

# 前内果動脈の前脛骨動脈からの分岐レベル — fresh cadaver での検討 —

## Fresh Cadaveric Study of the Origin of the Anterior Medial Malleolar Artery from the Anterior Tibial Artery

殿谷 一朗<sup>1)</sup> Ichiro Tonogai      林 二三男<sup>1)</sup> Fumio Hayashi  
鶴尾 吉宏<sup>2)</sup> Yoshihiro Tsuruo      西良 浩一<sup>1)</sup> Koichi Sairyo

### ● Key words

前内果動脈, 前脛骨動脈, Fresh cadaver

### ● 要旨

前内果動脈は前脛骨筋腱の下を通過して足関節付近の前方を内側に横走するが、このような前脛骨動脈の枝にも足関節鏡手術の際の動脈損傷による仮性動脈瘤は起こりうる。今回、前内果動脈の分岐レベルを fresh cadaver 14 例 14 足で評価した。前内果動脈の前脛骨動脈からの分岐レベルは足関節裂隙線が 35.7%、足関節裂隙線より遠位レベルで分岐が 50.0%、近位レベルで分岐が 7.1% であった。本研究にて前内果動脈の前脛骨動脈からの分岐レベルが明らかとなり、症例によっては足関節鏡を施行する際は前内果動脈にも注意を払わなければならないことが示唆された。

### はじめに

足関節鏡は滑膜炎、遊離体、インピンジメント症候群、変形性関節症、骨軟骨損傷などさまざまな疾患の診断や治療に用いられ<sup>1)</sup>、スポーツ障害に対する治療にも大変有用である。関節鏡の合併症の 1 つとして動脈損傷に伴う仮性動脈瘤があり、その頻度は 0.008% と報告されている<sup>2)</sup>。足関節鏡手術の際の動脈損傷による仮性動脈瘤の合併症も起こることが報告されている<sup>3)</sup>。足部・足関節の手術の際の仮性動脈瘤は前脛骨動脈(足背動脈)本幹に最も高頻度に生じるが、前内外果動脈といった前脛骨動脈の枝でも起こりうるといわれている<sup>4,5)</sup>。われわれは compromised host 例において足関節

鏡手術後の前内果動脈の仮性動脈瘤を経験した(図 1)ことから、前内果動脈の前脛骨動脈からの分岐が足関節裂隙線に近い場合は前内果動脈を損傷する可能性があるのではないかと考えた。本研究の目的は、fresh cadaver を用いて、前内果動脈の前脛骨動脈からの分岐レベルを造影 computed tomography (CT) で評価することである。

### 対象と方法

本研究は徳島大学病院倫理審査委員会と Clinial Anatomy Laboratory 運営委員会での承認を得ている。関節症性変化や変形のない fresh cadaver 14 例 14 足(男性 10 例, 女性 4 例, 右 7 足, 左 7 足, 平均年齢 79.0 歳)を研究対象とした。外腸骨動脈にカテーテルを挿入し、

殿谷一朗  
〒770-8503 徳島市蔵本町 3-18-15  
徳島大学運動機能外科学 (整形外科)  
TEL 088-633-7240/FAX 088-633-0178  
E-mail itonogai@tokushima-u.ac.jp

1) 徳島大学運動機能外科学 (整形外科)  
Department of Orthopedics, Institute of Biomedical Science, Tokushima University Graduate School  
2) 徳島大学顕微解剖学  
Department of Anatomy and Cell Biology, Tokushima University Graduate School

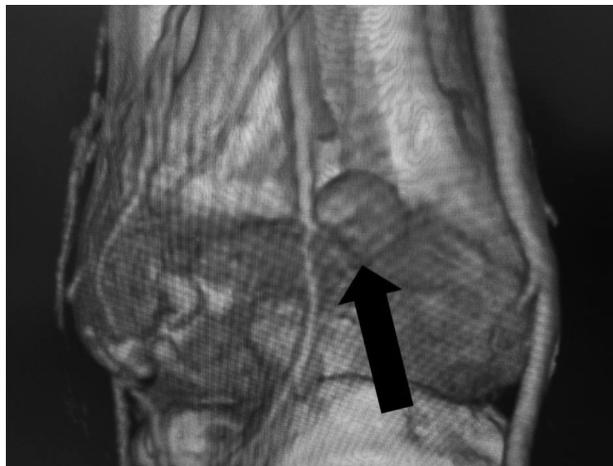


図1 前内果動脈に仮性動脈瘤を生じた症例(自験例)  
55歳, 男性. 約13年前に感染性心内膜炎による高度な大動脈弁閉鎖不全症に対して大動脈弁置換術をうけた既往があるため, 以後ワーファリンを服用していた. 感染性足関節炎に対し, 足関節鏡視下でブリードマン施行後, 前内果仮性動脈瘤を認めしたが, 結紮にて加療した.

生理食塩水で灌流した後, 造影剤としてバリウム (Barystester, 伏見製薬所社製) を注入して CT (Somatom Emotion 16, Siemens 社製) にて 1.0 mm スライスで撮影した<sup>6)</sup>. 矢状断像で脛骨天蓋前縁と後縁を結ぶ線を引き, これを足関節裂隙線と定義した. 前内果動脈の前脛骨動脈との連続性を矢状断像(図 2a), 冠状断像(図 2b), 横断像(図 2c) で前内果動脈の有無ならびに前内果動脈の前脛骨動脈からの分岐部を同定し, これが描出される矢状断において, 前内果動脈の分岐点と足関節裂隙線との距離を計測した(図 3).

## 結 果

14 足中 1 例 (7.1%) で前内果動脈が存在しなかった. 前内果動脈の前脛骨動脈からの分岐レベルは足関節裂隙線が 14 足中 5 例 (35.7%), 足関節裂隙線より遠位レベルで分岐が 14 足中 7 例 (50.0%), 足関節裂隙線より近位レベルで分岐が 14 足中 1 例 (7.1%) であり(表 1), 足関節裂隙線レベルで分岐, あるいは足関節裂隙線より遠位レベルで分岐する頻度は高く, 足関節裂隙線より近位レベルで分岐する頻度は低かった.

前内果動脈の前脛骨動脈からの分岐レベルが足関節裂隙線より遠位レベルの場合, 足関節裂隙線から前内果動脈の分岐レベルまでの距離は平均 5.0 mm, 前内果動脈の前脛骨動脈からの分岐レベルが足関節裂隙線より近位

レベルの場合, 足関節裂隙線から前内果動脈の分岐レベルまでの距離は 4.8 mm であった(表 1).

## 考 察

前内果動脈の存在率は, Dubreuil-Chambardel ら, Ballmer らはそれぞれ 84%, 80% と報告している<sup>7,8)</sup>. 本研究では 92.9% であり, これらの報告より前内果動脈の存在率が若干高かった. これらの違いは, 人種間の違いなどを反映しているのかもしれない.

前内果動脈の前脛骨動脈からの分岐レベルは, Dubreuil-Chambardel らは足関節裂隙線より遠位での分岐が 52%, 近位での分岐が 32% と報告している<sup>7)</sup>. 一方, Adachi ら, Huber ら, Gilbert らはそれぞれ足関節裂隙線レベルでの分岐が 44%, 55~60%, 55%, 足関節裂隙線より遠位レベルでの分岐が 36%, 1~3%, 近位レベルでの分岐が 20%, 13~15%, 45% と報告している<sup>9-11)</sup>. これらの報告において, 前内果動脈の分岐レベルが足関節裂隙線である割合と足関節裂隙線より遠位である割合との合計が, 分岐レベルが足関節裂隙線より近位である割合より多いという点では, 本研究と一致していた.

前内果動脈の前脛骨動脈からの分岐レベルは, 分岐レベルが足関節裂隙線より遠位の場合, Huber らはその距離は 10 mm と報告している<sup>10)</sup>. しかし, 本研究では 5.0 mm であり, これらの報告とは異なっていた. これらの報告では解剖にて展開した後での計測であり, 本研究とは異なるため, その違いを反映しているのかもしれない. また, 分岐レベルが足関節裂隙線より近位の場合, Gilbert らはその距離は 4 mm と報告している<sup>11)</sup>. 本研究では 4.8 mm であり, これらの報告と類似していた.

臨床的には, 血管脆弱性を有する例, 抗凝固治療をしている例, 感染性足関節炎を有する例など compromised host 例に足関節鏡手術を施行する際は, 動脈損傷による仮性動脈瘤がより生じやすいと考えられるため<sup>12)</sup>, 術前に造影 CT で前内果動脈を評価することが本研究では示唆された.

本研究の限界としては, 前内果動脈の走行, 長さ, 太さなどが評価できていないことがあげられる. 前内果動脈が足関節裂隙線より遠位で分岐する場合, 近位で分岐する場合のどちらが損傷のリスクが上がるかも今後の検討課題である. また, 侵襲を考えると, 超音波など造影 CT 以外の機器を用いた臨床的な前内果動脈の評価方法も必要かもしれない.

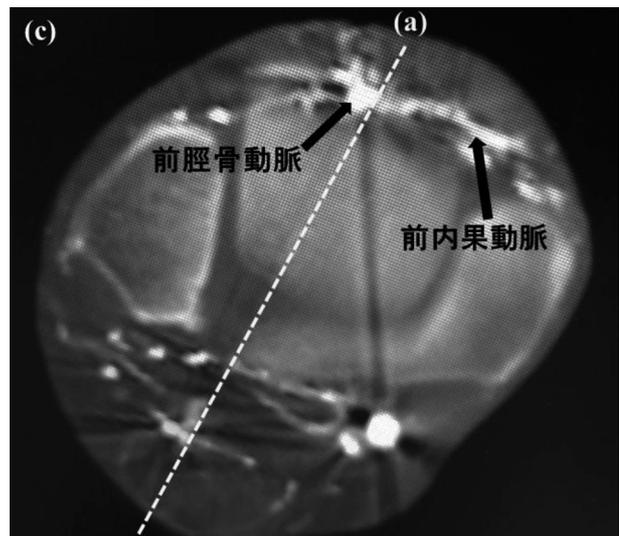
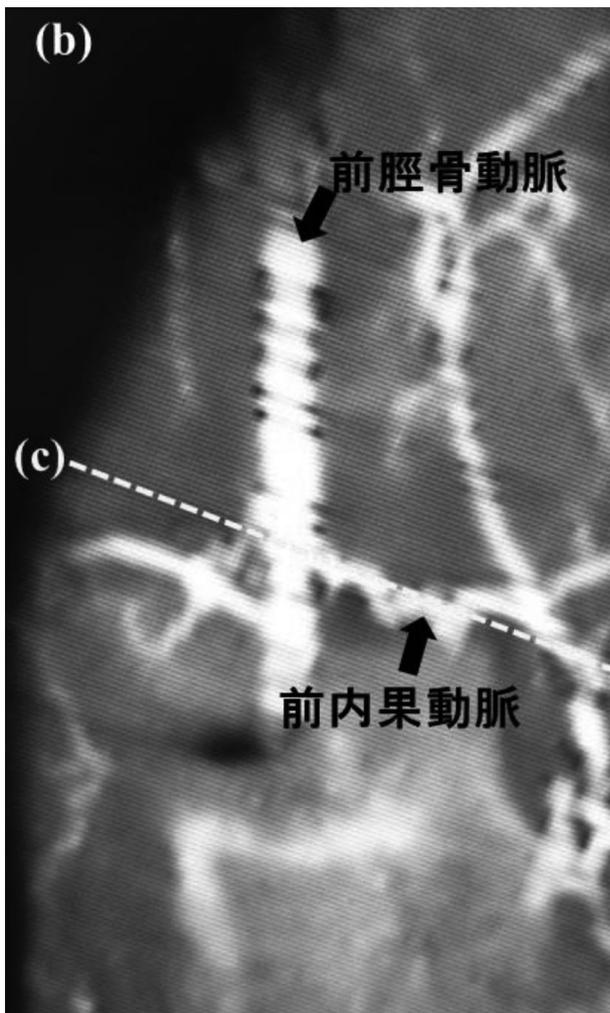
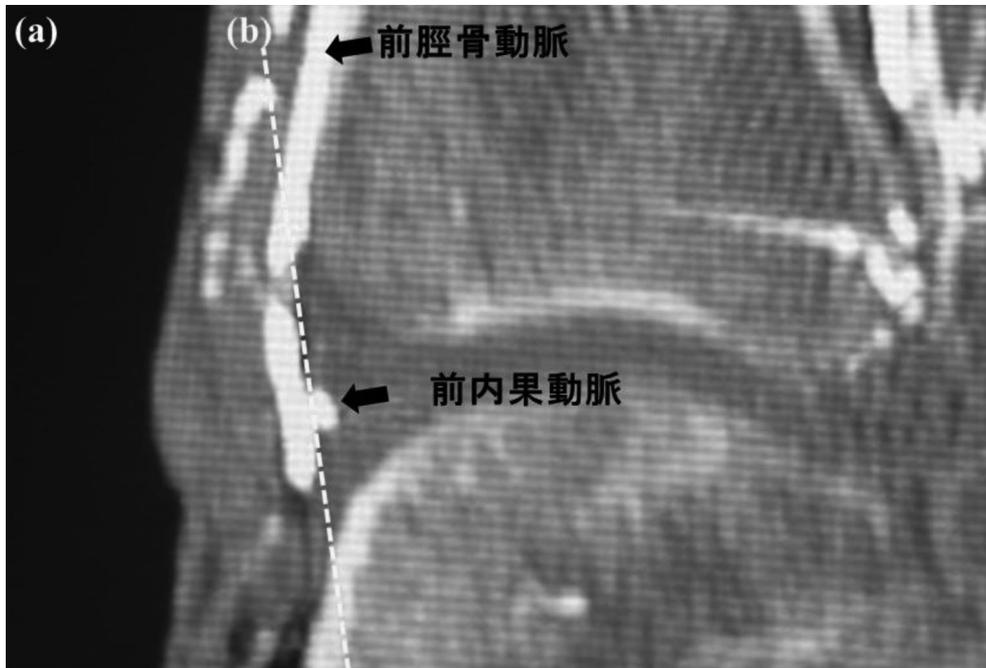


図2 造影 CT での前内果動脈の分岐レベルの確認  
a: 矢状断像. b は冠状断でのカットラインを示す.  
b: 冠状断像. c は横断像でのカットラインを示す.  
c: 横断像. a は矢状断でのカットラインを示す.

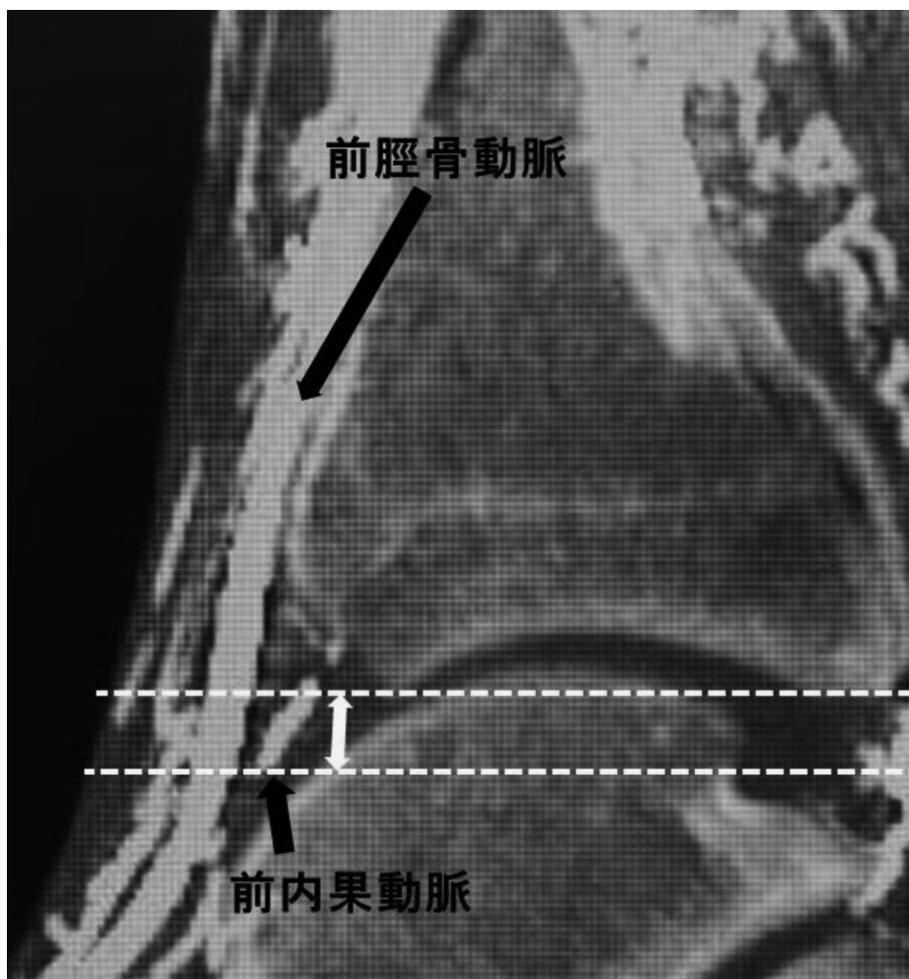


図3 前内果動脈の分岐レベルの計測方法  
矢状断像で脛骨天蓋前縁と後縁を結ぶ線を引き、これを足関節裂隙線と定義.

表1 各 fresh cadaver における、前内果動脈の前脛骨動脈からの分岐レベルの計測結果

No.	性別, 年齢, 左右	前内果動脈の前脛骨動脈からの分岐レベルから足関節裂隙線までの距離 (mm)
1	女性, 48歳, 左	4.8 (近位)
2	男性, 70歳, 右	2.5 (遠位)
3	女性, 70歳, 左	0
4	男性, 96歳, 右	-
5	女性, 69歳, 右	0
6	女性, 92歳, 右	3.3 (遠位)
7	男性, 70歳, 右	5.4 (遠位)
8	女性, 95歳, 左	6.9 (遠位)
9	男性, 78歳, 左	5.1 (遠位)
10	男性, 90歳, 右	0
11	男性, 77歳, 左	9.1 (遠位)
12	男性, 77歳, 左	0
13	男性, 93歳, 左	0
14	男性, 81歳, 右	3.1 (遠位)
平均	79.0歳	全体 (n=13) : 遠位 2.3 mm (遠位 9.1- 近位 4.8 mm) 同レベル (n=5) : 0 mm 遠位 (n=7) : 5.0 mm (2.5-9.1 mm) 近位 (n=1) : 4.8 mm

## 結 語

Fresh cadaver に対して行なった特殊な造影 CT 検査により, 前内果動脈の前脛骨動脈からの分岐レベルを明らかにした。

症例によっては, 足関節鏡手術を施行する際は, 前内果動脈にも十分注意を払わなければならないことが示唆された。

## 文 献

- 1) Fox JM et al : Vascular complication. In : Sprague NF III, ed. Complications in arthroscopy. Raven Press, New York : 107-124, 1989.
- 2) de Leeuw PA et al : Arthroscopy and endoscopy of the ankle and hindfoot. Sports Med Arthrosc, 17 : 175-184, 2009.
- 3) Yu JL et al : Pseudoaneurysms around the foot and ankle : case report and literature review. Foot Ankle Surg, 19 : 194-198, 2013.
- 4) Marks RM et al : Pseudoaneurysm of the lateral malleolar artery after an ankle sprain : case report and review of the literature. Foot Ankle Int, 20 : 741-743, 1999.
- 5) Başarir K et al : Medial and lateral malleolar arteries in ankle arthroscopy : a cadaver study. J Foot Ankle Surg, 46 : 181-184, 2007.
- 6) Tonogai I et al : Location and direction of the nutrient artery to the first metatarsal at risk in osteotomy for hallux valgus. Foot Ankle Surg, 24 : 460-465, 2018.
- 7) Dubreuil-Chambardel L : Variations des artères du Pelvis et du membre inferieur. Masson et Cie, Paris : 191-271, 1925.
- 8) Ballmer FT et al : The medial malleolar network : a constant vascular base of the distally based saphenous neurocutaneous island flap. Surg Radiol Anat, 21 : 297-303, 1999.
- 9) Adachi B et al : Das Arteriensystem der Japaner. Maruzen, Kyoto und Tokyo : 215-291, 1928.
- 10) Huber JF : The arterial network supplying the dorsum of the foot. Anat Rec, 80 : 373-391, 1941.
- 11) Gilbert BJ et al : Potential donor rotational bone grafts using vascular territories in the foot and ankle. J Bone Joint Surg Am, 86-A : 1857-1873, 2004.
- 12) Kotwal RS et al : Anterior tibial artery pseudoaneurysm in a patient with haemophilia : a complication of ankle arthroscopy. J Foot Ankle Surg, 46 : 314-316, 2007.

# 学童期腰椎分離症の治癒阻害因子の検討

## Analysis of Risk Factor at Conservative Therapy for Childhood Lumbar Spondylolysis

蒲田 久典 <sup>1~3)</sup>	Hisanori Gamada	辰村 正紀 <sup>2)</sup>	Masaki Tatsumura
奥脇 駿 <sup>2)</sup>	Shun Okuwaki	松浦 智史 <sup>2)</sup>	Satoshi Matsuura
猪股 兼人 <sup>2)</sup>	Kento Inomata	山崎 正志 <sup>3)</sup>	Masashi Yamazaki

### ● Key words

腰椎分離症, 学童期, 骨癒合率  
Spondylolysis : Childhood : Fusion rate

### ● 要旨

学童期腰椎分離症患者の保存治療における治癒阻害因子を検討した。初診時12歳以下の新鮮腰椎分離症患者19例27分離を対象とした。14例20分離74.1%で骨癒合を得た。骨癒合率は分離前期100%, 初期69.2%, 進行期75.0%だった。片側・両側の骨癒合率は、片側が100%, 両側が63.2%であった。対側偽関節は3例3分離に認め、すべて偽関節化した。潜在性二分脊椎(spina bifida occulta; SBO)は17例89.5%に認め、とくにS1のSBOは16例84.2%に認めた。偽関節化した5例7分離は全例で罹患高位はL5で、両側分離、S1のSBOを認めた。学童期腰椎分離症において、対側偽関節は治癒阻害因子であり、L5分離の治癒阻害因子とされるS1のSBO保有率が高いため注意が必要である。

### 背 景

青少年の腰椎分離症は、9割以上が中高生発症<sup>1)</sup>の疾患との報告もあるが、近年ではMRIのshort tau inversion recovery (STIR)像における椎弓根部の高信号変化(high signal change; HSC)による早期診断<sup>2)</sup>が広まり、3割以上が6歳から12歳の学童期発症という報告<sup>3)</sup>もあ

り、より若年発症での腰椎分離症が注目されている。一方で、学童期の患者は骨年齢が未熟で分離すべり症へ移行しやすいこと<sup>4)</sup>、高い潜在性二分脊椎(spina bifida occulta; SBO)保有率<sup>3)</sup>、中高生と比較し骨癒合率に劣る<sup>5)</sup>など、好発年齢である中高生とは異なる特徴をもつが、その治癒阻害因子に関する報告は少ない。本研究の目的は、12歳以下の腰椎分離症患者の保存治療における治癒阻害因子を検討することである。

蒲田久典  
〒302-0102 守谷市松前台1-17  
社会医療法人社団光仁会総合守谷第一病院整形外科  
TEL 0297-45-5111/FAX 0297-45-5050  
E-mail hisanorigamada@gmail.com

- 1) 社会医療法人社団光仁会総合守谷第一病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Moriya Daiichi General Hospital
- 2) 筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター/茨城県厚生連総合病院水戸協同病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery and Sports Medicine, Tsukuba University Hospital Mito Clinical Education and Training Center/ Mito Kyodo General Hospital
- 3) 筑波大学医学医療系整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of Tsukuba

表1 調査結果

		全体	骨癒合	偽関節	骨癒合率
全体		27分離	20分離	7分離	74.1%
病期別	分離前期	2分離	2分離	0分離	100%
	初期	13分離	9分離	4分離	69.2%
	進行期	12分離	9分離	3分離	75.0%
片側/両側	片側	8分離	8分離	0分離	100%
	両側	19分離	7分離	12分離	63.2%
対側偽関節	あり	24分離	20分離	4分離	83.3%
	なし	3分離	0分離	3分離	0%
SISBO	あり	4分離	4分離	0分離	100%
	なし	23分離	16分離	7分離	70.0%

統計方法：\* Fisherの正確確率検定

対象と方法

対象は、2015年4月から2018年3月までの3年間、当院当科外来においてMRIのSTIR像で椎弓根部にHSCを認め新鮮腰椎分離症と診断した初診時12歳以下の患者19例27分離(平均11.3歳, 男児14例, 女児5例)である。新鮮腰椎分離症の診断は、MRIのSTIR像でHSCを認めるものとした。ただし椎弓の両側に病変を認め、片側が新鮮病変、対側がHSCを伴わない偽関節病変の場合は、新鮮病変のみを対象とした。罹患高位はL4が3分離, L5が24分離であった。骨年齢はcartilaginous stageが7例, apophyseal stage 11例, epiphyseal stage 1例であった。

全例に保存療法を行なった。治療プロトコルは体育を含めた運動の中止, 腰椎伸展・回旋制限装具(テクノブレイス社製ナイト型半硬性コルセット)の装着, およびアスレティックリハビリテーションである。治療中は1ヵ月ごとにMRIを撮像し, STIR像におけるHSCが消失した時点でCTを撮影し骨癒合を評価した。水平断・矢状断・冠状断のうち2条件で皮質骨の連続性を認めたものを「骨癒合」, 皮質骨の連続性を認めなかったものを「偽関節」とした。新鮮腰椎分離症の診断日から, MRIでHSCが消失するまでの期間を経過観察期間とした。

初診時に, CT水平断による病期(分離前期<sup>6)</sup>, 初期, 進行期), 病変が片側のみ(片側分離)か対側偽関節を含め両側椎弓に病変を認める(両側分離)か, 両側分離において対側病変が偽関節かどうか(対側偽関節), SISBOの有無を調査し, それぞれの要素と骨癒合との関連を検討した。

統計学的処理は, Fisherの正確確率検定を用い, 有意水準は0.05とした。

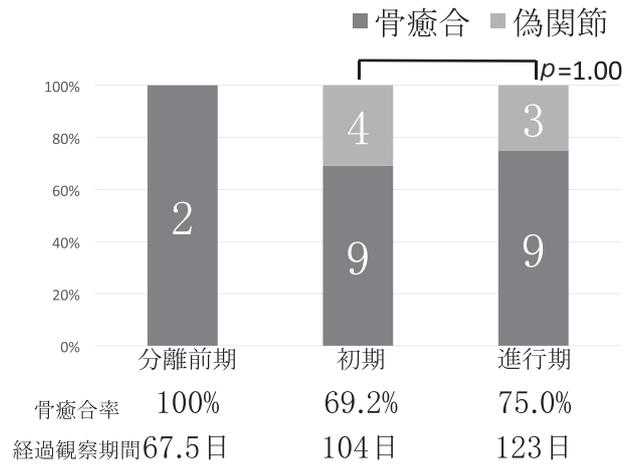


図1 病期別骨癒合率

結 果

結果を表1に示す。全19例27分離中, 14例20分離74.1%で骨癒合を得た。5例7分離で偽関節化した。経過観察期間は全体105日, 骨癒合群104日, 偽関節群106日であった。病期別の骨癒合率, 経過観察期間は, 分離前期2/2分離100%, 67.5日, 初期9/13分離69.2%, 104日, 進行期9/12分離75.0%, 123日であった(図1)。初期, 進行期の間で骨癒合率に有意差を認めなかった( $p=1.00$ )。片側・両側での骨癒合率, 経過観察期間は, 片側分離8/8分離100%, 89.2日, 両側分離は12/19分離63.2%, 115日であった(図2)。片側, 両側間で骨癒合率に有意差を認めなかった( $p=0.07$ )。両側分離のうち, 対側偽関節を認めるものは3例3分離であり全例偽関節化した(経過観察期間99.0日)。対側偽関節を認めない16例24分離中, 14例20分離83.3%は骨癒合を得られ(経過観察期間106日), 対側偽関節

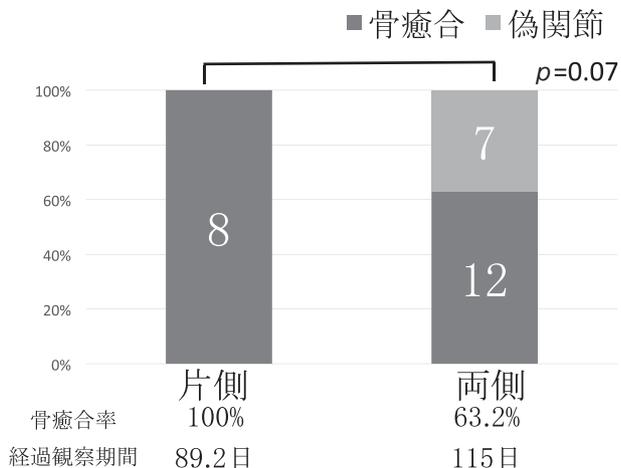


図2 片側, 両側分離と骨癒合率

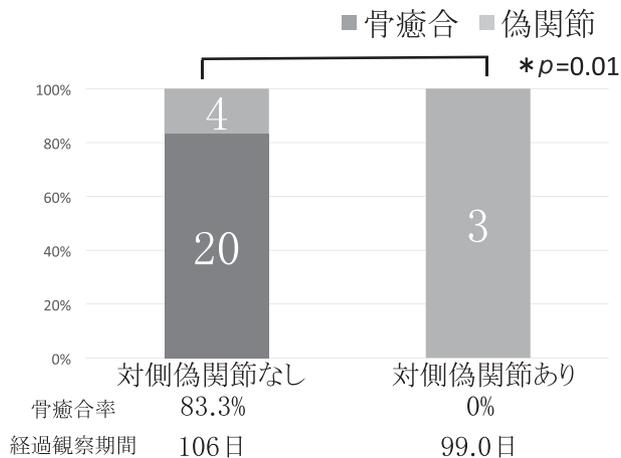


図3 対側偽関節の有無と骨癒合率

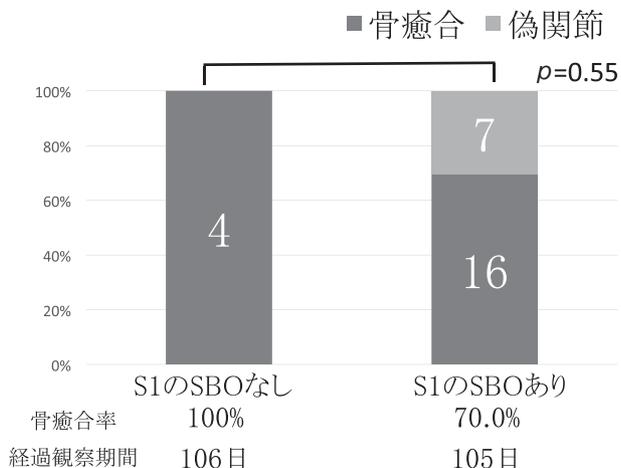


図4 S1のSBOの有無と骨癒合率

は有意な治癒障害因子であった(図3,  $p=0.01$ )。SBOの保有率は89.5%(17/19例)であった。L5のSBOは5.3%(1/19例)だが、S1のSBOは84.2%(16/19例)と高率に認めた。S1のSBOの有無と骨癒合率、経過観察期間は、S1のSBOなし4/4分離100%、106日、S1のSBOあり16/23分離70.0%、105日であった(図4,  $p=0.55$ )。偽関節化した5例7分離は、全例が罹患高位はL5で、両側分離、S1のSBOを認めた。

## 症 例

### 代表症例1：癒合例

12歳男児、野球。MRIで左L5にHSCを認め(図5a矢印)、CTでは明らかな骨折線を認めず(図5b)、左L5

の分離前期病変と診断した。単純X線でS1にSBOを認めた(図5c)。2ヵ月でHSCは消失し(図5d)、CTでも完全骨折に至らず骨癒合を得た(図5e)。運動復帰を許可し、その後は腰痛なく競技に復帰している。

### 代表症例2：偽関節例

12歳男児、柔道。MRIで両L5にHSCを認め(図6a矢印)、CTで右に進行期、左に初期の病変を認めた(図6b)。単純X線でS1、S2にSBOを認めた(図6c)。4ヵ月でHSCは消失したが骨癒合を得られず偽関節化した(図6d)。その後も腰痛が持続し運動復帰が困難であり、偽関節化から7ヵ月でsmiley face rod法による分離部修復術を行なった(図6e)。術後3ヵ月で運動復帰を許可し、術後6ヵ月で骨癒合を得た(図6f)。

## 考 察

本研究における学童期の腰椎分離症患者の骨癒合率は74.1%であり、とくに初期病変の骨癒合率は69.2%にとどまった。諸家の報告では初期病変の骨癒合率は、全年齢で82.7<sup>7)</sup>~94%<sup>8)</sup>と報告されており、過去の報告と同様、学童期の腰椎分離症の骨癒合率は中高生と比較して低い<sup>5)</sup>。

学童期の骨癒合率が低い年齢以外の要因として、本研究においては対側偽関節が考えられた。両側分離において対側に偽関節が存在すると椎体後面・椎弓根・椎弓で構成される脊柱管の骨性輪状構造の連続性が断たれており、残存した椎弓峡部に応力が集中するため骨癒合が非常に得られにくい<sup>9)</sup>。本研究でも対側偽関節の3例3分離(初期2分離、進行期1分離)はすべて偽関節化し、

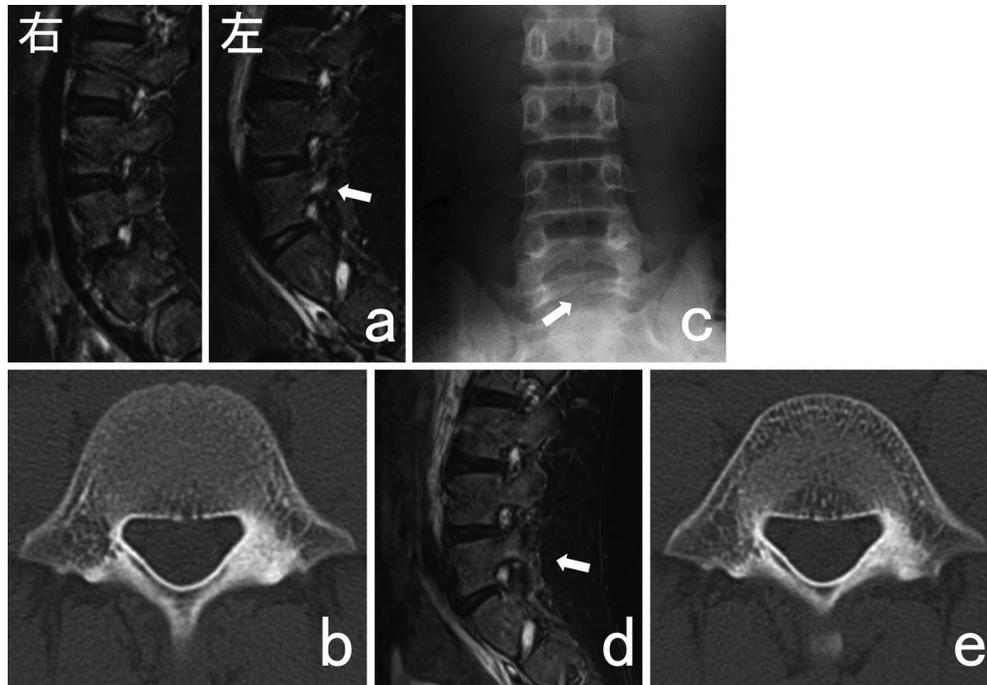


図5 代表症例1：癒合例

- a：初診時腰椎MRI STIR 矢状断：左 L5 椎弓根基部にHSC を認める(矢印)。
- b：初診時腰椎単純CT 水平断 L5：左椎弓に骨硬化を認めるが明らかな骨折線を認めない。
- c：初診時単純X線 腰椎正面像：S1 にSBO(矢印)を認める。
- d：評価時(治療後2ヵ月)腰椎MRI SITR 矢状断：左 L5 椎弓根基部のHSC は消失している。
- e：評価時(治療後2ヵ月)腰椎単純CT 水平断 L5：完全骨折に至らず骨癒合を得た。

対側偽関節は統計学的にも有意な治癒阻害因子であった。一方で学童期の腰椎分離症の特徴として中高生と比較し初診時の対側偽関節が多いことが報告されている<sup>3)</sup>。対側偽関節は中高生同様、学童期の腰椎分離症においても有意な治癒阻害因子であり、かつ初診時の対側偽関節合併率が高いことは初診時、その後の治療において注意が必要である。

また本研究では統計学的に有意な治癒阻害因子ではなかったが、全患者の89.5%と高率にSBOを認め、とくにS1のSBOは84.2%の症例で認めた。

SBOは全年齢の新鮮腰椎分離症患者の33.3%に認め<sup>10)</sup>、とくに学童期のL5分離を認める症例のS1のSBO保有率は92.6%<sup>11)</sup>と高い。腰椎分離症におけるSBO合併は治癒阻害因子であり<sup>12)</sup>、とくにS1のSBOは、S1棘突起の欠損もしくは形成不全のためL5棘突起の後屈制限要素としての働きを減少させ、L5椎体の後屈可動域を拡大しL5椎間関節および椎弓への負荷を増大させる因子であると考えられ、全年齢のL5分離において治癒阻害因子であると報告されている<sup>13)</sup>。またSterbaらは、腰仙椎の有限要素モデルにおいて、腰椎

に対する軸圧がL5の関節突起間部の負荷を高め、前屈と回旋により負荷が最大化し、腰椎分離症の発生リスクとなると報告している<sup>14)</sup>。S1のSBOは、S1棘突起の欠損、形成不全に伴うL5～S1棘間靭帯の機能低下、後方支持性の低下により前屈時においても関節突起間部への負荷を増大させる可能性があると考えられる。S1のSBOは前屈・後屈両方の運動において、椎弓・関節突起間部への負荷を増大させ、腰椎分離症の発生リスクを高め、治癒阻害因子となる可能性がある。

本研究においてもS1のSBOを認めない症例では全例で骨癒合を得られている一方、S1のSBOを認める症例の骨癒合率は70.0%に留まった。本研究の結果からはSBOが統計学的に阻害因子であるとはいえないが、症例数が少ないために有意差が生じなかった可能性があると考えられる。学童期の腰椎分離症の特徴として、腰椎分離症の好発部位であるL5分離の治癒阻害因子とされるS1のSBO保有率が高いことは留意する必要がある。

一方で分離前期の病変は2例2分離すべてが片側病変であり、100%骨癒合が得られた。CTで骨折線を認めないbone marrow edemaとされる分離前期は100%近

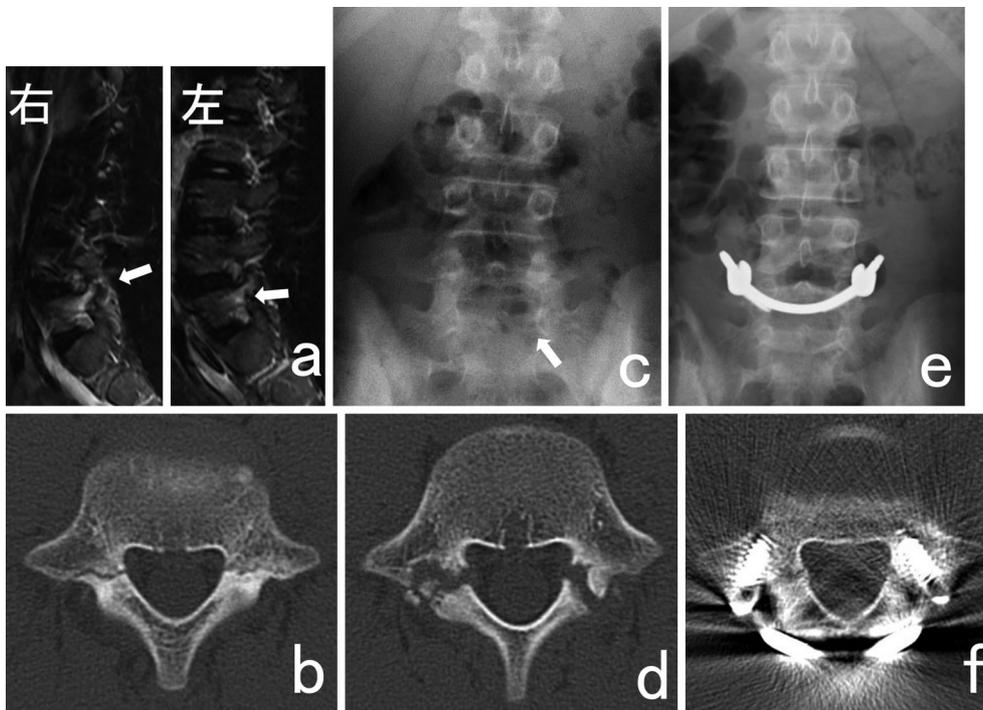


図6 代表症例2：偽関節例  
 a：初診時腰椎MRI STIR 矢状断：両L5椎弓根基部(矢印)にHSCを認める。  
 b：初診時腰椎単純CT水平断L5：右に進行期病変，左に初期病変を認める。  
 c：初診時単純X線腰椎正面像：S1(矢印)，S2にSBOを認める。  
 d：評価時(治療後4ヵ月)腰椎単純CT水平断L5：両側偽関節化した。  
 e：術直後単純X線腰椎正面像：smiley face rod法による分離部修復術を行なった。  
 f：術後6ヵ月腰椎単純CT水平断L5：両側で骨癒合を得た。

い骨癒合率が得られる一方，その診断のためにはより早期のMRI撮像が重要である<sup>6)</sup>。小中学生では2週間以上続く腰痛患者のうち45%が腰椎分離症という報告<sup>1)</sup>もあるが，初診時対側偽関節やS1のSBOなど治癒阻害因子の合併の多い学童期の腰椎分離症においては，中高生よりもさらに早期のMRI撮像を行ない，病期が進行する前に腰椎分離症の診断と治療を行なうことが重要である。

### 結 語

学童期腰椎分離症の骨癒合率は74.1%であった。

対側偽関節は治癒阻害因子であり，病期，SBOの有無，両側分離は治癒阻害因子ではなかった。治癒阻害因子ではなかったが，L5分離の治癒阻害因子とされるため，S1のSBO保有率の高さに注意が必要である。

対側偽関節が多く，S1のSBO保有率の高い学童期の腰椎分離症は，中高生よりもさらに早期の診断と治療が重要である。

### 文 献

- 1) 酒巻忠範：発育期腰椎分離症の早期診断と保存療法のポイント. 整・災外, 55: 467-475, 2012.
- 2) Sairyō K et al: MRI signal changes of the pedicle as indicator for early diagnosis of spondylolysis in children and adolescents; a clinical and biomechanical study. Spine, 31: 206-211, 2006.
- 3) 塚越祐太ほか：学童期の急性腰椎分離症の特徴. 日臨スポーツ医会誌, 26: 115-120, 2018.
- 4) Sairyō K et al: Development of spondylolyticolisthesis in adolescents. Spine J, 1: 171-175, 2001.
- 5) 吉田徹：成長期腰椎分離症の診断と治療. 日腰椎会誌, 9: 15-22, 2003.
- 6) 蒲田久典ほか：青少年の腰椎分離症における分離前期症例の検討. J Spine Res, 9: 1436-1442, 2018.
- 7) 辰村正紀ほか：腰椎分離症治療のupdate. 別冊整形外, 73: 102-107, 2018.

- 8) Sairyo K et al : Conservative treatment for pediatric lumbar spondylolysis to achieve bone healing using a hard brace : what type and how long? J Neurosurg Spine, 16 : 610-614, 2012.
- 9) 辰村正紀ほか：片側終末期分離症の対側に発生した腰椎分離症における新鮮分離部の癒合率. 日臨スポーツ医学会誌, 25 : 367-373, 2017.
- 10) 石本立ほか：腰椎分離症に対し保存療法を施行した症例の検討—潜在性二分脊椎併発の有無と片側・両側分離が癒合率, 癒合期間に及ぼす影響—. 関東整災外会誌, 48 : 76-81, 2017.
- 11) Sakai T et al : Characteristics of lumbar spondylolysis in elementary school age children. Eur Spine J, 25 : 602-606, 2016.
- 12) 石本立ほか：潜在性二分脊椎併発の有無と片側・両側分離が腰椎分離症治療に及ぼす影響. 日臨スポーツ医学会誌, 26 : 442-450, 2018.
- 13) 三原唯暉ほか：潜在性二分脊椎は腰椎分離症の予後不良因子であるか? 静岡整形誌, 9 : 78-85, 2016.
- 14) Sterba M et al : Biomechanical analysis of spinopelvic postural configurations in spondylolysis subjected to various sport-related dynamic loading conditions. Eur Spine J, 27 : 2044-2052, 2018.

# 小学生軟式野球選手における下肢柔軟性の 1年後変化と障害の関連性について

## Relationship Between the Changes of the Lower Extremity Flexibility in Years of Elementary Baseball Players and the Disability

横田 尚子<sup>1)</sup> Naoko Yokota 中川 泰彰<sup>1,2)</sup> Yasuaki Nakagawa  
向井 章悟<sup>1,2)</sup> Syougo Mukai 井上 直人<sup>1)</sup> Naoto Inoue  
木下 和昭<sup>3)</sup> Kazuaki Kinoshita

### ● Key words

メディカルチェック, 野球, ストレッチ

### ● 要旨

われわれは、K 県軟式野球選手に対して野球検診を実施しており、検診の結果、下肢ストレッチ要と『野球健康手帳』に記載された選手の1年後の検診結果、障害が疑われた選手と疑われなかった選手の下肢柔軟性の変化を調査した。

2016年の検診でストレッチングが必要と判定され、2017年の検診で二次検診が必要と判断された7名と異常のない22名を比較した。結果、ストレッチングの必要性を伝えたことで柔軟性向上が認められたが、新たに障害を疑われた群は、投球側、非投球側ともに下肢伸展挙上テスト(SLR)の柔軟性に変化が認められなかった。SLRに反映されるハムストリングスの柔軟性低下は、小学生軟式野球選手の障害発生と関連があることが示唆された。

### はじめに

近年、全国各地で少年野球選手に対して検診や障害予防に対するストレッチング指導が盛んに実施されている。山本<sup>1)</sup>は、成長期にある少年野球選手(平均年齢11.4歳)を対象に1年間の縦断的調査を実施した結果、身長、体重、四肢長のすべてが増大するが、肩・股関節の可動域や下肢の筋柔軟性は低下することを報告している。また、小・中・高校生にストレッチング指導を実施することにより、ストレッチングへの意識が改善され柔

軟性が向上することが報告されている<sup>2~4)</sup>。

われわれは、2011年より軟式野球連盟から依頼されK 県軟式野球選手に対して野球検診を実施している。2015年には連盟の方針として大会に参加する選手は野球検診を受診することが義務化された。当初より検診結果を確実に現場にフィードバックするために『野球健康手帳』を作成し、結果を記載して選手一人ひとりに返している。『野球健康手帳』には検診の結果、さらなる精査が必要な場合は「二次検診要。(部位)の精査必要」と記載し、問題がない場合は「異常なし」と記載している。しかし検診の結果、異常はないが柔軟性の低下が認めら

横田尚子  
〒612-8555 京都市伏見区深草向畑町1-1  
国立病院機構京都医療センタースポーツ医学センター  
TEL 075-641-9161(代)/FAX 075-643-4325

- 1) 国立病院機構京都医療センタースポーツ医学センター  
Sports Medicine Center, National Hospital Organization Kyoto Medical Center
- 2) 国立病院機構京都医療センター整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, National Hospital Organization Kyoto Medical Center
- 3) 四條畷学園大学リハビリテーション学部  
Faculty of Rehabilitation, Shijonawate Gakuen University

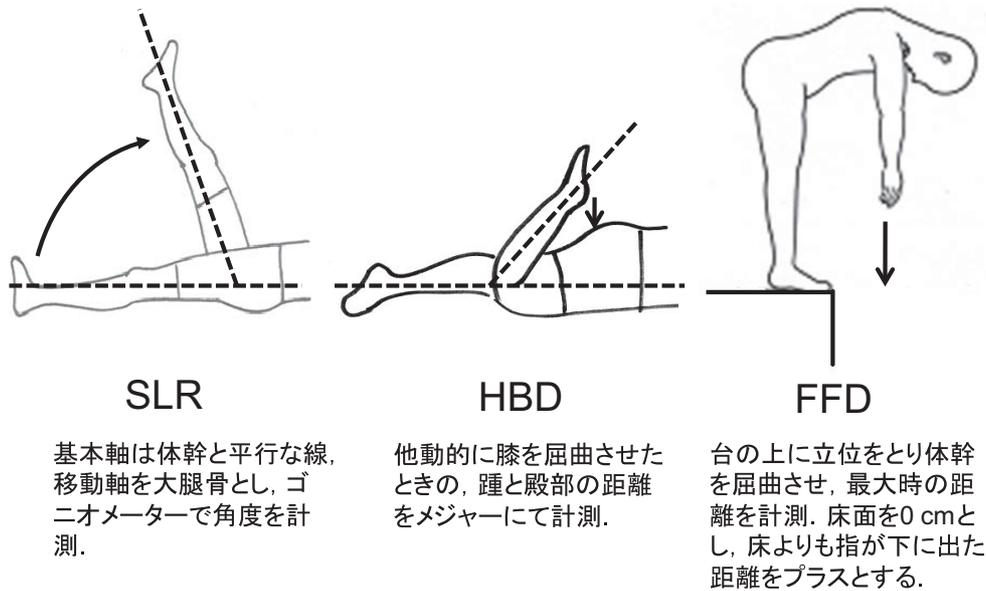


図1 下肢柔軟性の評価  
文献5より引用，一部改変。

れる場合、上肢と下肢にわけて「しっかりストレッチングをしてください」(以下、ストレッチ要)と記載している。ストレッチングの方法は、『野球健康手帳』に記載されているが、実際に各選手が行なっているか不明である。

そこで今回、『野球健康手帳』を使用した紙面でのフィードバック、また各チームの指導者と代表選手数名へのストレッチング講習会という少ない指導で柔軟性向上の効果をj得ることができるか調査を実施した。さらに、検診の結果、下肢のストレッチ要と記載された選手の1年後の検診結果、およびこの1年間で障害発生が疑われた選手と障害発生が疑われなかった選手の下肢柔軟性の変化を検討した。

## 方 法

### 1) 対象

2016年と2017年の野球検診に参加した270名のうち、2016年のときに小学4,5年生であり、2016年の検診の結果で下肢のみストレッチ要と判定された29名を対象とした。対象の選手のうち2017年の検診において障害が疑われ、二次検診要と判定された7名(男子6名、女子1名、年齢 $9.9 \pm 0.6$ 歳、身長 $137.8 \pm 5.9$ cm、体重 $33.3 \pm 9.6$ kg)を障害群、2017年の検診の結果、さらなる精査を必要としない22名(男子20名、女子2名、年齢 $9.8 \pm 0.5$ 歳、身長 $141.4 \pm 6.8$ cm、体重 $35.7$

$\pm 7.6$ kg)を障害なし群とした。

### 2) 二次検診判定基準

二次検診要と判定される基準は、医師による診察(圧痛、アライメント、整形外科的理学所見)、超音波検査、アンケートによる既往歴の調査を実施し、投球障害だけでなく成長期に関わる障害にも着目したうえで、検診を実施した医師、理学療法士による判定会議にて総合的に判定された。

### 3) 測定項目

下肢の柔軟性の評価として、理学療法士による下肢伸展上テスト(以下、SLR)、踵殿間距離(以下、HBD)、指床間距離(以下、FFD)を測定した(図1)。

### 4) 検討項目

障害群と障害なし群の結果を左右の測定が可能なSLRとHBDは投球側と非投球側に分け2016年から2017年の変化を比較し、さらに両群の同年の結果を比較した。統計処理には多重比較Bonferroni法を用い有意水準5%とした。

### 5) 倫理

本研究は当院の医の倫理委員会の承認を受けており、さらに選手、保護者には口頭にて十分な説明を行ない理解が得られたうえで実施した。

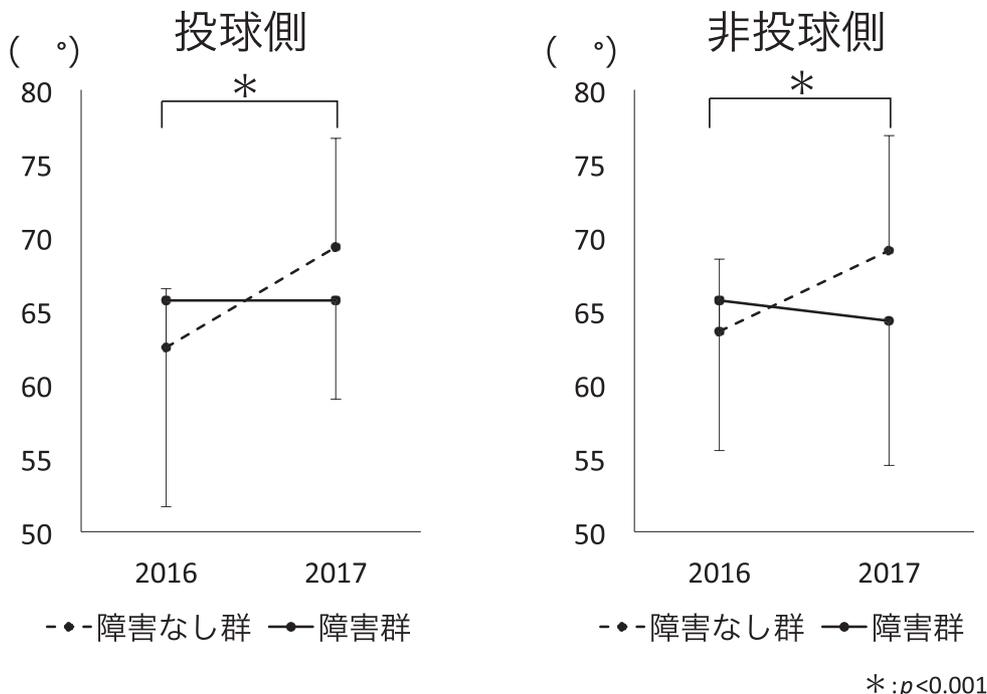


図2 SLR 結果

障害なし群では 2016 年から 2017 年にかけて投球側・非投球側ともに数値は有意に向上しており柔軟性の改善が認められた。しかし、障害群では投球側・非投球側ともに低下傾向であった。

## 結 果

障害群 7 名の内訳は肘の障害が疑われた 6 名、膝の障害が疑われた 1 名であった。肘の障害 6 名については、エコー検査にて上腕骨小頭に異常所見を認めたものが 2 名、内側上顆に異常所見を認め、かつ 1 週間以上の投球時痛を伴うものが 2 名、エコー検査では異常所見は認めなかったが、投球時痛が 1 週間以上継続しているものが 2 名であった。膝については 1 週間以上継続する膝の運動時痛があり、検診時も運動時痛が継続しているものであった。

障害群と障害なし群間で年齢、身長、体重において有意差は認められなかった。

SLR 投球側の障害なし群(2016 年/2017 年)では、 $62.5 \pm 4.0^\circ / 69.3 \pm 7.4^\circ$  ( $p < 0.001$ ) と数値は向上しており有意差が認められた。障害群では  $65.7 \pm 14.0^\circ / 65.7 \pm 6.7^\circ$  (n.s) で数値に変化は認められなかった。SLR 非投球側の障害なし群では、 $63.6 \pm 4.9^\circ / 69.1 \pm 7.8^\circ$  ( $p < 0.001$ ) で数値は有意に向上が認められた。障害群では、 $65.7 \pm 10.2^\circ / 64.3 \pm 9.8^\circ$  (n.s) で数値は低下傾向であり有意差は認められなかった(図 2)。HBD 投球側

の障害なし群では、 $4.2 \pm 2.9$  cm/ $2.0 \pm 2.7$  cm ( $p < 0.001$ )、障害群  $4.0 \pm 2.4$  cm/ $1.2 \pm 1.6$  cm ( $p < 0.001$ ) で両群ともに数値は低下しており有意差が認められた。HBD 非投球側の障害なし群でも、 $4.4 \pm 2.6$  cm/ $1.9 \pm 2.5$  cm ( $p < 0.001$ )、障害群  $3.9 \pm 3.1$  cm/ $1.2 \pm 1.9$  cm ( $p < 0.001$ ) で両群ともに数値は低下しており有意差が認められた(図 3)。すなわち、HBD については両群とも柔軟性は向上した。FFD の障害なし群では、 $-4.6 \pm 8.2$  cm/ $-2.2 \pm 7.3$  cm (n.s)、障害群  $-8.4 \pm 8.5$  cm/ $-6.6 \pm 9.7$  cm (n.s) で両群とも向上傾向にあったが有意差は認められなかった(図 4)。

## 考 察

われわれが実施している野球検診は、投球障害だけでなく成長期に関わる障害にも着目しており、その 1 つとして柔軟性の低下をあげ障害予防の目的として選手に伝えている。『野球健康手帳』を使用した紙面でのフィードバック、また各チームの指導者と代表選手数名へのストレッチ講習会という少ない指導で柔軟性向上の効果を得ることができるか検討した。

検討の結果、野球検診において下肢柔軟性の低下が認

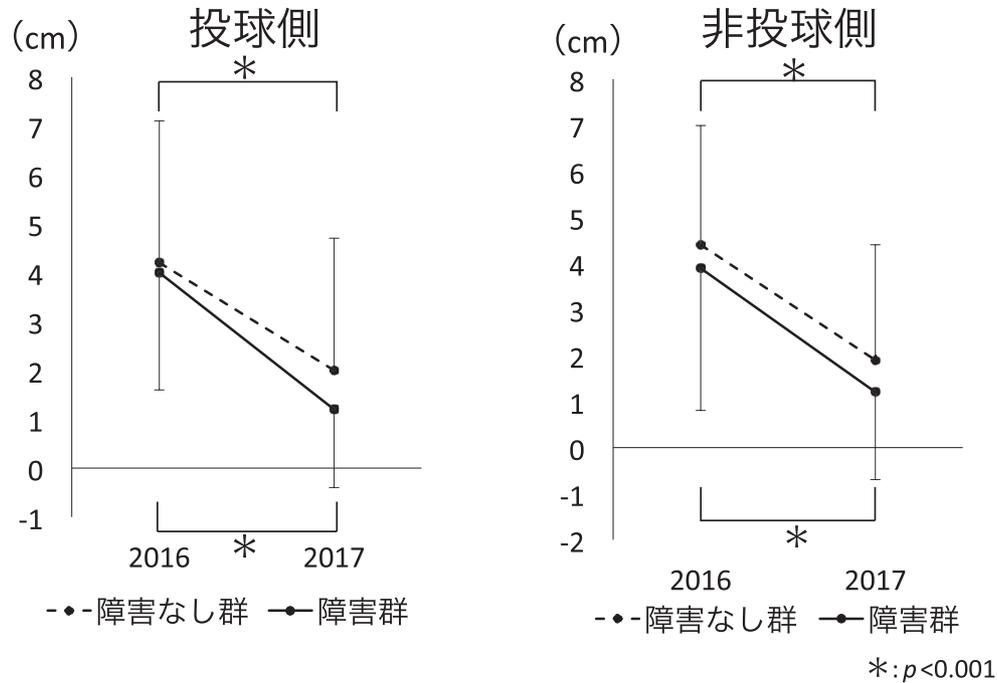


図3 HBD 結果  
2016年から2017年にかけて両群とも投球側・非投球側ともに数値は有意に低下しており柔軟性の向上が認められた。

められた選手に『野球健康手帳』を介してストレッチの必要性を伝えたことで柔軟性の向上が認められ、このようなフィードバック方法でも柔軟性向上の効果が認められることが示唆された。

HBDは、両群とも投球側・非投球側ともに柔軟性の向上が認められた。FFDは、両群とも柔軟性は向上傾向にあったが有意差は認められなかった。SLRは、障害なし群では投球側・非投球側ともに柔軟性向上が認められたが、障害群では投球側・非投球側ともに改善がみとめられず低下傾向であった。

森元ら<sup>6)</sup>は、メディカルチェックの結果、投球障害を呈する野球選手には、股関節内旋可動域制限、腸腰筋・ハムストリングスのタイトネス、肩関節不安定性や後方のタイトネスといった特徴をもつ選手が過半数を超えていたと横断研究にて述べている。本研究は縦断研究で実施したが、SLRに反映されるハムストリングスの柔軟性低下が認められたため森元らの報告と同様の結果であったといえる。

また、投球動作における股関節周囲筋の柔軟性低下は、運動連鎖の破綻につながる機能的障害の一要因としてあげられている<sup>7,8)</sup>。今回、障害群ではSLRの柔軟性改善が認められず、運動連鎖の破綻につながり、二次検診要と判定されたことが示唆される。

今後は、『野球健康手帳』を介してストレッチの必要性を伝えたが改善が認められなかった選手に対しての指導方法を再度検討することが必要である。

### 結 語

- 1) 『野球健康手帳』を使用した紙面でのフィードバック、また各チームの指導者と代表選手数名へのストレッチング講習会という少ない指導で柔軟性向上の効果をj得ることができるか調査し、下肢ストレッチ要と判定された選手の1年後の下肢柔軟性変化、障害について検討した。
- 2) 検診の結果よりストレッチングが必要であると促した結果、柔軟性の改善が認められた。
- 3) 新たに障害が発生した障害群では、この1年間で投球側・非投球側ともにSLRの柔軟性に変化が認められず、障害なし群では有意にSLRの柔軟性が向上した。
- 4) SLRに反映されるハムストリングスの柔軟性低下は、小学生軟式野球選手の障害発生と関連があることが示唆された。

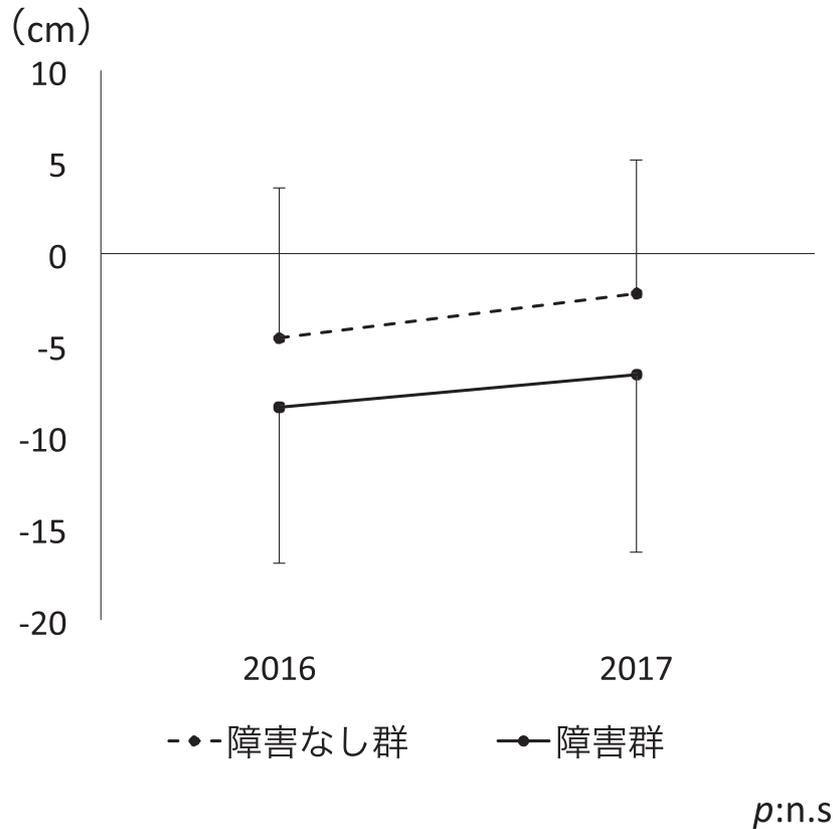


図4 FFD 結果  
2016年から2017年にかけて両群とも平均値は向上傾向にあるが有意差は認められなかった。

### 文 献

- 1) 山本智章：少年野球の障害予防～投球動作解析でわかったこと～. Sportmed, 113 : 29-35, 2009.
- 2) 入江容ほか：中学生野球部員に対する障害予防を目的としたアンケート調査とコンディショニング指導効果. 理学療法学, 28 : 343-346, 2013.
- 3) 椎葉恵ほか：高校野球選手に対するストレッチ指導の効果—肩関節と股関節の回旋可動域角度に着目して—. 理療湖都, 28 : 74-78, 2008.
- 4) 岩本賢ほか：少年野球選手における肩関節内旋可動域の変化—メディカルチェックおよびフィードバックの効果—. 日私立医大理療会誌, 21 : 61-63, 2004.
- 5) 井上直人ほか：高校男子サッカー選手の運動時腰痛について—股関節可動性と周囲筋タイトネスの検討—. 日臨スポーツ医学会誌, 21 : 5-10, 2013.
- 6) 森元貴史ほか：投球障害を呈した野球選手のメディカルチェック—投球動作解析を用いて—. 理療長野, 41 : 68-70, 2012.
- 7) 田中稔：投球障害の機能的 & 器質的病態と機能的アプローチ. Bone Joint Nerve, 4 : 747-756, 2013.
- 8) 遠藤康裕ほか：中学生野球選手における股関節可動域, 下肢筋柔軟性の特徴. 日臨スポーツ医学会誌, 21 : 20-26, 2013.

