

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌

2014 Vol.24

関西臨床スポーツ医・科学研究会

目次

1. 投球障害を有する野球選手における投球側の体幹回旋の可動域制限 —20歳以下を対象として—	稲葉 考洋 他	5
2. 中学生野球選手における T-balance test と筋力との関連	太田憲一郎 他	9
3. 奈良県における野球肘検診の試み —検診を通じたスポーツ障害に対する取り組みと継続的な組織運営について—	和田 哲宏 他	13
4. 『機能的』テーピングの試み —動揺性制御とバランス能維持を尺度とした検討—	増田 研一 他	17
5. 足部横アーチ変化の測定方法の検討	藤高 紘平 他	19
6. 成長期円板状半月板損傷に対する 鏡視下垂全切除術と形成切除縫合術との短期成績比較	井石 智也 他	23
7. 成人女性腰痛患者におけるクラウス・ウェーバーテスト 変法大阪市大方式と JOABPEQ との相関について	春名 了輔 他	27
8. Trunk Righting Test と体幹機能の関係性	木下 和昭 他	31

9. 異なる体幹強化エクササイズによる腹筋群の筋厚, 筋持久力, 体幹屈曲筋力の変化について-----	杉本 拓也 他 -----	35
10. 表面筋電図を用いたアームカール動作時の筋疲労評価 —加圧トレーニングの有無での検討—-----	福島八枝子 他 -----	39
11. 一般市民ランナーの生活習慣は良いか? —生活習慣に関するアンケート調査より—-----	濱口 幹太 他 -----	45
12. スタティックストレッチング介入による血管内皮機能及び 動脈ステイフネスへの影響-----	新野 弘美 他 -----	49
13. 運動ストレスが及ぼす口腔内抗菌性ペプチドおよび虫歯菌への影響-----	臼井 達矢 他 -----	53
14. 中高年者の腹部肥満は仰臥位における咳嗽能力の低下を増強する-----	山科 吉弘 他 -----	57
15. 登山当日の喫煙が若年成人男性の生駒山登山時における 呼吸機能指標の変化に及ぼす影響-----	高木 祐介 他 -----	61
16. プロスポーツ選手における口腔内状況-----	豊田 博紀 他 -----	65

投球障害を有する野球選手における投球側の体幹回旋の可動域制限 —20歳以下を対象として—

緑かねこ整形外科 稲葉 考洋・中尾 英俊・金子 元春
守口敬任会病院 濱田 太朗
大阪行岡医療大学 森藤 武

はじめに

投球障害を予防する上で体幹の可動域は重要であると報告されている¹⁾。石原ら²⁾は投球障害肩を有する野球選手と非野球経験者の体幹回旋可動域を比較検討した際、非投球側と比べ投球側への可動域が低下していたと報告している。一方、松井ら³⁾は投球障害を有する野球選手の体幹回旋可動域を投球側と非投球側で比較した際、有意差は認めなかったと報告している。Aragonら⁴⁾によると肩肘に傷害の既往がある大学ソフトボール女子選手は非投球側の体幹回旋の柔軟性が低下していたと報告している。以上のように投球障害を有する野球選手の体幹回旋可動域に関する報告は、散見されるが一定の見解が得られていない。また、投球動作で求められる自動運動による体幹回旋可動域を比較し、その特性を明らかにした研究は見当たらない。さらに、藤井ら⁵⁾は体幹の可動域は年齢に伴う筋腱のタイトネスの亢進により低下し、特にその低下は第2次成長期以降に顕著になると報告している。しかし、投球障害を有する症例では学童期であっても投球側と非投球側の体幹回旋の可動域に違いを認める症例を経験する。そこで、当院にて投球障害と診断された8歳から20歳までの野球選手に対し、投球側と非投球側の自動運動による体幹回旋可動域を比較検討した。さらに投球側と非投球側との体幹回旋可動域の差を年代間、その他いくつかの条件下で比較を行い、投球障害を有する野球選手の体幹回旋の可動域特性を調査したので報告する。

方 法

対象は平成25年6月から平成26年1月の期間に当院を受診した20歳以下(13.0±2.6歳)の野球選手51例とした。内訳は罹患部位が肩関節28例、肘関節23例、年代は8～12歳が16例、13～15歳が25例、16～20歳が10例、ポジションは投手が23例、野手が28例であった。

体幹回旋可動域の測定方法は、端坐位で両足接地し、両肩90°外転位、両肘屈曲位で肩峰に手指を接触させた状態を基本肢位とし、自動運動にて体幹回旋を行わせた(図

1)。その際、代償動作が生じないように十分注意して計測した。投球側と非投球側を比較し、統計処理には対応のないt検定を用いた。さらに投球側と非投球側の体幹回旋可動域の差を求め、その差を年代間(8～12歳、13～15歳、16～20歳)、罹患部位(肩関節と肘関節)、ポジション(投手と野手)で比較を行った。年代間の比較は一元配置分散分析を行い、その他の比較は対応のないt検定を用いて行った。有意水準は5%未満とした。

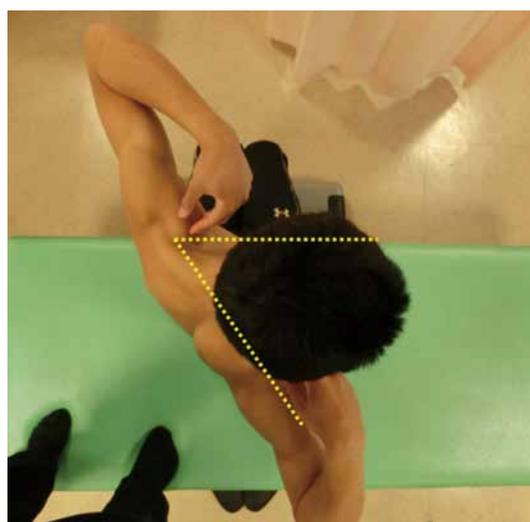


図1. 体幹回旋可動域の測定方法

結 果

投球障害と診断された野球選手51例の体幹回旋可動域において、非投球側への可動域をy軸、投球側への可動域をx軸とした散布図を作成したところ、回帰直線は投球側へ傾斜し、投球側への体幹可動性が低下していることを示した(図2)。体幹回旋の可動域は、投球側が56.0±12.7°、非投球側が63.0±11.9°であり、投球側が非投球側と比較し有意に低値を示した($p<0.01$) (図3)。年代間における体幹回旋可動域の投球側と非投球側の差は、3群間において有意差を認めなかった(図4)。また、罹患部位、ポジションでの体幹回旋可動域の差も有意差を認めなかった(図4)。

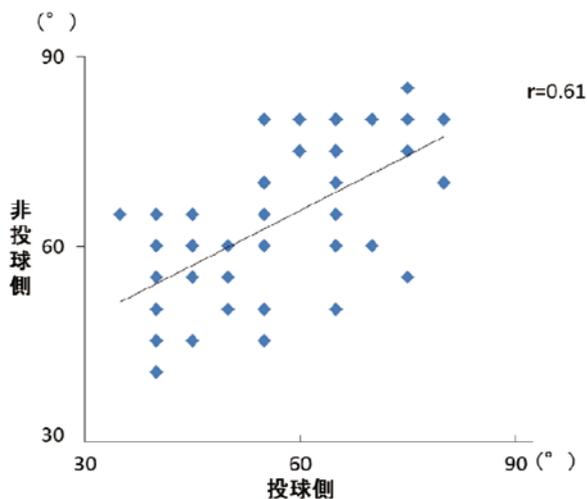


図2. 51例の体幹回旋可動域

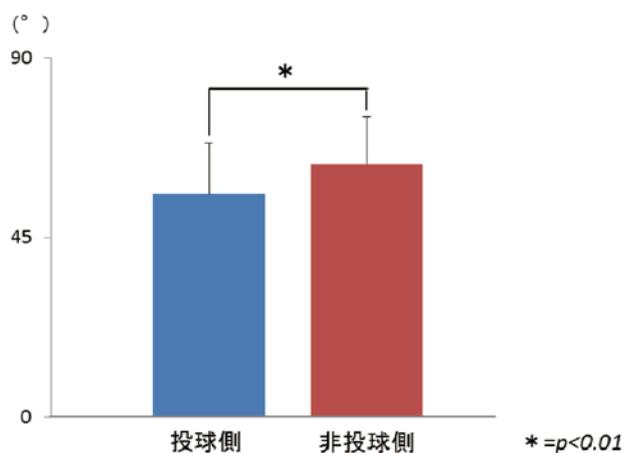


図3. 体幹回旋可動域の左右比較

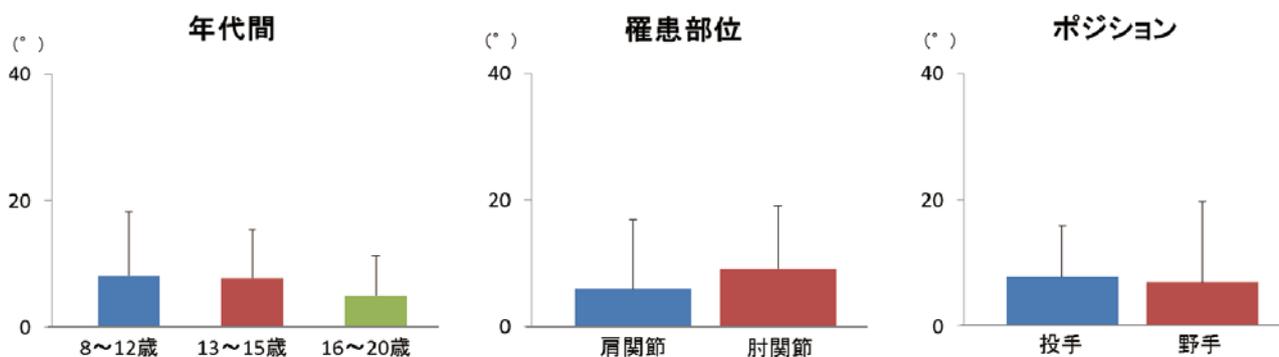


図4. 年代間, 罹患部位, ポジションの比較

考 察

投球障害と診断された野球選手の体幹回旋可動域を投球側と非投球側で比較した結果、非投球側と比べ投球側が低値を示し、投球障害を有する野球選手は投球側へ体幹回旋可動域が低下していることが示唆された。これは石原らの先行研究と同様の結果となり、石原らの研究を支持する形となった。

体幹の投球側への回旋可動域の低下は、windアップ～コッキング期の軸足上での体幹・骨盤の回旋運動が不十分となる。いわゆる体のためを作れず、早期の体重移動や体の開きに繋がる可能性がある⁶⁾。本研究の投球障害を有する野球選手において、投球側への体幹回旋の可動域低下は、軸足上での体のためを作ることを阻害し、上肢の振りに依存することで肩関節や肘関節に負荷を増大させ、投球障害を惹起したと考えられる。

また、投球側と非投球側の体幹回旋可動域の差において年代間で有意差が認められなかったことから投球側の体幹回旋の可動域低下は、8歳から20歳までどの年代でも出現することが示された。投球側の体幹回旋の可動域低下の

原因は明らかではないが、野球選手において、年齢や罹患部位、ポジションの違いに関わらず、投球側への体幹回旋の可動域低下は投球障害を惹起する可能性がある。そのため、野球選手では年代に関わらず投球側への体幹回旋の可動域低下に対する予防的介入が重要であることが示唆された。

しかし、本研究は投球障害を有する野球選手を対象に実施し、健常群との比較は行えておらず、今回の結果が競技特性である可能性も否定できない。今後、健常群と障害群の比較を行い、更なる検討をしていきたい。

ま と め

1. 投球障害を有する野球選手 51 名に対して投球側と非投球側への体幹回旋可動域を比較検討した。さらに投球側と非投球側の体幹回旋可動域の差を求め、その差を年代間、罹患部位、ポジションで比較検討した。
2. 投球障害を有する野球選手は非投球側と比較し、投球側への体幹回旋可動域の低下を認めた。
3. 投球側と非投球側の体幹回旋可動域の差は、年代間で

有意差を認めず、その他の比較でも有意差を認めなかった。

4. 投球側への体幹回旋の可動域低下は投球障害に関与する可能性が考えられ、年代に関わらず可動域低下に対する予防的介入の重要性が示唆された。

参考文献

- 1) 山口光圀ら：スポーツ障害に対する理学療法，17：76-85頁，2002，MB Med Reha.
- 2) 石原祐司ら：投球障害肩における体幹及び股関節の関節可動域の検討，九州・山口スポーツ医・科研究会誌（1345-8736）11巻33-37頁，1999.06.
- 3) 松井知之ら：頸部・胸腰部・股関節回旋角度の左右差に着目した投球障害予測，体力科学，第62巻第3号，223-226頁，2013.
- 4) Veronia J.Aragon, et al.：Trunk-rotation flexibility in collegiate softball players with or without a history of shoulder or elbow injury, J Athl Train. 2012 Sep - Oct : 47 (5) : 507 - 515.
- 5) 藤井康成ら：投球スポーツにおける体幹機能の特徴—年齢に伴う体幹のタイトネスの推移—肩関節，30巻第2号，345-348，2006.
- 6) 山野仁志ら：スポーツ傷害の理学療法，運動連鎖と理学療法，三輪書店，51-65頁，2001.

中学生野球選手における T-balance test と筋力との関連

吉田整形外科 リハビリテーション科 太田憲一郎・細居 雅敏・富川 直樹・中宿 伸哉

はじめに

投球動作は、上肢、体幹、下肢の運動連鎖を利用した全身運動である。当院では、投球障害症例に対し、疼痛を生じた肩関節、肘関節の治療のみでなく、肩甲帯機能、体幹機能、股関節機能の改善や投球動作の指導などの包括的アプローチを行っている。我々は、全身機能の評価として、T-balance test (TBT) を用いている。TBT は、スタビライゼーションに用いられているダブルアーム 90 アンクル T バー¹⁾ を応用したものであり、非投球側下肢を軸脚とし、膝関節を軽度屈曲位とし、上肢は肩甲骨面上最大挙上位をとり、側面から見て上肢、体幹、投球側下肢が水平となるように保持させる (図 1)。10 秒以上静止保持が可能な姿勢を側面及び後面より評価する。我々は、第 29 回東海北陸理学療法学会において、健常小中学生野球選手における TBT 保持姿勢と身体機能との関連を調査し、身体機能が良好な選手の方が、TBT の保持能力が高いことを報告した。また、第 19 回スポーツ傷害フォーラムにおいて、健常野球選手における TBT 保持姿勢と投球動作能力を調査し、投球動作が良好な選手の方が TBT の保持能力が高いことを報告した。さらに、第 36 回東海スポーツ傷害研究会において、小中学生投球障害症例は、同年代の健常野球選手と比較し、有意に TBT 姿勢が不良であり、

TBT が野球選手の機能および障害発生リスクに対するスクリーニング評価として有用であることを示した。しかし、理学所見においては、僧帽筋下部線維筋力以外は、側臥位体幹回旋時肩峰床面距離、背臥位での脊椎伸展による胸椎伸展可動性、SLR、Thomas テストなどの柔軟性に関する項目のみであり、筋力的な要素における検討をしていない。そこで今回、メディカルチェックで評価を行った、腹筋筋力、股関節筋力、僧帽筋筋力と TBT の関連を調査した。

方 法

対象は中学校軟式野球部に所属する健常野球選手 38 名 (年齢 13.23 ± 0.63 歳, 身長 156.03 ± 8.04 cm, 体重 44.10 ± 8.61 kg, 野球歴 3.16 ± 2.13 年) である。ポジションは、投手 4 名, 捕手 3 名, 内野手 15 名, 外野手 16 名であった。メディカルチェックとして、柔軟性評価とともに、筋力評価及び TBT を行った。全員、本研究の趣旨を理解、同意した上で参加した。TBT は、保持姿勢を説明し、10 秒以上静止保持が可能な姿勢を、側面及び後面より静止画像撮影した。側方から撮影した画像より、体幹角度 (体幹長軸と水平線がなす角度: TA)、上肢挙上角度 (体幹長軸と上腕長軸がなす角度: UEA)、股関節伸展角度 (大腿長軸と水平線がなす角度: HEA) を測定した。後方から撮影した画像より、骨盤傾斜角度 (両殿部頂点の結線と水平線がなす角度: PIA) を測定した (図 2)。測定は全て同一検者が画像処理ソフトウェア ImageJ^{2), 3)} を用いて行った。UEA は大きい方が水平に近く、TA, HEA, PIA は小さい方が水平に近くなるため、UEA から TA, HEA, PIA を引いた値を TBT-score (UEA - TA - HEA - PIA) とした。筋力評価は、両手を頭の後ろで組み、足底が離れずに起き上がれるかを確認する腹筋テスト⁴⁾、片脚で立ち、踵が上がらないように下までしゃがみ、再び片脚立ちに戻る片脚立ち上がりテスト⁵⁾、腸腰筋、大殿筋、僧帽筋下部線維に対する徒手筋力検査 (MMT) を行った。腹筋テスト、片脚立ち上がりテストは可能群と不可能群、腸腰筋筋力は 5 以上と 4 以下、大殿筋、僧帽筋下部線維筋力は 4 以上と 3 以下の 2 群に分け、前者を良好群、後者を不良群とした。各群の TBT-score 並びに内訳 (TA, UEA, HEA, PIA)

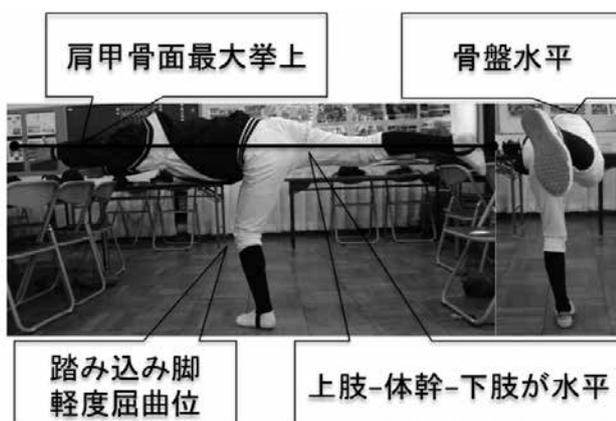


図 1. T-balance test (TBT) 肢位

を、マン・ホイットニーのU検定を用いて統計学的解析を行った（有意水準5%未満）。

結 果

38名全体では、TBT-scoreが 83.92 ± 19.76 であり、内訳は、TA 16.01 ± 6.95 、UEA 145.68 ± 8.30 、HEA 21.18 ± 9.02 、PIA 24.56 ± 9.13 であった。筋力評価は、腹筋テスト良好群21名、不良群17名、投球側片脚立ち上がりテスト良好群19名、不良群19名、非投球側片脚立ち上がりテスト良好群16名、不良群21名、投球側腸腰筋筋力良好群20名、不良群18名、非投球側腸腰筋筋力良好群13名、不良群25名、投球側大殿筋筋力良好群17名、不

良群21名、非投球側大殿筋筋力良好群17名、不良群21名、投球側僧帽筋下部線維筋力良好群14名、非投球側僧帽筋下部線維筋力良好群17名、不良群21名であった。

投球側並びに非投球側僧帽筋下部線維筋力の項目において、良好群が不良群と比較して有意に高値であった（ $p < 0.05$ ）。他の全ての項目においても、TBT-scoreは良好群が不良群と比較して高値であり、一定の傾向を示した（表1）。

考 察

我々は先行研究において、投球動作能力、前胸部や股関節周囲の柔軟性とTBTが関連しており、機能的に良好な

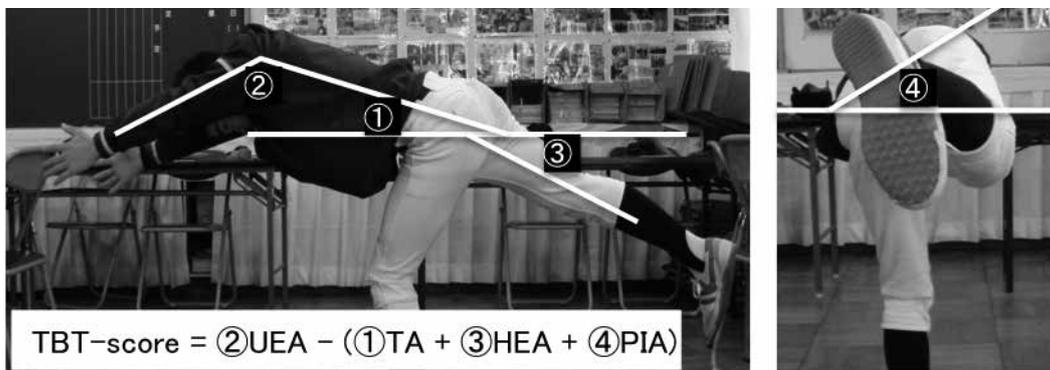


図2. TBTの測定方法

表1. 筋力テストとTBTとの関連

		TBT-score		TA		UEA		HEA		PIA	
		良好群	不良群	良好群	不良群	良好群	不良群	良好群	不良群	良好群	不良群
腹筋テスト	平均値	85.51	81.96	16.35	15.6	146.82	144.26	19.61	23.11	25.36	23.58
	標準偏差	16.3	23.73	6.11	8.06	7.49	9.23	8.03	10.02	9.87	8.31
	P値	0.32		0.74		0.4		0.35		0.53	
踏み込み脚立ち上がり	平均値	84.34	83.62	16.72	15.49	144.27	146.69	19.46	22.42	23.74	25.16
	標準偏差	19.68	20.27	6.34	7.47	9.36	7.5	9.11	8.96	7.59	10.23
	P値	0.81		0.53		0.31		0.55		0.48	
軸脚立ち上がり	平均値	85.58	82.26	16.76	15.26	145.39	145.96	19.89	22.47	23.15	25.97
	標準偏差	21.69	18.06	6.33	7.62	10.03	6.39	9.61	8.45	9.36	8.91
	P値	0.69		0.32		0.4054		0.3138		0.3891	
投球側腸腰筋筋力	平均値	89.2	78.06	15.14	16.98	147.28	143.89	18.82	23.8	24.12	25.06
	標準偏差	19.81	18.49	6.98	6.99	8.64	7.75	8.94	8.61	9.96	8.36
	P値	0.07		0.31		0.27		0.14		0.83	
非投球側腸腰筋筋力	平均値	88.31	81.64	16.55	15.73	147.12	144.92	17.74	22.97	24.53	24.58
	標準偏差	22.03	18.53	7.83	6.61	10.19	7.25	8.04	9.13	10.17	8.76
	P値	0.36		0.72		0.72		0.12		0.9	
投球側大殿筋筋力	平均値	89.47	79.43	15.18	16.69	147.86	143.91	18.7	23.18	24.5	24.61
	標準偏差	21.19	17.77	6.45	7.42	9.1	7.34	7.9	9.55	8.66	9.7
	P値	0.12		0.47		0.2		0.3		0.86	
非投球側大殿筋筋力	平均値	88.87	79.91	16.11	15.93	147.93	143.85	18.83	23.08	24.12	24.92
	標準偏差	20.64	18.54	7	7.09	9.26	7.14	9.84	8.04	8.62	9.72
	P値	0.19		0.89		0.18		0.3		0.72	
投球側僧帽筋下部筋力	平均値	93.61	78.27	16.41	15.78	149.01	143.73	17.64	23.24	21.35	26.44
	標準偏差	17.92	18.87	7.26	6.92	10.91	5.72	7.3	9.43	7.76	9.49
	P値	0.03		0.69		0.17		0.1022		0.11	
非投球側僧帽筋下部筋力	平均値	92.15	77.26	16.11	15.93	148.97	143.01	19.49	22.55	21.22	27.27
	標準偏差	18.78	18.33	6.73	7.3	8.94	6.83	10.77	7.31	8.98	8.51
	P値	0.013		0.813		0.051		0.1559		0.0546	



図3. 僧帽筋下部線維筋力とTBT

方がTBTも良好であることを報告してきた。今回、筋力評価とTBTとの関連を調査したところ、僧帽筋下部線維筋力において良好群のTBT-scoreが有意に高かった(図3)。僧帽筋下部線維を中心とした肩甲帯周囲筋力が低下すると、コッキング期から加速期において肩関節外旋トルク、肘関節外反トルクが増大し、投球障害を惹起する⁶⁾。そのため、僧帽筋下部線維筋力は投球障害を予防する上で重要な要素である。投球動作は素早い重心移動を要する動作であり、僧帽筋をその動作中にタイミング良く作用させる必要がある。TBTは非投球側下肢の股関節、膝関節を軽度屈曲位とした状態で、上肢、体幹、投球側下肢が水平となるように姿勢を保持するため、より投球動作に近い片脚バランス下での僧帽筋筋力発揮能の評価およびトレーニングに有用である可能性が示唆された。また、体幹・胸郭は骨盤上に存在しているため、体幹・胸郭の運動機能は骨盤・下肢からの影響を受ける⁷⁾。しかし本研究では、僧帽筋下部線維筋力以外の項目においては、良好群がTBT-scoreが高値であったものの、有意差は認められなかった。今後、症例数を増やし、カットオフ値の検討や、MMTではなく数値での検討、及び、背筋力や膝屈曲筋力との検討も必要であると考ええる。

