関西臨床スポーツ医・科学研究会誌

2010　Vol.20
関西臨床スポーツ医・科学研究会

目　次

1．Side-Bridge の姿勢保持における筋活動の経時的変化について ……木下　和昭　他 …… 5

2．低周波鍼通電療法が筋血流に及ぼす影響　～非刺激側との比較～ ……織田かなえ　他 …… 9

3．アスレティックリハビリテーションにおける筋収縮スピード評価法の検討 ……森　健一郎　他 …… 13

4．高校女子体操選手の傷害特性についての考察
～平成 21 年度全国高校体育大会体操競技のコンディショニングサポート経験を通じて～ ……北田有祐美　他 …… 17

5．中学野球における傷害予防に関するアンケート調査 ……木村健太郎　他 …… 21

6．グラウンドサーフェイスの違いが大学サッカー選手のスポーツ外傷に及ぼす影響
―天然芝グラウンドと人工芝グラウンドとの比較― ……藤高　紘平　他 …… 25

7．剣道の継続が足部形態に及ぼす影響の検討 ……今村　沙枝　他 …… 29

8．足部形態は長距離歩行で変化するか？ ……江川　琢也　他 …… 33

9．中高年スポーツ愛好家の変形性膝関節症に対する筋力増強訓練の検討 ……中山　昇平　他 …… 35

10. 前十字靭帯付着部剥離骨折に対する鏡視下 K ワイヤー骨接合術 …… 長濱　史朗 …… 39
11. 大学女子剣道選手の肩関節痛発生要因の検討　～上肢筋力との関連性～ …… 貴志　真也　他 …… 43
12. 肩スポーツ障害に対するコアエクササイズ・プログラムを用いた
保存的治療の成績 …… 篠原　茂清　他 …… 47
13. 成人野球選手における傷害の実態　―マスターズ甲子園 2009 より― …… 多田　周平　他 …… 53
14. 大学陸上選手における気道分泌物中の抗菌性ペプチドと上気道感染症との関連 …… 臼井　達矢　他 …… 57
15. 心疾患患者における Heart rate performance curve と運動負荷時の
O_2 pulse 応答の関係 …… 黒瀬　聖司　他 …… 61
16. 軽運動が高齢者の血圧に及ぼす影響 …… 徳久　貴男　他 …… 65
17. 動脈硬化指標からみた中高年長期監視型運動療法効果の検討 …… 滝川　瑠美　他 …… 69

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌　20：5-8，2010

Side-Bridgeの姿勢保持における筋活動の経時的変化について

神戸海星病院　リハビリテーションセンター　木下　和昭
行岡リハビリテーション専門学校　理学療法学科　橋本　雅至
野崎徳洲会病院　リハビリテーション科　田頭　悟志・板矢　悠佑
豊中渡辺病院　リハビリテーション科　新谷　健
八戸の里病院　リハビリテーション科　宮沢　将史

はじめに

我々はSide-Bridge（以下，SB）テストを体幹筋機能の評価としてスポーツ現場で用いている[1]．今回，SBの持続的な姿勢保持が一定時間可能な者と不可能な者の体幹・股関節周囲筋の特性について検討した．

対　　象

対象は健常男性13名（年齢25±3歳，身長172±5cm，体重64±6kg）とした．なお対象者全員に研究内容を説明し同意を得た．

方　　法

1．測定肢位（図1）

SBは側臥位にて肘と足部で支持したブリッジ姿勢であり，肩関節90°外転位，股関節中間位，膝関節伸展位にて行った．測定時の肢位はさらに上側股関節を外転し，骨盤に体重の10%の重りを負荷した．

2．筋活動測定

表面双極誘導を用いた筋電図の導出はMyo-system 1200（NRAXON社）を用い，筋電波形の処理にはMyo-Research XP（NRAXON社）を用いた．サンプリング周波数は1 kHzとした．中間周波数（Median Power Frequency以下，MdPF）は高速フーリエ変換にて求めた．また，得られた筋電波形を全波整流後，平滑化処理を行い，積分値（Integrated Electromyogram以下，IEMG）を求めた．

3．測定筋

SBの肢位において下側の腹直筋上下部，内腹斜筋，外腹斜筋，多裂筋，中殿筋，大殿筋，大腿筋膜張筋の8筋とした．電極導出部は，表面筋電図マニュアル[2]に準じた．

4．測定時間及び群分け

姿勢が安定してから最大60秒間の姿勢保持を目標にした．40秒以上保持が可能であった者を可能群，保持可能時間が30秒未満であった者を不可群と群分けし，30秒～39秒の姿勢保持時間であった者は除外した．

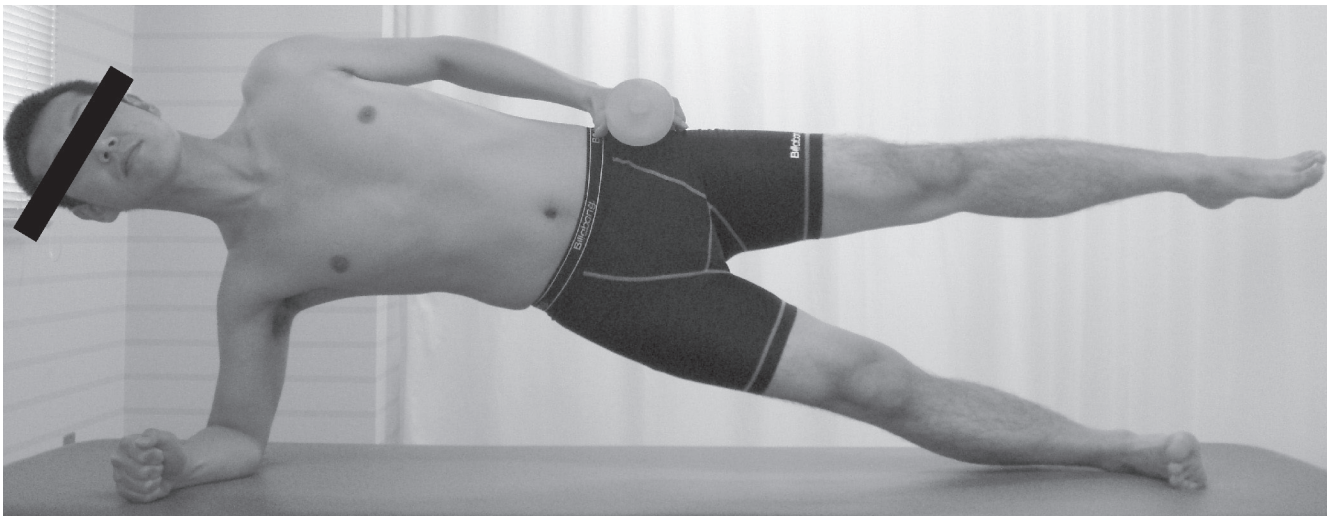


図1．SBの測定肢位

5．データ処理

MdPFは姿勢保持の開始から５秒間の数値を基準値とし，その後５秒毎の数値を基準値で除して標準化した．さらに，保持開始時以降の数値の変化から回帰直線を引きMdPFの減少率（以下，MdPF slope）を算出した．

IEMGは姿勢保持の開始から５秒毎のIEMGを求め，それらの値をDanielsらによる徒手筋力検査法のnormalの肢位にて得られた最大随意筋収縮時のIEMGの値を100％として標準化した（以下，％ IEMG）．また測定時間を開始時から終了時までを100％とする正規化を行い開始時，中間時，終了時の％ IEMGを算出した．終了時の設定は，設定した姿勢が保持できなかった時点を終了とし，60秒の姿勢保持が可能であった者は60秒とした．

6．統計処理

MdPF slopeはMann-WhitneyのU検定を用い，％ IEMGはTukey-Kramer法を用い，それぞれ危険率５％未満を有意とした．

結　　果

①対象者の内訳：可能群４名，不可群４名，30秒～39秒は５名であった．

②MdPF slope：両群の全筋において低下傾向を示し，内腹斜筋・中殿筋・大腿筋膜張筋において不可群は可能群に比して有意な減少が認められた（$p<0.05$）．（表１）

③％ IEMG：両群とも多裂筋は，開始時に比して終了時で有意な増加が認められた（$p<0.05$）．可能群の外腹斜筋は，開始時に比して終了時において有意な増加が認められた（$p<0.05$）（表２）．

考　　察

今回我々はSBの姿勢保持における筋疲労についてMdPF・％ IEMGに着目し検討した．周波数解析においてMdPFの低下と筋疲労による筋電図変化との関連が報告されている[3]．矢部[4]は，最大筋力に近い状態にて筋力発揮を行った際，MdPFと平均振幅は共に低下し，最大下で筋力発揮を行った際，MdPFは低下し，平均振幅は運動単位の動員やインパルスの加重により代償的に調整され増加すると報告している．今回の結果では，SBの姿勢保持において不可群のMdPFは可能群に比して内腹斜筋・中殿筋・大腿筋膜張筋に有意な減少が認められた．また平均振幅については，個人間差を考慮した％ IEMGにて検討したところ，両群とも内腹斜筋・中殿筋・大腿筋膜張筋が開始時から終了時にかけての有意な増加は認められなかった．中殿筋・大腿筋膜張筋は開始時から100％を超えており，これらは最大随意筋収縮の測定時に最大筋収縮を行えていな

表１．MdPF slope

	腹直筋上部	腹直筋下部	内腹斜筋	外腹斜筋	多裂筋	大殿筋	中殿筋	大腿筋膜張筋
可能群	−0.6±2.0	−1.1±1.0	−2.1±0.8	−1.9±3.1	−1.9±1.4	−1.4±1.3	−3.1±0.5	−3.0±0.5
不可群	−0.6±3.0	−1.9±1.0	−7.0±0.9	−2.2±2.1	−4.6±1.3	−4.1±2.6	−6.3±2.0	−5.9±1.0

表２．%IEMG（単位：%）

		開始時	中間時	終了時
腹直筋上部	可能群	15.7 ± 11.2	21 ± 11.1	34.2 ± 11.3
	不可群	23.7 ± 6.2	28.1 ± 7	34.2 ± 9.7
腹直筋下部	可能群	17.5 ± 15.1	23.8 ± 13.3	37.9 ± 10.2
	不可群	24.9 ± 7.1	27.7 ± 6.5	31.7 ± 5.5
内腹斜筋	可能群	60.7 ± 32.1	75.1 ± 39.1	87.4 ± 35.8
	不可群	59.1 ± 24.4	59.5 ± 26.4	60.9 ± 27.6
外腹斜筋	可能群	22.6 ± 8.5	43.2 ± 20.3	76.3 ± 41.2＊
	不可群	39.4 ± 8.6	51.9 ± 13.2	64.7 ± 11
多裂筋	可能群	45.7 ± 11.9	52.2 ± 12.7	73.2 ± 12.6＊
	不可群	49.3 ± 15.8	57.3 ± 9.8	60 ± 11.0＊
大殿筋	可能群	72.7 ± 68	103.3 ± 122.2	157.8 ± 178.7
	不可群	61.4 ± 35.2	77.1 ± 34.8	89.3 ± 47.6
中殿筋	可能群	116.9 ± 58	142.8 ± 89.2	148.1 ± 74.3
	不可群	123.9 ± 19.6	141.7 ± 22.9	130.5 ± 19.9
大腿筋膜張筋	可能群	59.6 ± 24	75 ± 37	65 ± 18.4
	不可群	188.6 ± 146	179 ± 121.9	196 ± 162.9

＊開始時に比して有意な差が認められたもの

かったことが要因であると推察され，測定方法には今後も更なる検討が必要であると考えられた.

このことからSB姿勢保持の不可群における内腹斜筋・中殿筋・大腿筋膜張筋はMdPFの低下があるものの，代償的な調整の関与が明らかでなかったと推察される. また，この３筋はSB姿勢を保持する際に必要な骨盤固定のために腰部脊柱の安定させる内腹斜筋[5]と，ブリッジ活動の下側に位置し股関節の外側支持機能に関与する中殿筋，大腿筋膜張筋[6]である.

以上より今回，目標時間までのSB姿勢保持が不可能であったことは，MdPFの有意な低下に示された内腹斜筋・中殿筋・大腿筋膜張筋の筋疲労によるものであり，代償的な筋活動量の増加が十分に伴わなかったことによると考えられた.

今後，対象数を増やし，Closed-Kinetic-Chain動作による個人内・個人間の差を考慮し，更なる検討を加える必要があると考えられた.

参考文献

1）田頭悟志，橋本雅至，木下和昭ら：Side-bridge testの体幹機能評価法としての検討 ―Kraus-Weber test変法との比較から―. 関西臨床スポーツ医・科学会研究会誌. 18：25－28, 2008.

2）下野俊哉：表面筋電図マニュアル基礎編. 酒井医療. 2004：100－109.

3）佐渡山亜兵，菅原徹：筋疲労と運動単位. 臨床神経生理学, 2002, 30：417－424.

4）矢部京之助：筋疲労の神経機構. 体育の科学, 1990；40：365－371.

5）Pel JJM et al：Biomechanical analysis of reducing sacroiliac joint shear load by optimization of pelvic muscle and ligament forces. AnnBiomed Eng 36(3)：415－424, 2008.

6）A. I. Kapandji：カパンディ 関節生理学Ⅱ 下肢. 荻島秀男訳. 医歯薬出版株式会社：46. 1986.

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌　20：9-12，2010

低周波鍼通電療法が筋血流に及ぼす影響
～非刺激側との比較～

大阪産業大学大学院　人間環境学研究科　織田かなえ・黒瀬　聖司・大槻　伸吾
大阪産業大学　人間環境学部スポーツ健康学科　澤井　　亨・瀬戸　孝幸・仲田　秀臣・佐藤　真治

緒　　言

スポーツの現場では鍼灸治療は比較的広く普及している．スポーツトレーナーに関する実態調査では約４分の１が鍼灸師資格を有しており，スポーツ選手の鍼治療の受療状況では，おおむね25～35％が鍼治療を受けていると報告されている[1]．運動により誘発される筋力や筋持久力の低下は，運動直後の鍼刺激により回復を早める．中でも低周波鍼通電療法の効果が他の治療法より高いと報告されており[2]，スポーツ選手には低周波鍼通電療法が用いられることが多い．スポーツ選手が鍼治療を受ける目的は，スポーツ外傷・障害による疼痛の軽減や筋疲労の軽減で受けるものが多い[3]．鍼治療が疼痛の軽減や筋緊張の緩和をもたらすメカニズムとして，鍼刺激による疼痛閾値の上昇[4]や骨格筋血流の改善[5]によるものと推察されている．スポーツ分野での鍼治療の研究は，国内・国外ともに増加する傾向にあるが，末梢循環の改善に関する基礎的研究は未だ多くはない．また，一般成人を対象とした末梢循環に関する研究では，温度センサーや皮膚血流計を用いたものが多く，近赤外線分光法を用いた深部血流の評価は少ない．そこで，スポーツ選手を対象に近赤外線分光法を用いて，低周波鍼通電刺激による血液酸素動態および筋温の変化を，鍼通電刺激側と非刺激側で比較検討したので報告する．

対　　象

大学男子バレーボール選手22名22肢，年齢20.0±1.9歳（mean±S. D.）と，無刺激Control群（C群）を６名12肢，年齢19.0±1.0歳（mean±S. D.）とした．披験筋は両側のハムストリングスで，22名の被験者の左脚を鍼通電刺激側とし，右脚を非刺激側とした．被験者には装置，実験，データに対しての説明を行った上で同意のもと，実験を進めた．

方　　法

ハムストリングスの筋腹，２か所の経穴（承扶穴と殷門穴）の中間部に筋血流プローブを設置し，その近位部で，表面温と深部温のプローブを設置した．測定は，深部温，表面温の１分毎の温度変化が±0.1℃以内になった時点で，各指標が安定したのを確認して開始し，安静５分後を刺激前として測定した後，低周波鍼通電刺激を15分間行い，刺激終了直後，そして通電終了10分後の各群の血液酸素動態および筋温変化を検討した．刺鍼は左脚の２か所の経穴上に直刺３cm刺入し，通電の刺激量は１Hzで，筋の収縮が確認でき，且つ被験者が心地良いと感じる程度とした．右脚には何も行わずプローブのみを設置し同時測定した（図１）．

使用機器および測定項目

血液酸素動態は近赤外分光装置（NIRO-200浜松ホトニクス，Wave length 775，810，850nm，送受光間距離40mm）を用いて，酸素化ヘモグロビン（ΔO_2Hb），脱酸素化ヘモグロビン（ΔHHb），総ヘモグロビンの濃度変化（ΔcHb）を測定した．筋温はTERUMOコアテンプCTM-205を用いて，表面温および皮下10ミリの深部温を測定した．鍼通電はディスポ鍼（セイリン0.20mm-３番，長さ50mm）および低周波鍼通電療法（オームパルサーLFP-4000A）を用いた．

統計処理

本研究の結果は，すべて平均値±標準偏差で表した．統計手法は，安静時から刺激終了直後および終了10分後までの変化値の比較には，二元配置分散分析を行った．Post-hocテストには，Scheffeを用いた．検定における危険率はいずれも５％未満を有意水準（P＜0.05）とした．

結　　果

C群では全ての項目において有意な変化は認められなかった．これに対し，鍼通電刺激側では，安静時と比較して鍼通電終了直後，通電終了10分後で酸素化ヘモグロビン，総ヘモグロビン，深部温，表面温の有意な上昇を認めた．脱酸素化ヘモグロビンについては有意な変化は認めら

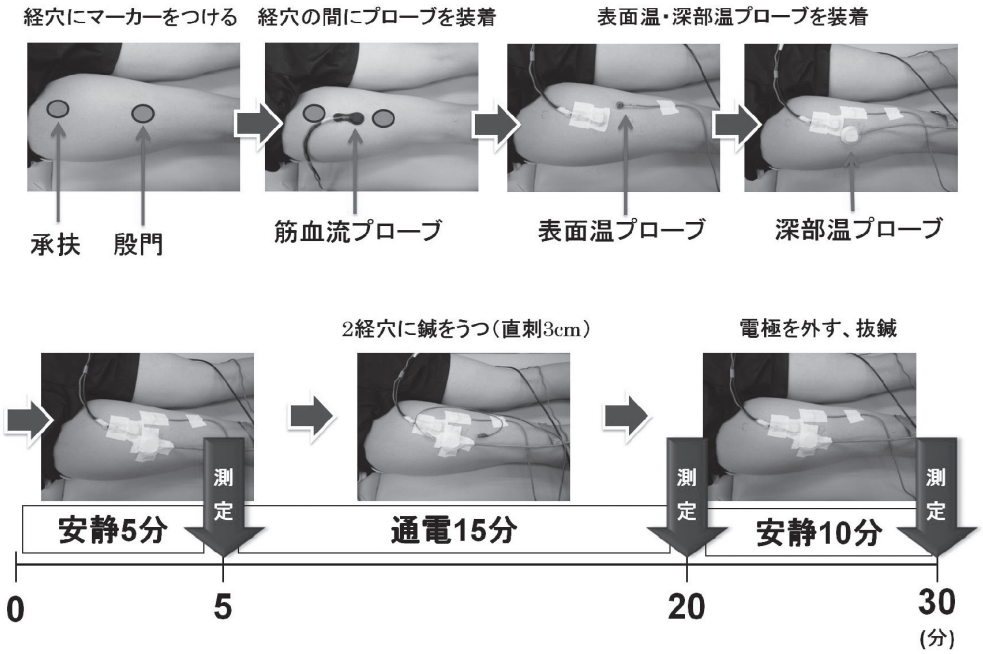


図1．測定方法

２か所の経穴（承扶穴と殷門穴）にマーカーをつけ，中間部に各プローブを設置する．測定は，安静５分後を刺激前として測定した後，15分間の鍼通電終了直後，終了10分後の計３回とした．反対側にはプローブのみを設置し同時測定した．C群はプローブのみを設置し，何も行わず安静５分後をRestとし，15分後，25分後の３回の測定を行った．

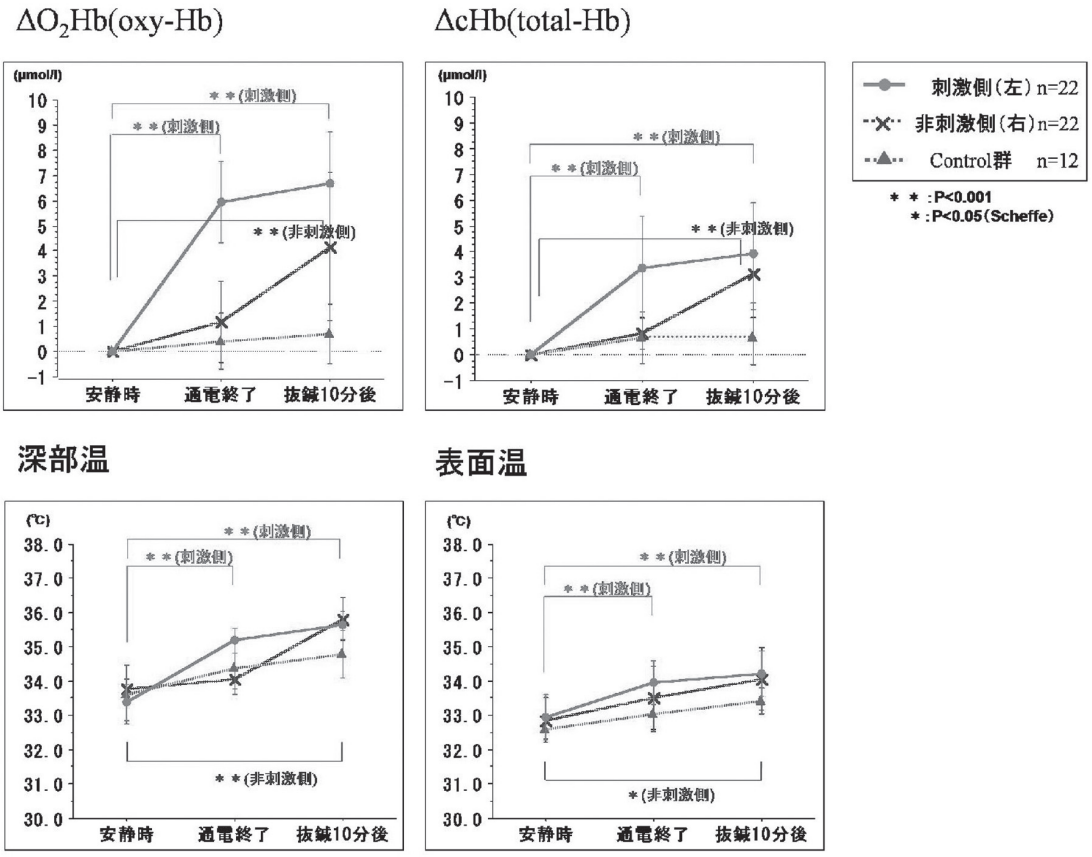


図2．安静時，鍼通電終了直後，終了10分後（抜鍼）における各群の血液酸素動態変化と筋温変化．

刺激側では安静時と比較して，通電終了直後および終了10分後で ΔO_2Hb，ΔcHb，深部温，表面温の有意な上昇を認めた．

非刺激側では終了10分後で ΔO_2Hb，ΔcHb，深部温，表面温の有意な上昇を認めた．

C群では有意な変化は認められなかった．

れなかった（図２）.

一方，非刺激側では安静時と比較して，通電終了直後には有意な上昇はみられなかったものの，終了10分後では酸素化ヘモグロビン，総ヘモグロビン，深部温，表面温の有意な上昇を認めた（図２）.

また，酸素化ヘモグロビンの終了10分後における群間での検定では，C群と鍼刺激側，およびC群と非刺激側で，それぞれ有意差を認めたが，刺激側と非刺激側では有意差は認めなかった（図３）.

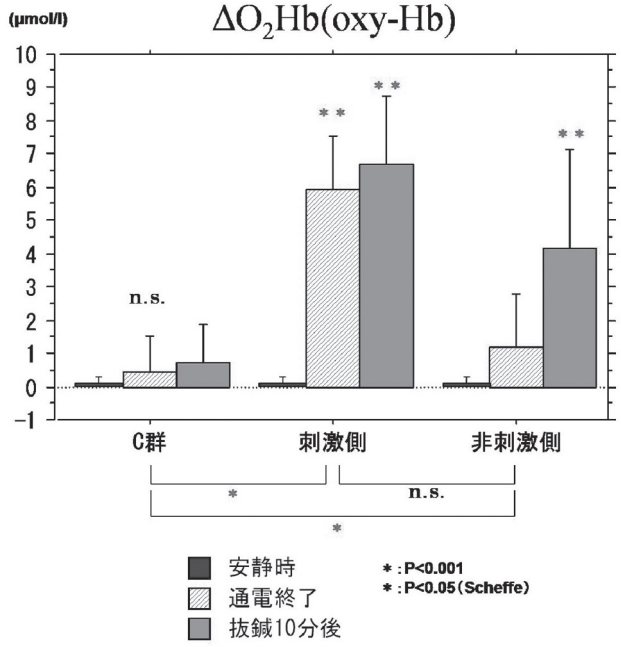


図３. ΔO$_2$Hbの終了10分後における群間での検定.
C群と鍼刺激側，およびC群と非刺激側で，それぞれ有意差を認めたが，刺激側と非刺激側では有意差は認めなかった.

考　察

低周波鍼通電刺激では，筋組織の酸素化ヘモグロビンと総ヘモグロビンの増加に加え，筋温の上昇がみられることから，筋組織中の血流量の増加が示唆された．これは鍼刺激による血管拡張の関与に加え，標的筋の収縮運動によって筋ポンプ作用を亢進させ[6]，そのことが筋血流量を増加させるものと考えられた.

さらに今回，非鍼刺激側において15分の鍼通電終了直後では有意な上昇はみられなかったものの，鍼通電終了10分後には有意に上昇しており，鍼通電刺激が反対側の筋血流にも影響を及ぼす可能性が示唆された．Zhaoら[7]の経穴電気鍼による手足皮膚の血流変化に関する実験においても，合谷の鍼刺激が対側指掌や両側足背の血流増加をもたらした．このような反対側への血流増加の機序には，ポリモダルC線維の遠心性効果や軸索反射の影響による血管拡張だけでなく，脊髄分節内の反射や高位中枢を介しての交感神経系による両側性の複雑な血管調節作用を考える必要がある．今回の実験も同様に，交感神経緊張低下による血管拡張が反対側にも血流増加をもたらした可能性が考えられた.

結　語

低周波鍼通電刺激で，筋組織の酸素化ヘモグロビンと総ヘモグロビンが増加した．筋温も上昇し，筋血流量の増加が示唆された．10分後には非刺激側にも筋血流の増加が認められ，鍼通電刺激が反対側の筋血流にも影響を及ぼす可能性が示唆された.

参考文献

1）宮本俊和：機能解剖学からみたアプローチ：スポーツ分野での低周波鍼通電療法．臨床スポーツ医学18（12）：1357－1362，2001.

2）宮本俊和：スポーツ分野における鍼治療のエビデンス．臨床スポーツ医学27（6）：575－586，2010.

3）Carlsson, C.：Acupuncture mechanisms for clinically relevant long-term effects- reconsideration and a hypothesis. Acupunct. Med. 20（2－3）：82－99, 2002.

4）森英俊：腰部及び下肢部の低周波鍼通電刺激による皮膚温及び皮膚血流と筋血流量に及ぼす影響．Biomed. Thermol. 23：147－151，2004.

5）池宗佐知子：筋委縮や筋損傷など骨格筋に対する鍼治療の基礎的研究．臨床スポーツ医学27（6）：599－605，2010.

6）坂井友実：鍼治療と末梢循環．第20回生体・生理工学シンポジウム論文集20：227－230，2005.

7）Zhao Fei：Effect of electro-acupuncture on blood flow of the hand and foot skin. 東北大歯誌23：73－79，2004.

