

《原 著》

疲労骨折の骨シンチグラムについて

古田 敦彦* 田之畑一則* 大嶽 達* 橋爪 俊幸*
 小林 洋二** 中嶋 寛之***

要旨 スポーツ選手の疲労骨折58例に、 $^{99m}\text{Tc-MDP}$ による骨シンチグラフィを実施、臨床的に検討した。脛骨疲労骨折は、男でランニング型スポーツの症例が多く、脛骨の近位部、右側発症例が多かった。腓骨疲労骨折は、女子バレーボール等跳躍型の選手が多く、腓骨遠位部、右側発症例が多かった。足根骨疲労骨折は、ラグビーによる踵骨の発症が多く認められた。中足骨疲労骨折は第1～第2中足骨の症例はなく、第3～第5中足骨の症例が多かった。大腿骨疲労骨折はスポーツ歴、症状、経過、CT、骨シンチグラムで帯状の小範囲限局性のRI集積像を示したことより疲労骨折としたが、骨肉腫との鑑別の困難性が想像された。両側発症は2例のみで、他は右側発症が60%と多かった。骨シンチグラムは全例陽性であったが、X線像で異常を認めない症例は36%あり、とくに経時的にもX線所見の認めにくい踵骨を除く足根骨の骨シンチグラフィは有用であった。

I. はじめに

疲労骨折は、新兵やスポーツ選手の下肢に多く、初期には疼痛のみで数週経過後に始めてX線像に異常所見として認められるが¹⁻³⁾、骨シンチグラフィの利用により早期に発見されるようになった⁴⁻⁹⁾。新兵は中足骨に、スポーツ選手は脛骨の発症が多いといわれており²⁻⁸⁾、同じ脛骨についてもDevas^ら¹⁾は新兵とスポーツ選手ではその発症の部位が異なるとし、またBurrow^ら¹⁰⁾は、跳躍の選手やパラシュート兵はとくに腓骨近位部の受傷が多いことを報告している。近時骨シンチグラフィが導入されてから、スポーツ種目と発症部位との関連を述べたものは少ない^{7,8)}。われわれもスポーツ選手の疲労骨折、またその疑のある患者に骨シンチグラフィを実施してきたが、今回、

年齢、性別、スポーツ種目と発症部位、左右差等について臨床的に検討したところ若干の知見を得たので報告する。

II. 対象と方法

対象はスポーツ選手でTable 1のごとく男37例、女20例計58例である。男女とも10歳～19歳が39例で最も多い。スポーツの種目はTable 2のごとくマラソン、中短距離のランニング型、バレー、バスケットボール、走高跳び等の跳躍型、蹴球技、野球テニス等のその他と分けてみた。ランニング型が22例で最も多く、そのうち男は17例と女に比べて圧倒的に多かった。跳躍型では、女子バレーボール選手が多かったため、17例中11例が女であった。その他は、19例で、これも蹴球技の関係で、男が15例と多かった。骨シンチグラフィは $^{99m}\text{Tc-MDP}$ を使用、大人は10～12 mCi、小中学生は体重1 kgあたり100 μCi の割で静注¹²⁾2時間後より実施した。装置は、サール製LFOV型ガンマカメラを使用した。

III. 結 果

Table 3のごとく58例中、脛骨疲労骨折が最

* 関東労災病院放射線科

** 神奈川成人病センター放射線科

*** 東京大学教養学部

受付：58年9月12日

最終稿受付：59年2月13日

別刷請求先：中原区木月住吉町2035 (☎ 211)

