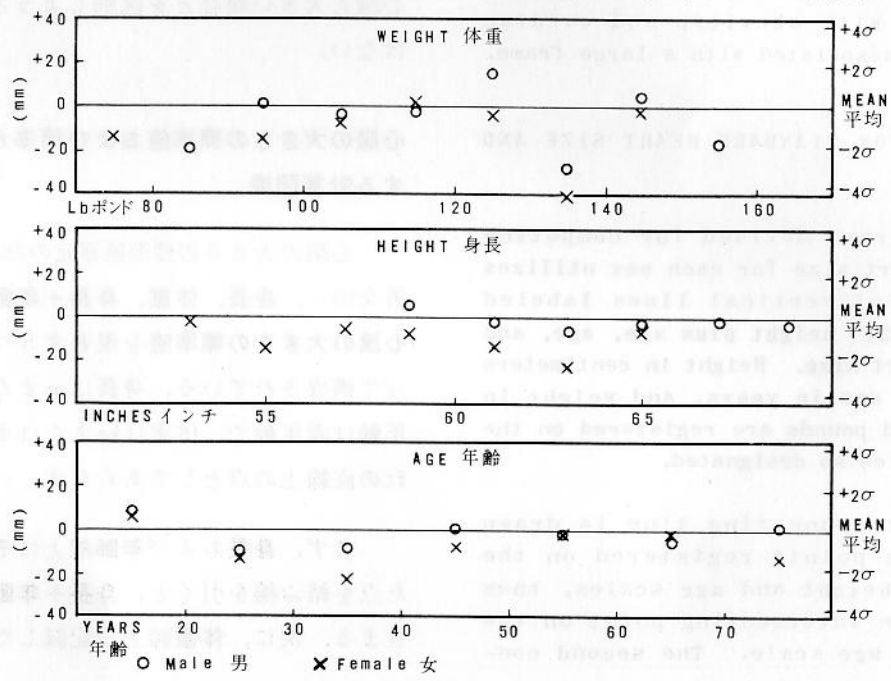
Total variance for transverse heart diameter was $(12.4\text{mm})^2$. The values for ϕ shown above are approximately half this figure. The residual variance for heart diameter after eliminating the effects of age, weight, and height was $(8.2\text{mm})^2$ --- very near the values for ϕ shown above. This comparison shows that the proposed formula provided a good fit. The adequacy of the proposed formula also was checked for various specified subgroups. In Figure 4, the deviations between observed and computed values are plotted against weight, height, and age. No residual trend is apparent with regard to any of the three variables.

体重および身長を表わす場合には算定式は次のようになる。

ここでも、分類1ではB=0、高血圧性の分類2ではB=1とする。心臓の大きさの観察値と標準値との差の標準偏差、すなわち ϕ の最小値は男が $(9.4\text{mm})^2$ 、女が $(8.7\text{mm})^2$ となる。

心臓横径の全分散は $(12.4\text{mm})^2$ であった。 ϕ の値は、この数字の約半分である。年齢、体重、および身長の影響を差引いた残差分散は $(8.2\text{mm})^2$ で、上述の ϕ の値に極めて近い。この比較は、ここに提示した公式が良く適合することを示す。また種々の特定グループについて提示した公式の妥当性を検討した。図4に、観察値と算定値との偏差を体重、身長および年齢について表示してある。これら3つの変数の何れについても、残差が一定の傾向をもっているとは認められない。

FIGURE 4 DEVIATION OF OBSERVED AND COMPUTED HEART SIZE BY WEIGHT, HEIGHT, AND AGE
 図4 心臓の大きさの観察値と算定値からの偏差; 体重, 身長および年齢別



INTERPRETATION OF THE TERM 'WEIGHT'

In this formulation the body weight has been interpreted as a part of normal change relative to the individual body build. However, it is apparent that weight beyond a certain range may be interpreted as obesity, and it is possible to introduce an idea of a standard weight, presumably as a function of height and age. Thus, cardiac enlargement due to obesity is considered abnormal and the formula for deriving standard heart size, can be modified by substituting standard weight value for actual weight.

For such modification the height-specific mean value of weight is shown below for the same sample without detailed discussion:

in the pound-inch system,

$$W_s = 3.32H - 90.92 \text{ for Males } \text{男}$$

in the kilogram-centimeter system.

$$W_s = 0.593H - 41.234 \text{ for Males } \text{男}$$

This formula is, of course, merely descriptive, and makes no attempt to distinguish between cardiac enlargement associated with obesity, and cardiac enlargement associated with a large frame.

