

スポーツによる疲労骨折のメカニズムと予防

東京厚生年金病院 吉見知久
(共同研究者) 同 片山直樹
日本大学 森健躬
東京大学 武藤芳照

Mechanism and Prevention of Fatigue Fractures Caused by Sports

by

Tomohisa Yoshimi, Naoki Katayama

Department Chief, Department of Orthopedics Tokyo Kouseinenkin Hospital

Takemi Mori

Professor, Department of Physical Education Nihon University

Yoshiteru Mutoh

Assistant Professor, Department of Physical Education University of Tokyo

ABSTRACT

Out of 73, 681 new out-patients who visited the orthopedic department of Tokyo Kouseinenkin Hospital between April 1980 and May 1989, there were 1,728 patients suffering from sports injuries, Out of these, 35 patients suffered from fatigue fractures; or 2% of sports injuries, Of those patients suffering from fatigue fractures, men made up the great majority at 27 (77%, average age 20, 6 years), whereas there were only 8 women (23%, average age 23.6 years), 40% of the injuries were Tibia, followed by metatarsal bones (approximately 23%), ribs (17.5%), fibula, ischiadic bone, sesamoid bone, 7th cervical spine, and 1st thoratic spine in that order. Sport in which the injuries occurred were running and golf (6 cases each; 17%), baseball, soccer, etc, in that order.

Practically all cases of fatigue fracture occur due to excessive training or a sudden change in the training program, Most of the 35

cases observed at our hospital occurred from prolonged excessive training or sudden increase in training program.

要 旨

東京厚生年金病院整形外科では、1980年4月より、1989年5月までの間に外来を訪れた新患73,681名のうち、スポーツ障害患者は1,728名であった。その中で、疲労骨折患者は35名であり、スポーツ障害患者の2%であった。疲労骨折患者は、男性27名(77%、平均年齢20.6歳)、女性8名(23%、平均年齢23.6歳)であり男性が圧倒的に多かった。部位別では、脛骨が40%を占め、続いて中足骨(約23%)、肋骨(17.5%)、腓骨、坐骨、種子骨、第7頸椎、第1胸椎の順であった。受傷スポーツはランニング、ゴルフが各6例(17%)であり、以下、野球、サッカー等の順であった。

疲労骨折は通常、過度なトレーニングや、トレーニングの内容を変更したときに発症しやすく、当院の35症例も過度の練習を継続した場合や、練習量を増やしたときにその多くが起きている。

1. 疲労骨折

疲労骨折 (Stress fracture, fatigue fracture) は、一回の強大な外力によって発生する外傷性骨折ではなく、骨の同一部位に繰り返し加わる通常外力が、弾性体である骨に疲労をもたらし、骨皮質、海綿質、骨梁の組織結合中絶断裂、骨膜反応が起こり塑性化し、ついには明らかな骨折を生ずる一連の過程の名称である¹⁾。

現在、生活水準の向上、余暇時間の増加にともない、各種のスポーツが活発に行なわれている反面、間違った方法や、過度のトレーニングにより少なからぬスポーツ障害が発生する。疲労骨折も

そのひとつで、日常生活ではその発生原因となるような負荷の加わることは少なく、スポーツやそのためのトレーニングで出現するが多い。疲労骨折の初期では患部の疼痛のみでX線上の異常所見が無いため、トレーニングを継続し骨折が進行してから初めて診断が下され、スポーツ活動に大きな影響を与えることが多く、当院においても早期の鑑別診断とその治療、スポーツ活動への復帰指導が必要となっている。

そこでわれわれは、当院を訪れるスポーツによる疲労骨折患者を対象にして、調査を行なった。

2. 調査方法

1980年4月より1989年5月までの間の当院の疲労骨折患者における性別、年齢、スポーツの種類、運動量、熟達度等による疲労骨折の発生状況を調査し、国内、諸外国の発表文献中の症例とも比較検討を加えた。

3. 結 果

3. 1 発生頻度

(1) スポーツ傷害中の発生率

1980年4月より1989年5月の間に、東京厚生年金整形外科を訪れた新患総数は73,681人、スポーツ傷害例は1,728例(全体の2.3%)でスポーツが原因の疲労骨折は35例(スポーツ傷害中の2.0%)であった。

杉浦ら²⁾は、17年間の、外来総患者数92,106人中スポーツ傷害症例2,861例(3.1%)、そのうち疲労骨折は127例で全スポーツ傷害中の4.4%であったと報告している。

