

高校陸上競技選手の スポーツ外傷・障害調査における疲労骨折に 関する検討—全国高等学校総合体育大会・ 全国高等学校駅伝競走大会の調査—

Stress fractures in elite high school athletes participating in
athletics events

田原圭太郎*1,2, 鎌田浩史*1,3, 山澤文裕*1,4

キー・ワード：stress fracture, athletics, high school athletes
疲労骨折, 陸上競技, 高校生

〔要旨〕 ジュニア・ユース期のスポーツ外傷・障害予防は重要であるが、これまで陸上競技における大規模な調査は少ない。今回、高校生の疲労骨折に関する調査を行ったので報告する。

2013年度全国高等学校総合体育大会（インターハイ）の陸上競技出場選手と2014年度全国高等学校駅伝競走大会（高校駅伝）出場選手全員を対象にアンケート調査を行い、それぞれ2339名と501名を集計した。調査項目は疲労骨折の既往、オーバートレーニング症候群（OTS）の自覚症状、平均週間走行距離、練習の休日、食事制限、女性では月経関連とし、疲労骨折との関連を検討した。

インターハイでは疲労骨折は16.1%にみられ、OTSの自覚症状があった選手に疲労骨折が有意に多く、特にOTSの自覚症状が中学の頃にあった女性に多かった。高校駅伝では疲労骨折は32.9%にみられ、練習の休日がない選手、中学時代にOTSの自覚症状があった選手、初経発来遅延がある選手、中学1年または中学2年の頃に無月経があった選手、複数の学年で無月経がある選手、平均週間走行距離が85 km以上で無月経の経験がある選手に疲労骨折が有意に多かった。男性で食事制限している選手は疲労骨折が多い傾向であった。

疲労骨折の予防には、練習の休日や適度な練習量、適切な食事、女性では月経異常に注意することが肝要であり、特に中学生の頃からの取り組みが必要である。

はじめに

陸上競技におけるスポーツ外傷・障害の予防は重要な課題である。シニア世代の選手でジュニア・ユース世代から繰り返す慢性的な障害から十分に力を発揮できない、早期の引退を余儀なくされる、などといった現状があり、今後の日本陸上

界を担うジュニア・ユース期の選手へのスポーツ外傷・障害の予防は大変重要なものになると考える。しかしながら、これまで日本の陸上競技における大規模な外傷・障害調査は行われておらず、その実態は不明な点が多いのが現状であった。そこで、日本陸上競技連盟医事委員会では2013年よりジュニア世代への外傷・障害調査を行い、「陸上競技ジュニア選手のスポーツ外傷・障害調査 第1報」¹⁾の冊子を配布した。今回はそのデータを基に疲労骨折を中心に詳細な検討を行ったので、その結果を報告する。

*1 公益財団法人日本陸上競技連盟医事委員会

*2 多摩総合医療センター整形外科

*3 筑波大学医学医療系整形外科

*4 丸紅健康開発センター



図1 アンケート調査表(高校駅伝)

対象および方法

2013年度全国高等学校総合体育大会(インターハイ)の陸上競技出場選手と2014年度全国高等学校駅伝競走大会(高校駅伝)出場選手にアンケート形式で質問を行った。アンケート(図1)は自由意思の無記名で、個人を特定するものではないことを明記し、本研究への同意をもって後ろ向きに研究を行った。出場が予定されている全選手にアンケート用紙を送付し、回答が得られた2840名を対象とした。インターハイ出場選手は2339名(回収率72.8%)、高校駅伝出場選手は501名(回収率62.8%)であった。性別はインターハイでは男性1293名、女性1039名、不明7名、高校駅伝では男性293名、女性206名、不明2名であった。インターハイの種目別の内訳は、短距離1079名(男性582名、女性493名、不明4名)、中長距離324名(男性179名、女性144名、不明1名)、走り幅跳び・三段跳び143名(男性95名、女性48名)、走り高跳び・棒高跳び155名(男性100名、女性54名、不明1名)、投擲321名(男性180名、女性140名、不明1名)、競歩46名(男性22名、女性24名)、混成55名(男性30名、女性25名)であった。投擲は砲丸投げ、円盤投げ、やり投げ、ハンマー投げを含めたものとした。混成は1人の競技者が様々な陸上競技種目を行い、合計得点を競うものであり、全国高等学校総合体育大会では男子は八種(100m、走り幅跳び、砲丸投げ、400m、110mハードル、やり投げ、走り高跳び、1500m)、女子は七種(100mハードル、走り高跳び、砲丸投げ、200m、走り幅跳び、やり投げ、800m)が行われる。