NOMOGRAPH FOR STANDARD HEART SIZE AND DEVIATION

The nomograph devised for computing standard heart size for each sex utilizes five parallel vertical lines labeled height, weight height plus age, age, and standard heart size. Height in centimeters and inches, age in years, and weight in kilograms and pounds are registered on the vertical scales so designated.

The first connecting line is drawn between the points registered on the individual height and age scales, thus providing an intersecting point on the height plus age scale. The second con-

体重の項の解釈

この公式においては、体重を、各人の体格に關係して現われる正常な変化の一部と解釈した。しかし、ある一定の範囲をこえた体重を肥満と解釈し、標準体重というべきものを、多分身長および年齢の関数として、考え得ることは明らかである。したがって、肥満による心臓肥大を異常と考え、実際の体重のかわりに標準体重を用いることによつて、心臓の大きさの標準値の公式を修正することもできる。

このような修正を加えるために、特定の身長に対する体重の平均値を示しておく。詳細な説明を省く。

ポンドーインチ制の場合

$$3.21H - 81.04 \text{ for Females } \text{女}$$

kg-cm制の場合

$$0.573H - 36.753 \text{ for Females } \text{女}$$

もちろん、この公式は単に記述的なものであつて、肥満による心臓肥大と骨格が大きいために心臓も大きい場合とを区別しようと試みたものではない。

心臓の大きさの標準値および標準からの偏差に対する計算図表

心臓の大きさの標準値算定のための計算図表は男女別に、身長、体重、身長+年齢、年齢および心臓の大きさの標準値を現わす5つの平行線によつて構成されている。身長はcmまたはインチで、年齢は満年齢で、体重はkgまたはポンドでそれぞれの直線上の点としてあらわす。

まず、身長および年齢線上にそれぞれ記録した点を結ぶ線を引くと、身長+年齢線との交点が見える。次に、体重線上に記録した点から、上に

necting line is drawn from the point registered for weight through the point registered on the height plus age scale and extended to intersect the vertical scale labeled standard heart size.

The nomograph for computing per cent deviation from standard heart size utilizes an 'N' shaped diagram composed of three scales labeled observed heart size, per cent deviation, and standard heart size.

The observed heart size and the previously computed standard heart size are registered on the appropriate scales. The line drawn between these two points intersects the oblique line to provide registration of per cent deviation from standard heart size.

This nomograph procedure is illustrated in Figure 5.

定めた身長+年齢線上の点を通る第2の線を引き、これを延長して、心臓の大きさの標準値をあらわす直線との交点を求める。

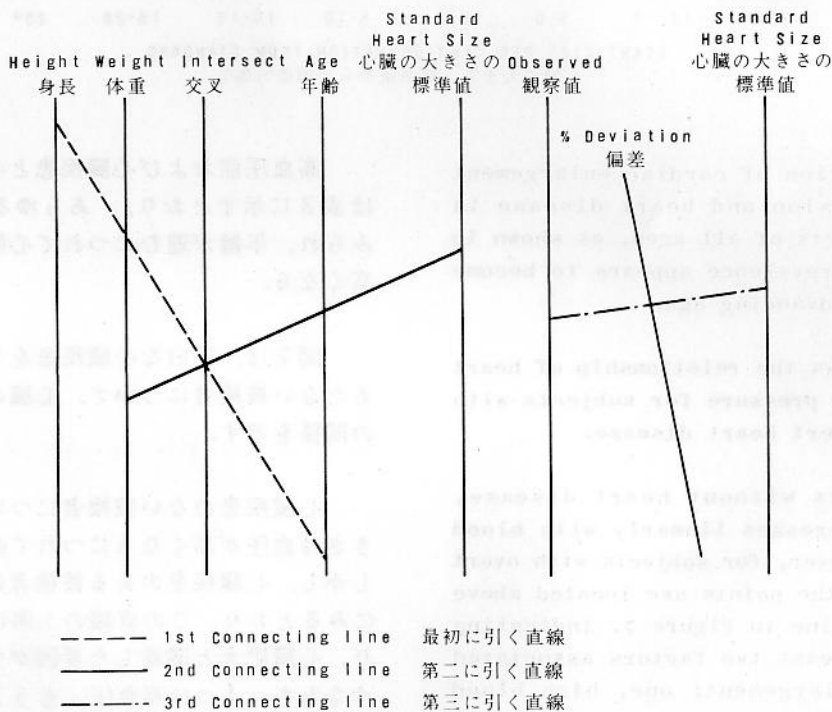
心臓の大きさの標準からの偏差(百分率)を算出する計算図表は、心臓の大きさの観察値、百分率偏差および標準値をあらわす3つの目盛り線から成るN字型図形を用いる。