(2) 性別、年齢別頻度

疲労骨折の発生は、運動をしているすべての年

表1 疲労骨折 性別・年齢別発生数

年齢	～15	16～19	20～25	26～29	30～39	40～歳	計
男	3	11	7	3	2	1名	27名
女	0	3	2	0	3	0名	8名
(1980年4月～1989年5月 東京厚生年金病院)							全35名

代に出現する可能性があると思われる。当院における年代別疲労骨折発生状況は、表1のごとくであり、年齢13歳から40歳、平均21.3歳、男性27例(77%)平均年齢20.6歳、女性8例(23%)平均年齢23.6歳とかなり男子の発生率が高く、年齢も低い。16歳から18歳の高校生に発生率が高く(47%)、特に16歳(高校1年生・8例)が疲労骨折全症例中24%と多かった。

この年代は、受験競争から解き放され、高校生になったばかりで、筋力、骨強度が弱いにもかかわらず過度のトレーニングをしがちであるためと思われた。高齢者では、骨萎縮、骨粗鬆症等により骨の力学的強度が小さくなるため、トレーニングの方法が悪ければ、疲労骨折が発生しやすくなる。長期のステロイド剤使用時にも、骨の強度の低下を来すため注意が必要である^{3,4)}。

(3) 部位別頻度

表2のように、自験例で最多疾患は脛骨疲労骨折で13症例(右8疾患、左8疾患)であり両側の

表2 部位別疲労骨折発生率(複数受傷例有り)

部 位	症例数	右	左	発生率
脛 骨	13	8	8	40.0
中足骨	9	6	3	22.5
肋 骨	7	3	4	17.5
腓 骨	3	1	2	7.5
坐 骨	2	2	0	5.0
種子骨	1	0	1	2.5
第七頸椎	1	(同一症例)		2.5
第1胸椎				2.5
総計	35	40		100%
部位	症例	疾患		率

(1980年4月～1989年5月 東京厚生年金病院)

発生も4症例あった。以下腓骨疲労骨折3症例(右1症例、左2症例)、肋骨疲労骨折7症例(右3症例、左4症例)、第2中足骨疲労骨折4症例(右3症例、左1症例)、第3中足骨疲労骨折3症例(右2症例、左1症例)、第5中足骨疲労骨折2症例(左右各1症例)、以下坐骨右2症例、種子骨左1症例、第7頸椎・第1胸椎棘突起1症例2疾患。35症例における左右の発生率は、右20疾患、左18疾患で、右側の発生率が高かった。これは、体重の支持脚が右側に多いためと思われる。

1987年のMatheson⁵⁾、HulkkoとOrava⁶⁾の発表では、肋骨疲労骨折が無く、脛骨疲労骨折はやや高値に、中足骨疲労骨折がかなり低値になっている点が異なっていた。これは、行なわれるスポーツの違いが国により異なるためでもあろう。

(4) 種目別の疲労骨折発生状況

疲労骨折と診断された患者の実施スポーツは表3のように、ランニング(6症例)野球(5症例)、ゴルフ(5症例)、サッカー(3症例)、バスケットボール(2症例)、アメリカンフットボール(2症例)ラグビー(2症例)、エアロビクス(2症例)

表3 種目別疲労骨折発生数

ランニング	6	テニ	ス	1
ゴルフ	6	卓	球	1
野 球	5	ハンド	ボール	1
サッカー	3	柔	道	1
バスケット	2	武	道	1
アメフト	2	ボク	シング	1
ラグビー	2	登	山	1
エアロビクス	2	種	目	35症例

(1980年4月～1989年5月 東京厚生年金病院)

例), 以下テニス, 卓球, ハンドボール, 柔道, 武道, 登山, 各 1 症例であった. 1987 年の Matheson⁵⁾, Hulkko と Ovara⁶⁾ の発表では共にランニングが約 70% を占めているが, 他のスポーツでも基礎トレーニングでランニング, ジョギングが行なわれており, 当院の症例でもランニングによる疲労骨折は, 高率であろうと推測される.

