

若年女子長距離ランナーの骨塩量と月経

Relationship between bone mineral levels and menstruation of young female distance runners

西山一行*, 角田直也**, 松本高明***,
石田良恵****, 伊東輝雄*****

Kazuyuki NISHYAMA *, Naoya TSUNODA**, Takaaki MATSUMOTO***,
Yoshie ISHIDA****, Teruo ITOH*****

ABSTRACT

In this study we measured the bone mineral levels of college female long distance runners. The subjects were 19 inter-college, Japanese female long-distance runners involved in competition at high levels. All with an average age, height, weight and Body Mass Index (BMI) of 19.7 years old, 159.0 cm, 47.9 kg, and 19.7 respectively. The bone mineral levels and body composition were measured by using Dual Energy X-ray Absorptiometry (XR-26 Norland Inc. USA).

In the ten areas measured for subcutaneous fat thickness and body fat percentage, there was no significant difference in the subjects with normal menstrual cycles and irregular menstrual cycles.

There was no significant difference observed between whole bone mineral content of college female runners with normal menstrual cycles and those with irregular cycles.

Bone mineral content in arms, trunk and legs was lower in irregular menstrual cycles. This is the reason for stress fractures in this part of body.

目 的

現代では、女子が多く競技スポーツに積極的に参加するようになり、それに伴い月経異常や疲労骨折、貧血など女性特有の疾患がクローズアップされるようになった。このような中で、これらの問題を引き起こす重要な原因の一つに体脂肪の減少を目的とした過剰な減量がある。すなわち体

脂肪量には性差があり、一般に成人女子の体脂肪率は成人男子よりも7~8%多い。しかし、不活性組織である脂肪は、多くのスポーツ競技にとってマイナスの要因となり、特に長距離ランナーの場合体脂肪は少ない方が良いと考えられている。現在、我国の女子マラソンのレベルは高くなり、先のバルセロナのオリンピックでは第2位及び4位に入賞し、その他の国際的なレースでも活躍が目立

* 国士舘大学体育学部陸上競技研究室 (Lab. of Track and Field, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

** 国士舘大学体育学部身体運動学研究室 (Lab. of Biodynamics and Human Performance, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

*** 国士舘大学スポーツ医科学研究室 (Dept. of Medicine and Science in Sports, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

**** 女子美術大学体育学研究室 (Dept. of Physical Education, Women's College of Fine Arts)

***** 京都産業大学体育学研究室 (Dept. of Physical Education, Kyoto Sangyou University)

つ。このような状況の中で、女子長距離ランナー(以後女子ランナーと略)にとって、高い競技力に到達するためには、男子並みのトレーニングに加え、日常的に体脂肪量を少なく保つ努力を余儀なくされる者が多い。しかし、体脂肪が極端に少なくなると、女子選手の場合は月経異常が問題となる^{1) 2)}。月経停止が長期に渡ると、女性ホルモンの一つであるエストロゲン値の低下を招くが、このような場合、骨塩量が減少し疲労骨折を起こしやすいことが報告されている^{3) 4)}。我が国でも女子ランナーの骨塩量に関しては鳥居ら⁵⁾、小池ら⁶⁾により報告されているが限られている。

本研究は、月経が正常にあるランナーと月経に異常があるランナーを比較し、その身体組成、骨塩量との関係を明らかにし、若年女子ランナーのコンディション管理の基礎資料を得ることを目的とした。

方 法

I 被検者

被検者は、我が国の大学女子ランナーとしてトップクラス、あるいはそれに準ずる選手を中心とした18から22歳(平均19.7歳)までの19名であった。対象となった非競技者は、同年代で特別な運動を実施していない女子大学生(平均20.9歳)20名であった。被検者の競技歴は4年から9年であった。女子ランナーの専門種目は1500m~10000mであるが、共通種目として3000mに於ける最高記録をみると、最高は9分03秒05で、10分36秒05が最も低い記録であった。

表1は身体特性について平均値と標準偏差値で示したものである。女子ランナーの月経状態は正

常な者と不順なものが見られたので、月経正常群と不順群の2つのグループに分けた。2つのグループの割合では、被検者中正常な月経周期の者は7名であり、月経周期不順な者は12名であった。なお月経不順群の中に続発性無月経(90日以上月経が無い者)と稀発性無月経者(周期日数が長く、ただし89日以内の者)も含めた。

II 皮下脂肪厚、筋厚の測定

皮下脂肪厚及び筋厚の測定には超音波Bモード法を応用した超音波診断装置ALOKA社製Echo-Camera SSD-500を使用した。皮下脂肪厚、筋厚の測定部位は前腕前側、上腕前及び後側、肩甲骨下部、腹部、大腿前及び後側、下腿前及び後側の9部位であった。これらの測定部位は、すべて立位にて、身体の右側を実施した。また測定時の超音波発信周波数は5MHZであった。本装置による測定精度は、福永ら⁷⁾により屍体を用いてノギスによる実測値と超音波法による測定値の比較から、高い測定精度が報告されている。