心臓の大きさの観察値および先に求めた標準値をそれぞれの目盛り線上に記録する。これらの2点を結ぶ直線と斜線との交点が標準値からの百分率偏差を示す。

図5に、この計算図表の使用法を例示してある。

FIGURE 5 PROCEDURES FOR USING HEART NOMOGRAPH

図5 心臓の大きさ計算図表の使用法



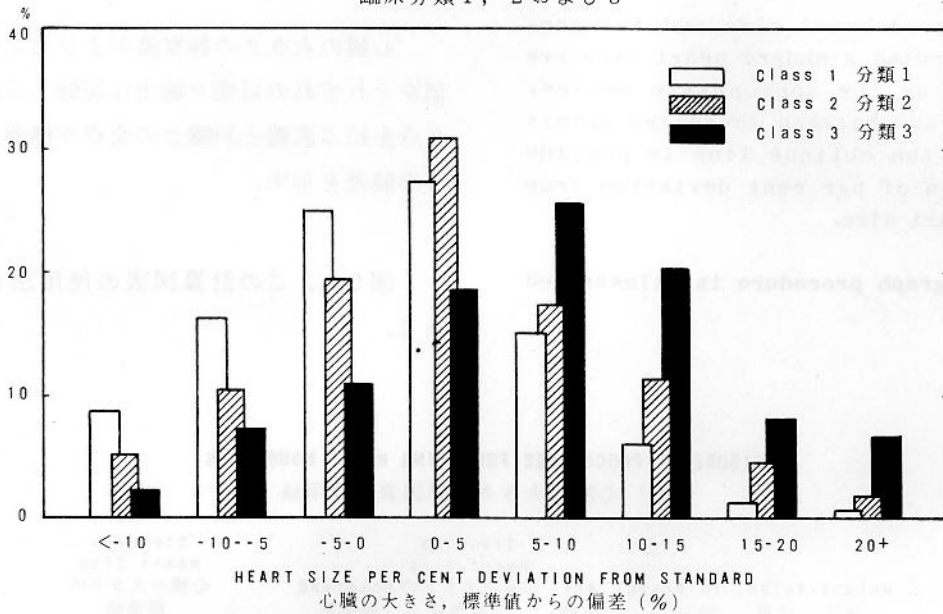
HEART SIZE RELATED TO HYPERTENSION AND HEART DISEASE

高血圧および心臓疾患例における心臓の大きさ

The use of heart size data is illustrated in Figure 6 where the range of cardiac enlargement is related to hypertension and overt heart disease.

図6は、正常者における心臓の大きさの分布および明白な心臓疾患を有するものについて心臓の肥大度を示す。

FIGURE 6 DISTRIBUTION OF RELATIVE HEART SIZE
 図6 相対的心臓の大きさの分布
 CLINICAL CLASSIFICATIONS 1, 2, AND 3
 臨床分類1, 2および3



The association of cardiac enlargement with hypertension and heart disease is found in subjects of all ages, as shown in Table 3, and prevalence appears to become greater with advancing age.

高血圧症および心臓疾患と心臓肥大との関連は表3に示すとおり、あらゆる年齢の被検者にみられ、年齢が進むにつれて心臓肥大の出現率が高くなる。

Figure 7 shows the relationship of heart size and blood pressure for subjects with and without overt heart disease.

図7は、明白な心臓疾患をもつ被検者およびもたない被検者について、心臓の大きさと血圧との関係を示す。

For subjects without heart disease, heart size increases linearly with blood pressure. However, for subjects with overt heart disease the points are located above the straight line in Figure 7, indicating there are at least two factors associated with heart enlargement; one, high blood pressure; another something specific to overt heart disease.

