

# 走と下腿及び足の形態について

## CONCERNING RUNNING, LEG, AND THE SHAPE OF FEET

鈴木 八郎	橋本 豊司	伴 勇 資
今藤 邦宏	枝村 亮一	渡部 近志
氏家 道男	古谷 洋一	前 山 定
川田 儀博	市川 公一	

Hachiro SUZUKI, Toyoshi HASHIMOTO, Yushi BAN  
Kunihiro IMAFUZI, Ryoichi EDAMURA, Chikashi WATABE  
Michio UZIE, Yoichi FURUYA, Sadashi MAEYAMA  
Yoshihiro KAWADA, Kohichi ICHIKAWA

### Abstract

We measured the legs and feet of athletes and fifty non-athletes and compared the measurement with their height and weight. At the same time, we examined the differences between right legs and left legs. From Moiré photograph of planta pedis and foot prints we calculated Peak Area and Plantar Area with the following results:

1. The relationship between each measurement item and height, weight. In leg length, foot breadth and bimalleolus breadth, left legs showed a high percentage. In foot length and each circumference, right legs showed signs of becoming big, but the difference was within about three percent.
2. There is a correlation between a person's height and his horizontal growth, between a weight and his vertical growth.
3. Non-athletes showed higher rate in the index of planta pedis than athletes. The differences we obtained from the test were significant to us.
4. From the above-mentioned results we have reached the conclusion that sports are conducive to the growth and development of legs and to the shape of planta pedis. It is clear that exercise plays an important role especially in the formation of planta pedis.

### I. 緒 言

走という動作に関する原点は下肢にあり、走と

下肢との関係についての研究は枚挙にいとまがない。体育研究所第3プロジェクトチームでは、下腿の形態について調査を行ない、今年度は、下腿

の形態と、身長及び体重との関係と下腿の左右差につき検討を行なったので報告する。

## II. 研 究 方 法

### 1) 被検者

被検者は、国士舘大学体育学部男子学生42名と一般成人男子12名の計50名である。被検者の専攻競技、年齢、身体的特徴については表1に示した如くである。

### 2) 下腿の計測

① 下腿の形態測定は、MARTIN 式人体計測器を用い、MARTIN の測定法に基づき、下腿最大囲、下腿最小囲、下腿長、内外果幅、足長、足幅及び足幅部周囲径の7項目とした。測定計測器は、周径囲及び下腿長についてはスチール製メジャーを使用し、幅及び足長については触診計を用いた。(表2)

② 足底形態の測定に使用したモアレ装置は次の通りである。

FUJINON MOIRÉ CAMERA FM 3013

格子照射型モアレトポグラフィ法

測定感度：2 mm (黒—黒), 1 mm (黒—白)

照射サイズ：250mm (横) × 300mm (縦)

光源：ハロゲンランプ500W

カメラ：Fujica ST 605II

レンズ：Fujinon W 3.5/35

撮影：リモートコントロールスイッチによる自動リリース法

記録されたモアレ写真から、母趾球、小趾球、踵部にできた隆起点を求め、三点間の距離を計測し、ヘロンの公式から隆起部内に存在する三角形の面積を算出した。ヘロンの公式の算出法は次の通りである。

各隆起点間の距離

A：母趾球～小趾球

B：母趾球～踵球

C：小趾球～踵球

$N = (A + B + C) \div 2$

$S = \sqrt{N(N-A)(N-B)(N-C)}$

ヘロンの公式から算出した面積を PEAK AREA として検討する。

③ 足型の測定には墨汁を使用し、足プリント

をとった。足プリントをトレースし、プラニメーターを用いて趾部を除いた接地面積を算出し、これを PRANTER AREA として検討する。

④ 足底形態の示数は PEAK AREA と PLANTER AREA から算出した。(P/P INDEX)

## III. 結 果

### 1) 身体的特徴 (表1, 表2, 図2)

身長、体重とも、バスケットボール部が大きな値を示し、それぞれ  $179.81 \pm 8.27\text{cm}$ ,  $69.75 \pm 7.28\text{kg}$  である。被検者全員の平均は  $172.97 \pm 8.37\text{cm}$ ,  $64.13 \pm 8.96\text{kg}$  で、身長、体重との相関関係の回帰式と相関係数は次の通りである。

$Y = -76.38 + 0.81X$ ,  $r = 0.76$  ( $P < 0.001$ )

### 2) 下腿長 (LEG LENGTH)

脛骨点と果点との間の直線距離を計る。

① 最大値は、バスケットボール部の左側で、 $39.23 \pm 2.01\text{cm}$ 、最小値は器械体操部の左側で、 $34.64 \pm 1.31\text{cm}$  である。

左右の比較による相関係数と回帰式は、 $r = 0.946$ ,  $Y = 1.931 + 0.946X$  で、著しい差異はみられない。また器械体操部 ( $n = 7$ ,  $r = 0.948$ ,  $Y = 2.099 + 0.950X$ )、バスケットボール部 ( $n = 16$ ,  $r = 0.971$ ,  $Y = -4.506 + 1.111X$ )、一般成人 ( $n = 12$ ,  $r = 0.973$ ,  $Y = -0.505 + 1.025X$ ) について比較調査したが、各群とも左右の値は、ほぼ3%以内に存在し、顕著な相異は認められない。(図3)

### ② 下腿長と身長との関係

左側は  $Y = 1.15 + 0.05X$ ,  $r = 0.68$  であり、右側は  $Y = 1.66 + 0.05X$ ,  $r = 0.72$  で有意水準は0.1%であった。(図4)

### ③ 下腿長と体重との関係

左側は  $Y = 24.57 + 0.2X$ ,  $r = 0.72$ , であり、右側は  $Y = 24.67 + 0.2X$ ,  $r = 0.72$ , で有意水準0.1%であった。(図5)

### 3) 足長 (FOOT LENGTH)

踵点と足先点との間の直線距離で片足で立って、すなわちその足に全体重がかかった状態で測定する。

① 足長の最大値は、バスケットボール部の左側にみられ  $26.26 \pm 1.43\text{cm}$  であり、最小値は器械

体操部の左側 $24.19 \pm 0.34\text{cm}$ である。

全被検者の値がほとんど  $45^\circ$  線付近に存在し、左右の差はほとんどみられない。(図6)

## ② 足長と身長との関係

左側は  $Y = 2.4 + 0.13X$ ,  $r = 0.81$ , 右側は  $Y = 2.2 + 0.13X$ ,  $r = 0.82$  で有意水準  $0.1\%$  で高い相関関係を示した。(図7)

## ③ 足長と体重との関係

左側は  $Y = 18.41 + 0.11X$ ,  $r = 0.71$ , 右側は  $Y = 18.29 + 0.11X$ ,  $r = 0.74$  で有意水準  $0.1\%$  で高い相関関係を示した。

## 4) 下腿最大囲 (Calf circumference)

巻尺を下腿腓腹部の最も膨大した位置に当てて水平の方向に測定する。

① 最大値は一般学生の右側にみられ、 $38.74 \pm 1.88\text{cm}$ , 最小値は  $34.50 \pm 1.74\text{cm}$  で、器械体操部の右側にみられた。

左右差は  $Y = -0.384 + 1.010X$ ,  $r = 0.967$  と相関係数は7項目のなかで最も高かった。(図9)

## ② 下腿最大囲と身長との関係

左側は  $Y = 13.04 + 0.4X$ ,  $r = 0.52$ , 右側は  $Y = 10.34 + 0.15X$ ,  $r = 0.55$  で有意水準は  $0.1\%$  であった。(図10)

## ③ 下腿最大囲と体重との関係

左側は  $Y = 6.9 + 0.05X$ ,  $r = 0.68$ , 右側は  $Y = 7.5 + 0.04X$ ,  $r = 0.61$  で、有意水準は  $0.1\%$  であった。(図11)

## 5) 下腿最小囲 (ANKLE CIRCUMFERENCE)

下腿の内果の直上で水平に測定する。

① 最大値は、バスケットボール部の左側にみられ、 $22.40 \pm 1.04\text{cm}$ , 最小値は器械体操部の左側で  $20.96 \pm 1.04\text{cm}$  である。

左右差はほとんどみられず、 $Y = 1.488 + 0.930X$ ,  $r = 0.937$  を示し、下腿長、下腿最大囲に比較して集中されてプロットされている。(図12)

## ② 下腿最小囲と身長との関係

左側は  $Y = 8.09 + 0.08X$ ,  $r = 0.64$  であり、右側は  $Y = 7.16 + 0.08X$ ,  $r = 0.66$  で有意水準は  $0.1\%$  であった。(図13)

## ③ 下腿最小囲と体重との関係

左側は  $Y = 15.49 + 0.1X$ ,  $r = 0.81$ , 右側は  $Y = 17.17 + 0.07X$ ,  $r = 0.68$  で、有意水準は  $0.1\%$

であった。(図14)

## 6) 足幅部周囲径 (BOLL. OF FOOTGRITH)

脛側中足点を起点とし、足背、腓側中足点および足底を経て起点にいたる周径を測定する。

① 最大値はバスケットボール部の右側にみられ、 $25.29 \pm 1.31\text{cm}$ , 最小値は器械体操部の右側で  $23.67 \pm 1.00\text{cm}$  である。

左右差はほとんどみられず、 $Y = 0.420 + 0.989X$ ,  $r = 0.94$  である。(図15)

## ② 足幅部周囲径と身長との関係

左側は  $Y = 6.72 + 0.1X$ ,  $r = 0.72$  であり、右側は  $Y = 4.34 + 0.12X$ ,  $r = 0.72$  で、有意水準は  $0.1\%$  であった。(図16)

## ③ 足幅部周囲径と体重との関係

左側は  $Y = 24.57 + 0.2X$ ,  $r = 0.72$  であり、右側は  $Y = 24.67 + 0.2X$ ,  $r = 0.72$  であり、有意水準は  $0.1\%$  であった。(図17)

## 7) 足幅 (FOOT BREADTH)

第1中足骨頭の最も内側に突出している点と、第5中足骨頭の最も外側に突出している点との間の直線距離で測定する。

① 最大値は、バスケットボール部の右側にみられ、 $10.36 \pm 0.65\text{cm}$  で、最小値は器械体操部の  $9.60 \pm 0.38\text{cm}$  である。

左右差はほとんどみられず、 $r = 0.899$ ,  $Y = 1.908 + 0.801X$  である。(図18)

## ② 足幅と身長との関係

左側は  $Y = 1.15 + 0.05X$ ,  $r = 0.68$  で、右側は  $Y = 1.66 + 0.05X$ ,  $r = 0.72$  で有意水準は  $0.1\%$  であった。(図19)

## ③ 足幅と体重との関係

左側は  $Y = 6.9 + 0.05X$ ,  $r = 0.68$  であり、右側は  $Y = 7.45 + 0.04X$ ,  $r = 0.61$  で有意水準は  $0.1\%$  であった。(図20)

## 8) 内外果幅 (BIMALLEOLUS BREADTH)

内果点と外果点間の踵点と、第II指先端を結ぶ線に垂直で水平な直線距離で側る。

① 最大値は、バスケットボール部の左側にみられ、 $7.95 \pm 0.40\text{cm}$ , 最小値は器械体操部の左側  $7.29 \pm 0.42\text{cm}$  と、陸上競技部右側の  $7.29 \pm 0.17\text{cm}$  である。

左右差を見ると、回帰直線は  $45^\circ$  線と非常に接

近し、ほぼ平行に存在し、 $Y=0.724+0.898X$ 、 $r=0.857$ である。(図21)

② 内外果幅と身長との関係

左側は  $Y=1.1+0.04X$ 、 $r=0.74$  で、右側は  $Y=0.89+0.04X$ 、 $r=0.73$ である。(図22)

③ 内外果幅と体重との関係

左側は  $Y=5.88+0.03X$ 、 $r=0.56$ で、右側は  $Y=5.46+0.03X$ 、 $r=0.65$ で有意水準は 0.1% であった。(図23)

9) 足長と足幅との関係

両者の相関関係は、左側  $Y=0.82+0.36X$ 、 $r=0.79$ で、右側は  $Y=0.68+0.32X$ 、 $r=0.79$ で有意水準は 0.1% であった。(図24)

10) グループ別に身長と体重及び足長と足幅との相関関係をみると、バスケットボール部や一般成人に比べて、器械体操部の回帰式の傾斜が急な傾向を示した。身長と体重との関係においては、各グループともに有意水準 5% を示し、相関関係は有意であった。(図25)

足長と足幅においては器械体操、バスケットボール部では 5% の有意水準を示したが、一般成人においては、10% 水準で有意な相関関係を示さなかった。(図26)

11) 表 3 は、スポーツ競技者 20 名と一般成人 12 名の足底形態示数の平均値と標準偏差を左右別に示したものである。2つの対称群を比較すると、両群とも右側が大きな値を示し、その差は有意であった。(左側： $t=-4.38$ ， $df=30$ ， $P<0.001$ ，右側： $t=-3.94$ ， $df=30$ ， $P<0.001$ )

12) 器械体操部、バスケットボール部、一般成人の 3 群に分けて、下腿の 7 項目についての左右差を調べたが、顕著な差は認められなかった。(図27)

#### IV. 考 察

下腿各部の測定結果の相関関係を検討してみると、下腿長、足幅及び内外果幅では左脚側が大きい傾向を示し、逆に右脚側では足長と周囲径が大きくなる傾向を示した。これらの結果は木村の報告によれば「一般に右利きの人の場合には、足の母趾は右足が大きく、逆に足底面積は左足が大きく、右利きの人にとっては、跳ぶ動作など身体を

支え、反動力をつくる働きとして、左足が主に利き側になり、拍子をとるなど主意的動きをする側となっている。左足底面積の大きいことは左右の支持の役割を、右母趾の大きさは、機能的なスイッチの働きを想像させる。利き手の反対側は支持脚、利き手の同側は機能脚として働いていると考えられる。」と述べている<sup>1)</sup>。

吉岡らの報告によると、男子は右脚側が大きく、女子は左脚側が大きくなると報告しているが、本調査では各項目とも、左右の差は 3% 以内で顕著な差は認められない<sup>2)</sup>。

身長においては長さとは幅に関して高い相関関係を示し、体重においては周径周と有意で高い相関関係を示した。これらの要因として長育の発達には身長が関係し、幅育の発達には体重が関与していることが考えられる。また近年体格の急速な向上が報告されているが、身長の発達がめだち、幅育に関しては、長育に比べほぼ平行的な発達傾向を示している。

グループ別に示した身長と体重との関係および足長と足幅との関係では、器械体操部の回帰直線が、一般成人、バスケットボール部のそれより傾斜が強くなっているが、これは競技の特性、トレーニング方法の相異によるものと考えられる。器械体操では、パワーや瞬発力を特に必要とするトレーニングが主体であるためと思われる。

足底形態示数は、スポーツ競技者と一般成人ともに右脚側が大きな傾向を示したが、ほとんどの被検者が右足を利き足としていることから、左足の接地面積が PEAK AREA に比べて広くなり、示数が右足より低い値を示したのと考えられる。

またスポーツ競技者より一般成人の足底示数が大きな値を示したが、これは平沢<sup>3)</sup>や野田<sup>4)</sup>らのピドスコープによる研究から、トレーニングによって内側縦のアーチが形成されるため、接地面積が減少したものであると報告されていることと一致している。

足底示数を算出するために PEAK AREA を利用したが、この PEAK AREA の頂点となる 3 隆起が MARQUARDT による体重分布と一致し、この 3 隆起点は足底部にできる内側縦、外側縦、横の 3 本のアーチ上に位置している<sup>5)</sup>。

従来報告されているように、縦足弓の外側は体重を支える役をするもので、内側部は歩行時にスプリングの役目をするということからPEAK AREA内に能力的役割が存在するものと思われる。特に体の支持、姿勢においてPEAK AREAの存在が重要であり、不可欠なものであると考えられる。以上のことから足底示数はトレーニングの達成状態などを判断する一つの手段になるのではないかとと思われる。

## V. 結 論

スポーツ競技者と一般成人名を被検者とし、下腿及び足の計測をおこない、計測値と身長、体重を比較するとともに左右差を調査し、また足底部のモアレ写真と足プリントからPEAK AREAとPLANTER AREAを算出し、次の結果が得られた。

1. 各計測項目と身長、体重との関係において、下腿長、足幅、内外果幅では左脚側が大きな値を示し、足長、各周囲径では右脚側が大きくなる傾向を示したが、その差はほぼ3%以内であった。
2. 身長では長育、体重では幅育に高い相関関係がみられた。
3. 足底示数において、スポーツ競技者より人間成人の方が高い値を示し、検定から両者の差は有意な結果を得た。
4. 以上の結果から下腿、足底形成は、運動競技により発達、発育し、特に足底形成に運動が重

