

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌

2016 Vol.26

関西臨床スポーツ医・科学研究会

目次

1. 大学サッカー選手における足関節内がえし捻挫の発生要因の検討	藤高 紘平 他	5
2. 足趾把持および足趾巧緻性トレーニングが 足趾把持筋力と身体機能に及ぼす影響	露口 亮太 他	11
3. 中学生男子バスケットボール選手に対する セルフチェック普及への取り組み	松尾 浩希 他	15
4. 当院における成長期スポーツ障害・外傷患者の特徴	日下 昌浩 他	19
5. 成長期野球選手肘関節内側上顆障害の骨性修復過程の検討 ～上腕骨滑車の骨化過程に着目して～	柳田 育久 他	25
6. 全身および筋持久力の向上を目的としたサーキットトレーニングが ジャンプ着地時の膝関節外反角度に与える影響 ～膝前十字靭帯損傷の予防を目的とした介入～	能登 洋平 他	31
7. ACL 再建術後6ヶ月までの体組成変化	香川健太郎	37

8. 長距離マラソンランナーにおける唾液抗菌性ペプチドと 虫歯菌および上気道感染症との関連	白井 達矢 他	39
9. 第70回紀の国わかやま国体医事報告 ～奈良県の場合～	江川 琢也 他	43
10. 男子大学長距離選手のレース前後の脱水の実態調査 ～現場指導者の立場から～	高尾 憲司 他	47
11. 大腿骨外顆軟骨損傷に対し、片側外側半月板再建術と 両側遠位大腿骨骨切り術を行い、スポーツ復帰した1例	中山 寛 他	51
12. 年齢別でみた成長期野球選手における柔軟性の違いについて	芹田 祐	55

大学サッカー選手における足関節内がえし捻挫の発生要因の検討

貴島病院本院付属クリニック 藤高 紘平
奈良県立医科大学 整形外科学教室 谷口 晃・田中 康仁
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所 岸本 恵一
大阪産業大学 人間環境学部スポーツ健康学科 大槻 伸吾
ダイナミックススポーツ医学研究所 大久保 衛
奈良県立医科大学 スポーツ医学講座 熊井 司

はじめに

サッカー競技における足関節捻挫は発生頻度が高い疾患として報告されている¹⁾。足関節内がえし捻挫は、受傷機転として内反位強制が多いとされているが、その他の要因については十分に検討されていない。足関節内がえし捻挫の発生要因に関する先行研究において、Subtle caves foot²⁾、足関節背屈可動域制限³⁾、などが報告されている。また、Willems らは足関節内がえし捻挫の前向き調査を行い、発生要因としてバランス能低下、足関節協調性低下、足関節背屈筋力低下、前脛骨筋や腓腹筋の筋反応時間の遅延などを報告している⁴⁾。しかし、サッカー競技における足関節内がえし捻挫の発生と発生前の身体的な特徴、環境要因との関連を報告した研究は我々が掌握した限り認められない。足関節内がえし捻挫の発生を検討するためには、より多角的な検討を加えることが重要である。

そこで本研究において、一大学サッカーチームの男子サッカー選手に対してメディカルチェックならびに環境調査を施行後、足関節内がえし捻挫発生の有無を前向きに調査し、受傷群と非受傷群のメディカルチェック測定項目ならびにアンケート調査項目の相違を検討した。

方 法

1. 対象

2004年度から2014年度(2004年4月から2015年3月まで)までの11年間に所属した一大学男子サッカーチームに所属したサッカー選手377名を対象とした。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 ± 0.3 (歳)、 173.4 ± 15.0 (cm)、 65.7 ± 7.3 (kg)、 23.6 ± 17.2 (kg/m²)、 10.0 ± 3.1 (年)であった。本研究対象チームのチーム指導者は研究期間中大きく入れ替わっておらず、チーム所属選手を競技レベルによって、各カテゴリーに分割し練習や試合を行っている。本研究を行うに際

し、ヘルシンキ宣言に則りチームにおけるスタッフおよび選手に説明し同意を得て行った。

2. 研究デザイン

一大学サッカーチームの男子サッカー選手に対してメディカルチェックならびにアンケート調査を施行後、足関節内がえし捻挫発生の有無を前向きに調査し、受傷群と非受傷群のメディカルチェック測定項目ならびにアンケート調査項目の相違を検討した。

3. アンケート調査項目

各年度の4月にメディカルチェックとして、調査用紙を選手に配布し、各設問について説明を行いながら以下の項目を調査した。

1) 足関節捻挫の既往歴

大学入学前(サッカー開始時から高校卒業時)において、1週間以上サッカーができなくなるような足関節捻挫の既往を調査した。足関節捻挫の既往がある者に対しては、受傷部位、診断名、受傷時期、受傷回数、サッカーができなかった期間、手術の有無などを調査した。

2) 利き足

選手自身が好んでボールをキックする側の足を利き足として調査した。

4. 足関節内がえし捻挫に対する調査

1) 整形外科受診結果

2004～2014年度にかけて、サッカー競技中に発生した、足関節内がえし捻挫を調査した。足関節内がえし捻挫の定義は、1日以上練習を休む、1試合以上試合を欠場したものとした。対象が大学在学中に発生した足関節内がえし捻挫は、全例我々が関わる医療機関を受診した。

2) 受傷時のサーフェイス

受傷時のサーフェイスを調査した。本研究対象のサッカーチームの主な練習環境は、2003年度から2006年度ま

では土グラウンドを使用し、2007年度に人工芝グラウンドに変更し、以後人工芝グラウンドを使用している。

5. Athlete-Exposures および足関節内がえし捻挫の発生率 (Incidence Rate per 1000 Athlete-Exposures) の調査

土グラウンド時 (2004～2006年度) と人工芝グラウンド時 (2007～2012年度), 上級生時 (3年生と4年生) と下級生時 (1年生と2年生) の Athlete-Exposures (以下 A-Es) を算出して, 足関節内がえし捻挫の発生率を算出した。

6. メディカルチェック測定項目

各年度の4月にメディカルチェックとして, 以下の測定項目を調査した。

1) 身長, 体重, BMI

2) アーチ高率

自然立位にて足長と舟状骨高を測定し, アーチ高率を算出した。

3) 足趾把持筋力

先行研究⁵⁾の測定器を参考に, デジタル握力計 (竹井機器工業社製) を用いた測定器を作成した。測定肢位を足位は自然な直立位として測定した。母趾から第5趾が足趾把持バーにかかるように確認し, 下腿前面の固定ボードにて下腿部を固定して実施した。測定においては, 十分な休息をとりながら3回測定し, 最大値を個人の代表値とした。

4) Q-angle

自然立位にて, 上前腸骨棘から膝蓋骨中央を結ぶ線, 膝蓋骨中央から脛骨結節を結ぶ線の成す角度を測定した。

5) Leg-heel angle

自然立位にて, 下腿長軸と踵骨長軸の成す角度を測定した。

6) ファンクショナルリーチテスト

立位にて両手を前方に伸ばし, 指先でバーを踵が浮かずにもとの位置に戻る範囲で押すように指示した。壁に垂直に設置したバーによって移動距離を測定した。

7) 閉眼片脚立位保持時間

両上肢を胸の前で組み, 閉眼にて片脚立位をとり最長2分間測定した。

8) 大腿伸展挙上検査 (Straight Leg Raising test, 以下 SLR)

膝関節伸展位のまま, 股関節を他動的に屈曲した際の角度を測定した。

9) 指床間距離 (Finger Floor Distance, 以下 FFD)

両膝関節伸展位にて腰部を最大屈曲し, 指先と床の距離を測定した。

10) 踵部殿部間距離 (Heel Buttock Distance, 以下 HBD)

腹臥位にて膝関節を他動的に屈曲し, 殿部が床から上がり出す際の踵と殿部の距離を測定した。

11) 足関節関節可動域

足関節背屈および底屈関節可動域を背臥位にて関節角度

計を用いて測定した。

12) General Joint Laxity Test

全身の6関節 (手関節, 肘関節, 肩関節, 股関節, 膝関節, 足関節) と脊柱のLaxity testを実施した。各項目において基準の可動域以上に達した場合を1点とし, 合計7点満点で合計点を算出した。

7. 比較方法および統計処理

足関節内がえし捻挫を受傷した選手の受傷した側の足を足関節内がえし捻挫受傷群, 非受傷者の利き足および非利き足を非受傷群とした。受傷群と非受傷群における, 利き足と非利き足, 足関節捻挫の既往の有無の比較を行った。足関節内がえし捻挫の発生率を算出し, 上級生時と下級生時における学年間での比較, 土グラウンド時と人工芝グラウンド時におけるサーフェイス間での比較を行った。統計学的分析には χ^2 検定またはFisher's exact testを行った。足関節内がえし捻挫の受傷群と非受傷群に分け, 受傷群それぞれの受傷年度の測定値と非受傷群の入学時における測定値の比較を行った。統計学的分析には対応のないt検定を行った。また, 受傷群と非受傷群の非利き足群とで, 足関節内がえし捻挫の有無を従属変数とし, 身長, 体重, アーチ高率, 足趾把持筋力・Q-angle, Leg-heel angle, ファンクショナルリーチテスト, 閉眼片脚立位保持時間, SLR, FFD, HBD, 足関節背屈角度, 足関節底屈角度, 全身関節弛緩性を独立変数として, それらの関連性を検討するために多変量解析を行った。いずれも統計解析には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

足関節内がえし捻挫の受傷群は174足, 非受傷群の利き足群230足, 非利き足群230足であった。足関節内がえし捻挫受傷群と非受傷群を比較し, 受傷群の足関節背屈角度 (受傷群 19.1 ± 4.6 度, 非受傷群の利き足群 23.2 ± 7.2 度および非利き足群 22.8 ± 7.3 度, $p < 0.05$) が有意に小さかった (表1)。足関節内がえし捻挫の受傷との関連において, 足関節背屈角度のオッズ比は1.21 ($p < 0.05$, 95%信頼区間; 0.87 ~ 1.47) であった (表2)。足関節内返し捻挫発生の学年間での比較において, 下級生の受傷が有意に多かった (Rate Ratio=2.43, $p < 0.05$)。サーフェイス間の比較において統計学的に有意な差は認められなかった (表3) 足関節捻挫既往のアンケート結果を表4に示す。利き足と非利き足の比較, 足関節捻挫の既往の有無の比較において統計学的に有意な差は認められなかった (図1)。

考 察

足関節内がえし捻挫受傷群の足関節背屈角度が非受傷群よりも有意に小さく, 多変量解析において, 足関節背屈角

表1. 足関節内がえし捻挫受傷群と非受傷群における測定項目の比較

	受傷群 (n=174)	非受傷群	
		利き足群 (n=230)	非利き足群 (n=230)
身長 (cm)	173.3±5.1	171.8±11.3	
体重 (kg)	66.1±4.3	64.9±6.4	
BMI (kg/m ²)	22.4±1.9	22.4±12.6	
アーチ高率 (%)	17.8±2.3	17.5±2.1	17.1±2.3
足趾把持筋力 (kg)	18.1±1.9	18.1±2.4	17.8±2.2
Q-angle (度)	15.6±2.2	15.2±2.3	15.7±2.8
Leg-heel angle (度)	7.5±2.3	7.2±1.9	7.5±2.3
ファンクショナルリーチテスト (cm)	45.9±2.8	44.5±5.0	
閉眼片脚立位保持時間 (秒)	95.5±24.6	97.2±18.7	95.2±18.9
SLR (度)	91.2±6.2	88.9±7.5	86.3±8.1
FFD (cm)	8.3±8.1	8.1±6.1	8.0±7.3
HBD (cm)	0.3±0.7	0.2±0.6	0.3±0.7
足関節 背屈 (度)	19.1±4.6	23.2±7.2 *	22.8±7.3 *
足関節 底屈 (度)	39.7±4.8	39.5±4.2	38.9±4.4
全身関節弛緩性 (点)	0.5±1.2	0.5±1.0	

対応のないt検定

(Mean±SD)

* p<0.05

表2. 足関節内がえし捻挫例の身体的要因についての多変量解析

項目名	p 値	OR (95%CI)
身長	0.64	1.12 (0.95-1.27)
体重	0.58	0.97 (0.86-1.05)
アーチ高率	0.73	1.06 (0.80-1.36)
足趾把持筋力	0.77	1.03 (0.91-1.18)
Q-angle	0.73	1.05 (0.87-1.26)
Leg-heel angle	0.55	1.11 (0.83-1.48)
ファンクショナルリーチテスト	0.66	0.93 (0.83-1.05)
閉眼片脚立位保持時間	0.24	1.04 (0.98-1.06)
SLR	0.61	0.98 (0.97-1.04)
FFD	0.49	1.03 (0.92-1.12)
HBD	0.71	0.91 (0.65-1.27)
足関節 背屈	0.04	1.22 (0.87-1.47)
足関節 底屈	0.46	1.06 (0.90-1.24)
全身関節弛緩性	0.78	0.86 (0.50-1.55)

OR (95%CI) : Odd ratio (95% Confidence interval)

表3. 足関節内がえし捻挫の学年間とサーフェイス間での発生率の比較

		N	IR per 1000 A-Es	RR (95%CI)	p 値
学年	下級生	143	0.47 (0.10-0.71)	2.43 (1.51-2.89)	0.03
	上級生	31	0.17 (0.00-0.32)		
サーフェイス	土グラウンド	37	0.24 (0.11-0.65)	0.53 (0.24-0.82)	0.32
	人工芝グラウンド	137	0.33 (0.21-0.78)		

Fisher's exact test

IR per 1000 A-Es : Incidence Rate per 1000 Athlete-Exposures

RR : Rate Ratio

95%CI : 95% Confidence interval (95%信頼区間)

表4. 足関節捻挫既往のアンケート調査結果

足関節捻挫の既往回数 (n=579、足関節捻挫既往足関節数)	なし (足)	175
	1回 (足)	312
	2~3回 (足)	224
	4回以上 (足)	43
足関節捻挫後における手術の有無 (n=579、足関節捻挫既往足関節数)	有り (足)	13
	無し (足)	566
診断名および受傷部位 (n=1016、のべ例数)	足関節内がえし捻挫 (足関節前距腓靭帯損傷など) (例)	512
	足関節外がえし捻挫 (足関節三角靭帯損傷など) (例)	288
	その他 (例)	216
足関節捻挫の受傷時期 (n=1016、のべ例数)	小学生時 (例)	41
	中学生時 (例)	393
	高校生時 (例)	582
足関節捻挫によってサッカーができなかった期間 (n=1016、のべ例数)	1~2週 (例)	470
	3~4週 (例)	397
	4週以上 (例)	149

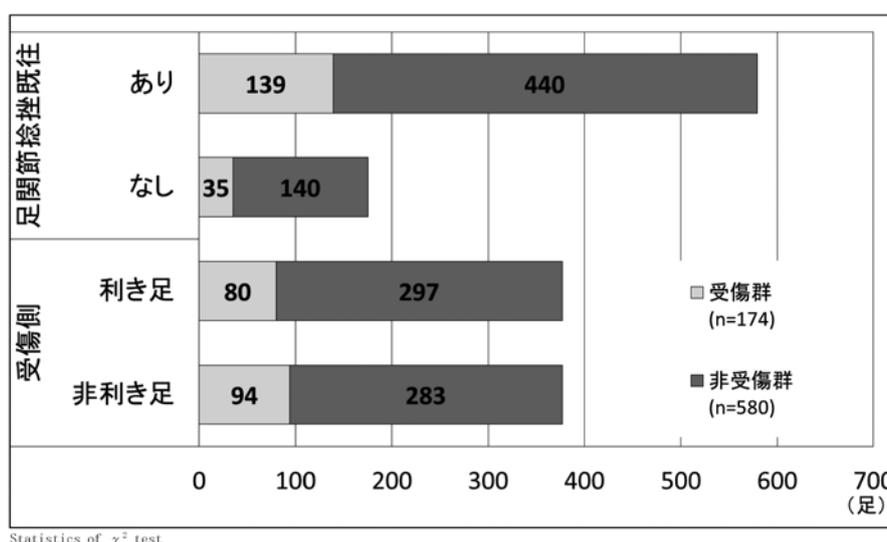


図1. 足関節内がえし捻挫の既往, 受傷側の足における受傷群と非受傷群の比較

度が足関節内がえし捻挫受傷に関連する要因として認められた。

足関節内がえし捻挫の発生要因に関する先行研究において、足関節背屈可動域制限³⁾が報告されている。足関節背屈制限の要因として、拮抗筋（腓腹筋、ヒラメ筋、長母趾屈筋腱、長趾屈筋腱、屈筋支帯、長腓骨筋など）の短縮、軟部組織（距骨下関節内側部、踵腓靭帯など）の短縮、関節の遊び（joint play）の減少、運動軸の変位などが報告されている⁶⁾。運動軸の変位は、足関節背屈運動時の過度の足部外転運動によるもの、足関節背屈運動時の横アーチの拳上と足部内がえしを伴うもの、足部外転位が定着化しているものが要因として報告されている⁶⁾。こうした足関節背屈運動軸変位の要因が生じる原因として、距骨下関節内側部の短縮、屈筋支帯内側部または長母趾屈筋腱・長趾屈筋腱の短縮と過用、長腓骨筋ならびに前脛骨筋の短縮と過用、小趾外転筋の短縮と過用、踵腓靭帯の短縮が報告されている⁶⁾。足関節背屈可動域が減少していたサッカー選手は、長年継続してサッカーを行ってきたことによって、

足関節背屈制限の要因となる足関節構成組織の変化が生じていたのではないかと考えられる。足関節の骨形態においては、距腿関節は距骨滑車の後部より前部が広い⁷⁾、背屈位において果間関節窩に距骨がはまり込むことで骨性の安定性が得られるとされている⁸⁾。よって、足関節背屈可動域が減少していることで、距骨の果間関節窩へのはまり込みが減少し、距骨による骨性の安定性が得にくくなり、足関節内がえし捻挫の発生が多くなるのではないかと考えられた。

足関節内がえし捻挫の発生が下級生に有意に多かった。学年差による足関節内がえし捻挫の発生に与える影響に関してはさらなる検討が必要である。しかし、高校生から大学生に競技レベル（競技スピードやパワーなど）が変化したことで、下級生自身の足関節可動域や筋力に見合った動作にとどめることができずに捻挫を頻発させたと考えた。

足関節内がえし捻挫受傷群と非受傷群における、受傷足、サーフェイス、足関節内がえし捻挫既往の有無の比較において有意な差は認められなかった。利き足や非利き足

についての、サッカー競技中における役割や使用頻度といった検討も必要と考えられた。また、人工芝グラウンドは、より制動力と加速力を得ることができるため、傷害発生の可能性が高くなると報告⁹⁾されている。しかし、本研究でのサーフェイスの比較において有意な差は認められなかった。サーフェイスとスパイクシューズは密接な関係を持っていると報告¹⁰⁾されているため、サーフェイスとスパイクシューズとの関係も含めた調査や検討が必要ではないかと考えられる。

本研究は、長期間の検討ではあるが一大学男子サッカーチームのみの検討である。そのため、足関節内がえし捻挫を発生した例数が少ない。今後、サンプル数の増大や様々な年齢層のサッカー選手を含めた検討が必要であると考えられる。

今回、足関節背屈制限や下級生という学年が足関節内がえし捻挫の発生に関連が認められたことから、足関節背屈角度を測定するメディカルチェックや下級生時の基礎技術の習得は重要と考えられ、さらに検討を加えていく必要があると考えられた。

結 語

1. 大学サッカー選手の足関節内がえし捻挫の発生要因を多角的に検討した。
2. 大学サッカー選手に対し、メディカルチェック（身長、体重、BMI、アーチ高率、足趾把持筋力、Q-angle、Leg-heel angle、ファンクショナルリーチテスト、片脚立位保持時間、SLR、FFD、HBD、足関節関節可動域、General Joint Laxity Test）やアンケート調査（足関節捻挫既往、利き足）を行った。足関節内がえし捻挫の受傷群と非受傷群に分け、調査項目の比較を行った。

3. 足関節内がえし捻挫受傷群は、非受傷群に比べ足関節背屈角度が有意に小さかった。また、多変量解析において、足関節背屈角度が足関節内がえし捻挫発生に関連する要因として考えられた。
4. 足関節内がえし捻挫の発生は下級生が有意に多かった。

参考文献

- 1) 池田浩: サッカーの外傷・障害 (疫学). 復帰をめざすスポーツ整形外科 (宗田大編). メジカルビュー社, 332-337, 2011.
- 2) Chilvers M et al: The subtle cavus foot and association with ankle instability and lateral foot overload, *Foot Ankle Clin*, 13 (2): 315-24, 2008.
- 3) de Noronha M et al: Do voluntary strength, proprioception, range of motion, or postural sway predict occurrence of lateral ankle sprain? See comment in PubMed Commons below *Br J Sports Med*, 40 (10): 824-8, 2006.
- 4) See comment in PubMed Commons below Willems TM et al: Intrinsic risk factors for inversion ankle sprains in male subjects: a prospective study, *Am J Sports Med*, 33 (3): 415-23, 2005.
- 5) 村田伸ら: 足把持力測定の試み —測定器の作成と測定値の再現性の検討—, *理学療法科学*, 17 (4): 243-247, 2002.
- 6) 大工谷新一: 足関節背屈制限に対する理学療法, *関西理学療法*, 6: 21-26, 2006.
- 7) Hayes A et al.: Ankle morphometry on 3D-CT images, *Iowa Orthop J*, 2006, 26: 1-4.
- 8) Stormont DM et al: Stability of the loaded ankle. Relation between articular restraint and primary and secondary static restraints, *Am J Sports Med*, 1985, 13 (5): 295-300.
- 9) Levy IM et al: Living with artificial grass: a knowledge update. Part I: Basic science, *American Journal of Sports Medicine*, 18 (4), 406-412, 1990.
- 10) Livesay GA, Reda DR, Nauman EA: Peak torque and rotational stiffness developed at the shoe-surface interface: the effect of shoe type and playing surface, *Am J Sports Med*, 34, 415-422, 2006.

足趾把持および足趾巧緻性トレーニングが 足趾把持筋力と身体機能に及ぼす影響

関西医科大学大学院 医学研究科 健康科学 露口 亮太・黒瀬 聖司・高尾 奈那・Ha Cao Thu・
田頭 悟志・西田 晴彦・藤井 彩
関西医科大学 健康科学 堤 博美・木村 穰

背 景

足趾把持筋力は歩行速度との関連が強く、姿勢制御の役割も果たす。また、足趾把持筋力は加齢に伴い徐々に弱화가認められるが、とくに80歳以上でその低下が著しい。12ヵ月のフォローアップ調査では足趾把持筋力の低下は転倒を引き起こす可能性が高くなることが報告されている。足趾把持筋力の強化は運動機能や姿勢修正能力の向上につながるとされている。大学サッカー選手を対象にした研究では、足趾把持筋力トレーニングによって、運動機能や動的バランスの改善がみられたこと、さらに介入群において足関節捻挫の発生件数が有意に少なかったことが報告されている¹⁾。

そこで本研究は、一般学生を対象に足趾把持筋力トレーニングおよび足趾運動巧緻性トレーニングを行い、身体機能に及ぼす影響を検討した。

方 法

1) 対象

一般大学生5名（平均年齢：19.7±1.3歳，男/女：4/1），10足を対象とした。

2) 調査項目

a. 自記式アンケート調査

2016年1月と2016年2月に自記式調査にて年齢、性別の調査をおこなった。

b. 足アーチ高率測定（図1）

自然立位にて足長（1-a）および舟状骨高（1-b）を測定し、舟状骨高を足長で除してアーチ高率（%）を算出した²⁾。

c. 足趾把持筋力測定（図2）

足趾把持筋力は、足指筋力測定器 T.K.K.3361（竹井機器工業社製）を用いて測定した（2-a）。測定時には、足指筋力測定器の把持バーを被験者の第1中足趾節関節に合うように調節した（2-b）。測定肢位は端座位で体幹垂直位

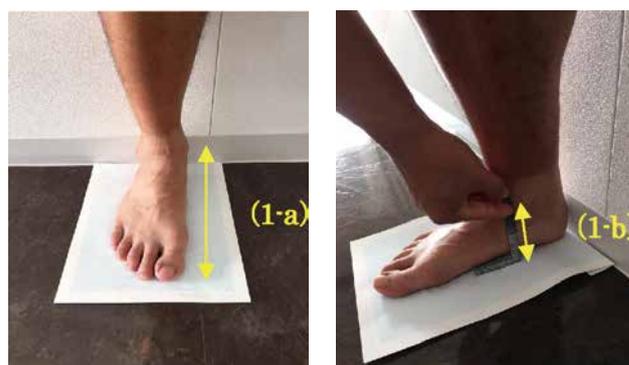


図1. 足アーチ高率測定



図2. 足趾把持筋力測定

に保持し、両上肢で椅子を把持させ、股関節および膝関節を屈曲90度位に保ち測定を行った（2-c）。左右2回の筋力（kg）測定を行い、値の高い方を採用した³⁾。

d. 足趾柔軟性測定（図3）

方眼紙の上に足底を置き、足の踵後面を後壁にしっかりと接触させる。踵部が方眼紙から離れない事を条件に、足趾および前足部を最大まで屈曲させ、踵部からの距離を測定する。足長（3-a）からその距離（3-b）を減じた値（cm）を足趾柔軟性とした⁴⁾。

e. 足趾運動巧緻性評価（図4）

足趾ジャンケン（ゲー、チョキ、パー）3試技中、対象者が行えた試技数を3点満点で評価した。

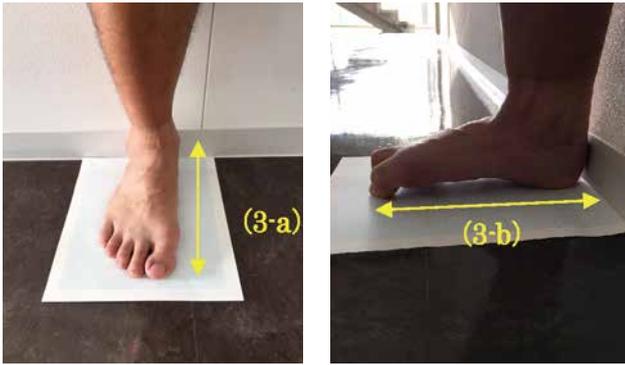


図3. 足趾柔軟性測定



5本の指を把持する 親指を挙上する 5本の指をバラバラに開く

図4. 足趾運動巧緻性評価

f. 閉眼片足立ち（時間）測定（図5）

被験者は裸足で、閉眼し、両上肢を床と平行まで挙上した条件下で一方の脚を挙上し、閉眼での片足立ち時間（秒）を測定した。なお、挙上している脚の足部が地面に接地、支持脚の位置が大きく崩れた時、支持脚以外の体の一部が床に触れた時、閉じた目を開いた時に測定は終了した。数分間の休息をはさみ、左右2回測定を行い、計測時間の長い方を採用した。最大測定時間を2分間とした⁵⁾。