まとめ

中学生野球選手の筋力とTBTとの関連を調査した。僧帽筋下部線維筋力において、筋力が大きい方が有意にTBT-scoreが良好であった。TBTは、中学生野球選手において僧帽筋下部線維筋力との関連を示し、スクリーニング評価や、投球禁止時のトレーニングなどに有用である。

参考文献

- 1) 安光達雄：STABILIZATION OFFICIAL BOOK, 142, 2007, PCY sports products, 東京
- 2) Rasband, W. S. : ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://imagej.nih.gov/ij/>, 1997 - 2012.
- 3) Schneider, C. A., Rasband, W. S., Eliceiri, K. W. : "NIH Image to ImageJ : 25 years of image analysis", Nature Methods, 9 : 671 - 675, 2012
- 4) 鈴木章：投球動作のバイオメカニクスと運動連鎖 投球フォームの基礎, 臨床スポーツ医学, 29(1) : 29 - 40, 2012
- 5) 山本利春, 村永信吾：下肢筋力が簡便に推定可能な立ち上がり能力の評価, Sportsmedicine, 41 : 38 - 40, 2002
- 6) 浜田純一郎, 藤田和樹, 遠藤和博ら：高校野球選手にみられる肩・肘障害とコンディショニング, 臨床スポーツ医学, 25 : 657 - 663, 2008
- 7) 千葉慎一：理学療法士から見た投球障害の対応, 臨床スポーツ医学, 29(1) : 95 - 99, 2012

奈良県における野球肘検診の試み

— 検診を通じたスポーツ障害に対する取り組みと継続的な組織運営について —

田北病院 リハビリテーション科	和田 哲宏
田北病院 臨床検査科	巽 志伸
畿央大学 理学療法科	福本 貴彦
宇陀市立病院 整形外科	江川 琢也
ならやまと整形外科スポーツクリニック	森本 光俊
田北病院 整形外科	田北 武彦
奈良教育大学 保健体育講座	笠次 良爾
奈良県立医科大学付属病院 整形外科	田中 康仁

はじめに

学童期の野球肘を早期発見、予防する取り組みである野球肘検診は、全国的に実施されその取り組み方も様々な形で行われている。野球肘は、学童期における特徴として骨軟骨障害が多いと言われており、検診による早期発見の有効性が注目されている²⁾。我々は平成23年2月より奈良県において野球肘検診を開始し、さらに平成24年10月にNPO法人格を取得しその取り組みを実施している。今回、第4回目となる平成25年11月に実施した野球肘検診での取り組みについて検診結果とともに今後の課題について検討した。

対 象

平成25年11月、奈良県で実施した第4回野球肘検診参加選手392名、平均年齢13.3歳、性別男性387名女性5名、平均野球歴3.5年であった。検診参加チームは32チームであった。

方 法

某市施設を利用し、同日に開催された野球大会と併設した形で実施した。検診では医師、理学療法士、臨床検査技師、アスレティックトレーナー、学生スタッフなどにより、肘の理学的所見、超音波検査、ストレッチ指導、チーム責任者への野球肘障害の啓発活動を行った。自宅や練習でも検診指導内容を実施できるようにセルフチェック、ストレッチに関するパンフレットを参加した責任者および選手に配布した。また、各チームのスポーツ障害に関する知識の状況や当法人の組織運営の参考にするためアンケートを実施した。検診においては、検診結果から異常が疑われ、医療機関の受診が望ましいと総合的に判断した選手を二次

検診対象者とした。また、外側部障害の異常者の結果に関しては、医師からチーム責任者、保護者に説明した。この際、診療情報提供書とともに検診結果表を渡し医療機関への受診を促した。医療機関を受診した選手数は、選手が受診した医療機関からのFAXによる報告を持って二次検診受診者とした。

結 果

検診により二次検診の受診が必要と判断した異常ありの選手は392名中37名(9%)であった。内訳は内側部障害26名(7%)、外側部障害11名(3%)、その内の両側部の障害は1名であった。その内24名(65%)が医療機関を受診した。外側部、内側部障害別の受診率では、外側部障害では11名中10名(91%)内側部障害では26名中14名(54%)と外側部障害異常者において高い2次検診受診率を認めた。また、第3回と外側部障害の受診率を比べても高い受診率を認めた。(図1) 検診参加チームに対するアンケート結果では、①スポーツ安全ガイドラインの存在を知っていたのは、32チーム中、10チーム(31%)であっ

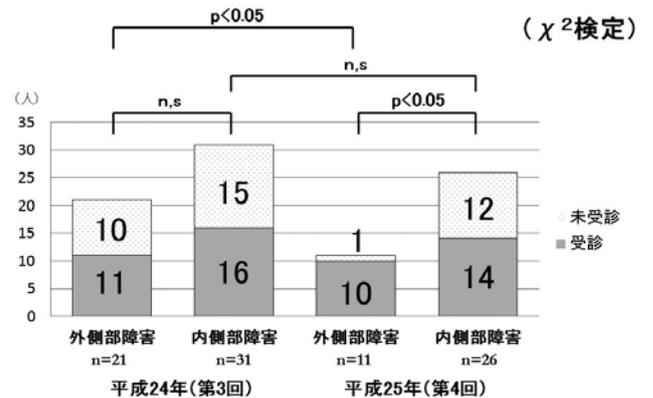


図1. 障害部位別受診率 (外側・内側) 平成24年度・25年度

た。②チーム責任者が野球障害を防ぐために重要と考えることについては32チーム中、回答を得た26チームにおいて、11チーム（42%）がケアの重要性と投げ方などの基本動作の重要性を認識していた（図2）。③法人活動に対するチーム責任者からの要望については、研修会の開催、正しい投げ方、練習現場での指導など要望があった。④受益者負担について、32チーム中24チーム（75%）は検診に対する受益者負担額について理解を示していた。

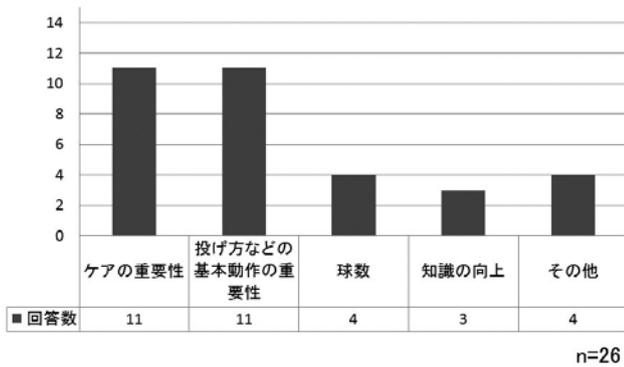


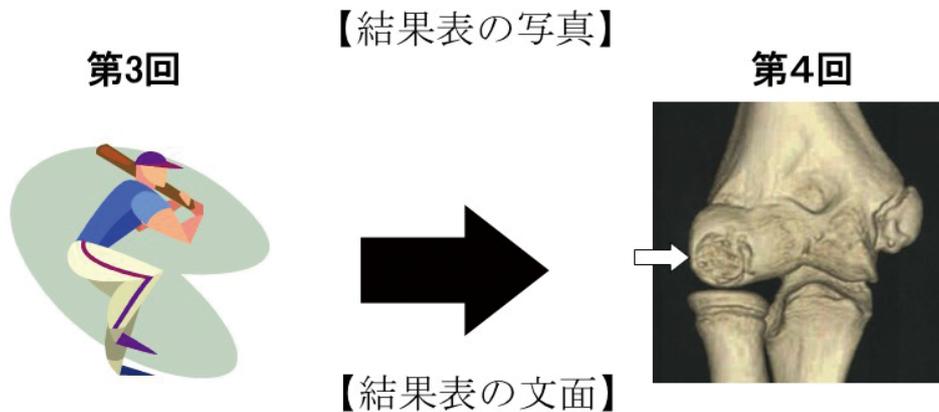
図2. チーム責任者の野球障害を防ぐために重要と考えること

考 察

我々が実施する検診は、野球肘の早期発見とともに、選手へのストレッチ指導による野球障害予防とパフォーマンスの向上、そしてチーム責任者へ障害予防の啓発を行うこ

とに重点を置いている。また検診実施後、二次検診受診が必要と判断された選手は医療機関をすみやかに受診することが望ましいと考える。船越らは、指導者や保護者への検診意義などの啓発が病院受診率を向上させる重要な因子である³⁾と述べており、今回実施の検診において外側部障害の受診率が優位に高かったことは、我々が実施したチーム責任者への野球肘障害についての詳細な説明と啓発活動が有効であったと考える。次回内側部障害に対しても受診率の向上を目的に検討する必要があると考えている。

またRosen stockらは健康信念モデルにおいて、人が健康に良いとされる行動をとるためには、「危機感」を感じ行動することがプラスになることであると述べている⁴⁾。今回、外側部障害に関する検診結果表内容を、障害状況の詳細を記した写真と文面に変更したことにより危機感を表現した（図3）。その結果、保護者に対して行動すること（受診すること）が、野球肘の悪化を防ぐ方法であると認識してもらうことにより、外側部障害の受診率向上につながった要因の一つであると考えている。今後の当事業の取り組みにおいて、今回のアンケート結果から考えると、スポーツ医学的知識を各チーム責任者や野球団体に対して啓発することで、知識や情報を提供・共有する場を作り、選手がプレーしている現場に医療スタッフが介入するシステムを作ることが重要であると考えている。そのためには、受益者負担や法人格取得のメリットを生かし、協賛企業を募り事業実施のための収入を確保することが大変重要であると考えている。



Sもしくは**A**の方→超音波検査にて何らかの異常所見を認め、その部位に炎症などの所見も同時に認められます。病院・医院でのX線撮影を含む精密検査、治療を受けて頂くことを**強く**お勧めさせていただきます。尚、医療機関受診の際には同封の診療情報提供書をご持参頂きますようお願い致します。
特に**S**の方は肘外側の骨軟骨の障害の可能性があり、時として手術を必要とすることから特に医療機関への受診をお勧めさせていただきます。

Sの方→一般的に100人の選手中1人～2人位の確率で認められることが分かっています。当初は自覚症状に乏しいのですが、重度になり初めて痛みが出現することが分かっており重篤な場合は肘関節に大きな障害を残す可能性があります。病院・医院でのX線撮影を含む精密検査、治療を受けて頂くことを**非常に強く**お勧めさせていただきます。
Aの方→超音波検査にて肘内側に異常所見を認め、その部位に炎症等の所見を認めます。現時点で・・・病院・医院でのX線撮影を含む精密検査、治療を受けて頂くことをお勧めさせていただきます。

図3. 結果表の変更

まとめ

奈良県内の少年野球選手に対し野球肘検診を実施した。外側部障害では11名中10名、91%が2次検診を受診し高い二次検診受診率であった。外側部障害の高い二次検診受診率は、チーム責任者への啓発活動と検診結果表の工夫であった。今後、野球団体や各チームとスポーツ障害の知識や情報を共有し、医療スタッフがスポーツ現場に介入することが重要である。

参考文献

- 1) 松浦哲也ほか：野球・サッカーを対象とした野外検診の成果と課題—徳島県—。臨床スポーツ医学, VOL. 26, NO. 2 183～187, 2009
- 2) 松浦哲也ほか：少年野球選手の肘関節骨軟骨障害の現状。日本肘関節研究会雑誌, 10, (1), 27～28, 2003
- 3) 船越忠直ほか：超音波を用いた少年野球肘検診—病院受診率向上のために—。北海道整形災害外科学会雑誌, VOL. 55, NO. 1 123～124, 2013
- 4) 松本千明：医療・保健スタッフのための健康行動理論の基礎。生活習慣病を中心に, 2002

『機能的』テーピングの試み —動揺性制御とバランス能維持を尺度とした検討—

関西医療大学 スポーツ医科学研究センター（整形外科） 増田 研一
ニチバン株式会社 メディカル開発部 岡井 和久・磯部 一樹・丹羽 勝久

緒 言

足関節捻挫はスポーツ現場に於いて発生頻度が非常に高く、その再発予防などを目的としてテーピングはごく日常的に施行されているが、特に亜急性期／慢性期では目的が不明瞭で漫然と行われているのが実情である。また使用テープもエビデンスに乏しいものが往々にして認められる。

今回（サッカー／フットサル選手がテーピングの目的とすることの多い）物理的動揺性とバランス能維持の2点に着目してテーピングの効果、言い換えれば使用目的に応じた思考の可能性を検討した。

目 的

3種類のテープを用いた足関節テーピングに関して、物理的動揺性とバランス能維持に及ぼす効果を検討し、さらに自覚評価との関係を調査すること。

方 法

1. 対 象

過去2か月以内に3週間以上練習を休む程度の足関節外傷の既往の無い男性アマチュア・サッカー選手10名10足関節（利き手と反対側、軸足と仮定）と設定した。

2. テーピング方法

筆者が過去7シーズンにフットサル日本代表および日本フットサルリーグ（Fリーグ）所属の某チームに帯同したのべ1121日間に施行したテーピング内容を参考にして、50mm幅の一般的キネシオタイプテープ（以下普通『セラポア』）、50mm幅の強粘着キネシオタイプテープ（以下強粘着『セラポア』）、50mm幅の不織布タイプテープ（以下不織『ソフポア』）を用いてヒールロックを外側／内側各2回施行を選択した。

普遍的なホワイトテープや厚手の伸縮テープを使用する機会が比較的少なかったのは、足関節の生理的運動性をより温存することが望ましいとされる競技特性によると考えた。

バイアスを最小限にするため、テーピング施行時に対象

はブラインドにした。また、テーピング施行者は全て同一である。

3. 測定項目

物理的動揺性の指標として、①超音波画像診断装置（GE社N300）を用いた前方引き出しテスト：脛骨／距骨間距離（mm）を採用した。具体的には仰臥位で足関節中間位にて5kg重錘負荷をかけて測定した。

続いてバランス能維持の指標としては、下地らの報告¹⁾を参考にして②閉眼片脚起立時間（秒）、③重心動揺計（アニマ社A-100）を用いた20秒間の重心移動距離（cm）を採用した。①と②はピッチサイドにても測定可能な項目で、直ちにフィードバックできる点が有用と考えた。また予備検討として、3項目とも5回連続測定して変動係数が10%を超えた場合は対象より除外した。

これら3項目をテーピング施行前／施行直後／20分のゲーム（外的気候要因としてABGT値は同一域であることを確認した）後の3回各々測定した。また参考として④自覚評価（物理的動揺性制御とバランス能維持に関するVAS：0～10点）を併せて比較検討した。有意差についてはWilcoxon検定を用い、危険率5%で有意と判定した。

結 果

1. 物理的動揺性（脛骨／距骨間距離）

対照（テーピング無し）：12.6±1.3 → 13.7±1.4、普通：11.6±1.8 → 7.2±1.8 → 8.6±1.3、強粘着：11.5±1.0 → 6.5±1.4 → 8.1±2.2、不織：12.0±1.9 → 7.9±1.8 → 9.3±1.9 [いずれもテーピング施行前→テーピング直後→運動後・以下同様、単位：mm] となり、3種のテーピングいずれの場合も物理的動揺性（脛骨／距骨間距離）は有意に制御され、運動後もある程度維持されていた。その中で強粘着テープ使用の場合が最も優れている傾向にあった（図1）。

2. バランス能維持（閉眼片脚起立時間、重心移動距離）

前者は対照：29.0±17.0 → 25.9±24.7、普通：28.4±15.5 → 48.6±20.9 → 42.6±14.6、強粘着：29.7±12.4 → 43.3±23.3 → 43.4±14.7、不織：30.5±10.3 → 52.4±24.2 →

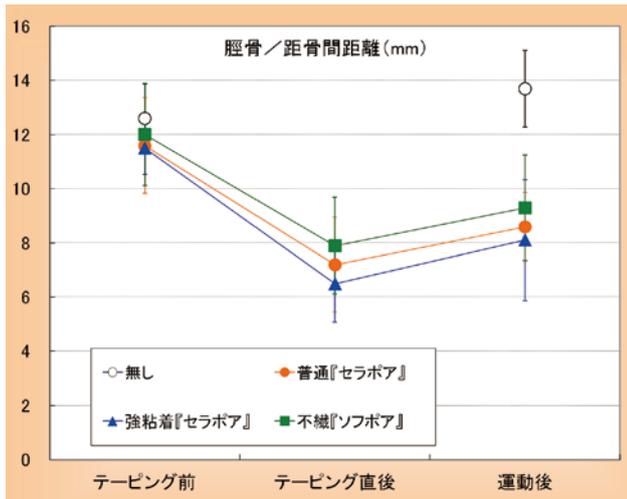


図1.

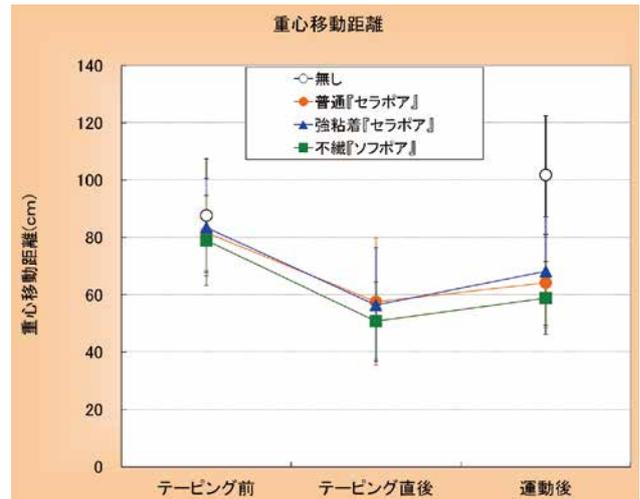


図2.

46.7±16.7, 単位:秒, 後者は対照:87.7±19.8 → 101.8±20.7, 普通:81.6±13.2 → 57.6±22.2 → 64.2±15.9, 強粘着:83.5±17.0 → 58.5±19.9 → 68.2±18.9, 不織:78.9±15.7 → 50.9±13.5 → 58.9±12.7, 単位:mmとなり(図2), 両尺度で3種のテーピングいずれの場合もバランス能は改善され, 運動後もある程度維持されていた. その中で不織タイプテープ使用の場合が最も優れている傾向にあった.

3. 対象の自覚評価

動揺性制御は普通:7.9±0.5, 強粘着:8.3±0.6, 不織:7.6±0.9, バランス能維持は普通:8.1±0.5, 強粘着:8.1±0.6, 不織:8.7±0.5, 単位:点となり, 総じて動揺性制御に関しては強粘着テープ, バランス能維持については不織テープ使用の評価が高い傾向にあった(図3).

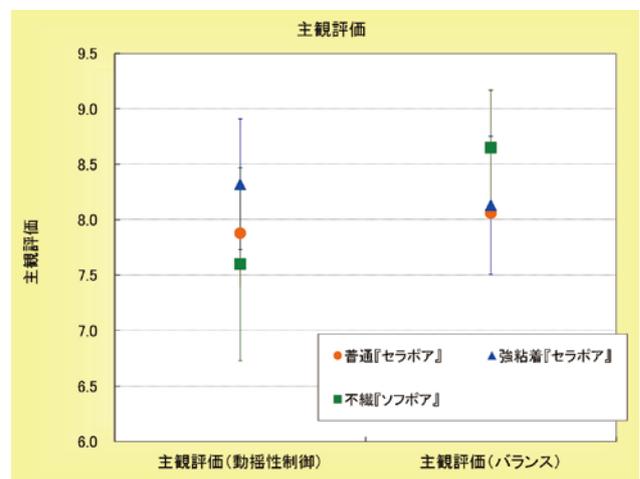


図3.

考 察

前述の如く足関節傷害に対しテーピングはスポーツ活動に広く用いられているが, その効果判定基準は明確化されていると言えない.

Karlssonらは機能的不安定性を有する足関節に於いて, テーピングを施行することによって動的制御機構である腓骨筋の反応時間が有意に短縮していることを報告しているが²⁾, 鳥らはテーピングおよびブレースの装着は長腓骨筋の反応時間を遅延させたと報告している³⁾. この結果の差に関して鳥らは対象の傷害レベルの差に起因すると述べており, 固有受容器の機能が再教育されたためと解説している. したがってテーピングの効果を示す尺度として使用可能と考えている.

今回の検討ではピッチサイドで施行可能な尺度(超音波画像診断機器を用いた物理的動揺性とバランス維持能)を予備調査から考案して調査したが, 自覚的な評価とも相

まって, 使用するテープの種類から目的をある程度限定して, 例えば動揺性制御→強粘着テープ, バランス能維持→(各方向に伸張性を有する)不織テープをセレクトするなど, 機能的/客観的にテーピングを施行可能であることが示唆された.

参考文献

- 1) 下地達朗ほか: ロングバイル人工芝ピッチにおけるスポーツ傷害と対策:2-足関節捻挫-, 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌, 18, 39-40, 2008
- 2) Karlsson J, Andreasson GO: The effect of external ankle support in chronic lateral ankle joint instability: an electromyographic study. Am. J. Sports Med., 20: 257-261, 1992.
- 3) 鳥典広ほか: 足関節テーピングとブレースの装着が内反ストレスに対する腓骨筋の反応時間に及ぼす影響, 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌, 9: 37-38, 1999

足部横アーチ変化の測定方法の検討

貴島病院本院付属クリニック	藤高 紘平
たちいり整形外科 リハビリテーション科	藤竹 俊輔
豊中渡辺病院 リハビリテーション科	来田 晃幸
神戸大学大学院 人間発達環境学研究科	岸本 恵一
大阪河崎リハビリテーション大学	橋本 雅至
大阪産業大学 人間環境学部スポーツ健康学科	大槻 伸吾
(医) 貴島会 貴島病院本院	大久保 衛
奈良県立医科大学 スポーツ医学講座	熊井 司
奈良県立医科大学 整形外科教室	田中 康仁

はじめに

スポーツ障害はスポーツ活動による過用を基盤に、身体的要因、環境的要因、トレーニング要因によって発生するという報告が散見される¹⁾。その中で、足部スポーツ障害の発生は足部アーチとの関連性も認められている²⁾。足部アーチは荷重による衝撃や重心移動により変化すると報告されている³⁾。そのため、足部アーチに対する評価や治療を実施する際に、足部内側縦アーチにおいては体表からでも定量的な評価方法を用いられるが、足部横アーチにおいては主観的な評価を用いられることが多い。

そこで、足部横アーチを3次元的に測定したものと、体表から足部の形状を測定したものとを比較を行い、両者の相関関係を検討した。

対 象

対象は健常大学男子サッカー選手20名(年齢 20.0 ± 0.8 歳, 身長 172.6 ± 5.4 cm, 体重 67.6 ± 4.6 kg)の20足とした。本研究を行うに際し、ヘルシンキ宣言に則りチームにおけるスタッフおよび選手に説明し同意を得て行った。

方 法

Amfitシステムを使用して足部横アーチを3次元的に測定したものと、電子ノギスにて足部の形状を測定したものとを相関関係を検討した。測定足は対象の非利き足側(利き足を対象自身がサッカー競技中に好んでボールキックを行う側の足とする)とした。

(1) Amfitシステムによる足部横アーチの測定

測定肢位は自然立位と座位とした(図1-a)。Amfitシステム(Amfit 7M, 株式会社アシックス)は、機器に足

部を設置し、縦方向に36本、横方向に16本配置されたピンが上昇することで、足底面の形状を3次元的に測定する機器である。

測定する際に、足底を設置させ、下からピンが上昇してきた時に第1中足骨頭内側と第5中足骨頭外側、第2趾先端と踵部後縁にあたる箇所のピンにマーキングを行い、足底面の形状を測定した。

足底面の3次元的に測定したデータから、第1中足骨頭と第5中足骨頭、第2趾先端と踵部後縁のマーキングした部位を直線で結び、その2つの直線が交わった点の足底面からの高さを計測した。2つの直線が交わった点の足底面からの高さから、第1中足骨頭と第5中足骨頭の直線上の足底面からの高さの最小値を引いて横アーチ高とした(図1-b)。

(2) 電子ノギスによる測定

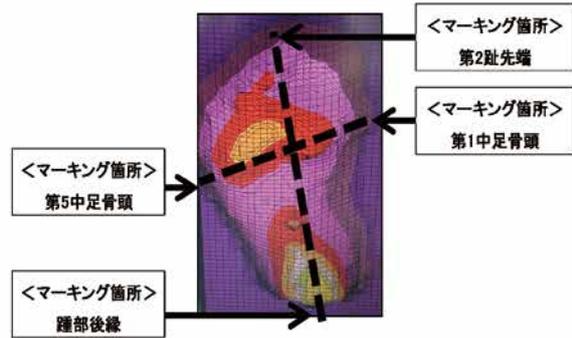
測定肢位は自然立位と座位とし、前足部の足幅(以下、前足部足幅(図1-c))、中足部の足幅(以下、中足部足幅(図1-d))、中足部の足背の高さ(以下、中足部足背高(図1-e))を電子ノギスにて測定した。中足部足背高と中足部足幅は、足長の50%の位置で床から足背の高さと足幅を計測した。前足部足幅は第1中足骨頭内側縁から第5中足骨頭外側縁までの距離を計測した。

(3) 算出項目

Amfitシステム測定によって得られた、座位時の足部横アーチ高から立位時の足部横アーチ高を引いて足部横アーチ変化量を算出した。また、電子ノギスの測定で得られたデータから、中足部幅変化量(座位時の中足部幅から立位時の中足部幅を引いて算出)、中足背高変化量(座位時の中足背高から立位時の中足背高を引いて算出)、前足部幅変化量(座位時の前足部幅から立位時の前足部幅を引いて算出)を算出した。