III 体脂肪率、骨塩量の測定

体脂肪率、骨塩量の測定はDual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA) 法により行った。測定に際してはNORLAND社製、XR-26を用いた。この方法では、2種類の異なる短波長のX線で同時に測定し、その吸収率の違いを除することで軟部組織の要素を除き骨塩量を求めることができる。本方法の測定精度は全身で1~5%であり、また全身の測定時間約15~20分と短く、被爆線量も少ない利点がある^{8) 9)}。撮影は仰臥位にて行い、骨塩量及び体脂肪率を求めた。骨塩量の測定に際しては、全員にその安全性を説明し同意を得た後、同意書

表1 被験者の身体特性

	Age(yr)	Ht(cm)	Wt(kg)	BMI	Fat(%)
Untrained(N=20)	20.9 ± 1.2	159.4 ± 4.0	52.8 ± 5.6	20.7 ± 1.5	24.2 ± 2.4
Normal runners(N=7)	19.7 ± 1.1	162.0 ± 5.0	50.6 ± 3.1	19.3 ± 0.8	16.3 ± 5.0
Irregular runners(N=12)	19.7 ± 0.9	157.3 ± 3.7	46.3 ± 5.7	18.7 ± 1.7	5.8 ± 5.1

Irregular runner: Includes secondary amenorrhea and oligomenorrhoea

(Mean ± SD)

を得た上で開始した。図1はDEXA法により撮影した女子ランナーのスキャン像である。

IV 統計処理

各測定項目についての統計処理は、平均値と標準偏差値を求めた。平均値間の差の有意性はt検定により検討し、5%水準で有意と判断した。

結 果

I 身体特性

両被検者間の年齢についてみると、月経正常群と月経不順群の間に有意差は認められなかった。身長では月経正常群が162cm、月経不順群が157cmで月経正常群が有意に高い身長であった。体重では両ランナー間に於いて有意な差は認められなかったが、月経不順群は一般女子学生群と比較すると有意に低い値であった。また、BMI(体重/身長²)は身長とは無相関で身体の大さの指標として現在、国際的に用いられているが、これにより両群の特徴を見ると、両ランナー群間では有意差は認められなかった。しかし、一般女子学生群と比較すると両ランナー群ともBMIの値は有意に低かった。

II 皮下脂肪厚及び筋厚

表2は月経正常群と月経不順群及び一般女子学生群の皮下脂肪厚の測定結果について各部位別に

平均値及び標準偏差値を比較したものである。皮下脂肪厚は月経正常群と不順群とも低い値であり、測定した10部位の平均値は3mmから9mmの間であった。この中で月経正常群の場合、腹部の皮下脂肪厚が約9mmで最も厚かったのに対し、月経不順群は大腿後側が約7mmと最も厚い結果であった。また、最も薄い皮下脂肪厚の付着部位は前頸骨筋上で約3mmであったが、この部位は両群と

