# 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌

2015 Vol.25 関西臨床スポーツ医・科学研究会

# 目 次

1.	E関節内果被穷背折の小経験····································	康匡	他5
2.	骨軟骨腫に合併した距骨外側突起疲労骨折に対して 関節鏡視下手術を施行した 1 例 塚田	直紀	他11
3.	スポーツ選手における外側半月板切除後の外反変形膝に対する 手術治療の経験 · · · · 中山	寛	他 15
4.	体組成計を用いた ACL 再建術後早期の筋肉量評価 永田	武豊	他19
5.	スポーツ活動の有無における変形性膝関節症患者の検討 林	慈晃	他 23
6.	自在曲線定規を用いた脊柱アライメント及び可動性評価の考案 石川	大輔	他27
7.	奈良県における高校野球メディカルサポート	良太	他 31
8.	奈良マラソンにおけるメディカルサポート 一理学療法士会の立場から― … 唄	大輔	他 33
9.	市民ランナーの推定最大酸素摂取量と関連する要因について高尾	憲司	他 37
10.	男性一般市民ランナーにおける貧血の実態とその影響要因 濱口	幹太	他 41

11.	夏季の高等学校野球選手権地方大会の熱中症発生の実態 江川	琢也	他 45
12.	小学生軟式野球選手の成長期肘関節障害発症と ポジションの関連に関する検討 —メディカルチェックの結果から— ・・・・・・ 木村	公一	他 49
13.	大学サッカー選手の人工芝グラウンドにおけるスポーツ傷害の経時的変化 一人工芝グラウンドに対するゴムチップ補充の影響— · · · · · 藤高	紘平	他 53

# 足関節内果疲労骨折の小経験

なか整形外科医院 中 康匡 やまぎわ整形外科 山際 哲夫

スポーツによる足関節内果疲労骨折の発生は、比較的まれとされているが、我々は最近の6年間に8例の手術例を経験し、若干の知見を得ているので報告する.

#### 対象と方法

平成21年から6年間に手術を行った8例を対象とし、 年齢、性、左右、スポーツ種目、臨床症状、画像所見、臨 床経過を検討した.

#### 結 果

年齢は、15~19歳(平均16.5歳)で、種目は、陸上短距離2名、ラグビー、サッカー、バスケット、バレーボール、体操、剣道各1名であった。主訴は、全例足関節内側部痛で、単純 X 線像にて6 例に関節天蓋内側縁より長軸方向に走る骨折線を認めた。他の2 例は単純 X 線像では骨折線を認めなかったがMRI 像で関節天蓋内側縁より長軸方向に高輝度像(T2 強調)を認めた。手術は全例スクリュー固定を行った。術後は2~4カ月でスポーツ復帰が可能となった。

#### 代表症例

#### 症例 1

17歳男性, 陸上 400m ハードルの選手. 2週間にわたる 運動時の右足関節痛が続き, 受診した. 単純 X 線像で特に異常を認めなかったが, 右足関節内側前面の著明な圧痛と熱感を認めた. MRI のT2 強調像にて関節天蓋内側縁より長軸方向に走る数 mm の低輝度帯とその中枢側に高輝度像を, 脂肪抑制 T2 強調像で骨折部周囲に高輝度像を認め (図1-a,b), 右足関節内果疲労骨折と診断した. 早期の競技復帰を希望したため, スクリュー2本による手術を施行した (図1-c). 術後1カ月でランニングが可能となり, 術後2カ月で完全復帰した.

#### 症例7

15歳男性,体操選手.床運動の着地の瞬間に左足関節に骨折音と激痛が生じた.他院で保存的に治療されたが疼痛が軽快せず,2カ月後にスクリュー1本固定による手術を受けるも術後6週間で再骨折した.その後,超音波治療器にて5カ月治療し,競技に復帰したが再び再骨折したため紹介された.単純 X 線像にて拡大した骨折線を認め(図

表1.	症例の内訴
201.	7111 フリマンド リロハ

No	年齢・性	スポーツ種目	左右	Stage	*スポーツ復帰までの期間(月)と参考事項
1	17歳 男	陸上400mH	右	I	3M(2M) ハードルの着地足が右
2	17歳 男	陸上400mH	右	IV	4(3) ハードルの踏み切り足が右
3	15歳 男	ラグビー	左	Ш	3(2) 骨端線残存
4	16歳 男	サッカー	右	Ш	3 (2)
5	19歳 女	バスケット	右	I ~ II	4 (3) 内反脛骨
6	16歳 男	バレーボール	左	<b>Ⅲ~</b> Ⅳ	6 (2) 遷延治癒
7	15歳 男	体操	左	IV	13 (4) 遷延治癒
8	17歳 女	剣道	左	Ш	3(2) 外側靭帯機能不全を合併

※ 発症からスポーツ復帰までの期間 括弧内の数字は当院での手術からスポーツ復帰までの期間を表す.

Stage は, 富原ら<sup>2)</sup> が提示した分類に従った.

Stage I: 単純X線像では骨折線が認められず,MRIや骨シンチグラフィーなどで診断がつくもの

Stage II: 足関節から骨折線が認められるが、脛骨内側骨皮質には達しないもの

Stage Ⅲ: 骨折線が脛骨内側骨皮質に達するもの

Stage IV: 足関節から脛骨内側骨皮質に骨折線が認められ,足関節での離解があるもの



図1-a. 症例1 MRI冠状断像(T2強調像) 関節天蓋内側縁より長軸方向に走る数mmの低輝度帯 とその中枢側に高輝度像を認める.

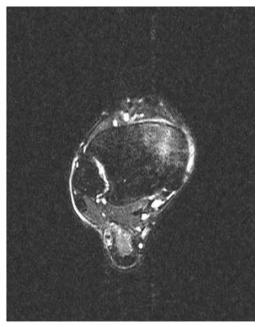


図1-b. 横断像(脂肪抑制T2強調像) 骨折部周囲に高輝度像を認め,足関節内果部の前方 から骨折線が入っていく様子が窺える.



図1-c. 症例1 術後単純X線像

2-a),スクリュー2本固定による手術を行った. 術後2週間で全荷重歩行を許可し,術後10週で床運動以外の競技が可能となり,術後約4カ月で骨癒合が得られ競技復帰を果たした(図2-b).

#### 考 察

スポーツによる足関節内果疲労骨折の発生は、比較的まれで、下腿疲労骨折の2.5~4%と報告されている。そのスポーツ種目は、成書にはラグビーに多いと記載されているが、特に競技レベルの高い陸上トラック種目の選手にも



図2-a. 症例7 単純X線像にて拡大した骨折線を認める.

少なからず発生している<sup>1)</sup>. 年齢は他の下肢疲労骨折と同様に17歳前後に集中し、性差は男性に多く、左右別ではやや右に多く発生している。発症原因にはスプリント系のランニングや強いジャンプ動作を繰り返すことによる足関節への強い内反ストレスが考えられる。今回の症例でも400mハードルの2選手のいずれも右足関節に発生しており、ハードルの着地や踏み切りを左周りの曲線走路で行うことが発症に深く関与していると考える。実際に症例2では、右足で踏み切った瞬間に完全骨折していた。また、脛骨内反、O脚などの下肢のアライメント異常や足関節外側の不安定性が存在すると発生を助長する要因となると思われる。今回の8例のうち、1例に脛骨内反、1例に足関節外側靭帯機能不全を認めた。なお、外側靭帯機能不全の例では同時に靭帯の修復術を行い良好に治癒している(図3-a,b).

診断は、外傷のエピソードなく発生した内果部の疼痛と内果前方部の圧痛で疑い、単純 X 線や CT、MRI などの画像で確定できる。発症の初期では単純 X 線像で捉えることは困難であるが、完全骨折に至ると前後像で関節天蓋内側縁から内上方に向かう特徴的な骨折線が認められる。早期の診断にはMRI が有用で、病期が進むにつれて骨折線が前方から後方に及んでいく(図 4 - a, b). 距骨の前方は広く、背屈時に内果とインピンジが起こることも発生原因の一つに挙げられているが、我々は病期を進行させる要因にはなるが、基本的には繰り返される強い内反ストレスが原因と考えている。病期の進行度合いは症例によって差があり、今回の報告例ではないが、発症後 2 週間程度で完全骨折に至った例も経験している。ある程度病期が進行すると、



図2-b. 術後4カ月 骨癒合が得られている.

単純 X 線像でも関節天蓋内側縁から長軸方向に走る拡大した骨折線が明瞭となってくる.

治療は完全骨折でない初期例や完全骨折でも転位のない 例では原因となったスポーツの中止やギプス固定などの保 存治療が選択されるのが一般的である. しかし, この疲労 骨折の発症例のほぼ全例がスポーツ選手でありアスリート にとって長期の外固定やスポーツ活動の制限は、下肢筋 力, 全身持久力, 競技能力の低下を招くのは必至であり, スポーツを再開しても再骨折に対するリスクや不安が消え 難いという問題がある. 可徳ら3)は、この疲労骨折の特徴 として病期が進行するにしたがって骨癒合が遅延する傾向 があると報告している. 今回の報告症例でも同様の傾向が 認められた。症例7のように治療が後手に回ると骨癒合が 遷延し競技復帰まで1年以上をも要しており選手にとって の不利益は甚大である. Shelbourne ら<sup>4)</sup> は, 6 例のうち単 純 X 線像で骨折線を認めた3 例にスクリュー固定を行い. 全例術後8週間でスポーツ復帰が可能であったことから手 術治療の有用性を報告している.

手術方法としては、骨折の治癒機転を促進させるドリリングも選択されているが、かえって骨の力学的強度を弱める危険性もあるため、スポーツ復帰には慎重にならざるを得ない。Oravaら50は8例のうち2例にドリリングを行い骨癒合させているがスポーツ復帰には4~5カ月を要したと報告している。早期復帰のためには、スクリュー固定が必要と考えるが、今回、刺入方向や位置が的確でないと遷延治癒となる例を2例経験した。重要なポイントは、関節天蓋内側縁から内上方向に向かう特徴的な骨折線を確実に強固に固定することであると考える。病期が進行すると骨



図3-a. 症例8 受傷時単純X線像 特徴的な骨折線と外側靭帯機能不全によって発生したと考えられる骨棘形成を距骨内側に認める.



図3-b. 術後2カ月 スクリュー2本による内固定と外側靭帯修復 術を同時に施行し、術後2カ月で競技復帰可 能となった.



図4-a. 症例5 T2強調像にて関節天蓋内側縁より長軸方向に走る数 mmの低輝度帯とその中枢側に高輝度像を認める.

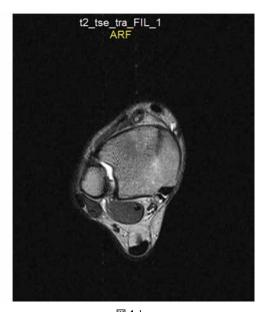


図4-b. 足関節内果部の前方から生じた骨折線が後方に及び連続して高輝度像が線状に認められる.

折線の遠位側かつ前方が拡大していくため、主要な圧迫スクリューは、骨端線残存例でない限り骨折線に垂直方向で関節面のなるべく近傍かつやや前方に刺入することが重要である。的確な手術を行えば、再骨折の不安なく早期にス

ポーツ復帰が十分可能であり、発症初期の例であっても早期のスポーツ復帰を希望する場合には積極的に観血的治療を行うべきと考える.

#### まとめ

比較的まれとされる足関節内果疲労骨折の8手術例を経験した.原因は足関節への繰り返される強い内反ストレスと考えられる. 圧迫スクリュー固定による手術で全例とも2~4カ月で競技復帰が可能であった. 他施設でスクリュー固定がなされていたにもかかわらず, 骨癒合が遷延もしくは再骨折した例を2例経験した. 特徴的な骨折線に対して垂直かつ関節の近傍に圧迫スクリューを刺入することが重要である. 保存治療が功を奏しないため後に手術を行うといった治療をすると骨癒合が遷延する傾向がある. 発症初期の例であっても早期にスポーツ復帰を希望する場合は, 的確な手術治療を積極的に行うべきと考える.

- 1) 亀山泰ら. 足関節内果および足舟状骨疲労骨折について. スポーツ医・科学22巻: 1-5, 2010.
- 2) 富原朋弘ら. スポーツ選手における脛骨内果疲労骨折. 整スポ会誌 20: 357 363, 2000.
- 3) 可徳三博ら. 足関節内果疲労骨折に対する治療経験. 骨折34 巻: 657 - 660, 2012.
- 4) Shelbourne KD, et al.: Stress fractures of the medial malleolus. Am J Sports Med 16: 60 63, 1988.
- 5) Orava S et al.: Stress fractures of the medial malleolus. J Bone Joint Surg Am 77: 362 365, 1995.

# 骨軟骨腫に合併した距骨外側突起疲労骨折に対して 関節鏡視下手術を施行した1例

奈良県総合医療センター 整形外科 **塚田 直紀・磯本 慎二・佐本 憲宏・杉本 和也** 奈良県立医科大学 整形外科 **田中 康仁** 

#### 要 旨

骨軟骨腫に合併した距骨外側突起疲労骨折に対して関節鏡視下手術を施行した1 例を経験したので報告する. 症例は14歳の女性で,3 年前からのダンス時の右足外側部痛を主訴に当科を受診した.CT で距骨外側突起疲労骨折と距骨下関節の骨軟骨腫を認め,関節鏡視下に骨軟骨腫の摘出と骨折部のドリリングを施行した.後療法は術直後から下腿ギプス固定,術後2週からPTB 装具を装着して部分荷重を行った.術後13週でCT にて骨癒合を認めたためPTB 装具を除去,術後23週で運動を許可した.術後17カ月の時点で疼痛や関節可動域制限もなく,支障なくダンスおよび日常生活を行っている.若年に発症した距骨外側突起疲労骨折に対しては鏡視下ドリリングが有効な治療の一つとして考えられた.

#### 緒 言

距骨外側突起骨折は、スノーボーダーをはじめとするスポーツ選手にしばしばみられる骨折である。距骨外側突起疲労骨折は非常にまれであり、我々の渉猟し得た範囲ではこれまでに報告はほとんどない<sup>3).4)</sup>. また、距骨外側突起疲労骨折に対して関節鏡視下に手術をした症例の報告はこれまでにない。今回、我々は骨軟骨腫に合併した距骨外側突起疲労骨折に対して関節鏡視下に骨軟骨腫を摘出し、骨折部にドリリングを加え、経過が良好であった稀な症例を経験したため報告する。

#### 症 例

**患 者**:14歳,女性 **主 訴**:右足外側部痛

スポーツ歴:ダンス(小学生から)

現病歴:約3年前からのダンス等の際に右足外側部痛を自 覚するようになったため近医を受診した. 保存的加療で症 状の改善がないため当院を紹介受診した.

初診時現症:明らかな腫脹は認めなかったが、外果前方に 腫瘤と軽度の圧痛を認めた.可動域は、背屈15度、底屈 60 度と底背屈制限はなく、外がえし10 度と外がえし制限を認めた。

画像所見:単純 X 線像では, 距骨外側突起前外側に骨性腫瘤陰影を認めたが, 骨折線は明らかではなかった (図1). 単純 CT 像では, 距骨外側突起に不整な骨折線を認め, 骨折部周囲の骨硬化は認めなかった. さらに外側には境界明瞭な骨性腫瘤陰影を認めた (図2). MRI では, 距



図1. 初診時足関節単純 X 線像 a: 正面像 b: 側面像 正面像において骨性腫瘤陰影(矢印)を認める.



図2. 初診時CT像

距骨外側突起に骨折線を認める(矢印). 外側に骨性腫瘤陰影を認める(矢頭).

骨外側突起に骨折線を認め、その周囲にT1でlow、T2脂肪抑制でhigh の信号変化を認めた(図 3).