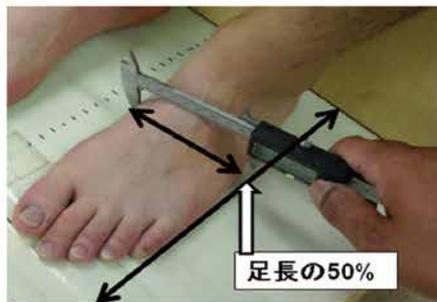
(a) Amfit 測定



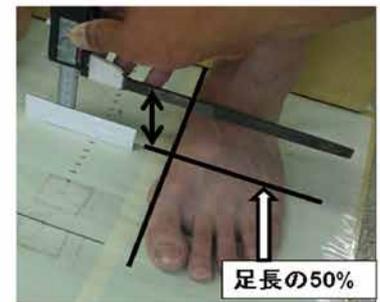
(b) Amfit 測定 の マーキング 箇所



(c) 前足部幅測定

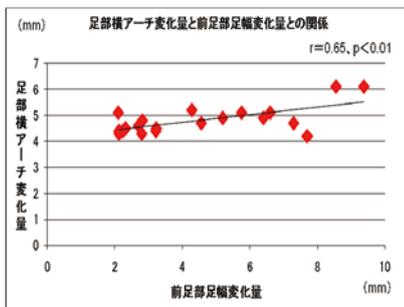


(d) 中足部幅測定

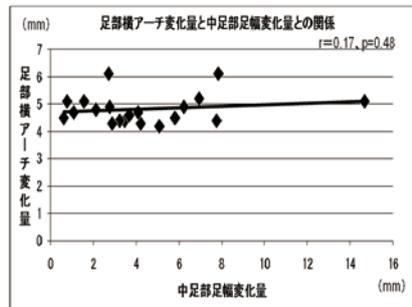


(e) 中足部足背高測定

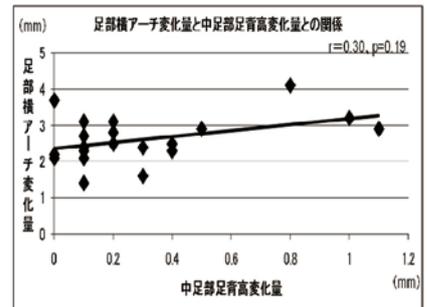
図1. 測定項目



(a) 前足部足幅変化量との関係



(b) 中足部足幅変化量との関係



(c) 中足部足背高変化量との関係

図2. 足部横アーチ変化量と電子ノギスによる測定項目との相関関係

(4) 統計学的分析

足部横アーチ変化量と、電子ノギス測定による前足部足幅変化量、中足部足背高変化量、中足部足幅変化量とのピアソンの相関係数を求めた。統計解析にはSPSS ver11.0を用い、検定の有意水準を5%未満とした。

結 果

足部横アーチ変化量は前足部足幅変化量 ($r=0.65$, $p < 0.01$) に有意な正の相関を認めた (図2 - a)。足部横アーチ変化量は中足部足幅変化量 ($r=0.17$, $p=0.48$)、中足背高変化量 ($r=0.30$, $p=0.19$) において統計学的に有意な相関関係は認められなかった (図2 - b, 図2 - c)。

考 察

足部横アーチ変化量は前足部幅変化量に正の相関関係を認めた。足部横アーチの変化を計測し、その変化に影響を与える因子について検討した報告⁴⁾はあるが、本研究のように実際の足部横アーチと体表からの測定項目との関連を調査した報告は、われわれが掌握した限り認められない。

足部横アーチは足部遠位側より、第1中足骨頭から第5中足骨頭にかけてのアーチ (以下、第1～第5アーチ)、楔状骨から立方骨にかけてのアーチ (以下、楔～立アーチ)、舟状骨から立方骨にかけてのアーチ (以下、舟～立

アーチ)に分けることができる⁵⁾。第1～第5アーチは、足部に荷重負荷を加えた際に、第2中足骨を中心に第1中足骨と第5中足骨が両側に開きアーチが低下し全ての中足骨頭が地面に接する⁵⁾。楔～立アーチと舟～立アーチの足部に荷重負荷を加えた際の変化は、楔状骨や舟状骨が立方骨上を内側下方に動くことでアーチが低下する⁵⁾。そのため、第1～第5アーチの方が、アーチの変化をもたらす骨と骨の連結箇所が、楔～立アーチや舟～立アーチよりも多い。また、第1～第5アーチは比較的弱い骨間中足靭帯と母趾内転筋横頭によって連結されている。楔～立アーチは骨間靭帯、足底靭帯、長腓骨筋腱、舟～立アーチは骨間靭帯と後脛骨筋によって連結されている。そのため、楔～立アーチ、舟～立アーチは比較的堅固であり⁵⁾、第1～第5アーチの方がアーチを構成する骨と骨の連結箇所も多いため、アーチの変化が大きいと考えられる。よって、第1～第5アーチはアーチの変化が大きいことで、自然立位や座位といった荷重量の影響を受けやすいと考えられる。

足長の50%の箇所においては、足部内側に母趾外転筋や長母趾屈筋、足部外側に小趾外転筋が認められる⁵⁾。そのため、電子ノギスの測定において、第1中足骨頭内側や第5中足骨頭外側を測定箇所にする方が、足長の50%の箇所を測定するよりも、軟部組織の影響は少ないと考えられる。

以上のことから、第1～第5アーチのアーチの変化が大

きく、前足部(第1中足骨頭内側や第5中足骨頭外側)の測定箇所の軟部組織が少ないため、足部横アーチの変化を評価するには、前足部足幅の変化を測定することが有用であると考えられた。

本研究の限界としては、Amfitシステムは足底面の形状を3次元で測定する機器であるため、軟部組織を含めた足部アーチを測定するのに有用であるが、実際の骨の位置関係を測定することは困難である。

よって、臨床場面で足部横アーチの変化を体表から評価するには、前足部足幅の変化を測定することが有用であると考えられた。

参考文献

- 1) Bahr R et al : Understanding injury mechanisms : a key component of preventing injuries in sport, Br J Sports Med, 39 (6) : 324-329, 2005.
- 2) 藤高敏平ほか：大学サッカー選手における足部形態とスポーツ傷害の関係、関西臨床スポーツ医・科学研究会誌, 17 : 17-19, 2007.
- 3) 鈴木良平：足のバイオメカニクスと歩行解析, 日整会誌, 65 : 75-86, 1987.
- 4) 山口善久ほか：歩行時における足横アーチの動的変化, 整形外科と災害外科, 40 (2) : 789-794, 1991.
- 5) Kapandji IA : カパンディ関節の生理学Ⅱ 下肢 原著第5版, pp 226-229, 1988, 医歯薬出版, 東京.

成長期円板状半月板損傷に対する 鏡視下亜全切除術と形成切除縫合術との短期成績比較

兵庫医科大学 整形外科 井石 智也・中山 寛・柏 薫里・吉矢 晋一

はじめに

円板状半月板 (discoid) 損傷に対する手術においては、亜全切除になることが多いが、成長期に半月板を切除することで起こる問題点も指摘されている¹⁾。近年では、外周縁断裂を伴う場合に形成切除と縫合術を併用した形成切除縫合術が試みられている²⁾。しかし成長期 discoid 損傷の切除術と形成切除縫合術の術後成績を比較検討した報告は少ない。

目 的

成長期 discoid 損傷に対して行なった、亜全切除術と形成切除縫合術の短期術後成績を比較・検討することである。

対象と方法

当科にて術後1年以上の経過観察が可能であった成長期 discoid 損傷に対し、鏡視下亜全切除術を行なった21膝、鏡視下形成切除縫合術を行なった9膝を対象とした。亜全切除群は男性12例、女性9例、平均年齢11.6±3.0歳(4歳~15歳)、discoidのtypeは完全型が19膝、不完全型が2膝、術後平均経過観察期間は27.8ヶ月(14ヶ月~36ヶ月)であった。形成切除縫合群は男性3例、女性6例、平均年齢13.6±1.6歳(12歳~16歳)、discoidのtypeは完全型が7膝、不完全型が2膝であった。術後平均経過観察期間は12.2ヶ月(12ヶ月~14ヶ月)であった(表1)。後療法に関しては、亜全切除後は術翌日より荷重、ROM訓練を開始。術後2ヶ月でランニングを許可、術後4か月でスポーツ復帰を許可した。形成切除縫合術後は術後3週までは伸展位固定、非荷重とした。術後4週より全荷重を許可、3~4ヶ月でランニングを許可、6ヶ月でスポーツ復帰とした(表2)。評価項目は手術時間、術前と術後1年時のLysholm score、Tegner activity score、スポーツ復帰率、単純レントゲンでのRosenberg撮影にて計測した外側関節裂隙とした。

表1. 両群の内訳

	亜全切除群	形成切除縫合群
男性	12例	3例
女性	9例	6例
平均年齢	11.6±2.9歳	13.5±1.6歳
完全型 Discoid	19膝	7膝
不完全型 discoid	2膝	2膝
経過観察期間	27.8±9.5ヶ月	12.2±1.6ヶ月

表2. 両群の後療法

	亜全切除群	形成切除縫合群
荷重,ROM	翌日	3週
ランニング	2ヶ月	3ヶ月
スポーツ復帰	3-4ヶ月	6ヶ月

結 果

手術時間は亜全切除群が平均71.6±6.8分、形成切除縫合群が平均88.4±17.1分であった。Lysholm scoreは亜全切除群が術前平均78.9±2.1、術後1年時平均94.0±7.1であった。形成切除縫合群は術前平均78.6±4.8、術後1年時平均93.6±4.3であった(図1)。Tegner activity scoreは亜全切除群が術前平均6.0±0.6、術後1年時平均5.8±0.6であった。形成切除縫合群は術前平均と術後1年時平均共に6.0±0.7であった(図2)。受傷前のスポーツレベルへの復帰率は亜全切除群が80.1%、形成切除縫合群が100%であった。外側関節裂隙は、亜全切除群が術前平均6.7±1.6mm、術後1年時平均4.4±1.5mm、1年間での減少値は平均2.2±1.0mm、形成切除縫合群は術前平均6.4±1.1mm、術後1年時平均4.3±0.5mmで1年間での減少値は平均2.3±1.2mmであった(図3)。

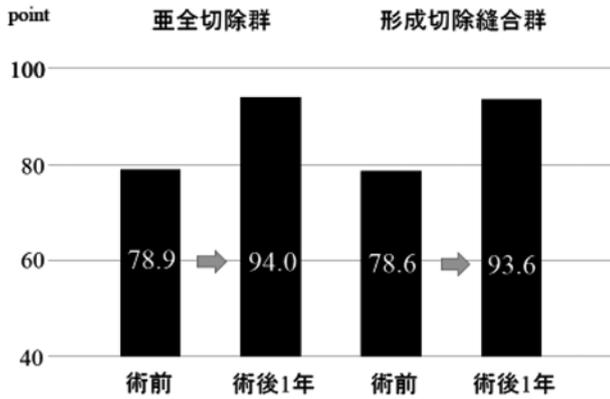


図1. Lysholm score

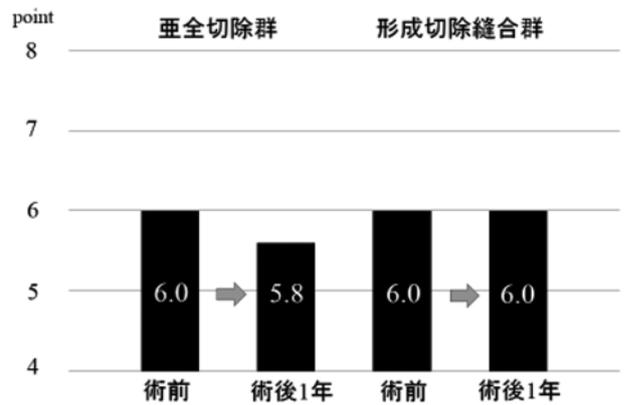


図2. Tegner activity score

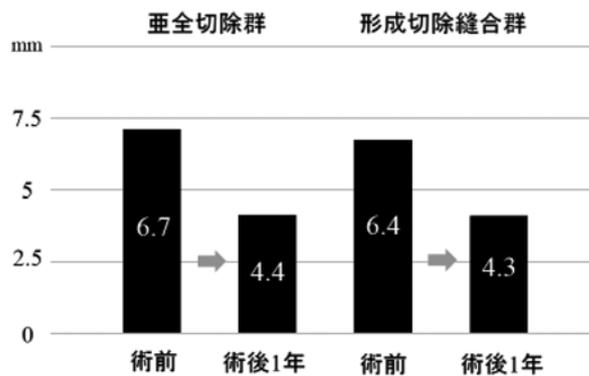


図3. 外側関節裂隙間距離

考 察

Discoid 損傷の治療は従来形成切除術が行われていたが、残存半月板の再断裂の可能性から現在までは亜全切除術が行われてきた^{1),3)}。これまでの報告では亜全切除術の成績は70%から80%で良好であったと報告されている^{4),5)}。今回の我々の調査でも、亜全切除術群と形成切除縫合群の機能的予後に有意差はなく、両群とも良好な成績であっ

た。また、術後1年時での関節裂隙の狭小化の進行も両群間に有意差は認めない結果となった。しかし合併症として、亜全切除群では術後3～4年の経過で離断性骨軟骨炎(OCD)の発生を3例(14%)認めていた(図4)。Mizutaraらの報告ではDiscoid 亜全切除後に3年から5年の経過で6膝(8.8%)にOCDが発生したと報告しており、Raberらは2膝(11.8%)にOCDの発生を認めたと報告している^{1),4)}。



図4. 術後2年10ヶ月で発生した大腿骨外顆離断性骨軟骨炎

近年では形成切除に加え、不安定性があれば縫合術を追加する方法が報告されており、良好な成績が報告されている²⁾。

本研究においても、術後短期ではあるが形成切除縫合の機能的予後は良好であった。加えて当科では2012年から2014年5月までに13膝に再鏡視を施行しており、11膝(84%)で半月板の癒合が良好である事を確認している(図5a, b, c)。しかし術後経過観察期間が短いことから、より長い経過観察が必要であると考え。



図5a. 前～中節の辺縁部断裂



図5b. 形成切除縫合



図5c. 術後4ヶ月再鏡視所見(縫合部の治癒を認める)

まとめ

1. Discoid 亜全切除術後と形成切除縫合術後の短期成績を比較検討した。
2. 亜全切除術群、形成切除縫合術後群ともに短期成績は良好な成績であった。しかし、亜全切除術後3年の経過で3例のOCDの発生を認めた。

参考文献

- 1) Mizuta H. et al. : Osteochondritis Dissecans of the Lateral Femoral Condyle Following Total Resection of the Discoid Lateral Meniscus. *Arthroscopy*. 17 (6) : 608 - 612, 2001
- 2) Ahn JH. et al. : Arthroscopic Partial Meniscectomy With Repair of the Peripheral Tear for Symptomatic Discoid Lateral Meniscus in Children : Results of Minimum 2 Years of Follow-up. *Arthroscopy*. 24 (6) : 888 - 898, 2008.
- 3) Fujikawa K. et al. : Partial resection of the discoid meniscus in the child's knee. *J Bone Joint Surg Am*. 63 (3) : 391 - 5.
- 4) Rober DA. et al. : Discoid lateral meniscus in children. Long-term follow-up after total meniscectomy. *J Bone Joint Surg Am*. 80 (11) : 1579 - 86, 1998.
- 5) Washington ER. et al. : Discoid lateral meniscus in children. Long-term follow-up after excision. *J Bone Joint Surg Am*. 77 (9) : 1357 - 61, 1995.

成人女性腰痛患者におけるクラウス・ウェーバーテスト 変法大阪市大方式とJOABPEQとの相関について

ダイナミックスポーツ医学研究所
大阪産業大学 人間環境学部スポーツ健康学科
大阪産業大学大学院 人間環境学研究科
貴島病院本院

春名 了輔・杉本 拓也・柳田 育久・大久保 衛
大槻 伸吾
杉本 拓也
大久保 衛

目 的

腰部疾患を有している患者に対して、当院では脊柱機能評価としてクラウス・ウェーバーテスト変法大阪市大方式（以下KWテスト）を実施してきた（図1）¹⁾。他方、日本整形外科学会では、従来のJOA スコアを改訂し、国際的に通用する評価基準とすることを目的として、痛み、機能、社会生活、心理についての項目からなる、日本整形外科学会腰痛評価質問票（以下JOABPEQ）が用いられている²⁾。今回、当院が従来から用いていたKWテストと、JOABPEQ の関係性を検討した。

対 象

腰痛を主訴として当科を受診した成人女性 33 名（平均年齢：48.8 歳 ± 14.3 歳 期間：2013 年 10 月～2014 年 5 月）を対象とした。

疾患別では非特異的腰痛症 13 例（39.4%）、変形性腰椎症 14 例（42.4%）、腰椎椎間板症 4 例（12.1%）、股関節機能低下による体幹機能障害 1 例（3.0%）、腰部打撲症 1 例（3.0%）となっている。

				評点	
腹筋群 (強さ)	1	支持なし 5点 支持有り 4点 (完全に起上る)	3点 腰椎が完全に床から離れる 2点 肩甲骨より上が床から離れる 1点 頸より上が床から離れる	/ 5	
	3	支持なし 5点 支持有り 4点 (完全に起上る)	3点 腰椎が完全に床から離れる 2点 肩甲骨より上が床から離れる 1点 頸より上が床から離れる	/ 5	
腹筋群	1	支持	60秒保持 (背を丸めて視線はつま先へ)	60秒以上 6点 59秒以下 5点 49秒以下 4点 39秒以下 3点 29秒以下 2点 19秒以下 1点 9秒以下 0点	/ 6
	2	25°	60秒保持 (膝を曲げないように)	60秒以上 6点 59秒以下 5点 49秒以下 4点 39秒以下 3点 29秒以下 2点 19秒以下 1点 9秒以下 0点	/ 6
	3	支持	60秒保持 (背を丸めて視線は膝へ)	60秒以上 6点 59秒以下 5点 49秒以下 4点 39秒以下 3点 29秒以下 2点 19秒以下 1点 9秒以下 0点	/ 6
背筋群	4	支持	60秒保持	60秒以上 6点 59秒以下 5点 49秒以下 4点 39秒以下 3点 29秒以下 2点 19秒以下 1点 9秒以下 0点	/ 6
	5	25° 大腿部より挙上	60秒保持 (膝を曲げないように)	60秒以上 6点 59秒以下 5点 49秒以下 4点 39秒以下 3点 29秒以下 2点 19秒以下 1点 9秒以下 0点	/ 6
		合計点		/ 40	

図1. クラウス・ウェーバーテスト変法大阪市大方式

腹筋群と背筋群の7種目を実施する40点満点のテストである。

持久力テストは9秒以下で0点となり、10秒経過ごとに1点追加されていき、60秒以上保持で6点となる。各種目間の休憩は1分間とした。

方 法

対象に対して、KWテスト実施前にJOABPEQに自己記入させた。その後、KWテストを実施し得点を算出し、JOABPEQとKWテストの各項目間関係を検討した。JOABPEQのアンケート結果の数値化は、JOABPEQの各質問の数字を入力すれば5項目の得点の計算をコンピューター上で行うシステムを使用した(図2)²⁾。統計処理はSpearmanの順位相関係数を用い、有意水準を5%未満とした。

結 果

KWテスト合計点数と、JOABPEQ項目の歩行機能障害点数、社会生活障害点数、心理的障害点数との間に、正の相関を認めた(表1)。

さらに、KWテスト合計点数を、瞬発力合計点数と持久力合計点数に分けて比較した。瞬発力合計点数と、JOABPEQ項目の歩行機能障害点数との間に正の相関が認められた。持久力合計点数と、JOABPEQ項目の歩行機能

障害点数、社会生活障害点数、心理的障害点数との間に正の相関が認められた(表1)。

また、持久力合計点数を、腹筋持久力合計点数と背筋持久力合計点数に分けて比較した。腹筋持久力合計点数では、JOABPEQ項目の疼痛関連障害点数、歩行機能障害点数、社会生活障害点数、心理的障害点数との間に正の相関が認められた(表1)。背筋持久力合計点数では、JOABPEQ項目とは有意な相関が認められなかった。

考 察

川上³⁾は、JOABPEQは患者立脚型の評価法であり、医療者側のバイアスが入りにくい多施設研究の評価法として有用で、治療法に意見の一致をみない腰椎疾患に対して、最も妥当な治療は何かを検証することができるツールになり得る、と述べている。このことから、JOABPEQが臨床評価として有用である。

KWテストとJOABPEQとの関係を検討した結果、KWテスト合計点数とJOABPEQ項目の点数との間に、正の相関を認める項目が多かった。KWテスト合計点数を、瞬発

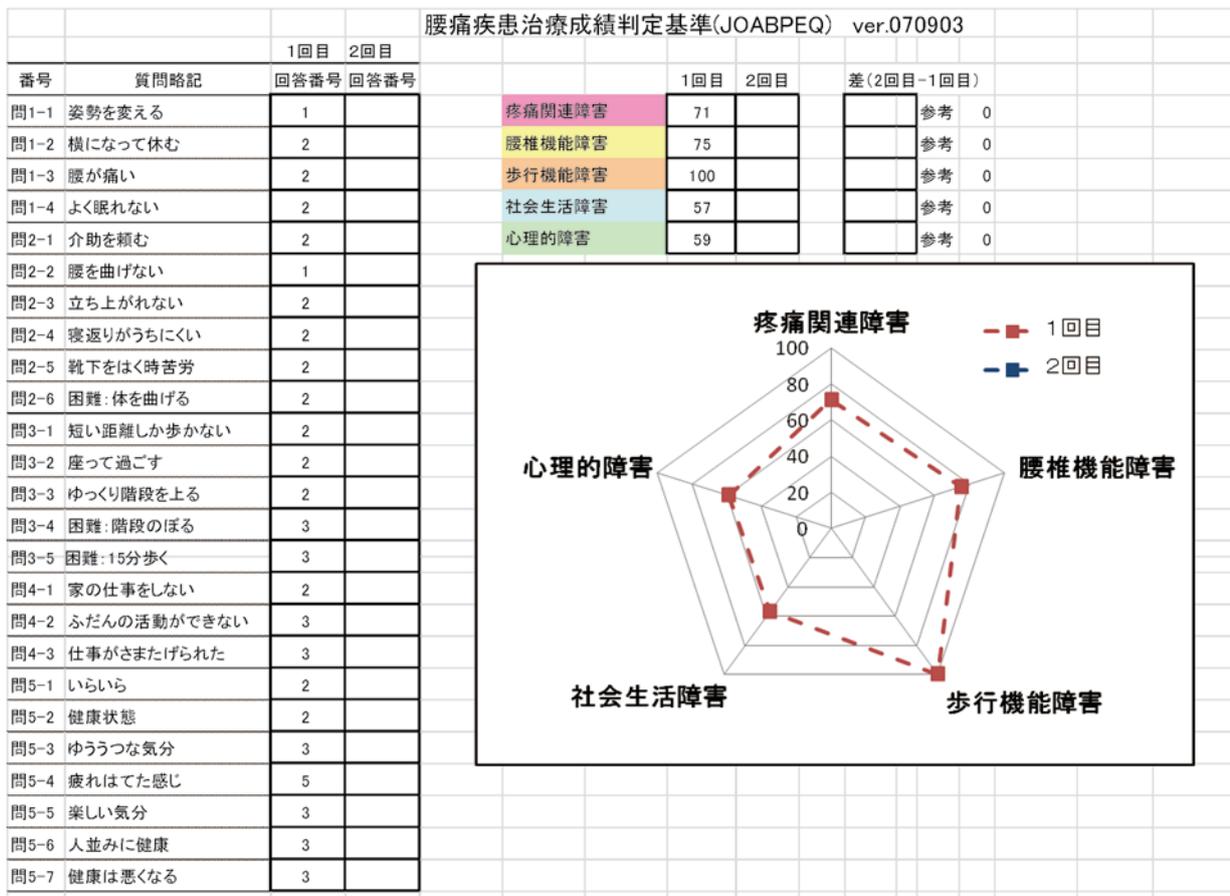


図2. JOABPEQのアンケート結果の数値化

JOABPEQの各質問の数字を入力すれば、JOABPEQの疼痛関連障害、腰椎機能障害、歩行機能障害、社会生活障害、心理的障害の得点が算出される。

表1. KWテストの各合計点数とJOABPEQの各項目点数との相関係数

		JOABPEQ					N=33
		疼痛関連障害	腰椎機能障害	歩行機能障害	社会生活障害	心理的障害	
KW テ ス ト	KW合計点数	0.280	0.344	0.565*	0.414*	0.386**	
	瞬発力合計点数	0.185	0.321	0.471*	0.322	0.169	
	持久力合計点数	0.289	0.320	0.545*	0.406**	0.400**	
	腹筋持久力合計点数	0.368**	0.337	0.622*	0.411**	0.402**	
	背筋持久力合計点数	0.057	0.234	0.252	0.299	0.321	