# プロダンサーに生じた両側有痛性第5趾鉤爪趾変形 に対して長趾屈筋腱背側移行術を施行した1例

Tendon Transfer for Bilateral Painful Claw 5th Toes  
: a Case Report of Professional Dancer

池尻 正樹<sup>1)</sup> Masaki Ikejiri                      林 宏治<sup>1)</sup> Koji Hayashi  
田中 康仁<sup>2)</sup> Yasuhito Tanaka

## ● Key words

鉤爪趾変形, 腱移行術, ダンス  
Claw toe : Tendon transfer : Dance

## ●要旨

ダンサーにおける足部の障害は数多く報告されるが、第5趾鉤爪趾変形の報告はまれであり、手術を行なった報告は渉猟しえた範囲では認めなかった。今回、プロダンサーの両側有痛性第5趾鉤爪趾変形に対して長趾屈筋腱背側移行術を行なった。術後10週でスポーツ復帰が可能となり、JSSF lesser scale とSAFE-Qにおいても改善を認めた。本症例の鉤爪趾変形は徒手整復可能な拘縮であったため、骨切り術ではなく腱移行術を行なうことでパフォーマンスレベルを落とすことなく症状が改善し、早期競技復帰を可能にしたと考えられた。

## はじめに

鉤爪趾変形の成因として神経疾患や炎症性疾患など基礎疾患がある場合や靴による足趾の肢位異常や運動制限の関与があげられるが、プロダンサーに発症したという報告はない。今回、プロダンサーに発症し手術を要した有痛性胼胝を伴う両側第5趾鉤爪趾変形の1例を経験したので報告する。

## 症 例

症例：31歳、女性、3歳時よりクラシックバレエを始め、11歳時からヒップホップダンスやジャズダンスを

始めた。以降、ヒップホップやジャズダンスのジャンルでダンスを続け、26歳時より韓国でプロダンサーとして活動している。

既往症：特記すべき事項なし。

現病歴：両側第5趾鉤爪趾変形と同部の胼胝を数年前から認めたが、6年前の転倒を契機に主に右第5趾の疼痛が出現し、1年前からは靴も履けないほどの疼痛となったため当院紹介受診となった。両側第5趾のPIP関節からDIP関節背外側に有痛性胼胝と両側第5趾DIP関節とPIP関節に徒手矯正可能な屈曲内反変形を認めた(図1)。単純X線画像では骨形態異常は認めなかった(図2)。JSSF lesser scaleは右25点、左62点であった。SAFE-Qにおいては「痛み・痛み関連」が62点、「身体機能・日常生活の状態」が91点、「社会生活

池尻正樹  
〒634-8522 橿原市四条町840番地  
奈良県立医科大学附属病院整形外科  
TEL 0744-22-3051/FAX 0744-22-4121

1) 大手前病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Otemae Hospital  
2) 奈良県立医科大学整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Nara Medical University



図1 術前写真  
両側第5趾の屈曲内反変形と背側に胼胝を認める。



図2 術前単純X線像  
明らかな骨形態異常は認めない。

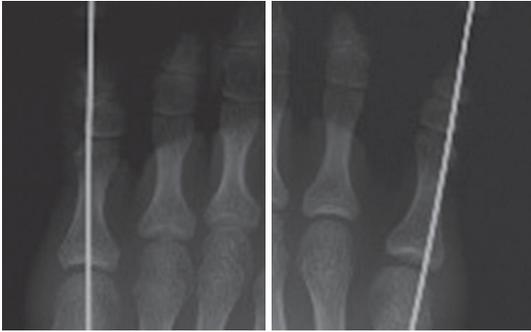


図3 術直後単純X線像  
鋼線にて趾尖部から中足骨基部までを髓内固定した。

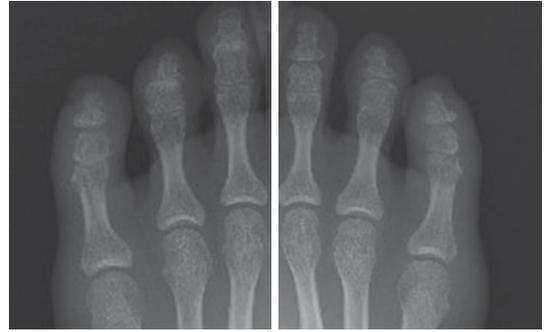


図4 術後単純X線像(抜釘後)  
屈曲変形の改善を認める。



図5 最終経過観察時写真  
屈曲変形の改善を認める。

機能」が91点,「靴関連」が33点,「全体的健康感」が20点,「スポーツ」が78点であった<sup>1~3)</sup>。ダンスへの早期復帰の希望があり,手術加療する方針となった。

手術所見:両側長趾屈筋腱背側移行術<sup>4)</sup>を行なった。足底の縦切開にて長趾屈筋腱を露出させた。長趾屈筋腱を末節骨付着部より切離して,2つに縦切した後,それ

ぞれ内外側から背側に回し,背側皮切を用いて中節骨遠位で長趾伸筋腱に縫着させた。MTP関節より遠位を伸展位に保持したまま鋼線にて趾尖部から中足骨基部までを髓内固定した(図3)。

術後経過:術後3週目で鋼線の抜釘を行なってから,痛みに応じて可及的に歩行を許可し,術後10週目でダ

ンス復帰となった。最終経過観察時術後6ヵ月で自覚症状の軽快と両側第5趾の屈曲拘縮の改善を認めた(図4,5)。JSSF lesser scale は右92点, 左100点と改善した。SAFE-Qでは「痛み・痛み関連」が91点, 「身体機能・日常生活の状態」が100点, 「社会生活機能」が100点, 「靴関連」が37点, 「全体的健康感」が95点, 「スポーツ」が100点であった<sup>1~3)</sup>。全項目において改善を認めた。

## 考 察

Compoyらはダンスの種類により障害の多い部位が異なると報告している<sup>5)</sup>。足部のダンス障害はクラシックバレエに多く, そのうち前足部障害で多いのは強剛母趾, 外反母趾, 種子骨障害, 長母趾屈筋腱障害などである<sup>6,7)</sup>。クラシックバレエダンサーにおける足趾障害は長母趾屈筋腱障害などが散見されるが, 第5趾障害の報告はなく, ジャズダンスやヒップホップダンスでも同様である。

一般的に鉤爪趾はPIP関節とDIP関節が屈曲位をとり, MTP関節は過伸展位をとる足趾のことを指す。成因としては内在筋と外在筋の筋力の不均衡によって生じ, 屈筋腱と伸筋腱が同時に拘縮を起こしてこの変形が起こるとされている。神経疾患や炎症性疾患, 代謝性疾患に伴うことが多いとされているが原因不明であることもしばしばある<sup>8)</sup>。変形は徒手整復可能であるflexibleなものから完全に拘縮に陥ったrigidなものまであり, 変形の程度により治療方法は異なるとされている<sup>9)</sup>。徒手整復可能であれば保存治療もしくは腱移行術が推奨され, 拘縮を伴う変形であれば骨切り術が推奨される<sup>9)</sup>。

本症例の場合は鉤爪趾の原因となるような併存疾患はなく, 第5趾以外には, 明らかな骨形態およびアライメント異常を認めなかったことから, 幼少期からダンスを日常的に行なうことで前足部, 主に第5趾に慢性的な負荷が生じたことが屈曲拘縮に至った原因と推察される。さらに腓胝が関節背外側にある点からも同部に反復した摩擦や圧迫がかかっていたと推察される。ダンスによってはハイヒールなど足趾に負担のかかる靴や, 激しいダンスの動きにも不安定感がでないように足部と靴との間にゆとりのないtoeboxが狭い靴で踊ることも多いようであったため有痛性腓胝を伴う鉤爪趾変形をきたしたと考えられた。

過去に競技者の足趾変形に対して骨切り術または腱移行術を行なった報告や腱移行術と骨切り術の比較検討した報告は渉猟しえた範囲でみつからなかったが, 一般的に足趾変形に対して腱移行術は良好な成績を収めてい

る<sup>10~12)</sup>。また, 骨切り術では頻度として多くないが偽関節が起こりうるとの報告がある<sup>13)</sup>。関節リウマチなどの前述した併存疾患による足趾変形に対しての骨切り術で生じる偽関節では疼痛は少ないとされている<sup>13)</sup>が, 競技者のような活動性の高い患者の足趾の偽関節は競技復帰の障害となる可能性がある。偽関節予防のためにも足趾への荷重は仮骨が確認できてから開始となり, ある程度の骨癒合が得られてから運動負荷が可能になると推察されるため, 軟部組織のみの修復である腱移行術よりは競技復帰時期が遅くなると予想される。

本症例の変形は徒手整復可能な拘縮だったため, 骨切り術ではなく軟部組織のみの修復である腱移行術を行なうことで早期復帰を可能にし, パフォーマンスレベルを落とすことなく症状が改善できたと考えられた。

競技者にとって早期復帰とパフォーマンスレベルの維持が重要な課題になってくる。病態や変形・拘縮の程度に応じて治療を選択することで術後成績の向上につながると考えられた。

## 文 献

- 1) Hisateru Nikiet al : Validity and reliability of a self-administered foot evaluation questionnaire (SAFE-Q). J Orthop Sci, 18 : 298-320, 2013.
- 2) 仁木久照ほか : 自己記入式足部足関節評価質問表 Self-Administered Foot Evaluation Questionnaire (SAFE-Q). 日整会誌, 87 : 451-487, 2013.
- 3) Hisateru Nikiet al : Responsiveness of the Self-Administered Foot Evaluation Questionnaire (SAFE-Q) in patients with hallux valgus. Journal of Orthopaedics Science, 22 : 737-742, 2017.
- 4) Pyper JB : The flexor-extensor transplant operation for claw toes. J Bone Joint Journal, 40 : 527-533, 1958.
- 5) Campoy FA et al : Investigation of risk factors and characteristics of dance injuries. Clin J Sport Med, 21 : 493-498, 2011.
- 6) 平石英一 : クラシックバレエにおける足部の障害. 臨スポーツ医, 21 : 11-116, 121-127, 2004.
- 7) 吉岡直樹ほか : クラシックバレエダンサーの足部・足関節部障害についての調査. 日足外会誌, 31 : 130-133, 2010.
- 8) 安田稔人ほか : 槌趾・ハンマー趾変形の診断と治療. Orthopaedics, 23 : 39-43, 2010.
- 9) 高倉義典ほか : 図説 足の臨床. 改訂3版, メジカルビュー社, 東京 : 151-155, 2014.

- 10) Boyer ML et al : Transfer of the flexor digitorum longus for the correction of lesser-toe deformities. *Foot Ankle Int*, 28 : 422-430, 2007.
- 11) Kuwaga GT : A retrospective analysis of modification of the flexor tendon transfer for correction of hammer toe. *J Foot Surg*, 27 : 57-59, 1988.
- 12) John YK et al : The use of flexor to extensor transfers for the correction of the flexible hammer toe deformity. *Foot Ankle Clin Am*, 16 : 573-582, 2011.
- 13) 畠山拓也ほか : RA 前足部変形に対する中足骨骨切り術を用いた足趾形成術の術後成績. *中部整災誌*, 57 : 105-106, 2014.

# 成長期に発生した膝蓋骨疲労骨折の 1 例

## Stress Fracture of the Patella in an Adolescent : a Case Report

塚田 直紀<sup>1)</sup> Naoki Tsukada 岡橋孝治郎<sup>1)</sup> Koujirou Okahashi  
松井 智裕<sup>1)</sup> Tomohiro Matsui 稲垣 有佐<sup>2)</sup> Yusuke Inagaki  
小川 宗宏<sup>2)</sup> Munehiro Ogawa 田中 康仁<sup>2)</sup> Yasuhito Tanaka

### ● Key words

疲労骨折, 膝蓋骨, 成長期

### ● 要旨

14 歳, 男性, サッカー部. 1 ヶ月前から徐々に左膝痛が増強し, 安静でも軽快しないため当科を受診した. 左膝蓋骨下端に圧痛を認めたが炎症所見・可動域制限は認めなかった. 単純 X 線・CT 像では膝蓋骨下端の表層が離開し, 関節面は連続しており, 離開部周囲に仮骨形成像を認めた. 膝蓋骨疲労骨折と診断し保存加療を開始し, 元のスポーツレベルには約 3 ヶ月で復帰した. 現在も再発なくサッカーを継続している.

本症例は明らかな外傷がなく活動性が高かった. また, 膝蓋骨下端の湾曲や膝蓋骨高位といった膝屈曲時に膝蓋骨表層に応力が集中しやすい解剖学的特徴を有していた. 本症例のように成長期にも疲労骨折が生じることを念頭に入れておくべきである.

### はじめに

膝周囲疲労骨折の内訳は脛骨 49.1%, 大腿骨 7.2%, 腓骨 6.6%, 膝蓋骨 0.83% と報告されており<sup>1,2)</sup>, 疲労骨折のなかでも非常にまれな骨折である. 今回, われわれは成長期に発生した膝蓋骨疲労骨折の 1 例を経験したので報告する.

### 症 例

14 歳, 男性. 7 歳からサッカークラブに所属しており, ポジションはミッドフィールダーである. 利き足は右足である. 練習量は週 3 日, 1 日 2 時間, 毎週土日は試合に参加していた. 約 1 ヶ月前から明らかな受傷機転

はなく軸足である左膝の疼痛を運動中に自覚していた. その後, 階段昇降など日常生活動作でも疼痛を自覚するようになり, 症状の改善がないため精査加療目的に当院を受診した. 初診時身体所見は, 左膝蓋骨下端に圧痛を認めたが, 膝蓋跳動や熱感, 発赤は認めなかった. 膝蓋骨の不安定性も認めなかった. 左膝関節可動域は伸展 0°, 屈曲 145° と制限はなく, ハムストリングの tightness が著明であった. 初診時単純 X 線の側面像では膝蓋骨表層の離開を認め, 仮骨形成を認めた (図 1a). 関節面が比較的小さく, 膝蓋骨下端の湾曲が強い形状をしていた (図 1a, b). Modified Insall-Salvati ratio (mISR) は 2.33, Blackburne-Peel ratio (BPR) は 1.38 であり, 膝蓋骨高位を認めた. 初診時単純 CT 像でも仮骨形成を認め, 関節面の連続性は保たれていた (図 2). 初診時 MRI 像では離開部に一致して T1 強調画像, T2 強調画

塚田直紀  
〒630-8145 奈良市八条 4 丁目 643 番地  
済生会奈良病院整形外科  
TEL 0742-36-1881/FAX 0742-36-1880  
E-mail naoki.tsukada1932000@gmail.com

1) 済生会奈良病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Saiseikai Nara Hospital  
2) 奈良県立医科大学整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Nara Medical University Hospital

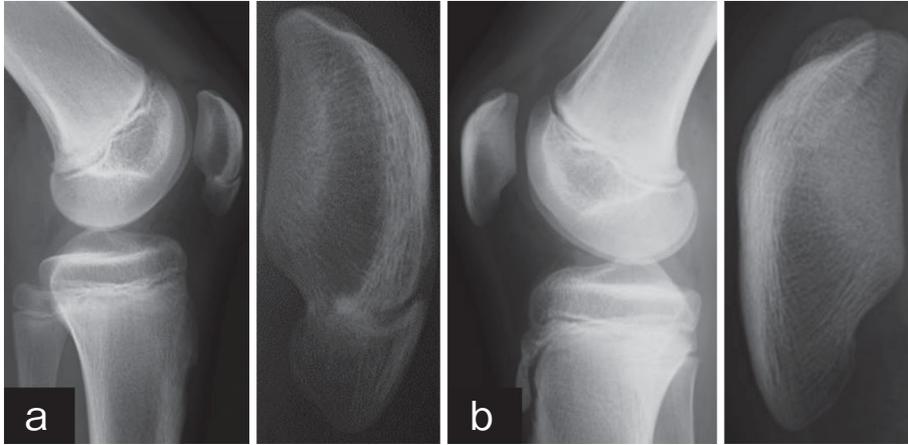


図1 a: 初診時単純 X 線像, b: 健側

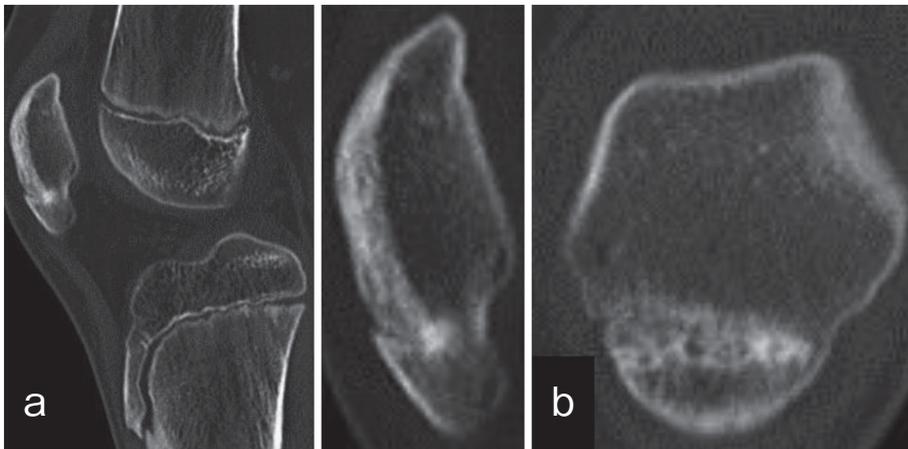


図2 初診時単純 CT 像  
a: 矢状断, b: 冠状断

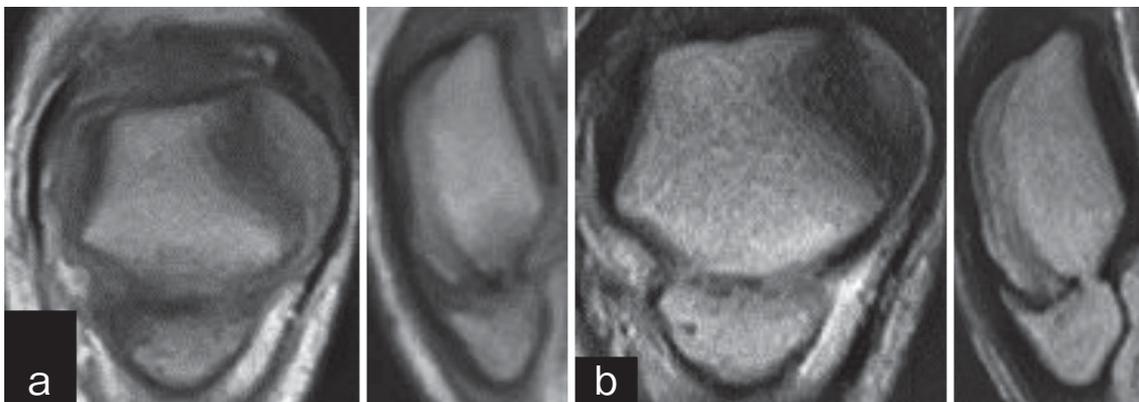


図3 初診時 MRI 像  
a: T1 強調画像, 冠状断/矢状断, b: T2 強調画像, 冠状断/矢状断



図4 受傷後3ヵ月単純X線像



図5 受傷後1年単純X線像

像で低信号を認めたが、離開部周囲の骨髓浮腫像は認めなかった(図3)。病歴からは明らかな受傷機転はなく、1ヵ月の疼痛持続があった。以上のことより、亜急性期の疲労骨折と診断した。治療は初診時から体育授業の参加を含めた一切のスポーツ活動の休止を指示した。ジャックナイフストレッチを主体とし、大腿四頭筋のストレッチ、筋肉のバランスをとるような理学療法を開始した。膝屈曲角度の制限はせず、外固定はしなかった。4週間後には疼痛が消失し、ジョグを開始した。保存加療開始3ヵ月後の単純X線像では骨癒合の進行を認めており(図4)、サッカーに完全復帰した。1年後の単純X線像では骨癒合が完了していた(図5)。

### 考 察

膝蓋骨下端疲労骨折の鑑別診断として Saupe I 型の分裂膝蓋骨がほかの文献ではあげられている<sup>3)</sup>。Saupe 分類は分裂の部位のみで分類<sup>4)</sup>しており、I 型はII型・III型と成因が異なることが指摘されており、I 型と膝蓋骨疲労骨折が鑑別されるものかは議論の余地がある。II 型およびIII型の成因としては多骨化核の融合不全による分裂像が一般的に考えられている。一方、膝蓋骨下端にはII型およびIII型のような多骨化核はおそらく存在しないという報告<sup>5)</sup>や、膝蓋骨下端部の多骨化核の融合不全は認めなかったという報告<sup>6)</sup>もある。これらのことから、I 型には骨化の発生異常はないことが示唆される。I 型の成因は Sinding-Larsen-Johansson 病、脳性麻痺児の屈曲拘縮膝における膝蓋骨下端部の分裂像、膝蓋骨下端部での横骨折や疲労骨折などがあげられ、膝蓋骨下端疲労骨折は Saupe I 型に含まれる疾患であり区別さ

れるものではないことを認識する必要がある。

膝蓋骨疲労骨折の機序は、膝関節屈曲時に大腿四頭筋と膝蓋腱の上下の牽引力が膝蓋骨前面に作用することが報告されており<sup>7)</sup>、この繰り返しストレスが要因と考えられる。また、膝蓋骨遠位は膝蓋腱が付着するため関節面をもたず、膝蓋骨関節面下端と大腿骨顆部が接触することで、関節面下端にテコの作用が働き、膝蓋骨表層に強力な伸展力が集中すると報告されており<sup>8)</sup>、関節面下端に好発すると考えられる。膝蓋骨関節面下端と大腿骨顆部膝蓋関節面の中枢側とは、膝関節屈曲15°付近から負荷面を形成し始めることが報告されている<sup>9)</sup>。また、膝蓋骨高位膝は正常膝に比べて膝蓋大腿関節の接触面積が有意に小さいことが報告されており<sup>10)</sup>、単位面積あたりにかかる圧迫力が大きくなると考えられる<sup>11)</sup>。本症例は屈曲時に応力が集中しやすい骨形状と膝蓋骨高位であるといった解剖学的特徴を有し、軸足であったこと、オーバーユースなどの要因が重なり膝蓋骨関節面下端に応力が集中しやすく疲労骨折に至ったと考えられる。

膝蓋骨疲労骨折の治療方針としては骨折部の転位がなくスポーツなどの早期復帰を必要としない場合、保存加療が選択される。しかし、転位がある場合やハイレベルの選手で尚且、早期にスポーツ復帰を希望する症例に対しては手術加療が選択される。スポーツ復帰までの期間は保存加療16.0週、手術加療10.3週との報告<sup>11)</sup>や、保存加療25.0週、手術加療20.8週との報告<sup>3)</sup>があり手術加療が短い傾向にあった。手術加療の術式は、以前は tension band wiring が行なわれていたが、最近では皮下のインプラント突出を防ぐ目的で cannulated cancellous screw やヘッドレススクリューを用いる報告もされてい

る<sup>12,13)</sup>。合併症としてわれわれが渉猟しうる限りでは保存加療後に偽関節を生じた症例は認めず、手術加療後(スクリー固定)に偽関節を生じた報告を1例認めた<sup>14)</sup>。本症例は初診時にすでに仮骨形成を認めていたこと、本人も保存加療を希望したため保存加療を選択したが、画像所見や早期復帰を望む症例に対しては手術加療の選択も考慮が必要である。

成長期に発生し、保存加療が奏功した膝蓋骨疲労骨折の1例を経験した。成長期の明らかな受傷機転がない膝蓋骨下端部痛で、ダッシュ・ジャンプ動作を繰り返すスポーツを継続している場合、本疾患を念頭に置く必要がある。

## 文 献

- 1) Matheson GO et al : Stress fractures in athletes. a study of 320 cases. *Am J Sports Med*, 15 : 46-58, 1987.
- 2) Miller TL et al : Stress fractures of the patella. In : Brown GA, ed. *Stress fractures in athletes diagnosis and management*. Springer, Switzerland : 125-135, 2014.
- 3) 秋元浩二ほか : スポーツ選手に発症した膝蓋骨疲労骨折の治療経験. *JOSKAS*, 41 : 990-995, 2016.
- 4) Saupe E : Beitrag zur patella bipartite. *Fortschr Rontgenstr*, 28 : 37-41, 1921.
- 5) Ogden JA : Radiology of postnatal skeletal development : X. patella and tibial tuberosity. *Skeletal Radiol*, 11 : 246-257, 1984.
- 6) Oohashi Y et al : Clinical features and classification of bipartite or tripartite patella. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 18 : 1465-1469, 2010.
- 7) Teitz CC et al : Patellar stress fracture. *Am J Sports Med*, 20 : 761-765, 1992.
- 8) 内山英司 : 膝蓋骨疲労骨折. *臨スポーツ医*, 20 臨時増刊号 : 134-136, 2003.
- 9) 富士川恭輔ほか : 大腿膝蓋関節のバイオメカニクス. *Orthopaedics*, 6 : 1-11, 1993.
- 10) Ward SR et al : Patella alta : association with patellofemoral alignment and changes in contact area during weight-bearing. *J Bone Joint Surg Am*, 89 : 1749-1755, 2007.
- 11) 虎谷達洋ほか : スポーツ選手に発生した膝蓋骨疲労骨折 11 膝の治療成績～発生因子に関する検討～. *整スポ会誌*, 32 : 191-195, 2012.
- 12) 宗広鉄平ほか : スポーツ選手に発生した膝蓋骨疲労骨折の4例. *臨スポーツ医*, 15 : 468-471, 2007.
- 13) 山口毅ほか : バレーボール選手に発生した膝蓋骨疲労骨折の2例. *整スポ会誌*, 31 : 235-239, 2011.
- 14) 亀山泰 : 膝蓋骨疲労骨折の治療経験. *東海スポーツ傷害研会誌*, 24 : 27-29, 2006.

# 小学生軟式野球選手における 投球障害肘発症時の体幹筋機能の変化

## Trunk Muscle Functional Change at the Onset of Baseball Elbow in Elementary Baseball Player

井上 直人<sup>1)</sup> Naoto Inoue 中川 泰彰<sup>1,2)</sup> Yasuaki Nakagawa  
向井 章悟<sup>2)</sup> Shogo Mukai 横田 尚子<sup>1)</sup> Naoko Yokota  
橋本 雅至<sup>3)</sup> Masashi Hashimoto 木下 和昭<sup>4)</sup> Kazuaki Kinoshita

### ● Key words

体幹筋機能, 投球障害肘, 野球

### ● 要旨

投球障害発症の原因として体幹筋機能の低下はその一要因としての報告がみられる。今回、小学生軟式野球選手が投球障害肘を発症したとき、われわれが体幹筋機能検査として採用している Side Bridge test の変化を調査した。

過去1年以内に投球側の肘関節に障害の経験がない小学5年生54名を対象とし、Side Bridge testの1年の変化を調査した。結果、新たに投球障害肘を発症した選手は、投球側のみ Side Bridge testの向上が認められなかった。成長に伴い体幹筋機能の向上が認められない場合、小学生軟式野球選手の投球障害肘発症に影響を与えている可能性が示唆された。

### はじめに

2011年にK軟式野球連盟から依頼を受け、小学生軟式野球選手を対象に野球検診を実施している。2015年から連盟の主催する大会に出場する選手は年に1回本検診を受けることが義務化されている。検診の主たる目的は投球障害の早期発見である。投球障害発症の原因について多くの報告があるが、上肢機能だけの原因ではな

く、下肢・体幹の機能低下もその一要因としての報告がみられる<sup>1,2)</sup>。われわれは、体幹筋機能検査として Side Bridge test (以下, SB) を採用しており、スポーツ選手の体幹筋機能検査の有用性を報告している<sup>3~5)</sup>。小学生軟式野球選手を対象とした横断的な調査において、投球障害肘を発症している選手は投球側のSBの保持時間が非投球側よりも低下しており、体幹筋機能の低下と投球障害肘が関係していることを報告している<sup>6)</sup>。

そこで今回、小学生軟式野球選手が投球障害肘を発症

井上直人  
〒612-8555 京都市伏見区深草向畑町1-1  
国立病院機構京都医療センタースポーツ医学センター  
TEL 075-641-9161(代)/FAX 075-643-4325  
E-mail inoue623nm@yahoo.co.jp

- 1) 国立病院機構京都医療センタースポーツ医学センター  
Sports Medicine Center, National Hospital Organization Kyoto Medical Center
- 2) 国立病院機構京都医療センター整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, National Hospital Organization Kyoto Medical Center
- 3) 奈良学園大学保健医療学部リハビリテーション学科  
Department of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences, Naragakuen University
- 4) 四條畷学園大学リハビリテーション学科  
Faculty of Rehabilitation, Shijonawate Gakuen University



図1 Side Bridge test  
図の姿勢のように下側の肘と足部の外側で体重を支えるブリッジ動作。  
姿勢保持を片側120秒満点とし、投球側・非投球側ともに測定。  
図は下側にあたる右側の筋機能を測定している。

したとき、体幹筋機能としてSBの変化を縦断的に調査した。

## 方 法

### 1) 対象

2016年と2017年の両野球検診に参加した270名のうち、2016年の検診時に小学5年生であり、2016年の野球検診にて実施しているアンケート調査において、過去1年以内に投球側の肘関節に1週間以上の疼痛がない54名を対象とした。本研究は当院の医の倫理委員会の承認を得ており、また対象者および指導者に本研究の目的内容を説明し同意を得た。

### 2) 測定項目

野球検診において、医師による超音波検査、肘周囲の圧痛、整形外科テスト、理学療法士によるSBの測定、また、アンケートにて1週間以上続く肘の疼痛の有無を調査した。

### 3) Side Bridge test (図1)

SBは側臥位の姿勢から下側の肘と足の外側で体重を支えるブリッジ動作であり、その姿勢保持を片側満点120秒とし、投球側、非投球側の両側とも測定した。SBはその姿勢の下側の筋機能のテストであり、図は下側に

あたる右側の筋機能を測定している。

### 4) 検討項目

2017年の検診の結果、投球側の肘関節に障害がない37名(年齢 $10.1 \pm 0.2$ 歳、身長 $138.3 \pm 5.3$ cm、体重 $32.6 \pm 6.0$ kg)を健常群、投球障害肘を発生した17名(年齢 $10.1 \pm 0.4$ 歳、身長 $141.6 \pm 7.2$ cm、体重 $37.3 \pm 10.1$ kg)を肘障害群とした。障害の内訳は、超音波検査による離断性骨軟骨炎疑い5名、超音波検査による内側障害疑い3名、肘に1週間以上の疼痛の経験をしているが未受診の8名(そのうち1名は離断性骨軟骨炎疑い)、上腕骨小頭の圧痛が1名、肘の内側上顆の圧痛が1名であった。両群の投球側、非投球側のSBの保持時間について2016年から2017年の変化を比較した。さらに、各年の健常群と肘障害群の結果を比較検討した。統計処理には多重比較Bonferroni法を用い有意水準5%とした。なお、2016年の検診時において両群の身長、体重に差は認められなかった。

## 結 果

非投球側のSBの保持時間は(図2)健常群が(2016年/2017年) $55.9 \pm 34.4$ 秒/ $73.0 \pm 36.0$ 秒、肘障害群は $52.4 \pm 38.8$ 秒/ $67.1 \pm 41.5$ 秒であり、両群ともに2016年から2017年にかけて有意な増加が認められた

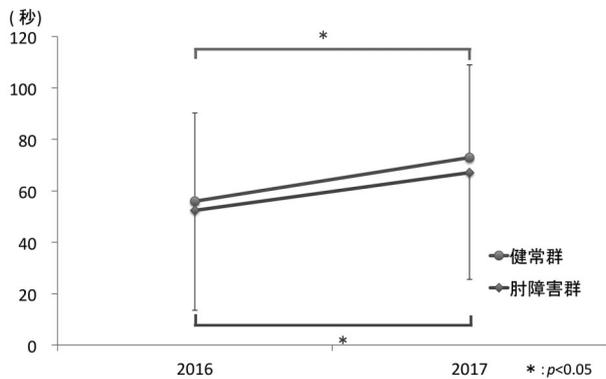


図2 Side Bridge test 結果 非投球側  
2016年, 2017年ともに健康群, 肘障害群の間に差はみとめられなかったが, 両群ともに2016年から2017年にかけてSide Bridge testの結果は有意に向上した。

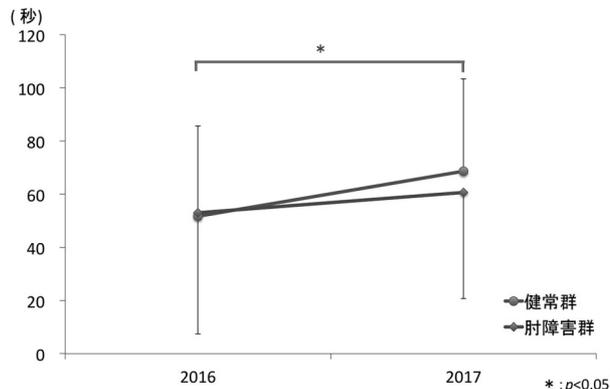


図3 Side Bridge test 結果 投球側  
2016年, 2017年ともに健康群, 肘障害群の間に差は認められなかった。  
健康群は2016年から2017年にかけてSide Bridge testの結果は有意に向上したが, 肘障害群において有意差はみとめられなかった。

( $p < 0.05$ ). 投球側の(図3)健康群は,  $51.6 \pm 34.1$  秒/ $68.6 \pm 34.7$  秒, 肘障害群は  $52.9 \pm 45.5$  秒/ $60.6 \pm 39.9$  秒であり, 健康群は2016年から2017年にかけて有意な増加が認められたが( $p < 0.05$ ), 肘障害群は有意な増加が認められなかった( $p = 0.07$ ). また, 非投球側, 投球側ともに健康群と肘障害群に有意差は認められなかった。

### 考 察

投球動作は投球末端部の速度の増大を図るために, 近位部から遠位部へと身体各部をタイミングよく順番に動かしていく運動連鎖により遂行される<sup>7)</sup>. 力学的視点においても, 位置エネルギー, 並進エネルギー, 回転エネルギーの総和で表される力学的エネルギーの経時変化をみると, 骨盤, 体幹, 胸部, 上腕, 前腕, 手部の順に最大値を示し, 力学的エネルギーの最大出現時間に相違がみられると投球障害を引き起こすような投げ方であると考えられている<sup>8)</sup>. つまり, 運動連鎖の破綻は投球障害を招くといわれている. 体幹筋機能と投球障害の関係について坂田は<sup>9)</sup>, 投球動作中の体幹の側方偏位や側屈の増大などの異常運動は肩や肘にかかる力学的ストレスを増大させ, また, 体幹の側屈の増大は, 肘外反モーメントが増大すると報告している.

SBは筋電図解析において, その姿勢を保持している下側のインナーマッスルの筋活動が要求される<sup>10,11)</sup>. そのため, SBは投球動作中の体幹を正中位に保つために必要な筋機能を左右別々に評価していることが考えられ

る. さらに, われわれの先行調査において, SBの結果は年齢が上がるごとに有意に向上することを報告している<sup>12)</sup>. 今回の結果においても, 2016年から2017年にかけて年齢が上がるにつれSBの保持時間は増加している. しかし, 肘障害群の投球側のSBの結果のみ有意な向上が認められない. SBは他のスポーツ競技においても障害との関連や, その有用性を報告している<sup>4,5)</sup>. 今回のような野球競技においても, 体幹機能を向上できないことで投球障害肘が発生するのか, 投球障害肘が発生することで体幹筋機能の向上が得られないのか, 今回の調査からは判断できないが, 成長に伴いSBに反映される体幹筋機能の向上と, 投球障害肘の発生は関連があることが示唆される.

### ま と め

小学生軟式野球選手が投球障害肘を発症したときの体幹筋機能を調査した. 1年後の調査の結果, 新たに投球障害肘を発症した選手は, 投球側のみSide Bridge testの向上が認められなかった. 成長に伴いSide Bridge testに反映される体幹筋機能の向上が認められない場合, 小学生軟式野球選手の投球障害肘発生に影響を与えている可能性が示唆された.

### 文 献

1) 岩堀祐介: 成長期の投球障害への対応とアプローチ. 臨スポーツ医, 29: 67-75, 2012.

- 2) 宮下浩二：下肢・体幹機能からみた肩関節インピンジメント症候群に対する運動療法. 臨スポーツ医, 30：473-478, 2013.
- 3) 田頭悟志ほか：Side-bridge test の体幹筋機能評価法としての検討—Kraus-Weber test 変法との比較から—. 関西臨スポーツ医研会誌, 18：25-28, 2008.
- 4) 井上直人ほか：高校サッカー選手における体幹筋トレーニングが腰痛発生予防へ与える効果. 日臨スポーツ医会誌, 18：504-510, 2010.
- 5) 河野詩織ほか：高校男子サッカー選手における体幹筋機能と運動時腰痛発生の経時的变化. 日臨スポーツ医会誌, 19：551-557, 2011.
- 6) 井上直人ほか：小学生軟式野球選手における Side Bridge test と投球障害肘との関係～第2報～. 日臨スポーツ医会誌, 24：241, 2016.
- 7) 宮西智久：野球のピッチング—キネマティクス—. In：金子公宥ほか, eds. バイオメカニクス—身体運動の科学的基礎—. 第1版, 杏林書院, 東京：262-268, 2004.
- 8) 田中洋ほか：投球動作のバイオメカニクスと投球障害, 臨スポーツ医, 29：47-54, 2012.
- 9) 坂田淳：投球動作の見方と修正, Orthopaedics, 30：19-24, 2017.
- 10) 木下和昭ほか：Side-Bridge 動作での運動条件変化に伴う体幹筋・股関節周囲筋の筋活動. 関西臨スポーツ医研会誌, 19：49-52, 2009.
- 11) 木下和昭ほか：Side-Bridge の姿勢保持における筋活動の経時的变化について. 関西臨スポーツ医研会誌, 20：5-8, 2010.
- 12) 井上直人ほか：小学生軟式野球選手における Side Bridge test の有用性. 日臨スポーツ医会誌, 23：258, 2015.

# 異なる頸部および上肢の肢位が Draw-in 時の 腹部筋活動や筋厚に及ぼす影響

## Change in Electromyographic Activity and Thickness of Abdominal Muscles in Different Position of Neck and Upper Limb During Draw-in Maneuver

森上 太郎<sup>1)</sup> Taro Morikami      大久保 雄<sup>2)</sup> Yu Okubo  
西川 拓也<sup>3)</sup> Takuya Nishikawa      上林 和磨<sup>4)</sup> Kazuma Uebayashi  
乙戸 崇寛<sup>2)</sup> Takahiro Otsudo      赤坂 清和<sup>2)</sup> Kiyokazu Akasaka

### ● Key words

腹横筋, 超音波画像装置, 筋電図

### ● 要旨

目的: 異なる頸部および上肢角度にて Draw-in を行なった際の腹部筋活動を超音波画像装置や表面筋電計を用いて評価し, 腹部深部筋の賦活化に有効な肢位を検証すること. 対象: 健康成人男性 22 人. 方法: 頸部肢位 4 通り, 上肢肢位 3 通りを組み合わせる 12 通りの肢位で Draw-in を行ない, 腹筋群の筋形態および筋活動の変化を各肢位で比較した. 結果: 頸自動屈曲では腹直筋, 外腹斜筋の活動量が増加および腹横筋の筋厚が低下し, 上肢挙上位では外腹斜筋の活動量が増加した. 結論: 頸自動屈曲あるいは上肢挙上させることで腹部表層筋の活動量が増加することから, 腹横筋の選択的収縮には頸部および上肢を中間位で安静にさせることが有用であることが示唆された.

### はじめに

体幹筋は表層に位置する体幹表層筋と深部に位置し腰椎に直接付着する体幹深部筋に分けられ, 深部筋に対するアプローチとして Draw-in が臨床現場で用いられており, 効率的な Draw-in 方法が模索されている<sup>1)</sup>.

Draw-in とは, 骨盤や脊柱を動かさずに下腹部を引

き込む運動であり, 体幹表層筋の活動を抑えながら腹横筋の筋活動を促す方法である<sup>2)</sup>. さらに, Draw-in は呼吸を利用したエクササイズ方法であり<sup>3)</sup>, 呼吸筋には横隔膜, 肋間筋, 腹筋群, 斜角筋, 胸鎖乳突筋, 大胸筋, 小胸筋などの頸部や上肢に付着する筋が関与している<sup>4)</sup>ことから, Draw-in は頸部や上肢の肢位に影響を受けることが予想される.

頸部の肢位変化において, 頸部の自動屈曲運動は腹筋

大久保雄  
〒 350-0436 埼玉県入間郡毛呂山町川角 981  
埼玉医科大学保健医療学部理学療法学科  
TEL 049-295-1001  
E-mail yokubo@saitama-med.ac.jp

1) さいたま市立病院  
Saitama City Hospital  
2) 埼玉医科大学保健医療学部理学療法学科  
School of Physical Therapy, Faculty of Health and Medical Care, Saitama  
Medical University  
3) 川久保病院  
Kawakubo Hospital  
4) リバーシティすずき整形外科  
Suzuki Clinic Orthopaedics River City

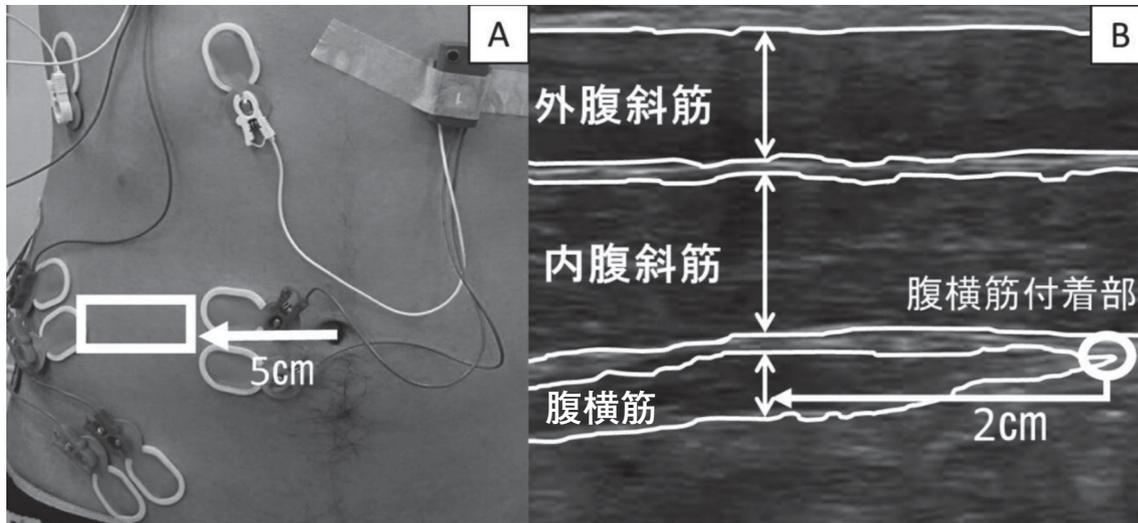


図1 プローブ位置(A)と超音波画像の筋厚測定法(B)

運動中の腹筋群の筋活動を増加させると報告されている<sup>5)</sup>。また、起き上がり動作時に上位頸椎屈曲(Chin-in)をさせると腹筋群の活動が誘発され、とくに腹部深部筋(内腹斜筋・腹横筋)の筋活動が他の頸部姿勢よりも増加したことが報告されている<sup>6)</sup>。一方、上肢の肢位変化では、上肢挙上によって腹部表層筋(腹直筋、外腹斜筋)の筋活動が増加することが明らかにされている<sup>7)</sup>。

以上から、頸部や上肢の肢位の違いにより腹筋群の活動様式が異なることが報告されているが、先行研究は表面筋電図を用いたものが多く、深部に位置する腹横筋の活動変化は明らかにされていない。近年、超音波画像診断装置による筋厚変化は深部筋の活動を定量的に評価することができる<sup>8)</sup>と報告されている<sup>8)</sup>。そこで本研究では、筋電図および超音波画像を用いて、仮説①上肢挙上位、頸部屈曲位で腹筋群全体の活動が高まる、仮説②Chin-inを伴ったDraw-inでは腹横筋の単独収縮を促進できる、の2つの仮説を立証するため、頸部および上肢の肢位の違いがDraw-in時の腹筋群活動(とくに深部筋)に及ぼす影響を検討することとした。

## 方 法

### 1. 対象

健康成人男性22名(年齢20~24歳、身長 $171.0 \pm 4.9$  cm、体重 $62.9 \pm 6.7$  kg: 平均値 $\pm$ 標準偏差)とした。除外基準は、a) 下肢体幹に整形外科的疾患・手術歴を有する者、b) 頸部屈曲 $40^\circ$ または上肢屈曲 $180^\circ$ 以下のいずれかの屈曲制限のある者、c) 実験時に腰痛を有する者とした。なお、本研究は埼玉医科大学保健医療学部倫理

委員会の承認を得て行なった(承認番号:160)。

### 2. 測定

#### ○筋電図

筋電測定は、表面筋電計(MQ-Air, キッセイコムテック社製)を用いた。被験筋は右側の腹直筋(臍の約2~3 cm 外側)、外腹斜筋(臍の15 cm 外側)、内腹斜筋(上前腸骨棘の2 cm 内下方)、斜角筋(鎖骨中点の1横指頭側)、胸鎖乳突筋(甲状軟骨の6 cm 頭側で触知できる胸鎖乳突筋の筋膜)、三角筋前部線維(肩峰前縁より3横指下方)とした。線維方向と平行に表面筋電図(ブルーセンサー N-00-S, メッツ社製)を貼り付けた。サンプリング周波数は1,000 Hzとし、band-pass filterを20~500 Hzでフィルタリング処理を行なった<sup>9,10)</sup>。

#### ○超音波画像

機器は、超音波画像診断装置(プロサウンド6, 日立アロカメディカル社製)、プローブはリニア型プローブを使用し、depthは4~6 cmに設定した。プローブ位置は先行研究より検討し、臍高位の臍から5 cm 外側の位置にプローブの内側端をあて、腹横筋の付着部がみえる位置に左右上下に微調整しプローブを合わせて設置することとした(図1A)<sup>11)</sup>。また、測定の再現性を高めるために、プローブの操作、画像上での計測はすべて同一検者が行なった。

### 3. 実験試技

試技は頸部の肢位4通りと肩関節屈曲角度3通りを組み合わせた合計12通り(図2)の肢位にてDraw-inを行

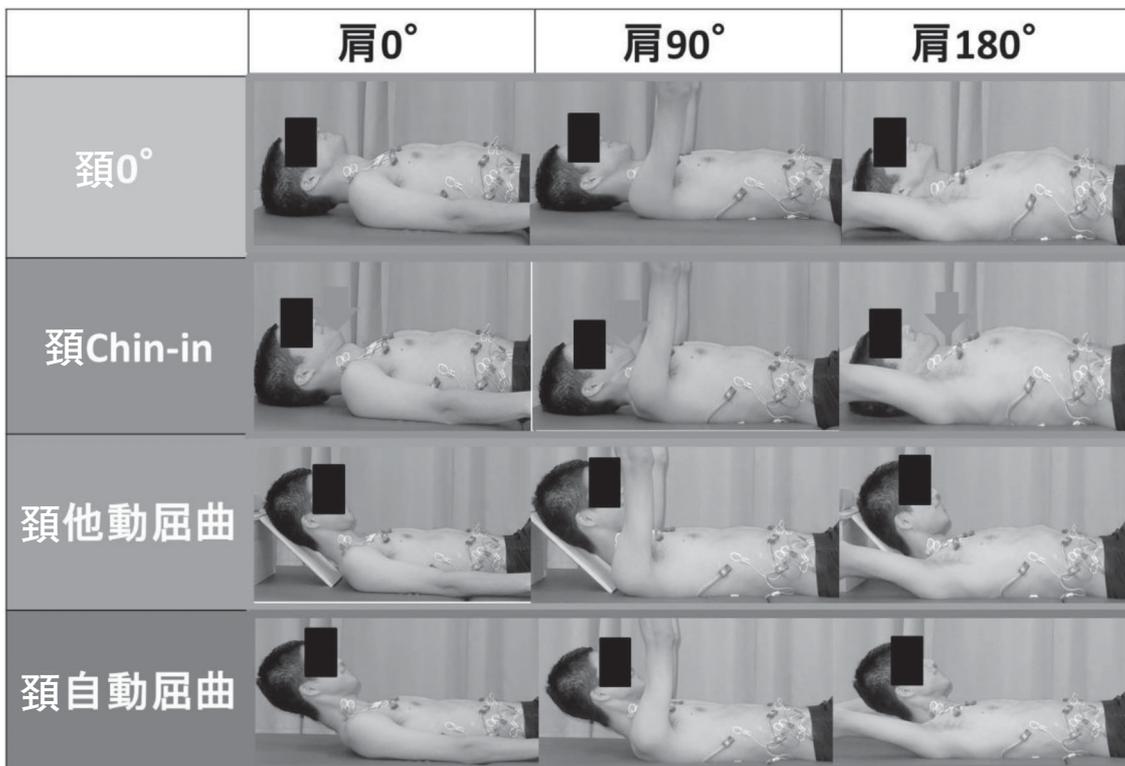


図2 実験試技

なわせた。頸部の肢位は、頸部中間位の「頸0°」、顎を引くように上位頸椎屈曲を保持した「頸Chin-in」、頭部を台に乗せ頸部屈曲40°に設定した「頸他動屈曲」、被験者自身に頸部屈曲40°を保持させた「頸自動屈曲」の4種類とした。また、上肢の肢位は、被験者自身に肩関節0°、90°、180°(以下、肩0°、肩90°、肩180°)の3種類を保持するよう指示した。Draw-inは息を吐きながらゆっくり腹部を引き込むよう指示し、腰椎前弯角度は極力変化させないように注意した。被験者には超音波画像をみせながら、Draw-inができるよう10~20分間練習し、被験者が習得したうえで測定を開始した。測定間の休憩はおよそ1分間で、12通りの試技の順番はランダムに実施した。

#### 4. データ解析

##### ○筋電図

各筋において等尺性収縮時のRMS(root mean square)を等尺性最大随意収縮(maximum voluntary isometric contraction; MVC)時のRMSで除した%MVCを算出した。各筋のMVCは徒手筋力テスト段階5の手法に従い<sup>12)</sup>、検者が最大徒手抵抗を与えた際の筋活動を測定した。

筋電図の解析区間は、超音波画像を採取した前後0.5

秒、合計1秒を解析し、超音波画像を採取した瞬間は、筋電図と同期したビデオカメラ(SONY HANDYCAM HDR-CX590V)により同定し、筋電図と超音波画像の同期処理を行なった。

##### ○超音波画像

各実験試技の初期姿勢での超音波画像を1枚、Draw-in時の画像を1枚撮り、超音波画像装置で外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋の筋厚を測定した。筋厚は、腹横筋附着部から2cmの位置で表層筋膜腹側と深層筋膜外側の距離と規定し、mm単位で計測した(図1B)<sup>13)</sup>。筋厚を計測した後、下記の計算式①、②にて筋厚変化率を求めた<sup>11)</sup>。

