

Journal of
***E*ercise**
***S*cience**

Journal of Exercise Science Vol. 28 2018



Vol. 28

Research Institute of Physical Fitness
Japan Women's College of Physical Education

日本女子体育大学附属
基礎体力研究所紀要

2018

日本女子体育大学附属基礎体力研究所

Journal of Exercise Science 2018.
Bulletin of Research Institute of Physical Fitness

日本女子体育大学附属基礎体力研究所紀要

Journal of Exercise Science

Vol. 28 2018

目 次

〈原著〉

- Effect of compression stocking on venous compliance at rest and circulatory responses to cycling exercise
..... Anna Oue, Yasuhiro Iimura..... 1
- 事前運動が最大強度運動時における2つの筋脱酸素化パラメータに及ぼす影響
..... 大澤 拓也, 塩瀬 圭佑, 高橋 英幸..... 11
- サッカー選手における股関節屈曲筋群の形態および筋力の性差
..... 手島 貴範, 角田 直也..... 19

〈研究資料〉

- 乳幼児期における心臓形態および機能の発達
..... 森山真由美, 手島 貴範, 定本 朋子..... 29

〈第28回公開研究フォーラム報告〉

- 開催趣旨
身体活動やスポーツを通して人を育てる
..... 定本 朋子..... 39
- Session I : 基調講演
健全な子どもの育成に役立つ運動・スポーツのあり方
..... 中村 和彦..... 40
- 2017年度基礎体力研究所成果ポスター発表
..... 43
- Session II : 学際的視座からの挑戦と実践
習慣的運動が子供の学力・認知機能に与える効果
..... 紙上 敬太..... 45

スポーツが Grit（やり抜く力）を育てるか	山北 満哉.....	48
日本トップレベルの跳躍種目の選手の育成強化ー現場の取り組みからー	吉田 孝久.....	52

〈平成 29 年度事業報告〉

I. 会議に関する事項.....		55
II. 研究に関する事項.....		56
III. 研究業績.....		57

〈Journal of Exercise Science 寄稿規程〉		61
--	--	----

〈日本女子体育大学附属基礎体力研究所紀要編集委員会規程〉.....		62
-----------------------------------	--	----

〈原 著〉

Effect of compression stocking on venous compliance at rest and circulatory responses to cycling exercise

ANNA OUE¹, YASUHIRO IIMURA²

Abstract

The purpose of this study was to clarify whether calf and forearm venous compliance was increased by wearing graduated compression stockings (GCS), and whether changed venous compliance with GCS influenced the circulatory responses to submaximal cycling exercise. In ten young healthy subjects (7 men, 3 women; mean age 20.9 ± 0.9 [SD] years), calf and forearm venous volume with or without GCS was measured by venous occlusion plethysmography in subjects in the supine position during inflating a venous collecting cuff placed around the thigh and upper arm to 60 mmHg for 8 min and then decreasing cuff pressure to 0 mmHg at a rate of 1 mmHg/s. Calf and forearm venous compliance was calculated as the numerical derivative of the cuff pressure and venous volume curve. In addition, venous capacitance and maximal venous outflow was also determined from the changes in venous volume during inflation and deflation of cuff pressure. In main experiments, subjects performed cycling exercise at 30% and 60% of heart rate reserve (HRR) for 5 min and then had a recovery period of 5 min. Cycling exercise was carried out while wearing either GCS or no stockings (Control: CON) on separate days. Wearing GCS caused increases in venous compliance, venous capacitance, and maximal venous outflow in the calf, but did not change these venous properties in the forearm. Circulatory responses (HR and blood pressure) to cycling exercise at both intensities did not differ between CON and GCS. These results suggest that wearing GCS had a significant increase in the venous calf compliance but not in the arm compliance, and that the increased calf compliance during wearing GCS had no significant influence on the circulatory responses during cycling exercise in healthy young people.

Key words: Cuff deflation protocol, Venous capacitance, Venous outflow

Introduction

Veins have high compliance and contain

approximately 70% of the total blood volume at rest (*Greenfield and Patterson 1956, Morris et al. 1974*). When physiological stress occurs such as during exercise and exposure to heat,

¹Faculty of Food and Nutritional Sciences, Toyo University, 1-1-1 Izumino, Itakura-machi, Ora-gun, Gunma 374-0193, Japan.

²Graduate School of Food and Nutritional Sciences, Toyo University, 1-1-1 Izumino, Itakura-machi, Ora-gun, Gunma 374-0193, Japan.

the venous system must adjust to this new state, and usually does so through a change in venous compliance (Rothe 1983), which causes a shift of blood from the venous system to the heart and may contribute to maintenance of central blood volume and blood pressure. It is reported that aging and physical inactivity can induce the stiff of veins as well as arteries (Hernandez *et al.* 2004, Monahan *et al.* 2001, Olsen and Lanne 1998, Tsutsui *et al.* 2002, Young *et al.* 2006). Because decreased venous compliance might facilitate the shift of blood from the peripheral circulation to the heart and could secondarily induce elevation of blood pressure, vein stiffness is thought to contribute to the pathogenesis of hypertension (Olsen and Lanne 1998, Safar and London 1987). Indeed, decreased venous compliance has been observed in animal models of hypertension (Fink *et al.* 2000, Xu *et al.* 2007) and in hypertensive humans (London *et al.* 1987, Takeshita *et al.* 1979). Thus, in considering the prevention of lifestyle-related diseases, it is important to maintain high venous compliance or improve decreased venous compliance.

Traditionally, the graduated compression stocking (GCS) have been used for the management of venous disorders such as venous thrombosis and varicose veins (Agu *et al.* 2004, Ibegbuna *et al.* 2003). However, recently, it has been reported that GCS could also increase the calf venous compliance at resting condition in healthy young subjects (Hayata *et al.* 2006). In addition, GCS has been used in various sports events for the purpose of improving exercise performance and recovery period after exercise, because GCS may help the skeletal muscle pump (Kraemer *et al.* 2000) and may increase deep venous velocity and/

or decrease blood pooling in the calf veins (Sigel *et al.* 1975). Indeed, it was reported that running economy was improved for athletes wearing GCS (Bringard *et al.* 2006), and that the decrease in concentration of blood lactate during recovery period after exercise was greater in GCS than non-GCS (Chatard *et al.* 2004). On the other hand, some studies showed that the effect of GCS on circulatory responses was a little under severe conditions such as the prolonged exercise (Fujii *et al.* 2017) and orthostatic stress (Lucas *et al.* 2012, Morrison *et al.* 2014) in hot environment. However, since the application of positive pressure to the lower limbs during dynamic exercise at the light intensity in upright position has been shown to increase venous return and/or reduce venous pooling, enhancing cardiac output and mean arterial blood pressure (Nishiyasu *et al.* 1998), it is expected that the wearing GCS influence the circulatory responses to the short-term cycling exercise at the light-to-moderate intensity.

Thus, the purposes of this study were 1) to investigate the effect of wearing GCS on calf venous compliance at resting condition and 2) to clarify the circulatory responses to the light-to-moderate cycling exercise during wearing GCS.

Methods

Subjects

Participants were 10 healthy volunteers (7 men, 3 women) who were instructed not to consume caffeine for 24 h or food for 2 h before each experiment. Mean age, height, and weight was 20.9 ± 0.9 (SD) years, 167.2 ± 7.8 cm, and 61.4 ± 7.6 kg, respectively. Female subjects participated in this study in the

follicular phase of the menstrual cycle (3-10 days after the onset of menstruation). The purpose, procedures, and risks of the study were explained to the subjects, and informed consent was obtained. This study was approved by the Human Ethics Committee of the Toyo University and was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki.

Experimental design

Subjects visited our laboratory three times. In first day, the incremental cycling test was carried out in order to determine the exercise intensity that was used in the main experiments. In addition, venous compliance was also assessed in order to confirm whether wearing GCS increased calf venous compliance at resting condition. And in second and third days, the main experiment consisted of two trials performed on separate days in a counterbalanced manner (with an interval of at least 2 days) where participants undertook a

cycling exercise while wearing either GCS or no stockings (Control: CON). We used commercially available GCS that induce a graduated pressure of 18 mmHg and 14 mmHg at the ankle and the calf, respectively (Ansilk-Pro J; ALCARE Co., Ltd., Tokyo, Japan) (Picture 1).

Incremental cycling test

To determine the exercise intensity that was used in the main experiment, heart rate (HR) was measured using a heart rate monitor (Polar F11, Polar, kempele, Finland) during a submaximal incremental cycling test. Subjects were asked to pedal on a semi-reclining cycle ergometer (cordless bike V67Ri, Senoh, Chiba, Japan) at a constant frequency of 60 rpm for 3 min at four different exercise intensities. Using the work load and HR during a submaximal incremental cycling test and the estimated maximal HR ($220 - \text{age}$), exercise intensity [30% and 60% heart rate reserve (HRR)] was estimated using the Karvonen Formula.

Assessment of venous compliance

To confirm that calf venous compliance at resting condition increased when subjects wore the GCS, the forearm and calf venous volume were also measured on a different day of main experiment. Subjects rested in the supine position with the left arm and left leg elevated above heart level. To measure changes in forearm and calf venous volume, the venous collecting cuff was wrapped around the left upper arm and left thigh, and a mercury strain gauge was placed on the forearm and calf at the sites of maximal thickness. Then the collecting cuff was inflated to 60 mmHg for 8 min, after which the cuff pressure was manually reduced at a rate of 1 mmHg/s from



Picture 1 We used commercially available graduated compression stockings (GCS) was used in the present study.

60 mmHg to 0 mmHg (over 1 min) according to a previously described cuff deflation protocol (Halliwill *et al.* 1999). Throughout the cuff deflation protocol, changes in forearm and calf venous volume were measured noninvasively using a venous occlusion plethysmograph (EC4, D. E. Hokanson, WA, USA). All data on venous volume were recorded in a personal computer using a digital-to-analog converter (15BX, Dacs electronics Co., Ltd, Okayama, Japan).