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌　20：13-16，2010

アスレティックリハビリテーションにおける筋収縮スピード評価法の検討

パンジョスポーツクリニック　森　健一郎・穴吹　育大・樋口　美和・大里　佳之

はじめに

アスレティックリハビリテーションにおける評価は，傷害により異なるが，急性期においては炎症評価，関節可動域，徒手筋力，柔軟性テスト，アライメント評価などといった理学療法評価が主である．

その後回復期の評価においては，急性期と同様，理学療法評価に加え，筋力測定器による筋力評価や，簡易なフィジカル測定などを行っていく．

そして競技復帰直前に行なう評価項目は，競技へ復帰する事を考慮すると，限られた短時間のうちに大きな力を発揮する爆発的筋力や，スピードを意識した評価の項目は必要ではないかと思われる．

競技における反応速度においてはスプリンターで100m/sec砲丸投げで250m/sec，バレーボールのスパイクジャンプで200～270m/secに到るスピードが必要である．

アスレティックリハビリテーションにおいてもスピードを意識したスピードトレーニングや，爆発的筋力であるボックスジャンプなどの，プライオメトリクスを行うことは非常に重要である．

各競技を行う上で重要なスピードと言うのは，非常に短い時間で刺激もしくは信号に反応できる能力である．

スポーツにおけるスピードは，筋群ができる限り短時間で発揮しなければならない力に左右され，スピードを生み出すための達成要因には筋の協調性，体格の大きさ，柔軟性など挙げられるが，その中でも筋肉の収縮スピードは必要不可欠である．

目　　的

筋収縮スピードを考慮した評価を行い，等速性筋力測定と爆発的筋力を比較・検討した．

アスレティックリハビリテーションにおける競技復帰前の機能評価項目を検討する．

対象および方法

ハムストリングスに肉離れ既往がある選手（以下HS 6名），肉離れ既往がない選手（以下CON 6名）とした．筋収縮スピード評価法はサイベックス770を用い，腹臥位で筋収縮タイプは等張性収縮であるアイソトニック設定で行った．

アイソトニック設定とは，事前に関節角度範囲を設定し，その角度範囲内をできる限り速く関節運動を行い（図1），スピードを算出する測定である．

本研究では関節角度範囲を0～120度に設定し，膝関節を最大スピードで屈曲する方法で行った．

3回施行し，最大スピード値（m/sec）と最大スピード発揮角度を算出した．

等速性筋力測定においては，同機サイベックス770を用い，腹臥位にて角速度60°/secに設定し，屈曲/伸展動作を3回行った．

爆発的筋力は4mmの移動距離の変化を0.25msec間隔で捉え動作速度（m/sec）をリアルタイムで表示できるスピード&パワー測定器【フィットロダインLED】を用い，スクワットジャンプを行い（図2），スピードを算出した．

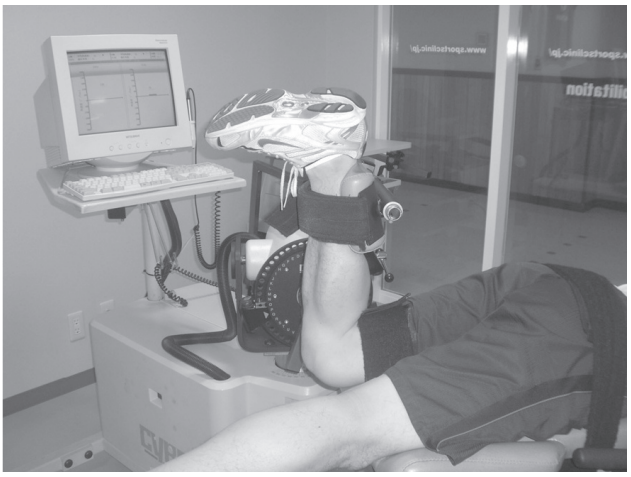


図1．筋収縮スピード測定

結　　果

筋収縮スピード測定はCON群でスピード251.5m/secであり（図3），最大発揮角度40.8°（図4），HS群では

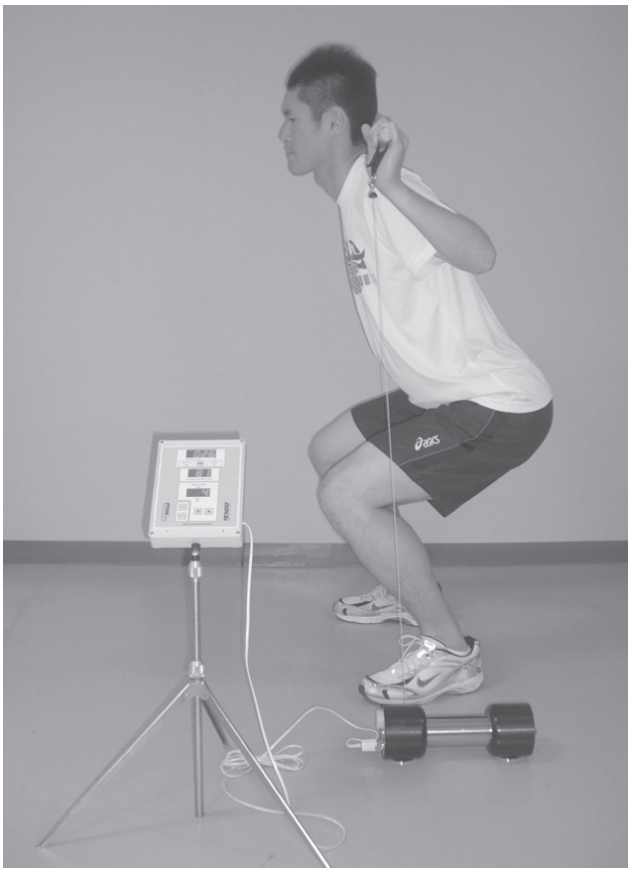


図２．爆発的筋力測定

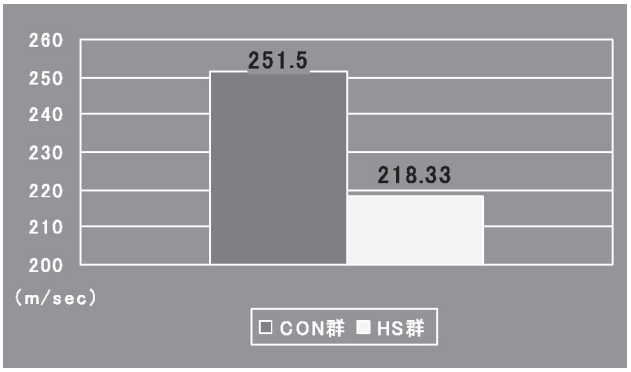


図３．筋収縮スピード値

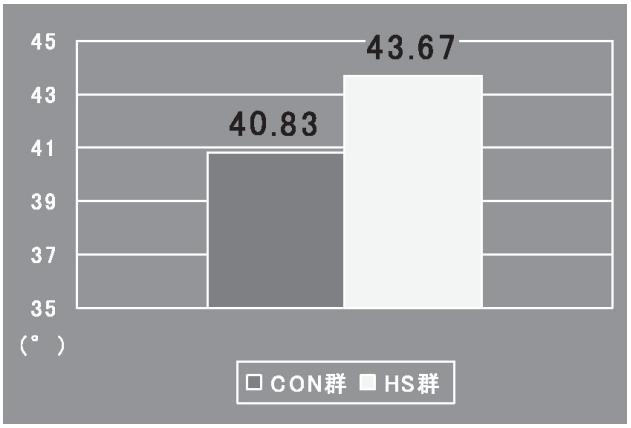


図４．筋収縮スピード発揮角度値

スピード218.3m/sec（図３），発揮角度43.7°（図４）であった．スピードにおいては有意な差を認めた．

等速性筋力測定においては，CON群で屈曲150.9N（図５），発揮角度は20.8°（図６），HS群では145.4N（図５），発揮角度は19.8°（図６）であり有意な差は認められなかった．

爆発的筋力測定はCON群で1.64m/sec, HS群で1.63m/secであり，有意な差は認められなかった（図７）．

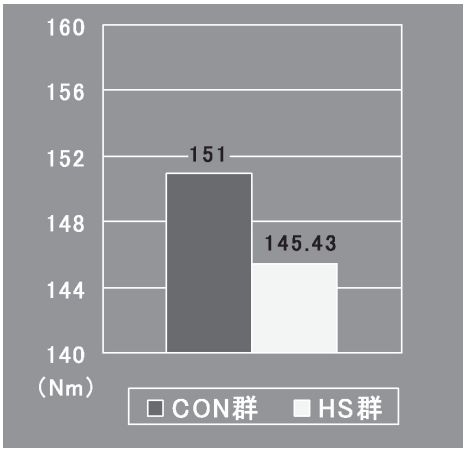


図５．等速性筋力値

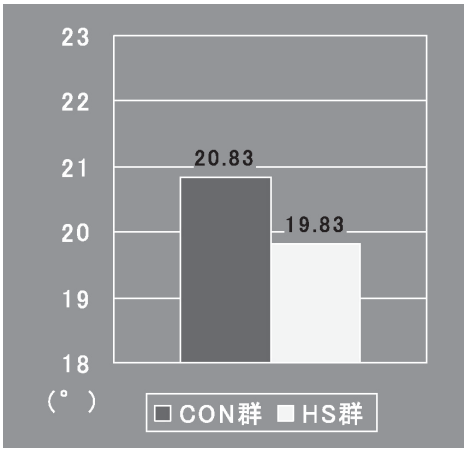


図６．等速性筋力発揮角度

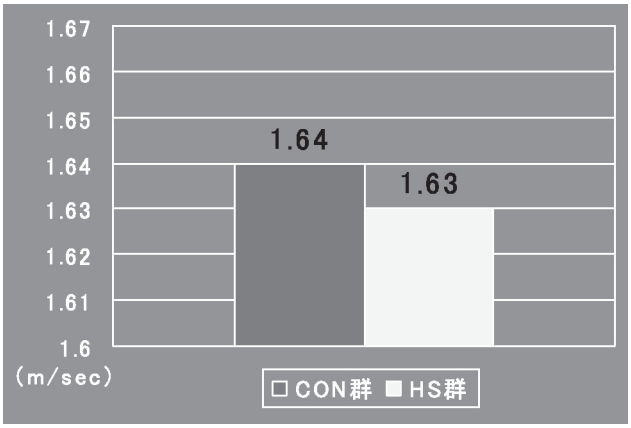


図７．爆発的筋力値

考察１；発揮角度について

筋収縮スピード測定における最大発揮角度は，CON群・HS群に差はなく40～43°の範囲であった．等速性筋力測定においても両者に差はなく，20°付近の数値であった．

スピード測定のほうが等速性筋力測定に比べ，角度が深くなっているのがわかる．このことにより，競技復帰前に行うスピードを意識したエクササイズにおいては，膝関節40°付近が至適角度ではないかと考えられる．

考察２；筋収縮スピードについて

今回の結果により，筋収縮スピード測定において，HS群がCON群にくらべ有意に減少した．

これは，アスレティックリハビリテーションの競技復帰前に，スピードを意識したトレーニングを行わず，筋の機能低下が生じているためではないかと考えられる．

さらに，今回はハムストリングス肉離れ既往のある被検者を対象とした．松浦らによると，筋肉損傷後に筋線維のタイプが移行するという報告がある．速筋線維は減少し，遅筋線維は増加する[2)]．そのため，スピード測定値は減少したと考えられる．

また今回はClosed Kinetic Chain（CKC）による爆発的筋力測定では，有意差は見られなかった．多関節運動であるスクワットジャンプにおいて，単関節運動である筋収縮スピード測定での膝屈筋群のスピード低下は，相関性がなかったのではないかと考えられる．

しかしながら，アスレティックリハビリテーションにおける，競技復帰前のスピードトレーニングや，ジャンプトレーニングなどのプライオメトリクスやその評価は非常に重要である．

参考文献

1）中西梨絵：内側ハムストリングス肉離れ後の筋力発揮特性，Journal of Athletic Rehabilitation，No 6，15‐20，2009.

2）松浦哲也：筋肉損傷に伴う筋線維タイプ移行，中部日本整形外科災害外科学会誌，107回，17，2008.

3）蒲田和芳：肉離れの評価とリハビリテーション，臨床スポーツ医学，Vol 17，687‐694，2000.

4）福永哲夫：バイオメカニクス 身体運動の科学的基礎，50‐59，2006，杏林書院．

高校女子体操選手の傷害特性についての考察

～平成21年度全国高校体育大会体操競技のコンディショニングサポート経験を通じて～

医療法人スミヤ 角谷整形外科病院　リハビリテーション科　北田有祐美・貴志　真也・岩淵　和人
片岡　大輔・木村　侑史
医療法人スミヤ 角谷リハビリテーション病院　リハビリテーション科　荒井　大・武田　真也
医療法人スミヤ 角谷リハビリテーション病院　左海　伸夫

はじめに

器械体操では，主に，支持系・懸垂系・跳躍系の３つの異なった運動で構成される複数の種目を演技することが要求される．したがって各種目でそれぞれ独立した訓練を要する点で他の競技にはない特徴がある[1)]．そのために，競技や練習中の外傷も多く，またその外傷も上肢，下肢と多岐にわたっており，その管理に難渋することも少なくない[1)]．

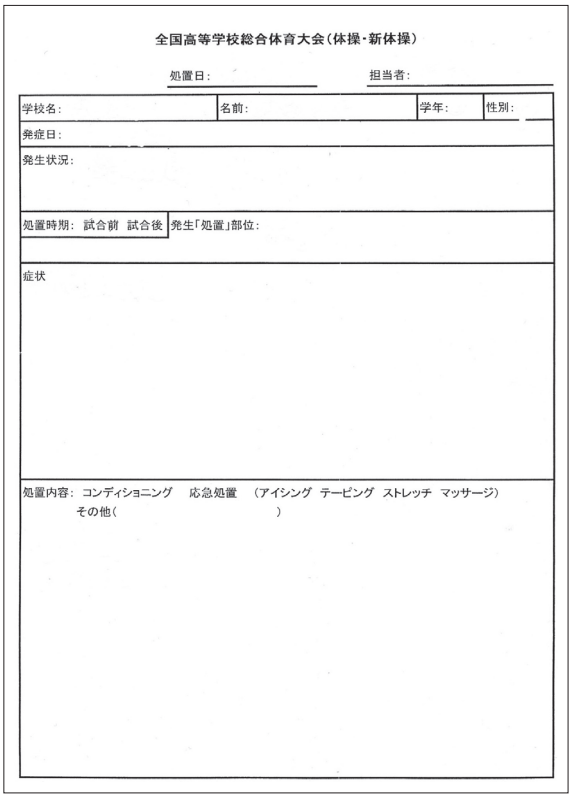
われわれは，和歌山市で開催された平成21年度全国高校総合体育大会の体操競技において，コンディショニングサポートを行う機会を得た．今後の女子高校体操選手のコンディショニングの指標を得るため，今回の活動を通じて得られた体操競技の身体的特徴と傷害発生の関係について検討し，考察を行ったので報告する．

説明と同意

コンディショニングルームを訪れた選手に，体操選手の障害予防，理学療法の指標を得ることを目的とした本研究の趣旨を口頭にて説明し同意を得た．

対象および方法

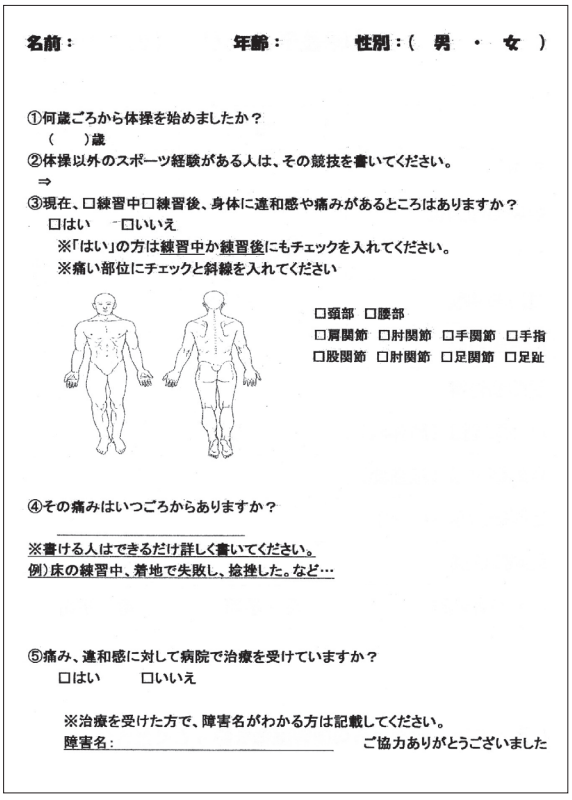
対象は前記の大会（平成21年７月31日～８月２日の３日間）でコンディショニングサポートを行った女子高校選手20名（年令16～18才，平均16.9才）を対象に評価（処置件数，傷害の割合，処置内容，脊柱のalignment，タイトネステスト）が記録されているサポートカルテの集計を行い検討した．


全国高等学校総合体育大会（体操・新体操）

処置日：　　担当者：

学校名：	名前：	学年：	性別：
発症日：			
発生状況：			
処置時期：試合前 試合後	発生「処置」部位：		
症状			
処置内容：コンディショニング　応急処置　（アイシング テーピング ストレッチ マッサージ） その他（　　）			

サポートカルテ（表）


名前：　　年齢：　　性別：（ 男 ・ 女 ）

①何歳ごろから体操を始めましたか？
（　　）歳

②体操以外のスポーツ経験がある人は、その競技を書いてください。
⇒

③現在、□練習中□練習後、身体に違和感や痛みがあるところはありますか？
□はい　□いいえ
※「はい」の方は練習中か練習後にもチェックを入れてください。
※痛い部位にチェックと斜線を入れてください

□頚部 □腰部
□肩関節 □肘関節 □手関節 □手指
□股関節 □肘関節 □足関節 □足趾

④その痛みはいつごろからありますか？

※書ける人はできるだけ詳しく書いてください。
例）床の練習中、着地で失敗し、捻挫した。など…

⑤痛み、違和感に対して病院で治療を受けていますか？
□はい　□いいえ

※治療を受けた方で、障害名がわかる方は記載してください。
障害名：

ご協力ありがとうございました

サポートカルテ（裏）

結　果

①処置件数

処置件数は計22件であった．部位は頸部１件，肘関節１件，腰部７件，股関節１件，膝関節３件，下腿４件，足関節・足部５件であり，腰部が最も多く，次いで足関節・足部，下腿の順であった．

②傷害の割合

すべての外傷・障害のうち，外傷が13件（59.1%）のうち足関節・足部（５件），下腿（４件）の割合が多かった．また，障害は９件（40.9%）のうち慢性的な腰痛（７件）の割合が多かった．

③処置内容

マッサージ13件，ストレッチング14件，テーピング６件，およびアイシング２件であった．テーピングは６件中５件が足関節に対してであり，マッサージに関しては，腰背部筋（脊柱起立筋や多裂筋）の過緊張，圧痛が強かった．

④脊柱のalignment

前額面では，全体的に片寄りがある選手は少なかった．矢状面では，胸椎後弯・腰椎前弯姿勢で後方重心の選手が多かった（図１-a）．

図１－a.

また，Elbow-toe，Back bridge[2] を行わせたところ腰痛を訴える選手の全例にElbow-toe，Back bridgeの保持が不十分であることが認められた．

⑤タイトネステスト

大腿後面（SLR：右118.6±8.8°，左118.2±9.8°）と下腿前面（足関節底屈可動域：右68.2±10.5°，左70.5±9.9°）は伸張性に優れているが，大腿前面（※HBD：右2.0±2.3cm，左1.6±2.3cm）と下腿後面（足関節背屈：右12.7±12.9°，左11.4±10.6°）は伸張性が低下している選手が多いことが特徴であった（※Heel Buttock Distance）．

考　察

加藤ら[3] は，体操選手の腰椎では姿勢・動きともに正常健康人と差はなく腰痛の頻度も高くないと報告しているが，今回のサポートでは，腰部の慢性的な疼痛と足関節・足部の外傷に対する処置が最も多かった．

これは，女子高校体操選手の身体的特徴（伸張性のアンバランスと胸椎後弯・腰椎前弯の増強している姿勢）が関係していると考えられる．

体操競技では，静止時のポーズで，膝関節伸展，足関節底屈位などが必要となる．また，前転動作においては腰椎の過度な伸展が必要となってくる．これらのことから，大腿後面と下腿前面の筋群の伸張性に対し大腿前面と下腿後面の筋群の伸張性が低下しているアンバランスさが出現すると考えられる．よって，後方重心での着地動作，腰椎前弯増強の競技特性が大腿前面筋群の緊張増大につながっていると考える（図１-b）．

大腿前面の伸張性低下は，骨盤前傾と腰椎前弯の増強に関与し，腰椎前弯増強は，腰椎椎間関節に加わる圧迫力を増加させる[4]．したがって，女子高校体操選手の腰痛予防と改善のためには，大腿前面筋群の伸張性改善と腰椎前弯増強の改善が必要である．ただし，多裂筋，腹横筋の活動が低下した腰椎前弯増強の選手に対してであり，競技による腰椎前弯増強はやむをえないと考えられる．すなわち，日常生活の姿勢において，多裂筋・腹横筋の活動を高めることでCore stabilityを向上させ，腰椎前弯増強の改善を図ることである．

次に足部の外傷については，体操競技では，高所から飛び降りる時や跳躍時の着地の際，足関節に大きな負担がかかって外傷につながることが多い．また，障害例では，目

後方重心での着地動作。
腰椎前弯増強の競技特性

脊柱 alignment （腰椎前弯増強） HBD の低下
（大腿前面筋群の緊張増大）

図１－b.

図２－a.

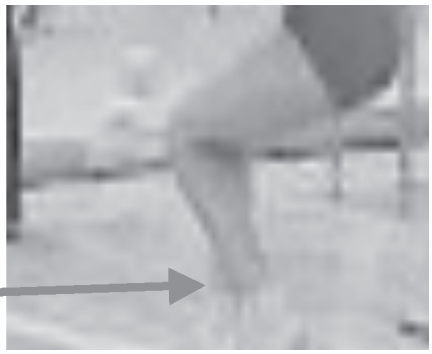


図２－b.

先の試合の出場を急ぐあまり，治療が不十分なまま競技復帰して障害が慢性化することも多い[5]．

今回サポートの機会を得た女子高校体操選手の着地時の足部の状態は，図のように背屈角度が少なく，ほぼ前足部で接地し後方重心の状態が多かった（図２－a, b）．これは，前述したように競技特性による足関節底屈優位が足関節背屈可動域低下に影響していると考えられる．高所からの着地による衝撃や平均台やマットなどの不安定な場所への着地時に，足関節底屈優位な状態であると着地時の衝撃吸収が不十分であり，かつ足関節が不安定な状態であるため足関節の外傷へとつながると考えられる．また，足関節捻挫の多くの症例では重心が後方に偏位しやすく，バランス感覚・足関節背屈可動域・足関節周囲の筋力が改善しにくい状態にあるといった報告もあり[5]，急性期の処置，治療が重要になってくると思われる．

ま と め

①体操競技における高校女子選手のコンディショニングサポート活動の検討を行った．

②コンディショニングを必要とした選手は，下肢伸張性のアンバランスや脊柱alignment（胸椎後弯・腰椎前弯増強姿勢）に問題が認められた．

③下肢伸張性のバランス改善，日常的な腰椎前弯の改善（腰背部筋の過緊張とCore stability改善）が傷害予防に必要である．

参考文献

１）道永幸治ら：器械体操競技におけるスポーツ外傷，障害の特徴：臨床スポーツ医学14，4：1997.

２）金岡恒治：腰痛椎間板変性とStabilization Exercise：日本臨床スポーツ医学17，3：2009.

３）加藤真介ら：体操選手の腰部障害：臨床スポーツ医学14，4：1997.

４）Donald A. Neumann：筋骨格系のキネシオロジー：医歯薬出版（株），2006.

５）夏山元伸ら：足関節靭帯損傷：臨床スポーツ医学14，4：1997.

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌　20：21-24，2010

中学野球における傷害予防に関するアンケート調査

村上整形外科クリニック　木村健太郎・村上　元庸・兼子　秀人・高木　律幸
片淵　建・中西　雄稔・塚本　晃基

目　的

成長期のスポーツは心身の健全な発育に大変好ましいものである．しかし，一方でスポーツ傷害を発症しやすい時期でもある．スポーツ競技の中でも人気のある野球では，野球肘，野球肩の発症頻度が高く問題となっているが，実態はまだ不明なところが多い．このスポーツ傷害の発症は，選手はもちろん，指導者の考え方の影響もあると考えられる．今回我々は，選手と指導者の両者に対し，当クリニック周辺地域の中学校野球部におけるスポーツ傷害についてアンケート調査を実施し，その背景を調査する事により，傷害予防，早期受診，早期発見，早期治療への指標を得る事を目的とした．

対象および方法

2009年３月から１年間での野球競技によるスポーツ傷害についてアンケート調査を実施した．対象は当クリニック周辺地域（甲賀市・湖南市）の中学校野球部（軟式）10校で，選手は１・２年生部員全員（13から14歳），および各校の野球部指導者10名である．アンケート項目は１年間で野球競技により，傷害を発症したか，どんな傷害を発症したか，（外傷か障害か，複数発症の場合は複数回答可），傷害発生の原因は何だと思うか（複数回答可），ウォームアップ・クールダウンの選手の実施時間，指導者の指示時間（分），痛みを我慢して練習を続けるか，発症前に違和感があったか，傷害を発症した際には誰に相談するか，どこに受診するかである．指導者には上記に加えて，練習時間を質問した．

今回，外傷とは受傷契機の明らかなもの，障害とは受傷契機の明らかでないものとし，外傷と障害の両者を含めて傷害とした．

結　果

アンケートの回答率は100％で，10校全校から回答が得られ，選手は213名（１年生98名，２年生115名）であった．１年間で傷害を発症した者は，213名中81名（37％）で，外傷が45名，障害が45名であった．学年別にみた外傷と障害の割合では１年生では，外傷が14名（27％），障害が32名（63％），未回答が５名（10％），２年生では外傷が25名（58％），障害が９名（21％），未回答が５名（21％）であり，１年生では障害が，２年生では外傷が多い結果となった．（図１）．傷害発生の原因については，選手では不注意が40名（37％），練習のやり過ぎ・疲れが48名（45％），グラウンド状態が５名（５％），その他が５名（５％），分からないが９名（８％）であった（図２a）．指導者では，不注意が５名（29％），練習のやり過ぎ・疲れが６名（36％），グラウンド状態が１名（６％），その他

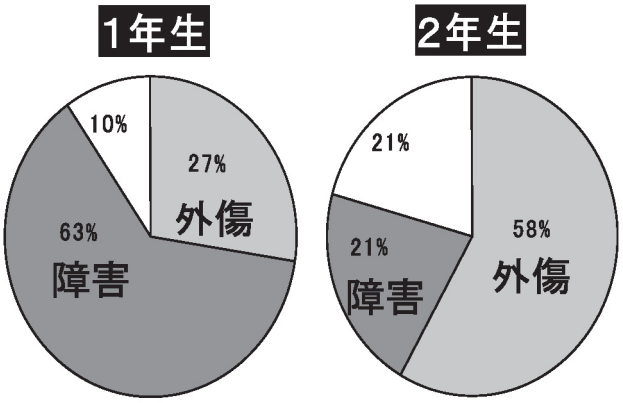


図１．学年による外傷と障害の割合

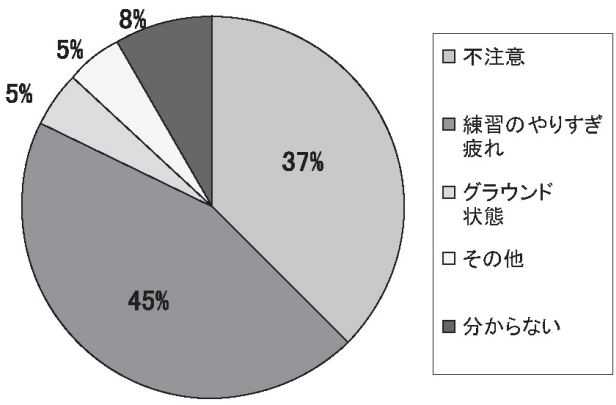


図２a．選手からみた傷害の発生原因

が５名（29%）であった（図２b）.