関東労災病院放射線科

古田 敦彦

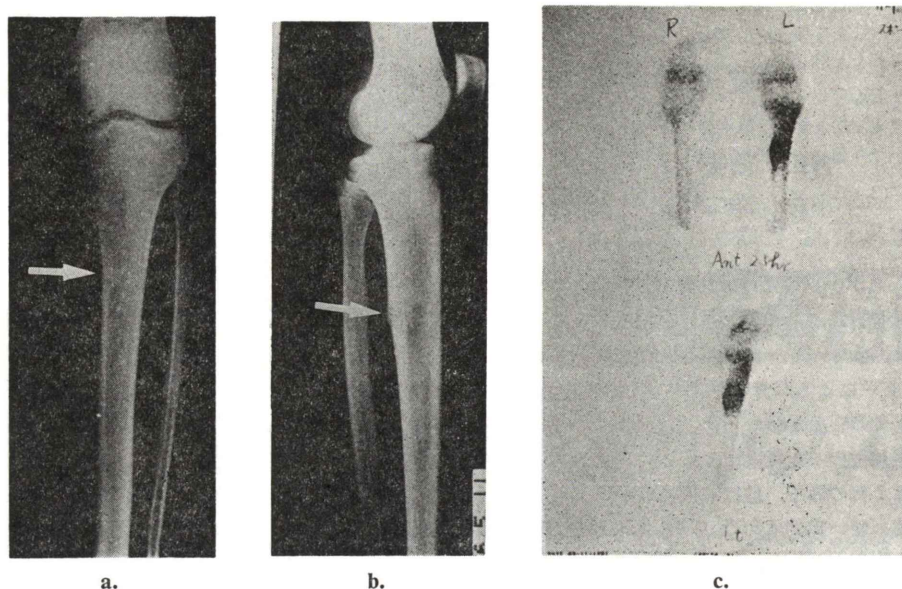


Fig. 1 18-year-old Female. Volley ball player.

a and b. Radiographs one month after the onset of left tibial pain.

- a. Frontal view shows a band of increased density in the medulla of proximal tibia. (arrow)
- b. Lateral view shows periosteal reaction. (arrow)
- c. Radionuclide image of the proximal tibia. There is a sharply margined oval area of increased activity oriented parallel to long axis of the bone and extending to the proximal end.

Table 1 Age and sex distributions of the patients

Age (yr)	Sex		Total
	Male	Female	
0-9	1		1
10-19	20	19	39
20-29	15	1	16
30-39	1		1
40-49	1		1
Total	38	20	58

Table 2 Type of sports in 58 Cases

Sex	Sport			Total
	Running type	Jump. type	Others	
Male	17	6	15	38
Female	5	11	4	20
Total	22	17	19	58

Running type: Marathon, Sprint.

Jump. type: Field jump. Volley ball. Basketball etc.

Other: Rugby, Soccer, Bare ball Tennis etc.

も多く 27 例 (46%), ついで足根骨 11 例 (19%), 腓骨 10 例 (17%), 中足骨 6 例 (10%), 大腿骨 2 例 (3%) その他膝蓋骨, 上腕骨各 1 例である。左右別では右側 34 例, 左側 22 例, 両側発症 2 例であった。

1) 脛骨疲労骨折。Table 4 のごとく, ランニング型は 14 例で, 跳躍型 9 例より頻度は, わず

かに多く, しかも 14 例中 13 例は男で, 右側発症が 11 例であった。部位別では近位 1/3 発症例がわずかに多かった。跳躍型は部位別に差はないが, 9 例中 7 例は女で, 左右差は認めない。その他テニス, 野球では骨幹中央部, ラグビー, サッカーの各 1 名は遠位部発症例で左右差はなかった。