The relationship between cuff pressure and change in forearm and calf venous volume (i. e., the pressure-volume curve) was determined from data points for cuff pressures between 10 mmHg and 60 mmHg during the cuff deflation protocol. To avoid any *a priori* assumption regarding the pressure (P)-limb venous volume (V) curve and to obtain a physiologic venous compliance curve, venous compliance was calculated as the numerical derivative of each pair of pressure-venous volume data points with the following equation (Freeman *et al.* 2002).

$$\text{venous compliance}_{P_i} = \frac{V_i - V_{i-10}}{P_i - P_{i-10}} \text{ where } 20 \leq i \leq 60$$

In addition, venous capacitance was evaluated as the value of venous volume 8 min from the start of cuff inflation (0 mmHg) to 60 mmHg. Maximal venous outflow was calculated from the rate of change in venous volume for 1 min during deflation of cuff pressure from 60 to 0 mmHg.

Protocol of the main experiment

Subjects entered the experimental room, maintained at 26.2 ± 0.5 °C, and then rested on the semi-reclining cycle ergometer for at least 20 min. After baseline data was record-

ed for 5 min, each subject performed a cycling exercise at 30%HRR and 60%HRR for 5 min with an intervening recovery period for 5 min in a random order. A rest of at least 15 min was allowed between trials to allow HR to return to pre-exercise levels. Cycling exercise was carried out under two conditions (GCS and CON) on separate days.

Measurements

Systolic (SBP) and diastolic (DBP) arterial blood pressure from the left brachial artery was measured every 1.5 min by brachial auscultation, using a sphygmomanometer (KM-380, Kenzmedico, Saitama, Japan). Mean arterial pressure (MAP) was calculated as the DBP plus one-third of the pulse pressure. HR was monitored with the heart rate monitor and recorded every 1 min.

Forearm blood flow (FBF) from the right upper limb was evaluated every 15 s during baseline assessments, exercise, and recovery for last 2 min, using venous occlusion plethysmography with the aid of a mercury in silastic strain gauge (Whitney 1953). The forearm was supported and elevated above heart level. Pressure in the venous occlusion cuff was maintained at 40 mmHg. FBF was recorded 4 times each minute for a minimum of 10 s after the upper arm cuff was inflated. Forearm vascular resistance (FVR) was calculated as MAP divided by FBF.

Data analysis and statistics

For BP and HR, all data before exercise were averaged as baseline values. In addition, all data for FBF and FVR during baseline, exercise, and recovery periods were averaged as representative for each period. Data are expressed as the mean \pm standard error (SE).

To compare the changes in cuff pressure between CON and GCS, a two-way analysis of variance (ANOVA) with repeated measures was applied to the venous volume and venous compliance obtained during cuff pressures of 10-60 mmHg under each condition (CON and GCS), using cuff pressure and condition as fixed factors. If a main effect of condition and/or interaction was detected, post hoc analysis with a paired t-test was performed every 10 mmHg. In addition, venous capacitance and maximal venous outflow were compared between CON and GCS using the paired *t*-test.

To compare the time-course changes between CON and GCS, a two-way ANOVA with repeated measures was applied to the param-

eters under CON and GCS, using time (baseline, exercise, and recovery) and condition as fixed factors. If a main effect of condition and/or interaction was detected, post hoc analysis with a paired t-test was performed. Statistical analysis was performed using SPSS software (version 19; IBM Corp., Armonk, NY, USA). P-value of < 0.05 was considered significant.

Results

Effect of wearing GCS on venous compliance in the calf and forearm at rest

Fig. 1 shows the effects of GCS on venous volume and venous compliance in the calf and the forearm at rest. The change in calf ve-

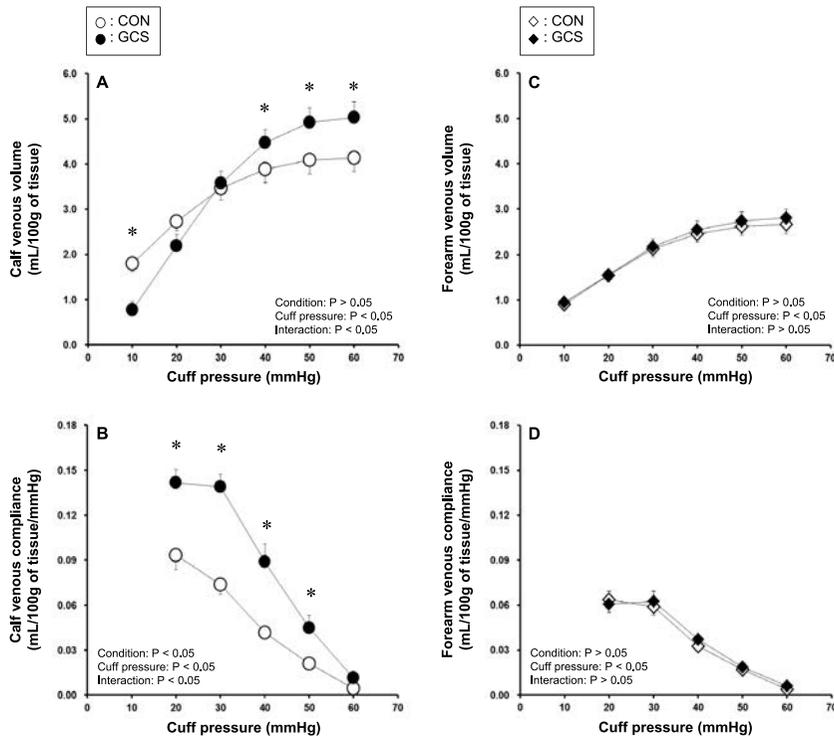


Fig. 1 Relationship of cuff pressure-venous volume and cuff pressure-venous compliance in the calf and the forearm with subjects wearing and not wearing graduated compression stockings (GCS and control: CON). Values are mean \pm standard error (SE). * $P < 0.05$, significant difference between CON and GCS.

nous volume with the cuff pressure was steeper in GCS than CON (Fig. 1-A). ANOVA yielded a significant interaction effect ($P < 0.05$), and a post hoc test showed a significant difference in mean venous volume between CON and GCS at cuff pressures of 10, 40, 50, and 60 mmHg ($P < 0.05$). The change in calf venous compliance with cuff pressure was greater in GCS than CON (Fig. 1-B). ANOVA showed significant main and interaction effects ($P < 0.05$), and a post hoc test showed a significant difference in the mean values obtained between CON and GCS at cuff pressures below 50 mmHg. On the other hand, in the forearm, venous volume and venous compliance did not differ between CON and GCS (Fig. 1-C and D).

Furthermore, in the calf, both venous capacitance (4.71 ± 0.97 vs. 3.69 ± 0.28 mL/

100 g of tissue, $P < 0.05$) and maximal venous outflow (4.94 ± 0.97 vs. 3.43 ± 0.95 mL/100 g of tissue/min, $P < 0.05$) were greater in GCS than CON, although these parameters in the forearm did not differ between conditions (venous capacitance in GCS and CON: 2.36 ± 0.20 vs. 2.29 ± 0.17 mL/100 g of tissue, maximal venous outflow in GCS and CON: 2.20 ± 0.68 vs. 2.04 ± 0.19 mL/100 g of tissue/min).

Effect of wearing GCS on circulatory responses during cycling exercise

At baseline, during cycling exercise at both 30%HRR and 60%HRR, and during the recovery period, there were no significant differences in time courses of SBP, DBP, MAP, and HR between CON and GCS (Fig. 2 and Fig. 3). In addition, the time courses of FBF

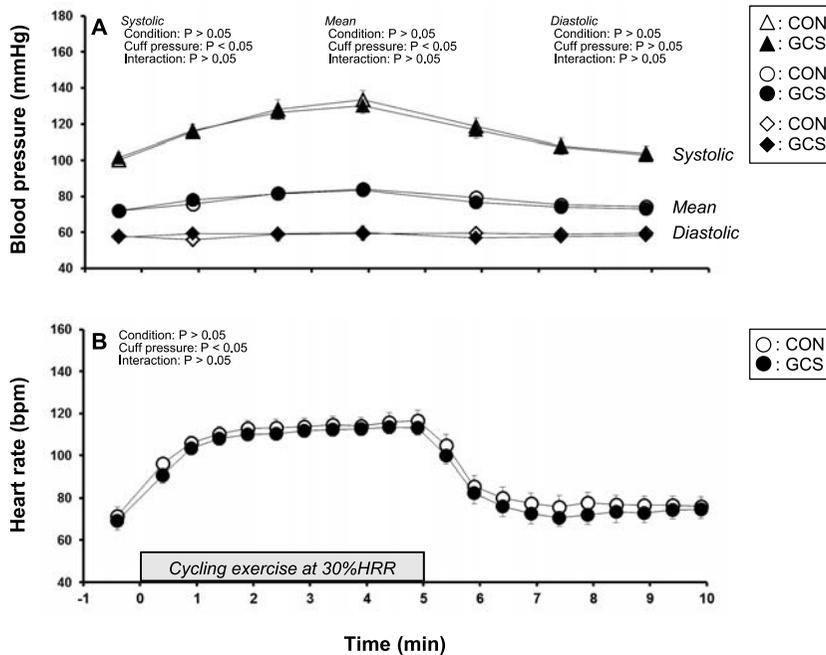


Fig. 2 Time courses of blood pressure and heart rate during cycling exercise at 30% heart rate reserve (HRR) and during recovery period under control conditions (CON) and with graduated compression stockings (GCS conditions). Values are mean \pm standard error (SE).