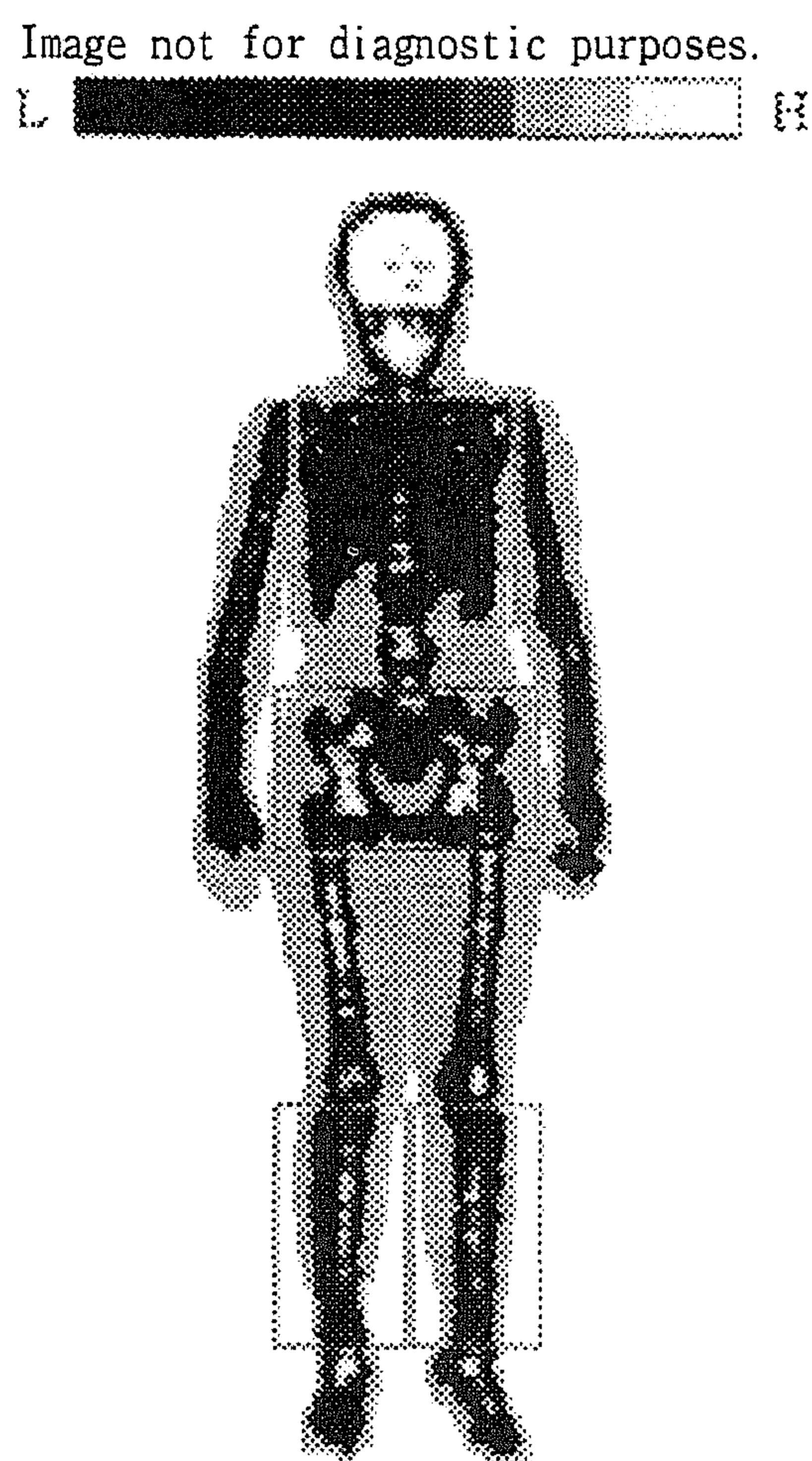


図1 DEXA法により撮影した女子ランナーのスキャン像

表2 月経正常群と月経不順群及び一般女子学生群の皮下脂肪厚 (mm)

	Forearm(ant)	Biceps	Triceps	Abdomen	Subscapular	Back	Thigh(ant)	Thigh(pos)	Calf(ant)	Calf(pos)
Untrained(N=20)										
Mean	5.7	4.7	12.4	16.6	11.8	10.5	11.4	12.6	4.7	8.0
SD	1.4	1.4	4.0	4.3	2.6	2.3	1.8	4.3	1.2	1.7
Normal runners(N=7)										
Mean	3.7	3.6	6.9	8.5	7.4	5.4	6.8	7.9	2.8	5.9
SD	1.0	1.0	1.2	4.1	2.3	1.2	1.4	1.5	0.1	1.2
Irregular runners(N=12)										
Mean	4.0	3.5	7.1	7.7	5.9	4.7	6.7	7.0	2.7	5.5
SD	1.2	0.9	2.7	4.1	3.1	1.3	1.7	2.0	0.6	1.3

ant:anterior pos:posterior

も同様であった。一般女子学生では腹部の皮下脂肪厚は約17mmと最も厚く上腕前側、前頸骨筋上が約5mmと最も低い値であったが、分布パターンは女子ランナー群と良く似たものであった。また一般女子学生の皮下脂肪厚は、全ての部位で女子ランナー群より有意に高かった。

表3は筋厚について皮下脂肪厚同様に示したものである。筋厚は月経正常群、不順群とも下腿後側が最も厚く、月経正常群が約61mm、不順群が約63mmと高く、月経不順群は一般女子群より有意に厚かった。次に大腿後側が月経正常群が約56mm、不順群が約59mmと高い値であった。腹部は両群とも12~13mmと測定部位の中で最も低い値であった。また、月経正常群の場合、上腕前側、下腿後側の筋厚発達状態に個人差が多く認められたのに対し、不順群では大腿前後に個人差が顕著であった。しかし、筋厚は両女子ランナー群の方が一般女子学生群より高い傾向であったが、これらの3群間に於いては下腿後側以外には統計的な差は認められなかった。

Ⅲ 体脂肪率

図2は体脂肪率 (fat %) について平均値及び標準偏差値により月経正常群と月経不順群及び一般女子学生群について比較したものである。その値についてみると、月経正常群が16.3%(8.9%~21%)であり、月経不順群では15.8%(8.8%~23.7%)と個人差が大きい傾向がみられた。体脂肪率は両ランナー群間においては有意差が認められなかった。