①各筋(外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋)の筋厚変化率

$$= \frac{\text{収縮時筋厚}}{\text{初期姿勢時筋厚}}$$

②腹横筋単独筋厚変化率

$$= \text{収縮時} \frac{\text{腹横筋の筋厚}}{(\text{腹横筋} + \text{外腹斜筋} + \text{内腹斜筋})\text{の筋厚}} - \text{初期姿勢時} \frac{\text{腹横筋の筋厚}}{(\text{腹横筋} + \text{外腹斜筋} + \text{内腹斜筋})\text{の筋厚}}$$

#### 5. 統計処理

各試技の初期姿勢時で筋電図・筋厚を比較するため、

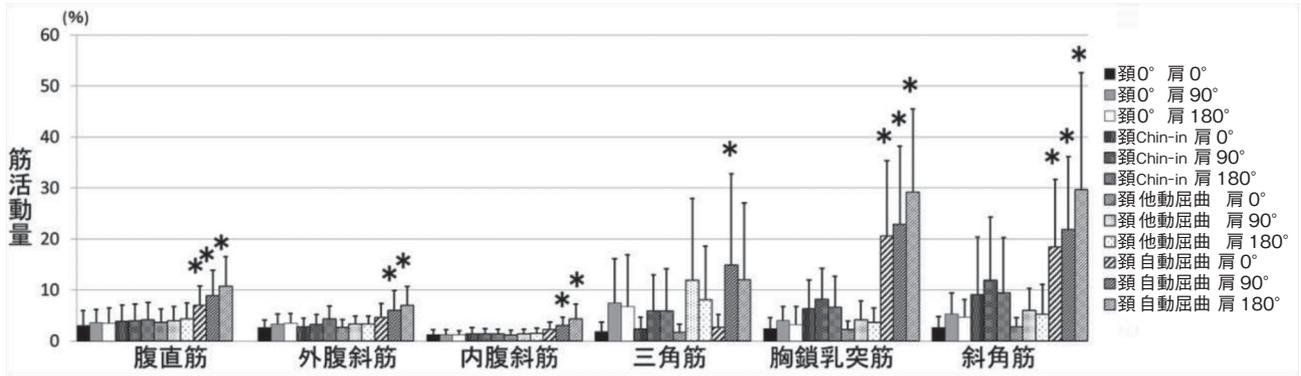


図3 筋電図における初期姿勢時筋活動(\* :  $p < 0.05$ )  
 ※頸0° 肩0°を基準として初期姿勢時の筋活動を比較した。

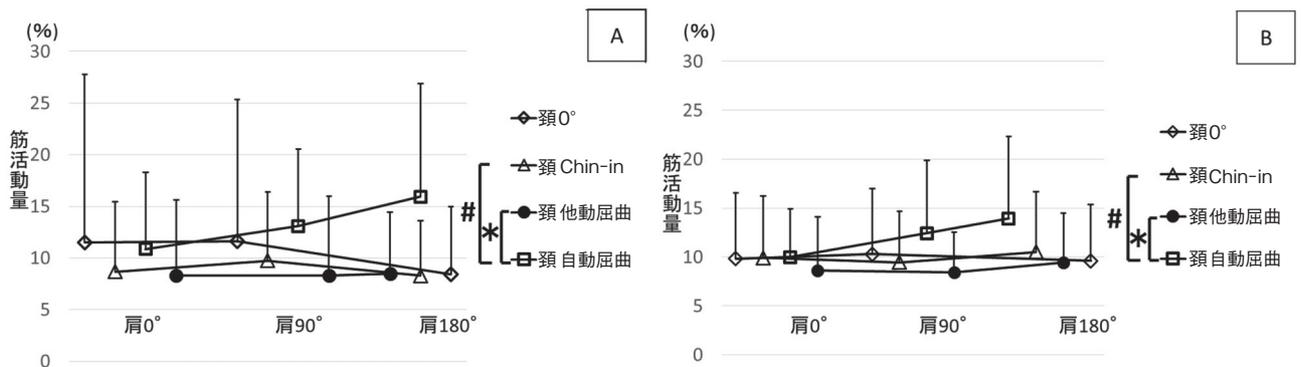


図4 筋電図における腹直筋(A), 外腹斜筋(B)の筋活動  
 (\* :  $p < 0.05$ , # :  $p < 0.1$ )

頸0° 肩0°の試技を基準とし、Dunnett 多重比較検定を行なった。各試技の収縮時筋活動量・筋厚変化率を頸の肢位(4条件)と肩の肢位(3条件)を因子とした二元配置分散分析を行ない、有意差を認められた際は Bonferroni 多重比較検定を行なった。解析ソフトは IBM SPSS Statistics を用い、有意水準は5%とし、10%は有意傾向とした。

## 結 果

被験者22名中4名は得られた超音波画像の脂肪組織が厚く収縮時に腹横筋の解像度が悪かったため筋厚測定できなかった。そのため18名分のデータを解析対象とした。

### 1. 筋電図

#### ○初期姿勢時の筋活動量比較

初期姿勢時の筋活動量(図3)は頸自動屈曲で腹筋群、頸部屈筋群の活動量が有意に大きかった。三角筋は頸自

動屈曲・肩90°屈曲位で有意に活動量が大きく、いずれの頸部肢位も肩0°より肩関節挙上位で活動量が大きい値を示した。

#### ○姿勢別の筋活動量比較

腹直筋は頸の角度変化において有意な主効果を認め、頸自動屈曲が頸他動屈曲よりも有意に大きい活動量を示した。頸自動屈曲は頸 Chin-in に比べて有意に大きい傾向にあった。 $(p=0.064)$ , 図4A)外腹斜筋は頸の角度変化において有意な主効果を認め、頸自動屈曲が頸他動屈曲よりも有意に大きい活動量を示した。また、頸自動屈曲が頸 Chin-in よりも筋活動が多い傾向も示した $(p < 0.07)$ , 図4B)。内腹斜筋は交互作用および頸、肩の主効果ともに有意差を認めなかった。

### 2. 超音波画像

#### ○初期姿勢時の筋厚の比較

初期姿勢時筋厚は、すべての筋において有意差を認めなかった(図5)。

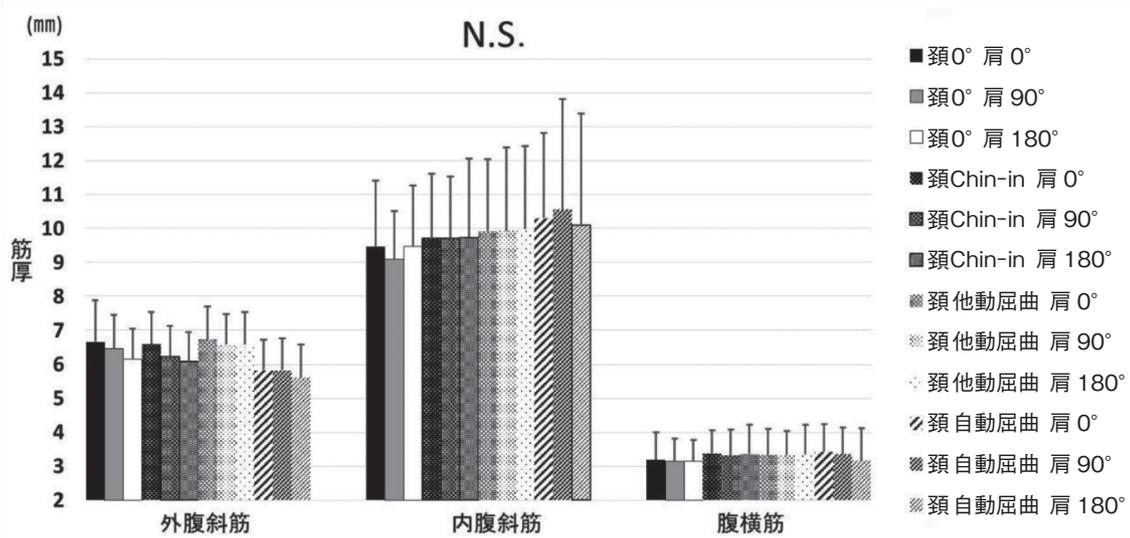


図5 各肢位の初期姿勢時筋厚 (N.S.:有意差なし)

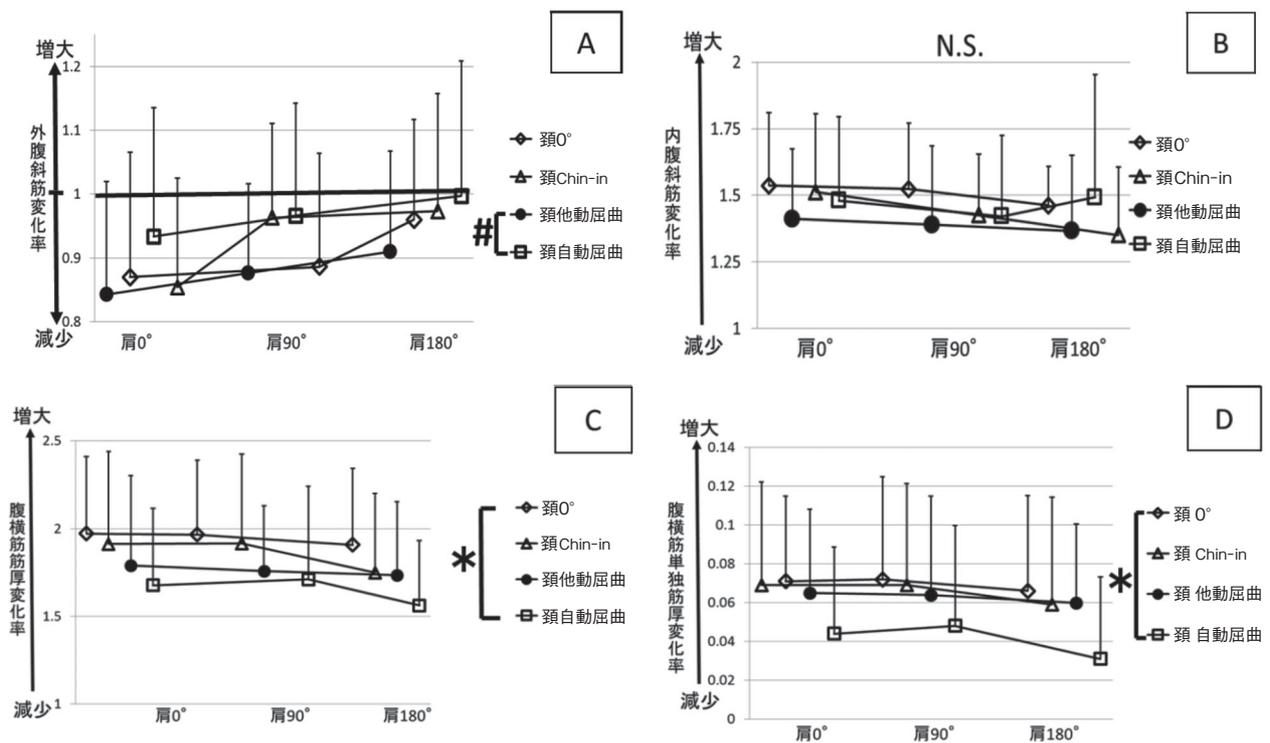


図6 外腹斜筋(A), 内腹斜筋(B), 腹横筋(C)の筋厚変化率, 腹横筋の単独筋厚変化率(D) (\* :  $p < 0.05$ , # :  $p < 0.1$ , N.S. : 有意差なし)

○姿勢別の筋厚変化率の比較

外腹斜筋の筋厚変化率では、肩の角度変化で有意な主効果を認め、肩0°が肩180°に比べ有意に筋厚変化率が小さかった。一方、頸部の角度変化では頸自動屈曲が頸0°よりも大きい傾向( $p=0.06$ )を示した(図6A)。内腹

斜筋は、有意差を認めなかった(図6B)。腹横筋は頸の肢位変化において有意な主効果を認め、頸0°が頸自動屈曲よりも筋厚変化率が有意に大きかった(図6C)。同様に、腹横筋単独筋厚変化率でも頸の肢位変化において有意な主効果を認め、頸0°が頸自動屈曲よりも筋厚変

化率が有意に大きかった(図 6D)。

## 考 察

初期姿勢での筋活動量は、頸自動屈曲で頸部屈筋群と腹筋群、上肢挙上位で三角筋の活動量が大きく、主に主動作筋の活動が高い結果であった。先行研究においても、腹筋群は頸部自動屈曲で活動量が増加することが報告されており<sup>5)</sup>、本研究も同様の結果を示した。一方、初期姿勢の筋厚は各試技で有意差を認めなかったため、Draw-in 時の筋厚のみで比較可能であったが、今回は先行研究を参考に個々の筋の筋厚変化を比較できる筋厚変化率および腹横筋単独筋厚変化率を算出して比較検討を行なった。なお、本手法は先行研究<sup>14)</sup>において高い信頼性・再現性が報告されており、各筋の筋厚変化を比較するには妥当であると考え。

筋電図の結果より、頸自動屈曲の Draw-in は腹直筋および外腹斜筋の筋活動量が他の頸の肢位より有意に大きかった。腹筋動作を行なう際、頸部屈曲すると腹直筋、外腹斜筋の筋活動が増加する<sup>15)</sup>と報告されており、本研究の Draw-in でも同様の結果を示した。頸自動屈曲での Draw-in は腹部表層筋が活性化され腹横筋単独収縮には不適であると考え。

超音波画像の筋厚において、外腹斜筋の筋厚は Draw-in 時に薄くなるが、本結果から頸自動屈曲および肩 180° 屈曲位では薄くなりにくいことを示している。上肢挙上を伴った腹筋運動は外腹斜筋の活動が増加する傾向があるという報告がある<sup>16)</sup>。よって、上肢挙上または頸自動屈曲では Draw-in 時の外腹斜筋活動の抑制が困難であり、腹横筋の単独収縮には不適であると考え。

一方、腹横筋筋厚変化率・単独筋厚変化率は頸自動屈曲で有意に低値を示した。体幹表層筋優位の筋活動になると体幹深部筋の筋活動が減少することが報告されており<sup>17)</sup>、頸部自動屈曲による腹部表層筋の活動量増加に伴い、深部筋である腹横筋の活動は抑制されることが示された。よって、腹横筋の選択的収縮には頸部および上肢中間位での Draw-in が有効であると考え。

以上から、本研究の仮説①について、Draw-in 時の上肢挙上あるいは頸部自動屈曲位で外腹斜筋・腹直筋の活動量が高くなり、腹横筋の活動量が低値を示した。よって、腹横筋促通を図った Draw-in では、頸部自動屈曲位や上肢挙上位は適切ではないと考える。一方、仮説②の Chin-in を伴った Draw-in は、腹横筋単独筋厚変化率では頸自動屈曲より大きい傾向ではあったが、頸 0° の試技と比べて大きな差はなく仮説を立証できなかった。その要因として、Chin-in 時の頸部筋活動様式

が考えられる。本来の Chin-in は、頸部深部筋を賦活化する運動である<sup>18)</sup>が、本研究は胸鎖乳突筋・斜角筋などの頸部表層筋を働かせた Chin-in を行なっていた可能性がある。実際に Chin-in 時の初期姿勢筋活動量は胸鎖乳突筋  $6.3 \pm 5.7\%$  MVC、斜角筋  $9.1 \pm 11.3\%$  MVC (図 3) であり有意差を認めないが他の試技より活動量が大きい。今後は、頸部深部筋のみを活動させた Chin-in の Draw-in 時腹横筋活動様式を検証する必要がある。

本結果より、腹横筋の単独収縮には頸 0°・肩 0° が有用であることが示された。腹横筋の単独収縮により、腹横筋の反応時間が早くなること<sup>19)</sup>や腰痛軽減に有用である<sup>20)</sup>ことが示されており、本結果は体幹の神経筋反応速度向上や腰痛の運動療法において有用な情報になると考える。しかし、腹横筋の単独収縮が実際の日常生活およびスポーツ動作時の腹横筋活動を促通させるかは明らかでないため、今後の課題である。

本研究の限界としては、4名の被験者で超音波画像の解像度不鮮明により筋厚測定できなかったことがあげられる。原因として、脂肪組織の厚さによる解像度の違いが考えられ、今後は被験者の身体特性をより統一する必要があると考える。

## 結 語

頸部自動屈曲運動・上肢挙上を伴った Draw-in は、腹部表層筋が優位に活動し、深部筋の活動は低下することが示唆された。また、腹横筋を選択的に収縮させることができる Draw-in の肢位は頸部 0°・肩 0° であることが示された。

## 文 献

- 1) Bergmark A : Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. Acta Orthop Scand Suppl, 230 : 1-54, 1989.
- 2) Saliba SA et al : Differences in transverse abdominal activation with stable and unstable bridging exercises in individuals with low back pain. N Am J Sports Phys Ther, 5 : 63-73, 2010.
- 3) 三浦雄一郎 : 体幹筋機能の研究と慢性腰痛症の運動療法. 関西理学, 1 : 7-13, 2001.
- 4) 里宇明元 : 呼吸の運動学. 総合リハ, 18 : 377-384, 1990.
- 5) Su JG et al : Effect of craniocervical posture on abdominal muscle activities. J Phys Ther Sci, 28 : 654-657, 2016.

- 6) 後藤 淳：頭頸部アライメントの解釈. 関西理学, 16 : 19-26, 2016.
- 7) Hodges P et al : Preparatory trunk motion accompanies rapid upper limb movement. *Exp Brain Res*, 124 : 69-79, 1999.
- 8) Hodges P et al : Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle Nerve*, 27 : 682-692, 2003.
- 9) 木場朝博ほか：表面筋電図（バイオメカニズム・ライブラリー）. 東京電機大学出版局, 東京 : 85-94, 2006.
- 10) 関口浩至ほか：表面筋電図を使用した補助呼吸筋の活動分析による努力呼吸の評価. *人工呼吸*, 30 : 26-32, 2013.
- 11) Mannion AF et al : Abdominal muscle size and symmetry at rest and during abdominal hollowing exercise in healthy control subjects. *J Anat*, 213 : 173-182, 2008.
- 12) Hislop HJ et al : 新・徒手筋力検査法. 原著第9版, 協同医書出版社, 東京 : 22-122, 2015.
- 13) Ferreira PH et al : Changes in recruitment of the abdominal muscles in people with low back pain : ultrasound measurement of muscle activity. *Spine (Phila Pa 1976)*, 29 : 2560-2566, 2004.
- 14) Mannion AF et al : Muscle thickness changes during abdominal hollowing : an assessment of between-day measurement error in controls and patients with chronic low back pain. *Eur Spine J*, 17 : 494-501, 2008.
- 15) Shirado O et al : Electromyographic analysis of four techniques for isometric trunk muscle exercises. *Arch Phys Med Rehabil*, 76 : 225-229, 1995.
- 16) Hildenbrand K et al : Abdominal muscle activity while performing trunk-flexion exercises using the Ab Roller, ABslide, FitBall, and conventionally performed trunk curls. *J Athl Train*, 39 : 37-43, 2004.
- 17) Kramer M et al : Surface electromyography-verified muscular damage associated with the open dorsal approach to the lumbar spine. *Eur Spine J*, 10 : 414-420, 2001.
- 18) 一瀬裕介ほか：頭頸部屈曲テストにおける頸部超音波画像の変化. *理療科*, 31 : 835-839, 2016.
- 19) Tsao H et al : Immediate changes in feedforward postural adjustments following voluntary motor training. *Exp Brain Res*, 181 : 537-546, 2007.
- 20) Tsao H et al : Persistence of improvements in postural strategies following motor control training in people with recurrent low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*, 18 : 559-567, 2008.

# 上腕骨小頭離断性骨軟骨炎に対する鋼線締結法による 離断骨軟骨部固定術の成績—その適応と限界—

## Clinical Study of Wiring Fixation for Osteochondritis Dissecans of the Capitellum Humeri — Indication and Limitation —

麻生 邦一<sup>1)</sup> Kuniichi Aso                      内田 和宏<sup>2)</sup> Kazuhiro Uchida  
岡崎 啓治<sup>2)</sup> Keiji Okazaki                      近藤 稔<sup>3)</sup> Minoru Kondo

### ● Key words

離断性骨軟骨炎, 上腕骨小頭, 鋼線締結法

Osteochondritis dissecans : Humeral capitellum : Wiring fixation

### ●要旨

上腕骨小頭離断性骨軟骨炎に対して, 鋼線締結法による離断部接合術を行なった33症例, 33肘の成績を調査した。離断部の癒合は29肘(87.9%)に成功し, 4肘が不成功であった。術後のX線評価(岩堀分類)でも, Excellent(完全修復):17肘(51.5%), Good(一部不整, 扁平化):11肘(33.3%), Fair(一部癒合不全):1肘, Poor(重度癒合不全):4肘と28肘(84.8%)に良好な成績が得られた。離断部が不安定で, 骨釘固定術では固定力が弱いとされる分離期後期の症例により適応がある。一方, 離断部の軟骨が傷んでいる場合, 離断部に骨組織の残存がほとんどない場合には, 離断部接合術の適応外と考える。

### はじめに

上腕骨小頭離断性骨軟骨炎は, 野球少年の外側型の投球障害として今なお発生は少なくないし, 時には軽視され重篤となって来院することがある。治療においても諸家により考え方が異なり, いろいろな手術法がなされている(表1)。

とくに病期の進行した症例に対しては, 大きく分けて2つの考え方の手術がなされている。1つはあくまで離断部を癒合せ修復する, という考え方であり, もう1つは他部位より骨軟骨を移植し再建する, という考え方

である。

筆者らは離断しかかっている病変に対しては, それを接合する, すなわち解剖学的修復が最良と考え, 自分たちが開発した軟鋼線による離断部締結法を行なってきた<sup>1-3)</sup>。今回はこの鋼線締結法の成績を調査し, 問題点を探り, 適応と限界を考察したので報告する。

### 対 象

1995年より2015年までに当院で治療した小頭離断性骨軟骨炎は, 142症例, 142肘で, このうち77症例, 77肘(54%)に手術的治療を行なった。このうち離断部接

麻生邦一  
〒870-0818 大分市新春日町2-3-13  
麻生整形外科クリニック  
TEL 097-546-8080/FAX 097-546-8087  
E-mail penn1776@vesta.ocn.ne.jp

1) 麻生整形外科クリニック  
Aso Orthopaedic Clinic  
2) 大分循環器病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Oita Cardiovascular Hospital  
3) 近藤整形外科医院  
Kondo Orthopaedic Clinic

表1 上腕骨小頭離断性骨軟骨炎に対する主な手術法

1. 離断部接合手術
1) 骨釘移植
2) 鋼線締結法
3) Herbert screw 固定術
4) dynamic staple 固定術
2. 骨切り手術
1) 橈骨短縮骨切り術
2) 上腕骨外顆骨切り術
3. 病巣切除手術
1) 直視下
2) 鏡視下
4. 遊離体手術
1) 遊離体摘出術
2) 遊離体接合術
5. 骨・軟骨移植手術
1) mosaicplasty (骨軟骨柱移植)
2) 肋骨・肋軟骨移植
6. その他
1) 肘筋付き骨釘移植

合を鋼線締結法にて行なったのは33肘である。年齢は12~16歳(平均13.4歳),すべて男児で,原因となったスポーツはすべて野球であった。主たる守備位置は,投手が16例(48%)と最も多く,次いで捕手,内野手が同じで7肘(21%),外野手2肘(6%)の順であった(1肘は不明)。罹患側は右32肘,左1肘ですべて利き手側であった。発症から手術までの期間は2~48ヵ月(平均12.3ヵ月),初回手術から鋼線抜去までの期間は12週~22ヵ月(平均1年7ヵ月)であるが,直近の10症例では早期の鋼線抜去を心掛け,平均4ヵ月となっている。術後観察期間は9ヵ月~15年3ヵ月(平均28.9ヵ月)であった。

術前の身体所見として,全例に投球時痛,肘外側の圧痛をみとめ,ROMは伸展-40~20°(平均-4.1°),屈曲105~147°(平均133.0°)であった。X線検査による病巣分類(岩堀)では,中央型18肘(54.5%),外側広範囲型14肘(42.4%)であり,外側限局型は1肘(3.0%)のみであった。またX線病期分類(岩瀬)では,透亮期:1肘(3.0%),分離期前期:11肘(27.5%),分離期後期:17肘(51.5%),遊離期:4肘(12.1%)となり,分離期後期が最も多かった。また術中所見によるICRS分類では,軟骨面に亀裂をみとめないICRS grade Iが5肘(15.1%),軟骨面に亀裂を有するも不安定性がみられないgrade IIが12肘(30%),離断面に亀裂を有し不安定性を有するgrade IIIが18肘(45%),遊離体をみとめるICRS grade IVが4肘(12.1%)となり,grade III, IVの重度の症例が約6割を占めた。

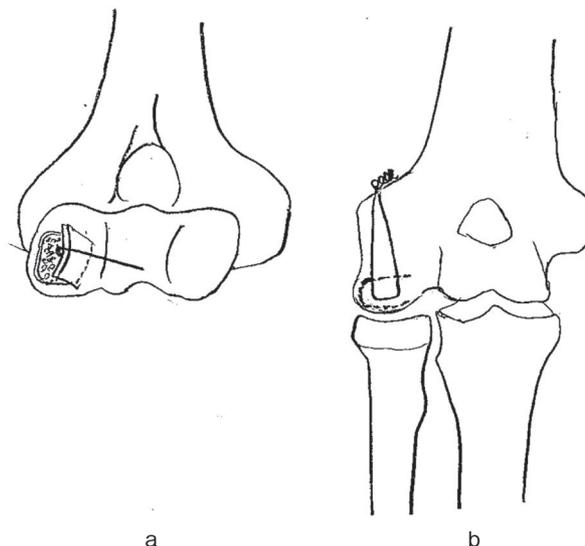


図1 鋼線締結法  
 a: 離断部を外側コの字型に開き,母床を搔把,新鮮化し,海綿骨を移植する。  
 b: 離断部を元に戻し,0.5~0.7mm径の軟鋼線を通して締結し固定する。

## 方 法

### (1) 手術方法

鋼線締結法は,1992年,近藤,麻生が報告したもので,肘関節後外側より進入し,関節を開き,上腕骨小頭を露出する。小頭の軟骨亀裂部にメスを入れ,外側コの字型にして離断部骨・軟骨片を内側の連続性を保ちながら丁寧に起こす。起こした間隙から母床を搔把し,新鮮化する。この際骨癒合を妨げている線維性骨組織を徹底的に搔爬,除去する。さらに1.2mm径のK-wireによりドリリングを行なって母床の骨硬化帯を新鮮化した後,腸骨もしくは肘頭から,場合によっては橈骨遠位端部から採取した海綿骨をしっかりと充填する。起こした骨・軟骨片を元に戻し,上腕骨外顆より0.5~0.7mm径の軟鋼線を骨移植した離断部を貫通させて締めて内固定する(図1)<sup>3)</sup>。離断部が大きい場合,鋼線による固定性が弱い場合には二重に鋼線締結をする。

### (2) 後療法

術後は3週間のギプス固定の後,徐々に自動運動訓練を開始する。定期的にX線検査を行ない,骨癒合状況を把握し,癒合の進行とともに野球に復帰させていく。鋼線抜去は癒合傾向をみて判断するが,3~4ヵ月をめどとしている。通常術後5~6ヵ月から徐々に投球を開始し,完全に骨癒合をみとめたら全力投球を許可している。

(3) 評価法

臨床評価は疼痛, スポーツ能力, ROM などの JOA 肘機能評価法(スポーツ)に拠り, X 線評価は岩堀の X 線評価に拠り判定した<sup>4)</sup>. 統計学的処理は Wilcoxon 検定を用い, 5% 以下を有意差ありとした.

結 果

離断部の鋼線締結の一重は 29 肘(87.8%), 二重は 4 肘(12.1%)に実施した. 採取した移植骨は, 腸骨が 20 肘(60.6%), 肘頭が 11 肘(33.3%), 橈骨遠位端部が 2 肘(6.1%)であった.

疼痛は, 25 肘(75.8%)に完全消失となり, 8 肘(24.2%)に軽度の圧痛をみとめ, そのうち投球時にも疼痛があるものは 5 肘(15.2%)であった. 疼痛の JOA score では, 術前 11.5 が術後 27.7 となり, 有意な疼痛の軽減をみとめた. スポーツ能力については, 投球障害以外の理由で転向した 2 肘を除いた 31 肘のうち, 28 肘(90.3%)は投球レベルの明らかな改善をみとめ, 2 肘(6.5%)は軽度の改善, 1 肘(3.2%)は改善なしであった. 癒合不全の症例に改善傾向がみられないが, 必ずしも一致するものではなかった. JOA score では, 術前 6.5 が術後 17.3 になり, 有意に改善していた. ROM は術後伸展 -25~10°(平均 -2.9°), 術後屈曲 115~145°

(平均 133°)となり, 伸展, 屈曲ともに改善の傾向はみられなかった. 総合評価の JOA Score は, 術前 62.4 が術後 87.7 と有意に改善していた(図 2). 術後の X 線評価を岩堀の分類に拠って行なうと, Excellent(完全修復): 17 肘(51.5%), Good(一部不整, 扁平化): 11 肘(33.3%), Fair(軽度欠損, 一部癒合不全): 1 肘(3.0%), Poor(重度欠損, 癒合不全, 関節症): 4 肘(12.1%)となり, 28 肘(84.8%)に良好な成績が得られた. X 線所見が Fair であっても, 疼痛なく, 野球に復帰し, 患者満足度が高い 1 例を成功例に含めると, 29 肘(87.9%)に成功し, 4 例(12.1%)が不成功であった. 不成功の 4 例についてその要因を分析すると, 3 例は外側広範型で外側支持性が破壊され, かつ分離期後期で離断部不安定性が強い症例であった. そのうち 1 例は骨癒合が遷延している間に転落し鋼線が破損した. 残りの 1 例は中央型で分離期前期であったが, 術後 3 ヶ月にて鋼線が破損し, 移植骨の生着不良に陥った. 2 例に追加手術として mosaicplasty を行なった.

またスポーツ復帰については, 離断部癒合不成功例と他のスポーツに転向した症例を除いた 27 症例についてみると, 投球開始は術後 3.5~8.5 ヶ月, 平均 5.2 ヶ月であった. 術後 6 ヶ月以内の復帰率は 80% で, 大半を占めた. 離断部不安定性の強い症例や遊離期の症例では癒合に時間を要し, 復帰は遅くなっていた.

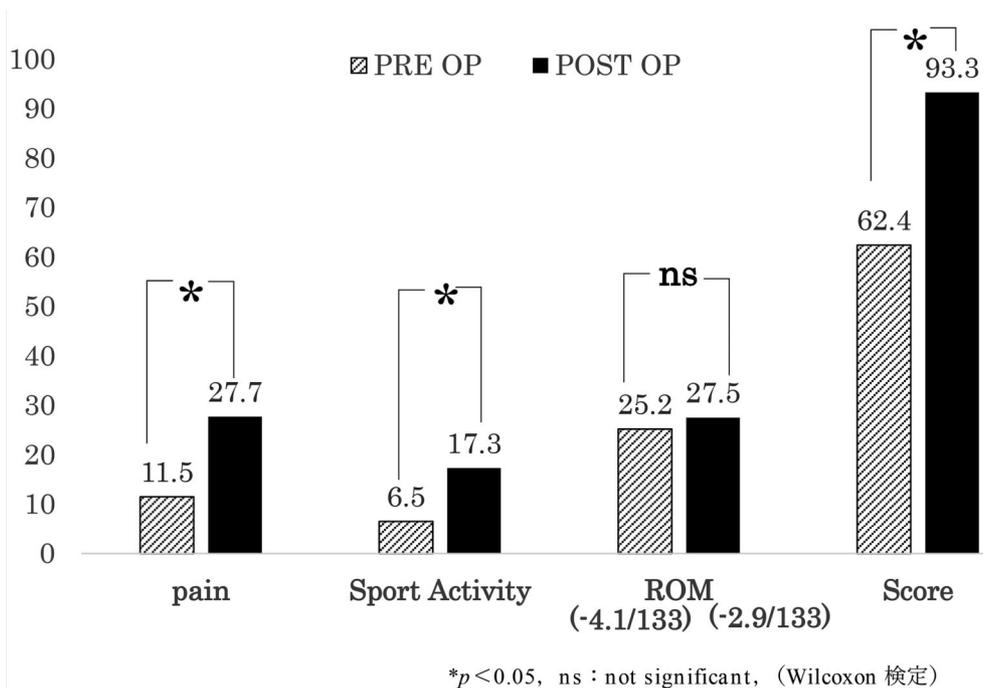


図 2 術前と術後の成績の比較(JOA sport score に拠る)  
疼痛, スポーツ能力, JOA score は術後有意に改善をみとめたが, ROM は有意な改善がみられなかった.

## 症 例

14歳、男子：小学2年から野球を始め、小学5年より投手を1年間して、その後は3塁手として、平日4時間、土・日5時間の練習および試合をしていた。中学2年時、投球時に右肘痛を覚え、1ヵ月後に来院した。右肘関節外側に圧痛、ROMは $-15/115^\circ$ の制限をみとめた。単純X線所見より、分離期後期、外側広範型の上腕骨小頭離断性骨軟骨炎と診断した。CTにても同様に不安定性を有する進行した病変を示している。来院2ヵ月後に手術を行なった。小頭外側に離断部の大きな間隙がみられ、これと連続して中央部まで軟骨の浅い亀裂をみとめ、また小頭中央一部に軟骨軟化をみとめるも、離断部は比較的安定していた。離断部を丁寧に起こし、母床の線維性骨を搔把し、腸骨より採取した海綿骨を移植した。さらに外側壁には皮質骨をはめ込み強化した後、0.7mm径の軟鋼線で固定した。術後3週間の外固定を行ない、自動運動を開始した。術後2ヵ月半に鋼線を抜去したが、離断部はしっかりと固定されており、軟骨もほぼ正常に保たれていた。術後1年2ヵ月の最終観察時、JOA scoring systemでは、疼痛は術前10点が術後30点、スポーツ能力は術前5点が術後20点、ROMは術前 $-15/115^\circ$ が術後 $0/122^\circ$ 、scoreは術前45点が術後98点とほぼ正常に回復し、X線評価はExcellentであった(図3)。

## 考 察

上腕骨小頭の離断しながらも残っている骨軟骨片を固定して修復・治癒せしめることは、解剖学的に復元することであり、理に適った手術法といえよう。離断部骨接合術として、骨釘固定術は上崎らの報告<sup>5)</sup>以来、多く行なわれて来ている。肘頭から骨を釘として固定に用いることは、生理学的に好ましい修復法であると考え。その成績も概ね良好ではあるが、病期が比較的早いICRS分類OCD grade I, IIで、離断部が安定している症例に成功率が高い一方、進行した病期の場合には成績が劣る傾向があった<sup>6-8)</sup>。その理由は、離断部は軟骨とごく薄い骨成分から成り、これを骨釘で固定しても強固な固定が得られにくいことと、離断部の母床を新鮮化、骨移植しないため癒合しにくいことであると考え。また離断部の骨接合には、ほかにも肘筋付き骨釘移植<sup>9)</sup>、Herbert screw<sup>10,11)</sup>、dynamic staple 固定<sup>12,13)</sup>、吸収ピン(ポリ-L-乳酸、PLLA)<sup>14,15)</sup>などの異なる固定材料による成績が報告され、それぞれに良好な成績を得ている。

われわれの軟鋼線を用いた鋼線締結法は、上腕骨外頰から小頭離断部に軟鋼線を通して母床に固定するために、不安定な離断部でも強固に固定される。また必ず離断部母床を搔爬、新鮮化して骨移植を行なうために進行期でも癒合率が高い。Takedaら<sup>16)</sup>は本法を追試した11例全例で癒合に成功したと報告している。本法の変法として、信田ら<sup>17)</sup>は軟鋼線の代わりに吸収ピンを用い、また津下ら<sup>18)</sup>は細めの軟鋼線を十字型になるように二重に通して、より固定性を高めた手術法(「吊り上げ法」)を報告し、それぞれに良好な成績を報告している。われわれの症例では高度に不安定性を有する4肘(12.1%)に二重鋼線締結固定を実施した。今回の33肘中、29肘(87.9%)に骨癒合が成功している。また遊離体期の3肘でも遊離体の接合に成功している<sup>19)</sup>。しかし成績不良の4例の検討から、ICRS分類OCD grade III以上の離断部の不安定性が強い場合で、外側広範型で外側支持性が破壊されている症例では癒合率が低下し、失敗する可能性があるため、正確に手術し、慎重に後療法を行なう必要がある。

本法では鋼線が軟骨面に露出することが最大の問題となるが、細めの鋼線を少し食い込ませるように埋没させると軟骨を傷害することは少ないと考えている。しかし強く締めすぎると離断部が割れたり、たわんだりするのでその加減が難しい。経過が良好な症例では、鋼線は増殖した軟骨に覆われてみえないことが多い。

また鋼線を抜去する必要があることが欠点であるが、その際関節内を観察する機会に恵まれる。小頭離断部の関節軟骨が傷んでいなければ、すべての病期に本法の適応がある。とくに分離期後期の離断部が不安定で、骨釘固定術では固定力が弱いと判断できる症例により適応がある。その固定性が優れているために、成績が良好で、侵襲が比較的少なく、後療法も短く、経済的負担も少ない。欠点としてはやや手術手技が難しいこと、鋼線抜去手術を要することである。一方、進行して関節軟骨が傷んでいる場合、あるいは離断部に骨組織がほとんど残っていない場合には適応とはならない。その場合は離断部を切除して膝関節や肋骨からの骨軟骨移植を行なっている。骨軟骨移植による関節の再建も良好な成績が報告されており、優れた方法ではあるが、侵襲がやや大きく、関節面の曲率を正常に復することがやや困難という欠点を有する。

## 結 語

1. 上腕骨小頭離断性骨軟骨炎に対して、離断部癒合を図る鋼線締結法を行なった33症例、33肘の成績を

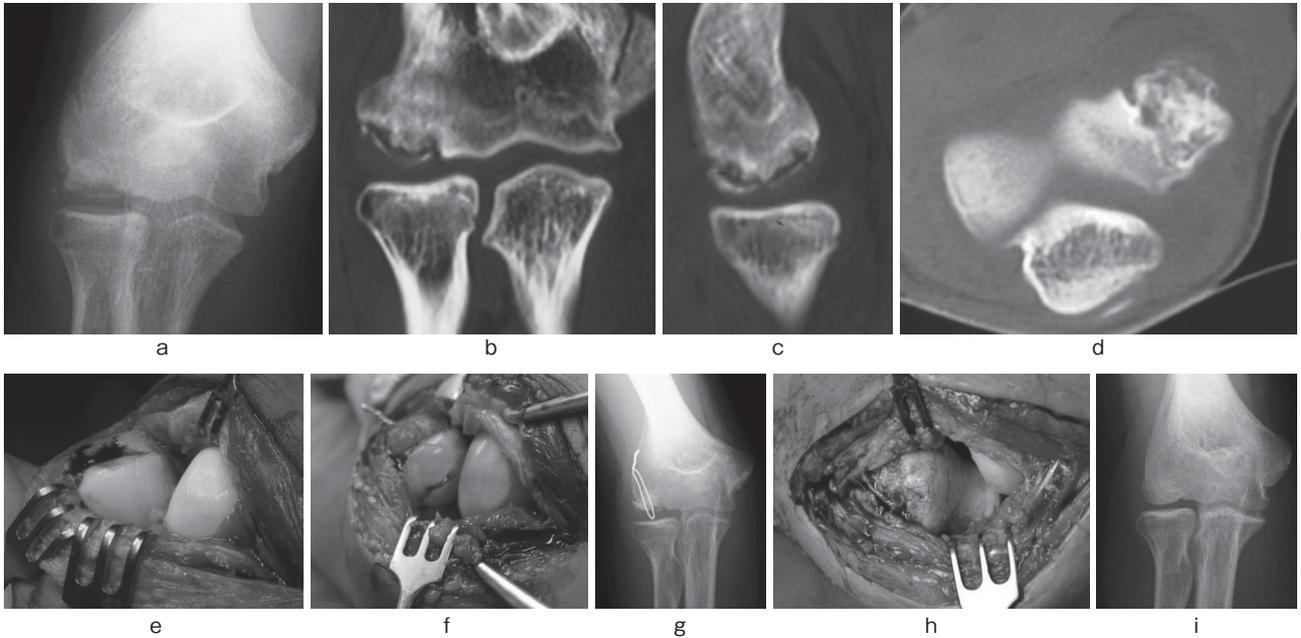


図3 14歳, 男子, 右  
 a, X線所見(45°屈曲位正面像): 分離期後期で外側から中央部まで広範に病巣をみとめる。  
 b, c, d, CT: 外側広範型で, 前方から後方にかけて広範な病巣をみとめる。  
 e, 術中所見: 小頭外側に離断部の大きな間隙がみられた。これに連続して軟骨に浅い亀裂と一部に軟骨軟化をみとめた。  
 f: 離断部母床を搔把し, 腸骨より海綿骨を移植し, さらに外側壁に皮質骨をはめ込み強化した後, 0.7 mm 径の軟鋼線で固定した。  
 g, X線所見(45°屈曲位正面像): 術後2週。  
 h, 鋼線抜去時: 術後2ヵ月半。離断部はしっかりと固定されており, 軟骨もほぼ正常に保たれていた。  
 i, 術後14ヵ月のX線所見(45°屈曲位正面像): 離断部の移植骨は生着し, 小頭の形態も良好に修復された(Excellent)。JOA score 98点。

調査した。

- 29肘(87.9%)に離断部生着に成功し, 生着した症例は, 疼痛, スポーツ能力ともに有意な改善をみとめ, 80%が6ヵ月以内に投球復帰ができた。

### 補 足

本論文の要旨は第42回日本整形外科学会スポーツ医学学会学術集会パネル: 上腕骨小頭離断性骨軟骨炎の治療(各治療法の適応と限界)において発表した。

### 文 献

- 1) 近藤稔ほか: 野球による肘離断性骨軟骨炎の手術的治療. 整・災外, 32: 1451-1459, 1989.
- 2) 近藤稔ほか: 肘離断性骨軟骨炎の治療—鋼線締結法—. 関節外科, 11: 630-636, 1992.
- 3) 麻生邦一: 上腕骨小頭離断性骨軟骨炎に対する最小侵襲手術の試み—離断部骨軟骨片固定術(骨軟骨片鋼線締結法). 整外最小侵襲術誌, 74: 3-9, 2015.
- 4) 岩堀祐介ほか: 上腕骨小頭離断性骨軟骨炎の手術療法—関節鏡の役割と治療成績—. 日肘関節会誌, 13: 67-68, 2006.
- 5) 上崎典雄ほか: 離断性骨軟骨炎および骨軟骨骨折に対する骨釘による固定. 整スポ会誌, 4: 67-71, 1985.
- 6) 戸祭正喜ほか: 上腕骨小頭離断性骨軟骨炎症例に対する骨釘移植術. 日肘関節会誌, 13: 63-64, 2006.
- 7) 今田英明: 上腕骨小頭離断性骨軟骨炎に対する骨釘移植術の治療成績. 日肘関節会誌, 21: 198-202, 2014.
- 8) 南野光彦ほか: 上腕骨小頭離断性骨軟骨炎に対する骨釘移植術の治療経験. 日肘関節会誌, 21: 202-206, 2014.

- 9) 島田幸造ほか：上腕骨小頭離断性骨軟骨炎に対する骨膜付き有茎骨釘移植による再建の試み. 日肘関節研究会誌, 10 : 73-74, 2003.
- 10) Inoue G et al : Bilateral osteochondritis dissecans of the elbow treated by Herbert screw fixation. Br J Sport Med, 25 : 142-144, 1991.
- 11) Kuwahata Y et al : Osteochondritis dissecans of the elbow managed by Herbert screw fixation. Orthopaedics, 21 : 449-451, 1991.
- 12) 桐田卓ほか：肘離断性骨軟骨炎に対する stapling 法の長期成績, 日肘関節研究会誌 7 : 7-8, 2000.
- 13) Harada M et al : Fragment fixation with a bone graft and dynamic staples for osteochondritis dissecans of the humeral capitellum. J Shoulder Elbow Surg, 11 : 368-372, 2002.
- 14) Takeba J et al : Arthroscopic technique for fragment fixation using absorbable pins for osteochondritis dissecans of the humeral capitellum : a report of 4 cases. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 18 : 831-835, 2010.
- 15) Uchida S et al : Arthroscopic fragmentation fixation using hydroxyapatite/poly-L-lactate acid thread pins for treating elbow osteochondritis dissecans. Am J Sport Med, 43 : 1057-1065, 2016.
- 16) Takeda H et al : Surgical treatment for unstable osteochondritis dissecans lesions of the humeral capitellum in adolescent baseball players. Am J Sports Med, 30 : 713-717, 2002.
- 17) 信田進吾ほか：肘離断性骨軟骨炎に対する骨軟骨片固定術の治療経験. 日肘関節会誌, 13 : 59-60, 2006.
- 18) 津下健哉ほか：「吊り上げ」法による肘離断性骨軟骨症の治療. 日リウマチ・関節外会誌, 11 : 245-250, 1992.
- 19) 麻生邦一ほか：肘関節離断性骨軟骨炎遊離期に対する鋼線締結法の有用性. 日肘関節会誌, 20 : S95, 2013.

# 若年者スポーツ選手に対するキーンベック病の治療戦略

## Treatment Strategies for Kienböck's Disease in Young Athletes

鶴田 敏幸 Toshiyuki Tsuruta

井上 美帆 Miho Inoue

### ● Key words

キーンベック病, スポーツ選手, 月状骨  
Kienböck's diseases : Athlete : Lunate

### ● 要旨

目的：若年者スポーツ選手のキーンベック病について自験例を後ろ向きに調査し、治療方針を検討した。

対象と方法：対象はスポーツが原因と考えられた14例16手、初診時年齢は平均16.8歳であった。治療法と競技復帰の有無をカルテより収集し、初診時X線像から橈骨遠位骨端線閉鎖前・後に分けて検討した。

結果：骨端線閉鎖前群は10例12手で全例競技復帰し、治療成績もExcellentであった。閉鎖後群は4例4手で3例が競技復帰し、Excellent1例、Good1例、Fair2例であった。

考察：本病では14歳以下は自己修復力や可塑性が強いとされ、自験例も骨端線閉鎖前群の予後は良好だった。骨端線閉鎖後群は病期が進行した症例が多く、競技復帰率も下がると考えられた。

### はじめに

スポーツによるキーンベック病は若い選手に多く、競技復帰に向けて治療法の選択にしばしば苦慮する<sup>1)</sup>。今回、自験例を後ろ向きに調査し、若年者スポーツ選手のキーンベック病の治療方針について検討を加えたので報告する。

### 対象と方法

対象は、2004年から2017年までに当院でキーンベック病と診断した117例のうち、スポーツが原因と考えられた14例16手である。

男性12例14手、女性2例2手、初診時年齢は平均16.8歳、患側は左側が3例3手、右側が9例9手、両側が2例であった。

初診から調査までの期間は平均7.2年であった。

スポーツの種類は剣道・バドミントンが各3例、柔道・テニスが各2例、体操・バスケットボール・野球・ボクシングが各1例であった。

方法は、治療法、競技復帰の可否、治療成績についてカルテより収集し、現在の状態について、来院もしくは電話で聴取した。調査結果は、初診時の単純X線像から骨端線閉鎖前群と骨端線閉鎖後群に分けて検討した。病期分類には2010年に改変されたLichtmanの単純X線分類<sup>2)</sup>を用い、治療成績はMayo Wrist Score<sup>3)</sup>を用いた。

鶴田敏幸  
〒849-0306 小城市牛津町勝1241-6  
医療法人友和会鶴田整形外科  
TEL 0952-66-4114/FAX 0952-66-4133  
E-mail t.orth.c@theia.ocn.ne.jp

医療法人友和会鶴田整形外科  
Tsuruta Orthopaedic Clinic

表1 症例内訳

症例番号	初診時年齢	性別	患側	骨端線閉鎖	Stage	治療法	スポーツ	競技復帰	治療成績
1	17	男性	左	前	ⅢA	橈骨骨切り術	剣道	可能	E
2	15	男性	右	前	I	保存	柔道	可能	E
3	12	男性	右	前	I	保存	剣道	可能	E
4	14	女性	右	前	ⅢC	血管柄付き骨移植術 (他院)	剣道	可能	E
5	16	男性	右	前	ⅢB	橈骨骨切り術	テニス	可能	E
6	18	男性	左	前	I	保存	バスケット	可能	E
7	14	男性	右	前	I	保存	ボクシング	可能	E
8	14	男性	左	前	I	保存	ボクシング	可能	E
9	16	男性	右	前	I	保存	テニス	可能	E
10	16	男性	左	前	I	保存	テニス	可能	E
11	16	男性	右	前	I	保存	バドミントン	可能	E
12	16	男性	右	前	I	保存	バドミントン	可能	E
13	16	男性	右	後	I	保存	バドミントン	可能	E
14	22	男性	右	後	ⅢB	有頭骨短縮 (他院)	体操	疼痛残存	F
15	22	男性	左	後	ⅢC	月状骨摘出 有頭骨-舟状骨間固定術	野球	不能	F
16	21	女性	右	後	Ⅳ	月状骨摘出 有頭骨-舟状骨間固定術	柔道	可能	G

### 結 果

骨端線閉鎖前群は10例12手で、Lichtmanの単純X線による病期分類ではStage Iが7例9手、ⅢAが1手、ⅢBが1手、ⅢCが1手であった。

骨端線閉鎖後群は4例4手で、病期はStage Iが1手、ⅢBが1手、ⅢCが1手、Ⅳが1手であった。

表1に症例ごとの内訳を示す。骨端線閉鎖前群は全例競技復帰し、治療成績も全例Excellentであった。閉鎖後群は、4例中3例は競技復帰したが、うち1例は体操競技に復帰するも疼痛が残存していた。1例は痛みのために野球への復帰は不能であった。治療成績は、Excellent 1例、Good 1例、Fair 2例であった。

### 症 例

代表症例3例を呈示する。

症例1(症例番号7)：14歳，男性，ボクシング。

現病歴：数日前よりとくに誘因なく右手関節の痛みが出現し、当院を受診した。初診時の単純X線像では、月状骨の硬化像や扁平化は認めなかった(図1)。MRIで月状骨はSTIRで高信号を呈し、T1強調像で低信号を呈していた(図2a, b)。Lichtman分類Stage Iと判断し、装具による保存治療を開始した。

治療経過：治療開始後5ヵ月時のMRIで信号変化は消失し(図2c, d)、治癒と考えられた。高校ではインターハイに出場し、現在(20歳)も痛みなくボクシングができています。治療成績はExcellentであった。



図1 症例1(症例番号7)：14歳，男性，ボクシング  
a：初診時単純X線正面像  
b：初診時単純X線側面像

症例2(症例番号5)：16歳，男性，硬式テニス。

現病歴：4ヵ月前よりテニス時に右手関節の痛みがあり、当院を受診した。初診時の単純X線像では、月状骨の硬化および扁平化、舟状骨の掌屈偏位を認めた。尺骨遠位端は2.2mmのulnar minus variantを呈していた(図3)。

MRIでは、T1強調像では低信号を呈し、STIRで信号変化は消失し、矢状断像では明らかな分節化はなく、Lichtman分類Stage ⅢBと判断した(図4)。

治療は、本人と両親が手術を選択され、橈骨楔状短縮骨切り術を施行した(図5a, b)。

治療経過：手術後5ヵ月で抜釘し、手術後7ヵ月より

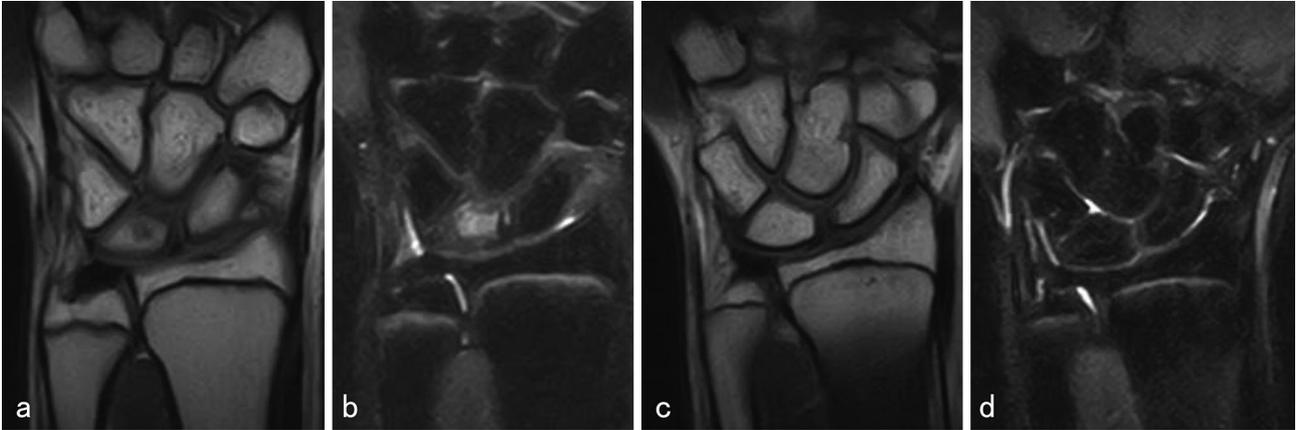


図2 症例1 MRI  
 a : 初診時 STIR 像  
 b : 初診時 T1 強調像  
 c : 治療開始後5ヵ月時 STIR 像  
 d : 治療開始後5ヵ月時 T1 強調像



図3 症例2(症例番号5) : 16歳, 男性, 硬式テニス  
 a : 初診時単純X線正面像  
 b : 初診時単純X線側面像

徐々にテニス復帰した。

手術後3年3ヵ月時の単純X線像では、舟状骨の掌屈偏位はあるものの、月状骨の圧潰の進行は認めなかった(図5c, d)。現在(23歳)は料理関係の仕事に就き、支障なくできている。治療成績はExcellentであった。

症例3(症例番号15) : 22歳, 男性, 野球(捕手)。

現病歴 : 3年半前(高校3年時)に他院にてキーンバック病と診断され橈骨短縮術を受けたが、痛みが続くため当院を受診した。初診時、単純X線像では月状骨は圧潰し、分節化を認め、Stage III Cと判断した(図6a, b)。その後他県に転居したが、10ヵ月後手術目的にて再受診した。単純X線像で分節化した骨片の転位の増大が確認された(図6c, d)。手術は、月状骨摘出および舟状-有頭骨間固定術を行なった(図7)。現在36歳で、手術から13年7ヵ月経過したが、単純X線像での病期の進行は認めていない(図8)。日常生活に支障はないが、野球

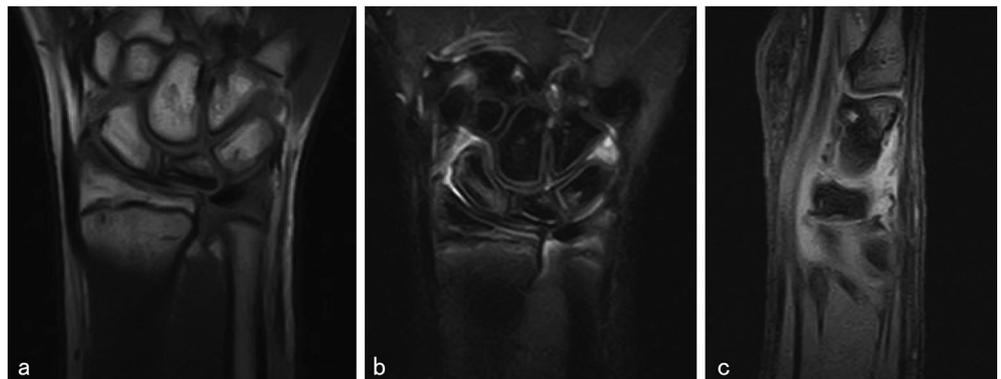


図4 症例2 初診時MRI  
 a : STIR 像  
 b : T1 強調像  
 c : T2\* 強調像



図5 症例2 術後単純X線像  
a：手術後翌日正面像  
b：手術後翌日側面像  
c：手術後3年時正面像  
d：手術後3年時側面像



図6 症例3(症例番号15)：22歳，男性，野球  
a：初診時単純X線正面像  
b：初診時単純X線側面像  
c：手術前単純X線正面像  
d：手術前単純X線側面像



図7 症例3 手術後翌日単純X線像  
a：正面像  
b：側面像



図8 症例3 手術後13年7ヵ月後単純X線像  
a：正面像  
b：側面像

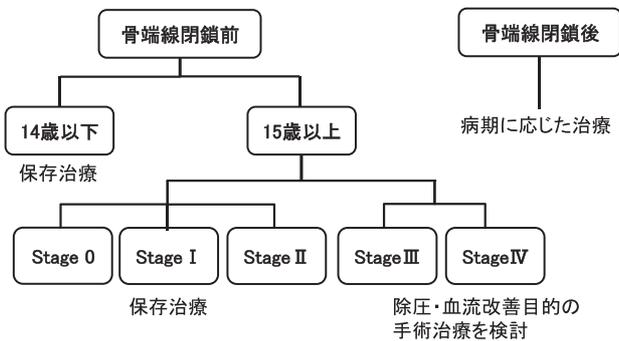


図9 スポーツ選手のキーンバック病に対するわれわれの治療方針

は疼痛のため不可能であり、治療成績はFairであった。

### 考 察

本稿では、若年者のスポーツ選手に発症したキーンバック病に対し自験例を後ろ向きに検討した。この若年発症のキーンバック病の報告はきわめて少なく、キーンバック病の1%未満と Cvitanich らは報告している<sup>4)</sup>。さらにスポーツに限れば、麻生はキーンバック病の80症例中明らかにスポーツに関係して発症したのは2例(14歳, 22歳)だったと報告している<sup>5)</sup>。このように若年でかつスポーツが原因といった症例は非常に少ないと考えられる。

14歳以下の小児では月状骨に含まれる類骨量が多く、自己修復力や可塑性が強いので Lichtman Stage III以降の修復過程は成人とはやや異なるとの報告がある<sup>6)</sup>。今回、骨端線閉鎖前群では Stage I が全体の75%と、初

期の症例が多く、保存例も手術例も復帰率は100%であった。カルテ上競技休止期間が確認できたのは7例のみで、保存例6例の競技休止期間は平均3.3ヵ月、手術例1例の手術から競技復帰までの期間は約7ヵ月であった。これらのことから、骨端線閉鎖前であれば、たとえ手術になったとしても比較的良好な経過をたどるものと推察された。

骨端線閉鎖後群は、4例中3例が初診時にはすでに Stage III以降で、疼痛なく競技復帰できたのは4例中2例であった。Stage III以降だった3例のうち1例はオリンピックレベルの選手、1例は体育学部の大学生で、いずれも痛みを我慢して競技を続けていた。骨端線閉鎖後群は、そのスポーツを中断しづらい環境要因もあり進行した状態で来院する。それ以上進行させないこと、さらに少しでも早く復帰させることを考えれば、観血的治療を選択せざるを得ない症例もあり、当然ながら競技復帰率も下がると考えられた。

以上のことを鑑み、われわれが考える若年者スポーツ選手のキーンバック病の治療方針を述べる(図9)。骨端線閉鎖前かつ14歳以下の症例は、自己修復力や可塑性が期待されるため、病期が進行している症例でもまずは保存治療を行なう。15歳以上で Stage III A までは保存治療、III B は血管柄付き骨移植術を行ない、ulnar minus variant の場合は橈骨短縮術を併用し、zero または plus variant の場合は有頭骨短縮術を考慮する。そのほかに仮 STT 固定術<sup>7)</sup>などの除圧や血流改善目的の手術の適応もあると考える。III C になるとできるだけ月状骨を温存させたいが、困難な場合は月状骨を摘出し、舟状-月状骨間の部分固定術を行なう。骨端線閉鎖後の症例は、病期に応じた治療を行なうべきと考えている。

若年者スポーツ選手のキーンバック病において、良好

な競技復帰のためには、やはり早期診断、早期治療が最も重要である。そのためには、早期発見を目的とした取り組みを今後行なうことが必要ではないかと考える。

## 結 語

1. 若年者スポーツ選手のキーンバック病 16 例を後ろ向きに検討した。
2. 骨端線閉鎖前群は全例競技復帰し、治療成績も全例 Excellent であった。閉鎖後群は、4 例中 3 例が競技復帰し、治療成績は、Excellent 1 例、Good 1 例、Fair 2 例であった。
3. 若年者スポーツ選手のキーンバック病において良好な競技復帰のためには、早期診断、早期治療が最も重要であると考えられた。

## 文 献

- 1) 大関信武ほか：若年スポーツ選手に生じた Kien-

böck 病の 2 例. 整スポ会誌, 30 : 93-98, 2010.