*p<0.01 **p<0.05

力合計点数と持久力合計点数に分けて比較すると、瞬発力合計点数よりも、持久力合計点数においてJOABPEQ項目との正の相関を認めるものが多かった。さらに、持久力合計点数を腹筋持久力合計点数と背筋持久力合計点数に分けて比較すると、背筋持久力合計点数ではJOABPEQ項目との有意な相関が認められなかったが、腹筋持久力合計点数においてJOABPEQ項目の腰椎機能障害を除く項目の点数との間に正の相関を認めた。

杉本らは、KWテストの腹筋持久力テストでは、内腹斜筋の筋活動が大きい⁴⁾、としている。また、腹直筋上下部では、シットアップを行った際の筋活動が大きい⁵⁾、とも報告している。これらから、KWテストの腹筋群の種目は、内腹斜筋・腹直筋の筋活動が高いことが認められている。よって、腹筋群を強化することで脊柱機能が向上し、JOABPEQの得点改善に役立つ可能性がある。

腹筋群の強化により、腹圧が上昇し、脊柱の安定化につながることは、一般的に知られている。このことが、疼痛軽減、腰椎機能改善に繋がることは推測されるが、今回の研究では、なぜADL、心理面の向上に繋がるかまでは明らかになっていない。したがって、今後の研究でADL、心理面向上の要因についてさらに検討していきたい。

まとめ

- KWテストとJOABPEQとの関係性を検討した。
- KWテストの腹筋持久力合計点数において、JOABPEQ項目の点数との間に、正の相関を認める項目が多かった。
- 腹筋群の強化が、JOABPEQの得点改善に役立つ可能性があり、総合的な臨床評価の改善に役立つことが示唆された。

参考文献

- 1) 大久保衛ほか：スポーツ外傷・障害の理学診断・理学療法ガイド, 187, 2006, 文光堂
- 2) 日本整形外科学会ほか：JOABPEQ, JOACMEQマニュアル, 3-15, 2012, 南江堂
- 3) 川上守：日本整形外科学会腰痛疾患質問票（JOABPEQ）の科学性と有用性について, CLINICIAN, Vol.57 No.592:34-40, 2010
- 4) 杉本拓也ほか：クラウス・ウェーバー変法と体幹深部筋エクササイズにおける内腹斜筋の筋活動量について, 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌, Vol.19:53-56, 2009
- 5) 杉本拓也ほか：異なる体幹強化エクササイズによる腹筋群の筋厚, 筋持久力, 体幹前屈筋力の変化について, 体力科学, Vol.63 No.3:361, 2014

Trunk Righting Test と体幹機能の関係性

四條畷学園大学 リハビリテーション学部 木下 和昭
大阪河崎リハビリテーション大学 リハビリテーション学部 橋本 雅至
神戸海星病院 リハビリテーションセンター 北西 秀行
国立病院機構京都医療センター スポーツ医学センター 井上 直人
阪堺病院 リハビリテーション科 植田 篤史

背景

スポーツ活動において体幹機能の重要性は以前より報告されている¹⁾。我々は座位にて体幹の荷重支持機能を評価する目的でTrunk Righting Testを考案し、そのテストの再現性を先行研究にて報告した²⁾。今回はTrunk Righting Test と体幹機能の関連性について検討した。

対象

対象は某高校男子サッカー部員の33名（年齢：15.8±0.7歳，身長：170.2±5.9cm，体重：57.7±6.6kg）とした。対象者と責任教員には研究内容を十分に説明し同意を得た。

方法

1. Trunk Righting Test (以下, TRT)²⁾

ハンドヘルドダイナモメーター（アニマ社製等尺性筋力測定装置，μTas F-1）を使用し測定した。被検者は昇降台に端座位をとり、膝窩部と昇降台の間隔を拳1個空け、足部が接地しない端座位とした。下肢は両大腿部をバンドにて固定し代償動作を抑制した。その端座位にて両側の肩峰を結ぶ線が床面と平行であることを確認し、センサーパッドを肩鎖関節内側部にて、固定用ベルトが座面と垂直になるように固定用ベルトの長さを調整し固定した（図1）。運動課題は測定部位（センサーパッド部）を10cm外側へ移動させた肢位からの立ち直り動作とした（図1）。その際、被験者には両肩峰を結ぶ線が床面と平行であることと、固定用ベルトが床に対し垂直であることを

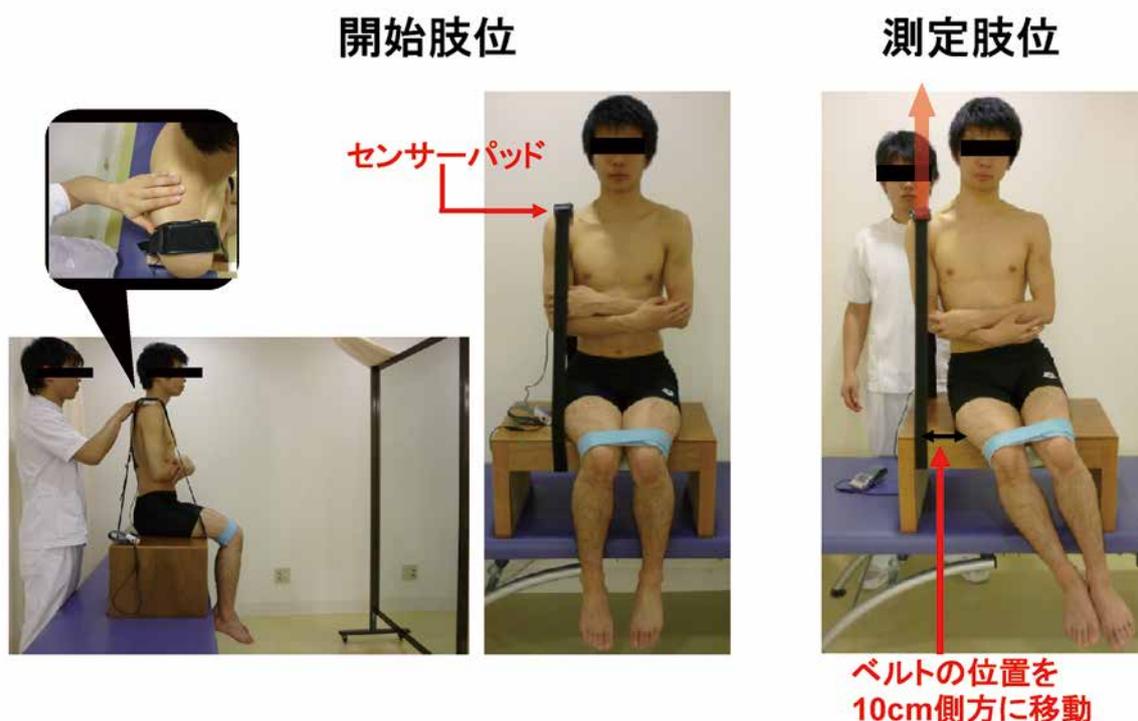


図1. Trunk Righting Testの開始肢位と測定肢位

前方の姿勢鏡で確認させた。また検者は僧帽筋上部に手掌を置き、肩甲帯が過度に挙上する代償を確認し、口頭にて抑制した。測定は最大努力で5秒間姿勢を保持させ、立ち直りさせた筋力を測定した。測定は左右を測定し、3回の平均値を測定値とし体重比 (N/kg) に換算した。

2. 体幹機能評価

① Kraus-Weber テスト大阪市大変法 (以下, KW)³⁾

KW (図2) は腹筋群瞬発性2項目、腹筋群持久性3項目、背筋群持久性2項目の計7項目40点満点のテストである。持久性の項目は姿勢保持時間が9秒以下では0点となり、10秒経過ごとに1点を獲得し、最大60秒保持で6点と判定した。実施の際は、体重の10%の重りを負荷し、負荷部位は上半身挙上時が頸部後方、下半身挙上時が足関節の直上とした。各項目間の休憩は1分間とした。

② Side-Bridge Test (以下, SB)⁴⁾

SB (図2) は側臥位にて実施し、上側は股関節外転挙上位、下側は肩関節90°外転、内外旋中間位、肘関節90°屈曲位、下肢中間位にて保持させた。KWと同様に体重の10%の重錘を骨盤上に負荷した。最大120秒保持で12点満点とし、KWと同様に判定した。左右測定間の休憩は1分間とした。

③ Front-Bridge Test (以下, FB)

FB (図2) は腹臥位にて実施し、両肘関節と片脚下肢(足尖)で身体を保持させ、対側下肢は挙上させた。KW

同様に重錘にて骨盤上に体重の10%を負荷した。最大120秒保持で12点満点とし、KWと同様に判定した。左右測定間の休憩は1分間とした。

3. 検討方法

検討方法はTRTの測定値の左右の和とKWの合計点数、FBの左右の合計点数、SBの左右の合計点数との関係を検討した。また、TRTとFB、SBは同側と対側の関係をそれぞれ検討した。関係性の検討はSpearmanの順位相関係数にて検討し、またFBとSBは各個人のTRTの数値が小さい側(以下、劣位側)と大きい側(以下、優位側)とに群わけしWilcoxonの符号付き順位検定にて比較検討した。統計解析にはSPSS Ver. 21を使用し有意水準は5%未満とした。

結 果

TRTの測定値と体幹機能評価の各項目の点数には有意な関係は認められなかった(表1)。劣位側と優位側との群間比較では、TRTの劣位側が 2.6 ± 0.5 N/kg、優位側が 3.2 ± 0.6 N/kgであり、有意な差が認められた($p < 0.05$)。SBは劣位側が 26.4 ± 17.5 点、優位側が 33.6 ± 18.8 点であり、有意な差が認められた($p < 0.05$)。FBは劣位側が 63.8 ± 16.9 点、優位側が 60.8 ± 14.6 点であり、有意な差が認められなかった。

	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5
腹筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
背筋群 (持久性)	1	2	3	4	5
	支持なし 5点 支持あり 4点 (完全に起き上がる)	3点 腰椎が完全に 床から離れる	2点 肩甲骨より上が 床から離れる	1点 頸より上が床 から離れる	評 点
腹筋群 (強さ)	1	2	3	4	5

表1. Trunk Righting Testと各体幹機能評価の相関係数

		KW	FB	SB
TRT	左右の和	0.05 ($p=0.77$)	0.28 ($p=0.11$)	-0.03 ($p=0.87$)
	同側		0.16 ($p=0.21$)	0.09 ($p=0.46$)
	対側		0.18 ($p=0.15$)	-0.09 ($p=0.49$)

考 察

本研究ではTRTの結果と体幹機能評価との関連性について検討を行った。その結果、TRTの個人内の優劣はSBの姿勢保持時間に影響を与える可能性が示唆された。先行研究においてTRTのような立ち直り動作の筋電図学的解析では、主に非移動側の腹部筋や腰背筋が主動作筋であり^{5),6)}、一方で移動側の腹部筋の機能が重要であるとの報告^{7),8)}がある。これらを踏まえると、この動作には両側腹部の筋や腰背筋による、腹腔内圧上昇と腰椎の安定化による体幹支持機能が必要であることが考えられる。SBの筋電図学的分析でも、いわゆる支持側の内腹斜筋・多裂筋・腹横筋のローカルマッスルの活動が報告されている^{9),10)}。今回のTRTの測定値とSBの保持時間の線形的な関係は認められなかったが、個人内のTRTの優劣がSBの優劣に反映することが示され、TRTにおける体幹機能は、SBのような側方支持機能の左右差に関係する一要因であることが示

唆された。このことからTRTでは腹腔内圧上昇と腰椎の安定化により体幹支持を高め、抗重力位にて体重支持することが要求され、体幹を側方で支持する機能を反映していることが考えられた。

参考文献

- 1) 山野仁志, 他: 運動連鎖と理学療法. 福井勉, スポーツ傷害理学療法. 三輪書店, 2001, 51-65.
- 2) 木下和昭, 他: ハンドヘルドダイナモメーターを用いた体幹機能評価方法の再現性と関連性. 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌23: 27-30, 2013.
- 3) 大久保衛, 他: 腰椎椎間板ヘルニアに対する運動療法の効果判定に関する検討—集中的ダイナミック運動療法の臨床成績から—. 臨床スポーツ医学10(7): 791-798, 1993.
- 4) 田頭悟志, 他: 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・科学研究会誌18: 25-28, 2008.
- 5) 藤澤宏幸, 他: 端座位における側方重心移動動作の運動学的分析. 理学療法学28: 268-274, 2001.
- 6) 今井覚志, 他: 座位リーチ動作の運動学的解析—片麻痺患者と健常者の比較—. 総合リハ30: 161-166, 2002.
- 7) Davies PM: 富田昌夫監訳: Right in the middle成人片麻痺の選択的な体幹活動. シュプリンガー・フェアラーク東京, 東京, 1991, pp 32-65.
- 8) 鈴木俊明, 三浦雄一郎, 後藤淳・他: The Center of the Body—体幹機能の謎を探る—第4版. アイバック, 東京, 2010, 92-99.
- 9) 木下和昭, 他: Side-Bridge動作での運動条件変化に伴う体幹筋・股関節周囲筋の筋活動. 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌19: 49-52, 2009.
- 10) 杉本拓也, 他: クラウス・ウェーバーテスト変法と体幹深部筋エクササイズにおける腹横筋の筋活動量について. 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌22: 25-28, 2012.

異なる体幹強化エクササイズによる腹筋群の筋厚、筋持久力、体幹屈曲筋力の変化について

大阪産業大学大学院 人間環境学研究科
大阪産業大学 人間環境学部スポーツ健康学科
大阪産業大学 アメリカンフットボール部
履正社医療スポーツ専門学校
ダイナミックススポーツ医学研究所

貴島病院本院

杉本 拓也
仲田 秀臣・大槻 伸吾・田邊 智
岸本 恵一
山口 宗明
杉本 拓也・春名 了輔・安本 慎也・久米 彩加・
柳田 育久・大久保 衛
大久保 衛

目 的

従来から動的体幹筋力トレーニング（以下 D-ex）は体幹グローバル筋を強化する方法として様々な書籍で紹介されている。他方近年腰部疾患のリハビリテーションにおいて体幹ローカル筋を選択的に強化するコアエクササイズ（以下 C-ex）が用いられている¹⁾。

しかし、これらの効果を比較検討した報告はわれわれの知る限りでは見当たらない。

そこで、本研究の目的は D-ex と C-ex を実施し腹筋群の筋厚（以下筋厚）、腹筋群の筋持久力（以下腹筋持久力）、体幹前屈筋力の変化について比較検討を行ったので報告する。

対 象

対象は研究内容を説明し同意を得た健常男子大学生 34 名平均年齢 19.7 ± 0.6 歳とした。

対象を無作為に 2 群にわけ、D-ex を実施する群（以下 D 群）と C-ex を実施する群（以下 C 群）とした。

方 法

(1) 測定項目および測定方法

対象に対して介入前に、筋厚、腹筋持久力、体幹前屈筋力を測定した。トレーニング期間終了後再度、筋厚、腹筋持久力、体幹前屈筋力を測定した。統計処理は二元配置分散分析を用い有意水準は 5% 未満とした。

筋厚測定は、対象を背臥位とし、超音波診断装置（ソノサイト 180 II ソノサイト社製）を用い腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋の筋厚測定を行った（図 1）。

腹筋持久力測定は、クラウスウェバーテスト変法大阪市大方式の 3 番（以下 KW3）と左右の Side-bridge test（以下 Rt.sb-t, Lt.sb-t）を実施し、各試技体重の 10% を負荷した（図 2 - a）。

体幹前屈筋力はバックストレングスダイナモメーター竹井機器工業株式会社製を用い、一方を固定し、他方はロープをつなげ対象の腋下の高さにつけ、足部は台に固定した。試技は 2 回実施し平均値を体重で除し体重比を算出した（図 2 - b）。

(2) トレーニング種目

D-ex, C-ex を腹直筋の筋活動が同等となるように処方し²⁾ 2 か月間実施した。トレーニング種目は D-ex の内容が Trunk curl 10 回 Sit up 10 回各 2set, C-ex の内容は Side-bridge 肢位左右各 60 秒間, Elbow-toe 肢位 30 秒間を各 2set 実施した。トレーニング頻度は週 3 回とした。

結 果

表 1 に筋厚、腹筋持久力、体幹前屈筋力の測定結果を示した（表 1）。

筋厚は腹直筋において D 群 12.1mm から 12.6mm, C 群 11.5mm から 12.1mm と期間要因で有意差がみとめられた。その他の筋においても同様の結果となり 4 つの腹筋すべてにおいて期間要因に有意差を認められたが種目要因に有意差は認めなかった。

腹筋持久力測定では、KW テストにおいて D 群 78.4 秒から 86.8 秒, C 群 78.2 秒から 85.9 秒となり、各試技とも期間要因に有意差が認められたが種目要因に有意差を認めなかった。

体幹前屈筋力測定では、D 群 0.89 から 0.95, C 群 0.85 から 0.92 と期間要因に有意差が認められたが種目要因に有意差を認めなかった。

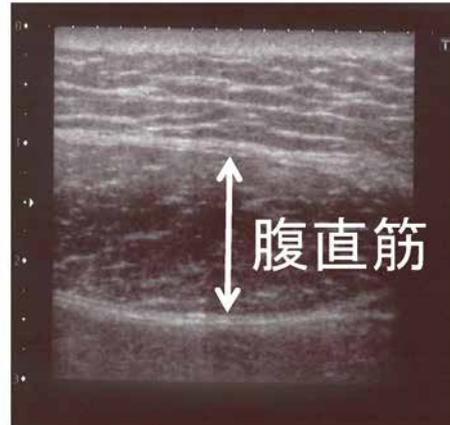
考 察

腹直筋の筋活動量が同等の D-ex C-ex を 2 か月間実施した結果 D-ex C-ex とともに、すべての腹筋筋厚、腹筋持久力、体幹前屈筋力が向上した。

近年腰部疾患に対する運動療法として体幹深部筋を選択



SonoSite 180 II Ultrasound System
オリンパス光学工業株式会社製



背臥位で臍部横を測定した

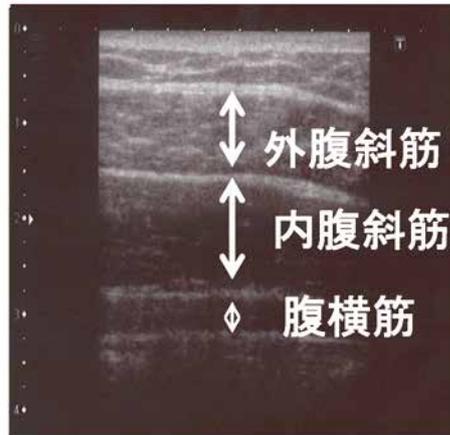
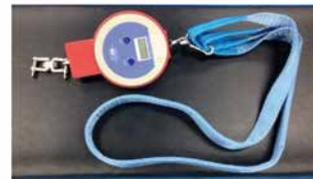


図1. 筋厚測定

SonoSite 180 II Ultrasound System オリンパス光学工業株式会社製を用い、
腹直筋, 外腹斜筋, 内腹斜筋, 腹横筋の筋厚を測定した。



クラウス・ウェバーテスト変法
大阪市大方式3 (以下KW3)



BACK STRENGTH DYNAMOMETER
竹井機器工業株式会社製にロープを装着した。



左右Side bridge test
(以下 Rt.sb-t, Lt.sb-t)

a. 腹筋持久力測定実施風景



b. 体幹前屈筋力測定実施風景

図2. 腹筋持久力測定と体幹前屈筋力測定

持久力測定は各試技10%負荷し実施した。体幹前屈筋力はBACK STRENGTH DYNAMOMETER
竹井機器工業株式会社製にロープを装着し一方を固定し他方を対象の腋窩で固定し実施した。

表 1. 筋厚, 腹筋持久力, 体幹前屈筋力測定結果 pre vs post

		D群 (n= 17)		C群 (n= 17)	
		Pre	Post	Pre	Post
筋厚 (単位: mm)	腹直筋	12.1 ± 3.11	12.6 ± 3.28**	11.5 ± 3.57	12.1 ± 3.77**
	外腹斜筋	6.8 ± 2.08	7.5 ± 2.25**	6.6 ± 2.28	7.3 ± 2.49**
	内腹斜筋	10.5 ± 3.06	10.7 ± 3.09*	10.1 ± 3.46	10.6 ± 3.48*
	腹横筋	3.1 ± 0.88	3.3 ± 0.93**	3.0 ± 0.95	3.2 ± 1.03**
腹筋持久力 (単位: 秒)	KW 3	78.4 ± 32.4	86.8 ± 35*	78.2 ± 34.5	85.9 ± 37.7*
	Rt.SB-T	48.8 ± 24.1	56.3 ± 23.5*	47.8 ± 22.5	55.3 ± 25.3*
	Lt.SB-T	46.3 ± 21.8	52.3 ± 24.2*	44.2 ± 21.1	52.1 ± 25.4*
体幹前屈筋力 (体重比)	体幹 前屈筋力	0.89 ± 0.24	0.95 ± 0.26*	0.85 ± 0.27	0.92 ± 0.29*

Mean ± SD ※: p < 0.05 ※※: p < 0.01

的に強化するC-ex が注目されているが, D-ex とC-ex 各種目間の負荷量を同等とし比較検討した報告はいまだ多くない。

我々はワイヤ電極を用いた筋活動において, 第19回本研究会でKW1, 3 とside-bridge において内腹斜筋の筋活動が比較的大きな筋活動であったことを報告している³⁾。

また大久保ら⁴⁾は腹横筋の筋活動に関してcurl up やside-bridge において比較的大きな筋活動を示したと報告している⁴⁾。

臨床的にみても両群とも腹筋持久力, 体幹前屈筋力が向上しており腹筋群強化においてD-ex がグローバルマッスルだけ, C-ex がローカルマッスルだけではなく双方とも作用していることが推測される。

以上のことから, 本人に求められているパフォーマンスによって2つのエクササイズをバランスよく取り入れることが実用的であると考えられる。

本研究の限界は, 各測定実施が介入前と介入後の2回であったことが挙げられる。今後, 今回の結果を基に臨床効果判定を含めた実験を行っていきたいと考えている。

まとめ

- 1) 腹直筋の筋活動が同等なD-ex とC-ex を2か月間実施し, 筋厚, 筋持久力, 体幹前屈筋力の変化を比較検討した。
- 2) D-ex, C-ex ともに筋厚, 腹筋持久力, 体幹前屈筋力で期間要因に有意差がみられたが, 両者の種目要因には有意差を認めなかった。

参考文献

- 1) 小泉圭介: 競泳日本代表トレーナーによる体幹深部筋エクササイズの実践編, Sportsmedicine, No 153, 14-21, 2013
- 2) 杉本拓也ら: 種目別体幹強化エクササイズにおける筋活動について, 日本臨床スポーツ医学会誌, Vol. 21, No. 4: S 194, 2013
- 3) 杉本拓也ら: クラウス・ウェバー変法と体幹深部筋エクササイズにおける内腹斜筋の筋活動量について, 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌19: 53-56, 2009
- 4) Okubo Y et al: Analysis of trunk muscle activity with wire electrodes during lumbar stabilization exercise. Book of abstracts, 36th Annual Meeting of the International Society for the Study of the Lumbar Spine, 2009

表面筋電図を用いたアームカール動作時の筋疲労評価

—加圧トレーニングの有無での検討—

関西医科大学大学院 健康科学科 福島八枝子・日暮 恭子・新野 弘美・黒瀬 聖司・
山中 裕・堤 博美・木村 穰
加圧国際大学 佐藤 義昭
関西医科大学健康科学センター 木村 穰

はじめに

過去に我々の研究室では血清ホルモン動態の変化から加圧トレーニング効果を報告した¹⁾。しかし、筋肥大には、血流循環制限による乳酸蓄積¹⁷⁾、成長ホルモンやinsulin-like growth factor-1 (IGF-1) の増加、マイオスタチンの減少、サイトカインの増加、末梢血管抵抗の改善など様々な機序が考えられている^{2~5)}。

一方、筋活動の評価として表面筋電図 (surface electromyogram : 以下 SEMG) を用い、量的評価として積分筋電図 (integrated EMG : 以下, IEMG) 解析や質的評価としての周波数解析が知られており、特に周波数解析は中間周波数 (median power frequency : 以下, MDPF)、や平均周波数 (mean power frequency : 以下, MEPF) が用いられる。

アイソメトリック運動を対象にした筋電図周波数変化に関する先行研究では、筋電図の中間周波数に着目した研究が多く、筋出力が保たれている状態での中間周波数低下は主に筋疲労を示しており^{8, 9)}、その要因は、筋肉内 PH の変化や運動単位の放電頻度の減少と運動単位の同期性の増加と速筋から遅筋線維交代による筋線維伝達速度の低下である^{8~12)}との報告がある。

目的

上肢および体幹筋に対してワイヤレス筋電図測定器を用いる事で、動的負荷状態にある関節周囲の骨格筋の筋電図測定を行う事を容易とし、加圧時・非加圧時の筋電図動態を調査し、同時に周波数解析から筋疲労についての検討を行った。

対象

健常男性4名 (平均年齢 27.8 ± 6.7 歳, 利き手 : 右3名・左1名, BMI 24.9 ± 0.79)。なお本研究は関西医科大学倫理委員会の規定に則って、対象者全員に研究内容を説明し、同意を得た後に測定を実施した。