調査項目は疲労骨折の既往の有無、疲労骨折し

た部位(部位は複数記入可能)、疲労骨折の発症時期、オーバートレーニング症候群の自覚症状の有無、1週間での練習の休日の日数、女性では初経発来の有無、初経発来の時期、無月経の有無、無月経があった時期(学年)も調査した。無月経の定義は3カ月以上月経がない状態とし、アンケートに明記した。高校で初経発来があったものあるいは高校になってもまだ初経発来がないもの(中学で初経発来のなかったもの)を初経発来遅延ありとした。高校駅伝では食事制限、平均週走行距離も加えて調査した。オーバートレーニング症候群は疲労が十分に回復しないまま運動を続け慢性疲労状態におちいることであり、疲れやすい、倦怠感、睡眠障害、食欲不振、体重減少、集中力の欠如の症状がいずれかひとつでもみられた場合にオーバートレーニング症候群の自覚症状ありとし、アンケートに前述の定義を記載した(図1)。

統計解析はカイ2乗検定またはFisherの正確検定を用い、有意水準を5%とした。

なお、本研究は筑波大学医学医療系医の倫理(認定番号:936-2)による倫理委員会の承認を得て実施した。

結果

インターハイと高校駅伝の結果を分けて報告する。

<インターハイ>

インターハイ陸上競技出場選手における疲労骨折の既往は16.1%にみられ、男性15.1%、女性17.4%であり、女性は男性より高値であったが有意差はなかった($P=0.13$)。種目別では、短距離17.7%、中長距離17.6%、走り幅跳び・三段跳び

表 1-1 インターハイ・高校駅伝における疲労骨折発症部位の詳細

種目	疲労骨折の総数	鎖骨	腕	手首	手のひら	指	背骨	肋骨	骨盤	ふともも	すね	足首	足の甲	足のゆび	踵	その他	
インターハイ	短距離	212	1	2	1	0	2	28	2	21	10	28	14	60	15	4	24
	中長距離	67	1	0	0	0	0	2	0	2	2	23	5	21	2	3	6
	走り幅跳び 三段跳び	23	0	0	0	0	0	4	0	2	1	2	5	3	2	3	1
	走り高跳び 棒高跳び	24	1	0	0	0	0	6	0	1	2	4	1	5	1	1	2
	投擲	38	0	0	0	0	2	9	4	2	0	7	3	5	2	2	2
	競歩	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	2	1	0	1
	混成	13	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	7	0	1	1
高校駅伝		208	2	0	0	4	2	9	1	5	13	73	8	54	4	6	27

単位：名

表 1-2 インターハイ・高校駅伝における種目別の主な疲労骨折発症部位
短距離・長距離は足の甲やすね，跳躍・投擲は背骨，競歩はすね，混成は足の甲が多かった

種目	主な疲労骨折発症部位	
インターハイ	短距離	足の甲 (28.3%) すね (13.2%) 背骨 (13.2%)
	中長距離	すね (34.3%) 足の甲 (31.3%)
	走り幅跳び・三段跳び	足首 (21.7%) 背骨 (17.4%) 足の甲・かかと (各 13.0%)
	走り高跳び・棒高跳び	背骨 (25.0%) 足の甲 (20.8%) すね (16.7%)
	投擲	背骨 (23.7%) すね (18.4%) 足の甲 (13.2%)
	競歩	すね (50.0%)
	混成	足の甲 (53.8%)
高校駅伝		すね (35.1%) 足の甲 (26.0%)