- 2) Lichtman DM et al : The classification and treatment of Kienbock's disease : the state of the art and a look at the future. J Hand Surg Eur, 35 : 549-554, 2010.
- 3) Amadio PC et al : Scaphoid malunion. J Hand Surg Am, 14 : 679-687, 1989.
- 4) Cvitanich M et al : Juvenile lunatomalacia is this Kienböck's disease? J Hand Surg Br, 29 : 288-292, 2004.
- 5) 麻生邦一：手関節・手の障害. Orthopaedics, 23 : 59-66, 2010.
- 6) Herzberg G et al : Kienböck's disease in a 14-year-old gymnast : a case report. J Hand Surg Am, 31 : 264-268, 2006.
- 7) 河村健二ほか：若年キーンバック病に対する仮 STT 固定術. 日手外科会誌, 30 : 296-299, 2013.

# 陸上長距離選手における下腿疲労骨折発生部位とその特徴

## Suffered Site and Its Character of Lower Leg Stress Fracture in Long Distance Runner

大西 純二 Junji Ohnishi

### ● Key words

疲労骨折, 疾走型, 跳躍型

### ● 要旨

脛骨・腓骨の疾走型, 跳躍型疲労骨折の概念は不明瞭なところがある. 純粋な疾走型である陸上長距離選手の脛骨, 腓骨の疲労骨折を検討し従来の概念の検証を行なった. 脛骨はほとんどが疾走型であった. 発生高位は従来近位 1/3 と遠位 1/3 に好発するといわれていたが, 実際は近位から遠位まで中央 1/3 を含め広く発生していた. 腓骨疲労骨折は跳躍型が近位 1/3, 疾走型は遠位 1/3 に好発するといわれてきたが, 疾走型でも近位に 18% 発生していた. 遠位例を含め全例骨形成型で難治例はほとんどなく, 近位例と遠位例に特徴の差はなかった. 腓骨近位例は脛骨の跳躍型とは特徴の異なるもので, 腓骨は疾走型・跳躍型の区別は不要と思われた.

### はじめに

疲労骨折は, 走る, 跳ぶ, 投げるなどの動作の繰り返して生じるが, 主にランニングで生じるものは疾走型, 主にジャンプで生じるものは跳躍型といわれている. この疾走型, 跳躍型と名がついているものには, 脛骨の疾走型, 跳躍型, 腓骨の疾走型, 跳躍型がある. 2017 年施行の第 29 回整形外科専門医試験(問 111)に, 跳躍型疲労骨折の発生頻度が高い部位はどれか, 2つ選べという問題<sup>1)</sup>があり, 脛骨近位 1/3・中央 1/3・遠位 1/3, 腓骨近位 1/3・遠位 1/3 の 5つの選択肢で, 脛骨中央 1/3 と腓骨近位 1/3 が正解となっている. しかし, この解答には疑問が残る. 脛骨跳躍型は広く認識されているが, 腓骨疲労骨折の跳躍型・疾走型に関する定義は曖昧であり, その治療経過に脛骨疲労骨折におけるような違いがあるかどうかは不明である. また跳躍型ではなく疾走型

疲労骨折の発生頻度が高い部位はどれかと問われた場合, 残りの選択肢である脛骨近位 1/3・遠位 1/3・腓骨遠位 1/3 が正解といえるかどうか不確かである. これらの検証には典型的な疾走型である陸上長距離選手の疲労骨折の分析するのが最適である. そこで今回, 従来いわれている疾走型・跳躍型の概念を検証するために, 筆者の経験した陸上長距離選手の下腿疲労骨折の発生部位と特徴を検討した.

### 対象と方法

田岡病院, およびきたじま田岡病院に来院した陸上長距離選手の疲労骨折, 全 556 例(骨盤 23, 大腿骨 117, 脛骨 258, 腓骨 28, 中足骨 97, その他 33)のうち, 脛骨は内顆 3, 遠位端 1 を除いた骨幹部 254 例, 腓骨は全例骨幹部で 28 例の計 282 例を対象とした.

疲労骨折の発症年齢は, 脛骨骨幹部が 11~52 歳(平

均 17.0±4.3 歳), 腓骨骨幹部が 12~57 歳(平均 18.8±8.2 歳)であった。性別は脛骨が男性 163 例女性 91 例, 腓骨は男性 22 例女性 6 例であった。競技レベルは初心者から実業団レベルまでさまざまであるが, 大半は地域級の中学・高校生であった。

疲労骨折の診断は単純 X 線で行なった。脛骨疾走型は脛骨の後方・後内方から発生し, 跳躍型は脛骨の前方から発生する<sup>2)</sup>ものと定義し, 脛骨は全長を 10 等分,

腓骨は全体を 3 等分して各疲労骨折発生高位を集計した。また 3 ヶ月以内に疼痛が改善し通常練習が可能となったものを経過良好例, それ以上に症状が遷延したものを難治例とし, 骨折部位との関連を検討した。旺盛な仮骨形成にて治癒するものを骨形成型, 仮骨形成が乏しいものを骨吸収型とし, おおのこの骨折がいずれに相当するかを調査した。

## 結 果

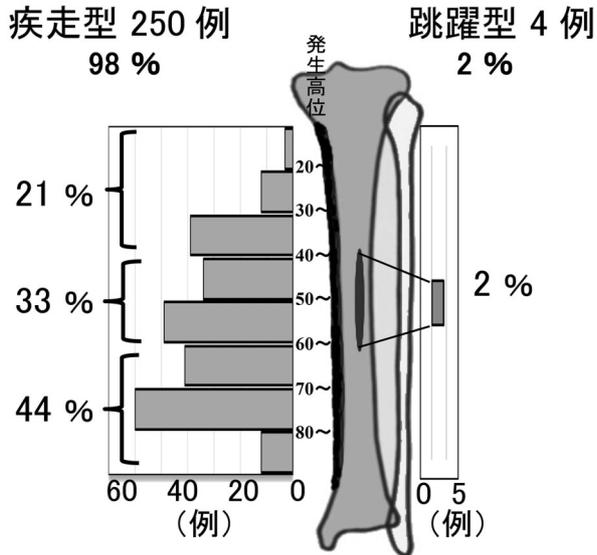


図 1 陸上長距離選手における脛骨骨幹部疲労骨折の発生高位と割合(全 254 例)

脛骨骨幹部疲労骨折のうち, 疾走型, つまりランニングによる圧縮ストレスのかかる後方・後内方の凹側に発生するものは 250 例(98%)ですべて骨形成型であった。前方凸側に生じる跳躍型疲労骨折は 4 例(2%)ですべて骨吸収型であった(図 1)。

疾走型の発生高位をみると, 脛骨の後方・後内方の近位から遠位までとくに分かれることなく, 40~60%の中央部にも 33%(図 1 左)と, 近位, 遠位と同様に多く発生していた(図 2)。跳躍型の発生高位はすべて脛骨前方の中央 1/3 であった(図 3)。

腓骨は 28 例中, 近位 5 例(18%)中央 2 例(7%)遠位 21 例(75%)であり(図 4), 近位例を含めすべて骨形成型であった。また遠位例は詳しくみると腓骨遠位端から平均 5.5±1.0 cm)のところに集中していた(図 5)。

脛骨での難治例は, 疾走型では近位での完全骨折例の 1 例(0.4%)のみであったが, 跳躍型は 4 例全例が難治であった。いずれも手術はせず疾走型は 4 ヶ月で治癒,

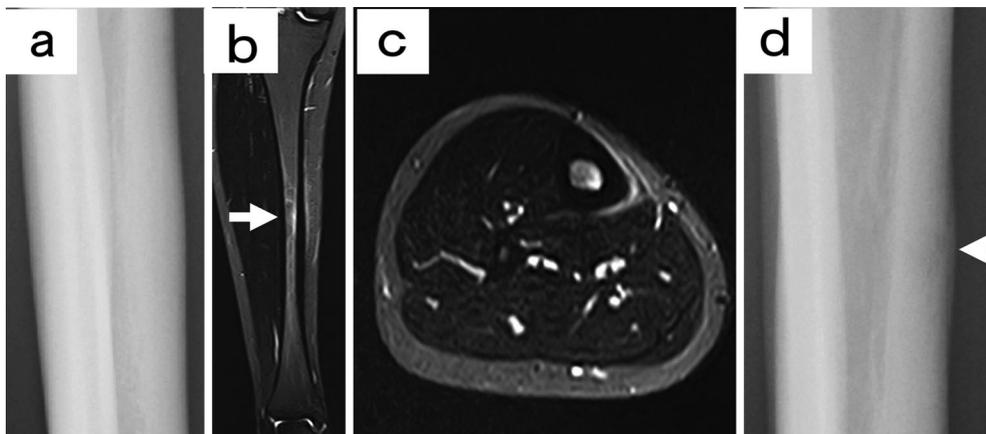


図 2 脛骨疾走型疲労骨折 中央 1/3 発生例  
16 歳, 女性. 7 日前から右下腿痛あり, ランニング困難.  
a: 初診時単純 X 線. 異常なし.  
b: 初診時 MRI 像(STIR) coronal. 中央内側部で骨髓の spot な高輝度変化.  
c: 初診時 MRI 像(STIR) axial. 骨髓内側の高輝度変化と内側から後方の骨膜浮腫.  
d: 発症 6 週目単純 X 線. 仮骨形成あり.

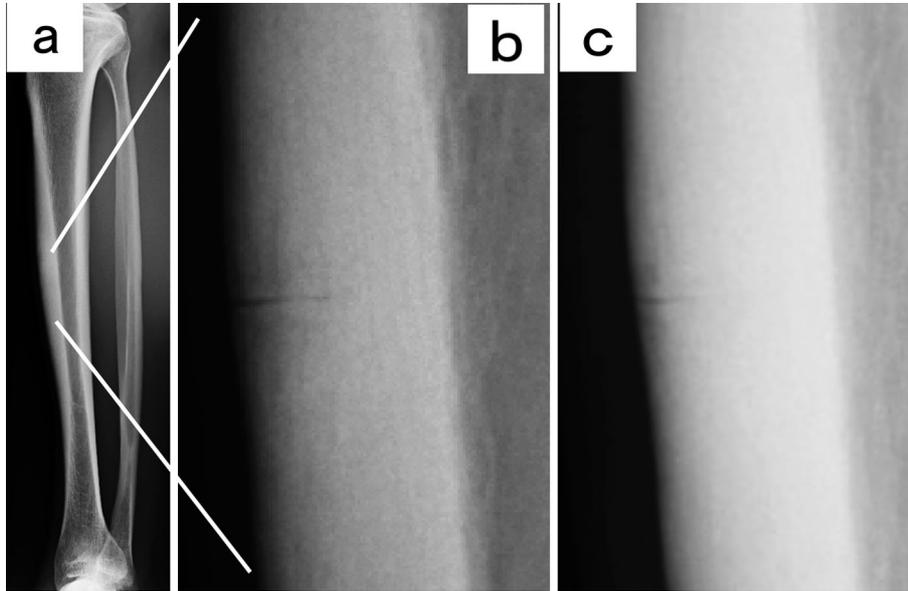


図3 脛骨跳躍型疲労骨折

32歳，男性．3ヵ月前から右下腿痛あるがランニングは可能．

a：初診時．脛骨中央1/3前方の骨皮質肥厚．

b：初診時拡大像．皮質内の水平に走る骨折線と周辺の骨吸収像．

c：発症1年．骨折線は縮小し骨吸収像は改善．疼痛も軽減．

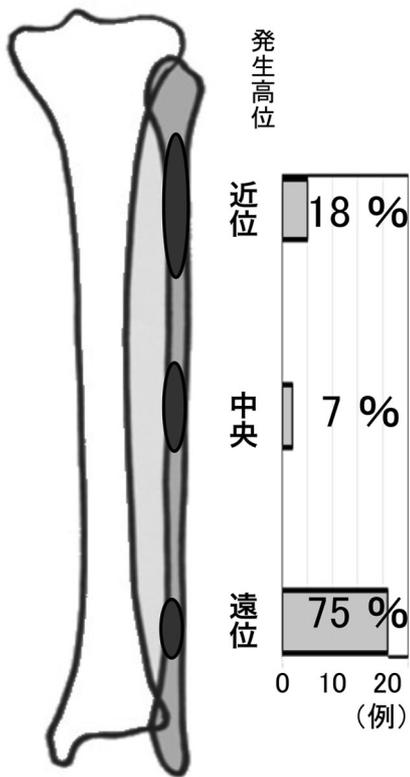


図4 陸上長距離選手における腓骨骨幹部疲労骨折の発生高位と割合(全28例)

跳躍型は疼痛が存続したまま競技続行していた。腓骨での難治例は近位・中央発生のものにはみられず(図6)，遠位発生の2例(9.5%)にみられたが保存療法で治癒した。

### 考 察

従来脛骨疾走型の概念は、近位1/3、遠位1/3に好発する<sup>3)</sup>とされ、中央1/3の前方に発生する跳躍型と区別されていた(図7)<sup>4)</sup>。疾走型は骨形成型で良好に治癒し、跳躍型は骨吸収型で難治性である<sup>5)</sup>ということにはコンセンサスが得られ異論はないが、疾走型の発生高位に関しては問題がある。この件に関しわれわれは2003年より、近位1/3、遠位1/3に分かれて好発するのではなく近位から遠位まで広く発生する<sup>6,7)</sup>、と報告してきたが、近年においてもいまだ旧来の記述がみられる<sup>8)</sup>。今回の症例数を増やした検討でも実際は近位、遠位に分かれることはなく、中央部を含む後方・後内方のどの高位にも発生していた。中央1/3では前方は骨吸収型、後方・後内方は骨形成型であり、高位で骨折型が決定されるものではなかった。したがって脛骨疾走型の概念は上・下1/3という発生高位ではなく、(跳躍型が前方から発生するのに対して)後方・後内方から発生するもの(図8)とするほうが適切と思われた。

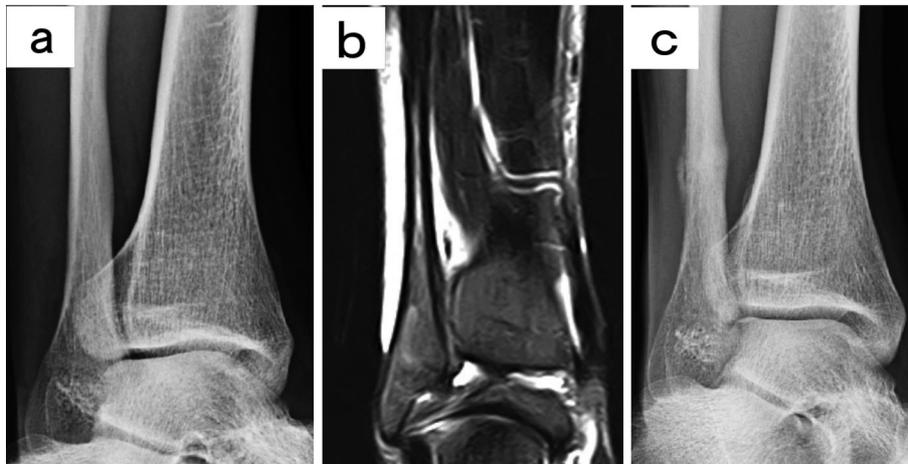


図5 腓骨疲労骨折 遠位発生例  
24歳, 男性. 2日前より右足関節外側痛あり, ランニング困難.  
a: 初診時単純X線. 異常なし.  
b: 初診時MRI STIR coronal. 骨髓高輝度変化と周辺軟部組織の浮腫像.  
c: 発症6週単純X線. 遠位端より6.2cmの部位を中心に仮骨形成あり.

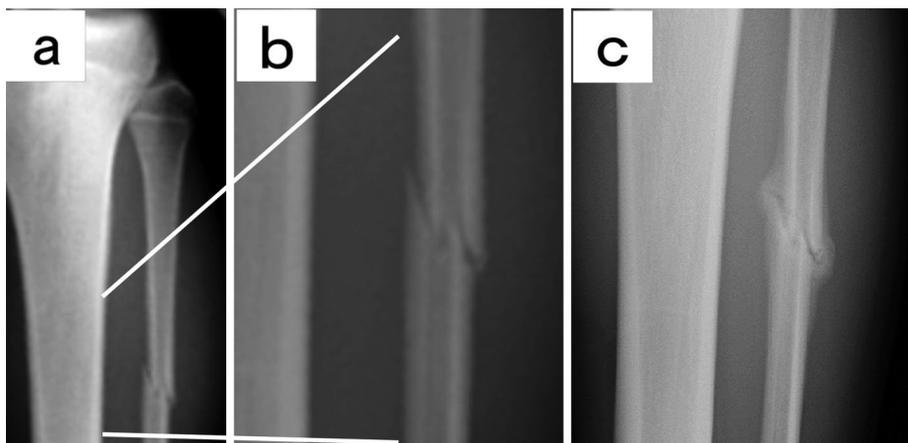


図6 腓骨疲労骨折 近位発生例  
17歳, 男性. 前日レース中, 左下腿に疼痛発症しランニング不能.  
a: 初診時. 近位1/3で完全骨折.  
b: 初診時拡大.  
c: 発症5週. 良好な仮骨形成あり.  
(完全骨折でも難治ではない)

腓骨は近位1/3は跳躍型, 遠位1/3は疾走型<sup>3)</sup>といわれてきた(図7). 今回の検討で疾走型の典型である陸上長距離選手でも18%・約1/5は近位に発生していた. また岩噌らのスポーツ選手の腓骨疲労骨折の検討<sup>9)</sup>によると, 発生は全94例中近位18例, 遠位74例と遠位に多いという割合に変わりはないが, 陸上(種目不詳)は近位37% 遠位21%とどちらにも好発し, バスケットボールは近位1% 遠位18%, バレーボールは近位1%

遠位16%と, 跳躍型といわれる近位にいずれもほとんどみられず逆に遠位に好発していた. これらよりスポーツ種目による疾走型・跳躍型の分類には無理があると思われる.

また近位でうさぎ跳びが26%もあるのが特徴的であった. 近位部疲労骨折は, Burrowsら<sup>10)</sup>により軍隊のパラシュートの着地訓練などで好発しjump fractureと報告され, 本邦では佐々田ら<sup>11)</sup>が跳躍の繰り返しであ

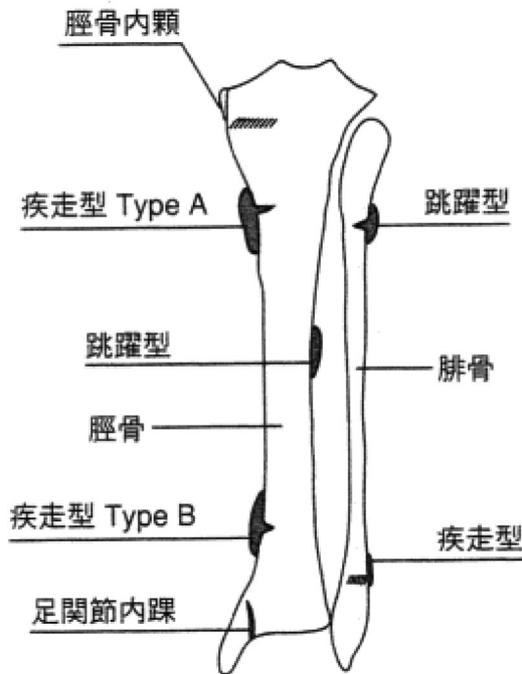


図7 疾走型・跳躍型の従来の概念  
(三木英之 脛骨疲労骨折 臨床スポーツ医学 2003)

うさぎ跳びで好発するとし、その後これが盛んであった約50年前に跳躍型と名付けられたようである。しかし訓練での着地動作、Burrowsらのいうjumpは外力がスポーツによるものより大きく、またうさぎ跳びは膝関節の深屈曲の繰り返しという特殊な運動動作<sup>12)</sup>で、これらはバレーボールやバスケットボールなどでのジャンプ・跳躍ではなく、腓骨跳躍型は脛骨という跳躍型と同様ではないと思われた。

腓骨疲労骨折の発症機序であるが、跳躍型といわれる近位1/3は、骨間膜の上端でかつヒラメ筋の起始部があり、近位脛腓関節を支点としての弯曲ストレスが生じやすいことと考えられる。これはランニング、ジャンプに特異的な動作ではなくメカニズムからも腓骨近位1/3の疲労骨折を跳躍型と分類する必要はないと思われた。また疾走型といわれる遠位1/3は、長距離選手では遠位脛腓靭帯結合のすぐ近位のところに集中していた。この部位は強靭なこの靭帯と骨間膜との間でストレスを受けやすい部位であり、かつ形態的に近位の厚い骨皮質が遠位にかけて薄くなり紡錘状に広がるため強度的な変化が生じやすい部位であることが好発の要因と考えられた<sup>13)</sup>。したがって遠位例は遠位1/3の部位よりさらに遠位に発生することが多いと理解する必要がある<sup>14)</sup>と思われた。

腓骨疲労骨折の骨折型はいずれも骨形成型で難治例は

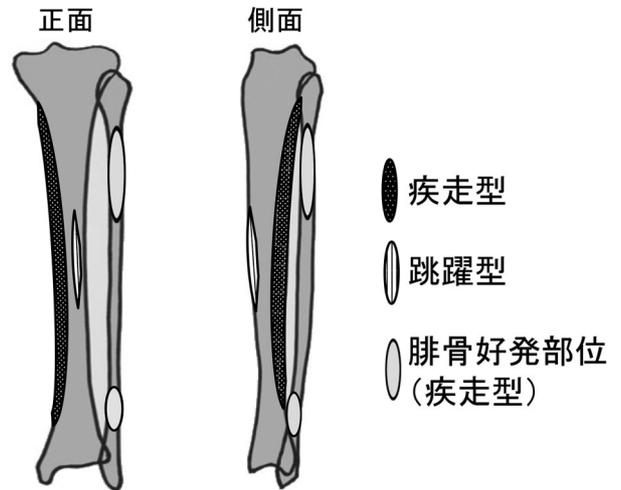


図8 疾走型・跳躍型の正しい概念

少なく、脛骨の疾走型・跳躍型のような特徴の差は腓骨の近位・遠位ではみられず、この点からも腓骨では疾走型・跳躍型の区別は不要と思われた。したがって腓骨疲労骨折は遠位部に多く発症し次いで近位に多く、いずれも良好に治癒しやすいものであるという(タイプとしては疾走型)認識でよいと思われた(図8)。

そこで最初の問題、跳躍型の発生頻度が高い部位はどれかという問題<sup>1)</sup>で、脛骨中央1/3と腓骨近位1/3が正解となっているが、脛骨中央1/3では前方か後方かで骨折型に差があり、また腓骨では跳躍型に意味がないため正確に解答することが難しい問題であると思われた。答えを出すとするれば、脛骨中央1/3前方という選択肢のみが正解である。また疾走型の発生頻度が高い部位が問われれば、これは脛骨腓骨どの高位にも発生しうるため、すべての選択肢が正解になると考えられた(脛骨中央1/3は、中央1/3後方という部位記載が必要)。

## 結 語

疾走型脛骨疲労骨折は、脛骨後方・後内方から発生するもので、上1/3・下1/3に好発するという事はなく近位から遠位まで広い範囲に発生する。

腓骨疲労骨折は、遠位に多く発生するが発生高位に競技特性はなく、全例骨形成型であり疾走型、跳躍型と区別する意味はない。

脛骨、腓骨骨幹部疲労骨折に関する歴史的な概念には誤りがあり、再認識することが必要である。

## 文 献

- 1) 第 29 回整形外科専門医試験. 日整会誌, 91 : 272-308, 2017.
- 2) 鳥居俊 : スポーツと下腿痛—病態と診断—. 臨スポーツ医, 35 : 78-82, 2018.
- 3) 萬納寺毅智 : 下肢の疲労骨折, シンスプリント. Orthopaedics, 9 : 105-115, 1996.
- 4) 三木英之 : 脛骨疲労骨折 (2). 臨スポーツ医 20, 臨時増刊号 : 145-149, 2003.
- 5) 内山英司 : 脛骨跳躍型疲労骨折に対する治療. 整・災外, 59 : 843-850, 2016.
- 6) 大西純二ほか : 陸上長距離選手の脛骨疲労骨折—発生高位と X 線像について. 整スポ会誌, 23 : 254-258, 2003.
- 7) 大西純二 : 陸上競技走種目における疲労骨折の疫学. 臨スポーツ医, 33 : 352-356, 2016.
- 8) 石橋恭之 : パーフェクト疲労骨折. 第 1 版, 金芳堂, 京都 : 83-86, 2017.
- 9) 岩噌弘志 : 腓骨疲労骨折の診断と治療. 関節外科, 30 : 771-775, 2011.
- 10) Burrows HJ : Fatigue fractures of the fibula. J Bone Joint Surg, 30B : 266-279, 1948.
- 11) 佐々田武ほか : 両側腓骨疲労骨折. 災害医学, 9 : 357-364, 1966.
- 12) 武藤芳照ほか : ウサギ跳びによる腓骨疲労骨折について (第 2 報) —ウサギ跳びの運動分析—. 整・災外, 23 : 1057-1060, 1980.
- 13) 大西純二 : 陸上長距離選手の腓骨疲労骨折. 整スポ会誌, 26 : 304-308, 2007.
- 14) Devas MB et al : Stress fractures of the fibula. J Bone Joint Surg, 38-B : 818-829, 1956.

# スキーによる下肢外傷とその特徴

## —石打丸山スキー診療所 60 年間の受診患者統計より—

The Characteristics of Lower Limb Injuries in Skiing Injury

— Injury Survey of Orthopaedic Clinic at Ishiuchi Maruyama Ski Resort —

藤巻 良昌 <sup>1,2)</sup>	Yoshimasa Fujimaki	塩谷 英司 <sup>1)</sup>	Eiji Shiotani
齊藤 佑樹 <sup>1)</sup>	Yuki Saitou	雨宮 雷太 <sup>1)</sup>	Raita Amemiya
栗山 節郎 <sup>1)</sup>	Setsurou Kuriyama	稲垣 克記 <sup>1,2)</sup>	Katsunori Inagaki

### ● Key words

前十字靭帯, スキー外傷, スノーボード外傷

Anterior cruciate ligament : Alpine skiing injury : Snowboard injury

### ● 要旨

昭和大学医学部整形外科学講座では, 昭和 32 年より新潟県石打丸山スキー場において冬季診療所を開設しスキー・スノーボード外傷の診療にあたってきた。過去 60 シーズンの受傷患者統計を示す。受傷率の低下により入場者数の減少以上に受診患者数は減少しており, 近年の受傷率は 1,000 人あたり約 1.4 人である。スキー外傷の受傷部位は下肢に多く全体の 7 割をしめるが, その内訳は年を経るにつれ変化してきている。足関節周囲の骨折および捻挫は減少している一方, 膝関節周囲の外傷, とくに捻挫/靭帯損傷の比率が高まっている。足関節周囲外傷の減少はスキーブーツおよびビンディングの発展の功績であるが, 今後は膝関節損傷への対策が望まれる。

### はじめに

スキー愛好者はスノーボードの流行や景気の低迷とともに減少傾向であったが, 近年カービングスキーの発明やバックカントリーなど, ウィンタースポーツの楽しみ方の多様化とともにふたたび注目されつつある<sup>1~3)</sup>。昭和大学医学部整形外科学講座では, 昭和 32 年より新潟県南魚沼市にある石打丸山スキー場において冬季診療所を開設し, スキー・スノーボード外傷の診療にあたってきた<sup>4~6)</sup>。

スキー外傷はとくに下肢に多いことが知られている

が, その内容は多岐にわたる。また使用する用具の変化や多様化, ゲレンデのコンディションや混雑具合などにより頻発外傷の種類にも変化がみられることが報告されている<sup>7,8)</sup>。

そこで本研究の目的は, われわれが過去 60 年間に取り扱ったスキー外傷の受診患者統計を示し, とくに下肢におけるスキー外傷の特徴を明らかにすることである。

### 対象と方法

昭和 32 年(1957 年)から平成 29 年(2017 年)3 月までの過去 60 シーズンに昭和大学石打丸山スキー診療所を

藤巻良昌  
〒142-8666 東京都品川区旗の台 1-5-8  
昭和大学医学部整形外科学講座  
TEL 03-3784-8543/FAX 03-3784-9005

1) 昭和大学医学部整形外科学講座  
Department of Orthopaedic Surgery, Showa University School of Medicine  
2) 昭和大学スポーツ運動科学研究所  
Showa University Research Institute for Sport and Exercise Sciences

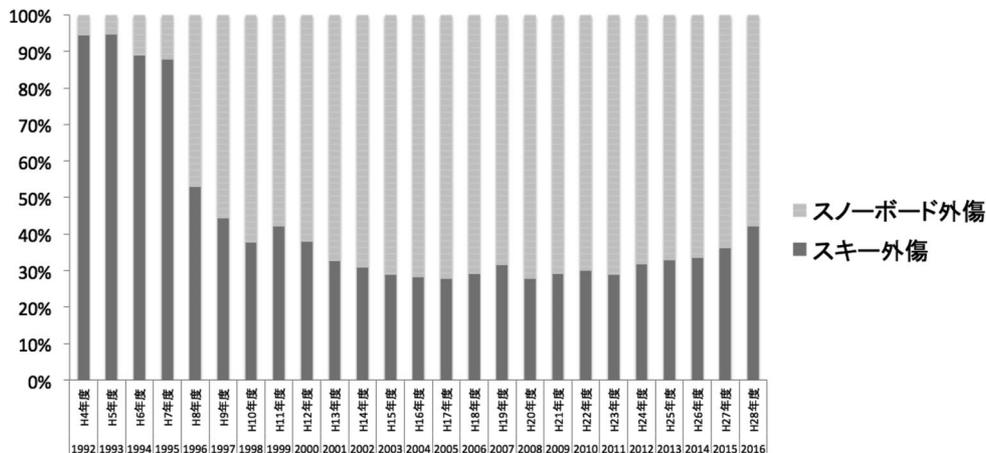


図1 スキー外傷とスノーボード外傷の受診患者数比率の推移

受診した患者を対象とした。スキー場入場者数に対する受診患者数の比から外傷発生率を求めた。診療記録をもとにした受診患者統計から、受傷部位、外傷種別それぞれの総数を求め、頻発下肢外傷についてはその発生割合の年次推移を求めた。

## 調査結果

### 1. スキー・スノーボード外傷患者数

過去60シーズンに当診療所を受診した患者の総数は71,762症例であり、そのうちスキー外傷は64,469例、スノーボード外傷は7,293例であった。

スキー外傷とスノーボード外傷の受診患者数比率の推移では、平成8年度(1996年)の石打丸山スキー場でのスノーボードの受け入れ開始以来、若者のスノーボードブームや長野オリンピックでの正式種目化とあいまってスノーボード外傷患者の比率が一気に高まり、スキー患者の比率は一時30%を割るまでになった。しかし近年ではスキー外傷が増加傾向であり2016~2017シーズンではスキー外傷の割合が42.0%となっていた(図1)。

### 2. 外傷発生率

調査開始当初(昭和30年代~)はスキー場入場者数を旅館宿泊数または駅の降車人数から推定しており、外傷発生率は0.7~1.0%であった<sup>9,10)</sup>。現在は外傷患者数をスキー場入場者数で割った数を外傷発生率として計算している。スキー場入場者数は関越自動車道の開通した昭和60年に年間100万人を突破、バブル期のスキーブームの頃は年間110万人を記録したが、その後徐々に減少を続け平成27年度では年間20万人程度となっている(図2)。外傷発生率は昭和46年(1971年)の0.612%

から漸次減少し平成3年(1991年)には0.108%まで低下した。その後スノーボード外傷が受診するようになり始めると徐々にその受傷率は増加に転じ、平成8年(1996年)のスキー場としてのスノーボード正式受け入れ開始以降の平均は約0.14%であった(図3)。

### 3. 外傷の種類

スキー外傷の種類別累計では、捻挫が26,362例(40.9%)で一番多く、次いで骨折16,203例(25.1%)、切・挫創13,820例(21.4%)などが多くみられた。ほかには打撲5,227例(8.1%)、脱臼1,761例(2.7%)の順であった(表1)。

### 4. 外傷の部位

部位別でみると下肢外傷が45,061例(69.9%)と大半を占め、なかでも足関節17,360例(27.0%)、膝関節15,417例(23.9%)、下腿10,629例(16.5%)に多発していた。反対に上肢の外傷は9,291例(14.4%)と少なく、頭部・顔面の外傷は7,413例(11.5%)、躯幹2,704例(4.2%)と続いた(表1)。

### 5. 頻発外傷の年次推移

スキーによる頻発外傷の年次推移を図4に示す。調査開始当初には足関節捻挫が最多(26.3%)であり、これに膝関節捻挫(20.5%)、足関節部骨折(18.0%)、下腿骨折(6.9%)が続いていた。

その後の推移をみてゆくと足関節部の捻挫および骨折はともに減少し続け、1978年以降はどちらもスキー外傷全体の10%を下回り、1995年以降は5%以下となっている。下腿骨折は調査開始から1970年代にかけて徐々に増加し、全体の15%程度を占めていたが、1980

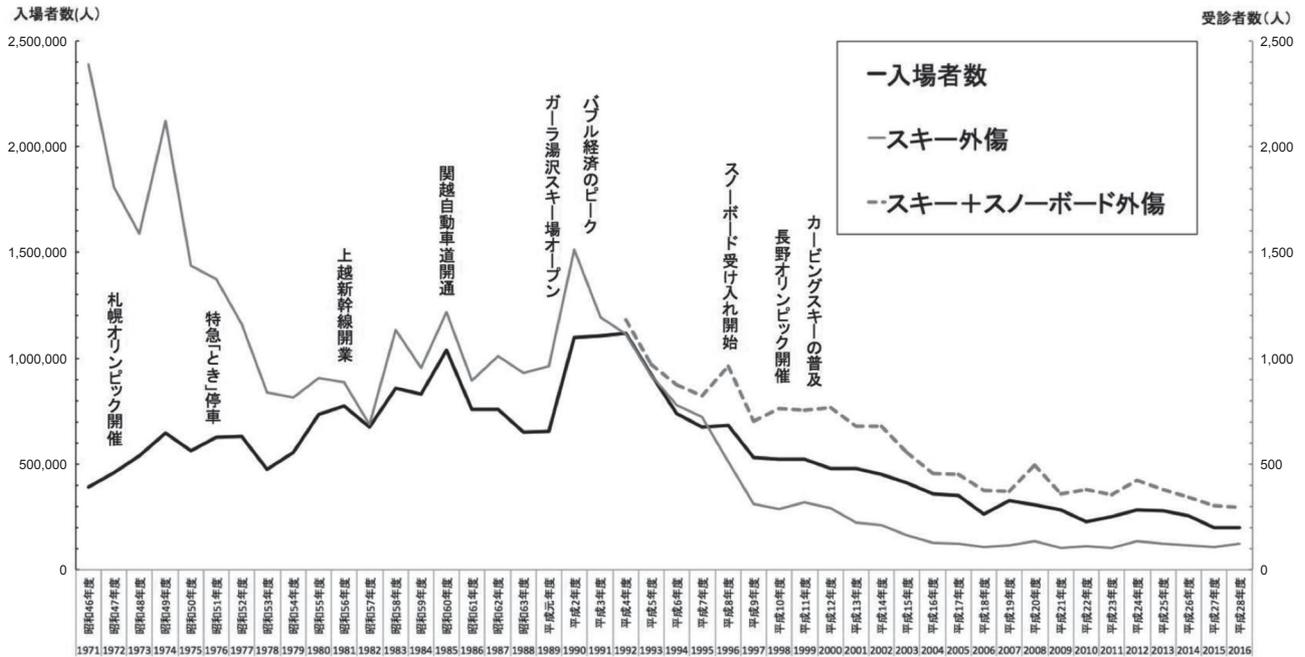


図2 石打丸山スキー場年間入場者数およびスキー/スノーボード外傷患者数の推移

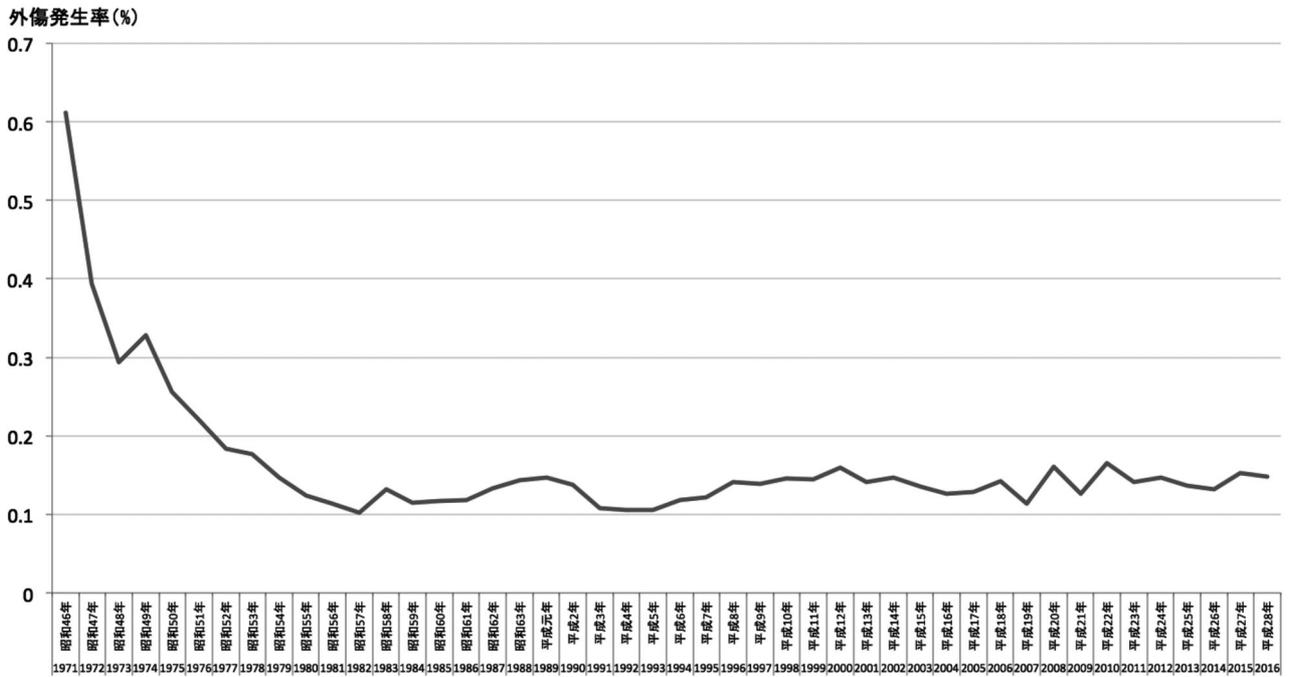


図3 外傷発生率  
 外傷発生率(%) = 診療所受診患者数 / 年間入場者数 × 100

年代後半からは減少傾向を続けている。これらの外傷が減少傾向であるのと対照的に、膝関節捻挫は1973年に足関節捻挫の比率を上回って以降最多であり続けてお

り、1980年以降現在までスキー外傷全体の25%前後を推移している。

表1 過去60年間のスキー外傷患者の部位・疾患別症例数内訳  
1957年12月～2017年3月(昭和32～平成28年度)

部位/疾患	骨折	捻挫	切・挫創	打撲	脱臼	その他	計	%	
頭・顔面	115	5	6,277	882	9	125	7,413	11.5%	
上肢	1,764	1,319	3,265	1,214	1,563	166	9,291	14.4%	
軀幹	744	644	237	912	87	80	2,704	4.2%	
下肢	201 452 6,120 6,622 185	63 13,577 4 10,461 289	313 768 2,863 65 32	338 445 1,246 127 63	32 46 0 17 7	63 129 396 68 69	1,010 15,417 10,629 17,360 645	45,061	69.9%
計	16,203	26,362	13,820	5,227	1,761	1,096	64,469		
%	25.1%	40.9%	21.4%	8.1%	2.7%	1.7%		100.0%	

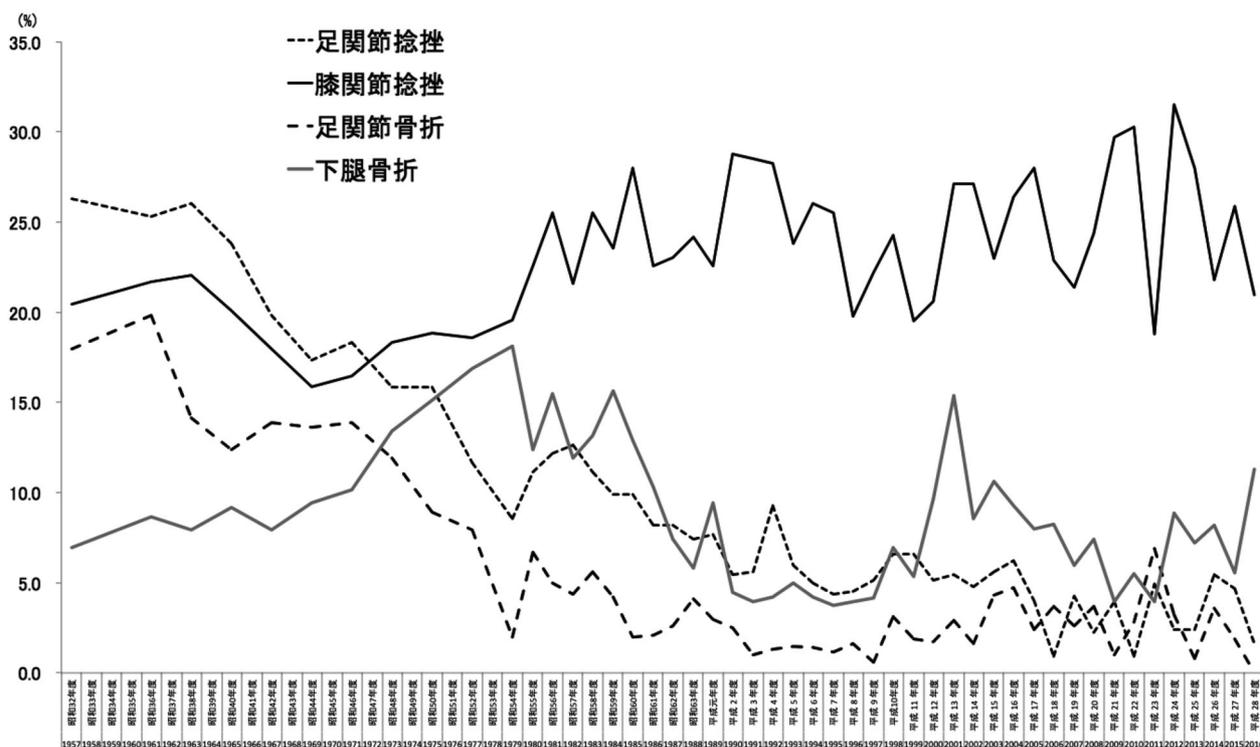


図4 スキー外傷全体に占める頻発外傷割合の年次推移

6. 膝関節捻挫の内訳

現在のスキーによる頻発外傷のうち最多である膝関節捻挫についてその内訳を図5に示す。

直近13年間に当診療所を受診した患者のうち膝関節捻挫と診断された症例は386例であり、そのうち損傷靭帯の診断が可能であったものは235例であった。その内訳では、内側側副靭帯(MCL)単独損傷が143例(60.9%)と約6割を占め、次いで前十字靭帯(ACL)単独損傷が50例(21.3%)であり、MCLとACLの合併損傷が25例(10.6%)となっていた。ACLとMCLの損傷

だけで膝関節捻挫の9割以上を占めており、外側側副靭帯、後十字靭帯の損傷はまれであった。

考 察

石打丸山スキー場の入場者数は最盛期には年間110万人を超える程であったが、近年は年間20万人前後とピーク時の2割以下まで減少している。国内全体をみても、スキー・スノーボード人口は1990年代には1,800万人前後もあったがその後は減少傾向で推移し、2013

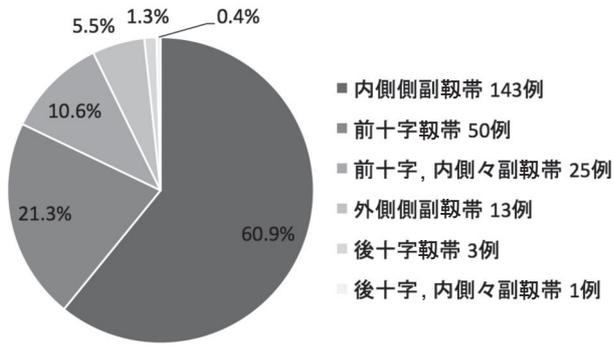


図5 最近13年間の膝関節捻挫の内訳  
2005年12月～2017年3月(平成17～28年度)に受診した膝関節捻挫386例中、損傷靭帯の診断可能であった235例の内訳。

年には770万人とピーク時の約4割、2016年では530万人と約3割程度まで減少している<sup>1)</sup>。この要因としては景気の低迷、温暖化による雪不足、娯楽の多様なさまざまな原因が指摘されている。

外傷患者数を入場者数で割った受傷率を求めると、1971年には0.612%(入場者1,000人に対して外傷患者約6名)であったものが1980年代には0.1%台まで低下していた。しかし1996年のスノーボード正式受け入れ開始以降は全体の受傷率が若干上昇しており、スノーボードはスキーに比較して受傷率が高いことがうかがわれる。なおスキー場入場者数は総数であるため、スキー・スノーボード個別の受傷率ではない。全国スキー安全対策協議会の集計によれば、過去10年間の全国47スキー場を合わせたリフト輸送人数に対する受傷者数から得た受傷率でも、スノーボードはスキーに比べ約1.72倍(1.47～1.95倍)多いと推計されている<sup>11,12)</sup>。

スキー外傷はとくに下肢に多いことが知られており、スノーボード外傷が上肢に多いのと対照的である<sup>3,6)</sup>。両足にそれぞれ長い板を装着するスキーと違い、スノーボードでは両下肢が一定の間隔と角度で板に固定されているため、転倒時には体幹、殿部や上肢に外力を受けることが多いと考えられる<sup>13)</sup>。スノーボードに特徴的な下肢外傷としては、衝突時に進行方向前方の脚の足部にストレスが集中して発生する、第五中足骨基部骨折が報告されている<sup>14,15)</sup>。一方、スキーでは転倒時にスキー自体が長いレバーアームの作用となるため、バランスを崩すと下肢にさまざまな外傷を引き起こす。今回の調査では過去60年間に当診療所を受診したスキー外傷患者のうち実に69.9%が下肢の外傷であった。このスキーによる下肢外傷の内訳は使用する用具の変遷とともに変化がみられる<sup>16,17)</sup>。調査開始当初は足関節捻挫が最多で

全体の26.3%を占めており、足関節部骨折の18.0%と合わせると実に44.3%が足関節周囲の受傷であった。これら足関節周囲の骨折および捻挫は時を経るにつれて減少し1978年以降はどちらもスキー外傷全体の10%を下回り、1995年以降は5%以下となっている。この変化は革製の丈の低いブーツから、プラスチック製で強固な丈の高いブーツの普及と時を同じくしており、足関節の固定性が格段に上がったことが理由と考えられる。一方、丈の高いプラスチックブーツは転倒時の下腿への応力がブーツ上端の脛部に集中させるため、下腿中央での骨折(*boot top fracture*)の増加を招き、調査開始時には6.9%であった下腿骨折の比率は1980～90年代中盤まではスキー外傷全体の15%前後となった。その後の下腿骨折の減少はビンディングの開放機構など安全装置の発展によるところが大きい。

足関節および下腿の外傷の減少とは対照的に、膝関節捻挫は一貫して高い受傷率を維持している。1973年に足関節捻挫の比率を上回って以降、部位疾患別で最多であり続けており、1980年以降現在までスキー外傷全体の25%前後を維持している。スキーによる膝関節靭帯損傷の受傷機転に関してはさまざまな報告があるが、転倒に至る以前にすでに発生しているという報告もあり<sup>18,19)</sup>、ビンディングの解放機構だけでは防ぎ得ないのが現状である<sup>20,21)</sup>。カービングスキーなどの発明によりキレのあるターンがしやすくなり、転倒時に膝にかかる応力が増していることも理由の1つと考えられており、さらなる安全対策が求められている。

## 本研究の限界

本研究は昭和大学石打丸山スキー診療所を受診した患者の診療記録をもとに行なった。そのためスキーパトロールによる救助を要せず自分で下山できる程度の軽傷症例や、帰宅後に地元の医療機関を受診したものなどは含まれない。またスキーパトロールによる収容時に意識障害が明らかなものなど、整形外科診療所ではなく最初からCTなどを備える高次医療機関に搬送された症例も、診療記録が残らないため当研究に含まれていない。しかしスキー場で発生した外傷のうち整形外科的な救急処置を要する疾患のほとんどは今回の統計においてカバーできているものと考えられる。

## 結 語

・新潟県石打丸山スキー場における過去60シーズンの受傷患者統計を示した。

・受傷率の低下により入場者数の減少以上に受診患者数は減少しており、近年の受傷率は入場者1,000人あたり約1.4人である。

・スキー外傷の受傷部位は下肢に多く全体の7割をしめるが、その内訳は経年変化を示していた。足関節周囲の骨折・捻挫は減少している一方、膝関節周囲の外傷とくに捻挫/靭帯損傷の比率が高まっており今後の対策が望まれる。

稿を終るにあたり、スキー場での診療に従事し調査にご協力頂いたスキー場関係者、石打丸山観光協会、石打丸山索道協会、スキーパトロール、昭和大学医学部整形外科学講座各位に深謝いたします。

## 文 献

- 1) 日本生産性本部：レジャー白書。日本生産性本部，東京，2017。
- 2) 藤巻良昌ほか：スノーボードの歴史。In：藤巻悦夫ほか，ed. スキー・スノーボード外傷—42年の診療実績より。第1版，昭和大学医学部整形外科学教室，東京：275-278，2000。
- 3) 渡邊敏文ほか：スノーボード外傷の検討—スキー外傷との比較。臨整外，34：177-184，1999。
- 4) 石打丸山観光協会30年史編纂実行委員会：雪に活きる—石打丸山観光協会の30年のあゆみ。第1版，石打丸山観光協会，新潟：129-142，302，1982。
- 5) 藤巻悦夫ほか：最近のスキー外傷の特徴。災害医学，20：955-964，1977。
- 6) 藤巻良昌ほか：石打丸山スキー場におけるスノーボード外傷の最近の傾向。臨スポーツ医，18：1215-1221，2001。
- 7) 栗山節郎ほか：最近のスキー外傷の統計とboot-top fractureについて。体力科学，29：177-187，1980。
- 8) 藤巻悦夫ほか：スキー外傷の発生機序と用具との関連。Jap J Sports Sci，1：452-461，1982。
- 9) 黒木良克ほか：最近のスキー外傷。整形外科，30：699-702，1977。
- 10) 藤巻良昌ほか：スキー外傷の実態。In：藤巻悦夫ほか，ed. スキー・スノーボード外傷—42年の診療実績より。第1版，昭和大学医学部整形外科学教室，東京：24-34，2000。
- 11) 全国スキー安全対策協議会：2016/2017シーズンスキー場傷害報告書。全国スキー安全対策協議会，東京：1-36，2017。
- 12) 栗山節郎ほか：「全国スキー場障害報告書」によるスキー，スノーボード障害の統計。整スポ会誌，24：68，2004。
- 13) 塩谷英司：トップメディカルドクターにきくスポーツの落とし穴～スノーボード～。Arthritis，8：62-68，2010。
- 14) 藤巻良昌ほか：スノーボード特有の下肢外傷。臨スポーツ医，18：1255-1261，2001。
- 15) 藤巻良昌ほか：スノーボード外傷と第5中足骨骨折。東日整災外会誌，11：141-146，1999。
- 16) Fujimaki E et al：Ankle injuries in skiing. International Congress of Winter Sports Medicine. Sapporo：48-55，1972。
- 17) 藤巻悦夫ほか：スキー外傷の特徴。Jap J Sports Sci，1：441-451，1982。
- 18) Bere T et al：Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in World Cup alpine skiing a systematic video analysis of 20 cases. Am J Sports Med，39：1421-1429，2011。
- 19) Bere T et al：A systematic video analysis of 69 injury cases in World Cup alpine skiing. Scand J Med Sci Sports，24：667-677，2014。
- 20) Natri A et al：Alpine ski bindings and injuries current findings. Sports Med，28：35-48，1999。
- 21) Ettlinger et al：A method to help reduce the risk of serious knee sprains incurred in alpine skiing. Am J Sports Med，23：531-537，1995。

# 半膜様筋肉ばなれの MRI 分類

## Classification of Semimembranosus Muscle Strain with Magnetic Resonance Imaging Findings

奥脇 透 Toru Okuwaki  
半谷 美夏 Mika Hangai

中嶋 耕平 Kohei Nakajima  
福田 直子 Naoko Fukuda

### ● Key words

肉ばなれ, 半膜様筋, MRI

### ● 要旨

肉ばなれの MRI 分類を半膜様筋にて検討した。急性期の半膜様筋肉ばなれ 113 例で、まず 3 つの損傷型、I 型(筋線維部)、II 型(腱膜部)、III 型(起始部)に分けた。次に最大損傷部の横断像から、わずかな損傷を 1 度、部分断裂を 2 度、完全断裂を 3 度とし、105 例でスポーツ復帰時期との関係を調べた。結果は、I 型 7 例(1 度 3 例、2 度 4 例)、II 型 67 例(1 度 24 例、2 度 24 例、3 度 19 例)、III 型 39 例(1 度 10 例、2 度 15 例、3 度 14 例)であった。復帰時期は I 型 2.0 週、II 型 5.2 週(1 度 2.2 週、2 度 5.7 週、3 度 8.7 週)、III 型 15.0 週(1 度 3.6 週、2 度 16.6 週、3 度 22.3 週)で、それぞれに有意な差を認めた。肉ばなれの MRI 分類は、半膜様筋において重症度の評価に有用である。

### はじめに

筆者はこれまで、肉ばなれが MRI 所見によって 3 つのタイプに分類できることを示してきた<sup>1)</sup>。すなわち脂肪抑制像にて高信号域が存在するものの、T2\*強調画像にて筋腱移行部損傷のないものは I 型(軽症型)、筋腱移行部損傷のあるものは II 型(中等症型)、そして筋腱附着部の完全断裂は III 型(重症型)である。ただし、それぞれのタイプにおいて、スポーツ復帰時期に大きなばらつきがみられており<sup>1)</sup>、MRI による分類を見直してきている。まずは最も頻度の高い大腿二頭筋にて新たな分類を行ない、その有用性を確認した<sup>2)</sup>。

今回は大腿二頭筋に次いで肉ばなれが多かった半膜様

筋<sup>1,3)</sup>について、MRI による分類とスポーツ復帰時期との関係を調査した。

その前に半膜様筋の構造について、とくにその特徴である腱膜(筋内腱)についての解剖を理解しておく必要がある(図 1)。半膜様筋は、坐骨結節の近位外側部(大腿二頭筋長頭起始部の前上方: 図 1a)から起こっている。そこから幅広い腱膜となって半腱様筋を包み込むようにして腹側を遠位内側に向かう(図 1b)。半膜様筋の近位部はほとんどが腱膜であることが、その名称の由来である。下降するにつれ、内側部に筋線維部が増えてきて、銀杏の葉の形を呈してくる(図 1b)。この銀杏の葉の芯の部分が腱膜であり、ここが損傷すると機能低下をきたすことになる。遠位部は筋線維部が広い断面積を有し(図 1c)、膝関節後方で腱性部となって脛骨内側顆近位

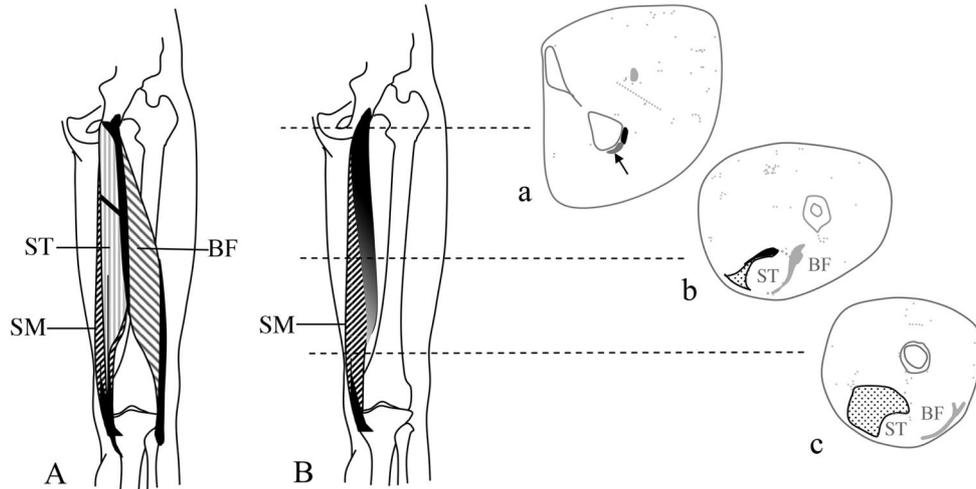


図1 半膜様筋の機能解剖  
 A：右ハムストリングスを後方からみた模式図。  
 B：Aから大腿二頭筋(BF)と半腱様筋(ST)を除去し、半膜様筋(SM)のみを描出した模式図。坐骨結節から遠位に黒く塗りつぶした部分がSMの近位腱膜。  
 a, b, c：それぞれ近位部(a：矢印はBFの付着部)、中央部(b)および遠位部(c)を上方からみた横断面図。

端に停止する(図1B)。このように半膜様筋は、大腿二頭筋長頭と同様に羽状筋の形態をもち、強い筋力を発揮できる反面、損傷のリスクにさらされやすくなっている。

### 対象と方法

国立スポーツ科学センターにて2001年10月から2017年9月までの16年間に、筆者らが肉ばなれと診断した1,078例のうち、半膜様筋の肉ばなれ(ハムストリングス付着部断裂を含む)は171例であった。そのうち、受傷から7日以内にMRIを撮像した急性期の113例を今回の対象とした。

MRIは、Siemens社製Symphony1.5T, Verio3.0TまたはSkyra3.0Tを用いて、STIR(short inversion-time inversion recovery：TR5000/TE50/TI230, FA90/150)による冠状断像と横断像(必要に応じて矢状断像を追加)を撮像し、さらにT2\*強調画像(TR600/TE9/FA25)を各断面にて撮像した。

MRI所見については、STIR像にて高信号を示す領域の有無と、STIRおよびT2\*強調画像にて腱膜や付着部の異常所見(腱膜の途絶や退縮など)の有無を、各断面で適宜比較しながら評価した(図2)。それらの所見から、以下のような損傷型と損傷度を判定した。

1) 損傷型(部位)分類：主に冠状断面にて評価し、異常所見(高信号域や損傷を示す途絶や解離など)が、筋

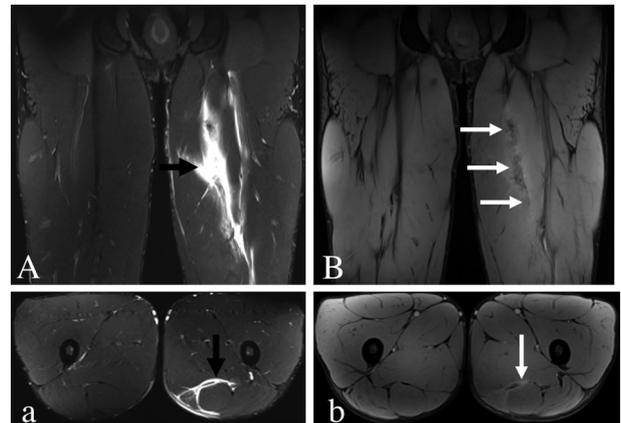


図2 半膜様筋肉ばなれのMRI撮像法  
 A, B：冠状断像。a, b：横断像。A, a：STIR像。  
 B, b：T2\*強調画像。  
 STIR像での高信号領域(黒矢印)は出血や浮腫を示す。  
 T2\*強調画像では、腱膜の緊張低下(蛇行や遠位側への退縮：B白矢印)および途絶(b白矢印)は、腱膜損傷の所見である。

線維部(筋周膜周辺を含む)にあるものをI型(図3A)、腱膜部(筋腱移行部を含む)にあるものをII型(図3B)、そして筋腱付着部にあるものをIII型とした(図3C)。部位の同定に迷う症例では、より重いほうとした。

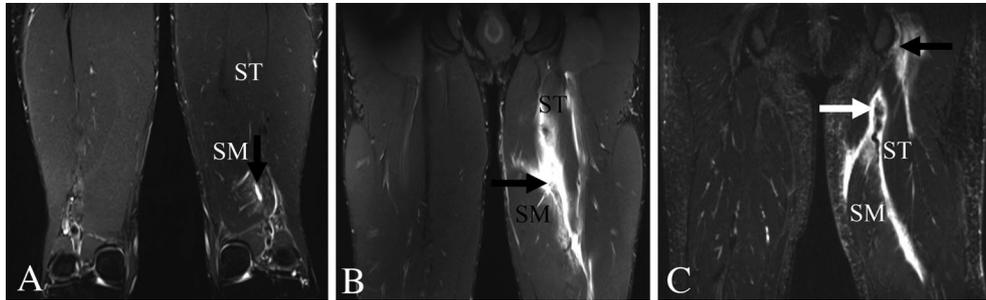


図3 MRI(STIR, 冠状断)による半膜様筋肉ばなれの分類  
 A : I型(筋線維部損傷型) : 筋線維部に高信号域あり(矢印).  
 B : II型(腱膜損傷型) : 腱膜に損傷あり(矢印).  
 C : III型(筋腱付着部損傷型) : 坐骨結節付着部に損傷あり(黒矢印). 裂離した近位腱は, 半腱様筋の前方を抜けて, 遠位部に退縮している(白矢印). SM : 半膜様筋, ST : 半腱様筋.