しかし、一般女子学生群の体脂肪率は24.2%であり両ランナー群に対して有意な差が認められた。

Ⅳ 除脂肪量

図3は体脂肪率と同様に除脂肪量 (Fat free weight) についてみたものである。除脂肪量は月経正常群の平均値が36.8kg (30.9kg~42.0kg) であった。また、月経不順群の平均値は34.2kg (30.8kg~39.7kg) であった。一般女子学生群の平均値は32.6kg (29.7kg~36.4kg) であった。このように除脂肪量に於いては、一般女子学生群の除脂肪量は月経正常群に比較すると有意に低い値であった。しかし、月経不順群とは差が認められなかった。

Ⅴ 骨塩量

DEXA法により得た総骨塩量について月経正常群についてみると、その平均値は約2384g (2099g~2866g) であった。月経不順群は2172g (1846g~2634g) であった。また、一般女子学生群の平均値は2360g (1942g~2792g) であった。このように総骨塩量で両ランナー群を比較すると、総骨塩量では両群間には有意差が見られず、一般女子学生群とも有意差は認められなかった。更にこれらを上肢、体幹、下肢の3部位に分け、それぞれの平均値と標準偏差値により見たものが図4である。上肢は月経正常群が月経不順群より有意に高い値であった。さらに月経不順群は一般女子学生群より有意に低いものであった。体幹においても月経正

表3 月経正常群と月経不順群及び一般女子学生群の筋厚 (mm)

	Forearm(ant)	Biceps	Triceps	Abdomen	Subscapular	Back	Thigh(ant)	Thigh(pos)	Calf(ant)	Calf(pos)
Untrained(N=20)										
Mean	16.5	21.0	16.8	10.2	12.6	18.8	44.2	52.4	25.3	59.2
SD	2.2	2.4	3.7	1.1	2.8	7.2	5.6	4.4	2.4	3.2
Normal runners(N=7)										
Mean	17.1	19.7	22.2	13.0	15.1	26.2	49.2	55.9	25.8	61.0
SD	1.2	7.1	3.3	1.3	1.2	4.9	2.5	5.5	2.2	7.1
Irregular runners(N=12)										
Mean	16.9	20.8	17.7	11.7	14.0	25.0	47.0	25.5	24.9	63.2
SD	2.2	3.5	4.4	1.6	2.3	3.4	6.5	7.6	2.8	4.0

常群は月経不順群より有意に高い骨塩量であり、月経不順群の場合一般女子群と比較しても有意に低い値であった。また、下肢では月経正常群の骨塩量は月経不順群より有意に高い値であった。