図5. 閉眼片足立ち測定

g. Timed Up and Go

椅子の中央部より少し前に座り、背筋は少し前屈みにする。両脚は肩幅程度に広げ、つま先を左右揃える。両膝の間を握りこぶしひとつつくくらい開き大腿部前面に両手を置く。「用意」に続き「スタート」の合図で立ち上がり、すばやく3m先のミニコーンに向かって歩き、ミニコーンを回ってきて、再び座るまでの時間（秒）を測定した。目標物の回り方は左右どちらでもよい。走らないように指示し走ったと判断した場合は口頭で注意し再度測定した。裸足で行い、数分間の休息をはさみ、2回測定を行い、計測時間の短い方を採用した。

h. 5 Chair Stands

両脚を肩幅程度に広げた自然安静座位を開始肢位とし、なるべく速く5回の立ち座り動作を繰り返す。先行研究の報告をふまえ、立ち座り動作の際、対象者の両手は膝上に置き、動作の補助することを許可した変法を採用し、立ち上がり時には、股関節、膝関節を完全伸展位となる立位をとるように指示した。測定は、対象者の任意のタイミングで立ち座り動作を開始し、5回の立ち座り動作を終了し、着座した時点までの時間（秒）を測定した。裸足で行い、数分間の休息をはさみ、2回測定を行い、計測時間の短い方を採用した。

i. 10m 最大歩行

全長14mの歩行路の両端2mを除いた中央10mの時間（秒）を計測した。最速歩行は「最大限の努力のできるだけ速く歩いて下さい」と説明した。遊脚相にある足部が測定区間の始まりの赤いコーン（2m地点）を越えた時点から、測定区間の終わりの赤いコーン（12m地点）を遊脚相の足部が越えるまでの所要時間を計測した。裸足で行い、数分間の休息をはさみ、2回測定を行い、計測時間の短い方を採用した。

j. 最大1歩幅

1歩踏み出し両足を揃え静止するように指示。踏み出した足の先端までの距離（m）を計測した。裸足で行い、数分間の休息をはさみ、2回測定を行い、値の大きい方を採用した。

3) トレーニング方法

2016年1月から2016年2月までの1ヵ月間、下記のトレーニングを実施した。全てのトレーニングは週3回実施した。

I. 足趾把持トレーニング項目

a. タオルギャザー（図6）

端座位にて踵が浮かないように足趾でタオルを約1mたぐり寄せることを1セットとし3セット実施した。負荷



図6. タオルギャザー

は0.5kg → 1kg → 1.5kg と1週間毎に変更した。

b. 足を平行に開いたムカデ歩き (図7)

足を平行にして裸足で立ち、足趾で床をたぐるようにして前進する。1回について3m 前進を3セット行った。

II. 足趾巧緻性トレーニング項目

a. ゴルフボール ゴロゴロ&キャッチ&リリース (図8)

ゴルフボールを足底で転がすことを5分間 (1セット) 実施した。ゴルフボールを足趾で掴んで放すことを繰り返し5分間 (1セット) 実施した。

b. 足趾ジャンケン体操

“グー”, “チョキ”, “パー” を作る練習。 “グー”, “チョキ”, “パー” を作ることを1回とし, 10回を3セット行った。

統計処理

全てのデータは平均値 ± 標準偏差で示し, トレーニング前後の比較には対応のあるt検定を用いた。統計的有意差は5%未満とした。

結 果

対象者の身長, 体重, 測定項目の結果を表1に示した。トレーニング前後のTimed Up and Goは有意に改善 (3.6 ± 0.2 → 3.4 ± 0.1 秒, p<0.05) し, 5 Chair Standsも有意に改善した (6.7 ± 0.8 → 5.7 ± 0.3 秒, p<0.05)。

他の項目については有意な変化が認められなかった。

表1. トレーニング前後の調査項目及び測定結果

	前測定	後測定	p値
身長	168.0±9.0	168.0±9.0	n.s.
体重	67.0±13.9	67.2±13.6	n.s.
BMI	23.5±2.9	23.6±2.8	n.s.
体脂肪率	18.9±2.9	19.1±2.4	n.s.
アーチ高率左 (%)	17.0±1.0	17.6±2.0	n.s.
アーチ高率右 (%)	17.1±1.0	18.1±1.0	n.s.
足趾柔軟性左 (cm)	4.1±3.1	4.4±2.9	n.s.
足趾柔軟性右 (cm)	4.3±2.9	4.8±3.1	n.s.
足趾把持筋力左 (kg)	25.1±2.7	26.7±4.7	n.s.
足趾把持筋力右 (kg)	25.4±3.0	26.4±3.6	n.s.
閉眼片足立ち左 (秒)	48.5±42.1	97.5±50.4	n.s.
閉眼片足立ち右 (秒)	58.3±45.8	64.4±51.7	n.s.
10m最大歩行 (秒)	2.5±0.3	2.5±0.2	n.s.
Timed Up and Go (秒)	3.6±0.2	3.4±0.1	< 0.05
5 Chair Stands (秒)	6.7±0.8	5.7±0.3	< 0.05
最大1歩幅左 (m)	1.4±0.1	1.4±0.1	n.s.
最大1歩幅右 (m)	1.4±0.1	1.5±0.1	n.s.
足趾巧緻性左 (点)	2.2±0.8	2.8±0.4	n.s.
足趾巧緻性右 (点)	2.2±0.8	2.7±0.4	n.s.

(平均±標準偏差)



図7. 足を平行に開いたムカデ歩き



図8. ゴロゴロ&キャッチ&リリース

考 察

本研究は一般大学生を対象に足趾把持筋力トレーニングおよび足趾運動巧緻性トレーニングを実施し, 身体機能評価を行い, 足趾把持筋力と身体機能に及ぼす影響を検討した。4週間のトレーニングでは足趾把持筋力の向上は確認できなかった。足趾把持筋力の基準値はまだ策定されていないが, 健常な学生を対象に足趾把持筋力の測定を実施しており両足平均が16.5±2.8kgとの報告がある⁶⁾。本研究の結果では, 両足の足趾把持筋力の平均値が25.2±2.7kgと高値を示しており, 今回のトレーニング介入では更なる向上が困難であり, トレーニング内容, 強度, 頻度については再検討が必要であることが考えられた。

一方, 今回のトレーニングにより下腿筋群が刺激され下肢筋力の向上に寄与していることが示唆された。先行研究において, 足趾把持力発揮には足趾把持に関与する筋肉のみならず足部の動き, 下腿の同時収縮も重要になるという報告がある⁷⁾。立ち上がりの動作が改善されており, 足趾把持および足趾巧緻性トレーニングで起立機能の向上, 重心制動の向上を介して, 機能的移動能力が向上したと考えられる。

今回は一般大学生を対象に行ったが, トレーニング介入により起立機能が向上したことから, 足趾が地面に接地しているという条件のもとスポーツが行われる競技者にも応用できる可能性がある。本研究で得られた効果は立ち上がり動作であるが, 立ち上がりを速くするということにポ

イントがある。立ち上がりの際に足の機能として働くのは重心の前方移動の制動が考えられる。その重心の前方移動を制動する力は速い動きを求められるバスケットボールやバレーボールなどの競技者には非常に重要な因子であるため、トレーニング効果は期待できる。重心の前方移動の制動に対して足関節の底屈や足趾の屈曲筋力が働くため、その能力が今回の立ち上がりに関与した可能性が考えられる。重心が前方に出てから上に上がるのが立ち上がりの動作である。前方に行く力を上に転換させるのが足関節や足趾の機能であり、競技者にとって制動する能力の向上が運動中のジャンプやランニングの動作に繋がるのが推察された。

本研究の限界として、対象者が少ないことが挙げられる。コントロール群も設定しておらず、トレーニング介入しない場合の変化が不明である。また介入期間が1ヵ月間と短い。先行研究¹⁾では3ヵ月間での介入が多く、今後は介入期間を延長した検討が必要である。今回の調査は高齢者を対象とした研究の延長で行い、高齢者との比較をするために高齢者対象の身体機能の項目で行った。若年者のみの調査であれば測定項目は検討しなければならない。

結 論

足趾把持および巧緻性トレーニングは起立機能や移動能力を改善させる可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 藤高紘平, 大槻伸吾, 大久保衛, 橋本雅至, 岸本恵一, 藤竹俊輔: 大学サッカー選手に対する足趾把持筋力トレーニングの効果, 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌, 19, 3-6, 2009.
- 2) 大久保衛, 島津晃, 中谷公一, 福岡正信, 上野憲司, 吉田玄, 辻貴史, 山中伸弥, 島田永和, 西浦道行, 辻信宏, 市川宣恭: 整形外科的メディカルチェックとしてのアーチ高率の意義. 臨床スポーツ医学, vol. 7(別冊), 287-292, 1990.
- 3) 村田伸, 忽那龍雄: 足把持力測定の試み —測定器の作成と測定値の再現性の検討—, 理学療法学, 17(4), 243-247, 2002.
- 4) 村田伸, 熊谷秋三, 津田彰: 足部柔軟性の再現性と妥当性に関する研究 —健康成人と障害高齢者における検討—, 健康科学, vol. 27, 49-55, 2005.
- 5) 村田伸: 閉眼片足立ち位での重心動揺と足部機能との関連 —健康女性を対象とした検討—, 理学療法科学, 19(3), 245-249, 2004.
- 6) 金子諒, 藤澤真平, 佐々木誠: 足趾把持筋力トレーニングが最大速度歩行時の床反力に及ぼす影響, 理学療法学, 24(3), 411-416, 2009.
- 7) 相馬正之, 村田伸, 甲斐義治, 中江秀幸, 佐藤洋介, 村田潤, 宮崎純弥: 足趾把持筋力発揮時の運動学的分析 下肢筋活動と足関節の運動分析, 第50回日本理学療法学会大会(東京).

中学生男子バスケットボール選手に対する セルフチェック普及への取り組み

奈良教育大学大学院 松尾 浩希
奈良教育大学 笠次 良爾・高木 祐介
兵庫県立加古川医療センター 柳田 博美
奈良県立医科大学大学院 北村 哲郎
奈良県立医科大学 整形外科 田中 康仁

はじめに

スポーツ現場において傷害の発生を予防するためには、定期的なメディカルチェックを行うことが望ましい。しかしながら、病院へ行き医師にメディカルチェックを受けることは、時間的制約や経済的負担を考慮すると容易ではない。

多くのスポーツ現場では、スポーツトレーナーが選手のコンディショニングやケガの初期対応にあたっているが、手厚くサポートすることで選手が受け身姿勢になっていることが予測される。このような場面では、主にスポーツトレーナーが選手を管理するような介入がなされている。現場からの報告では、大場は少年サッカー選手用セルフチェックシートを作成し、トレーナーやコーチが選手の健康管理ができる形を考案している¹⁾。また大見による学校現場で応用できる下肢傷害予防プログラムの報告では、学校現場に理学療法士が介入してプログラムを実施している²⁾。近年ではNPO法人日本メディカルマネージャー協会が設立され、選手と医療者の架け橋となる「メディカルマネージャー」を育成することによって、主としてスポーツ現場におけるスポーツ傷害予防活動の普及を促進させている。以上のようにスポーツ現場では、スポーツトレーナーを含めた医療従事者による積極的な介入が行われている。

一方、選手たちが自律的に判断し、行動するといった選手自身がコンディショニングについて主体的に取り組むことも傷害予防に繋がるのではないかと考える。近年、考案されている様々なセルフチェックはスポーツ傷害発生予防だけでなく、傷害の早期発見やコンディショニングを目的とした観点も持たれている。教育的観点から考えると、チェックシート等を用いるセルフチェックは、自己管理・経過観察の指標となるため、選手の自律的な判断や行動を促すことに繋がるツールとなるのではないかと考える。

本研究の目的は、大分県サッカー協会スポーツ医学委員会が考案したヘルスチェックシート³⁾を元に、新たにセルフチェックシート（以下、改変版セルフチェックシート）を作成し、中学生男子バスケットボール選手に対してセルフチェックに関する実技講習会を行い、運動の安全に関する意識の実態を明らかにすることとした。

方 法

対象はN県内の2つの中学校に在籍する男子バスケットボール選手50名（A校36名、B校14名）。

方法は、A校を講習会受講のみ群、B校を主体的取組群として、両群に対してセルフチェックに関する実技講習会を2015年8月に実施した。セルフチェックに関する実技講習会は、改変版セルフチェックシートを用いて実施した。その後、主体的取組群であるB校は学校保健委員会の取り組みとして、選手が演者となり講習会内容を全校生徒の前で報告する文化発表会を同年9月に実施した。両校に対して運動の安全に関する意識調査を以下の時期に自己記入選択式質問紙を配布、実施した。①講習会前（7～8月）、②講習会直後（8月）、③文化発表会直後（9月）、④2016年1月（5ヵ月後）、の計4回実施した。尚、講習会受講のみ群については③を除いた。質問紙は、2016年2月上旬までに返送するよう依頼し、2016年2月29日までの返却分を有効回答として分析した。回答数50名（回収率100%：A校36名、B校14名）であった。運動の安全に関する意識調査として用いた自己記入選択式質問紙ならびに評価基準は、日本スポーツ振興センターの調査で用いられた運動の安全アンケートを参考に作成した⁴⁾。

本研究で用いた改変版セルフチェックシート（図1）は、大分県サッカー協会スポーツ医学委員会が考案したヘルスチェックシート³⁾を参考に改変した。主な改変点は、測定肢位別（立位、仰臥位、腹臥位）の表記にした点、効果判定（つく、つかない等）を明確にした点、筋拘縮の評価（押されて痛い、力を入れて痛い、伸ばされて痛い）を追加した点である。また非医療従事者でも内容が理解できるように医療専門用語の使用は最低限に控えた。

統計処理はExcelならびに「Statcel」を用いて実施した。統計学的検定は χ^2 検定を行い、有意水準は5%未満とした。有意性が認められた項目については残差分析を行った。

セルフチェックシート

検査年月日	/	/	/	/	/	/	/
身長 (cm)							
体重 (kg)							

(1) 筋柔軟性 (タトス)

		検査年月日							
立って	① 腰から背中・太もも裏 (床に指先がつかなければ注意)		cm						
	② 身体の奥の腹筋 (伸ばしている脚の踵が浮いたら注意)	右	つく・つかない						
仰向け	③ 太もも裏 (70度以下は注意)	右	°	°	°	°	°	°	°
	④ ふくらはぎ (10度以下は注意)	右	°	°	°	°	°	°	°
	⑤ 背中・肩 (胸が目に付かなければ注意)	右	つく・つかない						
	⑥ 肩後方 (手が床に付かなければ注意)	右	つく・つかない						
うつ伏せ	⑦ 太もも前 (お尻が浮いたら注意)	右	つく・つかない						
		左	つく・つかない						

(2) 痛み (痛い：+ , 痛くない：-)

立って	① 腰 前曲げ								
	② 腰 後そらし								
仰向け	③ 太もも前 押されて痛い	右							
	④ 太もも裏 伸ばされて痛い	右							
	⑤ 太もも裏 力入れて痛い	右							
	⑥ すね 押されて痛い	右							
	⑦ すね 力入れて痛い	右							
	⑧ ふくらはぎ 伸ばされて痛い	右							
うつ伏せ	⑨ ふくらはぎ 力を入れて痛い	右							
	⑩ 太もも裏 押されて痛い	右							
	⑪ 太もも前 伸ばされて痛い	右							
	⑫ 太もも前 力入れて痛い	右							
	⑬ ふくらはぎ 伸ばされて痛い	右							
	⑭ ふくらはぎ 力を入れて痛い	右							

(3) 体幹四肢保持機能テスト (10秒以上できた：○ 出来なかった：×)

① 下向き							
② 上向き	右						
	左						
③ 横向き	右						
	左						

図1. 改変版セルフチェックシート

結 果

1. 講習会受講のみ群

「医学的知識への関心」について問う項目である「Q9 運動によって起こるケガについて、自分で調べることがある。」の回答 (図2) は、各時期において意識の向上を認められなかった。

「実技」について問う項目である「Q15 部活動等での開始時にはウォーミングアップを行っている。」の回答 (図3) は、各時期において意識の向上を認められなかった。

講習会受講のみ群では、講習会直後、翌年1月 (5ヵ月後) のいずれの時期も「医学的知識への関心」「実技」を

問う項目に関して意識の向上は認められなかった。

2. 主体的取組群

「医学的知識への関心」について問う項目である「Q9 運動によって起こるケガについて、自分で調べることがある。」の回答 (図4) で、「ある」と回答したのは、講習会前2名 (14%)、講習会直後5名 (41%) であり、講習会直後において「医学的知識への関心」についての意識の向上が認められた。

「実技」について問う項目である「Q15 部活動等での開始時にはウォーミングアップを行っている。」の回答 (図5) で、「いつも行っている」と回答したのは、講習会直後

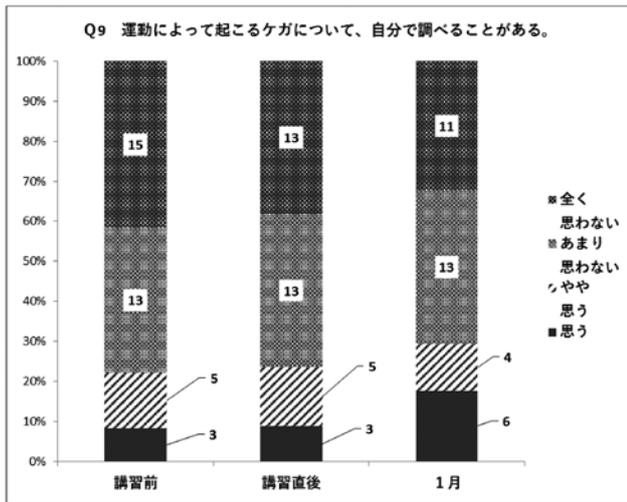


図2. 講習会のみ群「医学的知識」を問う項目の結果

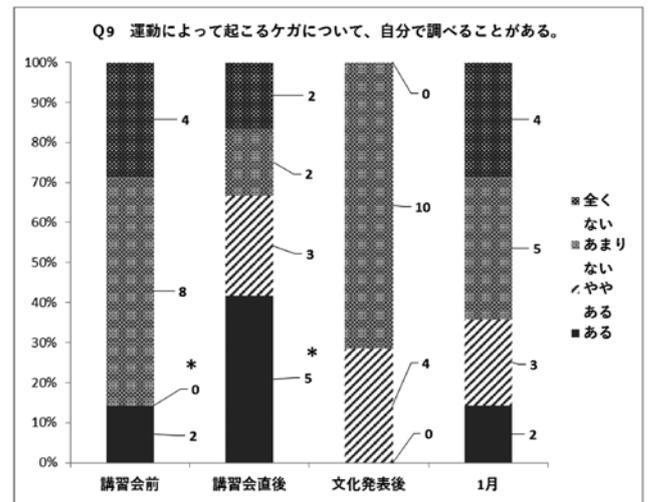


図4. 主体的取組群「医学的知識」を問う項目の結果

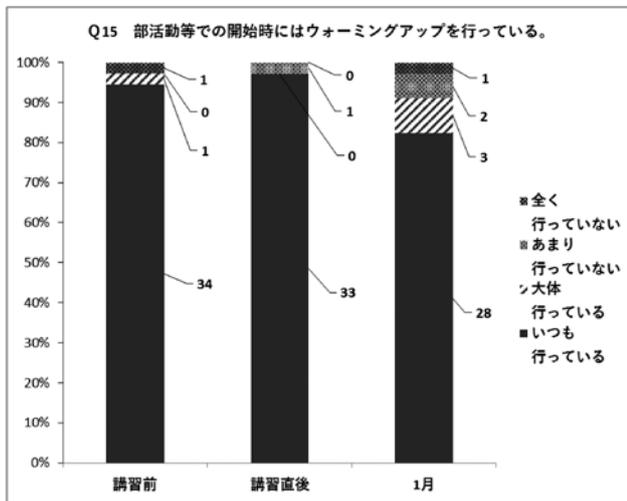


図3. 講習会のみ群「実技」を問う項目の結果

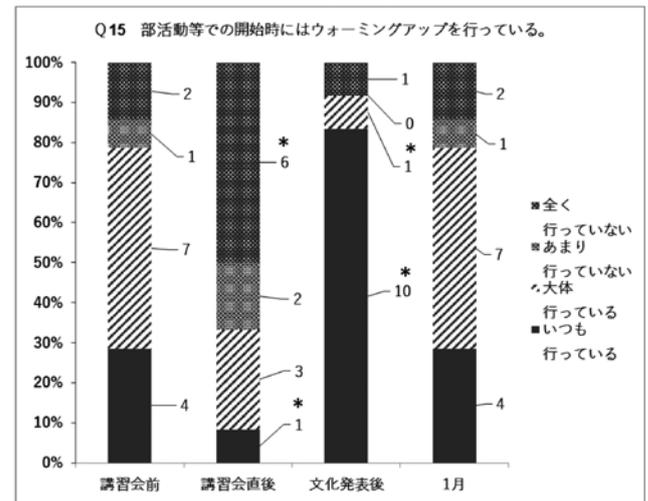


図5. 主体的取組群「実技」を問う項目の結果

1名(8%),文化発表会後10名(83%)であり,文化発表会後において「実技」についての意識の向上が認められた。

3. 意識向上の継続性について

講習会受講のみ群,主体的取組群ともに,実技講習会の5ヵ月後にあたる1月では,「医学的知識への関心」「実技」を問う項目に関していずれも意識向上の継続性は認められず,一度向上した意識が元に戻っていた。

考 察

Kahn et al.は身体活動・運動の介入アプローチ方法を3つに分類している⁵⁾。身体活動・運動の介入アプローチ方法の一つが行動的,社会的アプローチである。行動的,社会的アプローチでは,行動変容を成功裏に採択・維持する

ためにセルフモニタリングや問題設定といった行動マネジメント・スキルを人々に教授する。本研究では,主体的取組群におけるセルフチェックに関する実技講習会,文化発表会のそれぞれが行動マネジメント・スキルを教授することにあたると思われる。そのため,主体的取組群ではセルフチェックに関する実技講習会後に文化発表会を控えていたため「医学的知識への関心」に関する項目を,文化発表会を通じて「実技」に関する項目を見直すきっかけとなり,運動の安全に関する意識が向上したと考えられる。しかし,本研究で実施した「講習会直後」「文化発表会直後」における質問紙調査は,調査項目によっては実際の行動が反映されているとは言い難いため,データの解釈には注意が必要である。

一方,竹中は知識不足が,身体活動・運動行動の妨げになる要因として挙げている⁶⁾。またSaillisらは興味不足が,人が運動を始めたとしても継続が困難になりやすい状況と

して挙げている⁷⁾。本研究では、選手の継続的な意識変化を得るに至らなかったが、本研究で行ったセルフチェックに関する実技講習会の主な内容は、セルフチェックやストレッチングの方法といった実技指導であった。そのため、セルフチェックがなぜ必要なのか、どのような機序で傷害予防に結びつくのか等といった根拠を伝えるところまで至っておらず、知識の教授が不足していたことが考えられる。また、選手の中には傷害歴を有さない者も含まれている可能性があり、傷害予防への興味が低かった可能性が考えられる。

本研究より、セルフチェックを普及させ運動の安全に関する意識を向上させるためには、セルフチェックの意義、目的を明確にして興味を持たせ知識向上を図るといった健康行動変容に用いられる理論に基づいて介入検討を進めていくこと必要であると考えられる。

謝 辞

本研究の実施に当たり多大なご協力を賜りました。生駒市中学校養護部会の先生方に深謝いたします。

参考文献

- 1) 大場俊二: 少年サッカー選手用ヘルスチェックシートの作成—U-12サッカー選手 整形外科的メディカルチェックの結果より—。臨床スポーツ医学, 17(3): 370-376, 2000.
- 2) 大見頼一: 現場で応用できる予防プログラム。トレーニング・ジャーナル, 29(10): 27-32, 2007.
- 3) 社団法人大分県サッカー協会スポーツ医科学委員会: ヘルスチェックシート。 <http://medical.ofa.or.jp/index.cgi?page=%A5%D8%A5%EB%A5%B9%A5%C1%A5%A7%A5%C3%A5%AF%A5%B7%A1%BC%A5%C8>。(参照日2016年8月31日)。
- 4) 独立行政法人日本スポーツ振興センター: 「課外指導における事故防止対策」—体育的部活動における事故の現状と事故防止のための管理と指導—。2010.
- 5) Kahn et al.: The effectiveness of interventions to increase physical activity: A systematic review. American Journal of Preventive Medicine, 22: S73-S107, 2002.
- 6) 竹中晃二: アクティブ・ライフスタイルの構築—身体活動・運動の行動変容研究—。早稲田大学出版部。東京。2015.
- 7) Sallis et al.: Lifetime history of relapse from exercise. Addictive Behavior, 15, 573-579, 1990.