方法

1. 電極と加圧ベルトの装着

テープで電極送信機と電極が一体化したワイヤレステレメータ電極を貼り付ける Active 電極方式 (日本光電製 : WEB-7000) を採用した。利き手側の上腕二頭筋, 上腕三頭筋, 腕橈骨筋, 三角筋, 腹直筋, 大胸筋, 脊柱起立筋は肩甲棘レベルと腸骨稜レベルの上・下に分け, 合計8ヶ所を被検筋とし, 各筋肉の運動点の下方 2cm の部位を測定部位とした¹⁶⁾。測定部位の皮膚表面を広くアルコール消毒し電極を両面テープにて貼付した。さらに外れないように上からテープ固定した。加圧時は上腕近位部に加圧専用ベルトを装着し, 非加圧時の測定をそれぞれ異なる日に実施した。なお, 加圧トレーニングインストラクターが, 動脈が止血されず静脈のみが止血されるように加圧を個人に合わせて最適設定した¹⁸⁾。

2. 運動プロトコール

被検者に手指屈伸運動など, 無負荷でのウォームアップを行わせ, 背もたれ付きの椅子に体幹を固定し座位保持とした。肩関節内外転 0 度で前腕は回外位から 2 秒に 1 回のペースでアームカールを最大関節可動域で行うよう指示し, 加圧時では, 1 セット 30 回とインターバルは 15 秒間としたメニューを合計 5 セット行い, 非加圧時では, 合計 10 セットまで実施した。中止基準は以下の通りに設定した。肘関節屈曲または伸展角度に 20 度以上の制限が出た場合, 左右上肢の動作リズムに差が生じた時, 動作ペースが 2 秒から逸脱した時, 加圧時では最大セット数を終えた時など運動基準を逸脱した時, また, 上肢に許容を超える痛みが生じた時, その他開始前になかった症状が出現時とした¹³⁾。

3. 筋電図計測と周波数分析

運動開始と共に連続的に筋電を記録し, 筋出力は 10 秒毎に筋電図波形と基線間で絶対値加算した絶対値面積 Area ($\text{mV} \cdot \text{sec}$) で算出した。筋電信号は, 直接パソコンに保存し, そのデータを用いて 10 秒毎に FFT (Fast Fourier transformation) 解析を行い, 1 ~ 500Hz の周波数に対して, 中間周波数 (Hz) とトータル周波数パワー ($\text{mV}^2 \cdot \text{Hz}$) を算出した。周波数解析には, 日本光電製

WEB-7000 のソフトを用いた。

結 果

全例合併症なくプロトコル通りに実施可能であった。

1. 筋電出力絶対値面積 Area (mV・sec) について

加圧時と非加圧時における筋電図結果の代表症例を示した (図 1. A, B)。全例で加圧の有無関係無く、肘関節近傍である上腕三頭筋、三角筋や体幹部筋群における明確な増加変化は認められなかった。

上腕二頭筋における運動開始から初期 50 秒までの同一負荷下での 10 秒毎の平均筋電出力絶対値面積 Area (mV・sec) の推移を示した (図 2. A, B)。最終セットでオー

ルアウトとなった被検者 1 では、最終セットの Area は 4 セット目を peak 後に低下しており、1 セット目は、1.65 [mV・sec] であり、セット数を増す毎に増加傾向を呈し、4 セット目で 2.47 [mV・sec] と最大値を得た。被検者 2, 3, 4 では、セット数を増す毎に筋電出力値 Area は増加を示し 5 セット目に最大値を得た。

上腕二頭筋における加圧時、非加圧時の各被検者の最大筋電出力値 Area (mV・sec) を得られたセット数と共に示した (表 1)。腕橈骨筋においても、非加圧時は加圧時の約半数の回数で最大出力値が得られる同様の結果が見られた。

加圧時の上腕二頭筋 / 腕橈骨筋における、初回セット目に対する最大値の Area 比較値を算出した。被検者 1 は

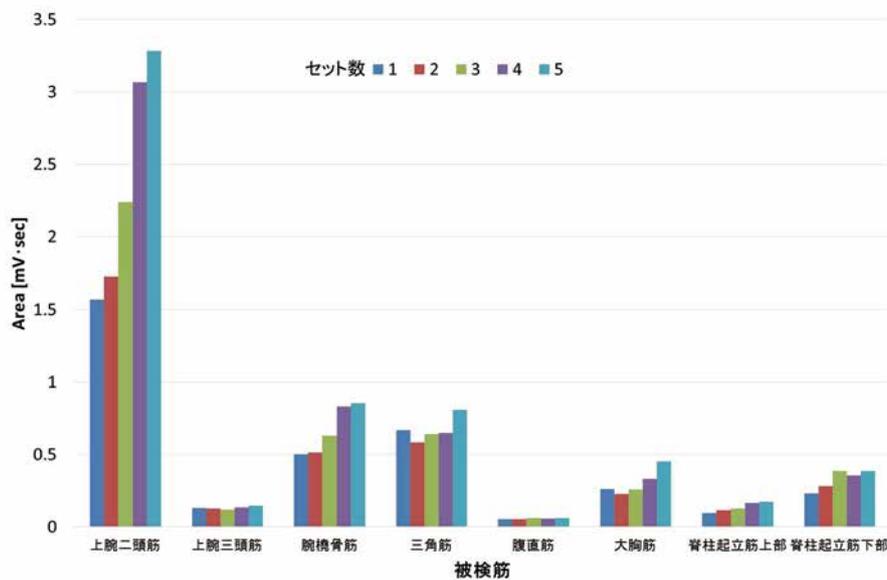


図 1 - A. 代表症例 (加圧時)

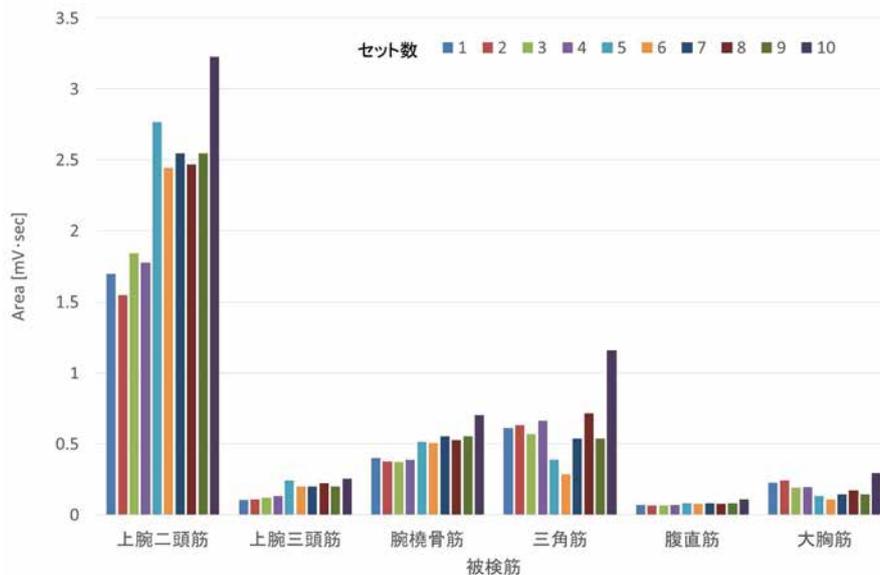


図 1 - B. 代表症例 (非加圧時)

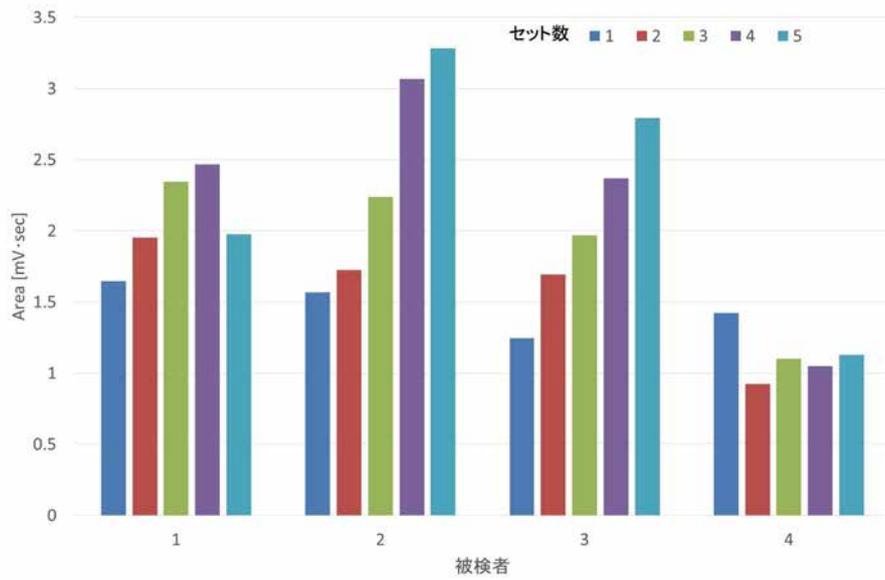


図2-A. 上腕二頭筋における加圧時の運動開始から初期50秒までの同一負荷下10秒毎平均筋電出力Area (mV・sec) の推移

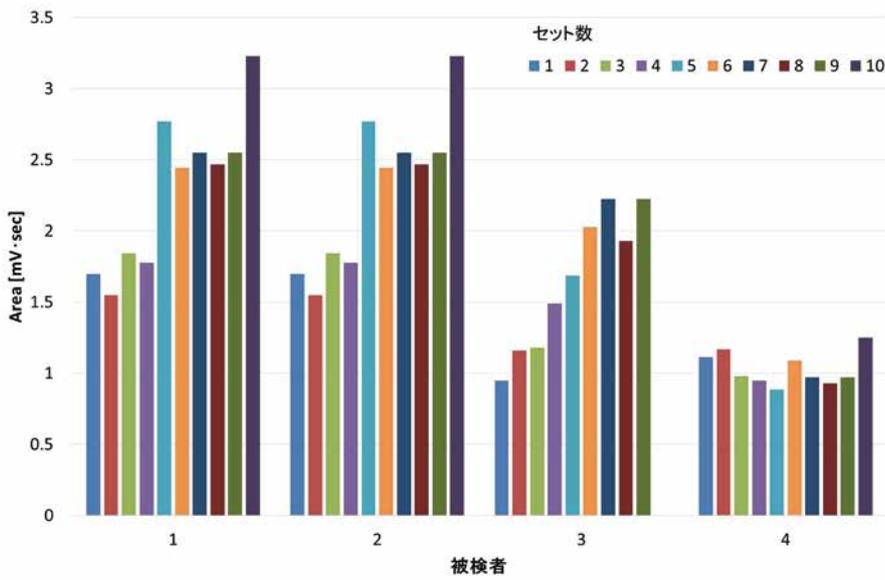


図2-B. 上腕二頭筋における非加圧時の運動開始から初期50秒までの同一負荷下10秒毎平均筋電出力Area (mV・sec) の推移

表1. 上腕二頭筋における加圧時、非加圧時の各被検者の最大筋電出力値Area (mV・sec)

被験者	加圧時・最大筋電出力値 (mV・sec)	加圧時・セット数	非加圧時・最大筋電出力値 (mV・sec)	非加圧時・セット数
1	2.47	5	2.38	10
2	3.28	5	3.23	10
3	2.79	5	2.22	9
4	1.42	1	1.25	10

1.50倍 / 1.72倍, 被検者2は2.10倍 / 1.71倍, 被検者3は2.24倍 / 1.78倍, 被検者4は0.79倍 / 1.21倍であった。

同様に非加圧時の上腕二頭筋 / 腕橈骨筋における, 初回セット目に対する最大値のArea比較値は, 被検者1は1.74倍 / 1.04倍, 被検者2は1.90倍 / 1.76倍, 被検者3は2.35倍 / 1.28倍, 被検者4は1.12倍 / 1.14倍であった。

2. 中間周波数解析について

上腕二頭筋における加圧時・非加圧時の各セット時の中間周波数 (Hz) の推移を示した (図3, A, B)。上腕二頭筋加圧時は, 被検者2では大きな低下は見られなかったが, 被検者1と4では3セット目に, 被検者3では, 4セット目にいったん徐波化が得られた。非加圧時は, 被

検者4では大きな低下は見られなかったが, 被検者1は3セット目で徐波化が得られるものの, 6セット目にも再度低下が見られた。被検者2では7セット目に, 被検者3では最終セット時に徐波化が見られた。

考 察

全例で上腕二頭筋, 腕橈骨筋で著明に筋電出力値の増加が見られ, 上腕二頭筋の方が絶対値が高い事からより強く作用していたと考えた。その他では明らかな筋電図変化を認めなかった事から他の部位への影響は考えられなかった。

加圧トレーニングは低負荷短期間で効果をもたらすとい

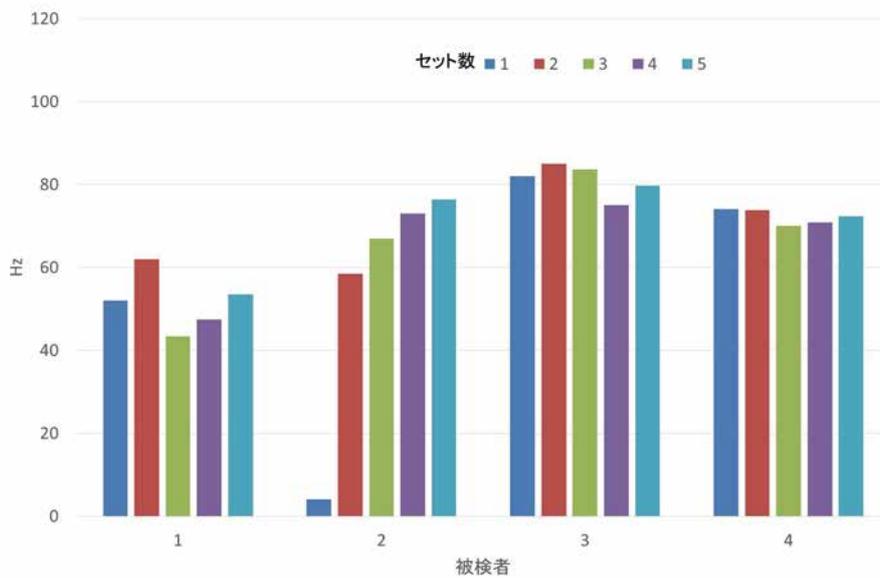


図3-A. 上腕二頭筋における加圧時の各セット時の中間周波数 (Hz) の推移

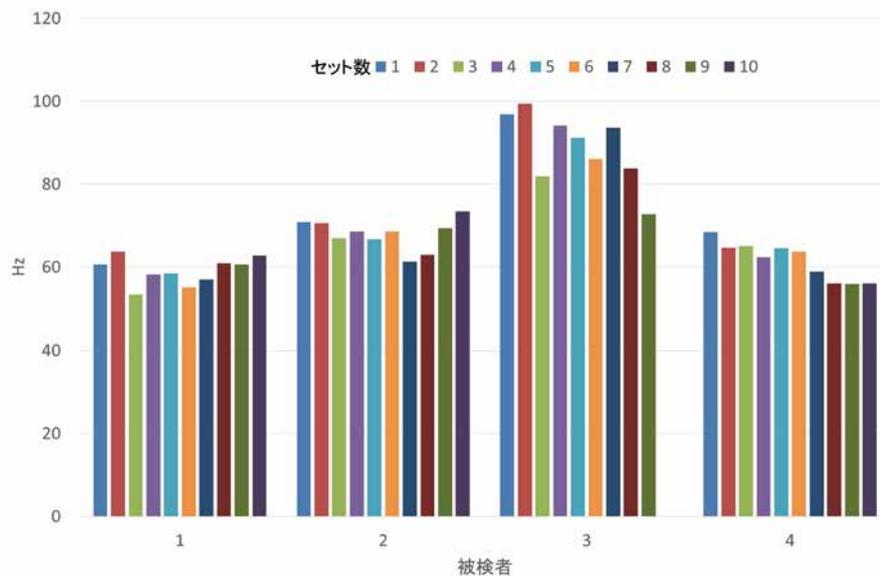


図3-B. 上腕二頭筋における非加圧時の各セット時の中間周波数 (Hz) の推移

う特徴があるが、具体的な時間は示されていない。今回症例数は少なく統計学的解析は未実施であるが、以下のような傾向を認めた。特にアームカール主働筋である上腕二頭筋においては加圧時・非加圧時と比べて早期に高値となり、加圧時最終回（5回目）の値を得るには、非加圧時では、最低でも10回目を要した。腕橈骨筋においては、非加圧時の最終セット目で示す最大出力値は、加圧時のそれに及ばなかった。以上の事から、加圧トレーニングによる効果が見られ、より効率良く筋肉トレーニングが行われているのではないかと考えられた¹⁵⁾。

また、先行研究では、わずか2kgの低負荷にでも加圧時では非加圧時に比較し筋活動増強が見られている事をSEMGで証明している¹⁴⁾。今回我々は、負荷量は一定にした状態での筋電出力値より検討すると、加圧時は約半分の負荷で非加圧時と同等の絶対値を得られた事が分かった。一回量の負荷を減らす事が出来る点は加圧トレーニングの特徴であるが、さらに、回数も約半減で同等の効果が得られる可能性が示唆された。

一般的に、中間周波数の上昇後の徐波化発現は、筋疲労を間接的に評価するツールとして広く利用されているが、被検者が体力的に限界に近づくと、体動による外乱等が多くなりデータの信用度が低下する。そこで、外乱が比較的入りやすい最終セットを除き検討すると、上腕二頭筋において加圧時は被検者1と4では3セット目に徐波化が得られ、非加圧時は被検者4では大きな低下はなく、被検者1は3・6セット目で低下が見られた。被検者2では7セット目に、被検者3では9セット目から徐波化が見られ始めた。加圧時は非加圧時より、より早期に出現する傾向が見られた事から加圧による筋疲労の早期発現が示唆された。腕橈骨筋においては、一定の傾向を示さず、アームカール動作ではメインの動作筋ではないことから、一定した筋電出力が得られていなかった可能性があり周波数解析の限界であったと考えられた。

結 語

加圧トレーニングを併用することで、非加圧時の約半分の運動量で同等の効果が得られた。今後、対象を拡大シマイオカインなどの液性因子からの検討も予定している。

謝 辞

本研究において、ご協力いただいた関西医科大学健康科学センタースタッフ、坂田医院坂田和房先生に深謝申し上げます。

参考文献

- 1) 堤博美, 木村稜: 筋力, 筋形態, 血清ホルモン動態による上肢加圧トレーニング効果の検討. 関西医大教養部紀要 vol 30: 125-140, 2010
- 2) 大腿四頭筋の筋疲労による筋活動非の変化について 京都大学医学部保健学科紀要: 健康科学 (2005), 2: 15-19
- 3) 堀田優ら: 加圧・非加圧状態における書字行為時の筋疲労解析: 電子情報通信学会技術研究報告. MBE, MEとバイオサイバネティクス 107(409), 25-28, 2007-12-15
- 4) M. Sakamaki, et al.: Blood pressure response to slow walking combined with KAATSU in the elderly. J. KAATSU training; 2008; 4: 17-20
- 5) 中島敏明ら: 加圧トレーニングとリハビリテーションへの応用
- 6) 石井直方: 加圧筋力トレーニングの理論と実践, 加圧トレーニングの奇跡
- 7) 石井直方: 虚弱高齢者と加圧トレーニング. 介護予防プラクティス, 64-70, 2009
- 8) 佐渡山亜平, 菅原徹: 筋疲労と運動単位. 臨床神経生理学 30: 417-424, 2002
- 9) Carlo J. De Luca: The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. J Applied Biomechanics 13: 135-163, 1997
- 10) 下野俊哉: 表面筋電図マニュアル基礎編 東京, 酒井医療 100-109, 2004
- 11) Bigland-Ritchie B, Woods JJ: Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue. Muscle Nerve 7: 691-699, 1984
- 12) Bigland-Ritchie B, Johansson R, Lippold OC, Woods JJ: Contractile speed and EMG changes during fatigue of Sustained maximal voluntary contractions. J Neurophysiol 50: 313-324, 1983
- 13) 中島敏明ら: 加圧トレーニング実施における留意点 Vol 1. : 21-26, No. 1, 2011
- 14) J Sports Sci. 2009 Mar; 27 (5): 479-89. Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow. Yasuda T 1, Brechue WF, Fujita T, Shirakawa J, Sato Y,
- 15) 山中裕, 木村稜 他: 筋電図周波数解析による運動代謝評価～自転車エルゴメーターにおけるAT 前後の筋電図の周波数変化について～ 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌 VOL. 21: 73-76, 2011
- 16) ジョンH. ウォーフィル著, 八谷令子, 小川恵子訳: 図説筋の機能解剖第四版 東京, 医学書院 65-67, 2009
- 17) 加圧筋力トレーニング時における血中一酸化窒素濃度・乳酸値および活性酸素値の変化についての検討: 福岡大学薬学研究科 6(0), 147-148, 2006-01
- 18) 市橋則明ら: 表面筋電図の基礎知識 運動器リハビリテーション 25(1): 2-9, 2014

一般市民ランナーの生活習慣は良いか？

—生活習慣に関するアンケート調査より—

株式会社ブルーミング 濱口 幹太・高尾 憲司
大阪産業大学 人間環境学部スポーツ健康学科 田中 史朗・大槻 伸吾

はじめに

近年、全国各地でマラソン大会が開催されるようになり、健康づくりや体力づくりを目的にその参加者も年々増加している。笹川スポーツ財団「スポーツライフに関する調査報告書」によれば、2012年成人ジョギング・ランニングの年1回以上の実施率は1000万人を超え、2007年開催された東京マラソンの募集者も2014年では約30万人とされている。一方、最近増加している肥満者やメタボリックシンドロームなどに対してスポーツや運動が広く勧められているが、中には市民マラソン大会などに参加する者も少なくないと思われる。スポーツや運動は健康増進や疾病予防には欠かせないが、準備不足や体調によっては健康上の重大な事故が発生する危険性を孕んでいる。したがって日頃の健康管理がとりわけ重要になる。しかし、一般市民ランナーの食習慣、運動習慣、喫煙・飲酒習慣など生活習慣の実態については不明な点も多い。今回、生活習慣に関するアンケート調査を実施し、一般市民ランナーにおける生活習慣の実態とその問題点を明らかにするとともに、日常の健康管理のあり方について検討を加えた。

対象・方法

一般市民ランナー（以下ランナー群：ランニング歴、平均8.0年）男性57名（47.6歳）、女性53名（43.1歳）を対象に生活習慣に関するアンケート調査を実施した。アンケート調査の項目は20歳時からの体重増加（10kg以上）、日常の身体活動・運動（1回30分以上の軽く汗をかく運動を週2日以上、1年以上実施している、日常生活において歩行または同等の身体活動を1日1時間以上実施している、同世代の同性と比較して歩く速度が速い）、食習慣（朝食を抜くことが多い、早食い・ドカ食い・ながら食が多い、就寝前の2時間以内に夕食を摂ることが週に3回以上ある、夕食後間食を摂ることが週に3回以上ある）、飲酒習慣（ほぼ毎日アルコールを飲む）、喫煙習慣（現在、たばこを習慣的に吸っている）、その他（規則正しい生活をするように心掛けている）の11項目とした。対照群として、某団体一般職員（以下健診群）男性279名（52.0

歳）、女性103名（43.9歳）の健診時のデータを比較の対象とした。なお、ランナー群はランニングクラブに所属する者やランニングセミナー参加者の中から同意が得られた者である。

統計処理はカイ二乗検定を用い、有意差は5%未満とした。

結 果

1. 20歳時から10kg以上の体重増加者（図1）

20歳の時から10kg以上の体重増加をしているものは、男性：ランナー群26.3%、健診群41.9%（ $p < 0.05$ ）、女性：ランナー群7.5%、健診群16.5%（n.s.）とランナー群では健診群の約2分の1と少なかった。