傷害発症の最も少ないチームと最も多いチームとの練習時間を比較すると，平日では両チームとも1.5時間で差はみられなかったが，休日では，傷害発症の少ないチームは４時間で，多いチームでは５時間であり，有意差はないものの休日の練習時間が多いチームに傷害発生が多い傾向にあった．傷害発症の頻度とチームの強さに関連はなかった．

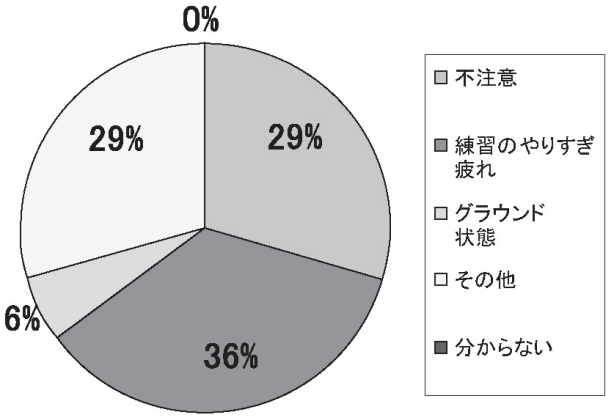


図２b．指導者からみた傷害の発生原因

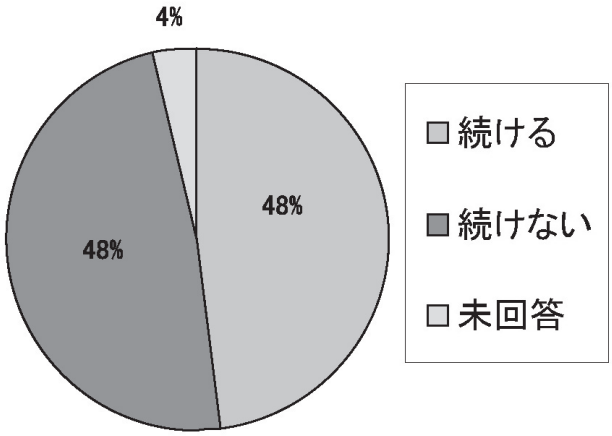


図３a．痛みを我慢して練習を続けるか

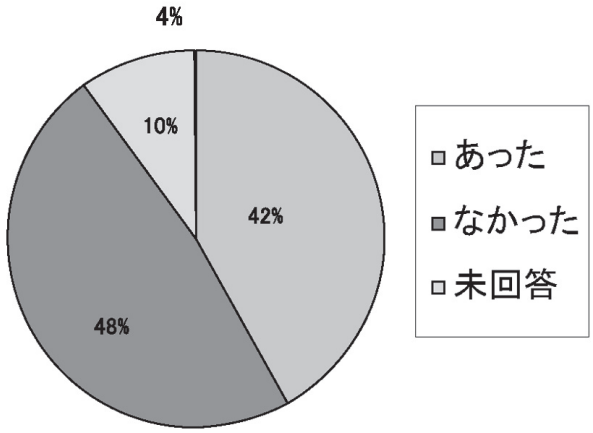


図３b．傷害発症前に違和感があったか

ウォームアップ，クールダウンの選手の実施時間と指導者の指示時間については，ウォームアップの実施時間が選手平均では26.4分，指導者平均では31.5分であった．クールダウンの実施時間については，選手平均では7.4分，指導者平均では11.1分であった．いずれも有意差はないものの，指導者の指示した時間よりも，実際に選手が実施している時間の方が短く，ウォームアップやクールダウンなどのコンディショニングに対する選手の認識の低さがみられた．

痛みを我慢して練習を続けるかという質問では，続けるが39名（48%），続けないが39名（48%），未回答が３名（４%）であった（図３a）．現状として約半数もの選手が痛みを我慢して練習を続けるという結果であった．また，傷害を発症した者のうち，発症前に違和感があったかどうかという質問には，違和感があったと答えた選手が34名（42%），なかったと答えた選手が39名（48%），未回答が８名（10%）であった（図３b）．その結果，半分近くの選手が傷害発症前に何らかの違和感を自覚していた事が分かった．

傷害を発症した際には誰に相談するかという質問では，

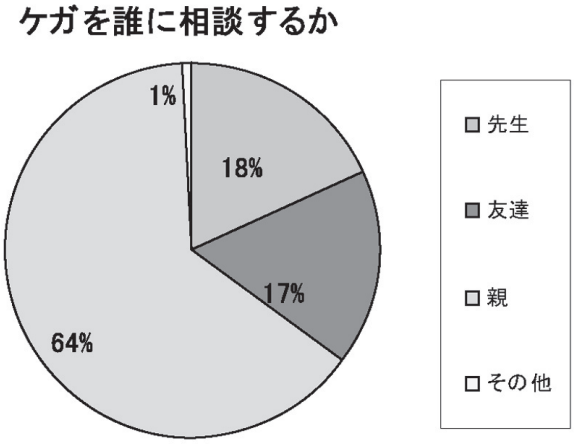


図３c．傷害を発症した際には誰に相談するか

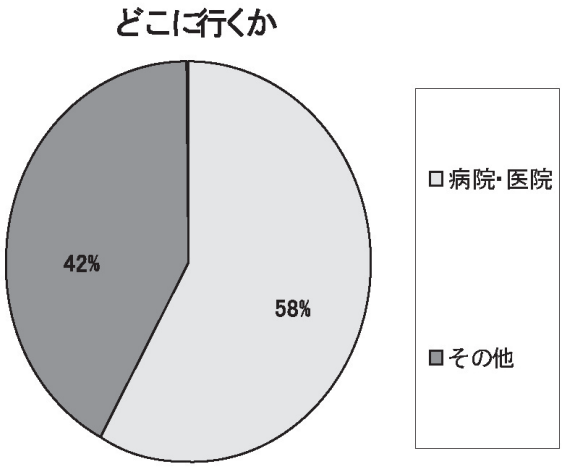


図３d．どこに受診するか

先生に相談すると答えた選手が41名（18%），友達に相談すると答えた選手が37名（17%），保護者に相談すると答えた選手が142名（64%），未回答が２名（１%）であった（図３c）．

どこに受診するかという質問については，病院・医院が50名（58%），その他が36名（42%）であり（図３d），約４割の選手が病院・医院で受診していないという結果が得られた．

考　察

今回得られた結果から，まず１年間で約４割もの多くの選手が傷害を発症しているという現状をしっかりと認識するとともに，何らかの対応策の必要性があると考えられた．

外傷と障害の割合では，１年生に障害が多く，２年生に外傷が多かったが，その原因として，１年生では中学野球という新たな場所での急激な運動量の増加や競技に対する不慣れが，２年生では慣れからくる油断なども関与している可能性があり，練習内容の工夫などが予防に役立つ可能性が考えられた．

山野ら[1]は，疲労により部分的な運動機能やパフォーマンスが低下し，それを代償するために過剰な負担が強いられた関節に傷害が発生するとしている．また，坂口ら[3]はウォームアップ・クールダウンの不足が傷害発生要因の一因であるとしている．つまり，疲労やコンディショニング不足が傷害発生のリスクを高めていると考えられる．飯田ら[4]は指導者と選手のコンディショニングに対する認識の乖離がみられると述べている．今回の調査でも，不注意，疲労の自覚が選手自身にあることや，ウォームアップ・クールダウンに対する選手たちの認識の低さなどから，過剰な練習量を選手に課してしまっている可能性があり，それが疲労の蓄積やコンディショニング不足を招き，傷害発生のリスクを高めているのではないかと考えられる．また，今回の調査では，チームの強さと練習時間の長さは比例しなかったが，有意差はないものの，練習時間が長いチームの方が，傷害発生が多い傾向にあったことから，練習内容の充実や短時間集中して練習することも重要であると考えられる．

次に，選手個人の要素を考えると，傷害を発症した際に，痛みを我慢して練習を続けるという選手が約半数であり，傷害発症前に局所に何らかの違和感があった選手も半数近くいた．片淵ら[2]は，障害発症前に違和感に気づくことができるように教育していくことで，障害予防，早期発見，重症化の抑制につながるとしており，今回の結果からも．痛みを我慢せず速やかに治療を行うことや，発症前に違和感があった時点で何らかの対処を行うことで，傷害発症や重症化を低減できた可能性が考えられるため，選手には痛みを我慢しないことの他に，違和感の有無の重要性を啓発することも大切だと考えられた．

これらの結果については既に各中学校へフィードバックを行い，学校長，指導者，選手に実態を把握してもらい，発症防止，早期発見に役立つよう図った．また発症後の最初の相談相手に最も保護者が多いことから，保護者への啓発の必要が考えられた．

ま と め

１．中学校野球部の選手，指導者に対しスポーツ傷害のアンケート調査を行った．
２．１年間で約４割もの選手が傷害を発症していた．
３．コンディショニングに対する意識や練習内容が傷害発症に影響を与えていたと考えられた．
４．痛みを我慢して続けないことを指導すること，違和感などの初期の症状に注目することが重要であると考えられた．
５．アンケート結果のフィードバックを行い，選手，指導者，保護者へ啓発を行えば，発症予防，早期治療に役立つと考えられた．

参考文献

１）山野仁志ら：運動連鎖と理学療法，51～65頁，2001．黒川幸夫，他，三輪書店，東京．
２）片淵建：発育期の野球肩および野球肘の発症に関する調査：関西臨床スポーツ医・科学研究会誌18：５～６頁，2008.
３）坂口美隆ら：スポーツ傷害の理学療法　第２版，361～371頁，2009，青山智，三輪書店，東京．
４）飯田博己：スポーツ傷害の理学療法　第２版，371～385頁，2009，青山智，三輪書店，東京．

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌　20：25-28，2010

グラウンドサーフェイスの違いが大学サッカー選手のスポーツ外傷に及ぼす影響
―天然芝グラウンドと人工芝グラウンドとの比較―

貴島病院本院　リハビリテーション科　**藤高　紘平**
大阪産業大学　人間環境学部スポーツ健康学科　**大槻　伸吾**
びわこ成蹊スポーツ大学　競技スポーツ学科　**大久保　衛**
行岡リハビリテーション専門学校　**橋本　雅至**
神戸大学大学院　人間発達環境学研究科　**岸本　恵一**
貴島病院本院　整形外科　**辻　　信宏・田中　一成・中村　信之**
豊中渡辺病院　リハビリテーション科　**来田　晃幸**
たちいり整形外科　リハビリテーション科　**藤竹　俊輔**

はじめに

サッカー活動中に発症する外傷を引き起こす要因は，相手選手とのコンタクトプレーによるものだけでなく，選手が使用しているグラウンドも一要因になると報告されている[1)]．先行研究においてサーフェイスの種類による傷害の特徴が報告されている．人工芝グラウンドは地面とスパイクとの摩擦力が高くなり，より制動力と加速力を得ることができるため，衝突時のインパクトが増大し外傷発生の可能性が高くなると報告されている[2,3)]．そこで今回，サッカーの公式試合において人工芝グラウンドと天然芝グラウンドを経験した大学サッカー選手を対象に，両グラウンドにおけるスポーツ外傷を調査し外傷発生率を検討した．

対　　象

対象は，2008年度（2008年４月～2009年３月）と2009年度（2009年４月～2010年３月）に人工芝グラウンド，天然芝グラウンドで行われたサッカーの公式試合に出場した大学サッカー部員（フィールドプレイヤーのみとした）23名である．対象者の2008年度時と2009年度時の身体組成，学年別とポジション別の内訳を表１に示す．

方　　法

（１）調査項目

①外傷の調査

対象者23名に対して，人工芝グラウンドと天然芝グラウンドでサッカー活動中に発生したスポーツ外傷に関して

表１．対象者の人工芝グラウンド時と天然芝グラウンド時の身体的要素の比較，学年別・ポジション別の内訳

		人工芝グラウンド時 2008年度 1，2，３年生（n＝23）	天然芝グラウンド時 2009年度 2，3，４年生（n＝23）	人工芝グラウンド時と 天然芝グラウンド時の比較
年齢（歳）		19±0.8	20±0.8	
身長（cm）[1)]		176.8±5.2	176.9±4.8	n. s.
体重（kg）[1)]		73.2±11.2	73.4±10.7	n. s.
SLR（度）[2)]	右	83.4±6.2	84.1±6.3	n. s.
	左	83.6±5.4	82.6±6.4	n. s.
HBD（cm）[2)]	右	0.22±0.6	0.25±0.4	n. s.
	左	0.26±0.5	0.35±0.5	n. s.
FFD（cm）[2)]		12.2±7.6	11.4±8.6	n. s.
競技年数（年）		11.8±1.3	12.8±1.3	
学年別内訳		１年生：７名 ２年生：９名 ３年生：７名	２年生：７名 ３年生：９名 ４年生：７名	
ポジション別内訳		ディフェンダー：８名 ミッドフィルダー：10名 フォワード：５名	ディフェンダー：９名 ミッドフィルダー：９名 フォワード：５名	

１）paired t test，２）Wilcoxonの符号付順位検定　　（Mean±SD）n. s.：有意差なし

の，整形外科受診結果の部位別件数を調査した．スポーツ外傷は強い外力が１回加えられたことで急性発症したものと定義した．対象としたスポーツ外傷は指定の医療機関を受診し，２日以上練習に復帰できなかったものとした．

②Athlete exposure hoursの算出

各選手が試合に出場した時間はチーム指導者，チームマネージャーにより記録され，人工芝グラウンド時と天然芝グラウンド時それぞれの１シーズンのAthlete exposure game hoursを算出した．

③受傷機転の調査

人工芝グラウンド時と天然芝グラウンド時に発生した外傷において受傷機転を調査した．受傷を相手選手との接触，グラウンドとの接触，ゴールポストとの接触，ボールとの接触，その他（相手選手の悪質なプレーによる受傷など）に分類した．

（２）測定項目

身体的要素として筋腱の伸張度を測定した．筋腱の伸張度は，中嶋[4]の方法によるStraight Leg Raising test（以下SLR），Heel Buttock Distance（以下HBD），Finger Floor Distance（以下FFD）の計３箇所を各年度の４月に測定した．

（３）外傷発生率の算出，比較項目

人工芝グラウンド時と天然芝グラウンド時の外傷調査結果から外傷発生率（1000 player-hours当りの外傷発生数）を算出した．外傷発生率を全身ならびに部位別に分け，人工芝グラウンド時と天然芝グラウンド時で比較した．さらに，受傷機転別に分類した外傷発生率とSLR，HBD，FFDを人工芝グラウンド時と天然芝グラウンド時で比較した．

（４）統計学的手法

有意差検定には，対象者の身体的要素の比較には対応のあるt検定（paired t test）およびWilcoxonの符号付順位検定，外傷発生率の比較には χ^2 適合度検定を行った．有意水準は５％未満とした．なお，本研究を実施するにあたり，対象選手には事前に調査項目に関する内容を十分に説明し承諾を得て実施した．

結　果

（１）外傷発生率の人工芝グラウンド時と天然芝グラウンド時の比較（表２）

人工芝グラウンド時に発生した下肢の外傷発生率は，天然芝グランド時の下肢の外傷発生率と比較して，有意に大きかった（$\chi^2 = 4.38$，$p < 0.05$）．その他には有意差は認められなかった．

（２）受傷機転別外傷発生率における人工芝グラウンド時と天然芝グラウンド時の比較（表３）

受傷機転別外傷発生率は，人工芝グラウンド時と天然芝グラウンド時で比較して有意差は認められなかった．

表２．外傷発生率の人工芝グラウンド時と天然芝グラウンド時の比較

	人工芝グラウンド		天然芝グラウンド		人工芝グラウンド時と天然芝グラウンド時の比較	
	n	発生率	n	発生率	χ^2	p値
下肢	8	18.65	3	7.27	4.38	p< 0.05
足趾／足部	2	4.66	1	2.42		n.s.
足関節	2	4.66	1	2.42		n.s.
下腿部	1	2.33	0	0		n.s.
膝関節	2	4.66	0	0		n.s.
大腿部	0	0	1	2.42		n.s.
股関節	1	2.33	0	0		n.s.
体幹	0	0	1	2.42		n.s.
頭部・顔面	0	0	1	2.42		n.s.
上肢	3	6.99	4	9.7		n.s.
手指	0	0	1	2.42		n.s.
手関節	1	2.33	2	4.85		n.s.
肘関節	1	2.33	0	0		n.s.
肩関節	1	2.33	1	2.42		n.s.
その他	0	0	0	0		n.s.
合　計	11	25.6	9	21.8		n.s.

外傷発生率(1000player-hours当りの外傷発生数)
Statistics of χ^2 test
n.s.：有意差なし

表３．受傷機転別の外傷発生率の人工芝グラウンド時と天然芝グラウンド時の比較

	下肢外傷						上肢外傷					
	人工芝グラウンド		天然芝グラウンド		人工芝グラウンド時と天然芝グラウンド時の比較		人工芝グラウンド		天然芝グラウンド		人工芝グラウンド時と天然芝グラウンド時の比較	
受傷機転	n	発生率	n	発生率	χ^2	p値	n	発生率	n	発生率	χ^2	p値
相手選手との接触	2	4.66	1	2.42		n.s.	1	2.33	2	4.84		n.s.
グラウンドとの接触	2	4.66	1	2.42		n.s.	1	2.33	2	4.84		n.s.
ゴールポストとの接触	2	4.66	0	0		n.s.	1	2.33	0	0		n.s.
ボールとの接触	2	4.66	1	2.42		n.s.	0	0	0	0		n.s.
その他	0	0	0	0		n.s.	0	0	0	0		n.s.

外傷発生率（1000player-hours当りの外傷発生数）
Statistics of χ^2 test
n.s.：有意差なし

（3）身体的要素の測定結果における人工芝グラウンド時と天然芝グラウンド時の比較（表１）

SLR，HBD，FFDは，人工芝グラウンド時と天然芝グラウンド時で比較して有意差は認められなかった．

考　察

本研究では，人工芝グラウンド時は天然芝グラウンド時よりも，下肢の外傷発生率が有意に大きかった．

本研究での人工芝グラウンドは，第３世代の人工芝グラウンドと称されている．この人工芝グラウンドは長いロングパイルの間に砂とゴムチップを充填している[5)]．この構造によってサッカースパイクのスタッド部分がより地面に埋まりやすくなっている．このため，スパイクのスタッド部分とロングパイルやゴムチップとの間に摩擦力の増大が生じる[3)]．人工芝地面の摩擦力が増加することによって，足がグラウンドに固定されやすくなる．この状態で身体に加わる外力や，大きな動作によって，重心が支持面から逸脱しやすくなり，転倒の増加，地面との引っかかり，衝突時の下肢への衝撃の増大が生じると考えられる．SLRやFFD，HBDにおいて有意差が認められなかったことから，下肢の外傷発生率が有意に大きくなったのは環境の変化による外的因子の影響も一因と考えられた．

本研究の限界，問題点は人工芝グラウンドと天然芝グラウンドをランダムに経験したのではなく，初年度のシーズンが人工芝グラウンド，次年度のシーズンが天然芝グラウンドを経験した選手を対象としたことである．そのため，対象や外傷発生数が少なく，１年経過することで選手の練習やトレーニングによる技術的な要素の変化を踏まえられていない．よって，サッカーの技術的な要素等も加味して総合的な検討を行う余地があり，環境の変化による身体への影響に対してさらなる調査を実施し，対策を検討していきたいと考える．

参考文献

1）Ekstrand, J., Nigg, M. B：Surface-Related Injuries in Soccer, Sports Medicine, 8, 56－62, 1989.

2）Arnheim, D. D., & Prentice, E. W.：Principles of Athletic Training 10th edition, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia ; PA（2000）.

3）Gorse, K. et al.：Conditioning Injuries Associated with Artificial Turf in Two Preseason Football Training Programs, Journal of Athletic Training, 32（4）, 304－308, 1997.

4）中嶋寛之：発育期スポーツ競技者にみられる特徴，関節外科 special 発育期のスポーツ障害，山本竜二，メジカルビュー社，東京，20－28．1994.

5）青木豊明：サッカー場のロングパイル人工芝のスポーツ傷害，臨床スポーツ医学，vol. 25，No. 9，pp. 1092－1094，2008.

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌　20：29-32，2010

剣道の継続が足部形態に及ぼす影響の検討

武庫川女子大学　健康・スポーツ科学部　健康・スポーツ科学科　今村　沙枝・田中　繁宏・松岡紗也香・武岡　健次
三井　正也・田中　　将・渡邊　完児
武庫川女子大学　健康運動科学研究所　田中　繁宏・林　　義孝

序　　論

剣道は，日本発祥の武道で，剣の理法の修練による人間形成の道であるとともに，高段位を取得するにはかなりの年月を要するため生涯スポーツとしての意味合いが濃い．また，剣道では右足で板の床を裸足で踏み込み，左足で踏み切るため，若年競技者においては扁平足を生じることがあるとされている[1]．代表的な足部形態異常である扁平足は，新明解国語辞典では「平たくて土踏まずのくぼみがない足」とあり，ステッドマン医学大辞典では「縦足弓が崩されている状態で，全足底が地面に着く」と定義されている．したがって，単に土踏まずがないだけは見かけの扁平足であり，アーチが破綻していれば，真の扁平足と言える．

本研究ではこれら２つの扁平足について測定評価することにより，その発生の要因を検討する．また，重力の負荷が軽減され，足部に過度の衝撃がかからないと推測される水泳を対照種目として選んだ．これにより，剣道の踏み込み及び踏み切り動作による衝撃と扁平足の関係をより明らかにすることとする．また，剣道競技者を競技開始時期で分類して比較することにより，学童期からの競技開始による影響を検討する．これらの調査から剣道の継続と扁平足の関係を明らかにし，生涯スポーツとしての剣道の発展に寄与することを目的とする．

対象及び方法

（1）対　象

生来健康な某女子大学学生40名のうち，剣道部員20名を剣道開始時期が小学校卒業以前の９名は剣道群Ⅰ，中学校入学以降の11名は剣道群Ⅱとした．また，水泳部員10名を水泳群，剣道・競泳経験のない一般学生を一般群とした．対象者の年齢および競技歴を以下に示す（表１）．

表１．対象者の年齢および競技歴

	剣道群Ⅰ（n＝9）	剣道群Ⅱ（n＝11）	水泳群（n＝10）	一般群（n＝10）
年　齢（歳）	20.4± 1.0	20.3± 1.6	20.5± 1.2	22.0± 0.6
競技歴（年）	11.3± 2.1	6.8± 1.8	15.8± 3.2	—

mean±SD

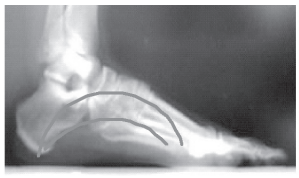
（2）測定方法

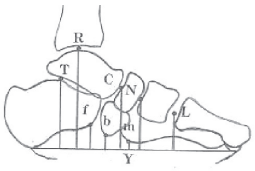
フットプリンター（BAUERFEIND社製，kw 08/ 04，ドイツ）を用いて両足のフットプリントを採取し，補助線を引いて見かけの扁平足の評価を行った[2]（図１）．

しかし，フットプリントからはアーチ破綻による真の扁平足を評価できないため，両足部側面をＸ線撮影し，横倉法[3,4]を用いて真の扁平足の評価を行った（図２）．

踵の後端と土踏まずの最凹部を結ぶ線の延長線が，第１趾より内側を通過するものと，第１趾上を通過するものを扁平足とする．

図１．フットプリントによる扁平足の診断





第一中足骨側種子骨下端と踵骨隆起下端を結んだ距離をＹ（mm）とする．各点からＹに下ろした垂線の長さ（mm）をＹで除し，100 を掛けた値をアーチ高（mm（%））とする．非荷重時のアーチ高を荷重時のアーチ高で除し，100 を掛けたものをアーチ低下率とし，低下率が10%以上のものを扁平足と定義する．

図２．横倉法による扁平足の診断

（3）統計処理

統計学的解析は，４stepsエクセル統計 statcel ２（(有)オーエムエス出版，日本）を用いて行った．扁平足の人数の検定には，Fisherの直接確率計算法を用いた．アーチ高低下率の検定には，一元配置分散分析を行い，有意差が認められた場合はさらにTukey-Kramer法を用いて検定した．いずれも確率水準５％未満を有意限界とした．

（4）倫理的配慮

被験者には，実験の目的と内容を詳細に説明した．測定に関しては，X線被曝をわずかに伴うが身体に影響がないこと，プライバシーの保護に関しては細心の注意を払うことなどについて説明し，同意を得られた学生のみを対象とした．

結　果

（1）フットプリント

フットプリントにおける扁平足の人数については表２の通りである．

各群内及び４群間での右足と左足の扁平足であった人数の比較では，有意な差は認められなかった．

表２．フットプリントによる扁平足の人数（人）

	右足	左足	人数
剣道群Ⅰ（n＝9）	0	3	3
剣道群Ⅱ（n＝11）	0	0	0
水 泳 群（n＝10）	1	1	1
一 般 群（n＝10）	0	0	0

（2）足部X線撮影

剣道群Ⅰの４名の右足のみ扁平足と診断できた．各群内で右足と左足の扁平足であった人数の比較では，剣道群Ⅰにおいて右足が扁平足である者が有意に多かった．また，４群間での同様の比較でも，剣道群Ⅰの右足において扁平足である者が有意に多かった（表３）．

表３．X線撮影による扁平足

	右足（人）	左足（人）	群内における左右の人数の差	右足における剣道群Ⅰとの差
剣道群Ⅰ（n＝9）	4	0	＊＊	—
剣道群Ⅱ（n＝11）	0	0	n. s.	＊＊
水 泳 群（n＝10）	0	0	n. s.	＊＊
一 般 群（n＝10）	0	0	n. s.	＊＊

＊＊；$p<0.01$

さらに，右足のアーチ高C-Yにおいて剣道群Ⅰと剣道群Ⅱ，剣道群Ⅰと一般群に有意な差が認められ，剣道群Ⅰのアーチ高低下率が高かった（表４）．

表４．右足アーチ高C-Yの低下

	低下率（%）	剣道群Ⅰとの差
剣道群Ⅰ（n＝9）	9.7±6.7	—
剣道群Ⅱ（n＝11）	0.2±6.8	＊＊
水 泳 群（n＝10）	3.3±4.3	n. s.
一 般 群（n＝10）	2.5±3.4	＊

mean±SD

＊＊；$p<0.01$，＊；$p<0.05$

考　察

フットプリントでは各群間の比較において有意な差は認められなかったことより，剣道を継続することと見かけの扁平足は関係がないといえる．

X線撮影の結果，剣道群Ⅰにおいて右足が真の扁平足である者が有意に多かったことより，踏み込み動作に伴う衝撃はアーチを破綻させる可能性が示唆された．そして，剣道群Ⅰと水泳群のみならず，剣道群Ⅰと剣道群Ⅱにも差があり，剣道群Ⅰの扁平足である人数が有意に多かったことから，アーチの破綻には衝撃の強さだけでなく，衝撃を受ける時期も関係している可能性が示唆された．

子どもの足は軟骨成分が多く，歪みを受けやすいが，それにも関わらずアーチは成長とともに一定の高さまで高められていく．これは，骨，関節包，靭帯，筋といったアーチを支える構造が発達していくためである[5]．しかし，剣道群Ⅰの右足においてアーチ破綻の傾向が見られたことから，学童期の足部に過度の衝撃が加わることは足のアーチを破綻させる可能性があると考えられる．

また剣道群Ⅰにおいて，見かけの扁平足は左足のみ，真の扁平足は右足のみに見られた．剣道の構えの姿勢は左足荷重であり，左足で踏み切ることから，左足底の筋などが発達し，フットプリントにおいて土踏まずが見られなかった可能性が考えられる．そして，右足には前述したように踏み込みによる衝撃が加わる．これら左右の動作の違いと扁平足の関係についてもさらに調査することが必要であると考える．

これらのことを明らかにするには，学童期における運動経験や程度，競技特性等を調査する必要があると考える．このようなことも含めて，今後は内容を十分に検討して調査を行い，剣道と扁平足の関係を明らかにし，予防策を講じることで剣道の生涯スポーツとしての発展に寄与することができればと考える．

ま と め

1）生来健康な近畿圏の某女子大学学生40名を，剣道群Ⅰ，剣道群Ⅱ，水泳群，一般群に分け，フットプリントおよび足部X線撮影による扁平足の評価を行った．
2）フットプリントにおいては，扁平足である人数などに有意な差は認められなかった．
3）X線撮影において，剣道群Ⅰにおいて右足が扁平足である者が多いとの結果が得られ，踏み込み動作に伴う衝撃力はアーチを破綻させる可能性が示唆された．また，剣道群Ⅰのアーチ低下率が剣道群Ⅱより有意に高かったことから，学童期に剣道を開始することは右足のアーチを破綻させる可能性が示唆された．
4）今後は内容を十分に検討して調査を行い，剣道と扁平足の関係を明らかにし，予防策を講じることで剣道の生涯スポーツとしての発展に寄与することができればと考える．

参考文献

1）貴志信也ら：剣道選手の下腿・足部痛に関する一考察 —成長期における踏み込み動作が足アーチに与える影響—，日本臨

床スポーツ医学会誌，Vol. 10　No. 1，p 82 - 89，2002.
2）山崎信寿：足の事典，p 62，1999，朝倉書店，東京.
3）横倉誠次郎：本邦成人内外両長軸足穹窿ノ基準ヲ定メ扁平足ノ分類ニ及ブ，日整会誌 3 ：p. 331 - 360，1928.
4）図説整形外科診断治療講座 19 足・足関節疾患，x viii，1991，メジカルビュー社.
5）水野祥太郎：ヒトの足，p. 135，1992，創元社，大阪.