当院における成長期スポーツ障害・外傷患者の特徴

博由会くさかクリニック 日下 昌浩
 神戸大学大学院人間発達環境学研究科 岸本 恵一

はじめに

2016年4月より、子供の運動不足による運動機能低下と、過剰な運動による運動器障害を早期に発見する目的で、四肢検診が学校検診に導入された。これは問診票にて運動器の異常の有無を項目ごとにチェックして二次検診させるものであるが、家族によるチェックのため、あまり確認する必要の無い児童のチェック項目が多くなったり本当に検診の必要な児童が漏れてしまったりする可能性がある。

そこでまず当院に通院した、定期的にスポーツに従事する小中学生を対象に練習日数や練習時間と経験年数や受診時の疼痛の度合い、および競技の可否について、成長期のスポーツ選手を対象に年齢群別に比較検討し、その特徴を調べたので報告する。

対象および方法

2009年4月1日から2015年3月31日までに当院を受診し、新規に病名のついた患者総数28959名であった。そのうちで、スポーツによる障害・外傷を負った小学生と中学生の患者を対象とした。これらに平日の練習時間、最大練習時間、1週間あたり練習日数、1週間あたり練習時間を問診した、またvisual analog scale (以下VASと略す)を用いて受診時の疼痛をmmで表した。同時に競技可否の確認を4段階に分けて判定した(表1)。

これらに対し、1週間当たりの練習日数や練習時間および1回あたり最大練習時間と競技年数について各学年間で比較検討した。

さらに、小学1年から3年までを低学年、小学4年から6年までを高学年、中学1年から3年までを中学生と分類

し、同様の比較検討を行った。

1週間あたりの練習日数、総練習時間、1回あたり最大練習時間や経験年数、およびVASについては1元配置分散分析を用い、学年群別障害・外傷の発生頻度および競技可否の比較についてはカイ2乗検定を用いて、比較検討した。

結 果

新規に病名のついた患者数は、10歳以上20歳未満が9221名であった(図1)。また、10歳から17歳までの成長期の、受診者に対するスポーツ中の障害・外傷の割合は、他の年代と比較して高かった(図2)。

スポーツによる障害・外傷患者の総数は3701名であった(図3)。低学年は69例、高学年は472例、中学生は1272例であった。競技種目は野球516名(28.5%)、サッカー387名(21.3%)、バスケットボール372名(20.5%)、バレーボール135名(7.4%)、武道88名(4.9%)、ソフトボール58名(3.2%)他であった。

(1) 1週間あたり練習日数

週2日が低学年では60%を超え、高学年でも50%であった。中学生は週7日が60%以上であった(図4)。また低学年は 2.6 ± 1.3 日、高学年は 3.0 ± 1.4 日、中学生 6.1 ± 1.5 日と中学生が有意差に多かった(図5)。

(2) 1週間あたり練習時間

小学生では15時間以内が60%以上であった。中学生では15時間以上が70%を超えた(図6)。また低学年では 8.7 ± 6.7 時間、高学年では 12.3 ± 6.1 時間、中学生では 19.7 ± 7.1 時間と中学生が有意に長かった(図7)。

(3) 1回あたり最大練習時間

高学年のみ5時間以上が50%を超えた(図8)。また低学年は 3.9 ± 2.7 時間、高学年は 5.5 ± 2.7 時間、中学生は 5.0 ± 2.5 時間と高学年と低学年・中学生および中学生と低学年に有意差を認め高学年が最も長い結果となった(図9)。

表1. 競技可否判定のための分類

I: 通常競技可能 II: 競技中痛みが参加は可能
 III: 痛みのため競技参加困難 IV: 日常生活が困難

	運動中の疼痛	運動後の疼痛	普通に競技可能	日常生活への支障
I	あり	なし	可能	なし
II	あり	あり	困難	なし
III	あり	あり	困難	あり
IV	あり	あり	不可能	あり

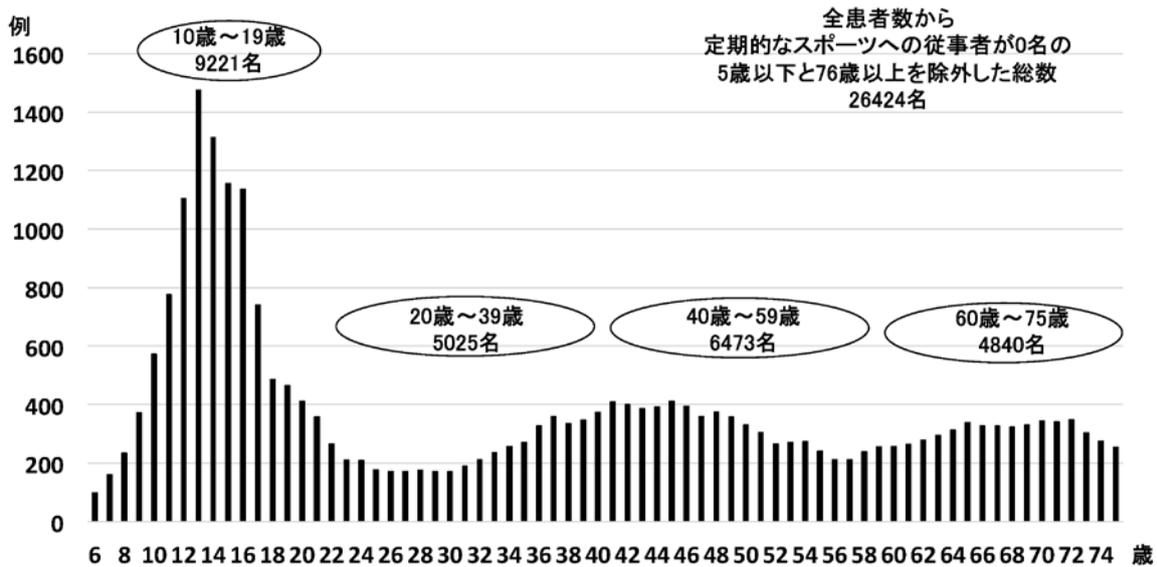


図1. 2009. 4. 1～2015. 3. 31に新規病名のついた患者の年齢構成
10歳から20歳までの患者数が多い

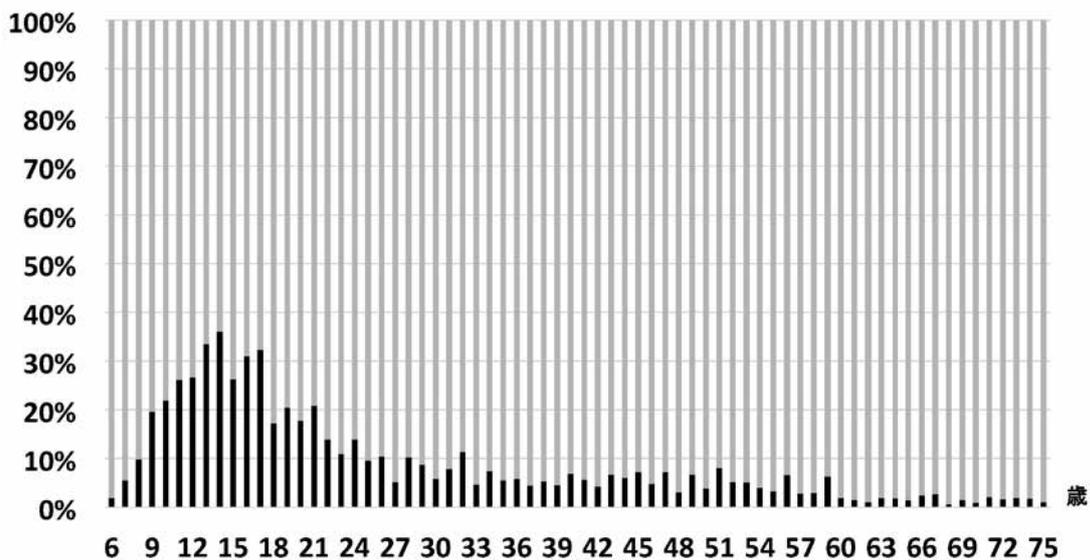


図2. 2009. 4. 1～2015. 3. 31に新規病名のついた患者に対するスポーツによる外傷・障害の割合
10歳から17歳までは20%を超える

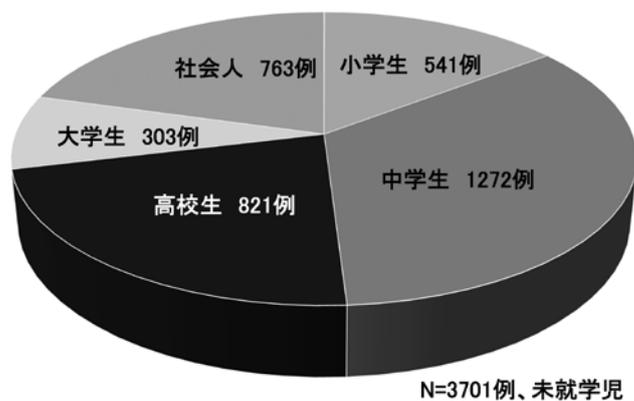


図3. スポーツによる障害・外傷患者の構成比率
中学生が最も多い

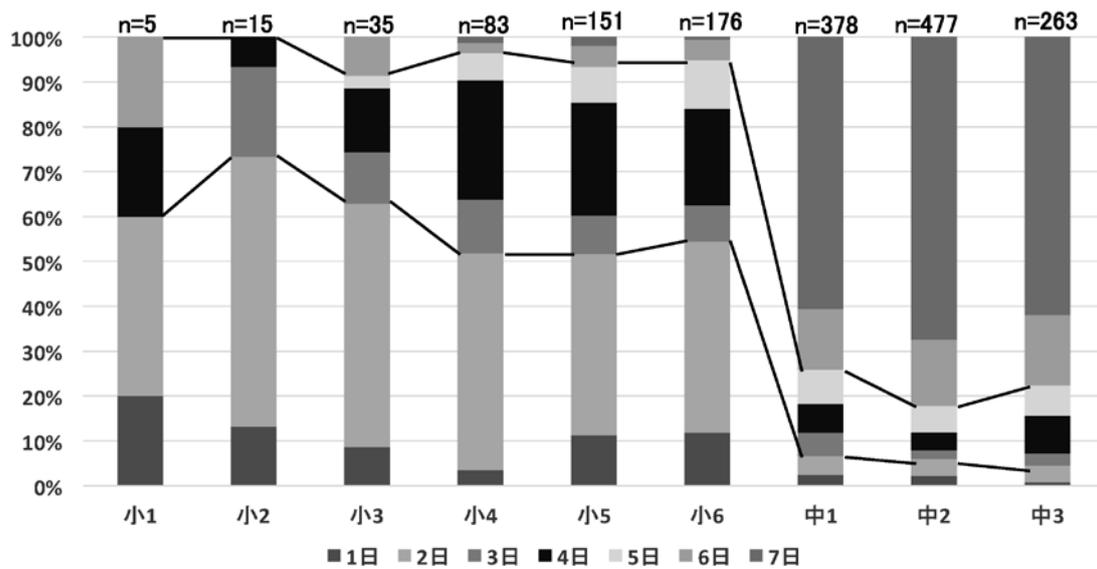


図4. 学年別1週間あたり練習日数の比較
小学生では週2日以下が50%以上だが、中学生では週6日以上が70%を超える

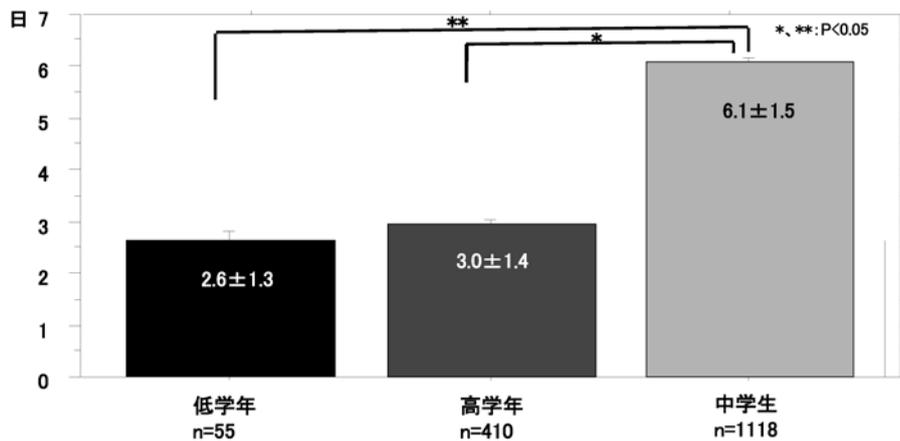


図5. 学年群別1週間あたり練習日数の比較
低学年と中学生および高学年と中学生の間に有意差を認める

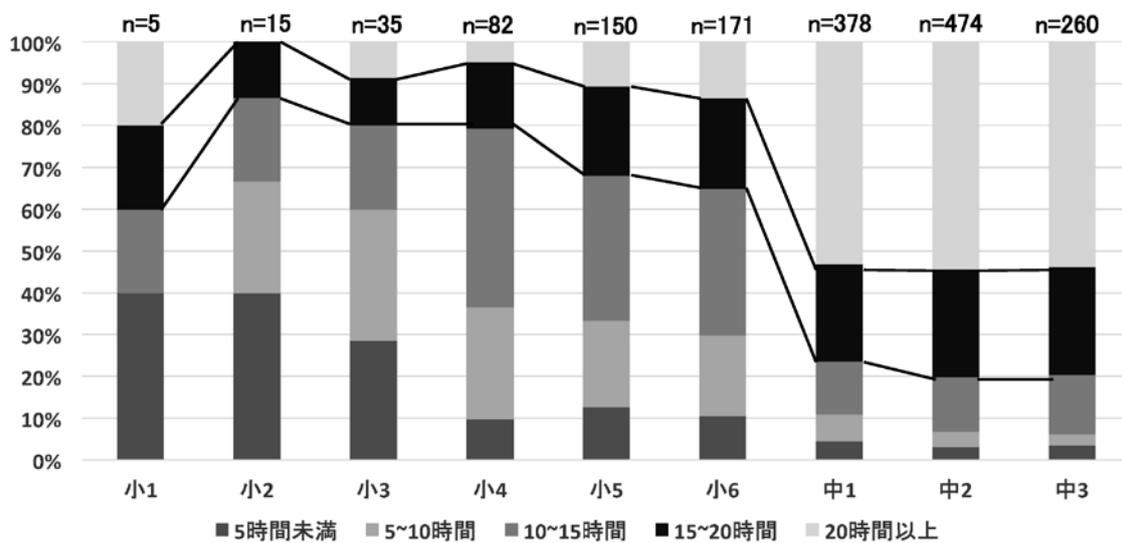


図6. 学年別1週間当たり練習時間の構成割合
小学生では15時間以内が60%以上
中学生では15時間以上が70%以上で、50%以上が20時間を超える

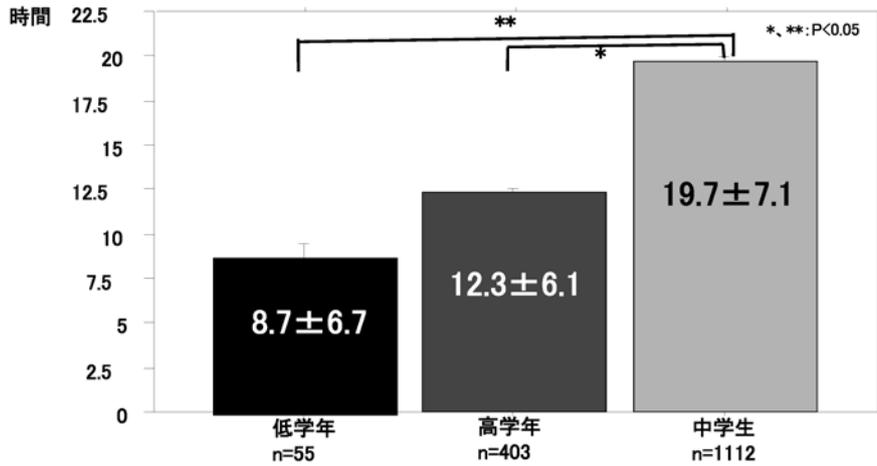


図7. 学年群別1週間あたり総練習時間の比較
低学年と中学生, 高学年と中学生間に有意差を認める

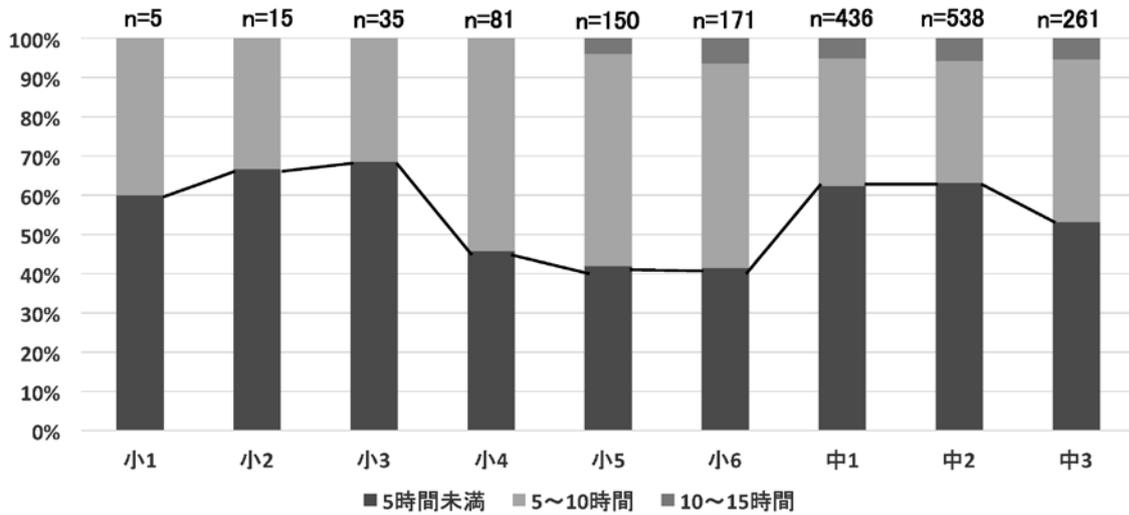


図8. 学年別1回あたり最大練習時間の構成割合
高学年は5時間以上が50%を超える

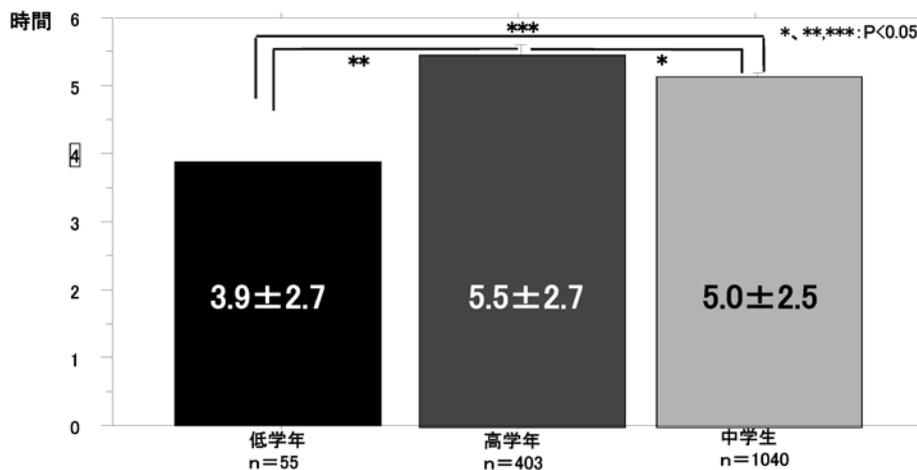


図9. 1回あたり最大練習時間の比較
低学年と高学年, 高学年と中学生および低学年と中学生間に有意差を認める

(4) 経験年数

低学年は 2.3 ± 1.5 年，高学年は 3.5 ± 1.8 年，中学生は 3.9 ± 2.7 年と中学生が有意に長かった（図10）。

(5) 競技の可否とVAS

通常競技可能と記入した症例は，低学年 33.7 ± 21.1 mm，高学年 36.1 ± 26.1 mm，中学生 44.7 ± 21.4 mm と高学年と中学生間に有意差を認め中学生の疼痛が強かった。競技中に疼痛はあるが参加可能と記入した症例では，低学年 45.1 ± 21.1 mm，高学年 51.6 ± 22.0 mm，中学生 53.8 ± 21.1 mm と低学年と中学生間に有意差を認め中学生の疼痛が強かった（図11）。

(6) 障害・外傷の発生頻度

低学年では外傷 37 例（53.6%），障害 32 例（46.4%），高学年では外傷 190 例（40.3%），障害 282 例（59.7%），中学生では外傷 758 例（59.6%），障害 514 例（40.4%）と高学年において有意に障害の発生数が高く，中学生において有意に外傷の発生数が高かった（図12）。

考 察

今回の調査から，小学4年生から1回当たりの練習が長時間化し，中学1年生から，1週間当たりの練習時間の長時間化することが判明した。馬場は，中学

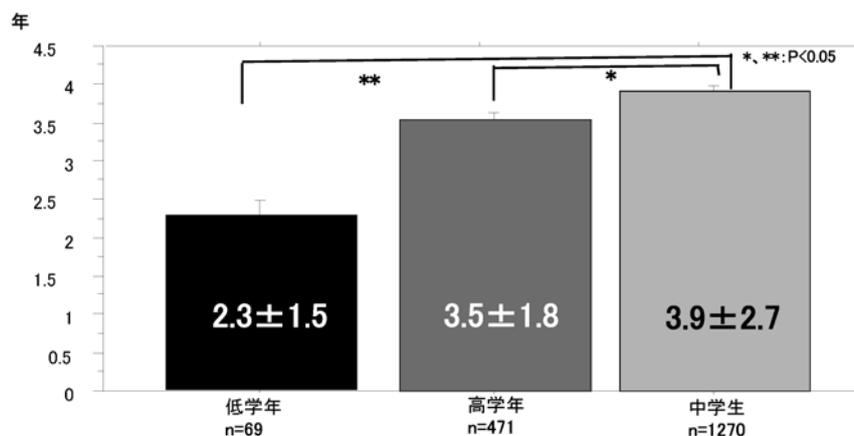


図10. 学年群別経験年数の比較
低学年と中学生，高学年と中学生間に有意差を認める

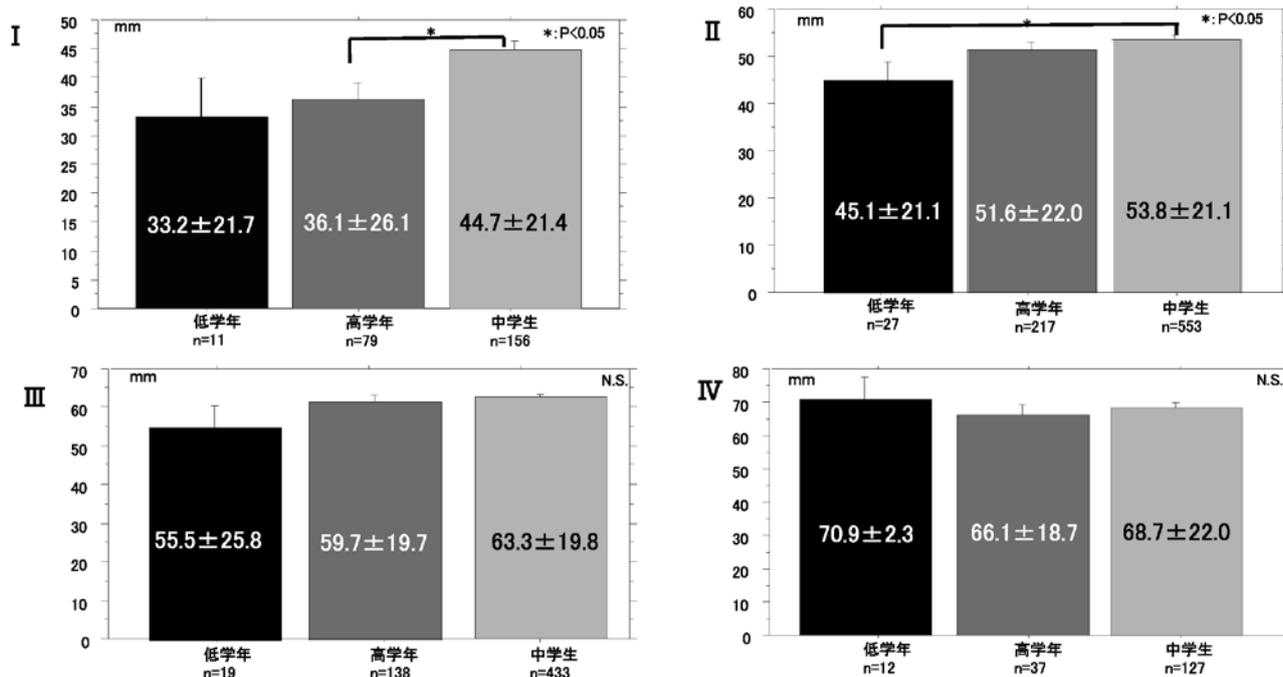


図11. 競技の可否とVASの関係
通常競技可能群では高学年と中学生において，参加は可能群では低学年と中学生において有意差を認める

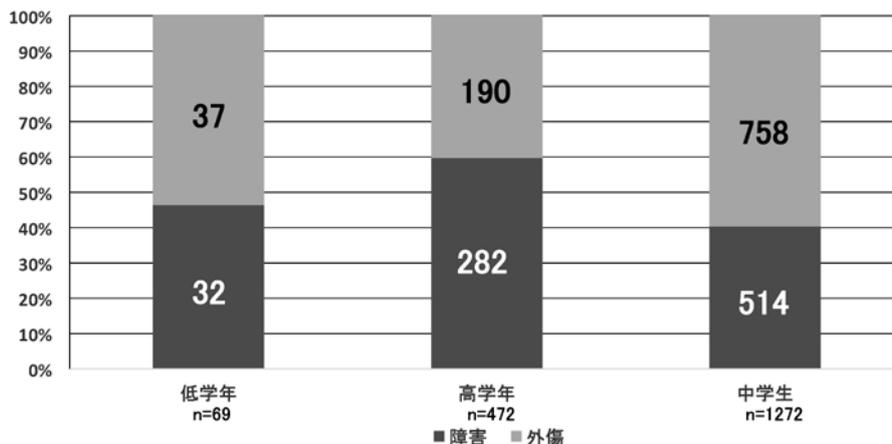


図12. 各学年群別の障害および外傷発生頻度の比較
中学生では有意に外傷が多い 高学年では有意に障害が多い

生での運動時間は二極化が進み、スポーツをする群の1週間あたりの練習時間は長時間化すると報告している¹⁾。中学生において、女子は骨端線閉鎖時期にあたるが男子では成長期を迎えるために、特に男子において練習時間の長時間化が骨端線障害に影響を与える可能性が考えられた²⁾。同時に外傷や骨端線障害以外のスポーツ障害増加の原因の可能性としても、長時間のスポーツ暴露が考えられた³⁾。一方、経験年数は中学生が最も長く、中学進学時期には競技に対する技術の習熟度が低い可能性が考えられた。このため中学1年生の春季には、練習時間への配慮や技術を中心とした練習が必要であると考えられる。

一方、高学年でのスポーツ障害の発生は増加した。小学4年生から学校でのクラブ活動が開始されるが週1回程度であり、習い事としてのスポーツは土日に集中する。そこで午前か午後のどちらかに試合を行うと、それ以外の時間に練習を行うことになり、1回あたりの練習時間は長時間化したと考えた。そして長時間の反復練習により、腱付着部へのメカニカルストレスから骨端症を引き起こす可能性がある。今回の結果でも小4～6までの練習日数および時間はほぼ同じであり、最も成長の進んだ選手に合わせた練習が、軟骨や腱付着部へ影響している可能性が考えられた。よって高学年では、軟骨の成長期に合わせた練習メニューを考慮する必要があると考えられる。

競技可能群では、小学校低学年や高学年において、中学生ほど痛みを強く感じていない。各地域で行われている野球肘検診でも異常所見の出る選手は、ほぼ全員が競技参加しており、痛みを強く感じる時期には病変が進行している可能性がある。山本ら⁴⁾は、少年野球選手の66%はリトルリーグ肩のサブクリニカルな状態にあると報告している。今後、早期に児童の四肢の異常を発見するためには、疾患別あるいは種目別の年齢構成に応じた評価が必要であると考えた。

さて学校検診は、各教育委員会の作成した問診を用い、異常を認めた場合に整形受診を促すというものであるが、

当クリニックの所属するK市においては各学年1000人ずつ、合計9000人が対象となる⁵⁾。これらを毎年1人ずつ検診することは、地域医師会に所属する整形外科医の人数や業務内容より、不可能であると考えられる。そこで今回の結果を活用するのであれば、啓発による予防を考慮するならば小学4年生と中学1年生、疾患の早期発見を考慮するならば小学5年生と中学2年生を対象とするほうが、効率的と考えられる⁶⁾。四肢検診の必要性は言うまでもないが、スポーツに関する疾患の発見には、効率化が可能であると考えた。

結 語

中学生では外傷、高学年では障害の発生が多かった。練習時間の長時間化や、1回あたりの過剰なメカニカルストレスが原因として考えられた。また学年ごとに障害や外傷の発生に特徴があり、四肢検診での効率化が可能であると考えた。ただし本データベースは当クリニックを中心とした地域のものであり、地域的な特徴による偏りは否定できない。今後は、種目や疾患部位に焦点を当てて、検討していきたい。

参考文献

- 1) 馬場礼三: 成長期とスポーツの功罪, 小児科医の立場から. 臨スポ会誌: Vol. 12 No. 3: 414-422, 2004.
- 2) 兼子秀人ら: 成長期腰部スポーツ損傷に関する調査. 臨スポ会誌: Vol. 22 No. 1: 16-21, 2014.
- 3) 鈴川仁人ら: 中学生バスケットボール選手に対する下肢外傷予防プログラムの実施効果. 臨スポ会誌: Vol. 23 No. 2: 206-216, 2015.
- 4) 山本智章ら: 成長期野球選手における上腕骨近位骨端線のX線学的検討. 臨スポ会誌: Vol. 17 No. 3: 531-534, 2009.
- 5) 門脇俊ら: 鳥根県における学校運動器検診を通じた成長期スポーツ傷害予防の取り組み. 臨スポ会誌: Vol. 22 No. 3: 391-394, 2014.
- 6) 内尾祐司ら: 学校における運動器検診の実態と課題. 臨スポ会誌: Vol. 21 No. 3: 567-573, 2013.