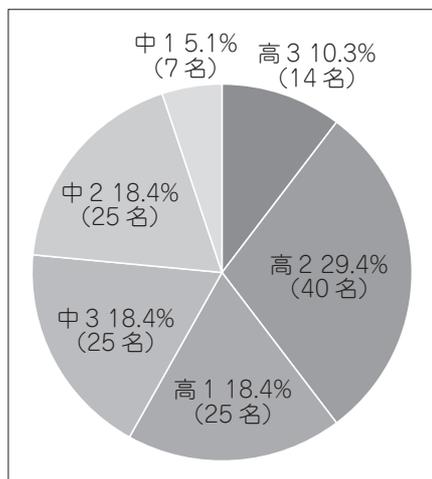


図2 疲労骨折の発症時期 (インターハイ)
高2が最も多く，その次に高1・中3・中2の発症が多かった
* 疲労骨折の発症時期の記載があった136名を集計

13.3%，走り高跳び・棒高跳び 15.5%，投擲 10.6%，競歩 19.6%，混成 21.8% であった。疲労骨折の発症

率が20%以上であったものは，中長距離・女性 (20.8%)，競歩・女性 (20.8%)，混成・女性 (28.0%) でいずれも女性であったが，いずれにおいても性別での有意差はなかった。インターハイおよび高校駅伝における疲労骨折発症部位の詳細は表 1-1 に示すが，各種目における主な疲労骨折発症部位は，短距離では足の甲が 28.3%，すねと背骨が各々 13.2%，中長距離ではすねが 34.3%，足の甲 31.3%，走り幅跳び・三段跳びでは足首が 21.7%，背骨 17.4%，足の甲とかかとが各々 13.0%，走り高跳び・棒高跳びでは背骨が 25.0%，足の甲 20.8%，すね 16.7%，投擲では背骨が 23.7%，すね 18.4%，足の甲 13.2%，競歩ではすねが 50.0%，混成では足の甲が 53.8% であった (表 1-2)。男女での疲労骨折発症部位の違いはみられなかった。疲労骨折の発症時期は，疲労骨折の発症時期の記載があった 136 名を集計し，高校 2 年が 29.4% (40 名)，高校 1 年・中学 2 年・中学 3 年が各々 18.4% (25 名)，高校 3 年が 10.3% (14 名)，中学 1 年が 5.1% (7 名) であった (図 2)。

表2 各項目における疲労骨折の発症頻度（インターハイ）
 オーバートレーニング症候群の自覚症状があった選手は疲労骨折の発症が多かった

	疲労骨折発症頻度		P 値
	あり	なし	
オーバートレーニング症候群の自覚症状（男女）	26.6% (84/316)	14.3% (280/1953)	<0.01
中学の頃のオーバートレーニング症候群の自覚症状（女）	39.3% (11/28)	16.7% (169/1010)	<0.01

*統計：全てカイ2乗検定

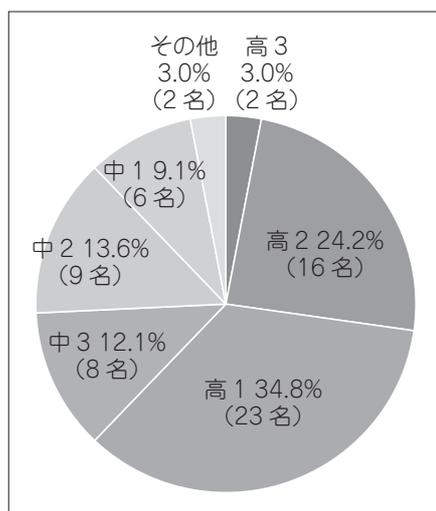


図3 疲労骨折の発症時期（高校駅伝）
 高1・高2が多く、続いて中2・中3の発症が多かった
 *疲労骨折の発症時期の記載があった66名を集計

各項目における疲労骨折の発症頻度（表2）は、オーバートレーニング症候群の自覚症状がひとつでもあった選手（男女）は自覚症状のなかった選手と比較して疲労骨折の発症が有意に多かった。特に、女性においてオーバートレーニング症候群の自覚症状が中学の頃にあった選手では、自覚症状が中学の頃になかった選手と比較して有意に疲労骨折が多かった。各種目においてその他の項目で有意な差はみられなかった。

