

ISSN 1340-7074

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌

Journal of Kansai Clinical Sports Medicine and Science

1998 Vol. 8

関西臨床スポーツ医・科学研究会

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌

1998 Vol. 8
関西臨床スポーツ医・科学研究会

目次

1. 加齢による肩甲骨可動域についての検討	田中 直史 他	1
2. 当科における内側型野球肘の治療経験	西野 嘉人 他	3
3. スポーツによる指MP関節部伸筋腱脱臼の治療経験	藤原 雅雄 他	5
4. マラソン中に生じた股関節関節唇断裂に対する鏡視下手術の試み	小竹 俊郎 他	7
5. 下前腸骨棘裂離骨折後に巨大な過剰化骨を生じ右股関節の屈曲制限をきたした1例	門野 邦彦 他	9
6. 新潟県妙高高原赤倉スキー場におけるスノーボード外傷の実態	吉田 雄吾 他	11
7. 中学男子陸上長距離選手の脛骨疲労骨折に関する調査	小林 昌明	13
8. $\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ の推定値と実測値の相関	吉岡 隆之 他	15
9. 自転車エルゴメーター負荷時の過大昇圧反応と将来の高血圧発症について	宮井 信行 他	19
10. 高酸素及び低酸素吸入下のランブ負荷運動に伴う下肢筋内酸素濃度動態の解析の試み	弘原海 剛 他	23
11. 膝関節内側副靭帯 (MCL) 単独損傷の競技復帰について — 筋力回復の観点から —	佐藤 和敬 他	27
12. Vリーグ試合中に脛骨疲労骨折から完全開放骨折を来たした バレーボール選手の一例	村上 元庸 他	29
13. スキーブーツによる腓骨筋腱滑車症候群の1例	水振 貴満 他	33
14. 不安定性足関節症に対するテーピングの動的制動効果 — 3次元動作解析を用いて —	仲 哲治 他	35
15. 高校生陸上競技選手におけるスポーツ障害予防の実態調査	木村 篤史 他	37

16. 相撲競技における装具装着についての実態調査	中川 泰彰 他	41
17. ランプ負荷に伴う酸素摂取量と表面筋電図学的解析の検討	西本 勝夫 他	43
18. トレーナー業務における腹筋活動量	中村 達昭 他	47
19. 大腿四頭筋における筋活動量	竹内 匡 他	51
20. 慢性期心臓リハビリテーションの日独国際比較	牧田 茂 他	53
21. プロ野球選手の眼科メディカルチェック — 第一報, 視力と動体視力 —	保科 幸次 他	55
22. 大学生球技者外傷障害の治療とリハビリテーションに対する鍼治療の double blind test の検討	西澤 芳男 他	57

シンポジウム

スポーツと突然死	武者 春樹	61
スポーツによる頸髄損傷とその予防	福井 尚志	65

加齢による肩甲骨可動域についての検討

大野記念病院 整形外科 田中 直史
 大阪産業大学 教養部 大槻 伸吾
 大阪市弘済院 整形外科 佐藤 哲也
 大阪市立大学 リハビリテーション部 大久保 衛

はじめに

肩甲胸郭関節機能とは肩甲上腕関節の土台として肩甲骨は安定して動かさず、胸郭に固定されているべきかのように考えられる傾向にある¹⁾。今回、加齢による肩甲骨の可動域の低下を検討し、肩甲胸郭関節機能について新たな検討を加えたので報告する。

対象と方法

対象は特に肩に愁訴のない296名。3, 5歳から80代までを表1に示す様に9群に分類し、両側上肢を外転90度の肢位から前方挙上90度の肢位へ、水平屈曲伸展を自動運動させた。計測には一般角度計を用い、両側上肢180度の動作での肩甲胸郭関節つまり両側の肩甲骨の動きを左右合計した(図1)。

結 果

両側上肢180度の動きの内、両側肩甲骨の動きを表1に示す。幼児で平均79度、44%でなかには90度をこえて最大105度、58%と肩甲胸郭関節の動きの方が大きい幼児も認められた。その後は順に低下し、70代男性では29度、16%、80代男性では24度、13%、80代女性では10度で6%、次に肩甲上腕関節との比では幼稚園児では1.28、70代男性で5.21、80代男性では6.5、そして80代女性では17と高値であった。結果をまとめると、①水平面での上肢の自動運動は、肩甲胸郭関節と肩甲上腕関節の両者で分担されている、②個人差はあるが、若年者程、肩甲骨の動きの占める比率は高く、③高齢者では女性の方が低下する傾向にあることがわかった。

考 察

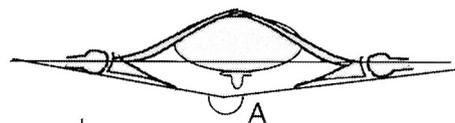
今回の結果から、肩甲骨は挙上以外でも体幹に固定されたものではないことはあきらかである。これまでわれわれは、ゼロポジションにおける筋力計測やさまざまな動作における肩甲骨の動作解析から、肩甲胸郭関節の重要性につ

表1. 対象の内訳と計測結果

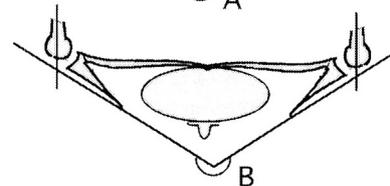
	n	平均	%	肩甲上腕関節 / 肩甲胸郭関節
幼児 (3, 5才男女児)	46	79 (55~105)	44	1.28
中学生 (中学1,2年生男子)	12	72 (44~87)	40	1.50
高校生 (高校2,3年生男子)	20	64 (49~75)	36	1.81
30代男性 (平均年齢 35才)	20	58 (43~73)	32	2.10
60代前半男性 (平均年齢 61才)	23	51 (38~62)	28	2.53
70代男性 (平均年齢 74才)	39	29 (12~65)	16	5.21
80代男性 (平均年齢 83才)	31	24 (10~60)	13	6.50
70代女性 (平均年齢 75才)	56	13 (4~31)	7	12.8
80代女性 (平均年齢 84才)	49	10 (0~28)	6	17.0

(N . . . 296名)

外転90度



屈曲90度



$$\text{肩甲骨の動き (S-T angle)} = B - A$$

$$\text{肩甲上腕関節の動き} = 180 - (\text{S-T angle})$$

図1. 計測法

いて検討を加えてきた^{2),3)}。しかし肩甲胸郭関節は、運動解析が困難で、これまで文献的には重要と考えられておらず、肩甲上腕関節の陰に隠れて通念上は無視され、整形外科医自身が何故か挙上以外では動かないものとして扱ってきた傾向にある。

今回、明らかとなった低下の成因として、肩鎖・胸鎖関節、肩甲胸廓間筋線維や脊柱・胸廓側の柔軟性低下が挙げ

られ個人差はあっても生理的な現象と考えられる。次になぜこの部が重要とされないのかそのメカニズムについて検討を加えてみた(図2)。

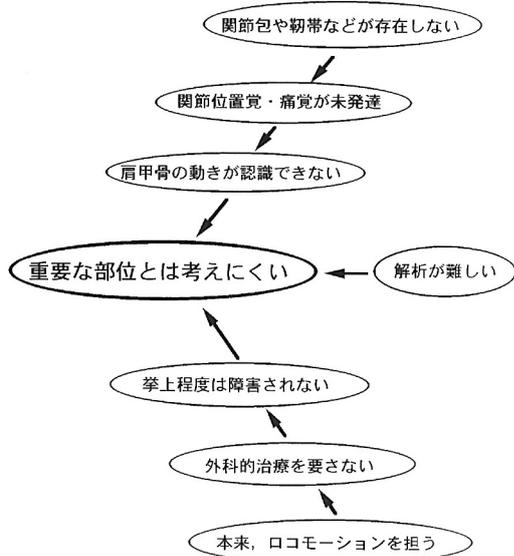


図2. 肩甲胸郭関節が重要とされないメカニズム

肩甲胸郭関節は通常関節と異なり、関節包、靭帯等は存在しない筋肉だけの特殊な構造で、それ故に関節位置覚、痛覚の神経終末の発達は肩甲上腕関節に比較して極めて未熟と言える⁴⁾。隣接する関節位置覚の発達し、しかも可動域の大きい肩甲上腕関節、または脊柱の動きを伴えば、個人はこれらの動きだけを強く認識してしまい、肩甲骨の動きはあっても把握できないことが考えられる。そしてスポーツ動作で、いくら胸郭に対して肩甲骨を目一杯運動させたとしても、個人には認知できず、肩甲上腕関節や脊柱だけの動きが強く認識されてしまうことが考えられる。

また、肩甲骨体部骨折などの外傷後の治療経過では保存的治療例でも挙上程度の動作では一般に支障が生じにくく、外科的には重要ではない扱いを受けている。しかし本来、この部は、鎖骨の消失した四つ足哺乳動物やぶら下がり移動をおこなうサルなどでは上肢で自分自身の重さを支持(locomotion機能)する部位であることから⁵⁾、ヒトでも、障害・外傷後に相当な割合でこの部の機能が低下しても、体重の数%程度の上肢を扱うだけなら不定愁訴以上の支障は生じにくく、臨床上あえて整形外科医が外科的治療を積極的に施す必要がなかったためと推察しうる。動作解析の難しさも伴って、整形外科医は複合関節である肩の肩甲上腕関節だけを重視し、肩甲胸郭関節については機能的な重要性をも低く見てしまったと考えられる。

肩関節は複合関節であることは周知であるが、今回の肩甲骨の動きを考慮すれば、肩関節は、2つの関節で、つまりBipolar jointとして機能していると考えられ、特に若年者ほどその傾向があきらかと言える。そして鎖骨・肩甲骨棘から起始する三角筋をOuter muscleとすると胸筋、前鋸筋や僧帽筋などの肩甲胸郭間筋を三角筋とは区別し

て、今回Extra Outer Muscleと命名して、模式図を示してみた(図3)。Inner muscleは力源としてだけではなく主にスタビライザーとして働き、力強さはOuterおよびこれらExtra Outer Muscleが担い、肩甲胸郭関節、つまり肩甲骨の動きはExtra Outer Muscleの機能を大きく反映していると考えてよい。

肩甲胸郭間の筋群をExtra Outer Muscleと名付け、肩甲胸郭関節は肩甲上肢帯、すなわち複合関節の一部でBipolar Jointとして機能し、この部の筋群は肩関節の重要な力源である。



Extra Outer Muscle

図3. 肩甲胸郭関節の“新しい”概念

次に、肩の臨床疾患をみてみると、多く病態が肩をBipolar jointとの概念で解釈しうる。Sprenge変形とは、肩甲上肢帯が鎖骨を唯一の骨性の連結として発生・分化するものが、omovertrbral boneを遺残した先天奇形、分娩麻痺は最も産道から出にくい頭部よりもさらに両肩が大きく、出産時に抵抗してつかえたためと考えられる。またスイング動作での疲労骨折は肩甲胸郭間筋の起始停止部の損傷であり、胸郭出口症候群、腕神経叢損傷は頸椎・体幹から肩甲上肢帯への神経または血管系に関する外傷・障害と言える。また投球肩障害、肩関節周囲炎、腱板断裂なども加齢による肩甲骨の可動域の低下が背景にあり、二次的に肩甲上腕関節の負担が増加して生じた可能性が示唆しうる。

まとめ

加齢による肩甲骨可動域の低下を検討した。そして肩はBipolar jointとして機能していることを示唆し、さらに、肩甲胸郭関節が整形外科医にとって重要とされないメカニズムについても言及した。

参考文献

- 1) 三原研一：肩関節機能評価に関する研究—Scapula 45撮影の基礎的・臨床的検討—。日関外誌，XIV，(2)：141-150，1995。
- 2) 田中直史，大沢正秀，大槻伸吾，他：いわゆるZERO POSITIONでの内外旋筋力の力源について。臨床スポーツ医学：13：1049-1053，1996。
- 3) 田中直史，大沢正秀，大槻伸吾，他：投球動作時の肩甲骨動作解析。肩関節，21：289-292，1997。
- 4) 森澤豊，川上照彦，山本博司，他：肩腱板，肩峰下滑液包，鳥口肩峰靭帯における神経終末の観察形態および分布について—。肩関節，20：117-122，1996。
- 5) 田中直史，大槻伸吾，大久保衛，他：アカゲザルの肩甲骨動作解析。肩関節，21：255-258，1997。

当科における内側型野球肘の治療経験

水口市民病院 整形外科 西野 嘉人・村上 元庸

目 的

成長期のスポーツ障害の中で、野球など投球動作による肘関節の障害（いわゆる野球肘）は比較的多くその大半が内側の障害である。今回我々は当科で経験した野球肘の中で肘関節の内側に症状のあるものを内側型野球肘として調査し、その治療期間とそれに影響を与えた因子について検討した。

対 象

対象は平成5年6月より平成10年3月までに当科にて診断し治療した野球肘66人の中で内側型野球肘と診断した54人（男53人，女1人）である。初診時年齢は9歳10カ月から19歳9カ月，平均13歳5カ月であった。

方 法

方法は臨床所見として肘関節内側の圧痛，外反ストレス痛，肘関節の可動域制限の有無について調べた。単純X線所見としては肘関節内側の骨端核の離開，分節化などの有無について調べた。治療としては当院では内側型野球肘に対して原則的に保存的に行なってきた。まずオーバースローによる投球の禁止期間をもうけ，圧痛，外反ストレス痛がなくなれば投球を再開させた。最初は昼間から始め，痛みがなければ徐々に距離，投球数を増やしていった。そして初診から痛みなく投球が可能となるまでの間を治療期間とした。なお保存療法に抵抗した1例に対しては後に手術を行なった。また外側型，後方型とはそれぞれ肘関節の外側，肘頭に症状があるものとした。

結 果

1. 分 類

守備位置別では投手24人，捕手2人，内野手18人，外野手10人と投手が一番多く44%であった。初診時の年齢別では小学生が31人，中学生が14人，高校生以上が9人であった。当院での全野球肘に占める内側型野球肘の割合は小学

生で後方型を合併した1人を含め100%，中学生で67%，高校生以上で60%と学年が上がるにつれて内側型の割合は減少していた（表1）。

表1. 年齢別分類

分類	小学生	中学生	高校生以上
内側型	31人	14人	9人
外側型	0人	7人	5人
後方型	1人	1人	1人
全野球肘に占める内側型の割合	100% (合併例を含む)	67%	60%

2. 臨床所見

初診時所見では全例投球時の肘の痛みを主訴として受診していた。そのうち98%の症例で肘関節の内側に圧痛を認めた。また肘関節可動域では健側に比べ10°以上の制限が認められたものは47%であった。単純X線像にて内側に骨端核の離開，分節化を認めたものは65%であり，そのうち小学年が77%と最も頻度が高く年齢があがるにつれて減少していた（表2）。

表2. 初診時所見

年 齢	圧 痛	可動域制限	X線変化
小学生	100%	48%	77%
中学生	93%	31%	64%
高校生以上	100%	67%	30%
全 体	98%	47%	65%

3. 治療期間

内側型野球肘の治療期間は1カ月が13人，2カ月が11人，3カ月が16人，4カ月以上が2人で平均は2.2カ月であった。

a. 初診時単純X線像の変化の有無と治療期間の関係をみると、X線変化のある症例では3カ月を要したものが16人と最も多く平均2.8カ月であった。また変化のない症例では1カ月で治療終了したものがほとんどで平均1.2カ月であり有意に短かった。また初診時の可動域制限の有無と治療期間の関係をみると、可動域制限のある症例では3カ月を要したものが7人と最も多く平均2.9カ月であった。また制限のない症例では1カ月で治療終了したものが8人と最も多く平均1.9カ月であり有意に短かった(表3)。

表3. 初診時所見と治療期間

治療期間	人数	X線変化		可動域制限	
		あり	なし	あり	なし
1カ月	13人	2人	11人	2人	8人
2カ月	11人	9人	2人	5人	5人
3カ月	16人	16人	0人	7人	4人
4カ月以上	3人	3人	0人	1人	1人

b. 初診時年齢と治療期間の関係では小学生で平均2.4カ月、中学生で1.8カ月、高校生で1.7カ月と年齢が低いほうが長く治療期間を要する傾向にあった(表4)。

表4. 初診時年齢と治療期間

年齢	人数	平均治療期間	
10歳	8人	2.6カ月	小学生平均 2.4カ月
11歳	12人	2.3カ月	
12歳	8人	2.4カ月	
13歳	5人	2.2カ月	中学生平均 1.8カ月
14歳	3人	1.7カ月	
15歳	2人	1.5カ月	
16歳	2人	1.5カ月	高校生平均 1.7カ月
17歳	4人	2.0カ月	
18歳	1人	1.0カ月	

c. 症状が出現してから初診までの期間と治療期間の関係では相関関係は認められなかった。そのなかで初診時X線変化のある症例では初診までの期間に関係なく治療期間は長くなっており、X線変化のない症例では初診までの期間に関係なく治療期間は短い傾向にあった(表5)。

表5. 症状出現から初診までの期間と治療期間

治療期間	初診までの期間				
	1カ月未満	1カ月	2カ月	3カ月	4カ月以上
1カ月	0000	000	00		0000
2カ月	00000000	00		0	0
3カ月	0000000000	000			00
4カ月以上	0		0		

○：初診時X線変化あり
●：初診時X線変化なし

考 察

内側型野球肘の治療期間に影響を与えた因子としては初診時単純X線像に変化があること、初診時に肘関節可動域制限があること、初診時年齢が低いことがあげられ、いずれも治療期間は有意に長かった。しかし、症状出現から初診までの期間は治療期間に影響を与えなかった。すなわち痛みがでて早く受診し治療を開始したとしても治療期間が短くなるとは限らなかった。したがって早期発見、早期治療はもちろん重要であるが、障害を予防することのほうが治療期間を短縮するためにより重要であると考えられた。

文 献

- 1) Slocum, D. B. : Classification of elbow injuries from baseball pitching. Tex. Med. 64 : 48-53, 1968.
- 2) 井形高明ら : 少年野球における肘関節障害. 整形・災害外科, 12 : 1595-1603, 1981.
- 3) 渡會公治ら : 投げ方の指導による成長期の野球肩・野球肘の治療. 臨床スポーツ医学, 12 : 981-989, 1995.

スポーツによる指MP関節部伸筋腱脱臼の治療経験

医療法人スミヤ角谷整形外科病院
医療法人松寿会共和病院 形成外科

藤原 雅雄・左海 伸夫・夫 一龍・角谷 英樹
岩崎 正文・岩崎 一夫・角谷 昭一
川勝 基久

目 的

骨傷を伴わない指MP関節部の外傷において、伸筋腱脱臼は側副靭帯損傷などと比較すると頻度が低く、見逃される可能性が高いと考えられる。今回われわれは、スポーツ活動中に発症した指MP関節部伸筋腱脱臼の6例7指の治療経験から、その病態、治療方法について考察を行なった。

対象及び方法

1996年3月から1998年3月の間に治療を行なったスポーツ活動中に発症した6例7指を対象とした。受傷時のスポーツ種目はバレーボール2例、ボクシング2例、バスケットボール1例、空手1例。受傷時年齢17～19歳（平均18.2歳）、受傷から手術までの期間1週～5年（平均16.8週）、術後経過観察期間1カ月～2年（平均11カ月）であった。全例尺側脱臼で、受傷指は示指1、中指5、環指1であった。治療は全例に観血的治療を行なった。

結 果

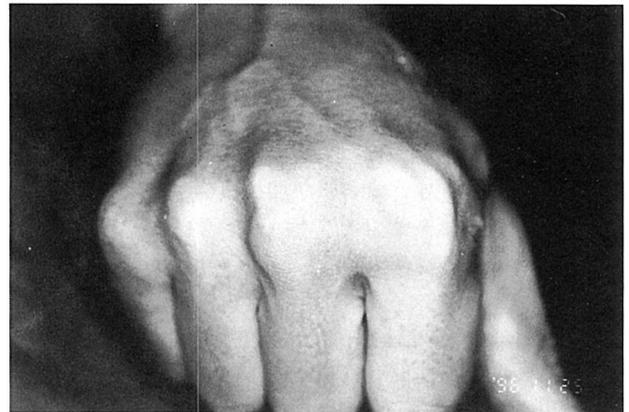
手術所見では断裂が矢状索までのものが2例2指、関節包に及ぶものが4例5指であった。前者2指には矢状索・腱帽縫縮術、後者5指には腱間結合または固有示指伸筋腱の一部を用いた補強再建術を行なった。術後は全例スポーツに復帰し、再脱臼、関節可動域制限、疼痛を認めていない。

症 例

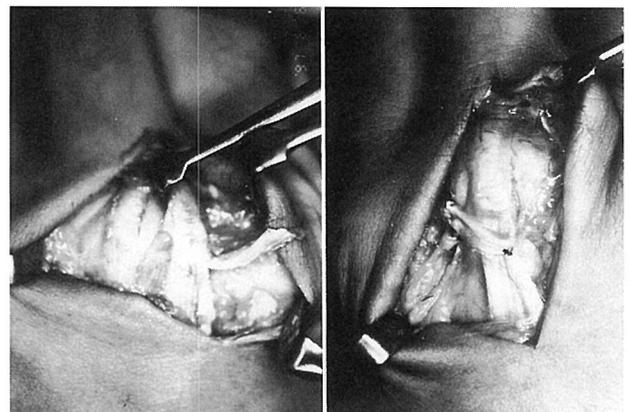
症例1：19歳，男。1週間前にバスケットボールプレー中、右中指をひねってからMP関節背側に疼痛を自覚。拳を握ると中指伸筋腱が尺側に脱臼。腱間結合翻転による再建術を行なった。3週間のシーネ固定後、関節可動域訓練を開始し、術後8週でバスケットボールを再開した。術後1年7カ月現在、疼痛を認めない（図1-(a), (b), (c)）。

症例2：18歳，男。6週間前にボクシングでパンチを打

ってから拳を握ると右中指MP関節部に疼痛があることを主訴に来院。断裂は関節包に及んでおり、腱間結合翻転による再建術を行なった。術後3カ月でボクシングを再開した。術後4カ月現在、疼痛、MP関節伸展制限を認めない（図2-(a), (b)）。



(a)



(b)

(c)

図1-(a)：中指伸筋腱が尺側に脱臼している。
(b)：矢状索深層に至る断裂で関節包が露出している。
尺側の腱間結合を切離している。
(c)：腱間結合翻転による再建を行なった。

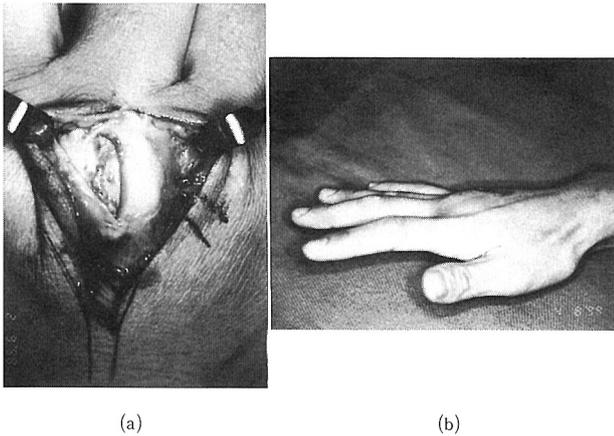


図2-(a) : Boxer's knuckleの症例. 断裂は関節包に及んでいる。
 (b) : 術後8週, MP関節の伸展制限は認めない。

考 察

MP関節背側の腱膜構造は、近位部が矢状索、遠位部が骨間筋腱帽から構成されている。伸筋腱脱臼は、矢状索及び矢状索よりさらに中枢側の腱膜構造の断裂による伸筋腱側方安定機構の破綻によって生じる^{1),2)}。

伸筋腱が脱臼する機序には、ボクシング、空手などで中手骨骨頭へ直達外力 (punch) が加わる場合と、バレーボール、バスケットボールなどで指が弾かれるという介達力 (flicking) による場合がある。前者は Boxer's knuckle と呼ばれ、本来ボクシング、空手などでの中手骨骨頭への直達外力による軟部組織の肥厚から関節包断裂までの種々の程度の背側構造物損傷を意味する^{3),4)}。伸筋腱脱臼を合併することがあり、今回のボクシング、空手の症例も Boxer's knuckle に伸筋腱脱臼を合併したものである。

伸筋腱脱臼の診断は、上記の受傷機転、圧痛、腫脹などの局所所見、関節造影による造影剤の漏出などによるが、最大屈曲時の脱臼を確認することが最も重要である。脱臼は最大屈曲時のみに生じ、しかも Boxer's knuckle と合併している症例では腫脹が強いため、慎重な観察が必要である。

手術所見では、発症後短期間であっても損傷部は癒痕化

し、繰り返される外力によって生じたと推定される症例が多い。脱臼に対する確実な制動によって、主訴である屈曲時の疼痛が消失するため、早期復帰が必要なスポーツ選手では、癒痕組織を切除し脱臼に対する確実な制動が必要であると考えられる。伸筋腱断裂など伸筋腱自体の損傷を伴うものはなかった。

治療は、保存療法が可能との意見もあるが⁵⁾、効果が確実な観血的治療を行なっている。術式は、骨間筋腱帽や矢状索が縫合可能であれば一次縫合を、不可能であれば腱間結合や固有指伸筋腱を利用した再建術を選択している。制動時の力学的バランスが重要で、術中他動的に関節可動域制限及び脱臼が生じないことを確認する。一次縫合では問題ないが、再建術を行なう場合は、腱間結合や固有指伸筋腱の固定位置が遠位寄りになれば再脱臼しやすく、近位寄りになれば MP 関節伸展制限を生じやすくなるため注意が必要である⁶⁾。

手術時期は早期が望ましいが、今回発症後5年経過している陳旧例でも良好な結果が得られた。

ま と め

1. スポーツ活動中に発症した指 MP 関節部伸筋腱脱臼6例7指に治療を行ない、良好な結果を得た。
2. スポーツ選手の指 MP 関節部伸筋腱脱臼においては、観血的治療が確実で第1選択となる治療法と考える。

文 献

- 1) 山根孝志ら：中指伸筋腱の外傷性脱臼と MP 関節背側部の構造. 日手会誌, 11(2) : 256-260, 1994.
- 2) 瀧川宗一郎ら：MP 関節部における外傷性手指伸筋腱脱臼例の検討. 日手会誌, 11(4) : 757-760, 1994.
- 3) 布袋屋浩ら：パンチによる MP 関節包断裂の2例. 関東整災誌, 25(4) : 356-359, 1994.
- 4) Gladden JR, et al. : Boxer's knuckle. Am. J. Surg., 93 : 388-397, 1957.
- 5) 鮫島弘武ら：伸筋腱脱臼の病態と分類. 日手会誌, 10(2) : 239-242, 1993.
- 6) Watson HK, et al. : Sagittal band reconstruction. J. Hand Surg., 22-A : 452-456, 1997.

マラソン中に生じた股関節関節唇断裂に対する鏡視下手術の試み

三菱京都病院 整形外科 小竹 俊郎

神戸市立中央市民病院 整形外科 田村 清

はじめに

マラソンにて生じた股関節関節唇損傷に対して関節鏡にて診断し、治療し得た症例を経験したので報告する。いわゆる股内障の症例で、正常関節唇の単独損傷であり、未だその病態について一般的認識が得られていない。スポーツ選手にも十分起こりうるものであり、念頭において治療にあたる必要がある。

症 例

症例は23歳男性であった。平成9年6月4日、短距離の全力疾走後に左股関節の疼痛を自覚していた。その後、6月13日マラソンを行ない、その直後より左股関節痛のため歩行困難となった。近医を受診し保存的治療を施され安静にて疼痛は軽快していたが、股関節屈曲時にクリックを認め、内旋、外旋、及び、開排の可動域制限があった。股関節造影検査にて除痛効果を見るため、造影剤にキシロカインを混ぜて検査を行なった。明らかな関節内の異常は認められなかった(図1)が、疼痛は完全に消失した。超音波検査では、関節内水腫像は認められず、MRI検査にて関節唇損傷が疑われた(図2)。よって、診断の確定と治療のため、8月8日股関節鏡視下手術を行なった。手術は仰臥位とし、股関節を15度屈曲、30度外転に固定し、両下肢を30kgで牽引した。関節鏡は前方と外側ポータルより刺入し、シェーバーは前外側と外側ポータルを利用した。関節唇は posterosuperior で縦断裂していた(図3)。外科用パンチにて可及的切除を行ない、シェーバーで部分切除とトリミングを行なった(図4)。また、滑膜の増生がみられ、シェーバーで滑膜切除を行なった(図5)。手術直後より、疼痛とクリックは消失し、術後軽いスポーツへの復帰が可能となった。

考 察

股内障の治療報告はきわめて少ない。その理由は、診断的困難性と治療手段が確立されていないことにある。同時に整形外科医がこの疾患に対する十分な認識がないことが

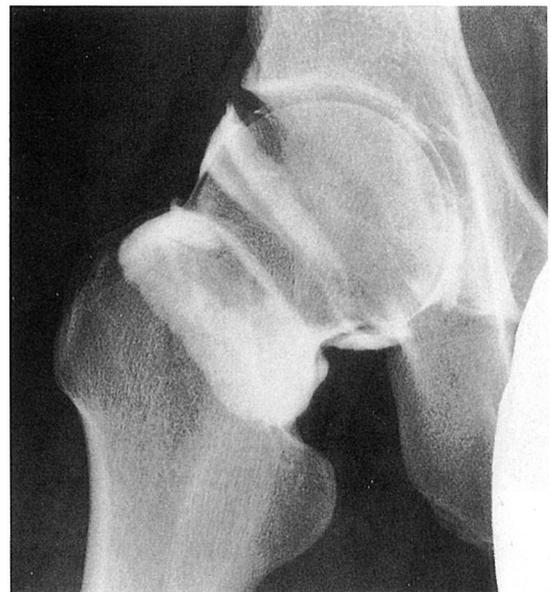


図1. 関節造影検査
明らかな異常所見は認められなかった。

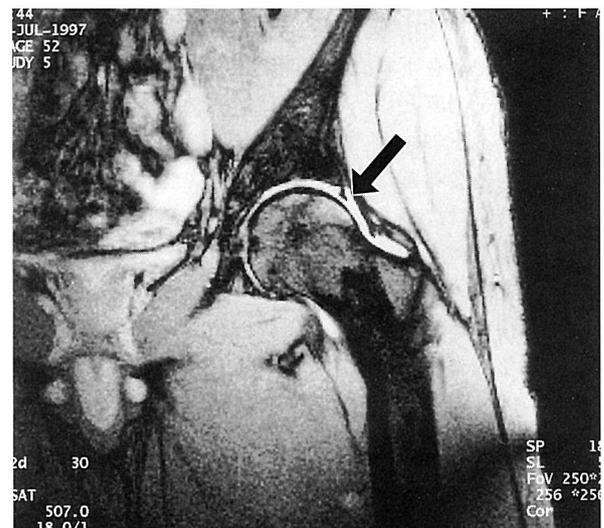


図2. MRI検査
関節唇断裂が疑われた。

最大の理由かもしれない。診断方法は Klau¹⁾の方法のように、股関節を屈曲・内旋したり、田中³⁾のように内旋・

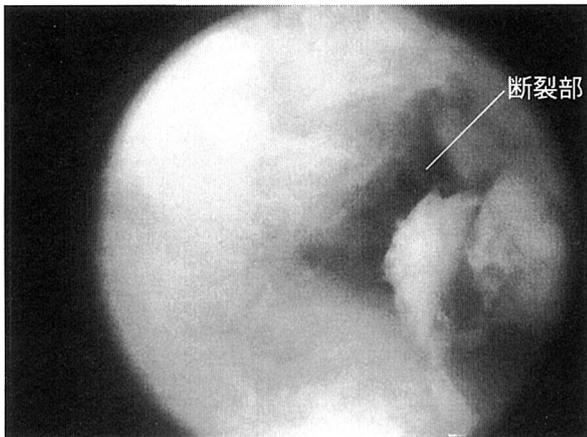
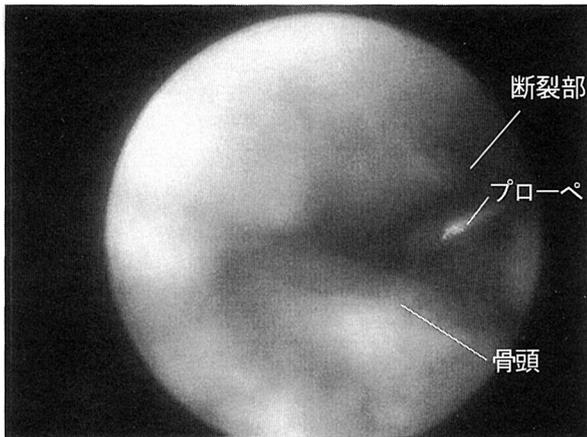


図3. 関節鏡所見
後上方部で関節唇の断裂を認めた。

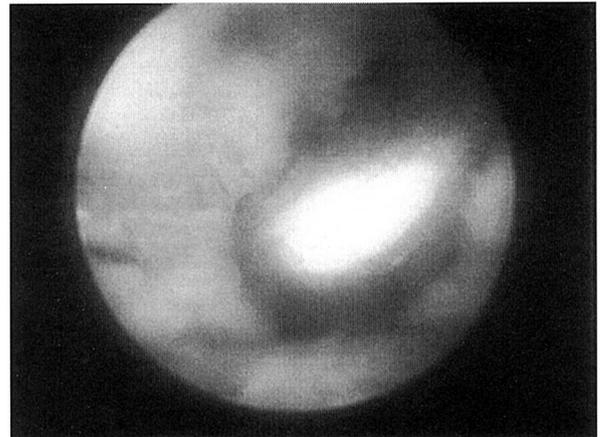


図4. 関節鏡視下手術
シェーバーにて関節唇の部分切除を行なった。



図5.
滑膜の増生が認められた。

外旋して疼痛を誘発させる方法が報告されているが確定診断はできない。画像診断として関節造影が行なわれているが、陽性率は高くなく、これも確定診断にはならない。現時点で確定診断を下すには関節鏡が必要となる。しかし、手術牽引台を必要とし、手技が比較的煩雑という欠点がある。我々もMRI検査を行なったが、侵襲がなく今後有用な診断方法となるものと思われるが、未だ診断を確定できるまでの精度はないようである。治療に関しては、保存療法²⁾、関節切開術⁴⁾、及び、鏡視下手術⁵⁾などの報告がある。保存療法では、無侵襲であるが治療期間が長期化したり、疼痛が残存することがあり、確実性が乏しい。関節切開術では侵襲があまりにも大きくなりすぎる。一方、鏡視下手術であれば、確実な診断と少ない侵襲による手術が可能であり、早い社会復帰が可能となる。しかし、関節鏡視できる範囲は限られると考えられるが、これまでの報告では、関節唇の断裂の好発部位は後上方部であり、十分に鏡視可能な部分である。この意味でも関節鏡視下手術の有用性はある。我々は以下の適応に合致する場合、本法は十分に有用な方法であると考え。①保存的治療に抵抗し、症状が2カ月以上持続するもの。②麻酔剤を加えた関節造影にて所見があるもの。または、ブロック効果のあるもの。③早

期に社会復帰を望むもの。

まとめ

1. マラソンによる股関節単独損傷例に対して、鏡視下手術を行ない良好な成績を納めることができた。
2. 股関節の関節唇単独損傷の診断と治療は困難な場合がある。しかし早期のスポーツ復帰を希望する症例の場合、関節鏡視下手術が有用な場合がある。

文 献

- 1) Klaue, K. et al. : Torn acetabular labrum. J. Bone Joint Surg. 73-B : 423-429, 1991.
- 2) Suzuki, S. et al. : Arthroscopic diagnosis of ruptured acetabular labrum. Acta Orthop. Scand. 57 : 513-515, 1986.
- 3) 田中泰弘ほか：関節鏡視下手術を施行した股関節唇断裂16例の検討。関節鏡 21 : 2 187-191, 1996.
- 4) 上尾豊二：いわゆる“股内障” (labral syndrome)。関節外科 13 : 357-361, 1994.
- 5) 鈴木千穂ほか：鏡視下手術が有用であった股関節唇損傷の一例。関東整災誌 25 : 676-679, 1994.