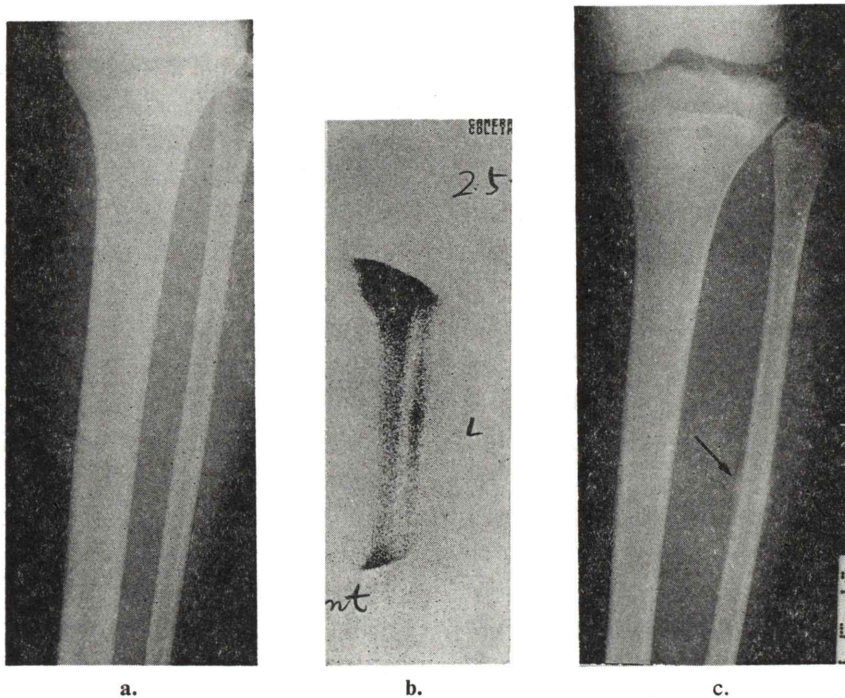


Fig. 2 15-year-old-Male with a history of jumping.

- Normal radiograph one month after onset of left low leg pain.
- Bone scintigraphy on the same day. There is an area of increased activity in the middle portion of the fibula.
- Repeat radiograph 4 weeks after onset showing periosteal reaction at the same site. (arrow)

Table 3 Distribution of stress fractures in 58 cases.

	Right	Left	Bilateral	Total
Proximal third	5	4		
Tibia Middle third	7	2		27
Distal third	7	2		
Tarsal bones	5	5	1	11
Proximal third	1			
Fibula Middle third		2		10
Distal third	6	1		
Metatarsal bones	2	4		6
Femur		2		2
Patella			1	1
Humerus	1			1
Total	34	22	2	58

Table 4 Type of sports and distribution of stress fractures in the tibia

		Running type	Jump. type	Others	Total
Proximal	Male	6 (R ⁵ L ¹)	1 (R)		9
third	Female		2 (L ²)		
Middle	Male	3 (R ² L ¹)	1 (R)	2 (L ²)	9
third	Female	1 (L)	2 (L ²)		
Distal	Male	4 (R ⁴)		2 R ²	9
third	Female		3 (R ² L ¹)		
Total		14 (R ¹¹ L ³)	9 (R ⁴ L ⁵)	4 (R ² L ²)	

(R: Right, L: Left)

症例 1. 18 歳. 女. バレーボール選手. Fig. 1a は正面像で左脛骨近位 1/3 矢印部に横走する帯状の硬化像を認める. Fig. 1b の側面像で後内縁に矢印の如く骨膜肥厚像を認める. Fig. 1c 上は正面下は側面のシンチグラムで後面を主に楕円形の強い RI 集積像を認め, 近位に向って RI 集積像は及んでいる. X 線像で帯状の硬化像を示しても骨シンチグラムでは, 円形または楕円形の像を呈する.

2) 腓骨疲労骨折. Table 5 のごとく, 10 例中 8 例はバレー, バスケットボール等跳躍型のスポーツで, 女子の中央部, 遠位部で右側発症例が多い. 脛骨にランニング型, 男の発症例が多いのと対照的である.

症例 2. 15 歳. 男. 兎跳び中左下腿痛あり, 1 週後に骨シンチグラフィが実施された. Fig. 2a の X 線所見では明らかな異常を認めない. Fig. 2b の骨シンチグラムでは, 骨幹中央部に略楕円形の RI 集積像を認める. Fig. 2c の X 線像は初発症状より 4 週後, 同部に骨膜反応が認められる.

Table 5 Type of sports and distribution of stress fractures in the fibula

		Running type	Jump type	Others	Total
Proximal third	Male	1 (R)			1
	Female				
Middle third	Male		1 (L)		2
	Female	1 (L)			
Distal third	Male		1 (R)		
	Female		6 (R5/L1)		7
Total		2	8		10

Table 6 Type of sports and distribution of stress fractures in the tarsal bones and metatarsal bones

		Rugby	Running type	Jump type	Others	Total
Tarsal bones	Male	5 (R3/L2)	4 (R2/L2)		1 (bilat) base ball	11
	Female			1 (L)		
Metatarsal bones	Male	1 (L)	1 (R)	1 (L)	2 (R1/L1) Soccer	6
	Female			1 (L)		

骨シンチグラムは, X 線像より 3 週早く所見をとらえている.