＜高校駅伝＞

高校駅伝における疲労骨折の既往は32.9%にみられ、男性32.1%、女性34.0%であり、性別での有意差はなかった。疲労骨折の部位はすねが35.1%、足の甲26.0%（表1-2）であり、性別での違いは特にみられなかった。疲労骨折の発症時期は、疲労骨折の発症時期の記載があった66名を集計し、高校1年が34.8%（23名）、高校2年が24.2%（16名）、中学2年が13.6%（9名）、中学3年が12.1%（8名）、中学1年が9.1%（6名）、高校3年が3.0%

（2名）であった（図3）。1週間での練習の休日は平均0.82日、平均週間走行距離は男性109.7km、女性85.0kmであった。平均週間走行距離毎の詳細を表3に示す。食事制限は女性が61.3%で食事制限をしており、男性の36.6%より有意に多かった（ $p < 0.01$ ）。無月経の既往は54.0%の選手にみられ、そのうち中学の頃に無月経があった選手は29.9%であった。

各項目における疲労骨折の発症頻度（表4）は、練習の休日がない選手（男女）、初経発来遅延がある選手、中学1年または中学2年の頃に無月経があった選手、複数の学年で無月経がある選手、平均週間走行距離が85km以上で無月経の経験がある選手に疲労骨折が有意に多くみられた。練習の休日に関しては、休日が1週間ですらなくとも1日あればありとし、休日が全くない場合をなしとした。平均週間走行距離が85km以上の無月経の経験に関しては、平均週間走行距離が85km以上の選手において無月経の経験がある選手とない選手を比較し、無月経の経験がある選手が有意に疲労骨折の発症頻度が多かった。また、オーバートレーニング症候群の自覚症状がひとつでもあった選手（男女）は疲労骨折の発症が多い傾向であり、特に自覚症状が中学の頃にあった選手（男女）は、自覚症状が中学の頃になかった選手と比較して有意に疲労骨折が多くみられた。疲労骨折を発症した選手の自覚症状としては、疲れやすい51.7%（46/89）が最も多く、続いて倦怠感14.6%（13/89）、食欲不振11.2%（10/89）、睡眠障害10.1%（9/89）、集中力の欠如10.1%（9/89）、体重減少2.2%（2/89）であった。前述の自覚症状が中学の頃にあり、疲労骨折を発症した選手の自覚症状も同様の傾向であり、疲れやすい50.0%（12/24）が最も多く、続いて倦怠感12.5%（3/24）、食欲不振12.5%（3/24）、睡眠障害12.5%（3/24）、集中力の欠如8.3%（2/24）、体重減少4.1%（1/24）であった。食事制限に関して、男性において食事制限している選手は疲労骨

表3 平均週間走行距離 (高校駅伝)

平均週間 走行距離	20km 未満		20km 以上 40km 未満		40km 以上 60km 未満		60km 以上 80km 未満		80km 以上 100km 未満		100km 以上 120km 未満		120km 以上 140km 未満		140km 以上 160km 未満		160km 以上 180km 未満		180km 以上 200km 未満		200km 以上	
	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子
選手数 (名)	5	26	24	6	8	5	14	42	33	27	63	16	13	0	4	0	3	0				

折の発症が多い傾向であったが、女性選手では食事制限と疲労骨折の既往に関連はなかった。しかし、食事制限をしていて低体重に分類される body mass index (BMI) 18.5 未満の女性 (60 名) と食事制限をしておらず普通体重に分類される BMI 18.5 以上の女性 (14 名) を比較すると、前者では 21 名の 35.0%, 後者では 2 名の 14.3% に疲労骨折がみられ、食事制限をしている低体重の選手では疲労骨折の既往の割合が多い傾向であったが有意差はなかった (p=0.20)。

■ 考 察

種目別の疲労骨折の好発部位は、短距離・長距離は足の甲やすねが多く、跳躍・投擲は背骨、競歩はすね、混成は足の甲が多かったことから、それぞれの種目で前述の部位の痛みが続く場合は医療機関への受診が推奨される。競歩や混成は選手数が少ないため、今後症例数を重ねることが必要である。頻度の多かった疲労骨折の部位としては、足の甲は中足骨や舟状骨、すねは脛骨、背骨は腰椎分離症などが挙げると考えられる。