大きくみると, サッカー, ラグビー, アメリカンフットボール等の走ることを主体としたものと, バasketボール, ハンドボール, バレーボール等のジャンプを主体にしたもの, その他の特異な動作に由来する疲労骨折がある. 当院の症例で特徴のあるものはゴルフであった. 6 症例中 5 症例が肋骨の疲労骨折で, 他の 1 症例は第 7 頸椎・第 1 胸椎棘突起疲労骨折であった. ゴルフは他のスポーツと違い, 運動が上肢, 体幹に偏り, 下肢へのストレスが少ないためであろう.

(5) スポーツレベル別頻度

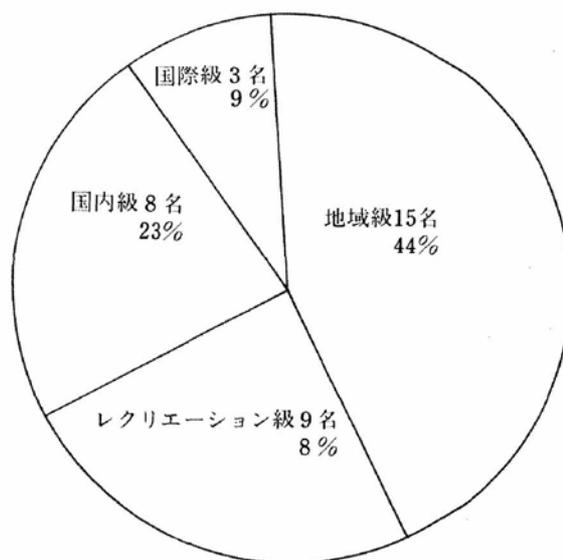
疲労骨折は, 通常発育期のスポーツ選手, 特にまだ十分技術と体力を持たないレベルの選手が短期間に集中的なトレーニングを行なうために発生することが多いと言われている.

武藤⁷⁾らは次のようにスポーツレベルを 4 段階に分けて分類しており国際級 (International) : オリンピック, 世界選手権大会, アジア大会等の国際競技会出場選手. 全国級 (National) : 日本選手権, 国体, 大学, 高校, 中学校の日本選手権出場選手. 地域級 (Regional) : 地域内の各種競技会選手権選手. レクリエーション級 (Recreational) 競技には参加しないで楽しみのためにスポーツを行なっている.

当院における疲労骨折患者 35 名を以上のように分類すると表 4 のように, 国際級 3 名 (9%), 国内級 8 名 (23%), 地域級 15 名 (44%), レクリエーション級 9 名 (24%) であった. 地域級, レクリエーション級合わせて 67.5% と約全体の 2

/ 3 を占め, 成績の良い選手層には疲労骨折の発生が少ない. Hulkko と Orava⁸⁾ によれば, 脛骨, 腓骨の疲労骨折 22 症例中, 国際級 14.6%, 全国級・地域級 74.8%, レクリエーション級 10.6% であった.

表 4 レベル別疲労骨折発生率



(1980年4月1989年5月 東京厚生年金病院)

当院の分類とやや異なり国際級が多く, レクリエーション級が少ないのは, 病院の立地条件, 性格, 受診する患者層の違い等によるものと考えられる. 地域級では高校生, 特に 16 歳に発生が多く, 高校入学とともに, 間違ったトレーニング方法や, 過度の練習で“しごかれ”疲労骨折が発生することが多いと思われ, 指導者の充実が望まれる. レクリエーション級では, ゴルフによる肋骨の疲労骨折が多く, 普段の運動不足による筋力低下, 柔軟性低下, 加えて無理なスウィング等がその原因であろうと考えられた.

3. 2 臨床像

(1) 疲労骨折の発生状況

35 症例, 全例で受傷部位に, それ以前の明らかな外傷の既往歴がなかった. スポーツ・トレーニングを継続している間に症状が出現していた. トレーニングの質⁹⁾ (スポーツ動作・内容) の変更が

原因となっているものは少なく、ジャンプシュートを頻回に行なったための16歳男子の左腓骨疲労骨折例の他はほとんど日常の運動をしていない者が急にゴルフのスウィングの練習を開始した場合等があげられた。トレーニングの量⁵⁾(強度・頻度・時間)が変わったためや、量が過度であったために症状が出現した者が多く、某有名高校野球部でのランニング8km/日および300回/日のスクアット練習による左脛骨および右第8肋骨疲労骨折等があげられた。

環境因子では、約2カ月間、固いグラウンドでトレーニングしたために左脛骨疲労骨折を起こしたアメリカンフットボール選手の例があげられた。用具が疲労骨折の原因となった例はなく、技術、体力不足が原因といえるものも多々あった。