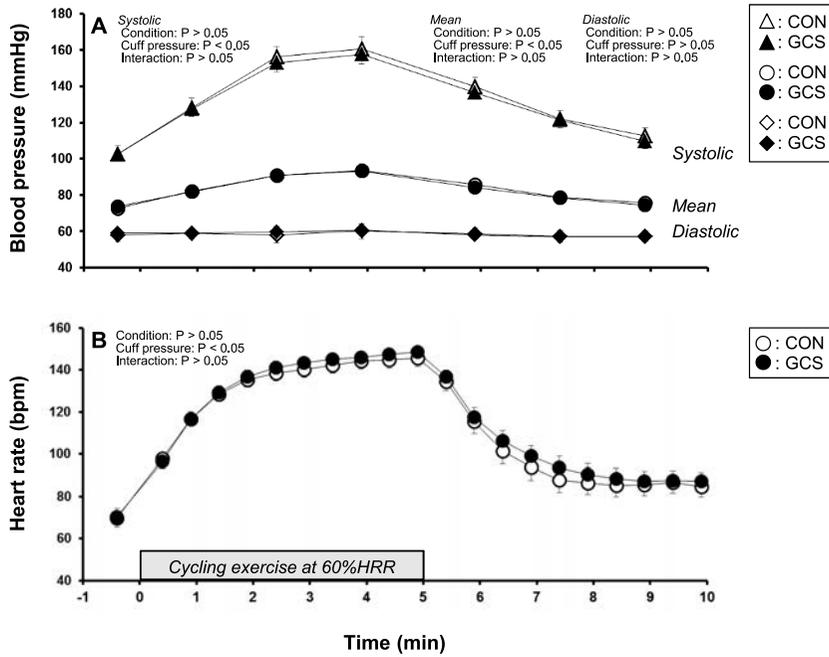


Fig. 3 Time courses of blood pressure and heart rate during cycling exercise at 60%HRR and during the recovery period under control conditions (CON) and with graduated compression stockings (GCS conditions). Values are mean ± standard error.

Table 1 Forearm blood flow and forearm vascular resistance at baseline, during exercise and during recovery.

		At baseline	During exercise	During recovery
Forearm blood flow, mL/100g of tissue/min			<i>30%HRR</i>	
	CON	2.65 ± 0.27	2.17 ± 0.33	2.96 ± 0.30
	GCS	3.36 ± 0.34	2.46 ± 0.29	3.69 ± 0.34
			<i>60%HRR</i>	
	CON	2.99 ± 0.40	2.02 ± 0.31	3.44 ± 0.50
	GCS	3.12 ± 0.30	1.92 ± 0.18	3.56 ± 0.42
Forearm vascular resistance, mmHg/mL/100g of tissue/min			<i>30%HRR</i>	
	CON	29.9 ± 3.1	44.6 ± 4.6	27.2 ± 2.7
	GCS	23.8 ± 2.7	38.1 ± 4.1	21.4 ± 2.1
			<i>60%HRR</i>	
	CON	27.8 ± 3.5	53.1 ± 5.7	25.9 ± 3.5
	GCS	25.3 ± 2.6	52.2 ± 5.2	23.7 ± 3.1

Values are means ± SE.

and FVR did not differ between conditions (Table 1).

Discussion

The primary findings in our study were that

1) wearing GCS caused an increase in venous compliance, venous capacitance, and maximal venous outflow in the calf, but did not change these variables in the forearm; and 2) the responses of BP, HR, FBF and FVR to exercise did not differ when wearing or not

wearing GCS. These results suggest that the increase in calf venous compliance accompanied by wearing GCS did not influence the circulatory responses to cycling exercise in healthy young humans.

In present study, by wearing GCS, the venous compliance, venous capacitance and maximal venous outflow in the calf increased at resting condition (Fig. 1). This agreed with previous studies (*Agu et al. 2004, Hayata et al. 2006, Ibegbuna et al. 2003*). Two possibilities of the greater calf venous compliance during GCS might be speculated. One possibility is the elevation of venous external pressure by wearing GCS. Venous compliance is represented by the ratio of venous volume to transmural pressure which is difference between internal and external pressure in vein (*Rothe 1983*). It means that venous compliance is greater as the transmural pressure is smaller when venous volume is constant or increased. In present study, it might be speculated that wearing GCS caused the mechanical compression of the calf and the secondary elevation of venous external pressure, so that the decreased transmural pressure and the increased venous volume (Fig. 1-A) might be obtained. Another possibility is that enhanced shift of blood and/or interstitial fluid from peripheral to central sites could influence the venous compliance (*Louisy et al. 1997*). In our study, the compression from skin surface by wearing GCS might shift blood of capillaries and superficial veins and interstitial fluid to the truncus, which could improve the balance between hydrostatic pressure and colloid osmotic pressure and the balance between filtration and resorption in capillaries, so that calf venous compliance increased during GCS.

On the other hand, the forearm venous compliance was not changed by wearing GCS in present study. It is unlikely that the elevated external venous pressure and shift of blood and/or interstitial fluid were observed in the forearm in our study because the forearm was not compressed by wearing GCS, resulting in similar forearm venous compliance between GCS and CON.

The circulatory responses to cycling exercise did not differ between CON and GCS conditions in our study (Fig. 2, Fig. 3 and Table 1). These results did not support our hypothesis. Although we had no certain idea, two reasons might be speculated. First, wearing GCS in healthy young subjects might not enhance venous return when compared with CON. GCS are thought to assist the skeletal-muscle pump and possibly enhance venous return (*Mayberry et al. 1991*), and GCS decrease blood pooling in the lower limbs and enhance venous return when patients with venous disorders are upright or walking (*Agu et al. 2004, Ibegbuna et al. 2003*). On the other hand, it was reported that healthy subjects such as athletes already have an adequate blood flow from the lower leg to the heart during exercise even in the absence of GCS (*Kuipers et al. 1989*). Second, the greater calf venous compliance during wearing GCS at rest might not be eliminated during exercise because of the elevated internal venous pressure which is due to the exercise-induced pressor response and the increased pressure in the capillaries via vasodilation (*Takamata et al. 2000*) and/or the expansion of active muscular tissue (*Convertino et al. 1981, Sjogaard et al. 1982*) during exercise.

In conclusion, to clarify the effect of increased calf venous compliance on circulatory

ry responses to exercise, we investigated changes in HR, BP, FBF and FVR during cycling exercise with and without GCS. We found that these variables did not differ between conditions. These results suggest that the increase in calf venous compliance with wearing GCS might not influence circulatory responses during short-term cycling exercise at light-to-moderate workload in healthy young humans.

Conflict of Interest

The authors have no financial conflicts of interest to declare.

References

- Agu, O., Baker, D., and Seifalian, A. M.: Effect of graduated compression stockings on limb oxygenation and venous function during exercise in patients with venous insufficiency. *Vascular.*, **12**: 69-76, 2004.
- Ali, A., Caine, M. P., and Snow, B. G.: Graduated compression stockings: Physiological and perceptual responses during and after exercise. *J. Sports. Sci.*, **25**: 413-419, 2007.
- Bringard, A., Perrey, S., and Belluye, N.: Aerobic energy cost and sensation responses during submaximal running exercise--positive effects of wearing compression tights. *Int. J. Sports. Med.*, **27**: 373-378, 2006.
- Chatard, J. C., Atlaoui, D., Farjanel, J., Louisy, F., Rastel, D., and Guezennec, C.Y.: Elastic stockings, performance and leg pain recovery in 63-year-old sportsmen. *Eur. J. Appl. Physiol.*, **93**: 347-352, 2004.
- Convertino, V. A., Keil, L. C., Bernauer, E. M., and Greenleaf, J. E.: Plasma volume, osmolality, vasopressin, and renin activity during graded exercise in man. *J. Appl. Physiol.*, **50**: 123-128, 1981.
- Fink, G. D., Johnson, R. J., and Galligan, J. J.: Mechanisms of increased venous smooth muscle tone in desoxycorticosterone acetate-salt hypertension. *Hypertension.*, **35**: 464-469, 2000.
- Freeman, R., Lirofonis, V., Farquhar, W. B., and Risk, M.: Limb venous compliance in patients with idiopathic orthostatic intolerance and postural tachycardia. *J. Appl. Physiol.*, **93**: 636-644, 2002.
- Fujii, N., Nikawa, T., Tsuji, B., Kenny, G. P., Kondo, N., and Nishiyasu, T.: Wearing graduated compression stockings augments cutaneous vasodilation but not sweating during exercise in the heat. *Physiol. Rep.*, **5**: e13252, 2017.
- Greenfield, A. D., and Patterson, G. C.: On the capacity and distensibility of the blood vessels of the human forearm. *J. Physiol.*, **131**: 290-306, 1956.
- Halliwill, J. R., Minson, C. T. and Joyner, M. J.: Measurement of limb venous compliance in humans: technical considerations and physiological findings. *J. Appl. Physiol.*, **87**: 1555-1563, 1999.
- Hayata, G., Miura, T., Iwasaki, T., and Miyachi, M.: The higher calf pressure induced by wearing graduated elastic compression stocking increase calf venous compliance. *Jpn. J. Phys. Fitness. Sports. Med.*, **55**: 421-428, 2006.
- Hernandez, J. P., and Franke, W. D.: Age- and fitness-related differences in limb venous compliance do not affect tolerance to maximal lower body negative pressure in men and women. *J. Appl. Physiol.*, **97**: 925-929, 2004.
- Ibgbuna, V., Delis, K. T., Nicolaidis, A. N., and Aina, O.: Effect of elastic compression stockings on venous hemodynamics during walking. *J. Vasc. Surg.*, **37**: 420-425, 2003.
- Iwama, H.: The effects of graduated compression stocking on blood pressure and heart rate during spinal or epidural anesthesia. *J. Anesth.*, **9**: 383-384, 1995.
- Kraemer, W. J., Volek, J. S., Bush, J. A., Gotshalk, L. A., Wagner, P. R., Gomez, A. L., Zatsiorsky, V. M., Duarte, M., Ratamess, N. A., Mazzetti, S. A., and Selle, B. J.: Influence of compression hosiery on physiological responses to standing fatigue in women. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, **32**: 1849-1858, 2000.
- Kuipers, H., Janssen, G. M. E., Bosnan, F., Frederik, P. M., and Guerten, P.: Structural and ultrastructural changes in skeletal associated with long-