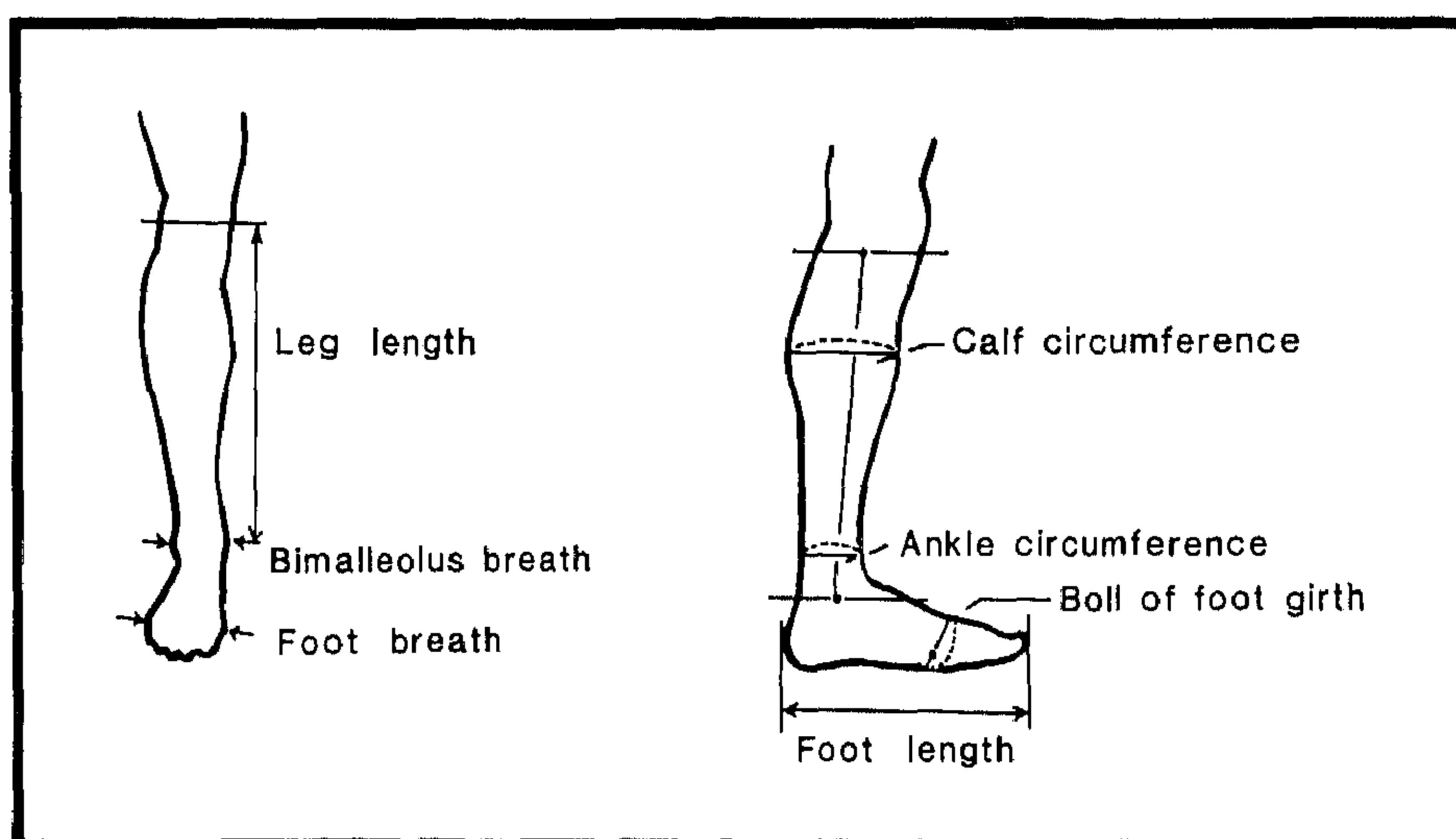
要な役割を演ずるものと思われる。

## 参 考 文 献

- 1) 木村邦彦；からだの対称性， p.1439～1440， Vol. 60， 人間百科， 日本メール・オーダー， 1960
- 2) 吉岡新一；学童の四肢周径とその左右差について， p.361～363， Vol. 4， 生物統計雑誌
- 3) 平沢弥一郎；「足の裏を計る」ポプラ社
- 4) 野田雄二；はだしの健康学， 講談社
- 5) 明石 謙；麻痺足の機能訓練， p.783～784， Vol. 31 (7)， 整形外科， 1980
- 6) 島津 晃， 岡島幹雄， 鳴嶋真人， 西村典久；扁平足， p.677～782， Vol. 31 (7)， 1980
- 7) 小林宏志， 岡田吉郎；足長及び足幅から身長を推算する方法について， p.37～38， Vol. 9， 科学警察研究報告〔科学と捜査〕， 1956
- 8) MARQUARDT, W: DIE THEORETISCHEN GRUNDLAGEN DER ORTHOPÄDIE-SCHUHMACHEREI, VERLAG CARL MAUER, GEISLINGEN, 1965
- 9) 近藤四郎， 寺田和夫， 香原志勢；足の計測値統計の一試案， 人類学雑誌， 61(4)， p.167～174， 1950
- 10) 尾谷良行；接地足跡面積の体力医学的研究〔体力科学〕， 81 (1)， 1968
- 11) 藤田恒太郎， 寺田春水；生体観察， 南山堂
- 12) 星野一正；生体観察， 医歯薬出版
- 13) 吉岡郁夫， 武藤 浩；体表解剖学， 南江堂
- 14) 松井三雄， 水野忠文， 江崎慎四郎；体育測定法， 杏林書院

表—1 被検者の身体的特徴及び年齢

GROUP	N		AGE (Years)	HEIGHT ( Cm )	WEIGHT ( Kg )
Students	5	Mean	21.80	171.1	68.70
		S.D	0.84	6.43	6.76
		Range	21-23	165-178.5	60.5-79
Gymnastics	7	Mean	20.00	163.86	56.50
		S.D	-	3.72	4.77
		Range	-	158-168	49-61
Basket Ball	16	Mean	19.25	179.81	69.75
		S.D	1.24	8.27	7.28
		Range	18-21	165-193	60-88
Track & Field	10	Mean	15.20	169.84	54.85
		S.D	0.42	4.42	4.04
		Range	15-16	163-177	47-60
Non-Athletes	12	Mean	25.08	172.62	66.92
		S.D	3.65	7.14	8.00
		Range	21-31	162.3-182.9	51-77
Total	50	Mean	20.20	172.97	64.13
		S.D	3.88	8.37	8.96
		Range	15-31	158-193	47-88



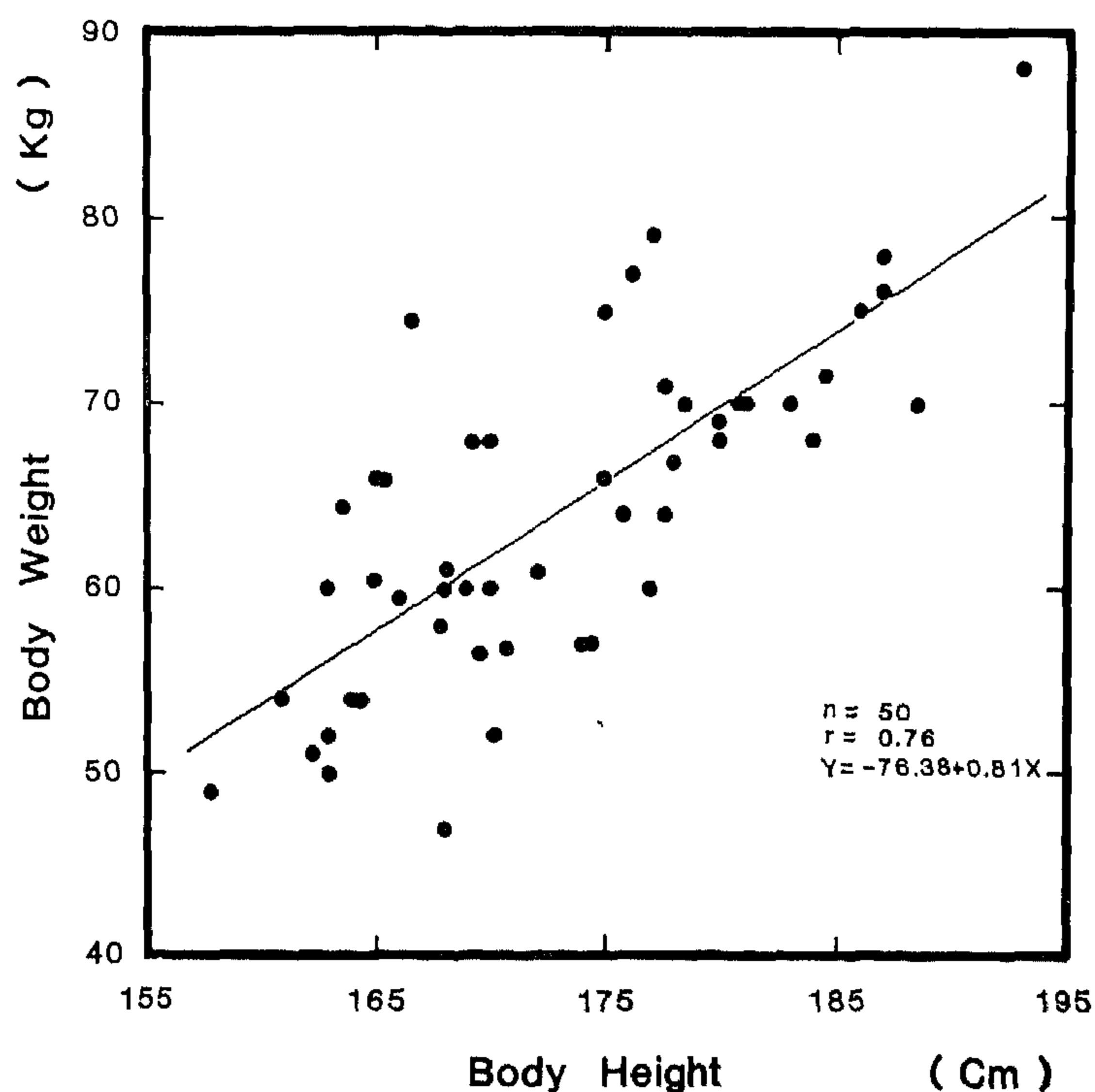
図—1 下腿及び足の計測項目

表—2 本研究の計測結果

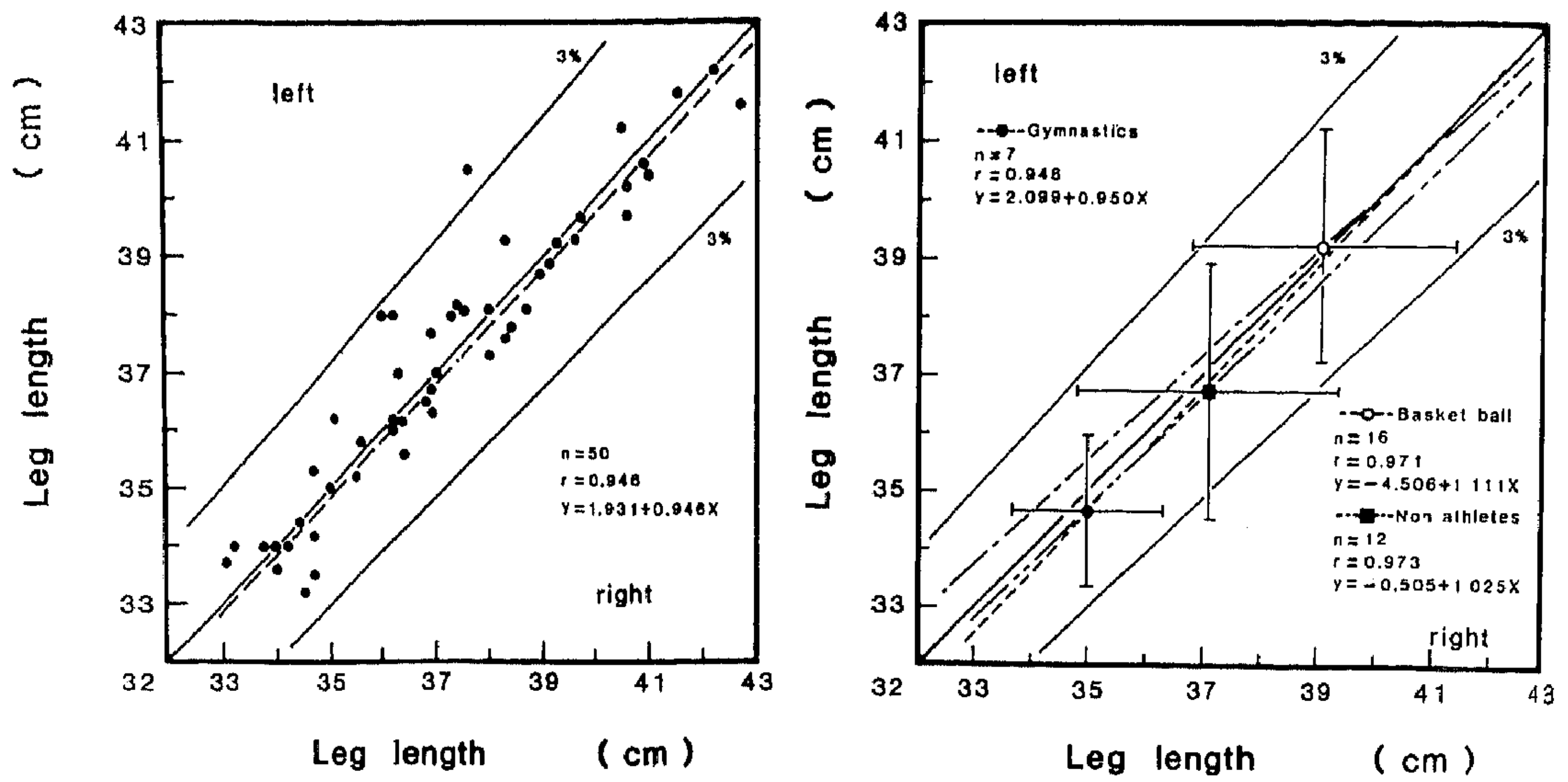
Measurment Items Lower Extremlty															
		Leg.L ( Cm )		Foot.L ( Cm )		Foot.B ( Cm )		Bimalleolus.B ( Cm )		Calf.C ( Cm )		Ankle.C ( Cm )		Ball of F.G ( Cm )	
GROUP		Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right
Students	Mean	38.18	37.36	25.04	25.12	9.94	9.74	7.52	7.44	38.22	38.74	21.98	22.08	23.94	24.02
	S.D	2.34	2.26	1.03	1.13	0.75	0.71	0.23	0.22	3.08	1.88	0.61	0.69	1.13	1.07
Gymnastics	Mean	34.64	35.01	24.19	24.30	9.67	9.60	7.29	7.34	34.81	34.50	20.96	20.99	23.56	23.67
	S.D	1.31	1.31	0.34	0.44	0.39	0.38	0.42	0.52	2.02	1.74	0.96	1.19	1.20	1.00
Basket Ball	Mean	39.23	39.09	26.26	25.01	10.36	10.26	7.95	7.84	37.56	37.70	22.40	22.25	24.98	25.29
	S.D	2.01	2.30	1.43	1.16	0.65	0.53	0.40	0.49	1.64	1.76	1.04	1.02	1.39	1.31
Track & Feild	Mean	36.18	35.73	25.03	25.16	9.70	9.69	7.43	7.29	34.86	34.75	21.02	20.94	23.59	23.62
	S.D	1.49	1.25	0.63	0.42	0.22	0.30	0.23	0.17	1.38	1.38	0.43	0.50	0.63	0.87
Non-Athletes	Mean	36.73	37.15	25.53	25.38	9.81	9.79	7.39	7.45	36.53	36.65	21.88	21.97	24.45	24.59
	S.D	2.18	2.30	1.63	1.65	0.67	0.60	0.32	0.38	1.98	2.14	1.16	1.03	1.26	1.40
B:Breadth C:Circumference L:Length F.G:Foot Girth															