各項目における疲労骨折の発症頻度の検討では、いくつかのリスクファクターが示された。

オーバートレーニング症候群の自覚症状があった選手・練習の休みがない選手に疲労骨折が多かったことから、過度な運動が続き疲労が回復しないままトレーニングを継続すると局所への負荷が蓄積し、疲労骨折が起りやすい状態に至ると推察される。長距離では走行距離の問題もあるが、練習の休日を適度に設ける必要があると考える。特に中学生の女性に関しては、後述する Female Athlete Triad (FAT) を背景として高校生以降で疲労骨折を発症しやすくなると考えられるため、中学生の頃に過度なトレーニングにならないように、適度な練習量が望まれる。

高校駅伝の調査において食事制限を行っている男性は疲労骨折が多く発症している傾向であった。女性アスリートにおいては「利用可能エネルギー不足」「無月経」「骨粗鬆症」の FAT が着目されており、その主因は「利用可能エネルギー不足」によると考えられている^{2,3)}。近年、体重制限がある男性騎手は生物学的活性を有するテストステロン値と骨密度が低かったという報告⁴⁾があり、男性においても「利用可能エネルギー不足」「ホルモン異常」「骨粗鬆症」を背景として疲労骨折のリスク

表4 各項目における疲労骨折の発症頻度（高校駅伝）

	疲労骨折発症頻度		P 値
	あり	なし	
練習の休日（男女）			
*あり：1週間で少なくとも1日あり，なし：全くなし	30.0% (115/383)	41.1% (44/107)	0.03
初経発来遅延（初経発来なしも含む）	50.0% (14/28)	29.3% (48/164)	0.03
中学1年または中学2年の頃の無月経	58.8% (10/17)	29.3% (39/133)	0.01
複数学年での無月経	64.7% (11/17)	28.6% (38/133)	<0.01
平均週間走行距離85km以上で無月経の経験	41.7% (20/48)	20.0% (8/40)	0.03
オーバートレーニング症候群の自覚症状（男女）	39.0% (57/146)	30.8% (103/334)	0.08
中学の頃のオーバートレーニング症候群の自覚症状（男女）	63.6% (14/22)	30.4% (133/437)	<0.01
食事制限（男）	41.0% (34/83)	29.6% (45/152)	0.08
食事制限（女）	34.0% (35/103)	32.3% (21/65)	0.82
食事制限・低体重（BMI 18.5未満）（女）	35.0% (21/60)	14.3% (2/14)	0.20

*統計解析：食事制限・低体重（BMI 18.5未満）（女）はFisherの正確検定，その他は全てカイ2乗検定

が高くなる可能性が示唆されている。本研究の結果も同様の傾向があり，男性も過度な食事制限は疲労骨折のリスクとなる可能性がある。一方，本研究では女性における疲労骨折と食事制限に統計学的に有意な関連性はなかったが，食事制限をしている低体重（BMI 18.5未満）の女性選手では疲労骨折の既往の割合が多い傾向であった。症例数が少ないため，症例を増やして再度検討する必要がある。また，女性では食事制限をしている選手が6割にのぼり，その食事制限の程度が不明で間食のみを制限しているといった食事制限が含まれている可能性があるため，今後さらに詳細な調査も必要である。

疲労骨折と月経異常に関しては，高校生になっても初経が来ていない初経発来遅延や中学1年または中学2年の頃の無月経の経験，複数の学年での無月経，平均週間走行距離が85km以上で無月経の経験がある場合に疲労骨折の既往が有意に多くみられた。初経発来前の女性長距離選手では疲労骨折が多く⁵⁾，初経発来の平均は12~13歳で骨密度増加は12~15歳で著しく，無月経は骨密度の増加を妨げる^{2,3,6)}ことから，中学時代の初経発来遅延や無月経は骨密度増加に大きな影響を及ぼしていると考えられる。中学で初経がない場合や3カ月以上の無月経がある際は医療機関の受診が望まれる。難波らは十分に骨密度を獲得できないまま高校に入って強度の高いトレーニングを課された結果，高校で疲労骨折が発症しやすくなると推察⁷⁾しており，本研究の結果もその推察と合致する。すなわち，高校やシニアで活躍していくためには