以上の所見より, 関節内遊離体および距骨外側突起疲労 骨折と診断し, 手術を施行した.

手術所見:手術は距骨下関節外側の3ポータルを用いて、関節鏡視下に手術を行った. 距骨外側突起に骨折線を認めたが、プロービングで骨折部の可動性は認めなかった(図4). 後距踵関節の前縁に可動性のある遊離体を認め、摘出した(図4). 各骨片をKワイヤーでドリリングし、出血を確認して手術を終了した. 摘出した遊離体は病理検査において骨軟骨腫の診断であった.

術後療法:術直後から下腿ギプス固定を行い, 術翌日から 免荷歩行を開始した. 術後2週でギプス除去をし, 可動域 訓練を開始し, PTB 装具装着下での歩行を開始した. 術 後7週から部分荷重, 術後10週で全荷重とした. 術後13 週ではCTで骨癒合を確認したため, PTB 装具を除去して 全荷重歩行を開始した. 術後23週には運動を許可した.

結果: ダンス時の疼痛はなく, 術前に認めた外がえし制限も改善されていた. 日本足の外科学会足部・足関節治療



図3. 初診時MRI像 (a: T1強調, b: T2脂肪抑制) 距骨外側突起に骨折線を認め、その周囲にT1でlow, T2脂肪抑制 でhighの信号変化を認める(矢印). 外側に骨性腫瘤を認める(矢頭).

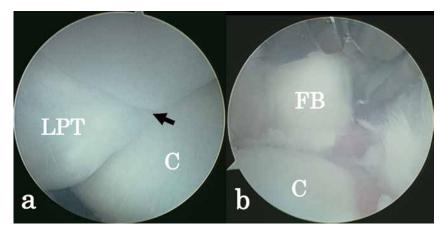


図4. 関節鏡所見 LPT: 距骨外側突起, FB: 遊離体, C: 踵骨 a: 距骨外側突起に骨折線を認める(矢印). b: 距踵関節に遊離体を認める.



図5. 術後17ヵ月時足関節単純X線像・CT像 a: 正面像、b: 側面像、c: CT像 単純X線像において腫瘤陰影が消失している。CT像において骨折部の骨癒合を認める(矢印).

成績判定基準は100点と良好であった. 術後17カ月時点での単純X線像では骨腫瘤陰影が消失しており, 単純CT像では骨折部は癒合し. 再発は認めなかった(図5).

### 考 察

距骨外側突起は腓骨と背外側で関節面を形成し, 踵骨と 内底側で関節面を形成する楔状の結節であり、距骨下関節 外側の一部を構成している1). 距骨外側突起骨折の割合は 距骨骨折の26%を占め、全足関節障害のうち、0.4%から 1%を占める<sup>2)</sup>. 距骨外側突起骨折は単純 X 線で診断する ことが困難である. 見逃された場合, 陳旧例へと移行し, その多くは距骨下関節症を起こす. 疲労骨折はアスリート にしばしばみられ、全スポーツ傷害のうち、10%を占める と言われている3). 通常の外傷性骨折が1回の大きな外力 により発生するのに対して、疲労骨折は微小な反復性の外 力が骨の同一部位に加わることにより骨組織が損傷して発 生する<sup>5)</sup>. 本症例は明らかな外傷歴がなく, CT で距骨外 側突起に不整な骨折線を認めたことから疲労骨折と考えら れた. さらに距骨下関節前方に認めた骨軟骨腫が, 距骨下 関節に挟み込むことで繰り返し微小外力が働き, 疲労骨折 を起こしたものと考えられる.

距骨外側突起骨折の分類はHawkins による分類が一般的に用いられている(type I: 単純な2 part fracture, type  $II: 複数骨片による骨折, type <math>II: 外側突起前下部の裂離骨折)^{1)}$ . 本症例は骨片が複数あることからtype II に分類される。距骨外側突起骨折の手術治療は転位を認めるtype II と type II の症例,そして保存療法で疼痛の遺残する症例で選択する。手術療法は大きな骨片を有するものでは整復固定術を,小さなものでは骨片の切除を行う $^{5)}$ . 距骨外側突起骨折を関節鏡視下に手術した症例の報告は,我々が渉猟し得たもので1 例だけであり,関節鏡視下に骨片を摘出している $^{2)}$ . 距骨外側突起疲労骨折の報告は,我々が渉猟し得たもので2 例だけであった $^{3).4)}$ . それぞれの症例の治療は保存治療(type I: スポーツの中

止)が1例<sup>3</sup>, 手術治療(type I; 切開手術)が1例<sup>4</sup>であった。本症例は骨片が大きく、切除後に関節面が大きく欠損することが予想されたため切除術の適応ではなかった。したがって、観血的骨接合術の適応となるが、本症例は骨端線が閉鎖していない若年例であり、転位も軽度であったためドリリングと安静による骨癒合が期待できたことから、より低侵襲である関節鏡視下のドリリングを選択した。骨折部にドリリングを加えた結果、骨癒合することができた。距骨外側突起疲労骨折に対して関節鏡視下にドリリングを施行した報告はないが、若年例での距骨外側突起疲労骨折に対して、鏡視下ドリリングは骨癒合促進に有効であった。

#### 結 語

骨軟骨腫に合併した距骨外側突起疲労骨折の一例を経験した. 関節鏡視下に遊離体を切除すると同時に, 距骨外側突起骨折にドリリングを行うことにより, 最少侵襲で良好な結果を得ることができた. 若年に発症した距骨外側突起疲労骨折に対しては鏡視下ドリリングが有効な治療の一つと考えられた.

- Hawkins, L.G.: Fracture of the Lateral Process of the Talus. A review of thirteen cases, J. Bone and Joint Surg., 47-A: 1170-1175, 1965.
- 2) Hiroki Funasaki, et al.: Arthroscopic Excision of Bone Fragments in a Neglected Fracture of the Lateral Process of the Talus in a Junior Soccer Player, Arthroscopy Techniques, Vol. 3, No 3: e 331-e 334, 2014.
- 3) Kevin P.B. et al.: A Stress Fracture of the Lateral Process of the Talus in a Runner. A case report, J. Bone and Joint Surg., 76-A: 441 - 443, 1994.
- 4) Stephen G.M.: Stress fracture of the lateral process of the talus —a case report, Br J Sp Med, 27(4): 275 276, 1993.
- 5) 高倉義典ら: 足の臨床, 244 245 342 343, 2014, 鳥羽清治, 東京都.

# スポーツ選手における外側半月板切除後の外反変形膝に対する 手術治療の経験

兵庫医科大学 整形外科 中山 寛・井石 智也・吉矢 晋一

#### はじめに

膝関節半月板には荷重伝達,衝撃吸収,潤滑,関節安定性などの機能があり<sup>1)</sup>,半月板切除術後の半月板機能の喪失,低下に伴う変形性膝関節症の発生という問題は数多く指摘されている<sup>2)</sup>.特に,スポーツ選手の外側半月板切除術は時に術後,重篤な軟骨損傷をきたす場合がある<sup>3)</sup>.軟骨損傷をきたした場合,スポーツの継続は非常に難しくなる.さらに,外反変形を伴う例では,疼痛や腫脹を伴う機能障害が継続し,その予後は不良となる.我々はこの様なスポーツ選手の外側半月板切除後の二次的軟骨損傷を伴う外反変形膝に対し,自家腱を用いた半月板再建術と遠位大腿骨骨切り術を行ってきたのでその成績を報告する.

#### 対 象

外側半月板切除後の外反変形を伴う膝関節症で、保存的 治療の効果がなく、腫脹や疼痛が続き、術後スポーツ復帰 を強く希望する症例を対象とした.

男性5例,女性1例,平均年齢35.8歳(20歳~54歳). 術前平均荷重線の脛骨関節面通過位置は内側から54%であり,平均術前FTAは174.8°(172°~178°)であった. 半月板切除後からの平均経過期間は7.2年(1年~14年),今回の術後の平均経過観察期間は18.3ヶ月(13ヶ月~24ヶ月)であった.

#### 手術方法と後療法

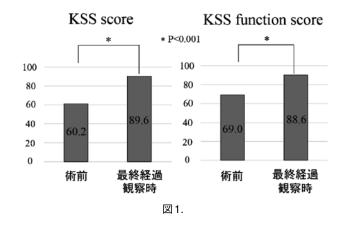
- 1. 半月板再建:自家半腱様筋腱(ST 腱)を用い、堀部の報告に準じ<sup>4</sup>、半月板前角部と後角部には骨孔を作成し、pull-out 固定とした. 体部はinside-out 法にて縫合を行い、最初の3例はST 腱1重、その後の3例はST 腱2重とした.
- **2. 遠位大腿骨骨切り術**: 内側 closed wedge, 2面カット 骨切り術を行い, LCP プレートにて固定した.
- 3. 後療法: 術後外固定は行わず, 可動域訓練は術後早期 から徐々に開始した. 3週間非荷重とし, その後部分荷 重を開始した. 全荷重は4週以降, 筋力などの条件を

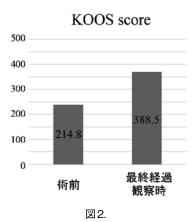
満たせばランニングは術後3ヶ月,スポーツ復帰は術後6ヶ月とした.

**4. 臨床成績**: 臨床スコアーはKSS, KSS function score, KOOS にて評価した.

#### 結 果

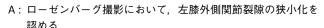
平均術後 FTA は  $180.5^\circ$  ( $178^\circ \sim 182^\circ$ ) であった. 全例、 術前存在した膝関節外側の痛みは消失し、4 例は術後半年から 1 年以内に術前スポーツへ復帰できた. 術前と最終経過観察時の平均 KSS は 60.2 から 89.6, また、平均 KSS function score は 69.0 から 88.6 へともに有意差を持って改善した(図 1). KOOS は術前 214.8 から最終経過観察時 388.5 に改善した(図 2).





### 代表症例

20歳男性、大学サッカー選手、愁訴は左膝痛. 4年前に外側半月板縫合術、3年前に外側半月板切除を受け、以後サッカーを続けていたが、1年程前から左膝痛が増強してきた. 痛みのためにプレーの継続は困難であった. X線上、外側関節裂隙は消失しておりFTAは173°と、外反膝変形を呈していた(図3). いろいろな病院を受診したが、サッカーを断念するしかないと言われていた. サッカーの継続への強い希望があり、当科を受診した. 半月板機能の喪失と外反膝を伴う関節症の二つの問題に対し、半腱様筋腱による外側半月板再建術と、大腿骨遠位での内反骨切り術を行った(図4、5). 現在術後2年であるが、公式戦に出場できるまで改善した.



- B: MRI T 2強調矢状断像において、外側半月板の消失と荷重部 軟骨広範囲の欠損を認める
- C: MRI STIR冠状断像において、外側半月板の消失と脛骨外顆の骨髄浮腫様変化を認める。



図3.



図4. 関節鏡視像

- A: 大腿骨外顆, 脛骨外顆の荷重部の広範囲の軟骨欠損を認める. 外側半月板はほぼ消失している.
- B: ST腱を用い、半月板再建を行った.
- C: 術後10カ月での再鏡視において, 再建した ST腱は滑膜に覆われていた. 荷重部軟骨も軟 骨様組織に覆われていた.
- D: 術後全下肢概観にて、アライメントはやや内 反位であり、健側と揃っている.

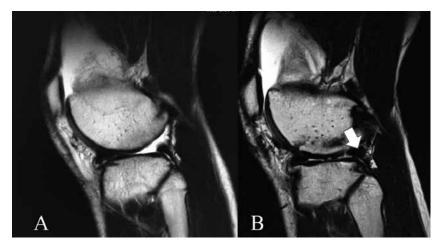


図5. MRIT2強調矢状断像 A: 術前, B: 術後6ヶ月 荷重部は軟骨様組織に覆われ, 半月板様組織も確認できる (→)

#### 考 察

外側半月板切除後の軟骨損傷はスポーツ復帰の妨げとなるが、治療に難渋する事が多い、その要因の1つとして、生来の大腿骨遠位外反が挙げられる。今回の6 膝の平均 mechanical lateral distal femoral angle (mLDFA) は84.6°と大腿骨での外反が生来存在していたと考えられた。この要因を持つスポーツ選手への外側半月板切除は危険であると考える。

本邦では同種半月板移植は移植組織の入手ができず、一般的には不可能である。消失した半月板機能を再現する解決策として、自家 ST 腱を用いた再建術があり、半月板切除後に同時再建をした再鏡視において、関節軟骨の悪化をきたした症例は少なく、再建半月板はある程度の半月板機能を有すると報告されている。しかし、変形性膝関節症を有する例に対して自家 ST 腱を使用した再建術を行った例に関しては、明らかに移植腱の状態は不良であると報告している50。また、Johnson らも変形性関節症を有する膝に対する自家腱移植の成績は不良であり、推奨しないとし、その原因としてアライメント不良を挙げている60。

そこで、当科では変形性関節症を伴った外反変形膝に対する半月板再建術の成績改善目的で、変形矯正を行う内側 closed wedge 遠位大腿骨骨切り術を併用して行った。その結果、アライメントと関節内の力学的環境を整えることで成績の改善につながったと考えている。

今後さらに、手術方法の改善や、経過観察が必要である

が、我々の行っている遠位大腿骨骨切り術と半月板再建術は、スポーツ選手における外側半月板切除後の外反変形膝を伴った関節症に対する有効な治療法であると考えられた.

#### まとめ

半月板再建術と遠位大腿骨骨切りは外側半月板切除後の外反変形を伴った膝関節症に対する治療方法の1つになる可能性がある.しかし、症例数も少なく、未だ短期の経過観察に過ぎないため、今後の検討を要する.

- Messner K, Gao J: The menisci of the knee joint. Anatomical and functional characteristics, and a rationale for clinical treatment. J Anat 1998: 193: 161-178.
- 王寺享弘: 膝関節半月板切除後の早期に発症する軟骨病変. Bone Joint Nerve 2014; vol 4: 99 - 108.
- Ishida K, Kuroda R, Sakai H. et al.: Rapid chondrolysis after arthroscopic partial lateral meniscectomy in athletes: a case report.Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2006; 14: 1266-1269
- 4) 堀部秀二: 自家半腱様筋腱による半月板機能再建術. 膝関節鏡下手術 文光堂2010; 319 325.
- 5) 堀部秀二, 田中美成, 天野大ら:外側半月板に対する治療 腱組織による半月板再建. Bone Joint Nerve 4巻2014; 121 125.
- 6) Johnson LL, Feagin JA Jr: Autogenous tendon graft substitution for absent knee joint meniscus: a pilot study. Arthroscopy. 2000; 16: 191 - 196.