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌　20：33-34，2010

足部形態は長距離歩行で変化するか？

済生会御所病院　整形外科　**江川　琢也**
奈良教育大学　保健体育講座　**笠次　良爾**
済生会御所病院　整形外科　**中山正一郎**

目　的

長距離を歩くことで足に疲労が蓄積され，アーチ支持筋の機能低下とともに足アーチ高は下がってくると推測される．我々は長距離歩行前後での足部の測定を行い，足アーチ高率，土ふまず比ならびに足部体積の変化について検証した．

対　象

対象は，某大学に所属する保健体育専攻の学生，男性15名，女性５名，計20名である．年齢は18.8±0.5歳，身長170.2±8.8cm，体重64.9±9.0kgである．

方　法

全長43.4kmを５km毎に休憩をはさみ，５km/時で約11時間かけて歩行した．スタート前とゴール後にそれぞれ両足のフットプリント，舟状骨結節高，足部体積の計測を行った．フットプリントはPEDPRINTを用いて測定した後，Scion Imageにて足長（第2趾先端から踵部後縁までの長さ），土ふまずの面積（足蹠の内側縁に接線を引き，その接線と足蹠の間の面積），接地足蹠面積を計測した．舟状骨結節高は，触診にて舟状骨下縁にマーキングし，両脚立位で接地面からの距離を計測した．アーチ高率は〔舟状骨結節高÷足長〕×100にて算出した．土ふまず比は〔土ふまずの面積〕÷〔土ふまずの面積＋接地足蹠面積〕×100にて算出した．足部体積は足関節内果下端を基準に下腿軸に対して垂線を引き，あらかじめ底面積を測っておいた水槽に足を線まで入れ，水面高の変化から体積を算出した．

統計学的検討は，Paired t-testとWilcoxon signed-ranks testを用い，有意水準は5%未満とした．

結　果

20名全員完歩したが，足底に水疱ができたため正確なフットプリントの採取は不可能であった女性２名は除外し，男性15名，女性3名，計18名について検証した．

アーチ高率は，男性15名ではスタート時14.6±2.1%ゴール時14.8±2.0%であり，女性３名ではスタート時17.4±0.3%ゴール時18.7±0.9%であった（図１）．土ふまず比は男性ではスタート時19.1±6.6%ゴール時20.0±6.0%であり，女性ではスタート時24.1±1.1%ゴール時24.4±1.8%であった（図２）．体積は男性ではスタート時822.0±92.7mm^{3}ゴール時838.1±103.4mm^{3}であり，女性ではスタート時551.6±43.6mm^{3}ゴール時685.0±21.8mm^{3}であった（図３）．

アーチ高率は男女とも耐久歩行後に若干高くなったが，有意差は認めなかった．土踏まず比も耐久歩行後に若干増

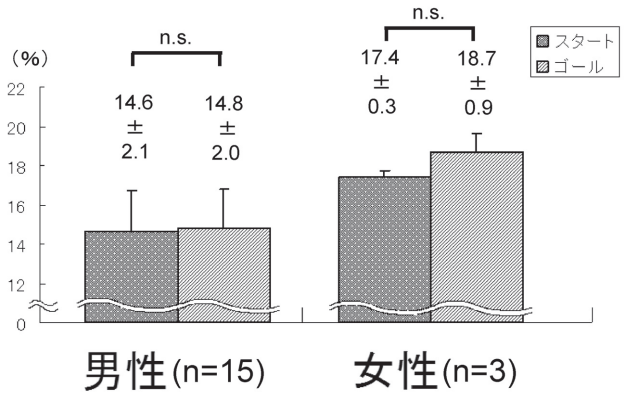


図1．アーチ高率

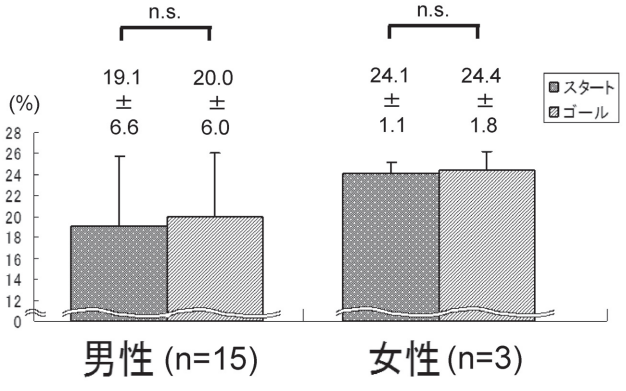


図2．土ふまず比

加したが，有意差は認めなかった．体積も耐久歩行後に増加を認めたが，有意差は認めなかった．

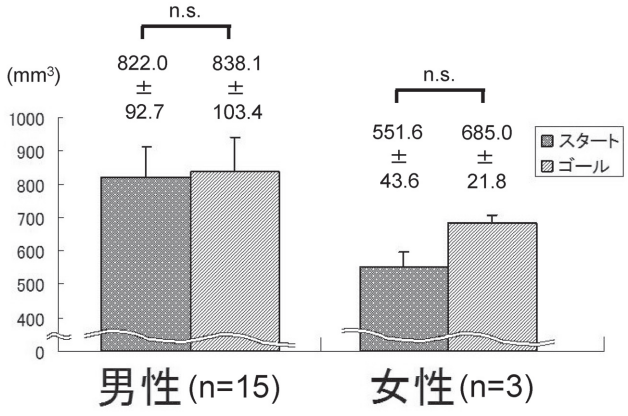


図3．足部面積

考　　察

足アーチの客観的評価法としては横倉[1]のX線撮影法が広く用いられている．今回，我々はウォーキングの直前および直後で測定しなければならないことや，実際のスポーツ現場で利用する検査として実用的でないことから，X線検査の代わりに触診のマーキングによる測定を用いた．この測定法は大久保ら[2]が横倉法との相関関係を認めると述べており，測定方法として妥当性があると考えられる．

足アーチについて解剖学的見地から述べると，足アーチには縦アーチと横アーチがあり，縦アーチは踵骨―距骨―舟状骨―楔状骨―中足骨からなる内側アーチと，踵骨―立方骨―中足骨からなる外側アーチに分けられる．内側アーチは骨の結合は緩くflexibleで，歩行時のショックアブソーバーの役割があり，外側アーチは骨の結合は強くrigidである．この中で歩行時に変化が大きいのは内側アーチであるが，この内側アーチは後脛骨筋によって支えられている．歩行中の内側アーチの変化は，踵接地後，体重によりアーチは低下し，母趾を背屈することで，足底筋膜が緊張し，アーチが急激に挙上される．これを巻き揚げ機現象（Windlass mechanism）と呼ぶ．

今回の40kmウォーキングでは，足アーチ高率は低下しなかった．先行研究では，足アーチ高率が低下したという報告が散見される．平野ら[3]は高校女子ハンドボールチーム（強豪校）の練習前後の両足で，アーチ高率は練習前23.9±2.1%から3時間半の練習後22.2±3.0%に低下したと報告している．また，山本[4]は陸上競技用トラックでの6時間耐久リレーにより左足でアーチ高率が1.6±1.2%低下したと報告している．これら2つの報告から，走るという動作ではアーチ高率が低下すると考えられる．ただ，それぞれ女性4名，男性8名と少人数の報告であり，走るという動作でアーチ高率が低下すると断定するにはもう少し症例数が必要と考えられる．一方，看護師の勤務前後の足アーチ高を比較した佐々木ら[5]の報告でも，アーチ高率は16.17%から15.08%へ1.09%低下していた．看護師の勤務という長時間立位を強いられる就労でもアーチが低下すると考えられる．

我々の研究と先行研究の違いについて，走行と歩行を比べてみると，ともにWindlass mechanismは働くが，走行は接地時に足底に加わる力が大きく，アーチが低下したと考えられる．一方，看護師の就労は立っている時間が長く，歩行に比べてWindlass mechanismを働かせる機会が少なかったためアーチが低下したと考えられる．本調査の被験者のような健康な若者では，11時間という長時間歩行の負荷をかけても後脛骨筋が機能不全に陥ることはなく，Windlass mechanismを働かせて，アーチが低下しなかったと考えられた．

土ふまず比は歩行前後で差を認めなかった．また，男性は標準偏差が大きく，女性より土ふまず比が小さかった．これは，扁平足の人が4人存在し，すべて男性であったことが影響していると考えられる．ただ，この4人の舟状骨結節高が特別に低いということはなく，足底筋の発達などによる見かけの扁平足と考えられた．

体積については，男性の方が足が大きく，体積も大きかった．歩行後に体積は男女とも増加したが，統計学的有意差は出なかった．女性の方が増加率は大きかったが，女性は3名と人数が少なく，性差があるかどうかは今後の追跡が必要であると考える．測定方法について，足のマジックのラインと水面を一致した状態で保持することは難しく，誤差が大きいと考えられる．ただ，現場で短時間に測定でき，費用もあまりかからない方法には限界があり，現時点では最適な方法と考えている．

結　　語

保健体育専攻の健康な平均18.8歳の若者では，約43kmの耐久歩行前後でアーチ高率，土ふまず比，足部体積に有意な変化は認めなかった．

参考文献

1）横倉誠次郎：骨之レ線診断指針，南江堂，東京，77-80，1955.
2）大久保衛ら：メディカルチェックにおける足アーチ高測定方法の検討，臨床スポーツ医学Vol.6：336-339，1989.
3）平野佳代子ら：スポーツ活動による足部のアーチ高率の変化について，理学療法学23：381，1996.
4）山本利春：陸上競技用トラックの左回り走における足アーチ高の変化 ―ランニング障害との関連性―：臨床スポーツ医学8：195-200，1991.
5）佐々木知行ら：看護婦の勤務前後の足アーチ高と足部愁訴の検討：靴の医学：145-148，1993.

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌　20：35-38，2010

中高年スポーツ愛好家の変形性膝関節症に対する筋力増強訓練の検討

こたけ整形外科クリニック　**中山　昇平・小竹　俊郎・藤原　浩二**

目　的

変形性膝関節症（以下，膝OA）に対する運動療法に関する報告は1990年代から多数報告[1,2]されている．本研究では，中高年スポーツ愛好家の膝OA患者に対して，運動プログラムを実施し，X線進行度別に身体機能，疼痛，スポーツ継続状況に関して比較・検討することを目的とした．

対　象

当院を初診し，X線検査により膝OAと診断された105名を対象とした．内訳は，男性24例，女性81例，平均年齢68歳（38歳～85歳）であった．スポーツ実施状況は，歩行中心例42%，走行を含むスポーツ18%，その他20%，実施できない状態20%であった．対象者内に薬物療法併用26例を含むが，本プログラム期間に処方内容に変更はなかった．

対象を北大式X線進行度別分類を用いてgrade Ⅰを Ⅰ群，grade Ⅱを Ⅱ群，grade ⅢⅣⅤを Ⅲ群とした．３群間の内訳に有意差はなかった（表１）．

表１．対象３群の症例内訳

	group Ⅰ	group Ⅱ	group Ⅲ
grade	Ⅰ	Ⅱ	ⅢⅣⅤ
case	35	43	27
male：female	5：30	12：13	7：20
age	67.5± 9.0	67.1± 8.9	69.5± 9.1
WBI	48.5± 31.5	50.4± 39.8	43.2± 40.1

方　法

１．運動プログラム

対象者に対して週１回，全12回実施した．プログラムは，Health & Fitness Equipment（HUR社製）を使用し，①Leg-extension ②Leg-curl ③Leg-pressの３種目を10回３セット15分間実施した．

運動強度は，Taafeeら[1]の先行研究を参考に最大筋力の35 - 40%に設定した．

２．トレーニング前後の測定項目

初回，４回目，８回目，12回目に以下の項目について評価を実施した．測定項目は，膝伸展筋力（Open Kinetic Chain：OKC），下肢筋力（Closed kinetic Chain：CKC），開眼片脚立位時間，Time Up and Go test（TUG-t），疼痛の評価として歩行時Visual analog scale（VAS）とした．初回，最終回にスポーツ実施状況のアンケートを実施した．筋力測定には，IsoforceGT-330（OG技研社製）を使用し，膝関節60度にて測定をおこなった．

３．データの解析

運動前後の比較は対応のあるt検定，３群間の比較には分散分析，歩行時VASにはWilcoxon符号付順位和検定，スポーツ実施率には χ^2 検定をそれぞれ行った．いずれも統計学的有意差は５％未満とした．

結　果

患側OKC，CKC，TUG-tは，３群とも運動プログラム前後において有意に改善した（$p < 0.01$）．片脚立位時間は，Ⅰ，Ⅱ群のみ改善した（$p < 0.05$）．歩行時VASは有意に改善した（$p < 0.05$）．一方で，Ⅲ群の片脚立位時間，スポーツ継続率は改善したが有意差はみられなかった．（図１～７）

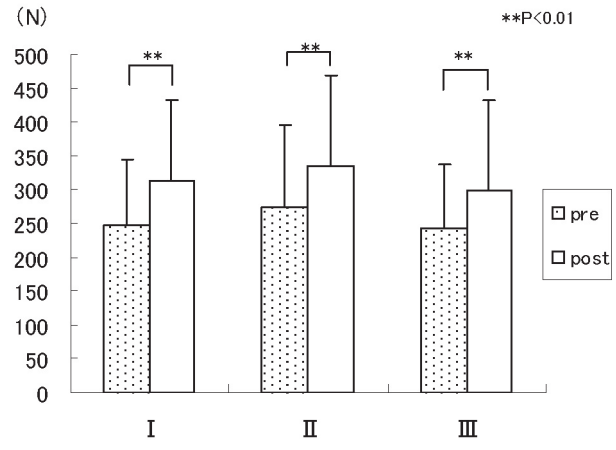


図1．患側OKC

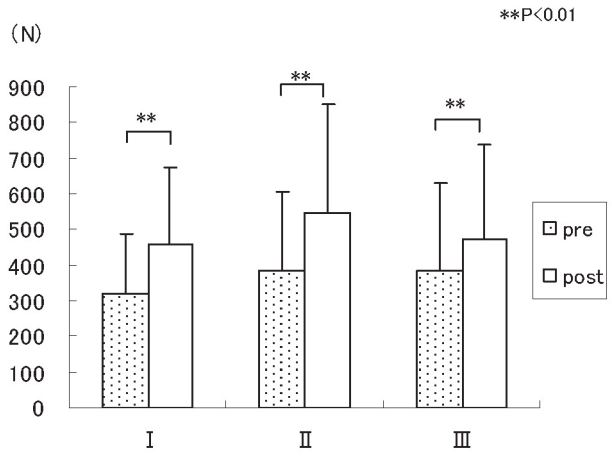


図2．患側CKC

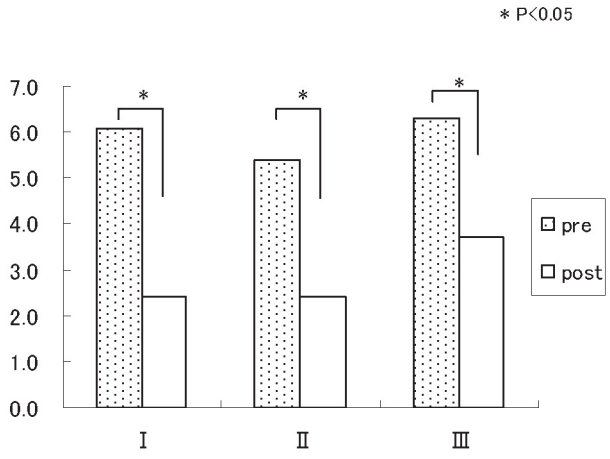


図5．歩行時VAS

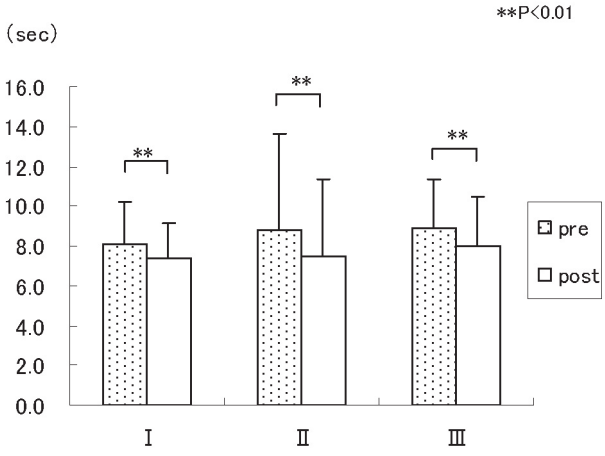


図3．TUG-t

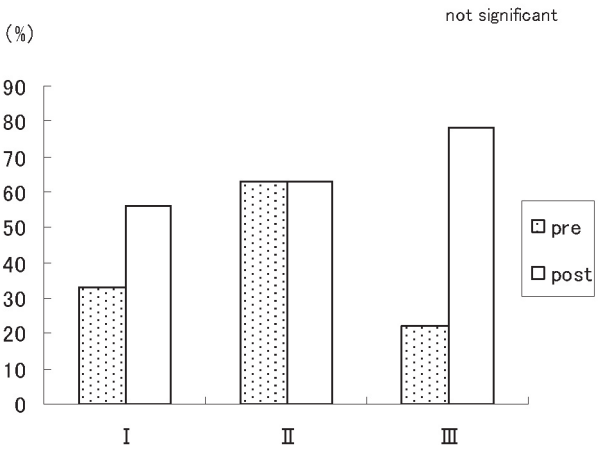


図6．スポーツ継続率
改善がみられたが，三群間に有意差はなかった．

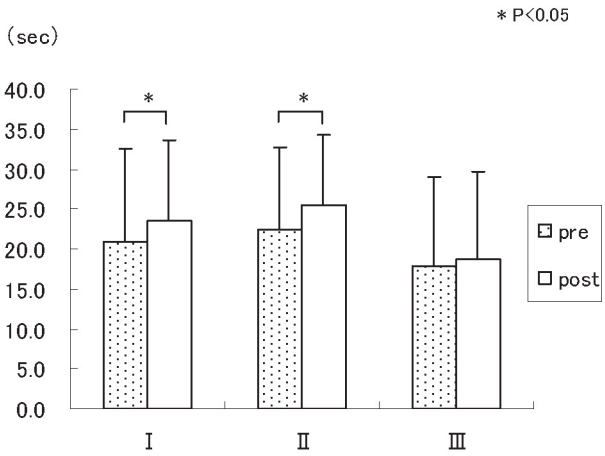


図4．片脚立位時間

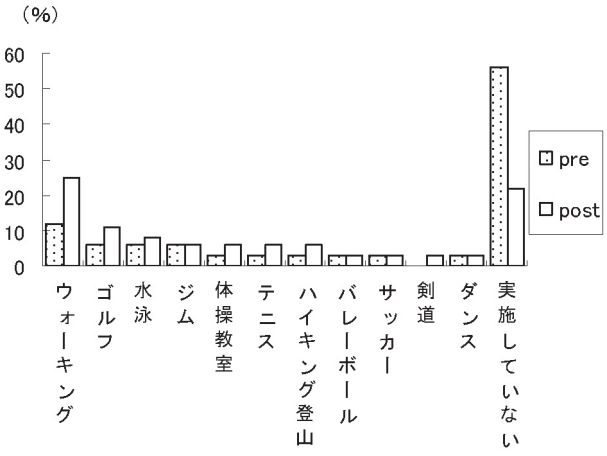


図7．スポーツ種目　前後比較

X線進行度別３群間における運動プログラム前後の変化には，有意差はみられなかった．

考　察

当院で実施した週１回，全12回の運動プログラムによって，運動前後に有意な筋力の増強，疼痛軽減がみられた．一方で，X線進行度別の３群間に差はみられなかった．

筋力増強と疼痛軽減に関する報告[2,3]では，漸増抵抗運動を実施後わずかな筋力増強によっても疼痛が減少したとしている．また，筋力強化のリスクとされてきた膝関節のアライメントが正常でない患者に対しても脛骨大腿関節の軟骨減少に影響ないことが示されている．

今回実施した週１回の運動プログラムにおいても，４回毎に筋力測定と運動強度の適正化をおこなうことで，X線進行度別３群とも筋力が増強し疼痛軽減が得られたと考えられた．

スポーツ継続率は，運動前後で改善したが，X線進行度別に有意差はみられなかった．X線進行度に焦点を当てた池田ら[4]の研究では，軽症例に有効性がみられたと報告されている．また，鳥居ら[5]の研究では膝周囲の筋力増強によって歩行時痛が減少し，運動量の増加がみられるとしている．本研究の結果をみると，膝周囲筋に対する運動プログラムによって，X進行度別３群とも筋力増強と疼痛の軽減がみられた．その結果，歩行機能が改善し，運動量が増加した．以上より歩行中心の負荷の少ないスポーツを実施している場合には，X線進行度に関係なく，スポーツの継続と再開が可能になったと考えられた．

膝OAに関するこれまでの報告[6]では，膝OAの発症進行には，荷重負荷や関節安定性など機械的因子が影響を与えるとしている．具体的な発症要因として，固有感覚の低下，膝関節の内反変形，筋力低下など多数ある．今回の結果からは，膝OAが進行し，関節変形と筋萎縮によって固有感覚が低下すると，筋力と疼痛の因子が改善しても片足立位時間の改善はX線進行度によって差が出る可能性が示唆された．

今回の研究では，薬物療法との併用例の存在や自宅で行う種目別トレーニングを制限していないなど検討すべき課題がある．今回実施したプログラムは，軽症膝OAに対して有効と考えられるが，中等度以上の症例には異なるプログラムの構築が必要であると考える．

結　語

中高年スポーツ愛好家の膝OAに対する12週間，週１回の運動プログラムによって，膝周囲の筋力増強，疼痛軽減がみられた．これらの改善はスポーツ継続率改善の一助になると示唆された．

参考文献

1）Taafee DR et al：Effect of sustained resistance training on basal metabolic rate in order women, J Am Geriatr Soc, 43：pp 465－471, 1995.

2）Hurly et al： Improvements in quadriceps sensorimotor function and disability of patients with knee osteoarthritis following a clinically practicable exercise regain, British Journal of Rheumatology, 37：pp 1181－1187, 1998.

3）Amin et al：Quadriceps Strength and the Risk of Cartilage Loss and Symptom Progression in Knee Osteoarthritis Arthritis & Rheumatism Vol. 60, No. 1：pp 189－198, 2009.

4）池田浩ら：変形性膝関節症に対する運動療法の効果と限界，日本臨床スポーツ医学会誌，Vol. 15，No. 3：pp 340－347，2007.

5）鳥居俊：変形性膝関節症に対する運動療法の有効性の特性，Health Sciences，19：pp 122，2003.

6）大森豪ら：変形性膝関節症の痛みと運動の効果，痛みと臨床，Vol. 7，No. 4：pp 349－335，2007.

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌　20：39-42，2010

前十字靭帯付着部剥離骨折に対する鏡視下Kワイヤー骨接合術

小野市民病院　整形外科　　長濱　史朗

目　　的

前十字靭帯（ACL）付着部剥離骨折は，スポーツ外傷などにより比較的若年者に発生することが多い．骨片の転位を認める症例ではACL機能不全や膝伸展制限などのため手術が必要になる．今回我々は，骨端線のある小児に対しKワイヤーを用いて鏡視下骨接合術を行い，術後の結果も良好であったので報告する．

対　　象

症例は11歳男児．スキーで転倒し受傷．初診時膝関節内に少量の血腫あり．ラックマンテスト陽性．単純X線像では，側面像でACL付着部の顆間隆起に前方が転位した骨片を認めた（図1）．CTでも同様に転位した骨片があった（図2）．

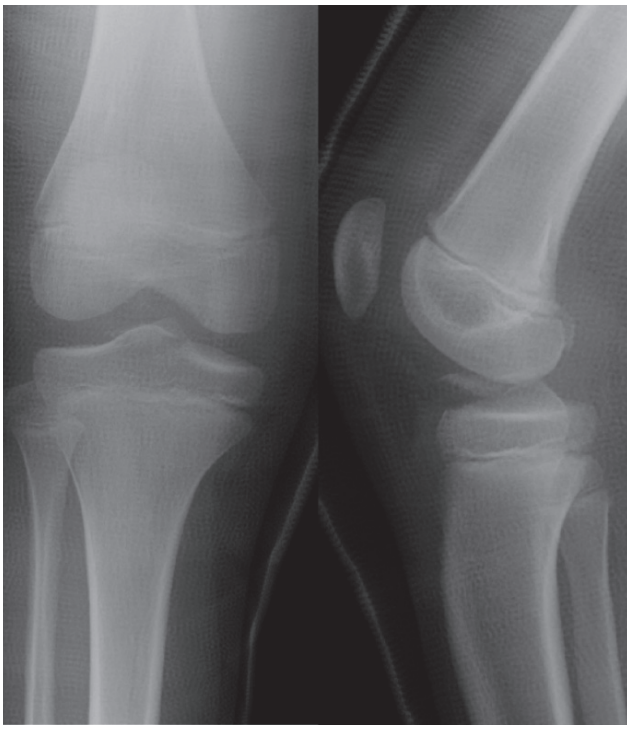


図1．受傷時XP

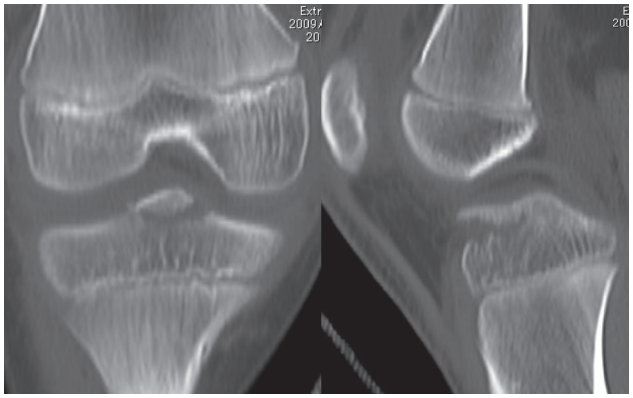


図2．受傷時CT

方　　法

これに対して鏡視下手術を行った．まず，骨折部に介在していた半月板前角をプローベでよけて骨片を整復した．次にACL再建用のドリルガイドを用い整復した骨片を保持した．透視下にドリルガイド越しに直径1.2mmのKワイヤーを骨片に刺入し，関節内に少し突出させた．同様に3本刺入した．持針器で関節内に出たKワイヤーの先を1cm程90度に曲げた．脛骨の刺入部より少し引き抜き骨片全体を押さえ込んだ（図3）．最後に，刺入部の先端も曲げ皮下に埋没させて手術終了とした（図4）．

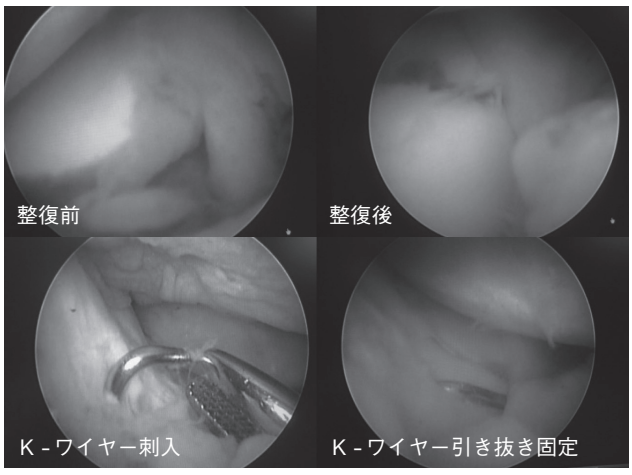


図3．鏡視下所見

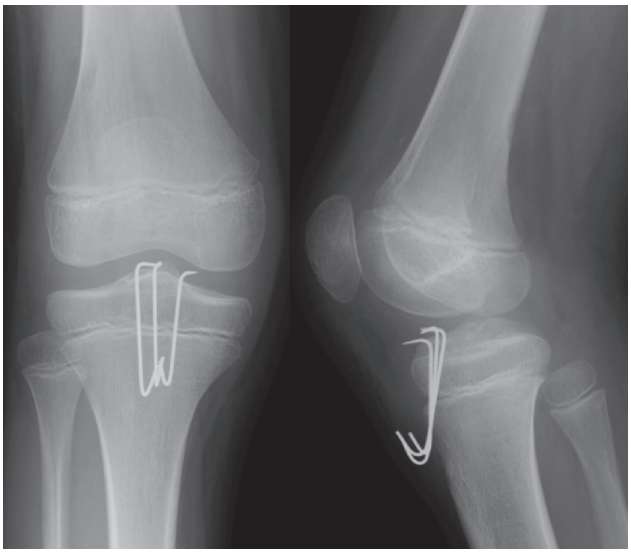


図４．術後XP

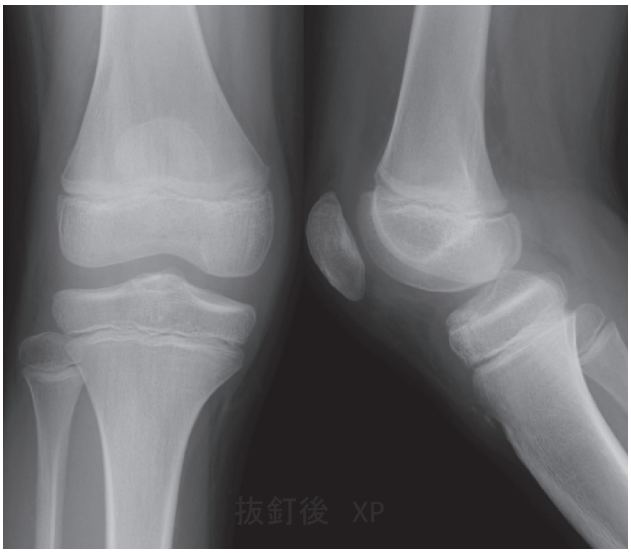


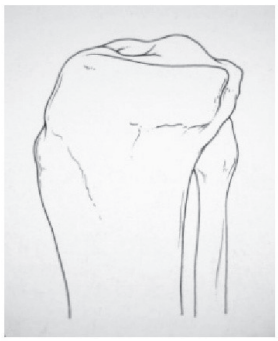
図５．ワイヤー抜去後XP

結　果

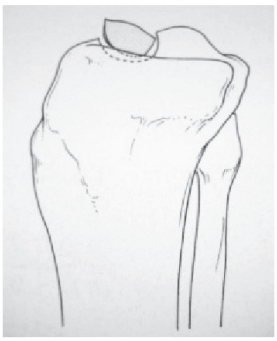
術後は膝伸展位でKnee Brace固定行った．術後２週間で可動域訓練と荷重歩行を開始した．術後8週間で，膝の痛みや不安定性はなく可動域も正常であった．この時点でKワイヤー抜去を行った．抜去は脛骨の刺入部を１㎝ほど切開し，そこから引っ張って抜去した．ワイヤー抜去時に鏡視下で関節内を確認したが，骨片の転位はなく骨癒合も得られていた．抜釘後のX線像でも骨片は整復状態であり骨癒合も得られているようであった（図５）．

考　察

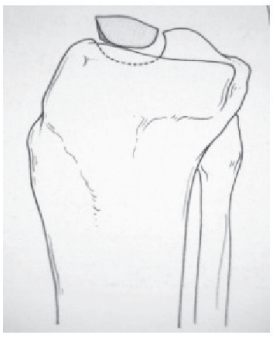
前十字靭帯付着部剥離骨折は単純X線側面像で骨片の転位しているタイプ２以上（Meyers，Zaricznyjらの分類図６）が手術適応と言われている．手術にはさまざまな方法があるが，近年侵襲が少ない関節鏡視下での手術が主流になりつつある．関節切開し直視下による手術は，確実な固定ができ関節鏡の技術が不要であるといった利点がある反面，侵襲が大きいことや関節切開するため膝関節機能回復まで長期を要するなどの欠点がある．鏡視下手術はこの



type Ⅰ



type Ⅱ



type ⅢA

type ⅢB

type Ⅳ

図６．Meyers, Zaricznyjらによる ACL剥離骨折の分類

欠点を補うものである．固定方法はスクリュー固定，プルアウト法，ネジ切りＫワイヤー固定などがある．鏡視下でのスクリュー固定は手技が比較的容易や固定力が大きいなどの利点があるが，骨片が小さい時は使用できないことが欠点である．またプルアウト法は小さい骨片でも固定可能であるが，手技が煩雑で時間もかかるという欠点がある．ネジ切りＫワイヤーによる固定は手技が容易であるが，固定力に不安が残る欠点がある．

今回行った鏡視下Ｋワイヤー固定は侵襲が少ないこと，手技が比較的容易であること，ネジ切りＫワイヤーのみの固定に比べると固定力が大きいこと，抜去が容易なことなど多くの利点がある．欠点をあえてあげると，粉砕骨片の時の固定力は不確実なこと，抜去時に曲げたＫワイヤーでACLの損傷が危惧されることである．今回の症例ではＫワイヤーは脛骨刺入部から引き抜いたが，やや曲がったまま抜けてきたため，ワイヤーの方向によっては抜去時ACLを傷つける危険があると思われた．このため，２本目は鏡視下に持針器で伸ばしたあと抜去した．

また，Ｋワイヤーの刺入位置は成長軟骨線の遠位から成長線を貫いて骨片まで刺入したが，ワイヤーの直径が1.2mmと細いこと，スクリューのように圧迫力が働かないこと，術後８週間で抜去することなどから，成長軟骨線の障害は危惧しなくていいと思われた．

ま と め

１）小児前十字靭帯剥離骨折に対して，鏡視下Ｋワイヤーによる固定を行った．
２）手術は比較的容易で，固定性も良好であった．
３）術後の経過も良好で，試してもよい方法と思われた．

参考文献

１）Zaricznyj B et al：Avulsion fracture of the tibial eminence：Treatment by open and pinning. J Bone Joint Surg. 59‐A：1111‐1114, 1977.
２）Meyers M. H, et al：Fracture of the intercondylar eminence of the tibia. J Bone Joint Surg. 52‐A：1677‐1684, 1970.
３）中村憲正，堀部秀二：膝関節―十字靭帯付着部骨折．新OS NOW，18：168‐176，2003.
４）佐伯和彦ら：脛骨顆間隆起骨折に対する鏡視下骨接合術．整・災外，51：783‐790，2008.
５）田代茂義ら：小児脛骨顆間隆起骨折に対するＫワイヤーを用いた鏡視下骨接合術．骨折，30：S229，2008.