3) 足根骨, 中足骨疲労骨折. 足根骨は, Table 6 のごとく 11 例中 5 例はラグビーによる発症例で, 4 例はランニング型による発症であった. ラグビーは特に踵骨の発症が多く, 左右差はなかった. また両側発症を 1 例に認めた. 踵骨以外は, 楔状骨 2 例, 舟状骨, 距骨, 立方骨各 1 例で, X 線像で異常所見は認めにくく骨シンチグラフィの有用性は高い. 中足骨は 6 例中 5 例が蹴球技, 跳躍型のスポーツによる発症で, 左側に多く, 第 1, 第 2 中足骨には認めず, 第 3 特に第 4, 第 5 中足骨の受傷が多かった. 踵骨の症例を提示する.

症例 3. 29 歳. 男. マラソン中左踵骨部痛あり, 2 週後の X 線像では Fig. 3a のごとく異常を認めない. 骨シンチグラムでは, Fig. 3b のごとく円形の RI 集積像を認めている. 4 週後で始めて, Fig. 3c のごとく X 線像で横走する線状硬化像を認めた.

4) その他, 膝蓋骨疲労骨折の 1 例は, 男のハ

Table 7 Negative radiography and duration of symptom

Site	Duration		
	3 weeks or less	4 weeks or more	Total
Tibia	2	9	11
Tarsal bones	2	3	5
Metatarsal bones	2	1	3
Fibula	2	0	2
Total	8	13	21

(Scintigraphy performed at the same time was positive in all cases.)

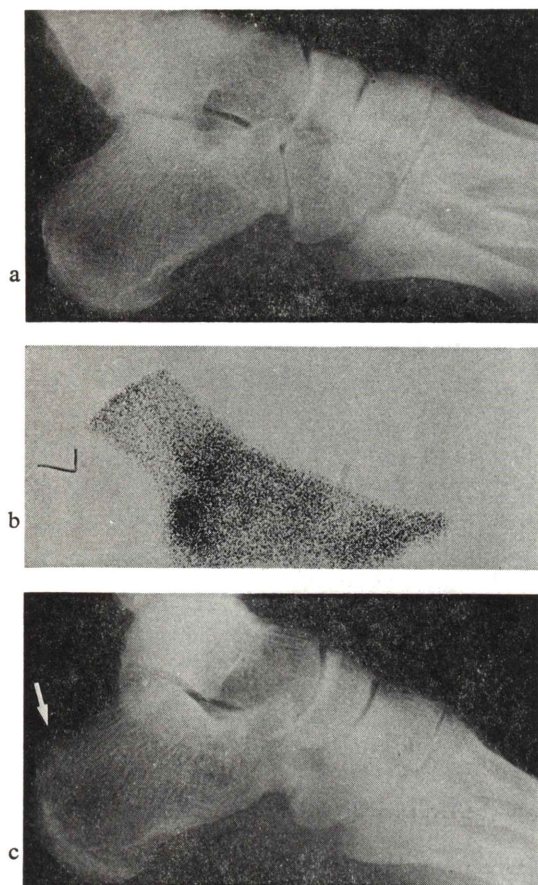


Fig. 3 24-year-old Male. Marathon runner with pain in the left heel.