2. 運動習慣・日常の身体活動（図1）

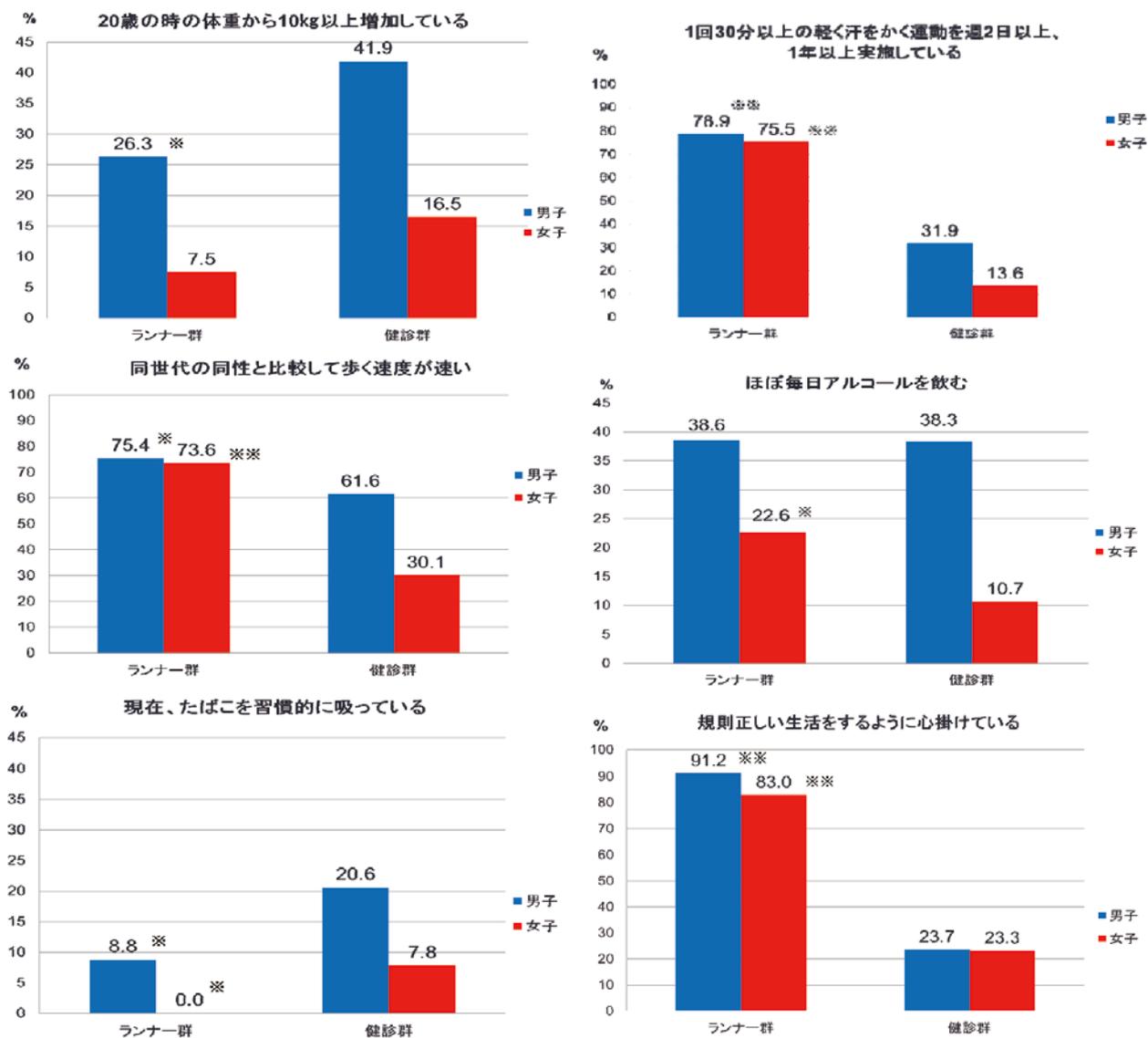
1回30分以上の軽く汗をかく運動を週2日以上、1年以上実施しているものは、男性：ランナー群78.9%、健診群31.9%（ $p < 0.01$ ）、女性：ランナー群75.5%、健診群13.6%（ $p < 0.01$ ）であり、運動習慣を有するものがランナー群では男女とも約8割に認められた。歩行などの身体活動を1日1時間以上実施しているものは、男性：ランナー群は45.6%、健診群は40.5%、女性：ランナー群は36.9%、健診群は25.2%と男女ともランナー群に多い傾向がみられたが、統計学的には差がなかった。同世代の同性と比較して歩く速度が速いものは、男女ともランナー群に多かった。

3. 食習慣（表1）

ランナー群では、朝食を抜くことが男女とも健診群に比べて少なかった。一方、早食い・ドカ食い・ながら食いの習慣を持つ人や就寝前の2時間以内に夕食を摂る人はランナー群で多い傾向を示したが有意差はなかった。夕食後間食を摂る習慣のある人はランナー群では健診群に比べて男女とも多く、とくにランナー群の女性では約4割に認められた（ $p < 0.01$ ）

4. 飲酒及び喫煙習慣（図1）

飲酒習慣のある人は男性では両群間に差がなかったが、



※ : p < 0.05, ※※ : p < 0.01

図1. アンケート調査の結果

表1. アンケート調査の結果（食習慣に関する項目）

質問	性別	R 群	健診群	有意差
朝食を抜くことが多い	男性	10.5%	13.6%	n.s.
	女性	3.8%	12.6%	n.s.
早食い・ドカ食い・ながら食が多い	男性	47.4%	35.8%	n.s.
	女性	32.1%	24.3%	n.s.
就寝前の2時間前に夕食を摂ることが週に3回以上ある	男性	45.6%	38.4%	n.s.
	女性	35.8%	29.1%	n.s.
夕食後間食を摂ることが週に3回以上ある	男性	26.3%	17.2%	n.s.
	女性	39.6%	17.5%	p < 0.01

女性ランナー群では22.6%と健診群の10.7%に比し、約2倍に認められた ($p < 0.05$)。

現在、たばこを吸っている喫煙者は、健診群：男性20.6%、女性7.8%であったのに対してランナー群では男性8.8%、女性0% (vs 健診群：男女とも $p < 0.05$) と喫煙者は極めて少なかった。

5. 規則正しい生活 (図1)

規則正しい生活をするように心掛けている人は、ランナー群：男性91.2%、女性83.0%と8割以上に認められたのに対して、健診群では男性23.7%、女性23.3%に過ぎなかった (男女とも： $p < 0.01$)。

考 察

長期に運動を継続している一般ランナーは体脂肪が少なく、全身持久力やインスリン感受性が高く、HDL-コレステロールが高値を示すなどの身体的特徴をもつとされている。ランナーにみられるこれらの身体的特徴は長期にわたる運動効果を示しており、生活習慣病の予防面からはメタボリックシンドロームも含め、運動実施者が目標とすべき一つの姿と考えられる。今回、20歳時から10kg以上の体重増加者は、健診群では4割以上に認められたのに対してランニング歴が平均8年のランナー群では健診群の約2分の1と少なかった。そして、ランナー群では運動習慣を有するものが8割近くを占め、同世代の人と比べて歩く速度が速いものが多かった。また、日常における身体活動度も有意差はないものの健診群に比べ多い傾向を示し、ランナー群では運動や活発な身体活動が日常習慣として根付いていることが明らかになった。

しかし、ランナー群においても4人に1人が20歳時から10kg以上の体重増加者であり、その中には肥満やメタボ解消のために運動に取り組んでいる人も含まれていると考えられ、日常の適正な食習慣の遵守が重要になる。五島らは運動習慣の有無から大学生の食生活を検討しているが、運動習慣のあるものでは食習慣に対する意識が高いものの、偏食やバランスが悪いことを指摘している。今回のアン

ケート調査からは食事内容などその詳細は不明であるが、就寝前2時間以内の夕食や夕食後の間食、早食いなど肥満に繋がりやすい食習慣や食行動が、ランナー群では多い傾向が認められた。この点については日々の生活の中で運動の時間を確保するために夕食が遅くなったり、エネルギー補給のための間食などランナーに特有な背景が関与している可能性も否定できない。今後、摂取カロリー量の正確な把握や肥満の有無との関係などさらに詳細な検討が必要と考えられる。

一方、飲酒習慣を有する者が女性ランナー群で多かったものの、ランナー群では喫煙者が極めて少なく、また日常、規則正しい生活を心掛けているとしたものが全体の8、9割を占めていた。喫煙は予防しうる健康阻害因子の最大のものであり、ランナーにとっては心肺機能への悪影響も大きいと考えられる。そして、走るためには常に日頃の体調管理に万全を期することが大切になるが、そのためには規則正しい生活が欠かせない。ランナー群においてそのような心掛けている人が高頻度に認められたことは、一般市民ランナーの健康に対する意識の高さを反映しているものと思われる。

ま と め

一般市民ランナーにおける生活習慣に関する特徴として、運動習慣がある、歩く速度が速く、喫煙者が極めて少なく、規則正しい生活を心掛けていた。一方、食習慣や飲酒習慣については必ずしも良いといえず、今後の対策が必要である。

参考文献

- 1) 国民衛生の動向, 2013/2014: 厚生労働統計協会, 2013年発行
- 2) 五島淑子ら: 運動習慣の有無からみた大学生の食生活, 山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要, 第21号, 51-61, 2006
- 3) ガイドライン/ガイダンス, 肥満症, 吉松博信編, p.30, 行動療法について, 日本医事新報社, 2010年発行

スタティックストレッチング介入による血管内皮機能及び 動脈ステイフネスへの影響

関西医科大学大学院 医学研究科 新野 弘美・黒瀬 聖司・山中 裕・日暮 恭子・福島八枝子
 関西医科大学 健康科学科 堤 博美
 関西医科大学健康科学センター 木村 穰

はじめに

簡便なエクササイズの一つであるストレッチングは、柔軟性（関節可動域）及び身体パフォーマンスの向上、スポーツ障害の予防と再発防止、筋疲労の回復促進等の多様な効果¹⁾が周知され、それぞれの目的に対し重要な役割を果たしている。また施行による効果は、筋腱部だけではなく筋内循環にも及ぶ。ストレッチングは伸展方法により、いくつかに分類される。目標とする筋群をゆっくりと伸展したまま保持するスタティックストレッチングは反動動作を伴わない為、筋や腱の損傷の危険性が低く、安全に施行することが可能である。

運動を含めた習慣的な身体活動量は、メタボリックシンドロームや循環器系疾患の予防・改善の重要な要素とされている。体力要素の中でも有酸素能力や筋力と動脈硬化度の関係は、国内においても報告されている²⁾。また、40歳以上の柔軟性と動脈硬化度との間に有意な負の相関関係が報告されている³⁾が、その機序は明確に示されていない。これまでも有酸素運動とスタティックストレッチングを含んだ複合的な運動介入による動脈硬化度に関する報告は散見されるが、スタティックストレッチングのみの介入による報告は少ない。そこで本研究では、6ヶ月間のスタティックストレッチングの施行が血管内皮及び動脈ステイフネスに及ぼす影響を検討することを目的とした。

方 法

1. 対象者及び介入期間

対象は40歳以上で月経があり、喫煙習慣のない健常女性11名（平均年齢47.4±3.0歳）とした（表1）。本研究は、関西医科大学倫理規定に則り、すべての対象者に対して本研究の主旨、内容及び注意点等について説明し、参加についての同意を得て施行した。介入期間は6ヶ月間とし、15分間のスタティックストレッチングを1日1回以上施行した。介入期間中の施行の状況は、記録用カレンダーに対象者自身が記録した。

2. スタティックストレッチング項目

ストレッチングの部位は僧帽筋、前腕諸筋群、三角筋、上腕三頭筋、上背部（僧帽筋・菱形筋）、大胸筋、広背筋、腓腹筋、ヒラメ筋、股関節外転筋群、股関節内転筋群、大腿四頭筋、ハムストリングス、大臀筋、脊柱起立筋下部の15部位を選択し、立位、座位もしくは臥位姿勢で、15～30秒間、RPE13の少しきつい感覚を目安に施行した。

3. 介入支援方法

介入期間中は、対象者全員に週に一度、電子メールを通じてニュースレターを送付し、情報交換や施行継続支援をした。また、1ヶ月に一度の頻度で、座学やスタティックス

表1. 被験者背景と介入前後の変化

	介入前	介入後	p 値
年齢 (歳)	47.9±2.2	48.5±2.0	0.08
身長 (cm)	157.8±7.0	—	—
体重 (kg)	54.0±11.6	53.9±11.5	0.28
体脂肪率 (%)	25.4±9.8	25.5±9.4	0.28
BMI (kg/m ²)	21.6±4.3	21.6±4.3	0.44
腹囲 (cm)	75.7±11.7	74.6±10.5	0.07
ルーズネステスト	1.0±1.1	—	—
SAS	8 以上	8 以上	—
IPAQ (kcal/day)	136.4±96.3	138.7±93.6	0.32
L/H	1.6±2.0	0.9±0.6	0.93

ストレッチを含めた軽運動等の90分間の任意参加の講座を開講した。

4. 測定項目

柔軟性の評価は、長座体前屈、ゴニオメーターによる股関節屈曲角度、高感度3軸加速度センサーによる上背部と腰部の可動域を測定した。体組成はIn Body 720を用いて測定した。また、関節弛緩度テスト(looseness test)は、東大式7点法で、1項目もしくは2項目が該当すると硬い、7項目に該当すれば柔らかいとして評価した。身体活動能力(SAS; Specific Activity Scale)、国際標準化身体活動量(IPAQ; International Physical Activity Questionnaire)は紙面にて確認した。交感神経活動の活性度は、きりつ名人(株式会社クロスウエル社製)を使用しL/Hを測定した。血管内皮機能は、Endo-PAT2000(Itamar Medical社製)を用いて、RH-PAT indexを測定した。動脈ステイフネスは、血圧脈波検査装置BP-203RPE III(オムロンコーリン社製)を用い、脈波伝播速度(baPWV; brachial-ankle Pulse Wave Velocity)を測定した。各項目の測定評価を介入前、3ヶ月経過後、介入後で行った。

5. 統計処理

測定値はすべて平均値 ± 標準偏差で表した。各測定値の介入前後の比較は、Wilcoxonの順位和検定を用いた。統計処理は、統計解析ソフトSPSS19.0 J for Windowsを用い、有意水準は5%未満とした。

結 果

スタティックストレッチの施行率は、 $82.8 \pm 15.4\%$ であった。介入後の対象者の体組成は腹囲のみに低い傾向がみられた。その他の項目には有意な変化は認められなかった(表1)。柔軟性の評価は、長座体前屈($37.4 \pm 13.7 \rightarrow 47.0 \pm 9.1\text{cm}$)、SLR右($85.7 \pm 15.9 \rightarrow 102.8 \pm 13.4$ 度)、SLR左($87.4 \pm 15.5 \rightarrow 98.5 \pm 13.3$ 度)、上背角度($40.7 \pm 17.3 \rightarrow 50.4 \pm 19.0$ 度)、腰部角度($35.3 \pm 13.3 \rightarrow 45.8 \pm 16.7$ 度)において介入前後で有意な差が認められた(表2)。任意参加とした講座は介入中に5回開講し、参加率は $47.2 \pm 7.6\%$ であった。参加状況と柔軟性項目の長座体前屈、SLR(右・左)、上背角度、腰部角度の変化量との間に相関関係は認められなかった。また、実施度と柔軟性項目

の長座体前屈、SLR(右・左)、上背角度、腰部角度の変化量との間にも相関関係は認められなかった。

交感神経活動の活性度を表すL/Hは、介入前後($1.6 \pm 2.0 \rightarrow 0.9 \pm 0.6$)に有意な変化は認められなかった(表1)。血管内皮機能の指標であるRH-PAT indexは、3ヶ月後は($1.55 \pm 0.22 \rightarrow 2.02 \pm 0.68$)6ヶ月後は($2.02 \pm 0.68 \rightarrow 2.63 \pm 0.83$)となり、介入後には基準値(1.68~2.09)を上回る有意な改善がみられた。動脈ステイフネスの指標としたbaPWVは、3ヶ月後は($1159.0 \pm 116.0 \rightarrow 1145.0 \pm 149.0\text{cm/sec}$)で有意な差は認められなかったが、6ヶ月後は($1145.0 \pm 149.0 \rightarrow 1079.0 \pm 110.2\text{cm/sec}$)と有意な改善が認められ、年齢における平均値より良好な値まで改善がみられた(図1, 図2)。

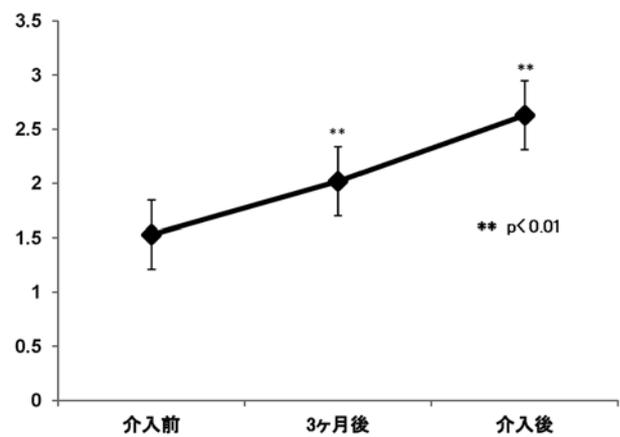


図1. RH-PAT indexの変化

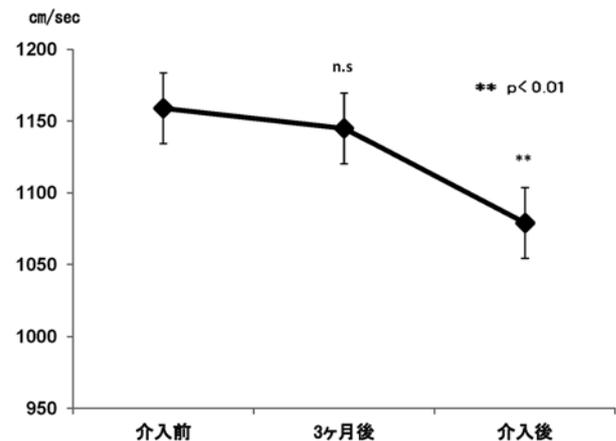


図2. baPWVの変化

表2. 柔軟性評価

	介入前	介入後	p 値
長座体前屈 (cm)	37.4 ± 13.7	47.0 ± 9.1	< 0.01
右・SLR (度)	85.7 ± 15.9	102.8 ± 13.4	< 0.01
左・SLR (度)	87.4 ± 15.5	98.5 ± 13.3	< 0.01
上背角度 (度)	40.7 ± 17.3	50.4 ± 19.0	< 0.01
腰部角度 (度)	35.3 ± 13.3	45.8 ± 16.7	< 0.01

収縮期血圧 ($110 \pm 14 \rightarrow 110 \pm 15 \text{mmHg}$), 拡張期血圧 ($68 \pm 12 \rightarrow 69 \pm 12 \text{mmHg}$) においては介入前後に有意な変化は認められなかった。収縮期及び拡張期血圧の変化量と血管内皮機能の指標にしたRH-PATindex の変化量との間に相関関係は認められなかった。そして、血管内皮機能の指標にしたRH-PATindex の変化量を従属変数とし、体組成、柔軟性項目、血圧、自律神経機能、動脈ステイフネスの指標としたbaPWV の各変化量を独立変数として重回帰分析を行った結果、有意な回帰式は得られなかった。

考 察

スタティックストレッチングは反動を用いずに筋を伸展する為、伸張反射が起きにくく、筋の損傷を引き起こす可能性が低い。柔軟性の向上の機序として、筋は持続的な伸張が加わると筋と骨とを結合する腱も伸張する。この際、ゴルジ臓器が興奮し、この信号が求心性にI b神経線維を伝播し、脊髄後角に入る。介在ニューロンを介して筋の脊髄前角細胞の興奮を抑制し、筋緊張を抑制、低下をさせる働きにより関節の可動域の拡大を促進したと考えられた。本研究で施行した一部位に対して15～30秒という伸展時間、ややきつという伸展強度、80%以上の実施率、6ヶ月の介入期間が柔軟性評価の改善度に貢献したと考えられた。

一過性のストレッチング直後に自律神経機能が改善するという報告⁴⁾もみられるが、本研究では3ヶ月経過後及び介入後の測定が、ストレッチング施行直後ではなかった。L/Hは交感神経活動の活性度を表し、基準値は1.5～2.0とされている。本結果では、介入前後で有意な変化はみられなかった。6ヶ月後の数値が低下していることから、交感神経活動の活性度の抑制傾向はみられるが、統計的にも関与は少ないと考えられた。

RH-PAT index は、1.67以下は血管内皮機能の低下を示す。介入前の値(1.53)に比し、介入後の値(2.63)は有意な改善が認められ、基準値(1.68～2.09)以上の値を示した。改善機序としては、筋の伸張時には血管も伸長し、メカニカルなストレスが生じ、血流の変化が血管内皮に対する相対的なシェアストレスを上昇させ、血管内皮由来弛緩因子生産と発現を促進し、一酸化窒素(NO)などが産生された^{3),5)}ことにより、改善に寄与したものと考えられた。

baPWVの値は、高値になるほど動脈ステイフネスの増大を示す。介入前($1159.0 \pm 116.0 \text{cm/sec}$)に比し、介入後($1079.0 \pm 110.2 \text{cm/sec}$)に低値を示し、有意な改

善が認められた。3ヶ月経過後のbaPWVの値($1145.0 \pm 149.0 \text{cm/sec}$)には有意な差が認められなかったことから、3ヶ月経過以降に動脈ステイフネスが改善したもの⁶⁾と考えられた。その改善機序として、ストレッチングの継続した施行により、血管内膜を構成する内皮細胞に継続的に負荷することで、血管の性状が柔軟変化をし、動脈ステイフネスの改善⁶⁾にも寄与するものと考えられた。先行研究では1年間の運動介入の結果、長座体前屈は10cm増加し、baPWVは約100cm/sec低下したことが報告されている^{2),7)}。本研究では長座体前屈は約10cm増加し、baPWVは80cm/sec低下し、柔軟性と動脈ステイフネスとの交互作用が示唆された。

今後の課題としては、有効なストレッチング運動施行条件の確定、1ヶ月位の短い期間の継時的観察や測定、一酸化窒素(NO)の測定、血管伸長度や径の変化測定、継続効果等の検討項目をふまえ、コントロール群及びサンプル数を増やし、因果関係を明確にする必要があると考えられる。

結 語

スタティックストレッチングの6ヶ月間の継続施行は、柔軟性の向上と血管内皮機能及び動脈ステイフネスにおいて良好な改善をもたらし、抗動脈硬化の一助となるエクササイズになりうる可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 山口太一ら：ストレッチングの方法と効果。からだの科学, 245, 24-31, 2005
- 2) 山元健太ら：体の柔軟性は動脈硬化と関連する。Journal of Training Science for Exercise and Sport, 23 (3), 257-262, 2011
- 3) Tanabe T. et al.: Exercise training improves aging-induced decrease in eNOS expression of the aorta. Acta Physiol Scand 178, 3-10, 2003
- 4) Hotta K, Kamiya K, Shimizu R, et al. Stretching exercise enhance vascular endothelial function and improve peripheral circulation in patients with acute myocardial infarction. Int Heart J. 54 (2), 59-63, 2013
- 5) 前田清司ら：運動と血管内皮の働き。体育の科学, 61, 249-254, 2011
- 6) Maeda S. et al.: Aortic stiffness and aerobic exercise mechanistic insight from microarray analyses. Med Sci Sports Exerc 37, 1710-1716, 2005
- 7) Yamamoto K. et al.: Poor trunk flexibility is associated with arterial stiffening. Am J Physiol Heart Circ Physiol 297, 314-318, 2009

運動ストレスが及ぼす口腔内抗菌性ペプチドおよび虫歯菌への影響

大阪成蹊短期大学 幼児教育学科 白井 達矢・竹安 知枝・織田 恵輔
 森ノ宮医療大学 保健医療学部 鍼灸学科 上田 真也
 工学院大学 基礎教養・教育部門 桂 良寛
 大阪教育大学大学院 教育学研究科 健康科学専攻 辻 慎太郎

目 的

口腔内は外気にたえず曝露されていることから、細菌やウイルスなどの病原微生物が侵入しやすく、第一線の防御機構として機能する唾液免疫成分の働きが重要となる^{1),2)}。一般的に、高強度や長時間運動などの運動ストレスに伴い、口腔内の免疫機能が低下し、上気道感染症への罹患率が高まることが報告されている^{3),4)}。口腔内免疫機能の代表としては、唾液免疫グロブリン A (IgA) が報告されており、一過性の運動および繰り返し運動や長期間運動により、その分泌が変化することが報告されている⁵⁾。

さらに近年、生体防御システムとして、抗菌性ペプチド群の存在が注目され、それらは自然免疫に属し、感染に対する第一線の防御機構として機能するだけでなく、自然免疫に続く獲得免疫系を活性化させる働きを有していることが報告されている⁶⁾。特に、上気道感染や口腔内免疫機能において重要な役割を担っているのが *Human- β -defensin-2* であり、気道上皮細胞や唾液腺から分泌され、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^{6),7)}。

Defensin は、粘膜表層の生体防御機構において重要な役割を担い、低分子塩基性抗菌ペプチドの 1 グループとして分類され、 β -sheet 構造と 2~3 個の分子内ジスルフィドを持つカチオン性のペプチドとして特徴づけられている^{8),9)}。*Defensin* は、抗菌性ペプチドの多型遺伝子族を形成しており、1980 年に最初に発見されてからヒトを含む様々な哺乳動物の気管、唾液、腸、舌、血液、皮膚などからその分泌が発見されている^{8),9)}。さらに *Defensin* は、存在する 6 つのシステイン残基の形成する 3 つのジスルフィド結合の組み合わせの違いから、 *α -defensin* と *β -defensin* とに大別される^{8),9)}。

Human- β -defensin-2 (*HBD-2*) は、グラム陰性菌、陽性菌および真菌に対して抗菌活性をもち、皮膚や唾液、肺などで多く発現している^{10),11)}。*HBD-2* は、生体が細菌や炎症性のサイトカインに暴露された際に著しく誘導的に発現されることが報告されている^{10)~13)}。また、精神的、身体的ストレスに伴う内因性グルココルチコイドの分泌増加に伴い、*HBD-2* の発現が抑制されるグルココルチコイド依