(2) 自覚・他覚症状

ほぼ全例に自覚症状として局所の自発痛、運動時痛、圧痛等があり、他覚症状としては患部の腫脹、熱感、発赤等があげられた。しかし、それらの症状も外傷による骨折とは異なり、安静、クーリングで短期に改善するものが多かった。

(3) X線所見

疲労骨折の初期では、明らかな変化は認めにく



図1

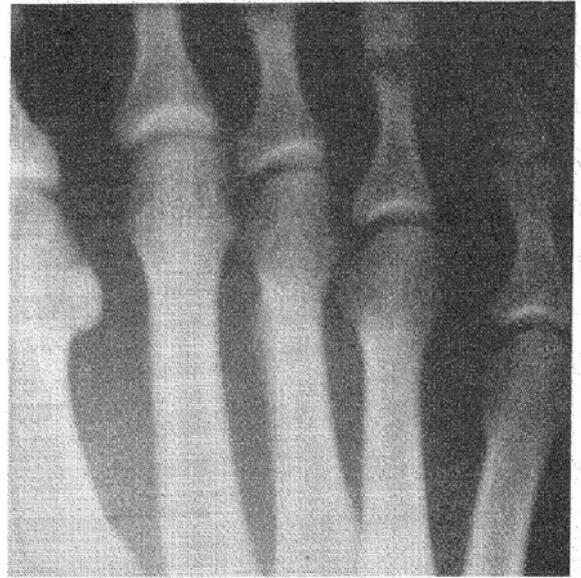


図2



図3

いが、進行するにしたがい雲架状骨膜反応を示し、骨膜仮骨像となり、仮骨が硬化し、受傷部位の骨皮質が肥厚してくる。図1は17歳のバスケットボール選手(右第3中足骨疲労骨折)の疼痛出現10日目、受診後2週間目図2、6週間目図3のX線写真である。断層X線写真も骨折の範囲の確認に使用する場合もある。図4は、20歳のラグビー選手(右脛骨内果疲労骨折)の断層X線写真である。

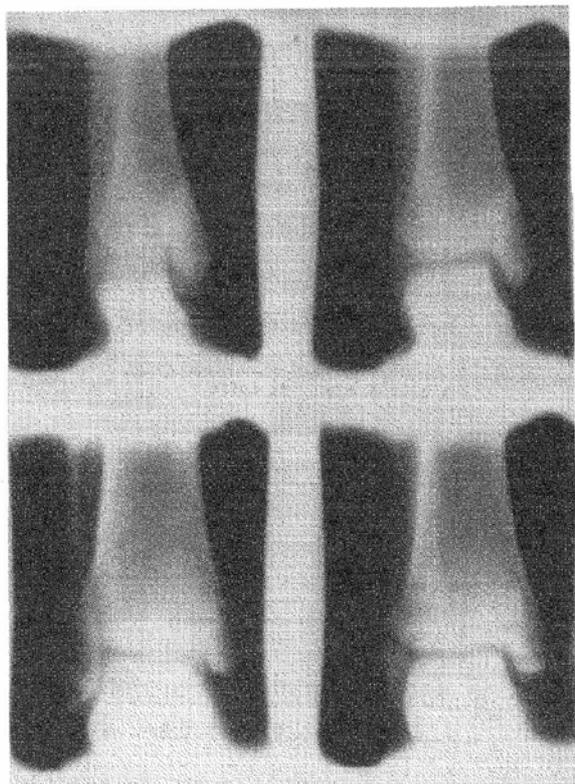


図4

(4) 骨シンチグラム (Holder and Michael, 1984⁹⁾ Vetter et al 1985¹⁰⁾)

X線所見で述べたが、早期には所見が著明でなく、疲労骨折が疑われる時には、テクネシウム 99 のジイソシアン酸ジフェニルメタン化合物である^{99m}TC—MDPによる骨シンチグラムが有効である。^{99m}TC—MDPは骨新生中の骨芽細胞に取り込まれるので骨折部位の検討が容易である。

3. 3 治療

スポーツによる疲労骨折の治療目標は、スポーツ現場へ復帰できるよう最大限援助することにある。確定診断後は治療スケジュールをたて、患者、医師、リハビリテーションスタッフの3者の協力で治療を進めることになる。