B:Breadth C:Circumference L:Length

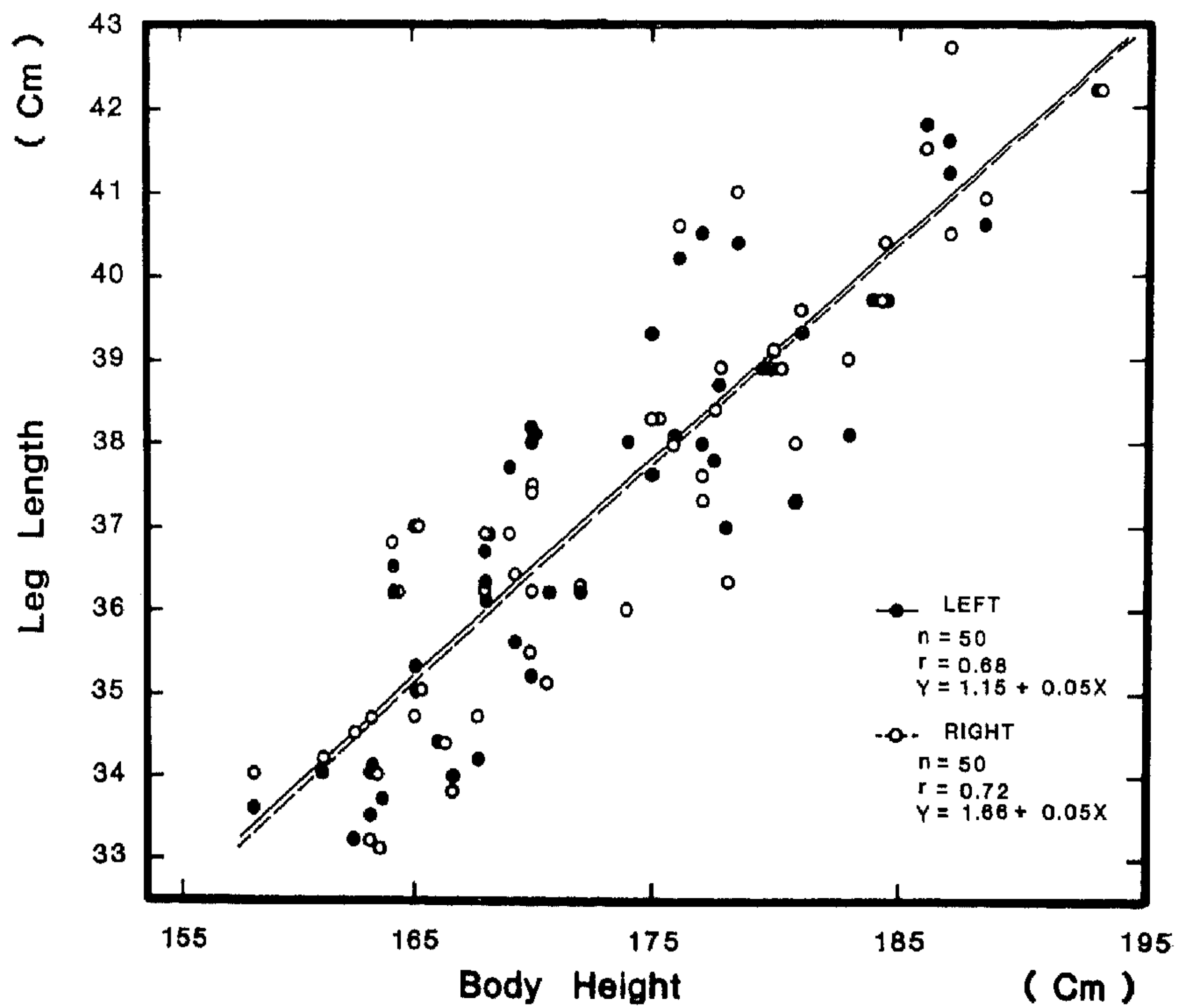
F.G:Foot Glath



図—2 身長と体重との関係

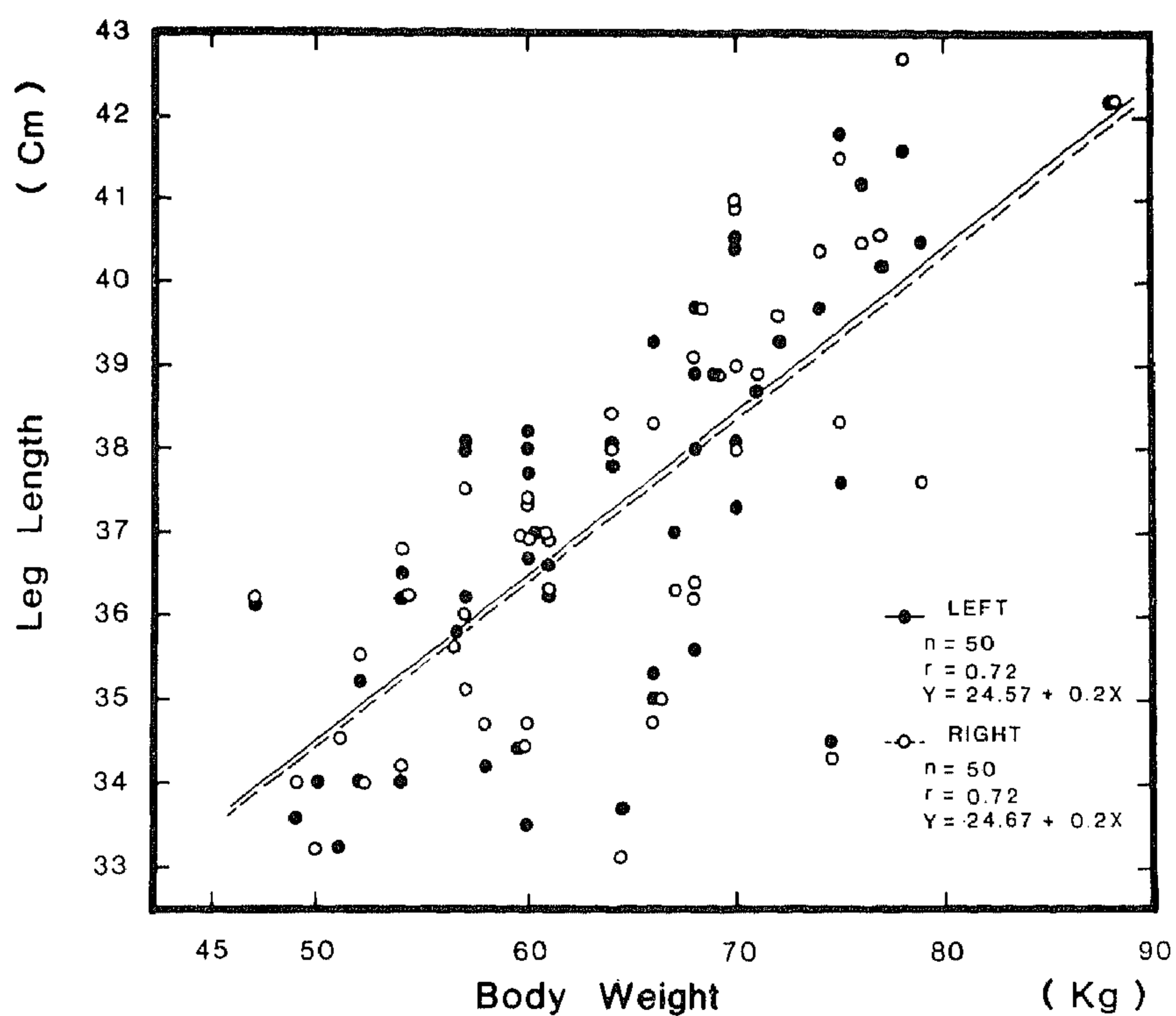


図一3 下腿長の左右の比較

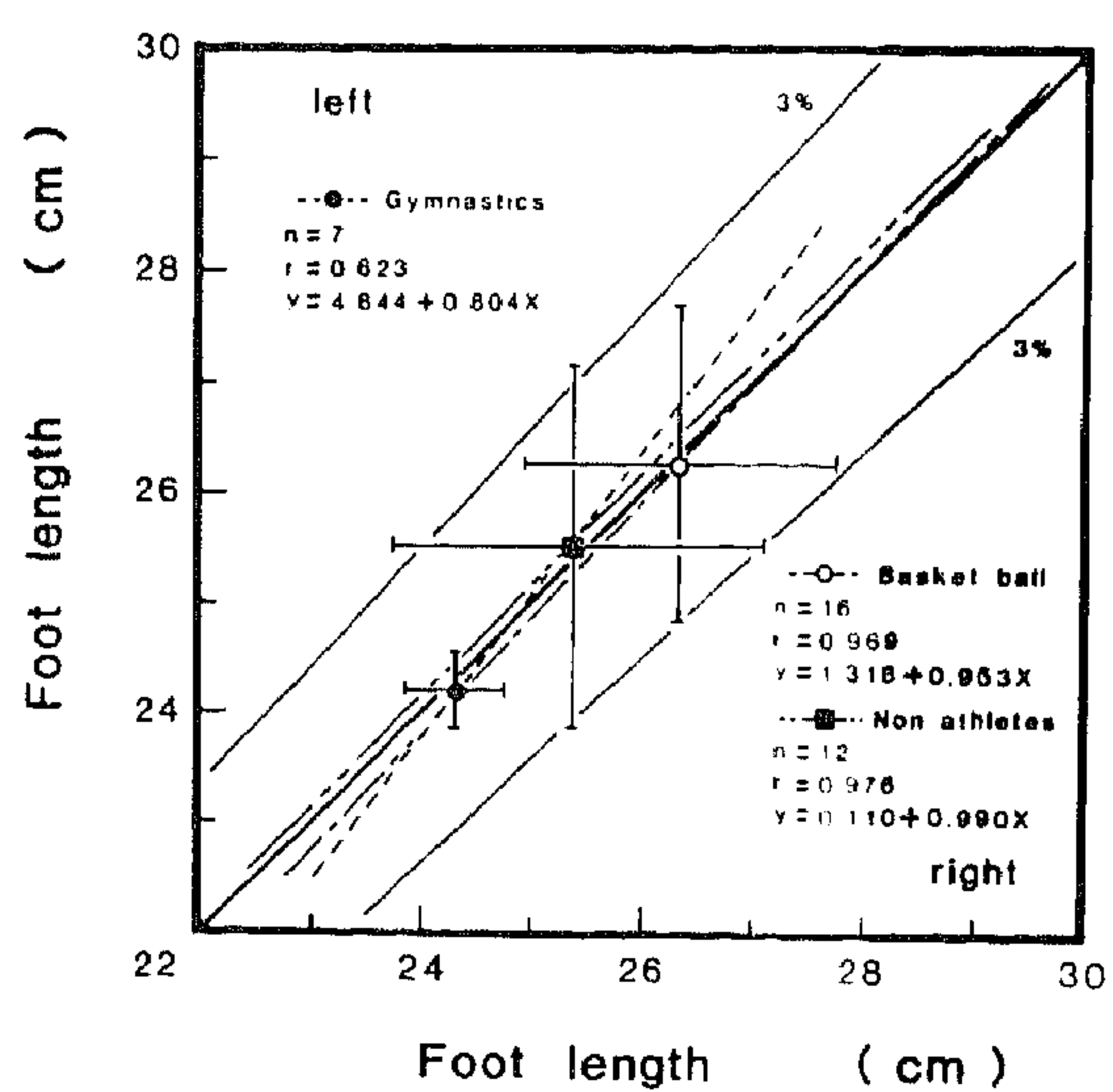
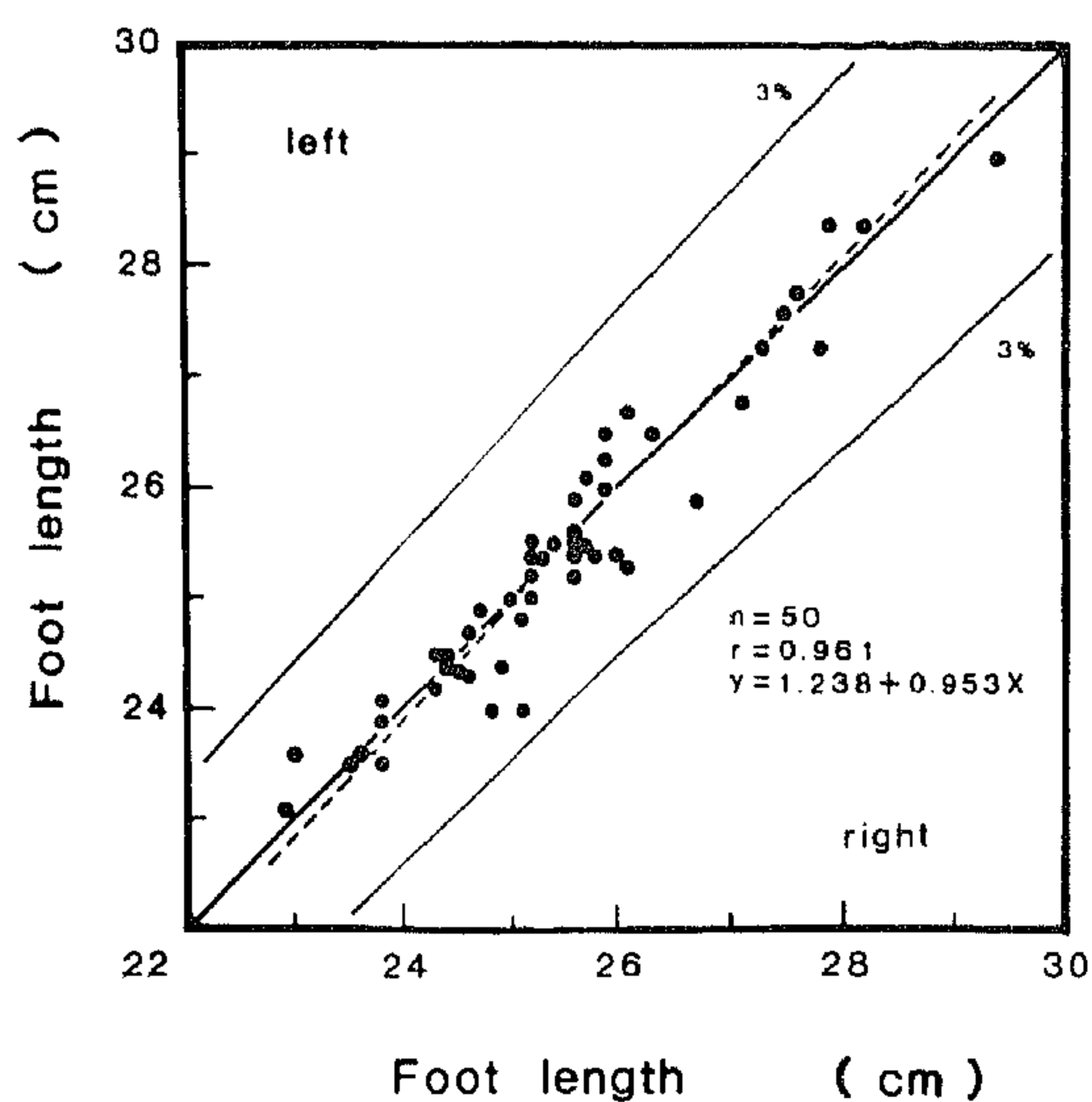