成長期野球選手肘関節内側上顆障害の骨性修復過程の検討 ～上腕骨滑車の骨化過程に着目して～

貴島会クリニック 柳田 育久・大久保 衛
 貴島病院本院 整形外科 田中 一成・辻 信宏
 びわこ成蹊スポーツ大学 小松 猛
 大阪産業大学 大槻 伸吾

はじめに

成長期野球選手にみられる内側上顆障害の病態は、投球時の肘関節へ外反ストレスによる慢性の牽引性障害であり、多くは保存治療で対応可能であるが、病巣の骨性修復過程については不明な点が多い。また近年、内側上顆下端から滑車まで連結する骨端軟骨に着目し、内側骨端複合体という概念が提唱され、滑車の骨化と内側上顆障害の骨性修復の関係について指摘されている。

そこで我々は、当科で経験した内側上顆障害の骨性修復過程を上腕骨滑車の骨化に着目し、検討したので報告する。

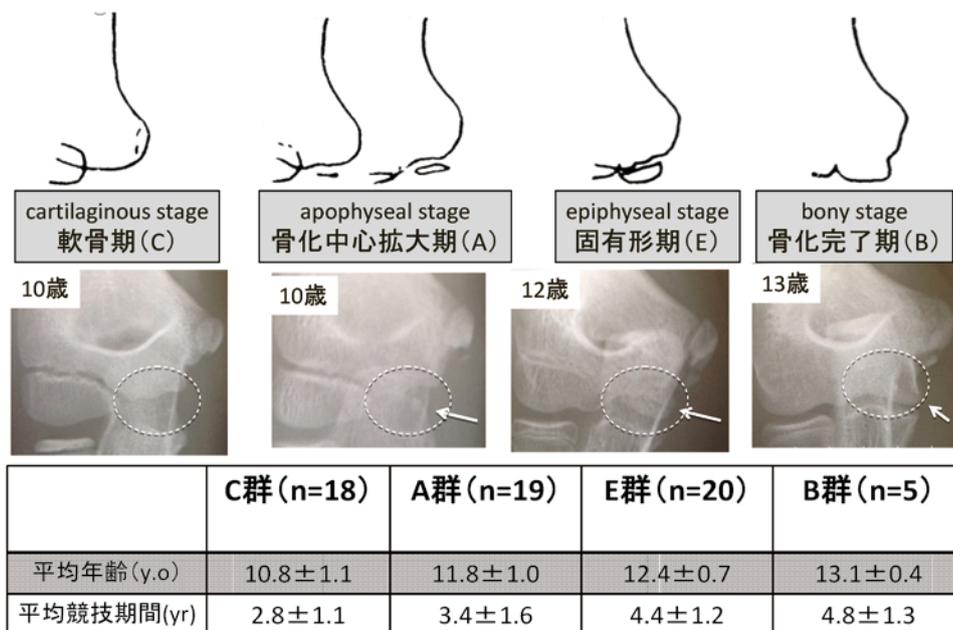
対象と方法

対象は、2009年～2014年までに当科を受診後、4ヶ月以上通院し、野球への競技復帰を果たした肘内側上顆障害

患者95名のうち、単純X線所見で修復が得られるまで経過を追うことができた62名(平均年齢11.8±1.2歳(9～14歳))とした。全例、慢性経過をたどり発症している。理学所見は内側上顆下端の圧痛、外反ストレス痛がみられ、単純X線肘関節伸展正面像、屈曲45度正面像で画像診断を行った。

村本¹⁾が報告した上腕骨滑車の骨化過程を参考に、骨端核が未出現の時期から骨化完了するまでを軟骨期(C期)、骨化中心拡大期(A期)、固有形期(E期)、骨化完了期(B期)と定義し、対象症例を初診時の単純X線所見に基づいて、各々4群に分類した(図1)。各群の守備位置はいずれも投手、捕手の割合が高かった(図2)。

当科の保存治療は、疼痛がある期間は投球中止、その後動作指導を行いながら距離強度を段階的に上げる投球プログラムを開始し、復帰を目指すものである。初診時から復帰まで、身体機能改善のための理学療法やエクササイズ、患部外トレーニングを指導し、外来診察と単純X線撮影



1)より改変

図1. 初診時の上腕骨滑車の骨化伸展度による分類

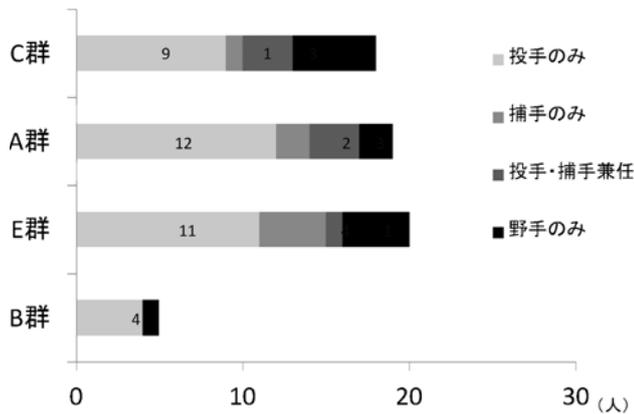


図2. 各群の守備位置の割合

は、1～2ヶ月毎に行っている。痛みがないこと、単純X線像で悪化所見がないことを確認し復帰を許可する(図3)。

以上の条件のもと、初診時の上腕骨滑車の骨化進展度で分けた4群の、1. 復帰に要した期間、2. 内側上顆の骨性修復に要した期間、3. 内側上顆が骨性修復した際の上腕骨滑車の骨化進展度を検討した。

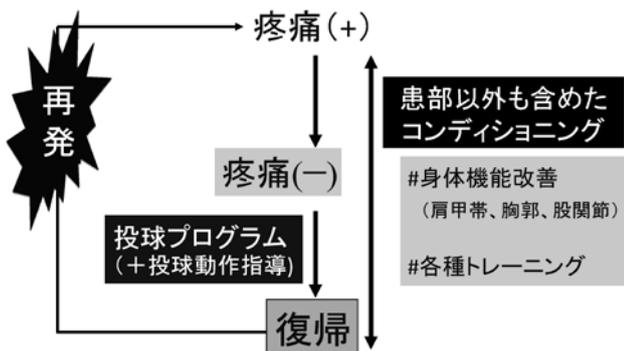


図3. 内側上顆下端障害に対する当科での治療の流れ

結 果

復帰に要した期間は、C群 6.8 ± 5.2 ヶ月、A群 6.0 ± 3.0 ヶ月、E群 3.8 ± 1.8 ヶ月、B群 5.2 ± 1.3 ヶ月、内側上顆の骨性修復期間はC群 12.5 ± 10.3 ヶ月、A群 7.2 ± 4.3 ヶ月、E群 11.0 ± 10.0 ヶ月、B群 7.0 ± 2.9 ヶ月であったが、いずれも統計学的な有意差はなかった(図4)。各群の症例が内側上顆の骨性修復まで要した期間と修復時の滑車の骨化進展度との関係を図5～図7に示した。C群は、早期に修復するもの、滑車の骨化進展にともないゆっくりと修復するものがあつた(図5)。症例1は9歳投手。4ヶ月で投球開始。19ヶ月で完全復帰したがこの時点では未修復。35ヶ月で骨性修復が得られた。滑車の骨化は完了している。6年後のX線でも修復状態は良好であつた(図8)。A群は、滑車の骨化が進展しながら骨性修復が進む症例が多かつたが、その期間には症例によりばらつきがあつた(図6)。E群は、早期に修復するものと滑車の骨化進展に伴って徐々に修復するものがあつた。復帰時期よりも修復に長期を要したものは、殆どが投手・捕手であつた(図7-上)。症例2は13歳投手。1ヶ月で投球開始し、3ヶ月で完全復帰した。6ヶ月で骨性修復を確認している(図9-上)。B群では、滑車、内側上顆の骨端線が閉鎖していても骨性修復が得られる症例が存在した(図7-下)。症例3は13歳投手。1ヶ月で投球開始し、3ヶ月で完全復帰した。6ヶ月で骨性修復が得られている(図9-下)。

考 察

内側上顆障害の病態は、投球時の肘関節への外反ストレスによる牽引性障害である。くり返すストレスによる慢性

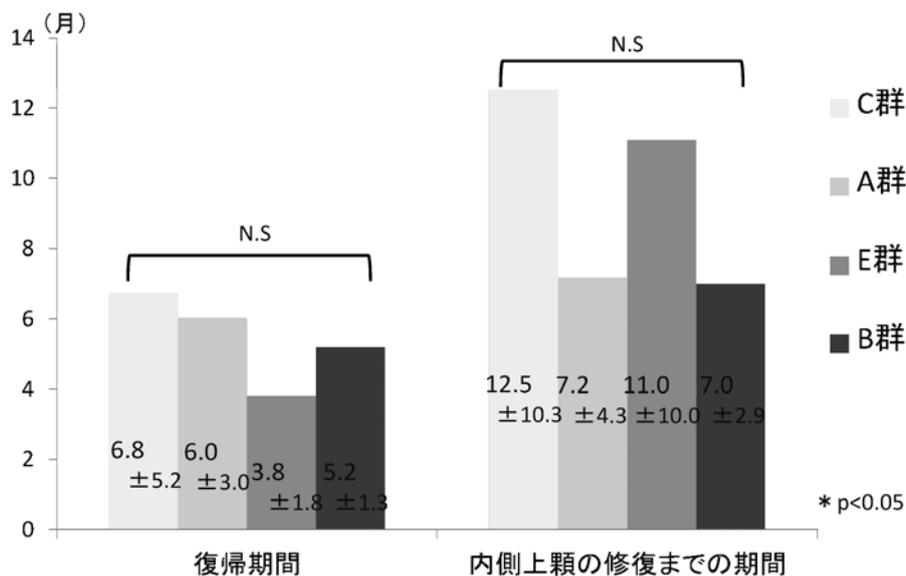


図4. 各群の復帰期間と内側上顆の骨性修復期間

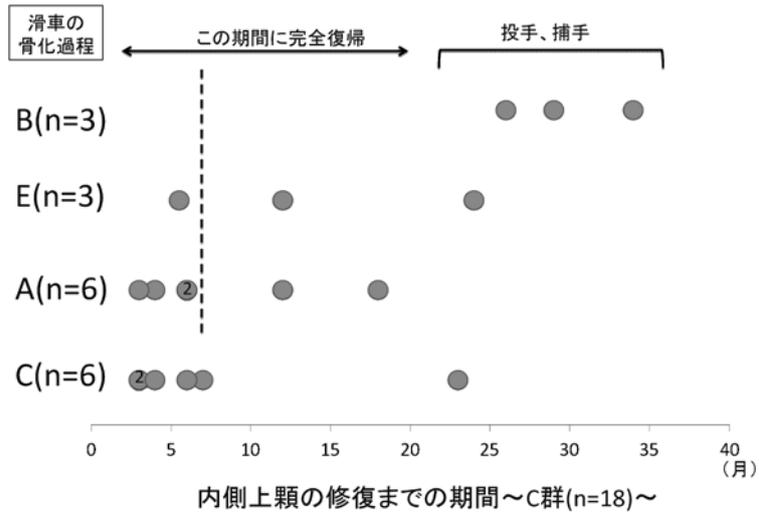


図5. 骨性修復するまでの期間と修復時の滑車の骨化進展度～C群 (n=18)～

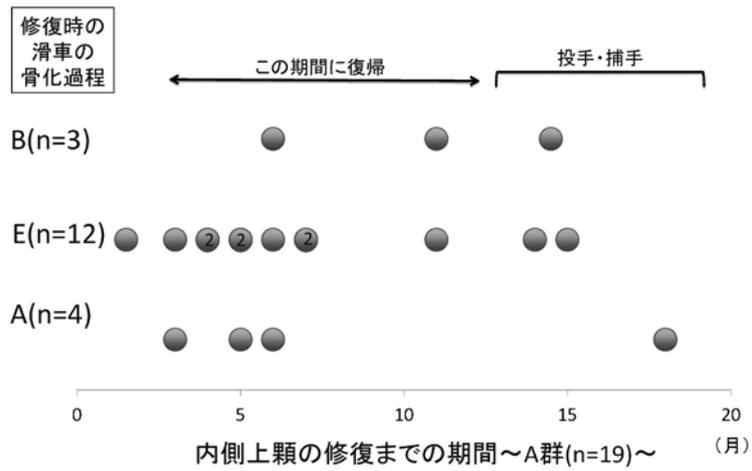


図6. 骨性修復するまでの期間と修復時の滑車の骨化進展度～A群 (n=19)～

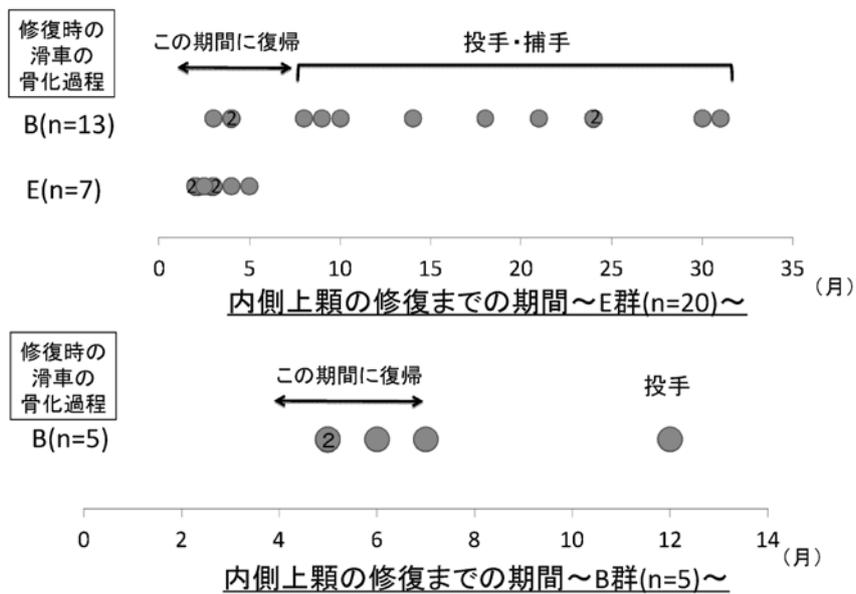


図7. 上: 骨性修復するまでの期間と修復時の滑車の骨化進展度～E群 (n=20)～
下: 骨性修復するまでの期間と修復時の滑車の骨化進展度～B群 (n=5)～

症例1

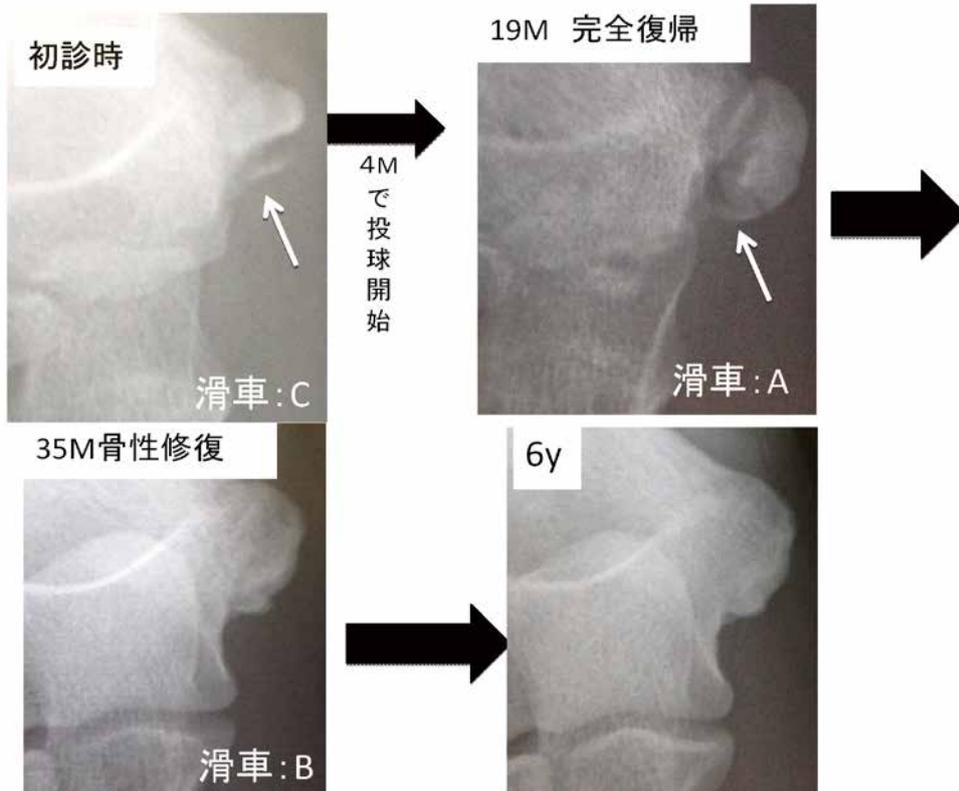
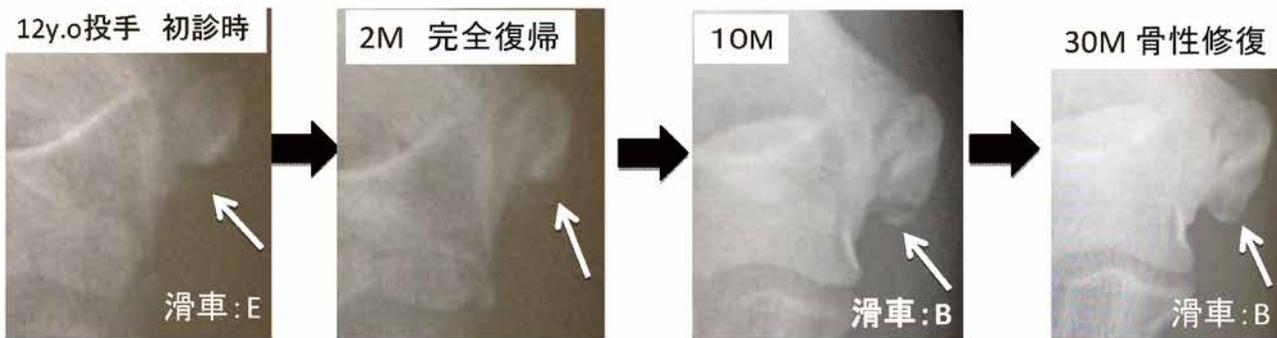


図8. 症例1の画像所見

症例2



症例3

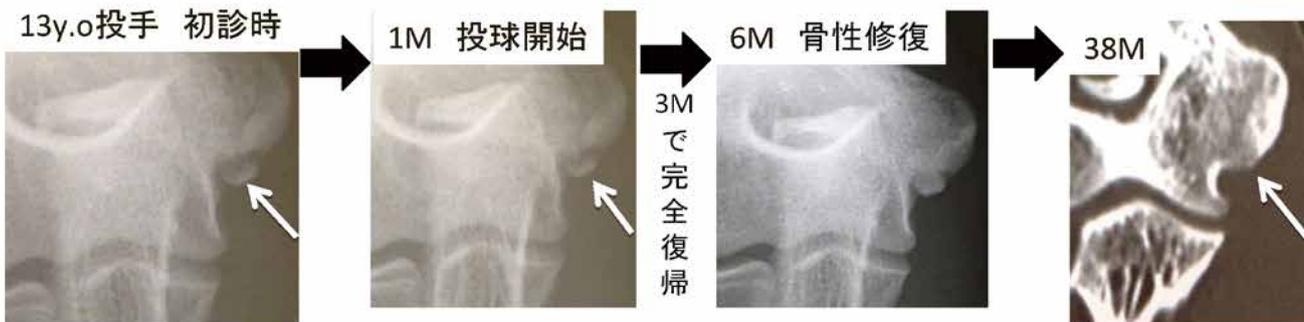


図9. 上: 症例2の画像所見 下: 症例3の画像所見

障害であり、内側上顆下端の骨軟骨障害が主体で治療はいわゆる保存的な対応により復帰を図ることが一般的である。強大なストレスに伴う裂離損傷は、治療も外傷に準じたものになり、外固定や内固定術が選択される場合がある。しかし、実際の臨床の場では、両者が混在したものと考えられる症例に遭遇することもあり、治療者によって方針が異なるのが実状である。内側上顆下端の骨性修復と競技復帰の可否について、小野ら²⁾は、平均7.1ヶ月で全例復帰し、骨性修復が得られたのは25.7%であったと報告し、また著者ら³⁾も骨性修復が得られなくとも、痛みの消退に応じて復帰すると報告している。一方で鶴田ら⁴⁾は、未修復例に投球時のパフォーマンス低下例が多く見られたことから治療初期に外固定を行うことで修復率を高め、内側上顆の形態異常例が減ったと報告し、宇良田ら⁵⁾は、裂離骨片があると、MCL 損傷患者に対する保存治療の抵抗因子になると述べており、骨性修復を得ることの必要性を指摘している。このことは、内側上顆障害に対する治療目的が①痛みがなく投げられるようになる臨床的治癒を得ることなのか、②成人期の肘障害の原因になるような遺残障害を残さないように画像的治癒を得ることなのかという2つの問題を示唆している。これについて柏口ら⁶⁾は、成長期の内側上顆障害は、痛みを我慢して無理しない限り、手遅れになることは少なく、“痛みがあれば投球を中止、治まれば再開する”をくり返すことで治癒可能であると述べている。また近年、内側上顆下端から滑車まで連結する骨端軟骨に着目し、内側骨端複合体という概念が提唱され、①滑車の骨化②内側上顆と滑車の連結部の骨化が進行する際に、内側上顆障害の骨性修復が一気に進むといわれている。今回、骨性修復に長期を要した症例も同様の経過をたどっており、注目すべき所見と思われる。但し、骨性修復の妨げになる肘関節外反ストレスを極力生じないような、肘、肩に負担の少ない投球動作、身体機能の改善、骨年齢に見合った投球強度、投球数の選択が治療を成功させる上で重要であろう。

今回の調査から、復帰期間に対して骨性修復に長期を要した症例の多くは投手、捕手であったこと、年齢層も小学校高学年～中学と無理をしやすい時期であることから過剰な投球強度によって修復期間が長期に及んだ可能性がある。

以上から、①過剰な投球強度にならないよう指導する、②一定期間のポジション変更の提案をすることも必要かもしれない。

ま と め

1. 成長期野球選手に発症した肘関節内側上顆障害の単純X線像での修復過程を滑車の骨化進展度で分類し、検討した。
2. 初診時の滑車の骨化進展度と、復帰期間、骨性修復に要する期間に差は見られなかった。
3. 骨性修復に長期を要した理由は、復帰後の過剰な投球負荷である可能性が推察されたが、滑車の骨化進展と連動して修復が見られた。
4. 復帰後も、骨性修復が得られるまで、投球動作や身体機能の評価、投球負荷の調整を継続することが必要と考えられた。

参考文献

- 1) 村本健一: 肘関節部骨年齢評価法. 日本整形外科学会雑誌63(8):192-203, 1965.
- 2) 小野元揮ら: リトルリーグ肘の身体的特性についての考察～特に内側側副靭帯付着部骨軟骨障害例. 日臨スポーツ医会誌15: S 150, 2007.
- 3) 柳田育久ら: 内側型野球肘に対する保存的治療症例の検討. 中部整災誌49: 977-978, 2006.
- 4) 鶴田敏幸ら: 内側上顆障害への病態に即した対応 保存的対応 ～固定の適応と期間～, 臨床スポーツ医学32(7): 648-652, 2015.
- 5) 宇良田大悟ら: 投球による肘内側側副靭帯損傷の保存療法における抵抗因子の検討. 日肘会誌20: 87-91, 2013.
- 6) 柏口新二: 成長期内側部障害の診断と治療. 臨床スポーツ医学30: 885-893, 2013.