- distance training and running. *Int. J. Sports. Med.*, **10**: S156-S159, 1989.
- London, G. M., Safar, M. E., Simon, A. C., Alexandre, J. M., Levenson, J. A., and Weiss, Y. A.*: Total effective compliance, cardiac output and fluid volumes in essential hypertension. *Circulation.*, **57**: 995-1000, 1978.
- Lucas, R. A., Ainslie, P. N., Morrison, S. A., and Cotter, J. D.*: Compression leggings modestly affect cardiovascular but not cerebrovascular responses to heat and orthostatic stress in young and older adults. *Age (Dordr.)*, **34**: 439-449, 2012.
- Mayberry, J. C., Moneta, G. L., DeFrang, R. D., and Porter, J. M.*: The influence of elastic compression on deep venous hemodynamics. *J. Vas. Surg.*, **13**: 91-99, 1991.
- Monahan, K. D., Dinunno, F. A., Seals, D. R., and Halliwill, J. R.*: Smaller age-associated reductions in leg venous compliance in endurance exercise-trained men. *Am. J. Physiol. Heart. Circ. Physiol.*, **281**: H1267-73, 2001.
- Morris, T. W., Abrecht, P. H., and Leverett, S. D. Jr.*: Diameter-pressure relationships in the unexposed femoral vein. *Am. J. Physiol.*, **227**: 782-788, 1974.
- Morrison, S. A., Ainslie, P. N., Lucas, R. A., Cheung, S. S., and Cotter, J. D.*: Compression garments do not alter cerebrovascular responses to orthostatic stress after mild passive heating. *Scand. J. Med. Sci. Sports.*, **24**: 291-300, 2014.
- Nishiyasu, T., Nagashima, K., Nadel, E. R., and Mack, G. W.*: Effects of posture on cardiovascular responses to lower body positive pressure at rest and during dynamic exercise. *J. Appl. Physiol.*, **85**: 160-167, 1998.
- Olsen, H., and Lanne, T.*: Reduced venous compliance in lower limbs of aging humans and its importance for capacitance function. *Am. J. Physiol.*, **275**: H878-86, 1998.
- Rimaud, D., Messonnier, L., Castells, J., Devillard, X., and Calmels, P.*: Effects of compression stockings during exercise and recovery on blood lactate kinetics. *Eur. J. Appl. Physiol.*, **110**: 425-433, 2010.
- Rothe, C. F.*: Venous system: Physiology of the capacitance vessels. In: *Handbook of Physiology: The cardiovascular System III* (ed. Shephard, J. T., Abboud, F. M.); Waverly Press, Baltimore., 1983.
- Safar, M. E., and London, G. M.*: Arterial and venous compliance in sustained essential hypertension. *Hypertension.*, **10**: 133-139, 1987.
- Sigel, B., Edelstein, A. L., and Savitch, L.*: Type of compression for reducing venous stasis. *Arch. Surg.*, **110**: 171-175, 1975.
- Sjogaard, G., and Saltin, B.*: Extra- and intracellular water spaces in muscles of man at rest and with dynamic exercise. *Am. J. Physiol.*, **243**: R271-R280, 1982.
- Takamata, A., Nose, H., Kinoshita, T., Hirose, M., Itoh, T., and Morimoto, T.*: Effect of acute hypoxia on vasopressin release and intravascular fluid during dynamic exercise in humans. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, **279**: R161-R168, 2000.
- Takeshita, A., and Mark, A. L.*: Decreased venous distensibility in borderline hypertension. *Hypertension.*, **1**: 202-206, 1979.
- Tsutsui, Y., Sagawa, S., Yamauchi, K., Endo, Y., Yamazaki, F., and Shiraki, K.*: Cardiovascular responses to lower body negative pressure in the elderly: role of reduced leg compliance. *Gerontology.*, **48**: 133-139, 2002.
- Young, C. N., Stillabower, M. E., DiSabatino, A., and Farquhar, W. B.*: Venous smooth muscle tone and responsiveness in older adults. *J. Appl. Physiol.*, **101**: 1362-1367, 2006.
- Xu, H., Fink, G. D., and Galligan, J. J.*: Increased sympathetic venoconstriction and reactivity to norepinephrine in mesenteric veins in anesthetized DOCA-salt hypertensive rats. *Am. J. Physiol.*, **293**: 160-168, 2007.
- Whitney, R. J.*: The measurement of volume changes in human limbs. *J. Physiol.*, **121**: 1-27, 1953.

〈原 著〉

事前運動が最大強度運動時における 2つの筋脱酸素化パラメータに及ぼす影響

Differential effects of prior exercise on two muscle deoxygenation parameters during maximal exercise

大澤 拓也¹, 塩瀬 圭佑², 高橋 英幸³

TAKUYA OSAWA¹, KEISUKE SHIOSE², HIDEYUKI TAKAHASHI³

Abstract

The purpose of this study was to investigate that the effects of prior exercise on two muscle deoxygenation parameters during maximal exercise were different. Seven active male volunteers (24±3 years) performed a heavy intermittent exercise test, composed of a 1-min maximal exercise (M-1), a 6-min exercise at the intensity of 65-70% of maximal oxygen uptake, and a 1-min maximal exercise (M-2), separated by 4-min rests. The changes of deoxygenated hemoglobin and myoglobin (d-HHb) and tissue oxygen saturation (d-StO₂), assessed by near-infrared continuous-wave and spatially-resolved spectroscopies, respectively, were monitored from the vastus lateralis continuously. The d-HHb increased and the d-StO₂ decreased during both M-1 and M-2 exercises. Compared to the M-1 exercise, d-StO₂ was higher throughout the M-2 exercise (P<0.01), but not d-HHb (N.S.). These results suggest that, during 1-min maximal exercise, the d-StO₂ was partially attenuated by the prior exercise-induced vasodilation, but not the d-HHb.

Key words: Near-infrared spectroscopy, Working muscle, Cycling

緒言

組織内の酸素状態を評価する方法として、近赤外分光法 (near infrared spectroscopy :

NIRS) が用いられている。これは近赤外光を体表面上より組織に照射し、酸素化ヘモグロビン (Hb)/ミオグロビン (Mb) と脱酸素化 Hb/Mb の吸光度の違いを利用して、組織内部の酸素状態を計測することができる。そのメリットとし

¹Faculty of Sports and Health Sciences, Japan Women's College of Physical Education, 8-19-1 Kitakarasuyama, Setagaya-ku, Tokyo 157-8565, Japan.

²Faculty of Sports and Health Science, Fukuoka University, 8-19-1 Nanakuma, Jonan-ku, Fukuoka 814-0180, Japan.

³Department of Sports Science, Japan Institute of Sports Science, 3-15-1 Nishigaoka, Kita-ku, Tokyo 115-0056, Japan.

て、非侵襲的かつ連続的測定が可能であること、簡便性が高いこと、装置が比較的安価であることなどが挙げられ、これまでに数多くのNIRSに関する研究が行われている (*Hamaoka et al.* 2011). 一方、直接HbやMbを測定していないことから、その理解や解釈には議論の余地がある。

NIRSにはいくつかの測定法が存在するが、特に連続光法 (near infrared continuous-wave spectroscopy: NIR-CWS), および空間分解法 (near infrared spatially-resolved spectroscopy: NIR-SRS) が普及しており、幅広く利用されている。この二者の違いとして、NIR-CWSでは送受光間距離がひとつであり、検出光の量的変化から値が算出されるのに対して、NIR-SRSでは送受光間距離が2つであり、それぞれで得られた光強度の違いに基づいて値が算出される。これまでの研究において、これらの測定法を用いて、筋脱酸素化を同時に検討した研究は散見される (*Caldwell et al.* 2016; *Spencer et al.* 2012) が、その2つを比較した研究はほとんど見られない。

運動強度が変化するとき、特に高強度運動開始時において、筋組織内における酸素の供給と消費のバランスは大きく変化する (*DeLorey et al.* 2005). また、事前運動により、筋組織内の循環応答が速くなる (*Marles et al.* 2007). 従って、NIR-CWSにより評価された筋脱酸素化指標である脱酸素化Hb/Mbは動脈血流の変化の影響を受けにくい (*Davies et al.* 2008) のであれば、事前運動による影響を受けず、一方、NIR-SRSにより評価された筋脱酸素化指標である酸素飽和度は測定部位における酸素バランスを反映すると考えられることから、事前運動により筋脱酸素化が緩和される可能性が考えられる。しかしながら、事前運動が高強度運動開始時における2つの異なる測定法により算出された筋脱酸素化指標に及ぼす影響は明らかでない。もしも2つの筋脱酸素化指標が異なる変化を示すのであれば、2つの筋脱酸素化指標の理

解につながると考えられる。

本研究では、高強度運動開始時における2つの筋脱酸素化指標 (NIR-CWSによって算出される脱酸素化Hb/MbおよびNIR-SRSによって算出される組織酸素飽和度) は、事前運動によりどのような違いを示すのか明らかにすることを目的とした。

方法

1) 被験者

活動的な若年男性7名 (24±3歳, 身長: 168±6cm, 体重: 57.5±4.1kg) が本研究に参加した。実験実施に際して、被験者は本研究の内容および危険性について、文書および口頭にて説明を受け、同意書に署名した。本研究はヘルシンキ宣言に則り、国立スポーツ科学センターの倫理委員会 (通知番号第018号) の承認を得たうえで実施された。

2) 実験デザイン・運動プロトコル

実験は非連続した2日間で行われた。1日目、最高酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2peak}$) とその時の運動負荷を算出するため、被験者は自転車エルゴメータ (エクスカリバースポーツ2500, ロード社, オランダ) を用いた多段階式運動負荷試験を疲労困憊に至るまで実施した。

2日目、自転車エルゴメータを用いた高強度間欠的運動負荷試験を実施した。運動プロトコルは安静1分後、100% $\dot{V}O_{2peak}$ 運動1分 (M-1), 安静4分、65-70% $\dot{V}O_{2peak}$ 運動6分、安静

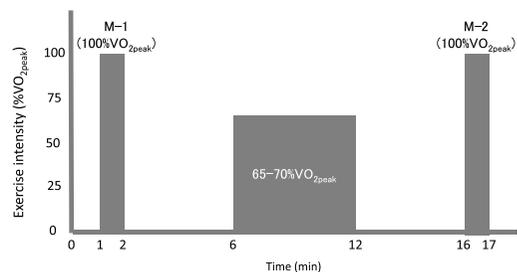


Fig. 1 Exercise protocol

4分, 100% $\dot{V}O_{2peak}$ 運動1分(M-2)であった(Fig. 1). 安静時の測定は自転車のシート上とした. また, 各運動の開始は右脚の踏み出しとし, また各運動の開始および停止は測定者の合図に合わせて行われた.