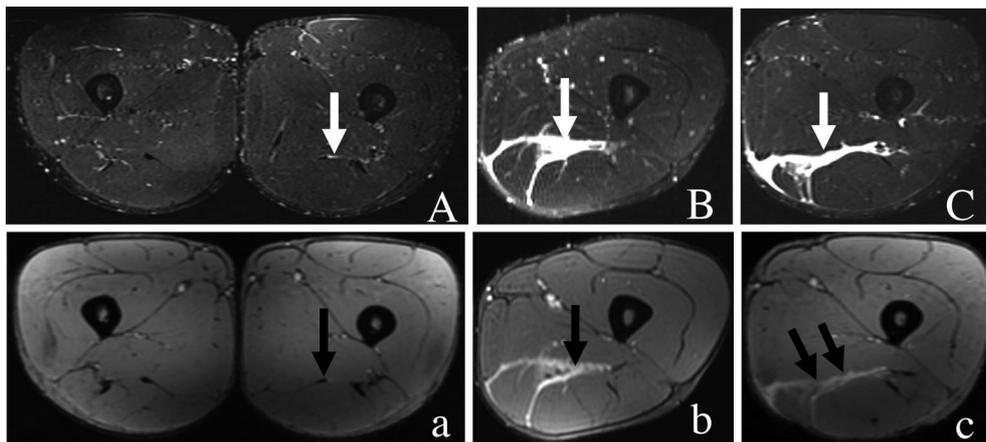


図4 半膜様筋肉ばなれ(II型)のMRIによる損傷度分類  
 冠状断像における最大損傷部の横断像で評価する. A, B, CはSTIR像. a, b, cはT2\*強調画像.  
 A, a : 1度(軽度損傷). 腱膜周囲の高信号域(白矢印, B, Cも同様)のみ. 腱膜(黒矢印)は損傷なし.  
 B, b : 2度(部分断裂). 腱膜の外側部に途絶がみられる(黒矢印).  
 C, c : 3度(完全断裂). 損傷は腱膜の全域にわたっている(黒矢印).

2) 損傷度分類 : 冠状断での最大損傷部位の横断面像にて, 軟部組織損傷の分類に準じて3段階に分類した. すなわち, 1度 : わずかな損傷(高信号域のみ), 2度 : 部分断裂, そして3度 : 完全断裂である. 腱膜や付着部の損傷の程度はSTIRでもある程度の評価は可能であるが, 高信号域の広がり具合によっては, その評価が難しい症例がある. このような場合にはT2\*強調画像にて確認する. 典型的な半膜様筋の肉ばなれII型でみると(図4), 腱膜の損傷がないもの(周囲の高信号域のみ)を1度(図4A, a), 腱膜の部分損傷を2度(図4B, b), そして損傷が腱膜全体に及ぶものを3度とした(図4C, c).

また筋腱付着部の損傷例(図5)では, 坐骨結節部での損傷度から, 表層の高信号域のみを示すものを1度(図

5a), 大腿二頭筋長頭腱の付着部や骨との間に高信号域が入り込んでいるものを2度(図5b), そして腱性部が明らかに損傷(欠損)しているものを3度とした(図5c). いずれも損傷度の判断に迷った場合には, T2\*強調画像で確認し, より重いほうを選択した.

治療はすべて保存療法とした. 消炎鎮痛剤等の内服薬は処方していない. I型に関しては可及的にスポーツ動作の再開を許可し, II型以上では, 可能な限り3週間ごとの診察とMRI評価を行ない, 元のスポーツレベルに復帰するまで(競技復帰時期)を追った. リハビリテーションについては, ストレッチ痛の有無とMRIでの腱膜の修復状況で活動レベルを指示した. とくにスポーツ復帰に関しては, ストレッチ痛の消失と, MRIにて損

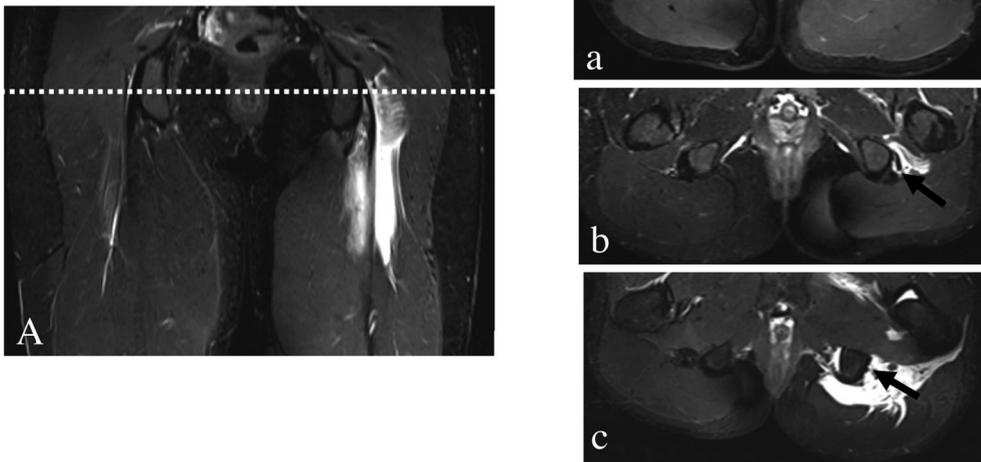


図5 半膜様筋肉ばなれ(Ⅲ型)のMRIによる損傷度分類  
 冠状断像(A)における最大損傷部(点線部)の横断像(a, b, c)で評価する。すべてSTIR像。  
 a : 1度(軽度損傷)。腱付着部表層の高信号域のみ(矢印)。  
 b : 2度(部分断裂)。腱付着部の背側部に高信号域が入り込んでいる(矢印)。  
 c : 3度(完全断裂)。腱付着部は健側と比べると明らかに欠損している(矢印)。

傷した腱膜部の連続性および信号強度(低信号)の均一化を確認してから許可した。スポーツ復帰まで確認できなかった症例に関しては、後日問い合わせを行ない、あるいは他の外傷・障害で再受診した際の問診にて、競技復帰時期を確認した。MRI分類と競技復帰時期の関係は、Kruskal-Wallisの検定後、帰無仮説を棄却できた場合はペアごとに有意確率を算出し、Bonferroni法でp値を補正し検討した。

## 結 果

急性期半膜様筋の肉ばなれ113例のMRI分類では、損傷型(部位)は、I型7例6%、II型67例59%、III型(すべて近位部)39例35%であった(表1および図6A)。症例数の少なかったI型を除き、損傷度で分類するとII型では1度24例21%、2度24例21%、3度19例17%、III型では1度10例9%、2度15例13%、3度14例12%であった(表1および図6B)。

受傷した競技でみると、陸上競技が41例と最も多く(このうち短距離走とハードルが13例32%ずつ)、ほとんどが疾走中の受傷であり、損傷型ではII型(83%)を示した(図7)。次いでレスリング18例、フェンシング15例、柔道11例と、格闘技が続いた。これらの競技では、他動的あるいは自働での開脚強制によるIII型の損

傷が特徴的であり、レスリングでは18例中の13例72%を占めた。

MRIによる損傷型と競技復帰時期の関係をみると、I型が2週、II型は5.2週、III型は15週であり、症例の少なかったI型を除くと、II型とIII型には統計学的に有意な差がみられた(表1)。またそれぞれの損傷度の違いでみると、II型では、1度2.2週、2度5.6週、3度8.7週と、損傷度間で有意な差があった。III型では、1度3.6週、2度16.6週、3度22.3週と、ばらつきが大きかった2度と3度の間を除き、それぞれの損傷度間に有意な差がみられた。

典型的な症例を提示する。症例1は110mハードル選手の疾走中の左半膜様筋肉ばなれである。受傷翌日のMRI(図8A, a)では、高信号域が広範囲だったため近位腱膜の損傷は不明瞭であったが、T2\*強調画像で確認し、II型2度と分類した。6週後(図8B, b)には、損傷部を中心にほぼ均一の肥厚した腱膜となっており、元のスポーツレベルに復帰した。

症例2は、柔道選手の前開脚強制による近位付着部損傷例である。受傷5日後のMRIでは(図9A, a)、坐骨結節部での半膜様筋腱の欠損を認め、III型3度とした。3ヵ月後のMRI(図9B, b)では、坐骨結節部に腱性部は出現してきたが、まだ周囲に高信号域が残存しており、競技復帰には半年を要した。

表1 半膜様筋肉ばなれのMRI分類と競技復帰時期

損傷型	損傷度	症例数	経過例	競技復帰(週)	SD(週)	最短~最長(週)
I (筋線維部)	1	3	2	1.5		1~3
	2	4	3	2.3		1~4
	3	0				
	小計	7	5	2.0		1~4
II (腱膜部)	1	24	24	2.2	0.9	1~5
	2	24	24	5.6	1.5	3~10
	3	19	17	8.7	2.6	6~16
	小計	67	65	5.2	3.1	1~16
III (筋腱附着部)	1	10	10	3.6	1.7	1~6
	2	15	12	16.6	13.3	5~52
	3	14	13	22.3	10.6	13~52
	小計	39	35	15.0	12.5	1~52
合計		113	105			

(ノンパラメトリック検定: \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ )

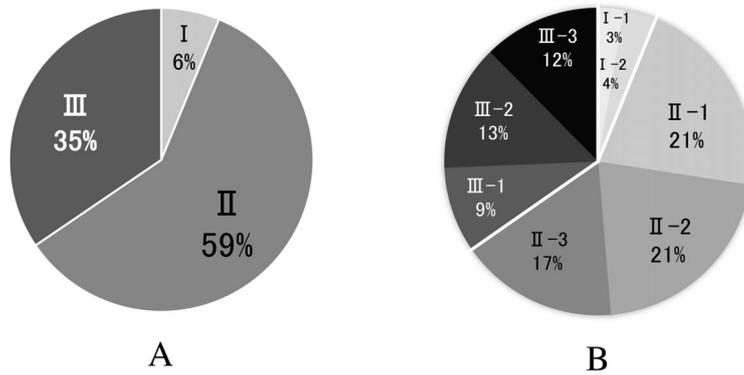


図6 半膜様筋肉ばなれのMRI分類とその割合(N=113)

A: 損傷型(部位)による分類: I = 筋線維部, II = 腱膜部, III = 筋腱附着部.

B: それぞれの損傷型に損傷度を加えた分類: 1 = 軽度, 2 = 部分断裂, 3 = 完全断裂.

### 考 察

半膜様筋の肉ばなれは、同じ羽状筋である大腿二頭筋長頭と同様に、近位腱膜の損傷、つまりII型損傷が過半数を占めていることが特徴である。今回のMRI分類により、この腱膜の損傷度が復帰時期に反映することがわかった。また半膜様筋では大腿二頭筋に比べて、坐骨結節附着部損傷つまりIII型が多いこともわかった。この損傷は開脚動作を強制されて生じることが多く、格闘技系では受傷しやすい肢位として注意すべきである。ただし、附着部での部分断裂以上の症例の復帰時期には大きなばらつきがみられ、同部の損傷度評価には、治療法(手術適応)も含め、さらなる検討が必要である。

ハムストリングス肉ばなれの重症度分類については、従来の軟部組織損傷の分類に応じた報告(1度:わずかな出血様所見, 2度:部分損傷, 3度:完全断裂)<sup>4,5)</sup>が

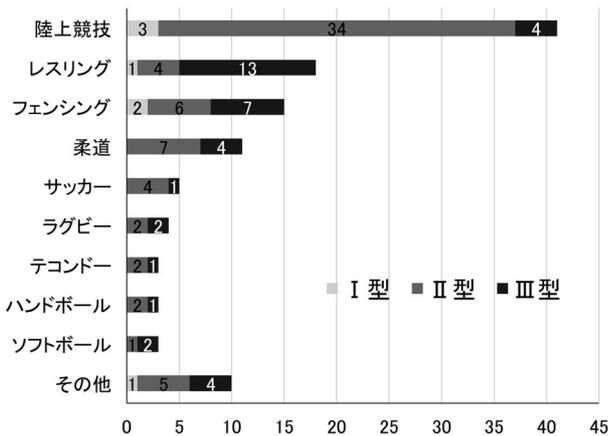


図7 競技別にみた半膜様筋肉ばなれのMRI分類と件数(N=113)

I型: 筋線維部損傷, II型: 腱膜部損傷, III型: 筋腱附着部損傷.

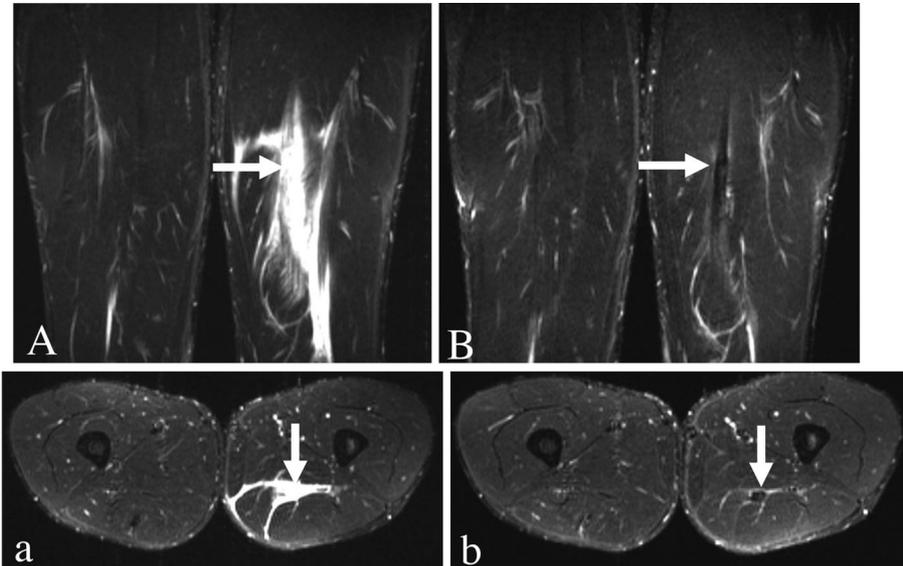


図8 半膜様筋肉ばなれⅡ型2度のMRI経過  
 A, Bは冠状断. a, bは横断面のSTIR像.  
 A, a: 受傷翌日. 腱膜の損傷(矢印)は, 高信号域に覆われてわかりにくい.  
 B, b: 6週後. 近位腱膜は損傷部を中心に低信号の肥厚した腱膜として描出されている.

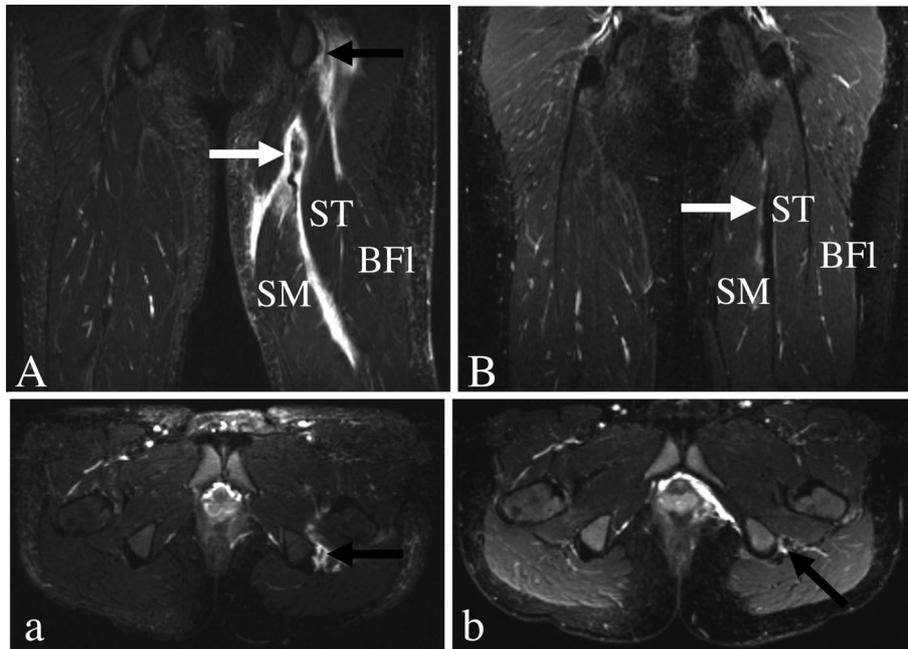


図9 半膜様筋肉ばなれⅢ型3度のMRI経過  
 A, Bは冠状断. a, bは横断面のSTIR像.  
 A, a: 受傷5日後. 坐骨結節での付着部損傷(黒矢印)があり, 断端部は遠位側に退縮(白矢印)している.  
 B, b: 3ヵ月後. 付着部に腱が描出されてきた(黒矢印)が, 周囲に高信号域は残存している. 近位腱膜は肥厚している(白矢印).  
 SM: 半膜様筋, ST: 半腱様筋, BFI: 大腿二頭筋長頭.

あるが、必ずしも競技復帰時期の指標とはなっていない<sup>5)</sup>。また Schneider-Kolsky らは、MRI の冠状断での損傷所見の長さを予後の指標とした。しかし臨床所見とは中等度の相関にとどまり、ハムストリングス肉ばなれの予後を決めるのに MRI は必要ではないとした<sup>6)</sup>。

筆者は、典型的な肉ばなれはⅡ型の筋腱移行部損傷であり、とくに腱膜の損傷が特徴的であることを示した<sup>1~3)</sup>。またその腱膜の修復が、肉ばなれの予後に関係していることを報告した<sup>2)</sup>。Askling らは、短距離走中のハムストリングスの肉ばなれでの復帰時期と MRI 上の損傷範囲とは相関があり、より近位の腱を損傷されたものは復帰に時間がかかったとしている<sup>7)</sup>。

今回の MRI 分類から、半膜様筋の肉ばなれは、近位腱膜と近位の筋腱付着部の損傷が特徴的であり、それらの損傷程度を把握することが、競技復帰時期を予測する目安になることがわかった。さらに腱膜損傷部の修復状況を MRI にて把握することは、再受傷を予防し、確実な競技への復帰を可能とするのに必須であると考えている。今後はさらに症例を重ね、大腿二頭筋や半膜様筋以外の筋においても、肉ばなれの MRI 分類とスポーツ復帰について検討していく予定である。

## 結 語

半膜様筋肉ばなれの典型的な受傷部位は、近位腱膜(Ⅱ型)であり、競技復帰には数週を要する。さらに開脚強制による近位付着部損傷(Ⅲ型)も特徴的であり、2度以上の損傷では競技復帰には数ヵ月を要することもあ

る。肉ばなれの MRI 分類は、半膜様筋においても、その予後を推測するうえで有用である。

## 文 献

- 1) 奥脇透：トップアスリートにおける肉離れの実態。日臨スポーツ医学会誌, 17 : 497-505, 2009.
- 2) 奥脇透ほか：大腿二頭筋肉ばなれの MRI 分類。日臨スポーツ医学会誌, 27 : 250-257, 2019.
- 3) 奥脇透ほか：トップアスリートの肉ばなれ—競技と受傷部位および MRI 分類について。日臨スポーツ医学会誌, 27 : 192-194, 2019.
- 4) Hancock CR et al : Flexor femoris muscle complex : grading systems used to describe the complete spectrum of injury. Clin Imaging, 33 : 130-135, 2009.
- 5) Moen MH et al : Predicting return to play after hamstring injuries. Br J Sports Med, 48 : 1358-1363, 2014.
- 6) Schneider-Kolsky ME et al : A comparison between clinical assessment and magnetic resonance imaging of acute hamstring injuries. Am J Sports Med, 34 : 1008-1015, 2006.
- 7) Askling C et al : Proximal hamstring strains of stretching type in different sports injury situations, clinical and magnetic resonance imaging characteristics, and return to sport. Am J Sports Med, 36 : 1799-1804, 2008.

# Jones 骨折に対する髓内スクリー固定の小経験

## A Report of 13 Cases of Jones Fracture Treated by Internal Fixation with Intramedullary Screws

廣瀬 友彦 Tomohiko Hirose  
伊坂 陽 Akira Isaka

川崎浩二郎 Koujiro Kawasaki

### ● Key words

Fracture/proximal fifth metatarsal metaphysis : Jones fracture : Screw fixation

### ●要旨

2009～2017年までに当院で髓内スクリー固定術を行なったいわゆる Jones 骨折症例 13 例 13 足について術後成績を検討した。スポーツ復帰までの期間は術後平均 13.2 週であり、骨癒合までの期間は平均 12.1 週であった。合併症として遷延癒合を 1 例に認め、スポーツ復帰に半年以上を要した。1 例にドリリングの際の熱傷による創治癒遅延を認めた。手術のコツとして、体位を側臥位とすることや、必要に応じて皮切を延長し刺入部を十分に確認することが重要と思われた。

### はじめに

第 5 中足骨近位骨幹部の疲労骨折と狭義の Jones 骨折を合わせて、わが国ではいわゆる Jones 骨折と呼ぶことが多い。Jones 骨折は活動性の高いスポーツ選手に好発し、保存療法では治癒しにくいために手術が行なわれることが多い<sup>1)</sup>。しかし手術療法における合併症が散見されるために、そのコツや注意点が報告されている<sup>2,3)</sup>。今回、当院における髓内スクリー固定術の治療成績を検討し、手技上の注意点について考察した。

### 対象と方法

対象は、2009～2017年までに当院で髓内スクリー固定術を行なった Jones 骨折 13 例 13 足である。性別はすべて男性で平均年齢は 19.8 歳 (14～27 歳)であった。

スポーツ種目はサッカーが 9 足で最も多く、バスケットボールが 2 足、野球とラグビーがそれぞれ 1 足であった。スポーツレベルは、プロ 1 足、セミプロ 3 足、コンペティションレベル 9 足であった。

手術は、第 5 中足骨基部より近位に小さな皮膚切開をおいて展開しガイドピンを刺入、ガイドピンをなるべく遠位まで刺入して骨皮質に当たったところで長さを計測し、それと同じかわずかに短い中空のスクリーで髓内固定を行なった。初期には仰臥位で行なっていたが、術中イメージ操作を容易にするため第 11 例目からは側臥位で行なうこととした。固定材料はすべて中空スクリーだが、キャニキュレーテッドキャンセラススクリー (以下 CCS) 1 足、アキュトラックススクリー (Acumed 社) 9 足、ハーバートスクリー (Zimmer-Biomet 社) 3 足であった。後療法は、術後 1 週間は完全免荷とし、その後ギプス固定下に部分荷重を開始、術後 3～4 週でギプスを除去して全荷重を許可した。術後 2 ヶ

廣瀬友彦  
〒760-0079 高松市松縄町 35-3  
医療法人社団研宣会広瀬病院整形外科  
TEL 087-867-9911

医療法人社団研宣会広瀬病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Hirose Hospital

月でジョギングを開始，その後は術後3ヵ月を目安として，単純X線の骨癒合の状態や疼痛に応じてスポーツ復帰を許可した．骨癒合の判定は，術後4週目までは毎週，その後は2週ごとの単純X線像(正面・斜位・側面)によって行なった．検討項目として，スポーツ復帰までの期間，骨癒合までの期間，合併症を調査した．また単純X線の斜位像における第5中足骨長に対するスクリュー長の比(S/M比)，骨折線を基準としたスクリューの遠位長と近位長の比(D/P比)，骨折部でのスクリューの髓腔占拠率を算出した．術者のラーニングカーブを検討するため，各症例の手術時間を初回例の手術時間に対する比として計算した．

### 結 果

単純X線斜位像における，第5中足骨長に対するスクリュー長の比(S/M比)は平均 $0.69 \pm$ 標準偏差0.06であり，0.6~0.7が7足と最も多かった(図1)．骨折部を基準としたスクリューの遠位長と近位長の比(D/P比)は平均 $1.28 \pm$ 標準偏差0.34であり，1.0~1.5が9足と最も多かった(図2)．骨折部でのスクリュー髓腔占拠率は平均 $0.78 \pm$ 標準偏差0.11であり，0.8~0.9が6例と最も多かった(図3)．スポーツ復帰までの期間は術後平均13.2週(7.7~47.1週)であり，1例を除いて16週以内にもとのスポーツレベルに復帰した(図4)．単純X線上骨癒合が得られるまでの期間は平均12.1週(5.6~40.4週)であり，7例が8週までに骨癒合を認めていた(図5)．1例は県外チームに移籍したバスケットボール選手で，単純X線による骨癒合の確認ができなかったが，公式戦に出場して活躍している．合併症とし

ては，遷延癒合を1例に認めた．運動中止として，低出力超音波パルス low intensity pulsed ultrasound (LIPUS)を行なって骨癒合を得たが，スポーツ復帰までに半年以上を要した．1例にドリリングの際の熱傷による水泡形成と創治癒遅延がみられた．

図6に手術時間の推移を，初回例の手術時間に対する比で表した．単純に症例数を重ねれば手術時間が短縮するというわけではなく，第10例と第12例ではガイドピン刺入に難渋して，長時間を要していた．

### 症 例

#### 経過良好例 (図7-A)

16歳．サッカーの練習中ジャンプして着地した際，左足を捻って受傷．約2週間前から同部に軽度の痛みを自覚していた．単純X線上骨折線は，骨皮質に直交する亀裂から連続しており，Jones骨折と診断した．長さ50mmのハーバートスクリュー(6.5mm)で髓内固定を行ない，術後12週で完全復帰した．その後再発なくプレー継続している．

#### 経過不良例 (図7-B)

21歳．サッカーの試合中右足を踏まれて捻ったようになり受傷．受傷前から同部に軽度の痛みを自覚しており，X線上骨皮質の肥厚を認めたうえに，骨折線が反対側の骨皮質まで連続していた．Jones骨折と診断し，長さ45mmのアキュトラックスクリュー(4/5)で髓内固定を行なった．骨癒合を得るのに40.4週，スポーツ復帰まで47.1週と長期間を要した．

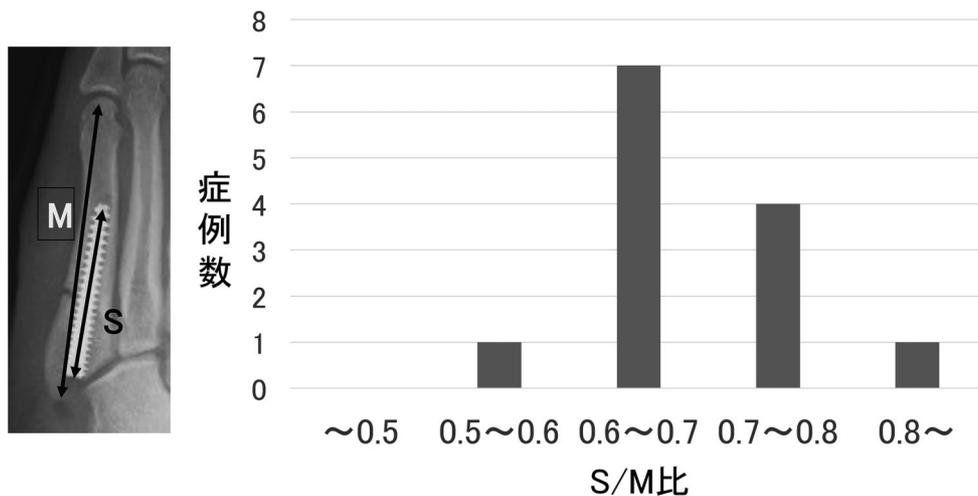


図1 第5中足骨長に対するスクリュー長S/M比の分布  
第5中足骨長に対するスクリュー長の比(S/M比)は0.6~0.7が最も多かった．

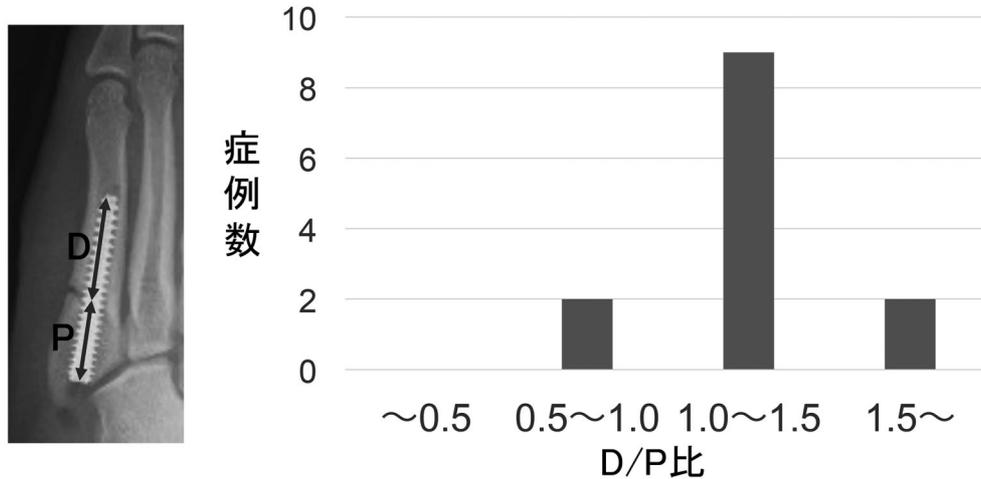


図2 骨折線を基準としたスクリューのD/P比の分布  
骨折部を基準としたスクリューの遠位長と近位長の比(D/P比)は1.0~1.5が最も多かった。

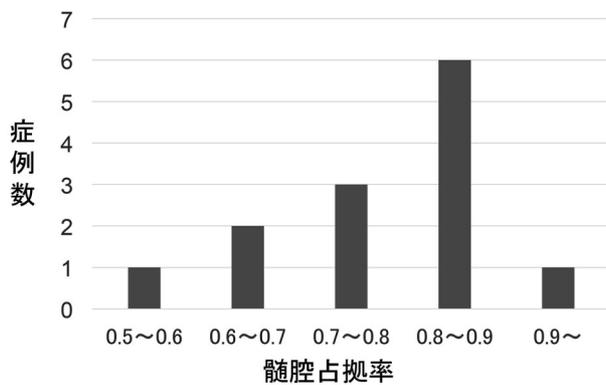


図3 骨折部におけるスクリュー髓腔占拠率の分布  
骨折部でのスクリュー髓腔占拠率は0.8~0.9が最も多かった。

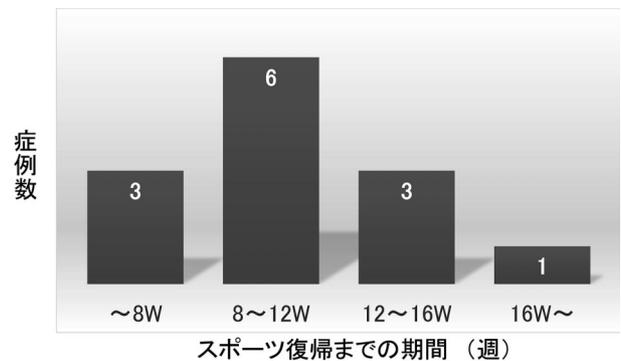


図4 スポーツ復帰までの期間の分布  
スポーツ復帰までの期間は術後8~12週が最も多く、1例を除いて術後16週以内に復帰していた。

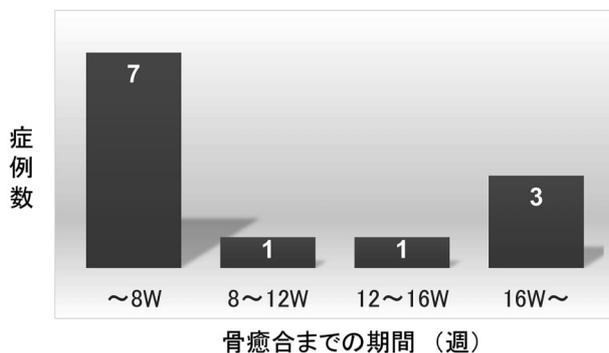


図5 骨癒合までの期間の分布  
単純X線上、7例が8週の時点で骨癒合を認めていた。

## 考 察

Jones骨折はジャンプや切り返しなどの動作が多いスポーツ選手に発生しやすく<sup>4-6)</sup>、自験例でもサッカー、バスケットボールの選手が多かった。完全骨折となる前に発見すればスポーツ活動を休むことなく保存療法で治療する可能性があり<sup>2,7,8)</sup>、予防や検診の重要性が指摘されている<sup>9,10)</sup>。一方で完全骨折になると保存療法で骨癒合を得ることは難しく、再発予防のためにも手術が必要である<sup>1,2)</sup>。現在、わが国では髓内スクリュー固定が主流で、手術法として確立されたといわれるものの再骨折や遷延治療例が依然として散見される<sup>2,3,7,11-13)</sup>。田中は、良好な成績を得るためにはスクリューの長さは第5

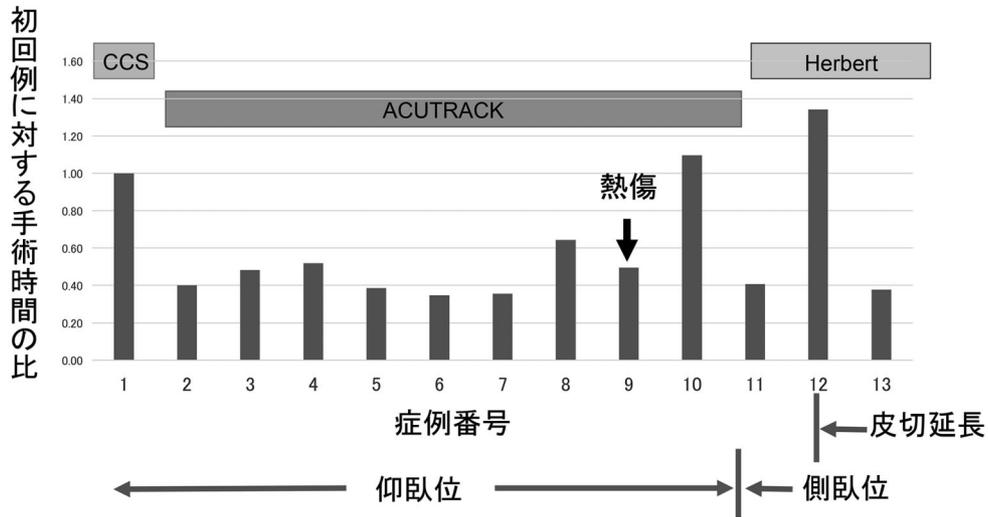


図6 手術時間の推移  
 手術時間の推移を、初回例の手術時間に対する比で表した。最初の10例は仰臥位で行ない、第11例目から側臥位に変更した。12例目ではガイドピンの刺入方向を修正するのに難渋し皮切を延長した。第9例目でドリリングによる熱傷を経験し、固定材料をハーバートスクリューに変更した。

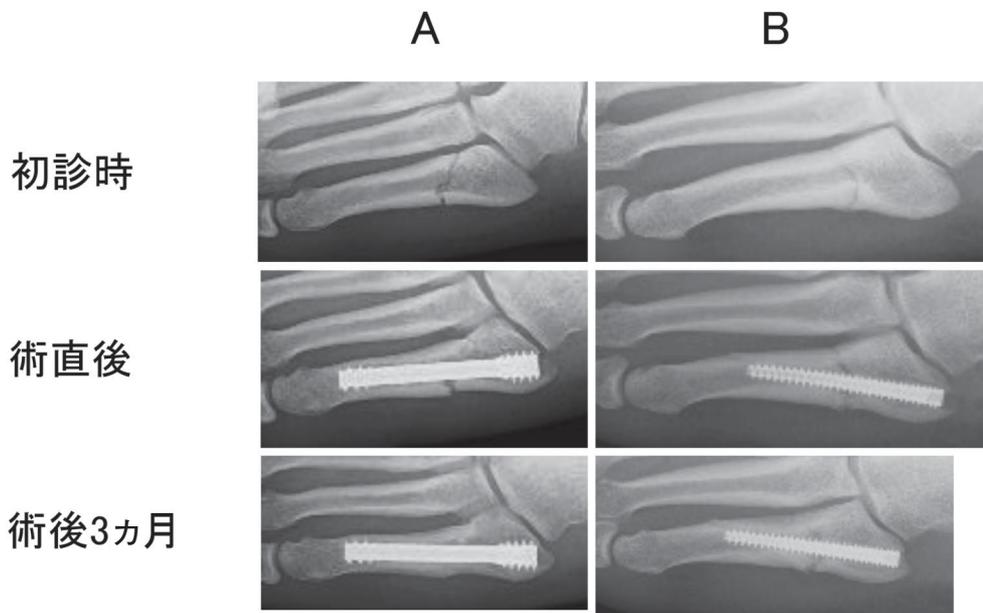


図7 経過良好例と不良例の供覧  
 経過良好例(図7-A)16歳。ジャンプして着地した際に左足を受傷。斜めの骨折線は外側骨皮質に直交する亀裂から連続している。長さ50mmのハーバートスクリュー(6.5mm)で髓内固定を行ない、術後12週で完全復帰した。  
 経過不良例(図7-B)21歳。サッカー中に右足を踏まれて捻ったようになり受傷。X線像は左右反転して提示している。長さ45mmのアクユトラックスクリュー(4/5)で髓内固定を行なった。骨癒合を得るのに40.4週、スポーツ復帰まで47.1週と長期間を要した。

中足骨長の2/3を超えるもので、太さは4.5~5mmがよいと述べている<sup>2)</sup>。Scottらは、屍体を用いて第5中足骨の髓腔径を計測し、髓内スクリュー固定のためには最低4.5mmの太さが必要だと述べている<sup>14)</sup>。自験例のうち骨癒合が遅延した1例(図7-B)のS/M比は0.65で平均値0.69より小さく、D/P比は1.1で平均値1.28より小さかった。また骨折部での髓腔占拠率は0.65であり、これも平均値0.78より小さかった。比較的細くて短いスクリューであったために固定性が不十分となり骨癒合が遅れたものと思われた。

しかし、一方であまり長すぎるスクリューは遠位骨皮質を損傷する危険があり、齋田らは日本人の場合45~50mmが適切でないかと述べている<sup>13)</sup>。また弯曲した第5中足骨に真っすぐなスクリューを遠位骨皮質にネジ山がかかるまで刺入していくと、骨折部の外側底側が若干開くことがある。たとえ少し離開しても成績に影響はないとされているが<sup>2)</sup>、骨癒合が完成するのに少し時間がかかると思われる。

適切な太さと長さのスクリューを刺入するには、スクリューの刺入方向と第5中足骨近位骨幹部の長軸を一致させる必要があり、ガイドピンの刺入位置と方向ですべてが決まるといっても過言でない。第5中足骨近位端の内側が刺入点となるが、立方骨が邪魔となるため必ずしも容易ではない。一旦ガイドピン刺入を誤ると同じ“道”をガイドピンが行き来し、修正に難渋することがあった。手術の工夫として、まず手術体位を側臥位にすることで、股関節を内外旋すれば容易に正面・斜位・側面像を得られるようになった。田中は第5中足骨の軸写撮影で経皮的に刺入したガイドピンと髓腔が同心円状になることを確認することが重要と述べており<sup>2)</sup>、現在われわれもその方法に従っている。次にガイドピンが刺入困難な場合は、経皮的刺入や小皮切にこだわらず、第5中足骨近位端まで皮切を遠位に延長することも必要と思われた。またガイドピンの刺入孔はガイドワイヤーより太い2mm K-wireで開け、ガイドワイヤーの刺入方向に自由度をもたせることにしている。固定材料については、アキュトラックスクリューのドリリングの際に熱傷を生じた経験から、ハーバートスクリューに変更した。このような工夫を重ねることで、合併症を減らすことができ、良好な成績につながると考えられた。

## 結 語

1. Jones骨折に対して髓内スクリュー固定術を行なった13例13足をretrospectiveに検討した。
2. スポーツ復帰まで平均13.2週、骨癒合を得るまで

- 平均12.1週であり、概ね良好な成績であった。
3. 適切な長さ太さのスクリューを刺入するために、いくつかの工夫が必要であった。

## 文 献

- 1) Yates J et al : Jones fracture of the fifth metatarsal : is operative intervention justified? A systematic review of the literature and meta-analysis of results. Foot (Edinb), 25 : 251-257, 2015.
- 2) 田中寿一 : Jones骨折. 臨スポーツ医, 31 : 644-652, 2014.
- 3) 市野義信ほか : スポーツ選手の第5中足骨疲労骨折(Jones骨折)に対する髓内スクリュー固定術の工夫と治療成績. 臨整外, 50 : 681-686, 2015.
- 4) Lareau CR et al : Return to play in national football league players after operative Jones fracture treatment. Foot Ankle Int, 37 : 8-16, 2016.
- 5) O'Malley M et al : Operative treatment of fifth metatarsal Jones fractures (Zone II and III) in the NBA. Foot Ankle Int, 37 : 488-500, 2016.
- 6) John P et al : Return to play and Performance after Jones fracture in national basketball association athletes. Sports Health, 8 : 342-346, 2016.
- 7) 大沼寧 : 過去8年間にプロサッカークラブ所属選手に発生したJones骨折(Zone II, III)について. 整スポ会誌, 38 : 240-244, 2018.
- 8) Tomohiko T et al : Treatment of incomplete Jones fractures with low-intensity pulsed ultrasound (LIPUS). J Orthop Trauma, 31 : S2-S3, 2017.
- 9) 齋田良知ほか : Jones骨折の発生要因と予防. Sportsmed, 209 : 2-9, 2019.
- 10) 立石智彦ほか : Jones骨折検診で完全骨折を食い止める. Sportsmed, 209 : 16-19, 2019.
- 11) Nagao M et al : Headless compression screw fixation of jones fractures : an outcomes study in Japanese athletes. Am J Sports Med, 40 : 2578-2582, 2012.
- 12) 安間久芳ほか : Jones骨折に対する髓内スクリュー固定. 日臨スポーツ医学会誌, 18 : 497-503, 2010.
- 13) 齋田良知ほか : Jones骨折の手術法とその考え方. Sportsmed, 209 : 10-15, 2019.
- 14) Scott RT et al : Screw fixation diameter for fifth metatarsal jones fracture : a cadaveric study. J Foot Ankle Surg, 54 : 227-229, 2015.

# 終末期腰椎分離症における Scottie dog sign と 分離部の間隙距離との相関

## Correlation of the Cleft Distance at Terminal Stage of Lumbar Spondylolysis and Positive Scottie Dog Sign

松浦 智史<sup>1)</sup> Satoshi Matsuura      辰村 正紀<sup>1)</sup> Masaki Tatsumura  
小川 健<sup>1)</sup> Takeshi Ogawa      万本 健生<sup>1)</sup> Takeo Mammoto  
平野 篤<sup>1)</sup> Atsushi Hirano      山崎 正志<sup>2)</sup> Masashi Yamazaki

### ● Key words

Lumbar spondylolysis : Scottie dog sign : The cleft distance

### ●要旨

腰椎分離症を検出する画像検査方法として単純 X 線斜位像の Scottie dog sign があるが、分離部の間隙距離が小さい場合は感度が低いとされる。しかし、具体的な間隙距離に関する報告は乏しい。終末期両側腰椎分離症患者の Scottie dog sign と CT 画像矢状断での分離部の間隙距離の関連性を調査した。

当院初診時、終末期両側腰椎分離症に至っていた 42 名 84 分離を対象とし、Scottie dog sign 陽性の P 群と陰性の N 群に分類した。2 群における CT 画像矢状断での分離部の間隙距離の平均値を、t 検定を用いて比較した。

P 群と N 群の間隙距離はそれぞれ  $2.82 \pm 1.06$  mm と  $1.64 \pm 1.16$  mm で有意差を認めた。Scottie dog sign 陰性例では分離部の間隙距離が小さかったが、大きくても Scottie dog sign が陰性となる例も存在していた。

### はじめに

発育期に好発する代表的な疲労骨折の 1 つである腰椎分離症の画像評価方法として、単純 X 線斜位像による Scottie dog sign (図 1) がよく知られているが、分離部の間隙距離が小さい場合には感度が低いとされる<sup>1)</sup>。その理由としては終末期腰椎分離症のなかでも分離部の間隙

距離が異なることがあげられる。とくに偽関節化したばかりの終末期腰椎分離症の場合は間隙距離が小さいため、陰性となりやすい。

本研究では、終末期腰椎分離症の単純 X 線斜位像による Scottie dog sign の有無と CT 画像矢状断での分離部の間隙距離との関連性の調査を行ない、どの程度の間隙距離であれば Scottie dog sign が陽性となるかを検証したので報告する。

松浦智史  
〒310-0015 水戸市宮町3丁目2番7号  
筑波大学附属病院水戸地域  
医療教育センター・水戸協同病院整形外科  
TEL 029-231-2371  
E-mail satoshimatsuura@hotmail.com

- 1) 筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター・水戸協同病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery and Sports Medicine, Tsukuba University Hospital Mito Clinical Education and Training Center, Mito Kyodo General Hospital
- 2) 筑波大学医学医療系整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of Tsukuba

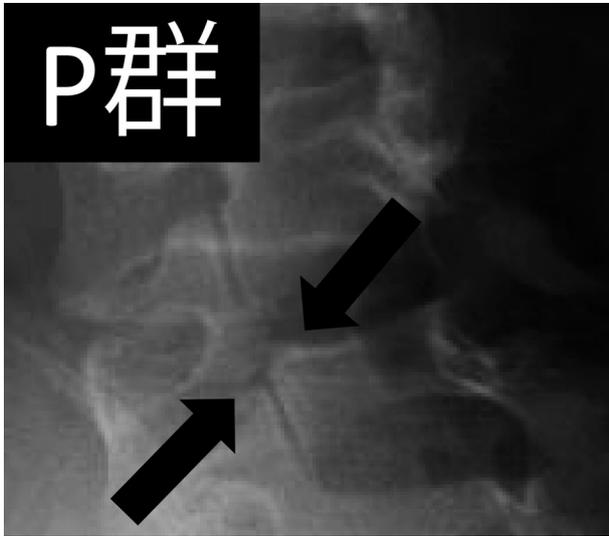


図1 単純X線斜位像での Scottie dog sign 陽性例



図2 単純X線斜位像での Scottie dog sign 陰性例

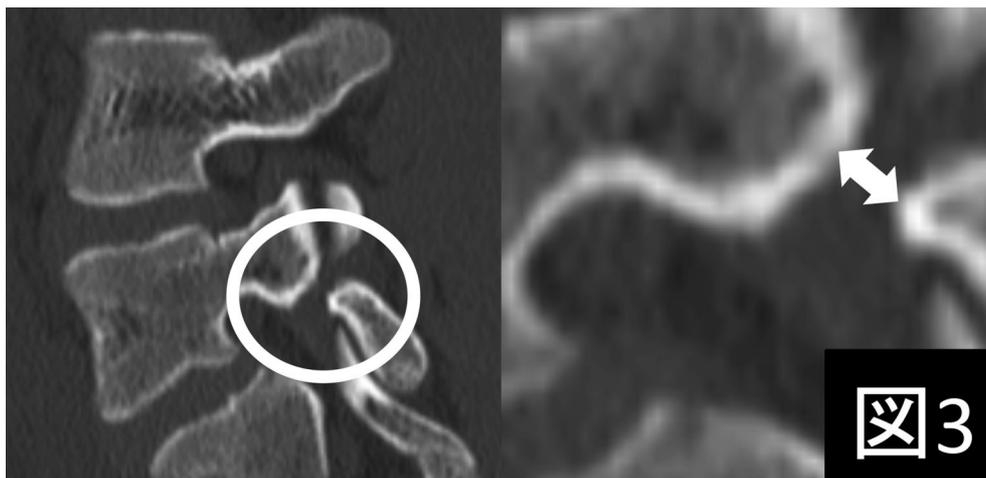


図3 CT矢状断で関節突起間部の骨欠損の最短距離を分離部の間隙距離として測定を行なった

### 対象と方法

2014年4月から2017年9月までに当院を受診し、当院初診時にすでに終末期両側腰椎分離症に至っていた高校生以下のスポーツ選手42名84分離を対象とした。初診時にMRIにて骨髄浮腫を認めずに、CT画像にて関節突起間部に骨欠損を認める症例を終末期腰椎分離症と定義した<sup>2)</sup>。

上記42名に対して当院初診時に撮影された単純X線斜位像で左右別々にScottie dog sign陽性のP群(図1)

と陰性と判断されるN群(図2)に分類した。判定は整形外科医2名で行ない、判定が一致しない場合は合議を行ない決定した。また、42名の患者の年齢、性別、分離の高位も調査した。対象患者は11歳から18歳の平均年齢14.7歳であり、男性28名と女性14名であった。また、分離の高位は第4腰椎が2名、第5腰椎が40名であった。

それぞれのCT画像矢状断における分離部の間隙距離を、当院で使用している計測ソフトSYNAPSE整形外科計測ソフトウェアOP-A(富士フイルム)を用いて左右別々に測定し(図3)、P群における間隙距離の平均値と

表1 P群およびN群の詳細内容

	合計	平均年齢	男女比	椎体高位
P群	32分離	14.78歳	21対11	L4:1分離, L5:31分離
N群	52分離	14.71歳	35対17	L4:3分離, L5:49分離

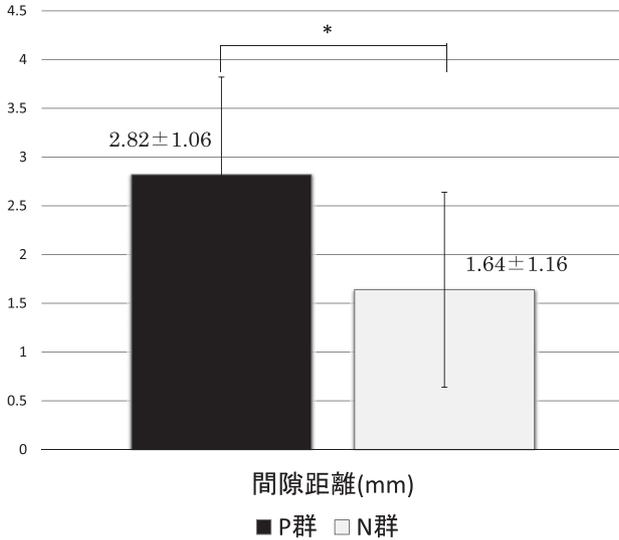


図4 P群とN群との2群間に有意差を認めた (\* :  $p < 0.05$ )

N群における間隙距離の平均値を比較した。また、CT画像の条件としては window width(WW)2000, window level(WL)400, スライス厚 2.0 mm, スライス間隔 2.0 mm であった。おのおのの分離部の間隙距離はCT画像矢状断での骨欠損部分をソフトで拡大し、最短距離を整形外科医2名がそれぞれ3回ずつ計測してその平均値を間隙距離とした。また、X線判定とCT画像測定は独立してそれぞれ別機会に行なった。

また、両側分離に対して Scottie dog sign が両側とも陽性である人数、片側のみ陽性である人数、両側とも陰性である人数を調査した。

統計学的手法としては t 検定を用いて  $p < 0.05$  を有意差ありとした。

## 結 果

今回対象とした84分離を判定した結果、P群32分離とN群52分離に分類された。P群とN群それぞれにおける平均年齢、男女比、椎体高位を表1に示す。また、P群32分離、N群52分離のCT画像での分離部の間隙距離を測定するとそれぞれ0.8~6.4 mm(中央値2.8 mm)、0.5~6.5 mm(中央値1.2 mm)であり、平均

各群の人数(人)

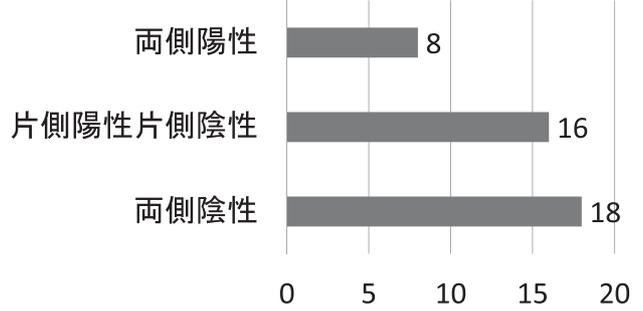


図5 対象の Scottie dog sign 検出数

値、標準偏差を求めるとそれぞれ  $2.82 \pm 1.06$  mm と  $1.64 \pm 1.16$  mm であった。t 検定を用いると有意差 ( $p < 0.05$ ) をもって分離部の間隙距離に差を認めた(図4)。また、42名のうち分離部で Scottie dog sign が両側とも陽性であった人数が8名、両側とも陰性であった人数が18名、片側が陽性で反対側が陰性であった人数が16名であった(図5)。

## 考 察

腰椎分離症のメタ解析による発生率は一般人口の3~7%、運動選手の7~21%とされている<sup>3)</sup>。発生原因は成長期のスポーツ活動などによる椎弓の関節突起間部の疲労骨折によるとされている<sup>3)</sup>。腰背部痛を伴う発育期スポーツ選手で腰椎分離症が見つかる頻度は高く、11%から52%に及ぶとされるとの報告がある<sup>4)</sup>。当院でも腰痛を訴えて当科を受診した中高生の52.9%が腰椎分離症であった<sup>5)</sup>。腰痛を主訴に受診する患者に対して単純X線は初期評価に用いられることが多いが、腰椎分離症では単純X線斜位像での Scottie dog sign が陽性になることが知られている。しかし Saifuddin ら<sup>1)</sup>によると X 線斜位像ではCT画像で発見できる腰椎分離症のうち32%しか発見できなかったという報告もある。

また Ledonio ら<sup>6)</sup>の報告では単純X線のみでの診断は偽陰性が多くみられ、Beck ら<sup>7)</sup>の研究では単純X線での診断では特異度が2方向および4方向でそれぞれ96%、94%といずれの場合も90%を超えるものの感度は2方向で59%、4方向で53%にとどまっている。このことから、単純X線のみでの腰椎分離症の診断には限界があることが示唆される。

一方、CT画像では椎弓の関節突起間部の骨欠損の有無の評価には他の画像検査と比較して最も適しているとされている<sup>3,4)</sup>。また、CT画像では分離部の間隙距離を定量化できるため、分離部の増悪を定量的に検出するこ

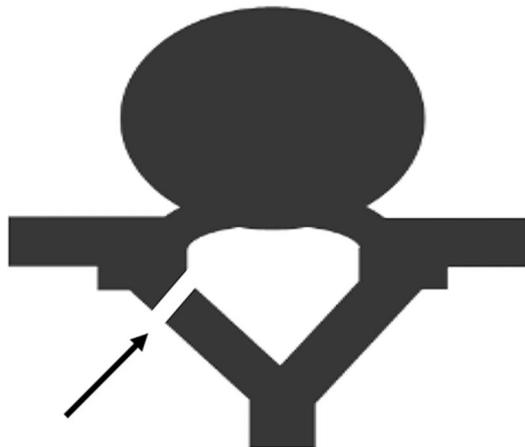


図 6a 放射線入射方向(矢印)と CT 水平断における分離の方向が一致すれば Scottie dog sign 陽性となる

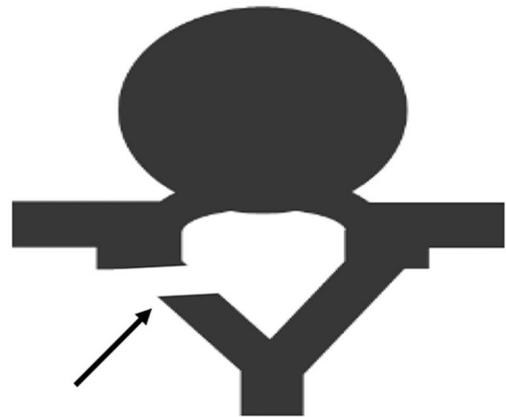


図 6b 放射線入射方向(矢印)に対して CT 水平断における分離の角度が不一致だと Scottie dog sign 陰性となりやすい

とができる。そして腰椎分離症の評価は矢状断が最適とされて<sup>3)</sup>おり、本研究では最も鋭敏に評価できる矢状断で分離部の間隙距離に関する評価を行なった。

MRI は骨折線が明らかとなっていない早期の腰椎分離症の評価には優れているとされる<sup>8)</sup>。Short-tau inversion recovery (STIR) MRI により関節突起間部の骨髄浮腫の有無を評価し、急性の反応であるか陳旧性のものかの判断が行なわれている<sup>9)</sup>。今回われわれは陳旧性と判断した症例のなかから CT 画像で椎体の関節突起間部に骨欠損がある症例を偽関節とした。本研究では CT 画像では両側分離でも Scottie dog sign は片側のみ陽性となった症例は決して少なくない。片側のみ陽性であっても両側に分離が存在する可能性を考えるべきである。

また、偽関節に至っても腰痛および可動域制限がないことが多いとされており、偽関節症例には Kemp sign は必ずしも有用でない<sup>10)</sup>と考える。

本研究から、分離部の間隙が 1.6 mm 程度では単純 X 線斜位像で Scottie dog sign は陰性と判断される可能性が高いことがわかった。MRI T1 強調画像で骨欠損が見出せることもあるが、精度は CT 画像には及ばない。腰痛を主訴に病院を受診しても単純 X 線と MRI で所見がないために異常なしと判断される症例がある。間隙距離が小さい症例も含めて、終末期腰椎分離症を見逃さないように診断するためには単純 X 線斜位像だけでは不十分であり、正確な診断を行なうためには CT 画像撮像が必要である。

一方では本研究内では分離部の間隙距離が 0.8 mm であっても Scottie dog sign 陽性であったものや 6.5 mm

でも陰性となったものが含まれる。このことは水平断における骨欠損の方向と単純 X 線斜位像撮影時の放射線入射方向が大きく関わっていると考える。図 6a のように放射線入射方向と CT 画像水平断における分離の方向が一致すれば Scottie dog sign 陽性となる。一方で図 6b のように放射線入射方向(矢印)に対して CT 画像水平断における分離の角度が不一致だと Scottie dog sign 陰性となりやすい。現在、Scottie dog sign と分離の角度における関係を調査中である。

また、P 群と N 群の間隙距離に有意差を認めたものの差は 1 mm 程度であり、臨床症状との関連は少ないと推測される。しかし分離部の間隙距離が少なくとも将来的に分離よりへ移行する可能性があることを考慮するならば、間隙距離が小さくとも分離の有無に関して正確な診断が下されることは重要と考える。

## 結 語

Scottie dog sign 陽性群では分離部の間隙距離が  $2.82 \pm 1.06$  mm、陰性群では  $1.64 \pm 1.16$  mm となり、Scottie dog sign 陰性例では分離部の間隙距離が小さかった。しかし、骨欠損の角度によっては間隙距離が大きくとも Scottie dog sign が陰性となる例が存在した。

## 文 献

1) Saifuddin A et al : Orientation of lumbar pars defects : Implications for radiological detection and

- surgical management. *J Bone Joint Surg Br*, 80 : 208-211, 1998.
- 2) Sairyo K et al : Conservative treatment of lumbar spondylolysis in childhood and adolescence : the radiological signs which predict healing. *J Bone Joint Surg Br*, 91 : 206-209, 2009.
  - 3) 吉田徹 : 成長期腰椎分離症の診断と治療. *日腰痛会誌*, 235 : 15-22, 2003.
  - 4) Mushtaq R et al : Imaging of spondylolysis : the evolving role of magnetic resonance imaging. *PM R*, 10 : 675-680, 2018.
  - 5) Tatsumura M et al : Prevalence of curable and pseudoarthrosis stages of adolescent lumbar spondylolysis. *J Rural Med*, 13 : 105-109, 2018.
  - 6) Ledonio CG et al : Current evidence regarding diagnostic imaging methods for pediatric lumbar spondylolysis : a report from the scoliosis research society evidence-based medicine committee. *Spine Deform*, 5 : 97-101, 2017.
  - 7) Beck NA et al : Do oblique views add value in the diagnosis of spondylolysis in adolescents? *J Bone Joint Surg Am*, 95 : e65, 2013.
  - 8) Tofte J et al : Imaging pediatric spondylolysis : a system review. *Spine (Phila Pa 1976)*, 42 : 777-782, 2017.
  - 9) Sairyo K et al : Painful lumbar spondylolysis among pediatric sports players : a pilot MRI study : *Arch Orthop Trauma Surg*, 131 : 1485-1489, 2011.
  - 10) 辰村正紀ほか : 腰椎分離症偽関節症例の検討～腰痛と可動域制限の頻度～. *整スポ会誌*, 38 : 122-126, 2018.