図一4 身長と下腿長との関係

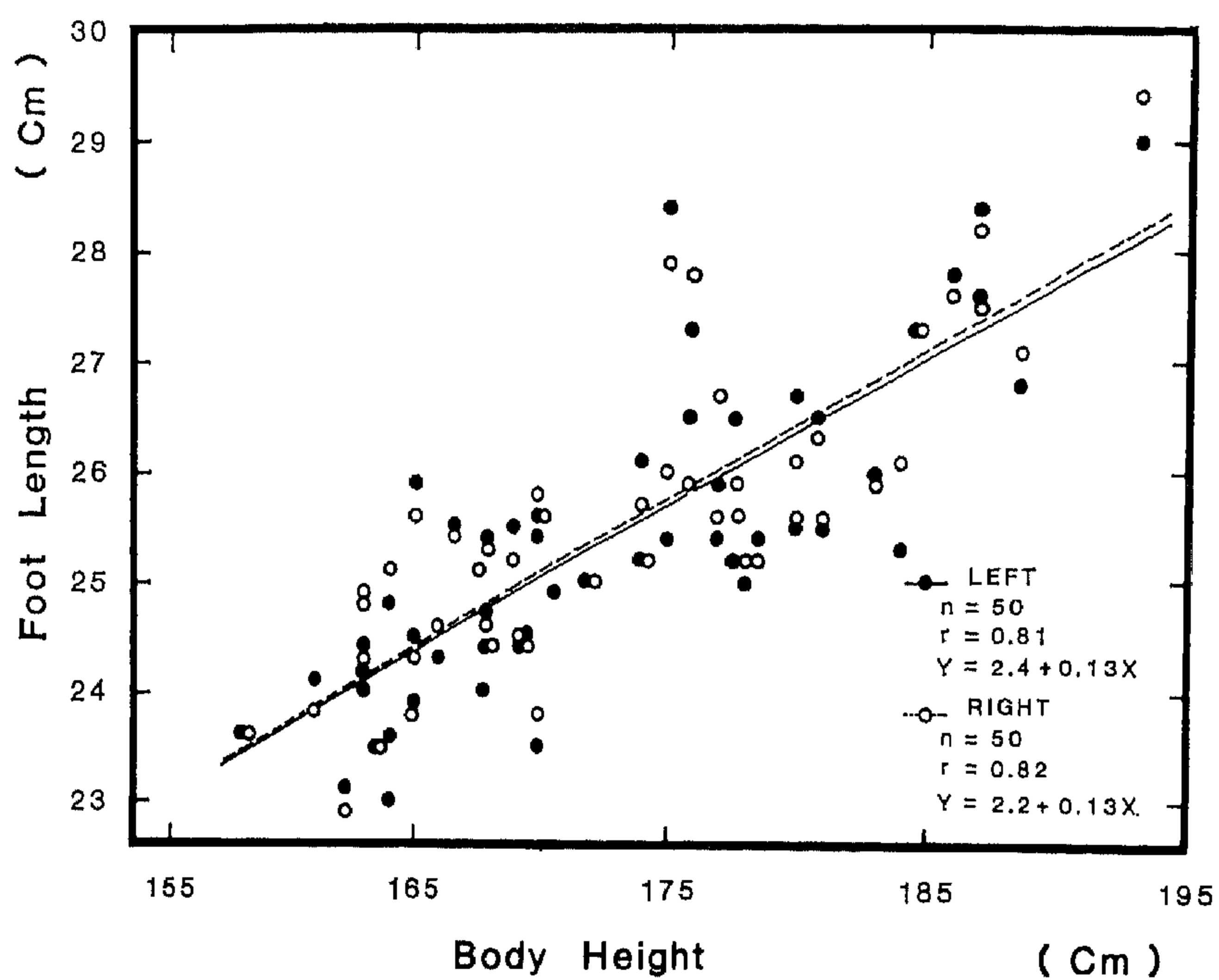




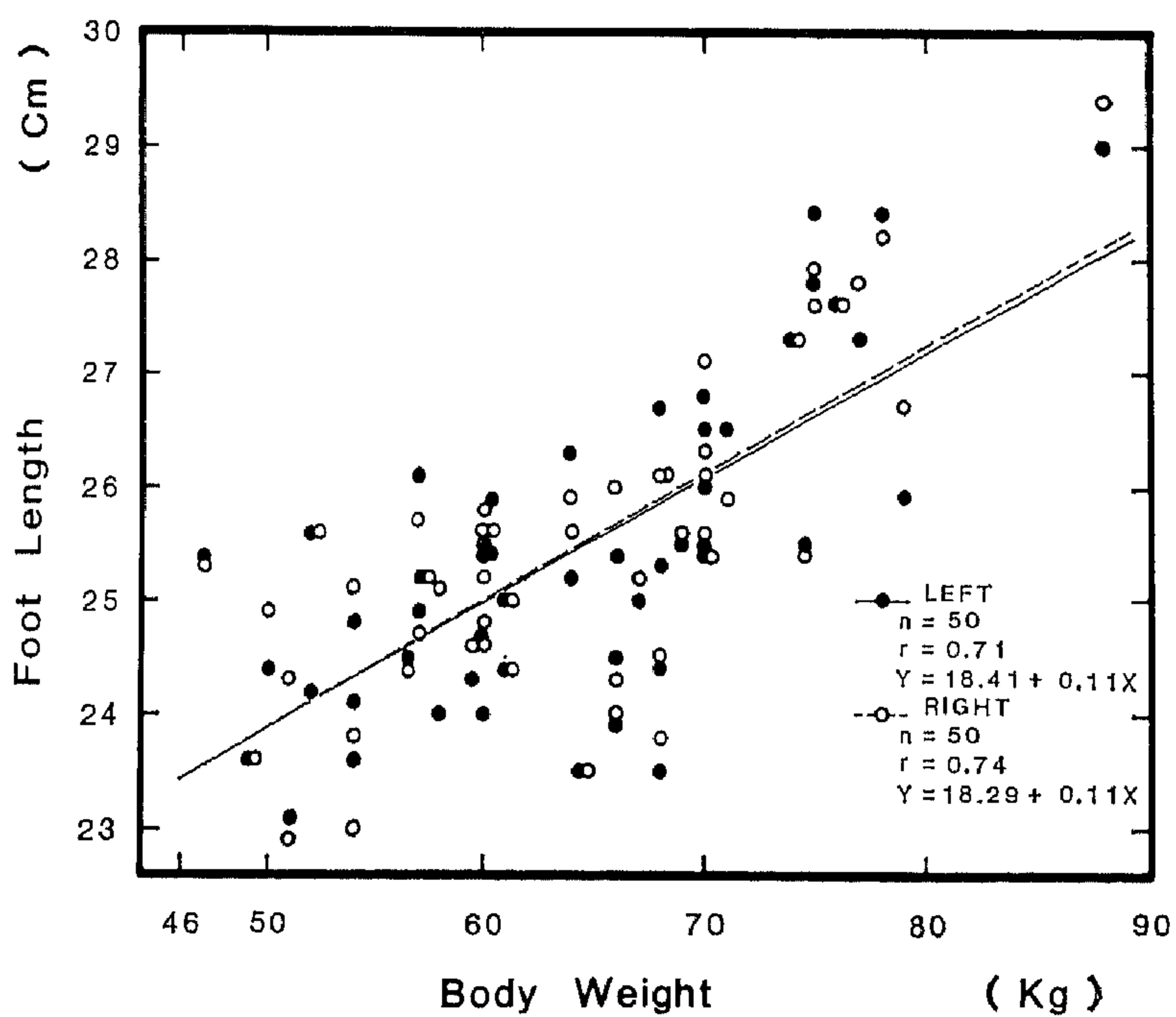
図一5 体重と下腿長との関係



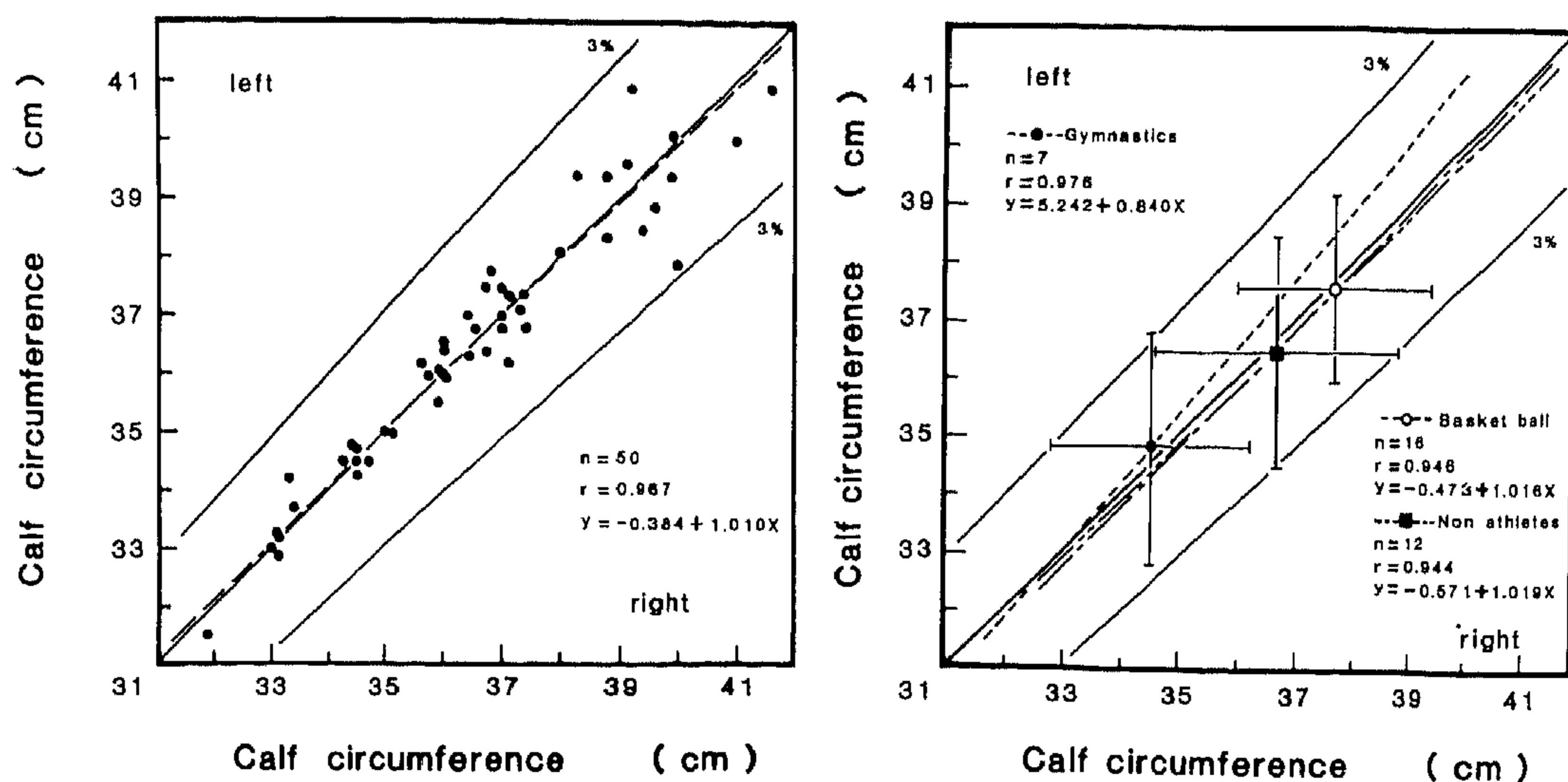
図一6 足長の左右の比較



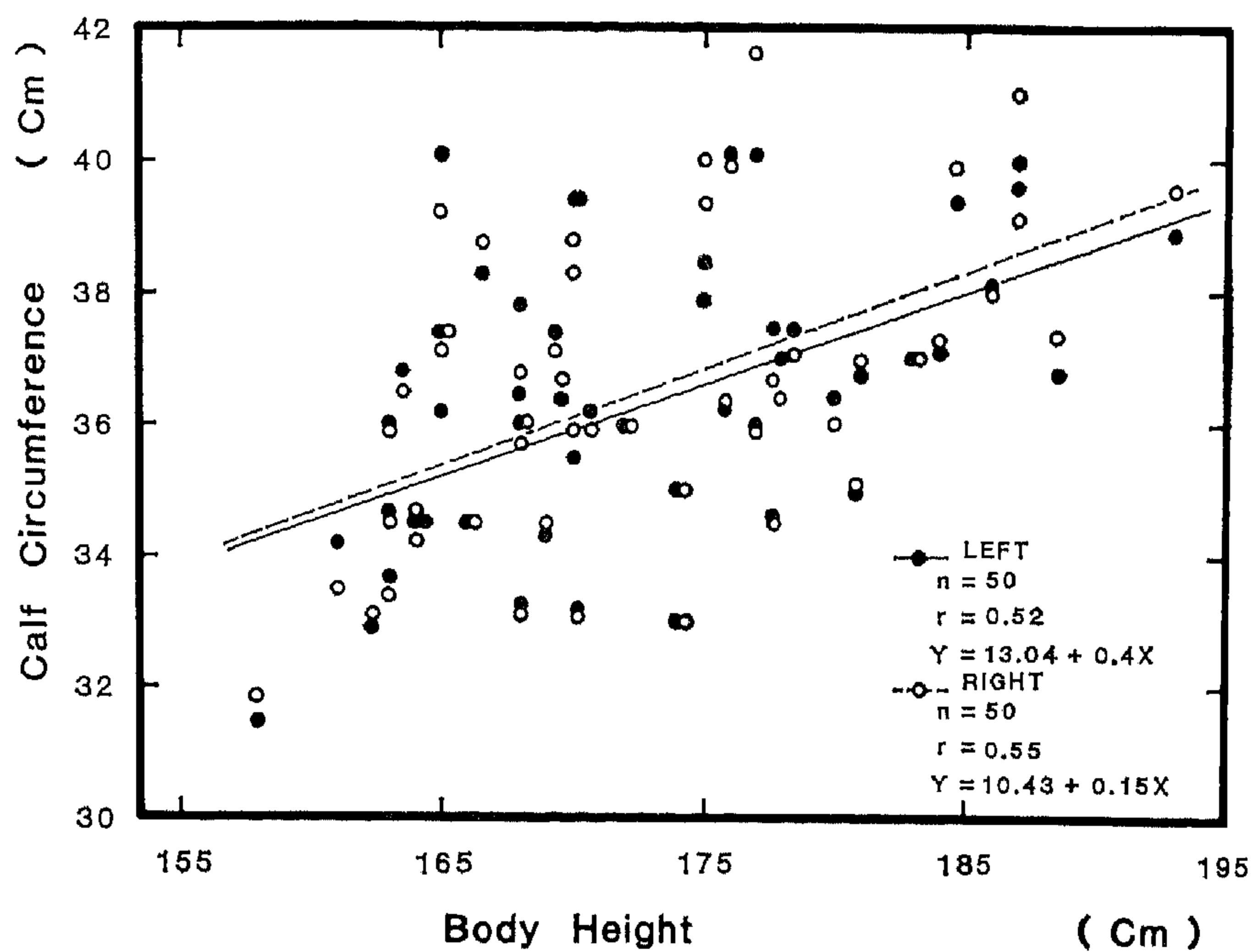
図一7 身長と足長との関係



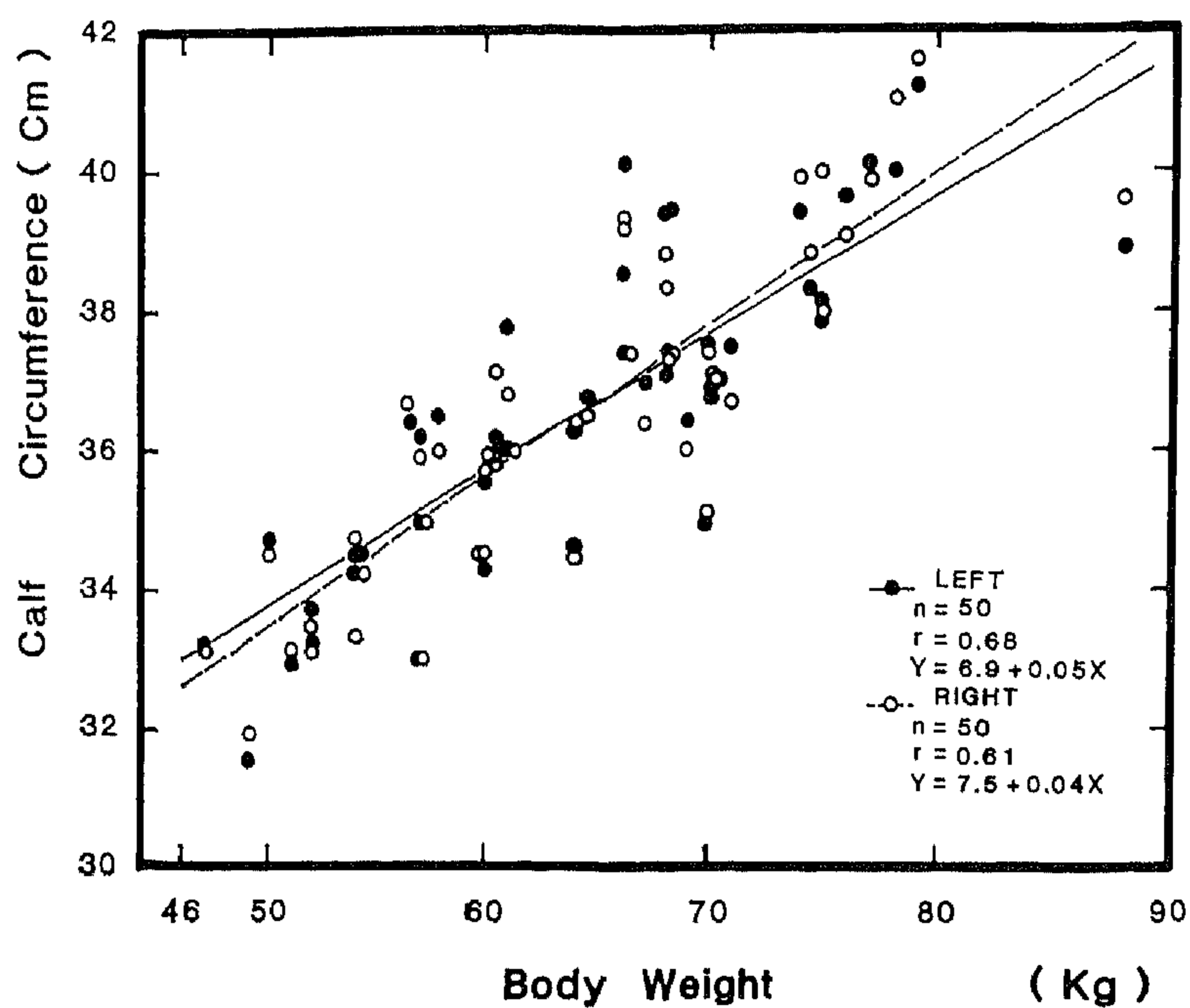
図一8 体重と足長との関係