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌　20：43-46，2010

大学女子剣道選手の肩関節痛発生要因の検討
～上肢筋力との関連性～

医療法人スミヤ 角谷整形外科病院　リハビリテーション科　貴志　真也・川上　基好・柏木　孝介・木村　侑史
医療法人スミヤ 角谷整形外科病院　整形外科　中根　康博
医療法人スミヤ 角谷リハビリテーション病院　左海　伸夫

目　的

剣道におけるスポーツ障害では，疼痛の発生部位として踵部に次いで腰部が多い[1]．また，剣道活動中の障害発生率[2]は他のスポーツの場合に比べて低いものの，剣道を継続しているものには腰痛症が多く認められる点が剣道競技におけるスポーツ障害の特徴であると報告されている[3]．一般的に剣道競技では肩の可動性をあまり必要としないため肩の障害は少ないと考えられる．しかし，時に肩関節痛により当院を受診する女子剣道選手を経験する．そこで今回，大学女子剣道選手の肩関節痛発生状況ならびに肩関節・肘関節周辺の筋力との関係について調査し，肩関節痛発生要因を検討するための指標を得ることとした．

対　象

本研究の趣旨を説明し同意を得た某大学女子剣道選手25名を対象とした．競技レベルは，毎年全国大会に出場し，トップレベルの成績をおさめている．平均年齢は19.6±0.7歳，平均剣道歴は12.7±2.4年，平均身長は162.5±5.4cm，平均体重は55.7±7.1kgで，全員右利きである．

方　法

剣道開始から現在までの肩関節痛の既往と現在の肩関節痛発生状況に関するアンケート調査を行った．さらに，肩関節痛経験者による肩関節痛部位のアンケート調査も同時に行った．また，アンケート調査から過去に肩関節痛の経験がある選手（以下肩痛群）と肩関節痛を一度も経験したことがない選手（以下非肩痛群）の２群に分類し，徒手筋力計 μTasF-1（アニマ社）による肩関節，肘関節の屈曲・伸展筋力の測定を行い（図１），肩関節，肘関節の屈伸筋力および伸展/屈曲筋力比を２群で比較検討した．統計学的分析はstudentのt検定を用いた．

結　果

１．肩関節痛に関するアンケート調査

１）肩関節痛発生状況

過去に肩関節痛を経験したことのある選手は，25名中９名の36％であり，そのうち３名の選手が大学でも肩関節痛を経験していた．調査時現在肩関節痛を有する選手はいなかった．肩関節痛を一度も経験したことがない選手は，25名中16名の64％であった．肩関節痛を経験した時期については，小学生，中学生は０名，高校生で８名，大学生で１名であった．

２）肩関節痛発生部位

肩関節痛発生部位は，右３名（肩前面１名，肩峰下２名），左５名（肩後面２名，肩峰下２名，肩前面１名），両側１名（左：肩後面，右肩峰下）であった．

２．肩関節，肘関節屈曲伸展筋力調査

１）肩関節痛群と非肩関節痛群における肩関節，肘関節屈曲進展筋力の比較

肩関節伸展筋力（非肩痛群右98.8±18.6N，左99.6±37.3N，肩痛群右63.0±11.3N，左80.7±23.8N；右$p<0.01$，左$p<0.064$）と左肘伸展筋力（非肩痛群152.4±20.1N，肩痛群131.1±20.4N；$p<0.05$）で肩痛群が有意に低下していた（図２）．

２）肩痛群と非肩痛群における肩関節，肘関節の伸展/屈曲筋力比の比較

肩関節の伸展/屈曲筋力比は，非肩痛群の右102.2±38.5％，左107.7±32.2％，肩痛群の右79.8±15.9％，左92.7±14.2％で肩痛群の右肩関節は屈曲筋力の割合が大きく有意差が認められた（$p<0.05$）．肘関節の伸展/屈曲筋力比は，非肩痛群が右128.9±39.1％，左122.0±42.8％，肩痛群は右128.8±30.4％，左122.1±25.9％と２群の左右とも伸展筋力の比率が高く，有意差は認められなかった（図３）．

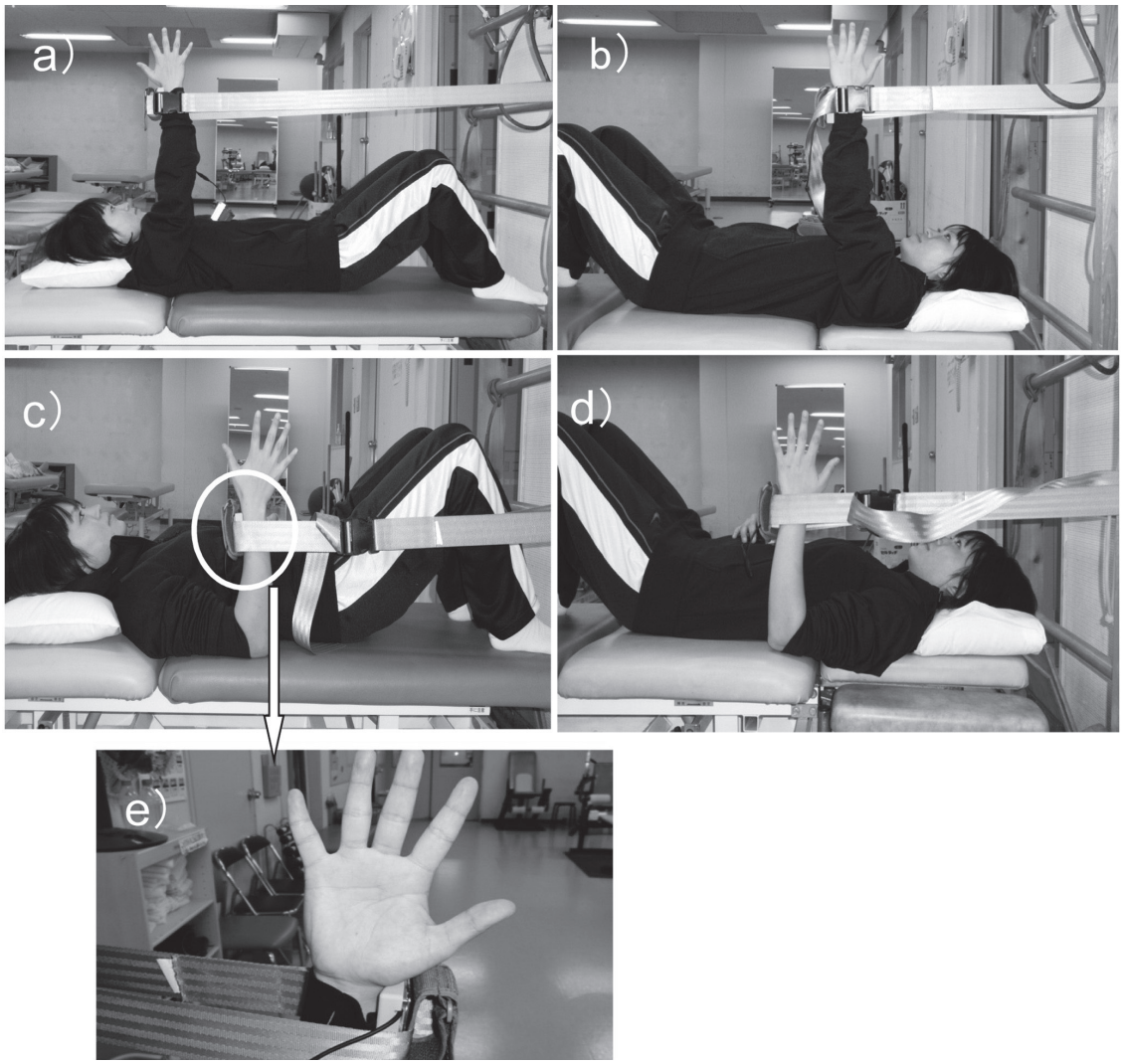


図１．徒手筋力計 μTasF-１（アニマ社）による筋力測定
a）肩関節屈曲：肩関節90°屈曲位・肘関節伸展位での５秒間の等尺性収縮
b）肩関節伸展：肩関節90°屈曲位・肘関節伸展位での５秒間の等尺性収縮
c）肘関節屈曲：肩関節中間位・肘関節90°屈曲位での５秒間の等尺性収縮
d）肘関節伸展：肩関節中間位・肘関節90°屈曲位での５秒間の等尺性収縮
e）徒手筋力計の設定

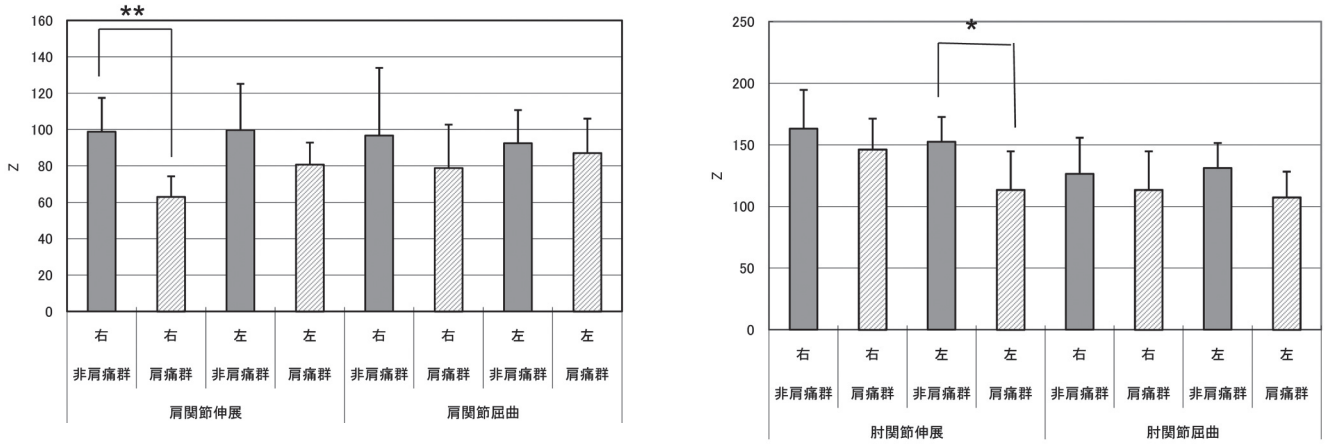


図２．上肢筋力（肩関節・肘関節：屈曲/伸展）
非肩痛群：n= 16、肩痛群：n= 9
＊＊：p< 0. 01、＊：p< 0. 05

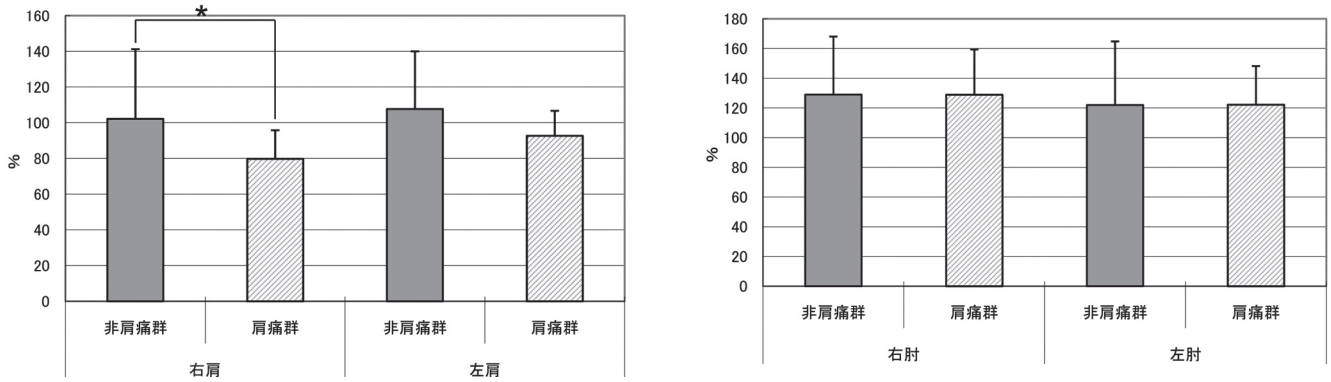


図3. 上肢（肩関節・肘関節）屈曲/伸展筋力比
非肩痛群：n= 16、肩痛群：n= 9
＊＊：p< 0. 01、＊：p< 0. 05

考　察

一般的に剣道選手の障害発生部位のうちで肩関節は非常に少ない[1~3]．しかし，今回の調査で大学女子剣道選手の36％に肩関節痛を認めた．また，大学男子剣道選手にも同様のアンケート調査を行ったところ37名中３名の８％であったことから女子選手には肩関節の障害発生が比較的多いと考えられる．山本ら[4]がおこなった女子大学生の剣道選手となぎなた選手の身体的特徴についての比較では，剣道選手はなぎなた選手にくらべ上肢パワーが優れており，その理由として竹刀の振り上げや振り下ろしにおいて上肢パワーが必要になると報告している．さらに剣道選手の競技力と上肢パワーには相関があるとされている[5]．このことから剣道選手は上肢筋力が必要とされる競技であると考えられる．今回の研究結果からも肩痛群は非肩痛群と比較して上肢筋力が有意に弱く，右肩の屈曲筋力が伸展筋力より強い特徴が認められた．従って，その肩関節痛の要因として，上肢筋力および肩関節屈曲筋力・伸展筋力バランスが関与していると思われる．さらに小中学生期では肩関節痛がなく，高校生期で肩関節痛が発生している．この時期は，練習量や打突の強度の必要性が高まるため，上肢筋力の低下と練習量・打突強度の関係が肩関節痛に関与していると考えられる．以上のことより，上肢筋力低下に伴う相対的なオーバーユースと右肩の屈曲筋活動過剰などの筋バランス低下が大学女子剣道選手の肩関節痛発生に関与している可能性があり，高校生期での肩関節のケアが障害予防に重要であると示唆された．

結　語

1．大学女子剣道選手の肩関節痛実態調査と肩関節，肘関節の屈曲，伸展筋力の測定を行った．
2．大学女子剣道選手の36％に肩関節痛を認めた．
3．肩痛群は，右肩関節伸展筋力と左肘関節伸展筋力で有意に低下し，右肩関節の屈曲筋活動が優位であった．
4．肩痛群は非肩痛群より上肢筋力が弱い傾向にあり，このことが肩関節痛発生に関与している可能性が示唆された．
5．高校生期の上肢（肩関節）のケアが障害予防には重要である．

参考文献
1）渡會公治，竹田秀明ほか：若年者の剣道のスポーツ障害について．臨床スポーツ医学４，別冊：18 - 22，1987.
2）スポーツ安全協会：「スポーツ等活動中の傷害調査」，（財）スポーツ安全協会：21 - 24，1999.
3）和久貴洋，河野一郎ほか：競技特性からみた剣道におけるスポーツ傷害の分析，武道学研究，24（１）：45 - 51，1991.
4）山本利春，木村恭子ほか：なぎなた選手の体力特性の検討―異種竹刀競技（剣道）との比較から―，日本体育協会スポーツ医・科学研究報告，1997（２）：159 - 162，1997.
5）恵土孝吉，小田佳子ほか：剣道選手の腕屈曲・伸展パワー，金沢大学教育学部紀要53：1 - 6，2004.

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌　20：47-52，2010

肩スポーツ障害に対するコアエクササイズ・プログラムを用いた保存的治療の成績

大阪厚生年金病院　スポーツ医学センター　　篠原　茂清・山田　真一・米田　　稔

目　　的

我々は投球やオーバーヘッドスポーツにみられる肩の障害（肩スポーツ障害）に対する保存療法として，肩甲帯も含めた体幹および下半身の基礎体力（支持バランス，筋力，柔軟性）の向上および上肢肩甲帯の協調性の改善を目的としたコアエクササイズ・プログラムを開発し実践している[1, 2]．本研究の目的は肩スポーツ障害患者に対するコアエクササイズ・プログラムの治療成績を報告することである．

対象と方法

対象は2009年３月以降にコアエクササイズ・プログラムに参加し，４回以上の指導ができた肩スポーツ障害患者10例を対象とした．全例男性で平均年齢は20.6歳（14～37歳）．臨床診断は後方タイトネスとインターナルインピンジメント４例，上方関節唇損傷とインターナルインピンジメント３例，前上方不安定症と後方関節唇損傷１例，肩甲骨機能不全とインターナルインピンジメント１例，腱板疎部損傷１例であった．スポーツ種目は野球８例，テニス１例，ハンドボール１例．レベルは大学生３例，高校生４例，中学生１例，レクレーション２例であった．平均指導回数は5.2回であった（表１）．評価は米田の投球障害肩の治療成績評価法に準じて①オーバーヘッド動作時痛，②パフォーマンスの回復程度，③スポーツ活動の復帰程度の３項目を調査した（表２）[3]．

表1．症例プロフィール

	年齢	性別	臨床診断	種目	レベル	総指導回数	期間
A	31	男	インターナルインピンジメント、後方タイトネス	野球	レクレーション	4	3ヵ月
B	16	男	インターナルインピンジメント、後方タイトネス	野球	高校生	5	3ヵ月
C	16	男	インターナルインピンジメント、後方タイトネス	野球	高校生	4	3ヵ月
D	20	男	インターナルインピンジメント、後方タイトネス	ハンドボール	大学生	9	5ヵ月
E	14	男	インターナルインピンジメント、上方関節唇損傷	野球	中学生	4	2ヵ月
F	20	男	インターナルインピンジメント、上方関節唇損傷	野球	大学生	5	3ヵ月
G	37	男	インターナルインピンジメント、上方関節唇損傷	テニス	レクレーション	4	3ヵ月
H	20	男	インターナルインピンジメント、肩甲骨機能不全	野球	大学生	5	3ヵ月
I	16	男	前上方不安定症	野球	高校生	6	2ヵ月
J	16	男	腱板疎部損傷	野球	高校生	6	2ヵ月

表２．米田のスポーツ障害肩治療成績評価法

○オーバーヘッド動作時痛	○オーバーヘッド動作におけるパフォーマンスの回復程度	○スポーツ復帰程度
Grade 0 ：全く痛みなく動作ができる。 Grade Ⅰ：軽い痛みを感じるが動作ができる。 Grade Ⅱ：痛みのため全力での動作ができない。 Grade Ⅲ：痛みのため動作が全くできない。	完全回復　：ほぼ完全に回復した。 不完全回復：50～80%までは回復した。 回復不可　：全く回復しなかった。	完全復帰　：完全にもとのレベルで復帰。 不完全復帰：レベルダウンしながらもそのスポーツを続けている。 復帰不可　：そのスポーツを続けていない。

コアエクササイズ・プログラムの訓練内容（図1～4）

コアエクササイズ・プログラムは下半身，体幹，上半身と訓練部位を3つに分け，さらに各部位のエクササイズレベルを第1段階から第3段階まで3つの段階を設定し，段階的にコアの基礎体力を向上するプログラムである（表3）．各訓練には姿勢，支持バランス，筋力等に関してそれぞれに評価項目を設け，各々の達成度に応じてA（優），B（良），C（可）で判定し，Aが達成できると次の段階へと進めていく(表4)．各部位の柔軟性向上のためストレッチングは段階に関係なくプログラムを通して常に行う．患者には初回指導時にプログラムの全容を説明し，その後も進行度が把握しやすいように進行表を用いて説明を行う．具体的な段階別訓練内容は以下の通りである．

1．下半身

1）第1段階：片脚立ち
2）第2段階：片脚スクワット，スクワットランジ
3）第3段階：片脚スクワットジャンプ，フライングスプリット

2．体　幹

1）第1段階：クランチ
2）第2段階：ツイスト（腹筋），ハンド・ニー（背筋）

3．上半身（肩甲帯）

1）第1段階：スカプラコントロール（両側）
2）第2段階：スカプラコントロール（片側），ウルトラマン，ウルトラセブン
3）第3段階：ベントオーバーフロントレイズ，リアサイドレイズ，ワンハンドローイング，上肢肩甲帯の協調性運動（篠原6拍子）

オーバーヘッド動作の開始は下肢の第2段階がクリアできれば下半身のシャドー動作（シャドー）から開始する．上半身を使い始めるのは下半身がしっかりと使えていることを確認してからである．体幹から上半身でのシャドー，

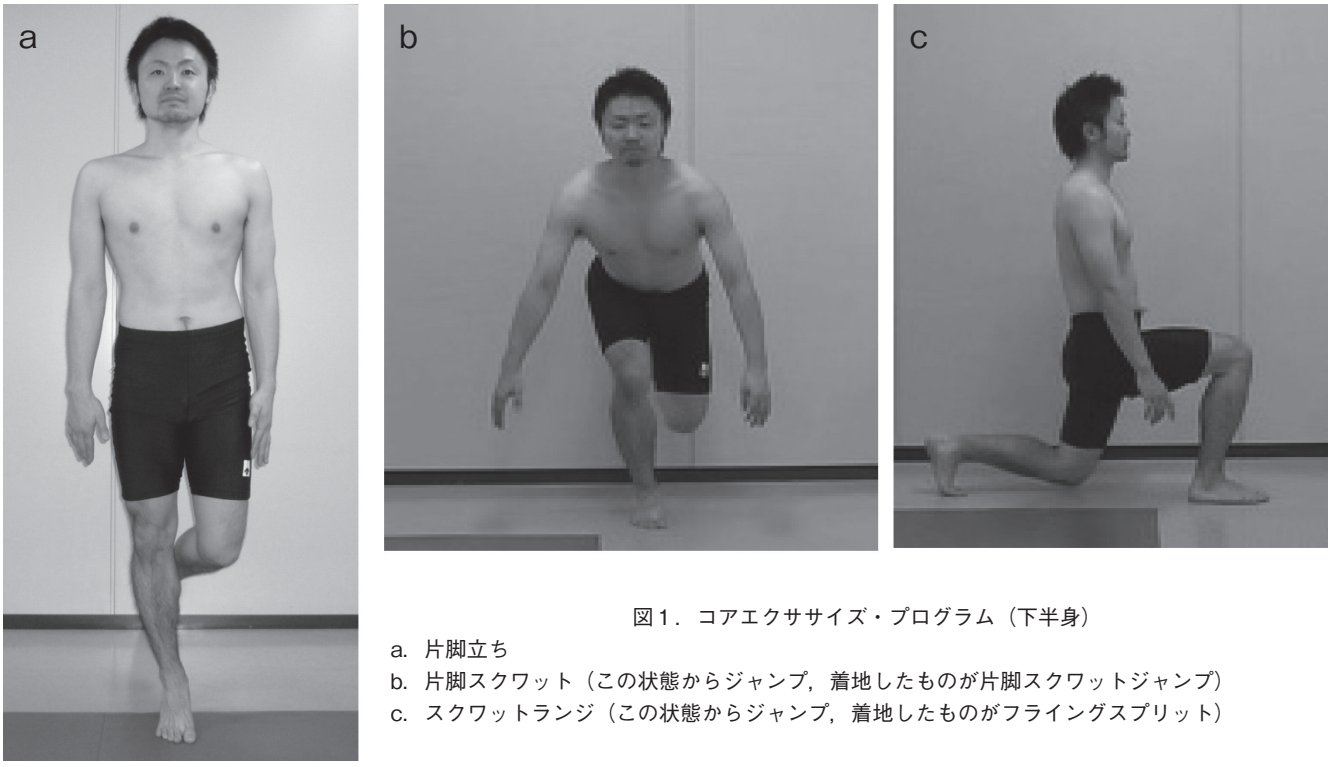


図1．コアエクササイズ・プログラム（下半身）
a. 片脚立ち
b. 片脚スクワット（この状態からジャンプ，着地したものが片脚スクワットジャンプ）
c. スクワットランジ（この状態からジャンプ，着地したものがフライングスプリット）