# 高校サッカー選手の慢性足関節不安定者における片脚着地動作の特徴

## Characteristics of Single Leg Drop Landing in Chronic Ankle Instability of High School Football Players

仙石 拓也<sup>1)</sup> Takuya Sengoku      中瀬 順介<sup>2)</sup> Junsuke Nakase  
下崎 研吾<sup>2)</sup> Kengo Shimozaki      浅井 一希<sup>2)</sup> Kazuki Asai  
土屋 弘行<sup>2)</sup> Hiroyuki Tsuchiya

### ● Key words

Chronic ankle instability (CAI), サッカー, 片脚降下着地

### ● 要旨

慢性足関節不安定症(CAI)を有する高校サッカー選手の片脚着地動作の特徴を調査した。男子高校サッカー部82名から、CAI群8名、捻挫なし群11名を抽出し、Cumberland Ankle Instability Tool(CAIT)を用いた調査、および三次元動作解析装置を用いた片脚着地動作の評価を行ない群間で比較した。CAI群はBMIが高く、CAITは低かった。動作解析では、関節角度、モーメントに差は認めなかった。しかし、股関節屈曲、膝関節内反角度が小さく、骨盤前傾角度が大きい傾向を認めた。本研究結果より、CAIを有するサッカー選手の片脚着地動作は、膝関節による代償が生じる可能性が考えられた。

### はじめに

足関節捻挫は一般的なスポーツ傷害の1つ<sup>1)</sup>であるが、再受傷率が非常に高く56~74%<sup>2,3)</sup>と報告されている。この理由として、重度の足関節捻挫後で足関節の不安定性や疼痛が残存している症例でも、テーピングやサポーターを用いることで競技復帰できてしまうことが考えられる。しかし、再受傷を繰り返すと慢性足関節不安定症(chronic ankle instability: CAI)へ移行し、さらに進行すると変形性足関節症に至る可能性がある<sup>4)</sup>。これらの状態へ移行すると、疼痛、足関節の不安定性、可動域制限などさまざまな後遺症を伴い、受傷前と同じ状態でのスポーツ復帰は、初回受傷後のように容易ではない。

足関節捻挫の受傷頻度が高いスポーツとしては、サッカーやバスケットボール、バレーボールなどの競技があげられる。これらの特徴は、ジャンプやターン、ダッシュといった足関節に大きな負担がかかる動作を多く含むことである。また、それらの動作は試合中、一定ではなく、状況や場面に応じて多彩に変化するため、動作の方向や強度が不規則である。このことが捻挫を受傷しやすくしている要因の1つと考えられる。全スポーツ外傷における足関節捻挫の受傷の割合は約11%<sup>5)</sup>と報告されているが、サッカーに限定すれば23~32%<sup>6,7)</sup>とより高いことが示されている。

サッカーの競技人口は全世界で約2億6,500万人<sup>5)</sup>といわれており、2017年時点で日本サッカー協会に登録されているサッカー選手数は、915,306人である<sup>8)</sup>。そ

仙石拓也  
〒920-0934 金沢市宝町13-1  
金沢大学附属病院リハビリテーション部  
TEL 076-265-2013

1) 金沢大学附属病院リハビリテーション部  
Section of Rehabilitation, Kanazawa University Hospital  
2) 金沢大学附属病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Kanazawa University Hospital

のうち、高校生の年代に当たる第2種登録者数は17万人を超え、日本の高校生全体<sup>9)</sup>の5%を超える。

これまでにCAI者を対象とした研究は多く行なわれており、動作解析に関するものも多い<sup>10)</sup>。その結果、CAIを有する者は健常者と比較して姿勢制御能力が劣る<sup>11)</sup>と報告されており、片脚着地動作の特徴として、足関節底屈・内反角度の増加<sup>12)</sup>、膝関節屈曲角度の減少<sup>10)</sup>、股関節屈曲角度の増加<sup>13)</sup>などが報告されている。一方、CAI者の動作が競技種目によって異なるかどうかは、過去の報告がなく不明である。

そこで本研究では、捻挫の受傷率が高く、高校生の競技人口が多いサッカーに着目し、CAIを有する高校サッカー選手の片脚着地動作の特徴について検討することを目的とした。

## 方 法

被験者の抽出のため、県内男子高校サッカー部所属の82名を対象に足関節捻挫の受傷歴に関するアンケートを実施した。その結果、捻挫の既往がある選手は61名(74.4%)であった。同61名中、International Ankle ConsortiumのCAIの選択基準<sup>14)</sup>①1回以上の足関節捻挫を有すること、②“giving-way”や“捻挫の再発”および不安定感の既往を有すること、の条件を満たした者は、11名であった。この11名をCAI群として抽出したが、3名が動作解析の測定待機期間中に負傷したため対象から除外し、最終的にCAI群は8名となった。捻挫なし群には、捻挫の既往のない21名のなかから、CAI群と同じポジションの選手11名を抽出した。

対象者の基本情報として、身長、体重、BMIを群間で比較した。さらに、全対象者に対しInternational Ankle ConsortiumによってCAIの選択基準<sup>14)</sup>の選定に推奨されているアンケート評価の1つであるCumberland Ankle Instability Tool(以下:CAIT)を実施した。CAITは、足関節不安定性を評価する自記式アンケートであり、0~30点で示される。また、点数が低いほど足関節に不安定性を抱えている状態であることを示す。

動作解析には、三次元動作解析装置VICON MX(Vicon Motion Systems社製)および三次元動作解析装置と同期した床反力計BP400600-2000(AMTI社)を使用した。開始肢位は、30cm台上で両上肢を腰に当てる片脚立位とし、足尖は台の前縁に合わせた。その後、被験者は10cm前方の床反力計へ片脚降下着地動作を行ない、着地後3秒間静止できたものを成功とした(図1)。着地後にバランスを崩し、非着地側が地面に接地した場合、足底面が床面から離れた場合、体幹が大き

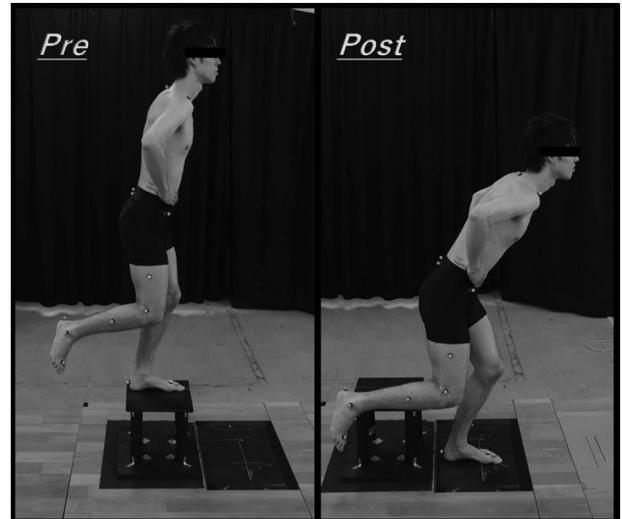


図1 片脚着地動作

く側屈した場合、上肢が腰から離れた場合を失敗とした。測定前には十分な練習を行ない、左右それぞれ3回成功した時点で測定終了とした。測定時は、被験者はスパッツを着用しPlug-in-Gait(full body)モデルに準じて赤外線マーカーを貼付した。測定にはサンプリング周波数が250 Hzのカメラを10台使用した。

片脚降下着地動作の解析は、toe off(以下:TO)~initial contact(以下:IC)後250 ms間とした。この区間を時間で正規化し、TOを0%、IC後250 msを100%として示し、骨盤傾斜・回旋角度、関節角度(股関節・膝関節・足関節)および関節モーメント(股関節・膝関節・足関節)の比較を行なった。比較するデータは、CAI群は捻挫側の3施行の平均値、捻挫なし群は左右3施行ずつ計6施行の平均値を求め代表値とした。

統計解析にはJMP ver.7を使用した。2群間の比較には対応のないt検定を用い、有意水準は5%未満で統計学的有意差とみなした。

本研究は金沢大学医学倫理審査委員会の承認を得て行なった(承認番号:712-1)。

## 結 果

基本情報において平均身長は、CAI群 $172.0 \pm 5.0$  cm、捻挫なし群 $170.1 \pm 5.4$  cm( $p=0.22$ )であり統計学的有意差を認めなかった。平均体重はCAI群 $64.6 \pm 5.1$  kg、捻挫なし群 $58.7 \pm 6.2$  kg( $p=0.02$ )、平均BMIはCAI群 $21.8 \pm 0.7$  kg/m<sup>2</sup>、捻挫なし群 $20.3 \pm 1.5$  kg/m<sup>2</sup>( $p<0.01$ )と統計学的有意差を認めた。また、CAITの平均点はCAI群 $23.9 \pm 3.3$ 点、捻挫なし群

## 股関節

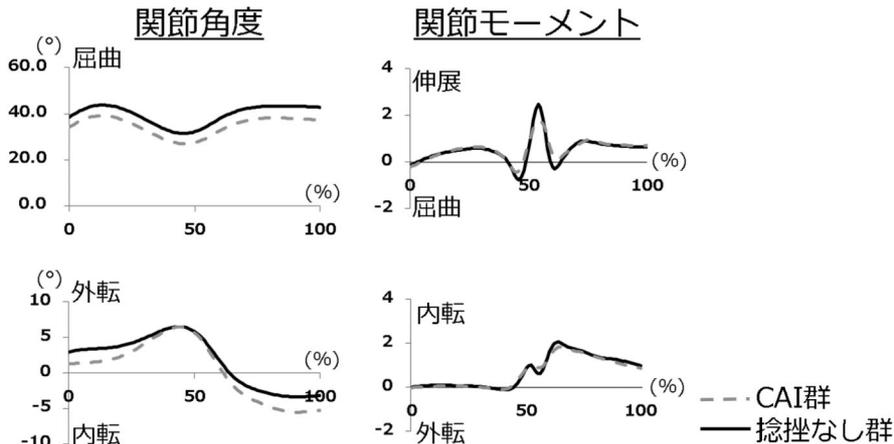


図2 股関節の関節角度・関節モーメント

## 膝関節

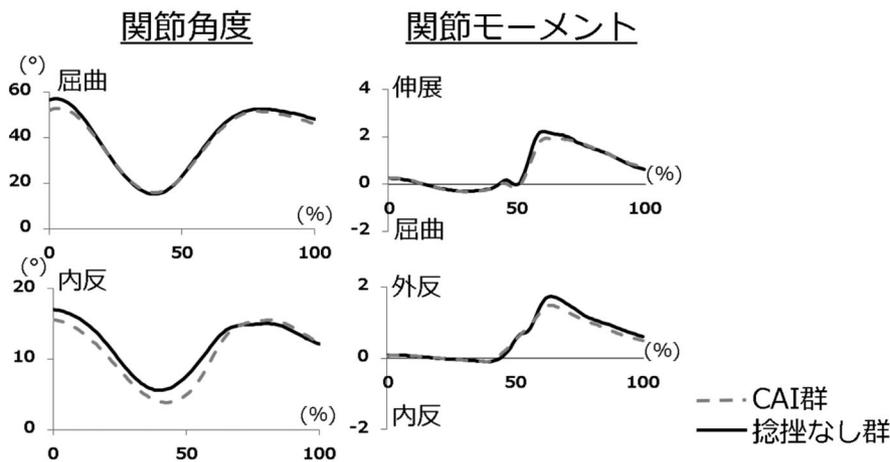


図3 膝関節の関節角度・モーメント

29.1±1.2点 ( $p < 0.01$ ) と統計学的有意差を認めた。

関節角度および関節モーメントは0~100%すべてのタイミングで統計学的有意差を認めなかった(図2~5)。しかしながら、CAI群は捻挫なし群と比較して股関節屈曲角度、膝関節内反角度が小さく(図2, 3)、骨盤前傾角度が大きい(図5)傾向を認めた。両群の動作中の関節モーメントの推移は非常に類似していた。

### 考 察

本研究の被験者は、CAI群の平均体重が有意に重く、平均BMIが有意に高かった。先行研究でも、過体重に

より足関節捻挫のリスクが高くなる<sup>15)</sup>ことや高校および大学サッカー選手の足関節捻挫受傷者のBMIは非受傷者と比較して有意に高値を示した<sup>16)</sup>と報告している。また、Kunugiらは<sup>17)</sup>、CAITのカットオフ値は原版で27点、日本語版25点と報告しており、25点以下がCAIの判断基準の1つと考えられる。本研究では、CAI群のCAITが23.9±3.3点であり、カットオフ値を下回る結果となった。これらのBMIやCAITの結果が示す、CAIを有する高校サッカー選手の基本的な特性は、先行研究の結果に類似していた。

また、これまでにCAI者の動作解析は数多く行なわれてきた。解析対象の動作は、着地動作やカッティング

## 足関節

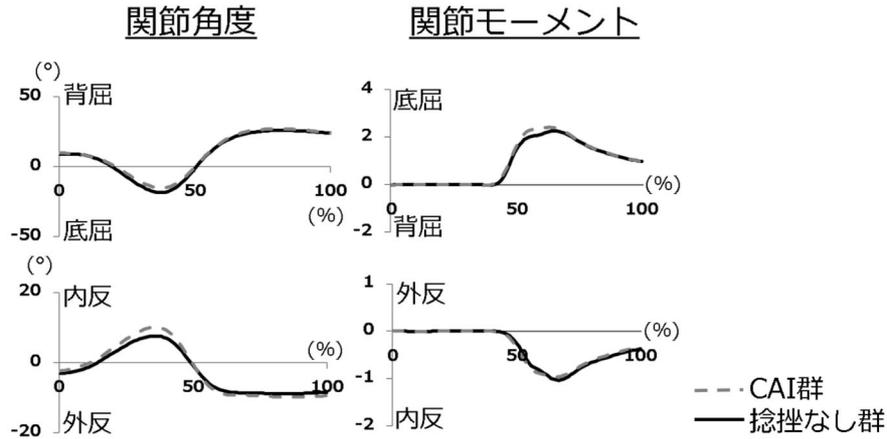


図4 足関節の関節角度・モーメント

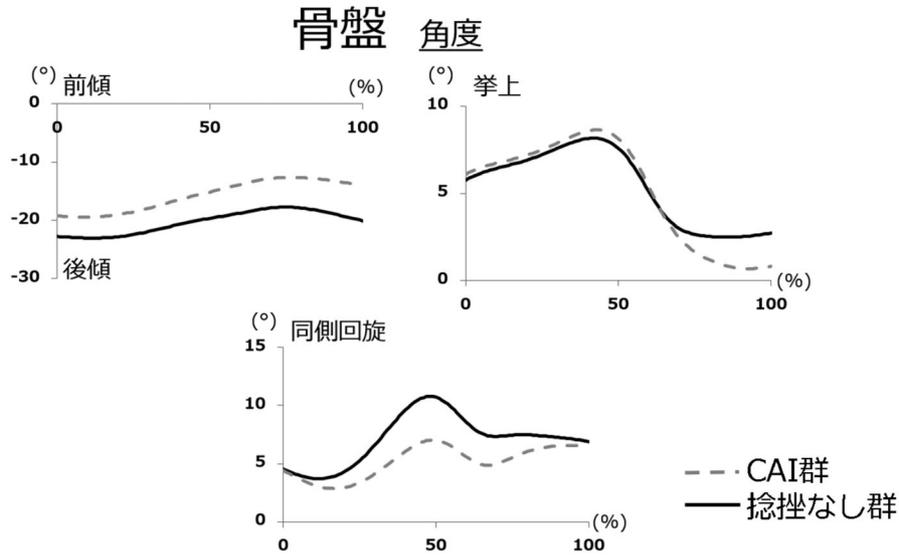


図5 骨盤の角度

動作，ターン動作などさまざまである．なかでも，片脚降下着地動作は一定の高さから着地動作を行ない，課題遂行時の負荷量を統一することができるため，多く用いられる．先行研究では，CAI 者の片脚降下着地時の特徴として，足関節底屈・内反角度の増加<sup>12)</sup>，膝関節屈曲角度の減少<sup>10)</sup>，股関節屈曲角度の増加<sup>13)</sup>などが報告されている．しかし，本研究で解析したCAIを有する高校サッカー選手の片脚降下着地動作時の関節角度および関節モーメントは，捻挫歴のないサッカー選手と違いはなかった．このことから，サッカー選手の着地動作には，競技特性が反映される可能性があると考えられた．その

要因の1つとしてサッカーは，バスケットボールやバレーボールと同様に，ジャンプやダッシュ，着地動作が多く含まれることに加え，下肢でボールを扱いキック動作が含まれることがあげられる．キック動作は腰部の回旋から生じ連結された各関節が連鎖的に動く<sup>18)</sup>．さらに，キック動作が含まれることで競技中の片脚立位時間が長くなり，一側に加わるストレスが大きくなる．また，キック動作の支持側は，closed kinetic chainの運動となり，体幹から連結された動作を協調的に制御していることが，片脚着地動作の運動制御にも反映している可能性があると考えられる．

動作時の関節角度および関節モーメントに有意差を認めなかったものの、関節角度において、CAI 群は捻挫なし群と比較して股関節屈曲角度、膝関節内反角度が小さく(図2, 3)、骨盤前傾角度が大きい(図5)傾向を認めた。さらに、過去の研究ではCAI 者の着地動作は、股関節屈曲角度が増加する<sup>13)</sup>と報告されているが、本研究結果では、CAI 群の股関節屈曲角度が着地周期を通して小さかった。これらの結果から、サッカー選手はこれまで報告されてきたCAI 者の着地動作と比較し、股関節よりも膝関節での代償を大きく行ない、骨盤の前傾が大きくなったことで股関節内旋方向への運動連鎖が生じ膝関節外反方向へと誘導された可能性があると考えられる。過去には、足関節の機能不全によりknee-inを呈すると報告<sup>19)</sup>があり、足関節捻挫とknee-inが関連する可能性は高い。本研究では、CAI 群の膝関節は外反位には至らなかったが、捻挫なし群と比較し外反方向へ誘導されやすく、knee-inとなるリスクが高いと考えられた。これらを踏まえ、今後はknee-inとの関連の深い前十字靭帯損傷と足関節不安定性についての検討が必要と考える。

本研究の限界として、被験者数が少ないため、症例数が増えると結果に影響を及ぼす可能性があると考えられる。また、被験者を抽出した高校が1校であるため、練習メニューや環境、競技のレベルによる影響を受けていることは否定できない。

## 結 語

CAIを有する高校サッカー選手の片脚降下着地動作は、捻挫の既往のない選手と比べて関節角度および関節モーメントで統計学的有意差を認めなかった。

CAI 者の片脚着地動作は、股関節屈曲角度が増加すると報告されているが、本研究では、着地周期を通して股関節屈曲角度および膝関節内反角度が小さい傾向を認めた。このことから、CAIを有する高校サッカー選手の片脚着地動作は膝関節による代償が生じ、過去に報告されてきたCAI 者の片脚着地動作とは異なる特徴をもつ可能性が示された。

## 文 献

- 1) Ardern CL et al : Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery : an update systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med*, 48 : 1543-1552, 2014.
- 2) McKay GD et al : Ankle injuries in basketball : injury rate and risk factors. *Br J Sports Med*, 35 : 103-108, 2001.
- 3) Yeung MS et al : An epidemiological survey on ankle sprain. *Br J Sports Med*, 28 : 112-116, 1994.
- 4) Golditz T et al : Functional ankle instability as a risk factor for osteoarthritis : using T2-mapping to analyze early cartilage degeneration in the ankle joint of young athletes. *Osteoarthritis Cartilage*, 22 : 1377-1385, 2014.
- 5) 服部辰広ほか : 大学女子サッカー選手に対する足関節捻挫の実態調査. *日臨スポーツ医学会誌*, 24 : 58-65, 2016.
- 6) 福井哲史ほか : 大学サッカー選手における下肢のケガ発生と身体特性との関連について. *大阪教育大学紀要 教育科学*, 57 : 113-112, 2009.
- 7) 池辺晴美ほか : 大学運動部員におけるスポーツ障害に関する調査—非接触型スポーツと接触型スポーツの比較—. *太成学院大紀*, 12 : 1-5, 2010.
- 8) 日本サッカー協会 : サッカー選手登録数. [http://www.jfa.jp/about\\_jfa/organization/databox/player.html](http://www.jfa.jp/about_jfa/organization/databox/player.html)
- 9) 文部科学省 : 高等学校別生徒数・学校数. [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/shinkou/genjyo/021201.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/shinkou/genjyo/021201.htm)
- 10) Gribble PA et al : Differences in spatiotemporal landing variables during a dynamic stability task in subjects with CAI. *Scand J Med Sci Sports*, 20 : 63-71, 2010.
- 11) Brent LA et al : Ankle instability is associated with balance impairments : a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*, 41 : 1048-1062, 2009.
- 12) Delahunt E et al : Changes in lower limbs kinematics, kinetics, and muscle activity in subjects with functional instability of the ankle joint during a single leg drop jump. *J Orthop Res*, 24 : 1991-2000, 2006.
- 13) Doherty C et al : Single-leg drop landing movement strategies in participants with chronic ankle instability compared with lateral ankle sprain 'copers'. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 24 : 1049-1059, 2016.
- 14) Gribble PA et al : Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research : a position statement of the international ankle consortium. *J Athl Train*, 49 : 121-127, 2014.

- 15) Tyler TF et al : Risk factors for noncontact ankle sprains in high school football players the role of previous ankle sprains and body mass index. *Am J Sports Med* 34 : 471-475, 2006.
- 16) Gribble PA et al : Prediction of lateral ankle sprains in football players based on clinical tests and body mass index. *Am J Sports Med* 44 : 460-467, 2015.
- 17) Kunugi S et al : Cross-cultural adaptation, reliability, and validity of the Japanese version of the Cumberland Ankle Instability Tool. *Disabil Rehabil* 39 : 50-58, 2017.
- 18) Nunome H et al : Segmental dynamics of soccer instep kick with the preferred and non-preferred leg. *J Sports Sci Med*, 24 : 529-541, 2006.
- 19) 岡崎昌典ほか : 足関節捻挫後の主観的足部不安定感と下肢動的アライメントの関係 : 高校生バレーボール選手を対象として. *順天堂スポーツ健科研*, 2 : 55-64, 2010.

# 受傷後 3 週以内の前十字再建術の有用性

## Evaluation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Within Three Weeks After Injury

山梨 裕貴<sup>1)</sup> Yuki Yamanashi 絹笠 友則<sup>1)</sup> Tomonori Kinugasa  
佐藤 祐希<sup>1)</sup> Yuki Sato 渡辺 新<sup>1)</sup> Arata Watanabe  
六崎 裕高<sup>2)</sup> Hirotaka Mutsuzaki 池田耕太郎<sup>1)</sup> Kotaro Ikeda

### ● Key words

前十字靭帯, 早期再建, 術後成績

Anterior cruciate ligament : Early reconstruction : Outcome

### ●要旨

目的: 受傷後 3 週以内に施行した前十字靭帯再建術の有用性と合併症の検討。

対象と方法: 2012 年 4 月から 2017 年 6 月に, Tegner activity level 5 以上でハムストリング腱による 1 重束再建術を施行した 86 例. 受傷後 3 週以内の再建例 (早期群) が 36 例, 受傷後 3~6 週での再建例 (待機群) が 50 例. 術後 1 ヶ月, 3 ヶ月, 1 年の可動域, 術後 3 ヶ月, 6 ヶ月の筋力健患比, 膝安定性, 受傷後運動復帰期間, 合併症 (再断裂, 授動術施行) を評価した.

結果: 早期群では術後 1 ヶ月まで屈曲可動域低下を認めしたが, 受傷後平均復帰時期は早かった. 術後 3 ヶ月以降の可動域, 筋力, 合併症発生率に有意差は認めなかった.

考察: 早期群と待機群で術後 3 ヶ月以降同等の術後成績が得られた. 早期群では待機期間程度の早期競技復帰が可能であった.

### はじめに

膝前十字靭帯 (以下, ACL) 損傷の至適再建時期について, Shelbourne らは 3 週以上待機することで, arthrofibrosis の発生率が有意に低下すると報告している<sup>1)</sup>, 一方, Kwok らは, 近年の術式やリハビリテーションプロトコールを使用すれば, 早期再建術も可動域制限のリスクとならないと報告している<sup>2)</sup>. 術式, 採取腱等に差があるにせよ ACL 再建術後の運動復帰には依然時間が必要なことが現状である. われわれは早期運動

復帰を目的に可及的早期の再建術を施行しており, 今回はその有用性と課題を検討した.

### 対 象

2012 年 4 月から 2017 年 6 月までに当院で初回 ACL 再建術を施行した 379 例中 86 例. 全例, ハムストリング 1 重束再建術を施行し, Tegner activity level 5 以上を対象とした. 受傷後 6 週以上の待機例, 再断裂例, 反対側受傷例, 他の靭帯損傷合併例, Tegner activity level 4 以下の症例は除外した.

山梨裕貴  
〒300-3295 つくば市大曾根 3681  
いちほら病院整形外科  
TEL 029-864-0303

1) いちはら病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Ichihara Hospital  
2) 茨城県立医療大学付属病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences Hospital

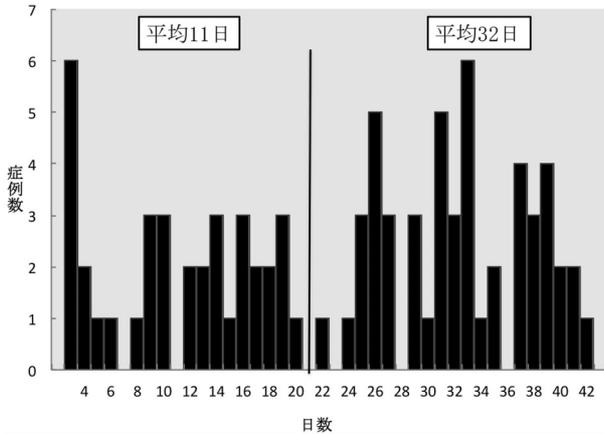


図1 待機日数分布

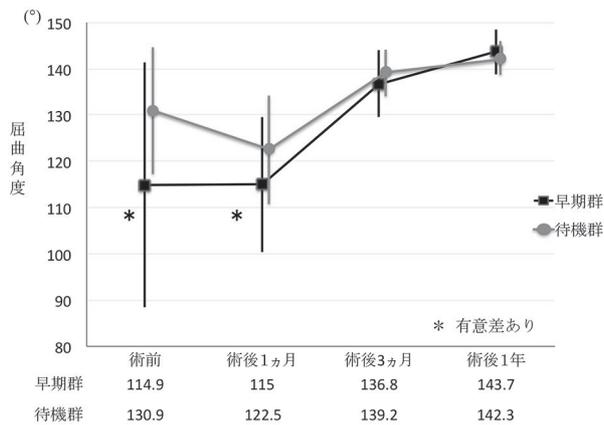


図2 屈曲可動域(各単位)

受傷後3週以内の再建例(以下, 早期群)が36例, 受傷後3~6週の再建例(以下, 待機群)が50例だった(図1)。手術時期の選択は, 受傷から初診までの時期と患者の希望を合わせて決定した。

### 評価項目

評価項目は術前, 術後1ヵ月, 3ヵ月, 1年での可動域, 術後3ヵ月, 6ヵ月での筋力健患比(BIODEX system3(酒井医療)による等尺性収縮による筋力), 術後1年での膝安定性評価(KT-1000による患健側差とpivot shift test陽性率)。受傷後運動復帰期間, 再断裂発生数, 授動術施行数とした。2群間の比較にはMann-Whitney U test, 発生頻度は $\chi^2$ 検定を使用し,  $p$ 値<0.05を有意差ありとした。

表1 患者背景(平均±標準偏差)

	早期群	待機群	$p$ 値
年齢(歳)	25.1±8.9	27.6±10.2	0.29
男性(人)	21	25	0.45
女性(人)	15	25	
身長(cm)	166.0±8.0	167.5±7.9	0.30
体重(kg)	64.3±10.6	65.8±12.0	0.55
BMI	23.2±3.2	23.3±3.3	0.73
Tegner	7±1.1	6.7±1.0	0.11

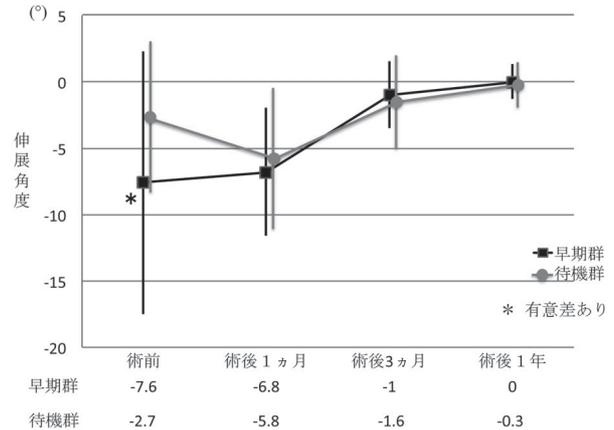


図3 伸展可動域

### 後療法

荷重は術直後より1/2荷重を許可し, 2週より2/3荷重, 3週より全荷重とした。可動域訓練は術後1週より開始した。術後3ヵ月以降で伸展筋が健患比60%以上でジョギング開始し, 術後6ヵ月以降に伸展筋が健患比85%以上, 屈筋が健患比90%以上が得られた後, アジリテイトレーニングを開始した。

シングルホップテスト健患比90%以上, 10cm段差からの片脚立位が可能となり, 各スポーツ動作でのknee in傾向が消失した後, 競技復帰を許可している。

### 結果

両群の平均年齢, 男女比, 身長, 体重, BMI, 受傷前Tegner activity levelにいずれも有意差は認めなかった(表1)。

2群間における術後結果は以下のとおりだった(早期群对待機群, 平均±標準偏差)。平均屈曲角度は, 術前で114.9±26.3°対130.9±13.7°( $p=0.01$ ), 術後1ヵ月で115.0±14.6°対122.5±11.9°( $p=0.03$ )と早期群で有意に低下していたが, 術後3ヵ月以降では有意差は認め

表2 術後成績/合併症(\*有意差あり)

	早期群	待機群	p 値
3ヵ月筋力	N=32	N=34	
伸展 (%)	69.1±13.6	76.6±23.4	0.65
屈曲 (%)	80.0±25.1	80.0±25.1	0.29
6ヵ月筋力	N=23	N=27	
伸展 (%)	82.9±13.0	78.8±12.5	0.33
屈曲 (%)	87.3±11.3	83.6±14.3	0.44
平均 KT 健患差 (mm)	0.1±1.3	0.4±1.1	0.25
術後値健患差 KT	N=28	N=43	
-2 mm 以下	1 例	1 例	
-1~2 mm	26 例	39 例	
3 mm 以上	1 例	3 例	
Pivot 陽性率 (%)	6.6	11.1	0.63
平均復帰時期 (日)	283±58.9	293±53.8	0.04 *
再断裂	2 例	3 例	0.93
授動率	0 例	2 例	0.21

なかった(図2)。平均伸展角度は、術前のみ $-6.8\pm 4.8^\circ$  対 $-5.8\pm 5.3^\circ$ と早期群で有意に低下していたが( $p=0.02$ )、術後1ヵ月以降では有意差は認めなかった(図3)。

筋力健患比は術後3ヵ月、6ヵ月といずれの時期においても両群で有意差は認めなかった。KT-1000 健患差値で2 mm 以上硬くなった症例はそれぞれ1例のみであった。また、KT-1000 健患差平均値も術後1年で $0.1\pm 1.3$  対 $0.4\pm 1.1$ と両群で有意差は認めなかった。Pivot shift test 陽性率においても両群で有意差を認めなかった(表2)。

受傷後平均復帰時期は $283\pm 58.9$  日対 $293\pm 53.8$  日と有意差を認めた( $p=0.04$ )。再断裂は、早期群に2例、待機群に3例認め、伸展制限例による授動術施行例は待機群のみ2例認めたが、いずれも両群での発生率に有意差は認めなかった(表2)。

## 考 察

近年の報告と同様に、受傷早期の再建例でも、待機例と同等の術後成績が得られた。Hurらは3週以内と3ヵ月以降の再建術では可動域、筋力、姿勢制御の問題がなく、よい成績が得られたと報告した<sup>3)</sup>。また、Smithらも3週以内と6週以降のACL再建にて可動域制限・arthrofibrosisの発生率に有意差はないと報告した<sup>4)</sup>。

早期群には受傷後1週以内の再建例も10例含まれていたが、可動域制限を含めた術後合併症の発生率増加を認めなかった。屈曲可動域は術前から術後1ヵ月までは早期群で有意に低下していた。これは術前リハビリテーションを施行せず、受傷時の炎症が残存していることが

原因と考えられた。Meighanらも早期再建術では、術後2週まで有意に可動域制限が認められたと報告している<sup>5)</sup>。本研究でも同様の結果が得られたが、炎症の程度に合わせながら、通常通りの可動域訓練を十分に行なうことで、受傷後早期に再建手術を施行しても、術後3ヵ月以降は可動域制限を認めなかった。

再断裂率は、早期群2例(5.5%)に対し待機群3例(6%)と両群での有意差は認められなかった。前十字靭帯(ACL)損傷診療ガイドライン2012によると再断裂率は3%とされており<sup>6)</sup>、今回の研究では両群ともやや高い発生率となった。Herbstらは、待機群の再断裂率が4~4.2%に対し、2日以内の早期再建では12~16.7%と、有意差はないものの高い発生率だったと報告している<sup>7)</sup>。今研究の再断裂例の詳細は後述の表通りで、Tegner activity levelが高く若年の症例が多かった。Wigginsらは25歳以下でスポーツ復帰をした症例のうち23%が再断裂率を認めたと報告しており<sup>8)</sup>、高い再断裂率は手術時期による影響以外が関与したと考えられた。

また、受傷後からスポーツ復帰時期に有意差を認めた。早期再建術を施行することで、筋力低下や術後運動復帰期間が短縮することを期待したが、両群に有意差はなく、術後経過に関しては同様の経過を辿った。しかし、受傷から運動復帰までの期間には有意差が認められた。また、復帰期間の差が待機日数の差ほど得られなかった要因として、Tegner activity level 7以下の症例(早期群36例中27例、待機群50例中46例)が多く、学業や仕事等の生活状況や復帰前後の試合の有無等が影響したと考えられた。今後、フォロー期間や症例数を増やし、合併症発生率やTegner activity level 8以上の症例における有用性を評価する必要があるが、早期再建術を

表3 再断裂例

	年齢	性別	Tegner	スポーツ種目	再損傷時期	再損傷機転	再損傷前 KT 健患差	再損傷前 pivot
早期群								
症例 1	23 歳	女性	8	アルペンスキー (代表レベル)	22ヵ月	競技中転倒	0 mm	—
症例 2	25 歳	女性	9	サッカー (3部相当)	11ヵ月	切り返し動作	0 mm	—
待機群								
症例 3	21 歳	男性	9	サッカー (大学1部相当)	9ヵ月	切り返し動作	0 mm	—
症例 4	15 歳	女性	6	バレーボール (高校地区相当)	24ヵ月	ブロック時の 着地	不明 (自己中断)	
症例 5	18 歳	女性	7	バスケ (高校地区相当)	7ヵ月	相手と接触	不明 (他院通院)	

行なうことが、待機期間程度の早期競技復帰につながり、早期復帰を望む症例において有用な方法になりうると考えられた。

## 結 語

受傷後3週以内のACL再建術の有用性と課題を検討した。受傷後早期に再建術を施行しても、可動域制限や授動術適応例等の合併症増加は認めなかった。筋力低下に有意差は認めなかったが、手術待機期間程度の競技復帰期間短縮を認めた。

## 文 献

- Shelbourne KD et al : Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction. The effect of timing of reconstruction and rehabilitation. Am J Sports Med, 19 : 332-336, 1991.
- Kowk CS et al : The optimal timing for anterior cruciate ligament reconstruction with respect to the risk of postoperative stiffness. Arthroscopy, 29 : 556-565, 2012.
- Hur CI et al : Early anterior cruciate ligament reconstruction can save meniscus without any complications. Indian J Orthop, 51 : 168-173, 2017.
- Smith TO et al : Early versus delayed surgery for anterior cruciate ligament reconstruction : a systematic review and meta-analysis. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 18 : 304-311, 2010.
- Meighan AA et al : Outcome after reconstruction of the anterior cruciate ligament in athletic patients : a comparison of early versus delayed surgery. J Bone Joint Surg Br, 85 : 521-524, 2003.
- 日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会 監修 : 前十字靭帯 (ACL) 損傷診療ガイドライン 2012. 改訂第2版, 南江堂, 東京 : 179, 2012.
- Herbst E et al : Impact of surgical timing on the outcome of anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 25 : 569-577, 2017.
- Wiggins AJ et al : Risk of secondary injury in younger athletes after anterior cruciate ligament reconstruction : a systematic review and meta-analysis. Am J Sports Med, 44 : 1861-1876, 2016.

# 中高年者における Open wedge 高位脛骨骨切り 術後のスポーツ・レクリエーショナル活動に 関する検討

## Sports and Recreational Activity After Open-wedge High Tibia Osteotomy in Middle Aged and Elderly Patients

五嶋 謙一 Kenichi Goshima

### ● Key words

内側開大式高位脛骨骨切り術, スポーツ・レクリエーショナル活動, 中高年者

Open-wedge high tibial osteotomy : Sports and recreational activity : Middle aged and elderly patients

### ● 要旨

目的：中高年における Open wedge 高位脛骨骨切り術 (OWHTO) 後のスポーツ・レクリエーショナル活動に関して検討した。

方法：2005年～2016年までに TomoFix<sup>®</sup>を用いた OWHTO を施行し術前にスポーツ活動を行ない、年齢が40歳以上の52例61膝（手術時平均年齢61.1歳）を対象とした。術前後のスポーツ・レクリエーショナル活動の種類、復帰時期、Tegner activity score, JOA score, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) を評価した。

結果：スポーツ・レクリエーショナル活動の種類は low impact sports が42例（81%）に対し high impact sports は10例（19%）であった。全例、スポーツに復帰し、復帰時期は平均9.5ヵ月であった。Tegner activity score は変化なかったが、JOA score, KOOS とともに術後有意に改善した。

結論：中高年における OWHTO 術後のスポーツ・レクリエーショナル活動への復帰は良好であった。

### はじめに

ロッキングプレートである TomoFix<sup>®</sup> (J&J, Depuy Synthes, Bettlach, Switzerland) を用いた内側開大式高位脛骨骨切り術 (open-wedge high tibial osteotomy; OWHTO) は内側型変形性膝関節症 (OA) や大腿骨内顆骨壊死 (osteonecrosis; ON) に対する手術療法として、良好な臨床成績が報告されている<sup>1-3)</sup>。従来のプレートと比べ、優れた固定性を有し、高齢者であっても若年者と比べ臨床成績に差がないことをわれわれは報告している<sup>4)</sup>。

一方、近年、中高年者のスポーツ人口の増加とともに、日常診療において、スポーツ活動の継続を希望する膝 OA や膝骨壊死患者は少なくない。TomoFix<sup>®</sup> を用いた OWHTO は、良好なスポーツ復帰率が報告されているが、中高年者のスポーツ復帰に関する報告は少ない<sup>5-7)</sup>。

本研究の目的は、中高年における OWHTO 術後のスポーツ・レクリエーショナル活動に関して検討することである。

## 対象と方法

2005年3月から2016年3月までに、当院でOWHTOを施行した130例中、術前にスポーツ・レクリエーション活動を行っており、年齢が40歳以上の52例61膝を対象とした。原疾患は、内側型膝OAが50膝、大腿骨内顆骨壊死が11膝、性別は男性23例、女性29例、手術時平均年齢は61.1±9.4歳、平均開大幅12.9±2.8mm、術後平均経過期間は5.8年(2~13年)であった(表1)。

OWHTOの手術適応は活動性が高く後療法に理解力のある内側型OAおよび大腿骨内顆骨壊死症例で、年齢制限は設けていない。ROMは伸展-10°以下、屈曲130°以上、外側大腿脛骨関節、膝蓋大腿関節に明らかな関節症性変化がなく、FTAは185°未満とした。

術後weight bearing line ratio (WBLR) 65~70%を目標alignmentとして術前計画を行ない、手術手技はStaubliらの方法に準じ、骨切り開大部に骨移植をせず、TomoFix®を用い固定した<sup>8)</sup>。術後後療法は術後1週より部分荷重を開始、術後4週より全荷重を許可した。

臨床評価は、術前後のスポーツ・レクリエーション活動の種類、復帰時期、Tegner activity score

(TAS)<sup>9)</sup>、日整会膝OA治療成績判定基準(JOA score)、Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)を評価した。画像評価は、術前後のWBLR、脛骨後傾角 (posterior tibial slope; PTS), MPTA (medial proximal tibial angle), modified Blackburne-Peel比 (mBP)を測定した。統計学的解析は、*t*検定を用い、有意水準を5%とした。

## 結 果

### 1. スポーツ・レクリエーション活動の復帰

全例、元のスポーツ・レクリエーション活動に復帰しており、その種類はwalking, 水泳, 自転車などのlow impact sportsが42例(81%)と多く、一方で、サッカー, テニス, バレーボールなどのhigh impact sportsは10例(19%)であった(図1)。スポーツ復帰時期は9.5±5.2ヵ月(3~22ヵ月)で、low impact sportsは8.6±5.3ヵ月(3~19ヵ月)、high impact sportsは16.3±3.6ヵ月(8~22ヵ月)と有意にhigh impact sportsで復帰時期が遅かった(図2)。

### 2. 臨床成績(表2)

TASは術前3.5±1.6点から術後3.6±1.6点と変化はなく、JOA scoreは術前68.5±11.8点から術後95.9±4.9点へ有意に改善した。また、KOOSは全ての項目で術後有意に改善した(図3)。

### 3. 画像評価(表3)

WBLRは術前17.5±12.1%から術後66.5±9.6%へ有意に変化。PTSは術前10.6±2.9°から術後10.7±3.3°と変化なかったが、mBP比は0.8±0.1から術後0.7±0.1に

表1 患者背景

性別	男性23例, 女性29例
原疾患	OA 50膝, ON 11膝
Kellgren Lawrence 分類 (1/2/3/4)	11膝/12膝/21膝/6膝
手術時平均年齢(歳)	61.1±9.4 (40-78)
開大幅(mm)	12.9±2.8 (7-18)
術後経過観察期間(年)	5.8±2.5 (2-12)

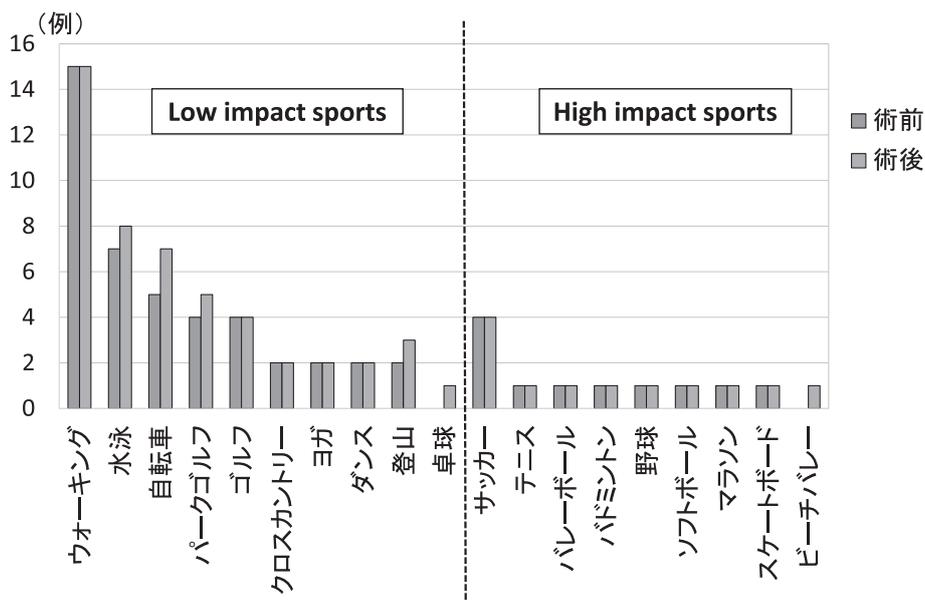


図1 術前後のスポーツ・レクリエーション活動の種類 (\*同一症例で、複数のスポーツを行っていた場合、重複して計測)

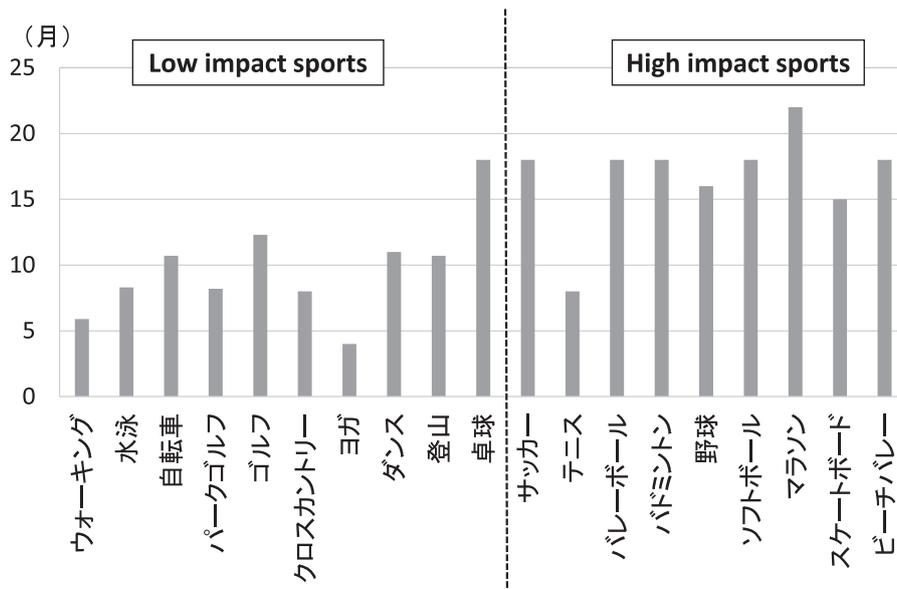


図2 復帰時期

表2 術前後の臨床評価

	術前	術後	P 値
ROM 伸展 (°)	-39 ± 5.3	-1.4 ± 2.4	n.s.
ROM 屈曲 (°)	136.5 ± 9.0	142.1 ± 7.9	<0.01
TAS	3.5 ± 1.6	3.6 ± 1.6	n.s.
JOA score	68.5 ± 11.8	95.9 ± 4.9	<0.01

TAS; Tegner activity score

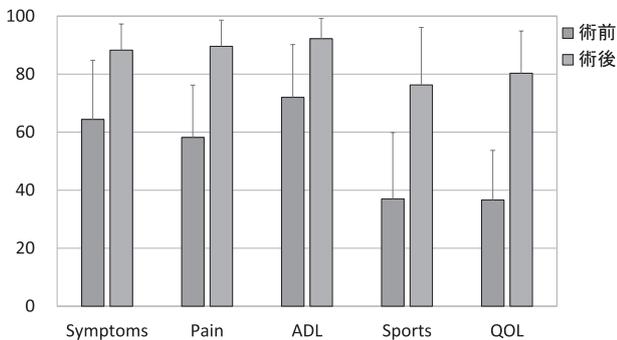


図3 KOOS

表3 術前後の画像評価

	術前	術後	P 値
WBLR (%)	17.5 ± 12.1	66.5 ± 9.6	<0.01
PTS (°)	10.6 ± 2.9	10.7 ± 3.3	n.s.
mBP	0.8 ± 0.1	0.7 ± 0.1	<0.01
MPTA (°)	83.9 ± 2.2	93.8 ± 2.9	<0.01

WBLR; weight bearing line ratio, PTS; posterior tibial slope, mBP; modified Blackburne-Peel 比, MPTA; medial proximal tibial angle

有意に低下した。

症例提示

58歳男性. スポーツはサッカー, マラソン. 既往歴として20年前に左膝前十字靭帯再建術を受けている.

数カ月前より両膝痛のため競技ができず, 当科を受診. X線写真で, 右膝は Kellgren-Lawrence 分類 grade1, 左膝は grade3 の OA を認めた. 疼痛の強い右膝から OWHTO を行ない, 右膝 OWHTO 術後3ヵ月で左膝も OWHTO を行なった. 術後1年4ヵ月で両側の抜釘術を行ない, 初回手術から1年10ヵ月でマラソンとシニアサッカーに復帰した. 術後3年の現在, 左右ともに JOA score は 100 点, KOOS は症状 96.4 点, 疼痛 94.4 点, ADL100 点, Sports90 点, QOL75 点に改善した (図4).

考 察

中高年者における TomoFix® を用いた OWHTO のスポーツ・レクリエーション活動の復帰は良好であり, 人工膝関節置換術 (TKA) ではスポーツ復帰困難な high impact sports への復帰も可能であった.