下前腸骨棘裂離骨折後に巨大な過剰化骨を生じ右股関節の屈曲制限をきたした1例

奈良県立医科大学 整形外科
平成記念病院 整形外科
南平整形外科

門野 邦彦・大村 哲司・川手 健次・玉井 進
定 直行・小島 康宣
南平 克積

はじめに

下前腸骨棘裂離骨折は、一般に骨端線閉鎖前の少年期のスポーツ外傷として発生する。この骨折は保存的治療中に、まれに骨片が腫瘤を形成する。今回我々は、過剰な骨化を生じ股関節可動域制限を来すに至った下前腸骨棘裂離骨折の陳旧例を経験したので、若干の文献的考察を加えて報告する。

症 例

14歳、男性。

主 訴：右股関節の屈曲制限。

現病歴：平成9年の5月頃短距離走のダッシュ時に、突然右股関節部痛が出現し歩行困難になったという。その時は整骨院にてテーピングが行なわれた。その後、疼痛が改善したため放置していた。平成9年9月頃に、右股関節の屈曲制限に気づき近医を受診した。単純X線で右股関節部の異常骨化を指摘され、当科を紹介され受診した。既往歴、家族歴は特記すべきことはない。

現 症：右単径部の外側に硬い皮下腫瘤を触れる。右股関節は屈曲90度。大腿、下腿周径は共に患側が1 cm短縮していた。血液生化学検査は特に異常はなかった。単純X線では右下前腸骨棘の部位に鶏卵大の不均一な骨化像を認めた(図1)。三次元CTでは同部位に骨性の腫瘤が見られ、



図1. 初診時単純X線像

下端部は骨頭の前方を一部覆っていた(図2)。MRIでは、同部位にT1低信号、T2高信号の腫瘤を認めた。

治療および経過：以上の結果から、右下前腸骨棘裂離骨折後に裂離骨片が転位し過剰骨化を生じたものと考えた。その後徐々に病変部の器質化傾向が進行し、屈曲制限を強く訴えたため、平成9年12月25日に手術を施行した。股関節前方アプローチで侵入した。骨化部は腸骨と一塊となっておりその上を大腿直筋の付着部が覆っていたため、元の裂離骨片の部位の判別は不能であった。そのため、大腿直

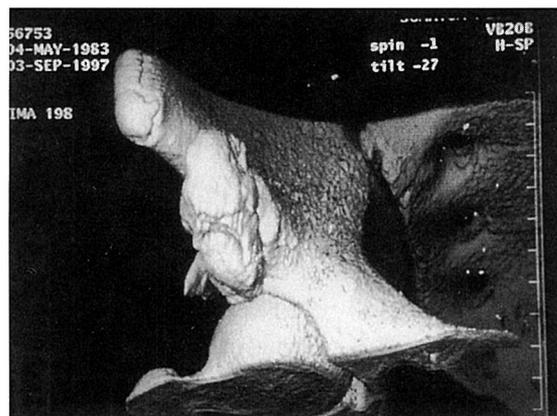


図2. 三次元CT画像

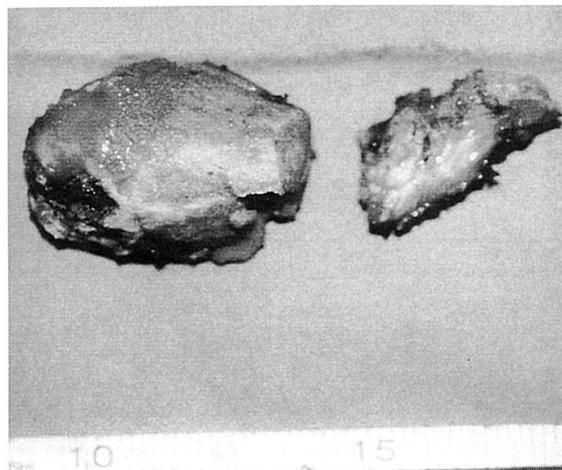


図3. 摘出標本

筋直頭をいったん付着部から切離し、過剰な骨化部を切除した。切除した骨片は約5×4×3 cm大であった(図3)。翻転した大腿直筋は、本来の下前腸骨棘の部位にマイテック GLS を用いて可及的に再縫着した。病理組織所見は繊維状の組織に周囲を覆われた正常な骨組織であった。術後は2週間股関節屈曲位での床上安静の後松葉杖歩行を許可した。1カ月後に杖を除去し、2カ月半でスポーツに復帰した。股関節の可動域は130度に改善し、術後5カ月の時点では大腿周径の左右差も改善したが、その後の単純X線写真で新たな石灰化の出現が認められ、再発に注意が必要と考えられた(図4)。

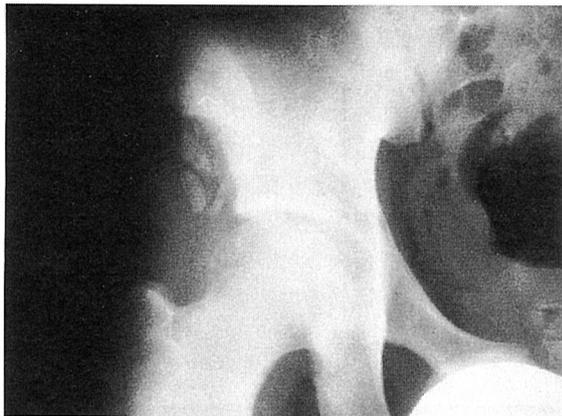


図4.術後単純X線像

考 察

腸骨棘裂離骨折は一般に骨端線閉鎖前の少年期に好発し、スポーツ競技中に下肢の筋肉の収縮力による付着部の裂離骨折として発症することが多い。骨片の転位の少ないものは保存的治療でよいとされるが、経過中に骨片の転位が進行することがある。Kameyamaらによると、腸骨棘裂離骨折の19例に対する保存的治療の経過中に、裂離骨片の転位が上前腸骨棘裂離骨折で約10mm進行したが、下前腸骨棘裂離骨折では2 mm程度であったと報告している。これは、上前腸骨棘には縫工筋と大腿筋膜張筋の一部が付着しており、これらの筋の牽引力が作用するのに比べ、大腿直筋は二頭筋であり、下前腸骨棘に直頭が付着し、もう一方の反回頭が寛骨臼上部に付着しているため、牽引力が緩和されるためと考えられた。諸家による下前腸骨棘裂離骨折

表1. 下前腸骨棘裂離骨折後の腫瘤形成の報告

	症例・受傷機転	経過	治療
Irvingら(1963) 「巨大な外骨腫形成」	・14歳男性 ランニング	受傷後4.5週で初診、数週の安静指示、6カ月後に骨腫形成、股関節可動域制限	切除
田名部ら(1983) 「骨片が大きな腫瘤を形成」	・15歳男性 野球の ベースランニング	最初の受傷から2週後にキックし、疼痛再出現、4カ月後に大きな腫瘤を形成、自覚症状無し	保存的
	・14歳女性 全力疾走	1カ月スポーツ中止、2カ月で復帰、5カ月で大きな骨片形成、自覚症状無し	保存的
Resnickら(1996) 「多量の反応性骨化、悪性新生物との鑑別」	・15歳男性 キック	受傷から6カ月後に疼痛再増強、悪性骨腫瘍を疑わせる骨化像	切除

後の骨化異常の報告を表1に示した。これらでは、受傷後早期の安静が不十分であったり、早期に疼痛の再発があった例で過剰な骨化の発生が認められた。骨化の成因としては血腫形成も考えられるが、本症例では骨片の転位が進行しているため、安静が不十分のため筋の牽引力で仮骨延長法のようなようになったと考えられた。本症例においても患者は受傷当時、接骨院にてテーピングを行なわれたのみであり、その後もサッカーを続けていた。そのため、骨片の転位が進行しにくい下前腸骨棘裂離骨折であっても、このような異常骨化が生じたと考えられた。治療法については、過去の報告においても、可動域制限をきたした例では、手術的治療を選択しているものが多かった。一方、田名部らの報告では、裂離骨片が腫瘤を形成した症例においても、何ら自覚症状は無く保存的治療で治癒したともされていた。骨片のインピンジなどにより可動域制限をきたしたものは、手術治療の適応になると考えられた。本症例では、股関節屈曲制限を患者が強く訴えたため切除した。術後は屈曲130度まで改善し、患者は満足している。術中に裂離骨片との骨化部の境界が判別不能であったため、やむをえず、大腿直筋直頭を付着部にて切離したが、本来であれば、裂離骨片を元の位置に整復し、スクリュー固定すべきであったと考える。マイテック GLS は大部分が PLLA 等吸収性材料のため、抜釘手術の必要はないが固定力は、骨片をスクリュー固定する場合よりも弱く、後療法は少し慎重に行なった。そのため術後同部位に新たな骨化が出現しており、化骨性筋炎等に注意してさらに経過観察が必要であると考えられた。

ま と め

1. 下前腸骨棘裂離骨折後に巨大な過剰骨化を生じ、右股関節の屈曲制限をきたした1例を経験した。
2. 骨塊による屈曲制限にたいして外科的に切除をおこない、可動域は改善した。
3. 下前腸骨棘裂離骨折の保存治療中には、骨片の転位が進行する可能性があり注意して観察する必要があると考えられる。

文 献

- 1) M. H. Irving et al. : Exostosis formation after traumatic avulsion of the anterior inferior iliac spine. J Bone Joint Surg [Br] 1964 ; 46-B : 720-22.
- 2) 田名部誠悦ら : 骨盤の avulsion fracture について。整形・災害外科 1983 ; 26 : 741-49.
- 3) Jeffery M. Resnick et al. : Avulsion fracture of the anterior inferior iliac spine with abundant reactive ossification in the soft tissue. Skeletal Radiol 1996 ; 25 : 580-84.
- 4) Osamu Kameyama et al. : Avulsion fracture of the iliac spine during sporting activity : Report of 30 fractures and their outcome. J Orthop Sci 1996 ; 1 : 356-62.

新潟県妙高高原赤倉スキー場におけるスノーボード外傷の実態

関西医科大学 整形外科学教室

吉田 雄吾・上島 大輔・加須屋 崇・澤井 宏和
高田 敬蔵・多田 聡美・橋口 淳一・塚本 英資
森本 忠信・南川 義隆・小川 亮恵

はじめに

近年、スノーボードの流行により、スノーボード外傷が増加している。スノーボードは従来の雪上スポーツであるスキーとは異なった滑走スタイルであるため、スノーボードによる外傷はスキー外傷に比べ受傷形態にも違いがあると考えられる。今回、我々は新潟県妙高高原赤倉スキー場に隣接する赤倉診療所を受診したスキーおよびスノーボード外傷者について傷害の実態について調査したので、若干の文献的考察を加えて報告する。

対 象

1996年12月から1997年3月までに赤倉診療所を受診したスノーボード傷害者119名（男性90名，女性29名）と、スキー傷害者530名（男性294名，女性236名）とを対象として調査し、両群の調査結果を比較検討した。

方 法

傷害者により記入されたスキー，スノーボード傷害合同調査用紙（全国スキー安全対策協議会発行）をもとに、年齢，技能，斜面，受傷原因，傷害の種類，傷害部位について調査した。

結 果

年齢層で比較すると、スキー，スノーボード共に20歳代が最も多く、スノーボードでは64.8%を占め、スキーでは、42.7%を占めていた。次に10歳代が続きスノーボードでは28.9%，スキーでは21.7%であった。スノーボード，スキー共に10歳代から20歳代の若年者が大多数を占めているが、スキーでは高い年齢層にも受傷者が多いのは幅広い年齢層にも愛好者が多いことによると考えられる（図1）。

技能別で受傷者の割合を比較すると、スノーボードでは初心者32.6%，初級者が37.2%と比較的経験の未熟な者の受傷が多かった。一方、スキーでは初級者が35.8%，中級者が44.0%と、ある程度滑走技能を修得した者の受傷が

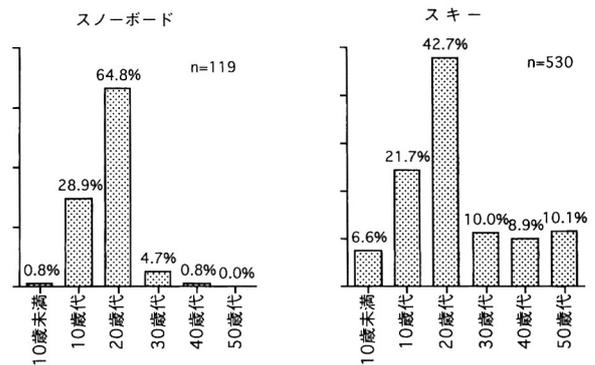


図1. 年齢層別受傷者の割合

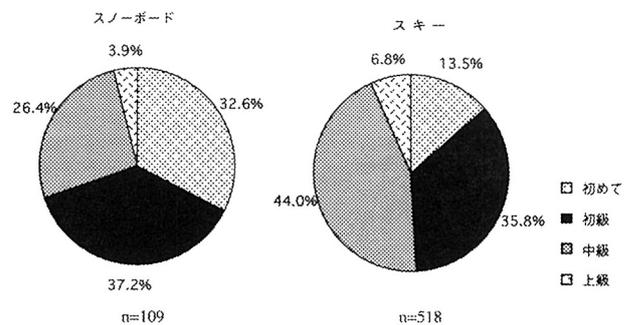


図2. 技能別受傷者の割合

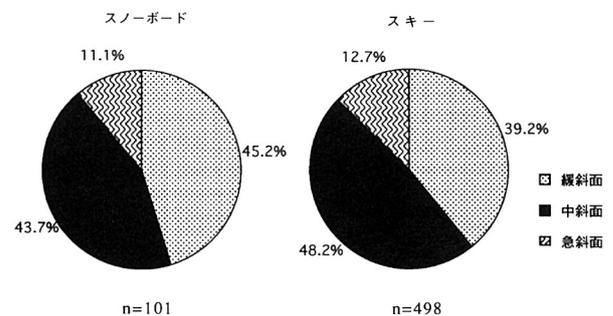


図3. 斜面別受傷者の割合

多かった（図2）。

斜面別で比較すると、スノーボードでは緩斜面での受傷が45.2%，スキーでは中斜面での受傷が48.2%と最も多かった（図3）。

受傷原因で比較すると、スノーボード、スキー共に自己転倒が圧倒的に多く、スノーボードでは93.7%、スキーでは77.7%であった。次いで他人との衝突がスノーボードでは6.3%、スキーでは20.6%であった(図4)。

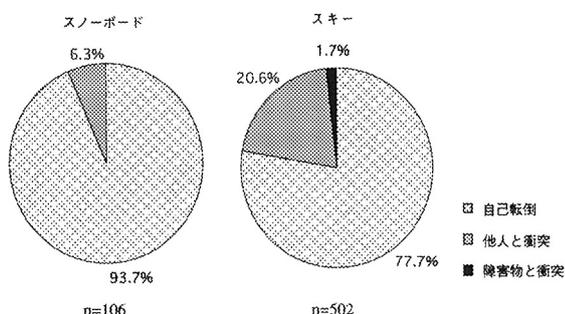


図4. 原因別受傷者の割合

傷害の種類別で比較すると、スノーボードでは、骨折が31.7%と最も多く、捻挫が20.8%、脱臼が20.0%であった。一方スキーでは、捻挫が51.7%と最も多く、次いで切挫創が19.1%、骨折が10.6%であった。スノーボードではスキーと比べて、骨折と脱臼などの重篤な骨・関節外傷の頻度が高かった(図5)。

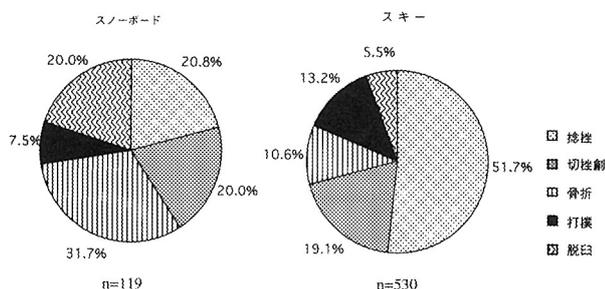


図5. 傷害の種類別の割合

傷害部位で比較すると、スノーボードでは、上肢が43.6%と最も多く、次いで、頭部が23.4%であった。スキーでは、下肢が66.7%と圧倒的に多く、頭部が14.7%、上肢が13.8%であった(図6)。

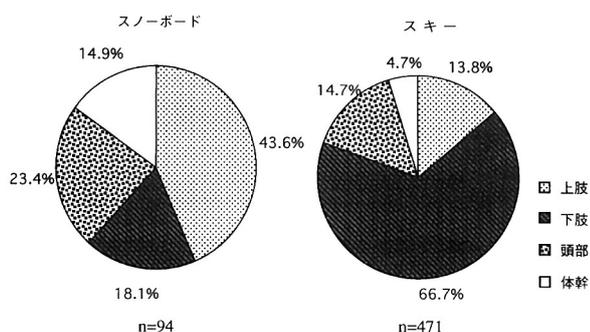


図6. 傷害部位別の割合

考 察

スノーボード愛好者は近年急速に増加している^{1)~4)}が、その年齢はほぼ若年層に限定されているといっても過言でない。我々の結果でもスノーボードでは10~20歳代の年齢層が受傷者全体の93.7%を占めたが、スキーヤーでは比較的高齢者にも受傷者が分布した。

初心者の受傷がスノーボードでは32.6%とスキーの13.5%に比べて倍以上に多いのは、スノーボード愛好者全体の中で初心者の占める割合が相当高い事に起因すると考えられる。

受傷原因として、他人との衝突は、スキーでは20%に対してスノーボードでは6%と少なく、佐々木らの蔵王スキー場での報告²⁾でもスノーボードでは10%と少ない。一般スキーヤーとの衝突事故を防止するためにスノーボードが滑走できるゲレンデを制限しているスキー場が多く、赤倉スキー場でもスノーボード滑走可能ゲレンデでは一般スキーヤーが少なく、ゲレンデの混雑度がやや低い印象がある。しかし、これから、スノーボード人口が増加すれば、衝突による事故も増加することが予想される。

受傷部位がスキーに比べて上肢に多いことは諸家の報告^{1)~4)}と同様である。スノーボードでは両足とボードとの固定がスキーに比べて強固でないことや、最近のソフトブーツの普及などが下肢に捻挫や骨折が少ない理由と考えられる³⁾。また、スキーでは、緩斜面での低速滑走時や停止時などにストックを使用して転倒を防止出来る。一方、スノーボードの初心者では特に緩斜面において、谷側に“つんのめる”ように転倒することが多く、またこの際フリーの手を付いて支えようとするために上肢の外傷が多いとされている³⁾。

スキーと異なりスノーボードは若年者に限られた新しいスポーツであり、マスコミの報道やファッション性の追求などの影響もあり、いわゆる無謀な滑走をするものが少なからず存在する。スノーボードによる外傷発生率がスキーの約3倍と多いとの報告²⁾は十分理解できる。

今後のスノーボード外傷の発生率を著しく減少させるためには、スクールや講習などでの指導の徹底による熟練者の増加、道具の改良、ゲレンデの整備などが早急に望まれる課題であろう。

文 献

- 1) 成山雅昭ら：スノーボードによる骨折・脱臼—スキーとの比較—。日本整形外科スポーツ医学会雑誌, 16(3) : 319, 1996.
- 2) 佐々木幹ら：スノーボード外傷 蔵王スキー場におけるスキー外傷との比較(1990~1994)。日本整形外科スポーツ医学会雑誌, 17(1) : 65-72, 1997.
- 3) 横田文彦ら：スキー, スノーボード外傷の検討。整形外科, 48(9) : 1282-1285, 1997.
- 4) 及川久之ら：スノーボードの外傷について(第2報) SNOWBOARD INJURIES。日本整形外科スポーツ医学会雑誌, 16(3), 171, 1996.

中学男子陸上長距離選手の脛骨疲労骨折に関する調査

日野記念病院 整形外科 小林 昌明

はじめに

スポーツ選手の疲労骨折の治療は対症療法が主体で、予防に関しては明確な方法は確立されていない。今回、我々は陸上長距離選手の脛骨疲労骨折発症の要因を解明する目的で調査を行なったので報告する。

対 象

対象は滋賀県の某中学校の男子陸上長距離選手15名で、学年は1年生7名、2年生5名、3年生3名である。この中学校は1997年の全国中学校駅伝大会で2位になったトップレベルの学校である。この15名を疲労骨折の既往の有無で疲労骨折群4名と健常群11名に分けた。疲労骨折はすべて脛骨の疾走型で、すべて1年生2学期に発症していた。

方 法

全員の bone mineral density (以下BMD), body mass index (以下BMI), および1500m走の記録を調べた。BMDの測定はDEXA法(HOLOGIC社製QDR 1000 plus)で腰椎に対して行なった。BMIの測定は疲労骨折発症がすべて1年時であったので、入学時の身長、体重から算出した。また1500m走の記録も1年2学期のスポーツ

テストのものを調べた。

統計学的処理はt検定法を用いた。

結 果

BMDを比較すると、疲労骨折群は平均 0.754 g/cm^2 ($0.689\sim 0.783$), 健常群は平均 0.782 g/cm^2 ($0.589\sim 1.016$)で有意差を認めなかったが、疲労骨折群が低い傾向を示した(図1)。

BMIを比較すると、疲労骨折群は平均 $16.3 \text{ kg/cm}^2 \times 10^4$ ($15.8\sim 17.6$), 健常群は $16.6 \text{ kg/cm}^2 \times 10^4$ ($14.5\sim 18.9$)で有意差を認めなかった(図2)。

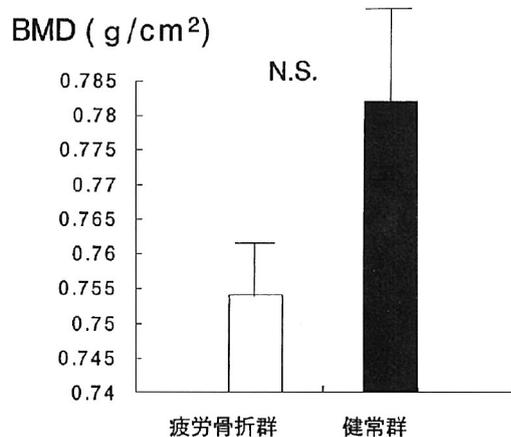


図1. BMDの比較

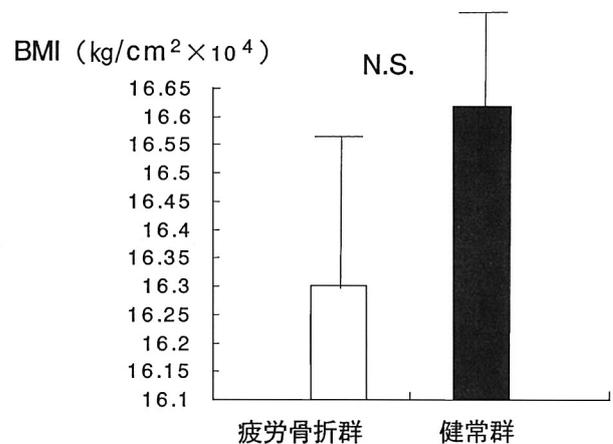


図2. BMIの比較

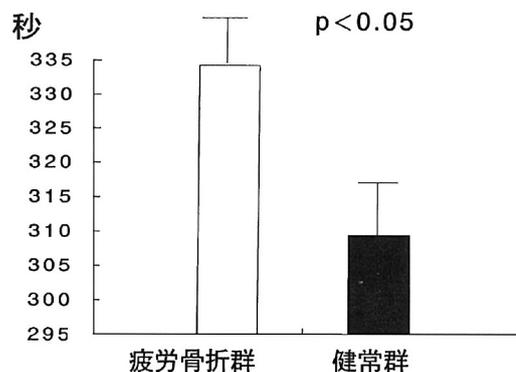


図3. 1500m走記録の比較

1500m走を比較すると、疲労骨折群は平均5分34秒（5分22秒～5分46秒）、健常群は平均5分9秒（4分53秒～5分27秒）と疲労骨折群は有意に記録が劣っていた（図3）。

考 察

疲労骨折の要因として骨塩量の低値が指摘されている。Brunet¹⁾は1505名のランナーについて調査し、女性が男性に比べ疲労骨折が多く、その原因として骨塩量の低下を指摘している。またCarbon²⁾は、トップレベルの運動選手の大腿骨頸部の骨塩量がコントロール群より低く、それが疲労骨折の要因と推測している。本調査でも疲労骨折群は健常群と比較して有意差はなかったが低い傾向を示した。

筋肉疲労が疲労骨折の原因となることはFrankelら³⁾が指摘した。本調査で疲労骨折群と健常群を比較して有意差を認めたのは1500m走の記録だけで、持久力の低い選手に疲労骨折発症が多かった。これには筋肉疲労が強く関与していると考えられる。疲労骨折群は持久力が低いため筋肉疲労が健常群に比べ短時間で生じる。筋肉疲労により脛骨にかかる衝撃を吸収する作用が減少し、その結果、脛骨にかかる応力が増大し、疲労骨折が誘発されることが考えられる。

疲労骨折の発症因子を、応力のかかる回数、骨の強度、骨にかかる応力、の3点に分け、検討する。本調査の対象は単一中学であるので練習量に差はなく回数は一定と考えられる。また骨の強度に関してはBMDが疲労骨折群で低い傾向があったが有意差がなかったことより一応、一定と

考えると、疲労骨折を生じた原因は、応力が疲労骨折群では健常群より大きかったためであり、この応力の差は筋肉疲労が疲労骨折群ではより早く起こるためであると考えられる。

また、本調査では有意差がでなかったが、疲労骨折群ではBMDが低い傾向があったので、骨の強度の低下が疲労骨折発症の原因になることは否定できない。

脛骨疲労骨折の予防としては、まず記録に注目し、記録の劣る選手には練習量を減らす、あるいはランニングフォームを変えることにより応力の増大を防止することが必要であろう。

結 語

1. 男子中学長距離選手では持久力の低下が脛骨疲労骨折発症の原因と考えられた。
2. 骨塩量が低く、持久力が低い選手は疲労骨折の危険が増し、要注意である。

文 献

- 1) Brunet M. E. : A survey of running injuries in 1505 competitive and recreational runners. J. Sports Med. Phys. Fitness, 30 : 307~315, 1990.
- 2) Carbon R. : Bone density of elite female athletes with stress fractures. Med. J. Aust.153 : 373~376, 1990.
- 3) Frankel V. H. et al. : Basic Biomechanics of the Skeletal System. 33~39, 1983, U.S.A.