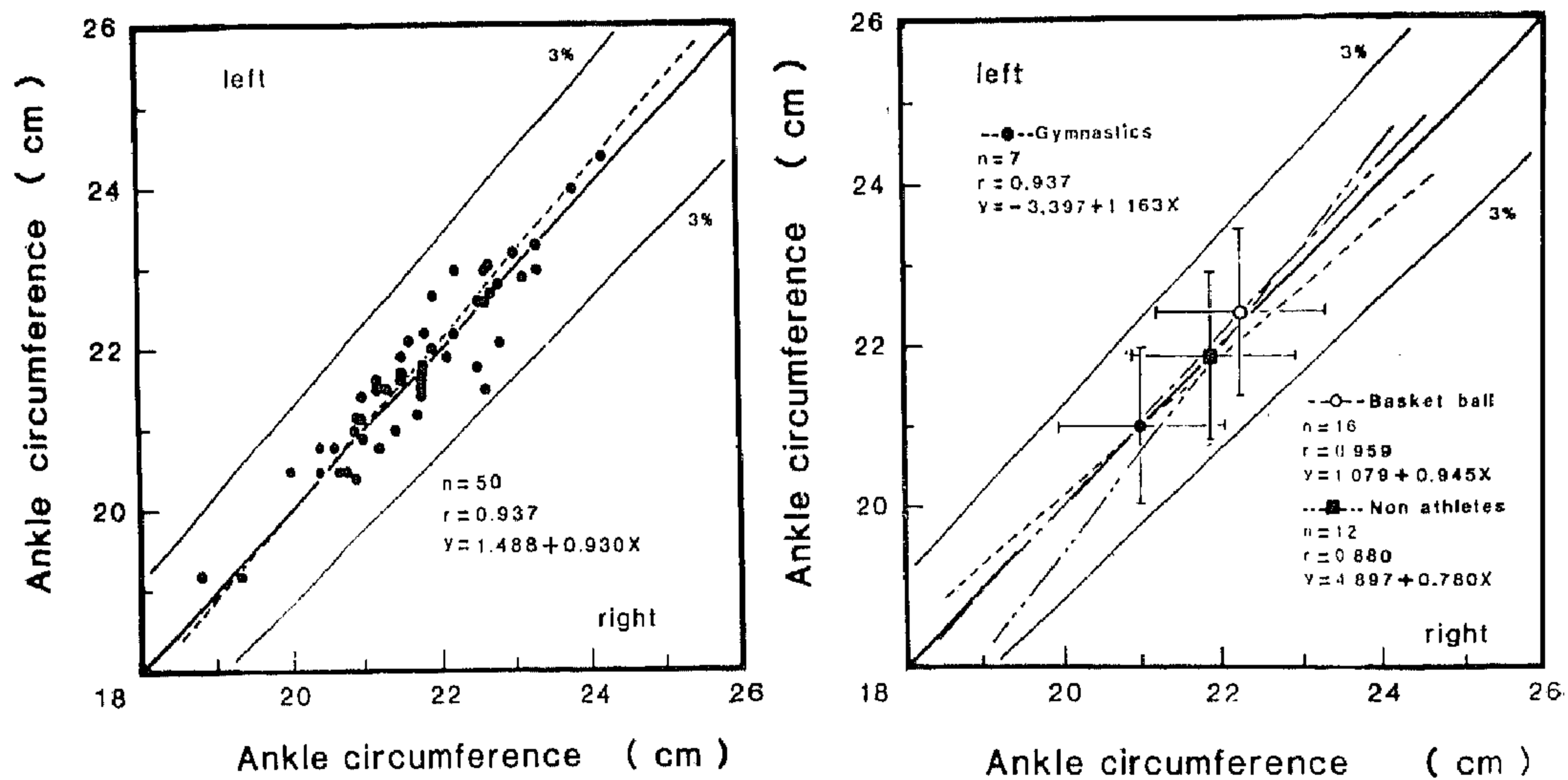
図一9 下腿最大囲の左右の比較



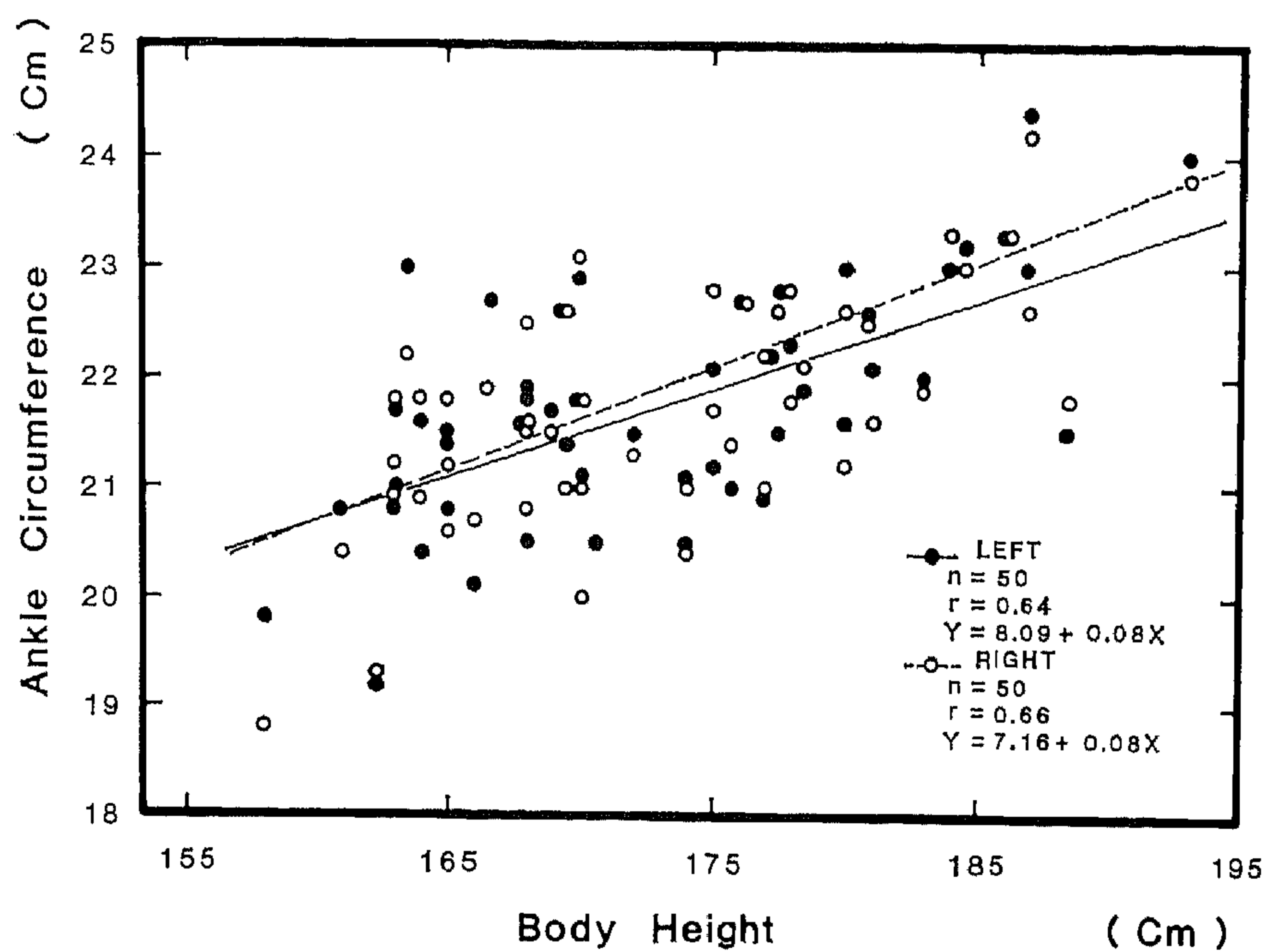
図一10 身長と下腿最大囲との関係



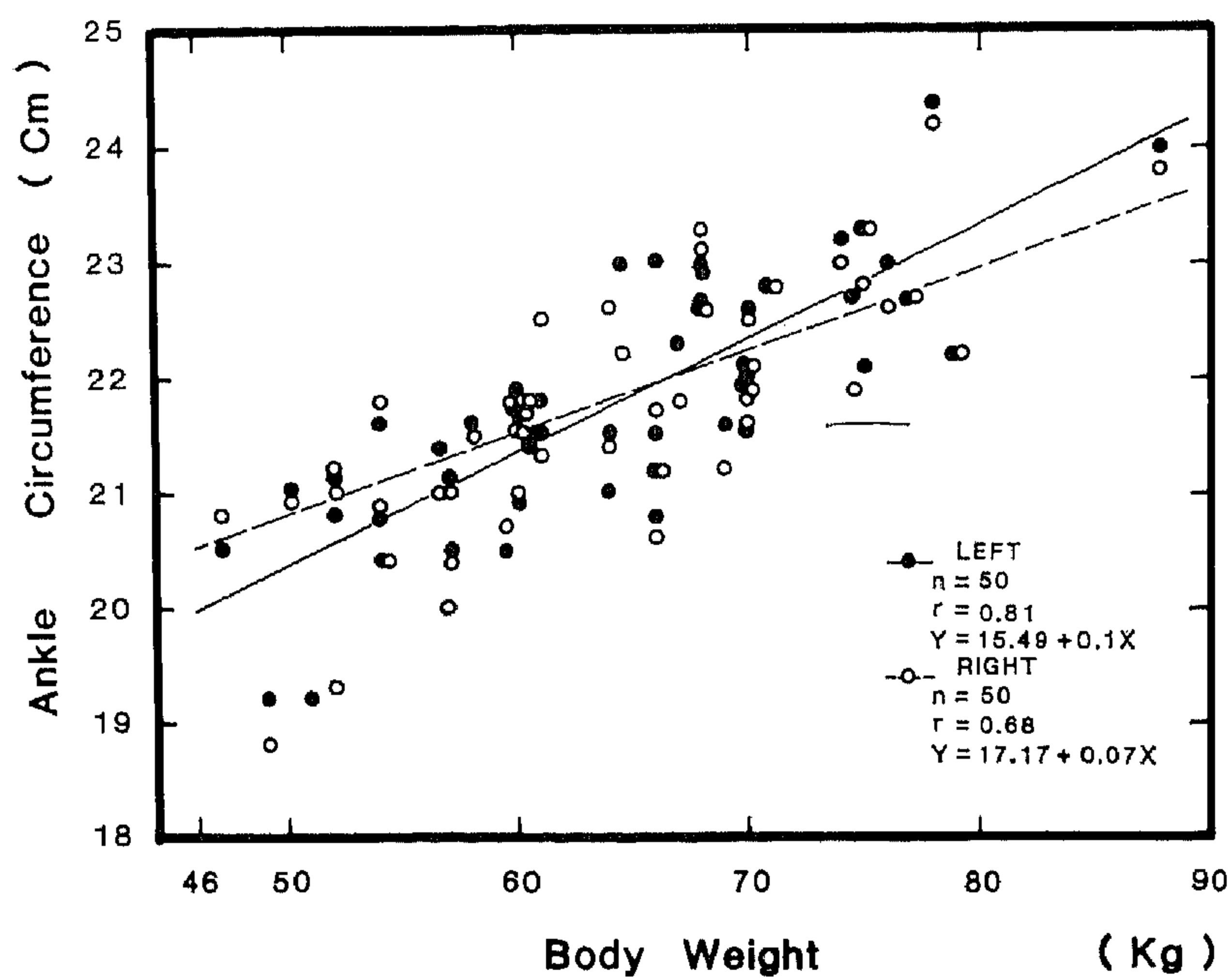
図—11 体重と下腿最大囲との関係



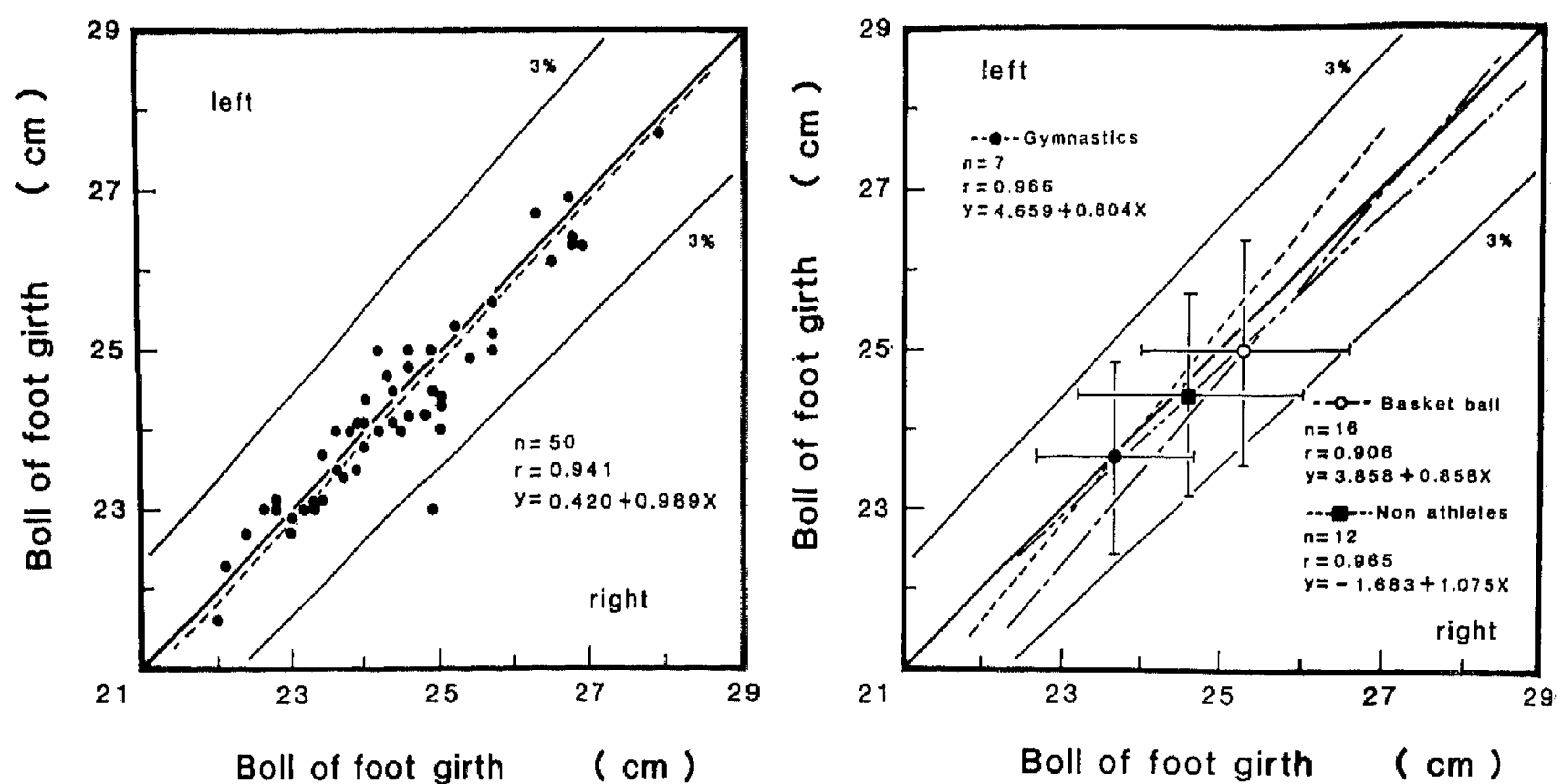
図—12 下腿最小囲の左右の比較



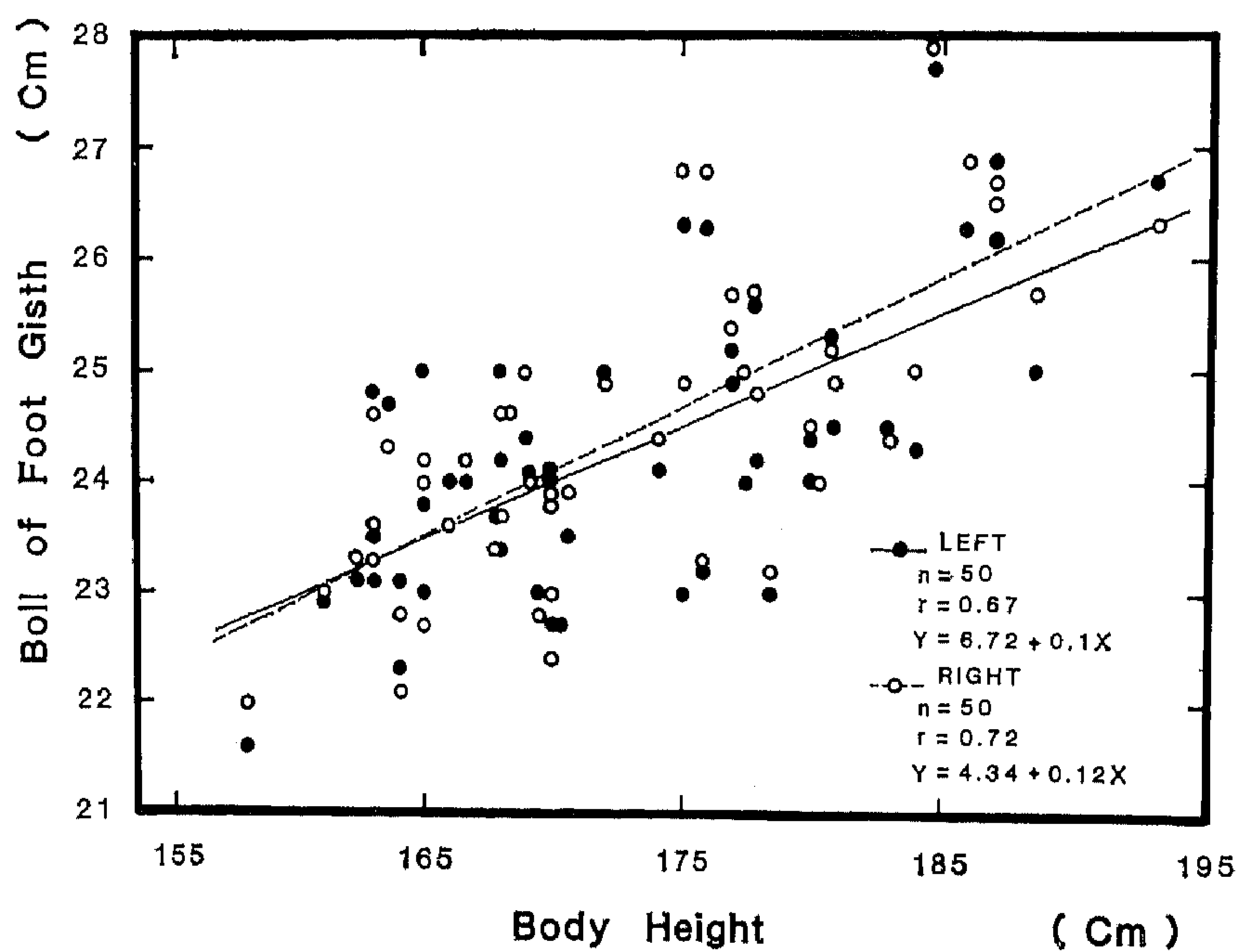
図一13 身長と下腿最小囲との関係