- Normal radiograph 2 weeks after onset of the complaint.
- Radionuclide image on the same day shows a sharply margined round area of increased activity in the left calcaneus.
- Repeat radiograph 4 weeks after the onset. There is a bandlike osteosclerotic area in the calcaneus. (arrow)

ンドボールによる両側発症例であり、上腕骨疲労骨折の1例は、女子のテニス選手で右側発症例であった。

骨シンチグラムは全例陽性であったが、X線所見で異常を認めない症例は21例(36%)あり、Table 7のごとく、初発症状よりX線所見陽性迄の期間は、3週まで8例、1か月以上13例であ

り、疲労骨折の早期診断に、骨シンチグラフィの有用性は高い。

IV. 考 察

脛骨疲労骨折は、スポーツ選手に多く、軍人は中足骨、足根骨の発症が多いといわれていたが^{2,8,11)}、Meurmanら⁶⁾の骨シンチグラフィ利用による報告によると、軍人も脛骨骨幹部の発症例の多いことを述べている。発症の部位について、Devas¹⁾は軍人は近位1/3に多いが、スポーツ選手は遠位1/3に好発すると述べているがスポーツの種目と発症部位別の頻度まで言及していない。本邦では杉浦ら¹¹⁾はスポーツで、ランニング型は、近位1/3に多く、跳躍型は中央部に多いと述べているが、われわれの症例もランニング型は、わずかに近位1/3に多かった。また村地ら¹³⁾も、スポーツ選手はほとんどすべて脛骨近位1/3部発症例であったと述べ、外国人の遠位1/3の発症に比べて、近位部に多い理由として、欧米人と日本人の下肢の解剖学的形態の民族差、駅伝競走というわが国の冬季における特殊競技と、その練習法に考慮すべきものと述べている。骨シンチグラムは、骨膜反応のある側を主とした円形また楕円形の境界鮮明なRI集積像として見られる。また病巣部より長軸にそってRI集積が増した症例があった。(Fig. 1c)。鑑別診断では炎症、腫瘍等があるが特にShin Splints(脛筋症)との鑑別が重要である。入江ら⁹⁾による詳細な報告があるが、Shin Splintsの骨シンチグラムは、線状の長軸にそったRI集積像を呈するのが特徴である。症例を提示する。

症例4. 16歳。女。バドミントン選手。1年前より運動時右下肢痛あり。Fig. 4aで右側面のX線所見では異常を認めない。同じ右側面の骨シンチグラムで、Fig. 4bのごとく、脛骨内縁中央部に線状のRI集積像を認める。Shin Splintsの発生部位である。

腓骨疲労骨折については、Burrowsは¹⁰⁾、近位部は跳躍型に多く、遠位部はランニング型スポーツによることが多いと述べ、本邦でも杉浦ら¹¹⁾は、兎跳びのごとき運動で腓骨近位1/3発症例が

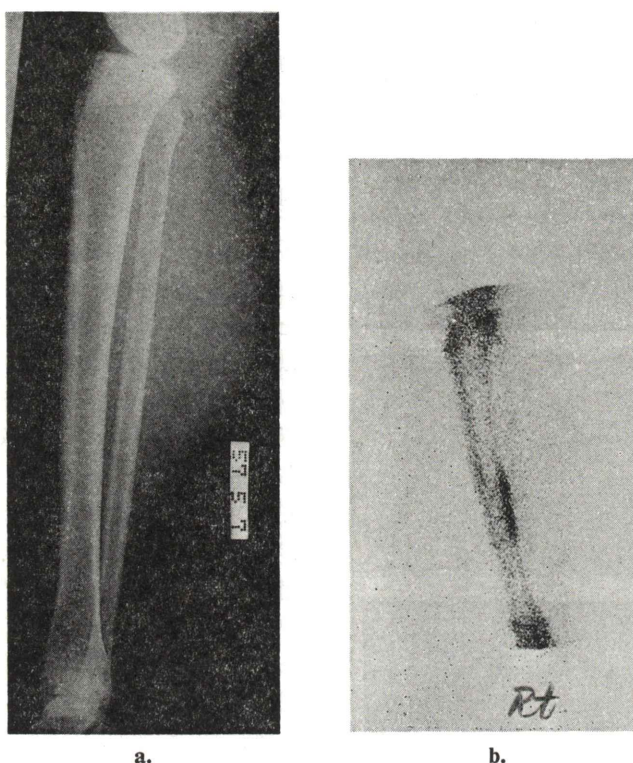


Fig. 4 16-year-old Female. Badminton player.

- a. Normal radiograph 1 year after onset of the right low leg pain when playing badminton.
- b. Radionuclide image on the same day. Linear radionuclide uptake in the right posteromedial margin of the tibia.