Δ%HR/ΔWRの推定値と実測値の相関

神戸市看護大学 健康・行動科学系 吉岡 隆之
 大阪市立大学 保健体育科研究室 藤本 繁夫

はじめに

現在、非競技者を対象に行なわれる一般的な健康・体力測定において広く用いられている心肺持久性の評価法は、測定が簡便に、安全に、しかも安価に行なえるという点で、最大下運動時の負荷に対する心拍数(HR)の応答から最大酸素摂取量(VO₂max)を推定する方法である¹⁾。しかし、このような方法では負荷とHRの応答の個人差が大きい上に、その応答を実際には測定していない酸素摂取量(VO₂)と関連づけているため、いくつかの誤差が重なり妥当性という点で問題があると考えられる。

そこで著者らは、非競技者のための心肺持久性の評価法として、VO₂maxを用いるのではなく、漸増負荷時の仕事率(WR)の増加量に対する相対心拍数(%HR)の増加量を指標として評価する方法、すなわちΔ%HR/ΔWRによる評価法を考案した。Δ%HR/ΔWRが心肺持久性の評価指標として妥当性があることについてはすでに報告した^{2),3)}。本研究では、Δ%HR/ΔWRの推定値の精度について実測値と比較し、検討した。

対象と方法

1. 対象

ボランティアとして協力の得られた健康な学生38名(男性25名, 女性13名)を対象とした。対象者の年齢, 身長および体重の平均値(SD)は, 男性では19.4(0.8)歳, 170.6(4.3)cmおよび63.3(6.9)kg, 女性では19.6(1.0)歳, 157.3(5.8)cmおよび51.5(7.7)kgであった。

2. 測定手順

Δ%HR/ΔWRおよびVO₂maxを測定するための負荷テストは, 30分以上の座位安静の後, 電気抵抗式の自転車エルゴメーター(Mijnhardt KEM-2, The Netherlands)を用いて行なった。自転車の駆動は, 1分間に60回転を保ったまま, 無負荷で3分間行なった後, 1分ごとに15または20Wの漸増で, 対象者が自覚的に疲労困憊に達するか, 験者が最大努力に達したと判断するまで続けた。漸増される負荷の選択は, 性別および対象者があらかじめ自己申告した心肺持久性の優劣により判断した。負荷テスト中のHR

およびVO₂は心拍数モニター(Fukuda Sangyo LW-610, Japan)およびガス分析器(Mijnhardt Oxycon-4, The Netherlands)を用いて連続測定した。

3. 最大運動の評価基準

上述の漸増負荷テストにおいて, 各対象者が最大運動(最大努力)に達していたか否かは, 以下の基準により決定した。(1)VO₂の最高値付近にプラトー現象が発現, (2)呼吸商(RQ)の最高値が1.1以上, または(3)HRの最高値が年齢から推定した最大心拍数(predHRmax), すなわち[220-年齢]⁴⁾の±15 beats·min⁻¹以内。今回の対象者38名については上記(1)~(3)のいずれかの基準を満たしていたので, 負荷テスト中の各対象者のHRの最高値を実測最大心拍数(obseHRmax), VO₂の最高値を実測VO₂max(obseVO₂max)とした。

4. %HRの補正

図1には, 対象者Aの漸増負荷時の4~8分目の各負荷段階のWRとその段階の平均HRの直線関係を示した。一般的に安静時HR(HRrest)は, 漸増負荷運動におけるWRとHRの直線関係に当てはまらない。そこで図1に示したように, WRに関するHRの回帰直線の切片(HRbase)を%HRのベースラインとして対象者ごとに求めた。このHRbaseを用いて補正した各負荷段階の%HR(補正%HR)は次式により求めた。

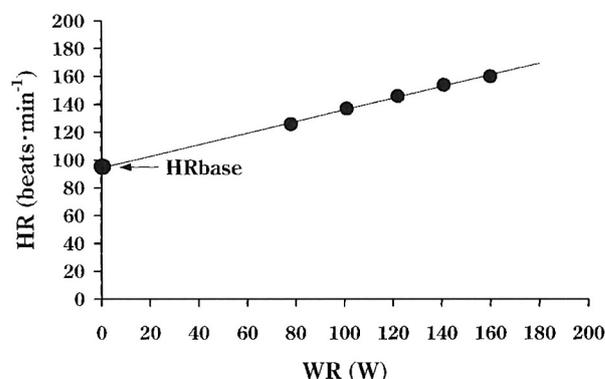


図1. 対象者AのWRとHRの直線関係とHRbase
 直線はWRに関するHRの回帰直線を示し, 直線と縦軸の切片がHRbaseである。

$$\text{補正}\% \text{HR} = (\text{各負荷段階のHR} - \text{HRbase}) \cdot (\text{obseHRmax} - \text{HRbase})^{-1} \cdot 100$$

5. $\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ の実測値 ($\text{obse}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$) の求め方

図2には、対象者Aの漸増負荷時の4分～8分目の各負荷段階のWRとその段階の平均補正%HRの直線関係を示した。この回帰直線の傾き、すなわちWRの増加量(ΔWR)に対する補正%HRの増加量($\Delta\% \text{HR}$)の割合を対象者ごとに求めた。これが $\text{obse}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ である。

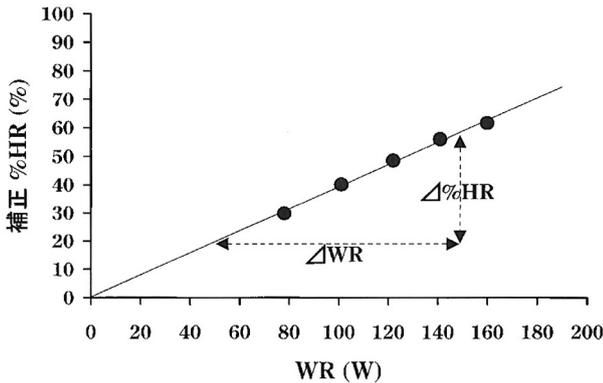


図2. 対象者AのWRと補正%HRの直線関係と $\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ 直線はWRに関する補正%HRの回帰直線を示し、直線の傾きが $\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ である。

6. $\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ の推定値 ($\text{pred}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$) の求め方

補正%HRを計算する際に、 obseHRmax の代わりに predHRmax を用い、その他は実測値と同様の方法で、WRに関する補正%HRの回帰直線の傾き($\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$)を対象者ごとに求め、 $\text{pred}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ とした。

7. 統計

回帰直線を求める際には最小二乗法、相関係数を求める際にはピアソンの積率相関係数を用いた。相関に関する有意性の検定については無相関の検定、対応のある2つの平均値の差については対応のあるt検定を行なった。有意水準は $p < 0.05$ を有意と考えた。

結 果

今回の対象者38名について、上述の最大運動の評価基準(1) [VO_2 のプラトー現象] を満たした者は9名、(2) [$\text{RQ} \geq 1.1$] は33名、(3) [obseHRmax が $\text{predHRmax} \pm 15 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$ 以内] は22名であった。また、3つの基準をすべて満たした者は3名で、逆に、いずれか1つの基準しか満たさなかった者は15名であった。

対象者38名のHRbase、 obseHRmax および $\text{obseVO}_2 \text{ max}$ の平均値 (SD) は、男性では $70.2(10.9) \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$ 、 $188.8(10.0) \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$ および $3.40(0.32) \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ 、女性では $70.4(16.4) \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$ 、 $184.6(8.3) \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$

および $2.27(0.25) \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ であった。

図3には、対象者38名の $\text{pred}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ と $\text{obse}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ の関係を示した。 $\text{pred}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ と $\text{obse}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ の間には、相関係数 (r) が0.95 ($p < 0.001$) と、有意に高い相関が認められた。また、 $\text{pred}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ の平均値 (SD) は $0.420(0.104) \%/W$ で、 $\text{obse}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ の平均値 (SD) すなわち $0.468(0.112) \%/W$ に比べて有意に低かった ($p < 0.001$)。

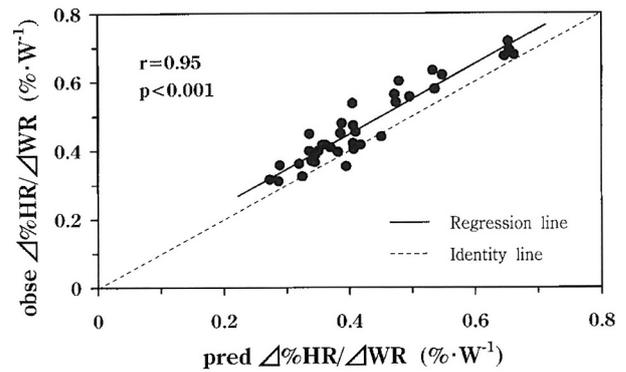


図3. $\text{pred}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ と $\text{obse}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ の関係

考 察

本研究において、 $\text{pred}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ と $\text{obse}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ の相関は $r = 0.95$ ($p < 0.001$) と非常に高かった。しかし、 $\text{pred}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ と $\text{obse}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ の平均値に有意な差が認められた ($p < 0.001$)。 $\text{pred}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ と $\text{obse}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ の差には、唯一、 predHRmax と obseHRmax の差が反映している。図3には $\text{pred}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ と $\text{obse}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ の identity line を示したが、 obseHRmax が predHRmax を下回っている者は identity line よりも上部に示され、逆に上回っている者は下部に示されている。今回の最大運動の評価基準で obseHRmax が $\text{predHRmax} \pm 15 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$ 以内であった者は22名で、このうち obseHRmax が predHRmax を上回っていた者はわずか3名であった。また、残りの16名の obseHRmax はすべて predHRmax より $15 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$ 以上低かった。このことから、本研究における obseHRmax は総じて真の HRmax よりかなり低かったと考えられ、これは多くの対象者が最大運動に達する前に自覚的に疲労困憊に陥っていたことが原因と考えられる。一般的に、日頃から運動をよく行ない、運動に適応している対象では真の HRmax まで運動が可能となる。このような場合には、 $\text{pred}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ と $\text{obse}\Delta\% \text{HR}/\Delta \text{WR}$ の差はほとんど認められなくなると考えられる。

一方、本研究における obseHRmax のSDは、男性では $10.0 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$ 、女性では $8.3 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$ であった。これは一般的な HRmax のSDがいずれの年齢層においても $10 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$ 程度である⁵⁾ ことにほぼ一致している。このことから、たとえ真の HRmax の測定が行なわれてい

たとしても、そのSDは10 beats \cdot min⁻¹程度であると考えられ、本研究において obseHRmax が真の HRmax より総じて低かったことは、obse Δ %HR/ Δ WR を総じて高めたが、pred Δ %HR/ Δ WR と obse Δ %HR/ Δ WR の相関にはほとんど反映しなかったと考えられる。このことは、図3における regression line が identity line とほぼ平行であることからもうかがえる。

最後に、pred Δ %HR/ Δ WR は、唯一、predHRmax の誤差を含むだけであり、この誤差だけが pred Δ %HR/ Δ WR の推定精度に反映する。predHRmax は、特に非競技者の場合、推定の最大努力の指標としてよく用いられる³⁶⁾、現在のところ、この predHRmax による誤差は、最大下運動から最大運動時の心肺持久性を推定する場合の最小限の誤差であると考えられる。すなわち、pred Δ %HR/ Δ WR は最小限の誤差を含んでいるだけで、非常に推定精度に優れ、最大運動を行なうことが容易ではない非競技者にとって有用な心肺持久性評価の指標であると考えられる。

文 献

- 1) American College of Sports Medicine : Guidelines for exercise testing and prescription, 4th ed., pp 35-54, 1991, Lea and Febiger, Philadelphia.
- 2) Yoshioka, T. and Shiraishi, T. : Slope of relative heart rate on work rate : New assessment of cardiorespiratory endurance, Health Promotion and Education : Bringing Health to Life, Proceedings of the XVth Conference of the International Union for Health Promotion and Education, pp255-258, 1996, Hoken-Dohjinsha, Inc, Tokyo.
- 3) 吉岡隆之, 白石龍生, 藤田弘子 : 5分漸増負荷法に基づく相対心拍数/仕事率係数による心肺持久力の評価. 神戸市看護大学紀要, 1 : 27-32, 1997.
- 4) Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., Whipp, B. J. : Principles of exercise testing and interpretation, pp72-86, 1987, Lea and Febiger, Philadelphia.
- 5) Astrand, P. O., Rodahl, K. : Textbook of work physiology: Physiological bases of exercise, 3rd ed., pp127-208, 1986, McGraw-Hill, New York.
- 6) 前掲5), pp354-390.

自転車エルゴメーター負荷時の過大昇圧反応と将来の高血圧発症について

和歌山県立医科大学 衛生学
同看護短期大学部

宮井 信行・富田耕太郎・森岡 郁晴・宮下 和久
有田 幹雄・武田眞太郎

はじめに

軽症の循環器疾患の多くは安静時の観察のみでは危険因子の所見が得られないことがあり、潜在的な危険因子の発見を目的として運動負荷試験が実施されている。一般に、運動負荷時の昇圧反応性は安静時血圧に比例し、高血圧者では著しく血圧が上昇するが、正常血圧者においても過大な昇圧反応を示す場合があり、これらの者は将来的に高血圧を発症しやすいとの報告¹⁾があることから、運動負荷時の昇圧反応性が高血圧発症の予知因子となりうることが示唆される。

そこで本研究では、運動負荷時の昇圧反応性が正常血圧より高血圧に移行する可能性のある者を早期に発見する手段として有用であるかどうかについて検討した。

対象と方法

安静時血圧が正常域にある男性で、高血圧症や糖尿病、腎疾患の既往者、降圧薬の内服者を除いた358名(平均年齢41.6±5.7歳)を対象に運動負荷試験を実施し、その後5年間の安静時血圧の変化を観察した。

運動負荷試験は、自転車エルゴメーター(ML-1400 フクダ電子)を使用し、15 watt/分のランプ負荷にて被験者の心拍数が予測最大心拍数の75%に到達するまで漸増した。血圧は、自動血圧監視装置(STBP-780B 日本コーリン)を用いて1分毎に測定し、心拍数は心電図のR-R間隔から求めた。運動負荷時の昇圧反応性の評価にあたっては、全ての被験者に対して相対的に同一の生理的負担度となるような負荷強度を設定し、その強度における収縮期血圧の値を求めて安静時からの変化量を指標とした。すなわち、負荷終了後、自転車エルゴメーター駆動時の心拍数と収縮期血圧との関係を最小二乗法を用いて直線回帰し、Karvonenの式より算出した50%の相対的心拍数(目標心拍数)に相当する収縮期血圧の値を内挿法で求め、この値から安静時の値を差し引いてΔSBPとした。また、被験者をΔSBPの四分位範囲から、昇圧反応性の低い25 percentile未満の者88名(L群)と昇圧反応性の高い75 percentile以上の者96名(H群)に分類した。

なお、統計処理は、安静時血圧の経年変化には反復測定による分散分析、両群間の比較には χ^2 検定およびStudent t-testを用いた。

結 果

両群の観察開始時の身体特性を比較して表1に示した。年齢、安静時心拍数、目標心拍数、安静時の収縮期および拡張期血圧に有意な差は認められなかった。一方、体重($p < 0.01$)、BMI ($p < 0.05$)はL群よりもH群で大きく有意な差が認められた。また、高血圧の家族歴を有する者はL群では7.9%、H群では38.1%であり、有意な差が認められた($p < 0.01$)。

表1. Physical characteristics of subjects.

	L-Group (n=88)	H-Group (n=96)
Age (years)	41.2±5.2	41.1±5.8
Height (cm)	167.4±5.6	168.7±5.8
Weight (kg)	61.0±7.4	68.2±8.9**
BMI	22.0±2.5	23.2±2.8*
Resting HR (bpm)	75.6±9.1	72.3±10.3
Target HR (bpm)	126.5±7.6	124.2±8.1
SBP (mmHg)	123.5±9.7	125.2±7.9
DBP (mmHg)	74.2±6.5	76.4±8.1
ΔSBP (mmHg)	33.3±8.3	57.7±6.8**

Values are means±SD. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

両群のうち、125Wまで運動を継続することができたL群69名とH群72名における運動負荷時の血圧変化を図1に示した。収縮期血圧は負荷の増加に比例して直線的に上昇したが、その上昇率はH群において高く、開始直後から両群間に差が認められた。一方、拡張期血圧は両群ともに安静時とほぼ同じ値で推移した。なお、負荷終了時の仕事率、すなわち予測最大心拍数の75%に相当する心拍数における負荷強度を両群で比較すると、L群が129.3±42.5 watt、H群が126.1±48.4 wattであり、両群間に有意な差は認められなかった。

5年間の安静時血圧の経年変化を両群で比較すると、H

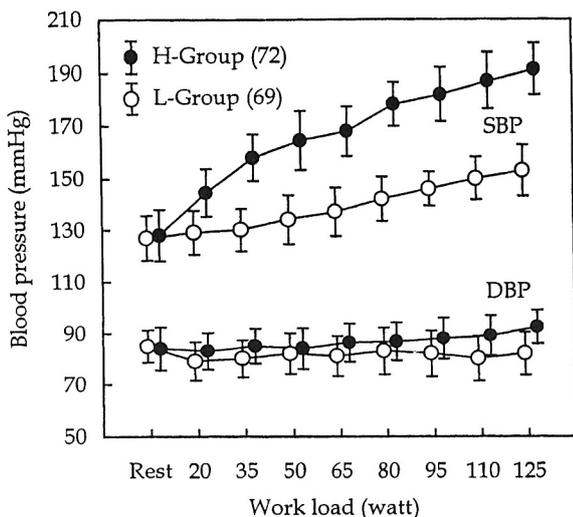


図1. Blood pressure response to exercise in two groups. Values are means and vertical bars show one standard deviation.

群では収縮期、拡張期ともに年々増加する傾向にあり、観察開始時に比べると、収縮期血圧では2年後以降で、拡張期血圧では3年後以降で有意な上昇が認められた。一方、L群では収縮期および拡張期血圧に有意な変化はみられなかった。また、両群の5年後の血圧値を米国合同委員会の第6次報告(JNC-VI)にしたがって分類した結果を図2に示した。両群のうち、5年後に高血圧に進展していた者はH群では41.9%で、そのうちstage 1が23.6%、stage 2または3が18.3%であったのに対して、L群では17.1%でstage 1が7.2%、stage 2または3が9.9%であり、両群間で有意な差が認められた ($p < 0.01$)。

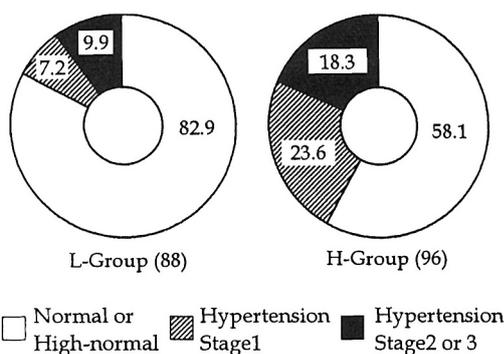


図2. Distribution of the blood pressure in two groups 5 years later. The blood pressure was classified by JNC-VI. Numbers in the figure show percentages.

考 察

Framingham Study²⁾に代表されるこれまでの疫学的研究によって、高血圧が冠動脈疾患や脳血管障害の危険因子として重要であることが明らかにされている。したがって、循環器疾患の健康管理においては、高血圧の危険を有する潜在的な高血圧者を早期に発見し、適切な管理・指導

を行なうことでその発症を予防することが大切である。近年、高血圧の診断や治療の評価においては、従来の随時血圧に加えて、24時間連続血圧や運動負荷時の昇圧反応性などが重要視されている。特に、運動負荷時の昇圧反応性については、突然死や心不全の危険因子である左室肥大の重症度との間に強い相関があることが示されていることや³⁾、運動負荷時に過大な昇圧反応を示す者が将来的に高血圧に進展しやすいとの報告⁴⁾があることから、安静時の観察のみでは検出しにくい潜在的な高血圧者の発見に有用であることが示唆される。しかし、一方では運動負荷時の昇圧反応性と高血圧発症とが個人でみると必ずしも一致しないとの報告⁴⁾もみられ、依然として検討の余地も残されている。本研究では、運動負荷時に高い昇圧反応を示した者のその後5年間の血圧経過を観察したところ、昇圧反応の低い者に比べて高血圧の発症率が有意に高いことが明らかとなった。したがって、運動負荷時の昇圧反応性が正常血圧者のうち将来的に高血圧を発症する可能性のある者を発見するための一つの指標として利用できるものと考えられた。

運動負荷時の昇圧反応性は安静時血圧に比例し、境界型高血圧者や高血圧者では正常血圧者よりも血圧上昇が大きいとされている⁵⁾。本研究では、正常血圧者を対象としたが、正常血圧者においても著しく血圧が上昇する者があり、運動負荷に対する昇圧反応性にはかなりの個人差があることが認められた。運動負荷に対して過大な昇圧反応を示す機序については依然として詳細は明らかではないが、末梢血管の器質的な変化が関与するとの報告⁵⁾やノルアドレナリン負荷に対する血管反応性との相関から交感神経活性との関係を示す報告⁶⁾などがある。また、高血圧の遺伝的素因も一因とされており、本研究においても、昇圧反応性の高い者に高血圧の家族歴を有する者が有意に多かった。

ところで、運動負荷時の昇圧反応性を評価する一般的な判定基準は未だ提唱されていない。また、従来の報告では、一定の力学的負荷強度における収縮期血圧の絶対値を指標として昇圧反応性を評価している場合が多く、年齢や体力による心拍数反応の個人差が必ずしも考慮されていなかった。このため、運動負荷時の昇圧反応性に加齢や高血圧の有無による差を認めなかったとする報告もみられ、運動負荷時の昇圧反応性と将来の高血圧発症との関係を不明確にしている要因の一つとなっている。本研究では、年齢差や体力差を考慮して、全ての被験者に対して同一の生理的負担度となるような相対的心拍数を求め、安静時からその心拍数に到達するまでの収縮期血圧の変化量を指標として用いたことで、正常血圧者における運動負荷時の昇圧反応性の個人差を明確にすることができたものと考えられた。

ま と め

正常血圧者における運動負荷時の昇圧反応性と将来の高血圧発症との関係を検討したところ、運動負荷時に過大な昇圧反応を示す者では、将来的に高血圧症へ移行する者が

多いことが明らかになった。したがって、運動負荷時の昇圧反応性が正常血圧者のうち将来的に高血圧を発症しやすい者を発見するための指標として有用であることが示された。

文 献

- 1) Dlin, R. A. et al. : Follow-up normotensive men with exaggerated blood pressure response to exercise, *Am Heart J*, 106 (2) : 316-20, 1983.
- 2) Dawber, R. T. : Framingham Study, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts and London, 1980.
- 3) Larry, T. M. et al. : Left ventricular mass and exercise responses predict future blood pressure : The muscatine study, *Hypertension*, 12: 206, 1988.
- 4) Benbassat, J et al. : Blood pressure response to exercise as a predictor of hypertension, *Arch Intern Med*, 146 : 2053-55, 1986.
- 5) Fagard, R. : Habitual physical activity, training and blood pressure in normo-and hypertension, *Int J Sports Med*, 6 : 57-67, 1985.
- 6) Philipp, T. et al. : Sympathetic nervous system and blood pressure control in essential hypertension, *Lancet*, 2 : 959-63, 1978.

高酸素及び低酸素吸入下のランブ負荷運動に伴う 下肢筋内酸素濃度動態の解析の試み

大阪市立大学 保健体育科研究室
大阪大学 健康体育部
関西医科大学 心臓血管病センター

弘原海 剛・田中 繁宏・大島 秀武・藤本 繁夫
宮本 忠吉
木村 穰

目 的

近年、近赤外分光が生体を透過しやすく酸化型ヘモグロビン (Oxy-Hb)、還元型ヘモグロビン (Deoxy-Hb) によってその吸収が異なる性質を利用することにより、筋内での酸素動態を非侵襲的に且つ簡便に把握できる近赤外分光装置 (NIRS : Near Infrared Spectrometer) が開発された。NIRS によって観察されるランブ負荷運動中の筋内酸素濃度は、負荷強度の比較的低い運動初期には、負荷量の増加に伴い勾配の程度には個人差がみられるが一般に直線的な低下を示す。しかし負荷強度が強くなる運動後半には被験者により、負荷量の増加と共に更に酸素濃度低下を続ける場合と、屈曲点が出現し、その後殆ど低下せず一定となる場合がみられる¹⁾。われわれは、このランブ負荷運動中の筋内酸素動態に生じる低下反応 (以下 NIRS slope) および屈曲点 (NIRS threshold 2; NT2) に注目し、NT2 が酸素交換率の限界を反映するものであり²⁾、トレーニング効果によって出現が遅延することを報告した³⁾。

今回は異なるガス濃度 (標準ガス, 16%, 40% 濃度の酸素) 吸入の差が、NIRS slope や NT2 に及ぼす影響について検討した。

対象および方法

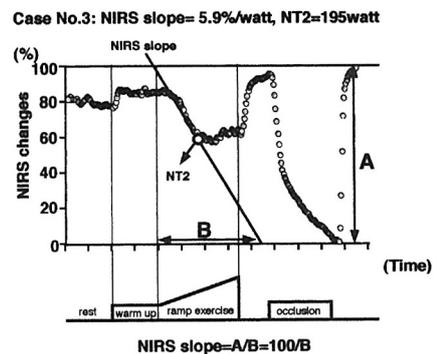
対象は、健常男性 5 名で平均年齢 : 26.0 ± 5.4 歳、身長および体重は、173.6 ± 2.8 cm, 65.4 ± 8.9 kg であった。

運動負荷は、コンビ社製自転車エルゴメータにより、6 分間の安静後、20ワット 6 分間のウォーミングアップに続いて、1 分間に 20ワットずつ負荷を増加するランブ負荷運動を疲労困憊に至るまで行なった。筋肉内酸素動態の測定はオムロン社製近赤外分光装置 HEO 100 を用いた。今回の測定ではプローブを自転車運動の主働筋である大腿部外側広筋に装着し測定した。

なお、運動負荷終了後に、NIRS による酸素濃度の定量評価を行なうため、カフ阻血による動脈血流遮断法キャリブレーションを行なった (図 1)。

吸入気ガスは標準ガス (air), 16% の低濃度酸素 (16% O₂), 40% の高濃度酸素 (40% O₂) の 3 種類とした。測

(a)



(b)

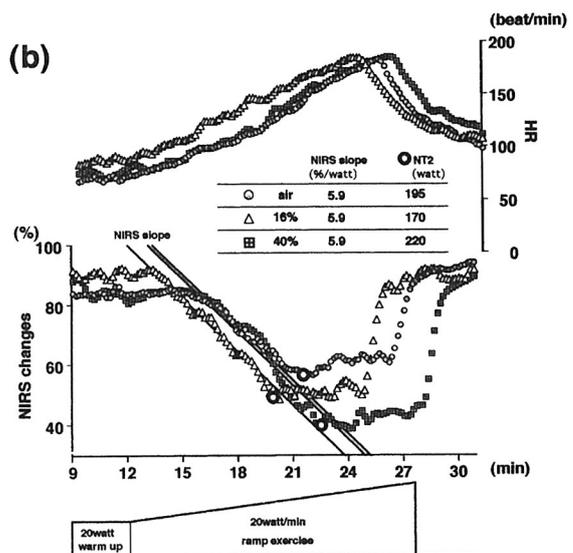


図 1. Method of quantitative evaluation in NIRS Curve during RAMP exercise under normoxia (a), and changes in both HR and NIRS Curve during RAMP exercise under normoxia, hypoxia and hyperoxia in Case No. 2 (b).

定は、吸入気ガスを 200 リットルのバルーンに入れて、フェイスマスクに装着した J バルブを介して吸入させた。吸入気ガス濃度により、それぞれ別の測定日を設け、安静時から酸素濃度のキャリブレーション終了に至る同一プロトコル中の吸入をシングル・ブラインド法にてランダム化させて行なった。

また、別途に NIRS slope および NT2 出現有無の再現

性の確認のため、本研究対象者4例と他の1例を加えた5例について、air吸入下にて同一プロトコルによる運動負荷検査を行なった。

結果

air吸入下にて2回実施したランプ負荷検査の結果、NIRS slopeおよびNT2出現時の負荷量、NT2の出現の有無については、5例とも変化はみられず、再現性は良好であった(表1)。

peak時SpO₂のair、16% O₂、40% O₂吸入時の平均は、それぞれ95.4±1.1%、89.4±3.2%、98.0±1.0%で、16% O₂吸入では、運動中に低酸素血症が認められており、airおよび40% O₂吸入に比べ有意に低値を示した(air:

表1. Reproducibility of both NIRS slope and NT2.

Case NO.	Test-1 NIRS slope (%/watt)	Test-1 NT2 (watt)	Test-2 NIRS slope (%/watt)	Test-2 NT2 (watt)
1	6.6	160	6.7	160
2	5.9	195	5.9	195
3	3.2	—	3.2	—
4	3.1	—	3.1	—
5	7.2	180	7.2	200
mean	5.2	178.3	5.2	185.0
S.D.	1.9	17.6	1.9	21.8

表2. Exercise date for 5 subjects under normoxia, hypoxia and hyperoxia.

air						
Case NO.	watt at VT (watt)	watt at peak (watt)	SpO ₂ at peak (%)	peak HR (beat)	NIRS slope (%/watt)	watt at NT2 (watt)
1	104	212	97	164	6.7	160
2	104	282	94	153	5.9	195
3	118	275	95	183	3.2	—
4	106	272	95	178	3.1	—
6	75	195	96	180	4.4	140
mean	101.4	247.2	95.4	171.6	4.7	165.0
S.D.	15.9	40.5	1.1	12.7	1.6	27.8
16%						
Case NO.	watt at VT (watt)	watt at peak (watt)	SpO ₂ at peak (%)	peak HR (beat)	NIRS slope (%/watt)	watt at NT2 (watt)
1	88	201	89	166	6.8	135
2	97	272	87	156	5.9	170
3	101	252	86	186	3.2	220
4	82	256	94	177	3.1	190
6	90	192	91	178	4.2	120
mean	91.6	234.6 ^{a,b}	89.4 ^{a,c}	172.6	4.6	167.0
S.D.	7.5	35.7	3.2	11.7	1.7	40.6
40%						
Case NO.	watt at VT (watt)	watt at peak (watt)	SpO ₂ at peak (%)	peak HR (beat)	NIRS slope (%/watt)	watt at NT2 (watt)
1	92	226	97	167	6.4	200
2	120	292	98	144	5.9	220
3	139	284	97	180	3.2	—
4	100	252	99	178	3.1	—
6	82	202	99	172	4.2	80
mean	106.6	251.2	98.0	168.2	4.6	166.7
S.D.	22.9	38.1	1.0	14.5	1.5	75.7

a: (P<0.05): Significant difference between 16%O₂ and air.
b: (P<0.05): Significant difference between 16%O₂ and 40%O₂.
c: (P<0.01): Significant difference between 16%O₂ and 16%O₂.

p<0.05, 40%: p<0.01) (表2). NIRS slopeの平均値は、air: 4.7±1.6%/watt, 16% O₂: 4.6±1.7%/watt, 40% O₂: 4.6±1.5%/wattで吸入気ガス濃度による影響はみられなかった。NT2の出現は、air吸入時では5例中3例にみられた。40% O₂吸入時でもair吸入時と同様の3例にみられたが、16% O₂吸入時では5例全員にNT2の出現がみられた。また、air時にNT2の出現がみられた3例中2例では、16% O₂吸入時には他の濃度ガス吸入時より早期にNT2が出現した(表2, 図1-b)。peak HRの平均値は、air: 171.6±12.7拍/分, 16% O₂: 172.6±11.7拍/分, 40% O₂: 168.2±14.5拍/分で吸入気ガス濃度による影響はみられなかったが(表1), ランプ負荷運動中のHRは16% O₂吸入によりair, 40% O₂時に比べ、対象者全例に平均10拍/分程度の頻脈がみられた(図1-b)。

VT時ワットの平均は、吸入気ガス濃度による差異はみられなかったが、peak時ワットの平均は16% O₂が他の濃度ガスに比べ有意に低値を示した(p<0.05)。

考察

16% O₂吸入によりpeak SpO₂の平均値は89.4%と低下したが、ランプ負荷運動の早期に認められる筋内酸素濃度の低下を示すNIRS slopeに影響はなかった。16% O₂吸入下の運動時では明らかに下肢筋の毛細血管内酸素分圧の低下を示していたが、これは運動中の心拍数がair吸入下の運動時に比べ高値を示したことに関連している。すなわち、低酸素吸入下では動脈血酸素飽和度の減少により動静脈酸素較差の低下がみられるが、その代償として心拍数を上昇させ血流量を増加することにより酸素供給を補うメカニズム⁵⁾が作用したと考えた。そのため酸素の抜き取りの変化率を示すNIRS slopeは16% O₂吸入下でも影響は受けなかったと考えられる。

NT2の出現は16% O₂吸入により、airと40% O₂吸入下ではNT2がみられなかった2例に、新たにNT2の出現がみられたり(図1-b)、その他の3例中2例は早期に出現するようになった。NT2は局所筋内でのOxy-Hb+MbからDeoxy-Hb+Mbへのガス交換比が一定となる時点であり、筋内の酸素交換率に限界が生じたことを示唆²⁾している。16% O₂吸入においてNT2が軽い負荷量で認められたり、新たに出現したのは、16% O₂吸入により運動時の動脈血酸素濃度の低下が顕著になったためair吸入時と同じ負荷量でも筋内酸素分圧の低下が生じ、その結果、早期に酸素交換率が限界に達したためと推測した。したがって、16% O₂吸入下の運動時では、air吸入下に比べ活動筋への血流再配分の機構や活動筋での有酸素的筋収縮から無酸素的筋収縮への運動単位のリクルートメント機構⁶⁾などが早期に働いたと考えられる。

一方、40% O₂吸入下ではair吸入下と比べてNIRS slope, NT2ともに変化がみられなかったのは、40% O₂吸入を行

なっても、ヘモグロビン酸素飽和度は、air 吸入時と殆ど変わらないためと考えた。

以上のことより、局所活動筋の酸素の抜き取り効率を反映している NIRS slope は、高酸素および低酸素吸入による影響を受けないが、酸素交換率に限界が生じる筋内酸素分圧を反映している NT2 は、低酸素吸入の影響を受けることが明らかとなった。これらのことより、NIRS slope は個人の持つ筋肉の特性を表わす指標として、また NT2 は筋内酸素分圧の低下の程度を知る上で有用である可能性が示唆された。

まとめ

ランブ負荷運動中における筋内酸素濃度から示された NIRS slope, NT2 を用いて、吸入気ガス濃度（標準ガス, 16% O₂, 40% O₂ 濃度の酸素）の差が酸素動態に及ぼす影響について検討した。その結果、活動筋内の NIRS slope は吸入気ガス濃度の影響を受けないが、酸素交換率の限界

(NT2) に達するまでの時間は、低酸素吸入により早められることが明らかになった。

文 献

- 1) 岩根久夫ら：近赤外分光法による生体内酸素動態の測定。体力科学, 44 : 475-480, 1995.
- 2) Wadazumi, T et al. : Differences in Breakpoint Patterns in the Muscle Oxygenation Curve Measured by NIRS during RAMP exercise. Therapeutic Research, 17 : 55-59, 1996.
- 3) 弘原海 剛ら：近赤外分光法（NIRS）からみた筋肉内酸素動態に及ぼす有酸素トレーニングの影響。関西臨床スポーツ医；科学研究会誌, 6 : 57-59, 1996.
- 4) Chance, B et al. : Recovery from exercise-induced desaturation in quadriceps muscles of elite competitive rowers. Am. J. Physiol, 262 : C766-C775, 1992.
- 5) 浅野勝己ら：低圧環境下における運動負荷時血行動態。最新医学, 38 : 74-77, 1983.
- 6) Henneman, E. et al. : Relationship between structure and function in the design of skeletal muscle. J. Neurophysiol., 28, 581-598, 1965.