TKA 後のスポーツ復帰に関する systematic review によると, スポーツ復帰率は 36~89% であり, low impact sports が 87%, high impact sports 4% と報告されている<sup>10)</sup>. 大部分が low impact sports への復帰であり, TKA 後の high impact sports はポリエチレン摩耗, インプラントの弛みの危険があり推奨されていない. 一方, HTO 後のスポーツ復帰率に関して, Ekhtiari らの systematic review によるとスポーツ復帰率は 87.2% であり, 78.6% が同等か, 術前より高いレベルにスポーツ復帰可能であったと良好な成績を報告している<sup>5)</sup>. しかし, 平均年齢が 46.2 歳と比較的若年であり, 中高年者における HTO 後のスポーツ復帰に関しては明らかでなかった. 藪内らは中高年者に対する OWHTO のスポーツ復帰を調査して, 全例スポーツ復帰可能であったと報告している<sup>11)</sup>. 本研究においても, 全例が high impact

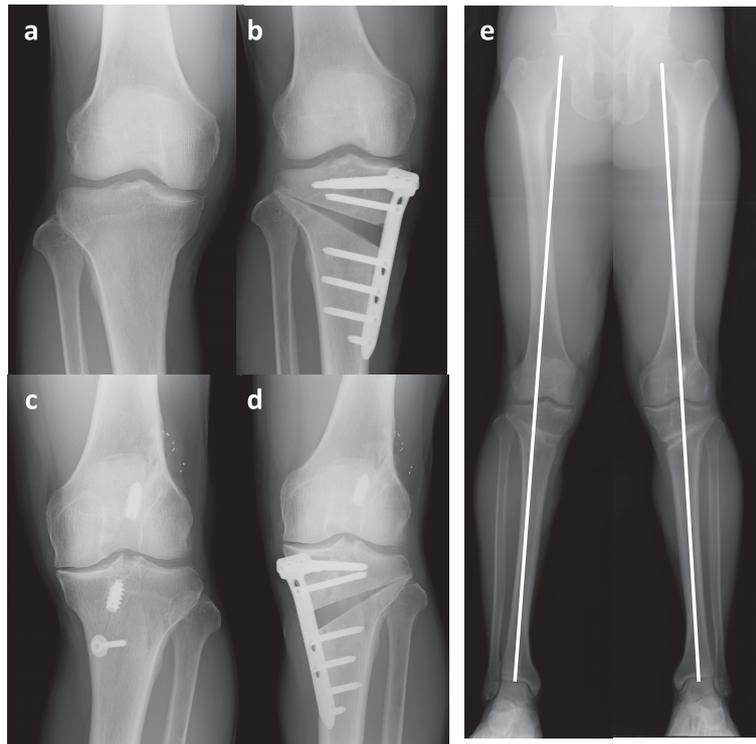


図4 症例：58歳男性

- a：右術前X線正面。  
 b：右術後X線正面。  
 c：左術前X線正面。  
 d：左術後X線正面。  
 e：術後立位下肢全長正面。白線：荷重線。

sports を含む元のスポーツに復帰しており、中高年者においても HTO 後のスポーツ復帰は良好であった。良好なスポーツ復帰の要因として、従来の HTO と異なり、2 面骨切りによる回旋安定性とロッキングプレートによる強固な固定性により早期荷重が可能であったこと、スポーツの種類の大部分が low impact sports であったことなどが考えられた。

HTO 後のスポーツ復帰時期に関して、Ekhtiari らは 1 年以内と報告している<sup>5)</sup>。藪内らは中高年のスポーツ復帰時期に関して、術後平均 8.6 ヶ月（8～16 ヶ月）を要したと報告している<sup>11)</sup>。本研究においても、藪内らと同様にスポーツ復帰時期は平均 9.5 ヶ月を要した。また、high impact sports のスポーツ復帰時期は平均 16.3 ヶ月であり、low impact sports と比べて復帰時期が有意に遅かった。この要因として、high impact sports の 10 例中 9 例が抜釘後にスポーツ復帰しており、プレートによる皮膚刺激症状やプレートがあることでの恐怖心があり、抜釘後までスポーツ復帰できなかったためと考えられた。

HTO 後のスポーツの活動レベルに関して、Sara-gaglia らはサッカー、バスケットボールなどの high impact sports への復帰は困難であったと報告している<sup>7)</sup>。一方、Salzmann ら<sup>12)</sup>は OWHTO 後、全例がスポーツ

復帰可能であり、high impact sports への復帰も可能であったとしている。藪内らは、スポーツ復帰は全例可能であったが、high impact sports の 6 例中 3 例（競技スキー、マラソン）が同じ活動レベルの復帰が困難であったと報告している<sup>11)</sup>。本研究では、全例、high impact sports への復帰も可能であったが、スポーツ活動の頻度や活動時間、競技レベルの変化に関しては評価しておらず、今後、詳細な検討が必要である。

本研究の限界としては後ろ向き研究であること、スポーツ活動の頻度や活動時間、競技レベルの変化に関する検討がないこと、継時的にスポーツ活動性が変化している可能性があること、術後の筋力、患者のスポーツ復帰への意欲などスポーツ復帰への影響因子を評価していないことなどがあげられる。

## 結 語

1. 中高年における OWHTO 術後のスポーツ・レクリエーション活動の復帰は良好であった。
2. 人工膝関節置換術ではスポーツ復帰困難な high impact sports への復帰も可能であった。

文 献

- 1) Floerkemeier S et al: Outcome after high tibial open-wedge osteotomy: a retrospective evaluation of 533 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 21: 170-180, 2013.
- 2) Jung WH et al: Comparative study of medial open-wedge high tibial osteotomy using 2 different implants. *Arthroscopy*, 29: 1063-1071, 2013.
- 3) Schuster P et al: Ten-year results of medial open-wedge high tibial osteotomy and chondral resurfacing in severe medial osteoarthritis and varus malalignment. *Am J Sports Med*, 46: 1362-1370, 2018.
- 4) Goshima K et al: Age does not affect the clinical and radiological outcomes after open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 25: 918-923, 2017.
- 5) Ekhtiari S et al: Return to work and sport following high tibial osteotomy: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am*, 98: 1568-1577, 2016.
- 6) Hoorntje A et al: High rates of return to sports activities and work after osteotomies around the knee: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 47: 2219-2244, 2017.
- 7) Saragaglia D et al: Return to sports after valgus osteotomy of the knee joint in patients with medial unicompartmental osteoarthritis. *Int Orthop*, 38: 2109-2114, 2014.
- 8) Staubli AE et al: TomoFix: a new LCP-concept for open wedge osteotomy of the medial proximal tibia—early results in 92 cases. *Injury*, 34 Suppl 2: B55-B62, 2003.
- 9) Tegner Y et al: Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res*, 43-49, 1985.
- 10) Witjes S et al: Return to sports and physical activity after total and unicondylar knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 46: 269-292, 2016.
- 11) 藪内康史ほか：内側楔状開大式高位脛骨骨切り術後のスポーツ復帰に関する検討. *日関節病会誌*, 35: 149-154, 2016.
- 12) Salzmann GM et al: Sporting activity after high tibial osteotomy for the treatment of medial compartment knee osteoarthritis. *Am J Sports Med*, 37: 312-318, 2009.

# 三重県代表国体選手における サプリメント・医薬品使用に関する調査報告

## A Survey of Supplements and Drugs Use among Representative Athletes of Mie Prefecture in the National Sports Festival

福田 亜紀<sup>1)</sup> Aki Fukuda  
加藤 公<sup>1)</sup> Ko Kato

西村 明展<sup>2)</sup> Akinobu Nishimura

### ● Key words

Anti-doping : Questionnaire survey

### ● 要旨

三重県代表国体選手におけるサプリメント・医薬品の使用実態を調査するためにアンケート調査を施行した。サプリメント使用率は35.8%であり、サプリメントは安全と考えている、サプリメント使用に肯定的な選手はそれぞれ63.8%、42.2%であった。薬やサプリメントの成分確認をしている、医師や薬剤師などにドーピング検査対象者であると自己申告している選手はそれぞれ42.6%、31.8%であり、少年選手で有意に低かった。体調悪化時に常備薬などを使用する選手は33.2%であり、成年選手で有意に低かった。国体選手に対するサプリメントおよび医薬品の適正使用に関する教育・啓発活動の強化が必要である。

### はじめに

アンチ・ドーピング活動は世界的規模での取り組みであり、本邦では国内最大の総合競技大会である国民体育大会（国体）においても、2003年の第58回大会よりドーピング検査が導入され、競技成績もしくは、無作為等により選定された競技者に対して国民体育大会競技会検査が実施されている。わが国のドーピング違反事例の特徴として、意図的なドーピングにくらべ、サプリメントや医薬品使用による「うっかりドーピング」が多いとされている<sup>1,2)</sup>。このことから、ドーピング違反の防止にはサプリメント・医薬品に関する教育・啓発活動が重要である。今回、三重県代表国体選手のサプリメント・医薬品使用の実態調査を行なったので報告する。

### 対象と方法

三重県代表国体選手に対してサプリメントおよび医薬

品使用に関するアンケート調査を2014年7月から9月に施行した。対象は、平成26年度三重県代表国体選手262名（男性185名、女性77名）であり、少年選手141名（男性91名、女性50名）、成年選手121名（男性94名、女性27名）であった。平均年齢は21.5歳（14～68歳）、平均競技歴は11.1年（1～47年）、競技種目は27競技であった（表1）。少年選手は、大会開催年の4月1日現在、15歳以上18歳未満の者、成年選手は大会開催年の4月1日現在、18歳以上の者とした。先行研究<sup>3,4)</sup>を参考に作成したアンケート調査により、サプリメントおよび医薬品に関する意識および使用実態について調査した（表2）。アンケートの各項目について少年選手群と成年選手群の比較を行なった。群間の比較には、 $\chi^2$ 検定を用い、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。本調査は、アンケートにより取得した回答結果は特定の個人が識別できないよう統計的に処理されることを説明し、同意を得て実行した。アンケートの有効回答率は85.1%であった。

福田亜紀  
〒513-0836 鈴鹿市国府町112-1 番地  
鈴鹿回生病院整形外科  
TEL 059-375-1212/FAX 059-375-1717  
E-mail fukudashion@yahoo.co.jp

1) 鈴鹿回生病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Suzuka Kaisei Hospital  
2) 三重大学医学部スポーツ整形外科  
Department of Sports Medicine, Mie University Graduate School of Medicine

## 結 果

アンケートの集計結果を表3に示す。現在のサプリメント使用率は35.8%であり、少年選手と成年選手の間有意差は認められなかった ( $p=0.68$ )。使用しているサプリメントの内訳では、プロテインがもっとも多く47名(35.6%)であり、アミノ酸、ビタミン類、ミネラル類、クレアチン、コラーゲン類の順であった(図1)。

表1 対象者の競技種目別人数

競技種目	少年選手	成年選手	合計(名)
ハンドボール	24	23	47
陸上	21	8	29
バレーボール	24	0	24
水泳	11	8	19
サッカー	0	15	15
硬式野球	15	0	15
バスケットボール	11	0	11
空手	3	5	8
ゴルフ	3	5	8
相撲	5	3	8
テニス	4	4	8
レスリング	3	5	8
ウェイトリフティング	3	4	7
ソフトテニス	0	6	6
なぎなた	3	3	6
バドミントン	3	3	6
剣道	0	5	5
体操	0	5	5
ライフル射撃	1	4	5
ボート	1	3	4
弓道	3	0	3
クレー射撃	0	3	3
柔道	0	3	3
馬術	1	2	3
山岳	0	2	2
トライアスロン	0	2	2
ボウリング	2	0	2
合計(名)	141	121	262

使用しているサプリメントの種類に関しては、1種類のみが66名(60%)、2種類23名(20.9%)、3種類16名(14.5%)、4種類4名(3.6%)、それ以上が1名(0.9%)であり、複数使用者が44名(40%)であった。サプリメントの使用目的では、疲労回復がもっとも多く113名(35.2%)であり、栄養補給、体力・筋力増強、健康・体調維持、病気予防、ダイエット・美容の順であった(図2)。サプリメントの入手経路に関しては、薬局・ドラッグストアがもっとも多く121名(57.1%)、インターネット・通販、指導者、家族、スーパー・コンビニ、友人の順であった(表4)。

サプリメントの安全性に関して、サプリメントは安全と考えている選手の割合は63.8%であり、少年選手と成年選手の間有意差は認められなかった ( $p=0.11$ )。サプリメントに対する考え方では、使ったほうがよいまたは使うべきとしたサプリメント使用に肯定的な意見の割合は42.2%であり、少年選手と成年選手の間有意差は認められなかった ( $p=0.27$ )。使用する薬やサプリメントなどがドーピング禁止薬でないことを確認している選手の割合は42.6%であり、成年選手にくらべ少年選手で有意に低かった ( $p<0.01$ )。薬の購入時に、自分がドーピング検査対象者であることを医師や薬剤師などに相談している選手の割合は31.8%であり、成年選手にくらべ少年選手で有意に低かった ( $p<0.01$ )。大会中などに体調が悪くなった場合に常備薬などを使う選手の割合は33.2%であり、少年選手にくらべ成年選手で有意に低かった ( $p<0.05$ )。使わないと回答した理由では、「ドーピングが心配」が75%、「副作用が心配」11.5%、「薬が嫌い」9.6%、「その他」3.8%であった。

## 考 察

国体におけるアンチ・ドーピングおよびサプリメント教育の参考のため、三重県代表国体選手におけるサブリ

表2 サプリメント・医薬品に関するアンケート調査内容

1) 現在、使用しているサプリメントがありますか？ (いいえ、ある→プロテイン、アミノ酸、ビタミン類、ミネラル類、クレアチン、コラーゲン類。)
2) 現在、サプリメントを何種類くらい使用していますか？(質問1であると回答した場合のみ記入) (1種類、2種類、3種類、4種類、5種類、それ以上)
3) どのような目的でサプリメントを使用しますか？ (栄養補充、疲労回復、健康・体調維持、体力・筋力増強、病気予防、ダイエット・美容、その他)
4) サプリメントを主にどこで入手していますか？ (薬局・ドラッグストア、スーパー・コンビニ、インターネット・通販、指導者、家族、友人、その他)
5) サプリメントは安全だと思いますか？ (思う、思わない。)
6) サプリメントの使用についてどのように考えますか？ (使うべき、使った方がよい、使わない方がよい、使うべきではない。)
7) 使用する薬やサプリメントなどがドーピング禁止薬でないことを確認していますか？ (している、していない。)
8) 薬の購入時に、自分がドーピング検査対象者であることを医師や薬剤師などに相談していますか？ (している、していない。)
9) 大会中など(ドーピング検査の可能性がある)に体調が悪くなった場合に常備薬などを使いますか？ (使う、使わない→：ドーピングが心配、副作用が心配、薬が嫌い、その他)

表3 アンケート項目における少年選手と成年選手の比較

質問項目	全体	少年選手	成年選手	P 値
現在のサプリメント使用率	92/257 (35.8%)	51/138 (37.0%)	41/119 (34.5%)	$p=0.68$
サプリメントは安全である	157/246 (63.8%)	90/131 (68.7%)	67/115 (58.3%)	$p=0.11$
サプリメントに肯定的である	108/256 (42.2%)	63/139 (45.3%)	45/117 (38.5%)	$p=0.27$
ドーピング禁止薬でないことを確認している	109/256 (42.6%)	38/139 (27.3%)	71/117 (60.7%)	$p<0.01$
医師や薬剤師などに相談している	81/255 (31.8%)	26/139 (18.7%)	55/116 (47.4%)	$p<0.01$
大会中の常備薬などの使用	84/253 (33.2%)	55/138 (39.9%)	29/115 (25.2%)	$p<0.05$

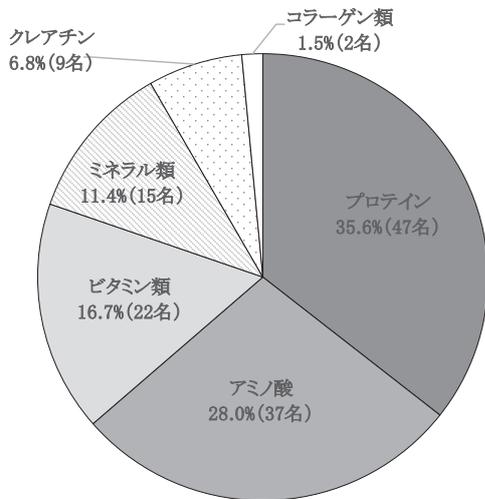


図1 使用サプリメントの内訳

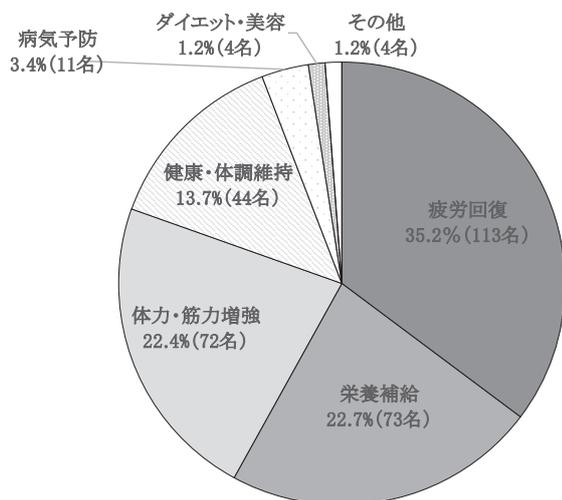


図2 サプリメントの使用目的

メント・医薬品使用の実態調査を施行した。三重県代表国体選手におけるサプリメント摂取率は35.8%であり、競泳ジュニア選手(14~18歳)を対象とした調査の46.4%<sup>5)</sup>、2016年国体競泳競技参加選手(中学生~社会人)の62.7%<sup>6)</sup>、ユースオリンピック競技大会代表選手(14~18歳)の62.7%<sup>7)</sup>、アジア競技大会・オリンピッ

ク代表選手(13~71歳)の81.9~90.4%<sup>8,9)</sup>に比べ低かった。また、サプリメント摂取率のみならず、サプリメントの安全性や考え方についても年齢による相違は認められなかった。トップアスリートにおける報告例では、サプリメント使用の有無と年齢には関連が認められないとされており<sup>6,8,9)</sup>、アジア競技大会およびユースオリンピック競技大会出場選手における調査では、ジュニア選手(18歳未満)のサプリメント使用率は86.2%とシニア選手(18歳以上)の90.9%と同様に高いとされている<sup>8)</sup>。トップアスリートにおけるサプリメントの使用率は高く、競技レベルが上がるにつれてサプリメントへの依存が高くなる可能性が示唆される。サプリメント使用と競技種目の関係では、オリンピック代表選手における調査において、記録系競技におけるサプリメント使用率が高いこと<sup>9)</sup>、国体選手における調査においても、競泳競技参加選手では62.7%と報告され<sup>6)</sup>、本研究の35.8%より高値であった。本研究では、競技種目も27競技と多岐にわたる国体選手を対象とした調査であり、競技レベルに加え競技種目がサプリメント使用に及ぼす影響についても考慮すべきと考えられた。

近年、サプリメントの入手経路は多様化し、本調査においても、薬局やドラッグストアに加えて、インターネットや通販などにより第三者の目を通さずにサプリメントを入手している選手も多かった。サプリメントを摂取するきっかけとして、「親」の影響がもっとも大きいとの報告<sup>10)</sup>や、アジア競技大会およびユースオリンピック競技大会代表選手におけるサプリメント利用のきっかけとなった情報源では、「親・家族」が8.3%であり、ジュニア群でシニア群より有意に多かったとの報告もある<sup>8)</sup>。本研究においても、「指導者」や「家族」からサプリメントを入手している選手は成年選手に比べ少年選手において多く、少年選手に対するサプリメント教育では、選手のみならず指導者や保護者も含めて実施する必要がある。

サプリメントは、特定成分が濃縮された栄養補助食品であり、医薬品とは異なり効果や安全性などを表記することはできない。また、サプリメントには成分の表示義

表4 サプリメントの入手経路

	薬局・ ドラッグストア	スーパー・ コンビニ	インターネット・ 通販	指導者	家族	友人	その他	合計 (名)
少年選手	58 (53.7%)	3 (0.9%)	12 (11.1%)	20 (18.5%)	10 (9.3%)	1 (0.9%)	4 (3.7%)	108
成年選手	63 (60.6%)	7 (6.7%)	19 (18.3%)	7 (6.7%)	1 (0.9%)	1 (0.9%)	6 (5.8%)	104
合計 (名)	121 (57.1%)	10 (4.7%)	31 (14.6%)	27 (12.7%)	11 (5.2%)	2 (0.9%)	10 (4.7%)	212

務がなく、海外製サプリメントの約15%に禁止薬物が含まれていたとの報告もある<sup>11)</sup>。本調査において、サプリメントは薬ではなく比較的安全的な栄養補助食品と考えるアスリートも多く、約6割の選手がサプリメントは安全と考え、約4割の選手がサプリメント使用に肯定的であった。スポーツ栄養に関する国際オリンピック委員会の合意声明においても、栄養素の摂取が難しい場合や、食事の変更が不可能な場合を除き、日常の不適切な食事を補完するためにサプリメントを使用するべきではないとされ、サプリメント使用時にはその効果や価格、健康に対するリスク、ドーピング違反の可能性について考える必要があると述べられている<sup>12)</sup>。本邦においても、サプリメントによるドーピング違反が毎年発生しており、2016年岩手国体における国体初のドーピング違反の原因がサプリメント摂取によるものとされている。今後、ドーピング検査実施件数の増加や検査対象者の拡大に伴い不注意や知識不足による「うっかりドーピング」の増加が危惧されるため、サプリメントの適正使用に関する教育が重要である。

ドーピング違反の防止には、使用する薬やサプリメントなどにドーピング禁止薬が含まれていないことを選手自身が確認した上で使用することが理想的である。しかし、サプリメントに関しては、医薬品などの成分表示義務がないため、サプリメントに含まれる成分がすべて表示されているとは限らないことに留意する必要がある。個々の選手が医薬品やサプリメントに関する専門的知識を持つことは現実的に困難であり、医薬品の専門家であるスポーツドクターやスポーツファーマシストなどへの相談が不可欠と考える。しかし、使用する薬やサプリメントの成分確認をしている、あるいは医師や薬剤師などにドーピング検査対象者であると自己申告している国体選手は半数以下であり、特に少年選手において有意に低かった。ドーピング違反を防止するには、国体選手に対してドーピング検査対象者である自覚を持たせる必要がある。体調悪化時に医薬品を使用すると回答した選手は3割であり、少年選手に比べ成年選手で有意に少なかった。成年選手においては、体調悪化時にもドーピングが心配などの理由により医薬品の使用を過度に控えている現状が示唆される。体調悪化はパフォーマンス低下にもつながるため、普段からドーピング禁止物質を含まない常備薬を準備することに加え、体調悪化時にはこれらの常備薬を使用してもよいこと周知徹底することが重要である。ドーピング違反の防止と体調管理のためには、選

手が日頃から薬やサプリメントに関してスポーツドクターやスポーツファーマシストなどに相談できる環境整備が必要である。

国体選手に対するアンチ・ドーピング教育の充実には、選手に対してドーピング検査対象者である自覚を持たせるとともに、サプリメントおよび医薬品の適正使用に関する教育・啓発活動の強化が急務である。

### 謝 辞

本研究は、三重県体育協会スポーツ医科学委員会で行なった調査に基づいたものであり、三重県体育協会スポーツ医科学委員および三重県体育協会所属競技団体の諸先生方に深謝いたします。

### 文 献

- 1) 浅川伸：わが国におけるドーピング違反事例の実情と対策. 薬誌, 131: 1755-1756, 2011.
- 2) 大石順子：「うっかりドーピング」を防ぐために. 治療, 91: 2110-2113, 2009.
- 3) 福田亜紀ほか：中学生・高校生のサプリメントに対する意識調査. 臨スポーツ医, 27: 1391-1394, 2010.
- 4) 山口巧ほか：競技スポーツ選手の軽度疾病時対応行動予測モデルから考えるスポーツファーマシストの役割. 薬誌, 133: 1249-1259, 2013.
- 5) 清水顕ほか：競泳ジュニア日本代表選手のアンチ・ドーピングに関する報告. 水と健医研会誌, 12: 35-38, 2009.
- 6) 長谷川真帆：競技者の年代別アンチ・ドーピング意識調査. 水と健医研会誌, 20: 1-6, 2017.
- 7) Sato A et al: Use of supplements by young elite Japanese athletes participating in the 2010 youth Olympic games in Singapore. Clin J Sport Med, 22: 418-423, 2012.
- 8) 松本なぎさ ほか：ジュニア選手とシニア選手におけるサプリメント利用実態の比較. Sports Sci Elite Athlete Support, 1: 15-27, 2016.
- 9) Sato A et al: Use of supplements by Japanese elite athletes for the 2012 Olympic Games in London. Clin J Sport Med, 25: 260-269, 2015.
- 10) 安楽誠ほか：学校薬剤師を介した小・中・高校生の一般用医薬品・健康食品の使用実態調査. 薬誌,

131: 835-842, 2011.

- 11) Geyer H et al: Analysis of non-hormonal nutritional supplements for anabolic - androgenic steroids - results of an international study. Int J Sports

Med, 25: 124-129, 2004.

- 12) IOC consensus statement on sports nutrition 2010. J Sports Sci, 29 Suppl 1: S3-S4, 2011.

# 小学5年生に対する10ヵ月の静的ストレッチングプログラムがOsgood-Schlatter病の罹患率に与える影響

The Effect of the 10-month Static Stretching Program for Fifth Graders on the Prevalence of the Osgood-Schlatter Diseases

津島 愛子<sup>1,2,3)</sup> Aiko Tsushima  
林 正典<sup>3)</sup> Masamichi Hayashi

三村由香里<sup>1)</sup> Yukari Mimura

## ● Key words

Osgood-Schlatter disease : Static stretching : Ultrasonography

## ● 要旨

本研究は、小学5年生に対する10ヵ月の静的ストレッチングがOsgood-Schlatter病(OSD)の罹患率に与える影響について調査することを目的とした。OSDの既往がない小学生5年生を対象とし、静的ストレッチングプログラム実施群(SS群)92名、ストレッチングプログラム非実施群(CON群)79名とした。SS群は、10ヵ月間、週5回、静的ストレッチングを実施した。ストレッチング取組後、OSDの罹患率について調査をした。OSDの罹患率は、SS群4.3%(4名)であり、CON群13.9%(11名)と比較して有意に少なかった( $p<0.05$ )。本研究は、OSDが好発する年齢の時期に下肢を中心とした静的ストレッチングが、OSDの罹患率を低下させOSD発症予防に有効である可能性を示した。

## 目 的

Osgood-Schlatter病(以下OSD)は、発症頻度の高い骨端症であり成長期特有のスポーツ障害である<sup>1)</sup>。本疾患は、予後良好な疾患であり骨の成熟とともに自然に治癒されるため、一般診療では軽視されがちである。

しかし、重症化した場合、疼痛のため長期間スポーツ活動を中止する<sup>2)</sup>ことになり、競技力向上や競技継続の大きな支障となる。また、疼痛のため日常生活に支障をきたし遊離骨片を摘出するなど外科的な治療も必要となる場合もある<sup>3)</sup>ため、本疾患を予防することは重要である。予防に関連するものとして、Heel Buttock Distance(HBD)やStraight Leg Raising(SLR)など関節可動域を指標とした下肢の柔軟性は、OSDの発症と関連<sup>4,5)</sup>

があると報告されており、その予防としてストレッチングが推奨されてきた<sup>6,7)</sup>。ストレッチングは、関節可動域の改善、運動後の筋肉痛の軽減や疲労の軽減など<sup>8)</sup>効果は多岐にわたり、特に筋肉に関連するスポーツ傷害予防に有効<sup>9)</sup>とされている。

しかしながら、これまでの研究では、OSD予防目的のストレッチングは、大腿四頭筋の柔軟性の指標である膝関節屈曲の可動域など関節可動域が向上することが報告されている<sup>6)</sup>ものの、OSDの罹患率が低くなったという報告はなく、OSDの発症予防を目的とした静的ストレッチングによるOSDの罹患率への影響については、明らかとなっていない。そこで、本研究では、小学5年生を対象とした静的ストレッチングがOSDの発症に与える影響を明らかにすることを目的とした。

津島愛子  
〒700-8530 岡山市北区津島中三丁目一番一号  
岡山大学大学院教育学研究科  
TEL 086-251-7699

1) 岡山大学大学院教育学研究科  
Graduate School of education, Okayama University  
2) 兵庫教育連合大学院  
Joint Graduate School in Science of School Education, Hyogo University of Teacher Education  
3) 岡山済生会総合病院整形外科  
Department of Orthopaedic, Okayama Saiseikai General Hospital

## 対 象

対象はO市の公立2校の小学生5年生171名(男93名, 女78名)で, 全員OSDの既往がない者である。対象者の属性や所属しているスポーツクラブの種目を表1, 2に示す。

## 方 法

対象の2校のうち, 1校に所属する児童を静的ストレッチングプログラム実施群(SS群)92名(男47名, 女45名), もう1校に所属する児童を静的ストレッチングプログラム非実施群(CON群)79名(男46名, 女33名)とした。OSDの既往がある児童や慢性的に膝の痛みを有する児童は調査対象から除外した。SS群は, 静的ストレッチングの指導を受けた学級担任の指示により, 朝の会の時に10ヵ月間, 週5回静的ストレッチングを実施した。ストレッチングの対象とした部位は, 大腿四頭筋, ハムストリングス, 腸腰筋, 下腿三頭筋など下肢を中心とした全身のストレッチングプログラムを実施した(図1)。ストレッチングの時間は, 各部位約15秒間両側1回ずつ合計で約3分間実施した。SS群が静的ストレッチングプログラム開始から10ヵ月後に両群ともにOSD診断のための検査を行なった。

OSDの診断は, 西川らの基準<sup>10)</sup>に基づき超音波検査により行なった。まず, 整形外科医による触診で脛骨結節部の腫脹と圧痛について診察し, その後に超音波診断装置(Sono Site M-Turbo/プローブ13-6MHz, HFL38/13-6)を用いて脛骨結節部を検査した。遊離骨片および軟骨部の腫大を認めた児童に対してOSDと診断した(図2)。遊離骨片は二次性骨化中心以外に低エコー像として描出される軟骨内に存在する高エコー像とし, 軟骨部の腫大は, 軟骨部の膨隆による皮膚面の凹凸部が確認

できるものとした。超音波検査は被検者を座位, 膝関節90度屈曲位とし, プローブは膝蓋腱の長軸に合わせ, 脛骨粗面部の長軸像で評価した。脛骨粗面の成長段階は, 2次骨化中心出現前をCartilaginous Stage(stage C), 二次骨化中心出現後をApophyseal Stage(stage A), 2次骨化中心が近位脛骨骨端部と癒合したEpiphyseal stage(stage E), 骨端線が閉鎖したBony stage(stage B)の4つのstageに分類した<sup>11)</sup>(図3)。

ストレッチング取り組み開始から10ヵ月後に全対象者に身長, 体重, スポーツクラブの所属の有無, 1日の平均運動時間についてアンケート調査を実施した。分析方法は, 数量化可能な項目についてはt検定を, カテゴリー化された項目についてはクロス集計を行ない, 出現率を算出した $\chi^2$ 検定もしくはFisherの正確確立検定を行なった。統計的有意水準は5%未満とした。なお, 実施内容および得られたデータの扱いについて学校長, 指導者, 対象者およびその保護者に十分説明し, 同意を得た上で行なった。

## 結 果

プログラム実施10ヵ月間の身長の伸び率と超音波検査による脛骨粗面部の発達に関する分類(以下, 脛骨粗面のstage分類)の結果について表3, 4に示す。群間に差は認めなかったが, どちらの群も男子より女子の方が, 脛骨粗面が発達している児童の割合が多い傾向が見られた(表4)。

OSDと診断された児童は15名(8.8%)で男7名(7.5%), 女8名(10.3%)でありOSDと診断された児童(OSD群)の特性を表5に示す。群別のOSDの罹患率は, SS群4.3%(4名)であり, CON群13.9%(11名)と比較して有意に低かった( $p < 0.05$ )(図4)。OSD群の1日の平均運動時間は,  $154.7.0 \pm 38.9$ 分であるのに対して, OSDと診断されていない児童(非OSD

表1 対象者の属性

	SS群 (n=92)	CON群 (n=79)	p値
1) 身長 (cm)	140.1 ± 6.1	138.2 ± 6.1	0.04
2) 体重 (kg)	33.8 ± 5.8	33.2 ± 7.4	0.54
3) ローレル指数	122.6 ± 15.4	124.8 ± 19.2	0.40
4) 平均運動時間 (分/日)	71.3 ± 99.6	77.5 ± 101.4	0.69
5) スポーツクラブ所属児童	50 (54.3%)	42 (53.2%)	0.88

単位: 1)~4) Mean ± SD

表2 所属しているスポーツクラブの種目 (複数回答あり)

水泳	23 (25.0%)	サッカー	17 (18.5%)	ソフトボール	14 (15.2%)
空手	6 (6.5%)	ダンス	5 (5.4%)	体操 (新体操含む)	5 (5.4%)
剣道	5 (5.4%)	バレーボール	5 (5.4%)	テニス	3 (3.3%)
バトミントン	3 (3.3%)	柔道	2 (2.2%)	陸上	2 (2.2%)
野球	2 (2.2%)	ボルダリング	1 (1.1%)	ボクシング	1 (1.1%)
バレエ	1 (1.1%)				

n=92

肢位			
方法	片脚でバランスをとって直立をする。他方の足を臀部後方へ引き上げ、バランスをとるために何かにつかまる。両膝をそろえた状態で、両股関節を前へ押し出す。	両足を前後へ開く。両手を前脚の膝につき、前方へ体重を移動する。股関節を前下方へ動かす。	両足を肩幅に開いて立つ。前屈し、地面に向かって手を伸ばす。
ストレッチされる筋	主にストレッチされる筋： 大腿四頭筋 次にストレッチされる筋： 腸骨筋、大腰筋	主にストレッチされる筋： 腸腰筋 次にストレッチされる筋： 大腿直筋、縫工筋、ヒラメ筋	主にストレッチされる筋： ハムストリングス 次にストレッチされる筋： 腓腹筋、大殿筋、腰腸筋筋、胸棘筋、棘突間筋、多裂筋

肢位		
方法	直立し、一方の腕を身体の前を横切るように上げる。腕を水平に保ち、肘を反対側の肩に向けて引きつける。	立位で両腕を交差させて、頭上上げる。手をできるだけ上へ伸ばす。
ストレッチされる筋	主にストレッチされる筋： 僧帽筋、菱形筋、広背筋、三角筋後部 次にストレッチされる筋： 棘下筋、小円筋	主にストレッチされる筋： 広背筋 次にストレッチされる筋： 大円筋

図1 静的ストレッチングプログラムの内容（ブラッド・ウォーカー：ストレッチングと筋の解剖<sup>6)</sup>を参考に作成）

上記の5種類の静的ストレッチングプログラムを朝の会に教室で事前にストレッチングの指導を受けた学級担任の指示のもと週5回、両側各部位15秒間1回ずつ実施した。

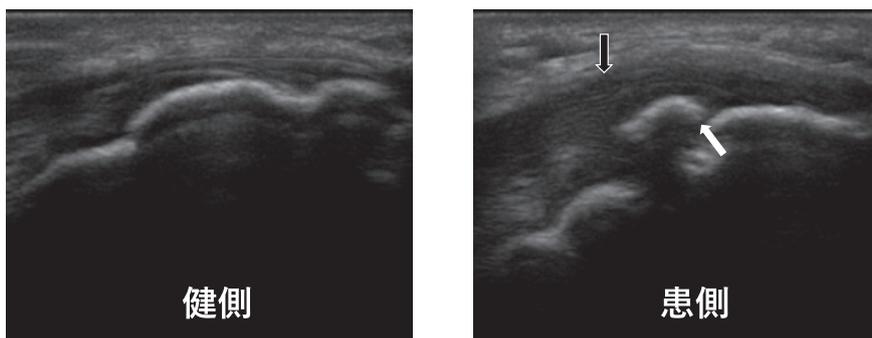


図2 OSDの超音波検査の所見  
患側の脛骨粗面部には、遊離骨片（白矢印）や健側と比較して膝蓋腱の肥厚（黒矢印）を認める。

群) のは  $67.3 \pm 7.3$  分であり、有意に長かった ( $p < 0.05$ ) (図4)。その傾向は、女子よりも男子に強く認められた。

考 察

OSDの罹患率について先行研究<sup>1, 12)</sup>ではスポーツ活動の有無により21.0および45%と報告されている。本研

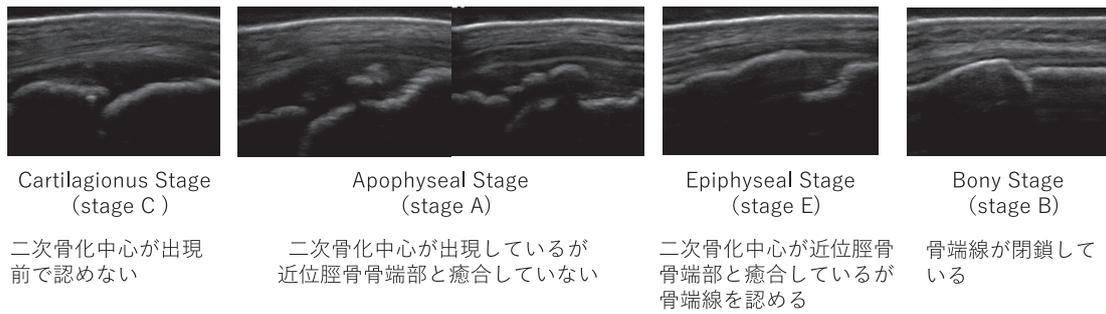


図3 脛骨粗面の発達に関する超音波分類 (以下、脛骨粗面の stage 分類)

究の調査対象全体の OSD の罹患率は 8.8% であるが、約半数がスポーツクラブに所属していることから、この値は先行研究と比較して妥当な数字だと考える<sup>1)</sup>。また、西川ら<sup>10)</sup>は、OSD 診断の主流とされる単純 X 線による所見では骨の評価のみであるのに対して、超音波検査では軟骨、膝蓋腱、深膝蓋下包などの軟部組織の評価も可

能であることから早期診断に有用だと報告している。このことを考慮すれば、超音波検査を使った本研究では、単純 X 線による OSD の罹患率<sup>12)</sup>と比較し高めに出る傾向が考えられるものの、大きく乖離したものではないと考える。

今回、静的ストレッチプログラムを実施した群では OSD の罹患率が低かったことから、本研究で実施したプログラムは、OSD の発症予防に効果があった可能性が考えられる。

スポーツ傷害の予防目的にストレッチングは日常的に実施することが望ましいとされている<sup>8, 13)</sup>。その頻度を高めるため、今回の研究では学校で現実的に実施できる頻度を考慮し週 5 回とした。

ストレッチングの種類は、反動をつけずにゆっくりと筋を伸張する静的ストレッチングと動的に行なう動的ス

表3 プログラム期間 10 ヶ月の身長伸び

		10 ヶ月間の身長伸び (cm)	p 値
男子 (n=93)	SS 群	5.8 ± 2.2	0.19
	CON 群	6.6 ± 3.9	
女子 (n=78)	SS 群	6.5 ± 1.4	0.69
	CON 群	6.6 ± 1.7	

単位: Mean ± SD

表4 性別・群別の脛骨粗面の発達に関する超音波分類 (脛骨粗面の stage 分類) の比較

		Stage C	Stage A	Stage E	Stage B	p 値
男子 (n=93)	SS 群	15 (31.9%)	22 (46.8%)	10 (21.3%)	0 (0%)	0.68
	CON 群	20 (43.5%)	11 (23.9%)	15 (32.6%)	0 (0%)	
女子 (n=78)	SS 群	0 (0%)	2 (4.4%)	40 (88.9%)	3 (6.7%)	0.11
	CON 群	1 (3.0%)	3 (9.1%)	29 (87.9%)	0 (0%)	

表5 OSD と診断された児童 (OSD 群) 15 名の特性

	SS 群 (n=4)				CON 群 (n=11)			
	男	1 (25.0%)	女	3 (75.0%)	男	6 (54.5%)	女	5 (45.5%)
1) 性								
2) 身長		134.3		138.9 ± 5.1		136.8 ± 5.3		137.0 ± 2.3
3) 体重		28.1		32.3 ± 3.3		32.2 ± 5.0		29.4 ± 1.4
4) 脛骨粗面の stage 分類	stageC	0		0		2 (18.2%)		0
	stageA	1 (25.0%)		0		1 (9.0%)		0
	stageE	0		3 (75.0%)		3 (27.3%)		5 (45.5%)
5) 10 ヶ月間の身長伸び (cm)		5		8.0 ± 1.0		6.3 ± 3.0		7.9 ± 1.4
6) 平均運動時間 (分/日)		180		56.7 ± 98.1		228.3 ± 174.9		120.0 ± 139.1
7) -1 スポーツクラブ所属児童		1 (25.0%)		1 (25.0%)		5 (45.5%)		4 (36.4%)
7) -2 所属しているスポーツクラブのスポーツ種目 (複数回答あり)	野球	1 (25.0%)	バレーボール	1 (25.0%)	ソフトボール	4 (66.7%)	陸上	1 (9.0%)
					サッカー	1 (9.0%)	剣道	1 (9.0%)
					水泳	1 (9.0%)	ボルダリング	1 (9.0%)
							バレエ	1 (9.0%)

単位: 2), 3), 5), 6) Mean ± SD

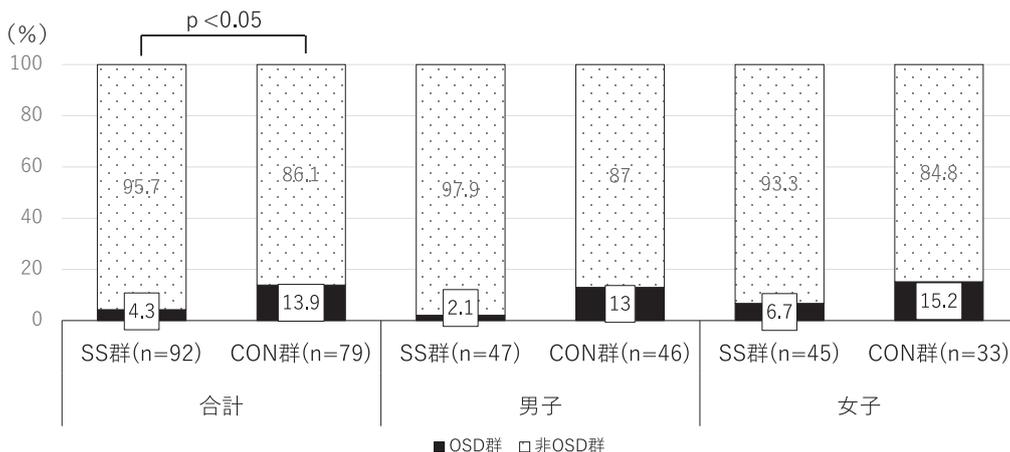


図4 静的ストレッチングプログラムの有無による OSD 罹患率の比較 (群別・性別)

ストレッチングに大別され、静的ストレッチングには PNF ストレッチングなどがあり、動的ストレッチングには、バリエーションストレッチングなど多くの種類がある<sup>8)</sup>。その中でも本研究の対象児童は、小学5年生でも継続して取り組みやすいことを考慮し、一人で実施できる簡易で安全な静的ストレッチング<sup>14)</sup>とした。

ストレッチングの部位は、関節可動域を指標とした筋柔軟性の低下が OSD の発症因子として考えられている大腿四頭筋、ハムストリングス、腸腰筋、下腿三頭筋<sup>4, 5, 15)</sup>を対象としている。静的ストレッチングの施行時間は、効果的で学童期の児童で集中して継続しやすいように各部位ごとに約 15 秒間<sup>16)</sup> 両側 1 回ずつ<sup>17)</sup>の実施とした。

OSD は、脛骨粗面が力学的に脆弱な stage C から stage A の時期<sup>18)</sup>に、二次成長や競技動作の反復の影響で柔軟性が低下している大腿四頭筋の収縮力などによる牽引ストレスにより発症すると報告されている<sup>4, 19, 20)</sup>。したがって、stage C から stage A の時期にストレッチングなどで脛骨粗面の牽引ストレスを軽減することが OSD の発症予防につながると考える。Kaneuchi ら<sup>21)</sup>は、脛骨粗面の骨成熟度が stage C から stage A に移行する時期は、男子は 9 歳から 11 歳、女子は 8 歳から 10 歳と報告している。加えて OSD の好発年齢が、男子 12~14 歳、女子 10~13 歳と報告されている<sup>1)</sup>ことから好発年齢の中でも比較的早期の小学 5 年生 (10~11 歳) の児童を対象とした。

また、OSD は、男子に多い疾患と報告されることが多い<sup>12, 18)</sup>がスポーツをする女子も増えるにつれて罹患率に性差がなくなったと言われている<sup>1, 22)</sup>ため、本研究では、男女どちらも調査の対象とした。

しかし、本研究の対象となった児童の脛骨粗面の成長段階が、stage C と stag A に該当した児童は 43.4% (男子 73.4%, 女子 7.9%) であった。また、女子の脛骨粗面の骨成熟度は、Stage E まで成熟していた児童が 9 割以上であった (表 3)。加えて、統計的な差はでなかったが、OSD の罹患率は、女子よりも男子の方が群

間差は大きかった (図 4)。このことから、脛骨粗面の成長段階の観点のみから考えるとプログラムの実施時期は、男子において適切であったが、女子においては小学 3, 4 年生での実施がより有効であったと考えられる。

他に、膝 (PF) 関節痛において膝関節周囲筋単独のトレーニングより股関節周囲筋と膝関節周囲筋のトレーニングを実施した方が膝関節痛の症状改善に有効であったとの報告がある<sup>23)</sup>。本研究からも、ストレッチングの対象となる筋肉を膝関節の可動域に関わる筋肉だけでなく、股関節、膝関節、足関節の可動域に関わる筋肉を総合的にストレッチングしたことも発症予防に貢献したと考えられる。

1 日平均運動時間において OSD 群は、非 OSD 群と比較し有意に多かった (図 5)。また、OSD の発症因子は、時期や身体的要因以外に運動量<sup>12)</sup> やスポーツ活動中に重心が後方化するなど特徴的な動作<sup>4)</sup> との関連が報告されている。また、ストレッチングは、筋肉の緊張による傷害予防にはなるが Overuse による傷害を予防することはできないことを示唆する報告がある<sup>24)</sup>。これらのことから、静的ストレッチングのみを介入している本研究のプログラムでは、運動量が多い児童に対して OSD の発症予防に限界があったと考えられる。

したがって、OSD 発症予防を効果的に実施するためには、静的ストレッチングと併行して運動時間の適正化に関する取り組みも重要であると考えられる。

Enomoto ら<sup>25)</sup>は、OSD 罹患者の特性として大腿四頭筋腱の硬さ (Stiffness) を挙げており本研究のような短時間の静的ストレッチングでは、脛骨結節部の大腿四頭筋腱による牽引性のストレスを軽減することができず OSD の予防とならない可能性があることを指摘している。しかしながら、本研究の静的ストレッチングの取組は、OSD の発症予防に有効であった。本研究では、大腿四頭筋腱の硬さを調査していないので大腿四頭筋腱にどのような影響があったか不明であり比較できない。しかし、脛骨粗面に大腿四頭筋による牽引ストレスが増加する原因の一つとして足関節伸展の関節可動域が低下す

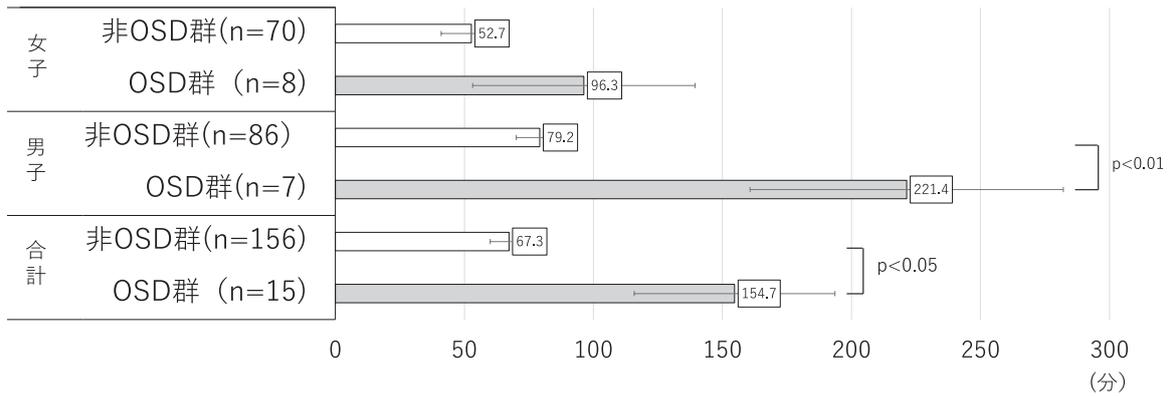


図5 OSD罹患の有無による1日平均運動時間(分)の比較

ると重心が後方化し、そのため大腿四頭筋の牽引力が増加することが言われている<sup>4, 26)</sup>。

このことより本研究のプログラムは、股関節、膝関節、足関節の関節可動域に関わる筋肉を対象として静的ストレッチングを実施しそれぞれの関節可動域を向上したことが、スポーツ活動中など動作時の重心の後方化を防ぐなど動作の改善がOSDの発症予防につながった可能性もあると考える。しかし、今回、腱の硬さ、下肢の関節可動域やスポーツ活動中の動作に関する調査を実施できておらず罹患率を減少した要因について明らかとなっていないことが本研究の課題である。また、プログラム開始前にも対象児童に超音波検査を施し脛骨粗面のStage分類や無症状のOSDの脛骨粗面の初期変化を確認できれば本プログラムによる変化を正確に評価できていたと考える。

ま と め

本研究は、OSDの好発年齢である小学5年生の時期に週5回10ヵ月間の下肢を中心とした静的ストレッチングプログラムが、OSDの罹患率減少に貢献した可能性が高く、OSD発症予防に有効であることを示した。

文 献

- 1) Miller MD et al: DeLee & Drez's Orthopaedic Sports Medicine. 4th ed, Elsevier Inc, Philadelphia: 1266-1268, 2015.
- 2) Hirano A et al: Magnetic resonance imaging of Osgood-Schlatter disease: the course of the disease. Skeletal Radiol, 31: 334-342, 2002.
- 3) Circi E et al: Treatment of Osgood-Schlatter disease: review of the literature. Musculoskelet Surg, 101: 195-200, 2017.
- 4) 塩田真史ほか：小学生サッカー選手におけるOsgood-Schlatter病発症の身体的要因に関する研究。体力科学, 65: 205-212, 2016.

- 5) Nakase J et al: Precise risk factors for Osgood-Schlatter disease. Arch Orthop Trauma Surg, 135: 1277-1281, 2015.
- 6) 福原隆志ほか：成長期サッカー選手に対するストレッチング指導の効果。理療科, 25: 861-865, 2010.
- 7) 平野篤ほか：IV章 年代・性別の外傷・障害①発育期のスポーツ障害。中嶋寛之(監修)。新版 スポーツ整形外科学。第1版, 南江堂, 東京：469-474, 2011.
- 8) ブラッド・ウォーカー：栗山節郎(監訳)。ストレッチングと筋の解剖 原書第2版, 第1版, 南江堂, 東京：11-24, 2013.
- 9) Amako M et al: Effect of static stretching on prevention of injuries for military recruits. Mil Med, 168: 442-446, 2003.
- 10) 西川志津ほか：オスグッド病の超音波検診。超音波検技, 35: 285-289, 2010.
- 11) Ehrenborg G et al: Roentgenologic changes in the Osgood-Schlatter lesion. Acta Chir Scand, 121: 315-327, 1961.
- 12) Kujala UM et al: Osgood-Schlatter's disease in adolescent athletes. Retrospective study of incidence and duration. Am J Sports Med, 13: 236-241, 1985.
- 13) Adirim TA et al: Overview of injuries in the young athlete. Sports Med, 33: 75-81, 2003.
- 14) 松浦哲也ほか(編集)：野球肘検診ガイドブック。第1版, 文光堂, 東京：139-154, 2018.
- 15) Sarcević Z: Limited ankle dorsiflexion: a predisposing factor to Morbus Osgood Schlatter? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 16: 726-728, 2008.
- 16) Magnusson SP et al: Viscoelastic stress relaxation during static stretch in human skeletal muscle in the absence of EMG activity. Scand J Med Sci Sports, 6: 323-328, 1996.
- 17) Boyce D et al: Determining the minimal number of cyclic passive stretch repetitions recommended for an acute increase in an indirect measure of ham-

- string length. *Physiother Theory Pract*, 24: 113-120, 2008.
- 18) Ogden JA et al: Osgood-Schlatter's disease and tibial tuberosity development. *Clin Orthop Relat Res*, 180-189, 1976.
- 19) 平野篤ほか：脛骨粗面の発育とオスグッド病の発症について. *日臨スポーツ医会誌*, 8: 180-184, 2000.
- 20) 戸島美智生ほか：Osgood-Schlatter 病発症者と非発症者との間で骨長増加に対する筋タイトネス変化が異なる. *日臨スポーツ医会誌*, 19: 473-479, 2011.
- 21) Kaneuchi Y et al: Bony maturity of the tibial tuberosity with regard to age and sex and its relationship to pathogenesis of Osgood-Schlatter disease: an ultrasonographic study. *Orthop J Sports Med*, 6: 2325967117749184, 2018.
- 22) Kannus P et al: Athletic overuse injuries in children. A 30-month prospective follow-up study at an outpatient sports clinic. *Clin Pediatr (Phila)*, 27: 333-337, 1988.
- 23) Nascimento LR et al: Hip and knee strengthening is more effective than knee strengthening alone for reducing pain and improving activity in individuals with patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*, 48: 19-31, 2018.
- 24) McHugh MP et al: To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports*, 20: 169-181, 2010.
- 25) Enomoto S et al: The characteristics of the muscle-tendon unit in children affected by Osgood-Schlatter disease. *Transl Sports Med*, 2: 196-202, 2019.
- 26) 武井健児ほか：下肢筋タイトネスがキック動作に与える影響. *群馬保健紀*, 32: 23-28, 2011.