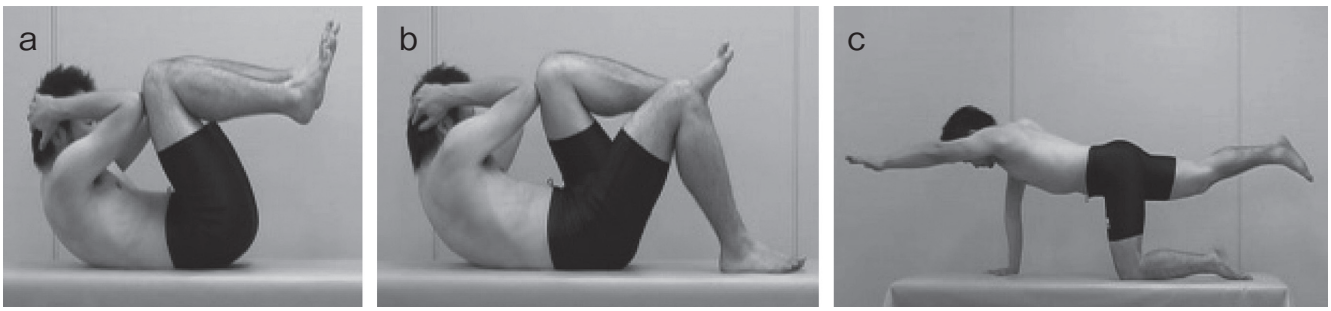


図2．コアエクササイズ・プログラム（体幹）
a. クランチ，b. ツイスト，c. ハンド・ニー

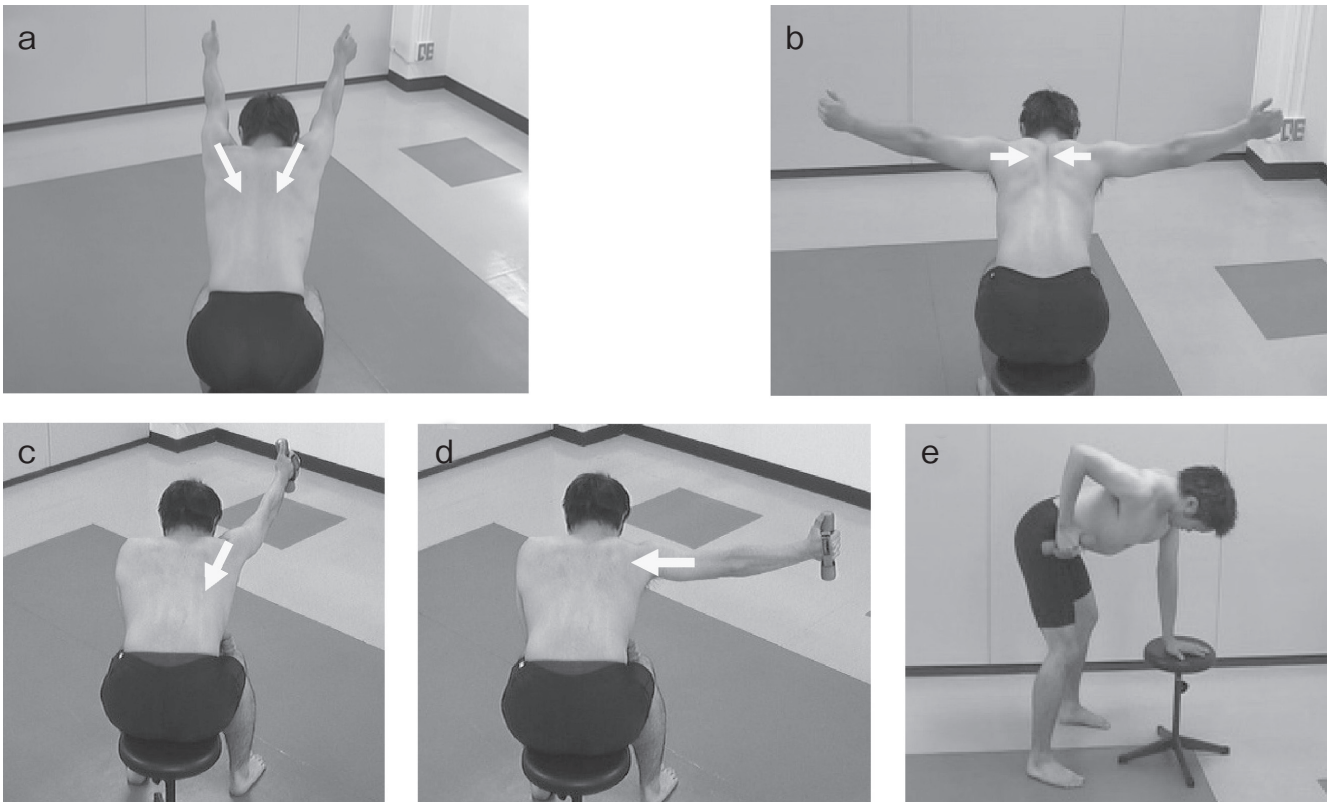


図3. コアエクササイズ・プログラム（上半身/肩甲帯）
a. ウルトラマン，b. ウルトラセブン，c. ベントオーバーフロントレイズ，d. リアサイドレイズ，e. ワンハンドローイング

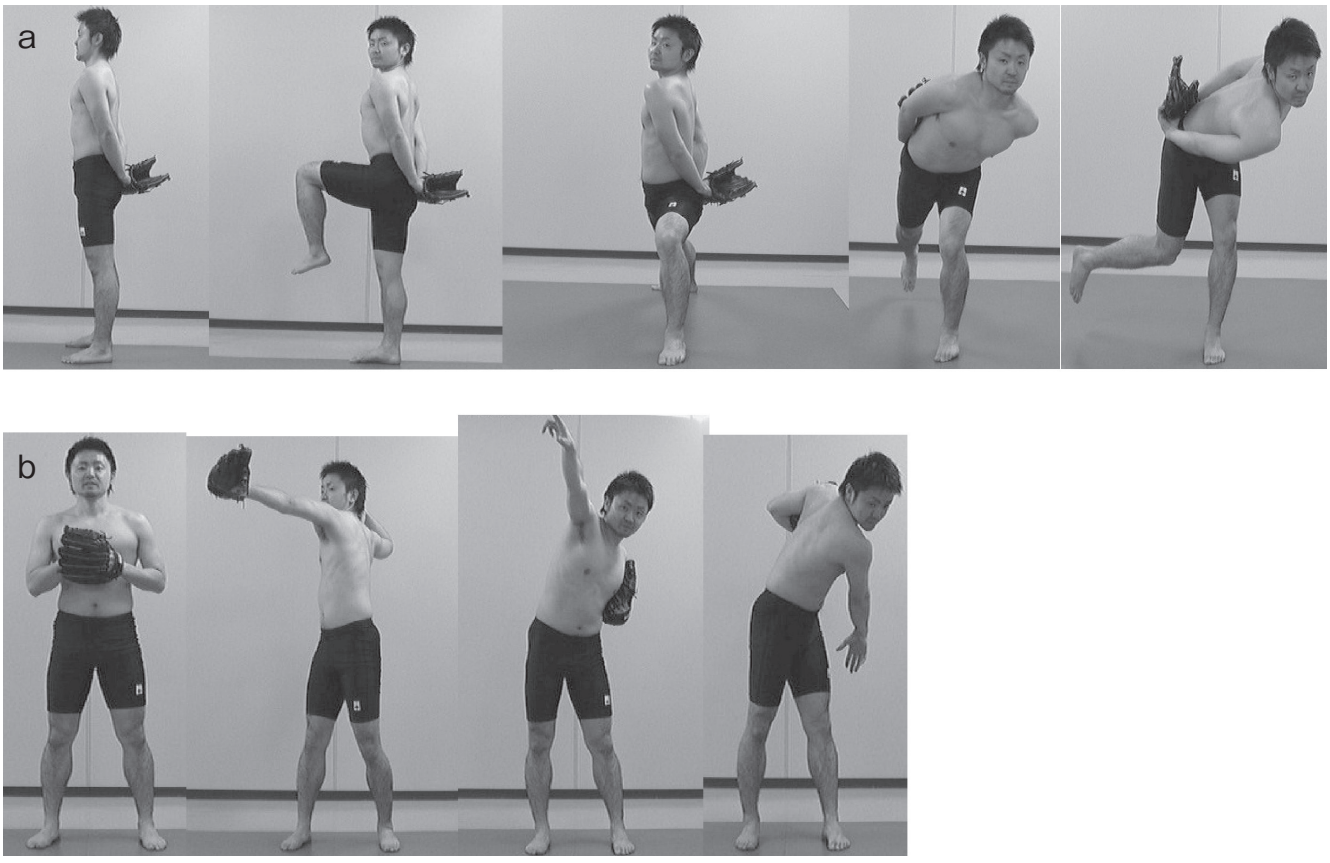


図4. シャドーピッチング
a. 下半身シャドー（上段），b. 上半身シャドー（下段）

表3. コアエクササイズ・プログラム

部位および内容		第1段階	第2段階	第3段階
1）下半身	●片側	片脚立ち	片脚スクワット	片脚スクワットジャンプ
	●両側		スクワットランジ	フライングスプリット
	●柔軟性	殿部、大腿部、下腿部のストレッチ		
2）体幹	●腹筋	クランチ	ツイスト	クランチ・ツイスト
	●背筋		ハンドニー	ハンドニー
	●柔軟性	体幹部のストレッチ		
3）上半身/肩甲帯	●スカプラコントロール	両側	片側	
	●周囲筋力		ウルトラマン	リアサイドレイズ
			ウルトラセブン	ベントオーバーフロントレイズ
				ワンハンドローイング
	●協調性			篠原6拍子（魚住6拍子改）
	●柔軟性	肩関節周囲と上肢のストレッチ		
4）シャドー ピッチング			下半身シャドー	
			上半身シャドー	
				全身シャドー

表4. コアエクササイズ・プログラム訓練評価方法

部位	種目	評価項目	評価		
			A	B	C
下半身	片脚立ち 片脚スクワット スクワットランジ 片脚スクワットジャンプ フライングスプリット	①姿勢：膝蓋骨が横ぶれしてない	4つ	3つ～2つ	0または1
		②正面支持バランス：内果・恥骨結合・頚窩が一直線上にある			
		③側面支持バランス：			
		片脚立ち･･･外果・腓骨頭・大転子・肩峰が一直線上にある			
		片脚スクワット、片脚スクワットジャンプ･･･膝がつま先より前に出ていない			
		スクワットランジ、フライングスプリット･･･前後均等に体重が乗せられている			
		④時間・回数：1分間の起立保持または15回以上できる			
体幹	クランチ	マイクロフェットにて測定（Nm）	180以上	179～120	119以下
	ツイスト				
	ハンド・ニー	①姿勢：体幹と上肢、股関節と下肢の角度がそれぞれ90度	4つ	3つ～2つ	0または1
		②正面支持バランス：左右均等に体重が乗せられている			
		③体幹と上肢、股関節と下肢の角度がそれぞれ90度（側面）			
		④時間：1分間保持できる			
上半身（肩甲帯）	スカプラコントロール	①正確さ ②対称性 ③適切なリズム・インターバル	3つ	2つ	0または1
	ウルトラマン ウルトラセブン ベントオーバー フロントレイズ リアサイドレイズ ワンハンドローイング	①肩甲骨が意識され、正しい位置にある			
		②強化する筋肉が収縮している			
		③時間・回数：1分間以上または20回以上できる			
		④マイクロフェットにて測定（Nm）（ウルトラマン、ウルトラセブン、ワンハンドローイング）	80以上	79～40	39以下
	協調性	①正確さ ②対称性 ③適切なリズム・アクセント	3つ	2つ	0または1
シャドー	下半身	①加速期までの体幹正中位保持	4つ	3つ～2つ	0または1
		②ステップ脚の膝と足尖が投球方向			
		③加速期の骨盤から体幹の回旋運動・スピンのタイミング			
		④フォロースルー期でのさらなる体幹回旋、肩甲骨面の向き			
	上半身	①グラブ側の肩甲骨の内外転運動、前腕の回内外	3つ	2つ	0または1
		②投球側の肩甲骨の内外転運動、前腕の回内外運動			
		③フォロースルー期での体幹回旋、肩甲骨面の向き			

全身でのシャドー，野球であればさらにタオル使用でのシャドー，キャッチボールへと漸次進め，問題がなければ復帰を許可する．

オーバーヘッド動作のフォームの修正は基本的には行わない．シャドーではコアエクササイズ・プログラムによって向上した基礎体力および上肢肩甲帯の協調性等がうまく使え，肩に負担のかからないオーバーヘッド動作ができるように基本的なポイントに限って指導を行う．

結　果

オーバーヘッド動作時痛は治療前GradeⅡ：2例，GradeⅢ：8例であったが，治療後はGrade 0：3例，GradeⅠ：6例，GradeⅢ：1例であり，スポーツ復帰は完全復帰7例，不完全復帰2例，復帰不可1例であった．復帰不可の1例はインターナルインピンジメント症状が改善せず手術加療が行われた37歳のテニス愛好家であった（症例G）．術中所見では非常に炎症の強い棘上筋腱の腱内断裂が認められ，断裂部をスーチャーアンカーを用いて修復した．この1例を除く10例中9例でオーバーヘッド動作時痛が改善し，スポーツ復帰を果たしていた（表5）．

考　察

投球をはじめとしたオーバーヘッドスポーツ動作は全身運動である．したがって高いパフォーマンスを得るためには全身を使い，理想的な運動連鎖により，最終的により高い運動エネルギーをボールに伝える必要がある．肩スポーツ障害はこのエネルギー伝達が効果的に行えていない場合に，その代償として肩関節に負担が強いられ障害が発生したものである[4, 5]．したがってその治療は障害されている肩そのものだけにではなく，肩に負担のかからない動作が行えるようにすることが必要であり，これまでに様々なアプローチがなされてきている[6～8]．

我々は投球障害肩に対してコアエクササイズ・プログラムを開発し実践してきた[1, 2]．その結果が良好であったことから，現在ではその適応を投球障害肩からオーバーヘッド動作を伴う肩スポーツ障害全般へと拡げている．今回，投球障害肩も含めた肩スポーツ障害に対してコアエクササイズ・プログラムを行った成績は，10例中9例に疼痛の改善を認めスポーツ復帰が果たせており，良好であった．しかしながら非常に炎症症状の強い腱内断裂の1例は本プログラムに反応せず，手術加療を必要としたことから，体幹および下半身の基礎体力を向上させ，上肢肩甲帯の協調性を改善し，肩の負担を減少できたとしても，肩に発生した器質的損傷の程度が激しいものには効果が期待できない可能性が示唆された．

今回の対象の多くがインターナルインピンジメントと診断された症例であった．これは体幹や下半身の脆弱性から手投げ肩投げとなりインターナルインピンジメントをきたした肩スポーツ障害症例がコアエクササイズ・プログラムの良い適応と医師により判断されたからであり，肩スポーツ障害のなかでも適応が限定されていた．実際，インターナルインピンジメント症状を主訴とする肩スポーツ障害症例にはコアエクササイズ・プログラムは有用であったが，まだまだ症例数も少なくコアエクササイズ・プログラムの適応も決定できていない．今後は症例を増やすとともに適応も拡げ，本プログラムの限界を知ることも必要であろう．

結　語

肩スポーツ障害に対してその基礎体力の向上を目的としたコアエクササイズ・プログラムを開発，実践し，良好な成績を得た．

参考文献

1）米田稔ら：投球肩に対するコアエクササイズ・プログラムの開発 ―早期復帰を目指して―．日本整形外科スポーツ医学会雑誌29．278，2009.

2）篠原茂清ら：投球障害肩に対するコアエクササイズ・プログラムの開発とその有効性．臨床スポーツ医学（投稿中）．

表5．成　績

	オーバーヘッド動作時痛（前）	オーバーヘッド動作時痛（後）	パフォーマンスの回復	スポーツ復帰
A	GradeⅢ	GradeⅠ	不完全	不完全復帰
B	GradeⅢ	GradeⅠ	完全	完全復帰
C	GradeⅢ	Grade 0	完全	完全復帰
D	GradeⅢ	GradeⅠ	完全	完全復帰
E	GradeⅢ	GradeⅠ	完全	完全復帰
F	GradeⅢ	Grade 0	完全	完全復帰
G	GradeⅢ	GradeⅢ	回復不可	復帰不可
H	GradeⅢ	GradeⅠ	完全	完全復帰
I	GradeⅡ	GradeⅠ	不完全	不完全復帰
J	GradeⅡ	Grade 0	完全	完全復帰

3）Yoneda M, et al.: Arthroscopic removal of symptomatic Bennett lesions in the shoulders of Baseball Players : Arthroscopic Bennett-plasty. Am J Sports Med 30 : 728-736, 2002.
4）Kibler WB : The role of the scapula in athletic shoulder function. Am J Sports Med 26 : 325-337, 1998.
5）松久孝行ら：投球のバイオメカニクスからみた肩関節障害のリハビリテーションと予防．臨床スポーツ医学18：165-171，2001.
6）岩堀祐介ら：投球障害肩に対する投球フォーム矯正を中心とした保存療法の効果．肩関節24：377-382，2000.
7）伊藤博一ら：肩関節投球障害者へのリハビリテーション指導 ―真下投げの有効性―．日本臨床スポーツ医学雑誌13：68-77，2005.
8）渡辺幹彦ら：投球障害肩の治療．肩関節23：367-372，1999.

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌　20：53-56，2010

成人野球選手における傷害の実態
―マスターズ甲子園2009より―

協和マリナホスピタル　多田　周平
倉敷平成病院　小畑　貴章・畠中　絵美
むこがわスポーツクリニック　相澤　徹

はじめに

マスターズ甲子園とは，全国の高校野球OBが出身校別に同窓会チームを結成し，「甲子園球場」の舞台を目指す大会である．高校野球や大学野球などではメディカルチェックを行い，障害特性などの報告がいくつかされており，最近では少年野球のメディカルチェックも増えてきている．しかし，趣味のレベルで野球をしている成人のメディカルチェックのデータ報告は少ない．

今回，成人の選手たちがプレーするマスターズ甲子園の現場に理学療法士（以下PT）として初めてメディカルチェックに参加する機会を得た．元高校球児が成人となった後の肩関節・肘関節の愁訴や変形の現状を知ることができたため，考察を加えて報告する．

対象と方法

対象は出場選手約240名のうち，呼びかけに対して検診を希望した87名（約36％），平均年齢は39.6±12.3歳（18～81歳）であった．スタッフは医師１名，PT ３名，補助学生15名である．まず，受け付けにて補助学生がアンケート調査を行った．内容は①今痛い，昔も痛かった，②今痛い，昔は痛くなかった，③今痛くない，昔は痛かった，④とくになし，の４項目であった．医師とPTにより一次検診のスクリーニングにて関節可動域（以下ROM）の左右差の有無（肩関節内外旋，肘関節屈曲・伸展，前腕回内外），圧痛の有無（内側上顆，鉤状突起，腕橈関節，肘頭，大結節），肘関節外反ストレステストとTinel signの有無の確認を実施した．必要に応じてPTが個別のストレッチ指導を行い，補助学生によるストレッチ教室も行った．医療機関による診察が必要と判断した選手に対して医師の診療情報提供書を交付し，二次検診を勧めた．アンケート調査，一次検診の結果を分析した．

結　果

１）一次検診の概要

一次検診を受診した選手の年代別の内訳は，18～29歳は20名，30～39歳は23名，40～49歳は36名，50～59歳は２名，60歳以上は６名で最高齢は81歳であった（表１）．

一次検診の結果，８名（9.2％）に二次検診を要すると判断し，診療情報提供書を交付した．

２）傷害アンケートの結果（n＝87）

①39名（44.8％），②13名（15.0％），③15名（17.2％），④20名（23.0％）であった（図１）．

３）傷害アンケートと要二次検診者数（n＝87）

①と答えた一次検診者39名中，要二次検診者は５名（12.8％），②と答えた一次検診者13名中，要二次検診者は０名（０％），③と答えた一次検診者15名中，要二次検診者は１名（6.6％），④と答えた一次検診者20名中，要二次検診者は２名（10％）であった．

４）一次検診でのROM左右差の結果（n＝87）

肩関節もしくは肘関節にROM左右差があった者は47名（54.0％），部位は肩関節外旋33例（38.0％），肩関節内旋

表1．年代別の二次検診対象者数および傷害アンケート結果

			傷害アンケート結果（名）			
年代別（歳）	一次検診	二次検診	①今痛い，昔も痛い	②今痛い，昔は痛くない	③今痛くない，昔は痛かった	④とくになし
18～29	20	2	6	4	4	6
30～39	22	3	9	3	7	3
40～49	36	3	20	5	3	8
50～59	2	0	0	0	1	1
60～81	6	0	5	1	0	0

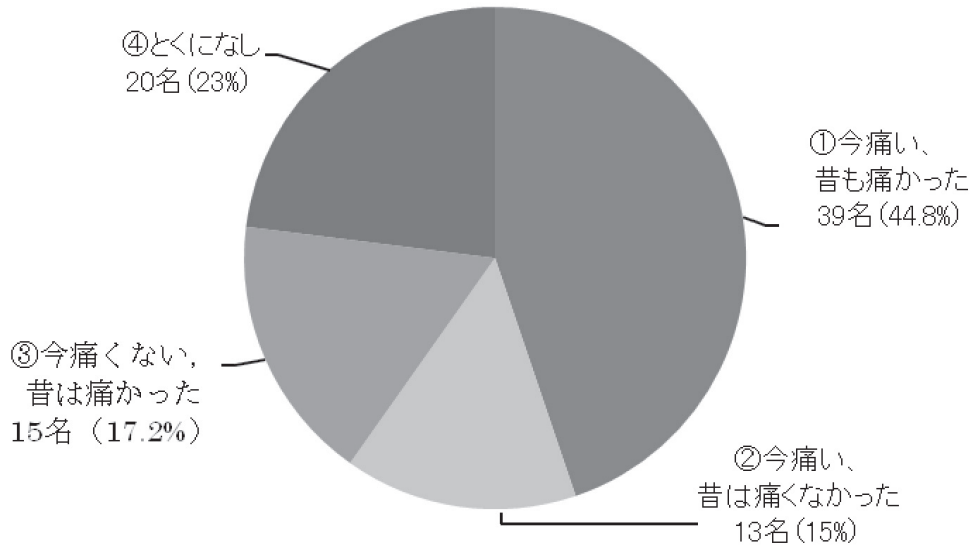


図1．傷害アンケート結果（n＝87）

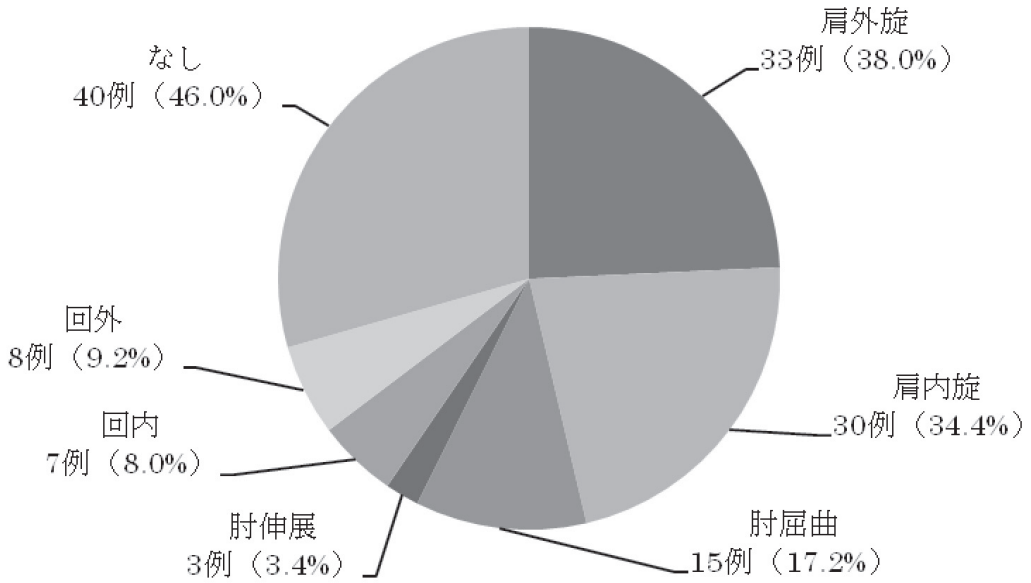


図2．一次検診ROM左右差の部位内訳（n＝87）

30例（34.4%），肘関節屈曲15例（17.2%），肘関節伸展3例（3.4%），前腕回内7例（8.0%），前腕回外8例（9.2%）であった（図2）．

5）一次検診での圧痛の結果（n＝87）

肩関節あるいは肘関節に圧痛を認めた者は18名（20.7%），部位は内側上顆8例（9.2%），鉤状突起13例（14.9%），大結節3例（3.4%），腕橈関節と肘頭は0例であった．

6）外反ストレステスト，Tinel signの結果（n＝87）

外反ストレステスト陽性は3名（3.4%），Tinel sign陽性は16名（18.4%）であった．

考　察

今回のメディカルチェックの参加率は約36%であった．過去に共同筆者が少年野球チームを対象に同様の方法でメディカルチェックを行った際，一次検診受診率は53.2%であった[1]．今回のメディカルチェックでの受診率が低かった要因として，少年野球選手たちは義務的に検診に応じたのに対し，成人選手たちは自己で判断したため，必要ないと判断した選手が多かったのではないかと考えられる．

選手への傷害アンケートの結果と要二次検診者数の関係をみると，要二次検診者の中に現在疼痛のない「今痛くない，昔は痛かった」と答えた1名（12.5%）と「とくになし」

と答えた２名（25%）が存在することから，痛みがあるのでメディカルチェックを受ける，という自己判断に委ねていると傷害を見過ごす可能性がある．また，非受診者は検診に対する意識がさらに低く，その中には要二次検診対象となる選手が今回の結果よりも多い割合で潜んでいることが予測される．このことから全選手を対象とした検診を行っていく必要があると考える．

ROMの左右差と部位については，肩関節もしくは肘関節にROMの左右差があった者は47名（54%）と半数以上であった．そのほとんどが自分で気づいていなかった．肩関節のROMに左右差のあった選手は肩関節外旋で33例（38.0%），肩関節内旋で30例（34.4%）であった．野球選手のメディカルチェックでは肩・肘関節のROM測定が多く行われ，肩関節では投球側の外旋シフト，肘関節では投球側の伸展制限が認められることが報告されている[2,3]．今回我々が行った検診でもROM左右差があった者の中で投球側肩関節の外旋拡大，内旋制限があった者が半数以上であり，先行研究と同様の結果となった．

大森らが同地域の小～高校生および社会人のアマチュア野球選手（平均年齢26.5歳）における障害発生について検討した結果，学生に比較し社会人のスポーツ障害発生率が高く，受診率が低かった，としている[5]．また，今回の結果より，成人選手たちはストレッチなどのケアが不足していることが分かった．趣味レベルの成人選手は自己で意識がなければストレッチは行われていない．今回メディカルチェックを行い選手たちにフィードバックをしたことで選手たちは自分の身体の左右差や硬い部位を知り，ストレッチの重要性を示すことができたと考える．これらのことから，メディカルチェックは成人野球選手に対しても実施する重要性があると思われる．また，成人の選手たちは少年野球選手の親の年代であり，少年野球チームのコーチを務めていることも多い．そのような成人の選手たちが障害予防の観点を持ち，メディカルチェックの重要性を認識することができれば子供たちの障害予防にも繋がると考える．

引用文献

１）相澤徹ら：小学生における傷害発生に関する検討，西宮市医師会医学雑誌：39 - 45，2009.
２）濱田太郎ら：投球障害肘を有する少年野球選手における肩および肘関節可動域の特性，体力科学53（６）：867，2004.
３）高濱照ら：野球経験者における肩の外旋拡大と内旋制限の因子について，理学療法学34：664，2007.
４）大森絵美ら：アマチュア野球選手における傷害発生に関するアンケート調査―第２報―，四国理学療法士会学会誌31：62 - 63，2009.

大学陸上選手における気道分泌物中の抗菌性ペプチドと上気道感染症との関連

大阪市立大学大学院　医学研究科運動生体医学　臼井　達矢・吉川　貴仁・織田　恵輔・藤本　繁夫
国立循環器病研究センター研究所　上田　真也
工学院大学　共通課程保健体育科　桂　良寛

目　的

一般的に，運動と上気道感染症（URTI）の危険性との関連は，J-shaped curveで示されており，中強度のスポーツ活動を継続して行っている者は，行っていない者に比べてURTIのリスクが低く，高強度のスポーツ活動を行う者は，逆にリスクが高くなる[1~3]．また，一過性の運動ストレスは，URTIのリスクを高め，その罹患率を増大させることや，口腔粘膜免疫である免疫グロブリンA（IgA）が一時的に低下することなどが報告されている[3~4]．アスリートを対象とした研究では，高強度運動の実施に伴い，安静時のIgAが低値を示すこと，その低下がURTIの罹患に影響を及ぼすことが示されている[4~5]．そうしたことからもURTIの予防には，IgAを含む口腔内の粘膜免疫系が重要とされている[4~6]．

近年，生体防御システムとして，抗菌性ペプチド群の存在が注目され，それらは自然免疫に属し，感染に対する第一線の防御機構として機能するだけでなく，自然免疫に続く獲得免疫系を活性化させる働きを有している[7]．特に，口腔粘膜免疫において重要な役割を担っているのがHuman β-Defensin 2（HBD-2）やLL-37であり，口腔内の上皮細胞や気道表面から分泌され，ウイルスや細菌などに対する抗菌活動に貢献していることが報告されている[7~8]．

そこで本研究では，大学陸上選手の気道分泌物中のHBD-2，LL-37とURTIとの関連について検討した．

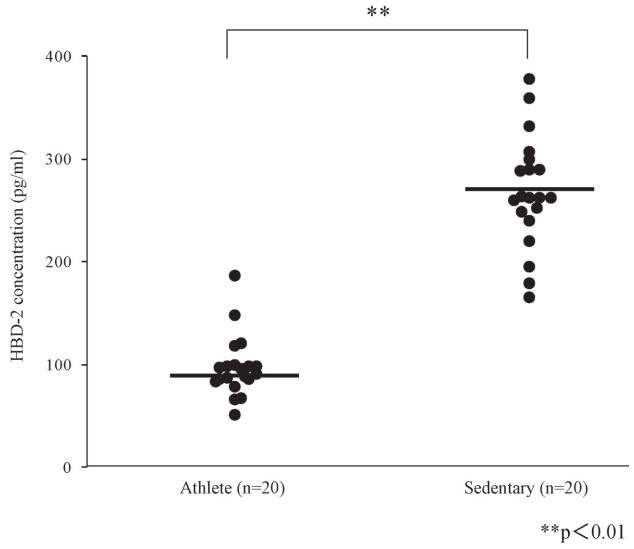


図1．HBD-2濃度

方　法

大学陸上部に所属している男性長距離選手（athlete群）20名，比較対象として非アスリート（sedentary群）男性20名を対象に，コットン法を用いて唾液を採取した．得られた唾液の上清成分からHBD-2およびLL-37をELISA法で測定し濃度を算出した．また，Spenceら[9]のURTI症状の質問紙を用いて過去1年間のURTI罹患回数を確認した．

結　果

対象の身体特性を表1に示す．

HBD-2濃度では，athlete群97.2±31.2pg/ml，sedentary群264.6±52.6pg/mlを示し，athlete群において有意（p＜0.01）に低い値を示した（図1）．LL-37濃度では，athlete群17.6±3.7ng/ml，sedentary群47.0±9.5ng/mlを示し，athlete群において有意（p＜0.01）に低い値を示した（図2）．また，1年間のURTI罹患回数では，athlete群において有意（p＜0.05）に高い値を示した（図3）．

HBD-2濃度とURTI罹患回数との関連においては，有意（r＝－0.682，p＜0.0001）な負の相関を示した（図4-A）．LL-37濃度とURTI罹患回数においても同様に，有意（r＝－0.728，p＜0.0001）な負の相関を示した（図4-B）．

表1．対象の身体特性

	Athlete (n=20)		Sedentary (n=20)
Age (yr)	20.1±1.1	N.S.	21.0±2.8
Weight (kg)	62.0±8.8	**	68.5±5.3
Height (m)	1.70±5.9	N.S.	1.72±6.7
% body fat (%)	12.4±1.7	**	18.3±3.2
Training volume (h/week)	29.8±4.5		－

All values are described as mean ± SD.
**p＜0.01; athlete versus sedentary subjects.