治療の内容：

原因スポーツ、トレーニングを禁止し、患部の安静を保つ。疲労骨折では、外傷による骨折と異なり転位はほとんどなく、通常特別な外固定を必要としない。日常生活動作は制限しなくともよ

い。当院の場合も、疼痛の強い者、骨癒合不良と考えられた者等を除き、特に日常生活動作の制限は加えなかった。しかし症例により治療も異なり、大腿骨頸部疲労骨折、脛骨中央部跳躍型疲労骨折等ではギプス固定や手術が必要となる場合もある。

当院における脛骨内果疲労骨折（ラグビー選手、20歳）の場合には、癒合不良が考えられ、骨移植術が施行された。その他の当院における手術例は、頸椎・胸椎棘突起疲労骨折の場合であった。ほとんどは、弾性包帯固定、絆創膏固定、松葉杖等による部分免荷歩行で、内固定や、完全免荷は必要ではなかった。安静、免荷期間は、疲労骨折の発症部位、程度により異なった。藤巻¹¹⁾によれば、年齢、骨折部位、体格等にもよるが、脛骨2～3カ月、腓骨1～2カ月、中足骨1～1.5カ月、尺骨2～3カ月、肋骨1～1.5カ月程度の期間が必要である。

3. 4 部位別疲労骨折の特徴

(1) 脛骨

脛骨の疲労骨折は他の発表と同様に当院においても最多の36%余りであり、他の部位の疲労骨折に比べ倍またはそれ以上であった。日本人では脛骨近位1/3部後内側に発生しやすい。欧米人では、遠位1/3の付近に発生しやすい。内反下腿モデルでは内側荷重時に脛骨内側上・中1/3に圧縮応力が集中し、外反下腿モデルでは、外側荷重時に脛骨外足中央～中・下2/5に圧縮応力が集中したため、下腿形態の相違によって発生部位に差が出る¹²⁾。

跳躍型脛骨疲労骨折は発生頻度が少ないが、骨癒合が悪いとされている。Burrow¹³⁾は、足底屈筋群の収縮により脛骨前面への反復する牽引力が原因であると報告している。

(2) 中足骨 (図1～3参照)

第2、第3中足骨に疲労骨折が起こりやすい。行軍骨折とも呼ばれ、重装備で長距離を歩行した

ときに起こった。当院の例では、第2中足骨44%、第3中足骨33%、第5中足骨22%であった。第1中足骨が強いため、足底筋の疲労により足底アーチが沈下し、体重負荷が腓骨側に移動するため等が考えられている。自験例で第4趾短趾症(13歳男子)で第3中足骨疲労骨折を起こしたサッカー選手がいたが、先天的な奇形が疲労骨折の原因となる場合もあると考えられる。