# 体組成計を用いたACL再建術後早期の筋肉量評価

正風病院 リハビリテーション科 正風病院 スポーツ整形外科

永田 武豊・香川健太郎 内田 良平・塩崎 嘉樹 高尾理樹夫・堀部 秀二

大阪府立大学 総合リハビリテーション学類

#### 目 的

近年、生体電気インピーダンス法(Bio-electrical Impedance Analysis: BI法)による体組成計での測定法が普及しつつある。BI法は①測定が簡便で、②比較的信頼性が高いことが報告されているが<sup>1)</sup>、これは皆健常成人でのデータであり、術後の評価を行った報告は少ない。そこで、今回我々は体組成計で測定した前十字靭帯(ACL)再建術後早期の下肢骨格筋量の信頼性を大腿周径との関係と共に検討した。

#### 対 象

史野ら<sup>2)</sup> の方法に準じて行った骨付膝蓋腱による初回解 剖学的長方形骨孔 ACL 再建術後の患者 20 例 20 膝 (平均 年齢 21.8±7.9歳, 男性 12 名, 女性 8 名) に対して, 研 究の主旨と目的を説明後, 同意を得た上で, 下肢骨格筋量

及び大腿周径の測定を行った. なお脛骨・大腿骨側ともダ ブルスパイクプレートとスクリューにて固定した. 後療法 は膝軽度屈曲位にて2週間の固定の後, 関節可動域訓練を 開始し、術後3週で部分荷重、術後4週で全荷重を許可し た. 下肢骨格筋量についてはInBody S10 (InBody 社) を 用い, 術前及び術後1, 2, 3, 4週の時点で測定した. 測 定方法は消化器内残留物による測定誤差を排除するため昼 食後3時間経過した午後4時前後とし、体内水分量を安定 させるため安静背臥位10分後、体重測定の誤差をなくす ため測定毎の衣服を統一させ、測定を行った(図1. 左). 大腿周径の測定はメジャーを用い、術前と術後2,4週の 計3回行った. 測定肢位は体組成計測定時と同様に安静背 臥位で、測定部位は筋萎縮の指標として膝蓋骨上縁 10cm を計測し, 0.5cm 単位で記録した (図 1. 右). これら下 肢骨格筋量および大腿周径の各測定時期実測値と術前測 定値の差を術前測定値で除した下肢骨格筋量変化率(△ MV) と大腿周径変化率 (△CV) を算出した. 下肢骨格



図1. 左. 下肢骨格筋量測定 右. 大腿周径測定

筋量の術前との比較にはpaired t-test, 患健側での比較にはMann-Whitney U test, 患側下肢骨格筋量と大腿周径との相関関係についてはピアソンの積率相関分析を適用し検討を行った。尚, 統計処理には4Steps Excel 統計第3版 Statcel3を用い, 有意水準は5%未満とした.

#### 結 果

- 1. 下肢骨格筋量の変化: 患者の⊿ MV は術後 1, 2, 3, 4 週で3.86±3.98%, -0.39±3.25%, -0.47±4.46%, -0.81±4.1%と術前と比較して術後 1 週でのみ有意に増加した (p<0.05). 健側では術後 1, 2, 3, 4 週で-3.21±3.26%, -4.22±3.69%, -3.32±4.2%, -3.04±3.44%と術後 2 週まで低下し、その後上昇した(図 2). 患健側の比較については、術後 1 週でのみ有意差が認められた (p<0.001).
- 2. 患側下肢骨格筋量と大腿周径: 患側下肢骨格筋量と大腿周径との間には術後2週(図3. 左), 術後4週(図3. 右)とも有意な相関は認められなかった.

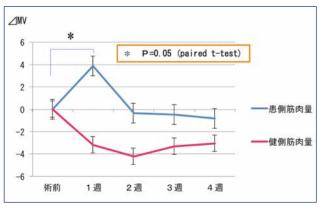
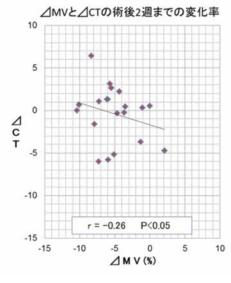


図2. 下肢骨格筋量の変化

#### 考 ————

本研究ではBI 法を用いた体組成計による患側下肢骨格 筋量は、術後1週で有意な増加がみられ、患健側の比較で も術後1週でのみ有意差がみられた. また術後2, 4週で は、患側下肢骨格筋量と大腿周径との有意な相関は認めら れなかった. 患側下肢骨格筋量について, 過去のACL 術 後患者での報告では、免荷や装具固定により筋萎縮がみら れたが3) 本研究での体組成計での測定では術後1週で患 側下肢骨格筋量が上昇した後、術後2週では低下、その 後4週まではほとんど変化がなかった.体組成計より得 た下肢骨格筋量は水分量を元に算出するが、今回用いた InBody S10 でも骨格筋量は体水分量と蛋白質量の和から 算出する4. 手術侵襲で生じる腫脹や浮腫により、患側下 肢では細胞外水分量が増加していた結果、術後1週での患 側下肢骨格筋量が増加したのではないかと考えられる. そ の影響で患健側の比較でも術後1週でのみ有意差がみられ たと考える. 高尾らの報告では<sup>5)</sup>, 術後早期の患側下肢水 分量と骨格筋量は同じように変化しており、術後早期に体 組成計で患側下肢骨格筋量を評価することは困難であった と考察していたが、本研究でも同様であった. 大腿周径と **患側下肢骨格筋量の関係について、本研究では相関はみら** れなかったが、過去の健常成人の報告では、体組成計での 骨格筋量と四肢周径には有意な相関を認めていた<sup>6)</sup>. この ような結果の相違も、先に述べた患側下肢水分量の増加に より、骨格筋量の正確な評価が出来なかったことが一つの 要因になっていると考えられる. 大腿周径は下肢筋萎縮の 簡便な指標として古くから用いられてきたが、術後2週の 患肢では炎症などによる腫脹が残存すると過去に報告され ており7,大腿周径自体も術後早期では筋萎縮を直接反映



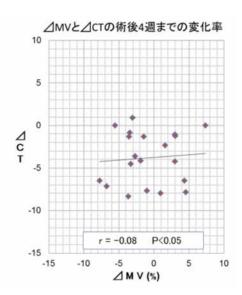


図3.

- 左. 患側下肢骨格筋量と大腿周径の術後2週での関係
- 右. 患側下肢骨格筋量と大腿周径の術後4週での関係

していない可能性が考えられる。それ故、浮腫や腫脹による影響が少ない画像検査から算出した筋肉量や、Biodex などによる筋力と体組成計による下肢骨格筋量との関係を調べることで、体組成計の骨格筋量測定法の妥当性を検証することが重要ではないかと考えられる。また本研究では、4週までの術後早期の期間での検討を行ったが、より長期間の検討も必要である。

#### 結 語

- ACL 再建術後早期における体組成計での下肢骨格筋量と 大腿周径について検討した.
- 体組成計での患側下肢骨格筋量の評価は術後早期では信頼性が低いことが示唆され、一般的な筋萎縮の指標である大腿周径との相関も認められなかった.

- 田辺茂雄ら: 生体電気インピーダンス法を用いた体組成測定 装置の妥当性に関する検討,総合リハ,34(8):777-781,2006.
- 2) Shino K, Nakata K, Nakamura N, Toritsuka Y, Horibe S, Nakagawa S, Suzuki T: Anatomically oriented anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-patellar tendon-bone graft via rectangular socket and tunnel: a snugfit andimpingement-free grafting technique. Arthroscopy, Nov; 21 (11): 2005.
- Arangio GA et al: Thigh Muscle Size and Strength After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Rehabiritation, JOSPT, Volume 26: 238-243, 1997.
- 4) Kawaguchi T et al: Body cell mass is a useful parameter for assessihg malnutrition and severity of disease in nonascitic cirrhotic patients with hepatocellular carcinomaor esophageal varices. INTRENATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR MEDICINE 22: 589-594, 2008.
- 5) 高尾理樹夫ら: ACL再建術後の体組成変化について. スポーツ傷害 Vol. 19: 44 45, 2014.
- 6) 甲斐義浩ら: 身体組成と上・下肢筋力および四肢周径に関する研究, 理学療法科学23(2): 241-244, 2008.
- 7) 千住秀明ら: 機能障害科学入門, pp 1 20, 2010, 九州神陵文庫, 福岡.

## スポーツ活動の有無における変形性膝関節症患者の検討

ダイナミックスポーツ医学研究所

林 慈晃·杉本 拓也·能登 洋平·春名 了輔· 米田 芳基·柳田 育久·土井 龍雄·大久保 衞 大槻 伸吾 大久保 衞

大阪産業大学 人間環境学部スポーツ健康学科 医療法人貴島会 貴島病院本院

#### はじめに

スポーツ活動の有無により変形性膝関節症(以下 膝 OA) 患者を比較した報告は我々の渉猟しえた範囲では見当たらない。そこで今回スポーツを愛好している膝 OA 患者と運動習慣のない膝 OA 患者を比較検討し、若干の知見を得たので報告する。

#### 対 象

当院に通院中の膝 OA 患者に対して研究協力者を募集した。研究内容を説明し、同意を得た、内側型膝 OA (Kellgren-Lawrence 分類 Grade  $I \sim III$ ) と診断された女性 15 名(平均年齢 66.1 歳  $\pm 7.9$  歳)を対象とした。スポーツ活動の有無により 2 群に分け、一方は週に2 日以上

スポーツを行い大会などにも参加している群 8 名(平均 64.5 歳  $\pm 9.0$  歳 Grade II 4 名, II 4 名以下 S 群). 他方,運動習慣がないかもしくは年に数回程度しか運動をしない群 7 名(平均 67.9 歳  $\pm 6.7$  歳 Grade I 2 名, II 2 名, II 3 名以下 N 群)とした.各群の年齢,身長,体重,BMI に有意差はなかった.

#### 方 法

測定項目は筋力評価として、膝関節伸展筋力、股関節外転筋力、体幹支持筋力を測定した。QOL評価は日本版膝関節症患者機能評価尺度(以下JKOM)を用いて評価した。統計処理は各測定項目におけるS群とN群の比較をMann-WhitneyのU検定を用いた。また、各筋力評価とQOLの関係をSpearmanの順位相関係数を用いて行い、

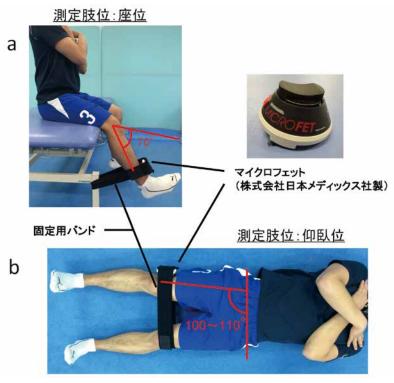


図1. a: 膝関節伸展筋力 b: 股関節外転筋力

表1. S群とN群の比較

		S群 (n=8)	N群 (n=7)
	膝関節伸展筋力(kg/kg)	4.4±0.8	3.3±1.1
筋力評価	股関節外転筋力(kg/kg)	3.8±1.0	3.0±0.7
	K-Wテスト(点)	36.0±3.6	30.6±8.0
	合計点(点)	11.6±10.0	26.1±12.3
	膝の痛みやこわばり(点)	5.0±5.5	12.1±6.0
QOL評価 (JKOM)	日常生活の状態(点)	3.3±3.2	7.4±4.2
	ふだんの活動(点)	2.1±2.4	3.3±3.0
	健康状態(点)	1.1±0.8	3.3±1.1

mean  $\pm$  SD  $\times: p < 0.05$ 

表2. 各筋力評価とQOLの相関係数

		QOL (JKOM)				
		合計点	膝の痛 みやこわ ばり	日常生 活の状 態	ふだんの 活動	健康状態
	膝関節伸展筋力	-0.682**	-0.828*	-0.597**	-0.442	-0.718*
筋力評価	股関節外転筋力	-0.216	-0.367	-0.161	-0.089	-0.193
	K-Wテスト	0.033	-0.298	0.226	-0.240	-0.177

\*: $\rho$ <0.01 \*\*: $\rho$ <0.05

有意水準はそれぞれ5%未満とした.

膝関節伸展筋力と股関節外転筋力は木藤らの方法を参考に、マイクロフェット(株式会社日本メディックス社製)を用いて測定した。それぞれ、等尺性収縮で10秒間保持し、最大値を被験者の体重で除した値を膝関節伸展筋力、股関節外転筋力とした。体幹支持筋力はクラウス・ウェーバーテスト変法大阪市大方式(以下 K-W テスト)を用いて測定した。QOL を評価するJKOM は100 点満点で、点数が高いほどQOL が低いことを意味する。その内容は「膝の痛みやこわばり」、「日常生活の状態」、「ふだんの活動」、

「健康状態」を計 25 間, $0 \sim 4$  点の5 段階で評価する自記式回答質問票である.

#### 結 果

膝関節伸展筋力はS群がN群より有意に高値を示した. 股関節外転筋力, K-W テストではS群とN群の間に差を 認めなかった. QOL 評価ではJKOM の「膝の痛みやこわ ばり」「健康状態」の項目でS群がN群より有意に高いレ ベルを示した. 各筋力評価とQOL の関係は, 膝関節伸展 筋力とJKOMの「合計点」「膝の痛みやこわばり」「日常生活の状態」「健康状態」との間に有意な負の相関を認めた. 股関節外転筋力とJKOM, K-W テストとJKOM の間にそれぞれ相関は認めなかった.

#### 考 察

S群はN群より膝関節伸展筋力が有意に高く、QOLにおいても高いレベルを示した.

佐々木ら<sup>1)</sup> は、女性は膝を支える関節周囲の筋力が40歳を過ぎると急激に低下するとしている。また丹羽<sup>2)</sup> は加齢に伴って低下が著しい筋力は膝関節伸展筋力であるとし、村田<sup>3)</sup> は高齢者が運動を定期的に行うことは下肢筋力や歩行能力などの身体機能の低下を抑制する効果が期待出来るとしている。

以上の報告より運動習慣のないN群は膝周囲の筋力、特に膝関節伸展筋力が低下の一途を辿るのに対し、定期的にスポーツを行っているS群では下肢筋力の機能が維持されていたことで膝関節伸展筋力において差が現れたと考える.

またその他の先行研究では大腿四頭筋の収縮力は①関節軟骨の強さ・サイズ・弾性力を増加させ、軟骨変性を予防する<sup>4).5)</sup> ②疼痛や関節水腫の改善が得られる<sup>6).7)</sup> ③関節周囲組織への血流の増加や関節液の新陳代謝が高まる<sup>8)</sup> ④関節包、腱、靭帯の強度が増加する<sup>9)</sup> という事が報告されている。S群はN群と比較してQOLにおいても高いレベルを示しており、その要因として上述のような大腿四頭筋の収縮による効果が影響を与えていることが推察された。

#### まとめ

- 1) スポーツを愛好している膝 OA 患者と運動習慣のない 膝 OA 患者を比較検討した.
- 2) 膝関節伸展筋力はS群がN群より有意に高値を示した. JKOM の「膝の痛みやこわばり」「健康状態」の項目で S群がN群より有意に高いレベルを示した. 膝関節伸 展筋力とQOL評価との間に有意な負の相関を多く認め た
- 3) S群はN群と比較してQOLにおいても高いレベルを示しており、その要因として特に膝関節伸展筋力が影響を与えていると推察された.

- 1) 佐々木伸一ほか: 女性の各年代における下肢筋力—等速度運動機器による—, 第18回日本理学療法士学術総会, 東京, 1983
- 2) 丹波滋郎ほか: 中高年・疾病予防(健康づくり)のための運動の実際, 68, 2005, 全日本病院出版会.
- 3) 村田伸ほか: 在宅高齢者の運動習慣と身体・認知・心理機能との関連, 行動医学研究, Vol. 15, No. 1:9, 2009.
- 4) Pothier B, et al.: Exercise and arthritis. Kinesiology and the degenerative joint. Rheum Dis Clin North Am 16 (4): 989 -1002. 1990.
- 5) Burr DB, et al.: Intracast Muscle stimulation prevents bone and cartilage deterioration in cast-immobilized rabbits. Clin Orthop Relat Res 189: 264 - 278. 1984.
- 6) Shakoor N, et al.: Pain and its relationship with muscle strength and proprioception in knee OA: results of an 8-week home exercise pilot study. J Musculoskelet Neuronal Interact 8 (1): 35 - 42. 2008.
- Gerber LH: Exercise and arthritis. Bull Rheum Dis 39(6): 1 1990.
- 8) Simkin PA, et al.: Effects of exercise on blood flow to canine articular tissues. J Orthop Res 8 (2): 297 303. 1990.
- 9) Akeson WH, et al.: Para-Articular connective tissue in osteoarthritis. Semin Arthritis Rheum 18 (4 Suppl 2): 41 50. 1989.