考 察

本研究の対象となった若年女子長距離ランナーの競技レベルは、我が国の大学女子ランナーとしてトップクラス、あるいはそれに準ずる選手を中

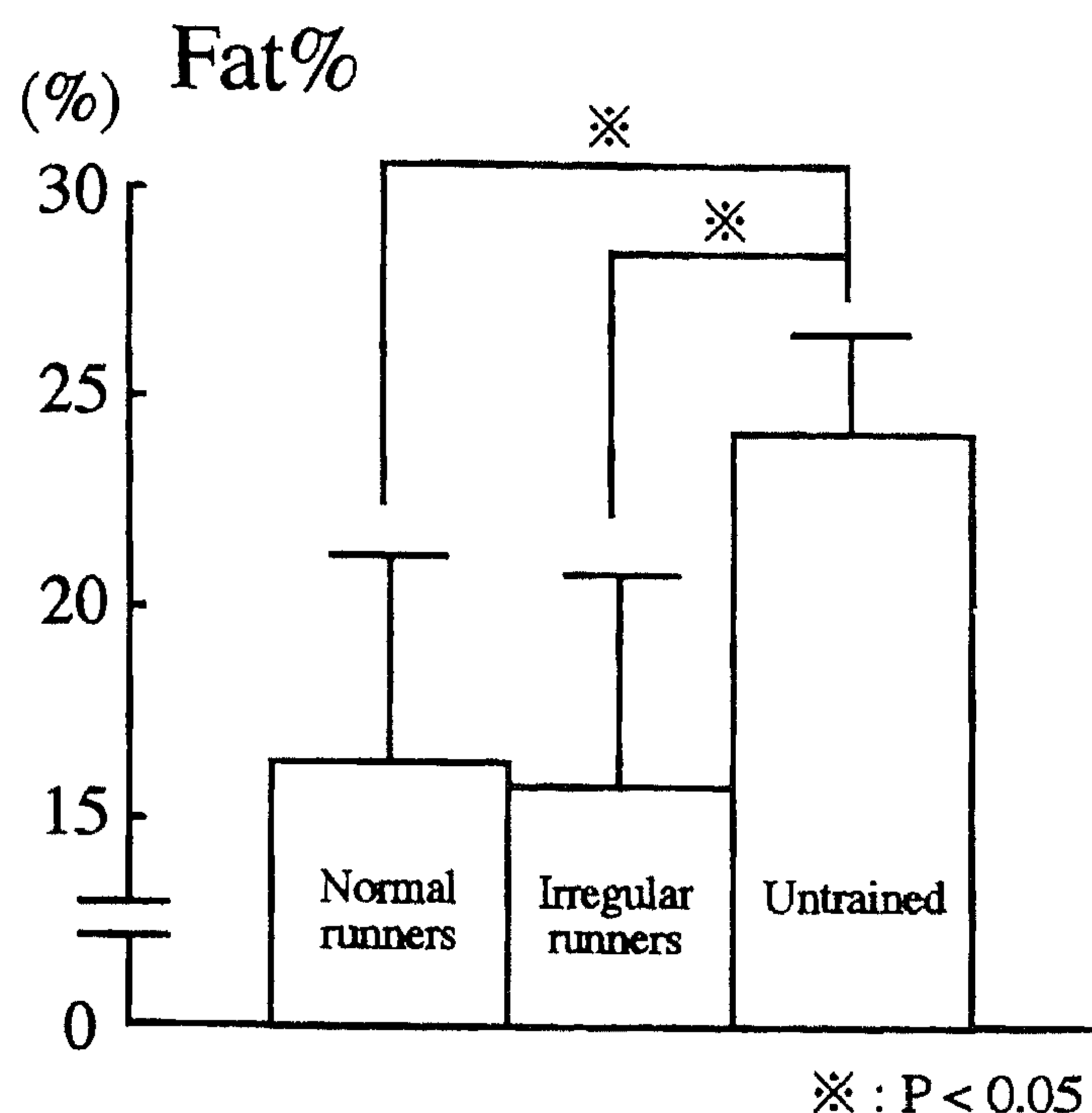


図2 月経正常群、月経不順群及び一般女子学生群の体脂肪率の比較

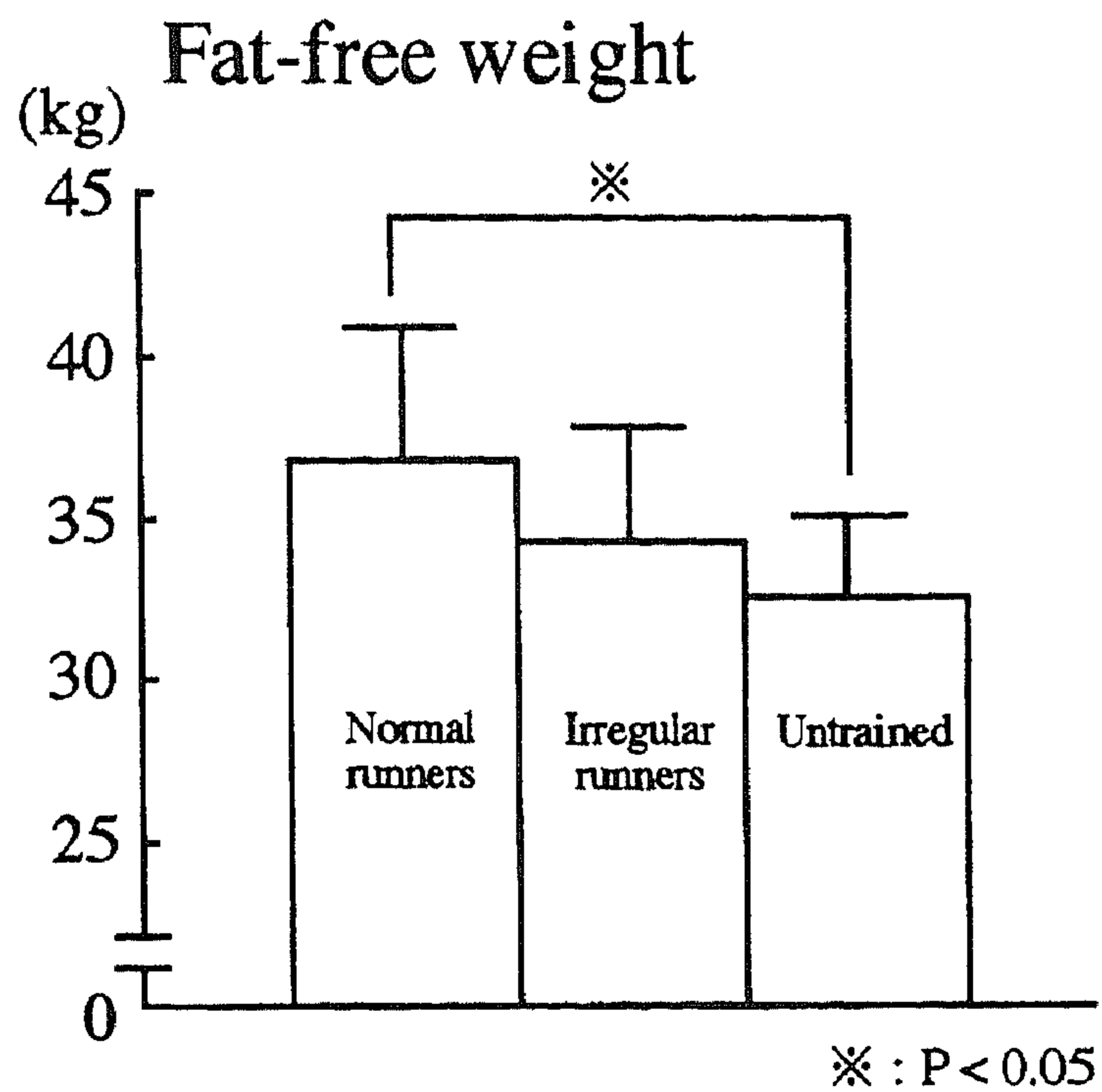


図3 月経正常群、月経不順群及び一般女子学生群の除脂肪率の比較

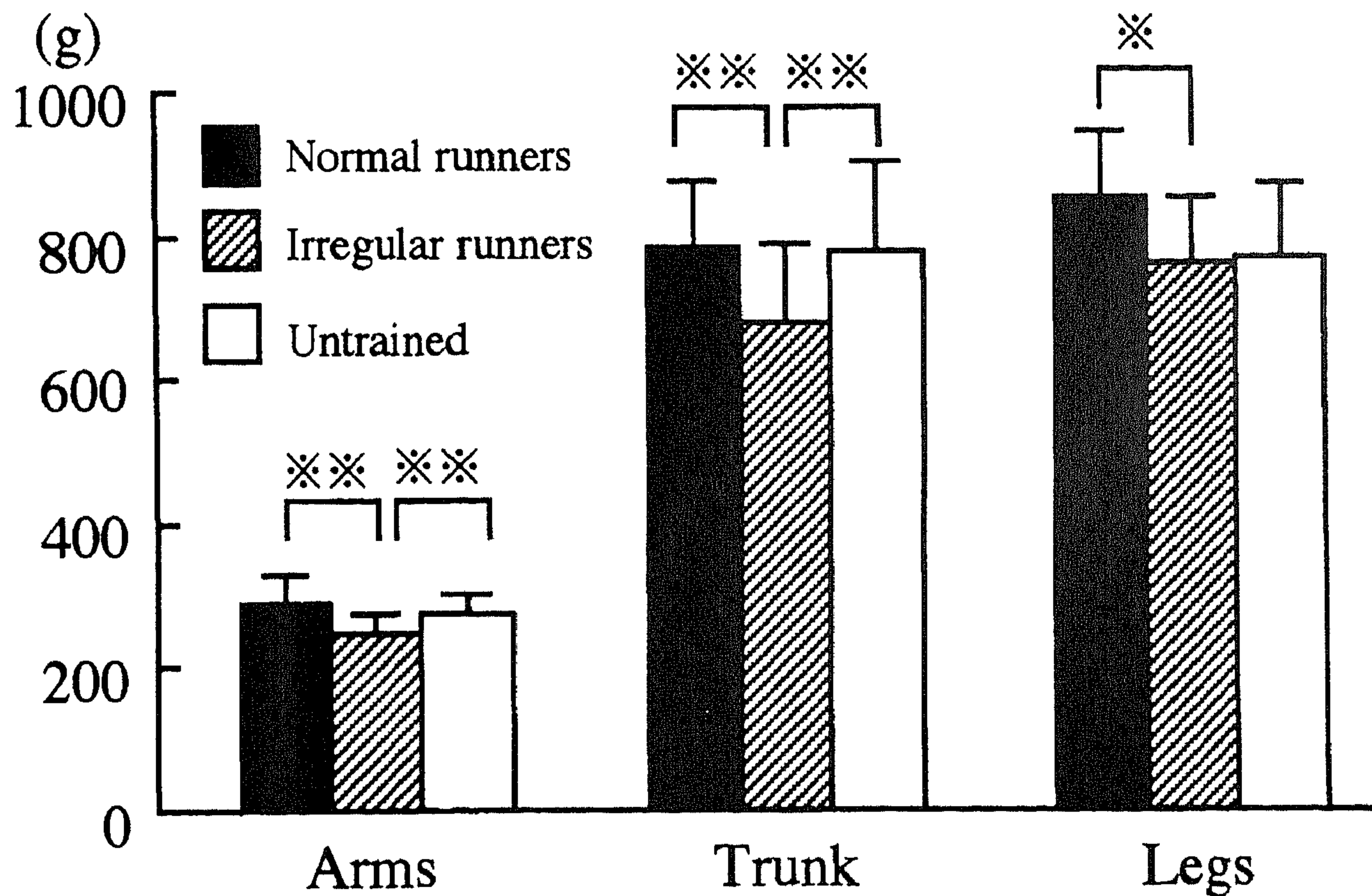


図4 上肢、体幹、下肢に分けて比較した月経正常群、月経不順群及び女子学生群の骨塩量

心とし、大学陸上競技部で常時トレーニングをしている者であった。女子長距離ランナーの身体特性に関しては、すでにいくつかの報告がなされているが^{10) 11) 12) 13)}、石田ら¹¹⁾が測定した長距離の日本代表選手群と比較すると、身長では月経正常群が月経不順群および日本代表群より有意に高く、体重では月経正常群が日本代表群より有意に高い値であった。またBMIでは月経正常群が日本代表群より有意に高く、月経不順群と日本代表群の間には有意差が認められなかった。また、体脂肪率については、日本代表選手群と、両ランナー群の体脂肪率は16%前後であり3群間に於いては有意差が認められなかった。したがって、本研究での月経正常群は日本代表群より体型が大型であったといえる。その理由としては、現在、女子の長距離界は企業、及び大学等において力を入れ始めたことから若い有望な選手が多く参加するようになり、急速に選手層を増し、体型的にも数年間で優位になったためではないかと推察する。