膝関節内側側副靭帯 (MCL) 単独損傷の競技復帰について

— 筋力回復の観点から —

川崎医科大学附属川崎病院 リハビリテーション科 佐藤 和敬

川崎医科大学附属川崎病院 整形外科 柚木 脩・長久 浩明・松家 秀彦

目 的

膝関節内側側副靭帯 (以下, MCL) 損傷はスポーツ外傷による靭帯損傷のなかでは頻度が高いものの一つである。しかし, 初期治療が確実に行なわれず長期に痛みや不安定感を残す症例も少なくない。また治療法に関しても手術的か保存的か議論が分かれる^{1),2)}。

今回, 外来で複合損傷を疑い入院, 関節鏡等精査を要した症例の中から新鮮 MCL 単独損傷と確定診断され, 保存的, 手術的治療に至ったスポーツ選手に着目しリハビリテーションを直接行なう PT の立場で大腿四頭筋における筋力回復の観点から競技復帰について検討する。

対 象

昭和61年から平成9年までの12年間にストレス X-P, 関節鏡検査を施行し MCL 単独損傷と確定診断したスポーツ選手77例を対象とした。内訳は保存例45例 (男性31例, 女性14例), 手術例32例 (男性27例, 女性5例)であった。受傷時平均年齢は保存例22歳, 手術例21歳であった。受傷原因はサッカー, アメフト, ラグビー等コンタクトスポーツが多くを占め, それらは専門競技種目そのもので受傷していた。

表 1. 膝関節内側側副靭帯損傷後リハビリテーションプログラム

	患部の保護	トレーニング	
1~2W	ギブス固定 (30° 屈曲・内旋位) 可動域制限付き硬性装具	Quad I/ME SLR 患部外 トレーニング	松葉杖歩行 (可能ならF.W.B)
6W	軟性装具, テーピング	ROM訓練 Quad PRE イスから立ち上がり	器具になれば 早期に独歩へ トレッドミル 使用での歩行から 速歩へ
7W		硬性装具除去	
8W		ジョギング	
9~10W		スピードアップ (加速走)	
10~11W		全力走目標 横の動き, ジャンプ練習 カッティング, ターン	実践練習
12W		ダッシュ	完全復帰

方 法

筋力測定はテンションメーターを使用し, 大腿四頭筋の張力が最大となる膝60° 屈曲位にて等尺性筋力測定を保存例, 手術例共に入院時, 6週時, 12週時と健患比, 体重比で求めた。又, 症例を通して OG 技研社製ハイドロマスキュレーター GT500 を使用し, 可変速可変抵抗モードでのトルク-角度曲線の回復を検討した。

次に手術例, 保存例共に同一の MCL 損傷後のリハビリテーションプログラムを行ない12週経過時での競技復帰状況を調査した (表 1)。

結 果

1. 筋力回復

入院時, 6週時, 12週時の筋力は健患比において保存例で49%, 71%, 88%。手術例では55%, 60%, 81%と経時的かつ確実に上昇回復していた。体重比においても保存例で40%, 80%, 102%。手術例では64%, 69%, 104%と健患比と同様に回復を示した (図 1)。

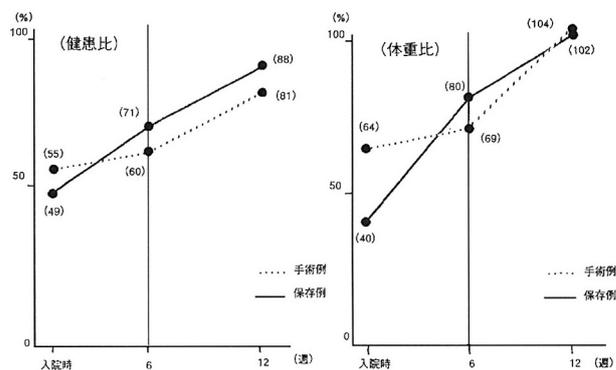


図 1. 大腿四頭筋筋力回復経過

2. トルク-角度曲線の回復経過

症例: 23歳, 男性, 社会人サッカー選手

断裂部位は浅層で下方実質, 深層は menisconfemoral ligament の断裂であった。関節鏡所見は menisconfemoral ligament の断裂が認められそこから浅層断端が埋入して

いた。麻酔下外反ストレス X-P では伸展 0°, 屈曲 30° 共にⅢ度の重症例である。

トルク-角度曲線は 3 週時には全体的に平坦な曲線であるが経時的に上昇し、6 週で健側と同形態の曲線が認められた。その他の症例も本症例と同形態の曲線を示した (図 2)。

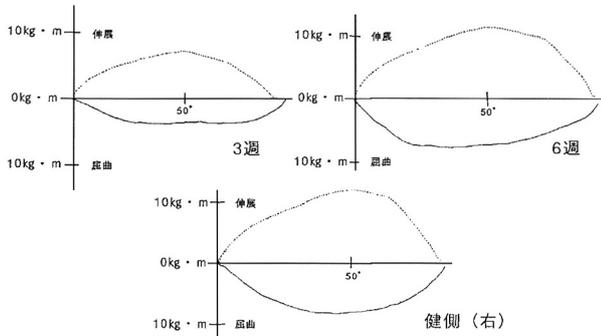


図 2. トルク-角度曲線の回復経過
(OG 技研社製ハイドロマスキュレーター GT500)
23 歳男性社会人サッカー選手 左 MCL 単独損傷

3. 競技復帰状況

全 77 例中 62 例 (80%) が競技復帰すなわち試合復帰をしていた。男性は 58 例中 50 例 (86%), 女性は 19 例中 12 例 (63%) が復帰していた。残りの 15 例 (20%) はシーズンオフや引退等が理由で競技復帰していなかったが自覚的、他覚的に機能、安定性は良好であった。

競技復帰に関して各専門種目に合わせたプログラムが必要になる。競技に復帰するには選手と相談し復帰プログラムを作製し選手個々に手渡している (図 3)。

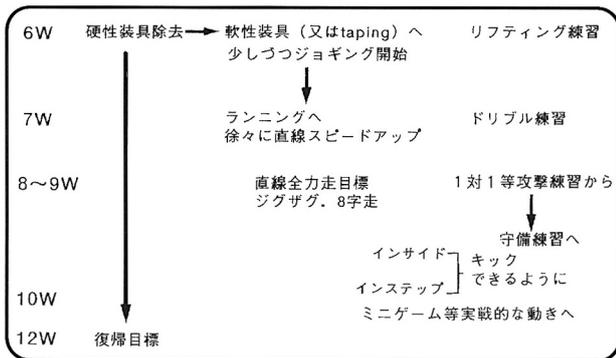


図 3. 競技復帰プログラム (種目: サッカー)

考 察

MCL 単独損傷は軽症例では自制内あるいは 2 ~ 3 週以内に軽快し、スポーツ復帰する例が多く見られるが、しかし、外来で重症あるいは複合損傷を疑わせる症例は精査すべきと考えている。

今回の調査により新鮮 MCL 単独損傷と確定することが重要で、早期に適切な治療 (保存的, 手術的) を行なうことで計画的に 12 週での競技復帰が可能である。

筋力に関しては受傷後一度低下する。これは Smillie³⁾ の述べる reflex inhibition によるものと考えている。その後経時的かつ確実に回復している。体重比が 100% を越えているにもかかわらず、健患比が 80% 台に留まった理由はトレーニング効果により健側も上昇するため、12 週で健側と同等の値を出すことは困難だと思われる。筋力回復の観点より競技復帰について体重比を目安にしている。特にコンタクトスポーツで軸足、利き足の差はあるが今回のデータより 100% は必要であると考えている。そして、回復した筋力をスポーツ動作中にどのように発揮すればよいか指導することが重要である⁴⁾。又、実践的な動きへ参加して行けば筋力も上昇し、いわゆる身のこなしがうまくなっている⁵⁾。これは運動単位の増大により協調性が高まったものと思われる。

ま と め

新鮮 MCL 損傷は関節鏡を含めた総合的検査により単独損傷と確定することが重要で、早期に適切な治療を行なうことで手術的、保存的であれ筋力は経時的に上昇回復し 12 週での競技復帰が可能である。今回扱った本症は選手が自主的に復帰するにあたり経時的に評価し、アドバイスをする程度で好結果が得られた。なお、本症の再発で当院を再受診した者は見られなかった。

文 献

- 1) 村瀬研一, 他: 膝内側側副靭帯損傷. 整・災外, 28: 23~29, 1985.
- 2) Fetto, J. F. et al.: Medial collateral ligament of the knee. Clin. Orthop., 132: 206~218, 1978.
- 3) I. S. Smillie.: Importance of the quad-riceps. Injuries of the knee joint: 1~3, 1970.
- 4) 浦辺幸夫, 他: スポーツ選手の筋力増強訓練. PT ジャーナル, 23: 763~769, 1989.
- 5) 森安 真: スポーツ選手における膝蓋大腿関節障害の動的筋力評価の応用. 第 16 回運動療法研究会抄録集: 23~25, 1991.

Vリーグ試合中に脛骨疲労骨折から完全開放骨折を来たしたバレーボール選手の一例

水口市民病院 整形外科	村上 元庸・西野 嘉人
大津赤十字病院 整形外科	光野 一郎・柿沼 工
北村整形外科	北村 修一
滋賀医科大学 整形外科	吉川 玄逸
日野記念病院 整形外科	小林 昌明

はじめに

疲労骨折はしばしばスポーツ選手に見られるが、それが破綻を来たして完全骨折にまでいたる例は多くない。今回著者が救護班として参加していたVリーグ試合中に、脛骨疲労骨折から完全開放骨折となったバレーボール選手に遭遇したので、文献的考察を加えて報告する。

症 例

28歳，男子，某実業団バレーボール選手でエースアタッカーである。体格は身長184cm，体重75kgで中肉中背。スパイクジャンプ95cm，ブロックジャンプ85cm。

既往 歴

反対側の左脛骨疲労骨折が平成5年に発生したが，特に安静にせず放置にて3年ほどで治癒した（図1）。



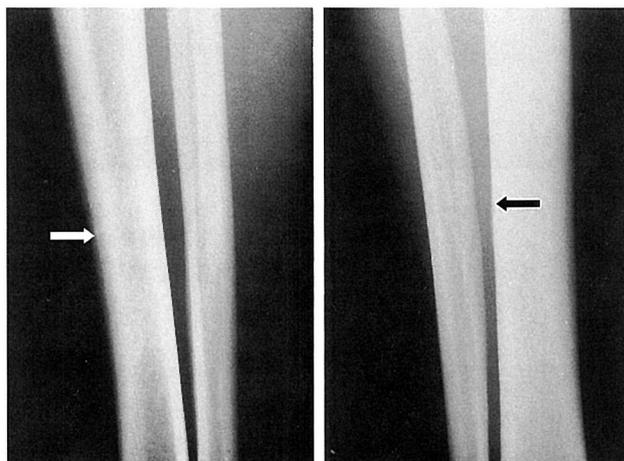
図1. 反対側の左脛骨疲労骨折治癒後のX線像
左脛骨疲労骨折が平成5年に発生したが，3年ほどで治癒した。

現 病 歴

平成8年夏ごろから練習中に右下腿痛が出現するよう

になったが，練習は続けていた。

平成8年12月から3ヶ月間開催される第3回Vリーグ戦がはじまったが，期間中に右下腿痛増悪のため，平成9年1月20日近医を受診した。単純X線像で脛骨前面に亀裂と外側に仮骨形成が認められ，跳躍型疲労骨折と診断された（図2）。安静を指示されたがVリーグ期間中でもあり，やむなく独断で試合を続けた。



側 面 正 面

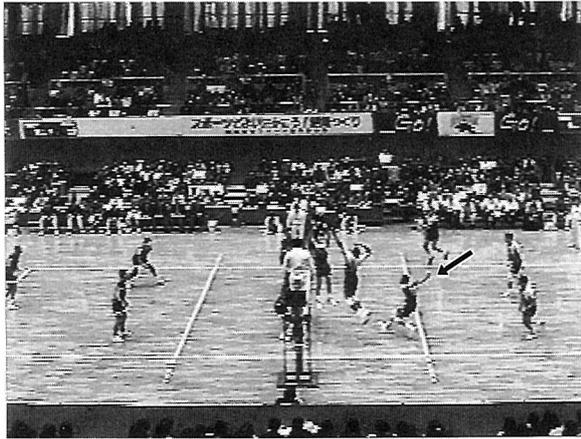
図2. 右脛骨疲労骨折（平成9年1月）のX線像
脛骨中央部の前面に亀裂と，外側に仮骨形成が認められ，跳躍型疲労骨折の像を呈していた。

Vリーグ戦の終盤に差しかかった2月中旬から，さらに右下腿痛増悪してきたため，鎮痛剤を服用して試合に出場し続けていた。

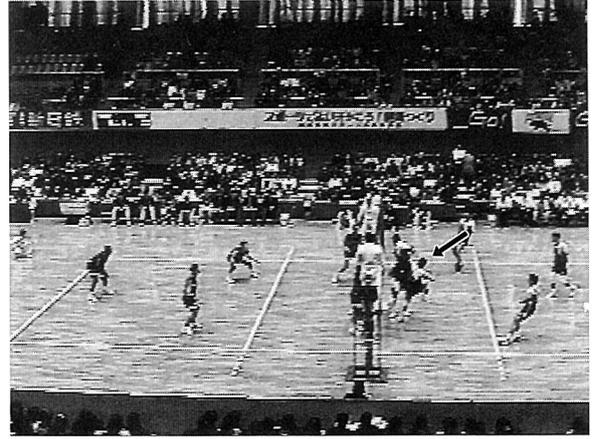
その数日後の2月23日，某県立体育館でVリーグ第3節の試合中，アタックを打とうとジャンプ時に急に転倒した。

図3は受傷時の様子を撮ったビデオから写真にしたものである。トスが上がり，アタックを打つためにジャンプの踏み切りをした直後に体勢がくずれて転倒した模様である。

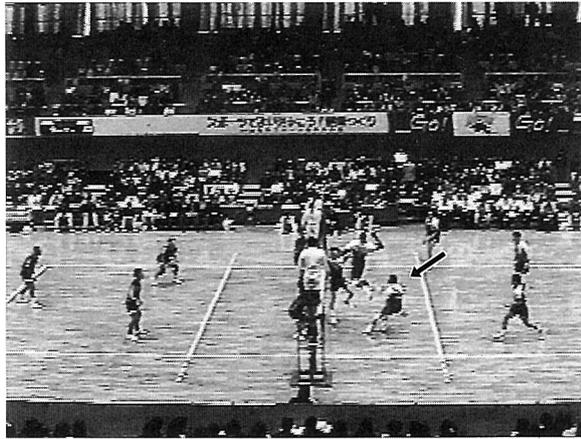
現場での初診時所見では，右下腿中央に約6cm程の開放創があり，そこから脛骨の近位骨折断端が飛び出して露出していた。この時点で開放骨折と診断された（図4）。



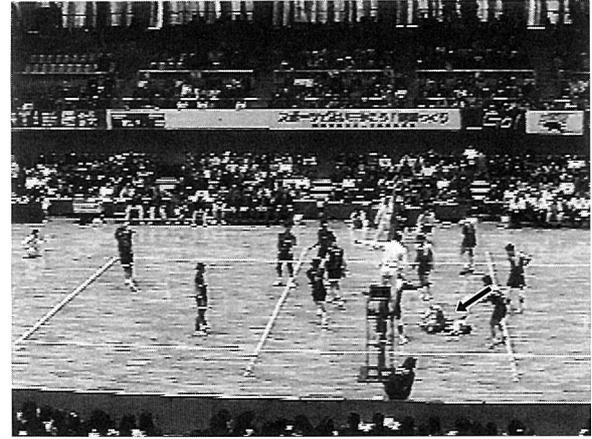
(1)



(3)



(2)



(4)

図3. 完全骨折時の様子（矢印の選手）

(1)から(2)はトスが上がり、アタックのためジャンプの踏み切りをするところである。(3)はその直後に体勢がくずれて、(4)の如く転倒した。



図4. 受傷直後の所見

右下腿中央に約6 cm程の開放創があり、そこから脛骨の近位骨折断端が飛び出して露出していた（矢印）。

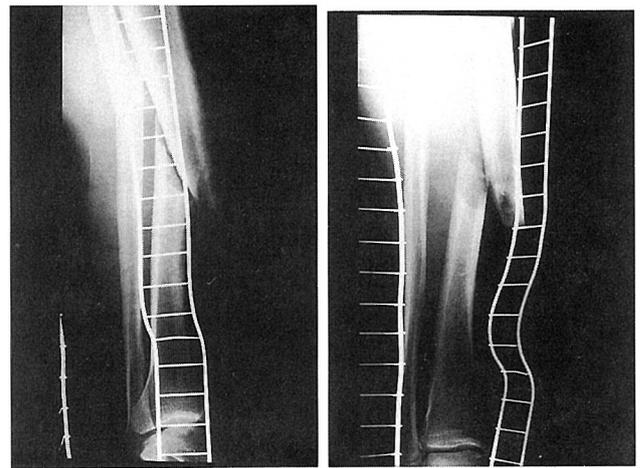


図5. 完全骨折受傷時の右下腿X線像（平成9年2月23日）

脛骨中央の短斜骨折と腓骨骨折が認められた。

送された。同日緊急手術（デブリードマン）と、2週間後に髓内釘固定による骨接合術が施行された。図5は完全骨折時のX線像である。脛骨中央の短斜骨折と腓骨の中上1/3で骨折が認められた。

経 過

現地で副木固定の応急処置を受け、某総合病院へ救急搬

術後経過は良好であり、受傷後1年後の現在、バレーボールを続けており、所属チームは変わったが、実業団チームで活躍中である。

血液生化学検査

貧血なく、肝機能腎機能・カルシウムを含む電解質など、特に異常は認められなかった(表1)。

表1. 血液生化学検査結果(平成10年2月23日)

RBC 442×10⁴/μl, Hb 14.3 g/dl, Ht 41.1%,
GOT 21 U, GPT 14 U, LDH 332 U
BUN 19 mg/dl, CRE 1.1 mg/dl
Ca 8.8 mEq/l, Na 141 mEq/l
CRP 0.0 mg/dl

考 察

脛骨疲労骨折のうち跳躍型についてはBurrow¹⁾が1956年に、5例のバレエダンサーの発症についての報告が初めてである。その中の一例は、それが破綻し完全骨折を来した。その後、脛骨の疲労骨折から完全骨折にいたった症例の報告は少なく、我々の症例を入れると海外11例、本邦4例で計15症例であった¹⁻⁹⁾(表2, 3)。なお、他にも3症例があったが、それらは検査や治療のためバイオプシーやドリリングなどの術後に完全骨折を起こしたため、完全骨折の要因として手術による影響が大きいと考えられたため除いた。全例跳躍型であった。また開放骨折例は今回の症例以外にはなかった。

それらをまとめると年齢は11から28歳、平均18.6歳で若年者ばかりであった。性別では男性が14例とほとんどであった。スポーツ種目ではアメリカンフットボール、バスケットボール、バレーボールが多かった。完全骨折の発症機序はジャンプやランニングなど、通常のスポーツ活動中に発生したものが60%と多かった。発症から完全骨折までの期間は0.5から5ヶ月で平均3ヶ月であった。中には完全骨折するまで症状がなかった4例があった。完全骨折するまでの状態では、安静なしでスポーツを続けていたものは11例73%と大半を占めていた。それ以外の4例全ては、安静により一旦症状が改善し、スポーツを再開したところ

表2. 完全骨折を来した脛骨疲労骨折の報告例
(手術後の3例を除く)計15例

海 外	11例	本 邦	4例
Burrow (1956)	1例	吉 矢 (1990)	1例
Brahms (1980)	1例	湊 (1991)	1例
Green (1985)	5例	和 田 (1995)	1例
Blank (1987)	1例	村 上 (1998)	1例
Rettig (1988)	1例		
Beals (1991)	2例		

表3. 完全骨折を来した脛骨疲労骨折の報告例のまとめ

- 年齢: 平均18.6歳(11歳から28歳)
- 性別: 男性14, 女性1
- スポーツ種目

アメフト	5
バスケットボール	4
バレーボール	2
その他	2
記載なし	2
- 完全骨折発生状況

スポーツ活動中	9
ジャンプ時	5
ランニング中	2
詳細記載なし	2
事故	2
記載なし	4
- 疲労骨折発症(運動時痛出現)から完全骨折までの期間
平均3.0ヶ月間(0.5ヶ月から5ヶ月)
※完全骨折まで症状なし: 4例(28%)
- 完全骨折までの状況

安静の有無	
安静なし: 11例	(73%)
安静あり: 4例	(27%)
安静期間: 平均7.2週間	(5週間から8週間)
スポーツ再開後, 完全骨折までの期間	
スポーツ再開後1日目: 2例	
2日目: 2例	

2日以内に完全骨折を起こしている。その安静期間は5から8週間で骨癒合には不十分と考えられた。

ま と め

- Vリーグ試合中に跳躍型脛骨疲労骨折から完全開放骨折を来したバレーボール選手の一例を報告した。
- 脛骨跳躍型疲労骨折はそのままスポーツを続けていたり、骨癒合が十分でない時期にスポーツ復帰をさせると完全骨折にいたる危険がある。脛骨跳躍型疲労骨折のスポーツ復帰許可の指標は、自覚症状の改善ではなく、十分な骨癒合が得られていることであろう。

文 献

- Burrow, H. J. : Fatigue infraction of the middle of the tibia in ballet dancers. J. Bone Joint Surg., 38B : 83-94, 1956.
- Beals, R. K. et al. : Stress fractures of the anterior tibial diaphysis. Orthopedics, 14 : 869-875, 1991.
- Blank, S. : Transverse tibial stress fractures. Am. J. Sports Med., 15 : 597-602, 1987.
- Brahms, M. A. et al. : A typical stress fracture of the tibia in a professional athlete. Am. J. Sports Med., 8 : 131-132, 1980.
- Green, N. E. et al. : Nonunion of stress fracture of the tibia. Am. J. Sports Med., 13 : 171-176, 1985.
- Retting, A. C. et al. : The natural history and treatment of delayed union stress fractures of the anterior cortex of the

- tibia. Am. J. Sports Med., 16 : 250-255, 1988.
- 7) 湊 康行ら：完全骨折に至った脛骨跳躍型疲労骨折の一例。
大阪市大整外研会誌, 13 : 74-77, 1991.
- 8) 吉矢晋一ら：一側に完全骨折をきたした両側脛骨跳躍型疲労
骨折の一例. 日本整形外科スポーツ医学会雑誌, 9 : 5-7,
1990.
- 9) 和田誠之ら：跳躍型疲労骨折の治療経験, 東北整災紀要, 39 :
185-188, 1995.

スキーブーツによる腓骨筋腱滑車症候群の1例

奈良県立医科大学 整形外科

水振 貴満・米田 岳史・亀井 滋・城崎 和久
山内 亨・田中 康仁・高倉 義典・玉井 進

はじめに

腓骨筋腱滑車症候群とは、腓骨筋腱滑車が肥大しているために生じる有痛性の足部障害であり、長・短腓骨筋腱腱鞘炎や滑液包炎、腓腹神経の絞扼などが原因となる¹⁾。今回我々は、スキーブーツにより腓腹神経の本幹が圧迫され腓骨筋腱滑車症候群を来した稀な症例を経験したので、若干の文献的考察を加え報告する。

症 例

症例は24歳女性。

主 訴：右踵部外側の痛みと右足背外側の知覚低下。

現病歴：中学生の時から右腓骨筋腱滑車部の肥大に気付いていたが、特記すべき症状はなかった。平成10年1月にスキーに行った直後から、同部の疼痛が出現したため来院した。

初診時現症：右外果下方約1 cmの部位に直径1 cm大の骨性隆起を認め、肥大した腓骨筋腱滑車の上部に腓腹神経を触知できた。同部に Tinel 徴候及び腓腹神経領域の異常知覚を認めた。

単純X線像およびCT所見：右踵骨外側に骨性の隆起を

認めた(図1, 2)。

MRI像：T1, T2強調画像で、矢印のごとく肥大した腓骨筋腱滑車によって長・短腓骨筋腱が上下に隔てられており、明らかな脱臼及び腱鞘炎を疑わせる所見はなかった(図3, 4)。

電気生理学的検査：腓腹神経伝達速度は患側46.5 m/s、健側55.3 m/sと軽度低下し、活動電位の振幅は、患側3.09 mV、健側11.5 mVと著明な低下が見られ、軸索変性を疑わせる所見であった。

以上より我々は大きな腓骨筋腱滑車による腓腹神経の圧迫による障害と診断した。

治 療：圧迫の少ないソフトシューズ着用でも疼痛と異常知覚が残ったためスキーへの早期復帰を考慮し手術を行った。

手術所見：右腓腹神経は肥大した滑車部の直上を走行しており、神経腫の形成は認めなかったものの浮腫状であった。長・短腓骨筋腱には腱鞘炎などの病的な変化は認められなかった。腓腹神経の神経上膜を剥離し、腓骨筋腱の腱溝を温存するため、肥大した滑車表面の骨皮質を挙上し、海綿骨切除を行なった後に再度戻した。加えて腓腹神経の走行を滑車部より背側へ移行した。

術後5カ月現在、骨性隆起は消失し右足背外側に軽度の



図1. 単純X線

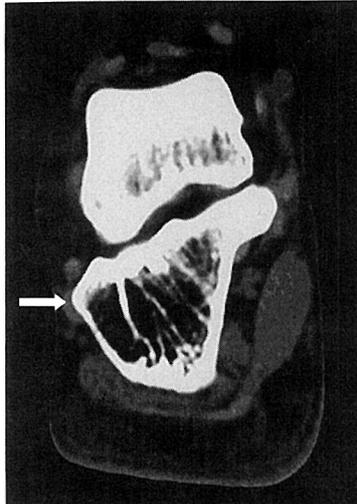


図2. CT像



図3. MRI T1強調画像

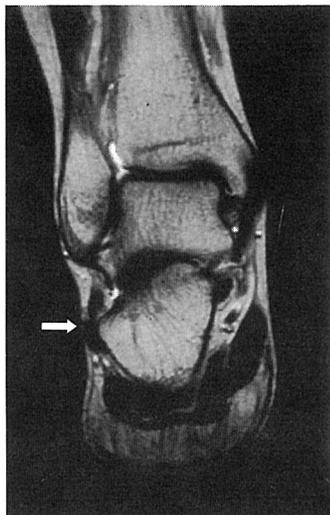


図4. MRI T2強調画像

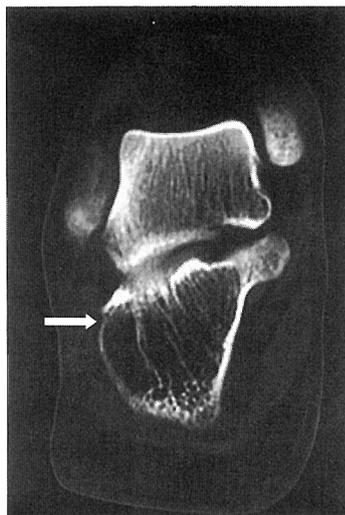


図5. 術後CT像

知覚障害が残存するものの、元のブーツが履けるようになり患者は満足している。術後のCT像でも腓骨筋腱周囲に高輝度の領域が存在するが、骨性隆起は消失している（図5）。

考 察

解剖学的に、腓骨筋腱滑車は、長・短腓骨筋腱を上下に隔て、長腓骨筋腱のこの役割を担っている。また足関節底屈、外がえし運動時に長腓骨筋腱の滑車の役割を果たし、その弾性により踵骨を支え足縦アーチを保つという機能がある。剖検にてEdwardsら²⁾は24%、Sarrafianら³⁾は39%に滑車部の生理的肥大を認めたとしているが、疼痛を

表1.

報告年	報告者	部 位
1953	Polosson et al.	短腓骨筋腱断裂1例
1985	山下ら	長腓骨筋腱脱臼1例 長腓骨筋腱狭窄性腱鞘炎1例
1987	金ら	長腓骨筋腱狭窄性腱鞘炎1例
1992	Pierson et al.	長腓骨筋腱狭窄性腱鞘炎1例 滑液包炎1例
1992	諸見里ら	長腓骨筋腱狭窄性腱鞘炎1例
1995	Tanaka et al.	外側足背皮神経の圧迫2例

生じる症例は稀である。肥大した腓骨筋腱滑車が原因で長短腓骨筋腱腱鞘炎や滑液包炎、腓腹神経の絞扼を呈した症例報告は表1に示す通りである。1995年に我々は、これらが全て腓骨筋腱滑車が肥大することに起因する病態であることから腓骨筋腱滑車症候群としてまとめて報告した。神経が圧迫された報告は、以前我々が報告した外側足背皮神経の枝が圧迫されていた症例のみである⁴⁾。本症例は腓骨筋腱滑車の直上に腓腹神経の本幹が走行していたために、スキーブーツとの間で圧迫された稀な1例である。

Eastwoodら⁵⁾によると腓腹神経の走行は多様であり、外果先端より遠位に0.7cm～3.9cmの間、第五中足骨基部から背側に0.5cm～2.1cmの間に神経の本幹が走っている可能性があるとして報告している。本症例はこの腓腹神経の走行の差違に関与していると考えられる。

結 語

1. スキーブーツによる腓骨筋腱滑車症候群の1例を経験した。
2. 本症例は、スキーブーツで腓腹神経の本幹が圧迫されて発症し、腓骨筋腱滑車切除と神経剥離術で、良好な結果を得た。

文 献

- 1) 諸見里浩ら：踵骨腓骨筋腱滑車過形成の2症例。日本足の外科学会雑誌，13：1-4，1992。
- 2) Edwards ME：The relation of the peroneal tendons to the fibula, calcaneus, and cuboideum. Am. J. Anat., 42：213-253, 1928.
- 3) Sarrafian SK：Osteology in Anatomy of the Foot and Ankle, Descriptive Topographic Functional. JB Lippincott, 1993 Philadelphia.
- 4) Tanaka Y. et al.：Painful hypertrophic Peroneal Tubercle Syndrome. Foot Diseases, 2：29-33, 1995.
- 5) Eastwood D. M. et al.：The distal course of the sural nerve and its significance for incision around the lateral hindfoot. Foot Ankle, 13：199-202, 1992.