図一14 体重と下腿最小囲との関係



図—15 足幅部周径図の左右の比較



図—16 身長と足幅部周径図との関係

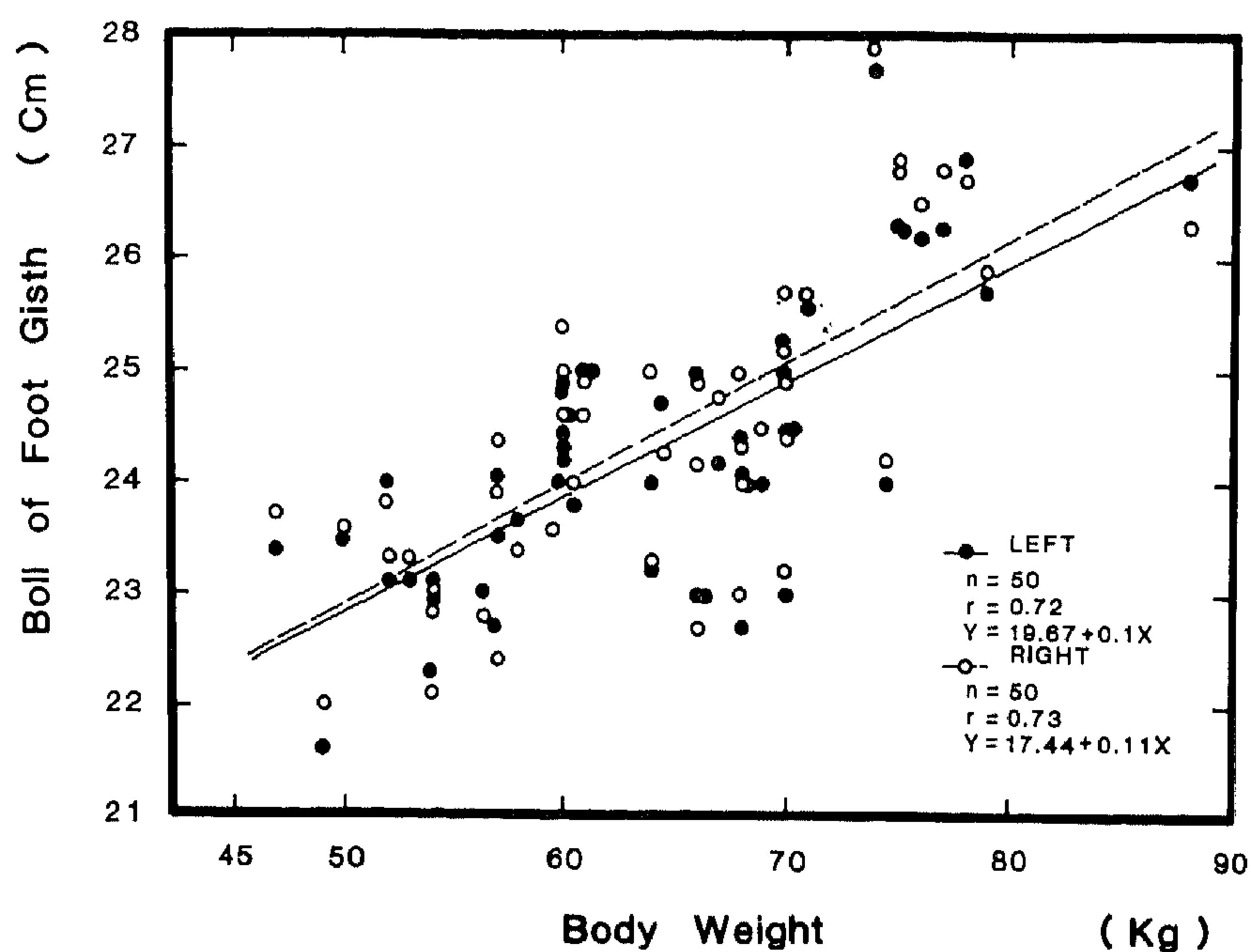


図-17 体重と足幅部周径との関係

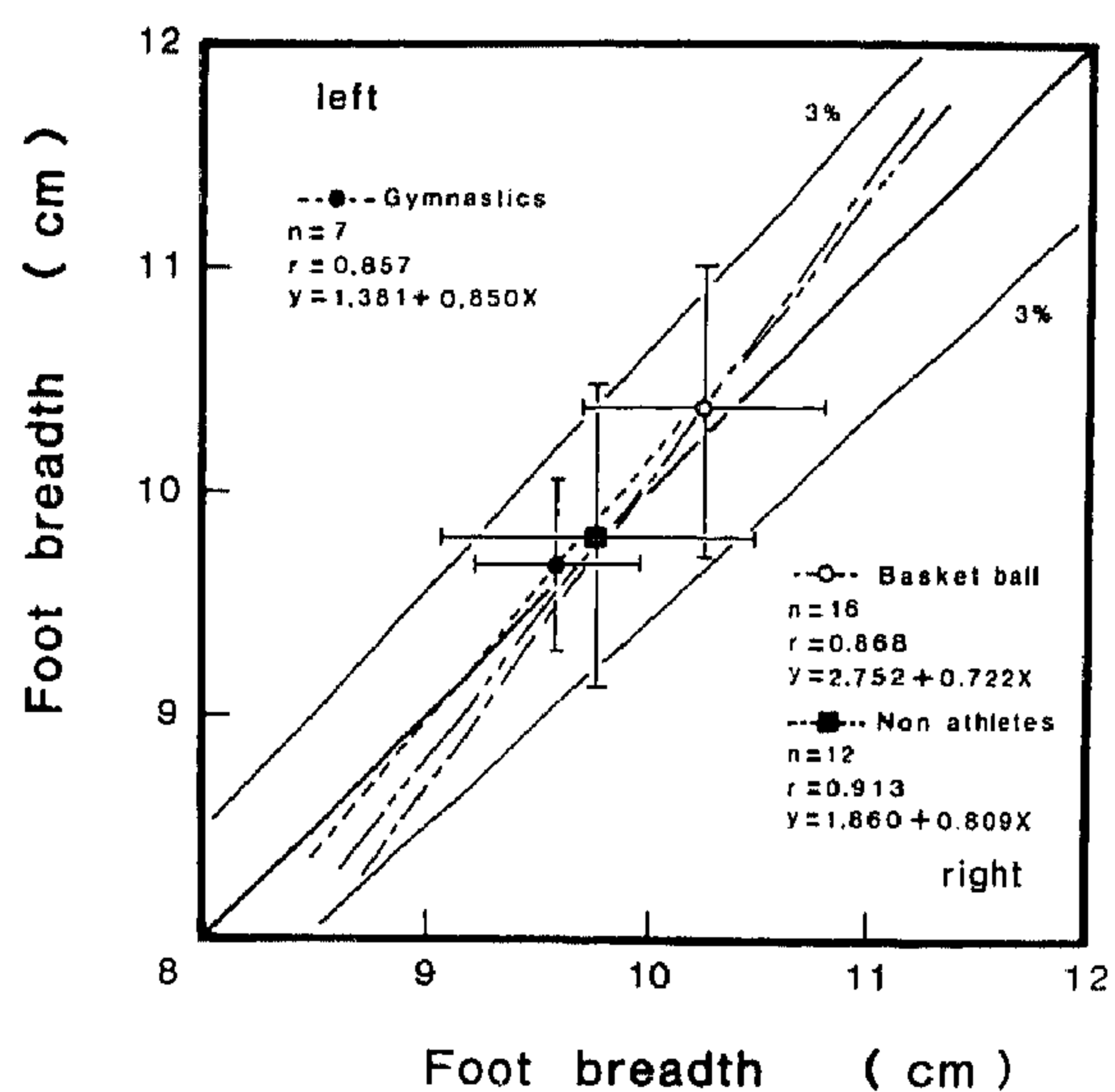
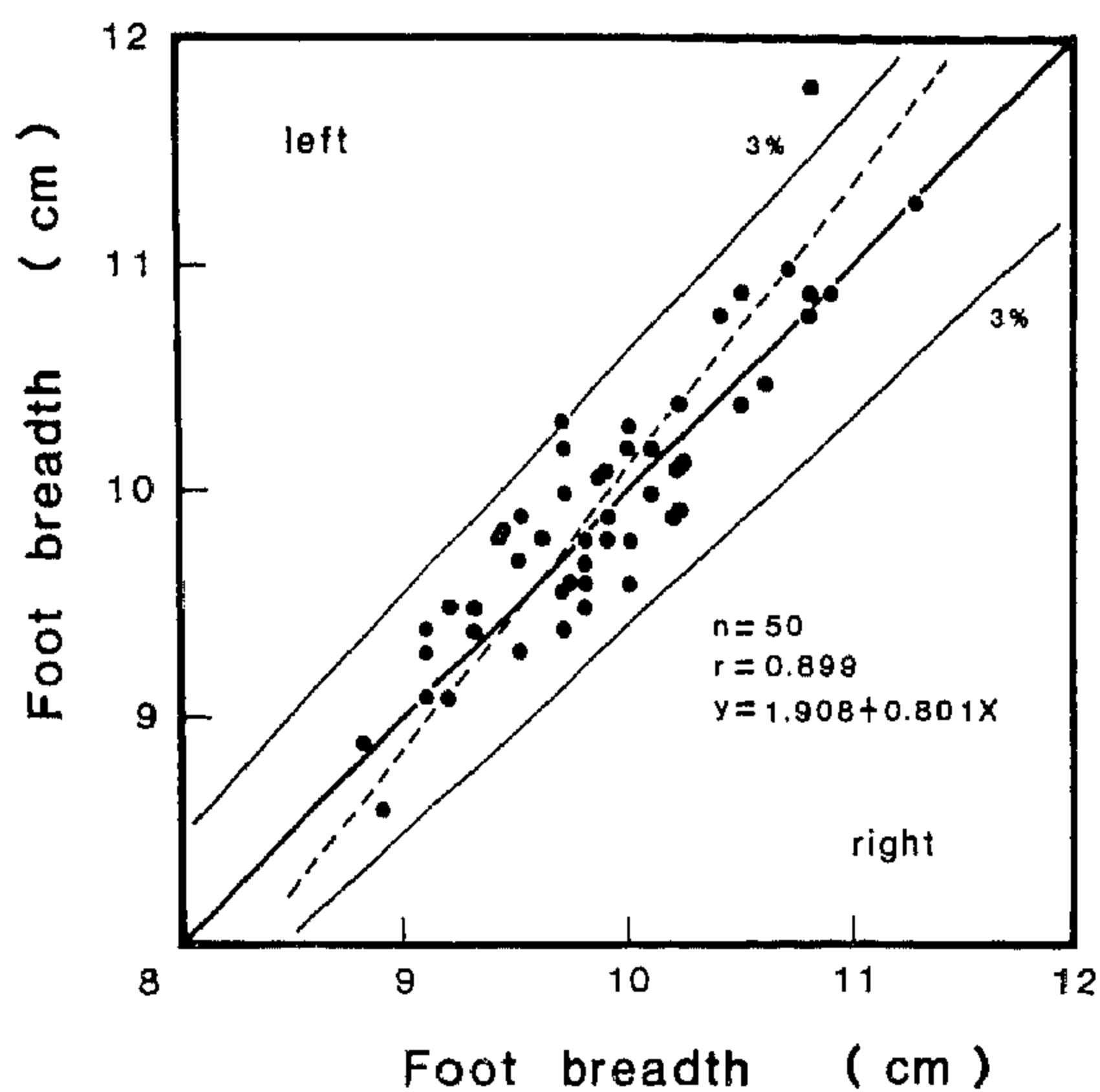
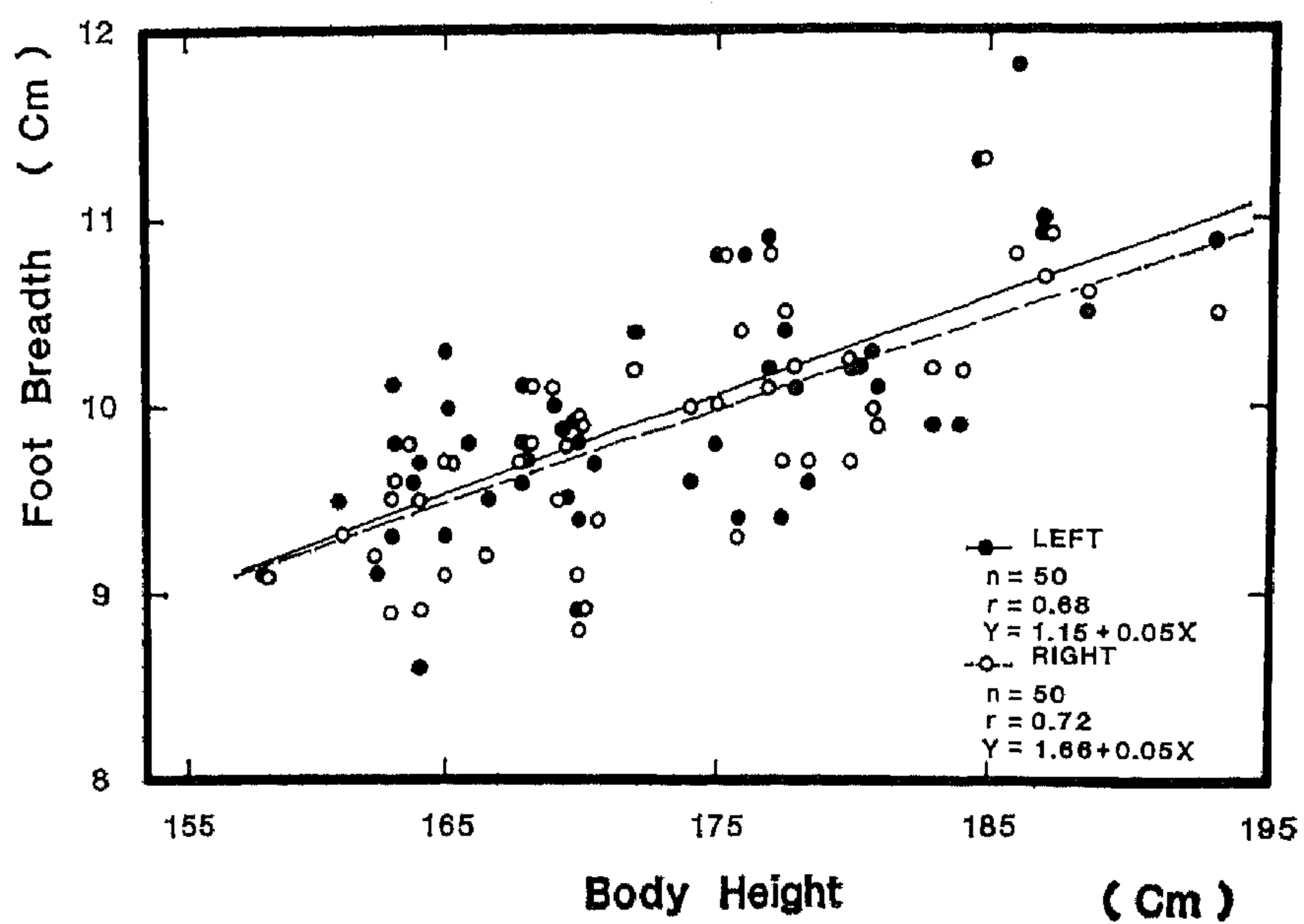
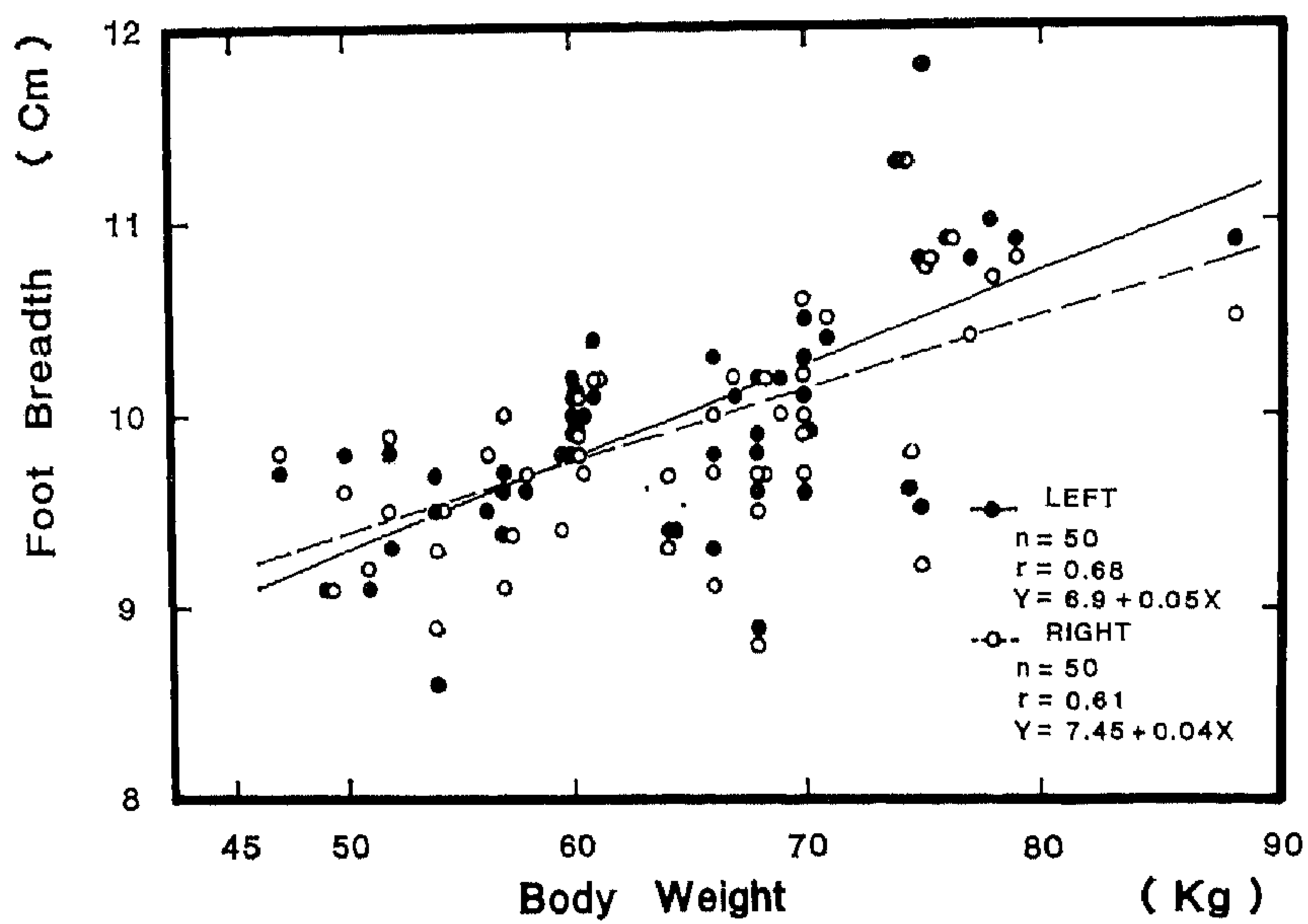