皮下脂肪厚の分布状態については月経正常群及び月経不順群とも全測定部位は3mm~9mmと一般女子学生の3mm~24mmと比較し有意に低い値であった。月経正常群と月経不順群の間は統計的には有意差が認められないが腹部、肩甲骨下部、大腿前側などは月経正常群の皮下脂肪厚は厚い傾向であった。女子の皮下脂肪厚は思春期以後に腰部、大腿部および腹部に急速に付着してくるが、このことは月経と深く関わることを報告¹⁵⁾されている。本研究においても月経正常群の皮下脂肪厚はこれらの部位に於いて月経不順群より厚い傾向にあった。このことから、月経正常群でのこれらの部位での皮下脂肪厚は正常月経を維持するための限界なのかもしれない。

本研究の結果において月経正常群、月経不順群、一般女子学生群の間では筋厚の分布状態には有意差はなかった。長距離選手の場合、そのトレーニング内容は有酸素性のものが主体となるため、トレーニングの継続は筋の発達より体脂肪の減少に優位に作用すると考えられる。しかし、トップク

ラスのランナーは上肢、下肢の筋厚が良く発達した者がおり、筋の発達には個人差が認められた。長距離のレースに於いても高い競技力を発揮するためには、良く発達した筋が不可欠の条件であると考えられ、日本の女子長距離ランナーのレベルが国際的になってきたことからみても、従来の細く軽量、小型の女子長距離ランナーのイメージから、男子並みに高い強度のトレーニングに耐えられる資質、そしてトレーニング内容等に変化ができてきたものとする。