中学時代から将来を見据えた疲労骨折の予防を行っていくことが肝要であり，適切な食事・適度な練習量・女性では正常な月経に留意することで骨密度を中学生の頃より増加させることが大切ではないかと考える。また，本研究で複数の学年での無月経は疲労骨折のリスクが高かったことが示され，長期の無月経や無月経を繰り返す場合も早期に医療機関を受診する方が望ましいと考える。さらに，来田らは高校駅伝女性選手において1週間の走行距離が80km以上で月経異常がある選手は疲労骨折の既往が多かったと報告⁸⁾しており，本研究においても平均週間走行距離が85km以上で無月経の経験がある選手に疲労骨折が多かったことから，長距離種目では月経異常とあわせて走行距離にも注意する必要があると思われる。

最後に，疲労骨折の発症には多くの要素が関連しており，その予防には練習の休日や適度な練習量，適切な食事摂取，女性では月経異常などの様々なことに注意を払う必要があると考える。

結 語

1. 高校生陸上競技選手に対する大規模な外傷・障害調査を基に疲労骨折につき検討を行った。

2. 疲労骨折の予防には，練習の休日や適度な練習量・適切な食事摂取が肝要であり，女性では月経異常に注意を要する。特に，将来を見据えた疲労骨折の予防の観点から，中学生の頃よりその注意や対策が必要である。

謝 辞

これらのアンケート調査報告は全国高等学校体育連盟の御協力のもと、スポーツ振興くじ助成金を受けて実施されました。御協力頂きました多くの皆様にこの場を借りて深謝致します。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

文 献

- 1) 鎌田浩史, 日本陸上競技連盟医事委員会. 陸上競技ジュニア選手のスポーツ外傷・障害調査～第1報(2014年度版)～. 2015.
- 2) Nattiv A, Loucks AB, Manore MM, et al. American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39: 1867-1882.
- 3) Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, et al. The IOC consensus statement: beyond the female athlete triad—Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *British journal of sports medicine.* 2014; 48: 491-497.
- 4) Dolan E, McGoldrick A, Davenport C, et al. An altered hormonal profile and elevated rate of bone loss are associated with low bone mass in professional horse-racing jockeys. *J Bone Miner Metab.* 2012; 30: 534-542.
- 5) 鳥居 俊, 横江清司, 万納寺毅智. 女子長距離ランナーの月経異常と骨量変化. *日本整形外科スポーツ医学会雑誌.* 1989; 8: 149-152.
- 6) 目崎 登. 女性アスリートのスポーツ障害. *関節外科.* 2006; 25: 204-208.
- 7) 難波 聡. 女性アスリートと骨障害. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2016; 24: 377-381.
- 8) 来田吉弘, 鳥居 俊, 横江清司. 高校女子駅伝選手の障害調査. *日本体力科学.* 1991; 40: 987.

(受付：2020年4月28日, 受理：2021年4月13日)

Stress fractures in elite high school athletes participating in athletics events

Tahara, K. ^{*1,2}, Kamada, H. ^{*1,3}, Yamasawa, F. ^{*1,4}

*¹ Medical Committee of Japan Association of Athletics Federations (JAAF)

*² Department of Orthopaedics Surgery, Tokyo Metropolitan Tama Medical Center

*³ Department of Orthopaedic Surgery, University of Tsukuba

*⁴ Marubeni Health Promotion Center

Key words: stress fracture, athletics, high school athletes

[Abstract] The present study was aimed to determine the factors affecting the occurrence of stress fractures (SF) in top high school athletes. In total, 2339 athletes participating in the Inter-High School Championships (IH) and 501 athletes participating in the national high school relay marathon championship underwent a questionnaire survey about their history of SF, subjective symptoms of overtraining syndrome (OTS), average running distance per week, number of days off, dietary restrictions, and menstruation (females only).

Among the IH participants, 16.1% had a past history of SF. The subjective symptoms of OTS were significantly associated with an increased risk of SF. Among the relay marathon participants, 32.9% had a past history of SF. No days off, the presence of subjective symptoms of OTS during junior high school, delayed menarche, amenorrhea during junior high school (first or second year), amenorrhea during multiple years in junior high school or high school, and amenorrhea associated with running an average of 85km or more per week increased the risk of SF significantly. Dietary restrictions tended to increase the risk of SF in males.

Adequate days off, an appropriate amount of training, a well-balanced diet, and normal menstruation were found to be important to prevent SF, especially from junior high school-age.