全身および筋持久力の向上を目的としたサーキットトレーニングが ジャンプ着地時の膝関節外反角度に与える影響 ～膝前十字靭帯損傷の予防を目的とした介入～

医療法人貴島会ダイナミックスポーツ医学研究所 能登 洋平・杉本 拓也・林 慈晃・春名 了輔・
米田 芳基・安本 慎也・柳田 育久・大久保 衛
履正社医療スポーツ専門学校 能登 洋平
大阪産業大学 人間環境学スポーツ健康学科 大槻 伸吾

はじめに

膝前十字靭帯（以下 ACL）損傷の受傷メカニズムは、接地後 30～40msec というきわめて短時間で急激な膝外反と内旋が同時に起こり、接地から損傷まで股関節がほとんど動かず内旋位で損傷すると報告されている¹⁾。このような、受傷機転を予防するために、さまざまなプログラムが提唱され効果が検証されている。

栗原ら²⁾は、予防トレーニングより、股関節屈曲角度が有意に増大し、股関節内転角度と膝関節外反角（以下膝外反角）が有意に減少したと述べている。しかし、予防プログラムの内容によっては、効果を認めないと報告されていることから、どの予防プログラムが効果的であるか結論はでていない。

われわれは、日々の臨床の中で ACL 損傷患者が、試合もしくは練習の後半で受傷したと訴えることを多く見聞した。また、露口³⁾らは、疲労と傷害の有無に関連があると報告している。以上のことから、ACL 損傷は練習または試合の後半で受傷しやすいのではと考え調査を行った（研究①）。さらに、全身持久力および筋持久力の向上を目的としたサーキットトレーニングを処方し、ジャンプ着地時の膝関節外反角度に与える影響を検討（研究②）したので報告する。

対象と方法

研究①

練習または試合のどの時点で ACL 損傷が生じるかを調べる目的で、非接触型 ACL 損傷歴のある 44 名 47 膝（平均年齢 20.2 歳 ± 6.4 男性：16 名 女性：28 名）を対象に自記式アンケート（図 1）を行った。統計処理は、ピアソンのカイ 2 乗検定を用い、有意水準は危険率 5% 未満とした。

研究②

研究内容を説明し同意を得た怪我の既往のない、高校女子バスケットボール選手 8 名（平均年齢 16.4 ± 0.5 歳）の

前十字靭帯受傷時アンケート

名前: _____ 受傷時期: _____ 年 月 日

学校名: _____ 受傷時年齢: _____ 歳

競技スポーツ: _____ 競技スポーツ歴: _____ 年

受傷側: 右・左 (初回・2 回目)

受傷シーン: 試合・練習
前半・後半
オフェンス・ディフェンス

くわしく

試合であれば: 勝ってる・負けてる

その日の体調: 良い・普通・悪い

その日のプレーの調子: 良い・いつも通り・悪い

ご協力ありがとうございました。

図 1. アンケート

両膝（計 16 膝）を対象に、全身持久力および筋持久力の向上を目的としたサーキットトレーニングを週 3 回 12 週間の介入を行った。その介入前後で片脚ジャンプ着地動作の動作解析を行い膝外反角の変化について比較検討を行った。

対象者に 30cm 台上からの片脚着地を行わせた。台の正面中央より 3m 離れた位置に iPhone5s (Apple 社製) を接地し、動画撮影を行った。解析には DARTFISH (DARTFISH 社製) を用い、踵接地後 50msec 時の膝外反角を計測した。膝外反角は上前腸骨棘と膝蓋骨中央を結んだ線の延長線と、膝蓋骨中央と膝関節内外果中央を結んだ線とのなす角度を測定した（図 2）。統計処理は Wilcoxon の符号付順位和検定を用い、有意水準は危険率 5% 未満とした。

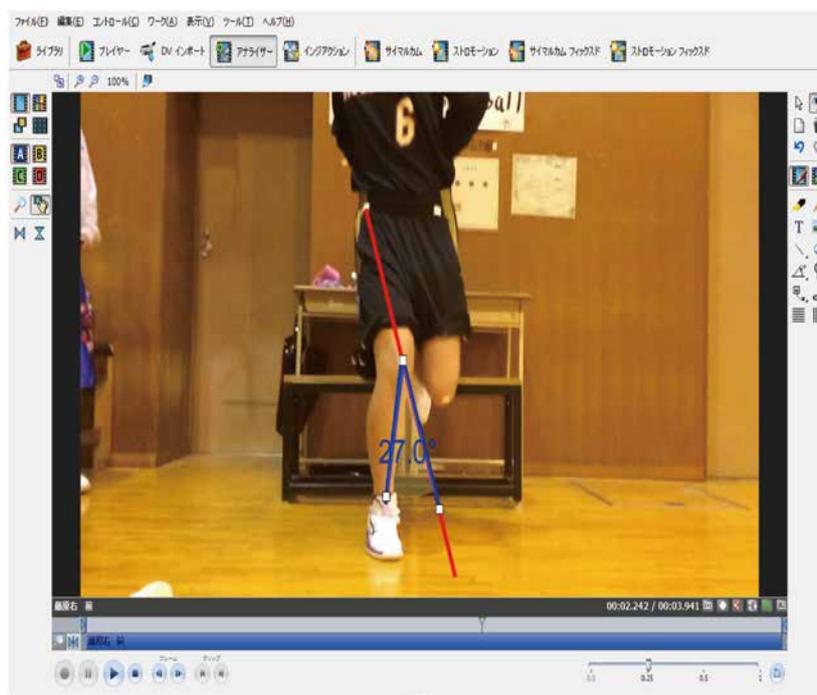


図2. 外反角の計測方法

表1. サーキットトレーニング内容

	種目	ねらい	時間
①	リズムスクワット	アライメント獲得プログラム	40⇒10秒
	両脚ホップ4方向		
②	フロントブリッジ(脚交互あげ)	体幹筋強化プログラム	40⇒10秒
	大の字ツイスト		
③	シングルスクワット(右)	アライメント獲得プログラム	40⇒10秒
	シングルスクワット(左)		
④	チューブ股関節外転(右)	股関節周囲筋強化プログラム	40⇒10秒
	チューブ股関節外転(左)		
⑤	リバウンドジャンプ	アライメント獲得プログラム	40⇒10秒
⑥	ダッシュ&ストップ(15メートル)	バスケットボール競技動作	40⇒10秒
	ハーキー		
⑦	切り返しダッシュ(15メートル)	バスケットボール競技動作	40⇒10秒
	チューブサイドステップ(5メートル)		
⑧	右サイドブリッジ(対側脚上げ)	体幹筋強化プログラム	40⇒10秒
	左サイドブリッジ(対側脚上げ)		

介入に用いたサーキットトレーニングは12種類の運動から構成されており、内容はジャンプ着地時のアライメント獲得プログラム、体幹筋の強化プログラム、股関節周囲筋の強化プログラム、バスケットボール動作の4つに分け、2人1組で実施した(表1)。12種類の各動作を40秒間行い、その間の休息は移動に要する10秒間とした。

ジャンプ着地時アライメント獲得プログラムとして、リズムスクワット(図3-①)両脚ホップ4方向(図3-②)片脚スクワット(図3-③)リバウンドジャンプ(図3-④)とした。体幹筋の強化プログラムとして、大の字ツイスト(図4-①)、フロントブリッジ交互脚あげ(図4-②)、左右のサイドブリッジ対側脚あげ(図4-③)とし

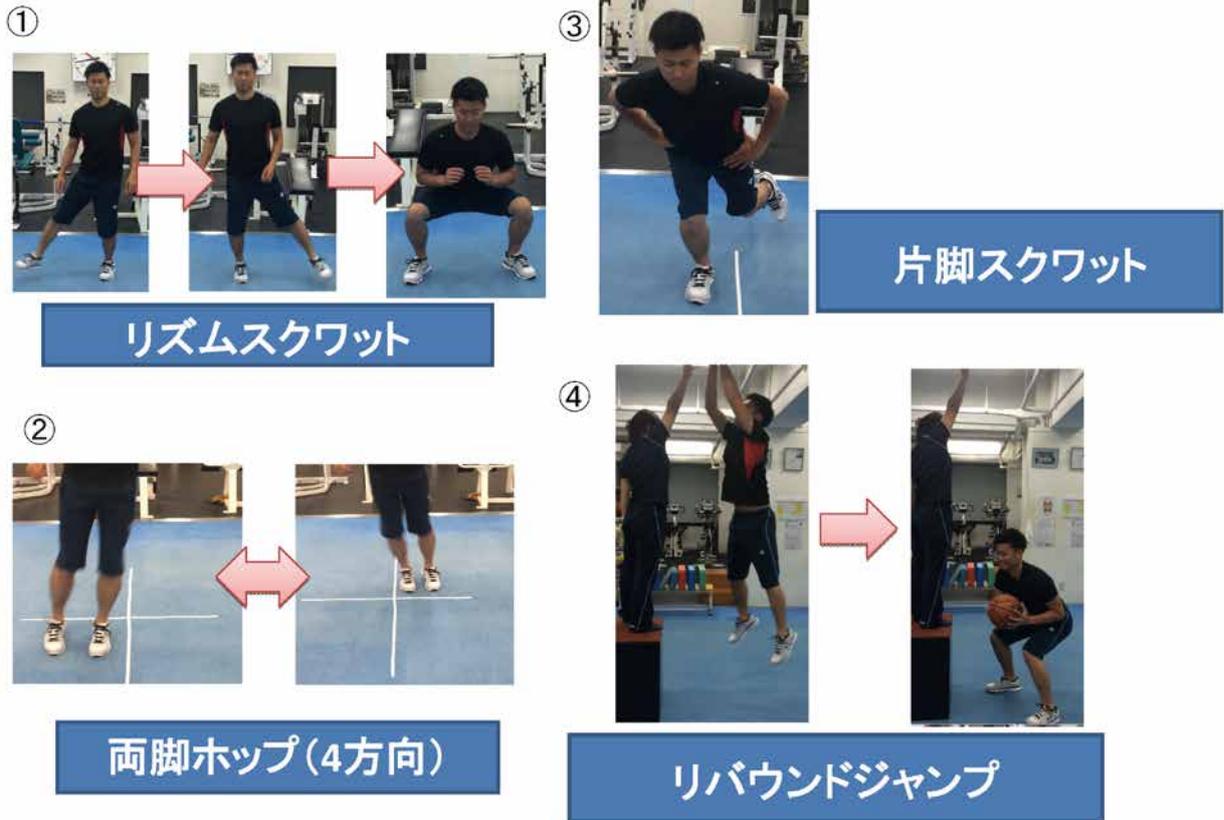


図3. ジャンプ着地時アライメント獲得トレーニング

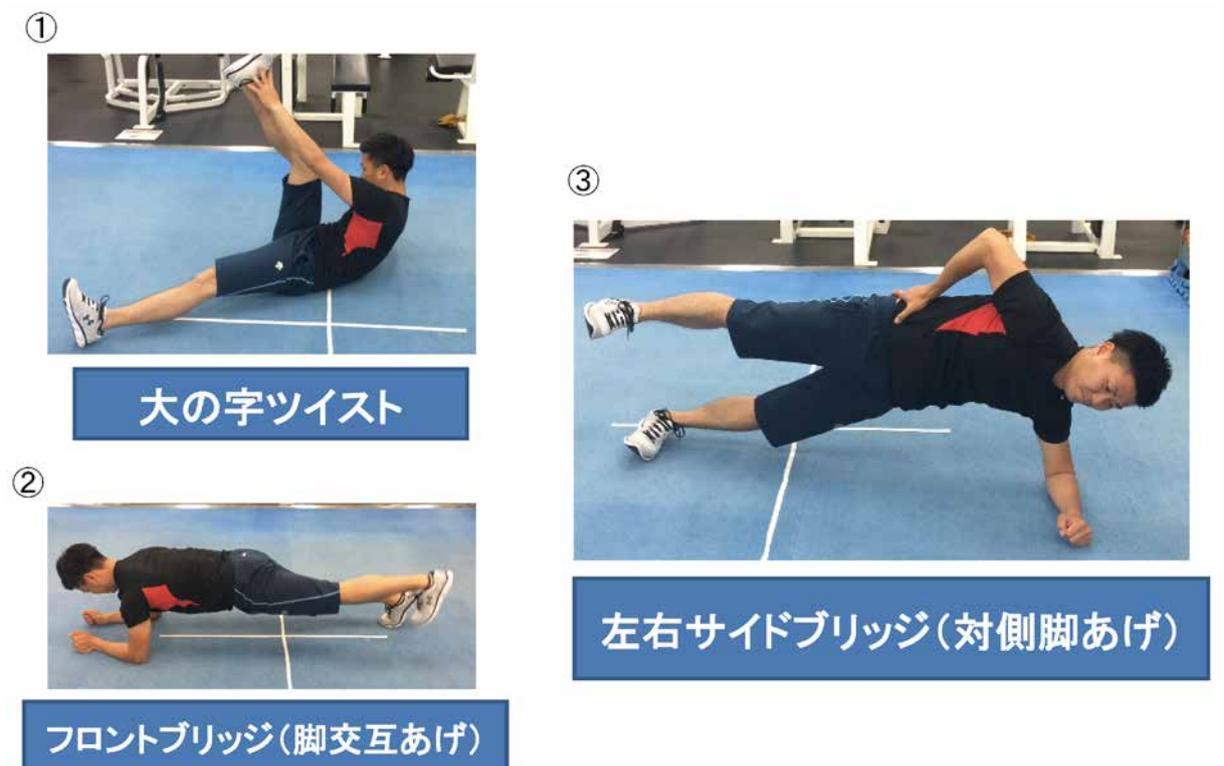
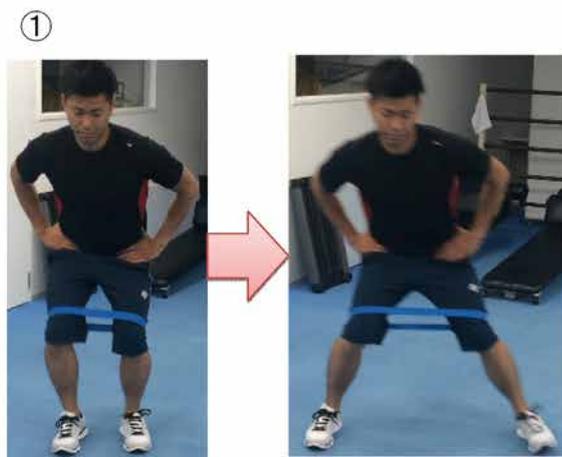
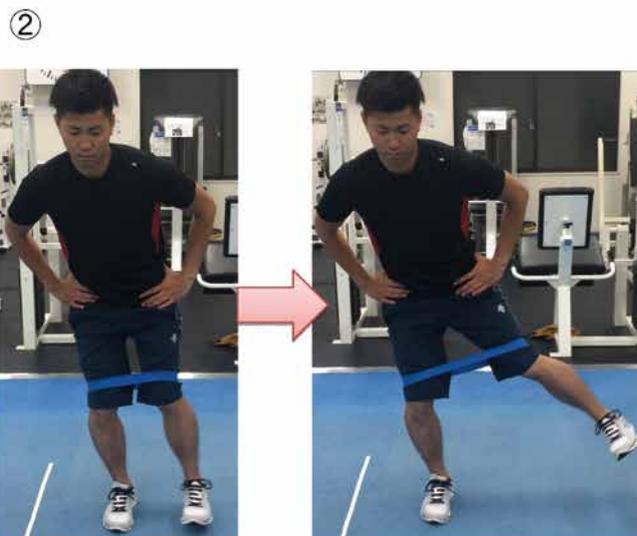


図4. 体幹筋強化トレーニング



チューブサイドステップ



チューブ股関節外転

図5. 股関節周囲筋強化プログラム



ハーキー



切り返しダッシュ(15m)



ダッシュ&ストップ(15m)

図6. バスケットボール競技動作

た。股関節周囲筋の強化プログラムとして、チューブサイドステップ（図5-①）、チューブ股関節外転（図5-②）とした。バスケットボール競技動作として、ハーキー（図

6-①）、切り返しダッシュ（図6-②）、ダッシュ&ストップ（図6-③）とした。

結 果

研究①

ACL 損傷は、疲労が蓄積されると思われる練習または試合の後半に明らかに多く発生しており ($P<0.05$)、68%が後半に発生していた。(図7)。

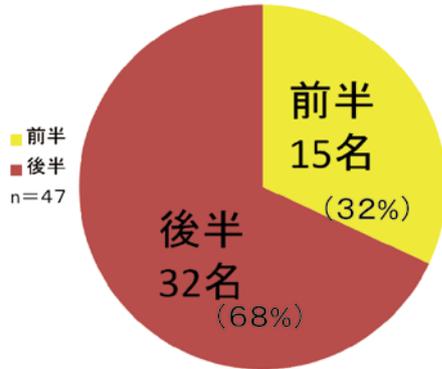


図7. ACL 受傷時期

研究②

介入前の練習前膝関節外反角は $16.3\pm 5.9^\circ$ 、練習後膝外反角で $19.7\pm 5.3^\circ$ であった。介入後の練習前膝関節外反角は $13.5\pm 5.2^\circ$ 、の練習後膝外反角は $15.6\pm 4.9^\circ$ であった。サーキットトレーニングによる介入によって練習前、練習後ともに膝外反角は減少しておりその差は有意であった(図8)。また、練習前後における膝外反角の差は介入前で $3.5\pm 1.8^\circ$ 、介入後で $2.2\pm 2.4^\circ$ と減少し、その差は有意であった(図9)。

考 察

アンケート結果より、約7割が試合または、練習の後半で受傷していたことから、ACL 損傷を予防するためには、筋力的要素やアライメント保持だけではなく、疲労によって生じる全身持久力や筋持久力、筋出力の低下を練習や試合の中で持続させることが有用であると考えられた。

今回、全身持久力および筋持久力の向上を目的としたサーキットトレーニングを実施し、ジャンプ着地後の膝関節外反角度に与える影響について検討した。その結果介入前後で膝外反角に改善が認められた。

われわれは、従来の予防トレーニングに加えて持久力の要素を加えるため、サーキットトレーニングによる介入を行った。モーガンら⁴⁾はサーキットトレーニングの効果として様々な体力要因を同時に総合的に高めることができると述べている。

そこで、サーキットトレーニングを実施することにより、全身持久力、筋持久力が向上し、そのため試合または練習の後半におけるジャンプ着地時の膝外反角が減少し、ACL 損傷のリスクが下がる可能性が示唆された。

しかし、本研究では個々の筋力、筋持久力、全身持久力

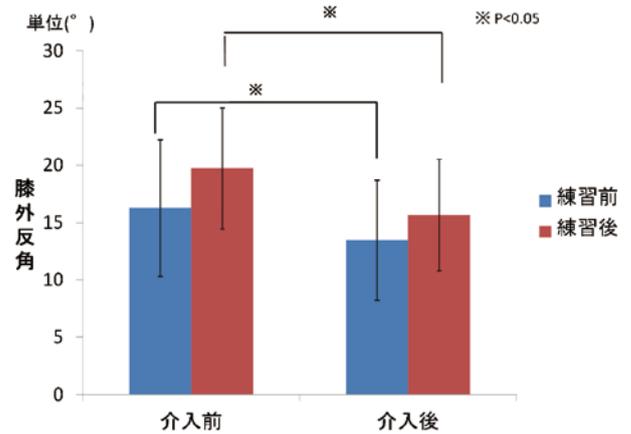


図8. 膝外反角の介入前後の比較

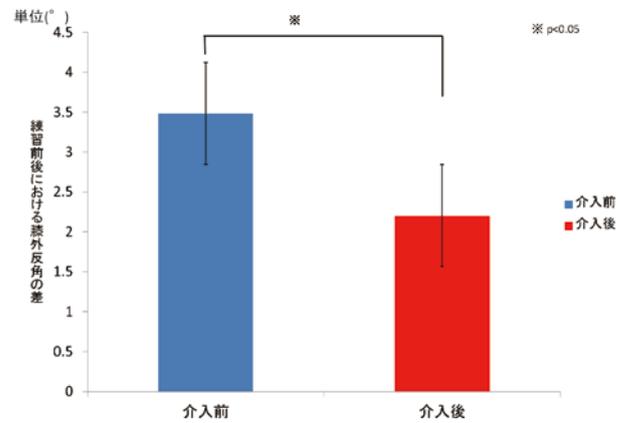


図9. 練習前後における膝外反角の差の比較

などの体力指標を測定していない。そのため、介入による運動学習の効果による膝関節外反角の減少も否定できない。また、今回は、前額面のための撮影であるため、膝関節屈曲による見かけ上の膝関節外反角が生じていないかを検討をしていない。今後は、これらの限界を改善し、研究を続けていきたい。

ま と め

1. 非接触型 ACL は試合または練習の後半に多く発生していた。
2. サーキットトレーニングにより練習前後の外反角が減少する可能性が示唆された。
3. 全身持久力および筋持久力の向上を狙った。

参考文献

- 1) Koga H, et al: Mechanisms for non-contact anterior cruciate ligament injuries-knee joint kinematics in ten injury situations from female team handball and basketball. Am J Sports Med 38: 2218 - 2225, 2010.
- 2) 栗原智久ほか: スポーツ傷害における理学療法からみた予防

プログラムの取り組み. PTジャーナル第50巻, 第4号: 353-359, 2016.

3) 露口亮太ほか: 大学男子バスケットボール選手の持久的体力

指標およびPOMSテストと傷害の関係について. 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌23: 51-54, 2013.

4) Morgan et al: Circuit training, Bell and Sons, 1959.

ACL 再建術後6 ヶ月までの体組成変化

医療法人 紀和会 正風病院 リハビリテーション室 室長 香川健太郎

目 的

膝前十字靭帯 (ACL) 損傷は、下肢のスポーツ外傷の中でも、手術を必要とする代表的な損傷の一つであり、スポーツ復帰のために術後の状態を評価することは重要である。過去に ACL 再建術後の患者に対して、生体電気インピーダンス法 (Bio-electrical Impedance Analysis : BI 法) による体組成計を用いて、術後の体重や体組成の変化を検討した報告がある^{1), 2)}。高尾らは¹⁾、ACL 再建術後3 週までの患者の体重減少の殆どが骨格筋量の低下であったと報告している。また、我々は術後4 週までの ACL 術後患者の下肢筋肉量と大腿周囲径の変化についても検討した結果、患側下肢筋肉量は術後1 週で増加しており大腿周径との相関は認められず、手術侵襲による影響が考えられた²⁾。これらの報告はいずれも術後1 ヶ月以内の短期間での経過であり、スポーツ復帰時期までの体組成や体重変化については不明である。そこで、今回我々は、BI 法を用いて ACL 再建術後6 ヶ月までの体重及び体組成変化について検討したので報告する。

対 象

初回解剖学的長方形骨孔 ACL 再建術を施行した27 例27 膝 (平均年齢 24.9 ± 10.9 歳、男性17 名、女性10 名) を対象として、研究の主旨と目的を説明後、同意を得た上で、体重と体組成の測定を行った。手術は史野ら³⁾の方法に準じて、骨付き膝蓋腱を用いて、骨孔を長方形型に作成し、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で固定した。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、術後3 ヶ月でジョギングを開始し、6 から8 ヶ月以降でスポーツ復帰を許可した。

体重はオムロン体重計 (OMRON 社) にて測定した。また、体組成については In Body S10 (In Body 社) を用い、術前及び術後1, 2, 3, 4, 5, 6 ヶ月の時点で全身の筋肉量及び脂肪量を測定した。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)。これら体重と体組成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体重変化率 (Δ BW) と筋肉量変化率 (Δ BM)、脂肪量変化率 (Δ BF) を算出した。

統計学的解析は体重と筋肉量、脂肪量の術前との比較には paired t-test を適用し検討を行った。なお、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。



図1. 下肢骨格筋量測定

結 果

Δ BW は術後1, 2, 3, 4, 5, 6 ヶ月で -2.0% , -1.1% , -0.9% , -0.7% , 0.4% , 0.1% であり、術前と比較して術後1, 2 ヶ月でのみ有意に低下した ($p < 0.05$) (図2)。また、 Δ BM は術後1, 2, 3, 4, 5, 6 ヶ月で

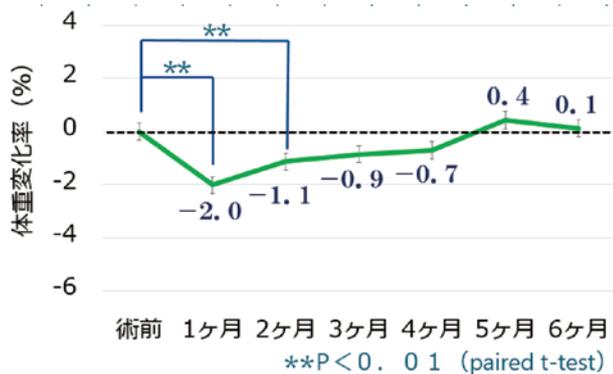


図2. 体重変化

-4.5%, -3.7%, -2.3%, -1.3%, -0.4%, -0.1%と、術前と比較して術後1, 2ヶ月で有意に低下していた ($p < 0.05$) が、術後3ヶ月以降では術前との差はなかった (図3)。一方、 Δ BFは術後1, 2, 3, 4, 5, 6ヶ月で9.9%, 10.2%, 5.7%, 2.8%, 5.0%, 1.9%と術後1~3ヶ月で有意に増加していたが、4ヶ月以降では術前と差はなかった ($p < 0.05$) (図4)。

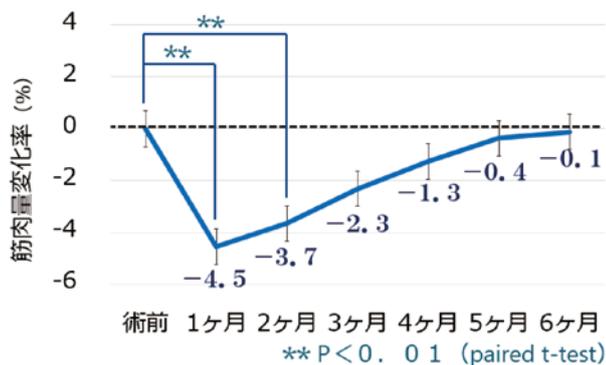


図3. 全身筋肉量変化

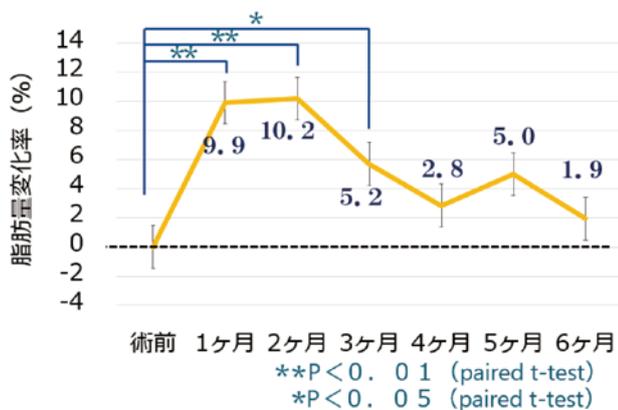


図4. 全身脂肪量変化

考 察

ACL 再建術後2ヶ月での体組成についてDXAを用いて検討した報告⁴⁾によると、術前と比較して体重の変化は無かったが、有意な筋肉量低下と脂肪量増大を認めていた。さらに、ACL再建術後の患者で、MRIにて大腿四頭筋の筋断面積を検討した報告⁵⁾では、術前健側に対する患側比は、術後6週で55.4%、術後6ヶ月では93.5%と有意に改善しており、活動性が上がったことや、トレーニングの再開による影響が大きいとしている。このようにIn bodyを用いた本研究での体組成変化は、ACL再建術後1ヶ月以上経過した後も、DXAによる体組成計測値やMRIを用いた筋断面積の変化と概ね一致しており、体組成計での測定筋量と筋力や筋断面積との比較はしていないものの、術後2~6か月でも比較的信頼できると考えられる。

スポーツ復帰の指標として、筋力やプロプリオセプションなどだけではなく、筋肉量や脂肪量などの体組成にも着目すべきである。今回検証は行っていないが、術後6ヶ月までは活動量が低下していたにも関わらず、受傷前の活動性の高い状況下と同程度の食事が術後も続き、カロリーの過剰摂取の持続が脂肪量に反映していた可能性もあり、体重と体組成検査の調査に加え、術前からの食事も含めた検討も行う必要があると思われる。

結 語

ACL再建術後6ヶ月までの体重と全身筋肉量、全身脂肪量について検討した結果、術後3~4ヶ月以降では術前値との差はなくなっていた。しかし、術後6ヶ月時点での全身脂肪量は高値のままであった。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 永田武豊ら: ACL再建術後早期における体組成計を用いた患側筋肉量変化. 関西臨床スポーツ医・科学研究会, 第25回: 8, 2015
- 3) 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 snug-fit andimpingement-free grafting technique. Arthroscopy, Nov; 21 (11): 2005.
- 4) 東宏一郎ら: 膝前十字靭帯再建術前後での持久性体力及び体組成の評価. 日本臨床スポーツ医学会誌, 21 (2): 370-376, 2013.
- 5) 渡井陽子ら: ACL再建術後の大腿四頭筋断面積の継時的変化. 理学療法学, 第21巻: 251, 1998.