図-18 足幅の左右の比較

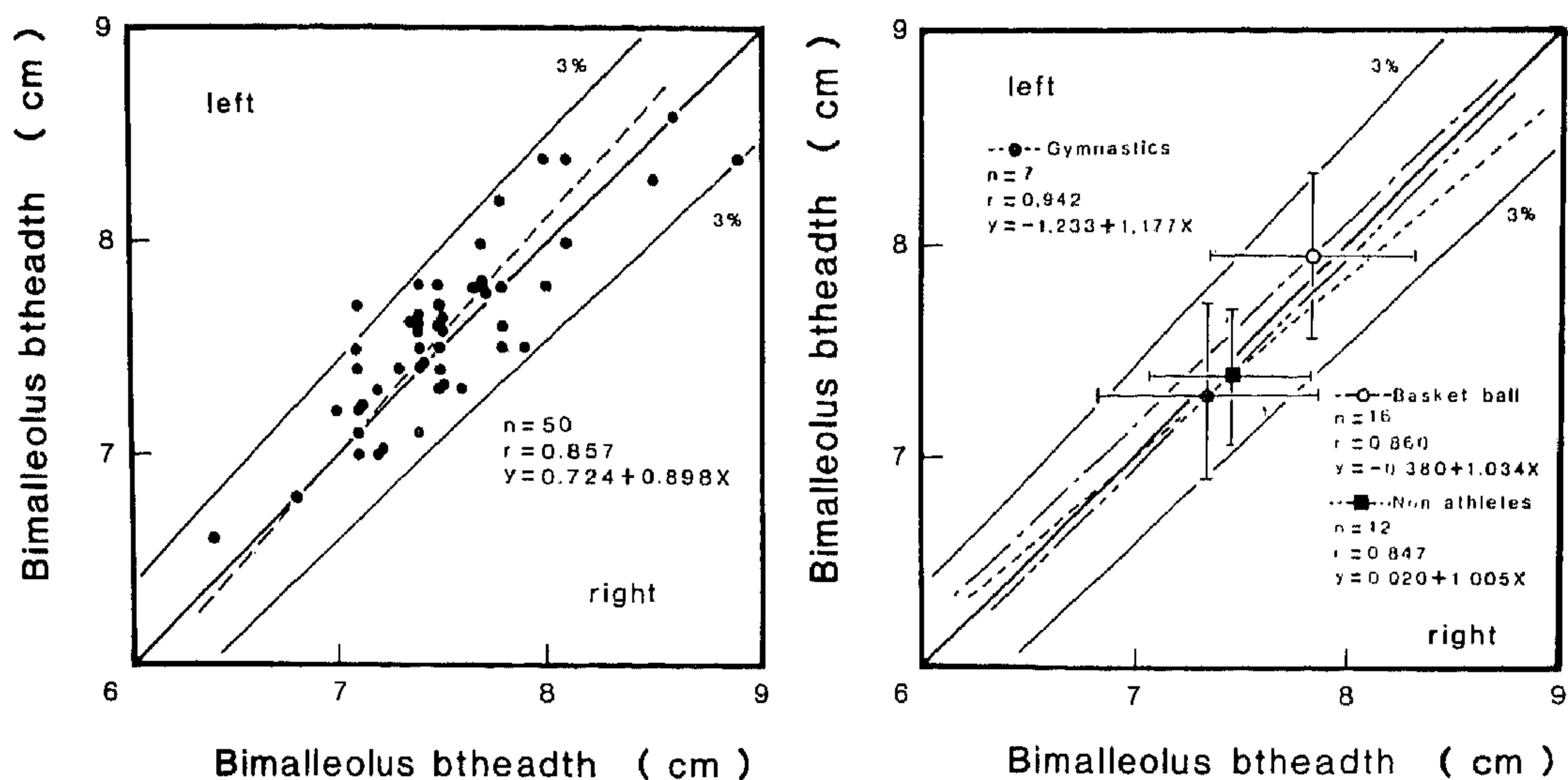


図—19 身長と足幅との関係

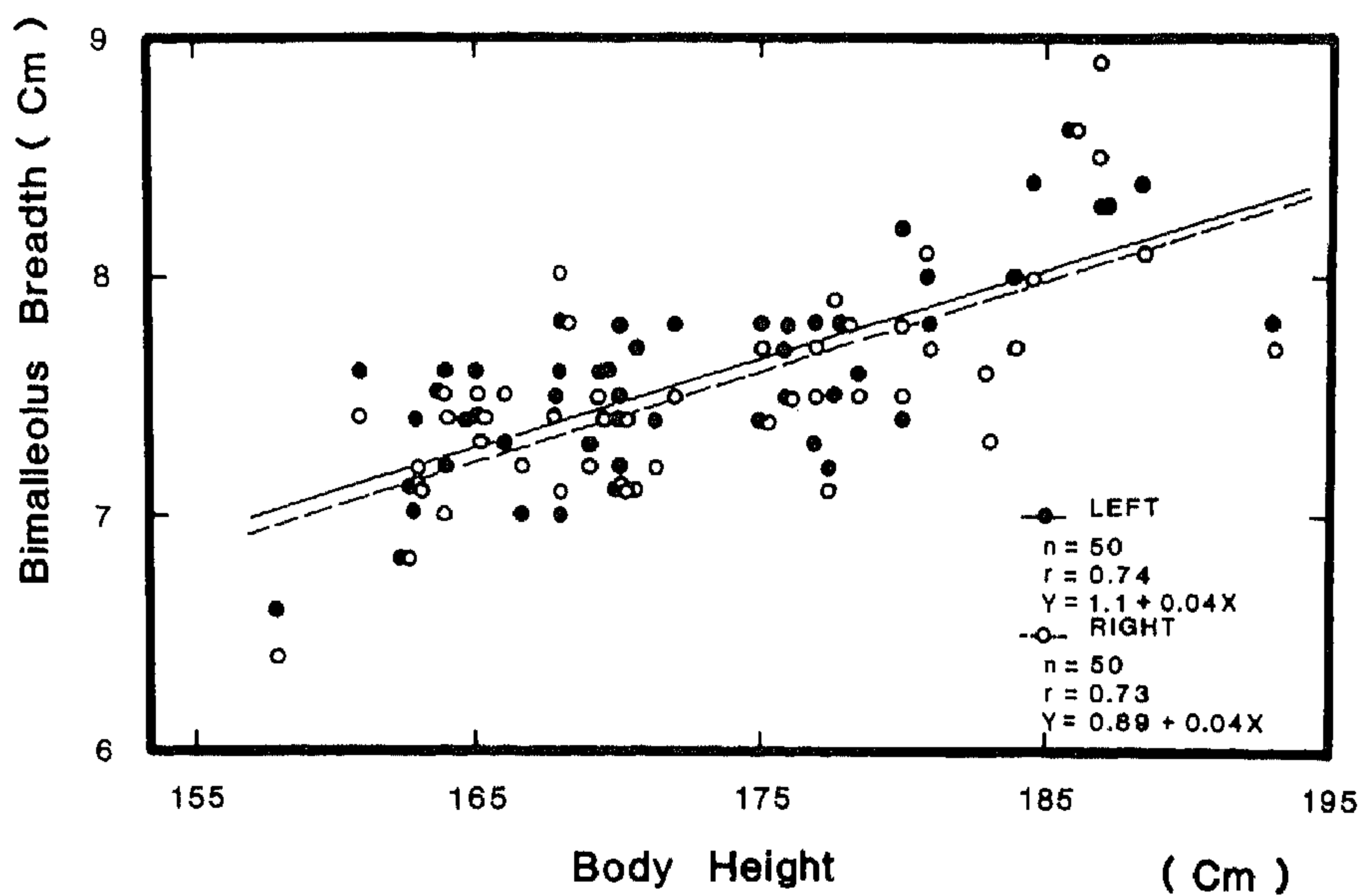


図—20 体重と足幅との関係

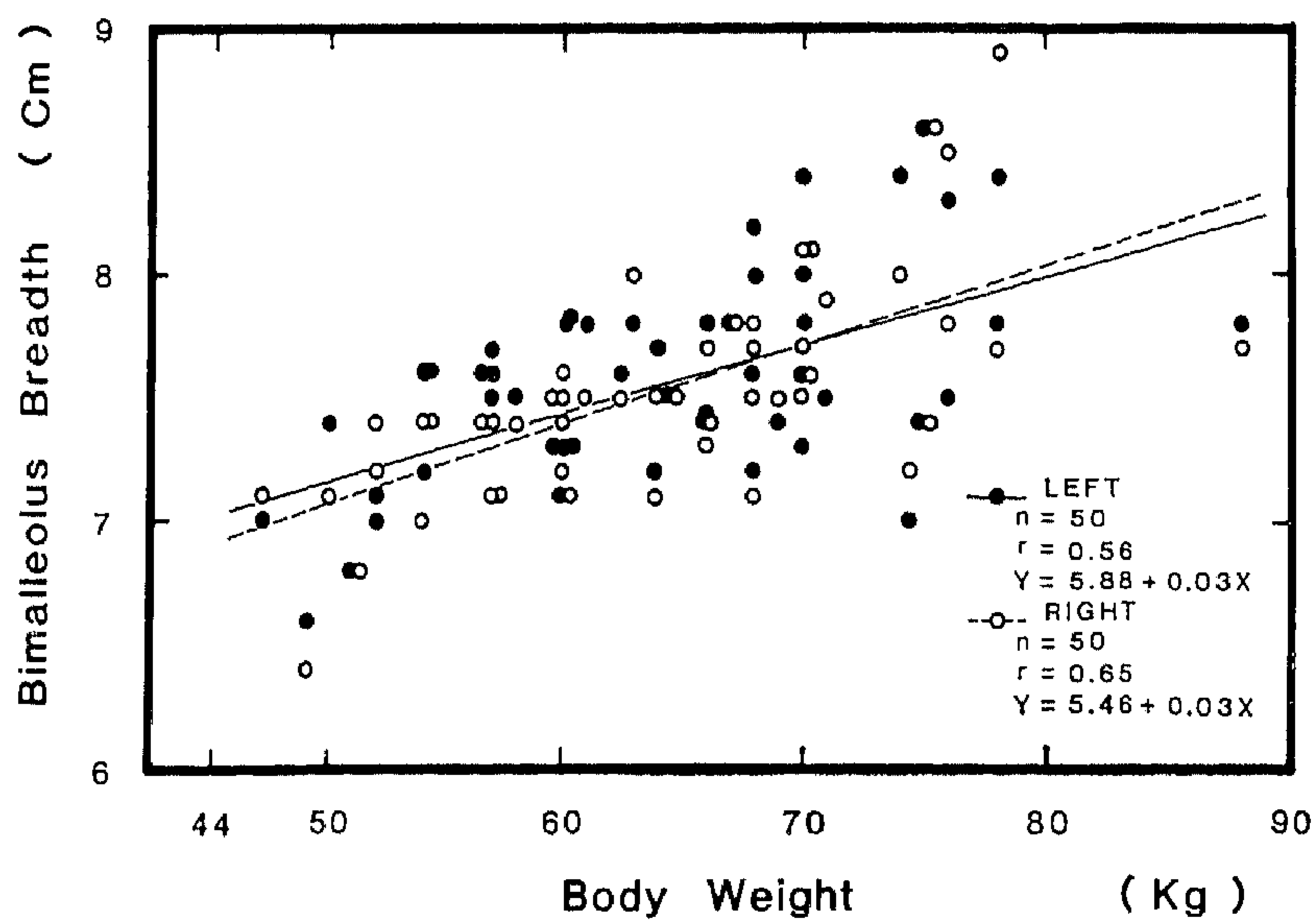




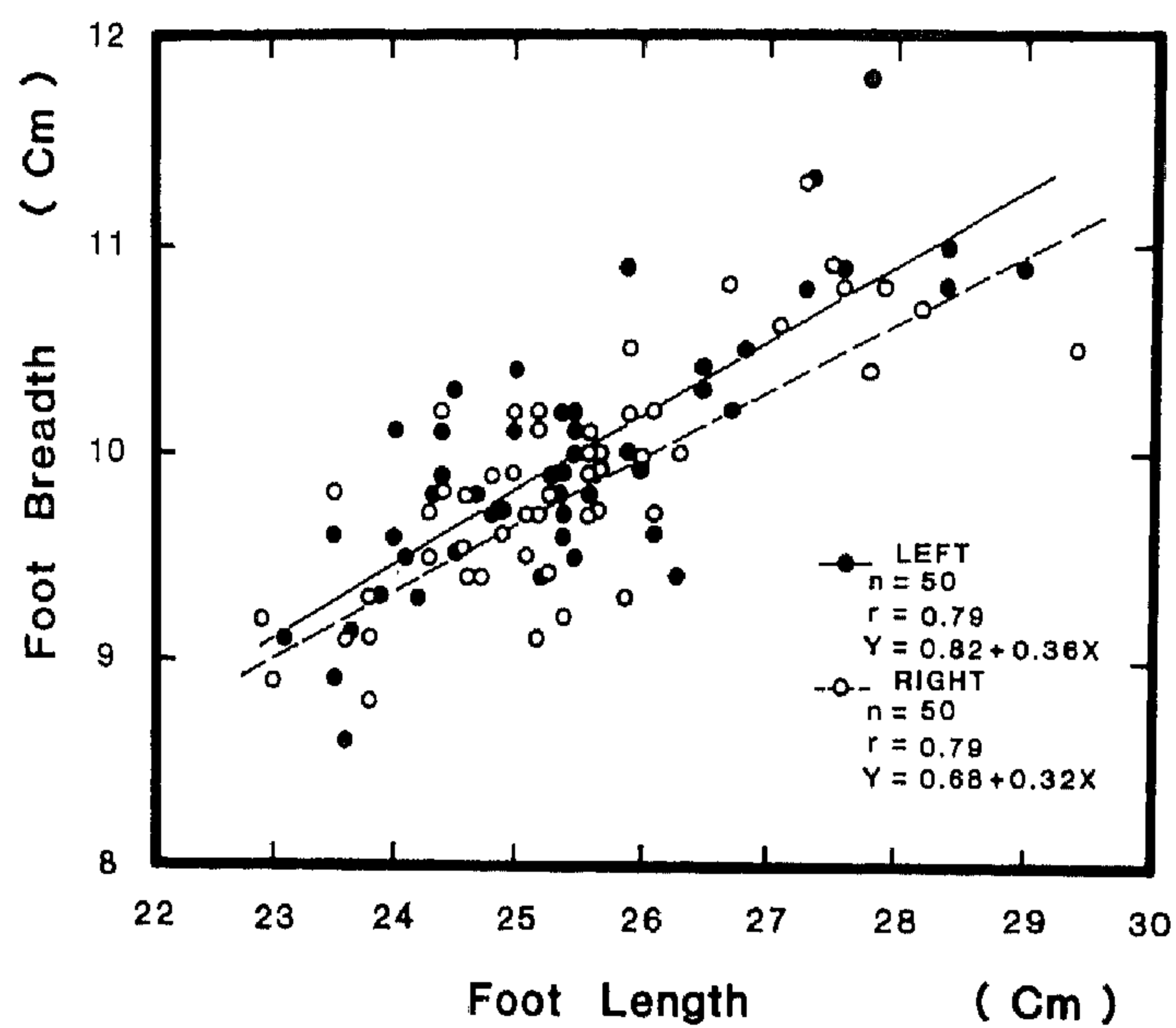
図—21 内外果幅の左右の比較



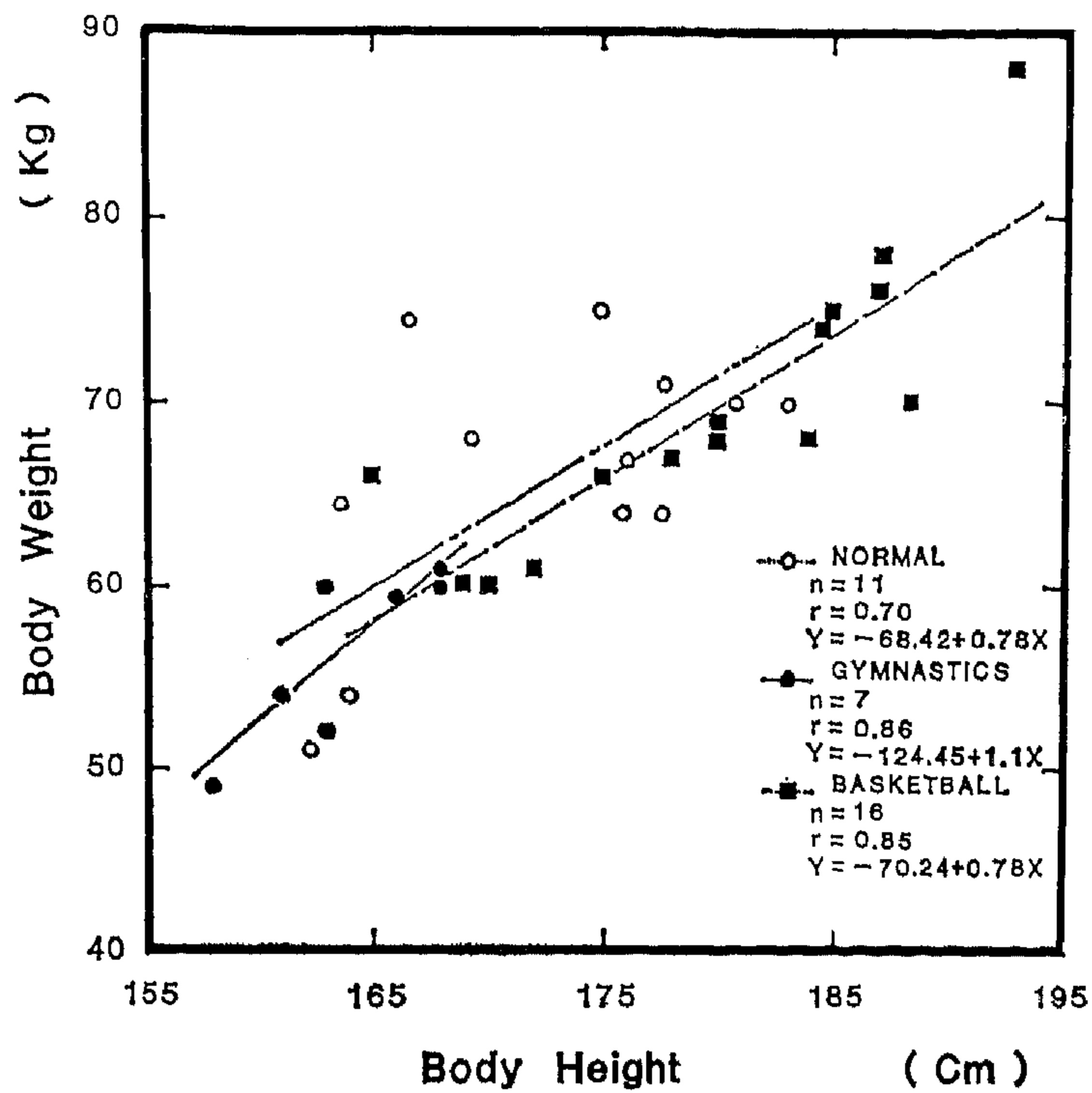
図—22 身長と内外果幅との関係