67% あったと述べている。Devas & Sweetnam¹⁵⁾ は、ランニング型は、遠位 1/3 に最も頻度の高いことを (72%) 強調しているが、これも 10 月より 3 月の冬期に硬い走路でのランニングの際発症するもので、特異な場合と考えられる。われわれの症例はこれらと全く逆で、跳躍型の遠位部発症例が多かった。ほとんど女子のバレーボール選手で右側受傷例が多かったが、同じ跳躍型でもスポーツの種類によって差があるものと考えられるので、さらに症例を重ねて検討したい。

足根骨疲労骨折は、踵骨以外の距骨、立方骨、舟状骨、楔状骨は、X 線像で経時的にみても診断困難で骨シンチグラフィは必要である。踵骨例の X 線像は特異な横走する細い帯状の硬化像である

が骨シンチグラムでは略円形の RI 集積像として認められた。

中足骨疲労骨折は、昔軍人に多く、March-fracture といわれたもので¹⁰⁾、X 線所見は特に早期には分りにくいが、経時的にみると次第に認められる。蹴球技と跳躍型スポーツに多かったが、発症部位に特徴があった。すなわち第 3～第 5 中足骨、特に第 4、第 5 中足骨に多く、第 1、第 2 中足骨の発症例は認めなく、左側に多かった。村地ら¹⁶⁾によると、体重負荷により、足部横穹窿は著しく低下させられスパイクの釘によって第 2、3、4 中足骨部に通常以上の負荷がかかり、ついに過労性骨障害を来すものと考えられると述べている。また第 1 中足骨は、強大であるため、他の中

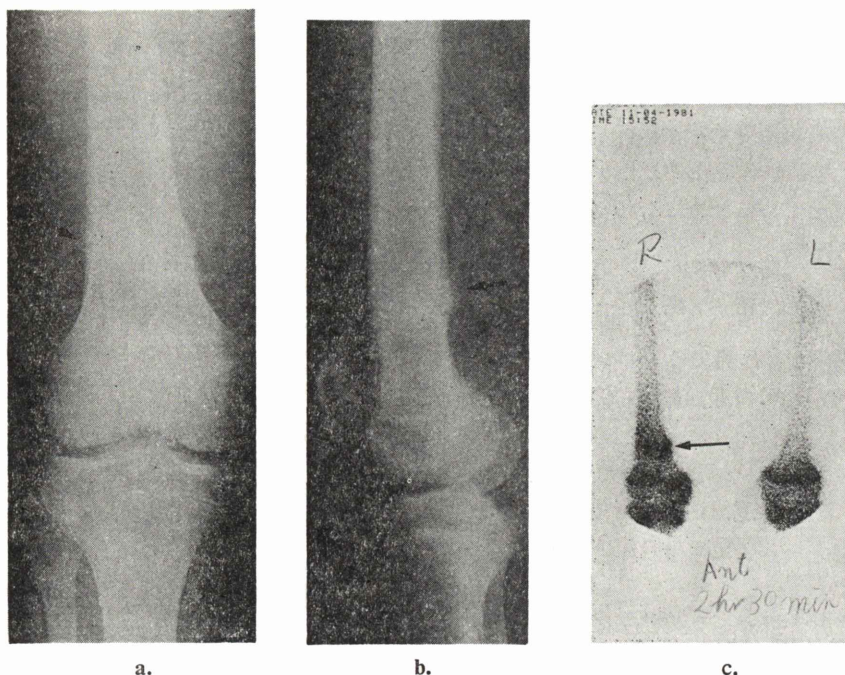


Fig. 5 14-year-old Male. Marathon runner.