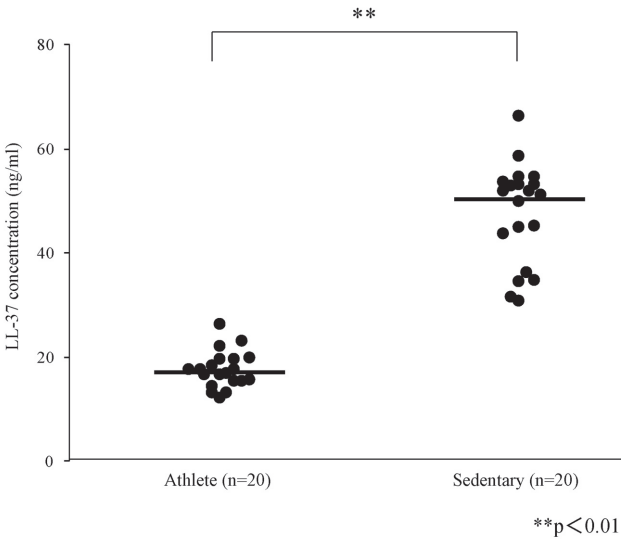


図2．LL-37濃度

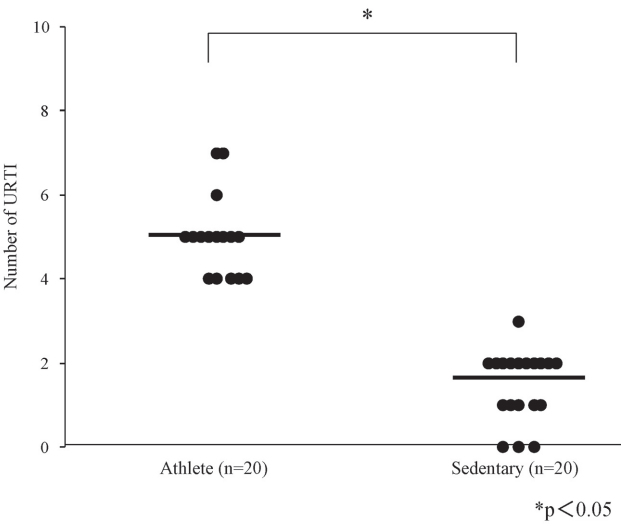


図3．１年間のURTI罹患回数

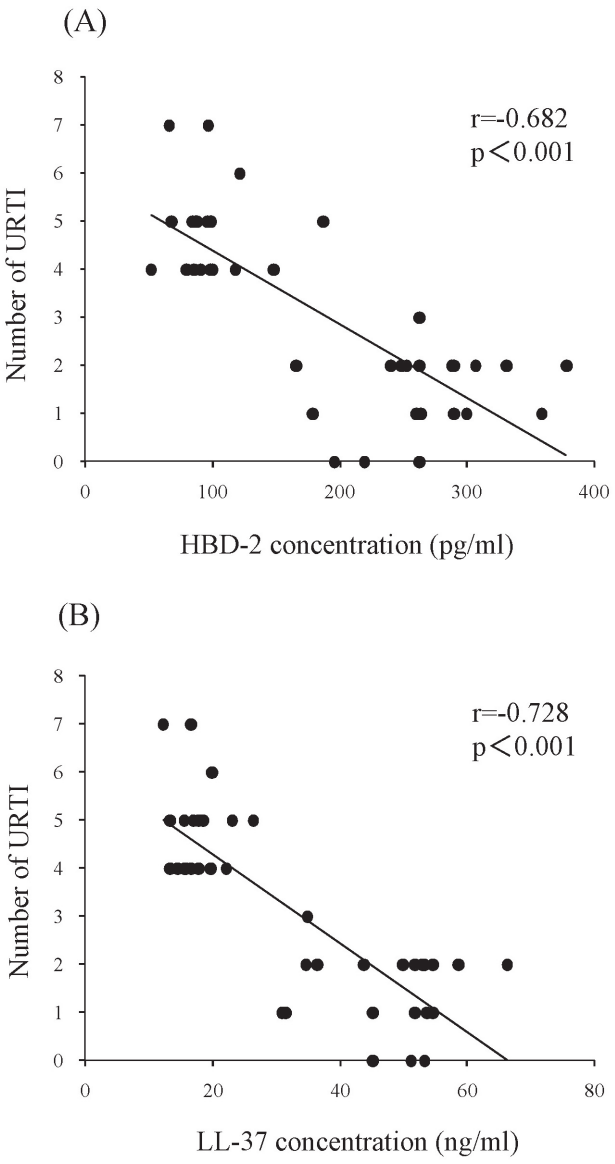


図4．抗菌性ペプチド群とURTI罹患回数との関連

考　察

大学陸上選手の気道分泌物中のHBD-2，LL-37とURTIとの関連について検討とした結果，athlete群では，sedentary群と比べ，HBD-2，LL-37濃度は低い値を示し，その値が低い者ほどURTI罹患回数が高く，有意な負の相関関係を示した．

近年，抗菌性ペプチド群に関する報告が多くなされており，なかでもHBD-2やLL-37は，口腔内の自然免疫として重要な役割を担っていることが明らかにされている[7, 10]．しかしながら，抗菌性ペプチド群と運動やスポーツに関する報告は少なく，Davisonらが一過性の中等度運動による抗菌性ペプチド群への影響を検討した報告のみである[11]．Davisonらは，一過性の中等度運動により，一時的に抗菌性ペプチド群が増加し，運動に伴い低下したリンパ球などの全身性免疫機能をカバーするために，それらは増加しているのではないかと考察している．また，In vitroや動物実験において，Abergらは，音響や照明による精神的ストレスが，内因性グルココルチコイドを増加させ，それに伴い皮膚の抗菌性ペプチド群の発現を抑制したことを報告している[12]．Mitschenkoらも同様に，精神的ストレスに伴うコルチゾールの増加が，抗菌性ペプチド群の発現を抑制し，皮膚のバリア機能を減少させ，肌へのダメージやアトピー症状を増加させたと報告している[13]．ヒトに対する研究では，関節リウマチの患者において，関節炎症に伴い，コルチゾールやTNF-α などのサイトカインが増加し，HNP 1-3などの抗菌性ペプチド群の発現を抑制したことを報告している[14]．いずれの報告においても，内因性のグルココルチコイドの増加が，抗菌性ペプチド群の発現を抑制していることが示されている．

コルチゾールの分泌と運動やスポーツ選手に関する報告

では，高強度運動を実施しているスポーツ選手において，運動時および安静時共にコルチゾールの分泌量が高いことが示されている[15]．そうしたことから，今回，athlete群において抗菌性ペプチド群が低い値を示した理由として，安静時のコルチゾールの分泌増大が関与している可能性が考えられる．高強度運動を頻繁に実施している今回の対象者は，安静時のコルチゾールの分泌量が高く，それに伴い，抗菌性ペプチド群の発現を抑制し，URIの罹患回数の増大へ影響を及ぼしたのではないかと考えられる．しかしながら，口腔内の免疫機能は，多くの免疫構成物質により，その免疫機能が支えられており，今回注目した抗菌性ペプチド群（HBD-2，LL-37）がどれぐらい，口腔内の免疫能に貢献しているか，スポーツ選手における抗菌性ペプチド群の低下度合いが，どれくらいURTIの罹患に影響を及ぼすのかを，今後さらに検討していく必要がある．

ま と め

大学陸上選手のHBD-2，LL-37濃度は低値を示し，その濃度が低い者ほど，URTI罹患回数が多いことが明らかとなった．

参考文献

1）Nieman DC : Exercise, Infection, and Immunity. Int. J. Sports Med. 15 : 131－141, 1994.
2）Nieman DC : Upper respiratory tract infections and exercise. THORAX. 50 : 1229－1231, 1995.
3）Nieman DC : Exercise, upper respiratory tract infection, and the immune system. Med Sci Sports Exerc. 128－139, 1994.
4）Neville V et al : Salivary IgA as a risk factor for upper respiratory infection in elite professional athletes. Med Sci Sports Exerc. 1228－1236, 2008.
5）M. Gleeson : Mucosal immunity and respiratory illness in elite athletes. Int J Sports Med. 21 : 33－43, 2000.
6）Nicholas P. West et al : Antimicrobial peptides and proteins, exercise and innate mucosal immunity. FEMS Immunol Med Microbiol. 48 : 493－304, 2006.
7）Doss M et al : Human defensins and LL-37 in mucosal immunity. J Leuko Biol. 87 : 79－92, 2010.
8）David Proud et al : Human rhinovirus infection induces airway epithelial cell production of human β-defensin 2 both in vitro and In vivo. The Journal of Immunology. 4637－4645, 2004.
9）Spence L et al : Incidence, etiology, and symptomatology of upper respiratory illness in elite athletes. Med Sci Sports Exerc. 39 : 577－586, 2007.
10）Diamond G et al : Host defense peptides in the oral cavity and the lung : similarities and differences. J Dent Res. 915－27, 2008.
11）Davison G et al : Salivary antimicrobial peptides (LL-37 and alpha-defensins HNP 1-3), antimicrobial and IgA responses to prolonged exercise. Eur J Appl Physiol. 106 : 277－84, 2009.
12）Aberg KM et al : Psychological stress downregulates epidermal antimicrobial peptide expression and increases severity of cutaneous infections in mice. J Clin Invest. 117 : 3339－49, 2007.
13）Mitschenko AV et al : Atopic dermatitis and stress? How do emotions come into skin? Hautarzt. 59 : 314－318, 2008.
14）Birgit Riepl et al : Tumor necrosis factor and norepinephrine lower the levels of human neutrophil peptides 1－3 secretion by mixed synovial tissue cultures in osteoarthritis and rheumatoid arthritis. Arthritis Research & Therapy. 12 : 110－119, 2010.
15）M. A. Minetto et al : Corticotroph axis sensitivity after exercise : Comparison between elite athletes and sedentary subjects. J Endocrinol. Invest. 30 : 215－223, 2007.

心疾患患者におけるHeart rate performance curveと運動負荷時のO_2 pulse応答の関係

医仁会武田総合病院　疾病予防センター　黒瀬　聖司・甲斐由美子
大阪産業大学大学院　人間環境学研究科　黒瀬　聖司・織田かなえ
大阪産業大学　人間環境学部スポーツ健康学科　佐藤　真治・大槻　伸吾
東山武田病院　生活習慣病センター　今井　優
武田病院グループ　予防医学・EBMセンター　桝田　出

はじめに

Heart rate performance curve（HRPC）は漸増運動負荷中の心拍応答であり，一般的に直線的に増加する．Conconiら[1]は，ランニング速度を徐々に上げていくと，ある点から心拍数（HR）の増加率が低下する例があることを発見し，その点を心拍変曲点と定義した．一方で，心疾患患者に運動負荷試験を実施しているとHRPCが上向きに変曲する例を多く観察し，Conconiらの報告と結果を異にする．我々は既に，左室機能低下例において特にHRが上向きに変曲する例が多いことを確認した[3]．本研究では，このような心疾患患者の上向きのHRPC機序の詳細を明らかにするために，HRPCと漸増運動負荷中の一回拍出量の関係を検証したので，報告する．

方　法

1．対　象

心疾患患者（平均年齢：60.1±9.6歳，男/女：39/12，左室駆出率（LVEF）：51.7±16.4%）を対象とした．疾患の内訳は，虚血性心疾患が29例，心不全が22例であった．心不全例は，心大血管疾患リハビリテーションの適応基準を参考にLVEF≦40%またはBNP≧80pg/mlと定義した．慢性の心房細動例，嫌気性代謝閾値（AT）が解析できない低体力の症例，運動終了時の呼吸商が1.0未満の症例，負荷心電図で虚血性変化を認めた症例は除外した（表1）．なお，対象者に対して本研究の目的を説明し，参加について同意を得た．

表1．患者背景

	n＝51
平均年齢（歳）	60.1±9.6
性別（男/女）	39/12
BMI（kg/m²）	22.9±2.5
LVEF（%）	51.7±16.4
BNP（pg/ml）	176.2±190.0
虚血性心疾患/心不全	29/22
高血圧（%）	66.7
脂質異常症（%）	47.1
糖尿病（%）	35.3
β遮断薬使用率（%）	49.0

～ 除外基準 ～
・慢性の心房細動がある症例
・低体力のため、AT解析ができない症例
・運動終了時の呼吸商が1.0未満の症例
・負荷心電図で虚血性変化を認めた症例

2．心肺運動負荷試験（CPX）とHRPCの評価

全例に自転車エルゴメータ（コンビ社製，232C-XL）を用いて症候限界性のCPXを実施した．プロトコールは安静3分，10wattでのウォーミングアップ3分に続き，体力レベルに合わせて1分間に10～20wattsずつ増加するRamp法を用いた．呼気ガス分析はミナト医科学社製 AE-300Sを用いて，breath-by-breath法で測定した．測定項目は，HR，酸素摂取量（VO_2），AT，仕事量（WR）とし，合わせて一回拍出量の指標として酸素脈（VO_2/HR：O_2 pulse）を経時的に求めた．HRPCの評価にはPokanらの方法を用いた[4]．すなわち，漸増運動負荷中のO_2 pulse[5]の変曲点（O_2 pulse deflection point：O_2pDP）を基準とし，それ以前の心拍応答（PC1：pre ΔHR/ΔWR）とそれ以後の心拍応答（PC2：post ΔHR/ΔWR）からPC指数［(PC1－PC2)×(1＋PC1×PC2)$^{-1}$］を求め，PC＞0.1の場合をD型（下向きに変曲），－0.1≦PC≦0.1の場合をL型（直線的に増加），PC＜－0.1の場合をU型（上向きに変曲）とした（図1）．

① O_2 pulseの変曲点（O_2 pulse deflection point：O_2pDP）を基準に PC1、PC2を算出（Pokan et al: Eur. J. Appl. Physiol, 1993）

- PC1（pre ΔHR/ΔWR）→ O2pDP以前の心拍応答
- PC2（post ΔHR/ΔWR）→ O2pDP以後の心拍応答

② Pokanらの方法を用いて、PC1、PC2を代入し、PC指数を算出

◎ PC指数＝（PC1－PC2）×（1＋PC1×PC2）$^{-1}$

③PC指数の分類

- U型（上向きに変曲）：PC＜－0.1
- L型（直線的に増加）：－0.1≦PC≦0.1
- D型（下向きに変曲）：PC＞0.1

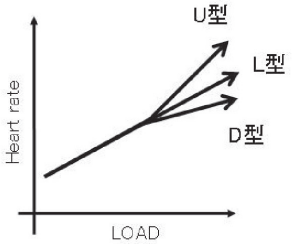


図1．HRPCの評価方法

3．運動負荷後半の一回拍出量の増加反応の評価

運動負荷後半の一回拍出量の増加反応は，O_2pDP以降の運動負荷に対するO_2 pulseの増加量にて評価した．つまり，ΔO_2 pulse/ΔWR［＝（O_2 pulse @ peak－O_2 pulse @ O_2pDP）/（WR @ peak－WR @ O_2pDP）×100］を指標として用いた．

4．統計処理

測定値はすべて平均値±標準偏差で表した．各指標はD・L型とU型に分類し比較した．群間の比較には，対応のないt検定とχ^2検定を用いた．なお，統計処理は統計ソフトSPSS 12.0 J for Windowsを用い，有意水準は5%未満とした．

結　果

心肺運動負荷検査の結果，最高酸素摂取量は平均17.5±3.5ml/kg/min，最高仕事量は平均80.7±21.6watt，であり，全例のHRPCを評価できた．HRPCの比率はD/L/U型：2名（3.9%）/18名（35.3%）/31名（60.8%）であり，U型が多かった．U型はD・L型に比べ，心不全合併例が有意に多く（54.8 vs. 25.0%，p＜0.05），安静時LVEFが低値の傾向（48.6± 17.0 vs. 57.2± 13.8%，p＝0.06）であった（表2）．さらに，U型の最高HRが有意に高値であった（表3）．最高酸素摂取量は群間に差を認めなかった（U/D・L：17.5±4.0 vs. 17.5±2.9ml/kg/min，ns）．

HRPCと漸増運動負荷中の一回拍出量の関係を見てみると，U型において運動負荷後半の心拍応答を現すPC2が有意に高く（1.1±0.7 vs. 0.6±0.2，p＜0.01），一回拍出量の増加反応を現すΔO_2 pulse/ΔWRは低値の

表2．患者背景の比較

	D・L型 n=20	U型 n=31	p value
平均年齢（歳）	60.7±10.4	59.8±9.1	ns
性別（男/女）	23 / 8	16 / 4	ns
BMI（kg/m^2）	23.3±2.7	22.6±2.4	ns
LVEF（%）	57.2±13.8	48.6±17.0	0.06
BNP（pg/ml）	135.5±128.4	204.9±228.0	ns
心不全合併例（%）	25.0	54.8	0.04
高血圧（%）	70.0	69.0	ns
脂質異常症（%）	55.0	44.8	ns
糖尿病（%）	34.5	40.0	ns
β遮断薬使用率（%）	50.0	53.6	ns

表3．CPX指標の比較

		D・L型	U型	p-value
HR	Rest	72.5±15.0	76.5±14.8	ns
(bpm)	AT	99.5±12.7	99.6±14.1	ns
	O_2 pulse DP	108.3±14.4	113.5±14.1	ns
	Peak	119.6±17.2	130.0±16.5	0.04
VO_2	Rest	3.8±0.6	3.9±0.6	ns
(ml/kg/min)	AT	12.2±2.1	11.7±1.9	ns
	O_2 pulse DP	14.2±2.4	14.4±3.1	ns
	Peak	17.5±2.9	17.5±4.0	ns
O_2 pulse	AT	8.1±1.9	7.3±2.1	ns
	O_2 pulse DP	8.6±2.1	7.9±2.4	ns
	Peak	9.6±2.2	8.4±2.6	0.08
LOAD	AT	51.3±9.4	45.0±11.7	0.05
(watt)	O_2 pulse DP	63.7±15.1	62.5±17.8	ns
	Peak	83.6±18.6	78.9±23.5	ns
ΔVO$_2$/ΔWR		9.9±1.2	10.1±1.4	ns
Heart rate recovery（bpm）		19.1±8.1	22.0±10.4	ns

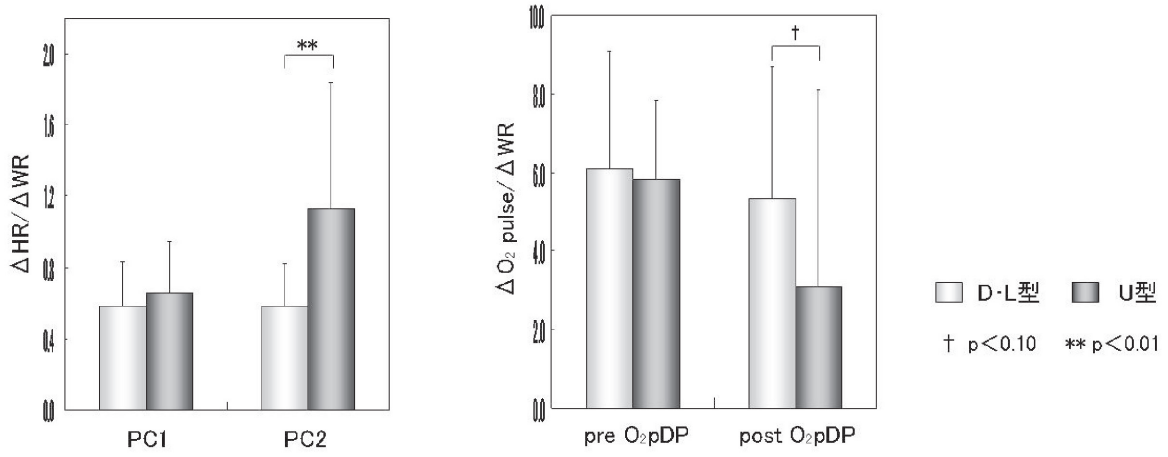


図2．心拍応答とO_2 pulse応答

傾向（3.1±3.4 vs. 5.3±5.0, p = 0.087）であった（図２）．

考　察

心疾患患者のHRPC上向きの機序の詳細を明らかにするために，HRPCと一回拍出量の関係を検証したところ，心疾患患者の60.8%に上向きのHRPCを認め，上向きのHRPC例は運動負荷後半のΔO_2 pulse/ΔWRが低い傾向であった．すなわち，漸増運動負荷後半にHRが上向きになる例は一回拍出量の増加反応が低下していると考えられた．

Pokanら[2]は，陳旧性心筋梗塞患者を対象に放射線核種血管造影法を用いて左室機能を評価し，HRPCの上向きの変位が左室機能低下の代償であると結論しており，我々と同様の結果を得ている．我々の研究は，O_2 pulseの変曲点をHRPCに応用した初めての研究である．O_2 pulseは一回拍出量の代用とされ[5]，酸素摂取量と心拍数から求めることができる簡便な指標である．しかしながら実際は，一回拍出量と動静脈酸素較差の積で表わされるため，少なからず末梢循環の影響を受けている点は考慮しておかなければならない．

別な先行研究では，運動負荷中に左室機能が低下する機序として，負荷後半に認められる血中カテコラミンレベルの増加が心筋からのCa^{2+}逸脱を介して心筋拡張能[6]や左室壁運動[7]を低下する可能性を指摘している．また，Tajimaら[8]は，虚血の出現によりΔVO_2/ΔWRが低下，HR応答が上向きに変曲することを報告しているが，本研究では虚血性変化を認めた例を除外しているので，これには当たらない．すなわち，HRPC上向き例では，漸増負荷後半に認められる顕著な交感神経亢進によって左室機能が低下し，一回拍出量の抑制をもたらし，一方でその代償として心拍数を増加している機序が示唆された．

HRPCは運動強度の新しい指標として臨床応用を期待できる．心疾患患者の運動強度の指標はATがゴールドスタンダードだが，慢性安定期に移行した患者に対しては，より強い強度の運動が考慮されることもある．その際，運動強度の指標としてHRPCとO_2pDPを併用すれば，心機能の安全限界の目安になる可能性がある．なお，O_2pDPをKarvonenの式から逆算した場合，係数は0.72±0.09であり，AT（0.50±0.16）より22%高い．

本研究の限界として，運動中の心機能の評価が呼気ガス分析を利用した間接的なものであることや自律神経障害の評価をできていないことが挙げられる．また，健常コントロール群や低心機能群を設定していないことも限界である．健常人を対象にHRPCを評価した先行研究では，U型はわずか7.9%[9]であり，U型が左室機能低下例特有の反応であるという我々の結論と矛盾しない．低心機能群は，クロノトロピックインコンピテンス（Chronotropic Incompetence）[10]によるL型に分類される例が多くなることが考えられ，その見極めが重要となる．今回，約半数の症例にβ遮断薬が使用されていた．β遮断薬は同一強度に対する心拍数は低下させるが，漸増運動負荷に対する心拍増加率には影響しないことが報告されている[11]．すなわち，HRPCにも影響しないことが考えられる．今後の課題としては，糖尿病患者にU型が多いという報告[12～13]を考慮すると，左室収縮機能が低下する以前，つまり拡張機能障害の影響も示唆され，HRPCと運動負荷中の左室拡張機能との関連を検証することも求められる．

結　論

心疾患患者において運動負荷後半に心拍数が上向きに変曲する例では，運動負荷時に一回拍出量の増加反応が低下していることを確認した．

参考文献

1）Conconi, F. et al : Determination of the anaerobic thresho ld by a noninvasive field test in runners. J Appl Physiol 52 : 869 - 873, 1982.
2）Pokan R et al : The heart rate performance curve and left ventricular function during exercise in patients after

myocardial infarction, Med. Sci. Sports Exerc 30(10) : 1475 - 1479, 1998.
3）黒瀬聖司ら：心疾患患者における漸増運動負荷時のHeart rate performance curve（HRPC）と一回拍出量の関係．心臓リハビリテーション15(suppl.)：S 164，2010.
4）Pokan R et al : Correlation between inflection of heart rate/work performance curve and myocardial function in exhausting cycle ergometer exercise. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 67(5) : 385 - 8, 1993.
5）Sundstedt M et al : Left ventricular volumes during exercise in endurance athletes assessed by contrast echocardiography. Acta Physiol Scand. Sep ; 182 (1) : 45 - 51, 2004.
6）Medeiros A et al : Exercise training delays cardiac dysfunction and prevents calcium handling abnormalities in sympathetic hyperactivity - induced heart failure mice. J Appl physiol 104(1) : 103 - 109, 2008.
7）Koike A et al : Detecting abnormalities in left ventricular function during exercise by respiratory measurement. Circulation 80(6) : 1737 - 1746, 1989.
8）Tajima A et al : Oxygen uptake kinetics during and after exercise are useful marker coronary artery disease in patients with exercise electrocardiography suggesting myocardial ischemia. Circ J 73(10) : 1864 - 1870, 2009.
9）Hofmann P et al : Heart rate performance curve during incremental cycle ergometer in healthy young male subjects. Med. Sci. Sports Exerc (29) : 762 - 768, 1997.
10）Ellestad MH : Chronotropic incompetence. The implications of heart rate response to exercise (compensatory parasympathetic hyperactivity?). Circulation 93 (8) : 1520 - 1526, 1996.
11）安達仁ら：心肺運動負荷試験，負荷中の各パラメータ．CPX・運動療法ハンドブック―心臓リハビリテーションのリアルワールド―．中外医学社，p 50 - 78，東京，2009.
12）木下訓光ら：2型糖尿病患者におけるheart rate performance curveの分析．糖尿病52(Suppl)：293，2009.
13）黒瀬聖司ら：2型糖尿病患者の運動負荷中の左室機能の特徴― Heart Rate Performance Curveによる検討．糖尿病53(suppl)：252，2010.

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌　20：65-68，2010

軽運動が高齢者の血圧に及ぼす影響

岸和田市社会福祉協議会　市立福祉総合センター　健康管理室　**德久　貴男・西山　春美・高野美恵子**
台北市立体育学院　**鄭　鴻文**
森ノ宮医療大学　**廣橋　賢次**

目　的

多くの場において健康体を維持することに対して様々な運動実践が行われている．特に高齢者にとって，軽運動を継続的に実践することが肉体的・精神的な「ゆとり」を生み出し，より充実した生活を送れると認識されつつあり，生活習慣病の一つである高血圧症等の改善についても運動の効果が挙げられている．軽運動実践継続者にとって決まった時刻に測定した血圧がどのように変動しているのかを約1ケ年間に亘り測定を行った．

本研究の狙いは，①運動開始時の血圧とその後の変化について，②運動開始3ケ月平均の血圧とその後の変化について検討を行った．運動中や運動後の一時的に変動する血圧に対して注目をすることも重要であるが，およそ「生活の一部に運動実践が定着したと思われる者」に対して血圧測定時刻を毎回限定し行うことにより，いわゆる安静時血圧に何らかの変動が窺え生活習慣病等の改善につながるのではないかと考えた．

対　象

岸和田市立福祉総合センター主催の運動講座生29名（男4名平均年齢73歳，女25名平均年齢68歳）を対象とした．週2回1時間の運動講座において出席率85％以上，今回新たに定期的な運動を始めた者．

岸和田市立福祉総合センターでは，1974年より60歳以上の市内在住の男女に週2回，健康運動の実践を行う「老人体力回復講座」を開催している．市広報誌等により公募し，（A・B各クラス定員20名，3年制，卒業後は，老健クラブで活動）応募者に対し内科健診，検尿，胸部X線，心電図測定等のメディカルチェックを行い合否を判定する．活動内容は，主として身体のストレッチ，ハーフスクワット，レクリエーションスポーツ，屋内外のゲートボール，卓球等を1時間行う（図1～3）．

軽運動の実践

具体的な運動・活動の内容
ウォームアップの実践　**上肢、下肢、体幹の立位・坐位ストレッチ。爪先立ち、軽度腕立て伏せ、ハーフスクワット。**
主たる運動の内容　**①ゲートボールゲームの実践（30分間）②卓球の実践（30分間、心拍数を120／分以下に押える）③15m×10変則歩行（例、歩幅を大きく、小さくしたり）④ボールゲーム（30分間、心拍数を120／分以下に押える）⑤グラウンドゴルフ⑥ペタンク⑦フリスビー⑧シットアップなど身体の筋力強化**
クールダウンの実践　**上肢、下肢、体幹の立位ストレッチ。**
野外歩行訓　**所謂「遠足」である**
親善ゲートボール　**約160名が集まりトーナメント戦を行なう。**
親善卓球大会　**約120名が集まり1チーム3名でトーナメント戦を行なう。入講前には、3名の内科医による触診並びに通常の健康診査を行ない（心電図測定を含む）、合否の判断を行なう。また、場合により、整形外科医に紹介する。**

図1.