# 自在曲線定規を用いた脊柱アライメント及び可動性評価の考案

大阪産業大学大学院 人間環境学研究科 大阪産業大学 人間環境学部スポーツ健康学科 ダイナミックスポーツ医学研究所 石川 大輔 大槻 伸吾・仲田 秀臣・佐藤 真治・田中 史朗 杉本 拓也

#### 目 的

脊柱アライメント評価にはX線撮影法や高価な器具 (Index 社製スパイナルマウス)を使用する方法などがある $^{13.2}$ . しかし、どちらの方法も簡便に臨床現場で応用することが難しい。今回、臨床現場で簡便に使用できる方法として、自在曲線定規を検討した。

先行研究では、自在曲線定規を用いてアライメントの測定を試みた報告があるが<sup>3)</sup>、中間位のアライメント評価しか行われていなかった.脊柱アライメントを最大前屈位や最大後屈位の肢位で評価した研究は少なく、これらの肢位で X 線撮影法と自在曲線定規によるアライメント測定法との相関関係を報告した研究は我々が渉猟し得た範囲では見出すことはできなかった.そこで今回、中間位、最大前屈位、最大後屈位の3 肢位の脊柱アライメントを自在曲線定規による測定結果と X 線撮影法による測定結果との間に相関があるかを検討した.また、自在曲線定規による測定方法の信頼性、妥当性を検討しその有用性について考察した.

#### 対 象

対象は健常男性 10 名で平均年齢 ± 標準偏差は27.8± 4.7歳, 平均身長 ± 標準偏差は171.9±5.8, 平均体重 ± 標準偏差は70.7±7.7であった.

測定肢位は、骨盤を把持し、脊柱の中間位(図 1)、最大前屈位(図 2)、最大後屈位(図 3)の 3 肢位とした。自在曲線定規による測定方法は、体表から触知する第 7 頚椎棘突起、第 12 胸椎棘突起、第 1 腰椎棘突起、第 1 仙椎棘突起をランドマークとして、棘突起上に自在曲線定規をあてがい脊柱カーブを採型し、方眼紙にトレースした。トレース上の脊柱カーブから長さと高さを計測して Tangent 法を用いて胸椎後彎角を  $\theta$  a1 、腰椎前彎角を  $\theta$  a2 として求めた(図 4)。また、X 線撮影法では、胸椎、腰椎のコブ角を計測しそれぞれ  $\theta$  b1 と  $\theta$  b2 としてアライメントの指標とした(図 5)。自在曲線定規で求めた胸椎後彎角  $\theta$  a1 と X 線撮影法で計測した胸椎コブ角  $\theta$  b1,及び腰椎前彎角  $\theta$  a2 と腰椎コブ角  $\theta$  b2 との相関を検討した。

また,信頼性を検証するために,3名の検者間での測定 結果を比較し,検者間級内相関係数を求め検討した.妥当



図1. 中間位



図2. 最大前屈位



図3. 最大後屈位



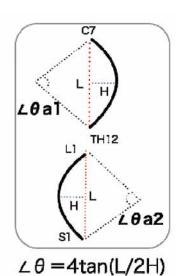


図4. 自在曲線定規の計測 第7頚椎棘突起〜第12胸椎棘突起の胸椎カーブを $\theta$ a1 第1腰椎棘突起〜第1仙椎棘突起の腰椎カーブを $\theta$ a2

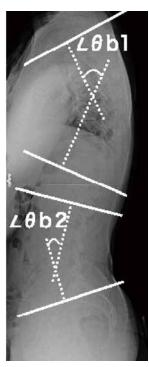


図5. コブ角の計測 第7頚椎椎体上縁と第12胸椎下縁のコブ角を $\angle \theta$ b1 第1腰椎椎体上縁と仙骨上縁のコブ角を $\angle \theta$ b2

性を検証するために、同一検者での繰り返し測定を行い、 検者内級内相関係数を求め検討した.

統計処理として、Microsoft Excel for Mac 2013 および JSTAT を使用しPearson の積率相関係数、級内相関係数 を求めた.

#### 結 果

自在曲線定規による測定結果とX線撮影法による測定結果の相関係数は、中間位で胸椎 0.67、腰椎 0.79、最大屈曲位で胸椎 0.71、腰椎 0.69、最大後屈位で胸椎 0.68 といずれも相関 (P < 0.05) が認められたが、最大後屈位での腰椎は-0.08 と相関は認められなかった (表 1).

検者間級内相関係数の結果は、中間位で胸椎後彎角 0.99、腰椎前彎角 0.92、最大屈曲位で胸椎後彎角 0.98、腰 椎前彎角 0.96、最大後屈位で胸椎後彎 0.97、腰椎後彎角 0.98 であった (表 2). また、検者内級内相関係数の結果 は、中間位で胸椎後彎角 0.86、腰椎前彎角 0.79、最大屈 曲位で胸椎後彎角 0.90、腰椎前彎角 0.96、最大後屈位で 胸椎後弯角 0.86、腰椎前彎角 0.47 であった (表 3).

表1. 自在曲線定規とX線撮影法の相関

N.		相関係	系数(r)	 - 有意確率
	N	胸椎	腰椎	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
中間位	10	0.67	0. 79	P < 0.05
最大屈曲位	10	0.71	0.69	P < 0.05
最大後屈位	10	0.68	- 0. 08	P < 0.05

表2. 検者間級内相関係数結果一覧

	胸椎後彎角	腰椎前彎角	P値
中間位	0. 99	0.92	p < 0.05
最大屈曲位	0. 98	0.96	p < 0.05
最大後屈位	0. 97	0.98	p < 0.05

表3. 検者内級内相関係数結果一覧

	胸椎後彎角	腰椎前彎角	P値
中間位	0.86	0.79	p < 0.05
最大屈曲位	0. 90	0.96	p < 0.05
最大後屈位	0.86	0. 47	p < 0.05

#### 考察

脊柱アライメント不良は、腰痛と関係があると報告されている<sup>4</sup>. さらに脊柱可動性の低下は、腰痛発生要因のリスクファクターであると報告されている<sup>5</sup>. このことから、簡便に脊柱アライメント及び脊柱可動性を測定することは、臨床的意義が高いと考えた.

今回,自在曲線定規による測定結果とX線撮影法による測定結果の関連性について比較検討を行った.結果,中間位では、胸椎 0.67、腰椎 0.79、最大前屈位で胸椎 0.71、腰椎 0.69、最大後屈位で胸椎 0.68、腰椎は-0.08、であった.

相関の強さによる解釈( $0 \sim 0.25$  で相関はない, $0.25 \sim 0.50$  で弱い相関あり, $0.50 \sim 0.75$  で相関あり, $0.75 \sim 1$  で強い相関あり) $^6$  に基づくと中間位では,胸椎が相関あり,腰椎が強い相関ありと有意な相関が認められた.最大前屈位では,胸椎が相関あり,腰椎が相関ありと有意な相関が認められた.最大後屈位では,胸椎が相関あり,腰椎が相関はないと胸椎のみ相関関係が認められた.

先行研究では、O'Sullivan ら<sup>7)</sup> は自然立位で自在曲線定規による測定方法とX線撮影法で計測した方法との間には、胸椎後彎角と腰椎前彎角ともに有意な相関が認められたと報告しており、今回、我々が行った結果と同様であった。しかし、Bryan<sup>8)</sup> らは、自在曲線定規を用いた測定方法とX線撮影法で計測した方法との間には、胸椎後彎角では相関は認めたが、腰椎前彎角については、相関係数が低い値であったと報告している。

その原因として、胸椎に比べて腰椎は体表から触知しにくく、前彎角を計測しにくい部位であると述べている。本研究においても最大後屈位になると腰椎のランドマークが触知しにくくなることや自在曲線定規が腰椎にあてがいにくかったことで誤差が生じたことが考えられる。

以上のことより、今回行った自在曲線定規による測定結果とX線撮影法による測定結果との間には、最大後屈位での腰椎彎角を除けば脊柱アライメント評価に有用なツールであると考える。また、先行研究を渉猟し得た範囲で見当たらなかった最大前屈位や最大後屈位でも相関関係が示唆されたことから自然立位だけでなく、最大前屈位や最大後屈位においても脊柱アライメント評価に有用なツールであると考える。しかし、本研究の課題としては比較的若い成人を対象としたため、若年者と高齢者においても同様な結果が得られるか不明である。また、脊柱変形などの疾患を抱える場合でも異なる結果が得られる可能性があると考える

今後は、年齢や疾患の有無でも比較検討する必要があると考える.

#### まとめ

- 1) 自在曲線定規による測定結果とX線撮影法による測定 結果の相関を比較検討した.
- 2) 胸椎 3 肢位と腰椎中間位と屈曲位に相関が認められた.
- 3) 腰椎最大後屈位に相関は認めなかった.
- 4) 自在曲線定規を用いた評価法の検者内信頼性・検者間 信頼性を検討した.
- 5) 自在曲線定規を用いた評価法は、中間位、屈曲位、伸展位の3肢位において検者内信頼性・検者間信頼性を 認めた.

- 1) 青木一治: 腰椎椎間板ヘルニアの理学療法のための検査・測 定のポイントとその実際. 理学療法 (21): 147-156, 2004.
- 2) 白田梨奈ら: スパイナルマウスを用いた青年期の立位姿勢の 評価, Yamanashi Nursing Journal Vol. 5 (2): 13 - 18, 2007.
- 3) Tatiana Scheeren, et al.: Validity and Reproducibility of the Measurements Obtained Using the Flexicurve Instrument to Evaluate the Angles of Thoracic and Lumbar Curvatures of the Spine in the Sagittal Plane. Rehabilitation Research and Practice, Rehabilitation Research and Practice: 1 - 9, 2012.
- 4) 紺野慎一: 姿勢と筋内圧, 臨整外28: 419-426, 1993.
- 5) McGregor. A, McCarthy. D, Dore. J, Hughes. P: Quantitative assessment of the motion of the lumbar spine in the low back pain population and the effect of different spinal pathologies on this motion, Eur Spine J, 6: 308 - 315, 1997.
- Fliess, J. L: The Design and Analysis of Clinical Experiments. New York Wiley. 1986.
- S. B. O'Sullivan and T. J. Schmitz, Physical Rehabilitation, Davis Company, Philadelphia, Pa, USA, 5th edition, 2007.
- 8) J. M. Bryan, E. A. Mosner, R. Shippee, and M. A. Stull, "Investigation of the flexible ruler as a noninvasive measure of lumbar lordosis in black and white adult female sample populations," Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, vol. 11, no. 1: pp. 3-7, 1989.

# 奈良県における高校野球メディカルサポート

奈良県立医科大学附属病院 井上 良太・江川 琢也・北村 哲郎・城戸 顕・

田中 康仁

奈良教育大学 笠次 良爾

田北病院 渡邉 拓巳・和田 哲宏

畿央大学 **福本** 貴彦 池田整形外科 相良 優太

#### 目 的

高校野球における障害予防の取り組みは、1993年の全国高等学校野球選手権大会において投手の肩・肘関節の実態が調査されたことに始まる。その後、1995年から選抜高等学校野球大会と全国高等学校野球選手権大会前の甲子園練習中に、医師と理学療法士(以下PT)による肩・肘の関節機能検査が行われ、大会中はスポーツ医の常駐とPTによるウォームアップとクールダウンの指導(メディカルサポート)が開始された<sup>1)</sup>. 各都道府県においてもメディカルサポートが実施され、奈良県では1999年から全国高校野球選手権奈良大会の準々決勝以降の試合のメディカルサポートを開始し、2009年から全国高校野球選手権奈良大会、春季・秋季近畿地区高等学校野球大会奈良県予選の試合を一回戦から全てサポートしている。今回、過去5年間の活動と今後の課題について検討したので報告する。

#### 対象と方法

2010年夏から2014年秋までの14大会に参加した延べ593チームを対象とした.

サポート内容は、試合前に各チームに選手の状態を確認し、応急処置が必要な選手への対応を行う、試合中はアクシデントに対する応急処置対応を行う、試合後は希望した投手へ肩関節、肘関節のアイシングを行うとともに、試合前・中に対応をした選手へ患部の状態についての確認を行った。また、応急処置を希望した観客や審判などへの対応も行ったが、今回の調査からは除外した。

調査項目としては、サポートスタッフ数、傷害内容、処置内容を調査した。また、テーピングに関して部位別の件数を調査した。

#### 結 果

奈良県の参加校数は41~44校と比較的少なく、主に 1球場ですべての試合が実施されている.1大会の平均日 数は14.0日であった. 1大会当たりの平均参加スタッフ数は医師 0.8 人, PT30.6 人, PT 見学者 4.6 人, 学生見学者 9.6 人であった. 1日1球場当たりのスタッフ数は見学者 を除き, 医師, 理学療法士含めて夏の大会は4人, 春と秋の大会は3人が配置された.

傷害内容は14 大会で506 件であり、内訳はoveruse が最も多く186 件(36.8%)、打撲117 件(23.1%)、熱中症48 件(9.5%)、捻挫46 件(9.1%)、外傷性水泡22 件(4.3%)、擦過傷9件(1.8%)、肉離れ7件(1.4%)、その他71件(14.0%)であった(図1)、季節別の熱中症の平均件数は春0.3 件、夏8.0 件、秋1.4 件であり、夏の大会に多く認めた。

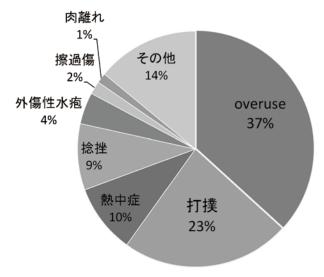
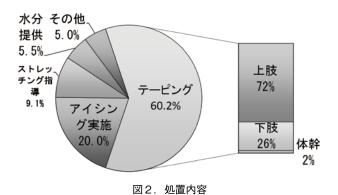


図1. 傷害内容

処置内容は14大会で560件であり、内訳はテーピングが最も多く337件(60.2%)、アイシング112件(20.0%)、ストレッチング指導51件(9.1%)、水分提供31件(5.5%)、創傷処置17件(3.0%)、外傷性水泡2件(0.4%)、その他10件(1.8%)であった。テーピングの部位は上肢242件(71.8%)、下肢87件(25.8%)、体幹8

件(2.3%) であった(図2). 手関節のテーピングが最も 多く72件, 次に肘関節60件, 肩関節52件, 手指38件 であった(図3).



40

図3. テーピング部位

20

60

考 察

手指

全国高等学校野球選手権大会における関節機能検査で総受診者4,094名のうち2,332名(57%)に故障歴があり、肩関節の故障の39%、肘関節の故障の60%が小・中学生時に発症した<sup>1)</sup>と報告されている。奈良県においても最も多い傷害はoveruseによるものであった。また処置の結果においてはテーピングが最も多く、処置部位は上肢に多かった。群馬県大会や甲子園大会においてもテーピング処置が最も多く、また処置部位は上肢が2/3以上であった<sup>2),3)</sup>と報告されている。奈良県の結果は他府県と同様であり、選手は試合前に疼痛軽減を目的としたテーピングの希望が多く、上肢中心に慢性障害を抱えた状態で大会を迎えていることがわかる。選手の求めるサポートとして、テーピングが最も多く、野球の競技特性から上肢のテーピングが最も多かったが、下肢や体幹のテーピングも施行しており、我々スタッフとしては総合的なテーピング技術の

習得が必要であると考える.