骨塩量の評価は女子長距離ランナーの健康を管理する上からも、また将来の骨粗鬆症の発生を予防する上でも重要である。現在、女子ランナーのレベルアップが著しい反面で、オーバートレーニングとなったり、無月経状態となる若年女子ランナーも少なくない。更に稀にはあるが大学入学後にも初潮の発来を見ない者もある。女子ランナーに続発性無月経や、稀発性月経などの月経周期異常が多発することについては、Drinkwaterら¹⁶⁾は1984年に無月経の女子ランナーは正常月経周期の女子ランナーに比べエストロゲン、プロゲステロン、プロラクチンが低下し、腰椎骨塩量も有意に減少していることを報告している。また、Drinkwaterら¹⁶⁾は初経発来年数、競技年数、栄養摂取量、練習頻度の差は見られず、週当たりの走行距離が両ランナー間では有意に影響を及ぼしていたと報告している。その後もLindbergら¹⁷⁾、Marcusら¹⁸⁾、Cookら¹⁹⁾が走行距離が多く、月経異常があり、痩せて体重の少ない女子長距離ランナーに低エストロゲン血症のものが多くみられ骨塩量が低い者が多いという共通な報告をしている。

本研究での骨塩量の測定結果では、総骨塩量からみると月経正常群と月経不順群の間に有意差は認められなかった。しかし、上肢、体幹、下肢にわけてみると3部位とも月経正常群は月経不順群よりも有意に高い骨塩量を示し、先行の報告^{16) 17) 18) 19)}と一致する結果が得られた。適度な運動は骨塩量を増大すると考えられている点からも、今回の月経正常群の場合、低体重、低脂肪率であっても