2日間を通して, 自転車エルゴメータのハンドル・シート位置は被験者ごとに決定され, 被験者のシューズとペダルはストラップにより固定された. また, 座位・アップライト姿勢でのペダリング運動とし, ペダル回転数は毎分60回転とした.

3) 測定項目

酸素摂取量($\dot{V}O_2$, STPD)は呼吸代謝測定システム(AE-310s, ミナト医科学, 大阪)を用いて, breath-by-breath法により測定された. 心拍数は胸部センサ(Polar RS800CX, ポラール, フィンランド)を用いてモニタされた. $\dot{V}O_2$, 心拍数は運動開始から運動終了まで, 連続的に測定された.

血中乳酸値は簡易型血中乳酸値測定器(ラクテート・プロ, アークレー, 京都)を用いて, 指尖より微量(5 μ L)採血を行い, 算出した. 採血はM-1およびM-2運動終了1分後および3分後とし, それぞれ高い値をM-1およびM-2運動後の値として採用した.

NIR-CWSおよびNIR-SRSが可能である近赤外分光装置(NIRO-200NX)を用いて, 自転車運動の主働筋である外側広筋の酸素化Hb/

Mb, 脱酸素化Hb/Mb, 総Hb, および組織酸素飽和度の変化量($d\text{-StO}_2$: パーセントポイント(%pt))を測定した. プローブは右の外側広筋上, 遠位3分の1部位に貼付され, 遮光カバーされた. また, 本研究では, 各指標は基準値(ゼロ)からの相対変化で評価された. 基準値(ゼロ)は運動開始前の安静時, 被験者のペダル位置が最前方(アナログ時計の短針3時位置)に固定され, 各指標が安定したときの値とした. 近赤外分光装置のプローブは送受光間距離が3cmであり, 送信頻度は10Hzであった. 取得されたデータは15秒ごとに平均化された.

4) データ処理・統計解析

データは全て平均値 \pm 標準偏差で示した. また, $\dot{V}O_2$, 心拍数, およびNIRSにより取得された各データは15秒ごとに平均化された. 統計処理は統計ソフト(SPSS Statics 24, IBM社, シカゴ)を用いた. M-1とM-2とを比較するため, 二元配置分散分析(順序 \times 時間)を行った. 順序の主効果が認められた場合, M-1とM-2の二水準を比較するため, 対応のあるt検定を行った. 全ての統計処理において, 有意水準を5%未満とした.

結果

被験者の $\dot{V}O_{2peak}$ およびその時の負荷はそれぞれ 50.1 ± 11.2 mL/kg/分, 258 ± 42 Wであっ

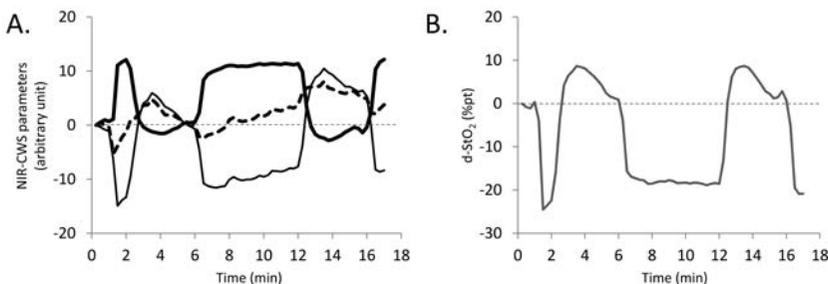


Fig. 2 Changes of NIRS parameters in a representative subject throughout the test. A: NIR-CWS parameters (thin line: Oxygenated Hb/Mb, thick line: Deoxygenated Hb/Mb, thick dotted line: Total Hb), B: NIR-SRS parameters ($d\text{-StO}_2$). The thin dotted line is a baseline before the exercise.

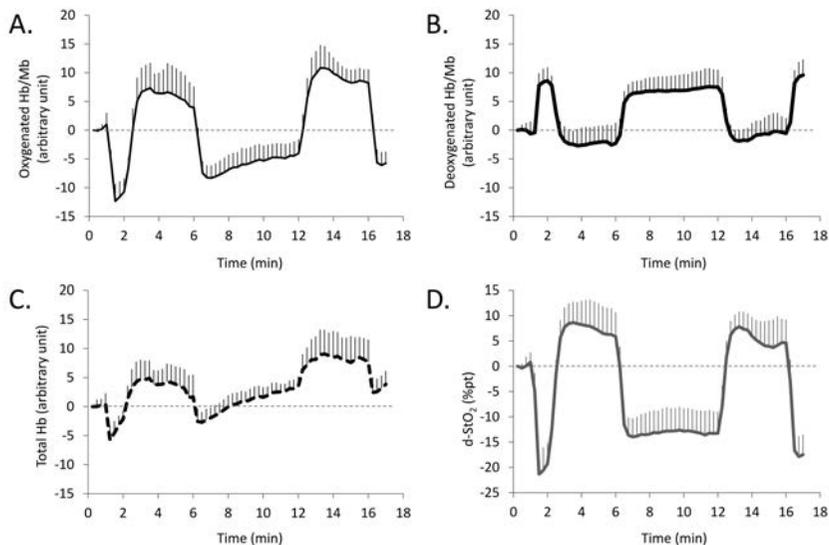


Fig. 3 Changes of NIRS parameters throughout the test. Mean \pm S.D. A: Oxygenated Hb/Mb, B: Deoxygenated Hb/Mb, C: Total Hb, D: d-StO₂. The thin dotted line is a baseline before the exercise.

た。

高強度間欠的運動負荷試験時における NIRS 指標の被験者 1 名の値, および全被験者の平均値を Fig. 2, Fig. 3 に示す。M-1 および M-2 開始前における脱酸素化 Hb/Mb はそれぞれ -0.61 ± 2.11 , -0.55 ± 2.65 であり, d-StO₂ はそれぞれ $0.81 \pm 1.93\%$ pt, $4.64 \pm 4.59\%$ pt であった。M-1 (0-15 秒: -0.4 ± 2.5 , 15-30 秒: 7.8 ± 2.1 , 30-45 秒: 8.4 ± 2.3 , 45-60 秒: 8.6 ± 2.4) と M-2 (0-15 秒: 1.3 ± 2.6 , 15-30 秒: 8.2 ± 2.2 , 30-45 秒: 9.3 ± 2.6 , 45-60 秒: 9.6 ± 2.7) との比較において, 脱酸素化 Hb/Mb は両条件間に有意差が認められなかった (N.S.)。また, 7 名中 6 名において, 最大運動 1 分間の平均値は M-1 よりも M-2 の方が高値を示した。一方, d-StO₂ では, M-1 (0-15 秒: $-4.9 \pm 3.6\%$ pt, 15-30 秒: $-21.3 \pm 4.7\%$ pt, 30-45 秒: $-20.6 \pm 4.5\%$ pt, 45-60 秒: $-19.2 \pm 4.1\%$ pt) と比較し, M-2 (0-15 秒: $-3.0 \pm 4.4\%$ pt, 15-30 秒: $-16.7 \pm 3.6\%$ pt, 30-45 秒: $-17.8 \pm 4.0\%$ pt, 45-60 秒: $-17.5 \pm 4.0\%$ pt) では有意な増加が認められた ($P < 0.01$)。また, 全被験者において, 最大運動 1 分間の平均値は M-1

よりも M-2 の方が高値を示した。酸素化 Hb/Mb (M-1 0-15 秒: -5.3 ± 1.9 , 15-30 秒: -12.3 ± 3.0 , 30-45 秒: -11.6 ± 2.7 , 45-60 秒: -10.7 ± 2.3 , M-2 0-15 秒: 1.1 ± 1.5 , 15-30 秒: -5.7 ± 2.3 , 30-45 秒: -6.1 ± 2.3 , 45-60 秒: -5.7 ± 2.0 , $P < 0.01$)。総 Hb (M-1 0-15 秒: -5.8 ± 2.5 , 15-30 秒: -4.5 ± 2.1 , 30-45 秒: -3.2 ± 1.6 , 45-60 秒: -2.1 ± 1.4 , M-2 0-15 秒: 2.4 ± 2.6 , 15-30 秒: 2.6 ± 2.2 , 30-45 秒: 3.2 ± 2.1 , 45-60 秒: 3.8 ± 2.3 , $P < 0.01$) は M-1 と M-2 との間に有意差が認められた (Fig. 4)。