他府県による傷害予防の取り組みとして、愛媛県では新入生野球部員に対して運動器検診<sup>4)</sup>を施行しており、京都府ではシーズンオフにメディカルチェック<sup>5)</sup>を施行している。奈良県においても、メディカルサポートの結果overuse 傷害を抱えている選手が多いため、今後は傷害予防を目的に各高校に対してコンディショニングの調整や傷害予防に関する啓発活動が必要と思われた。

野球の現場では急性外傷への対応も求められ、RICE 処置や創傷の止血処置に精通する必要がある。また、夏場に開催されるため熱中症の処置にも精通する必要がある。

メディカルサポートの配置スタッフは1日1球場当たり夏が4人、春・秋は3人である。現在実施しているサポート内容では3~4人のサポートで問題なく実施することができている。全国高等学校野球選手権大会においては試合終了後に投手・野手全員にストレッチを指導しており、コンディショニングにも積極的に関わっているため、スタッフは一日に6~7人程度配置されている³)。奈良県大会においても試合後のコンディショニング等でサポートをすることになればスタッフの人員を増員していく必要があり、今後もPT見学者や学生見学者を積極的に募集し、スタッフの確保に努めていく必要があると思われた。

#### 結 語

80 件

過去5年間において我々のメディカルサポートの結果について報告した。選手の求めるサポートとして、テーピングが最も多く、野球の競技特性から上肢のテーピングが最も多かった。ただ下肢や体幹のテーピングも施行しており、我々スタッフとしては総合的なテーピング技術の習得が必要である。野球の現場では、外傷に対してRICE処置や創傷の止血処置、夏場に開催されるため熱中症の処置などに精通する必要があると考える。

- 1) 鳥塚之嘉ら: 日本高校野球連盟で進めてきた成長期のスポーツ傷害予防対策. 日本臨床スポーツ医学会誌18(2): 220-222, 2010
- 2) 桜井進一: 群馬県における高校野球選手に対するメディカル サポートのまとめと今後の課題・展望 —8年間の経過か ら—. 日本臨床スポーツ医学会誌19(1):81-87, 2011.
- 3) 小柳磨毅: 高校野球選手のメディカルサポート. 臨床スポーツ 医学会誌11(2): 158 - 169, 2003.
- 4) 高橋敏明: 愛媛県での取り組み. 日本臨床スポーツ医学会誌 18(2): 228 231, 2010.
- 5) 森原徹: 京都府高等学校硬式野球選手に対する傷害予防の取り組み ~京都大会サポートについて~. 日本臨床スポーツ 医学会誌21(1):176-186. 2013.

### 奈良マラソンにおけるメディカルサポート

一理学療法士会の立場から―

平成記念病院 リハビリテーション課

唄 大輔

小川 宗宏・田中 康仁

畿央大学 健康科学部 理学療法学科

奈良県立医科大学 整形外科

福本 貴彦

奈良教育大学 教育学部 保健体育講座

笠次 良爾

#### 背 黒

奈良マラソンは2010年から開催されており、今年で第6回大会を迎える。参加者は毎年約1万6千人であり、大規模な市民マラソンとして人気がある。奈良県理学療法士協会は奈良マラソン実行委員会からメディカルサポートの依頼を受け、2011年より救護所と連携してサポートを実施している。今回は、2011年から2013年までの3年間のメディカルサポート記録の集計結果を報告するとともに、市民マラソン大会における理学療法士としての救護所配置の役割について検討することを目的とする。

#### 対 象

対象は、2011年から2013年までの3年間に実施された 奈良マラソン全救護所のうち、フルマラソンの部門で理学 療法士協会ケアステーションが併設された第7救護所(往 路18.5km,復路31.5km)を利用したランナーとした.

#### 方 法

救護所を訪れたランナーに対し、まず医師がトリアージを行い、運動器疾患か内科疾患かを判断した。運動器疾患のランナーに対して、理学療法士がランナーの訴える疼痛部位、疼痛の原因を評価し、テーピング、ストレッチング、アイシング、水分補給の処置を医師の指示の元で実施した。尚、今回のデータはすべてレース中の障害を示す。打撲、擦過傷や摩擦水疱といった外傷は医師による処置が実施された。疼痛部位は肩関節、腰背部、股関節前面、大腿前面、大腿外側、大腿後面、膝関節、下腿前面、下腿後面、足関節、足底、足趾の12項目に分類した。また、疼痛の原因は筋軟部組織由来と関節由来の2項目に分類した。疼痛部位、疼痛の原因、そして4項目の処置内容を記録するにあたって、ランナーには匿名で記録することを事前に伝え同意を得た。

#### 結 果

各年度の参加者総数と完走率については表1に示す.フルマラソン参加者の総数は各年度で約10000人であった.そして救護所を利用し,運動器由来の症状を有したランナーは総勢で175名(男性150名,女性25名)であった.各年度の結果に関しては2011年が合計70名(往路:33名,復路:37名),2012年が合計50名(往路:42名,復路:8名),そして2013年が合計55名(往路:25名,復路:30名)であった(図1).疼痛部位別は大腿前面が最も多く(16.3%),次いで下腿後面(15.8%),膝関節(14.7%),大腿後面(13.0%),下腿前面(12.7%)であり(図2),疼痛の原因は筋軟部組織由来(76.4%)の痛みが関節由来(23.6%)の痛みより多かった(図3).処置内容はテーピング(43.8%)が最も多く,次いでストレッチング(37.1%),アイシング(15.2%),水分補給(3.9%)であった(図4).

表1. 各年度の参加者総数(名)

	2011年	2012年	2013年
男子	7859	8072	8381
女子	1705	1833	1999
合計	9564	9905	10380
完走率(%)	93. 7	92.6	93. 1

#### 合計175名(男性150名,女性25名)

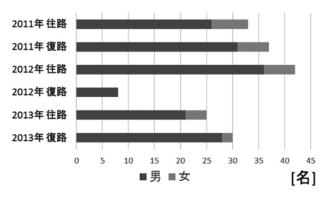


図1. 救護所を利用したランナーの総数

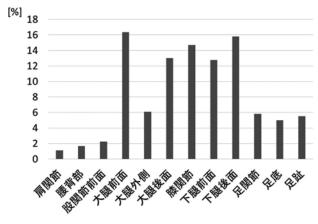


図2. 疼痛部位

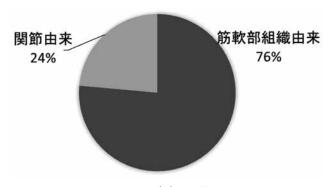


図3. 疼痛の原因

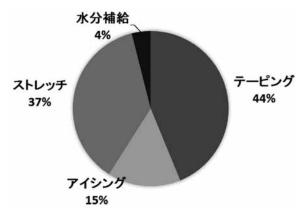


図4. 処置内容

#### 考 察

奈良マラソンにおいてランナーが救護所を受診した理由のうち、運動器疾患に由来するものはマラソン特有の下肢障害が多く、その原因の多くは筋軟部組織由来であり、疼痛部位の多くは大腿前面と下腿後面であったため、これら進動器疾患は先行研究<sup>1),2)</sup>と同様の結果であった。これら運動器疾患はマラソンレース中に発生したものであったため、処置内容はテーピング、ストレッチングが大多数を占めた。そして、レース復帰を目的に筋痙攣や筋疲労など筋軟部組織由来の痛みに対してはまずストレッチングを行った。筋痙攣は脱水により発生すると報告されているため<sup>3)</sup>、特に重度

なランナーには水分補給(適宜塩分補給,保温)も併せて 実施した。そして、ストレッチのみではレース復帰が困難 なランナーに対しては非伸縮性テーピングによって疼痛が 生じないように関節運動を制動することや、伸縮のあるキ ネシオテープによる筋収縮の誘導を実施した。反復動作に よる炎症など関節由来の痛みに対しては関節運動を制動す ることを目的に非伸縮性のテーピングを用い、また、アイ シングも併用した。

また、2011年から2013年においてフルマラソン参加者総数のうち、第7救護所を受診したランナーは各年度で1%未満であった。また、各年度で異なる結果となり、特に2012年の復路においては8名のみの受診であり、最も少ない受診者数となった。しかしながら完走率において3年間での差は見受けられずこの理由については不明である。今回の結果から、救護所を利用するランナーは参加者総数の1%未満であり、それを念頭にサポートスタッフの配置人数を検討すべきであると考えられる。また、冬に開催される奈良マラソンにおいて、当日の天候がランナーのコンディショニングに大いに関係することが明らかであり、救護所において十分な対策と準備をする必要があると考えられる。

今回の調査は、奈良マラソンでの理学療法士の活動を円滑に行うための基礎資料となり、競技中に生じた筋疲労や筋痙攣、関節痛を訴えるランナーは多く、その痛みを軽減させ、競技継続の支援ができる理学療法士の役割は大きいと考えられた。市民マラソンの特性上、ある一定の時間に多くのランナーが救護所に訪れ、医師・看護師は低体温症や外傷の処置を実施しなければならないため、運動器疾患に対処できる時間には制約がある。今回、複数の理学療法士がチームとして救護所に併設されたケアステーションにおいてメディカルサポートに関与することにより、多くのランナーに対応することが可能であった。今後、奈良マラソンにおける理学療法士の役割をさらに発展させるためには、理学療法士間での知識や技術の統一、向上が必要であり、より効率的な処置を検討していきたい。

また、競技中のみならず競技後、もしくは途中棄権した後、マラソンによって受けた運動器へのダメージを回復させるために救護所を利用するランナーも多い<sup>4)</sup>. マラソン競技後にマッサージやストレッチングをした結果、遅発性筋痛や下肢の炎症所見が減少すると報告されており<sup>5)</sup>、ゴール地点における救護所にも理学療法士を配置することにより重要な役割を担うことができると思われる.

本調査の課題は、救護所において介入を実施したランナーの転帰について調査できていない点である。今後ゴール地点にも理学療法士を配置し、連携して転帰についても検討していきたいと考えている。

最後に、今回の救護体制は、まず医師がトリアージを行い、看護師や理学療法士などが役割分担して医師とともに 初期対応にあたる体制を構築したことが有効であったと思 われる、今後もメディカルサポートの一員として、理学療 法士が果たす役割を発展できるよう継続したサポートを実施していきたい.

#### まとめ

- 1. 過去3年間に行われた奈良マラソンでのメディカル サポートについて理学療法士の立場から調査し報告を 行った.
- 2. 救護所を利用されたランナーは理学療法士が対応できる運動器疾患の症状を訴えることが多い結果であった.
- 3. 医師・看護師と協力し役割分担を実施していくことが、 救護所の体制として有効であることが示唆された.

- Ogwumike OO, Adeniyi AF: The SPLASH/ICPC integrity marathon in Ibadan, Nigeria: incidence and management of injuries and marathon-rated health problems. BMC Sports Sci Med Rehabil. 5: 6, 2013.
- 2) 渡部裕一・野口蒸治・宮本義明: 一般市民ランナーの下肢障害. 整形外科と災害外科. 45(2): 475 477, 1996.
- 3) 大野政人・野坂和則: 筋疲労および脱水が運動誘発性筋疲労 に及ぼす影響, 体力科学, 53: 131 - 140, 2004.
- 4) 眞鍋 芳明: 市民マラソン大会におけるトレーナーの役割, 臨 床スポーツ医学, 26(3): 335-341, 2009.
- 5) Dawson LG, Dawson KA, Tiidus PM: Evaluating the influence of massage on leg strength, swelling, and pain following a half-marathon. J Sports Sci Med. 3: 37 43, 2004.

# 市民ランナーの推定最大酸素摂取量と関連する要因について

株式会社ブルーミング

高尾 憲司・濱口 幹太・日野未奈子

大阪産業大学 人間環境学部スポーツ健康学科

大阪府立大学 地域保健学域総合リハビリテーション学類

田中 史朗

高尾理樹夫・川上由紀子・堀部 秀二

# 背 景

ランニングの環境はここ10年で大きく変化した. 笹川スポーツ財団 2014年の調査によれば, 週1回以上ランニングを実施している人口は10年で約1.6倍増加しており, さらに, アールビーズ 2014年の調査では, マラソン完走者は10年で約3.6倍増加したとされている. ランニングは誰でも,何処でも,一人でも可能な手軽に行えるスポーツであることから,健康増進や生活習慣病予防のために一般市民が実施していることがその背景にあるものと思われる.

マラソンのような全身持久力が必要なスポーツでは、その体力指標として最大酸素摂取量が用いられている。そして最大酸素摂取量が高い者ほどマラソンタイムが高くなることが報告されている<sup>1)</sup>. さらに、最大酸素摂取量は糖尿病、肥満症、冠動脈疾患などの生活習慣病の原因となるインスリン抵抗性と逆相関があり<sup>2)</sup>、最大酸素摂取量の高いものほど死亡率が低いことが明らかになっている<sup>3)</sup>. 従って、最大酸素摂取量を高めることがこれら疾患の予防や生命予後の改善にも繋がる。本研究は、一般市民ランナーを対象に、20mシャトルランから推定最大酸素摂取量を求め、それに関連する要因について検討することを目的とした。

# 方 法

一般市民ランナー133名(身長:165.4±7.9cm, 体重:59.2±9.3kg, 男性:70名, 女性:63名)を対象とし,アンケート調査と体力測定を実施した.アンケート項目は年齢・ランニング歴・週間トレーニング回数・月間走行距離・マラソンタイムとし,自記式により調査した.体力測定の項目は体重支持指数(WBI),上体起こし,20mシャトルランを行った.WBIは左右の膝伸展筋力の平均を体重で除して求めた.上体起こし,20mシャトルランは文部科学省新体力テストに則り実施した4.なお,対象とした一般市民ランナーは疾患など有していない者とした.

推定最大酸素摂取量は文部科学省新体力テスト 20m シャトルラン最大酸素摂取量推定表  $20\sim64$  歳用(平成 12 年 3 月改定)より求めた $^{4}$ .

統計処理は推定最大酸素摂取量との関係を明らかにするために、Pearsonの相関係数を用いた。さらに、推定最大酸素摂取量を従属変数に、年齢、ランニング歴、週間トレーニング回数、月間走行距離、WBI、上体起こし、マラソンタイムを独立変数として重回帰分析を用いた。なお、統計的有意水準は5%未満とした。

### 結 果

アンケート結果 (表 1) と体力測定結果 (表 2) を示した. 20m シャトルランの折り返し数は平均  $67.6 \pm 20.2$  回であり、その回数から求められた推定最大酸素摂取量は平均  $41.2 \pm 4.5$ ml/kg/min であった.

表1. アンケート結果

項目	平均	標準偏差
年齢 (歳)	43. 6	8. 3
BMI (kg/m²)	21.5	2.3
ランニング歴 (年)	5. 2	4. 4
週間トレーニング 回数(回/週)	2.9	1.3
月間走行距離(km)	115. 1	67. 6
マラソンタイム(秒)	16021.8	2709. 4
【時間:分:秒】	4時間27分02秒	45分09秒

表2. 体力測定結果

項目	平均	標準偏差
WBI	0.8	0.2
長座体前屈(cm)	38. 5	10.3
上体起こし(回)	19. 1	5. 7
20mシャトルラン(回)	67. 6	20. 2
推定最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	41.2	4. 5

推定最大酸素摂取量と有意な相関関係を認めた項目は、年齢(r=-0.22, p<0.05)、 ランニング歴(r=0.20, p<0.05)、週間トレーニング回数(r=0.27, p<0.01)、月間走行距離(r=0.41, p<0.01)、WBI(r=0.34, p<0.01)、上

体起こし (r=0.48, p<0.01), マラソンタイム (r=-0.67, p<0.01) であった (図 1).