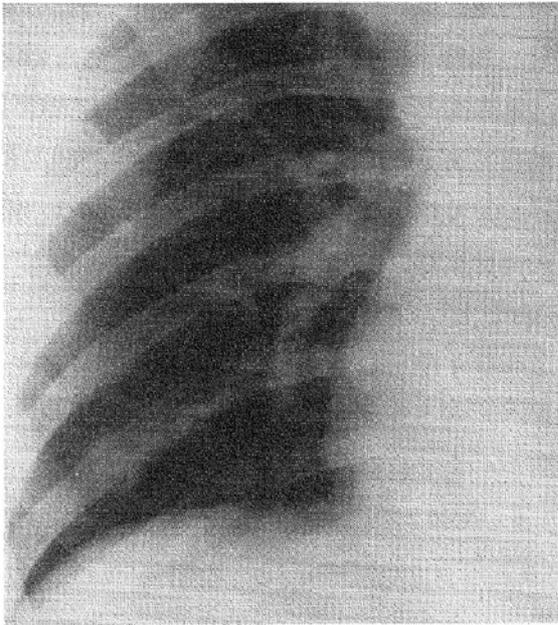


図5

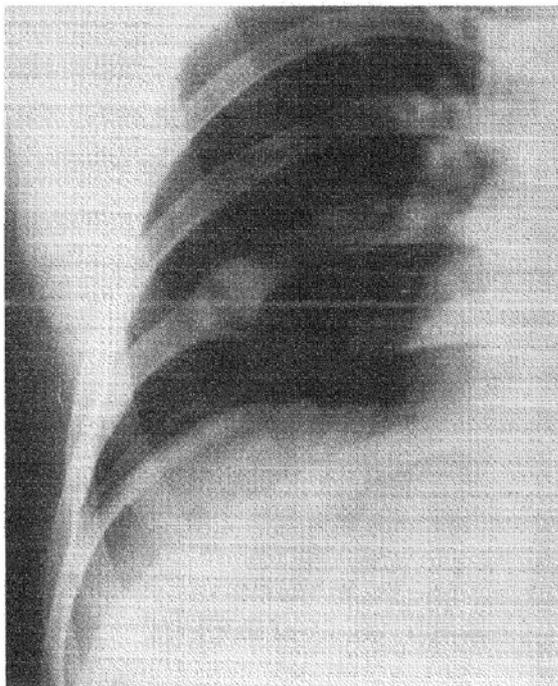


図6

(3) 肋骨(図5, 6参照)

肋骨疲労骨折は、上肢の運動の結果引き起こされたものである。上肢の運動でもバスケットボールやバレーボールではほとんど報告がない。報告例の多くは、ゴルフ、野球である。ゴルフクラブ、バットを使用し、体幹を捻転させながらボールを打つ時、上体に無理な力が加わり肋骨にストレスがたまる。スウィング時には脊柱に第5・6・7胸椎を中心に、利き手と反対側に凸の側弯を形成し、肋間が拡大する。この繰り返しが疲労骨折の原因である。

テニスでの発症が少ないのは、ボールを打つ時に体幹が過度な側屈位を取らないためであろう。ゴルフをする年齢が高年齢者で、体幹の柔軟性が低いことも原因のひとつであろう。ゴルフでは発生部位は利き手の反対側であり、野球では利き手と同一側であると言われている¹⁴⁾が、自験例ではゴルフで利き手と同側の右側に出現したのもあった。

(4) 腓骨(図7参照)

自験例は3例であった。ハンドボール(16歳)過度のジャンプシュート練習、柔道のトレーニングで過度の兔跳び実施(18歳)、武道のトレーニング実施(21歳)によるものであった。

腓骨近位1/3に発生するものは跳躍に多く、high fatigue fracture, jump fractureと呼び、遠位1/3に発生するものをlow fatigue fracture, running fractureと呼んでいる。

腓骨は脛骨と異なり非荷重であり、疲労骨折発症は、付着筋の牽引力が一つの原因となっている。ランニング時には足底屈筋群の作用により遠位1/3で内側に引かれ、ジャンプ時の膝屈曲の筋ボリュームのため近位1/3で外側に押され、腓骨が内外側方向の弦運動をするが、これが腓骨疲労骨折の原因と考えられている¹⁵⁾。

(5) 脛骨内果(図4参照)

脛骨疲労骨折はほとんど骨幹部に発生するが、



図7

脛骨内果部に発生した珍しい自験例（20歳ラグビー選手）がある。

Devas³⁾は、母趾痛をともないランニングで発症した症例、および高度の膝内反変形にともない発症し、2例を発表している。

発生機転は、Devasの報告では、母趾痛、膝内反変形のため、脛骨への力学的ストレスが変化して、内果部疲労骨折が発生したものと考えられた。自験例では、発症後2カ月で受診。安静の必要を説明したが守らず、ラグビーを続行したため、骨折線が癒合せず、当院にて骨移植術を施行した。ラグビー選手は、膝内反ぎみで走ることが多く、スクラムを組む時にも内果部にストレスがたまり、疲労骨折を引き起こしたものと思われた。

（6）第7頸椎棘突起，第1胸椎棘突起

この疲労骨折も発表例が少なく、ゴルフでは、20例程の発表があるのみである。スコップ作業により発生したので、以前はショベル骨折と呼ばれ

ていた。ゴルフのスウィングを行なう度に第7頸、第1胸椎棘突起を起始部として、左右の僧坊筋が交互に強い力で牽引するため、同部に疲労骨折が発症すると考えられた。この症例は、手術が適用され、骨移植術が施行された。

（7）坐骨

自験例は2例であった。1例は、19歳の女性で、卓球をしていて、踏み込んだときに右股関節内側に疼痛が出現した。他の1例は、21歳女性で、週2～3回のジョギングをしていたところ、右股関節内転筋部に圧痛があり、坐骨にも圧痛及び運動時痛が出現した。X線検査にて右坐骨部に疲労骨折が認められた。発生機転に関しては、Selakovich¹⁶⁾は、内転筋群、ハムストリングの過緊張によるものと述べている。