長距離マラソンランナーにおける唾液抗菌性ペプチドと虫歯菌および上気道感染症との関連

大阪成蹊短期大学 白井 達矢・永井 伸人・辻 慎太郎
 芦屋大学 竹安 知枝

目 的

口腔内は外気にたえず曝露されていることから、細菌やウイルスなどの病原微生物が侵入しやすく、第一線の防御機構として機能する唾液免疫成分の働きが重要となる^{1),2)}。一般的に高強度運動 (75% Vo₂max 以上) や長時間運動 (60 分以上) などの運動ストレスに伴い、口腔内の局所免疫機能が低下し、上気道感染症の罹患率の増加や咳、喉痛、鼻水などの上気道感染症の症状が悪化することが報告されている^{3),4)}。口腔内免疫機能の代表としては、これまで唾液免疫グロブリン A (IgA) が報告されており、一過性運動および繰り返し運動、長期間高強度運動により、その分泌が変化することが報告されてきた⁵⁾。さらに近年、生体防御システムとして、抗菌性ペプチド群の存在が注目され、それらは自然免疫に属し、感染に対する第一線の防御機構として機能するだけでなく、自然免疫に続く獲得免疫系を活性化させる働きを有していることが報告されている^{6),7)}。抗菌性ペプチド群の1つである *Defensin* は、粘膜表層の生体防御機構において重要な役割を担い、低分子塩基性抗菌ペプチドの1グループとして分類され、 β -sheet 構造と2~3個の分子内ジスルフィドを持つカチオン性のペプチドとして特徴づけられている^{8),9)}。*Defensin* は、抗菌性ペプチドの多型遺伝子族を形成しており、1980年に最初に発見されてからヒトを含む様々な哺乳動物の気管、唾液、腸、舌、血液、皮膚などからその分泌が発見されている^{8),9)}。さらに *Defensin* は、存在する6つのシステイン残基の形成する3つのジスルフィド結合の組み合わせの違いから、 α -*defensin* と β -*defensin* とに大別される^{8),9)}。*Human- β -defensin-2* (以下 *HBD-2*) は、グラム陰性菌、陽性菌および真菌に対して抗菌活性をもち、皮膚や唾液、肺などで多く発現している^{10),11)}。*HBD-2* は、生体が細菌や炎症性のサイトカインに暴露された際に著しく誘導的に発現されることが報告されている^{10)~13)}。また、精神的および身体的ストレスに伴う内因性グルココルチコイドの分泌増加に伴い、*HBD-2* の発現が抑制されるグルココルチコイド依存メカニズムが報告されている¹⁴⁾。*HBD-2* は、他の抗菌性ペプチド群よりも約10倍の抗菌活性を有しており、その分泌が口腔内免疫機能にとって非常

に重要であるとされている^{12),13)}。特に口腔内のように細菌が豊富な環境下では、*HBD-2* のような抗菌性ペプチドが生体防御に大きくし、菌科学や口腔衛生学などで特に重要とされており、虫歯菌 (*Streptococcus mutans*) の増減や虫歯の発生リスクと抗菌性ペプチド群の分泌濃度とは関連があることが報告されている¹⁵⁾。

抗菌性ペプチド群と運動に関するこれまでの報告では、*Davison* らが一過性の中等度長時間運動に伴い、唾液中の抗菌性ペプチド群 (*LL-37*, α -*defensin*) が有意に増加したこと¹⁶⁾、また、我々は一過性の長時間高強度運動に伴い、運動直後に唾液 *HBD-2* の発現が高まること、さらにその発現がコルチゾールの分泌度合いによって抑制されることを報告している¹⁷⁾。さらに運動ストレスに伴い唾液抗菌性ペプチド群が抑制され、その低下が虫歯菌の活性につながることを報告してきた¹⁸⁾。また *Eda* らは、ヨガストレッチなどのリラクゼーション運動が、*HBD-2* の発現を高めることを報告している¹⁹⁾。このことから運動刺激において、抗菌性ペプチド群の発現は影響し、口腔内免疫機能が変化する。これまでの運動と免疫に関する多くの研究^{1),20),21)} では、運動刺激に伴い変化した唾液免疫成分の濃度や分泌量などの動態や変化しか検討されておらず、さらに運動により変化した抗菌性ペプチド群や唾液免疫成分が実際の抗菌能力に影響しているかは明らかにされていない。そこで本研究ではマラソントレーニングを行っているアスリートを対象に、唾液 *HBD-2* 濃度を測定するとともに、その上清の存在下で培養した場合の菌の発育程度と上気道感染症の発生頻度を調べ、それらの関係性を検討した。

方 法

1. 対象

対象者は、大学陸上部に所属している長距離マラソン選手 (以下 athlete 群) 20 名 (年齢 20.1 \pm 1.0 歳, 身長 170.0 \pm 5.9cm, 体重 62.0 \pm 8.8kg, BMI21.7 \pm 2.4kg/m², 体脂肪率 13.4 \pm 3.3%) とコントロールとして非アスリート (以下 sedentary 群) 20 名 (年齢 21.0 \pm 2.8 歳, 身長 171.9 \pm 6.7cm, 体重 65.6 \pm 7.9kg, BMI22.2 \pm 1.9kg/m², 体脂肪率 19.7 \pm 6.1%) とした。長距離マラソンランナーは週 6

日、1日5時間のマラソン練習を実施し、1週間に120km以上の長距離走の走行練習を行っている。さらに対象には実験日の1ヵ月前の期間、上気道感染症の罹患が無いこと、虫歯が無いこと、虫歯の治療中でないことを事前に確認し、高血圧、心疾患などの循環器疾患、消化器疾患、炎症性疾患、内分泌疾患を有する者は含まれておらず、喫煙習慣を有する者がいないことを予め確認した。さらに精神的ストレスが抗菌性ペプチド群の発現に影響することから実験日から6ヵ月間の間に身内などに不幸がなかった者を対象とした。本研究のプロトコルは、大阪成蹊短期大学倫理規程研究審査会による審査・承諾を得て、各対象者には事前に本研究の主旨を説明し、全員から研究参加への同意を得た。

2. 実験プロトコル

測定当日は、AM11:00に実験室に入室させ、口腔内のうがいと歯磨きを実施する。その後、60分間安静状態を保ち、PM12:00より唾液採取を実施した。唾液採取に関しては、自然誘発法とコットン法が多く用いられており^{18), 22)}、今回は安静時での唾液採取であることから自然誘発法を用い、1分間で分泌される唾液を採取した。

3. 唾液分析

採取した唾液は、滅菌ろ過および遠心分離した後、上清成分を採取し、直ちにマイナス80℃凍結保存した。その後HBD-2はELISA法(Human β -Defensin 2 ELISA Kit, Phoenix Pharmaceuticals Inc, Burlingame, CA)にて測定し濃度を算出した。

4. 虫歯菌に対する唾液抗菌活性

採取した唾液を用いて虫歯菌に対する抗菌活性レベルを測定した。被験株菌の培養には、Difco (Michigan, USA)製を用い、その他の試薬はシグマ製を用いた。実験に用いた被験株菌は、Institute for Fermentation Osakaの微生物バンクより入手し、虫歯菌はストレプトコッカス・ミュータンス菌(*Streptococcus mutans* ATCC35911)を用いて唾液抗菌活性を測定した。抗菌活性レベルの測定は、菌をそれぞれ採取した唾液と24時間培養(37℃)させ、その後、虫歯菌の細胞数をカウントした。

5. 上気道感染症 (URI) の罹患回数

SpenceのURI症状の質問紙を用いて過去1年間のURI罹患回数を確認した。発熱、鼻水、咳、喉の痛み等の症状が3日間続いた場合を1回とカウントした。

6. 統計処理

全てのデータは正規分布を示していたため、平均値 ± 標準偏差で示した。Athlete群とsedentary群の2試行間の差はt検定を用い、虫歯菌の菌数比較(3群間)においてはone way ANOVAを用いて比較した。なお、有意水準

の判定はいずれも $p < 0.05$ とした。

結 果

1. 唾液抗菌性ペプチド (HBD-2) の変化

唾液HBD-2濃度においては、athlete群 77.2 ± 16.5 pg/ml, sedentary群 135.6 ± 21.2 pg/mlを示し、athlete群において有意($p < 0.01$)に低値を示した(図1)。

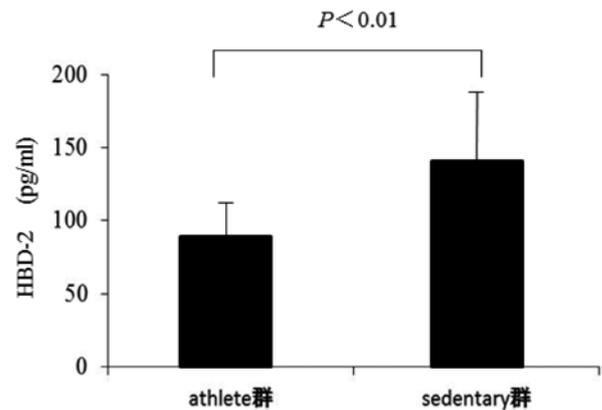


図1. 唾液抗菌性ペプチド (HBD-2) 濃度の比較

2. 上気道感染症 (URI) の罹患回数

上気道感染症の罹患回数においては、athlete群 4.8 ± 2.5 回/year, sedentary群 1.5 ± 0.8 回/yearを示し、athlete群において有意($p < 0.05$)に罹患回数の増加が見られた(図2)。

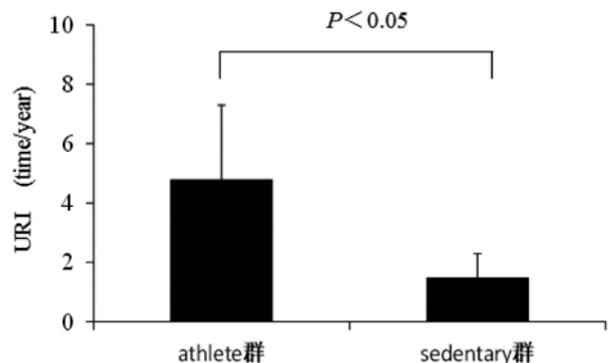


図2. 1年間の上気道感染症 (URI) の罹患回数比較

3. 虫歯菌に対する唾液抗菌活性の変化

虫歯菌抑制効果においては、sedentary群と比較してathlete群では、菌の発育抑制効果の減弱が有意($p < 0.01$)にみられた(図3)。

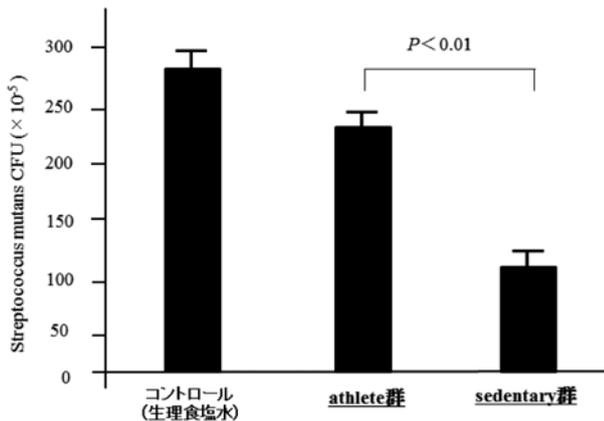


図3. 唾液培養中におけるストレプトコッカス・ミュータンス菌の菌数比較 ※コントロール：生理食塩水（HBD-2を含んでいない）

考 察

長距離マラソンランナーの口腔内局所免疫機能および虫歯菌抑制効果について検討した結果、athlete群では、sedentary群と比較して、唾液HBD-2濃度は低値を示し、虫歯菌抑制効果の減弱がみられることが示された。

近年、抗菌性ペプチド群に関する報告が多くなされており、なかでもHBD-2は唾液腺や気道上皮細胞から分泌され、自然免疫として重要な役割を担っていることが明らかにされている^{2), 23)}。我々は運動ストレスに伴う抗菌性ペプチド群の低下が、口腔内の免疫環境を悪化させ、虫歯菌が増加することを報告¹⁸⁾してきた。今回、長距離マラソンランナーにおいても、日常的な高強度・長時間トレーニングの実施が口腔内局所免疫機能を低下させたことから、その低下に伴う上気道感染症の予防や口腔内の健康維持のために、コンディション維持や口腔ケアに努める必要がある。

抗菌性ペプチド群に関する研究では、In vitroや動物実験において、Abergらは音響や照明による精神的ストレスが、内因性グルココルチコイドを増加させ、それに伴い皮膚の抗菌性ペプチド群の発現を抑制したことを報告している¹⁴⁾。Mitschenkoらも同様に、精神的ストレスに伴うコルチゾールの増加が、抗菌性ペプチド群の発現を抑制し、皮膚のバリア機能を減少させ、肌へのダメージやアトピー症状を増加させたと報告している²⁴⁾。ヒトに対する研究では、関節リウマチの患者において、関節炎症に伴いコルチゾールやTNF- α などのサイトカインが増加し、HNP1-3などの抗菌性ペプチド群の発現が抑制されたことを報告している²⁵⁾。いずれの報告においても、内因性のグルココルチコイドの増加が、抗菌性ペプチド群の発現を抑制していることが示されている。本研究においても、長距離マラソンランナーの唾液HBD-2が低値を示したのは、日常的に

高強度長時間運動を繰り返し行っていることが要因だと考えられる。運動やスポーツ選手のコルチゾール分泌に関する報告では、高強度運動を実施しているスポーツ選手において、運動時および安静時共にコルチゾールの分泌量が高いことが示されている²⁶⁾。そうしたことから、高強度長時間運動を頻繁に実施している今回の対象者は、安静時のコルチゾールの分泌量が高く、それに伴い抗菌性ペプチド群の発現が抑制され、URIの罹患回数の増大や虫歯菌抑制効果の減弱がみられたのではないかと考えられる。抗菌性ペプチド群と虫歯菌や虫歯の発生リスクに関しては、抗菌性ペプチド群の低下が口腔内環境を悪化させ、虫歯菌数の増加に影響することが報告されている^{15), 27), 28)}。また、唾液免疫成分は、今回着目した抗菌性ペプチド群以外にも、唾液IgAやラクトフェリン、リゾチームなどの抗菌性タンパクが存在し、それらの相互、補完作用により、口腔内の免疫環境が保たれている。なかでも抗菌性ペプチド群は、虫歯菌(*Streptococcus mutans*)の増減や虫歯の発生リスクに大きく関わっている^{15), 27), 28)}。そうしたことから、今回athlete群において、虫歯菌抑制の減弱が見られたことは、唾液HBD-2の低値が関係していると考えられる。今後は、抗菌性ペプチド群の低下を予防できるコンディショニング方法に関しても今後検討していきたい。

本研究の限界として、1) 抗菌性ペプチドの発現を抑制させるコルチゾールの測定が出来ていない点、2) HBD-2濃度とURI回数、虫歯菌の菌数との関連性（相関関係）を示すことができていない点、3) 口腔内の免疫機能は多くの免疫構成物質により、その免疫機能が支えられており、今回注目した抗菌性ペプチド群だけではなく、様々な口腔内免疫機能との関連や整合性を検討する必要がある点などが挙げられる。

ま と め

長距離マラソンランナーの唾液HBD-2濃度は低値を示し、さらに虫歯菌抑制の減弱やURI罹患回数の増加につながることを示唆された。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、多大な研究助成を賜りました日本教育医学会に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) Neville V, Gleeson M, Folland JP: Salivary IgA as a risk factor for upper respiratory infection in elite professional athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 40 (7) : 1228 - 1236, 2008.
- 2) West NP, Pyne DB, Renshaw G, Cripps AW: Antimicrobial peptides and proteins, exercise and innate mucosal immunity. *FEMS Immunol Med Microbiol.* 48: 493 - 304, 2006.
- 3) Nieman DC. Upper respiratory tract infections and exercise.

- Thorax 1995; 50: 1229 - 1231.
- 4) Usui T, Yoshikawa T, Orita K, Ueda S, Katsura Y, Fujimoto S: Comparison of salivary antimicrobial peptides and upper respiratory tract infections in elite marathon runners and sedentary subjects. *J phys Fitness Sports Med*, 1 (1) : 175 - 181, 2012.
 - 5) Gleeson M. Immune function in sport and exercise. *J Appl Physiol* 2007; 103: 693 - 699.
 - 6) Doss M, White MR, Tecele T, Hartshorn KL: Human defensins and LL-37 in mucosal immunity. *J Leuko Biol*. 87: 79 - 92, 2010.
 - 7) Proud D, Sanders SP, Wiehler S: Human rhinovirus infection induces airway epithelial cell production of human β -defensin 2 both in vitro and in vivo. *The Journal of Immunology*. 4637 - 4645, 2004.
 - 8) Ganz T. Defensins: antimicrobial peptides of innate immunity. *Nat Rev Immunol* 2003; 3: 710 - 720.
 - 9) Duits LA, Rademaker M, Ravensbergen B, van Sterkenburg MA, van Strijen E, Hiemstra PS, Nibbering PH: Inhibition of hBD-3, but not hBD-1 and hBD-2, mRNA expression by corticosteroids. *Biochem Biophys Res Commun*. 280: 522 - 525, 2001.
 - 10) McDermott AM, Redfern RL, Zhang B, Pei Y, Huang L, Proske RJ: Defensin expression by the cornea: multiple signalling pathways mediate IL-1 β stimulation of hBD-2 expression by human corneal epithelial cells. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 44: 1859 - 1865, 2003.
 - 11) Starner TD, Agerberth B, Gudmundsson GH, McCray PB Jr: Expression and activity of beta-defensins and LL-37 in the developing human lung. *J Immunol*. 174: 1608 - 1615, 2005.
 - 12) Terai K, Sano Y, Kawasaki S, Endo K, Adachi W, Hiratsuka T, Ihiboshi H, Nakazato M, Kinoshita S: Effects of dexamethasone and cyclosporin A on human beta-defensin in corneal epithelial cells. *Exp Eye Res*. 79: 175 - 180, 2004.
 - 13) Tomita T, Nagase T, Ohga E, Yamaguchi Y, Yoshizumi M, Ouchi Y: Molecular mechanisms underlying human beta-defensin-2 gene expression in a human airway cell line (LC2/ad). *Respirology*. 27: 305 - 310, 2007.
 - 14) Aberg KM, Radek KA, Choi EH, Kim DK, Demerjian M, Hupe M, Kerbleski J, Gallo RL, Ganz T, Mauro T, Feingold KR, Elias PM: Psychological stress downregulates epidermal antimicrobial peptide expression and increases severity of cutaneous infections in mice. *J Clin Invest*. 117: 3339 - 49, 2007.
 - 15) Dale BA, Tao R, Kimball JR, Jurevic RJ: Oral Antimicrobial peptides and biological control of caries. *BMC Oral Health*, 2006.
 - 16) Davison G, Allgrove J, Gleeson M: Salivary antimicrobial peptides (LL-37 and alpha-defensins HNP 1-3), antimicrobial and IgA responses to prolonged exercise. *Eur J Appl Physiol*. 106: 277 - 84, 2009.
 - 17) Usui T, Yoshikawa T, Orita K, Ueda S, Katsura Y, Fujimoto S: Changes in salivary antimicrobial peptides, immunoglobulin A and cortisol after prolonged strenuous exercise. *Eur J Appl Physiol*. 111: 2005 - 2014, 2011.
 - 18) 臼井達矢: 運動ストレスに伴う口腔内免疫機能と虫歯菌活性との関連. *デサントスポーツ科学*, 2014.
 - 19) Eda N, Shimizu K, Suzuki S, Tanabe Y, Lee E, Akama T: Effects of yoga exercise on salivary beta-defensin 2. *Eur J Appl Physiol*. 113 (10) : 2621 - 7, 2013.
 - 20) Gleeson M: Mucosal immunity and respiratory illness in elite athletes. *Int J Sports Med*. 21: 33 - 43, 2000.
 - 21) Nieman DC: Exercise, upper respiratory tract infection, and the immune system. *Med Sci Sports Exerc*. 26(2) : 128 - 139, 1994.
 - 22) Akimoto T, Kumai Y, Akama T, Hayashi E, Murakami H, Soma R, Kuno S, Kono I: Effects of 12 months of exercise training on salivary secretory IgA levels in elderly subjects. *Br J Sports Med*. 37: 76 - 9, 2003.
 - 23) Diamond G, Beckloff N, Ryan LK: Host defense peptides in the oral cavity and the lung: similarities and differences. *J Dent Res*. 915 - 27, 2008.
 - 24) Mitschenko AV: Atopic dermatitis and stress ? How do emotions come into skin ? *Hautarzt*. 59: 314 - 318, 2008.
 - 25) Riepl B: Tumor necrosis factor and norepinephrine lower the levels of human neutrophil peptides 1 - 3 secretion by mixed synovial tissue cultures in osteoarthritis and rheumatoid arthritis. *Arthritis Research & Therapy*. 12: 110 - 119, 2010.
 - 26) M. A. Minetto et al: Corticotroph axis sensitivity after exercise: Comparison between elite athletes and sedentary subjects. *J Endocrinol Invest*. 30: 215 - 223, 2007.
 - 27) Tao R, Jurevic RJ, Coulton KK, Tsutsui MT, Roberts MC, Kimball JR, Wells N, Berndt J, Dale BA: Salivary Antimicrobial peptides expression and dental caries experience in children. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 3883 - 3888, 2005.
 - 28) Dale BA, Tao R, Kimball JR, Jurevic RJ: Oral Antimicrobial peptides and biological control of caries. *BMC Oral Health*, 2006.