- Anterior radiograph. Stress fracture is seen as a band of increased density in the medulla of the distal right femur. (arrow)
- Lateral view shows periosteal reaction in the posterior aspect of the distal femur and increased density in the medulla. (arrow)
- Radionuclide image shows a wide bandlike area of increased activity in the distal third of the right femur. (arrow)

足骨に比べて体重負荷が多くとも疲労骨折をおこしにくいといわれている。

大腿骨疲労骨折は、年齢、発症部位により悪性腫瘍や炎症との鑑別が問題になる。Levin¹⁷⁾も、ユーイング肉腫、骨肉腫、骨髓炎、梅毒、類骨腫等と鑑別する必要があると述べ、19歳、女、マラソン選手等の2症例で骨肉腫を疑い試験切除まで行った疲労骨折例を報告している。われわれも少い症例であるが、誘因、症状、断層、CT、骨シンチグラムでX線所見に比して、小範囲限局性のRI集積像等より疲労骨折としたが、骨肉腫との鑑別は困難であることが予想された。症例を提示する。

症例5, 14歳。男。マラソン選手。1月来右大腿骨遠位部痛あり。X線像 Fig. 5aの正面像,

Fig. 5bの側面像で右大腿骨骨幹端部に骨膜肥厚著明、横走する帯状の硬化像を認める。Fig. 5cは骨シンチグラムで、境界鮮明な限局した幅ひろい帯状のRI集積像を認める。臨床経過よりも疲労骨折の症例であった。

次に両側発症例は膝蓋骨、踵骨の2例のみで、他は、右側例が59%(34/58)と多かった。Wilson²⁾ Meurman⁶⁾によると、軍人では両側、多発例が、ヘルシンキ陸軍病院等で多くみられ、スポーツ選手には少ないと述べているが、Geslien⁸⁾は、スポーツ選手で脛骨、踵骨の両側発生率の高いことを報告しており、広く各種スポーツの多くの症例を検討する必要がある。骨シンチグラムは全例陽性であったがX線所見で異常を認めない症例は21例あり、その頻度は中足骨50%(3/6)、足根骨45%

(5/11), 脛骨 40% (11/27) で, 1 か月以上 X 線像で異常を認めない症例は予想に反して足根骨より脛骨に多かった。骨シンチグラフィは早期発見により真の骨折や骨折遷延治癒に移行するのを防ぐのみならず⁸⁾, 選手を早期治療により 1 日も早くスポーツに復帰せしめるためにも必要な検査法であった。

V. 結 語

1) 脛骨疲労骨折は, 男でランニング型スポーツの症例が多く, 脛骨の近位部, 右側発症例が多かった。

2) 腓骨疲労骨折は, 女子バレーボール等跳躍型の選手に多く, 腓骨遠位部, 右側発症例が多かった。脛骨にランニング型で男の症例が多いのと対照的であった。

3) 足根骨疲労骨折は, ラグビーによる踵骨の発症が多かった。他の足根骨の症例は少く, X 線像は経時的にみても異常を認めにくい症例が多いため骨シンチグラフィは威力を発揮した。

4) 中足骨疲労骨折は, 第 1, 第 2 中足骨の症例はなく第 3, 第 4, 第 5 中足骨の発症例が多かった。

5) 大腿骨疲労骨折は 2 症例にすぎなかったがスポーツ歴症状, 経過, CT, 骨シンチグラムで帯状の RI 集積像で広範囲に及んでいないことより骨肉腫と鑑別可能であったが, その困難性が想像された。