女性ホルモンの分泌は正常であると考えられ、したがって骨塩量も高い値を示したと考えられる。

また、月経不順群と一般女子学生群の骨塩量の差は下肢では見られなかった。これらの結果を本研究の女子ランナーに当てはめた場合、ランニング動作の主動部位である下腿では筋が良く発達し、女子ランナー群が軽量であっても一般女子学生より骨塩量が高くなっているものと推察されよう。今回の月経正常ランナーの中には、体脂肪が少なく、骨塩量が高く、筋も良く発達し、さらに高い競技力のランナーがみられた。このことは、今後とも女子ランナーの健康管理を積極的に行う資料として、これらの女子ランナーの栄養状態の観察、ホルモン量の測定とともに、走行距離との関係等について引き続き調査したいと考える。

ま と め

若年女子長距離ランナーの骨塩量と月経について我が国の大学女子ランナーとしてトップクラス、あるいはそれに準ずる選手を中心に超音波法により皮下脂肪厚及び筋厚の測定、DEXA法により骨塩量及び体脂肪率、除脂肪量の測定を行った。その結果以下のことが明らかになった。

1. 皮下脂肪厚には月経正常群と月経不順群の間で有意差はみられなかったが、筋厚では下腿後側のみ月経不順群が月経正常群より有意に発達していた。
2. 体脂肪率及び除脂肪量については、両ランナー群間に有意な差はみられなかった。
3. 総骨塩量では両ランナー群間に有意な差はみられなかったが、上肢、体幹、下肢に分けてみると上肢、体幹、とも月経正常群が有意に高く、下肢では有意差が認められなかった。

これらのことから月経正常群は体脂肪が少ないが、女性ホルモンの分泌状態は正常であり骨塩量も高い状態にあることが推察された。一方、月経不順群の場合脂肪量が少なく、骨塩量も月経正常

群に比べて上肢及び体幹の部位で低かった。下腿に於いて有意差が無いのは、下腿後部における筋の発達状態が月経不順群の方が優れていることなどが原因しているのではないかと考えられた。

本研究は体育学部附属体育研究所の平成7年度研究助成によって実施した。

引 用 ・ 参 考 文 献

- 1) 目崎登ら：女性の性機能とスポーツ—臨床的立場から—, 産婦人科の世界, 42:3-10, 1990.
- 2) Sanborn, C.F., et al.: Is athletic amenorrhea specific to runners? *Obstet. Gynecol.*, 143: 859-861.1982.
- 3) 進藤さよら：女子選手における骨密度と月経の関係, 体力科学 39:443, 1990.
- 4) 目崎登ら：運動によるホルモンと骨塩量の変動, *The Bone*, 7(2): 71-75.1993.
- 5) 鳥居俊：女子陸上競技選手の骨塩量からみた健康管理上の諸問題, 臨床スポーツ医学, 12: 1431-1434, 1995.
- 6) 小池達也ら：エリート女性長距離ランナーにおける低骨塩量と疲労骨折, 臨床スポーツ医学, 12: 1425-1429, 1995.
- 7) 福永哲夫ら：超音波Bモード法による皮下脂肪厚及び筋厚の測定法の検討, *Jap.J.Med.Ultrasonic*, 16: 170-177, 1989.
- 8) Stein, J.A.: X-ray bone densitometry: Present capabilities, future directions. In *Asian-Pacific Osteoporosis Conference*. 4-8.1989.
- 9) 福永仁夫ら：DEXA法, 臨床放射線, 35: 41-48, 1990.
- 10) Fleck, S.J.: Body composition of elite athletes. *AM.J.Sport. Med*, 11: 398-403, 1983.
- 11) Malina, R.M., et al: Physique of female track and athletes. *Med. Sci.Sports*, 3: 32-38. 1971.
- 12) Thorland, W.G., et al: Body composition and somatotype characteristics of junior Olympic athletes. *Med.Sci.sports.Exerc*, 13: 332-338, 1981.
- 13) Wilmore, J., et al: Body physique and composition of the female distance runners. *Ann.N.Y.Acad. Sci.* 301: 764-776, 1977
- 14) 石田ら：女子長距離ランナーにおける身体組成、体肢組成及び皮下脂肪厚の特徴, 体力科学, 36: 18-24, 1987.
- 15) Brownell, K.D., et al: Weight regulation practices in athletes; analysis of metabolic and health effects. *Med.Sci, Sports. Exerc*, 19: 549-556, 1987.
- 16) Drinkwater, B., et al: Bone mineral density after resumption of menses in amenorrheic athletes. *JAMA*,

- 256: 380-382, 1986.
- 17) Lindberg, J.S., et al : Exercise-induced amenorrhea and bone density . *Ann.Int.Med*, 101: 647-648, 1984.
- 18) Marcus, R., et al : Menstrual function and bone mass in elite women distance runners. *Ann.Int.Med*.102: 158-163. 1985.
- 19) Cook, S.D., et al : Trabecular bone density and menstrual function in women runners. *Am.J.Sports.Med*, 15: 503-507, 1987.