推定最大酸素摂取量を従属変数に,年齢,ランニング 歴,週間トレーニング回数,月間走行距離,WBI,上体 起こし、マラソンタイムを独立変数としてステップワイズ 法を用いて重回帰分析を行った結果、マラソンタイム、年齢、上体起こしが独立変数として有意な回帰式が得られた. 回帰式 は $Y=-0.001x_1-0.147x_2+0.182x_3+61.106$  (Y:

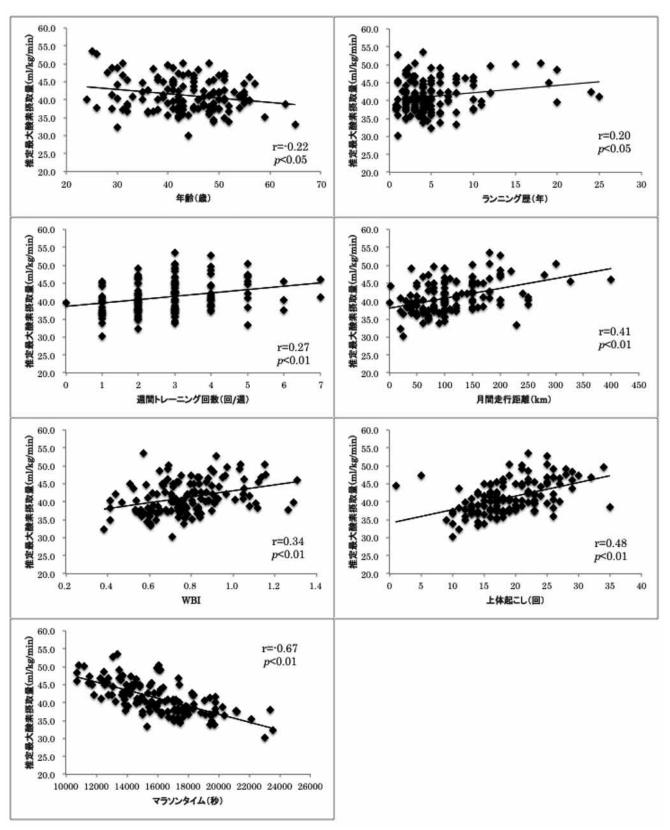


図1. 推定最大酸素摂取量と関連した項目

表3. 重回帰分析の結果

非標準化係数	標準誤差	標準偏回帰係数	p値	95%信頼区間
001	.000	631	.000	001001
147	.032	270	.000	210084
.182	.048	.229	.000	.086278
61.106	2.842		.000	55.483 - 66.729
	001 147 .182	001 .000 147 .032 .182 .048	001  .000 631   147  .032 270    .182  .048  .229	001  .000 631  .000   147  .032 270  .000    .182  .048  .229  .000

R = 0.769  $R^2 = 0.591$  p < 0.01

推定最大酸素摂取量,  $x_1$ : マラソンタイム,  $x_2$ : 年齢,  $x_3$ : 上体起こし, R=0.769, R<sup>2</sup>=0.591, p<0.01) であった (表 3).

### 考 察

最大酸素摂取量の測定には特別な機器と測定方法を熟知している人材が必要なため、一般市民ランナーなど多くの人をルーティーンに測定することは困難である。しかし、持久性能力の指標である最大酸素摂取量を知っておくことは、前述したように運動パフォーマンスを向上させ、同時に生活習慣病予防の面からも重要である<sup>2)</sup>.

松坂らは<sup>5)</sup>, 20m シャトルランと最大酸素摂取量の関係について検討し、両者に高い相関関係が認められることから、20m シャトルランから最大酸素摂取量が推定することの妥当性を報告している。今回、簡便的に測定が可能である20m シャトルランの結果から求めた推定最大酸素摂取量を指標にその影響因子を検討した。

従来、最大酸素摂取量は加齢に伴って低下し、20歳以降から男性では平均低下率は0.7%/年、女性は1.0%/年とされている。さらに、定期的に運動をしている群はしていない群に比べて、最大酸素摂取量が高い値を示すが、低下率に関しては差がないことが報告されている<sup>6)</sup>. 本研究においても同様の結果であり、推定最大酸素摂取量は年齢と逆相関を認めた。一方、アンケートより調査したランニング歴や週間トレーニング回数、月間走行距離と正の相関関係を認め、一般市民ランナーにおいてもトレーニング度が最大酸素摂取量に関与していると考えられた。

トレーニングによる最大酸素摂取量の増加には心機能と共に筋肉系の機能改善が関与するとされている。トレーニングにより筋内の酸化酵素の増加により酸素利用能が増加するほか、筋肉内の毛細血管数が増加し、筋肉への血液循環が良くなることも最大酸素摂取量の増加に繋がる。本研究では、WBIと上体起こしは推定最大酸素摂取量と正の相関関係が認められ、下肢筋力や筋持久力も最大酸素摂取量に影響を与えていることが示唆された。この点については

加齢の影響も否定できないが、重田らの報告<sup>7)</sup>でも、体重で補正した下肢筋力と最大酸素摂取量に有意な相関関係があり、また、筋持久力の減少率が大きいほど、最大酸素摂取量が低いと報告している。このようにさまざまな因子が最大酸素摂取量に関与しているが、重回帰分析を行った結果、マラソンタイム、年齢、上体起こしが独立して関与を認めた。

本研究は横断研究であり、下肢筋力や筋持久力と最大酸素摂取量との関連については今後、介入試験を含めさらに詳細な検討が必要と思われる.

# まとめ

一般市民ランナーにおいて、20m シャトルランを用いて 推定最大酸素摂取量を評価し、それに関連する項目を検討 した。その結果、ランニング歴・週間トレーニング回数・ 月間走行距離・WBI・上体起こしと正の相関関係を認め、 年齢とマラソンタイムとは負の相関関係が認められた。さ らに、重回帰分析を行った結果、マラソンタイム、年齢、 上体起こしが独立して関与を認めた。

- 1) 山本正彦ら: 市民ランナーのマラソン記録推定における VT と vVO 2max の比較, 東京工業大学工学部紀要 36: 6-9, 2013.
- 2) 佐藤祐造: 運動療法をめぐる最近の話題, 糖尿病カレントレビュー, 坂本信夫, 兼子俊夫監修, 37-70, 医歯薬出版, 1989.
- LUC VANHEES et al.: Prognostic Significance of Peak Exercise Capacity in Patients With Coronary Artery Disease, JACC 23: 358 - 363, 1994.
- 4) 文部科学省: 新体力テスト 有意義な活用のために: 97-115, 2000
- 5) 松坂晃ら: マルチステージ20メートルシャトルランテストに よる有酸素能の妥当性について, 教育研究所紀要 30: 75-80, 1999.
- 6) 財団法人健康・体力づくり事業財団: 健康運動実践指導者用 テキスト: 98-104, 2008.
- 7) 重田暁ら: 最大酸素摂取量と下肢筋力および筋持久力についての一考察, 理学療法学 21, 学会特別号: 105, 1994.

# 男性一般市民ランナーにおける貧血の実態とその影響要因

株式会社ブルーミング

濱口 幹太・高尾 憲司

大阪府立大学 地域保健学域総合リハビリテーション学類 大阪産業大学 人間環境学部スポーツ健康学科 高尾理樹夫・川上由紀子・堀部 秀二

田中 史朗・大槻 伸吾

### はじめに

スポーツ活動が原因で起こる貧血は、広義にはスポーツ貧血と呼ばれているが、その多くは鉄欠乏性貧血とされている。貧血は進行すると、息切れ、疲労感、めまいなどの症状が見られる他、最大酸素摂取量の低下、心拍数の上昇、末梢組織への酸素供給の低下も見られ、とりわけ長距離ランナーでは運動パフォーマンスにも大きく影響する<sup>1),2)</sup>.

自験例においては女性一般市民ランナーの約2割に貧血が認められ、貧血を有した群は貧血を認めない群に比べて、体重、BMIが低値で月間走行距離が長いと報告した(日本体力医学会第29回近畿地方会)。一方、男性長距離ランナーにおける貧血の実態については大学陸上競技部所属ランナーなど、エリート長距離ランナーを対象に調査した報告はみられる<sup>3)</sup>が、男性一般市民ランナーについてみた報告は極めて少なく、その詳細は不明である。そこで、本研究は男性一般市民ランナーを対象に、貧血の実態とその影響要因を明らかにすることを目的とした。

### 対象・方法

男性 一般市民ランナー 233名(年齢 44.1±9.9歳, 身長 170.5±5.7cm, 体重 63.6±7.8kg, BMI21.8±2.4kg/m²)を対象にアンケート調査およびHb 値の測定を実施した. アンケート調査項目はランニング歴, マラソンベストタイム, 月間走行距離, 週間トレーニング回数, 欠食・偏食・サプリメント摂取の有無とした. Hb 値の測定は, シスメックス社製末梢血管モニタリング装置 ASTRIM SU を用い非侵襲的に測定した. なお, 貧血は 13g/dl 未満と定義した.

統計処理は貧血の有無では対応のないt検定を、欠食・偏食・サプリメント摂取での関係を明らかにするためにはカイ二乗検定、Hb値との関係を明らかにするためにはPearsonの相関係数を用いた。なお、有意差は5%未満とした。

### 結 果

### 1. 対象者の特徴およびHb値

今回対象とした233名の平均ランニング歴:  $87.2\pm$ 84.5 ヶ月, マラソンベストタイム:  $14141.6\pm2906.4$  秒 (3 時間 55 分 42 秒  $\pm48$  分 26 秒), 月間走行距離:  $177.0\pm104.5$ km, 週間トレーニング回数:  $3.7\pm1.6$  回/週であった. Hb 値の平均は $14.8\pm1.6$ g/dl であり, 貧血(13g/dl 未満)は233名中27名(11.6%)に認められた.

# 2. 貧血の有無での検討 (図1)

身長は貧血あり群 171.2cm:貧血なし群 170.5cm (n.s.), 体重は62.4kg:63.7kg (n.s.),BMI は21.3kg/m²:21.9kg/m² (n.s.),ランニング歴は84.0 ヶ月:87.6 ヶ月 (n.s.),マラソンベストタイムは13327.1:14248.4 (n.s.),週間トレーニング回数は4.1 回/週:3.7 回/週 (n.s.) であり,両群間に差はみられなかった.一方,月間走行距離は各々225.9km:170.6km (p<0.01)と貧血あり群では有意に長かった(図 1).

# 3. 欠食・偏食・サプリメント摂取の有無 (表 1)

欠食者は貧血あり群、貧血なし群、各々22.2%:10.7% (n.s.)、偏食者は11.1%:26.2% (n.s.)、サプリメント摂取者は66.7%:46.1% (p<0.05) であり、貧血あり群にサプリメント摂取者が多かった。

# 4. 体重, BMI, ランニング歴, マラソンタイム, 月間走 行距離, 週間トレーニング回数と Hb 値

Hb 値と体重(r=0.15, p<0.03),BMI(r=0.15, p<0.03),マラソンタイム(r=0.25, p<0.01),との間には正の相関関係を,月間走行距離(r=-0.24, p<0.01),週間トレーニング回数(r=-0.16, p<0.02)との間には各々負の相関関係を認めた(図 2).ランニング歴(r=-0.01, p<0.87)との間には相関関係を認めなかった.

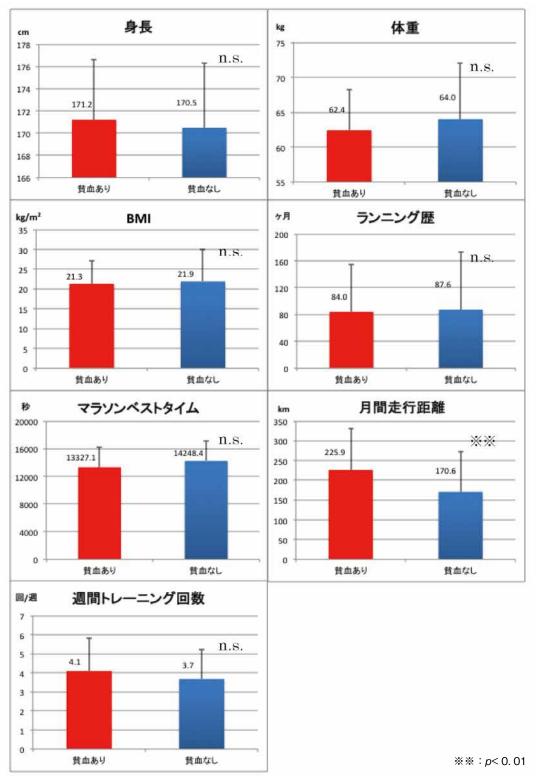


図1. 貧血の有無と身長、体重、BMI、ランニング歴、マラソンベストタイム、月間走行距離、トレーニング回数

表1. 欠食・偏食・サプリメント摂取での検討結果

項目	貧血あり(n= 27)	貧血なし(n= 206)	有意差
欠食者	22.2% (6)	10.7% (22)	n.s.
偏食者	11.1% (3)	26. 2% (54)	n.s.
サプリメント摂取者	66.7% (18)	46. 1% (95)	p< 0.05

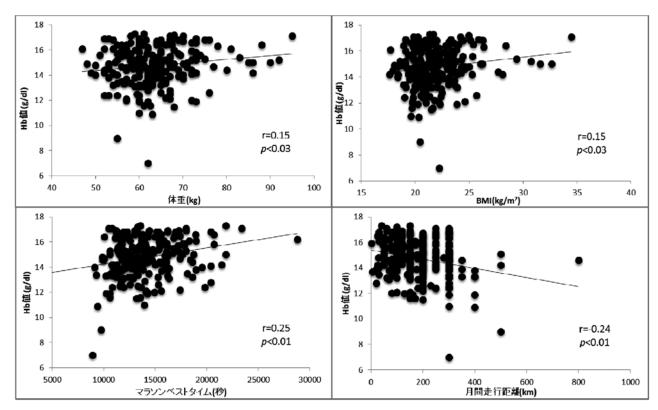


図2. Hb値と体重, BMI, マラソンベストタイム, 月間走行距離

# 考察

スポーツ貧血は女性に多く見られるとされているが、男性一般市民ランナーにおいても 233 名中 27 名(11.6%)に認められた。国民健康・栄養調査(厚生労働省、2011)では日本人( $20\sim70$ 歳)の貧血の頻度は男性では 4.6% とされており、一般市民ランナーではその  $2\sim3$  倍の頻度に貧血を認めたことになる。

今回用いた測定法からは貧血の詳細不明であるが、前述 したように長距離ランナーの場合、その多くが鉄欠乏性貧 血とされている. 運動時にはエネルギー代謝の亢進に伴い 酸素需要が増加するが、酸素輸送と利用に関与するヘモグ ロビン、ミオグロビン、チトクロームなどにおける鉄代謝 が亢進し、鉄需要が増加する. 今回、男性市民ランナーに おいて、Hb 値と月間走行距離、週間トレーニング回数と の間に逆相関を認めた他、貧血群では貧血なし群に比べて 月間走行距離が有意に長かった事は、貧血の原因として運 動に伴う鉄需要の増加が関与していると考えられた. また. 量的には多くはないが、長距離ランナーではランニング時 の着地などの足への衝撃による溶血や多量の発汗による鉄 喪失も鉄需要を増加させる一因とされている<sup>4)</sup>. 樫村ら<sup>5)</sup> は、一般市民ランナーよりも月間走行距離がはるかに多い 大学陸上競技長距離選手では28名中8名(28.6%)もの 高頻度に貧血を認めたと報告しており、これらの事実も運 動時にみられる鉄需要の増大が男性市民ランナーにおける 貧血への関与を示唆するものと思われる.

前述したようにスポーツ選手では鉄需要が増加するため一般人の約3倍の鉄所要量が必要とされている. バランスの良い食事では6mg/1000kcal の鉄分摂取が可能であり,運動量に見合う鉄分を補充するためには少なくとも1日3000kcal 前後の摂取量が必要になる. 今回, 男性市民ランナーのHb値と体重, BMIとは正相関を認めた. 即ち,体重やBMIの低値のものではHb値が低く,トレーニング量に見合う必要カロリー量や鉄分の補充がなされない場合には容易に貧血をきたす可能性が示唆される.