存メカニズムが報告されている¹⁴⁾。

HBD-2 は、他の抗菌性ペプチド群よりも約 10 倍の抗菌活性を有しており、さらには、直接的な抗菌活性に加えて、自然免疫と獲得免疫反応との間の伝達においても重要な作用を持つことが認識されてきており、これらの分泌が、口腔内免疫機能にとって非常に重要であるとされている^{12),13)}。特に、口腔内のように細菌が豊富な環境下では、*HBD-2* のような抗菌性ペプチドが生体防御に大きく寄与する。抗菌性ペプチド群は、歯科学や口腔衛生学などで特に重要とされており、虫歯菌 (*Streptococcus mutans*) の増減や虫歯の発生リスクと抗菌性ペプチド群の分泌濃度とは関連があることが報告されている^{15),16)}。しかしながら、運動による抗菌性ペプチド群の変化と虫歯菌への影響に関して検討した研究はない。抗菌性ペプチド群と運動に関するこれまでの報告では、Davison らが一過性の中等度長時間運動に伴い、唾液中の抗菌性ペプチド群 (*LL-37*, *α -defensin*) が有意に増加したこと¹⁷⁾、また我々は、一過性の長時間高強度運動に伴い唾液 *HBD-2* の発現度合いが抑制されることを報告している¹⁸⁾。さらに *Eda* らは、ヨガストレッチなどのリラクゼーション運動が、*HBD-2* の発現を高めることを報告している¹⁹⁾。このことから、運動刺激において、抗菌性ペプチド群の発現は影響し、口腔内免疫機能が変化する。これまでの運動と免疫に関する多くの研究^{1),20),21)} では、運動刺激に伴い変化した唾液免疫成分の濃度や分泌量などの動態や変化しか検討されておらず、さらに運動により、変化した抗菌性ペプチド群や唾液免疫成分が、実際にどのぐらいの抗菌活動に貢献しているかは明らかにされていない。

そこで、今回は、運動ストレスに伴う口腔内免疫機能の変化と虫歯菌活性との関連について検討した。

方 法

1. 対象

対象者は、一般健常男性 10 名 (年齢 21 \pm 3 歳; 身長 174.4 \pm 2.4cm; 体重 65.8 \pm 5.8kg; V_{O_2max} 43.7 \pm 4.8ml/kg/min) である。対象には、実験日の 1 ヶ月前の期間、上気道感染症の罹患が無いこと、虫歯が無いこと、治療中で

ないことを事前に確認し、高血圧、心疾患などの循環器疾患、消化器疾患、炎症性疾患、内分泌疾患を有する者は含まれておらず、喫煙習慣を有する者がいないことを予め確認した。また、運動介入に伴う影響を検討するため、対象者は、運動を定期的に行っていない者、さらに精神的ストレスが、抗菌性ペプチド群の発現に影響することから実験日から6ヵ月間の間に身内などに不幸がなかった者を対象とした。本研究のプロトコルは、大阪成蹊短期大学倫理規程研究審査会による審査・承諾を得て、各対象者には事前に本研究の主旨を説明し、全員から研究参加への同意を得た。

2. 実験プロトコル

図1に実験プロトコルを示す。本研究の運動では、自転車エルゴメーター（AEROBIKE75XLⅢ：SAKAImed社製）を用いた定常負荷運動を採用し、負荷強度は事前に測定した最大酸素摂取量の75%に設定した。

測定当日は、AM11:00に実験室に入室させ、口腔内のうがいと歯磨きを実施する。その後、60分間安静状態を保ち、PM12:00より唾液採取を実施した。

唾液採取に関しては、自然誘発法とコットン法が多く用いられており、今回の長時間高強度運動など激しい運動の場合は、自然誘発法では、一定の唾液量の確保が困難なため、コットン法を用いて行い^{18), 22)}、脱脂綿を1回/秒のペースで1分間咀嚼した後に唾液を採取した。

3. 唾液分析

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

4. 虫歯菌に対する唾液抗菌活性

採取した唾液を用いて虫歯菌に対する抗菌活性レベルを測定した。被験株菌の培養には、Difco（Michigan, USA）

製を用い、その他の試薬は、シグマ製を用いた。実験に用いた被験株菌は、Institute for Fermentation Osakaの微生物バンクより入手し、虫歯菌はストレプトコッカス・ミュータンス菌（*Streptococcus mutans* ATCC35911）を使用し、唾液抗菌活性を測定した。

抗菌活性レベルの測定は、それぞれの菌を採取した唾液と24時間培養（37℃）させ、その後、菌の細胞数をカウントした。

5. 統計処理

全てのデータは正規分布を示していたため、平均値 ± 標準偏差で示した。運動試行と安静試行の2試行間の差は、反復測定の一元配置分散分析を用い、有意差が認められた場合には、Tukey-Kramer検定を用いて比較した。なお、有意水準の判定はいずれも $p < 0.05$ とした。

結 果

1. 唾液抗菌性ペプチド（HBD-2）の変化

唾液HBD-2濃度は、安静時 86.6 ± 11.4 pg/ml、運動終了直後 208.0 ± 106.7 、運動終了1時間後 257.6 ± 68.6 、2時間後 250.8 ± 76.6 、4時間後 150.5 ± 46.6 、6時間後 66.5 ± 26.6 、24時間後 65.5 ± 16.3 を示した（図2）。

安静時と比較して、運動直後および運動終了1時間後、2時間後では有意（ $p < 0.01$ ）に増加した。また、運動終了6時間後、24時間後では、有意（ $p < 0.01$ ）に減少した。唾液量および浸透圧においては、運動終了直後のみ、安静時と比較して有意（ $p < 0.01$ ）に減少した。

2. 虫歯菌に対する唾液抗菌活性の変化

虫歯菌に対する唾液抗菌活性の変化では、0分（運動前）と比較して、運動終了6時間後および24時間後では、有意（ $p < 0.01$ ）な菌の発育増加がみられた（図3）。しかし、運動直後および運動終了1時間後、2時間後では有意な差はみられなかった。

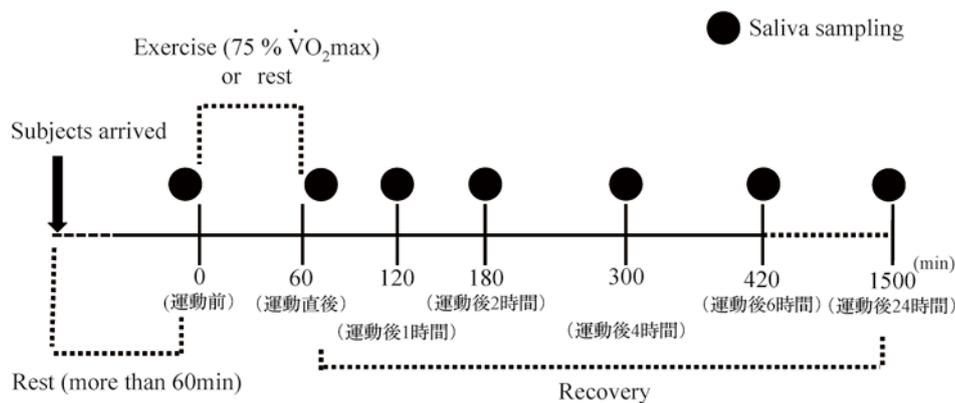


図1. 実験プロトコル

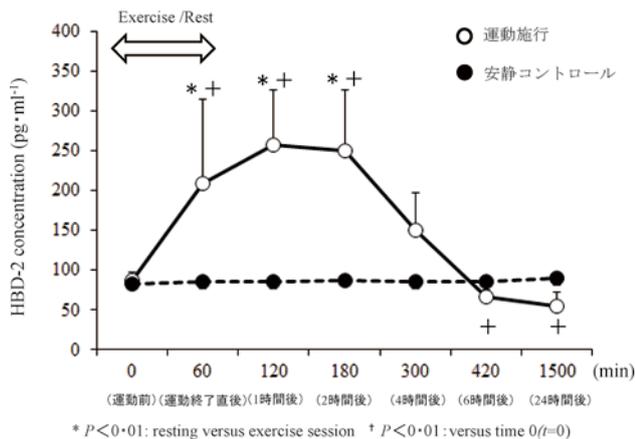


図2. 唾液HBD-2の変化

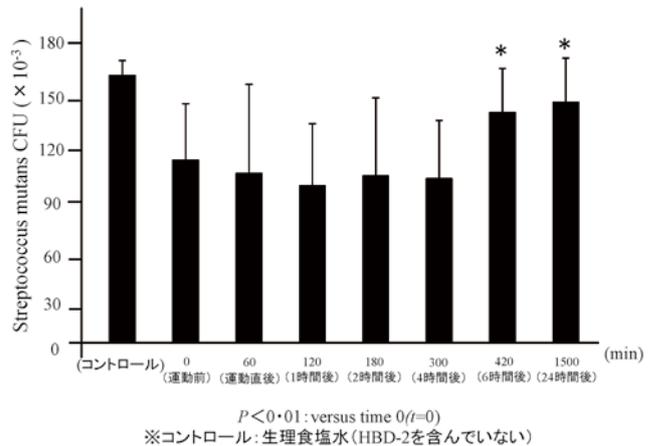


図3. 唾液培養中におけるストレプトコッカス・ミュータンス菌の菌数の変化

考 察

運動ストレスに伴う唾液 HBD-2 の変動と唾液抗菌活性レベルを検討した結果、長時間高強度運動に伴い、運動終了直後および1時間後、2時間後において唾液 HBD-2 濃度が有意に増加すること、また運動終了6時間後および24時間後においては、安静時と比較して有意に発現が低下することを示した。さらに、虫歯菌に対する唾液中の抗菌活性では、運動終了6時間後、24時間後の唾液において、菌の阻止能力が有意に低下することが示された。

近年、抗菌性ペプチド群に関する報告が多くなされており、なかでも HBD-2 は、唾液腺や気道上皮細胞から分泌され、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^{2), 23)}。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り、抗菌性ペプチド群 (LL-37, *α-defensin*) が増加したことを報告している¹⁷⁾。また、我々も、運動ストレスに伴い、唾液中の抗菌性ペプチド群 (HBD-2, LL-37) が運動直後および1時間後、2時間後に有意に増加することを、これまでに報告し、高強度運動 (身体的ストレス) に伴う炎症性サイトカインの増加が、抗菌性ペプチド群の産生に貢献しているのではないかと考察している^{17), 18)}。

また、Nijnik らは、唾液中の HBD-2 は、口腔内の防御機構として第一線に働き、その分泌量や濃度が高いほど、より強い抗菌活性を示すことを報告している²⁴⁾。今回、一過性の長時間高強度運動に伴い、運動終了直後から運動終了後2時間において、唾液 HBD-2 が有意に増加したが、唾液抗菌活性レベルは、HBD-2 の有意な増加がみられた運動終了直後の唾液 (運動終了直後・運動終了後1時間・2時間) においても、その抑制効果は見られなかった。しかし Davison らは、気道や口腔の流体である唾液免疫成分は、運動刺激に伴い、相乗的に分泌されることで、運動直

後および数時間にわたり、その殺菌性や抗菌性が高くなることを報告¹⁷⁾している。今回の運動終了直後の唾液抗菌活性レベルの抑制効果が見られなかったのは、今回実施した運動強度が高く、ストレス負荷であったため、分泌量や濃度は高まったが、唾液そのものの抗菌機能の低下がみられたと考えられる。従って、唾液中の免疫機能を評価する場合、その分泌量や濃度だけでなく、その機能 (抗菌活動や菌抑制レベル) を確実に評価する必要がある。

これまでの運動と口腔内免疫に関する研究において、一過性の運動により、リゾチームやラクトフェリンなどの抗菌性タンパクが増加することや、口腔粘膜免疫の代表とされる免疫グロブリン A (IgA) の低下を、リゾチームやヒスタチンなどの抗菌性タンパクがカバーするために増加することが報告されている^{21), 25)}。一般的に、高強度や長時間の運動に伴い、リンパ球などの全身性免疫機能が低下することは知られており、その低下は、運動後から24時間は続くと言われている。そうした全身性の免疫機能をカバーするために、一時的に局所免疫 (口腔内) の働きが高まり、抗菌性ペプチド群や抗菌性タンパクの産生増加がみられたと考えられる。しかし、運動終了6時間後および24時間後では、唾液 HBD-2 の発現が有意に低下し、虫歯菌に対する唾液抗菌能の低下が見られ、菌の発育阻止能力が低下した。このことから、長時間や高強度の運動を行った場合、口腔内局所免疫機能が低下し、虫歯菌の活性に伴い口腔内の健康が阻害されることが危惧される。今回は、唾液と種々の菌との培養による菌の発育度合いを検討したが、今後は、採取した唾液中の虫歯菌の菌数や、菌茎の炎症度合いなども検討していくことが出来れば、運動ストレスに伴う口腔内の健康への影響を明らかにしていくことができる。さらに、今回は、運動ストレスに伴う影響を検討したが、唾液 HBD-2 の分泌を高める運動を検討していくことで、虫歯菌の抑制や口腔の健康を高めるための運動処方につなげていくことができる (口腔ケアに対する運動処方)。

まとめ

運動ストレスに伴う口腔内免疫機能の変化と虫歯菌活性との関連について検討した。その結果、唾液抗菌性ペプチド群であるHBD-2濃度は、運動終了6時間後、24時間後に減少し、虫歯菌に対する唾液抗菌能力が低下することが示唆された。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、多大な研究助成を賜りました財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) Neville V, Gleeson M, Folland JP : Salivary IgA as a risk factor for upper respiratory infection in elite professional athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 40 (7) : 1228 - 1236, 2008
- 2) West NP, Pyne DB, Renshaw G, Cripps AW : Antimicrobial peptides and proteins, exercise and innate mucosal immunity. *FEMS Immunol Med Microbiol.* 48 : 493 - 304, 2006
- 3) Nieman DC. Upper respiratory tract infections and exercise. *Thorax* 1995 ; 50 : 1229 - 1231
- 4) Usui T, Yoshikawa T, Orita K, Ueda S, Katsura Y, Fujimoto S : Comparison of salivary antimicrobial peptides and upper respiratory tract infections in elite marathon runners and sedentary subjects. *J phys Fitness Sports Med,* 1 (1) : 175 - 181, 2012
- 5) Gleeson M. Immune function in sport and exercise. *J Appl Physiol* 2007 ; 103 : 693 - 699
- 6) Doss M, White MR, Teclé T, Hartshorn KL : Human defensins and LL-37 in mucosal immunity. *J Leuko Biol.* 87 : 79 - 92, 2010
- 7) Proud D, Sanders SP, Wiehler S : Human rhinovirus infection induces airway epithelial cell production of human β -defensin 2 both in vitro and in vivo. *The Journal of Immunology.* 4637 - 4645, 2004
- 8) Ganz T. Defensins : antimicrobial peptides of innate immunity. *Nat Rev Immunol* 2003 ; 3 : 710 - 720
- 9) Duits LA, Rademaker M, Ravensbergen B, van Sterkenburg MA, van Strijen E, Hiemstra PS, Nibbering PH : Inhibition of hBD-3, but not hBD-1 and hBD-2, mRNA expression by corticosteroids. *Biochem Biophys Res Commun.* 280 : 522 - 525, 2001
- 10) McDermott AM, Redfern RL, Zhang B, Pei Y, Huang L, Prose RJ : Defensin expression by the cornea : multiple signalling pathways mediate IL-1 β stimulation of hBD-2 expression by human corneal epithelial cells. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 44 : 1859 - 1865, 2003
- 11) Starner TD, Agerberth B, Gudmundsson GH, McCray PB Jr : Expression and activity of β -defensins and LL-37 in the developing human lung. *J Immunol.* 174 : 1608 - 1615, 2005
- 12) Terai K, Sano Y, Kawasaki S, Endo K, Adachi W, Hiratsuka T, Ihiboshi H, Nakazato M, Kinoshita S : Effects of dexamethasone and cyclosporin A on human β -defensin in corneal epithelial cells. *Exp Eye Res.* 79 : 175 - 180, 2004
- 13) Tomita T, Nagase T, Ohga E, Yamaguchi Y, Yoshizumi M, Ouchi Y : Molecular mechanisms underlying human β -defensin-2 gene expression in a human airway cell line (LC2/ad) . *Respirology.* 27 : 305 - 310, 2007
- 14) Aberg KM, Radek KA, Choi EH, Kim DK, Demerjian M, Hupe M, Kerbleski J, Gallo RL, Ganz T, Mauro T, Feingold KR, Elias PM : Psychological stress downregulates epidermal antimicrobial peptide expression and increases severity of cutaneous infections in mice. *J Clin Invest.* 117 : 3339 - 49, 2007
- 15) Dale BA, Tao R, Kimball JR, Jurevic RJ : Oral Antimicrobial peptides and biological control of caries. *BMC Oral Health,* 2006
- 16) Tao R, Jurevic RJ, Coulton KK, Tsutsui MT, Roberts MC, Kimball JR, Wells N, Berndt J, Dale BA : Salivary Antimicrobial peptides expression and dental caries experience in children. *Antimicrobial agents and chemotherapy,* 3883 - 3888, 2005
- 17) Davison G, Allgrove J, Gleeson M : Salivary antimicrobial peptides(LL-37 and α -defensins HNP 1-3), antimicrobial and IgA responses to prolonged exercise. *Eur J Appl Physiol.* 106 : 277 - 84, 2009
- 18) Usui T, Yoshikawa T, Orita K, Ueda S, Katsura Y, Fujimoto S : Changes in salivary antimicrobial peptides, immunoglobulin A and cortisol after prolonged strenuous exercise. *Eur J Appl Physiol.* 111 : 2005 - 2014, 2011
- 19) Eda N, Shimizu K, Suzuki S, Tanabe Y, Lee E, Akama T : Effects of yoga exercise on salivary β -defensin 2. *Eur J Appl Physiol.* 113 (10) : 2621 - 7, 2013
- 20) M.Gleeson : Mucosal immunity and respiratory illness in elite athletes. *Int J Sports Med.* 21 : 33 - 43, 2000
- 21) Nieman DC : Exercise, upper respiratory tract infection, and the immune system. *Med Sci Sports Exerc.* 26(2) : 128 - 139, 1994
- 22) Akimoto T, Kumai Y, Akama T, Hayashi E, Murakami H, Soma R, Kuno S, Kono I : Effects of 12 months of exercise training on salivary secretory IgA levels in elderly subjects. *Br J Sports Med.* 37 : 76 - 9, 2003
- 23) Diamond G, Beckloff N, Ryan LK : Host defense peptides in the oral cavity and the lung : similarities and differences. *J Dent Res.* 915 - 27, 2008
- 24) Nijnik A, Hancock RE : The roles of cathelicidin LL-37 in immune defences and novel clinical applications. *Curr Opin Hematol.* 16 : 41 - 7, 2009
- 25) M.Gleeson : Mucosal immunity and respiratory illness in elite athletes. *Int J Sports Med.* 21 : 33 - 43, 2000

中高年者の腹部肥満は仰臥位における咳嗽能力の低下を増強する

大阪市立大学大学院 医学研究科 運動環境生理学

山科 吉弘・横山 久代・岡崎 和伸・
今井 大喜・鈴木 明菜・竹田 良祐・
Nooshin Naghavi・宮側 敏明

藍野大学 医療保健学部

青山 宏樹・堀 寛史

畿央大学 健康科学部

田平 一行

はじめに

高齢者の死因として肺炎は大きな割合を占め、その原因の一つとして感染防御機能の低下が指摘されており、咳嗽能力低下もその一つとされている¹⁾。近年、食生活の欧米化や運動不足などの生活習慣の変化により肥満者が増加傾向にある。肥満者の呼吸機能は脂肪沈着部位に影響を受けるとされ、特に腹部への内臓脂肪沈着は横隔膜の動きを制限すると言われている。また、呼吸機能は姿勢の影響を受け、端座位に比べ仰臥位では腹部内臓器が押し上げられ、横隔膜への抵抗が増加するとされている。そこで、今回中高年者の腹部肥満が咳嗽能力に与える影響や姿勢の影響について検討したので報告する。

対 象

対象は、喫煙歴がなく呼吸器・循環器疾患の既往がない中高年女性24名（年齢：64.4±3.4 (SD) 歳，身長：153.8±5.6cm）とし、女性におけるメタボリックシンドロームの診断基準である腹囲90cm以上を肥満群10名（腹囲：103.5±9.9cm，BMI：31.8±3.6kg/m²），90cm未満を非肥満群14名（腹囲：75.7±7.3cm，BMI：23.1±3.6kg/m²）とした。被験者全員に対し、事前に書面と口頭にて本研究の目的や方法、リスク等を十分に説明し、承諾を得た。

方 法

1. 腹囲の測定

被験者に立位を取らせ、安静呼吸位における臍部の高さの腹囲をテープメジャーを用いて測定した。なお測定者間の誤差を除くために、測定は全て同一の検者が実施した。

2. 呼吸機能測定

被験者に十分な安静をとらせた後、座位、仰臥位の2種類の姿勢で肺活量（vital capacity：VC）、咳嗽能力

（cough peak flow：CPF）を測定した。座位は、背もたれのない椅子に座り、両手は大腿部に置くように指示した。仰臥位は、ベッド上を使用し、両上肢は体側に、両下肢は膝を屈曲させず、伸展位とした。また、2種類の測定姿勢の順番は無作為とした。測定にはMINATO社製電子スパイロメーターAS-307を用い、ノーズクリップを装着しマウスピースをくわえさせた状態で測定した。測定は各3回行い最大値を採用した。

VCの測定は、最大吸気位から最大呼気位までゆっくりと呼気を行わせた。CPFの測定は、最大吸気位からの最大努力による自発咳嗽を促し、「できるだけたくさん息を吸い込んで、出来る限り強い咳を行ってください」と指示を統一した。測定は事前に数回の練習を行い、方法理解を促した後に実施した。また、測定はVC、CPFの順に行い、各測定間には十分な休憩を設け疲労がないことを確認した。

3. 姿勢によるVCおよびCPF変化率の算出

体位変換がVCおよびCPFの各値に与える影響の指標として、端座位を基準として仰臥位になった場合の変化率を次式で算出した。

$$\text{変化率} = (\text{背臥位の値} - \text{端座位の値}) / \text{端座位の値} \times 100$$

VC、CPFの変化率をそれぞれVC変化率、CPF変化率とした。

4. 統計解析

4-1. 座位・立位間の比較

各群間のVC、CPFの座位、仰臥位間の比較は、対応のあるt検定を用いた。

4-2. 肥満群と非肥満群間での比較

各姿勢におけるCPFならびにVC、VC変化率、CPF変化率の2群間の比較は、対応のないt検定を用いた。

4-3. 腹囲とVC変化率、CPF変化率との関係

腹囲と各項目との関係は、群毎にPearsonの相関分析を行なった。

いずれも有意水準は5%未満とし、解析はStatView 5.0 for Windowsを使用した。

結 果

姿勢の影響における検討では、両群でCPF, VCは仰臥位で端座位に比べ有意に低値を示した(表1)。端座位から仰臥位への体位変換によるCPF, VCの低下は肥満群で非肥満群に比べ有意に大きくなったが、CPF, VCの値そのものはいずれの姿勢においても両群間で有意な差を認めなかった(表1)。肥満群においてCPF変化率は腹囲と有意な相関を認めた(図1)。

考 察

咳嗽のメカニズムは3相に分かれており、第1相は深い吸気の後、一瞬声門を閉じる。そして第2相で胸腔内圧を上げ、第3相では爆発的呼気流速が生じる。今回の結果から両群ともにCPFは端座位で有意に高値を示し、姿勢の

影響を受けることが確認された。また、咳嗽能力の決定因子の一つとされているVCは、端座位と比べ仰臥位で低値をとることが報告されており^{2),3)}、我々の研究もこれらの研究成果を支持する結果となった。これらは、仰臥位の場合、背側の胸郭が圧迫されることにより胸郭の拡張を制限することや、腹部内臓器が横隔膜を押し上げ吸気運動を制限することにより、深い吸気が行えないことで吸気量が軽減し、呼気量も軽減するためと考えられた。一方、端座位の場合は、仰臥位と比べ胸郭の圧迫を受けることがなく、腹部内臓器が下降し横隔膜への抵抗が減少するため、咳嗽の第1相において、深吸気を得やすい状態であると考えられる。また、胸郭が拡張することで筋の張力が得られ、長さ—張力関係により呼気筋群の活動を発揮しやすい状態となることも考えられる。よって仰臥位に比べ端座位ではVC, CPFも向上したものと推察された。これらのことから、腹部肥満の大小に関係なく、VCやCPFは姿勢の影響

表1. VC, CPFの姿勢による影響

	全体	非肥満群	肥満群
VC 座位 (L)	2.92 ± 0.41	2.92 ± 0.44	2.91 ± 0.36
VC 仰臥位 (L)	2.79 ± 0.43*	2.82 ± 0.49*	2.76 ± 0.37*
VC 変化率 (%)	-4.3 ± 4.9	-3.7 ± 5.3	-5.1 ± 4.4 [§]
CPF 座位 (L/min)	315.1 ± 72.7	316.8 ± 77.3	313.1 ± 70.2
CPF 仰臥位 (L/min)	290.8 ± 74.9*	298.1 ± 82.3*	280.6 ± 66.1*
CPF 変化率 (%)	-8.4 ± 5.1	-6.7 ± 5.6	-10.8 ± 3.0 [§]

平均 ± SD. *p < 0.05, 仰臥位 vs 座位. §p < 0.05, 非肥満群 vs 肥満群.