4. 考 察

部位によって発生機転に若干違いはあるが、疲労骨折の原因は、(1)筋肉の過緊張による骨への牽引力や、(2)骨への直接的衝撃力が反復することである。(3)又、使い過ぎで筋肉が疲労し骨に負荷が強く作用して疲労骨折にいたる場合もある^{5,17)}。したがって、疲労骨折の予防には、これらのストレスを軽減させることが必要である。

予防としては、(1)トレーニング量、(2)トレーニング方法(質的)、(3)技術、(4)環境、用具などの因子について注意する必要がある。

(1) トレーニング量

Dennisは51人のランナーの追跡調査を行い疲労骨折の発生状況を調べた結果、週に20マイル(32km)以上トレーニングを行っているものに疲労骨折が発生し、週80マイル(128km)上では発生の危険性が高いと報告している。

Pollak¹⁸⁾によれば、使い過ぎ傷害は、毎日のトレーニング量が、45分続かか、週当たり5回行なわれると有為に増加するといわれる。また、Apple¹⁹⁾らによればトレーニング変更後3カ月以

内にも疲労骨折をきたしやすい。

自験例において疲労骨折発生時のトレーニング量を調べると、21歳のボクシング選手は毎日5 km以上のランニングを行い、第二中足骨疲労骨折を発生。16歳の野球選手では、2ヵ月毎日10 km以上のランニングにより右脛骨疲労骨折を起こしている。15歳の陸上選手で、毎日10 kmのランニングを2ヵ月間実施して、右脛骨疲労骨折発症。16歳有名高校野球部員は、毎日8 kmのランニングと300回のスクワット実施し左脛骨疲労骨折とダッシュの練習の腕振りでも右第8肋骨疲労骨折発症、といった例があった。

小児の場合は成人と同じように考えることはできない。骨が未成熟の段階では弱い力でも反復して骨に衝撃が伝わるだけでも障害は起こりうる。最近、発育期の小児に成人と同じ本格的な質と量のトレーニングを行わせる傾向があり、6歳の小児にフルマラソンを行わせている例もあった。障害予防の観点から発育段階に即したトレーニング量を定めることが重要である。

(2) トレーニング方法

トレーニングは、スポーツ種目、年齢、技術、体力などに応じて行う必要がある。本邦では、多くの場合、コーチやトレーナーなどが専門的な教育を受けておらず、経験と勘から指導を行い、スポーツ医学上誤ったトレーニング方法が実施されていることも多い。当院でも適切な指導がなされていないれば、未然に防げた症例が多かったと考えられた。

(3) 技術

スポーツ活動において正しい基本動作の習得は、よい成績を収めるだけでなく、傷害発生予防にも必要である。ゴルフスウィングの繰り返しにより発生する肋骨疲労骨折の症例は、初心者が多く、技術的な未熟さが重要な因子である。基本的動作が未熟であると、腰の回転が不十分となり、腕力だけのスウィングを繰り返し、強大な力が非

利き腕の肋骨部に加わり、肋骨疲労骨折を起こす誘因を成すことになる。ランニングでは、上下動が少なく、かつ柔軟に脚が前方に運ばれば、下肢に対する地面からの衝撃がより少なくなり、疲労骨折の発生頻度の低下が見込まれる。卓越した技術の習得は、そのフォームを美しくさせるのみならず、安全を保障するものである。

(4) 環境、用具

スポーツの用具、環境は、その者の体格、技術、体力などに合ったものを選ぶことが必要である。とくにランニングにより発生する下肢の疲労骨折については、走行時の靴、走行面の硬さに対する配慮がその予防につながる。

Brody²⁰⁾らによればスポーツサーフェイスが硬ければ硬いほど足、下肢、背部に伝わる衝撃は強くなる。たとえばトラックから舗道やコンクリートに移ってランニングするさいには、十分にクッションのきいた靴²¹⁾を着用することが必要である²²⁾。最近では、衝撃吸収剤の開発も進んでおり、シューズの底にさまざまな衝撃吸収物が使用されてきている。