# 大学男子サッカー選手の Jones 骨折発生に 影響を及ぼす環境要素の検討

## Investigation of Environmental Factors that Occurrence of Jones Fracture in Male University Soccer Players

藤高 紘平<sup>1)</sup> Kohei Fujitaka      谷口 晃<sup>2)</sup> Akira Taniguchi  
 小川 宗宏<sup>2)</sup> Munehiro Ogawa      齋田 良知<sup>3)</sup> Yoshitomo Saita  
 熊井 司<sup>4)</sup> Tsukasa Kumai      田中 康仁<sup>2)</sup> Yasuhito Tanaka

### ● Key words

サッカー, Jones 骨折, 人工芝グラウンド

### ● 要旨

目的：大学男子サッカー選手の Jones 骨折発生に影響を及ぼす環境要素を明らかにする。

対象と方法：過去 14 年間に一大学男子サッカーチームに所属した選手のべ 444 名を対象とした。Jones 骨折発生率について、Jones 骨折発生時のグラウンドサーフェス、スパイクシューズ、学年との関係を調査した。

結果：使用年数が経過した人工芝グラウンドの Jones 骨折発生率が有意に高く、低学年時での Jones 骨折発生率が有意に高かった。

結論：大学男子サッカー選手の Jones 骨折発生に影響を及ぼす環境要素として、グラウンドサーフェス、学年との関連を認めた。

### はじめに

スポーツ選手における Jones 骨折は遷延治癒、偽関節<sup>1,2)</sup>、術後再骨折<sup>3)</sup>を来し、スポーツ復帰に影響を及ぼすことがある<sup>1)</sup>。なかでも、サッカー競技は Jones 骨折の発生頻度が他の競技と比較して高いと報告されている<sup>1,4)</sup>。Jones 骨折の発生要因として、解剖学的研究<sup>5-8)</sup>、疫学的研究<sup>4)</sup>、バイオメカニクス研究<sup>1,9)</sup>といったさまざまな要因が報告されている。そのため、Jones 骨折の発生は複数の要因が重なって引き起こされると考えられる。サッカー競技中に発生する外傷や障害を引き起こす要因は、相手選手とのコンタクトプレーによるものだけでなく、選手が使用しているグラウンドサーフェスやスパイクシューズといった環境要素も一要因になると報告

されている<sup>10)</sup>。しかし、Jones 骨折の発生と環境要素との関連を調査した研究はわれわれが渉猟する限り見つかからない。Jones 骨折の発生と何らかの環境要素に関連性が認められれば、Jones 骨折の発生予防に寄与することができるのではないかと推察される。

そこで、本研究の目的は大学男子サッカー選手の Jones 骨折発生とグラウンドサーフェス、スパイクシューズ、学年といった環境要素との関連を明らかにすることである。

### 対象と方法

#### 1. 対象

2003 年度から 2016 年度（2003 年 4 月から 2017 年 3 月まで）までの 14 年間に一大学サッカーチームに所属

藤高紘平  
〒581-0013 八尾市山本町南 1-3-4  
ノーブル山本ビル 3F  
貴島病院本院附属クリニック  
TEL 072-999-9914  
E-mail fujitakal102@yahoo.co.jp

- 1) 貴島病院本院附属クリニック  
Kishima Hon-in Clinic
- 2) 奈良県立医科大学整形外科学教室  
Department of Orthopaedic Surgery, Nara Medical University
- 3) 順天堂大学整形外科学講座・スポーツ診療科  
Department of Orthopaedics and Sports Medicine, Juntendo University
- 4) 早稲田大学スポーツ科学学術院  
Faculty of Sport Sciences, Waseda University

表 1 各年度のチーム所属人数

年度	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
人数 (人)	41	50	73	94	104	112	112	110	120	130	129	141	151	145

した男子サッカー選手のべ444名を対象とした。各年度のチーム所属人数を表1に示す。全選手の入学時の年齢、身長、体重、BMI、競技歴の平均はそれぞれ18.0±0.5(歳)、174.0±8.6(cm)、65.3±7.8(kg)、21.8±2.4(kg/m<sup>2</sup>)、10.3±3.2(年)であった。研究期間中チームにおける練習スケジュールや練習メニューに大きな変化は少なく、1週間に1回の休日やフィジカルトレーニングが組まれている。また、チーム専用の練習環境としては、2003年度から2006年度までは土グラウンド、2007年度以降は継続して人工芝グラウンドを使用している。人工芝グラウンドの構造は、ロングパイル長66mm、ロングパイルの太さ13,200±650dtex、下層に特殊調整珪砂15mm、上層にゴムチップ10mmとなっている。2013年4月に、メンテナンスとして人工芝グラウンド補修工事が施工され、そのときのロングパイルの太さは11,000±550dtexであった。メンテナンスの目的は、使用によるゴムチップの磨耗と経年劣化を改善することである。グラウンド全体(6,300m<sup>2</sup>)のロングパイル人工芝のブラッシングと、1平方メートルあたり1kg(計6.3t)のゴムチップの補充も行なった。本研究を行なうに際し、ヘルシンキ宣言に則りチームにおけるスタッフ・選手に説明し同意を得た。

## 2. 方法

### (1) Jones 骨折発生時に関する調査

本研究対象のサッカーチームでは、選手・指導者・メディカルスタッフ(理学療法士)が緊密に連携しており、スポーツ傷害が発生した際には、チーム指定の医療機関を受診している。全ての受診結果はチームが管理する傷害記録として保存されている。チームの傷害記録から、2003年の4月から2017年の3月までの14年間に発生したJones骨折を調査し、受傷した際の学年、身長、体重などを調査した。

### (2) アンケート調査

各年度の選手入学時にアンケート用紙を配布し、前所属チームのグラウンドサーフェスに関する調査を行なった。また、使用しているスパイクシューズの形状等の調査を行なった。

### (3) グラウンドサーフェスの調査

2007年度(2007年4月)、2012年度(2012年4月)、2013年度(2013年4月メンテナンス後)、2016年度(2016年4月)に、JFAロングパイル人工芝ピッチ公認検査実施マニュアルに準じて、ボールの垂直反発高さを測定した<sup>11)</sup>。JFA検定球を、ピッチからボール底面まで2mの高さから落下させ、反発したボールの下面の高さ

をビデオ撮影した。撮影された映像から、反発したボールの下面の高さを測定した。試験を5回行ない、平均値を算出した。

### (4) Jones 骨折発生率の算出

Jones骨折発生率(Injury Rate)は、1000 Athlete-Exposures(以下AE、一人の選手が1試合もしくは1回の練習に参加すると1 athlete-exposureとする)あたりのJones骨折発生件数として算出した<sup>12)</sup>。また、データの統計学的な安定性を得るために95%信頼区間(以下、95%CI)を算出した。

### (5) 統計学的検討

Jones骨折発生に関連因子の検討について、身長、体重、学年、サッカー経験年数、グラウンドサーフェス(土グラウンドおよび人工芝グラウンド)、前所属チームのグラウンドサーフェス(土グラウンドおよび人工芝グラウンド)スパイクシューズのスタッド形状(丸型およびブレード型)を説明変数、Jones骨折発生の有無を目的変数として多重ロジスティックモデルによる多変量解析を行なった。土グラウンド時の2003年度から2006年度のJones骨折発生率を土グラウンド群、人工芝グラウンド変更後の2007年度から2011年度のJones骨折発生率を人工芝グラウンドA群、人工芝グラウンド変更後の2012年度から2016年度のJones骨折発生率を人工芝グラウンドB群として、それぞれのJones骨折発生率を比較した。さらに、Jones骨折発生率について、低学年(大学1年生と2年生)群と高学年(大学3年生と4年生)群の比較を行なった。統計学的分析には、フィッシャーの正確確立検定を行なった。グラウンドのボール垂直反発高さの比較においては、2007年度と2016年度間、メンテナンス前後である2012年度と2013年度間でMann-Whitney U検定を行なった。統計解析にはSPSS Ver.20を用いて行ない、有意水準を5%未満とした。

## 結 果

### (1) Jones 骨折発生に関する結果

#### (i) Jones 骨折発生の関連要因(表2)

2003年4月から2017年3月の14年間で発生したJones骨折は26件であった。Jones骨折発生の関連因子を多変量解析により分析した結果、グラウンドサーフェスと受傷時の学年に有意差があった( $p<0.05$ )。

#### (ii) Jones 骨折発生のグラウンドサーフェス別による結果

サッカー練習環境が土グラウンドから人工芝グラウンドに変更後、Jones骨折発生率は年数の経過とともに高くなる傾向が認められた(図1)。Jones骨折発生率は、

表 2 Jones 骨折発生の関連因子の多変量解析

	Odds Ratio	95% CI	P Value
身長	1.03	0.96-1.10	0.33
体重	1.02	0.93-1.11	0.76
学年	1.43	1.23-1.63	0.03
サッカー経験年数	1.05	0.87-1.23	0.43
グラウンドサーフェス (土グラウンド・人工芝グラウンド)	1.07	1.05-1.19	0.04
前所属チームのグラウンドサーフェス (土グラウンド・人工芝グラウンド)	0.94	0.62-1.26	0.26
スパイクシューズのスタッド形状 (丸型・ブレード型)	0.89	0.55-1.23	0.28

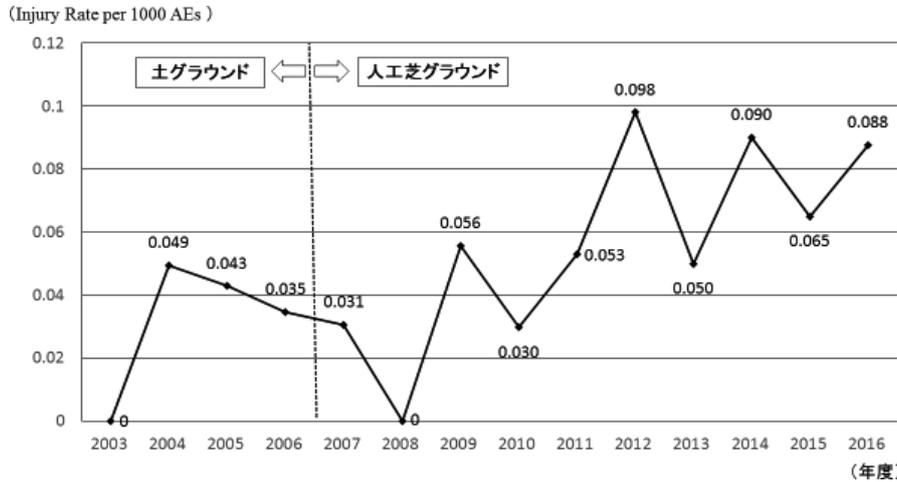


図 1 Jones 骨折発生の年度推移

表 3 Jones 骨折発生率の比較結果

		IR	95% CI			IR	95% CI	P Value
学年	低学年群	0.01	0-0.02	高学年群	0.09	0.07-0.11	0.03 <sup>*a</sup>	
	土グラウンド群	0.04	0.02-0.05	人工芝グラウンド B 群	0.08	0.06-0.10	0.03 <sup>*b</sup>	
グラウンドサーフェス	人工芝グラウンド A 群	0.03	0.02-0.05	人工芝グラウンド B 群	0.08	0.06-0.10	0.02 <sup>*c</sup>	

\*a: 低学年と高学年の比較, フィッシャーの正確確率検定  
 \*b: 土グラウンド群と人工芝グラウンド B 群の比較, フィッシャーの正確確率検定  
 \*c: 人工芝グラウンド A 群と人工芝グラウンド B 群の比較, フィッシャーの正確確率検定

人工芝グラウンド B 群 (0.08/1000AE) において, 土グラウンド群 (0.04/1000AE) や人工芝グラウンド A 群 (0.03/1000AE) よりも有意に高かった ( $p < 0.05$ ) (表 3).

(iii) Jones 骨折発生の学年別による結果

Jones 骨折発生率は, 低学年群 (0.09/1000AE) において高学年群 (0.01/1000AE) よりも有意に高かった ( $p < 0.05$ ) (図 2, 表 3).

(2) グラウンドサーフェスの調査結果

2007 年度と 2016 年度のボール垂直反発高さを比較した結果, ペナルティーエリア内 (2007 年度  $63.4 \pm 1.4$  cm vs 2016 年度  $78.6 \pm 2.5$  cm,  $p < 0.01$ ), センターサークル内 (2007 年度  $63.4 \pm 1.4$  cm vs 2016 年度  $77.6 \pm 1.8$  cm,  $p < 0.01$ ), フィールド内 (2007 年度  $63.8 \pm 1.2$  cm vs 2016 年度  $75.8 \pm 2.2$  cm,  $p < 0.01$ ) で 2016 年度の方が有意に高かった. さらに, メンテナンス前後となる 2012 年度と 2013 年度のボール垂直反発高さを比較した結果, ペナルティーエリア内 (2012 年度  $72.5 \pm 2.6$  cm vs 2013

年度  $69.7 \pm 2.1$  cm,  $p < 0.05$ ), センターサークル内 (2012 年度  $72.3 \pm 2.2$  cm vs 2013 年度  $69.5 \pm 1.7$  cm,  $p < 0.01$ ), フィールド内 (2012 年度  $71.4 \pm 1.7$  cm vs 2013 年度  $68.2 \pm 1.3$  cm,  $p < 0.01$ ) で 2013 年度の方が有意に低かった.

考 察

本研究の主な発見は, 大学男子サッカー選手の Jones 骨折発生とグラウンドサーフェス, 学年との関連を認めたことである. さらに, 使用年数が経過した人工芝グラウンドの Jones 骨折発生率が有意に高く, 大学低学年時での Jones 骨折発生率が有意に高かったことである.

人工芝グラウンドは, 基盤層の上に従来のパイルより長いロングパイルの間に特殊調整珪砂とゴムチップを充填した構造となっているため, 摩擦力が高くなり, より制動力と加速力を得ることができる<sup>13)</sup>. 人工芝グラウンドは高い摩擦力と加速力が得られる一方でさまざまな

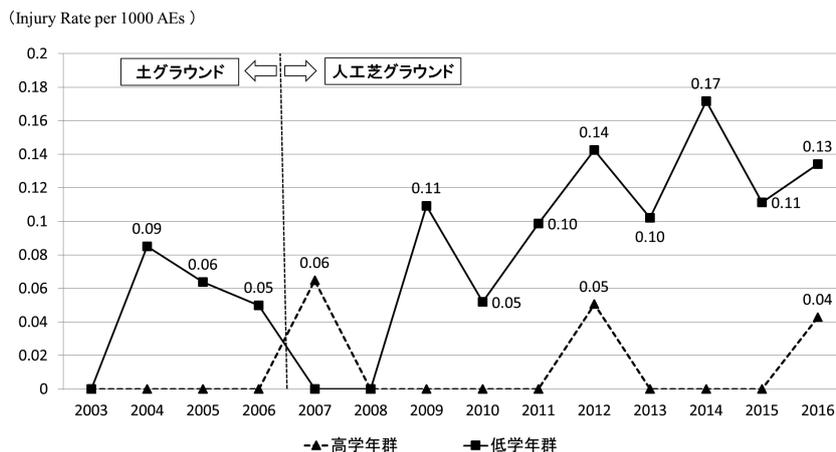


図2 Jones骨折発生の学年別推移

スポーツ傷害<sup>14~16)</sup>との関連が報告されている。しかし、近年において人工芝グラウンドは、より良いプレー環境にするために改良が重ねられている。そのため、人工芝グラウンド設置後5年間は、土グラウンド時と比較して摩擦力や衝撃吸収能の差が発生しなかったことにより、Jones骨折発生率に差が生じなかったと考えられた。しかし、人工芝グラウンドの使用年数が5年以上経過するとJones骨折発生率が高くなった。人工芝グラウンドは使用年数が経過すると劣化とともに本来ある衝撃を吸収する性質や性能が失われると報告されている<sup>17)</sup>。使用年数が経過することで、ロングパイル自体は磨耗によって本来の太さよりも細くなって倒れてしまう。また、ゴムチップは磨耗により小さくなり風雨により減少する。これらが原因となり地面からの衝撃が増大し、ボールの垂直反発高さが高くなったと考えられる。ロングパイルの役割としては、ロングパイル自体の密度を高め、ゴムチップのホールド性を向上させることである。調査期間の途中(2013年度4月)、メンテナンスとしてゴムチップを補充している。ゴムチップを補充したことで、一時的に衝撃吸収の効果は得られた。しかし、ロングパイルは細く倒れた状態のままであるため、ロングパイルの役割を果たすことが困難となり、ゴムチップを補充しても早期にゴムチップが人工芝グラウンド外に流出し減少してしまうと考えられる。以上のことから、人工芝グラウンドを導入した当初は土グラウンドとJones骨折発生率に差が無かったが、人工芝グラウンドは使用年数の経過によって劣化し衝撃が増大することで第5中足骨へのストレスとなり、Jones骨折発生率が高くなったのではないかと考えられた。

大学在学中においては低学年時での発生率が高かった。低学年時の選手は、大学生年代のサッカーに必要な競技スピードや体力レベルが備わっていない状態でサッカー競技を行なうことになる。そのため、低学年時の選手は、サッカー競技中の第5中足骨へ加わる負荷が大きくなり、Jones骨折の発生に影響を与えたのではないかと推察した。環境要素のうち、グラウンドサーフェスに

おいては、高校生時のグラウンドサーフェスが人工芝グラウンドであった選手も多く認められた。しかし、人工芝グラウンドは使用年数の経過によって劣化し衝撃が増大する。前所属チームと本研究対象チームの人工芝グラウンドは同一でないため、それぞれの人工芝グラウンドの設置後の経過年数を調査したうえで検討が必要であると考えられた。

本研究の限界としては、第1に人工芝グラウンドのロングパイルやゴムチップの材質の測定や人工芝グラウンドの性能に関する検査を詳細に定期的実施することができていないことである。人工芝グラウンドの性能の検査においては、ボール垂直反発高さ、ボール転がり性、すべり性、制動性、垂直変形性、耐光性といった項目がある。人工芝グラウンドの性能検査項目とのJones骨折発生との関連を検討することも必要である。また、定期的なロングパイルの太さや長さの変化、単位面積当たりのロングパイルの量などの測定を行ないJones骨折発生との関連をさらに検討していく必要があると考えられる。第2に、高校生時と大学生時での筋力や柔軟性、スピードといった身体的要素の比較を行なうことができていないことである。低学年時の発生率が高かったことにおいて、高校生時と大学生時の身体的要素の比較結果との関連を調査する必要があると考えられた。第3に、長期間の調査ではあるが、Jones骨折発生数が少なく、スパイクシューズのサンプルサイズが小さいことである。同一大学男子サッカー選手として、サッカー競技の暴露量が統一された検討である。しかし、よりサンプルサイズを大きくし、さまざまな年齢層を含めた検討が必要であると考えられた。また、グラウンドサーフェスとスパイクシューズはスポーツ傷害の発生に密接な関係<sup>18)</sup>を有すると考えたため、スパイクシューズの調査を行なった。しかし、本研究の対象選手の中には、複数タイプのスパイクシューズを使用している選手も多かった。そのため、スパイクシューズの影響を検討するには、スパイクシューズに関してより詳細に調査する必要があると考えられた。

大学サッカー競技における Jones 骨折の発生予防を考えるにあたって、人工芝グラウンドという環境は使用年数の経過によって劣化し衝撃が増大するため、Jones 骨折発生への影響が変化するものと踏まえる必要があると考えられた。また、大学低学年時には積極的に予防措置を行なう必要があると考えられた。

## 結 語

大学男子サッカー選手における Jones 骨折発生率は、大学低学年時において高く、5年以上使用した人工芝グラウンドにおいて高かった。

## 文 献

- 1) Kavanaugh JH et al: The Jones fracture revisited. *J Bone Joint Surg Am*, 60: 776-782, 1978.
- 2) Portland G et al: Acute surgical management of Jones' fractures. *Foot Ankle Int*, 24: 829-833, 2003.
- 3) Wright RW et al: Refracture of proximal fifth metatarsal (Jones) fracture after intramedullary screw fixation in athletes. *Am J Sports Med*, 28: 732-736, 2000.
- 4) Ekstrand J et al: Stress fractures in elite male football players. *Scand J Med Sci Sports*, 22: 341-346, 2012.
- 5) Lee KT et al: Radiographic evaluation of foot structure following fifth metatarsal stress fracture. *Foot Ankle Int*, 32: 796-801, 2011.
- 6) Raikin SM et al: The association of a varus hind-foot and fracture of the fifth metatarsal metaphyseal-diaphyseal junction: the Jones fracture. *Am J Sports Med*, 36: 1367-1372, 2008.
- 7) Saita Y et al: Range limitation in hip internal rotation and fifth metatarsal stress fractures (Jones fracture) in professional football players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 26: 1943-1949, 2018.
- 8) Yoho RM et al: The association of metatarsus adductus to the proximal fifth metatarsal Jones fracture. *J Foot Ankle Surg*, 51: 739-742, 2012.
- 9) Roca J et al: Stress fractures of the fifth metatarsal. *Acta Orthop Belg*, 46: 630-636, 1980.
- 10) Ekstrand J et al: Surface-related injuries in soccer. *Sports Med*, 8: 56-62, 1989.
- 11) JFA ロングパイル人工芝ピッチ公認制度ガイドブック. 第7版, 公益財団法人日本サッカー協会, 東京: 3-4, 2017.
- 12) Agel J et al: Descriptive epidemiology of collegiate men's soccer injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2002-2003. *J Athl Train*, 42: 270-277, 2007.
- 13) Levy IM et al: Living with artificial grass: a knowledge update. Part 1: Basic science. *Am J Sports Med*, 18: 406-412, 1990.
- 14) Guskiewicz KM et al: Epidemiology of concussion in collegiate and high school football players. *Am J Sports Med*, 28: 643-650, 2000.
- 15) de Putter CE et al: Increase in upper extremity fractures in young male soccer players in the Netherlands, 1998-2009. *Scand J Med Sci Sports*, 25: 462-466, 2015.
- 16) Rodeo SA et al: Turf-toe: an analysis of metatarsophalangeal joint sprains in professional football players. *Am J Sports Med*, 18: 280-285, 1990.
- 17) Nigg BM et al: Biomechanical aspects of playing surfaces. *J Sports Sci*, 5: 117-145, 1987.
- 18) Queen RM et al: A comparison of cleat types during two football-specific tasks on FieldTurf. *Br J Sports Med*, 42: 278-284; discussion 284, 2008.

# 分離部修復に smiley face rod 変法が有用であった ソフトボール選手の 1 例 —術後の治癒過程の報告—

## Direct Repair of Spondylolysis, Using Modified Smiley Face Rod at the Softball Player: A Case Report

奥脇 駿 <sup>1,2)</sup>	Shun Okuwaki	辰村 正紀 <sup>1,2)</sup>	Masaki Tatsumura
小川 健 <sup>1,2)</sup>	Takeshi Ogawa	万本 健生 <sup>1,2)</sup>	Takeo Mammoto
平野 篤 <sup>1,2)</sup>	Atsushi Hirano	山崎 正志 <sup>3)</sup>	Masashi Yamazaki

### ● Key words

Direct repair of spondylolysis : Smiley face rod : Softball

### ● 要旨

16歳の女性、ソフトボール選手で、腰痛を主訴に当院を受診した。身体所見としては後屈時に腰痛の訴えがあり、明らかな神経根症状は伴っていなかった。CT/MRIで両側L5分離症の偽関節と診断し保存加療を行なったが腰痛が残存し競技復帰できなかったため smiley face rod 変法による分離部修復術を行なった。術後は詳細な画像評価を行ない、骨癒合状態に合わせて段階的な復帰をした。術後6ヵ月で競技へ完全復帰し、術後1年5ヵ月で抜釘術を行なった。詳細な癒合経過をフォローし癒合状態に合わせたリハビリテーションを行なうことで、競技レベルを落とさず復帰をし、良好な成績を収めたと考えられた。

### はじめに

腰椎分離症は早期発見、早期治療介入による積極的保存療法で良好な骨癒合成績を収めている<sup>1)</sup>。本院では発育期スポーツ選手で腰痛を主訴に来院する患者に対して、CT・MRI検査を含めて精査をし、腰椎分離症と診断された際は適切な病期分類を行ない、保存療法を選択している。来院時すでに偽関節となっており骨癒合の見込みがないと判断された偽関節症例には可及的早期の運動復帰を目標として薬物療法や外固定などの対症療法を行ない、理学療法を導入して体幹安定性を得てからスポーツを再開している。偽関節症例のうち、運動再開後も疼痛が残存することがあり、競技復帰に支障を来す場合や、分離部の ragged edge による神経根症を来して

いる場合に患者家族の希望に合わせて分離部修復術の適応としている。

今回、来院時すでに偽関節となっていた発育期スポーツ選手に対して smiley face rod 変法による分離部修復術を行ない、骨癒合が得られた後に競技に復帰し、部活動引退後に抜釘術を行なった症例を経験したので報告する。

### 症 例

16歳女性、ソフトボール部でポジションはセカンドである。右投げ右打ちで競技レベルは全国大会出場レベルであり、本人もレギュラーの選手である。14歳時に腰痛があり、近医を受診し両側第5腰椎(L5)分離症と診断されていた。その後腰痛は改善し競技復帰してい

奥脇 駿  
〒310-0015 水戸市宮町3-2-7  
筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター/  
茨城県厚生連総合病院水戸協同病院整形外科  
TEL 029-231-2371  
E-mail shunokuwaki@tsukuba-seikei.jp

- 1) 筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター整形外科  
Dept. of Orthop. Surg. and Sports Medicine, University of Tsukuba Hospital Mito Clinical Education and Training Center
- 2) 茨城県厚生連総合病院水戸協同病院整形外科  
Dept. of Orthop. Surg. Mito Kyodo General Hospital
- 3) 筑波大学医学医療系整形外科  
Dept. of Orthop. Surg. Faculty of Medicine, University of Tsukuba

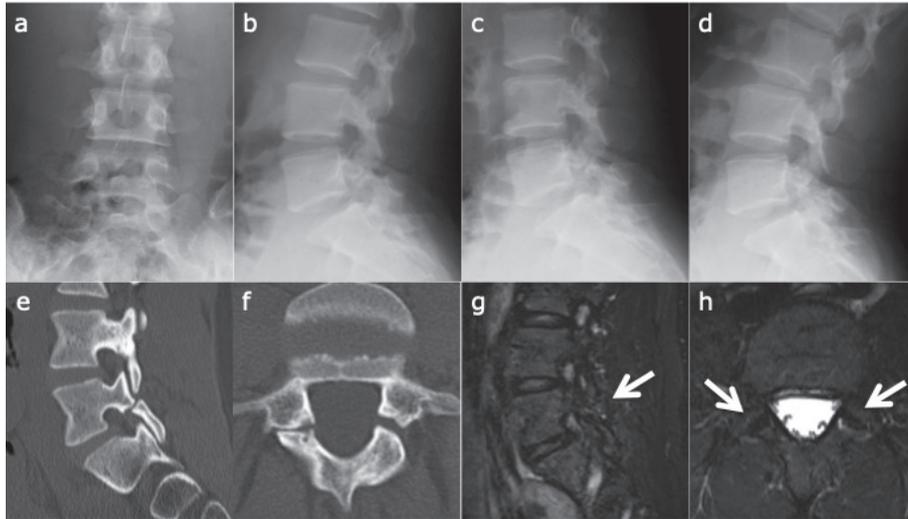


図1 来院時画像  
 a~d: 来院時単純X線, 正面/側面/前屈/後屈像.  
 e, f: 来院時CT画像 右矢状断/水平断.  
 g, h: 来院時MRI画像 右矢状断/水平断 分離部の信号変化がない(矢印).

たが, 再度腰痛が出現したため前医初診時より2年後の16歳時に本院を受診した. 来院時の身体所見としては後屈時に腰痛の訴えがあり, 明らかな神経根症状は伴っていなかった. 画像検査では単純X線で機能撮影による不安定性は認めなかった(図1a~d).

CTで両側L5椎間関節突起間部は皮質の連続性が断たれ, CT水平断を用いた病期分類で末期であった(図1e, f).

MRIでは同部位の骨髄浮腫は認めず両側L5偽関節と診断した(図1g, h).

理学療法を導入し, 可及的に運動は再開したが疼痛のため練習や試合は中断せざるを得ない状況が続いた. 再度MRIを撮影し直し, 他椎体の腰椎分離症や椎間板由来の疼痛でないことを確認した上で本院初診時から11ヵ月でsmiley face rod変法による分離部修復術を行った(図2).

L5棘突起から3cm外側に4cmの縦皮切を両側においた. Wiltse approachで展開し, 開窓器を設置した. 分離部を確認しdecorticationを行ない, pedicle screwを挿入し棘間靭帯を通すように円弧状のrodを挿入した. 腸骨から採取した海綿骨を偽関節部へ骨移植し, pedicle screwとrodに圧着をかけ手術終了とした.

術後は半硬性コルセットを着用し, 術後3日から歩行練習を始め, 術後7日で自宅へ退院した. 術後1ヵ月でスクワットとランジ動作を始め, 術後3ヵ月でCTでは右外側皮質の部分的な連続性が確認できたため半硬性コルセットを着用した状態でスウィングやスローイングなどの模擬練習を許可し, ジョギングや縄跳びなどの運動を開始した. 術後4ヵ月で守備の際の前後屈を許可し, バックステップを導入した. 疼痛の再燃なく術後5ヵ月

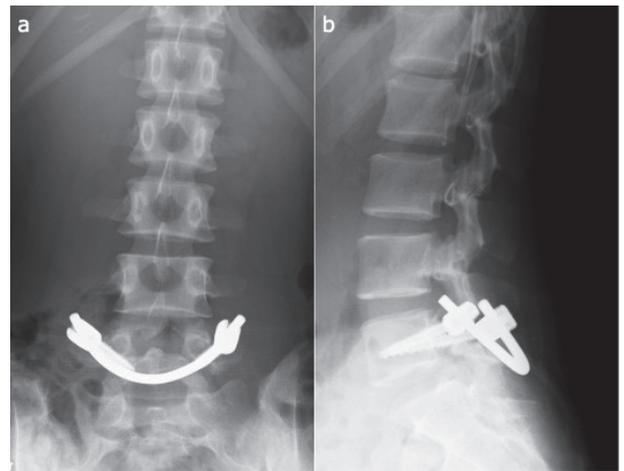


図2 術後画像  
 a, b: smiley face rod法, 術後単純X線正面側面像.

で左も外側皮質の部分的な連続性を確認できたため, コルセットを終了し競技への復帰を許可した. 術後6ヵ月で試合に出場し競技へ完全復帰した. 術後1年のCTで両側椎間関節突起間部の骨癒合を確認した. 部活動を引退した後に術後1年5ヵ月で骨癒合していることを確認し(図3~5), 抜釘術を行なった. 抜釘後は疼痛なく運動を再開し, 術後の愁訴はなく経過している. CTでも骨癒合が維持できており, すべり症は認めなかった(図6).

## 考 察

腰椎分離症の発生機序として, 慢性的な伸展・屈曲ス

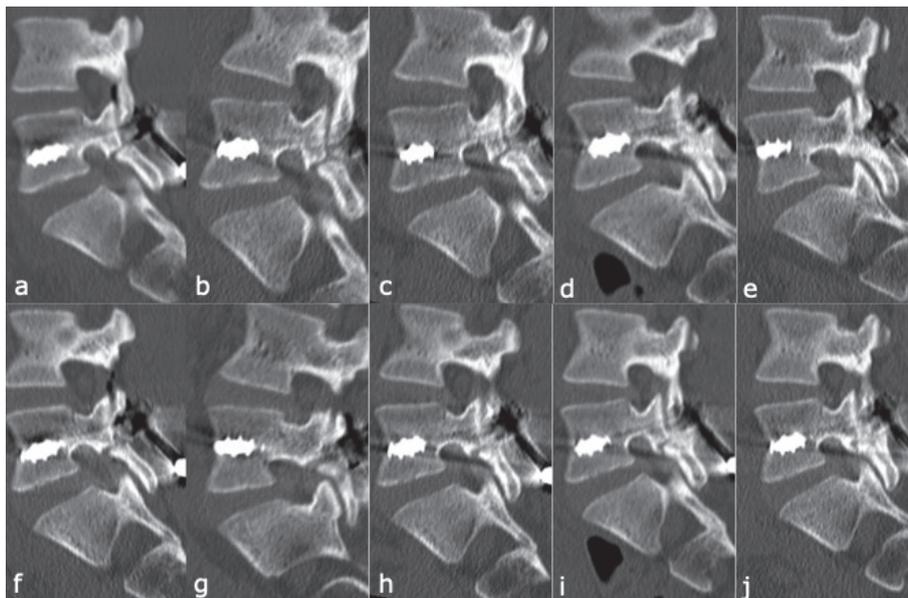


図3 CT矢状断スライス  
 (上段, 下段) : 左より術直後, 術3ヵ月後, 術5ヵ月後, 術1年後, 術1年5ヵ月後.  
 a~eは右, f~jは左の経過.

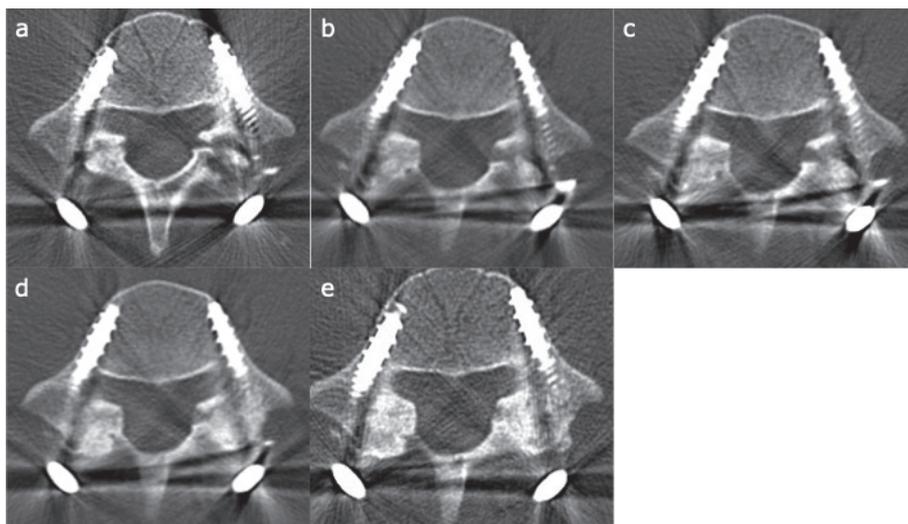


図4 CT水平断スライス  
 a~e: 順に術直後, 術3ヵ月後, 術5ヵ月後, 術1年後, 術1年5ヵ月後. 術5ヵ月後に右は癒合し左は外側皮質から徐々に癒合が始まっているのが確認できる.

トレスが当該椎体の椎間関節突起間部にかかることが知られている<sup>2)</sup>。腰椎分離症は偽関節に至っていない骨癒合の見込みのある症例に関して、保存療法による良好な癒合成績が報告されている<sup>3)</sup>。保存療法は運動の中止、コルセットなど外固定、理学療法の介入によるものが主体であり、筆者らは運動を中止することが骨癒合に大きく影響することを報告した<sup>1)</sup>。

十分な保存加療を行なったにも関わらず偽関節化する症例や、来院時すでに偽関節化している症例に関しては対症療法が中心となる。対症療法を中心とした保存療法

に抵抗性の場合は外科的治療が考慮される。偽関節化した分離部の疼痛の原因としては、分離部の不安定性から滑膜炎が惹起され、その炎症が分離の骨欠損部と隣接する椎間関節と交通することによると Sairyo らは報告している<sup>4)</sup>。手術を行なう際には疼痛緩和のために骨欠損部が無くなるように分離部を整復することが重要であるとされている。また腰椎分離症から迂りへの進行は43%から74%とされており<sup>5)</sup>、迂りの進行を防ぐためにも分離部を癒合させるとは意義があると考えられる。手術療法について、すべり症など椎体間に不安定性を認める症

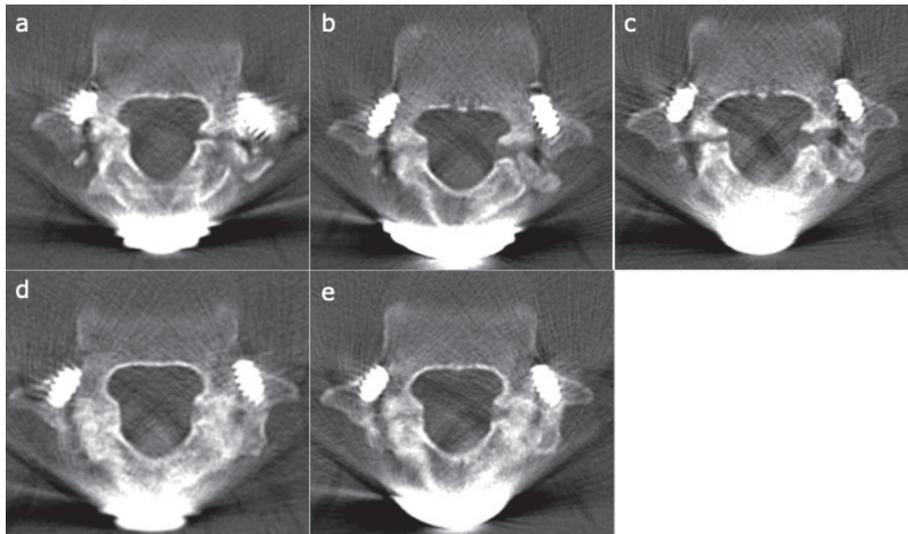


図5 CT斜め水平断スライス  
a~e: 順に術直後, 術3ヵ月後, 術5ヵ月後, 術1年後, 術1年5ヵ月後.

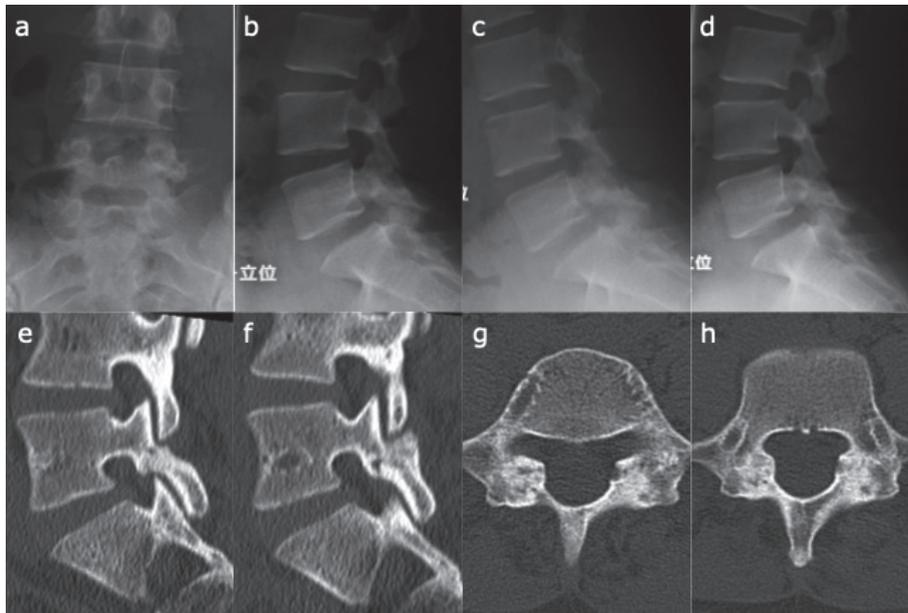


図6 抜釘後画像  
a~d: 抜釘後単純X線, 順に正面像, 側面像, 前屈像, 後屈像. 不安定性は認めなかった.  
e~h: 抜釘後CT, 順に右矢状断, 左矢状断, 水平断, 斜め水平断スライス. 分離部の癒合が確認できる.

例に対しては椎間固定術が行なわれることがある。しかし、椎間固定術は当該椎間の可動性を制限してしまい、長期的には隣接障害のリスクも高くなる。分離部修復術は当該椎間の可動性を保ったまま、分離部を整復でき、術式によっては強固な固定が得られる。

分離部修復術の手法としてはBuck法<sup>6)</sup>、Scott法<sup>7)</sup>、hook rod法<sup>8)</sup>などが挙げられる。Buck法は分離部に直接screwを挿入し分離部の安定化を図る手術ではあるが、固定性に欠け外固定が延長する点が指摘されており、同

様にScott法でもwiringのみでは強度が不十分<sup>9)</sup>でwire折損例なども報告されている<sup>6,7)</sup>。hook-rod法は、固定力は改善し癒合成績についても安定した報告<sup>10)</sup>はあるものの問題点として手術手技上screw headの可動角度とrodの設置至適角度を合わせることが困難であることが挙げられる。分離部修復術は、1960年代から前述のようにさまざまな手術手技が考案されていたが、smiley face rod法は新しい術式として1999年にGillettらが報告している<sup>11)</sup>。当時はpedicle screwとV字rod

とを使用していたが、2006年にはUlibarriらが円弧状のrodへの応用を報告<sup>12)</sup>した。円弧状のロッドを使用することで無理なく棘突起下を通すことができ、固定力も他の手技と比較し強固である。近年ではナビゲーションを使用した応用例も報告されており優れた術式として普及してきている<sup>13)</sup>。本院では分離部により強固な圧迫力がかかるように、pedicle screwをWeinstein法に準じて外側から挿入するsmiley face rod変法を用いて分離部修復しており、良好な治療成績を報告している<sup>14)</sup>。

癒合経過とリハビリテーションの進行について、保存療法と同様に<sup>15)</sup>術直後はストレッチとコアトレーニング中心に行ない、疼痛が消失した頃からスクワット・ランジ動作、また片側の部分的な癒合を確認できた術後3ヵ月で回旋動作から開始した。しかし片側の部分的な癒合のため模擬練習に抑えて実践的なトレーニングへの復帰は見送った。術後5ヵ月より矢状断では頭側方向から両側とも部分癒合し、水平断では外側から部分癒合が確認できたため回旋・伸展動作を含めて実践的な競技復帰を許可した。その後1ヵ月の経過を見て競技へ完全復帰している。術後リハビリテーションで基礎体力を低下させず、負荷の少ないことから段階的に始めていくことで、術後6ヵ月という期間で競技へ完全復帰できたと考ええる。

Smiley face rod法の報告は複数あるが、経時的な骨癒合の経過を詳細に報告した例がない。本症例では、部活動引退後に抜釘術を行ない抜釘後も特に愁訴なく運動継続でき、保存療法から手術、抜釘を通して良好な成績を収めた。術後どの段階から競技復帰を許可するかは一定の見解はなく、本院では骨癒合状態を画像で評価しながら段階的復帰を促すことで腰椎分離症の治療と競技復帰を両立させることができたと考ええる。今回われわれは左右の骨癒合の状態を評価するためにCTを使用した。CTにおける被曝量を抑えるために照射を固定部に絞る工夫を行なった。今回は確認の撮像も行なったが、さらに被曝量を抑えるために今後は一度癒合を得てからの撮像頻度を減らすことを検討している。

腰椎分離症に対する分離部修復術は診療報酬改定により2018年4月からK142-7として保険収載されることになり、治療法のひとつとして確立し今後さらに広く普及する術式であると考ええる。今後は症例数を増やして治療成績の解析や隣接椎間障害などの合併症の検討が求められることと、抜釘後の経過を追跡し、長期成績を観察する必要がある。

## 文 献

- 1) 奥脇駿ほか：発育期スポーツにおける腰椎分離症患者の解析と積極的保存療法。整スポ会誌, 38: 172-176, 2018.
- 2) Sairyo K et al: Athletes with unilateral spondylo-

- sis are at risk of stress fracture at the contralateral pedicle and pars interarticularis: a clinical and biomechanical study. *Am J Sports Med*, 33: 583-590, 2005.
- 3) Tatsumura M et al: Prevalence of curable and pseudoarthrosis stages of adolescent lumbar spondylolysis. *J Rural Med*, 13: 105-109, 2018.
- 4) Sairyo K et al: Painful lumbar spondylolysis among pediatric sports players: a pilot MRI study. *Arch Orthop Trauma Surg*, 131: 1485-1489, 2011.
- 5) Crawford CH 3rd et al: Current evidence regarding the etiology, prevalence, natural history, and prognosis of pediatric lumbar spondylolysis: a report from the scoliosis research society evidence-based medicine committee. *Spine Deform*, 3: 12-29, 2015.
- 6) Buck JE: Direct repair of the defect in spondylolisthesis. Preliminary report. *J Bone Joint Surg Br*, 52: 432-437, 1970.
- 7) Scott JHS: The Edinburgh repair of isthmic (Group II) spondylolysis. *J Bone Joint Surg Br*, 69: 491, 1987.
- 8) Morscher E et al: Surgical treatment of spondylolisthesis by bone grafting and direct stabilization of spondylolysis by means of a hook screw. *Arch Orthop Trauma Surg*, 103: 175-178, 1984.
- 9) Pai VS et al: Repair of spondylolytic defect with a cable screw reconstruction. *Int Orthop*, 32: 121-125, 2008.
- 10) 岡田文明ほか：腰椎分離症に対する pedicle screw と hook による固定術の治療経験。日腰痛会誌, 14: 140-144, 2008.
- 11) Gillet P et al: Direct repair of spondylolysis without spondylolisthesis, using a rod-screw construct and bone grafting of the pars defect. *Spine*, 24: 1252-1256, 1999.
- 12) Ulibarri JA et al: Biomechanical and clinical evaluation of a novel technique for surgical repair of spondylolysis in adolescents. *Spine*, 31: 2067-2072, 2006.
- 13) Voisin MR et al: Multilevel spondylolysis repair using the "smiley face" technique with 3-dimensional intraoperative spinal navigation. *World Neurosurg*, 109: e609-e614, 2018.
- 14) 辰村正紀ほか：腰椎分離症治療の update。別冊整形外, 37: 102-107, 2018.
- 15) 杉浦史郎ほか：発育期腰椎分離症のリハビリテーション—装具療法期間からスポーツ完全復帰まで—。整スポ会誌, 39: 279-284, 2019.

# 中間広筋挫傷後血腫に対する ウロキナーゼ局所注入吸引療法

## Aspiration Therapy Using Urokinase for Intermediate Great Muscle Hematoma after Quadriceps Contusion

福田 秀明	Hideaki Fukuda	小倉 誉大	Takahiro Ogura
浅井 重弘	Shigehiro Asai	高橋 達也	Tatsuya Takahashi
土屋 明弘	Akihiro Tsuchiya	高橋 謙二	Kenji Takahashi

### ● Key words

ウロキナーゼ, 中間広筋, 血腫

### ● 要旨

目的：中間広筋挫傷後血腫に対するウロキナーゼ局所注入吸引療法について報告する。

対象と方法：2013年4月以降に直達外力により受傷し中間広筋の筋挫傷と診断され超音波（以下 echo）検査およびMRIにて筋内血腫を認めた7例（全て男性）を対象とした。echo下で血腫内にウロキナーゼを注入し3日目以降に穿刺吸引した。

結果：注入時期は受傷後平均14.4日、膝関節可動域完全回復は平均35.1日であり平均37.4日で全症例スポーツ復帰が可となった。

結語：治療遷延が想定されうる中間広筋挫傷後血腫ではウロキナーゼ局所注入吸引療法は有用な加療の一つになりうる。

いて報告することである。

### はじめに

大腿四頭筋挫傷後に発生した筋内血腫は、疼痛遷延・可動域制限・骨化性筋炎などの合併症を起こすことがありスポーツ復帰を困難にする<sup>1,2)</sup>。ウロキナーゼ局所注入療法は、血漿中のプラスミノゲンをプラスミンに変換しフィブリン塊を含む血栓を融解する療法である。立石・仁賀らは、大腿筋挫傷後血腫に対し可動域制限が続く症例や、血腫が直接穿刺困難になった難治症例でこの治療法の有用性を報告している<sup>3,4)</sup>。特に中間広筋挫傷後に生じた筋内血腫は骨化性筋炎のリスクも高く難治症例になることがある<sup>1)</sup>。治療遷延が想定されるケースでは、観血的血腫除去術や鏡視下血腫除去術などの手術加療を考慮する前に、簡易かつ低侵襲である本療法がアスリートの早期復帰に有用であると考え、当院での第一選択としている。本研究の目的は、中間広筋挫傷後血腫に対し当院で行なったウロキナーゼ局所注入吸引療法につ

### 症例と方法

2013年4月から2018年12月までに、スポーツ活動中での大腿部への直達外力によって受傷し、超音波（以下 echo）検査やMRI検査にて中間広筋挫傷と診断された9例のうち、受傷直後に直接穿刺吸引を施行し、リハビリテーションにて軽快した2例を除く、7例がウロキナーゼ局所注入吸引療法を受け本研究の対象（Institutional Review Board, IRB Number 2019030）とした。

当院における中間広筋挫傷後血腫に対する治療方針は、まず膝関節屈曲位でのアイシング・圧迫処置の急性期の処置を通常どおり行ない、その後血腫の量や範囲が大きい場合、受傷1週以内であればecho下での直接穿刺を試みるようにしている。その後は運動療法と物理療法を併用してリハビリテーションを行ない、受傷から最大2週程度まで経過を見るようにしている。受傷2週を

過ぎた時点で、疼痛スコアの改善がなく同時に膝屈曲可動域が90度未満のケースでは、リハビリテーションのみでの加療継続では回復が見込めないと判断し、ウロキナーゼ局所注入吸引療法を検討し施行するようにしている。出血傾向を有する疾患や抗凝固剤を服用しているケース、また感染兆候などが疑われるケースは治療対象外としているが、本研究ではこれに該当する症例はなかった。

観血的血腫除去術や鏡視下血腫除去術の手術加療と比して、侵襲が低い点や外来で行なえる処置であるというメリットを説明し、その有用性を検討するために当院での第一選択として本療法を施行している。一方で、診察・処置や検査・リハビリテーションなど全て自費診療になる点や感染・易出血性などの合併症について十分にインフォームドコンセントを行ない、同意が得られた際に本加療を実施した。2019年4月以降は、当院では本治療が臨床研究対象となったため、患者側に十分説明を行ない、研究同意を得られた際は、薬剤のみ臨床研究費から負担し、通常どおり保険診療で行なっている。

方法は、ウロキナーゼ6万単位（商品名ウロナーゼ、持田製薬）+生理食塩水10mlをecho（SONIMAGE HS1, コニカミノルタ）ガイド下で血腫内に注射した。注入後は痛みに合わせて可及的に膝可動域訓練の開始を

許可し、注入後3日以降にechoガイド下で穿刺吸引を行なった。疼痛・膝関節可動域の改善を認め、筋機能回復を確認しスポーツ復帰を適宜許可した。

## 結 果

平均年齢（初診時）は平均17.3歳（13~24）であり、平均BMIは22.6（21.7~24.8）、スポーツ種目はバスケットボール2例、ラグビー2例、ハンドボール2例、サッカー1例であった。スポーツレベルは、2例はプロアスリート、5例は競技レベルであった。

代表症例を図1に示す（症例1）。また各症例の詳細を表1に示す。ウロキナーゼ局所注入時期は受傷後平均14.4日（9~21）であり、初回穿刺時期はウロキナーゼ注入後平均18.1日目（12~25）であった。穿刺総回数は平均1.6回（1~4）、注入部位からは暗赤色の血が穿刺吸引され吸引血液総量は35~265ccと症例による差を認めた。膝関節可動域が完全に改善したのは受傷後平均35.1日（24~63）であり、全例で元のレベルまでスポーツ復帰が可能になり、完全復帰時期は受傷後平均37.4日（28~56）であった。経過観察期間は平均89日（35~124）であり、最終観察時までには観血的血腫除去術や鏡視下血腫除去術の手術加療が追加で必要になった

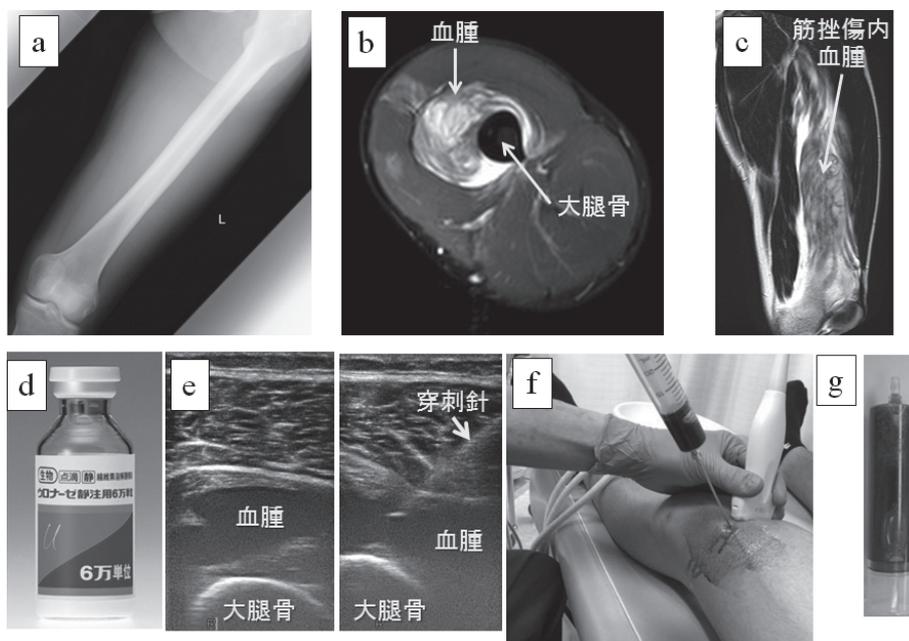


図1 24歳男性 症例1  
プロバスケットボール選手  
a: 初診時単純X線. 異常所見を認めない.  
b: MRI STIR Axial 像. 中間広筋の筋挫傷と筋内血腫を認める.  
c: MRI T2 Coronal 像. 中間広筋広範囲での挫傷を認める.  
d: 使用しているウロキナーゼ静注用6万単位（持田製薬）.  
e: echo 下での穿刺.  
f: 穿刺吸引した血腫.  
g: 暗赤色の血が穿刺吸引された.

表 1 各症例の背景とウロキナーゼ注入後の経過内容

症例	年齢	性別	BMI	スポーツ種目	注入時期(受傷後)	経過観察期間	ウロキナーゼ注入(受傷後期日)				
							初回穿刺時期	膝ROM完全獲得時期	スポーツ完全復帰	穿刺吸引総回数	吸引血液総量
①	24歳	男	23.3	バスケットボール	10日	105日	13日	63日	56日	4回	235cc
②	23歳	男	24.8	ラグビー	9日	124日	12日	35日	35日	3回	265cc
③	15歳	男	21.7	バスケットボール	21日	149日	25日	35日	40日	1回	45cc
④	17歳	男	21.8	サッカー	16日	68日	20日	24日	28日	1回	55cc
⑤	13歳	男	21.7	ハンドボール	17日	57日	20日	36日	38日	1回	60cc
⑥	13歳	男	22.7	ハンドボール	13日	85日	18日	26日	30日	1回	35cc
⑦	16歳	男	22.2	ラグビー	15日	35日	19日	27日	35日	1回	40cc
平均	17.2歳		22.6		14.4日	89日	18.1日	35.1日	37.4日	1.7回	105cc

ケースはなく、易出血性、感染や骨化性筋炎などの合併症も認めなかった。

### 考 察

本研究では中間広筋挫傷後血腫に対しウロキナーゼ局所注入吸引療法を施行し、7例と少数であるがその有用性を報告した。全症例で膝関節可動域は改善し、合併症もなくスポーツ活動も元のレベルに平均37.4日で復帰可能であった。中間広筋挫傷後により生じた筋内血腫は難治症例になることがあり、治癒遷延にてスポーツ復帰までが長期に想定されるようなケースでは、観血的血腫除去術と比して簡易かつ低侵襲である本治療法は有用な加療の一つになりうると考えている。2002年に立石らは大腿部筋挫傷後の筋内・筋間血腫症例に対するウロキナーゼ局所注入吸引療法を報告しており、血腫の穿刺吸引困難例や可動域制限の持続症例に対し、観血的治療を考慮する前に、低侵襲かつ簡便な本療法を検討する価値があるとしている<sup>3)</sup>。当院においても、観血的血腫除去術や鏡視下血腫除去術の手術加療と比して、侵襲が低く外来で行なえる処置である点で、その有用性とアスリートの早期復帰につながる可能性があると考え、観血的加療を考慮する前に、まず本療法を先に検討するようにしている。

ウロキナーゼ局所注入療法は、血漿中のプラスミノーゲンをプラスミンに変換しフィブリン塊を含む血栓を融解する療法であり、従来は血栓症などの閉塞性疾患の治療に用いられることが多く、整形外科領域の疾患で使用することは稀である。溶解は注入後から直ちに始まり、徐々に溶解範囲が広がっていく。ウロキナーゼ注入後、複数回の穿刺吸引を避けるために筋内血腫に対するウロキナーゼ局所注入吸引療法の適切な吸引時期として、注入後3日目以降の穿刺が推奨されており<sup>5)</sup>、当院でも同様に行なっている。

症例1・2では、当院がサポート契約しているチーム

の所属プロ選手であり、初期治療後に早期でのさらなる対応を要したことや、腫脹・疼痛が非常に強く、またechoガイド下での直接穿刺で血腫の吸引が不能であったため、受傷後9日と10日の時点で通常より早期に同療法を施行するに至ったケースであった。しかし最終的には計3回以上の穿刺吸引を余儀なくされ、また吸引血液総量も235cc、265ccと他の症例と比較し多かった。画像的にも筋挫傷の範囲が広く、血腫そのものが大きかったことも考えられたが、ウロキナーゼの注入時期が早く、注入後に持続して血液が漏出拡大してきた可能性もあり、注入時期が尚早であり適切ではなかったことが懸念された。この2例を除く5例は受傷後平均16.4日でウロキナーゼ注入を行ない、いずれも1回の穿刺吸引で済んだケースであった。症例3は受傷後21日と比較的時間が経過してからウロキナーゼ注入したケースであるが、注入翌日から劇的に疼痛スコア・膝関節屈曲可動域も改善した症例であり(80度→125度)、注入後4日目で血液吸引(45cc)を施行し、その翌日から軽度の運動を再開できた症例であった。

症例3をはじめ症例4・5も他院からの紹介で当院の受診が遅れたケースであったが(受傷後16日以上経過)、当院初診時で既にechoやMRIでフィブリン塊を認めており一回の注入・穿刺吸引でいずれも症状が劇的に改善した症例であった。

ウロキナーゼの適切な注入量や注入時期に関する報告はなく、まだ不明な点も多い。今後も症例を増やし検討していく余地があるが、当院では受傷後約2週間後でecho・MRIにてフィブリン塊が確認でき始める頃がウロキナーゼの注入を検討できうる時期だと考えている。また症例3のように、受傷後21日経過していても、治療効果は高かったため、現在では受傷後2週～3週程度が注入時期のgolden timeであると考えている。全症例で注入後3～5日目で穿刺吸引を施行したが、複数回の吸引穿刺を避けるための適切な吸引時期に関する検討は、注入時期のばらつきがあったため本研究では検討で

きなかった。

大腿部筋挫傷自体はスポーツでの現場ではよく遭遇する外傷であり、おおむね RICE・リハビリテーションなどの初期治療で軽快することが多い。ただし筋挫傷後に筋内・筋間血腫が生じた症例では、しばしば疼痛遷延・可動域制限を認め、スポーツ復帰までに数ヶ月以上の時間を要することがあり、観血的加療を検討せざるを得ないケースもある。とりわけ中間広筋は大腿骨骨膜由来の出血のため挫傷後の骨化性筋炎の合併症のリスクが高く<sup>2)</sup>、骨化性筋炎自体も①成長期の骨増生の強い選手に起こりやすい②受傷早期に適切な治療がなされずスポーツ活動に復帰した選手に起こりやすいなどの特徴があり<sup>2,4)</sup>、一度発症すると治療に難渋することがあるため必ず避けたい合併症<sup>6,7)</sup>の一つである。そのため本加療の安全性や有用性、長期成績の検討は今後も必要と考える。

本外傷に対する直視下血腫除去術<sup>8)</sup>または鏡視下血腫除去術<sup>9)</sup>の手術療法の症例報告は少なく、渉猟しえた2つの報告の結果では、いずれも受傷から約30～50日でスポーツ復帰が可能となっていた。本研究では平均37.4日(28～56日)でスポーツ復帰が可能になっており、観血的血腫除去術よりは簡易であり、また低侵襲である点からも<sup>4,6)</sup>本加療は有用な治療の一つと考えられた。

本研究のリミテーションは、症例数が少ないこと、後ろ向き研究であること、受傷後からウロキナーゼの投与期間が一定でないこと、血腫除去術などの他の加療との比較をできていないことがある。

最後にドーピングコントロールに関しては、ウロキナーゼの成分自体は2019年8月現在、競技での禁止薬物とはされていない。現在わが国では1社(持田製薬)のみからウロキナーゼ製剤が販売されているが、以前に製造された他社の製剤にはアルブミン含有である製品もあるため注意したほうが良いと考える。

## 結 語

中間広筋挫傷後血腫に対して、ウロキナーゼ局所注入

吸引療法を行なった7例を報告した。

本症例では全例において膝関節可動域は正常化し、合併症もなくスポーツ活動も元のレベルに平均37.4日で復帰可能であった。中間広筋挫傷後により生じた筋内血腫は難治症例になることがあるため、スポーツ復帰までが長期化想定されるようなケースでは、侵襲も低く簡便である点からも本加療は有用と考える。

## 文 献

- 1) Estwanik JJ et al: Contusions and the formation of myositis ossificans. *Phys Sportsmed*, 18: 52-64, 1990.
- 2) 宮田岳人ほか：大腿四頭筋挫傷後に発生した骨化性筋炎の2例. *中部整災誌*, 49: 143-144, 2006.
- 3) 立石智彦ほか：血腫に対するウロキナーゼによる局所注入吸引療法の治療経験. *整スポ会誌*, 22: 258-261, 2002.
- 4) 仁賀定雄ほか：骨盤・股関節・大腿の障害. *Orthopaedics*, 23: 95-107, 2010.
- 5) 立石智彦ほか：血腫に対するウロキナーゼ局所注入吸引療法の適切な注入/吸引時期の検討. *日臨スポーツ医会誌*, 20: S166, 2012.
- 6) 奥脇透：肉離れの現状. *臨スポーツ医*, 34: 744-749, 2017.
- 7) Jackson DW et al: Quadriceps contusions in young athletes. Relation of severity of injury to treatment and prognosis. *J Bone Joint Surg Am*, 55: 95-105, 1973.
- 8) 中嶋寛之(編集)：スポーツ外傷と障害. 文光堂, 東京: 479-480, 1985.
- 9) 與田正樹ほか：鏡視下手術を施行した大腿四頭筋血腫の1例. *東海スポーツ傷害研会誌*, 30: 23-25, 2012.