$\dot{V}O_2$ (M-1 0-15 秒: 14.5 ± 5.9 mL/kg/分, 15-30 秒: 27.3 ± 6.8 mL/kg/分, 30-45 秒: 34.2 ± 6.1 mL/kg/分, 45-60 秒: 36.3 ± 4.9 mL/kg/分, M-2 0-15 秒: 16.8 ± 5.0 mL/kg/分, 15-30 秒: 34.1 ± 8.6 mL/kg/分, 30-45 秒: 39.8 ± 7.7 mL/kg/分, 45-60 秒: 40.3 ± 5.0 mL/kg/分, $P < 0.01$) および心拍数 (M-1 0-15 秒: 87 ± 17 拍/分, 15-30 秒: 121 ± 10 拍/分, 30-45 秒: 134 ± 11 拍/分, 45-60 秒: 145 ± 8 拍/分, M-2 0-15 秒: 107 ± 18 拍/分, 15-30 秒: 138 ± 13 拍/分, 30-45

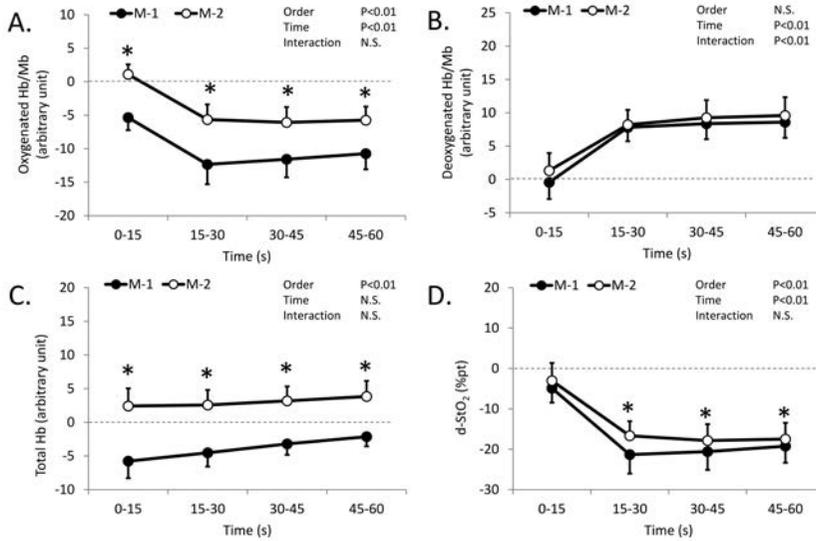


Fig. 4 Changes of NIRS parameters during the M-1 and M-2 exercises. Mean \pm S.D. A: Oxygenated Hb/Mb, B: Deoxygenated Hb/Mb, C: Total Hb, D: d-StO₂. * P<0.05 (M-1 vs. M-2) The thin dotted line is a baseline before the exercise.

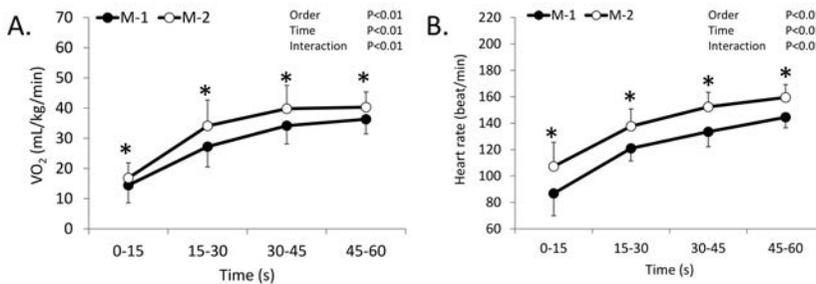


Fig. 5 Changes of pulmonary oxygen uptake (A) and heart rate (B) during the M-1 and M-2 exercises. Mean \pm S.D. * P<0.05 (M-1 vs. M-2).

秒：152 \pm 11 拍/分，45-60 秒：160 \pm 10 拍/分，P<0.01) は M-1 と M-2 との間に交互作用が認められた (Fig. 5)。一方，血中乳酸濃度は M-1 と M-2 との間で有意差は認められなかった (M-1：6.80 \pm 1.19mM，M-2：7.18 \pm 1.93mM，N.S.)。

考察

本研究では，事前運動が最大運動開始時における NIRS により評価された 2 つの筋脱酸素化指標に及ぼす影響について検討した。その結果，事前運動により，M-2 では脱酸素化 Hb/Mb は

変化しなかったものの，d-StO₂ は増加すること (つまり，脱酸素化の低下) が明らかとなった。これまでにも NIRS による筋脱酸素化の指標について様々な議論が行われてきた (Quaresima and Ferrari 2009 ; Jones et al. 2009) が，本研究で用いた 2 つの指標，脱酸素化 Hb/Mb および d-StO₂，を比較した研究は現在までほとんど見られない。本研究は，その違いの要因を十分に説明できないものの，二者の違いを同時測定により検討した意義ある研究であると考えられる。

NIRS は組織内における微小循環 (細動脈，毛細血管，細静脈) の Hb や Mb を反映しており，

また、HbとMbを分離した測定が困難なものの、運動時においては主にHbを反映していると考えられている(Hamaoka et al. 2011)。それゆえ、本研究における脱酸素化Hb/Mbやd-StO₂は主に微小循環におけるHbの変化によるものであると推測される。また、脱酸素化Hb/Mbは、測定範囲における酸素と結合していないHbやMbの基準値からの変化量を示している。本指標が“酸素抽出”の指標として用いられる(Davies et al. 2008; Jones et al. 2009)のは、動脈血酸素が変化していないことが前提である。本研究では動脈血酸素飽和度を測定していないが、動脈血酸素飽和度が一定であると仮定した場合、脱酸素化Hb/Mbは組織における酸素抽出を反映していると考えられる。本研究は常圧酸素環境下での運動であり、また被験者の有酸素性作業能力や本運動プロトコルの運動時間から、運動誘発性動脈血酸素不飽和が大きく生じたとは考えにくい。そのため、脱酸素化Hb/Mbの増加は組織における酸素抽出を反映していると推察される。また、総Hbは血液量の変化の指標であり、これは微小血管の収縮・拡張を反映すると考えられる。本研究では、M-1と比較し、M-2の総Hbは高値を示したことから、M-2では酸素供給量が増加している可能性が考えられ、先行研究(Davies et al. 2008)での仮定と異なり、本運動プロトコルにおいては脱酸素化Hb/Mbは組織における酸素の供給・消費バランスを反映していない可能性が高い。

一方、NIR-SRSによる組織酸素化指標は測定範囲内のHb/Mb全体に対する酸素化Hb/Mbの割合を示す指標であり、その変化(d-StO₂)は酸素の供給・消費の双方に起因する。また、運動開始時に見られる筋収縮による機械的圧迫や交感神経性血管収縮による影響は受けにくいという特徴がある(Tew et al. 2010)。本研究では、d-StO₂は事前運動により増加が認められたが、これは組織における脱酸素化が低下したことを示している。M-1とM-2は同一運動であり、M-

1と比較し、M-2では筋酸素消費量の低下が生じたとは考えにくい。組織における酸素抽出される前の血液量、主に細動脈の血管拡張および酸素供給の増加が影響したと考えられる。また、脱酸素化Hb/Mbと異なり、d-StO₂では、M-1開始前と比較して、M-2開始前では高値を示したこともM-2時におけるd-StO₂の増加に影響したと考えられる。

本研究の限界として、被験者数が少ないこと、運動時間が1分と短く、時定数を算出していないこと、単一筋・一部位のみの計測であること、などが挙げられる。今後、NIR-CWSとNIR-SRSによる脱酸素化指標の違いを検討する研究では、これらを考慮して実施する必要がある。

本研究では、事前運動が最大運動時における2つの脱酸素化指標に及ぼす影響がNIR-CWSとNIR-SRSにより異なるのか、明らかにすることを目的として実験を行った。その結果、NIR-CWSによる脱酸素化Hb/Mbは事前運動による変化は認められなかったが、NIR-SRSによるd-StO₂は有意に増加した(d-StO₂の変化量の低下)。従って、事前運動に伴う酸素供給量の増加により、2つの指標は異なる変化を示し、主に酸素抽出の変化に由来して変化する脱酸素化Hb/Mbはほとんど影響されないが、酸素の供給と消費の両者のバランスを示すd-StO₂はその変化量が小さくなることが示唆された。

利益相反自己申告：申告すべきものはなし

参考文献

- Caldwell, J. T., Wardlow, G. C., Branch, P. A., Ramos, M., Black, C. D., Ade, C. J.: Effect of exercise-induced muscle damage on vascular function and skeletal muscle microvascular deoxygenation. *Physiol. Rep.* 4: e13032, 2016.
- Davies, R. C., Eston, R. G., Poole, D. C., Rowlands, A. V., DiMenna, F., Wilkerson, D. P., Twist, C., Jones, A. M.: Effect of eccentric exercise-induced muscle damage on the dynamics of muscle oxygen-

- ation and pulmonary oxygen uptake. *J. Appl. Physiol.* **105**: 1413-1421, 2008.
- DeLorey, D. S., Kowalchuk, J. M., Paterson, D. H.*: Adaptation of pulmonary O₂ uptake kinetics and muscle deoxygenation at the onset of heavy-intensity exercise in young and older adults. *J. Appl. Physiol.* **98**: 1697-1704, 2005.
- Hamaoka, T., McCully, K. K., Niwayama, M., Chance, B.*: The use of muscle near-infrared spectroscopy in sport, health and medical sciences: recent developments. *Philos. Trans. A. Math. Phys. Eng. Sci.* **369**: 4591-4604, 2011.
- Marles, A., Perrey, S., Legrand, R., Blondel, N., Delangles, A., Betbeder, D., Mucci, P., Prieur, F.*: Effect of prior heavy exercise on muscle deoxygenation kinetics at the onset of subsequent heavy exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* **99**: 677-684, 2007.
- Quaresima, V., Ferrari, M.*: Muscle oxygenation by near-infrared-based tissue oximeters. *J. Appl. Physiol.* **107**: 371, 2009.
- Spencer, M. D., Murias, J. M., Paterson, D. H.*: Characterizing the profile of muscle deoxygenation during ramp incremental exercise in young men. *Eur. J. Appl. Physiol.* **112**: 3349-3360, 2012.
- Tew, G. A., Ruddock, A. D., Saxton, J. M.*: Skin blood flow differentially affects near-infrared spectroscopy-derived measures of muscle oxygen saturation and blood volume at rest and during dynamic leg exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* **110**: 1083-1089, 2010.
- Jones, A. M., Davies, R. C., Ferreira, L. F., Barstow, T. J., Koga, S., Poole, D. C.*: Reply to Quaresima and Ferrari. *J. Appl. Physiol.* **107**: 372-373, 2009.