不安定性足関節症に対するテーピングの動的制動効果

— 3次元動作解析を用いて —

ダイナミックスポーツ医学研究所 仲 哲治
 府中病院 整形外科 徳山 満
 大阪産業大学 教養部 大槻 伸吾
 大阪市立大学 整形外科 大久保 衛

目 的

1995年の本研究会にて不安定性足関節症に対するテーピングの制動効果を動的及び、静的に解析した。今回テーピングの動的制動効果を角速度及び角度変化量について、経時的に評価したので報告する。

対 象

足関節外側靭帯損傷の既往歴を認め、足関節内がえストレスX線検査にて距骨傾斜角（以下TTAとする）10度以上の不安定性足関節症を有する、男子2例2足を対象にした。これら対象には、足部の疾患、外傷および著明な全身関節弛緩性を認めなかった。症例1は、年齢28歳TTA右13度、症例2は、年齢22歳左21度、平均TTAは17度であった（図1）。

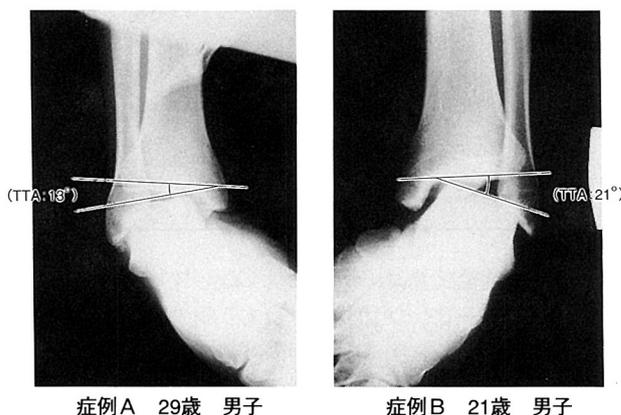


図1. 対象例におけるストレスX-P

方 法

反復横飛びによるターン前後における角度、及び、角速度の変化を3次元動作解析装置VICONを用いて経時的に測定した（図2）。測定方法は、図3のプロトコルに従い反復横飛びを6回行なわせ、反復横飛び中の足部の角度変化を測定した。測定と測定の間ランニングを10分行なった。尚、今回用いたテーピングは、同一メーカーの38mm幅ホワイトテープにてスターアップ・ホースシュー・フィギアエイト・ヒールロックを習熟したトレーナーが一定の手技で施行した。評価した項目は、ターン瞬間の足部接地開始（L）から、足部接地完了（T）を示している。LT間における角度変化量、角速度についてテーピングの有無による違いと経時的変化について検討した（図4）。

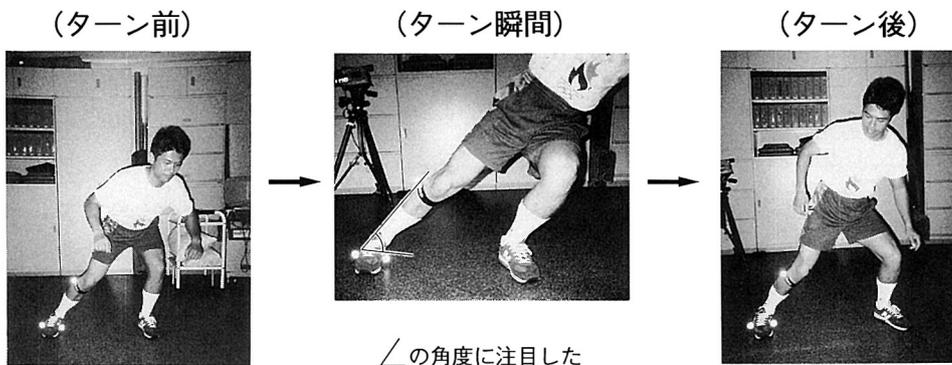


図2. 角速度測定の方法

VICONを用いて反復横飛びを行なわせた。ターン前後における足部と下腿の角度を測定した。

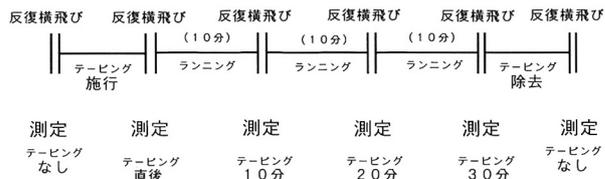


図3. 測定プロトコル

テーピングありとなしでの違いと経時的なゆるみについて検討した。

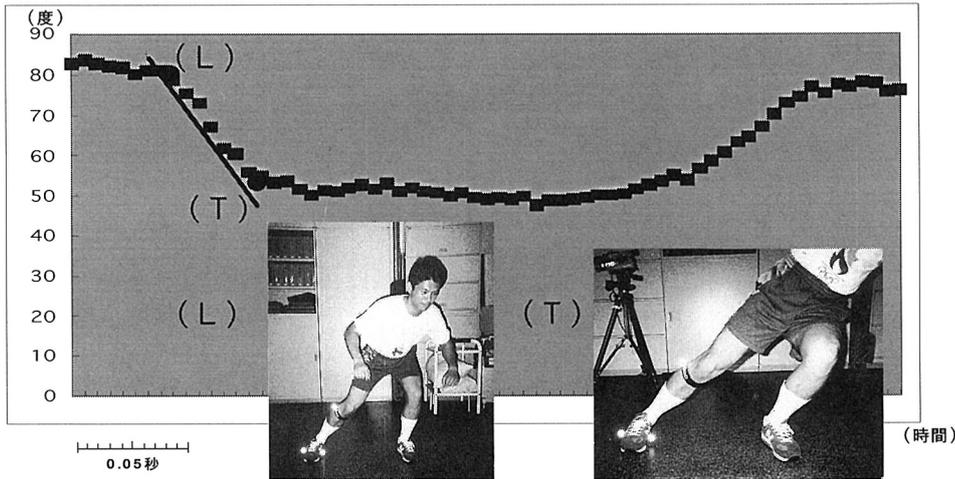


図4. 測定内容

LT間における角度変化量，角速度について検討した。グラフ横軸は，1目盛0.005秒。

考 察

足関節不安定症に対して，今回，VICONを用いて動的制動効果を実際のスポーツ動作に近いランニング及び，反復横飛びを用いて評価した。

前回の報告でテーピングの動的制動効果が確認されていた¹⁾。

今回の経時的評価によりターン時の足部角度量はテーピング施行後，時間の経過と共に増加するが，テーピング後の角速度は時間が経過しても維持されていた。

1984年 My burgh ら²⁾ は，

テーピングの制動効果は10分間の運動に対しては有効であったと述べている。また，1990年下篠ら³⁾ は，バスケットボールにおいて，テーピングの制動効果は15分で減少すると示し，1987年梅々枝ら⁴⁾ もバスケットボールにおいてテーピングの制動効果は20分であると報告している。しかし，いずれにおいてもストレスX線計測での静的な制動効果に過ぎない。

今回我々の結果では，テーピングの動的制動効果は過去の文献同様，経時的には低下するが，ターン時の角速度がテーピングにより制御されていたことから，足部にかかるストレスは軽減され，足関節を保護する機能は時間を経ても保たれていると考えられる。

今後，足関節装具などの新たな制動条件を加えて検討する予定である。

結 果

足部の角度変化量は，テーピングなしに対してテーピング直後からテーピング10分まではLT間の角度変化量が減少し，その後20分・30分と時間の経過と共に角度量は増加する傾向を示した(図5)。テーピング直後から30分にかけてのLT間の足部の角速度は，大きな変化を認めなかった(図6)。

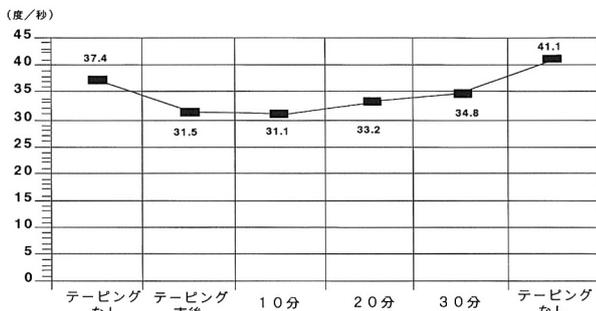


図5. 角度変化量

LT間における平均の角度変化量。

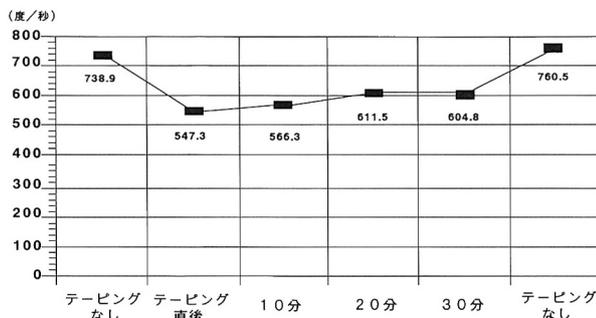


図6. 角速度

LT間における平均の角速度。

文 献

- 1) 大槻伸吾ほか：足関節不安定症におけるテーピングおよび装具の静的・動的制動効果。日本臨床バイオメカニクス学会誌，18：487-490，1997。
- 2) Myburg KH et al. : The effect of ankle guards and taping on joint motion before, during and after a squash match. Am. j. sports Med., 12 : 441-446, 1984.
- 3) 下篠仁士ほか：バスケットボール選手における足関節捻挫の定量的ストレスX計測とテーピングの効果について。日整会スポーツ，9 : 277-281，1990。
- 4) 梅々枝健一ほか：足関節のテーピング整災外，30 : 707-715，1987。

高校生陸上競技選手におけるスポーツ障害予防の実態調査

明治鍼灸大学附属病院 リハビリテーションセンター 木村 篤史・富田 健一
 明治鍼灸大学 リハビリテーション科学教室 松本 和久
 明治鍼灸大学 整形外科科学教室 北條 達也・勝見 泰和

はじめに

近年、スポーツ医学に対する関心が高まる中、特にアスレチックリハビリテーションといった障害発生後の対応が重視される傾向が強い。しかしスポーツ障害の発生原因はトレーニングによるオーバーユースであることが多く、その原因を予防医学的見地に還元し障害の発生を未然に予防することも重要である。

今回我々は高校陸上競技部員のスポーツ障害に対する予防対策の現状を知る目的でアンケート調査を実施したので、若干の考察を加え報告する。

対 象

平成8年7月に実施された京都府陸上競技協会主催の短距離・跳躍普及合宿に参加した京都府内27高校の1・2年生陸上競技部員225名を対象とした。参加選手の種目は、100mと200mが83名(44%)、400mが44名(24%)、走幅跳びが20名(11%)、走り高跳びが17名(9%)、障害種目が13名(7%)であり、その他中長距離、投てき種目も含まれていた。

方 法

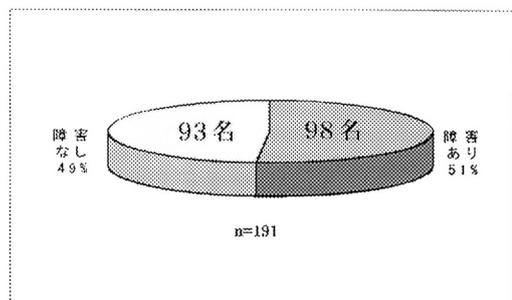
合宿参加者全員に対して自己記入によるアンケートを実施した。調査内容は①合宿参加時のスポーツ障害の有無とその部位、②普段から心掛けているスポーツ障害に対する予防対策実施の有無とその方法、③練習時のウォーミングアップ(以下アップと略す)及びクーリングダウン(以下ダウンと略す)にかかる時間、④テーピングに必要な備品や救急箱(以下ケアボックスと略す)とアイシングに必要なアイスボックス設置の有無についてであった。

結 果

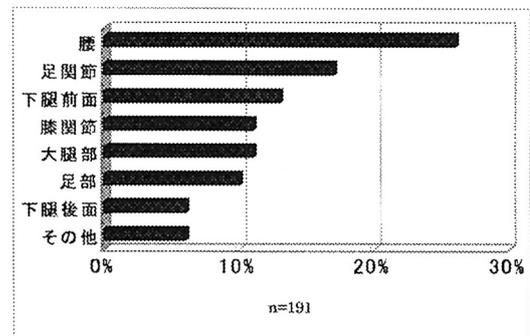
1. 障害について

191名より有効回答を得た(有効回答84%)。障害を抱えていた者は98名(51%)であり(図1-(a))、その部位は

腰部が26名(26%)、足関節部が17名(17%)、下腿前面部が13名(13%)、膝関節部が11名(11%)であり腰下肢に集中していた(図1-(b))。



(a) 運動障害の有無



(b) 運動障害の部位

図1. 運動障害の保有状況

2. 予防対策について

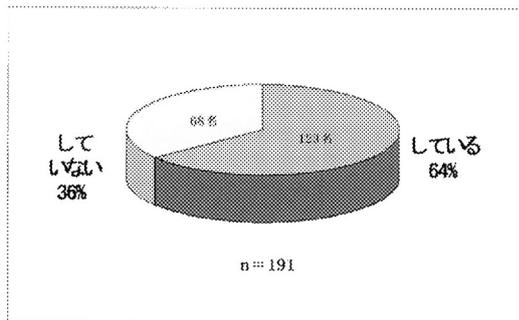
123名(64%)の選手がスポーツ障害に対して何らかの対策をとっていた(図2-(a))。その方法はストレッチの実施が69名(56%)、十分なアップ・ダウンの実施が33名(19%)、マッサージの実施が25名(14%)であった(図2-(b))。

3. アップ及びダウンにかかる時間

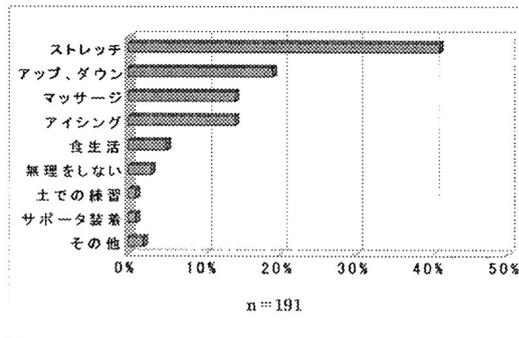
練習時にアップ及びダウンにかかる時間についてはアップは「60分以上」が60名(31%)、「30~40分」が58名(30%)であり30分以上かけている選手が60%以上であった(図3-(a))。ダウンは「10~20分」が124名(65%)と最も多く(図3-(b))、その中にはストレッチなどのアフターケアの時間も含まれていた。

4. 備品設置について

166名（87％）の選手がケアボックスの設置を認識して

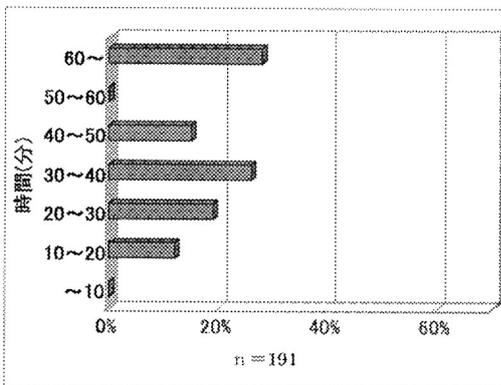


(a) 予防対策の有無

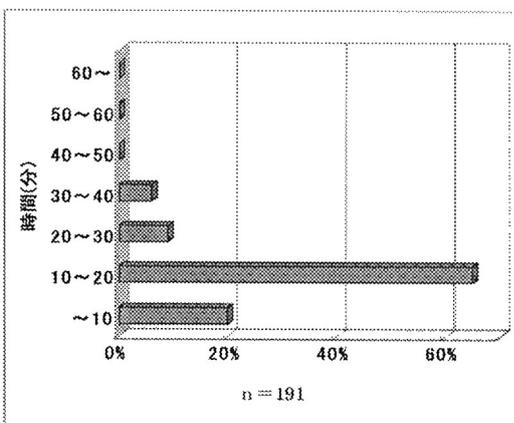


(b) 予防対策の方法

図2. 予防対策の状況



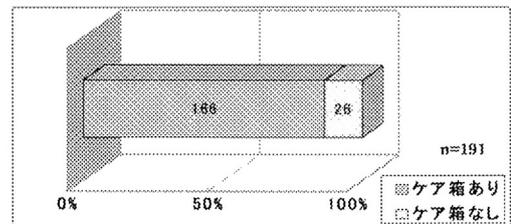
(a) ウォームアップにかかる時間



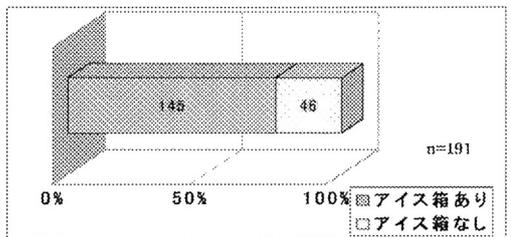
(b) クーリングダウンにかかる時間

図3. アップ及びダウンにかかる時間

おり（図4-(a)）、145名（76％）の選手がアイスボックスの設置を認識していた（図4-(b)）。高校別に見ると27校中26校とほとんどの高校でケアボックスとアイスボックスを設置していた。しかし部員全員が備品設置を認識していた高校はケアボックスが26校中15校（図5-(a)）、アイスボックスが26校中わずか6校しかなく、設置してあるにもかかわらず備品設置を認識していない選手が存在する高校を多数認めた（図5-(b)）。

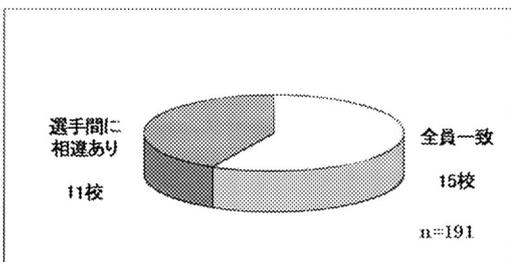


(a) ケアボックスの設置状況

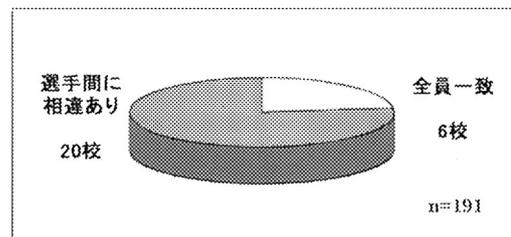


(b) アイスボックスの設置状況

図4. 備品設置の有無



(a) ケアボックスの設置に対する認識



(b) アイスボックスの設置に対する認識

図5. 学校別の備品設置に対する選手の認識

考 察

スポーツ障害の予防にはアップおよびダウンは非常に重要である。アップには運動前の心理的・身体的準備状態を作り運動能力を向上させることや筋の反応性を高めることで障害を予防する医学的効果がある^{1,2)}。その時間に関し

て Asmussen ら³⁾ はアップ後20分で筋温が、30分で直腸温が最高に達することからアップに必要な時間は20分程度としている。今回の結果ではアップに30分以上かけている選手が60%以上を占め、比較的多くの選手が十分に時間をかけていることがわかった。

一方、ダウンはトレーニング後の整理体操とストレッチ、アイシング、マッサージなどのアフターケアを指し、その医学的効果には緩徐な運動による虚血症状の予防や過換気症候群の予防⁴⁾、トレーニング後の筋の柔軟性低下防止などがある。その時間に関して、整理運動は Steven ら⁵⁾ は3～5分が適当であるとしている。アフターケアのうち、ストレッチについて William ら⁶⁾ は一部位に最低30秒の実施を必要としており陸上競技選手に必要な股・膝・足関節の屈曲及び伸展筋群に実施すると6分以上必要である。またアイシングについて白川⁷⁾ は20～30分の実施を必要としている。以上のことからダウンには30～40分の時間が必要であると考えられる。今回の結果では10～20分のダウンを実施していた選手が最も多く、ストレッチやアイシングなどのアフターケアが不足していると考えられる。しかしトレーニング後の疲労状態で長時間のアフターケアを実施することは帰宅時間の遅延といった問題があるため、練習直後にこだわらず帰宅後の日常生活でのコンディション作りを指導していく必要がある。

今回の結果からダウンのうちアフターケアの重要性に対する認識の低さと備品設置に対する認識の低さが障害予防の問題点と考えられた。その解決のためには我々医療スタッフが選手及び指導教官に対してスポーツ障害予防に必要

なアフターケアの方法や運動生理学的知識を啓蒙する機会を持つべきであると考えられる。また備品の充実を促すことや備品設置に対する選手の認識を高めることも重要である。

結 語

1. 高校陸上競技選手に対してスポーツ障害予防に関するアンケート調査を行なった。
2. アップの時間は充分にとられていたがダウンのうちアフターケアの時間は不十分であると考えられた。
3. 障害予防に関わる備品の設置について選手による認識の相違があり、教官からの指導を徹底させる必要があると考えられた。

文 献

- 1) 丹羽健市ほか：運動時体温調節反応に及ぼす Warm-up の影響。体力科学, 44 : 113-118, 1995.
- 2) J.Weineck : 最適トレーニング : 224-232, 1984, オーム社.
- 3) 古藤高良 : ジョギングの科学 : 96-99, 1982, 朝倉書店.
- 4) 藤原勝夫ほか : 身体活動と体カトレーニング : 31-35, 1992, 日本出版サービス.
- 5) Steven, R. et al. : SPORTS MEDICINE : 39-44, 1983, Prentice-Hall.
- 6) William, D. et al. : The Effect of on Static stretch on the Flexibility of the Hamstrings Muscles. Physical Therapy, 74 : 845-850, 1994.
- 7) 白川守 : 寒冷療法およびその他の物理療法. 臨床スポーツ医学臨時増刊合号, 10 : 74-77, 1993.

相撲競技における装具装着についての実態調査

京都大学 整形外科 中川 泰彰・松末 吉隆・中村 孝志

はじめに

我々は以前、西日本学生相撲連盟所属の相撲選手に対するアンケート調査で、相撲における疼痛部位は1部校の選手では腰、頸、膝、肩の順であり、2部校の選手では頻度は低いものの全身各部位であること、相撲を取る上での支障部位は1部では膝、肩、頸、足関節の順であり、2部では足指のみであることを報告した¹⁾。

そこで、今回、相撲選手が身につけるテーピング、サポーターなどの装具に着目して、その実態を調査し、相撲の障害部位との関係及びその効果について検討した。

方 法

西日本学生相撲連盟の平成8年度登録選手1部校98名、2部校85名、計183名を対象にアンケート調査を実施した。時期は一番稽古していると思われる全国学生相撲選手権大会の約2週間前を選んだ。調査項目は身体的項目として、身長、体重、肥満度(BMI)、年齢、相撲歴を、装具の項目として、装着部位、装具の種類、装着する理由を取り上げた。なお、統計学的な検定にはt検定を用い、P値が0.05以下を有意差ありとした。

結 果

アンケートの回収率は1部5校72名(73%)、2部7校29名(34%)、計101名(55%)であった。1部校と2部校の身体的各項目を比較すると、身長、体重、肥満度、相撲歴で1部が大きく、年齢で2部が大きかった(表1)。従って、身体的項目の各因子と装具の項目との関連を調べる

表1. 群間比較(平均値)

	1部	2部	P値
身長	175.1cm	170.3cm	.0004
体重	107.4kg	74.3kg	<.0001
肥満度(BMI)	34.9	25.6	<.0001
年齢	20.0歳	22.2歳	<.0001
相撲歴	8.28年	2.36年	<.0001

には、基本的には身長、体重、肥満度は1部のみで、相撲歴、年齢は全体で調べるのが妥当と思われた。

装具装着部位は1部では手関節、膝、足関節の順に多く、2部では足及び足指が多かった(図1)。なお、調査時装具を使用していない選手は1部22名(31%)、2部19名(66%)であった。ここで装具未使用者の内訳を分析すると、1部22名のうち、疼痛部位のない者10名、他の12名は肩、頸、腰、膝に疼痛を有していた。又、支障のない者は16名であった。2部19名のうち、疼痛部位のない者9名、他の10名は肩、頸、腰、膝、肘、背中に疼痛を有していた。又、支障のない者は18名であった。

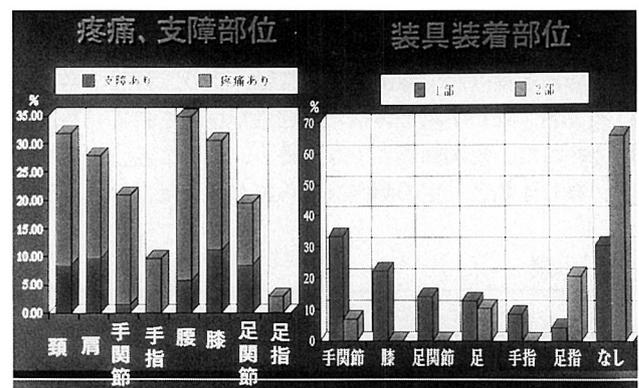


図1.

装具装着と身体的各項目との関連因子を調べると、相撲歴が長いほど、装具装着者の割合が増加した。1、2部全体では、装具装着者の相撲歴の平均値は7.8年、未装着者のそれは4.8年、P値は0.0001であった。1部では、装着者のそれは8.7年、未装着者のそれは7.3年、P値は0.061であった。

そこで、各部位の装具装着者と身体的各項目との関連を調べると、手関節では相撲歴が長いほど装具装着者の割合が増加した。1部では装着者の相撲歴の平均値は9.5年、未装着者のそれは7.7年、P値は0.018、全体では装着者、未装着者の相撲歴の平均値はそれぞれ8.8年、5.8年、P値は0.0005であった。装具の種類は包帯、テーピング、さらしが主であった。

膝関節では体重が重いほど、肥満度が大きいほど装具装着者の割合が増加する傾向にあった。1部での装着者の体重、肥満度の平均値はそれぞれ116.0kg, 37.4, 未装着者はそれぞれ104.9kg, 34.2, P値はそれぞれ0.065, 0.079であった。装具の種類はサポーターが主な物であった。

足関節では身長が高いほど、体重が重いほど装具装着者の比率が増加した。1部での装着者の身長、体重の平均値はそれぞれ181.2cm, 120.6kg, 未装着者はそれぞれ174.3cm, 105.3kg, P値はそれぞれ0.0006, 0.0325であった。装具の種類はテーピング、さらし、サポーターが主であった。

足及び足指では1部校で相撲歴が長いほど装具装着者の比率が増加したが、全体ではそうではなかった。装着者の相撲歴の平均値は1部及び全体でそれぞれ10.0年, 7.1年, 未装着者はそれぞれ8.0年, 6.5年, P値はそれぞれ0.0432, 0.5537であった。初心者及び相撲歴の長さが装具装着者の割合を増加させる因子のように思われた。装具の種類はテーピング、足袋が主であった。

今回の調査では装着頻度は高くなかったが、手指も現場ではよく見受けられた。しかし、手指に限らず、医学的に意味のない装着の仕方が時に見られるため、啓蒙の必要性を感じている。また、装具装着理由としては、1部では障害部位の保護が中心であり、2部では外傷予防が中心であった。

最後に、各部位の装具装着者の得意技を検討すると、手関節24名では、寄り、押しが8名、投げ技が8名、得意技なしが8名と手関節の使用頻度が多いほど障害が発生しやすい印象を受けた。膝関節16名では、寄り、押し7名、投げ技2名、なし7名と体格の大きさが反映されているように思われた。足関節10名では、寄り、押し2名、投げ技4名、なし4名と一定の傾向は得られなかった。

考 察

以前我々が報告した相撲による疼痛、支障部位¹⁾と今回の装具装着部位を比較すると(図1)、手関節、手指、足指では疼痛の割りに支障度が少なく、又、装具装着率が高く、装具装着による効果がある程度あるように推察された。これは、装具未装着者の疼痛部位に肩、頸、腰などの体幹に近い所が多く、体幹の近くほど装具の効果を得られ

にくく、末梢ほど装具の効果を得られやすいことにもつながっているように思われる。

又、各部位での有痛者、有支障者、装具装着者と身体的各因子との関連因子を比較すると²⁾、同様の傾向がうかがわれた(図2)。すなわち、手関節では相撲歴の長さが、膝関節では体重の重さ、肥満度の大きさが、足関節では身長の高さ、体重の重さが、足指では相撲歴の長さがそれぞれ障害の危険因子と考えられた。

なお、日本相撲連盟競技会規定では包帯、サポーターなどの装着は許可しているが、支柱入りサポーターの使用は認めていないことを付記しておく。

手関節	高校	大学	足関節	高校	大学
相撲歴	↑	↓	身長	↑	↑ ↓
膝	高校	大学	体重	↑	↓
体重	↑ ↑	↑ ↓	足指	高校	大学
肥満度	↑ ↑	↑ ↓	相撲歴	↑	↓
↑: 疼痛 ↑: 支障 ↓: 装具装着					

図2. 各部位の関連因子

結 語

1. 学生相撲選手101名に対し、競技中の装具装着の実態について調査した。
2. 装具装着部位は、手関節、膝、足関節、足部及び足指の順に多く、調査時装具を装着していない選手は1部22名(31%)、2部19名(66%)であった。
3. 装具装着理由は、障害部位の保護及び外傷予防が多く、手関節、足部、足指及び手指では装具を装着することが、障害に対しある程度効果を上げていると思われた。

文 献

- 1) Y. Nakagawa et al.: An epidemiological study of injuries in student sumo wrestlers. (submitted)
- 2) 中川泰彰他: 学生相撲におけるスポーツ障害の特徴. 日整会誌, Vol. 72, S378, 1998.