以上のような点に十分注意して、個体の身体状況に合わせた合理的なトレーニングが、疲労骨折の発生予防として最も重要である。

5. 結 語

疲労骨折を予防するためには、(1)個体の要因、(2)方法の要因、(3)環境の要因 の3つに発生要因を分類すると理解しやすい。

(1) 個体の要因

- a. 解剖学的ウィークポイント
- b. 年齢、性差
- c. スポーツレベル
- d. 体力(筋力状態、疲労等)
- e. ステロイド使用、骨粗鬆症の有無

(2) 方法の要因

- a. 質的(誤ったトレーニング様式)

- b. 量的 (過度なトレーニング)
- c. 時間的 (急激なトレーニング量の増加)
- (3) 環境の要因
- a. スポーツサーフェイス (グラウンドの固さ)
- b. 路面の形状 (起伏)
- c. スポーツシューズ (身体的, 運動的特徴に合っているか)

以上の3要因を常に考慮し, 個体の心身の条件に即した質・量 (強度, 時間, 頻度) の正しいトレーニングを行なうことが, 競技力の向上, スポーツ障害の予防になると考えられた。

文 献

- 1) 武藤芳照; 疲労骨折のバイオメカニクス, *J. J. Sports Sci.*, **3** (11), 880~888 (1984)
- 2) 杉浦保夫ほか; スポーツ選手に認められた疲労骨折, *災害医学*, **20**, 939, (1977)
- 3) Davas. M. B.; Stress Fractures, Edinburgh, Churchill Livingstone (1975)
- 4) Davies A.M. et al.; Parasympyseal and associated insufficiency fractures of the pelvis and sacrum, *Br. J. Rad.*, **61**, 103—108 (1988)
- 5) Matheson G. O. et al.; Stress fractures in athletes —A study of 320 cases—, *Am. J. Sports Med.*, **15** (1) 46—58 (1987)
- 6) Hulkko, A. & Orava S.; stress fractures in athletes, *Int. J. Sports Med.*, **8**, 221—226 (1987)
- 7) 武藤芳照, 市原健一; 疲労骨折, *スポーツ整形外科学*, 中嶋寛之 編, pp. 30—40 (1987)
- 8) Hulkko, A. et al.; stress fractures of the lower leg, *Scand. J. Sports Sci.*, **9**, 1—8 (1987)
- 9) Holder L. E. & Michael, R. H.; The specific scintigraphic pattern of "shin splints in the lower leg", concise communication *J. Nucl. Med.*, **25**, 865—869, (1984)
- 10) Vetler W. L. et al.; Aerobic dance injuries, *Phys. Sportsmed.*, **13**, 114—120 (1985)
- 11) 藤巻悦夫; 疲労骨折, 今日の治療指針, **29**, 603—604 (1987)
- 12) 杉浦保夫, 武藤芳照ほか; 光弾性実験による疾走性脛骨疲労骨折の biomechanical study, *整災外* **26** (11) 1851 (1983)
- 13) Burrow H. J.; Fatigue infraction of the middle of the tibia in ballet dancers, *J. Bone Joint Surg.*, **38**—B: 113 (1956)
- 14) 武藤芳照ほか; ゴルフによる肋骨疲労骨折の4例, *臨床整形外科*, **13**, 797—800 (1980)
- 15) 佐々田 武ほか; 両側性腓骨疲労骨折, *災害医学*, **9**, 357 (1966)
- 16) Selokovich W., Love L.; Stress fractures of the pubic ramus, *J. Bone Joint Surg.*, **36**—A: 573 (1954)
- 17) 中嶋寛之; 最近多いスポーツ外傷, *スポーツ医学読本*, 黒田善男編 pp. 128—132, 日本評論社, 東京 (1987)
- 18) Pollock, M. L., Gettman, L. R., Milesis, C. A. Bah, M. D. Durstine, L. & Johnson R. B., Effects of frequency and duration of training on attrition and incidence of injury, *Med. Sci. Sports*, **9**, 31—36 (1977)
- 19) Apple, Jr., D. F.; End stage running problems *Clin. Sports Med.*, **4**, 657—670 (1985)
- 20) Brody, D. M.; Running injuries CIBA clinical Symposia, **39** (3) Summit, New Jersey (1987)
- 21) Hulkko, A.; Stress fractures in Athletes, —A clinical study of 368 cases—, *ACTA Universitatis Ouluensis, Oulu* (1988)
- 22) Mann, R. A. Baxter; P. E. & Lutter L. D., Running Symposium, *Foot Ankle* *1*, 190—224 (1981)