心臓疾患のない被検者については、心臓の大きさは血圧が高くなるにつれて直線的に増加する。しかし、心臓疾患のある被検者については、図7にみるとおり、この直線の上側に点が分布しており、心臓肥大と関連した要因が少なくとも2つ、すなわち、1つは高血圧、もう1つは心臓疾患に特有な何かがあることを示す。

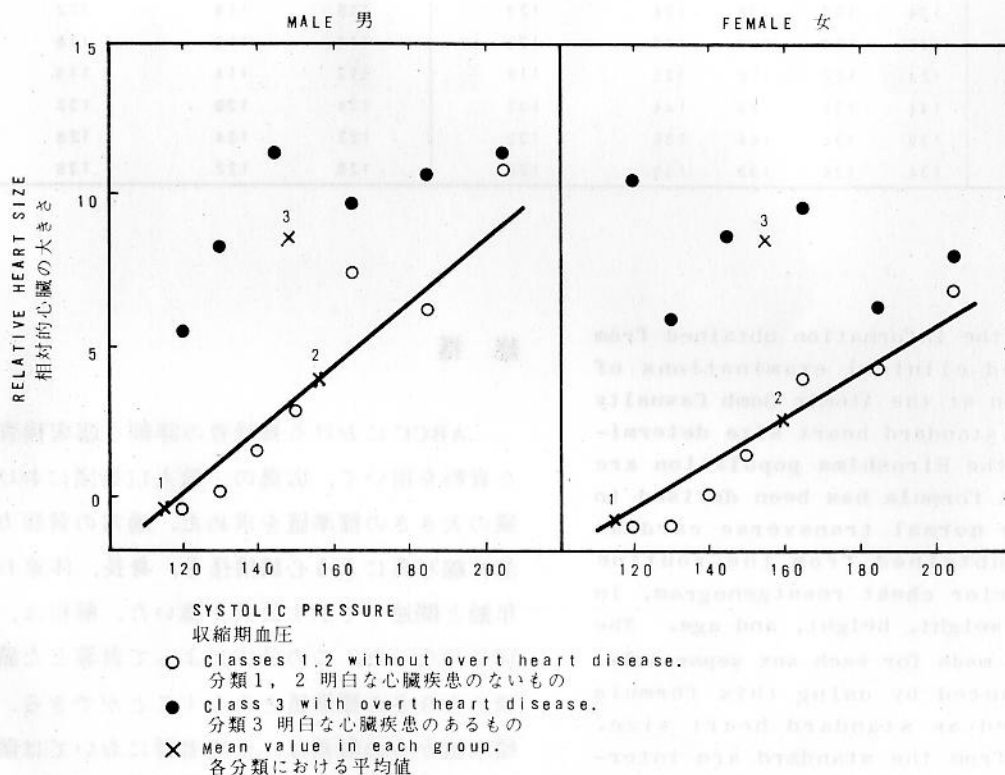
TABLE 3 PREVALENCE OF HYPERTENSION AND HEART DISEASE
BY RELATIVE HEART SIZE, AGE, AND SEX

表3 高血圧症および心臓疾患の頻度；相対的心臓の大きさ，年齢および性別

SEX 性	AGE 年齢	PREVALENCE OF HYPERTENSION† 高血圧症の例数			PREVALENCE OF HEART DISEASE‡ 心臓疾患の例数		
		RELATIVE HEART SIZE 相対的心臓の大きさ			RELATIVE HEART SIZE 相対的心臓の大きさ		
		<5%	5-10%	10%+	<5%	5-10%	10%+
MALE 男	10-29	11	18	36	2	5	14
	30-49	22	33	36	5	9	11
	50-69	48	62	85	11	13	32
FEMALE 女	10-29	3	7	11	1	4	7
	30-49	18	21	41	2	9	21
	50-69	49	66	84	10	32	39

† Blood pressure higher than 140/90.
血圧が 140/90以上の症例

FIGURE 7 RELATION BETWEEN RELATIVE HEART SIZE AND BLOOD PRESSURE
図7 相対的心臓の大きさと血圧との関係



COMPARISON WITH OTHER DATA

Heart sizes reported for various populations were compared, although differences in deriving the standards do not allow precise comparison.

Table 4 appears to suggest larger heart sizes in normal Japanese than in the United States population.