ランブ負荷に伴う酸素摂取量と表面筋電図学的解析の検討

阪奈中央リハビリテーション専門学校
東住吉森本病院
大阪市立大学 保健体育科研究室

西本 勝夫・西本 俊治・亀橋 聡・木村 保
松川 訓久・泉宮 素子
大島 秀武・田中 繁宏・藤本 繁夫

はじめに

下肢の自転車エルゴメータによる運動は、心肺系により酸素を摂取し、これを運動筋にあたる下肢筋内で燃焼し、さらに運動エネルギーに変換して遂行される。しかし、筋肉の運動単位を構成している筋線維には、収縮エネルギーであるATPを有酸素的に合成する能力に優れ、運動単位が比較的小さく（振幅が小さく）疲労抵抗性の強いタイプIおよびタイプII aと、無酸素的にエネルギーを合成する能力に優れ、運動単位が比較的大きく（振幅が大きく）疲労抵抗性の弱いタイプII aおよびタイプII bがある¹⁾。従って、酸素摂取と運動単位の活動の関係には、運動の種類や強度などによってこれらの線維がどの程度関与するかに影響されると思われる。しかし、これらの関係を検討している研究はあまり見られない。

今回、自転車エルゴメータによるランブ負荷法を用いて、運動処方²⁾の指標として臨床的によく使われる2つのレベル²⁾、即ち、有酸素運動に無酸素運動の加わるVO₂ at AT（以下ATレベル）ならびに最大運動能にあたるVO₂max（以下Maxレベル）での酸素摂取量と運動単位の活動量を比較し、運動処方の指標を筋活動の側面から検討することを目的とした。

対 象

健康な若年男性10例、平均年齢20.7±2.3歳、平均身長171.9±6.3cm、平均体重63.5±5.0kgを対象とした。また、対象者に対しては検査の理解と協力を得た。

方 法

1. 漸増運動負荷検査による諸量の測定

コンビ社製Ergometer-232 Cx1の下肢自転車エルゴメータを用いて、ランブ負荷法により症候限界まで負荷を持続した。即ち、20ワットのウォーミング・アップを3分間、その後20ワット/分の漸増により最大努力まで実施した。自覚症状の指標にはボルグ・スケールを用いた。また、自転車は60回転/分とした。なお、呼気ガス分析は、ミナト

社製Aeromonitor AE-280 Sの呼気ガス分析装置によりbreath by breath法で連続測定し、V-slope法で測定したATレベルならびにMaxレベルの諸量を求めた。

2. 右大腿四頭筋（外側広筋）の筋活動の測定

右外側広筋の遠位1/3の筋腹に2個のディスプレイ電極を3cmの間隔で筋線維の走行に沿って貼付し、NECテレメータ表面筋電図計と再生可能なTEAC-RD130THのダットデータレコーダを用いてランブ負荷検査に同期させて測定した。また、筋活動の解析は、NEC社製シグナルプロセッサの自動分析法を用い、5回転（5秒間）の干渉波形の筋電図積分値（Integrated Electromyography、以下IEMG）と振幅の大きさの分布状況を測定した。IEMGは、波形を全波整流してその電圧を計算し、表示をMaxレベルの百分率で正規化した。また、振幅の大きさの分布は、波形の中の最大振幅を20%、40%、60%、80%および100%以下の5段階の振幅に分け、それぞれに0.05mv（ノイズを除去するために設定したturn level）以上の振幅数の合計（全反転回数³⁾）を百分率で正規化して分布させた。

結 果

1. ATレベルとMaxレベルの諸量の比較

ATレベルとMaxレベルの諸量を比較すると（表1）、

表1. ATレベルとMaxレベルの諸量の比較

	ATレベル	MAXレベル
1)・持続時間(分)	7.4±1.0	13.2±1.6
2)・負荷量(watt)	102.9±19.4 (44.8±7.7)	230.5±29.8
3)・VO ₂ (ml/min/kg)	18.1±4.2 (45.3±9.1)	39.8±4.2
4)・心拍数(拍/分)	46.6±9.3 (44.4±7.9)	105.1±8.3
5)・5回転(5秒間)の筋電図積分値(%)	(46.2±8.3)	
6)・息切れ(点) (最高10点のボルグスケール)	2.8±1.6 (32.7±20.8)	9.0±1.3
7)・下肢疲労感(点) (最高10点のボルグスケール)	3.1±1.4 (32.9±15.6)	9.6±0.7

・Maxレベルは安静レベルの数値を0(基準)にした数値である。
・()内はMaxレベルに対する百分率で表示している。

負荷量は、ATレベルでは 102.9 ± 19.4 watts、Maxレベルでは 230.5 ± 29.8 wattsと、ATレベルはMaxの $44.8 \pm 7.7\%$ であった。VO₂は、同じく 18.1 ± 4.2 ml/min/kg、 39.8 ± 4.2 ml/min/kg、 $45.3 \pm 9.1\%$ で、心拍数は、 46.6 ± 9.3 拍、 105.1 ± 8.3 拍、 $44.4 \pm 7.9\%$ であった。IEMGは、ATレベルのMaxレベルに対する百分率で示すと $46.2 \pm 8.3\%$ であった。息切れは、それぞれ 2.8 ± 1.6 点、 9.0 ± 1.3 点、 $32.7 \pm 20.8\%$ で、下肢疲労感は、 3.1 ± 1.4 点、 9.6 ± 0.7 点、 $32.9 \pm 15.6\%$ であった。

2. VO₂とIEMGの関係について

a. Δ VO₂ (AT—Rest)とIEMG at ATの関係

Δ VO₂ (AT—Rest)とATレベルでのIEMGは、有意に強い相関を示した ($r = 0.71$, $p < 0.05$)。

b. Δ VO₂ (Max—AT)と Δ IEMG (Max—AT)の関係

ATレベルからMaxレベルまでの変化量である Δ VO₂と同じく Δ IEMGは、有意な相関はなかった ($r = 0.35$, NS) (図1)。

3. ATレベルとMaxレベルの振幅の分布状況について

干渉波形は多くの運動単位が複合した電位であり、筋収縮の増大によって運動単位の動員数や発射頻度さらには各

電位が重なり合う同期化などを引き起こす。従って、干渉波形からこれら3要素を判別することは困難である。そこで今回は、筋肉の運動単位の活動を「振幅の大きさとその数」の側面から検討した。最大振幅の20%以下の割合は、ATレベルでは $81.5 \pm 11.5\%$ であったが、Maxレベルでは $61.6 \pm 11.8\%$ と有意にATレベルで高かった ($p < 0.01$)。40%以下の割合は、それぞれ $17.1 \pm 10.1\%$ と $18.9 \pm 6.5\%$ でその差は有意でなかった。60%以下の割合は、ATレベルでは $1.3 \pm 1.6\%$ 、Maxレベルでは $10.7 \pm 4.0\%$ 、80%以下の割合は、0と $6.7 \pm 3.1\%$ 、100%以下の割合は、0と $2.1 \pm 0.8\%$ と、いずれもMaxレベルで有意に高かった ($p < 0.01$) (図2)。

考 察

ATレベルをMaxレベルの割合と比較すると(表1)、負荷量では $44.8 \pm 7.7\%$ 、VO₂では $45.3 \pm 9.1\%$ 、心拍数では $44.4 \pm 7.9\%$ であった。一方筋活動の側面からみると、IEMGでは $46.2 \pm 8.3\%$ と、ほぼ同程度の割合を示した(NS)。即ち、ATレベルでは、心肺機能と筋活動が運動負荷における同程度の指標として有用性があると考えられる。

また、今回の成績から、ATレベルでは Δ VO₂ (AT—Rest)とIEMG at ATが有意な強い相関 ($r = 0.71$, $p < 0.05$) が認められた。さらに、干渉波形の振幅の分布状況から、ATレベルはMaxレベルと比べて最大振幅の20%以下の振幅が有意に増大した。Hennemanのsize principle⁴⁾によると、運動の初期には比較的小さな振幅の運動単位(タイプI)が発射し、運動が増大するにつれて順次比較的大きな振幅の運動単位(タイプII aからタイプII b)が発射すると述べている。即ち、負荷の軽いATレベルまでの運動は、比較的小さな(振幅の小さい)運動単位を活動させ有酸素的にタイプIおよびタイプII a筋線維の活動を増大し、これが Δ VO₂ (AT—Rest)とIEMG at ATの有意な相関性に結びついたと考えられる。Viitasaloら⁵⁾も、自転車エルゴメータによる大腿四頭筋のIEMGがATの指標として役立つことを述べている。

しかし、図1-bで示したように、Maxレベルでは酸素摂取量と筋活動の関係が有意ではなかった。干渉波形の振幅の大きさの分布状況から(図2)、MaxレベルはATレベルに比べて最大振幅の60%、80%および100%以下の振幅が有意に増大した。Gollnickら⁶⁾は、最大酸素摂取量の2/3を越える作業負荷の自転車ペダリングではタイプIだけでなくタイプIIも動員すると述べている。即ち、負荷の強いMaxレベルでは、比較的大きな(振幅の大きい)運動単位を活動させ、ATレベルに加えさらに無酸素的にタイプII aおよびII b筋線維の活動を増大したと考えられる。従って、 Δ VO₂ (Max—AT)と Δ IEMG (Max—AT)に有意な相関性がなかったのは、この無酸素での筋活動が混在したためと推察できる。しかし、Maxレベル

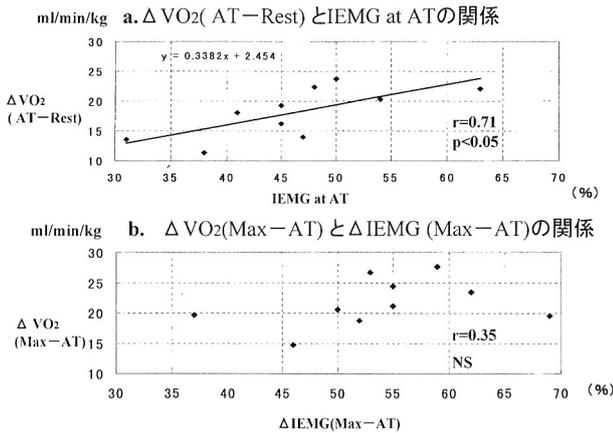
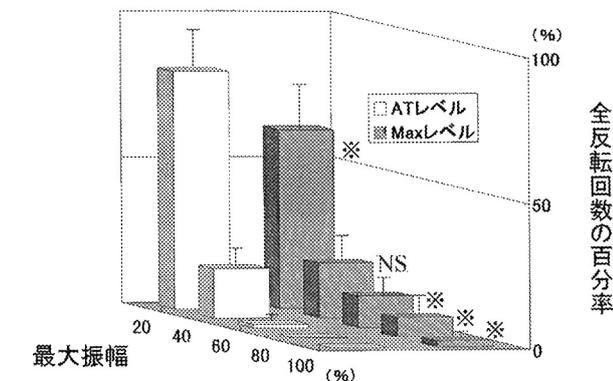


図1. VO₂と筋電図積分値 (IEMG) の関係



全反転回数: 0.05mv(ノイズを除去する為に設定された turn level)以上の全振幅数
Maxレベル: 最大振幅を5段階に分類し、これらに全反転回数を百分率で分布させた
ATレベル: MAXレベルの5段階の分類に従って、全反転回数を百分率で分布させた
※: $P < 0.01$ = ATレベルとMaxレベルの間の有意差を示す。

図2. ATレベルとMaxレベルの振幅の分布状況の比較

では上述の60%以下から100%以下の3段階の振幅の割合を合計しても20%程度であり、このMaxレベルにおいても有酸素的代謝に優れ、比較的振幅の小さな運動単位がかなり活動していたことが想定できる。

これらのことを筋活動の側面から述べると、ATレベルでは比較的振幅の小さな運動単位で疲労抵抗性の強いタイプIからタイプII a筋線維が働き、自覚的強度も軽く安全な負荷量であり、筋活動の持久性が低下している老人や虚弱者に適した負荷量であると考えられる。これに対して、MaxレベルではATレベルに加え比較的振幅の大きな運動単位で疲労抵抗性の弱いタイプII aからII b筋線維が働き、自覚的強度も強い負荷量といえる。しかし、若年者のように、タイプIに加えタイプII aおよびII bを同時に積極的に増大するような際にはATレベル以上の負荷量が適していると考えられる。

まとめ

1. 健康男性を対象に、下肢の自転車エルゴメータを用いてATレベルとMaxレベルの酸素摂取量と外側広筋の筋活動を比較した。

2. ATレベルは有酸素的能力に優れ、疲労抵抗性が強く振幅の比較的小さな運動単位が中心に活動し、Maxレベルはこれに加え無酸素能力に優れ、疲労抵抗性が弱く比較的大きな運動単位が活動したと考えられる。
3. 筋活動の側面から運動処方を見ると、ATレベルまでは主として老人や虚弱者に適しており、Maxレベルまでは主として若年者に適していると考えられる。

文 献

- 1) 埜中征哉：筋病学の研究，Ⅲ形態学的側面（第4巻 筋肉の生理学 富田忠雄，杉 康夫編），369-378，1993，医学書院。
- 2) 長田尚彦ら：運動処方．総合リハ，23：217-222，1995。
- 3) 木村 淳：誘発電位と筋電図，262-270，1990，医学書院。
- 4) Petajan JH：AAEM minimonograph # 3：Motor unit recruitment. Muscle & Nerve, 14：489-502, 1991.
- 5) Viitasalo JT et al.：Electromyographic activity related to aerobic and anaerobic threshold in ergometer bicycling. Acta Physiol Scand, 124：287-293, 1985.
- 6) Gollnick PD et al.：Selective glycogen depletion pattern in human muscle fibers after exercise of varying intensity and at varying pedalling rate. J. Physiol., 241：45-56, 1974.

トレーナー業務における腹筋活動量

ダイナミックスポーツ医学研究所 中村 達昭・若森 真樹・仲 哲治
大阪産業大学 教養部 大槻 伸吾
大阪市立大学 整形外科 大久保 衛

目 的

当研究所ではこれまで腰部障害に対して、クラウス・ウェーバーテスト変法による脊柱機能検査および体力測定を行ない、その結果に基づきダイナミック運動療法を行ってきた。今回、腰部障害に対する運動処方内容を検討するため日常生活動作と基本的トレーニングにおける腹筋活動量を調査したので報告する。

対 象

被験者はアスレチックトレーナー、男性4名、女性2名、計6名。年齢は20~29歳、平均24.2歳であった。

方 法

筋活動量の測定にはホルター筋電計（マッスル・テスター ME3000）を用い、表面電極を被験者の利き腕側の腹直筋、腹斜筋に装着し以下の実験1から実験4について積分筋電を測定し筋活動量の評価、検討を行なった（図1）。

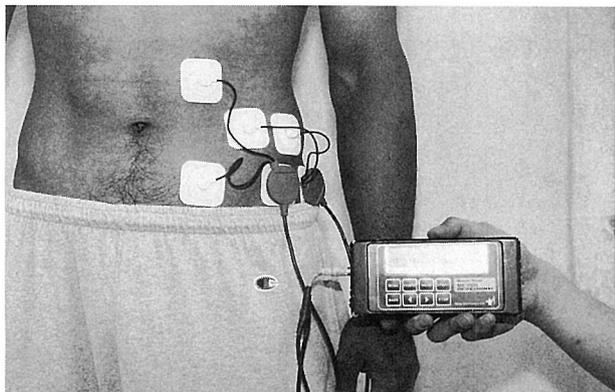


図1. 筋電図測定

ホルター筋電計を用い腹直筋、腹斜筋へ表面電極を装着した。

実験1として基本的トレーニングである上体起こし保持1分間、トランクカール10回を行なった。実験2として日

常生活動作である歩行、走行、踏み台昇降を行なった。歩行、走行にはトレッドミルを用いて、歩行は5km/hを30分間、走行は10km/hを30分間行なった。踏み台昇降は高さ20cmの台を用い10分間行なった。実験3として1日8時間のトレーナー業務を行なった。実験4としてダイナミック運動療法の腹筋トレーニングの一部であるトランクカール、ツイストカール、クランチャーおよび下肢トレーニングの一部であるスクワット、踏み台昇降を各30回行なった。

結 果

（実験1）上体起こし保持1分間の腹斜筋活動量は2516~9752 μ vs, 腹直筋活動量は5329~14125 μ vs, トランクカール10回の腹斜筋活動量は933~2766 μ vs, 腹直筋活動量は1958~3848 μ vsであった（表1）。

（実験2）表2は上体起こし保持1分間、トランクカール10回における筋活動量を1とした場合、被験者6名の平均比率を表したものである。症例2を例にとると歩行の腹斜筋活動量は30560 μ vs, 腹直筋活動量は14320 μ vsであった。腹直筋において歩行30分間が上体起こし保持1分間の6.9倍、トランクカール10回の8.1倍となり、腹斜筋においては歩行30分間が上体起こし保持1分間の8.1倍、トランクカール10回の24.6倍であった（図2）。

走行の腹斜筋活動量は58990~177690 μ vs, 腹直筋活動量は29920~89010 μ vsであった（表1）。平均比率として腹直筋では走行30分間が上体起こし保持1分間の7.5倍、トランクカール10回の1.9倍となり、腹斜筋においては走行30分間が上体起こし保持1分間の14.9倍、トランクカール10回の7倍であった（表2）。

踏み台昇降の腹斜筋活動量は15170~19940 μ vs, 腹直筋活動量は7780~16230 μ vsであった（表1）。また、腹直筋では踏み台昇降10分間が上体起こし保持1分間の平均1.4倍、トランクカール10回の平均1.5倍となり、腹斜筋においては踏み台昇降10分間が上体起こし保持1分間の3.4倍、トランクカール10回の0.8倍であった（表2）。

（実験3）症例4を例にとると8時間業務の腹直筋活動量は254188 μ vsであった。腹直筋において上体起こし保持

表 1. 日常生活動作と基本的トレーニングにおける積分値

(単位: μvs)

症例	歩行30分間		走行30分間		踏み台昇降10分間		8時間業務		上体起こし保持1分間		トランクカール10回	
	腹直筋	腹斜筋	腹直筋	腹斜筋	腹直筋	腹斜筋	腹直筋	腹斜筋	腹直筋	腹斜筋	腹直筋	腹斜筋
1	40580	61850	89010	156200	12450	19940	232406	5329	7563	1958	1866	
2	14320	30560	33990	60320	11180	18840	200461	7755	4426	3121	1668	
3	22950	40090	127840	158100	7780	15170	380816	14125	9624	6402	2675	
4	21110	36170	29920	58990	10520	16930	254188	6774	5184	2920	2226	
5	23230	48750	60690	177690	13200	18160	201159	12040	2516	3719	933	
6	25020	36810	53260	82130	16230	19690	329756	9295	9752	3848	2766	

表 2. 基本的トレーニングに対する筋活動量の比率

基本的トレーニングである上体起こし保持1分間、トランクカール10回の筋活動を各々「1」とした場合、日常生活動作はその何倍の筋活動量とするかを数値で示した。

症例	基本的トレーニング	歩行30分間		走行30分間		踏み台昇降10分間		8時間業務	
		腹直筋	腹斜筋	腹直筋	腹斜筋	腹直筋	腹斜筋	腹直筋	腹斜筋
1	上体起こし保持	7.6	8.1	16.7	20.6	2.3	2.6	43.6	
	トランクカール	20.7	33.1	45.4	83.7	6.3	10.6	118.6	
2	上体起こし保持	1.8	6.9	4.3	13.6	1.4	4.2	25.8	
	トランクカール	4.5	18.3	10.8	7.7	3.5	11.2	64.2	
3	上体起こし保持	1.6	4.1	9.0	16.4	0.5	1.5	26.9	
	トランクカール	3.5	14.9	19.9	59.1	1.2	5.6	59.4	
4	上体起こし保持	3.1	6.9	4.4	11.3	1.5	3.2	37.5	
	トランクカール	7.2	16.2	10.2	26.5	3.6	7.6	87.0	
5	上体起こし保持	24.8	19.3	2.4	23.4	1.0	7.2	16.7	
	トランクカール	6.2	52.2	16.3	190.4	3.5	19.4	54.0	
6	上体起こし保持	2.6	3.7	5.7	8.4	1.7	2.0	35.4	
	トランクカール	6.5	13.3	13.8	29.6	4.2	7.1	85.6	
平均比率	上体起こし保持	3.1	8.2	7.5	14.9	1.4	3.4	31.0	
	トランクカール	0.8	1.7	1.9	7.0	1.5	0.8	78.2	
標準偏差	上体起こし保持	2.2	5.7	4.8	10.3	0.6	2.0	9.6	
	トランクカール	0.6	1.5	1.3	6.2	0.1	0.5	24.0	

1分間に対し8時間業務が78.1倍、トランクカール10回に対し8時間業務が30.9倍であった。すなわち8時間業務は上体起こし保持78分間、トランクカール310回分に相当した(図3)。6名の平均では上体起こし保持が31倍、トランクカールが78.2倍であった。(実験4) ダイナミック運動療法の一部である腹筋トレーニングの腹筋活動量は126252 μvs 、腹斜筋活動量は64197 μvs であり、腹筋トレーニング5種目の中で腹直筋、腹斜筋活動共にツイストカールが最も高い数値を示した。これらのトレーニング5種目を総合した筋活動量は腹直筋ではトランクカール10回の34.4倍、344回分、腹斜筋においては31.7倍、317回分であった。

考 察

われわれは今回、表面筋電図を用いて積分筋電図を測定し筋活動量の評価を行なった。こうした方法は市橋ら¹⁾、沖田ら²⁾、田沢ら³⁾の研究にも用いられている。

山本ら⁴⁾によると背筋力よりも腹筋力の方が腰痛改善との相関が強く、体重当たりの腹筋の筋力値が症状改善の一応の基準となると報告している。われわれも腹筋強化についてトレーニングプログラムを考案してきた。今回の検討では日常生活動作での歩行、走行、踏み台昇降において腹斜筋活動は腹直筋活動に比べて高い傾向を示した。ダイナミック運動療法の腹筋トレーニングにおいても腹直筋、腹斜筋活動共に働いていたため腰部障害に対する運動処方としての目的に達成していると考えられるが、今後はツイストカール等の捻りを加えた運動処方量を増やしていきたい。また具志堅ら⁵⁾の立位における等速性体幹筋力についての報告では体幹の屈曲、伸展筋力は下肢筋群が影響すると述べている。われわれも腹筋、下肢トレーニングの両面からトレーニングプログラムを検討していくことが重要であると思われる。

ま と め

基本的トレーニング、歩行、走行、踏み台昇降、日常生活での筋活動量を測定した。日常生活動作において腹斜筋活動が腹直筋活動より高い数値を示しているため、腰部障害に関して腹斜筋活動量を高めるようなトレーニングが有用と考えられる。

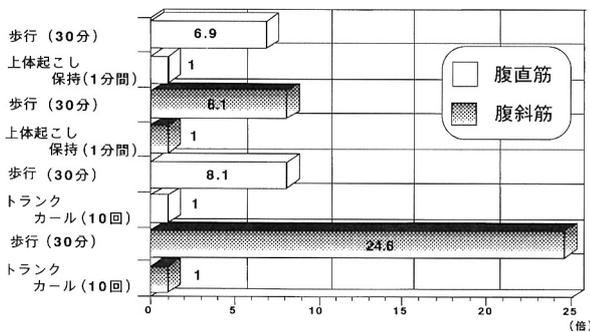


図 2. 歩行と基本的トレーニングの倍率の平均値

上体起こし保持、トランクカールでの各筋の活動量を「1」とし歩行における各筋の活動量を倍率表示した。

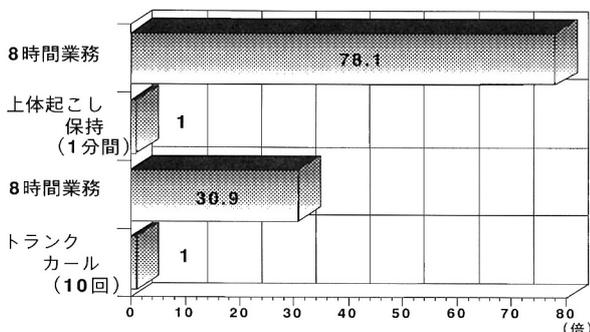


図 3. 8時間業務と基本的トレーニングの倍率の平均値

上体起こし保持、トランクカールでの各筋の活動量を「1」とし8時間業務における各筋の活動量を倍率表示した。

文 献

- 1) 市橋則明ら：大腿四頭筋筋電図学的分析．神戸大学医療技術短期大学紀要，8：83-88，1992.
- 2) 沖田 実ら：膝伸展位における大腿四頭筋の等尺性収縮運動に関する一考察．理学療法科学，11，1：27-31，1996.
- 3) 田沢ら：膝伸展機構に関する筋電図学的研究．東北整形災害外科紀要，36，2：304-307，1992.
- 4) 山本利春ら：腰部障害者の筋力評価と筋放電からみた正しい腹筋トレーニングについて．体力医学，38巻，6号：676，1989.
- 5) 具志堅勉ら：等速性体幹力（正常者）について．中部整災誌，34巻，6号：1961-1962，1991.

大腿四頭筋における筋活動量

ダイナミックスポーツ医学研究所 竹内 匡・土井 龍雄・元橋 智彦
大阪産業大学 教養部 大槻 伸吾
貴島病院本院 整形外科 大久保 衛・辻 信宏・田中 一成

目 的

我々は、膝に障害を有する患者に対して、トレーニングを指導し、効果的な方法について検討してきたが、日常動作での膝周囲の筋活動量については、あまり研究されていなかった。

そこで、実際の日常動作における大腿四頭筋の筋活動量を測定し、一般生活レベルに復帰するための基本的トレーニングを再度検討し、若干の知見を得たので報告する。

対象および方法

被験者は、当研究所トレーナー 8 名、男性 5 名、女性 3 名、年齢 20~27 歳（平均 22.3 歳）を対象とした。ホルター筋電計（マッスルテスター ME 3000）を用いて利き腕側の脚の大腿直筋、および内側広筋に表面電極を貼り、積分筋電を計測することにより筋活動量を測定した（図 1）。日常動作を想定し、歩行、走行、踏み台昇降における大腿直筋および内側広筋の筋活動量を測定した。

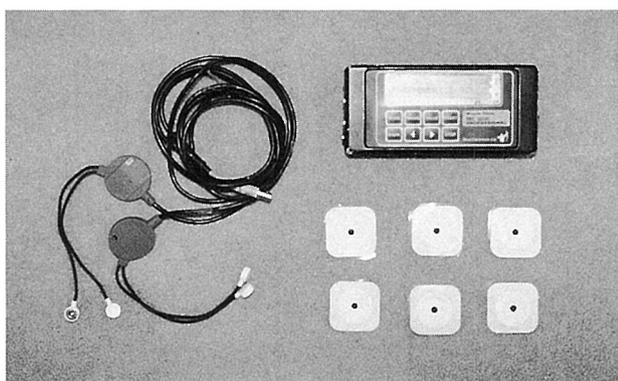


図 1. ホルター筋電計 マッスルテスター ME3000
利き腕側の脚の大腿直筋と内側広筋に表面電極を貼り、日常動作および基本的トレーニングにおける筋活動量を測定した。

1. 歩行、走行に関しては NIPPYO 製トレッドミルを用い、時速 5 km の歩行を 100 歩、時速 10 km の走行を 100 歩行なった。階段昇降を想定して、リーボックスステップ

台（高さ 15 cm）を用い踏み台昇降運動を 50 回行ない筋活動量を測定した。

- 基本トレーニングは、伸展位 5 秒間静的最大随意筋収縮（以下アイソメトリック運動という）と最大挙上重量の 50% を負荷としたレッグエクステンション（膝関節屈曲位 90 度から伸展位 0 度）を 10 回、自重のハーフスクワット 50 回、体重分のウェイトを負荷したハーフスクワット 10 回を行なわせ大腿直筋および内側広筋の筋活動量の測定をした。
- 比較的長時間の筋活動量の測定として、歩行 30 分間、走行 30 分間、踏み台昇降運動 5 分間における筋活動量を算出し、基本トレーニングにあげた項目の筋活動量と比較した。

結 果

〈歩行、走行について〉

歩行の大腿直筋と内側広筋の筋活動量を 1 とした場合、走行は、大腿直筋約 1.0 倍、内側広筋約 2.8 倍の筋活動量を示した。踏み台昇降運動は、大腿直筋約 5.4 倍、内側広筋約 1.5 倍の筋活動量を示した（図 2）。

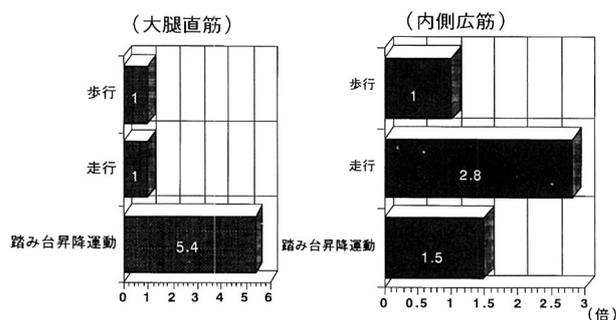


図 2. 日常動作における筋活動量

測定の結果、日常動作では、大腿直筋をより多く使う動作は踏み台昇降運動であり、内側広筋をより多く使う動作は走行であった。

〈基本トレーニングについて〉

最大挙上重量の 50% を負荷としたレッグエクステンション 10 回の大腿直筋と内側広筋の筋活動量を 1 とした場合、

体重分のウェイトを負荷したハーフスクワット10回の大腿直筋の筋活動量は約8.8倍、内側広筋の筋活動量は約1.3倍の筋活動量を示した。

自重のハーフスクワット50回の大腿直筋の筋活動量は約2.8倍、内側広筋の筋活動量は約4.4倍の筋活動量を示した。

アイソメトリック運動の大腿直筋の筋活動量は約3.7倍、内側広筋の筋活動量は約3.9倍を示した(図3)。

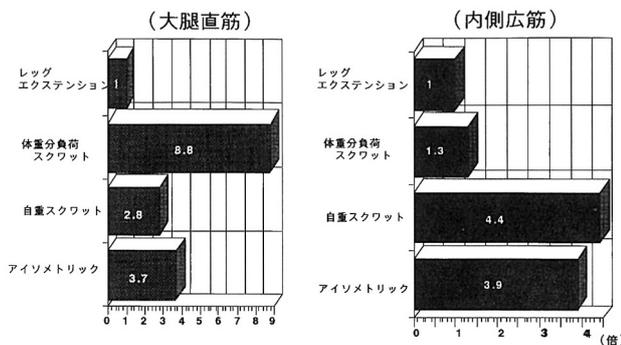


図3. 基本的トレーニングにおける筋活動量

測定の結果、基本的トレーニングでは、大腿直筋をより多く使う動作は体重分付加スクワットであり、内側広筋をより多く使う動作は自重スクワットとアイソメトリック運動であった。

〈長時間運動について〉

内側広筋の筋活動量についてみると、時速5kmで30分間歩行した場合、アイソメトリック運動50回を約2セット、最大挙上重量の50%のレッグエクステンション10回を約19セットした筋活動量に相当した。

同じく、時速10kmで30分間走行した場合、アイソメトリック運動50回を約7セット行なった筋活動量に相当し、最大挙上重量の50%を負荷としたレッグエクステンション10回を約50セット行なった筋活動量に相当した。

大腿直筋における筋活動量は、踏み台昇降運動5分間を行なった場合、自重のハーフスクワット約2セット行なった筋活動量に相当し、体重分のウェイトを負荷としたハーフスクワット10回では約4セット行なった筋活動量に相当した。

考 察

一般生活レベルでは、歩行、走行等を困難なく行なえることが必要である。歩行、走行では、内側広筋が比較的多く働いているため、一般生活への復帰を目指すトレーニングでは、内側広筋を強化するトレーニングが必要である。時速5kmで30分間歩行するのに必要な内側広筋の筋活動量は、基本的トレーニング、レッグエクステンションを190回、アイソメトリック運動を100回を行なわなければならない。このことから内側広筋を強化するには、レッグエク

ステンションよりアイソメトリック運動の方がより効果的であると考えられる。時速10kmで30分間走行するのに必要な内側広筋の筋活動量は、基本的トレーニング、レッグエクステンションを500回、アイソメトリック運動を350回行なわなければならない。このことから内側広筋を強化するには、レッグエクステンションよりアイソメトリック運動の方がより効果的であると考えられる。

同様に階段昇降を想定した踏み台昇降運動では、大腿直筋が主に働くので、大腿直筋を強化するトレーニングが必要であり、自重のハーフスクワット100回行なうよりも体重分のウェイトを負荷としたハーフスクワット40回を行なった方が効率的だと考えられる。

以上のことから、日常生活の復帰においては、大腿直筋を意識したクローズド・キネティック・チェーン(閉鎖運動連鎖)のトレーニングのみでなく、内側広筋を意識したオープン・キネティック・チェーン(開鎖運動連鎖)のトレーニングも必要と考えられる。オープン・キネティックの種目に関しては、今回は膝関節伸展位のアイソメトリック運動が内側広筋に対して効果的であったが、田澤¹⁾らは小さな屈曲角度(20~50)において、内側広筋の筋活動量が大きいと報告している。一方、Sczepanski²⁾らは、大きな屈曲角度(60~85)が、内側広筋の選択的トレーニングとして比較的、効果的と報告している。また、Hanten³⁾らは、膝関節伸展でなく、股関節内転訓練が内側広筋に対して効果的と報告している。我々の結果は、アイソメトリック運動が内側広筋のトレーニングとして効果的であり、田澤らとほぼ同じ結果と考えられる。

外側広筋のトレーニングについては、今回測定を行っていないので今後検討する。

ま と め

ホルター表面筋電計を用いて、日常生活動作における大腿直筋および内側広筋の筋活動量を測定した。歩行、走行に関しては、内側広筋が主に働くためアイソメトリック運動が効果的だと考えられる。踏み台昇降運動では、大腿直筋が主に働くため自重のハーフスクワットと体重分のウェイトを負荷としてハーフスクワットが効果的と考えられる。

文 献

- 1) 田澤浩司ほか：膝伸展機構に関する筋電図学的研究。東北整災紀要，VOL 36：304-307，1994。
- 2) Sczepanski TL, Gross MT, Duncan PW, et al. : Effect on contraction time, angular velocity, and arc of motion on VMO : VL EMG ratio. J Orthop Sports Phys Ther, 14 : 256, 1991.
- 3) Hanten WP, Schulthes SS : Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis obliquus and vastus lateralis muscles. Phys Ther, 70 : 561, 1990.