本研究において、サプリメント摂取者は貧血を有する群において多かった。この点については、貧血群ではトレーニング時の息切れ、疲労感など貧血症状をきたしていた可能性や月間走行距離が長く、消費エネルギー増加による体重減少など栄養摂取不足がその理由の一つに挙げられる。もっともこの点については今回、摂取カロリー量やサプリメントの内容など、詳細な調査ができておらず、さらに詳細な検討が必要と考えられた。

以上,男性一般市民ランナーでは貧血をきたす頻度が高く,運動に伴う鉄需要の増加が関与している可能性が示唆された。トレーニング量に見合うエネルギー摂取量が不足した場合には容易に貧血をきたす可能性があり、月間走行距離が長く,体重やBMIが低値の例では貧血の有無を考慮にいれて指導に当たることが重要である。

# まとめ

男性一般市民ランナーを対象にアンケート調査とHb値の測定を実施・分析した結果,

- ①貧血は約1割の人に認められた.
- ②貧血を有した群は貧血のない群に比べて月間走行距離が長かった.
- ③欠食・偏食及びサプリメント摂取の有無においては、サ プリメント摂取者の頻度は貧血を有する群に多かった.
- ④ Hb 値は体重・BMI・マラソンベストタイムと正の相関、月間走行距離・週間トレーニング回数とは負の相関関係を認めた.

- 1) 福永慶隆: 鉄欠乏性貧血,小児科臨床,Vol. 63,No. 4,814-818,2010.
- 石田浩之: 運動選手の貧血, Pharma Medica, Vol. 27, 25-29, 2009.
- 3) 風見公子: 栄養介入による男子大学生長距離ランナーの貧血指標の改善, 体力科学, 第63巻, 第3号, 313-321, 2014
- 4) 鯉川なつえ: 長距離ランナーの鉄欠乏とラクトフェリン, 体育の科学, Vol. 65, No. 1, 6-10, 2015.
- 5) 樫村修正ら: 箱根駅伝出場を目指した貧血予防対策, 東京農大農学集報, 49(3), 119-124, 2004.

# 夏季の高等学校野球選手権地方大会の熱中症発生の実態

宇陀市立病院 整形外科

江川 琢也

奈良教育大学 教育学部保健体育講座 奈良県立医科大学附属病院 医療技術センター

笠次 良爾

済生会御所病院 整形外科

井上 良太中山正一郎

奈良県立医科大学 整形外科学教室

田中 康仁

# 目 的

高校野球は夏の風物詩であるが、暑熱環境下で試合を行うため熱中症で競技中断を余儀なくされる選手が出現することがある。その姿がテレビ中継される度に、真夏の日中に試合を行うことの是非が議論される。

今回,我々は高校野球地方大会における熱中症発生の現状と,影響を与える因子について調査したので報告する.

### 対象と方法

2014年7月12日から28日の間の15日間行われた第96回全国高等学校野球選手権奈良大会において、球場医務室を利用した人のうち、熱中症と診断された人を全例調査し、「選手もしくは観客」、「性別」、「年齢」、「救急搬送を行った人数」、「熱中症の発生時刻」、「気象条件」について調査した。

気象データは国土交通省気象庁のホームページ  $^{1)}$  を参照し、奈良県奈良地点の平均気温  $(\mathbb{C})$ 、平均湿度 (%)、平均風速 (m/s)、全天日射量  $(MJ/m^2)$  の値を用いた。なお奈良地方気象台は奈良市にあり、大会は橿原市にて行われた

熱中症予防のための指標として、米国では気温と湿度の 多項式である Heat Index が用いられており、以下の式を用 いて計算した.

Heat Index= - 42.379+2.04901523T+10.14333127R - 0.22475541TR - 6.83783  $\times$  10 <sup>-3</sup> T<sup>2</sup> - 5.481717  $\times$  10 <sup>-2</sup> R<sup>2</sup>+1.22874  $\times$  10 <sup>-3</sup> T<sup>2</sup> R+8.5282  $\times$  10 <sup>-4</sup> TR<sup>2</sup> - 1.99  $\times$  10 <sup>-6</sup> T<sup>2</sup> R<sup>2</sup>

T:平均気温(°F), R:平均湿度(%)

さらに WBGT は、小野ら $^{2}$  の以下の式を用いて推定した。

WBGT =  $0.735 \times Ta + 0.0374 \times RH + 0.00292 \times Ta \times RH + 7.619 \times SR - 4.557 \times SR^2 - 0.0572 \times WS - 4.064$ 

Ta: 平均気温( $\mathbb{C}$ ),RH:平均湿度(%),SR:全天日射量( $kW/m^2$ ),WS:平均風速(m/s)

統計学的検討は、大会開催期間中のそれぞれの日における熱中症発生者数と、平均気温、平均湿度、平均風速、WBGT、Heat Index との関連についてピアソンの相関係数の検定を行い、観客・選手の別で熱中症の頻度をみるために  $\chi2$ 乗検定を行った。ともに有意水準は5%とした。

# 結 果

熱中症の発生は選手 11 名、観客 22 名の計 33 名であり、そのうち男性 12 名、女性 21 名であった。年齢は 18.6 歳  $\pm 11.8$  歳であった。内訳は高校生 30 名、83 歳、11 歳、5 歳がそれぞれ 1 名ずつであった。日本救急医学会熱中症分類に基づき、症状で重症度を分類したところ、 I 度 25 名、I 度 8 名、I 度 8 名、I 度 1 包名であり、救急搬送者は 1 名で、ともに女性の観客(高校生)であった。

発生時刻は図1の通りで、最頻値は13時台であった (図1). 1名は熱中症発生時刻の記載漏れのため除外した.

大会開催期間中の熱中症発生件数と奈良地方気象台の気象データは表1のようになった $^{1)}$ .

平均気温はr=0.32 (p=0.24), 平均湿度はr=-0.10 (p=0.72), 平均風速はr=-0.46 (p=0.08) (図 2), WBGT はr=0.35(p=0.20), Heat Index はr=0.35(p=0.20)であり, 風速との間で有意差はないものの, 最も負の相関する傾

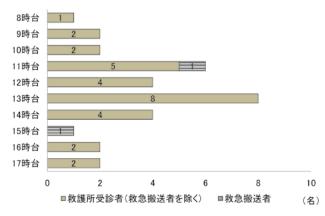


図1. 熱中症発生時刻と救護所受診者数

表 1. 熱中症発生件数と奈良地方気象台の気象データ

日	天気	熱中症 (人)	平均気温 (℃)	平均湿度 (%)	平均風速 (m/s)	全天日射量 (MJ/m²)	WBGT (°C)	Heat Index(†)
7/12	薄曇時々晴	0	27.0	61	1.5	21.49	24.4	82.7
7/13	雨時々曇	5	25.4	81	0.9	10.17	24.4	79.8
7/14	曇時々雨	0	25.7	90	1.7	10.46	25.7	81.1
7/15	晴	4	27.5	71	1.3	22.62	26.1	85.7
7/16	晴後薄曇	1	28.4	68	1.4	25.28	26.8	88.1
7/17	晴後薄曇	1	29.0	67	1.4	22.46	27.0	89.9
7/19	曇一時雨。 雷を伴う	3	25.8	82	1.3	18.14	25.5	81.2
7/20	曇時々晴一時 雨、雷を伴う	0	24.6	86	0.9	19.79	24.9	77.0
7/21	薄曇後晴	5	26.4	75	1.0	20.47	25.4	82.7
7/22	薄曇一時晴	0	27.4	71	1.2	19.02	25.8	85.4
7/23	薄曇	3	28.2	70	1.6	21.10	26.5	87.9
7/24	丟	0	29.4	69	1.8	17.04	27.3	92.1
7/25	晴	9	30.5	65	1.0	23.36	28.2	95.0
7/27	曇一時晴	2	26.6	77	1.5	10.62	25.1	83.6
7/28	晴	0	25.3	69	1.1	24.99	24.0	79.4

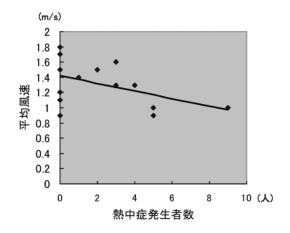


図2. 平均風速と熱中症発生者数の相関図

向を認めた. 熱中症発生者数は観客では46951名中22名 (0.047%), 選手では1587名中11名 (0.69%) であり、観客・選手の別で熱中症の頻度を比較すると、選手では観客よりも熱中症を起こす人が有意に多かった  $(\chi^2=94.371, df=1, p<0.001)$ .

### 考 察

暑熱曝露あるいは身体運動による体熱産生の増加を契機として高体温を伴った障害は従来、主に症状から分類され、熱失神、熱痙攣、熱疲労、熱射病などとして表現されてきた、日本救急医学会熱中症ガイドライン 2015<sup>3)</sup> では、これらの諸症状・病態を一連のスペクトラムとして「熱中

症」として総称するものと定義し、重症度に応じてI度~Ⅲ度に分類している.I度は、めまい・立ちくらみ・生あくび・大量の発汗・筋肉痛・筋肉の硬直(こむら返り)・意識障害を認めない(JCS=0)であり、Ⅱ度は、頭痛・嘔吐・倦怠感・虚脱感・集中力や判断力の低下(JCS  $\leq 1$ )であり、Ⅲ度は、中枢神経症状(意識障害(JCS  $\geq 2$ )、小脳症状、痙攣発作)、肝・腎機能障害、血液凝固異常のいずれかを含むものとされている.ガイドラインではⅡ度の症状が出現した場合はすぐに病院へ搬送するとされている.

熱中症の発症人数は、観客が数の上では多いが、統計的には選手にリスクが高かった。また重症度分類Ⅱ度の方が8名と少なからず存在し、観客からも発生していた。

日本スポーツ振興センターの調査研究報告書<sup>4</sup>では、野球指導者の熱中症への認識は「よく知っている」が41.5%、「ある程度知っている」が56.9%と高い。また、飲水環境も「練習中に自由に飲ませている」が1998年の74.7%から2013年が96.2%と随分改善されている。しかし、74.6%に上る3007校で熱中症発症例があるとされており、ただ自由に飲ませるだけでは予防につながらず、水分とともに塩分の摂取が必要であることの啓発、指導者の意識だけでなく、部員一人ひとりが飲水の重要性を理解し、自発的に飲水を行う習慣を培うことが大切と結論づけている。また、暑熱順化には約1週間かかるとされており<sup>5)</sup>、選手にはしっかりと教育していくことが必要と考えられた。

大会時の観客への啓発活動としては、日本高等学校野球連盟では1998年夏から都道府県高等学校野球連盟と協力して、「熱中症予防キャンペーン」を実施している、甲子

園の全国大会をはじめ、各地区予選の会場で「しっかり水分、元気な夏! こまめに水を飲みましょう! 熱中症、脳梗塞といった健康障害や重大な事故を防ぐためには水分補給が大切です。皆さん、喉が渇く前に早めに水分を補給しましょう」という統一アナウンス原稿を作成して観客に予防を呼びかけている。

日本救急医学会の熱中症診療ガイドライン<sup>3)</sup> によると熱中症の発生に関係する気象条件は気温・湿度・風速・日射輻射とされている。本研究では、その中でデータが入手可能であった気温・湿度・風速について調べたところ、熱中症の発生と風が弱いことが最も相関する傾向を認めた。運動時の体温上昇を防ぐ放熱経路は2つに分けられ、皮膚表面から輻射、伝導、対流によって放熱される非蒸発性熱放散と、皮膚表面から汗が蒸発することによる蒸発性熱放散がある<sup>5)</sup>. 対流と汗の蒸発には風が密接に関係している。我々が渉猟し得た範囲では、風が弱いことが熱中症の発生に最も関与するという論文はなく、高温多湿な日本では気温、湿度、風、日射輻射の気象条件を組み合わせたWBGTを推奨する<sup>3)</sup> とされている。総合的に判断するのはもちろん大事であるが、風が弱いということも熱中症のリスクと十分認識する必要性が示唆された。

本研究の問題点としては、球場にて気象条件を測定して

いないこと、2014年夏は雨が多く、日照時間が例年よりも短い涼しい夏であったことが挙げられる。

### 結 語

第96回全国高等学校野球選手権奈良大会において熱中症の調査を行った. 熱中症の発生は選手11名, 観客22名の計33名であり, 発生時刻の最頻値は13時台であった. 熱中症が起こりやすい気象条件として, 風が弱いことが最も相関する傾向を認めた. 風が弱いということも熱中症のリスクと十分認識する必要性が示唆された.

- 1) 国土交通省気象庁 http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/daily\_s 1.php?prec\_no= 64&block\_no= 47780&ye ar= 2014&month= 7&day=&view= (2016/4/28アクセス)
- 2) 小野雅司ら: 通常観測気象要素を用いたWBGTの推定, 日生 気誌50(4):147-157, 2014.
- 3) 日本救急医学会: 熱中症診療ガイドライン 2015. 2015.
- 4) 独立行政法人日本スポーツ振興センター: 「体育活動における 熱中症予防」調査研究報告書, 2014.
- 5) 公益財団法人日本体育協会: スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック, 2013.

# 小学生軟式野球選手の成長期肘関節障害発症とポジションの関連に関する検討 ーメディカルチェックの結果から一

むこがわ整形外科・スポーツクリニック **木村 公一** (PT) ・相**澤 徹** (MD) ・**藤本 敬章** 環太平洋大学 体育学部 相**澤 徹** (MD)

### 目 的

成長期のスポーツ障害は、柔軟性の低下や筋力不均衡に基づくフォーム不良、overuse などにより発症するとされており、放置すると疼痛や可動域制限、さらには変形等の重大な機能障害を遺すことがあると報告されている。その早期発見、早期治療そして完全修復にメディカルチェック(以下; MC)の実施が奏功すると注目されている。

小学生野球のMC に関する報告は多数認められるが、ポジション別、症状別に障害発生を検討した報告は少ない.

我々がこれまでに行ってきたMCの結果より、ポジション、症状の有無と障害発生との関係を明らかにすることを目的に、今回の研究を行ったため報告する.

### 対象および方法

対象は2012年12月から2014年11月に我々が実施したMCに参加した小学生軟式野球選手356名(平均年齢10.8±1.0歳)である.

MCでは全選手を対象に、受付で症状に関するアンケートに記入後、身体測定、理学的検査、及び超音波検査を実施した。最後に前述の所見をもとに日本整形外科学会認定スポーツ医による総合検診を行い、病院での精査加療が必要と診断された選手には協力医療機関への診療情報提供書を交付し、医療機関受診を促した(図1).

MC の総合検診での診断にて肘関節の障害のみを認めた選手(以下;障害群)と一切の障害を認めなかった選手(以下;健常群)の2群に分け、MC 実施時点での疼痛の有

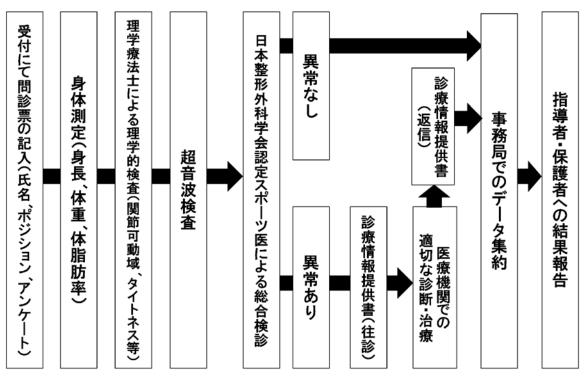


図1. メディカルチェックの流れ

無および主なポジションとの関連を統計学的に検討した. 有意水準は危険率 5%未満とした.

# 結 果

我々のMCでは、356名の選手のうち、90名25.3%に 肘関節の障害を認めた. 肘関節障害の内訳は、MC受付時 の疼痛の有無に関わらず、いずれも80%近くを内側型野球 肘が占めた. しかし, 『今も昔も痛くない』 と答えた選手 29 名の内, 4 名 13.8% に外側型野球肘を認めた (図 2).