図2.

図3.

方　法

測定期間：2005年５月～2006年３月.

運動前の安静時血圧をナースが測定.

①運動開始時の収縮期・拡張期血圧とその後の約８ケ月間平均収縮期・拡張期血圧の変化について，②開講当初３ケ月間平均収縮期・拡張期血圧とその後の約８ケ月間平均収縮期・拡張期血圧の変化について比較検討を行った．③開講当初とその後11ケ月後の体重の増減と血圧の相関について検討を行った.

結　果

運動開始時の血圧について，最も収縮期血圧が高かった者は167mmHgであり，拡張期血圧においても同じ者が98mmHgと高値を示していた．全体の平均収縮期血圧は138mmHgであったが，８ケ月後の平均収縮期血圧は129mmgであった（図４）．全体の平均拡張期血圧は78mmHgであったが，8ケ月後の平均拡張期血圧は72mmHgであった（図５）．明らかに継続運動実践後には，運動開始時の収縮期・拡張期血圧が下がり，その差は有意であった.

運動開始時収縮期血圧より，その後の８ケ月平均収縮期血圧が下がった者90%（26名），下がらなかった者10%（３名）であった．また同じく拡張期血圧が下がった者90%（26名），下がらなかった者10%（３名）であった．その中で最も収縮期血圧が下がった者は，167mmHgが133mmHgに下がっていた．また同じ者の拡張期血圧98mmHgも81mmHgに下がっていた.

また，血圧の何らかの変動がおよそ安定し，同時に運動効果が出現するであろう運動開始３ケ月間の平均収縮期血圧は132mmHgであった（図６）．同じく３ケ月間の平均拡張期血圧は74mmHgであった（図７）．運動開始時の変化と同じく，その差は有意であった.

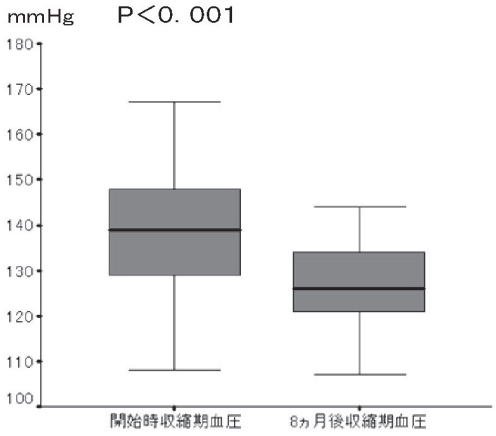


図４．収縮期血圧の低下

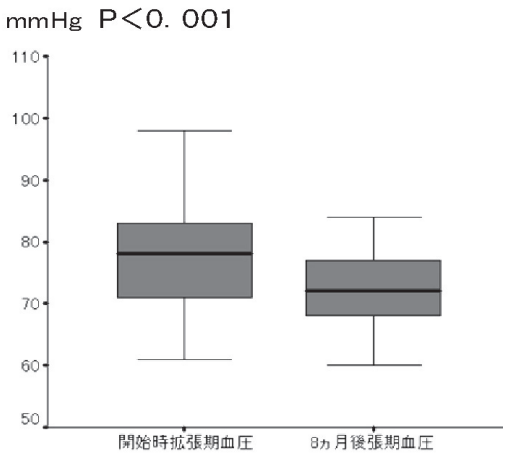


図５．拡張期血圧値低下

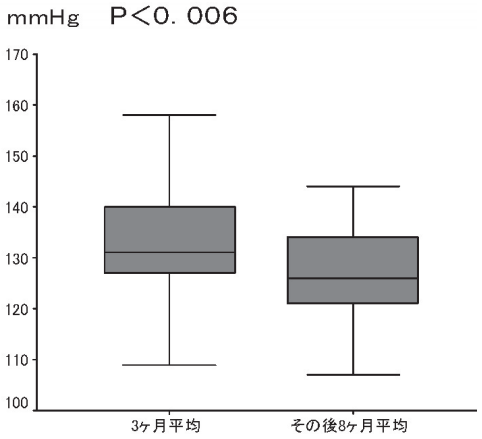


図６．収縮期血圧値低下

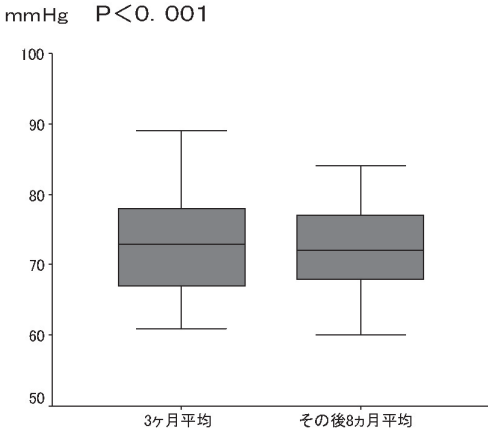


図７．拡張期血圧値低下

体重について，運動開始時の体重が11ケ月後に減少した者38%（11名）について，運動開始時収縮期血圧が下がった者91%（10名）であった．同じく拡張期血圧が下がった者100%（11名）であった．体重減少の平均値は300g程度であった．体重の増減（変化）と血圧変化について有意な差があるとは言えないが，体重が減少した者についてはほぼ血圧が下がっているといえる（図８～10）.

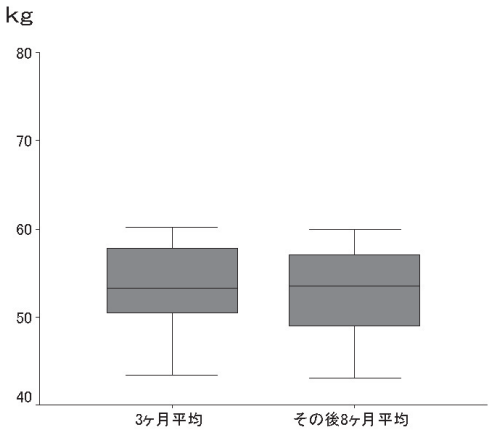


図８．NS体重

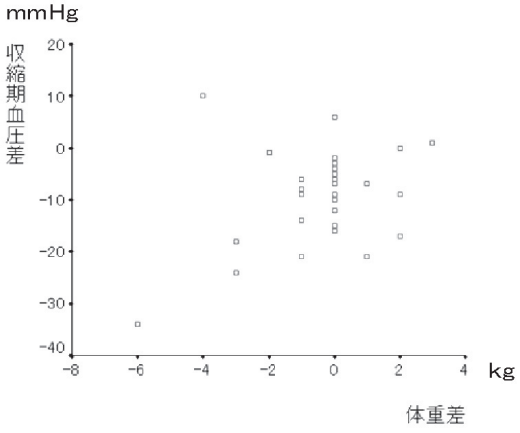


図９．収縮期血圧差

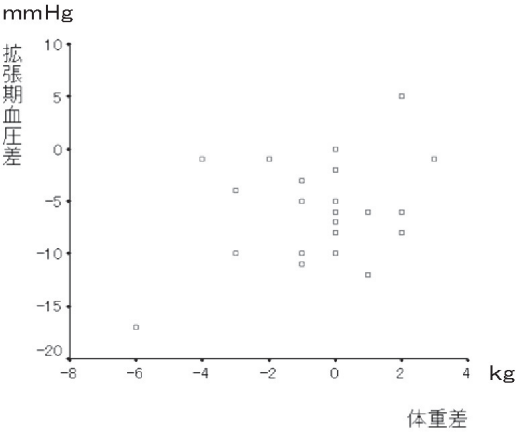


図10．拡張期血圧差

考　察

血圧と運動の関係については，多くの研究報告がなされており，運動による急性の血圧変化は周知されているが，さほど意識はされていない様である．軽運動を行うことにより，高血圧を誘発する原因であるストレスや肥満を解消させることは事実であり，運動により筋刺激を与えられると代謝が促進され体内の酸素消費が増大し，それに伴い血液循環が活発になりその結果，血管が拡張され血圧が下がると考えられる．伊藤らは，「特に減塩や運動などの非薬物療法は軽症高血圧にたいしては第一選択の治療法である」と述べている．

今回の研究では，運動経験のない高齢者が主として動的運動（有酸素運動等）を行い，その結果としていわゆる安静時血圧に，どのような影響を及ぼしているのか検討を行った．軽運動実践については，特に心身のリラックスを与えることに注意し笑顔で指導することを常に心がけた．池上は，激しい運動の前に軽運動を行うことによって血圧の著しい上昇を防ぐことができると述べており，そのことからウォームアップの入念な実践が必要と考える．本運動講座においても毎回60分の内，25分程度の「お笑いストレッチ運動」を重視している．ストレスを緩和させる意味において重要であると認識している．

小林らは，年齢差・体力差など，高齢者にとって体力年齢にはかなりの差が生じるが，「各種運動に対する心拍反応」に注目をしている．その点において，例えば卓球の実践などの場合，心拍数の確認を行い（200 − 年齢の60～70%）上がり過ぎることのない様に指導を行っている．運動の頻度についても，高血圧予防のための運動処方として，中等度強度（60% Vo 2max 程度）の全身持久的運動が好ましく，その頻度も週２～３回，30～60分程度が妥当であると述べられている．

高齢者の運動実践については，たとえ軽運動の実践であろうともメディカルチェックがそのスタートであると考えている．健康と運動の関わりが注目され，「運動を行えば健康体を直ぐにでも作り上げられる」と認識されており，その効果に期待する人々も多く見受けられる．そのような中で，宮下らは20年以上も前から「安全性の確保がもっとも重要である」と述べている．

高齢者にとって，週２回１時間程度の軽運動を行うことにより安静時血圧の低下を認め，そのことにより生活習慣病の予防が可能になれば，より意欲的な生活を継続できると考えられる．軽運動開始後，11ケ月程度の期間，その実践において血圧の低下が認められたことは，継続的な軽運動の影響が大きな要因と考えられる．また同時に体重の減少にも注意し，できることなら肥満を避けることを考えるべきである．軽運動開始後３ケ月経過しても，その後の血圧は下がり続けていることを考えると１ケ年以上の軽運動を実践することに意義があると考える．

ま と め

１．軽運動開始時収縮期・拡張期血圧値より，その後８ケ月間の平均収縮期・拡張期血圧値の低下において有意に差が見受けられ，83%（24名）の者に血圧低下が認められた．

２．今後の課題として，講座受講者の中から意識的に高血圧予備軍を見つけ出し，軽運動の実践と日常生活に対

する意識の変化を血圧値の変動とクロスさせ，その相関について検討を行いたい．

参考文献

1）伊藤宏道，西川哲男：高血圧の運動療法：142項，2006．日職災医誌54．
2）池上晴夫：運動処方 第5刷：81～82項，1995．朝倉書店．
3）小林寛道，近藤孝晴：高齢者の運動と体力 第8刷：114～115項，1994．朝倉書店．
4）松井秀治ら：成人病の治療と予防の基礎と実際 第2刷：86～87項，1995．杏林書院．
5）宮下充正，武藤芳照：高齢者とスポーツ：61～62項，1986．東京大学出版会．
6）徳久貴男，金尾顕郎，廣橋賢次：高齢者の健康：31～33項，2002．関西臨床スポーツ医・科学研究会誌12．

動脈硬化指標からみた中高年長期監視型運動療法効果の検討

仁心会宇治川病院　運動療法室MOVE　滝川　瑠美・山本　朋世・吉崎菜央未
仁心会宇治川病院　検査室　春日　靖洋
仁心会宇治川病院　内　科　津田　信幸
関西医科大学健康科学センター　木村　穣

目　的

中高年を対象にした運動処方を作成し運動療法を施行する例は数多く報告されている[1]．しかし，長期監視型運動療法として継続した例の比較検討の研究報告が少ないのが現状である．そこで今回我々は5年以上運動療法を継続した例を長期監視型運動療法としてその効果を，体重，周径囲，運動耐容能，血管スティフネス等の変化より検討した．

方　法

当室では運動療法開始時には必ずメディカルチェックとして採血などの生化学検査，安静時心電図，胸部レントゲン，心肺運動負荷試験などを施行し，これらの結果をもとに運動処方箋を作成している．

本研究での対象は，５年以上運動療法を継続できた女性31例（運動開始平均年齢58±7才，46～71才，BMI；23.9±4，継続期間6.9±1.8年）である．一部降圧剤，高脂血症治療薬の服用は認めるも，薬剤の変更は認めなかった．運動療法開始前および開始後毎年心肺運動負荷試験（CPX）を施行し運動処方の見直しを行った[2),9)]．

本研究での動脈硬化指標として体重，四肢・体幹部周径囲（上腕囲，腹囲，臀囲，大腿囲，下腿囲），運動耐容能，脈派伝搬速度（PWV）による血管スティフネスを用いた．PWVはオムロンコーリン社製のフォルムPWV/ABIを使用した．

心肺運動負荷試験は呼気ガス分析器（アニマ社製AT 1100）を用いてエルゴメーターを用いたランプ負荷法で施行し，無酸素性運動閾値；AT，呼吸性代償ポイント；RC，ピーク時の酸素摂取量；$\dot{V}O_2$を測定した[3)]．

運動療法の内容は1回90分で，エルゴメーター，トレッドミルを用いた有酸素運動30～40分，運動強度は心肺運動負荷試験から求めたATレベルで行った．レジスタンストレーニングではチューブ，ダンベル，自重を用いたもので10回１セットを月代わりで３種目行った．ストレッチでは20分間リラクゼーションをかねて音楽を聴きながら全身を柔軟できるものとした．

以上の内容を監視型運動療法とし，週２～３回施行した．全例において，積極的な食事療法は施行せず，一般的なカロリー制限，食行動についての指導のみを施行した．

検定方法はIBM SPSS Statistics 19を使用し運動療法の効果として前後の有意差を見るために対応のあるサンプルのT検定を用い，相関関係を見るために２変量の相関を求め，$p < 0.05$以下を有意とした．

結　果

体重は，９例で増加を認めたが，全体では56.2±1.8から54.1±1.5kgと有意に減少した（$p < 0.05$）（図１）．安静時収縮期血圧も136±2.7mmHgから126.8±2.0mmHgへと有意に減少したが（$p < 0.05$）（図２），PWVは1486±69.8から1554±68.1cm/secへと有意に増加した（$p < 0.05$）（図３）．運動耐容能は有意な変化を認めなかった．

体重の減少量は，腹囲（$r = 0.43$，$p < 0.05$）（図４），臀囲（$r = 0.46$，$p < 0.05$）（図５），と有意な正の関係を認め，柔軟性と有意な負の関係（$r = -0.41$，$p < 0.05$）を認めた（図６）．収縮期血圧の変化量は，臀部周径囲と有意な正の関係（$r = 0.41$，$p < 0.05$）を認め（図７），PWV変化量は，体重（$r = 0.59$，$p < 0.05$）（図８），腹囲径変化量と有意な正の関係（$r = 0.59$，$p < 0.05$）を認めた（図９）．PWVと安静時収縮期血圧は有意な関係を認めなかった．

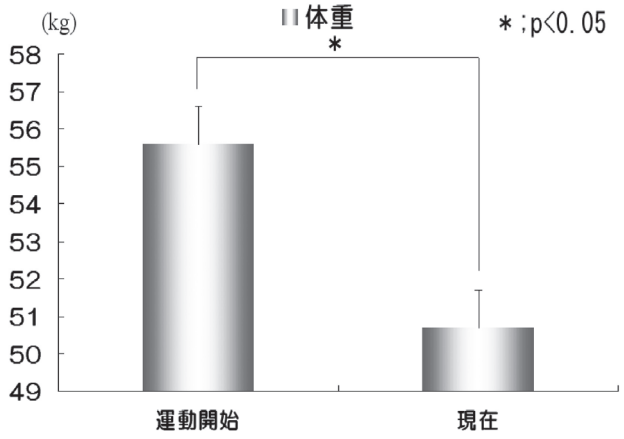


図１．体重の運動前後の変化

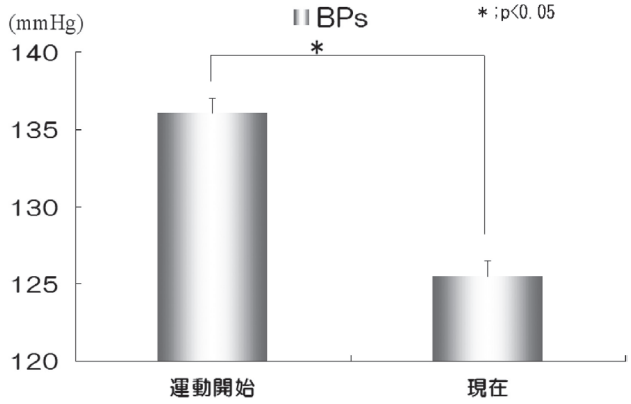


図２．安静時収縮期血圧の運動前後の変化

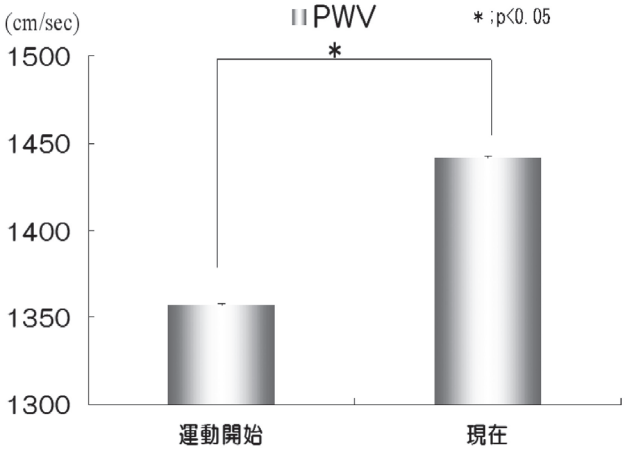


図３．PWVの運動前後の変化

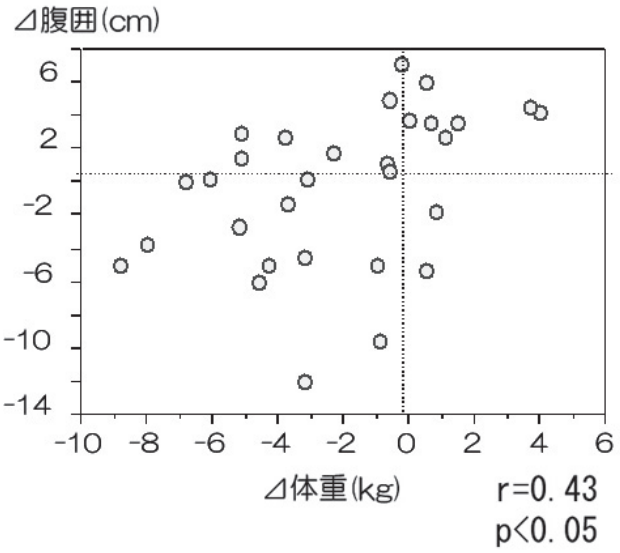


図４．腹囲の変化量と体重の変化量との関係

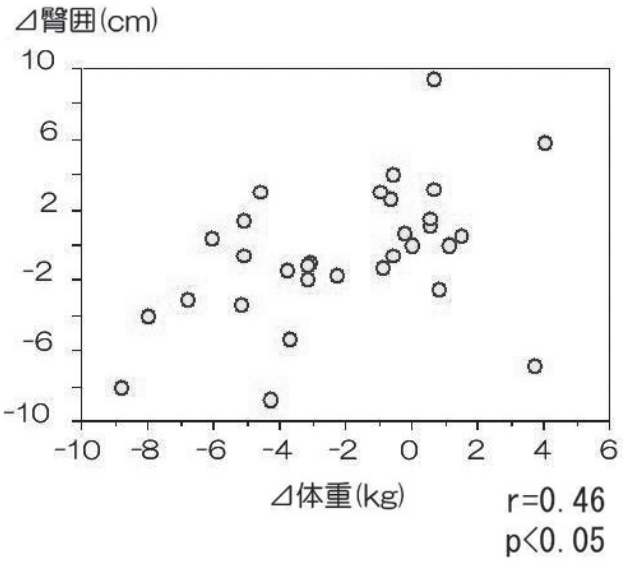


図５．臀囲の変化量と体重の変化量との関係

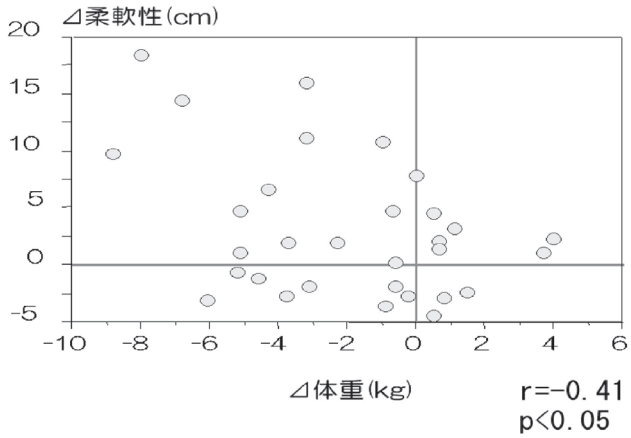


図６．柔軟性の変化量と体重の変化量との関係

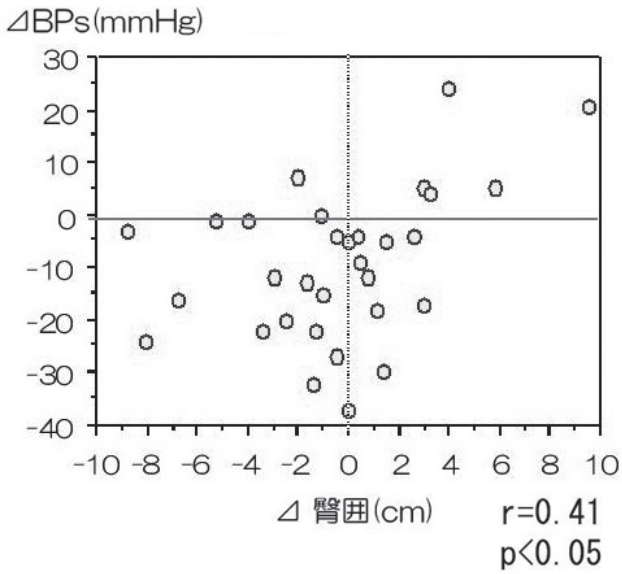


図７．収縮期血圧と臀囲の変化量との関係

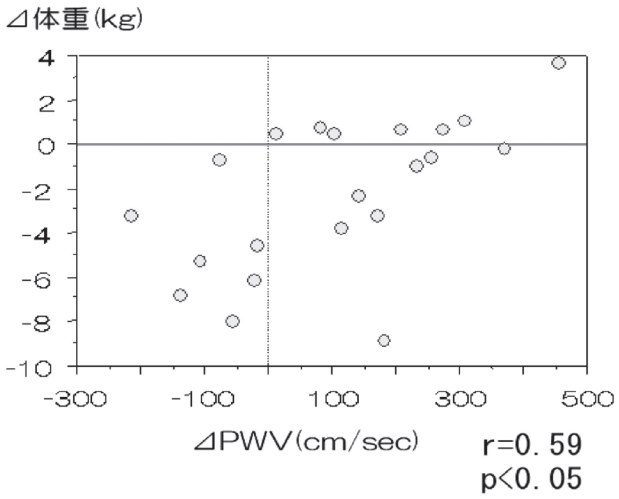


図８．体重の変化量とPWVの変化量との関係

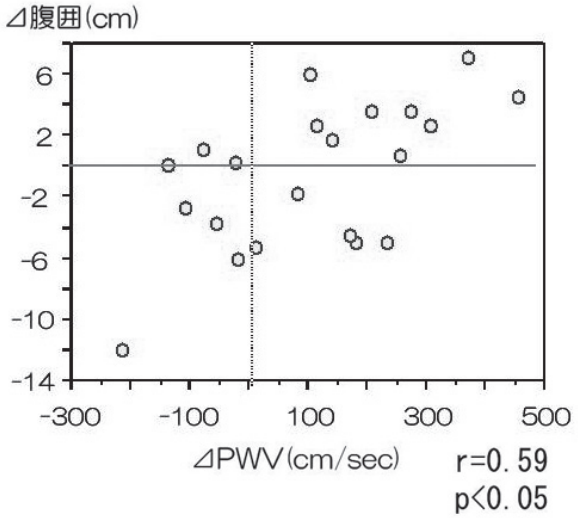


図９．腹囲とPWVの変化量との関係

考　　察

体重は長期監視型運動療法にて有意に減少した．今回の検討では栄養指導の積極的な介入はなく，また運動療法は全例監視型運動療法を施行しており，その結果今回の体組成，運動耐用能の変化は主として運動によるものと考えられた．また，継続的に運動療法室に通うことが運動習慣の定着と共に生活習慣の改善につながったと考えられた[4]．

長期経過において，安静時収縮期血圧は有意に減少した（136±2.7mmHg→126.8±2.0mmHg，p＜0.05）．一般的に，年齢とともに収縮期血圧は上昇することを考えると，この長期運動療法継続の結果は，動脈硬化に対して非常に有用な効果を得られたと考えられた．一方，PWVは，長期経過で有意な増加を認めた（1486±69.8cm/sec→1554±68.1cm/sec，p＜0.05）．PWVも加齢とともに増加すると言われ，その増加量は約10cm/年とされている．したがって本研究での観察期間の約6.9年では70cm増加すると考えられ，今回の増加量とほぼ一致しており，このPWVの増加量は加齢による生理的な増加と考えられた．またこのPWVが増加するにもかかわらず安静時収縮血圧が低下した機序については，運動療法により抹消循環，自律神経機能，血管内皮機能等が改善し，その結果PWVが増加したにもかかわらず，収縮期血圧は減少したと考えられた．

運動耐用能のVo２には変化が見られなかった．しかし，加齢と共に低下する運動耐容能であるが運動習慣がある例は下がることなく維持し心肺機能の低下防止も期待されると考えられた．

体重の減少量と腹囲，臀囲との間に有意な正の関係が見られた．これは長期間の運動療法による減量は脂肪の分布が多いと思われる内臓脂肪の減少に繋がったのではないかと考えられた[6]．

また，体重の減少量と柔軟性に有意な負の関係が見られた．これは当室での運動療法はストレッチ体操を時間かけて行っており，その効果が大きいと考えられた．

PWVそのものは有意に増加したが体重やウエストが減少した例はPWVも改善しており加齢に伴う動脈硬化の抑制は減量を目標とした運動療法が効果的ではないかと考えられた．

ま と め

中高年女性の長期監視型運動療法において運動耐容能は維持することができ体重の減量によって血管への負担が軽減した．また，加齢に伴う動脈硬化の抑制が示唆された．

参考文献

1）滝川瑠美ら：CT画像による内臓脂肪評価による運動効果の検討．日本心臓リハビリテーション学会誌12（1）：122-124，2007.

2）高尾奈那ら：肥満減量時のインスリン抵抗性の改善度に及ぼす体組成の影響 ―DEXA法での検討―．日本心臓リハビリテーション学会誌13（2）：374-376，2008.

3）南出奈津子ら：ATレベルにおける定常運動時エネルギーの検討．関西臨床スポーツ医・科学研究会誌15：51-53，2005.

4）沖田孝一ら：肥満者における運動療法の効果：５年後Follow-up．日本心臓リハビリテーション学会誌12（1）：107-109，2007.

5）西沢良記，庄司哲雄：PWVによる動脈硬化早期診断．協和企画，2002.

6）平木幸治ら：冠動脈疾患患者におけるウエスト周囲径測定の有用性についての検討：日本心臓リハビリテーション学会誌12（1）：172-175，2007.

7）鈴木洋通ら：心腎関連におけるPWVとAIの有用性．日本循環器学会総会・学術洲会講演記録集2-4，2006.

8）三浦哉ら：低強度のサーキットトレーニングが成人女性の動脈スティフネスに及ぼす影響，体力科学54（3）：205-210，2005.

9）山下素永ら：有酸素運動および無酸素運動時の酸素摂取量におよぼす筋力の影響，関西臨床スポーツ医科学雑誌12：27-29，2002.