慢性期心臓リハビリテーションの日独国際比較

医仁会武田総合病院 リハビリセンター 牧田 茂
 同 病院 循環器科 橋本 哲男
 京都大学 医学研究科循環病態学 野原 隆司

はじめに

虚血性心疾患の発生率・死亡率の高いドイツでは、発症後のリハビリテーション（以下リハビリ）が急性期から回復期・維持期に至るまでシステム化されている¹⁾。特に、慢性期のリハビリはわが国と違い、外来心臓病グループ（ambulante Herzgruppe-outpatient heart group）が各地で組織され、地域でのリハビリ活動を行なっている。本研究は、慢性期に焦点を当て、ドイツのケルン市と日本の京都市の心臓リハビリ参加者の実態調査を行なった。

対 象

京都大学方式集団スポーツ運動療法²⁾を実施している京都市内の3医療施設の112名を京都群とした。男性72名、女性40名で、平均年齢は65.6±7.4歳であった。一方、ケルン市内で活動中の外来心臓病グループ61グループのうち、調査協力が得られた13グループ114名をケルン群とした。ケルン群は男性95名、女性19名で、平均年齢は63.1±7.4歳と京都群と比較して有意に低かった（ $p < 0.05$ ）。

方 法

日独両国語に翻訳した同一内容の記名式質問表を配布し、患者自身に記入してもらった。回答内容が不明の場合は、直接面接して内容を確認した。質問内容は、患者背景、危険因子、服薬状況、運動療法参加状況などであった。

結果・考察

1. 体 格

身長については、京都群が159±7cmでケルン群は174±8cmと有意にケルン群が高かった（ $p < 0.01$ ）。また体重も京都群が59.1±8.0kgに対し、ケルン群が77.7±11.0kgとやはり有意に高値を示した（ $p < 0.01$ ）。したがって、BMI（体格指数）も、京都群の23.1±2.8に対し、ケルン群は25.6±3.0とやはり有意に高値であった（ $p < 0.01$ ）。ケルンの慢性期心臓病患者は、肥満もしくは肥満傾向のあ

る者が多いといえる。これは、一つに食習慣の違いからきているものと考えられる。

2. 疾患の内訳

心疾患の内訳は、図1のごとく、京都群では89名中67%が心筋梗塞で、27%が狭心症であった。バイパス術後、PTCA（経皮経管冠動脈形成術）、ペースメーカー植え込み術後がそれぞれ2%であった。一方、ケルン群は72%が心筋梗塞、12%が狭心症であり、バイパス術後、弁膜症術後がそれぞれ7%、8%であった。京都群では、89名の虚血性心疾患患者以外にも高血圧、糖尿病の患者が参加していた。

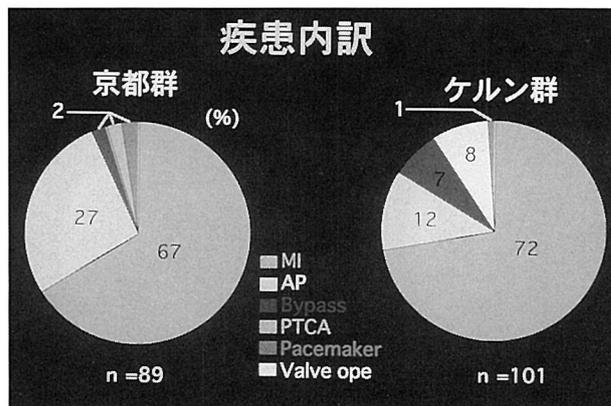


図1. 心疾患の内訳

3. 危険因子

総コレステロール値とHDLコレステロール値については、京都群が209±34, 50±14mg/dlで、ケルン群は230±38, 52±22mg/dlと総コレステロールに関してケルン群が有意に高かった（ $p < 0.01$ ）。喫煙者数は京都群では60%から疾患罹患後は6%と減少したが、ケルン群は39%から罹患後は0%と喫煙する者はいなくなった。しかも発症前の喫煙本数については、京都群は34±21本に対し、ケルン群は26±17本と有意に少なかった（ $p < 0.05$ ）。

4. 内服状況 (表1)

京都群は、カルシウム拮抗剤の服用が多く、ケルン群は血小板凝集阻害剤とβ遮断剤の服用が多い傾向にあった。また、一日の服用薬数であるが、京都群6.0種類に対し、

表 1. 内服薬

内服薬		
	京都群 n=97	ケルン群 n=104
血小板凝集阻害薬	56 (15) (%)	77 (24)
亜硝酸薬	58 (16)	37 (12)
β遮断薬	17 (5)	39 (12)
Ca拮抗薬	61 (17)	24 (8)
高脂血症薬	29 (8)	35 (11)
抗凝固薬	21 (6)	10 (3)
ACE阻害薬	17 (5)	29 (9)
ジギタリス	12 (3)	9 (3)
利尿薬	10 (3)	13 (4)
抗不整脈薬	15 (4)	19 (6)
その他	65 (18)	30 (9)
合計	361	322
平均服薬数	6.0 ± 3.3	3.8 ± 2.0**

ケルン群は3.8種類と有意に少なく処方されていた。

5. リハビリ参加状況

発症から慢性期リハビリ参加までの期間であるが、ケルン群は3カ月未満の者が59%であり、6カ月までの参加者が84%と大半を占めていた。一方、京都群は6カ月までの参加者は62%と少なく、12カ月以上経ってから参加する者が29%であった(図2)。急性期、回復期、維持期と切れ目のないリハビリの移行がわが国で望まれる。

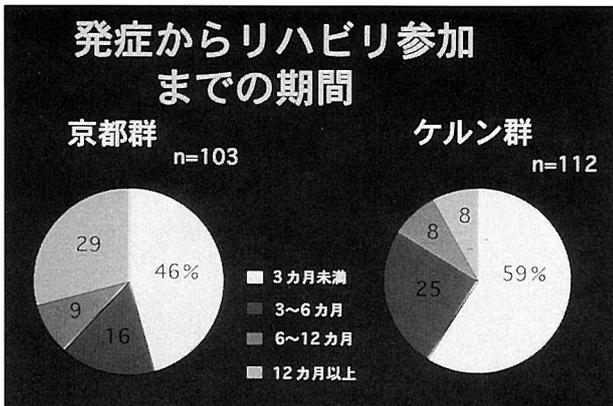


図 2. 発症からリハビリ参加までの期間

リハビリ参加期間については、ケルン群では外来心臓病グループができてからすでに20年以上が経つため、10年以上参加している者が22%と比較的多く、京都群は1982年に初めて開始されたので、5~10年参加している者が34%を占めていた。両群とも1年未満、1~5年の参加者につい

ては大きな差はなかった(図3)。

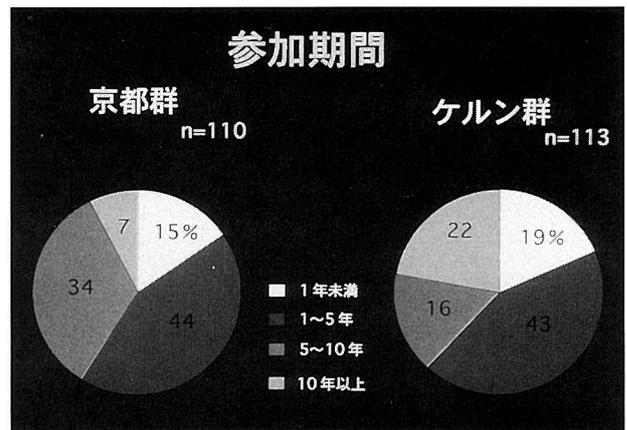


図 3. リハビリ参加期間

ま と め

1. 京都群はケルン群に比べ、参加患者の平均年齢が高く、女性が比較的多かった。
2. 京都群は平均身長、体重、BMI共にケルン群に比較して有意に低い値を示した。
3. コレステロール値に関しては、ケルン群が有意に高かったが、喫煙率は京都群が高く、喫煙本数も多かった。
4. 服用薬数はケルン群が有意に少なかった。
5. 両群とも参加期間の長期におよぶ者が多く、スポーツリハビリテーションのコンプライアンスの良さを示すものと考えられた。発症からリハビリ参加までの期間は、ケルン群が短い傾向にあった。
6. わが国は、喫煙や服薬指導などの点で患者教育の徹底が必要と考えられた。

本研究は、平成7年度外国への日本人研究者派遣事業(長寿科学振興財団)の助成を得て実施された。

文 献

- 1) 牧田茂ら：西ドイツにおける心臓病患者の運動療法について。臨床スポーツ医学6：449-455, 1989.
- 2) Nohara, R. et al. : Cardiac sports rehabilitation for patients with ischemic heart disease. Jpn Circ J 54 : 1443-1450, 1990.

プロ野球選手の眼科メデイカルチェック

— 第一報, 視力と動体視力 —

公立浜坂病院 眼科 保科 幸次
兵庫医科大学 眼科 山縣 祥隆

緒 言

スポーツに必要な外界の情報の80%~90%は視覚を通して得られるといわれており¹⁾, スポーツパフォーマンスが情報入力, 判断, 情報出力の一連の結果であることから, まず, 質の良い視覚情報を得ることが競技能力や競技結果の向上につながると考えられる. 近年注目されている動体視力のメカニズムは, まだ十分に解明されていないが, 近視, 遠視, 乱視といった屈折異常を矯正することで静止視力が改善されれば, 動体視力も向上するとされている²⁾.

そこで, 今回, 我々はプロ野球選手を対象に, 静止視力および動体視力を測定し, トップアスリートとして最高の競技能力を発揮するために必要な, 視機能を有しているかについて検討した.

対象及び方法

対象はプロ野球, 在阪球団の一軍選手23名で, 年齢は19歳から35歳まで, 平均年齢は29歳であった. 各選手の静止視力および動体視力の測定には, コーワ社製動体視力計(AS-4C)を用いた. 実際の競技中の視機能を評価する目的で, 裸眼でプレイしている者は裸眼で, コンタクトレンズを装着している者はコンタクトレンズを装着した状態で測定を行ない, 片眼ずつおよび, 両眼開放下で測定した. なお今回測定した動体視力は, 前後方向に移動する視標を判別させる, kinetic visual acuity (KVA) である.

結 果

全選手の静止視力と動体視力を表1に示す. 裸眼で競技を行なっている選手は23名中16名で, コンタクトレンズを装着して競技を行なっている選手は7名であった.

1. 静止視力

裸眼で競技を行なっている選手のうち両眼開放視力が1.0以上の選手は15名であった. この15名のうち, 左右眼ともに1.0以上の視力を有していたものは11名で, 残りの4名については, 片眼もしくは両眼ともに視力が1.0以下の選手であった. 両眼開放視力が1.0未満の選手は1名の

表1. 対象全選手の静止視力と動体視力

選手番号1~16は裸眼で競技を行なっている選手, 17~23はコンタクトレンズによる矯正下に競技を行なっている選手である.

	静止視力			動体視力		
	右眼	左眼	両眼	右眼	左眼	両眼
1	1.5	1.4	1.6	1.12	0.94	1.24
2	1.4	1.5	1.6	1.08	1.04	1.32
3	1.5	1.6	1.6	1.38	1.38	1.4
4	1.6	1.6	1.6	1.18	1.16	1.32
5	1.6	1.5	1.6	1.34	1.32	1.3
6	1.4	1.2	1.6	0.86	0.5	0.74
7	1.2	1.2	1.4	1.04	1.1	1.16
8	1.3	1.2	1.4	1.06	0.84	1.14
9	1.5	1.1	1.3	1	0.84	0.9
10	1.1	1.1	1.2	0.74	0.84	1.04
11	1.1	1.2	1.2	0.96	0.88	1.26
12	1	0.7	1.2	0.86	0.34	0.98
13	1.3	0.3	1.3	0.94	0.1	1.02
14	0.8	0.9	1	0.54	0.68	0.46
15	0.7	0.8	0.9	0.68	0.56	0.68
16	0.9	0.5	1	0.44	0.22	0.34
17	1.2	1.3	1.3	0.76	1.16	0.92
18	1.2	1.3	1.2	1.22	1.34	1.26
19	0.9	1.2	1.3	0.46	0.44	0.44
20	1	0.9	1.2	0.08	1.08	1.14
21	1	0.8	1.2	0.78	0.66	0.76
22	0.9	1	1.1	0.72	0.74	0.72
23	1	0.8	1	0.94	0.66	0.72

みで, 左右眼の視力はそれぞれ, 0.7および0.8であった. なお, 選手番号13番は, 小児期より弱視と診断され, 片眼視力は0.3であったが, 両眼開放視力は良好であった.

コンタクトレンズを装着して競技を行なっている選手では両眼開放視力は全員1.0以上であったが, そのうち両眼ともに1.0以上に矯正していたものは2名のみで, 残りの5名は左右眼のどちらかの矯正視力が1.0未満であった.

2. 動体視力と静止視力の相関

全選手左右眼, 個々の静止視力と動体視力の関係を図1-Aに示すが, 少数例の例外は認められるものの, 明らかに静止視力と動体視力の間には正の相関が認められた ($Y=0.86x-0.128$, $R^2=0.63$). 図1-Bは両眼開放視力と両眼開放動体視力の相関を示したもので, やはり高い正の相関を示した ($Y=0.924x-0.229$, $R^2=0.436$). 図1-Bの中の黒丸は, 裸眼あるいは矯正による両眼開放

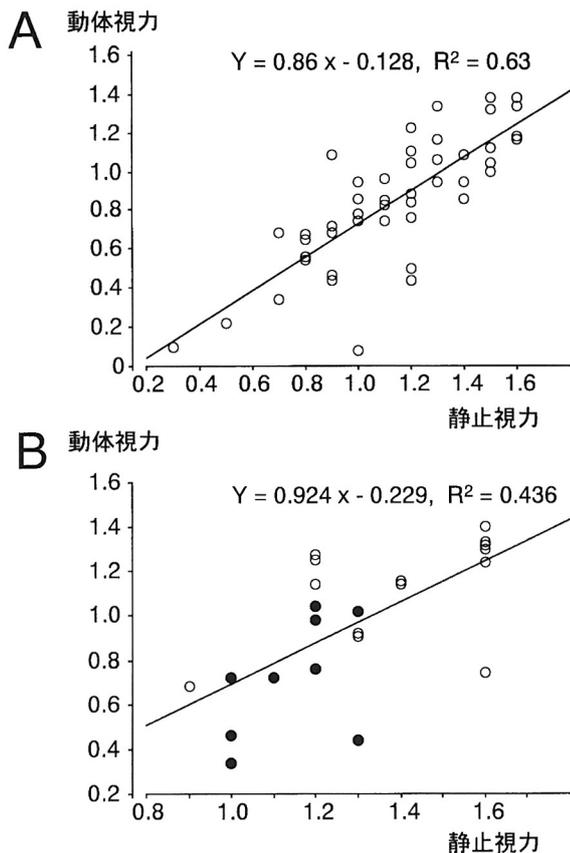


図1. 動体視力と静止視力の相関

- A : 全選手左右眼、個々の静止視力と動体視力の相関。
 B : 両眼開放視力と両眼開放動体視力の相関。
 黒丸は、裸眼あるいは矯正による両眼開放視力が1.0以上あるが、左右どちらかの目の視力が1.0未満である選手の結果を示す。

視力が1.0以上あるが、左右どちらかの目の視力が1.0未満である選手であり、これらの選手のほとんどが動体視力1.0未満であった。

考案

在阪プロ野球チームの一軍選手23名について静止視力と動体視力を測定した。その結果、実際に競技を行なっている両眼開放下の静止視力については、屈折矯正器具の使用の有無に関わらず、ほとんどの選手で視力1.0以上であったが、両眼ともに視力が1.0以上の選手と、片眼もしくは

両眼ともに視力が1.0以下の選手が存在し、前者で動体視力が良好、後者では動体視力が不良であった。

動体視力の測定は、眼科領域では古くから交通に関する実験や適性検査としてもちいられており、自動車運転者の無事故群と頻発事故を起こしている群との間に明らかに差があることや、飲酒前後で有意な差が認められるという。動体視力を測定することによって、静止視力からはうかがい知ることのできない動くものへの知覚機能、特に微動調節 (minute oscillation of accommodation) と名付けられるものを知ることができるとされている³⁾。

この動体視力がスポーツ選手の運動能力の評価として注目されるようになったのは最近であるが、スポーツのうち、特に球技を行なう者にとって動くもの見え方が大切であることは論を待たない。枝川ら²⁾は、大学生の各種スポーツ選手を対象に、視機能と運動能力の関係を調べ、視力の低下に伴って動体視力や深視力、立体視、コントラスト感度が低下したと述べている。彼らは、スポーツ能力は両眼視力1.2の時に最高であり、動体視力 (KVA) は視力0.7以下で有意に低下したと述べているが、今回の我々の測定結果も、彼らの結論を支持するものであった。以上のことから、今回対象としたプロ野球選手のうち約半数は、適切な屈折矯正を行なって、静止視力を改善させることにより、動体視力を向上させうる余地があると考えられた。

現在、スポーツ選手の視機能や視運動能力は、今回測定した静止視力や動体視力 (KVA) 以外にも、横方向へ移動する視標を判別する dynamic visual acuity (DVA)、目と手の協調運動、タキトスコープを用いて測定する瞬間視など多面的に評価が行なわれ、さらにビジュアルトレーニングの重要性が強調されている⁴⁾。しかしながら、それらすべての能力の基本となるのは、正しい屈折矯正による質の良い視覚情報の獲得であることを忘れてはならない。

文献

- 1) 佐渡一成：視力矯正の方法，スポーツのための視覚学．スポーツビジョン研究会編，89-98，1997．
- 2) 枝川 宏ら：スポーツ選手における視力と競技能力．日コレ誌，37 補遺：34-37，1995．
- 3) 長南常男：視力，眼機能学 (1)．市川 宏編，70-73，1985，東京．
- 4) 真下一策：スポーツビジョンの測定と評価，スポーツのための視覚学．スポーツビジョン研究会編，55-76，1997．

大学生球技者外傷障害の治療とリハビリテーションに対する鍼治療のdouble blind testの検討

西沢クリニック
 京都府立医科大学附属脳・血管系老化研究センター 病態病理
 大阪府立成人病センター 実験病理
 大阪大学薬学科 環境病因病態学
 吉岡医院

西澤 芳男・永野富美代
 西澤 芳男・伏木 信次
 西澤 恭子
 西澤 恭子
 吉岡 二三

緒 言

近年、東洋医学、特に鍼治療（AT）は一般的利用、脳血管障害患者などの機能回復などに加え競技スポーツのスポーツ外傷・障害のrehabilitation（Reha）の一手段、筋肉疲労回復などのconditioning（C）づくりの一環とし多数のスポーツ選手に利用されている¹⁾。競技スポーツ選手では鍼治療は一種の信仰的boomで頻用されている。しかし、スポーツ外傷障害・障害に対するATの科学的評価は未解決問題である。

今回、無作為、double blind testで大学生球技スポーツ選手の筋肉・関節痛にATを施行し、その有効性を検討した。

対象と報告

1. 対 象

クラブ、同好会で球技施行大学生272名（男：女=217：55）を対象とし、乱数表で経穴（K）（A群）とKをはずした部位AT施行群（B群）に振り分け、更に、両群共治療上必要な会話のみしか鍼灸師と交わさない群（A₁, B₁）、人生、競技上の悩みなどを会話しあう群（A₂, B₂）に振り分けた（群間背景因子有意差なし）。

2. A T 法

AT法はK（A₁, B₁）またはKをはずし（A₂, B₂）2回/週、1h/回、1年間施行した。施療者個人技量を排除するためスポーツ医学研修を終了した経験10年以上の鍼灸師20名が施療者対象者施療頻度が同等となるようにした。

3. 疼痛程度評価法（ECP）

ECP判定はVAS-P、Face rating pain score（FRS：5点法）：我々の総合QOL（T-QOL）法²⁾、CPT5Hzで評価した。

4. 統計学的処理

各値は平均値±SEで示し、Student's t test、Paired t testなどを用い、P<0.05以上を有意差ありとした。

結 果

1. ATによるECP改善

ATによるECP改善をVAS-P、FRSで測定した。A₁, B₁治療後値（VAS-P、A₁: P<0.05, B₁: NS, FRS: A₁: P<0.05, B₁: P<0.01）に比較しA₂, B₂治療後値は有意の改善効果を認めた（共にP<0.01）（図1-A, B）。即ち、ATのみよりAT時の会話がECP改善効果を強力にもたらす可能性が示唆された。CPT5Hz値は疼痛一次入力繊維C繊維活動を表す。AT前・後でCPT5Hz値は各群共有意の変化を認めなかった（図1-C）。

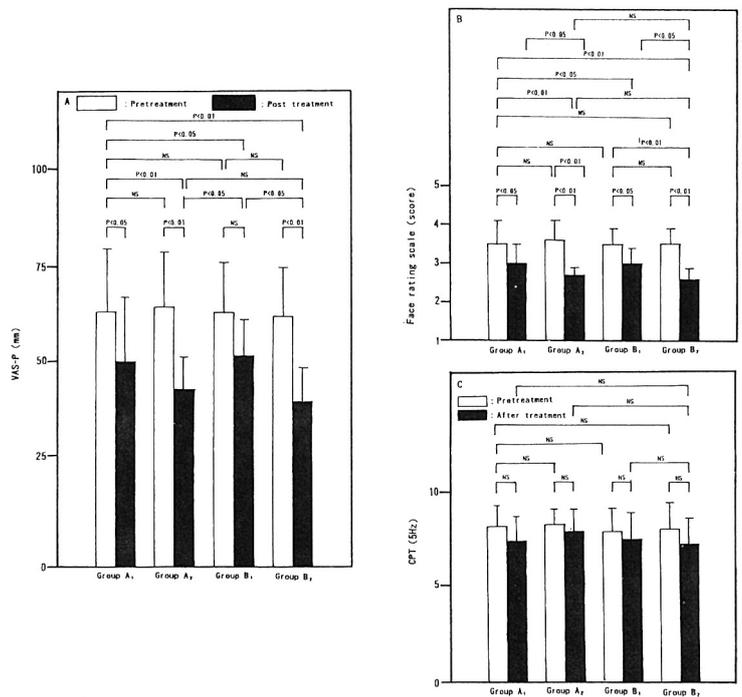


図1. KとKをはずしたATの1年間治療前・後のECPの検討
 大学生球技スポーツ選手の球技、球技練習による筋肉・関節痛に対するKとKをはずしたAT。
 Group A：KのAT群。
 Group B：KをはずしたAT群。
 Group A₁, B₁：治療必要上の会話のみ群。
 Group A₂, B₂：球技上の心身、人生上の苦悩などの相談をも施療中施行した群。
 A：VAS-P, B：FRS, C：CPT5Hz値。

2. ATによるT-QOLとその構成因子の改善

AT前・後でA₁, B₁ではT-QOLとその各構成因子の有意の変化は認められなかった。A₂ではT-QOLと構成因子中、QOL-MとTh, B₂ではT-QOLとQOL-M, Th, Pの有意の改善を認めた。治療後A₁に対しA₂ではT-QOL, QOL-M, Th, B₁に対してはB₂ではT-QOL, QOL-M, Th, Pcで有意の改善を認めた(図2-A)。(各群間で治療前

T-QOL, その構成因子に有意差は認められなかった。) QOL-Th, 各因子を更に分析すると治療前値では各群間に何ら有意差は認められなかった。治療後A₂, B₂で個人的接触(IC), 精神的因子(PF), 治療的因子(ThF)の有意改善を認めた(共にP<0.01)。ThFの構成因子の詳細な分析ではA₁, B₁は治療前、後で何らの有意差は認められなかった。A₂, B₂では各々counseling因子(CF)と精神ケア因子(PCF)で有意の改善を認めた(P<0.01)(図2-B)。

3. ATの筋肉・関節痛軽減効果の認識変化

大学生競技選手の球技スポーツによる筋肉・関節痛のReha, Cに対するAT効果認識は本試験結果認知後有効例数が減少し無効・悪化例数が増加した。鍼灸師と日常および球技施行, 練習中の悩みに関し十分会話が行なえ, 助言の得られたA₂, B₂群(治療前後でA₂:有効以上:47.5→6.6%, 無効・悪化:4.9→70.4%, 同様に49.2→7.0%, 4.9→62.3%)では治療上の会話のみA₁, B₁群(治療前後A₁:有効以上:49.1→4.9%, 無効・悪化:5.3→89.7%, B₁同様に47.5→3.4%, 5.1→80.7%)に比し有効例の減少率, 無効・悪化例の増加率が少ない傾向が認められた(結果省略)。

考 察

大学競技スポーツ施行者を1例としたが, 球技スポーツ全般で筋肉・筋肉痛のReha, CにATはplacebo効果しか有さない可能性が示唆された。placebo効果はAT中の十分な時間帯中に施療者に生活・心身上苦悩などを施療者に十分聞いてもらえ, 相談相手になってもらえること, また, 何らかの助言をえられることによる可能性が示唆された(図1, 2)。

秋本らは大学生スポーツ選手におけるスポーツ外傷・障害は約80%で, AT経験者は50%以上に達すると報告している³⁾。また, 初診時に西洋医学治療を受けた後東洋医学治療に切り替える比率を秋本ら³⁾は42.5%, 向野らは58.5%⁴⁾と報告している。本理由とし①障害の症状・状態によっては西洋医学治療よりATの効果が優れていると考えること³⁾, ②西洋医学治療で無効のためATに切り替えること, ③診断は西洋医学的に受け治療は東洋医学的に行なう傾向などが考えられる。しかも, 競技レベル向上と共にATを受ける頻度が上昇する傾向にあった^{3), 4)}。

今回の結果は十分なスポーツ医学研修終了, 経験10年以上の鍼灸師がKあるいはKをはずしAT施行時でもCRT5Hz値で有意差が認められず, AT中の会話が慢性疼痛軽減効果を示す可能性が示唆する(図1, 2)。しかも, PF, ThFにのみ効果が認められ, ThF中CF, PCFでのみ有意の改善が認められたという結果(図2)はWHOのATに関するdouble blind testと同様の結果であった。即ち, 現時点でATの効果はAT自体の効果ではなくAT中鍼灸師との会話による心理効果である可能性が示

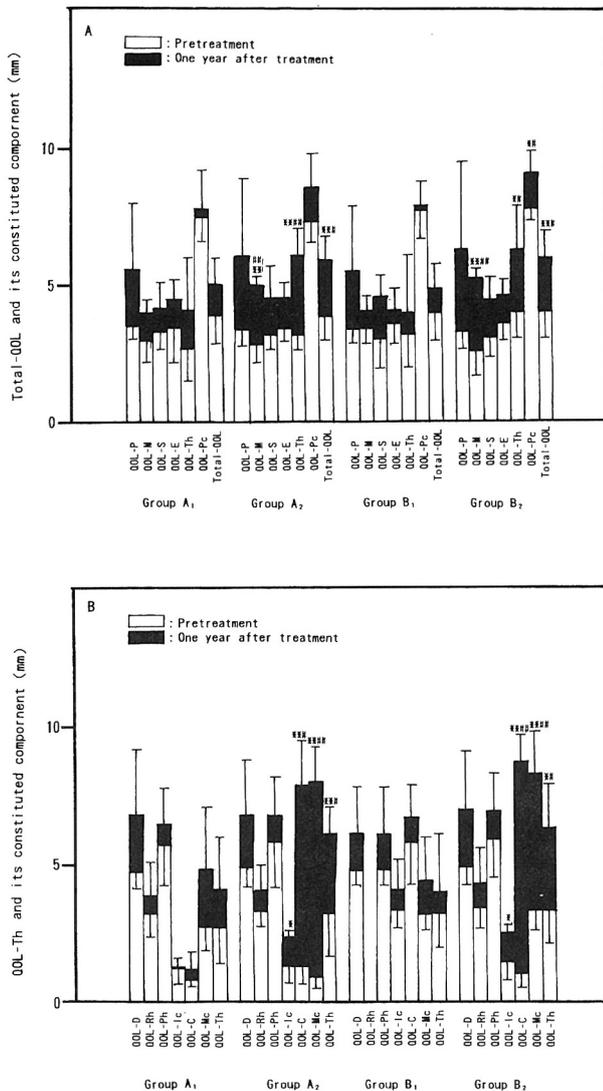


図2. ATと同PTh治療におけるT-QOLとその構成因子の変化

A: T-QOLとその構成因子。

T-QOL=QOL-P(身体的)+QOL-M(精神・心理的)+QOL-S(社会的)+QOL-E(経済的)+QOL-Th(治療的)+QOL-Pc(人格的)/5

各QOLは0から10(0を最悪, 10を最高とした)VASでしめさせ, 1回に7回表示させその最高, 最低点を除外し残る5点の平均で1回の表示値を求めた。詳細は文献を参照。

B: 治療的QOLと構成因子。

*P<0.05, **P<0.01 posttreatment vs pretreatment.

#P<0.05, ##P<0.01 Group A₂ vs Group A₁, Group B₂ vs Group B₁.

唆された。実際、本結果認知後認知前に比しAT有効率が有意に低下したという結果は本可能性を裏付ける。

文 献

- 1) 川原 貴：昭和62年度日本体育協会スポーツ科学研究報告。2-8, 1987.
- 2) Nishizawa Y. et al. : The estimation of evaluatve method of chronic pain in patients with chronic pain disiasse. Jap. J. Chr. Pain 17 : 11-20, 1988.
- 3) 秋本嵩之ら：大学競技スポーツ選手における鍼治療の実態。臨床スポーツ医学, 15 : 87-93, 1998.
- 4) 向野義人ら：スポーツ障害の利用実態 東洋医学的診断と西洋医学的診断の役割。臨床スポーツ医学, 7 : 1067-1071, 1991.