〈原 著〉

サッカー選手における股関節屈曲筋群の形態および筋力の性差

Gender differences in muscle volume and strength in hip flexor muscles in soccer players.

手島 貴範¹, 角田 直也²

TAKANORI TESHIMA¹, NAOYA TSUNODA²

Abstract

It is not fully understood whether structural and functional differences exist in the hip flexor muscles between males and females of soccer players. We examined the cross-sectional area (CSA) and the muscle volume (MV) of hip flexor muscles (the psoas major and iliacus muscles) in 9 males and 9 females of college soccer players using by magnetic resonance imaging. MV was calculated by the sum of each CSA (psoas major and iliacus muscles), which was determined by tracing the images, and then multiplying the CSA with the slice thickness. The isometric torque during maximal hip flexion were determined by BIODEX system. Absolute values of CSA, MV and maximal torques in females averaged, respectively, 62.0%, 63.9%, and 76.4% that of males. Moreover, these significant differences between genders obtained when comparing relative values to fat-free mass (FFM) except for hip flexion torque. Relative hip flexion torque to the FFM and MV were not observed significantly gender differences in soccer players. In female soccer players, there were not significantly correlated to the hip flexion torque. These results indicate that there were gender differences not only muscle volume of hip flexors muscles but also the functional individual differences of the muscular strength.

Key words: Hip flexion, Gender difference, Psoas major, Iliacus.

緒言

近年、スポーツ競技選手を対象に股関節筋群の筋形態に関する報告 (Masuda *et al.* 2003; 星川ら 2006; 2010; 2011; Hoshikawa *et al.* 2012;

Sanches-moysi *et al.* 2011) が多くなされている。陸上競技短距離種目やサッカー、バスケットボールなどの全力で走る動作が競技パフォーマンスに重要とされている競技種目においては、股関節筋群である大腰筋の発達が顕著であることが報告 (星川ら 2006) されている。さらに、

¹Research Institute of Physical Fitness, Japan Women's College of Physical Education, 8-19-1 Kitakarasuyama, Setagaya-ku, Tokyo 157-8565, Japan.

²Faculty of Physical Education, Kokushikan University, 7-3-1 Nagayama, Tama-shi, Tokyo 206-8515, Japan.

陸上競技の短距離選手において、大腰筋の横断面積は短距離走の疾走速度と有意な相関関係が認められるという(渡邊ら 2000)。また、思春期サッカー選手の大腰筋横断面積と股関節屈曲筋力の関係について検討した Hoshikawa et al. (2012) の報告によれば、両者間には有意な相関関係が認められ、非競技者との比較においてサッカー選手の股関節屈曲筋力は、大腰筋横断面積に起因する可能性を指摘している。このように大腰筋の筋形態は競技パフォーマンスや筋力との関連があることから股関節周囲の筋群により発生される筋力や関節トルクはパフォーマンスを決定する一つの要素であることが予想される。

一方で、スポーツ競技者における大腰筋横断面積の性差については不明な点が多く残されている。高校生の各種スポーツ競技選手を対象とした先行研究においては、対象とした全競技の平均値において男女間に有意差、すなわち性差が存在することが報告されている(星川ら 2006)。さらに、この大腰筋横断面積を除脂肪体重の 2/3 乗値で体格を補正した場合においても、性差が確認されたという。また、競技別にみた除脂肪体重の 2/3 乗値あたりの大腰筋横断面積の補正值では、男子の陸上競技短距離種目とサッカーにおいて他の競技より有意に大きな値を示したことからこれらの種目の選手では、全身の筋量の中でも大腰筋に筋肉が分布する割合が大きいことを示唆している。長期間にわたる競技スポーツの継続は、その競技種目特有の筋形態を生じさせる可能性があることは言うまでもない。これと同様に、女子選手が男子選手との間における筋形態の性差を補うために他の筋が肥大している可能性、あるいは男女で競技特性が必ずしも同一ではない(動作特性自体に違いがある)ことによって同一競技であっても異なる部位で性による特異的な変化が生じる可能性は十分に考えられる。

これまでの大腰筋を対象とした先行研究(Masuda et al. 2003; 星川ら 2006; 2010; 2011;

Hoshikawa et al. 2012) は、筋横断面積すなわち解剖学的な一断面の MRI 画像によるものが殆どである。そしてこの大腰筋の横断面積は、股関節屈曲筋力との間に有意な相関関係が存在することが報告されている。しかしながら、筋が発揮する張力は筋の生理学的断面積に比例するものの、関節を介して発揮される関節トルクは、モーメントアームの影響を受けることから筋体積により高く比例する(Fukunaga et al. 2001)と考えられている。このことを考慮すると、筋横断面積による評価では、対象とした筋の機能的な特徴を十分に捉えられていない可能性がある。したがって、筋体積による評価が必要であると考えられる。現在のところ、スポーツ競技者における大腰筋(腸腰筋を含む)の筋体積を評価した報告は幾つか存在する(村松ら 2010; Sanchis-moysi et al. 2011)。スポーツ競技者における性差については、体幹筋群の筋体積について検討した村松ら(2010)によって大腰筋の筋体積が報告されているものの、筋の全長にわたる評価ではなく、骨盤部分を含まない腰部の筋体積指標による評価にとどまっている。一方で、高齢者を対象に腸腰筋の筋体積について報告した先行研究(長谷川ら 2008)では、高齢者の腸腰筋(大腰筋と腸骨筋)の筋体積には性差が認められるものの、除脂肪体重で補正した場合には腸骨筋の筋体積においてのみ性差が消失したことを報告している。この先行研究では、腸骨筋の筋体積において性差が認められなかった要因として、男女間における骨盤形状の違い、つまりより大きな骨盤を有する女性では腸骨が大きいことによる筋の付着部位の広さによるものと指摘している。このように、筋の全長にわたり筋体積での評価を行うことは、一断面による評価よりも得られる情報が高まるものと考えられる。

サッカーの主要な動作の一つであるキック動作においては、画像の 3 次元動作分析により、蹴り脚の股関節屈曲トルクは、下肢関節において発生するトルクの中でも、最も大きいもので

あることが明らかにされている (Nunome et al. 2002). そしてボールキック動作における蹴り脚の仕事量の殆どはこの股関節屈曲により発生しているという. インステップキックにおけるスイング特性の性差について検討した坂本ら (2012) は, フォワードスイング局面における女子選手の膝関節および股関節のトルクが男子選手よりも低いことがスイング速度の低い要因であることを指摘し, さらに, 女子選手の大腿から下腿へのエネルギー伝達に関する運動連鎖技術が男子選手よりも低いと述べている. また, 男女サッカー選手のキック動作中における下肢の筋電図を計測した先行研究 (Brophy et al. 2010) においては, 股関節屈曲に作用する蹴り足の腸骨筋における MVC に対する放電量が, 女子は 38%, 男子では 123% であったことが報告されている. したがって, 男女のサッカー選手においては, 筋の形態的な差異のみならず, 機能的な差異が存在するものと考えられる.

本研究では, 以上のことを踏まえ, 大学生の男女サッカー選手を対象に, 股関節屈曲筋群の筋横断面積, 筋体積および筋力を測定し, それらの性差を明らかにすることを目的とした. 検討に当たり, 股関節屈曲筋群の筋形態については, これまでの先行研究と同様に第4腰椎 (L₄) と第5腰椎 (L₅) の間における大腰筋横断面積を, さらに新たに大腰筋と腸骨筋により形成される腸腰筋の筋体積を算出することでそれらの評価をすることとした. また, 股関節の筋力については, ボールキック動作におけるエネルギー発生において主要な発生源となる股関節屈曲トルクをその評価の対象とした.

方法

1) 被検者

本研究の被検者は, 定期的にサッカーのトレーニングおよび試合を実施している大学生男女サッカー選手 18 名 (男性: 9 名, 女性: 9 名) であった. Table 1 には, 被検者の人数, 年齢, 競技経験年数, 身長および体重を示した. 本研究に参加した被検者は, 男女ともに関東大学サッカーリーグ1部に所属する選手であり, フィールドプレーヤーとしてプレーする者であった. 男子は, 関東大学サッカーリーグ戦1部, 総理大臣杯全日本大学サッカートーナメントおよび全日本大学サッカー選手権大会のすべてまたはいずれかに試合出場経験のある者で, 大学卒業後には日本プロサッカーリーグ (Jリーグ) および日本フットボールリーグ (JFL) のチームに所属した者が数名いた. また, 女子は, 関東大学女子サッカーリーグ戦1部, 関東女子サッカーリーグおよび全日本大学女子サッカー選手権のすべてまたはいずれかに試合出場経験のある者で, 大学卒業後には, 日本女子サッカーリーグ (なでしこリーグ) のチームに所属した者が数名いた. 被検者とその保護者 (被検者が未成年者の場合) には, 本研究の目的及び内容等について十分な説明を行い, 本研究への任意による参加の同意を得た. また本研究は, 国土舘大学体育学部研究倫理委員会の審査を受けて承認を得た後に実施した (承認番号: 132B006).