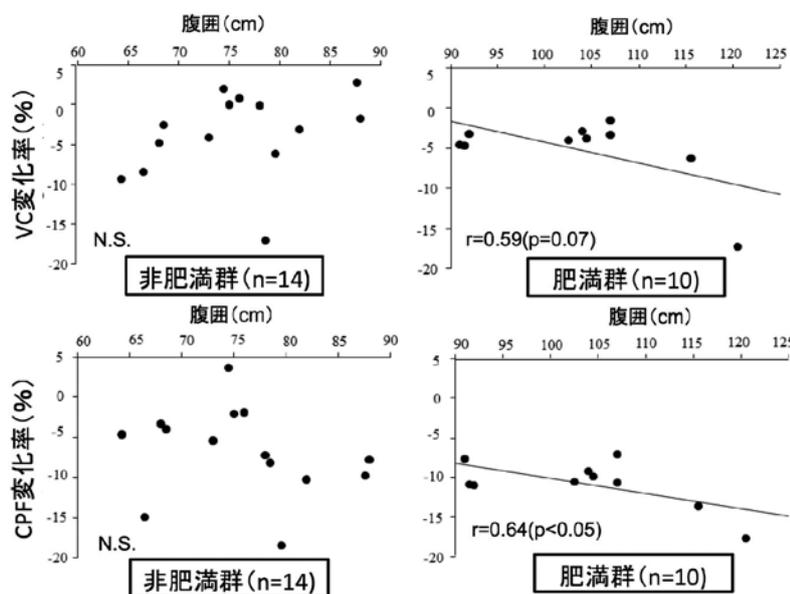


図1. 腹囲と呼吸機能との関係

を受けることが確認できた。

次に、肥満群と非肥満群での比較では両姿勢におけるVC、CPFに有意な差はなく、また両群において腹囲とVC、CPFに有意な相関を認めなかった。これらのことから、腹囲の増大によってVC、CPF値自体は影響を受けないことが示唆された。肥満になると舌を含めた上気道の軟部組織が増えるため気道が狭窄することや、胸壁への脂肪蓄積に伴う胸壁コンプライアンス低下、腹腔内脂肪蓄積による安静呼気位の低下など呼吸機能に影響を及ぼす⁴⁾とされており、今回の結果とは異なるものであった。これはVCやCPFは呼吸筋力との相関³⁾が報告されており、今回の結果は、個々の呼吸筋力の影響を受けた可能性も考えられる。しかし、本研究では呼吸筋力の評価を含めておらず、今後はこれらの関連性についても明らかにする必要がある。

上述のように、両群においてVC、CPFに有意な差を認めなかったがVC変化率、CPF変化率は肥満群の方が有意に増大し、これらは肥満群のみ腹囲と相関を認めた。前述のように端座位より背臥位になることで腹部内臓器が押し上げられ、横隔膜への抵抗が増加し²⁾、さらに胸郭コンプライアンスも低下する⁵⁾ことに起因すると考えられているが、脂肪沈着により腹囲の増大した肥満群では、呼吸機能に対する姿勢変化の影響をより顕著に受ける可能性が示唆された。

これらのことから、腹囲の増大は呼吸機能に対する姿勢の影響を増幅すると考えられ、咳嗽能力が低下している肥満者の安静臥床は非肥満者に比べ呼吸器合併症を発症するリスクが高くなる可能性が示唆された。よって、肥満者においては、非肥満者に比べ体位変換や早期離床を促すことが望ましいと考えられた。

結 論

端座位から仰臥位への体位変換による咳嗽能力の低下は肥満群において非肥満群に比べ有意に大きく、腹部肥満の増大は、仰臥位における咳嗽能力の低下を増強することが明らかとなった。

参考文献

- 1) 朝戸裕子ら：高齢者の咳嗽機能低下に関する研究，東京女子医科大学誌67：49-54，1997.
- 2) Vilke, G. M, et al：Spirometry in normal subjects in sitting, prone, and supine positions, *Respir Care* 45：407-10, 2000.
- 3) 山科吉弘ら：姿勢が咳の最大流量（Cough Peak Flow）と呼気筋活動に与える影響．*藍野学院紀要*25：1-6, 2011.
- 4) Leone N, et al：Lung function impairment and metabolic syndrome；the critical Role of abdominal obesity, *Am J Respir Crit Care Med.* 179：509-516, 2009.
- 5) Sharp JT, et al：The total work of breathing in normal and obese men, *J Clin Invest*, 43：728-736, 1964.

登山当日の喫煙が若年成人男性の生駒山登山時における呼吸機能指標の変化に及ぼす影響

帝塚山大学 高木 祐介
奈良市立平城小学校 松浦 健人
奈良教育大学 笠次 良爾

緒 言

登山は本邦において幅広い世代で楽しめる身体活動であり、登山・ハイキングを行う者は年間1,000万人を超えることが報告されている¹⁾。一方、登山中に喫煙する者が顕在化しており、環境や健康への影響の観点から社会的に問題視されている。我々²⁾は、喫煙習慣の有無による大山夏山登山時の心拍数、動脈血酸素飽和度、尿中電解質の変化を検証し、登山中の喫煙によって喫煙者の登山時の運動強度が非喫煙者に比して相対的に高くなることを示した。しかしながら、登山時における呼吸機能指標の測定を行うことが課題として残された。

本研究の目的は、喫煙習慣のある若年成人男性を対象に、登山当日の登山前および登山中の喫煙による急性の影響が低山登山時の呼吸機能に及ぼす影響を検証することとした。

方 法

喫煙習慣を有する若年成人男性7名 (=喫煙群、年齢: 22±1歳、体重: 63.0±7.3kg、身長: 173.9±5.3cm) と喫煙を全くしない若年男性7名 (=コントロール群、年齢: 22±4歳、体重: 71.3±11.5kg、身長: 175.4±6.2cm) を対象とした。喫煙群の喫煙歴は、1年から3年以内であった。対象者には予め調査の目的、方法及び調査に伴う苦痛、危険性について十分な説明を行い、参加に対する同意を得た。登山調査当日は、登山に熟練する大学教員及び健康運動指導士が同伴した。本研究は帝塚山大学研究倫理委員会の承認を得て行った。

調査は生駒山(奈良県: 標高 約 640m) で行った。対象者は、I 駅(標高 約 150m) を13時頃に出発し、生駒山頂上まで登山した。下山は、上りと同じルートを採用した。上り及び下りに要した時間は、上り及び下りとも約50分であった。喫煙群には、登山開始前まで通常通り喫煙させ、登山中は喫煙させず、生駒山頂上到着時に諸測定を行った後、指定された喫煙所にて1本喫煙させた。測定項目は、気温、相対湿度、気圧、心拍数、動脈血酸素飽和度、努力性肺活量(以後、肺活量)、一秒量、主観的

運動強度、主観的呼吸困難感とした。気温及び相対湿度は WBGT 計測器 (WBGT203-A : 京都電子工業)、気圧は気圧計 (SU-WTC-X6-OR ; SUUNTO)、心拍数はスポーツ心拍計 (POLAR RS400 : POLAR)、動脈血酸素飽和度はパルスオキシメーター (SAT-2100 : 日本光電)、肺活量及び一秒量は小型のス파이ロメーター (micro : Vitalograph) を使用して計測した。主観的運動強度及び主観的呼吸困難感は Borg の指標^{3),4)} を使用し、対象者に口頭で申告させた。諸測定は、I 駅(以後、登山前)、頂上到着直後(以後、頂上)、下山後の計3回実施した。

主観的呼吸困難感は中央値、その他の測定指標は平均値 ± 標準偏差で示した。主観的呼吸困難感の各群内の比較には Wilcoxon の符号付き順位和検定、群間における比較は Mann - Whitney の U 検定を実施した。主観的呼吸困難感以外の測定指標の経時的な変化の比較は、対応ありの二元配置分散分析を実施し、有意な交互作用が認められた場合、単純主効果検定を実施した。その後、有意性が認められた場合、多重比較 (Bonferroni) を行った。統計上の有意水準は5%未満とした。統計処理は SPSS 12.0 for Windows を用いた。

結 果

喫煙群の登山開始前までの喫煙本数は、4±1本だった。表1に気象条件、表2に各地点における諸測定の結果を示した。地点間で気象条件は顕著に推移した。喫煙群及びコントロール群の頂上の心拍数・主観的運動強度・主観的呼吸困難感は、登山前に比して有意な高値を示した ($p<0.05$)。両群の下山後における心拍数・主観的運動強度は登山前に比して有意な高値を示し ($p<0.05$)、さらに、喫煙群の下山時における主観的呼吸困難感は登山前に比して有意な高値であった ($p<0.05$)。喫煙群の頂上における心拍数・主観的運動強度・主観的呼吸困難感及び下山後の主観的呼吸困難感は、コントロール群に比して有意な高値を示した ($p<0.05$)。喫煙群の頂上の肺活量・一秒量及び下山後の一秒量は、登山前に比して有意な低値を示した ($p<0.05$)。コントロール群では、肺活量及び一秒量の変化に有意差はみられなかった。頂上における喫煙群の

表1. 生駒山登山時における各地点の気象条件

気象条件	登山前 (標高約 150 m)	頂上 (標高約 640 m)	下山後 (標高約 150 m)
気温 (°C)	27.9 ± 1.9	24.3 ± 1.4	25.7 ± 1.0
相対湿度 (%)	52.4 ± 18.1	58.1 ± 22.4	64.2 ± 17.3
気圧 (hPa)	992 ± 1	941 ± 2	991 ± 1

平均値 ± 標準偏差

表2. 生駒山登山時における諸測定値の変化

登山前 (標高約 150 m)		頂上 (標高約 640 m)		下山後 (標高約 150 m)	
喫煙群 (n=7)	コントロール群 (n=7)	喫煙群 (n=7)	コントロール群 (n=7)	喫煙群 (n=7)	コントロール群 (n=7)
72 ± 8	65 ± 6	150 ± 16 *	135 ± 22 *	107 ± 12 *	109 ± 21 *
98 ± 0	98 ± 1	97 ± 1	98 ± 1	98 ± 0	98 ± 1
4.72 ± 0.58	4.87 ± 0.5	4.29 ± 0.38 *	4.76 ± 0.41	4.56 ± 0.49	4.81 ± 0.65
4.25 ± 0.44	4.07 ± 0.48	3.98 ± 0.29 *	3.99 ± 0.42	3.99 ± 0.37 *	3.99 ± 0.6
6 ± 0	6 ± 0	17 ± 3 *	15 ± 2 *	11 ± 2 *	11 ± 2 *
0	0	5 *	3 *	2 *	0

平均値 ± 標準偏差(主観的呼吸困難感は中央値)
※、* (vs. 登山前): p<0.05

肺活量は、コントロール群に比して有意な低値を示した (p<0.05)。動脈血酸素飽和度は、二元配置分散分析の結果、交互作用に有意性が認められなかった。

考 察

本調査の測定の結果、喫煙習慣を有する若年成人男性の生駒山登山における頂上到着時の肺活量と一秒量は登山前 (I 駅) の安静時に比して有意な低値を示し、さらに、下山後の一秒量も登山前に比して有意な低値を示した。

喫煙群の頂上の呼吸機能指標の低下は、登山前の喫煙と運動負荷による影響が主な要因として考えられた。即ち、喫煙による気道内への微細な粒子物質の吸入が惹き起こす気道収縮反応、タバコに多く含まれる一酸化炭素の吸入が惹き起こすヘモグロビンの酸素運搬能低下による活動筋への酸素供給能の低下ならびに上り時における運動負荷の増

加由来の酸素需要量の増大による呼吸筋の疲労が呼吸循環器系への相加的なストレスになり、喫煙群の頂上到着時の肺活量や一秒量が登山前に比して有意な低値であったものと考えられた⁵⁾。喫煙群の頂上の肺活量がコントロール群に比して有意な低値を示したことも、これらの影響を受けているものと考えられた。

登山における下山時では、上り時に比べ呼吸循環器系への運動負荷は軽減される。しかしながら、喫煙群の下山後の一秒量は登山前に比して有意に低下した。その要因として、登山前と頂上での喫煙による影響が気道収縮反応を惹き起こしたものと考えられた。

今回の調査では、登山前のI 駅と頂上での気圧には、大きな差はなかった。そのため、気圧低下による肺活量への影響は大きくないものと考えられた。しかしながら、高山病が発症する可能性のある高所登山時において喫煙する場合は、気圧低下による影響も関与する可能性があり⁶⁾、呼

吸機能は顕著に低下することが推察された。

本研究は、登山前および登山中に喫煙を行った場合の呼吸機能への影響を評価した。喫煙が登山時の呼吸機能におよぼす急性の影響について検討できたものの、喫煙習慣による慢性効果を観察するためには、喫煙習慣を有するが登山当日に喫煙しない条件も検討すべきである。また、頂上で喫煙しない条件も設定し、登山前の喫煙が下山中の呼吸機能へ及ぼす影響について検証する必要がある。これらを検証することによって、登山中や下山後の呼吸機能低下に影響を及ぼす登山前の喫煙による急性の影響を明らかにできる可能性がある。

まとめ

登山を行う当日における登山前の喫煙は、低山登山時の上り時の運動強度の増加や呼吸機能の低下に大きく関与し、頂上での喫煙の影響も加わることで、下山中においても気道収縮反応が亢進することが示唆された。

謝 辞

本研究にご参加いただきました対象者の皆様、帝塚山大学スポーツ医学研究会の衛藤佑喜氏に深謝申し上げます。本研究は帝塚山学園特別研究費の助成を受けて実施した。

参考文献

- 1) 総務省：平成23年社会生活基本調査報告。総務省統計局，2011
- 2) 野瀬由佳ら：喫煙習慣の有無が大山夏山登山時の心拍数、SpO₂、尿中電解質に及ぼす影響。登山医学，30：73-79，2010
- 3) Borg G：Perceived exertion as an indicator of somatic stress. Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine，2(2)：92-98，1970
- 4) Borg G：Psychophysical bases of perceived exertion. Medicine and Science in Sports and Exercise，14(5)：377-381，1982
- 5) 福場良之ら：喫煙による健康への影響—特に体力への影響を中心に—。The Annals of physiological anthropology，12(4)：195-212，1993
- 6) Takagi Y. et al.：Changes in the indices of respiratory functions during the climbing of Mt. Fuji in Japanese adult men. Kawasaki Journal of Medical Welfare，19(1)：7-12，2013

プロスポーツ選手における口腔内状況

やすらぎデンタルクリニック 鈴木 真幸
大阪大学大学院歯学研究科・高次脳口腔機能学講座・口腔生理学教室 豊田 博紀

はじめに

う蝕や歯周病などの歯科疾患、咬合状態、顎関節の状況あるいは口腔内清掃状態などは、口腔の健康に影響を与える。また、これらの因子と全身疾患との関連が指摘されており、全身のバランスに影響を及ぼすことが知られている。これらのことを踏まえると、口腔内状況はスポーツ選手のコンディショニングと密接な関係を持っているものと考えられる^{1),2)}。一昔前のスポーツ医学では、スポーツ選手の体力増強、怪我の治療やリハビリなどに主眼が置かれていた。しかしながら近年では、スポーツ選手の怪我の予防や選手の持つ能力をいかに発揮させるかという環境作りに主眼が置かれている。う蝕や歯周病などの歯科疾患がある状態では、十分に栄養を摂取できないものと考えられるが、それと同時に歯が食いしばれないことにより、運動能力が十分に発揮できない可能性が示唆される。また、歯科疾患が原因でトレーニングに集中できない事態が生じ、パフォーマンスが低下するものと考えられる。

したがって、スポーツ選手の状態を維持するためにも、歯科医療を通して健康をサポートすることが必要である。これまでスポーツ選手の口腔内状況に関する報告はされているが³⁾、プロサッカー選手やプロフットサル選手の口腔への意識調査や口腔内の状態を報告した論文は非常に少ない。筆者はサッカーデンティスト®として、プロサッカー選手やプロフットサル選手の健診や治療に携わっている。そこで本研究では、プロサッカー選手やプロフットサル選手計48名に対して施行したアンケートおよび歯科検診の結果を検討したので報告する。

対 象

静岡県に存在するJリーグ選手33名およびFリーグ選手15名の計48名を対象とした。全選手48名の年齢は18～41歳、平均(±SD)26.9±5.5歳、身長は154～185cm、平均(±SD)175.9±5.7cm、および体重は51～85Kg、平均(±SD)71.6±5.8Kgで、その分布を図1に示す。本研究を行うに際し、実験の主旨や目的などスタッフおよび選手に説明し同意を得て行った。

検討項目

全選手に対してアンケート調査および口腔内診査を行った。

1. アンケート調査

- ①1年以内に歯科検診や、歯科治療を受けたことがありますか
- ②歯ぐきから出血することがありますか

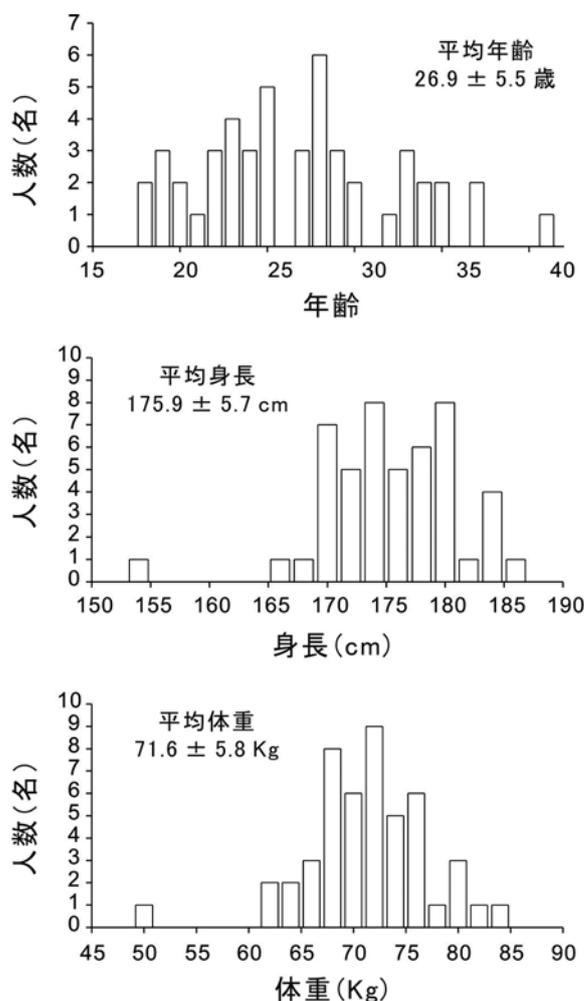


図1. 被験者48人における身長、体重、年齢の分布

- ③喫煙の習慣がありますか
- ④ブラッシング指導を受けたことがありますか
- ⑤現在口の中で気になることがありますか

2. 口腔内審査

口腔内状況として、未処置歯：decayed teeth (DT)，喪失歯：missing teeth (MT)，および処置歯：filled teeth (FT) を視診，触診で診査し，一人平均 DMF 歯数，すなわち被験者の DMF 歯数 (DT+MT+FT の合計) を被験者数で割った値を算出した。また，DMF 者率 (DMF のいずれか1歯を有する者の数 / 被験者数 × 100%)，および DMF 歯率 (被験歯の DMF 歯数の合計 / 被験歯数 × 100%) を算出した。これらの値を口腔健康度とした⁴⁾。

結 果

1. アンケート調査の結果

25名 (52.1%) が1年以内に歯科検診や，歯科治療を受けていた。11名 (22.9%) が歯ぐきからの出血を経験していた。5名 (10.4%) に喫煙の習慣があることがわかった。また，ほぼ半数の25名 (52.1%) がブラッシング指導の経験があると回答した。現在口の中で気になることとして，むし歯12名 (25%)，歯肉2名 (4.2%)，歯の知覚過敏1名 (2.1%) が挙げられていた。

2. 口腔内診査の結果

プロスポーツ選手48名の未処置歯数の平均 (±SD) は 0.3 ± 0.9 本，喪失歯の平均 (±SD) は 0.2 ± 0.7 本，および処置歯の平均 (±SD) は 5.9 ± 4.4 本であった。一人平均 DMF 歯数は6.4であった。未処置歯数 (DT)，喪失歯数 (MT)，処置歯数 (FT)，DMF 歯数の分布を図2に示す。DMF 者率は91.7%，DMF 歯率は21.9%であった。

考 察

本研究では，口腔健康度の低下を表す指標として一人平均 DMF 歯数，DMF 者率，DMF 歯率を使用した。今回の検診結果を評価するため，日本の歯科疾患実態調査 (平成23年，厚労省) における25～29歳一般男性の結果 (未処置歯数：1.1本，喪失歯：0.2本，処置歯：7.2本，一人平均 DMF 歯数：8.5本，DMF 者率：96.2%，DMF 歯率：28.8%) を比較対象とした。その結果，喪失歯は同程度であったが，未処置歯数，処置歯数，一人平均 DMF 歯数，DMF 者率，DMF 歯率のいずれも全国平均を下回っていた。

これらの結果から，スポーツ選手が口腔の状況を自らのコンディショニングに位置付けていると推察された。これまでのスポーツ選手の口腔内状態を DMF 歯数で調査した報告として，バレーボール選手20人を対象にした歯科検診結果では，一人平均 DMF 歯数が8.2であった⁴⁾。また，プロサッカー選手30人を対象にした歯科検診結果では，

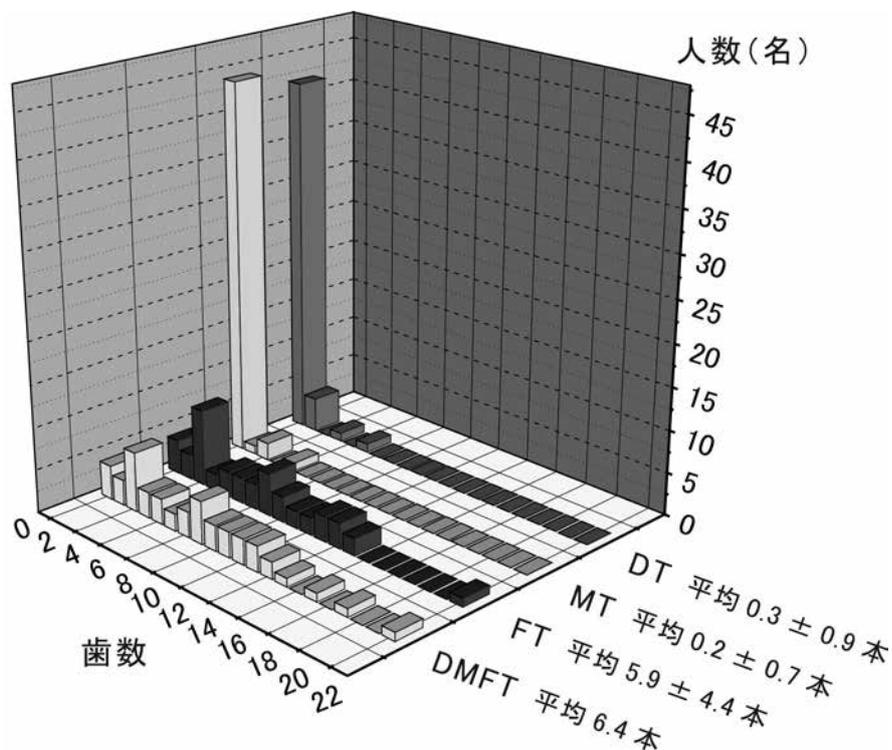


図2. 被験者48人における未処置歯 (Decayed tooth : DT)，喪失歯 (Missing tooth : MT)，充填歯 (Filled tooth : FT)，DMF 歯 (DMFT) の分布

一人平均 DMF 歯数が5.9であった⁵⁾。これらの結果は、日本の平成 23 年歯科疾患実態調査における 25～29 歳一般男性の結果 (8.5) と比較して低い値であることから、現代のスポーツ選手においては、う蝕予防に対する意識が向上しているものと推察される。

筆者は検診終了後、選手に対し、健康な口腔状態を維持するための口腔衛生や口腔保健の必要性などを指導している。今後もスポーツデンティストとして選手のデンタルコンディショニング改善および維持に積極的に取り組み、スポーツ選手のパフォーマンス向上に貢献していきたいと考えている。

まとめ

今回行ったプロサッカー選手に対するアンケートと歯科検診の結果から、選手の口腔内環境が一般男性と比較して良好であることが認められた。口腔内状況はスポーツ選手のコンディショニングと密接な関係を持っており、パ

フォーマンスに影響を与える。このため、今後も選手のデンタルケアに積極的に取り組み、菌科的コンディション向上の手助けをしていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 石島勉ら：スキージャンプ選手の顎口腔系の健康に関する認識度。スポーツ歯誌, 1: 16-24, 1998.
- 2) Ashley P. et al : Oral health of elite athletes and association with performance : a systematic review. Br J Sports Med, 49: 14-19, 2014.
- 3) 安井利一：スポーツ選手の口腔状況ならびに咬合状態について。日本臨床スポーツ医学会誌, 11: 212-215, 2003
- 4) 篠原光代ら：スポーツ選手の口腔健康度と咬合力について。順天堂医学, 51: 368-373, 2005.
- 5) Gay-Escoda C. et al : Study of the effect of oral health on physical condition of professional soccer players of the Football Club Barcelona. Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 16, e 436-439, 2011.