6) 両側発症は 2 例にすぎず, 右側発症が約 60% と多く認められた。

7) 骨シンチグラムは全例陽性像を示したが, X 線像で異常を認めない症例が 36% にみられ, とくに疲労骨折の早期診断に骨シンチグラフィは有用であった。

稿を終るに当たり, 種々御助言を頂いた当院スポーツ整形外科副部長, 萬納寺毅智先生他, 入江一憲先生に厚く御礼申し上げます。

なお本論文の要旨は第 21 回, 第 22 回日本核医学会総会において発表した。

文 献

- 1) Devas MB: Stress fractures of the tibia in athletes or "Shin Soreness". *J Bone & Joint Surg.* **40-B**: 227-239, 1958
- 2) Wilson ME, Katz FN: Stress fractures. An analysis of 250 consecutive cases. *Radiology* **92**: 481-486, 1969
- 3) Paul LW, Juhl JH: The essentials of roentgen interpretation. Harper & Row. Publishers, New York. 1974. p 135.
- 4) Wilcox JR, Moniot AL, Green JP: Bone Scanning in evaluation of exercise-related stress injuries. *Radiology* **123**: 699-703, 1977
- 5) Prather JL, Nusynowitz ML, Snowdy HA, et al: Scintigraphic findings in stress fractures. *J Bone & Joint Surg* **59-A**: 869-874, 1977
- 6) Meurman OA, Col LT, Elfving S: Stress fracture in soldiers: A multifocal bone disorder. *Radiol* **134**: 483-487, 1980
- 7) Roub LW, Gumerman LW, Hanley EN, et al: Bone stress: A radionuclide imaging perspective. *Radiology* **132**: 431-438, 1979
- 8) Geslien GE, Thrall JH, Espinosa JL, et al: Early detection of stress fractures using ^{99m}Tc-polyphosphate. *Radiology* **121**: 683-687, 1976
- 9) 入江一憲, 熊野 潔, 萬納寺毅智, 他: 下肢の過労性骨障害と骨シンチグラフィ. *臨整外* **18**: 1143-1150, 1983
- 10) Burrows HJ: Fatigue fractures of the fibula. *J Bone & Joint Surg* **30B**: 266-279, 1948.
- 11) 杉浦保夫, 半田 実, 武藤芳照: スポーツ選手に認められた疲労骨折 (過労性骨障害). *災害医学* **xx**: 939-948, 1977
- 12) Gelfand MJ, Strife JL, Kereiakes GK: Radionuclide bone imaging in spondylolysis of the lumbar spine in children. *Radiology* **140**: 191-195, 1981
- 13) 村地俊二, 杉浦保夫, 松丸 輔: スポーツによる過労性骨障害. 第 2 報, 脛骨および大腿脛骨過労性骨障害. *災害医学* **VII**: 413-422, 1964
- 14) 村地俊二, 杉浦保夫, 松丸 輔: スポーツによる過労性骨障害. 第 3 報, 腓骨過労性骨障害. *災害医学* **VII**: 497-507, 1964
- 15) Devas MB, Sweetnam R: Stress fractures of the fibula. *J Bone & Joint Surg.* **38-B**: 818-829, 1956
- 16) 村地俊一, 杉浦保夫, 松丸 輔: スポーツによる過労性骨障害. 第 1 報, 中足骨過労性骨障害. *災害医学* **VII**: 369-379, 1964
- 17) Levin DC, Blazina ME, Levin EL: Fatigue fractures of the shaft of the femur: Simulation of malignant tumor. *Radiology* **89**: 883-885, 1967

Summary

Clinical Evaluation of Stress Fractures Using Bone Scintigraphy

Atsuhiko FURUTA*, Kazunori TANOHATA*, Toru Otake*, Toshiyuki HASHIZUME*,
Yozi KOBAYASHI** and Hiroyuki NAKAZIMA***

**Department of Radiology, Kanto Rosai Hospital, Kawasaki, Japan*

***Department of Radiology, Kanagawa Center, for Adult Diseases*

****College of Art and Science, Tokyo University School*

Clinical evaluation of stress fractures were performed in 58 athletes using bone scintigraphy with ^{99m}Tc -MDP. Stress fractures of the tibia were most often seen in the males with running type sports. They occurred more often in the proximal tibia and on the right side. Stress fractures of the fibula were most often seen in females with jumping type sports, such as volley ball. They occurred more often in the distal fibula and on the right side. Tarsal bone fractures were seen most often rugby players. Metatarsal fractures occurred in the third fourth and fifth metatarsals. No lesion was seen in the first and second metatarsals. We feel that stress

fractures of the femur can be differentiated from osteosarcoma by small loculated radionuclide accumulation as well as symptome, course and tomographic and CT finding. Bilateral involvement was seen in two cases in patellae and calcanei. Most of the other fractures were seen on the right side. Negative radiographs were seen in 36% of the patients and occurred most commonly in the tarsal bones excluding calcaneus. Bone scintigrams were positive in all cases and were most useful in fractures of the tarsal bones excluding calcaneus.

Key words: ^{99m}Tc -MDP, Bone scintigraphy, Stress fracture.