他の資料との比較

標準の求め方が異っているため正確な比較はできないが、種々の人口集団について報告された心臓の大きさを比較してみた。

表4によると、米国人よりも、正常日本人の方が心臓が大きいことを示しているように思われる。

TABLE 4 COMPARISON OF HEART SIZE DATA REPORTED FOR VARIOUS POPULATIONS: TRANSVERSE DIAMETER FOR SPECIFIED WEIGHT AND HEIGHT CATEGORIES

表4 各種の人口集団について報告された心臓の大きさの資料の比較; 特定の体重および身長区分に対する横径

WEIGHT HEIGHT 体重 身長		JAPANESE POPULATION 日本の母集団					UNITED STATES POPULATION 米国の母集団				
		PRESENT STUDY 今回の研究		YOSHITOSHI 吉利			HODGE, EYSTER		UNGERLEIDER		
		AGE 年齢 40		AGE 年齢 60		AGE AND SEX UNSPECIFIED 年齢および性別非特定 mm	AGE 年齢 40		AGE 年齢 60		AGE AND SEX UNSPECIFIED 年齢および性別非特定 mm
		MALE 男 mm	FEMALE 女 mm	MALE 男 mm	FEMALE 女 mm		SEX UNSPECIFIED 性別非特定 mm		SEX UNSPECIFIED 性別非特定 mm		
Pound	Inch	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		
100	58	123	120	128	125	116	109	111	112		
	62	118	115	123	121	112	107	109	108		
	64	113	111	118	116	108	105	107	105		
120	58	134	129	138	134	127	116	118	122		
	62	129	125	133	130	123	114	116	118		
	64	124	120	128	125	118	112	114	115		
140	58	144	138	149	144	137	124	126	132		
	62	139	134	144	139	132	122	124	128		
	64	134	130	139	135	128	120	122	126		

SUMMARY

Utilizing the information obtained from the detailed clinical examinations of subjects seen at the Atomic Bomb Casualty Commission, standard heart size determinations in the Hiroshima population are provided. A formula has been devised to express the normal transverse cardiac diameter, obtained from the routine posteroanterior chest roentgenogram, in relation to weight, height, and age. The analysis was made for each sex separately. Values computed by using this formula are regarded as standard heart size. Deviations from the standard are interpreted as individual variability in the normal group, with a standard deviation of 9 mm. When this standard was applied to

総括

ABCCにおける被検者の詳細な臨床検査で得た資料を用いて、広島的一般人口集団における心臓の大きさの標準値を求めた。通常の背腹方向胸部X線写真による心臓横径を、身長、体重および年齢と関連して示す公式を導いた。解析は、男女別に行なった。この公式によって計算した値を心臓の大きさの標準値とみなすことができる。この標準値からの偏差は、正常者群においては個人差と解釈される。その標準偏差は約9mmである。この標準を異常者群に適用した場合、標準値からの偏

abnormal subjects, a high correlation between the relative heart size and the blood pressure or the presence of overt heart disease was evident. For this reason, the relative heart size for this standard should prove useful, together with other related factors, in the diagnosis and investigation of cardiovascular disease.