スポーツと突然死

聖マリアンナ医科大学・横浜市西部病院 循環器内科 武者 春樹

はじめに

近年の健康志向の中で、中高年におけるスポーツ中の突然死が社会問題となって久しい。その多くは、一時期のジョギングブームによる中高年のジョギング中の突然死やゴルフ場における突然死などであり、死亡例が一家の大黒柱であり、社会的にも活躍している年代に多く認められたこと、さらにそれらの世代における突然死の原因が虚血性心疾患に起因していると推定されたことから、スポーツのためのメディカルチェックの必要性が強く叫ばれることとなった。しかし、本邦においては、スポーツに関連する突然死の大規模調査が乏しく、その実態は明らかにされていないのが現状である。ここでは、本邦におけるスポーツの突然死に関する過去の報告を紹介し、事故防止のためのメディカルチェックについて若干触れることとする。

本邦における突然死の実態

1. 新聞報道による突然死

本邦における新聞報道によるスポーツ関連の突然死の調査報告はいくつか認められるが、村山、舛田らは1976～1988年の中央3紙に報道された運動関連突然死58件の月別発生頻度を報告¹⁾した(図1)。発生数は、1, 5, 7, 8,

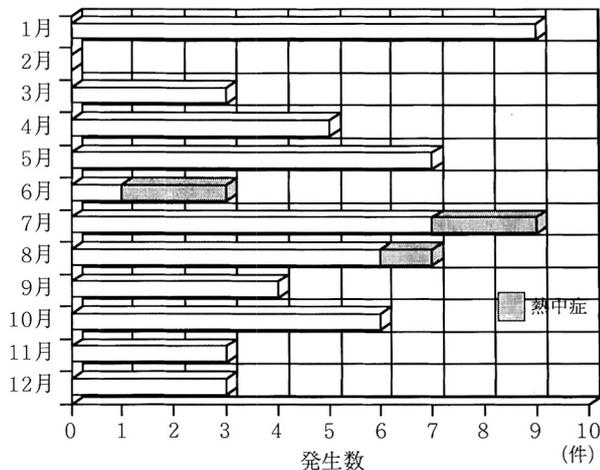


図1. 新聞報道による月別の突然死発生数¹⁾

10月に多く、1月はマラソン大会、5, 10月はスポーツ行事における事故であり、7, 8月は夏期の合宿などにおいて発生し、6月から8月には熱中症による死亡例が認められる。6月には、突然死の発生数が少ないにも関わらず熱中症による死亡事故が多く、梅雨の晴れ間の高湿、多湿時におけるマラソンなどで、まだ暑熱環境に身体が順応できていない時期に熱中症が生じやすい現象を表している。この調査時点では、マラソン大会などの市民スポーツ大会の開催は現在に比べると多くなかったため、2月には報道されるようなスポーツ関連の突然死がなかったが、最近の市民スポーツの普及により、一年中各地で大会が催されていることから、2月においても事故の報道がみられるようになった。また、新聞報道では記事としてのインパクトが大きいために掲載される条件であることから、クラブ活動による突然死や基礎疾患としてMarfan症候群の比率が高いなどの集計内容に若干の偏りが生じていると考えられる。また、この時期に報道された診断の大半が急性心不全とされ、正確な診断が得られていたかも疑問が残る。

2. アンケート調査による突然死

全国規模のアンケート調査による運動に関連した突然死の集計²⁾を表1に示した。これらの報告では、運動における突然死の頻度は、100万人以上の人間が1回運動する毎に1件発生すると推定される。ここで注目すべきことは、青少年の利用が多い体育施設と大学生における頻度が1600万人・回から2000万人・回であるのに対し、社会人や最近

表1. アンケート調査による運動突然死の発生頻度²⁾

調査対象	調査数	発生頻度
都道府県体育施設	1,120施設	1件/1,636万人・回 (延べ施設利用者数で算出)
大学生	181校 (全突然死での推定)	1件/339,104人 (全学生が1週間に2回運動を行なったと仮定した場合)
社会人	52社 (ニアミスを含む)	1件/42,887人 (調査対象社会人が1週間に1回運動を行なったと仮定した場合)
フィットネス施設	301施設 (ニアミスを含む)	1件/497万人・回 (延べ施設利用者数で算出)

中高年者の利用率が高いフィットネス施設の頻度が150万人・回から200万人・回と約10倍高いことであり、この点からも中高年のスポーツ前のメディカルチェックの必要性が窺われる。

3. 検死を基にした突然死

村山、徳留らは、1984～1988年の5年間にスポーツ中に生じた突然死で警察に報告のあった645件の集計を行なった³⁾。645件の性別は、男性545件(84.5%)、女性100件(15.5%)で、発生頻度の性差は従来の報告と大きな差は認められない。年代別では、40歳未満の若年者が332件(51.5%)、40～59歳の中年層が166件(25.7%)、60歳以上の高齢者が147件(22.8%)であった。運動種目としては、ランニングが165件(25.6%)ともっとも多く、一般市民のスポーツとしての普及が広く競技人口の多さを反映している。次いでゴルフが87件(13.5%)、水泳80件(12.4%)、ゲートボール45件(7.0%)、登山37件(5.7%)であった。年代別の種目別突然死発生数(図2)は、40歳未満では、ランニングが114件(34.3%)ともっとも多く、水泳58件(17.5%)、サッカー24件(7.2%)、野球が続き、40～59歳では、ゴルフが41件(24.7%)ともっとも多く、ランニングが33件(19.9%)、水泳14件(8.4%)と次いでいる。60歳以上の高齢者では、ゲートボールが44件(29.9%)と最多であり、ゴルフが40件(27.2%)と2番目に多い。これら突然死の基礎疾患・要因(図3)としては、剖検は施行されていないが心臓死が推定された急性心不全が全体で333件(51.6%)と各年代ともっとも多いが、中高年では虚血性心疾患がほぼ同数で40～59歳の36.7%、60歳以上

の39.5%を占め、次いで脳血管疾患が多い。一方、若年者では、剖検を行なった結果明らかな器質的病変が認められず心臓死(不整脈死と考えられる)が推定される急性心機能不全が多く、他の年代には認められず若年者の特徴である。

これらの突然死をきたしたスポーツ種目は、年代により参加する人数(競技人口)や1回の運動時間が大きく異なる。突然死数の多いランニングは、どの世代においても競技人口が多く、1回の運動時間は短いが毎日行なっているなど総運動時間が長いことから、各競技の参加人口と競技時間で補正を行ない、40～59歳の中年層のランニングの突然死率を基準として種目別の相対危険率を算出した(図4)。中年層で突然死の危険率の高い種目は、スキー1.9、登山1.8、剣道2.5、野球1.2などであり、高齢者ではゴルフ6.5、登山6.1が際だって高く、ゲートボール1.3、ダンス1.3が相対的に高かった。高齢者のゴルフの危険率が高かった要因としては、疾病を有しながらも参加できる競技であること、ゲートボールに比べ高齢者の参加人口が少ないことなどが上げられる。登山は、中年層、高齢者ともに危険率が高い種目であるが、運動そのものの強度が高いこと以外に緊急時に対応できないことが、その要因と考えられた。

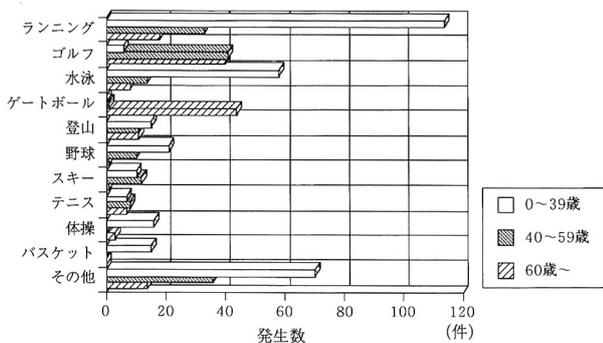


図2. スポーツ中の突然死種目別発生件数³⁾

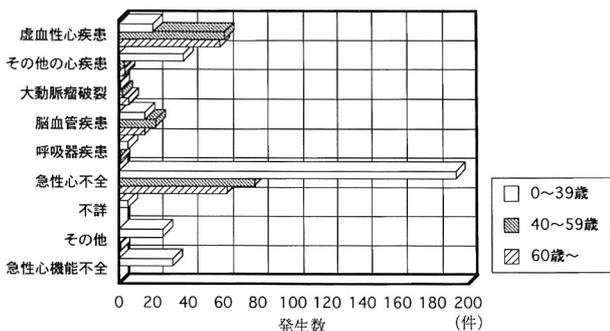


図3. スポーツ中の突然死の基礎疾患³⁾

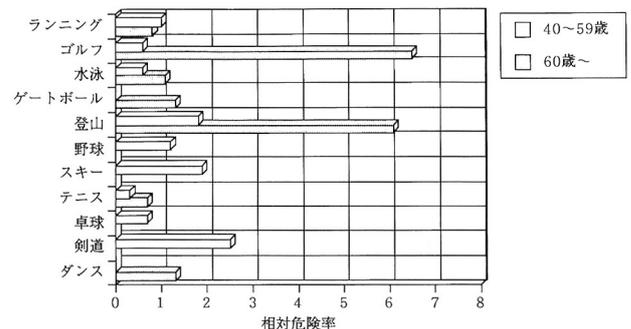


図4. スポーツ中の突然死種目別相対危険率³⁾
(40～59歳のランニングの危険率を1とした場合)

突然死防止のためのメディカルチェック

スポーツにおける突然死は、そのスポーツを行なっている時の内的および外的環境により避けられない場合もあるが、中高年以上における突然死には、虚血性心疾患など基礎疾患が関与していることが少なくなく、防止にはメディカルチェックが有効であると考えられる。欧米では自己の責任において健康管理を行ない、スポーツを行なうことが当然とされているが、本邦では健康管理に関する自己責任の認識が十分ではないことから、スポーツ中の突然死が社会問題となってきた。一方、医療側にもスポーツのためのメディカルチェックの必要性が十分に理解されていなかったために、スポーツ参加のための検査項目の選択や診断書の書き方がわからず、臨床の現場で混乱をきたしていた。十分なメディカルチェックを行なうには、水泳やスクーバ

ダイビングなどではダイビング反射試験などそのスポーツの特性にあった検査を行なうべきであるが、すべての対象

表2. メディカルチェックにおける基本検査項目(案)⁴⁾

1. 血液検査

赤血球数, ヘモグロビン, ヘマトクリット, 白血球数.

(注1) 血小板数は対象により考慮する.

2. 生化学検査

GPT・(GOT)・ γ -GTP・総タンパク・総コレステロール・中性脂肪・尿酸・BUN・クレアチニン・血糖.

(注2) アルカリフォスファターゼ・LDH・CPKを対象により考慮する.

(注3) Fe・フェリチンを女性あるいは競技スポーツ選手で貧血が予測された場合に測定する.

(注4) 肝臓疾患が疑われた場合には, 以下の項目より2項目以上を選択する.

アルブミン, コリンエステラーゼ, ヘパプラスチンテスト, LCAT, 総ビリルビン

(注5) HBs抗原・HCV抗体・HIV抗体を対象(接触性スポーツの場合)により考慮するが, インフォームドコンセントを得ることが必要である.

3. 尿検査

尿タンパク・尿潜血・尿糖

(注6) 尿沈渣は, 対象により考慮する.

4. 胸部エックス線写真

5. 安静心電図

(注7) 運動負荷心電図をすべての対象者に行なうことが望ましいが, 施設・マンパワーの面で現状では完全に対応できないことから, 安静心電図に異常の認められた例・40歳以上の男性・50歳以上の女性には基本検査とする.

者に特殊検査まで行なうことはできないことから, 最低限のメディカルチェックとして行なう項目の案(表2)⁴⁾を臨床スポーツ医学会学術委員会内科部会で策定した. 従来, 公的機関からのメディカルチェックのガイドラインがなかったことから, 現在の医療水準として必要最小限の検査である. 注7にもあるように運動負荷試験は, 運動のためのメディカルチェックとしては全対象者に行なうべき検査であるが, 本邦における運動負荷試験の普及の現状に鑑み異常所見のある場合か, 男性では40歳以上, 女性では50歳以上を対象とした. しかし, 将来全国的にメディカルチェックの体制が整えば, このような注釈は削除されるべきと考える.

文 献

- 1) 村山正博, 舩田博文: 運動時の突然死事故例に関する調査. 村山正博(編), 運動と突然死. 文光堂, 1990, p1-18.
- 2) 武者春樹: スポーツ関連の突然死. 村山正博, 笠貫 宏(編), 心臓性突然死. 医学書院, 1997, p62-70.
- 3) 村山正博, 太田壽城, 豊鳴英明, 他: 本邦成人におけるスポーツ中の突然死の実態と発生機所に関する研究. DMW(日本語翻訳版), 15: 43-60, 1993.
- 4) 日本臨床スポーツ医学会学術委員会内科部会(会長: 村山正博): メディカルチェックにおける基本検査項目(案). 日本臨床スポーツ医学会誌, 5: 276, 1997

スポーツによる頸髄損傷とその予防

東京大学医学部 整形外科 福井 尚志

はじめに

頸髄損傷は、あらゆる外傷の中で最も悲惨なもののひとつである。とくにスポーツによる頸髄損傷は、交通事故や労働災害によるものと較べて患者が若年であることが多く、その深刻さは際だっている印象がある。しかし、一方ではスポーツによる頸髄損傷はそれが発生する状況が比較的限定されていることから、交通災害や労働災害などほかの原因によるものに較べ予防対策が立てやすいのも事実である。適切な対策を講じた場合にはその予防効果が明確に得られることも多く、実際にいくつかのスポーツ種目では、競技規則の改定によって頸髄損傷の発生を相当に減らすことに成功している。したがってスポーツ外傷による頸髄損傷は、スポーツ医学に携わるものにとって、最も真剣に取り組まなければならない、また取り組む価値がある課題であると考えられる。

スポーツによる頸髄損傷の発生頻度

我が国で発生する脊髄損傷は、1990年から92年の3年間の平均で、調査し得たものだけで年間約3200件であったと報告されている¹⁾。このうちスポーツが原因となった脊髄損傷は平均で全体の5.2%を占めており、年間約180件の脊髄損傷がスポーツによって生じていることになる¹⁾。これらを原因となったスポーツ種目ごとに集計したものが表1である。脊髄損傷の受傷原因として最も多いのが水泳(飛び込み)であり、これにスキーが続き、さらにフットボール(ラグビー、アメリカンフットボールおよびサッカー)、柔道、体操という順になっている。スキーは愛好者の数の多さが発生件数に反映していると考えられ、またスポーツ参加者の年齢が幅広いことを反映して患者の平均年齢も各種目中最も高いものとなっている。脊髄損傷は損傷部位によってさらに頸部脊髄損傷と胸腰部脊髄損傷とに分けられる。頸髄損傷と胸腰部脊髄損傷とを区別して検討してみると、ほとんどの種目では頸部での

脊髄損傷が圧倒的に多いのにもかかわらず、スカイスポーツのみは胸腰部脊髄損傷の比率が非常に高い。スカイスポーツにはパラグライダー、パラセーリング、スカイダイビングなどが含まれており、このようなスポーツ種目での外傷はほとんどが墜落性損傷であることがその理由であろう。スカイスポーツによる脊髄損傷は年齢がスキーに次いで高いことと併せてスポーツにおける脊髄損傷の中でかなり異質であると言えるかもしれない。

以下にスポーツにおける脊髄損傷のうちそのほとんどをしめる頸髄損傷について、そのメカニズム、予防法などを論じる。

頸髄損傷が生じるメカニズム

スポーツにおける頸髄損傷の受傷機序は、発症がスポーツ現場という比較的限定した状況にあることから他の原因によるものに較べて比較的解析が容易である。周囲の目撃者や患者自身の記憶、あるいは受傷時の画像情報などにより受傷機序がかなりの信頼性をもって分析できる場合が多い。実際の検討結果から、スポーツでは頸椎軽度屈曲位で

表1. スポーツによる脊髄損傷の発生状況

	No. of patients	Sex		Cervical	Level of injury Thoracolumbar	Unknown	Mean age at injury (yo)
		Male	Female				
Diving	114 (21.5%)	100	14	114	0	0	21.9 (10-69)
Skiing	71 (13.4%)	59	12	60	10	1	38.6 (15-30)
Football ¹⁾	67 (12.7%)	67	0	62	3	2	20.4 (15-54)
Sky sports	37 (7.0%)	34	3	6	31	0	38.2 (19-63)
Judo etc ²⁾	36 (6.8%)	32	4	35	1	0	22.8 (12-57)
Gymnastics	35 (6.6%)	26	9	34	1	0	19.9 (12-54)
Baseball	21 (4.0%)	21	0	21	0	0	36.2 (13-55)
Motor racing	20 (3.8%)	19	1	14	5	1	27.8 (20-57)
Swimming	13 (2.5%)	10	3	13	0	0	34.7 (15-50)
Basketball	9 (1.7%)	6	3	8	1	0	17.4 (14-23)
Horse riding	7 (1.3%)	6	1	6	1	0	42.6 (23-60)
Cycling	7 (1.3%)	7	0	6	1	0	40.0 (23-65)
Others	91 (17.2%)	78	13	62	28	1	33.7 (11-77)
Total	528 (100%)	465	63	441	82	5	28.5 (10-77)

¹⁾ including rugby, American football and soccer. ²⁾ including Judo, Sumo and wrestling

(Kato S, Shingu H, Ikata T, Iwatsubo E. Sports-related spinal cord injury in Japan (From the nationwide spinal cord injury registry between 1990 and 1992). Spinal Cord 34, 1996.より引用)

頭頂部から軸圧が加わったために頸髄を損傷するという、過屈曲型の損傷が多いことが明らかになっている^{3,10)}。頸椎は軽度屈曲位では、生理的な前彎が消失した状態となる。この状態で頭頂部から軸圧が加わった場合、棘間、棘上靭帯や関節包など後方の軟部支持機構が容易に損傷され、両側椎間関節の脱臼が骨傷を伴わずに比較的容易に生じる²⁾ (図1)。死体を用いた実験でも過屈曲による頸髄損傷が相当に小さい外力によっても生じることが示されており、Bauze らの報告では頸椎を軽度屈曲位とした場合、145kgの軸圧で両側性の椎間関節脱臼が生じたとされている²⁾。頸椎の椎体が圧迫骨折を起こすには約450kg、頸椎椎間板を損傷させるにはそれ以上の荷重が必要と言われており、これらに比較するとこの荷重はかなり小さな値と考えられよう。

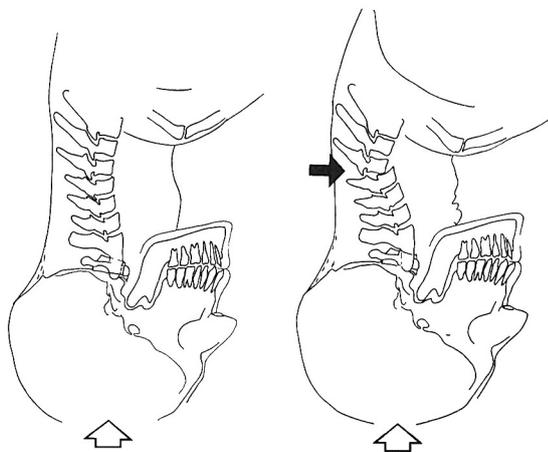


図1.

頸椎軽度屈曲位では生理的な頸椎の前彎が消失しているため、軸圧負荷(白ぬき矢印)が加わると容易に両側の椎間関節脱臼(黒矢印)が発生する。(文献2より一部改変して引用)

もちろん、スポーツにおける頸髄損傷がすべてこのような機序で生じているわけではなく、これ以外にもさまざまな受傷機転によって頸髄損傷が発生する。しかし、たとえばアメリカンフットボールにおける頸髄損傷の発生に関してはこのような過屈曲による損傷が過半数を占めることがわかっており¹⁰⁾、スポーツにおける頸髄損傷のかなりの部分がこのような機序によって生じているのは確かなようである。

アメリカンフットボールで発生した頸髄損傷の受傷の瞬間を撮影したフィルムの分析では、受傷時に頸部に加わった荷重は368~830kgと推定されたという¹⁰⁾。頸部周囲筋の筋力によって荷重の一部が吸収されることを考慮しても、頸椎の前彎が消失した状態でこの大きさの荷重が加われば、両側椎間関節の脱臼が生じるのは当然かも知れない。

頸髄損傷発生の要因

スポーツ活動による頸髄損傷の発生に関与する要因は、

個体自体に関する intrinsic な要因 (intrinsic factor) と運動を行なう環境など個体以外の extrinsic な要因 (extrinsic factor) の二つに分けて考えることができる。Extrinsic factor には、例えばグラウンド・サーフェスの状況やプールの深さ、あるいはスキー場での混雑度や障害物の有無など運動するフィールドの要素が含まれる。また、運動用具も重要な extrinsic factor のひとつであり、例えばアメリカンフットボールで用いられるネックロールなどの頸部のプロテクターは、頸部の外傷の危険性をある程度軽減してくれると考えられている。また後述するように運動用具の強制的な使用が、予期しなかった頸部障害の増加を招くこともある。このほか競技規定も extrinsic factor として重要であり、危険なプレーを禁止することで頸髄損傷の発生を減らすことが可能である。一方、intrinsic factor としては、個人の競技能力、頸部周囲筋の筋力、脊柱管狭窄や先天的な形態異常など頸椎の解剖学的な特性、競技当日の疲労度や体調、さらには精神的な緊張状態など心理的な要因までが含まれる。

スポーツによる頸髄損傷の発生を予防するということは、これらの要因を個別に、あるいはいくつかを組み合わせさせて頸髄損傷の発生が生じにくいような適切な改善を行なうことにほかならない。今後の改善を検討する際の手掛りを提供する意味で、以下にスポーツにおける頸髄損傷の予防に関連する過去の事例を示す。

競技規定について

スポーツ、とくに contact collision sports では競技規則が頸髄損傷の発生と密接な関連を有する。この好例がアメリカンフットボールである。アメリカンフットボールでは1970年代に競技規則を改定することで頸髄損傷の発生を劇的に減らすことに成功した⁴⁾。1970年代半ばまではアメリカンフットボールは頸髄損傷が高率で発生するスポーツ種目の代表であり、例えば1976年にはアメリカ国内で1年に34例の頸損患者が発生しており、社会的な問題にもなっていた。頸髄損傷の発生を減らすために受傷状況に関する調査が、受傷の瞬間を撮影したフィルムの分析を中心として徹底的に行なわれた。その結果、分析可能であったケースの51%はほぼ同一のタックル・テクニックによって頸髄損傷が生じていることが明らかとなった¹⁰⁾。この写真テクニックは頭部を少し下げて頭頂部から相手に突進するというもので、頭を槍の先に、胴体を槍の柄に見立て、全身を槍のようにして突進するということから spearing と呼ばれるものである。この状態では頸椎は軽度屈曲位をとっており、軸圧方向の負荷に対して脆弱となることが頸髄損傷が多発する原因であると推測されたのである。

受傷状況の分析から spearing の危険性が明らかとなったため、1977年からアメリカンフットボールの競技規定が改訂され、spearing によるタックルが禁止された。この効果は顕著であり、翌シーズンから頸損患者の発生は一気

におよそ半分に減少し、以後も発生の増加をみていない(図2)。これは競技規則の改定によってスポーツによる頸髄損傷の発生を減らすことができた好例である。

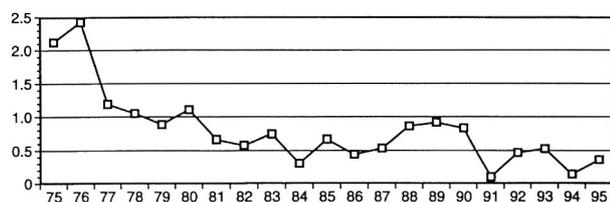


図2. アメリカンフットボールにおける頸髄損傷発生件数の年次変化

グラフの縦軸は競技参加者10万人当たりの頸髄損傷患者発生数。ルール改正に伴い1977年以降発生頻度が著しく低下している。(文献4より引用)

ラグビーも競技規定の改定によって頸損の発生を軽減できたスポーツの一つである。ラグビーにおける頸髄損傷はスクラム中の発生が最も多いと報告されている^{1,13)}。スクラム中の頸髄損傷の受傷機序を検討した結果、これがスクラムを組んだ瞬間とスクラムが崩れた瞬間に多発していることが明らかとなった。ニュージーランドでは国際ラグビー協会の許可を得て、スクラムを意図的に崩す行為を禁止することと、スクラムのコンタクトスピードを下げるためにスクラムを組む際の相手との間隔を短くすることの2項目を中心とした国内試合のルール改正を1984年に行なった。この結果、スクラム中の頸損の発生件数は大幅に減少したと報告されている¹⁾。

安全性を高めるための競技規則の改定は、反面その競技の持っている魅力を削ぐ可能性もある。このため実際の競技規則の改定は、安全と競技特性の兼ね合いを計りながら行なわれることになり、これが規則改定における実際的な問題でもある。

安全性を高めるために運動用具の使用を義務付けたところ、逆に別の問題が生じた事例もある。ホッケーは北米では今世紀はじめから広く行なわれているスポーツ種目であり、近年は競技人口も徐々に増加してきているといわれている⁵⁾。ホッケーに伴う頸髄損傷は1970年代後半まではほとんど発生していなかったのに対し、1980年以降徐々に発生が増加するようになった。1987年までに報告された症例は総数で100例を超え、ホッケーは頸損の発生率に関してアメリカンフットボールの3倍も危険であるというレポートが出されたほどであった⁸⁾。症例の受傷機序の分析から、頸髄損傷増加の背景には2種の運動用具の着用の義務化が影響している可能性が考えられた。このひとつはヘルメットに関するもので、ホッケーで従来多かった頭部外傷を減らすために、1975年から競技中のヘルメット着用が義務付けられたこと、もうひとつは顔面、とくに眼部の外傷を減らす目的でフェース・プロテクターの着用が1978年から義務付けられたことである。調査の結果、この二つの競技規定の改定によって頭頂部から相手に接触する、アメリカン

フットボールの spearing に類似した接触プレーが増えていることがわかり、これによって頸髄損傷の発生が増加しているものと考えられた⁹⁾。ヘルメットとフェース・プロテクターの着用によってコンタクトの際の恐怖感が薄れたことがこの原因と思われる。安全性を高めるために行なった保護用具の着用が結果として別の障害の発生を増加させたことになるわけで、これにどのように対処するかは今後の課題であろう。

スポーツによる頸髄損傷の中で最も発生頻度が高いのが飛び込みによるものである。我が国ではスポーツによる脊髄損傷全体の約20%が飛び込みによるものであることは先に触れたとおりであるが、この傾向は諸外国でも同様で、例えばアメリカのユタ州における最近の報告ではスポーツによる脊髄損傷の約31%が飛び込みによるものであったとされている⁹⁾。このように頻度が高いにもかかわらず、飛び込みの予防は現実にはかなり難しい問題を含んでいる。そのひとつは飛び込みによる頸髄損傷が特定の競技参加者に限定して発生するのではなく、一般の水泳愛好者が不特定の場所で飛び込みを行なう結果生じる例のほうがはるかに多いということである。また一般に、十分な技術を持った swimmer がプールサイドから飛び込む場合でも安全に飛び込みが行なえる水深は最低1.5mであり、飛び込み技術が未熟な者の場合にはこれが2m以上に増加するとされている³⁾。このため、運動環境の整備によって頸髄損傷の軽減をはかろうとしても、プールや海水浴場で実際にこの水深を設定することは別の意味で危険であるから、現実にはこのような手段で事故発生を軽減するのは困難である。したがって飛び込みによる頸髄損傷の発生を予防するには、飛び込みの危険性を十分に教育・啓蒙する以外適切な方法がないというのが実状ではないだろうか。

Intrinsic factor について

個人の競技能力や頸部の周囲筋力が頸髄損傷の発生に関与していることは、容易に推察しうる。実際に大学生アメリカンフットボールにおける頸部の重症外傷は、筋力も劣り競技技術も未熟と考えられる低学年の選手に多発する傾向がある。しかし例えば頸部の筋力と頸髄損傷の危険性に関しても、頸部周囲筋筋力の正確な計測が難しいこともあって今のところ明確な結論は出されていないようである。

一方、脊椎が構築学的に弱ければ頸髄損傷に対する危険は当然増大する。典型的なのは先天奇形がある場合であり、atlanto-occipital fusion, 歯突起形成不全あるいは癒合不全 (os odontoideum), Klippel-Feil 症候群などの奇形がある場合には頸髄損傷の可能性が高いスポーツへの参加は避けるべきである¹¹⁾。

スポーツにおける頸髄損傷の受傷機序を考えると、頸椎の生理的なアラインメントがストレートあるいは後彎である場合には軸圧に対する頸椎の脆弱性が危惧される。Torg らは1991年、立位中間位の頸椎側面像で頸椎がスト

レントないしは後彎であって、単純レントゲン上頸部脊柱管の先天的な狭窄があり、かつ頸椎に外傷による変化がすでに生じているものを spear tackler's spine と定義して、このような頸椎の選手はアメリカンフットボールにおける頸髄損傷のハイリスク・グループであると述べている¹¹⁾。実証的な検討は今後の課題と思われるが、このような頸椎の選手は確かに頸髄損傷のリスクが高いことが予想され、メディカル・チェックにおいて考慮すべき基準かもしれない。

ただし上記の3条件のうち頸部脊柱管の狭窄については、若干注釈が必要である。頸部脊柱管の相対的狭窄がある選手ではアメリカンフットボールとラグビーにおいて一過性四肢麻痺の発生頻度が高いことはいくつかの報告によってすでに示されている^{6,12)}。しかし、このような選手では一過性四肢麻痺の発生頻度は高くても、parmanentな麻痺の発生頻度は高いとは言えないというのが現在までの結論であり、従って単に脊柱管狭窄があるだけでは競技参加を止める根拠とはならないというのが、今のところ一般的な見解であると思われる¹²⁾。

おわりに

人の頭部の重量は、成人で約4.5kg程度であり、頸椎は本来この頭部を支えるための構造と強度しか有していない。頭部からのタックルのように体全体の運動エネルギーを頸椎のみで吸収することは、頸部周囲筋による外力の吸収を考慮したとしても基本的に無理があることなのである。したがって頸部に過度の負荷が加わる可能性のあるスポーツでは、安全に競技を行なえるように競技規則や技術、あるいは運動用具を改善していく必要があるのは当然と言えよう。スポーツによる頸髄損傷は整形外科医が経験する外傷の中で最も悲惨なものといってよい。この悲惨な外傷を少しでも減らすべく努力することは、スポーツ医学を志すものの義務と言えるのではないだろうか。

文 献

- 1) Barnes TRE : The need to make rugby safer. Br Med J, 296 : 149-151, 1988.
- 2) Bauze RJ, Ardran GM : Experimental production of forward dislocation in the human cervical spine. J Bone Joint Surg, 60B : 239-245, 1978.
- 3) Blanksby BA, Wearne FK, Elliott BC, Blitvich JD : Aetiology and occurrence of diving injuries. A review of diving safety. Sports Med, 23 : 228-246, 1997.
- 4) Clarke KS : Epidemiology of athletic neck injury. Clin Sport Med, 17 : 83-97.
- 5) Reynen PD, Clancy WG Jr : Cervical spine injury, hockey helmets, and face masks. Am J Sports Med, 22 : 167-170, 1994.
- 6) Scher AT : Spinal cord concussion in rugby players. Am J Sports Med, 19 : 485-488, 1991.
- 7) Shingu H, Ohama M, Ikata T, Katoh S, Akatsu T : A nationwide epidemiological survey of spinal cord injuries in Japan from January 1990 to December 1992. Paraplegia 33 : 183-188, 1995.
- 8) Tator Ch, Edmonds VE : National survey of spinal injuries in hockey players. Can Med Assoc J, 130 : 875-880, 1984.
- 9) Thurman DJ, Burnett CL, Jeppson L, Beaudoin DE, Sniezek JE : Surveillance of spinal cord injuries in Utah, USA. Paraplegia, 32 : 665-669, 1994.
- 10) Torg JS, Vegso JJ, O'Neill MJ, Sennett B : The epidemiologic, pathologic, biomechanical, and cinematographic analysis of football-induced cervical spine trauma. Am J Sports Med, 18 : 50-57, 1990.
- 11) Torg JS, Glasgow SG : Criteria for return to contact activities following cervical spine injury. Clin J Sport Med, 1 : 12-26, 1991.
- 12) Torg JS, Naranja RJ Jr, Pavlov H, Galinat BJ, Warren R, Stine RA : The relationship of developmental narrowing of the cervical spinal canal to reversible and irreversible injury of the cervical spinal cord in football players. J Bone Joint Surg, 78A : 1308-1314, 1996.
- 13) Wetzler MJ, Akpata T, Albert T, Foster TE, Levy AS : A retrospective study of cervical spine injuries in American rugby, 1970 to 1994. Am J Sports Med, 24 : 454-458, 1996.

平成11年 1月25日印刷
平成11年 2月 1日発行

編集・発行 関西臨床スポーツ医・科学研究会

発行人 高倉 義典

事務局 〒634-8522

奈良県橿原市四条町840番地
奈良県立医科大学 整形外科
電話(0774)22-3051
FAX(0774)25-6449

印刷所 〒540-0003

大阪市中央区森ノ宮中央2-9-5
共進社印刷株式会社
電話(06)6941-8881
FAX(06)6941-1053