主なポジションとの関連について、障害群のアンケートではMC実施時に痛みを有していた者は投手・捕手が多くを占めた。MC実施時に痛みの訴えがなかった322名の内、65名20.2%の選手に肘関節障害が認められ、その内37名56.9%を野手が占める結果となった(図3).



0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

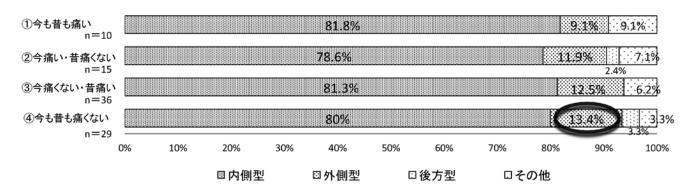


図2. 健常群と肘関節障害群の割合(上)と障害群におけるアンケート結果(下)

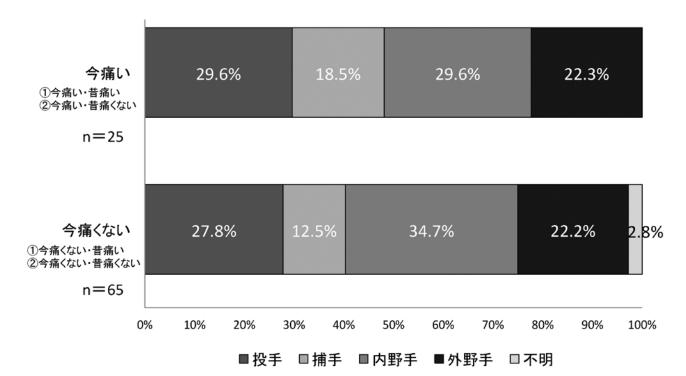


図3. 肘関節障害群でのポジション別疼痛状況

MC 受付時、『今痛い』、『今痛くない』 と答えた選手に分けてポジションごとに多変量解析を行った。 事前アンケートの『今痛い』、『今痛くない』 といった回答に関わらず、ポジションと障害発生の有無との間に有意な相関は認めなかった(表 1).

表1. 障害発生の危険因子の検討

	要因	オッズ比	95%信頼区間	有意確率
	投手	2. 12	0.63-7.17	0. 22
今痛い	捕手	1.56	0.38 - 6.47	0. 54
フ畑い	内野手	0.47	0.15-1.42	0.17
	外野手	0.78	0.22 - 2.76	0.7
	投手	1.59	0.84-3	0.15
	捕手	1.72	0.69 - 4.27	0.24
今痛くない	内野手	1.15	0.64 - 2.07	0.63
	外野手	0.65	0.36 - 1.17	0.15

### 考 察

今回の結果より事前アンケートでの疼痛の有無に関係な く障害は発生している事が明らかとなった.

また、障害の発生に対するポジションの関与は乏しいと 示唆された. これは事前スクリーニングで疼痛を有する者 のみを MC の対象としている松浦ら<sup>1)</sup> のデータと同様の結果であった.

疼痛に関する事前アンケートにより、MC 時に疼痛を有する者だけを対象としてMC を行った場合、外側型野球肘等の重大な障害を持つ選手を見落とす可能性が大きいと考えられる.

疼痛の有無やポジションと障害発生の有無の間には相関が認められなかったことにより、成長期スポーツ障害の早期発見を目的とする MC は、事前に疼痛の有無でスクリーニングをする事無く、全選手を対象とするべきであると考えられた $^{2),3),4),5)$ .

- 1) 松浦哲也: 肘離断性骨軟骨炎の発生危険因子に関する検討, 日 整会誌 89(3): 494, 2015.
- 2) 木村公一ら: 小学生軟式野球選手のスポーツ障害の発症とその身体的要因の検討 ーメディカルチェックの結果から一, スポーツ傷害 20:1-3, 2015.
- 3) 松浦哲也, 柏口新二; 成長期のスポーツ損傷と障害, 整形・災害外科 43: 1243 1248, 2000.
- 4) 柏口新二: 野球肘のみかたと対応, Sportsmedicine 92: 22-25, 2007
- 5) 岩瀬毅信: 肘実践講座よくわかる野球肘 離断性骨軟骨炎, 第1版, 岩瀬毅信, 柏口新二, 松浦哲也編, 東京, 末定広光, 株式会社全日本病院出版会 45: 126, 172, 2013.

# 大学サッカー選手の人工芝グラウンドにおけるスポーツ傷害の経時的変化

一人工芝グラウンドに対するゴムチップ補充の影響-

貴島病院本院付属クリニック

藤高 紘平

たちいり整形外科 リハビリテーション科

藤竹 俊輔

豊中渡辺病院 リハビリテーション科

来田 晃幸

神戸大学大学院 人間発達環境学研究科

岸本 恵一

大阪河崎リハビリテーション大学 大阪産業大学 人間環境学部スポーツ健康学科 橋本 雅至 大槻 伸吾

ダイナミックスポーツ医学研究所

大久保 衞

奈良県立医科大学 スポーツ医学講座

熊井 司

奈良県立医科大学 整形外科学教室

田中 康仁

### はじめに

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、選手が使用しているグラウンドサーフェイスも一要因になると報告されている<sup>1)</sup>. 人工芝グラウンドは使用年数が経過すると老朽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<sup>2)</sup>. そのため、こうした環境の変化がスポーツ傷害の発生に影響を与える可能性があると考えられる

そこで今回,長期経過した人工芝グラウンドに特殊哇砂やゴムチップを補充したことによる,スポーツ傷害発生への影響を検討することを本研究の目的とした.

### 対象および方法

# 1. 対 象

2007年度から2014年度(2007年4月から2015年3月 まで)までの8年間に一大学サッカーチームに所属する男 子サッカー選手のべ285名(2007年度;87名,2008年 度;91名,2009年度;97名,2010年度;114名,2011 年度;148名,2012年度;159名,2013年度;165名, 2014年度;173名)を対象とした.チーム専用の練習環 境としては、2007年度から人工芝グラウンドである.人 工芝グラウンド(日本フィールドシステム社, 製品名: ビッグターフ 66-MIX) の構造は、ロングパイルパイル人 工芝の芝丈が66mm, 下層に特殊調整硅砂15mm, 上層に ゴムチップ 10mm となっている. 2007 年度以降, チーム 専用の練習環境として人工芝グラウンドを使用し、2013 年度にメンテナンスとして補修工事を施工された. 補修工 事としては,グラウンド全体(6300m²)に対して,ロン グパイル人工芝のブラッシングと6.3t のゴムチップを用い て. 1 平方メートルあたり 1kg のゴムチップを補充した.

### 2. 方法

# (1) スポーツ傷害の調査

本研究対象のサッカーチームでは、傷害発生時にはチーム指定の医療機関を受診している。2007年の4月から2015年の3月までの8年間に、サッカー競技に伴って発生した下肢スポーツ傷害延べ1071件を対象として調査した。スポーツ傷害の定義は、全米大学体育協会によるInjury Surveillance Systemの定義<sup>3)</sup>を参考に、1日以上練習を休む、あるいは1試合以上試合を欠場する結果となったスポーツ傷害とした。

# (2) ボール垂直反発高さ測定

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、ボールの垂直反発高さを測定した。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回行い、平均値を算出した。

### (3) 下肢スポーツ傷害発生率の算出

傷害発生率(Injury Rate,以下IR)は、傷害発生件数を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)で除し、1000AE 当たりとして算出した<sup>4)</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.

外傷とスポーツ障害別データは、サッカー競技中に1回の外力にて発生した、打撲、挫傷、捻挫、肉離れ、骨折、脱臼などを外傷とし、慢性的および段階的に症状が増悪して発生したものをスポーツ障害として区分した。

### (4) 統計学的検討

年度別 IR の各年度間の比較においては、各年度のIR と前年度のIR との間でz検定を行った。また、グラウンドのボール垂直反発高さにおいては、年度間でMann-Whitney U検定を行った。統計解析にはSPSS Ver.11.0

(SPSS Japan Inc.社) を用いて行い, 有意水準を5%未満とした.

### 結 果

# (1) 年度別の傷害種類別傷害発生率の推移および前年度 との比較 (表1)

人工芝グラウンドにおける下肢捻挫の発生は年数が 経過するとともに増加していた。2008年度の下肢捻 挫発生率(1.55/1000AE)が2007年度の下肢捻挫発 生率(0.87/1000AE)よりも有意な増加が認められた (p<0.05). 下肢肉離れの発生に関しては、ゴムチップ補 充後である2014年度の下肢肉離れ発生率(0.16/1000AE) が2013年度の下肢肉離れ発生率(0.42/1000AE)よりも 有意に減少した(p<0.05).

### (2) ボール垂直反発高さ測定結果 (表 2)

グラウンドのボール垂直反発高さは、ペナルティーエリア内、センターサークル内、フィールド内の場所において、2013 年度(ゴムチップ補充前)は2007 年度(人工芝グラウンド変更時)よりも有意に高く(p<0.01)、2013年度(ゴムチップ補充後)は2013年度(ゴムチップ補充前)よりも有意に低くなった(p<0.05).

# 考 察

下肢捻挫の発生は、人工芝グラウンドの年数が経過するとともに、ほとんどの年度間で増大していた。グラウンドのボール垂直反発高さにおいては、ゴムチップ補充前は人工芝グラウンド変更時よりも有意に高く、ゴムチップ補充後はゴムチップ補充前よりも有意に低くなった。人工芝グ

表1. 下肢における傷害種類別の傷害発生率

			年度	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
			n	38	66	75	85	107	119	131	118
	trauma		IR	1.44	2.43	2.51	2.54	2.46	2.48	2.75	2.31
			(95%CI)	(0.89-2.00)	(1.96-2.90)	(2.04-2.98)	(2.09-2.99)	(2.00-2.91)	(2.02-2.94)	(2.30-3.20)	(1.85-2.7
			n	8	14	22	24	25	29	35	29
		Contusion	IR	0.30	0.52	0.74	0.72	0.57	0.61	0.73	0.57
			(95%CI)	(0.00-0.63)	(0.21-0.82)	(0.37-1.10)	(0.39-1.04)	(0.28-0.87)	(0.29-0.92)	(0.39-1.07)	(0.26-0.8
			n	25	44	40	46	64	67	73	77
		Sprain	IR	0.95	1.62*1	1.34	1.37	1.47	1.40	1.53	1.51
			(95%CI)	(0.44-1.46)	(1.17-2.08)	(0.89-1.79)	(0.97-1.78)	(1.05-1.89)	(0.97-1.83)	(1.09-1.97)	(1.07-1.9
			n	4	8	9	11	15	21	20	8
Lower limbs		Strain	IR	0.15	0.29	0.30	0.33	0.34	0.44	0.42	0.16*2
			(95%CI)	(0.00-0.39)	(0.06-0.53)	(0.05-0.55)	(0.10-0.56)	(0.11-0.58)	(0.16-0.71)	(0.15-0.69)	(0.00-0.3
			n	1	0	4	4	3	2	3	4
		Fracture	IR	0.04	0.00	0.13	0.12	0.07	0.04	0.06	80.0
			(95%CI)	(0.00-0.16)	(0.00-0.00)	(0.00-0.30)	(0.00-0.26)	(0.00-0.18)	(0.00-0.13)	(0.00-0.17)	(0.00-0.2
			n	0	0	0	0	0	0	0	0
		Dislocation	IR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			(95%CI)	(0.00-0.00)	(0.00-0.00)	(0.00-0.00)	(0.00-0.00)	(0.00-0.00)	(0.00-0.00)	(0.00-0.00)	(0.00-0.0)
			n	18	27	29	41	49	60	48	60
	overuse		IR	0.68	0.99	0.97	1.22	1.12	1.25	1.01	1.18
			(95%CI)	(0.23-1.14)	(0.60-1.39)	(0.56-1.38)	(0.83-1.62)	(0.74-1.51)	(0.84-1.67)	(0.62-1.39)	(0.77-1.

IR: Injury Rate per 1000 Athlete-Exposures

95%CI: 95% Confidence Interval

表2. グラウンドのボール垂直反発高さ

	2007年度(人工芝グラウンド変更時)	2013年度(ゴムチップ補充前)	2013年度(ゴムチップ補充後)
ペナルティーエリア内(cm)	63.4±1.4	$75.6 \pm 1.5^{*1}$	$70.4 \pm 1.7^{*2}$
センターサークル内(cm)	63.0±1.4	$76.4 \pm 1.9^{*1}$	70.0 ± 1.9*2
フィールド内(cm)	63.8±1.2	73.8±1.6*1	69.6±1.6*2

Mean±S.D.

Mann-Whitney U検定

<sup>\*1:</sup>p<0.05、Significant difference of Injury Rate (vs Lower limbs Sprain Injury Rate in 2007)

<sup>\*2:</sup>p<0.05、Significant difference of Injury Rate (vs Lower limbs Strainj Injury Rate in 2013)

<sup>\*1:</sup>p<0.01、Significant difference of Height(cm) (vs 2007年度(人工芝グラウンド変更時))

<sup>\*2:</sup>p<0.05、Significant difference of Height(cm) (vs 2013年度(ゴムチップ補充前))

ラウンドは使用年数が経過すると老朽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>2)</sup>. つまり,人工芝グラウンドは年数が経過することで,ロングパイル自体は細く短くなって倒れてしまい,ゴムチップは小さくなり減少する.そのため地面からの衝撃が経時的に増大することで,ボールの垂直反発高さが高くなったと考えられる.こうした地面からの衝撃の増大が,下肢の関節への負担が大きくなり捻挫の発生率の増大につながったのではないかと考えられた.よって,人工芝グラウンドは,年数が経過するとロングパイル人工芝の劣化やゴムチップの減少といった環境の変化が生じるため,それに合わせてスポーツ傷害の発生が変化したと考えられる.

下肢肉離れの発生率が年々増加していたことにおいては、 人工芝グラウンドの地面の衝撃が年々増すことにより、それが筋組織への負担となって肉離れ発生率の増大につながったのではないかと考えられた.しかし、人工芝グラウンドのメンテナンスとしてゴムチップを補充することで、 地面の衝撃吸収能が改善し、筋組織への負担が減少して、 肉離れ発生率の減少につながったと示唆される.

年数が経過した人工芝グラウンドへのゴムチップの補充は、地面からの衝撃力は緩和されるが、ロングパイル人工芝が劣化し倒れたままであるため、スパイクシューズのスタッドが地面に刺さりにくく滑りやすい状態と考えられる。そのため、ゴムチップの補充後、肉離れの発生は減少したが、下肢捻挫発生への影響は認められなかったと考えられる。

本研究は長期間の調査ではあるが、一大学男子サッカー

チームのみの調査であるため AE や傷害発生数が乏しい. 今後さらに本研究と同様の方法で、年代別の傷害発生調査 やチーム数を増やした検討が必要と考えられた.

以上のことから、大学サッカー競技におけるスポーツ傷害予防を考えていくにあたって、人工芝グラウンドという環境は不変的なものではなく、年数の経過により変化するものと踏まえる必要があると考えられた.

### 結 語

- 1. 人工芝グラウンドでは年数が経過するとともに下肢捻 挫発生率が増加し、ゴムチップの補充後では下肢肉離 れの発生率が有意に減少した.
- 2. 大学サッカー競技のスポーツ傷害予防を考えていくには、人工芝グラウンドの環境変化を踏まえる必要があると考えられた.

- 1) Ekstrand J, Nigg BM: Surface-Related Injuries in Soccer, Sports Medicine 8 (1), 56-62, 1989.
- 2) Nigg MB, Yeadom RM: Biomechanical aspect of playing surface, Journal of Sports Science, 5 (2), 117 145, 1987.
- 3) Dick R et al.: National Collegiate Athletic Association injury surveillance system commentaries: introduction and methods, J Athl Train, 42 (2), 173-182, 2007.
- 4) 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, Vol. 42, No. 2: 270 - 277, 2007.