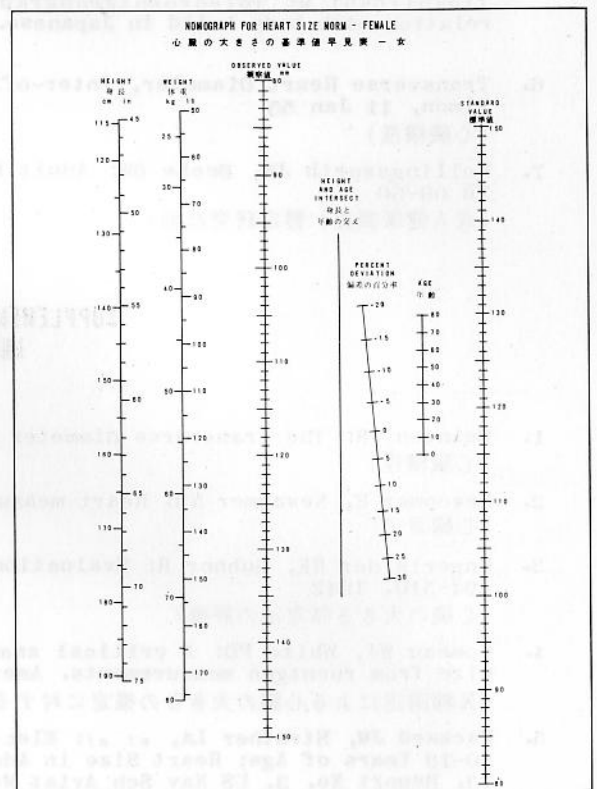
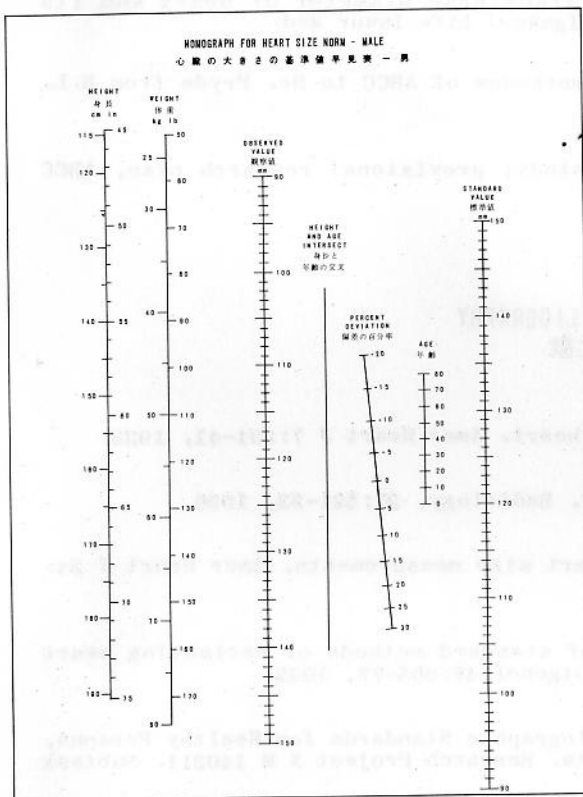
差と血圧または明白な心臓疾患存在の事実との間に、明らかに、高い相関関係が認められる。したがって、この標準にもとづく心臓の相対的大きさは、他の関連する要因とともに、心臓脈管系疾患の診断および研究に有用と考えられる。

A nomograph has been devised for practical use.

実用に役立つよう計算図表を考案した。

NOMOGRAPH FOR HEART SIZE NORM

心臓の大きさの基準値計算図表



REFERENCES

参考文献

1. Danzer CS: Cardiothoracic ratio; an index of cardiac enlargement. *Amer J Med Sci* 157: 513, 1919
(心臓・胸廓比; 心臓肥大の指数)
2. Hodges PC, Eyster JAE: Estimation of cardiac area in man. *Amer J Roentgenol* 12: 252-65, 1924
(人間における心臓断面積の推定)
3. Hodges FJ, Eyster JAE: Estimation of transverse cardiac diameter in man. *AMA Arch Inter Med* 37:707-14, 1926
(人間における心臓横径の推定)
4. Ungerleider HE, Clark CP: A study of the transverse diameter of the heart silhouette with prediction table based on the teleoroentgenogram. *Amer Heart J* 17:92-102, 1939
(遠距離撮影像に基づく心臓横径およびその推定表の研究)
5. 吉利正彦, 本邦人遠距離撮影像の心臓横径および体格. *保健医学*55: 14-17, 1957
(Yoshitoshi M: Teleoroentgenography for transverse diameter of heart and its relation with body build in Japanese. *Hoken Igaku-J Life Insur Med*)
6. Transverse Heart Diameter, Inter-office memorandum of ABCC to Dr. Pryde from R.L. Simon, 11 Jan 55
(心臓横径)
7. Hollingsworth JW, Beebe GW: Adult health study; provisional research plan, ABCC TR 09-60
(成人健康調査; 暫定研究計画)

SUPPLEMENTAL BIBLIOGRAPHY

追加参考文献

1. Bainton JH: The transverse diameter of the heart. *Amer Heart J* 7:331-41, 1932
(心臓横径)
2. Newcomer E, Newcomer NB: Heart measurements. *Radiology*, 27:521-32, 1936
(心臓測定)
3. Ungerleider HE, Gubner R: Evaluation of heart size measurements. *Amer Heart J* 24: 494-510, 1942
(心臓の大きさ測定法の評価)
4. Comeau WJ, White PD: A critical analysis of standard methods of estimating heart size from roentgen measurements. *Amer J Roentgenol* 47:665-77, 1942
(X線測定による心臓の大きさの推定に対する批判)
5. Packard JM, Strutner LA, *et al*: Electrocardiographic Standards for Healthy Persons, 10-19 Years of Age; Heart Size in Adolescents. Research Project N M 140211. Subtask 13, Report No. 3, US Nav Sch Aviat Med 1957
(10-19才の健康人の標準心電図; 青年における心臓の大きさ)