第70回紀の国わかやま国体医事報告 ～奈良県の場合～

奈良県立医科大学 整形外科学教室 江川 琢也
奈良教育大学教育学部 保健体育講座 笠次 良爾
奈良県立医科大学 整形外科学教室 増田 佳亮・小川 宗宏・田中 康仁
南奈良総合医療センター 循環器内科 守川 義信
奈良県総合医療センター 整形外科 磯本 慎二
松阪中央総合病院 整形外科 須賀 佑磨
寺田病院 内科 浦上 正弘

はじめに

奈良県では、2005年度より問診票を用いた自己申告によるメディカルチェックを国民体育大会（国体）参加全選手に対して実施している。また、アンチドーピングの研修会を実施し、国体には前期と後期に分けて医師が帯同している。

今回は奈良県で行っている国体参加選手に対するメディカルサポートの現状について報告する。

対 象

対象は第70回紀の国わかやま国体奈良県代表全選手33競技299名である。種別は成年男子126名、成年女子57名、少年男子71名、少年女子45名、平均年齢は21.8歳（14～58歳）であった。

方 法

代表決定後速やかに各競技団体へ「健康調査問診表（図1, 2）」を送付し、自己申告による検診を施行し、各競技団体を通して返送させた。問診票の内容から、内科・整形外科それぞれの分野について、A（異常なし）・B（要観察）・C（受診が望まれる）・D（要受診）の4段階に判定した。判定基準は下記の通りである。

● A（異常なし）：

これまで全く障害・外傷を有しなかった、もしくは障害・外傷があったが、治療して現在特に症状を認めない。

● B（要観察）：

障害・外傷の既往、または現在障害・外傷があり、現在症状はないが再発に留意した方がよい、もしくは症状があっても現在医療機関に通院中で競技実施可能である。

● C（受診が望まれる）：

現在競技に支障をきたす症状があるが、医療機関へ通院していない（鍼灸、整骨院などには通院しているが病院、医

院を受診していないものを含む）。もしくは症状があっても現在医療機関に通院中であるが、競技に支障を来している。

● D（要受診）：

上記Cの中でも重症度が高いと判断した例。

判定結果にもとづき各競技団体へ受診希望の確認を行った。

結 果

問診票を提出したのは289名（提出率96.7%）であった。内科領域は全員A判定で、整形外科領域はA判定255名（88.2%）、B判定26名（9.0%）、C判定8名（2.8%）、D判定0名（0%）であった。

整形外科領域でB・C判定を受けた選手の各競技別割合を表1に示す。B・C判定の選手が多い競技は陸上が7名、サッカーが5名、ホッケーが4名、新体操、バスケットボール、ハンドボールが各3名、競泳が2名であった。

B判定の部位別内訳は、足関節・足部8名（捻挫5名、疲労骨折2名、遊離体1名）、腰部5名（腰椎椎間板ヘルニア2名、腰痛2名、分離症1名）、膝関節4名（半月板損傷1名、オスグッド病1名、外骨腫1名、膝関節痛1名）、肩関節3名（脱臼1名、関節唇損傷1名、肩関節痛1名）、肘関節2名（内側側副靭帯損傷1名、筋挫傷1名）、手関節・手部2名（骨折）、股関節2名（単径部痛症候群1名、関節唇損傷1名）、大腿部2名（肉離れ）であった（複数回答有）。C判定の部位別内訳は足関節・足部4名（捻挫3名、疲労骨折1名）、肩関節2名（亜脱臼1名、肩関節痛1名）、肘関節1名（肘関節痛）、顎関節1名（顎関節症）であった（複数回答有）（図3）。全ての選手が試合に出場可能であった。

使用薬については、問診表にて競技会時のみ禁止されているプソイドエフェドリンの内服が1名に発覚し、使用薬の変更を促す文書を本人に送付した。また、治療使用特例（TUE）申請を1名に施行した。

内科問診票 1

Q 1. これまでの主な病気についての質問

Q 1-1: 現在、治療中あるいは検査している病気がありますか？
 どちらか該当する方の番号を○で囲んでください。
 1: なし 2: あり (病名: _____)

Q 1-2: これまでの主な病気について質問します。
 ある場合は、○を■に塗りつぶしてください。わからない場合は、□内に?印です。
 () 歳に、かかった時の年齢を記入してください。わからない場合は、無記入。

1: 貧血 (血液検査結果による) () 歳 2: 喘息 () 歳 3: 高血圧 () 歳
 4: 心臓病 () 歳 5: 心電図異常 () 歳 6: 川崎病 () 歳 7: 腎炎 () 歳
 8: 肝炎 () 歳 9: 胃十二指腸潰瘍 () 歳 10: てんかん () 歳
 11: その他 () 歳 (病名: _____)
 12: 手術 () 歳 (病名: _____)
 13: 輸血 () 歳 (病名: _____)
 14: 薬物アレルギー () 歳 (薬品名: _____)
 15: 食物アレルギー () 歳 (食品名: _____)

Q 1-3: ふだん医療機関からもらって服用あるいは、貼付している薬はありますか？
 どちらか該当する方の番号を○で囲んでください。
 ※ 複数の薬品を使用していて記入できない場合は、別紙に記入のうえ添付してください。
 1: なし 2: あり (薬品名: _____)

Q 1-4: ふだん使用している健康食品、栄養剤 (カルシウムなどのミネラル、プロテインなど)、
 ビタミン剤、滋養強壮剤 (ドリンク剤など) などはありますか？
 どちらか該当する方の番号を○で囲んでください。
 1: なし 2: あり (名: _____)

Q 2. 「ケガ」「痛み」についての質問

Q 2-1: これまでに試合に出られない、もしくは練習を2週間以上休むような「ケガ」や「痛み」は
 ありましたか？どちらか該当する方の番号を○で囲んでください。
 1: なし 2: あり → 「あり」の場合は、4ページの整形外科問診票1にお答
 えください。

Q 2-2: 現在試合に出られない、もしくは練習に支障がある「ケガ」や「痛み」はありますか？
 どちらか該当する方の番号を○で囲んでください。
 1: なし 2: あり → 「あり」の場合は、5ページの整形外科問診票2にお答
 えください。

Q 2-3: これまでに練習中や試合中に頭しんとう (意識を失ったこと) を起こしたことはありますか？
 どちらか該当する方の番号を○で囲んでください。
 1: なし 2: あり → 「あり」の場合、下記 () 内の質問事項に答えてくだ
 さい。
 () 歳: 意識を失った時間 () 状況 ()

内科問診票 2

Q 3. 自覚症状についての質問

以下の自覚症状が「ある」か「ない」か一つ一つチェックしてください。
 「ある」場合は□を■に塗りつぶしてください。「ない」場合は、何も記入しないでください。

1) 記憶力が低下してきた□ 2) 練習について行けない□
 3) 予定の練習が行えない□ 4) 以前は家にこなせた練習が今はきつい□
 5) 練習意欲がわかない□ 6) 疲れやすい□
 7) 翌日になっても疲労が回復しない□ 8) 体がだるい□
 9) 立ちくらみがひどい□ 10) 風邪をひきやすい□
 11) 体重の変動が大きい□ 12) 体重が減少している□
 13) 体重が増加している□ 14) 寝つきが悪い□
 15) 熟睡できない□ 16) 早く目覚める□
 17) 朝起きるのがつらい□

Q 4. 家族の病気にに関する質問

Q 4-1: 両親兄弟・姉妹に、以下のような病気がありますか、一つ一つチェックしてください。
 以下の病気が「ある」場合は、病名の後の□を■に塗りつぶしてください。また、() 内に
 誰であるかを記入してください。
 以下の病気が「ない」場合は、病名の後の□内には何も記入しないでください。
 1: 高血圧 () 2: 心臓病 () 3: 脳卒中 ()
 4: 糖尿病 () 5: 痛風 () 6: 結核 ()
 7: 肝臓 () 8: その他 () (病名: _____)

Q 4-2: 両親兄弟・姉妹が以下の病気で死亡していますか、一つ一つチェックしてください。
 以下の病気で死亡している場合には、病名の後の□を■に塗りつぶしてください。また、()
 内に誰であるかを記入し、死亡年齢も記入してください。
 1: 突然死 () 歳 2: 高血圧 () 歳
 3: 心臓病 () 歳 4: 脳卒中 () 歳
 5: 糖尿病 () 歳 6: 痛風 () 歳
 7: 結核 () 歳 8: 肝臓 () 歳
 9: その他 () 歳

Q 5. 「減量」が必要な種目を行う場合についての質問
 ○ 減量について何か思ったことがありますか？
 1: なし 2: あり

Q 6. 女性の選手におたずねします。
 ○ 月経に関してなにか思ったことがありますか？
 1: なし 2: あり

図 1. 内科問診表

整形外科問診票 1

1. これまでの「ケガ」もしくは「痛み」について
 ○これまでに試合に出られない、もしくは練習を2週間以上休むような「ケガ」や「痛み」はありましたか？
 → (なし・あり) … 「あり」の場合、以下にくわしく書いてください。足りないときはコピーしてく
 ださい。

a. いつ頃の「ケガ」ですか？…() 才
 ・「ケガ」の部位はどこですか？…(頭・顔・目・首・肩・上腕・肘・前腕・手関節
 手・指・胸・腹・背中・腰・股関節・大腿・膝・下腿・足関節・足
 その他 _____)
 ・「ケガ」の名前が分かれば書いてください→傷病名 ()
 ・どのような治療をうけましたか？(複数回答可)
 (なにもしていない・アイシング・テーピング・キプス・サポーター・装具・手術・電気治療
 ハリ・マッサージ・体操・その他 _____)
 ・受診した医療機関はどこですか？(複数回答可)
 …(なし・病院・医院・接骨院・鍼灸・その他 _____)
 ・練習に復帰するまでの期間はどのくらいでしたか？… ()
 ・現在の症状はありますか？… (痛くて競技に支障あり・痛みが競技可・痛みなし)

b. いつ頃の「ケガ」ですか？…() 才
 ・「ケガ」の部位はどこですか？…(頭・顔・目・首・肩・上腕・肘・前腕・手関節
 手・指・胸・腹・背中・腰・股関節・大腿・膝・下腿・足関節・足
 その他 _____)
 ・「ケガ」の名前が分かれば書いてください→傷病名 ()
 ・どのような治療をうけましたか？(複数回答可)
 (なにもしていない・アイシング・テーピング・キプス・サポーター・装具・手術・電気治療
 ハリ・マッサージ・体操・その他 _____)
 ・受診した医療機関はどこですか？(複数回答可)
 …(なし・病院・医院・接骨院・鍼灸・その他 _____)
 ・練習に復帰するまでの期間はどのくらいでしたか？… ()
 ・現在は症状はありますか？… (痛くて競技に支障あり・痛みが競技可・痛みなし)

整形外科問診票 2

2. 現在の「ケガ」もしくは「痛み」について
 ○現在試合に出られない、もしくは練習に支障がある「ケガ」や「痛み」はありますか？
 → (なし・あり) … 「あり」の場合、以下にくわしく書いてください。足りないときはコピーしてく
 ださい。

a. 「ケガ」の部位はどこですか？…(頭・顔・目・首・肩・上腕・肘・前腕・手関節
 手・指・胸・腹・背中・腰・股関節・大腿・膝・下腿・足関節・足
 その他 _____)
 ・「ケガ」の名前が分かれば書いてください→傷病名 ()
 ・どのような治療をうけていますか？(複数回答可)
 (なにもしていない・アイシング・テーピング・キプス・サポーター・装具・手術・電気治療・
 ハリ・マッサージ・体操・その他 _____)
 ・受診している医療機関はどこですか？(複数回答可)
 …(なし・病院・医院・接骨院・鍼灸・その他 _____)

b. 「ケガ」の部位はどこですか？…(頭・顔・目・首・肩・上腕・肘・前腕・手関節
 手・指・胸・腹・背中・腰・股関節・大腿・膝・下腿・足関節・足
 その他 _____)
 ・「ケガ」の名前が分かれば書いてください→傷病名 ()
 ・どのような治療をうけていますか？(複数回答可)
 (なにもしていない・アイシング・テーピング・キプス・サポーター・装具・手術・電気治療・
 ハリ・マッサージ・体操・その他 _____)
 ・受診している医療機関はどこですか？(複数回答可)
 …(なし・病院・医院・接骨院・鍼灸・その他 _____)

○医療スタッフに知ってしてもらいたいことや聞きたいことがあれば、ご記入ください。

以上です。アンケート記入ありがとうございました。

図 2. 整形外科問診表

表1. B・C判定2名以上の種目

種目	全選手数 (名)	B・C判定 (名)	B・C判定の 割合(%)
陸上	31	7	22.6
サッカー	16	5	31.3
ホッケー	28	4	14.3
新体操	7	3	42.9
バスケットボール	11	3	27.3
ハンドボール	12	3	25.0
競泳	18	2	11.1

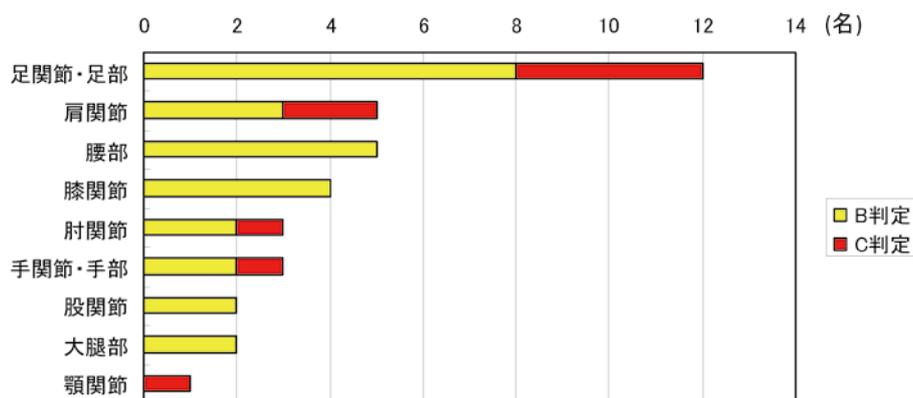


図3. 整形外科B・C判定の部位

〈大会期間中の帯同状況〉

帯同に使用する薬剤は全て Over the counter (OTC) 医薬品を準備した。国体期間中は前後期に分けて、それぞれ内科医師1名、整形外科医師2名が帯同した。

現地での診察依頼については、感冒1件、腰痛1件、眉切創1件であった。いずれも競技への出場は許可できた。

考 察

大会前のメディカルチェックの意義として、以下の3つが挙げられる¹⁾。

- ①競技に支障をきたす疾患を事前に把握し、選手に治療を促すことでコンディションを改善し、競技成績の向上を図る。
- ②参加選手の障害・外傷の既往と現在の傷害を予め把握しておくことで、大会期間中の診療要請にスムーズに対応できる体制を作りやすくする。
- ③治療中の疾患に対する投薬内容、ならびに使用中のサプリメントなどを把握することで、ドーピング防止規則違反となる薬物の使用がないかどうかを事前に把握し、必要に応じてTUEを申請したり使用薬の変更を選手に助言したりすることが可能になる。

以上の3点に留意して、傷害や治療薬が原因で競技を中

止することがないように選手をサポートし、競技成績の向上につなげるのが目的である。

①に関しては、本来なら現地入りする以前の段階で受診してベストの状態での競技に臨めるようにサポートすることが理想である。しかし現実には代表選手の決定が大会直前となることが多く、問診票の提出も大会直前にずれ込むことが多い。従って本大会では現地でC判定の選手に連絡を取り、受診希望があれば対応する形でフォローアップを行った。

②に関しては、診療依頼件数は3件と少なかった。また、依頼はすべて大会期間中に生じた問題に対する診療依頼であった。鳥居が行った全国の国体帯同ドクターに対するアンケート調査によると、アンケート回収率は全ドクター116名中39名(33.6%)と低いものの、85%が選手団本部と同宿で、我々と同じ帯同形式であった。診療内容については、国体期間中に発生した問題に対する診療が151件中74件(49.0%)と約半数を占め、内容は処置33件、相談22件、投薬14件、紹介4件、理学療法1件であったと報告されている。我々の診療要請が少なかった原因として、毎年帯同ドクターが代わっていること、また国体期間中のみでの帯同のため各競技団体にあまり認知されていないことが挙げられる。

③に関しては、奈良県では年2回アンチドーピング啓

発活動を実施している。まず6月中旬に実施される国体担当者会議において、各競技団体の指導者を対象に実施したが、この際には特に通院中の疾患と使用薬に関する注意と、TUE申請に関して注意喚起を行った。次に大会直前の結団式において、選手・指導者全員に対してアンチドーピング研修会を実施し、この際には薬の使用上の注意とともに、ドーピング検査を実際に受ける際の注意点について説明を行った³⁾。今回、使用薬剤については、大会前に使用薬の変更が1名、TUE申請が1名で、大会中は特に問題はなかった。アンチドーピングの意識が選手・指導者に浸透していることをうかがわせる結果であった。

本検診の問題点として、問診票の回収方法が競技団体ごとに体育協会に提出される方法であるため、選手の個人情報に医師だけでなく指導者にも漏洩することが挙げられる。検診は選手のセレクションに全く影響しないと事前にアナウンスしたが、コーチや監督に傷害を知られることで正選手に選んでもらえないことを恐れて正直に記載しない可能性がある。選手が記入した問診票が直接医師に届くように工夫すること、具体的にはwebによるアンケート入力システムの導入などの検討が必要である。

結 語

第70回紀の国わかやま国体奈良県代表選手299名を対象として大会前に問診票を用いて傷害や使用薬について調査した。

問診票の判定結果は、内科全員A判定、整形外科A判定255名、B判定26名、C判定8名、D判定0名であった。

現地にて内科疾患1名と整形外科疾患2名の診察を行った。試合に出場できない選手はいなかった。

使用薬剤については内服薬の変更を1名、TUE申請を1名に施行し、ドーピング防止規則違反となる選手はいなかった。

参考文献

- 1) 笠次良爾: 2007年 第62回 秋田国体医事報告(整形外科領域). 平成19年度奈良県スポーツ医・科学報告書14-18, 2008.
- 2) 鳥居俊: 帯同ドクターの業務総括表のまとめ. 日本体育協会スポーツ医科学研究報告: 61-63, 2005.
- 3) 笠次良爾ら: 奈良県における国民体育大会参加選手に対するアンチドーピング啓発活動—薬剤使用状況調査と併せて—. 日本臨床スポーツ医学会誌16: S122, 2008.

男子大学長距離選手のレース前後の脱水の実態調査 ～現場指導者の立場から～

株式会社ブルーミング 高尾 憲司・濱口 幹太・日野未奈子
 東北大学 医学系研究科 松生 香里
 大阪府立大学 総合リハビリテーション学類 高尾理樹夫・川上由紀子・堀部 秀二

背 景

脱水は、発汗などにより体内の水分が抜けている状態である。ただ単に水分だけが失われているのではなく、体内の電解質なども失われており、全身の倦怠感、食欲不振、めまいなどの症状が現れる。また、大量の発汗は熱中症を誘発する危険性があり、指導現場において、いち早く対処すべき問題である。さらに、日本体育協会によると発汗によって2%以上の体重が減少すると、運動能力が著しく低下することが報告されている¹⁾。また、短距離種目より長時間運動する長距離種目ほど脱水になりやすく²⁾、そのような状態に陥らないようにすることがパフォーマンスを発揮する上でも重要である。

そこで本研究は、脱水の目安である体重の減少と尿比重を用いて、男子大学長距離選手のレース前後の脱水の実態について調査した。

方 法

2月に開催された長距離ロード競技会（距離：21.0975km）において、男子大学長距離選手22名を対象に測定を実施した。測定項目は、レース前体重、レース後体重、体重減少量、脱水率、尿比重、レースタイム、給水回数であった。

体重測定はレース前の測定後、可能な限り排尿を控えるようにし、測定時はできるだけ軽装でレース前後は同じ服装で実施した。また、以下の算出方法で、体重減少量、脱水率を求めた³⁾。

体重減少量(kg) = レース前体重(kg) - レース後体重(kg)

脱水率(%) = 体重減少量(kg) ÷ レース前体重(kg) × 100

尿比重検査は、レース後直後に尿を採取し、ATAGO社製ポケット尿比重屈折計を用いた。レースタイムは競技会の公認記録を採用した。

給水において、本競技会は周回のコースを使用しているため、最大で4回給水する機会があり、自由意志決定により給水を摂取するようにした。

統計処理は、レース前後の体重の比較は対応のあるt検定を用いた。また、尿比重やタイムとそれぞれの項目との関係を明らかにするためにPearsonの相関係数を用いた。なお、危険率5%未満を有意水準とした。

結 果

対象者の特徴として、年齢：19.5±0.9歳、身長：169.3±6.2cm、5000mベストタイム：15分14秒91±38秒66であった。測定項目の結果は表1に、競技会当日の気象を表2に示した。気温は、レース前からレース後においては約4℃上昇したが、WBGTは15.4℃であり、日本体育協会が定めている熱中症予防運動指針の指標では熱中症はほぼ安全の範囲であった（表1、表2）。

表1. 測定項目の結果

項目	男子大学長距離選手(n=22)	
	平均値	標準偏差
レース前 体重(kg)	56.9	5.5
レース後 体重(kg)	54.8	5.5
体重減少量(kg)	2.1	0.4
脱水率(%)	3.7	0.7
尿比重	1.016	0.007
レースタイム	1時間11分19秒	3分19秒
給水回数(回)	1.4	1.3

表2. 当日の気象

測定時間	気温(℃)	湿度(%)	WBGT(%)	
10時25分 (レース前)	14.6	44.9	12.8	晴れ
11時00分 (レース中)	14.4	45.8	12.0	晴れ
11時45分 (レース後)	18.8	37.7	15.4	晴れ

レース前体重は平均 56.9 ± 5.5 kg, レース後体重は平均 54.8 ± 5.5 kg であり, 前後において有意な差を認めた ($p < 0.01$, 図1).

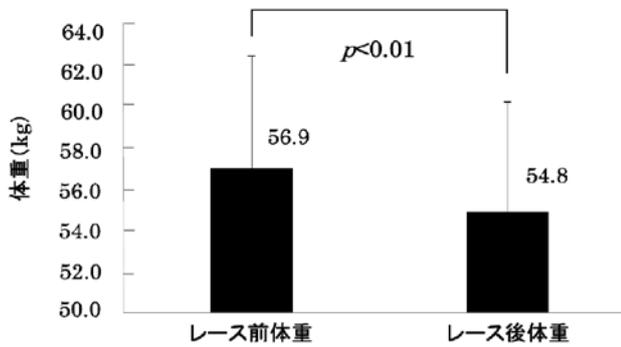


図1. レース前後の体重の比較

また, 体重減少量は平均 2.1 ± 0.4 kg, 脱水率は平均 $3.7 \pm 0.7\%$, 尿比重は平均 1.016 ± 0.007 であった. レースタイムの結果は平均 1 時間 11 分 19 秒 \pm 3 分 19 秒 であり, 給水回数の平均は 1.4 ± 0.3 回であった.

統計処理の結果, 尿比重, レースタイムおよび体重減少量や脱水率との間には相関関係を認めなかった (図2).

考 察

一般的に運動中は体内の温度が上昇し, 40°C を超えるとその強度では運動を継続することが困難になる. そのため発汗は体温上昇の抑制するために有効であるが, 持続的なスポーツはそれに見合った水分補給が必要である. 本研究では, レース前後の体重において, 有意な減少が認められ, レース前後の体重減少量は平均 2.1 kg であった. 瀧澤ら⁴⁾ は, 夏期の調査で, 練習前後の体重減少量は平均 2.8 kg であったとしている. この調査では, 国内トップアスリートの練習時の 40 km 走における調査であったことから, 一様に本調査と比較することは難しいものの, 2月の測定であることを考慮した場合, 本調査の選手の体重減少量は大きいかもしれない. そのことから, 水分摂取対策はシーズンに入る前から準備することで, 夏期への身体の準備や体調管理につながる可能性が考えられる. 一方, 夏期のハーフマラソンレース時に調査した5名の選手の報告

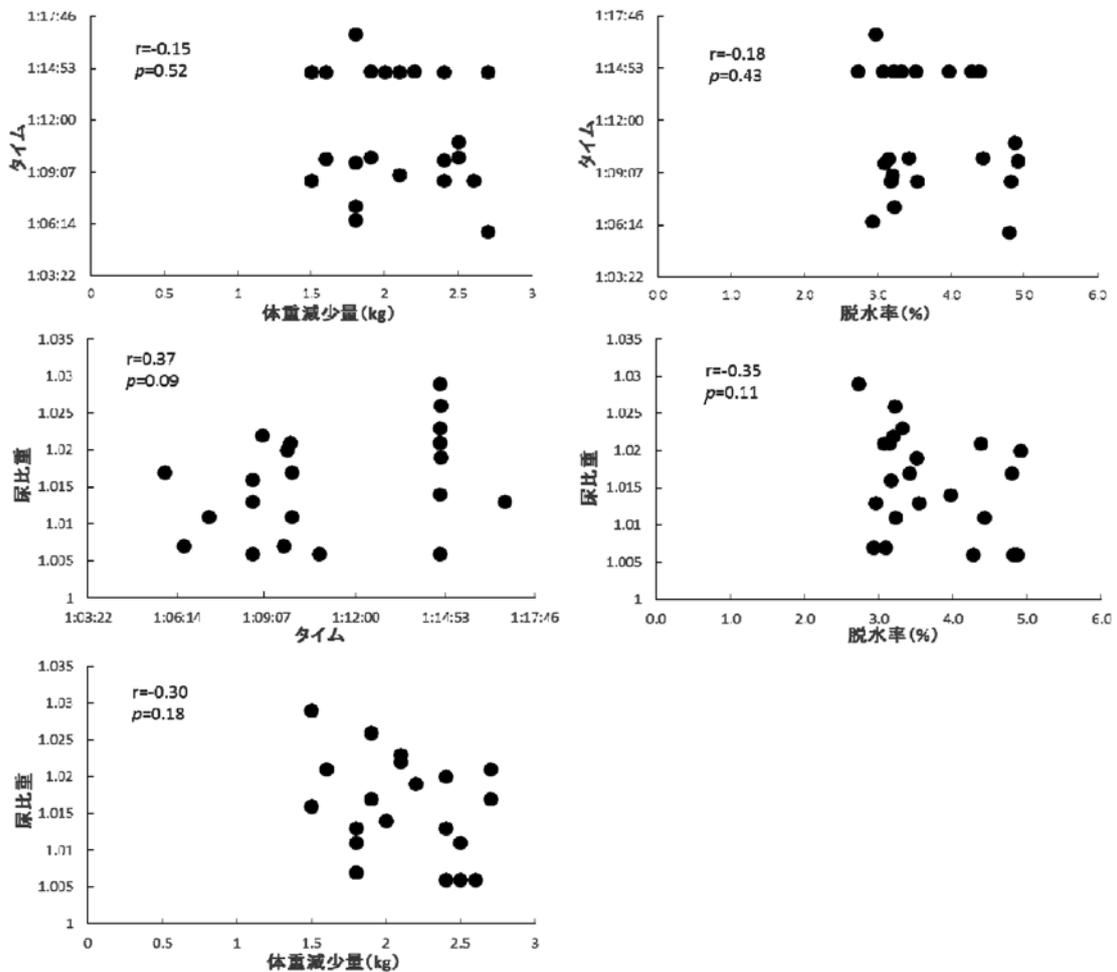


図2. 尿比重, レースタイムと体重減少量および脱水率との関係

から、体重減少量の平均値を算出したところ、2.726kgであった⁵⁾。この調査結果と本研究を比較すると、夏期には体重減少量は、およそ0.6kg増加することが予測される。このことから、気象条件の異なりによって、体重減少量は異なってくるため、普段の練習時から、前後の体重測定を行うことで、レース時の基礎資料として、選手の特徴を捉えることが可能であると考えられる。さらに、前述したように、脱水率が2%以上になるとパフォーマンスが著しく低下することが報告されており¹⁾、本調査の脱水率の平均は3.7%であった。レース前後で脱水率が3%を超えると脱水状態が進行し、体温上昇が著しくなれば、熱中症を招く恐れがあることが報告されている³⁾。今回は冬期でのレースであったことから、体温上昇が著しく起こらず3%を超えていても熱中症まで至ることがなかったと考えられる。健康人の尿比重の値は、1.008～1.035の間で変動し、多量の水分を摂取すると尿比重が低下し、発汗や下痢などで水分が喪失すると尿比重が上昇する。今回の尿比重の平均は1.016であり、最大でも1.029であったことから、正常の範囲内であった。ただし、脱水率の平均が3.7%であったことから、水分補給が不足していたことが考えられる。本競技会は4回給水する機会が設けられていたが、気温が低い中のレースであったためか、給水回数の平均は1.4回であった。その中でも給水を摂らない選手も存在しており、脱水率の平均値と併せて、選手のコンディションを推察すると、冬期であっても水分補給の重要性が考えられた。

本研究の結果、レースタイムと尿比重や体重減少量、脱水率に関係が認められず、レース中における水分補給の重要性を明らかにするにはさらなる研究が必要と考えられた。ただし、有意ではないが、尿比重の低い選手の方が、レースタイムが良い傾向を示しているため、水分補給をすることで、パフォーマンスの維持につながると期待できる。

本研究の限界として、レース前体重測定後は排泄を控えるようにはしたが、レース前に排泄した選手がいる可能性があり、レース後の測定に少なからずとも影響していると考えられる。また、課題として、今回の調査は競技会開催時に測定を実施したため、尿比重測定はレース後のみしか

できず、レース前の測定をすることができなかった。今後は、レース前後の尿比重を比較することで、各選手の調整に活かす資料を作成したい。さらに、尿比重を脱水の指標として用いたが、尿比重に関与する因子としては水分摂取量以外にもさまざまな成分が影響していることが予測される。しかしながら、今回は、レース現場における測定であったため、詳細な尿中成分、血液成分を調査することが出来なかった。今後、脱水に関わる血液中の成分（ブドウ糖、ビリルビン、赤血球、白血球、ヘマトクリット等）の分析、ならびに尿中の成分（鉄、ナトリウム、カリウムなど）に関連する調査を行うことで、試合等の現場に活用できる資料を作成したいと考えている。

本研究は、冬期の競技会であり、今後は夏期の競技会などで調査することで、より詳細な実態が明らかになると考えられるため、今後の課題にしたい。

まとめ

男子大学長距離選手において、レース前後で有意に体重が減少し、体重減少量は平均2.1kgであった。尿比重の平均は1.016で正常な範囲であったが、脱水率の平均は3.7%であり、適切な水分補給が出来ていなかったと示唆された。ただし、レースタイムと尿比重や体重減少量、脱水率に関係が認められず、水分補給の重要性を明らかにするにはさらなる研究が必要である。

参考文献

- 1) 川原貴ら: スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック, 財団法人日本体育協会, 1994.
- 2) 板井美浩: 暑熱環境下の運動における水分摂取の重要性, 自治医科大学紀要, 29, 223-227, 2006.
- 3) 伊藤静夫ら: マラソンレース中の適切な水分補給について, ランニング学研究, 22(1), 1-22, 2010.
- 4) 瀧澤一騎ら: 国内トップ選手における40km走時の発汗と脱水状況の調査, 陸上競技研究紀要, 第11巻, 74-77, 2015.
- 5) 松生香里ら: 第29回サフォークランド土別ハーフマラソン大会における調査, 陸上競技研究紀要, 第11巻, 58-62, 2015.