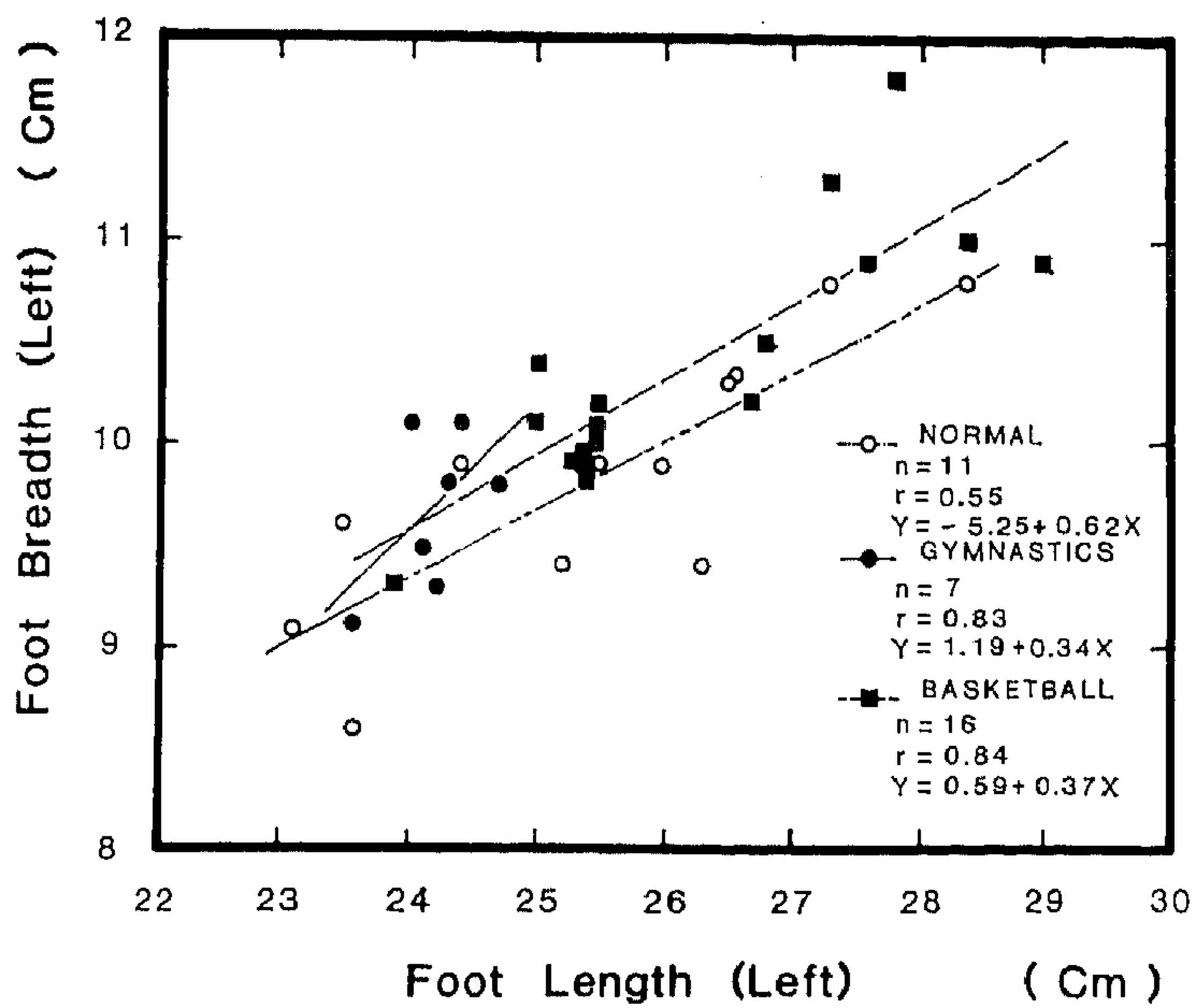
図—23 体重と内外果幅との関係



図—24 足長と足幅の関係



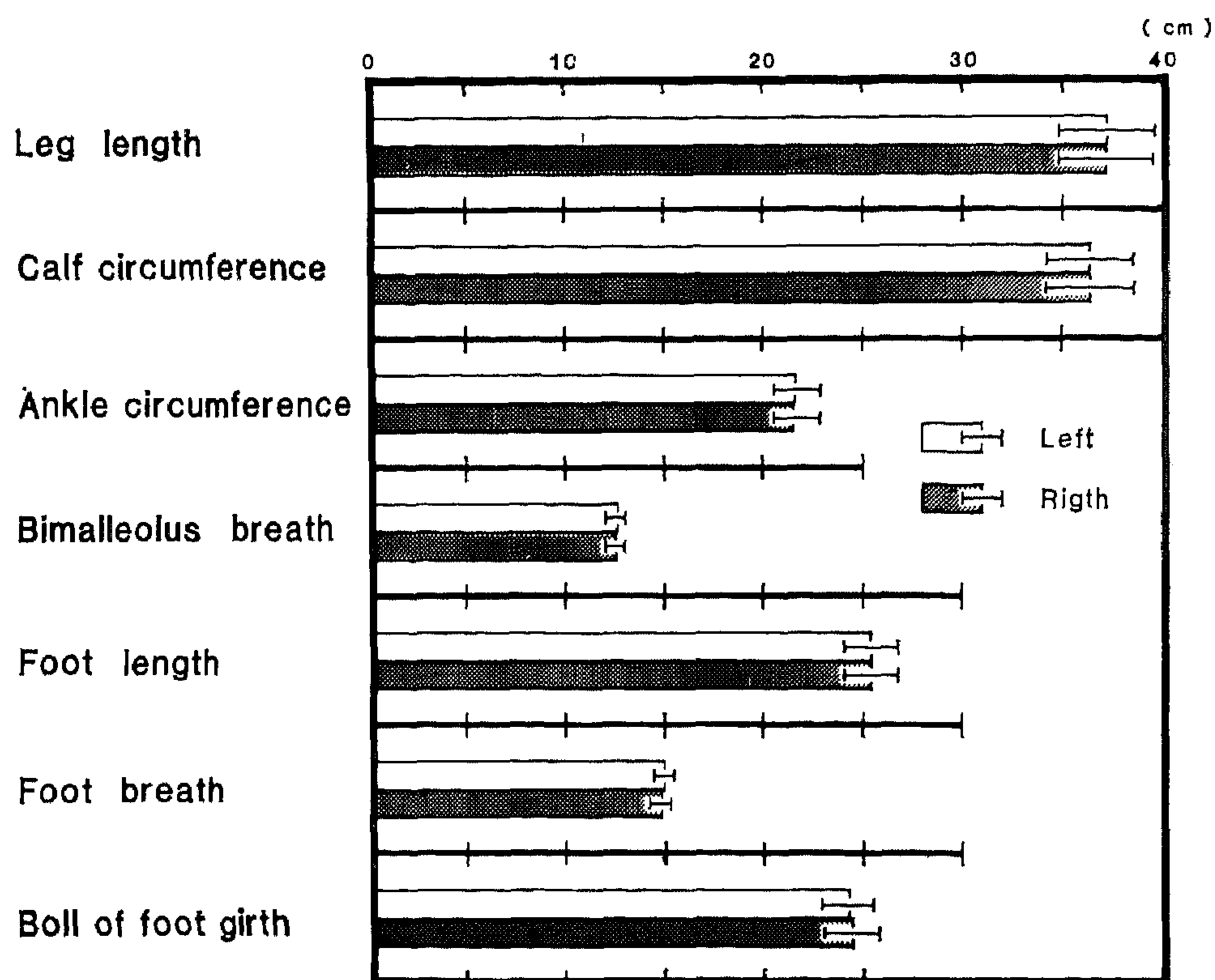
図—25 身長と体重の関係 (グループ別)



図—26 足長と足幅の関係 (グループ別)

表— 3 足底形態示数の比較

GROUP	Left		Right	
	Mean	(S.D)	Mean	(S.D)
Athletes	0.281	(0.046)	0.292	(0.049)
Non-Athletes	0.363	(0.059)	0.372	(0.065)



図—27 全被検者における項目の平均値と標準偏差