大腿骨外顆軟骨損傷に対し，片側外側半月板再建術と 両側遠位大腿骨骨切り術を行い，スポーツ復帰した1例

兵庫医科大学 整形外科 中山 寛・井石 智也・神頭 諒・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¹⁾，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²⁾。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³⁾。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，外反変形をきたした例では，関節症変化の進行とともに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いる。今回，両膝遠位大腿骨骨切り術と片側外側半月板再建

術を行い，スポーツ復帰したプロスポーツ選手の1例を報告する。

症 例

33歳，プロスキー選手，主訴は両膝痛であった。8年前に右膝外側半月板切除術を受けている。最近になって左膝痛も出現してきた。他院を数か所受診し，スポーツを諦めるように言われた。理学的所見にて両膝に水腫を認め，右膝は $-10 \sim 145^\circ$ と可動域制限を認めた。両膝とも外側中心の痛みがあったが，明かな靭帯不安定性はなかった。

画像所見上，両脚立位X線像にてFTAは右 174° ，左は 177° と右膝で軽度の外反変形を認めた(図1)。MRIにて右膝は外側半月板は消失し，大腿骨外顆，脛骨外顆ともに

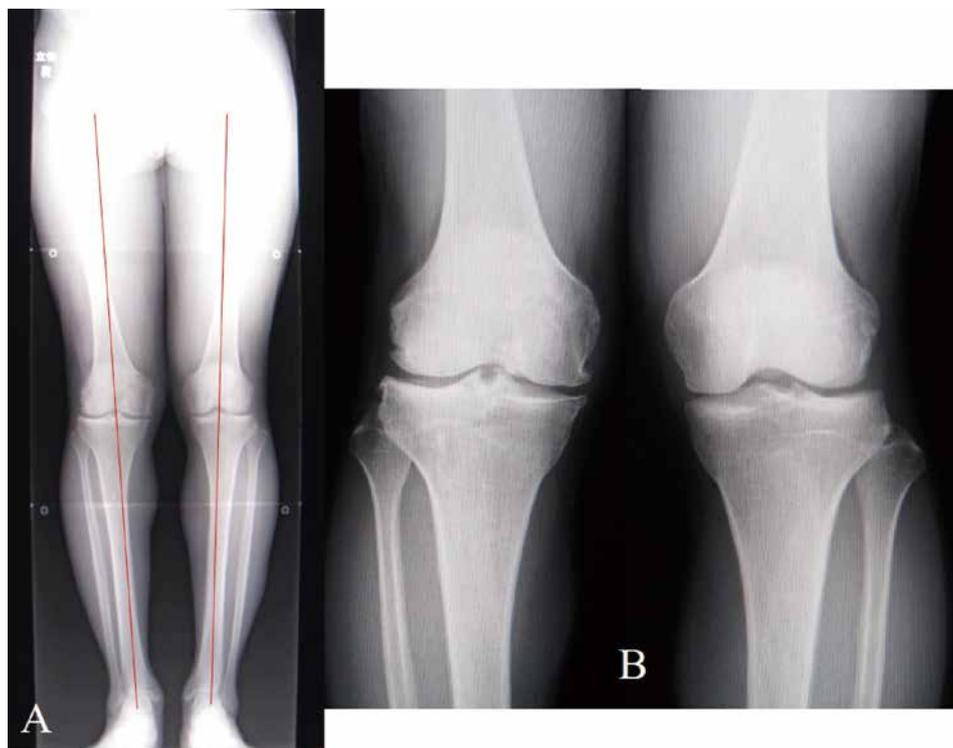


図1. 両脚立位正面X線像
FTAは右膝 174° ，左膝 177° であった。

軟骨全層欠損と骨挫傷様変化を認めた(図2)。左膝は大
腿骨荷重部に軟骨全層欠損を認めた(図3)。

本症例に対し、右膝は外側半月板切除後の外反変形膝に
伴う関節症、左膝は大腿骨外顆軟骨損傷の診断のもと、ス
ポーツ復帰を強く希望されたので、右膝は半腱様筋腱を用
いた外側半月板再建術と両膝遠位大腿骨骨切り術を行っ
た。



図2. 右膝MRI

A. T2^{*}冠状断像 B. T1強調冠状断像

外側半月板は完全に消失している。大腿骨外顆, 脛骨外顆軟骨も
全層欠損している。



図3. 左膝MRI

A. T2^{*}冠状断像にて外側半月板は残存している。

B. T2強調矢状断像にて大腿外顆荷重面に軟骨全層欠損が存在
している。

手術方法と後療法

1. 関節鏡所見:

右膝は大腿骨外顆, 脛骨外顆ともに広範囲の軟骨全層欠
損を認め, 外側半月板は消失していた。左膝は関節内に遊
離軟骨片を認め, 大腿骨外顆荷重部に5×10mmの軟骨全
層欠損を認めた。軟骨欠損部にはmicrofractureを行った
(図4)。

2. 半月板再建:

自家半腱様筋腱(ST腱2重)を用い, 堀部の報告に準
じ⁴⁾, 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法にて縫合を行った(図
4)。

3. 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。右膝は4mm, 左膝は3mmの
wedgeとした(図5)。

4. 術後経過:

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, その後部分荷重を開始し, 全荷
重は4週とした。ランニングは術後4ヶ月, スポーツ復帰
には術後12ヶ月を要した。

5. 臨床成績:

臨床スコアはKOOS, IKDCにて評価した。

結 果

Mechanical axis が内側顆間隆起付近に来るようにプラ
ンニングを行い, 術後FTAは右膝で177°, 左膝で180°と
なった。(右膝は内側も軽度の関節症変化を認めていたた
め, 矯正角は少し控えめとした。)術前と術後1年半での



図4. 関節鏡所見

- A. 右膝大腿骨外顆軟骨の全層欠損
- B. 右膝脛骨外顆軟骨の全層欠損
- C. 左膝大腿骨外顆軟骨の全層欠損
- D. 半腱様筋腱にて右膝外側半月板再建を行った。
- E. 左膝大腿骨外顆軟骨損傷部にmicrofractureを行った。

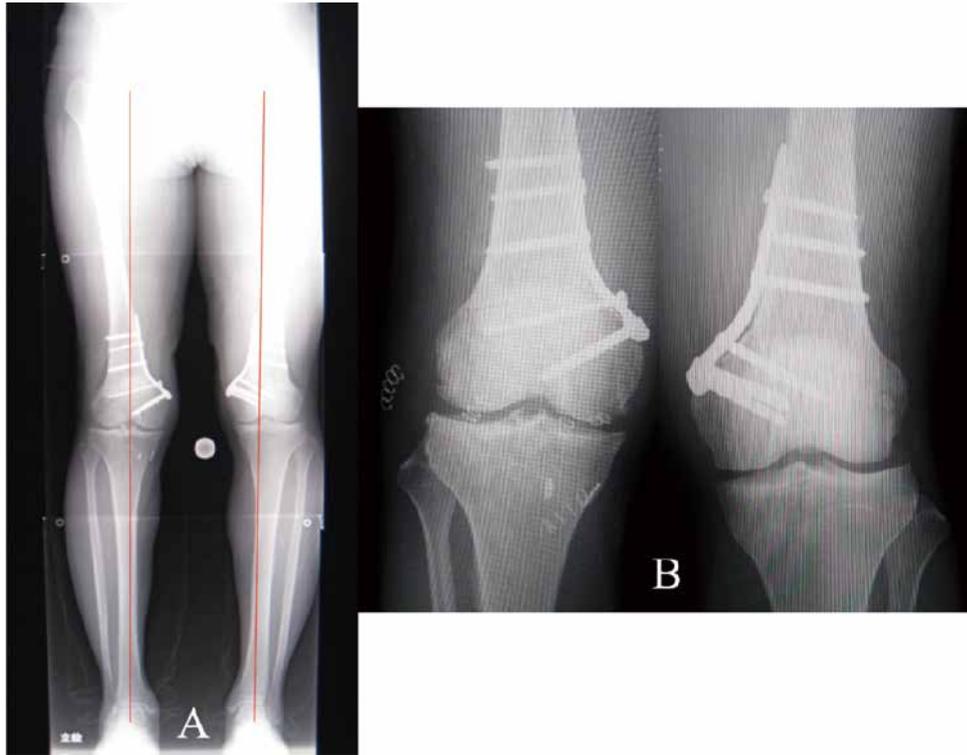
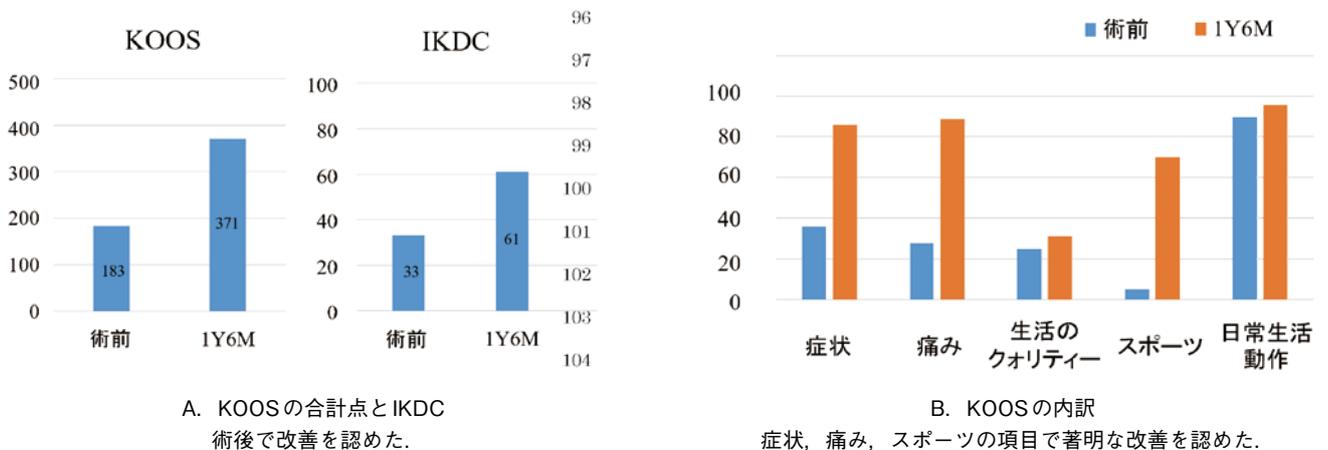


図. 5

術後のアライメントはFTA右膝177°, 左膝180°となった。



A. KOOSの合計点とIKDC
術後で改善を認めた。

B. KOOSの内訳
症状、痛み、スポーツの項目で著明な改善を認めた。

図6. 臨床スコア

臨床スコアはKOOSにて合計術前183点が術後371点へ、IKDCは術前33点から術後61点まで改善した。KOOSの内訳を見てみると、痛みは術前27.7点であったものが、術後88.8点へ、症状は術前35.7点から85.7点へ、スポーツは術前5点から術後70点へ改善した(図6A, B)。術後1年の抜釘時、両膝とも軟骨欠損部は線維軟骨様組織で覆われていた。再建半月板は後節部分は消失していた(図7, 8, 9)。

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。本邦では同種半月板移植は移植組織の入手が困難で、一般的には不可能である。消失した半月板機能を再建する解決策として、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

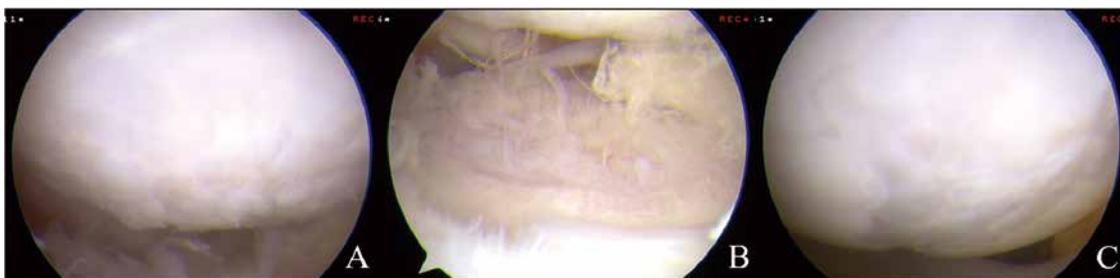


図7. 再鏡視時関節鏡所見

A. 右膝大腿骨外顆 B. 右膝脛骨外顆再建した外側半月板は後節部が消失していた。 C. 左膝大腿骨外顆共に線維軟骨様組織に覆われていた。

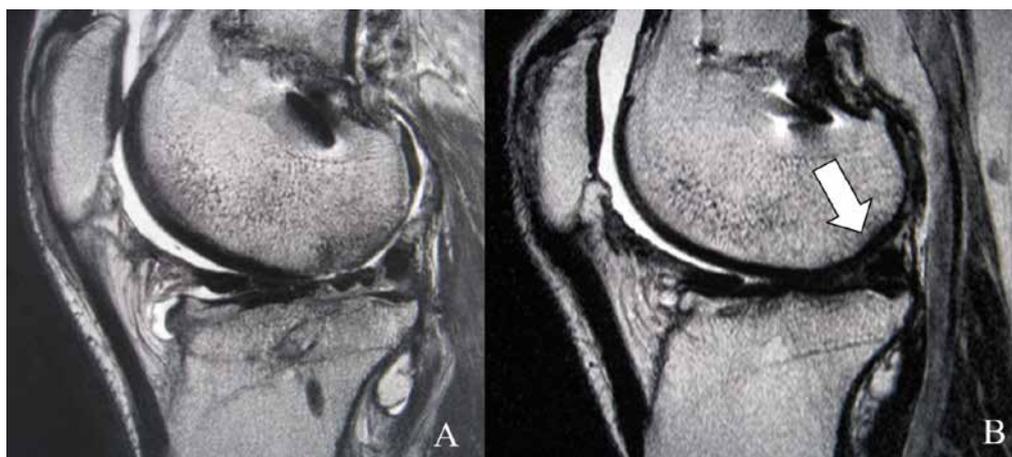


図8. MRI T2強調矢状断像

A. 術後1ヶ月 B. 術後1年

再建された半月板様組織と大腿骨荷重部に再生した軟骨様組織（矢印）が見られる。

いる。一方、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ったとも報告されている⁵⁾。また、Johnsonらも変形性膝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⁶⁾。

そこで、当科では変形性膝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、アライメント矯正に伴い、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。遠位大腿骨骨切り術は外反膝に有効で、2006年から2面カットclosedの改良型骨切り術が行われている。本邦では2015年2月から専用のLCPが使用できるようになり、より低侵襲に遠位大腿骨骨切り術が行えるようになった⁷⁾。しかし、KOOSスポーツが70点の改善を良好とするのか、再建半月の機能の限界、遠位大腿骨骨切り術のアライメントの設定、再生医療（培養細胞）の応用により、成績改善が可能かなどまだ抱える問題点は多く残されている。今後さらに、手術方法の改良や、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

に対し、今後の経過観察は必要であるが、有効な治療法であると考えられた。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) 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
- 7) Brinkman JM, Hurschler C, Staubli AE, van Heerwaarden RJ: Axial and torsional stability of an improved single-plane and a new bi-plane osteotomy technique for supracondylar femur osteotomies. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2011; 19 (7) : 1090 - 8.

年齢別でみた成長期野球選手における柔軟性の違いについて

吉直整形外科クリニック 芹田 祐

はじめに

野球選手における柔軟性低下が障害発生に関与することは諸家により報告されている。例えば、肩関節では後方タイトネスにより上方関節唇の peel-back が生じるとされている¹⁾。また、投球障害を有する選手では大腿前面筋やハムストリングスの柔軟性低下^{2),3)}を認めたと報告されている。一般的に、障害の予防や再発を防ぐためにストレッチングなどを行い、柔軟性の改善が図られているが、柔軟性低下が出現する時期については不明な点が多い。臨床的印象としては、筋によって柔軟性低下を認める時期は異なり、下肢伸展挙上角度 (Straight Leg Raise: 以下 SLR) など二関節筋の柔軟性を反映する運動においては比較的早期より可動域制限が出現しやすいように感じている。また、小学校中学年程度までは柔軟性低下を認める選手は少ないが、高学年以降になると柔軟性低下を認める選手が急激に多くなると感じている。柔軟性低下の出現時期や部位による発生時期の違いが明らかになれば、重点的に介入を行うべきタイミングと部位が特定され、効果的なアプローチを行うことが可能になると考えられる。以上の背景を踏まえて本研究では投球障害を認めない成長期野球選手を対象として関節可動域の測定を行うことで筋の柔軟性の評価とし、年齢別での比較を行い、柔軟性低下が出現する時期を明らかにすることを目的とした。

対象と方法

オフシーズンに当院で行なわれたメディカルチェックに参加した男子小中学野球選手 166 名を対象とした。現在、肩もしくは肘に疼痛を認めるものや超音波検査において肘関節に病変を認めたものは対象から除外し、その結果、解析対象は 127 名であった。計測項目は投球側の肩関節屈曲 (以下 肩屈曲) と水平内転角度 (以下 肩水平内転)、投球側の肘関節屈曲 (以下 肘屈曲) と伸展角度 (以下 肘伸展)、両側の股関節内旋角度 (以下 股内旋)、両側の SLR、両側の踵殿間距離 (Heel Buttock Distance: 以下 HBD)、両側の体幹回旋角度 (以下 体幹回旋) とした。関節角度の計測は日本整形外科学会の定めた関節可動域

測定方法に準じて東大式角度計 TTM-KO (酒井医療社製) を用いて 1° 刻みで行った。HBD は大腿前面筋のタイトネスの評価として腹臥位にて他動的に膝屈曲を行い、1cm 刻みで股部と踵の間の最短距離 (cm) を計測した。群分けは小学校中学年程度となる 8 歳以上 10 歳以下のものを小学中群 (平均年齢 9.6±0.6 歳, 平均身長 136.6±5.7cm, 平均体重 33.7±8.1kg, n=49)、小学校高学年程度となる 11 歳以上 12 歳以下のものを小学高群 (平均年齢 11.5±0.5 歳, 平均身長 148.8±8.1cm, 平均体重 43.5±10.7kg, n=47)、中学生となる 13 歳以上 15 歳以下を中学群 (平均年齢 13.8±0.8 歳, 平均身長 163.8±5.7cm, 平均体重 60.6±12.4kg, n=31) とした。統計は、まず関節可動域について群間による一元配置分散分析を行った。その結果、有意差を認める項目に関しては多重比較検定を行った。統計ソフトは IBM SPSS19.0 を用い、有意水準は p<0.05 とした。対象者には事前に研究内容について十分説明し、書面での同意を得たうえで研究を実施した。

結 果

肩屈曲、肘屈曲、両側の股内旋では中学群が小学中群と小学高群と比較して有意に減少していた。肩水平内転と投球側の体幹回旋では中学群が小学中群と比較して有意に減少していた。両側の SLR と両側の HBD では中学群が小学中群と小学高群と比較して有意に減少し、小学高群が小学中群と比較して有意に減少していた (表 1, 2)。

考 察

今回、一元配置分散分析の結果、投球側肘伸展と非投球側の体幹回旋以外の項目で有意差を認め、多重比較を行った項目の全てで中学群での可動域の減少を認めた。中学群で全身的な可動域減少を認めた理由としては組織の成長不均衡が挙げられる。成長期においては骨の成長度が高く、筋・腱の成長との間に不均衡が生じて筋・腱などの軟部組織の緊張が高くなる⁴⁾といわれている。その骨における成長率のピーク (以下 Growth Spurt) は 13 歳程度で迎える⁵⁾といわれており、Growth Spurt 以降の時期に該当す

表1. 各群の平均値と標準偏差および一元配置分散分析

	小学中群	小学高群	中学群	F値	p値
肩屈曲 (°)	106.26±1.5	105.83±1.6	99.63±1.9	4.12	0.01*
肩水平内転 (°)	96.69±1.4	92.96±1.5	90.31±1.8	4.39	0.00*
肘屈曲 (°)	146.14±1.4	144.78±0.8	141.78±0.9	7.23	0.00*
肘伸展 (°)	3.08±0.7	2.23±0.7	1.22±0.8	1.57	0.21
投股内旋 (°)	44.43±1.3	43±1.3	37.03±1.6	6.99	0.00*
非股内旋 (°)	46.92±1.1	45.01±1.2	35.94±1.4	20.07	0.00*
投SLR (°)	61.79±1.1	56.43±1.1	51.84±1.7	16.98	0.00*
非SLR (°)	61.34±1.1	57.33±1.2	53.47±1.4	9.69	0.00*
投HBD (cm)	9.92±1.7	16.09±1.7	16.23±2.1	4.29	0.01*
非HBD (cm)	11.15±0.7	13.38±0.7	17.38±0.8	17.56	0.00*
投体幹回旋 (°)	32.44±1.2	35.66±1.2	35.66±1.3	3.89	0.02*
非体幹回旋 (°)	29.2±1.4	29.1±1.3	29.4±1.8	0.01	0.98

各群の数値は平均値±標準偏差

* p<0.05

表2. 多重比較によるp値

	小学中群vs小学高群	小学中群vs中学群	小学高群vs中学群
肩屈曲 (°)	0.85	0.02*	0.03*
肩水平内転 (°)	0.06	0.01*	0.40
肘屈曲 (°)	0.19	0.01*	0.02*
投股内旋 (°)	0.44	0.01*	0.01*
非股内旋 (°)	0.26	0.01*	0.01*
投SLR (°)	0.01*	0.01*	0.01*
非SLR (°)	0.03*	0.01*	0.03*
投HBD (cm)	0.01*	0.01*	0.01*
非HBD (cm)	0.02*	0.01*	0.01*
投体幹回旋 (°)	0.06	0.02*	0.30

* :p<0.05

る中学群において柔軟性低下が出現していたと推察される。しかし、本調査は横断的調査によるものであることから、中学群に含まれた対象者においてGrowth Spurtが生じているかは不明である。しかし、成長期野球選手における柔軟性低下の出現を防ぐためには、Growth Spurtを迎えるとされる13歳以前よりアプローチを行う必要があるといえるだろう。

両側のSLR、両側のHBDでは小学高群が小学中群よりも可動域が有意に減少していた。この結果より、ハムストリングスや大腿直筋などの二関節筋ではより早期から柔軟性低下が出現しているといえる。前述したように、投球障害を呈した選手では大腿前面筋やハムストリングスの柔軟性低下を認めていたと報告されており、障害発生との関連が示唆されている。従って、障害を予防するためにはこれらの筋に対して小学生高学年より前の時期から柔軟性向上を図ることが必要であると考えられる。

今回の調査における研究限界として対象者の練習頻度や練習量について考慮できていない点が挙げられる。練習時間が長い選手では、筋疲労が蓄積して柔軟性低下が生じやすくなると予測される。従って、今後は練習時間に関わる項目をマッチングさせて検討する必要があるといえる。また、Growth Spurtに関しては個人差が大きいため、対象者

の発育速度 (cm/年) を調整した上での調査を行うことができれば、より精度の高い結果が期待できると考えられる。

まとめ

今回、男子の小中学生野球選手を対象として柔軟性低下が出現する時期を検討した。その結果、中学生では全身的に柔軟性低下が出現していた。また、SLRとHBDに関しては小学生高学年より柔軟性低下が出現しており、より早期から対策が必要であることが示唆された。

参考文献

- 1) Burkhart SS et al: The disabled throwing shoulder : spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. Arthroscopy, 19, 404-420, 2003.
- 2) 遠藤康裕ら: 中学生野球選手における関節可動域及び筋柔軟性と投球時痛との関連, 理学療法群馬, 25巻, 14-18, 2014.
- 3) 森元貴史ら: 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—, 理学療法長野, 41巻, 68-70, 2012.
- 4) 石原祐司ほか: 投球障害肩における体幹および股関節の関節可動域の検討, 九州・山口スポーツ学会誌11巻, 33-37, 1999.
- 5) 田中敏章ほか: 子どもの成長パターンと身長の変化, チャイルドヘルス3巻第2号, 86-90, 2000.