Table 1 Age, soccer experience and physical characteristics in male and female soccer players.

	n	Age (yrs)	Soccer experience (yrs)	Body height (cm)	Body weight (kg)	FFM (kg)
Male	9	19.8 ± 0.8	14.4 ± 1.0	170.6 ± 9.1	65.2 ± 11.1	58.3 ± 8.3
Female	9	19.5 ± 1.0	9.4 ± 3.4	163.1 ± 6.9	57.9 ± 6.9	44.2 ± 2.4

Values are mean ± S.D..

FFM: Fat free mass.

2) 身体組成の測定

被検者の身長は、身長計 (seca213, seca 社製) を用いて計測した。体重および除脂肪体重は、体組成測定装置 (マルチ周波数体組成計, MC-190, TANITA 社製) を用いて、両上肢および両下肢からの4極式電極誘導によるインピーダンス法により測定した。

3) 股関節屈曲筋群の筋形態の測定

股関節屈曲筋群における筋横断面画像是、核磁気共鳴映像装置 (以下 MRI, MRT200SP5, 東芝メディカルシステム社製) を用いて撮影した。撮影部位は、胸椎 12 番目 (Th₁₂) から足関節外果までとし、スライス厚 10mm スライス間隔 0 mm にて撮影した。撮影姿勢は、仰臥位とした。本研究では、利き脚側の大腰筋及び腸骨筋における横断面積を分析の対象とした。また、腸腰筋の筋体積の算出においては、大腰筋と腸骨筋を合わせて腸腰筋として評価した。MRI により撮影したそれぞれの横断面画像是、画像解析ソフト (Osiris Version 4.19) を用いて PC 画面上でトレースをし、各筋における筋横断面積を算出した。筋体積は、秋間ら (1995) の算出方法と同様の式 ($MV = 10 * \sum ACSA$) を用いて算出した (ここで MV は筋体積を、ACSA は解剖学的横断面積を指す)。これまでの先行研究において大腰筋の筋横断面積は、第 4 腰椎 (L₄) と第 5 腰椎 (L₅) の間において最大になることが報告 (Marras *et al.* 2001) されていることから、筋横断面積はこの部位を分析の対象とした。本研究では、大腰筋の横断面積および腸腰筋体積の絶対値に加えて、男女間の体格による影響を除去するためにディメンジョンを考慮し、大腰筋横断面積は除脂肪体重の 2/3 乗 (0.67 乗) 値で、また腸腰筋体積については、除脂肪体重で除すことによりそれぞれ大腰筋横断面積補正值および腸腰筋体積補正值を算出した。

4) 等尺性股関節屈曲トルクの測定

本研究では、股関節屈曲筋力を知るために総

合筋力測定装置 (BIODEX System III, BIODEX 社製) を用いて股関節の屈曲トルクを測定した。股関節屈曲トルクの測定においては、まず、BIODEX のシートをフラットに倒し、被検者を仰臥位の姿勢で股関節の回転中心がダイナモメーターの回転軸に合うように配置した。続いて、この姿勢における測定肢 (利き脚) を完全伸展位 (0 度) とし、この角度から股関節を 60 度屈曲した角度において、等尺性の股関節屈曲トルクを測定した。この時、上半身は背もたれの付属ベルトに、測定肢は測定アタッチメントの付属ベルトに、反対側の大腿部はシート付属のベルトに固定した状態で測定を実施した。股関節屈曲トルク発揮時における股関節角度については、先行研究 (Harbo *et al.* 2012) を参考に、股関節角度 60 度とし、事前の測定においてもこの角度でのトルクが最も高い値を示したことから、本研究ではこの股関節角度での測定を実施した。測定時間は、8 秒間とし、安静から最大筋力発揮まで約 4 秒間で達し、4 秒間持続するようなランプ状の力発揮を行わせた。測定の回数は 3 回ずつとし、筋疲労の影響を除去するために試技間に十分な休息時間を設定した。3 回の測定のうち、最も高い記録を分析の対象とした。本研究では、股関節屈曲トルクの絶対値に加えて、男女間の体格による影響を除去するために股関節屈曲トルクを除脂肪体重および腸腰筋体積で除した値、すなわち除脂肪体重当たりおよび腸腰筋体積当たりの股関節屈曲トルクを算出した。

5) 統計処理

各測定項目の値は、全て平均値±標準偏差値で示した。大腰筋横断面積および腸腰筋体積における性差の検定は、対応のない t-test を用いた。また、各項目間における相関係数の算出には、ピアソンの相関分析を用いて実施した。いずれも有意水準は、5 % 未満 ($p < 0.05$) とした。

結果

1) 股関節屈曲筋群における筋形態の性差

Fig. 1 は、大学生サッカー選手における大腰筋横断面積および腸腰筋体積を男女別に示したものである。大腰筋横断面積および腸腰筋体積は、それぞれ男子（大腰筋横断面積： $18.7 \pm 2.4 \text{ cm}^2$ ，腸腰筋体積： $459.9 \pm 70.3 \text{ cm}^3$ ）が女子（大腰筋横断面積： $11.6 \pm 2.0 \text{ cm}^2$ ，腸腰筋体積： $294.1 \pm 47.4 \text{ cm}^3$ ）よりも高い値を示し、有意な性差が認められた。さらに、これらの値を、除脂肪体重で正規化した場合には、大腰筋横断面積補正值（男子： $1.27 \pm 0.20 \text{ cm}^2/\text{kg}^{0.67}$ ，女子： $0.92 \pm 0.16 \text{ cm}^2/\text{kg}^{0.67}$ ）と腸腰筋体積補正值（男子： $8.08 \pm 1.93 \text{ cm}^3/\text{kg}$ ，女子： $6.66 \pm 1.07 \text{ cm}^3/\text{kg}$ ）には有意な性差が認められた (Fig. 2)。

2) 等尺性股関節屈曲トルクにおける性差

Table 2 は、男女サッカー選手における等尺

性股関節屈曲トルクを示したものである。男子の等尺性股関節屈曲トルクは、女子よりも高い値を示し、有意な性差が認められた。一方、除脂肪体重当りの股関節屈曲トルクは、男女でほぼ同一の値を示し、有意な差は認められなかった。さらに、腸腰筋の体積当りの股関節屈曲トルクでは、女子が男子より高い値を示したものの、有意な性差は認められなかった。

3) 股関節屈曲筋群の筋形態と股関節屈曲トルクとの関係

Fig. 3 には大腰筋横断面積および腸腰筋体積と股関節屈曲トルクの関係を示した。大腰筋横断面積と腸腰筋体積は、ともに全被検者間で股関節屈曲トルクとの間に有意な相関関係が認められた。一方で、これらの関係について男女別に検討したところ、男子では有意な相関関係が認められたのに対して、女子では有意な相関関係は認められなかった。

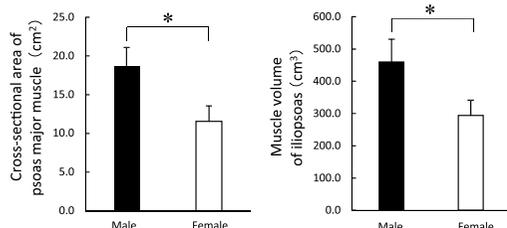


Fig. 1 Comparison of cross-sectional area of psoas major and muscle volume of iliopsoas in male and female soccer players. *: Significant gender difference ($p < 0.05$).

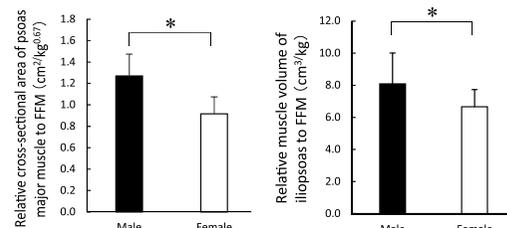


Fig. 2 Comparison of relative cross-sectional area of psoas major and muscle volume of iliopsoas to FFM in male and female soccer players. FFM: Fat free mass. *: Significant gender difference ($p < 0.05$).

Table 2 Comparison of hip flexion torque and relative hip flexion torque to FFM and muscle volume in male and female soccer players.

	Hip flexion torque (Nm)	Relative hip flexion torque to FFM (Nm/kg)	Relative hip flexion torque to muscle volume (Nm/cm ³)
Male	122.3 ± 14.9 *	2.1 ± 0.0	0.27 ± 0.02
Female	93.5 ± 20.3	2.1 ± 0.2	0.32 ± 0.07

Values are mean \pm S.D..

FFM: Fat free mass. *: Significant gender difference ($p < 0.05$).

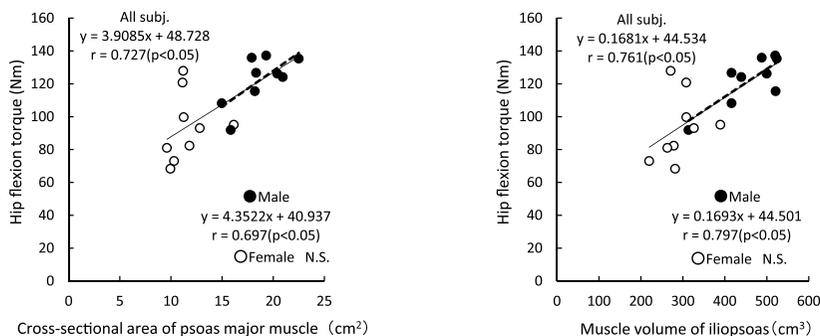


Fig. 3 Relationship between hip flexion torque and cross-sectional area of psoas major and muscle volume of iliopsoas in male and female soccer players.

論議

1) 大腰筋横断面積および腸腰筋体積における性差

大腰筋の横断面積と腸腰筋の筋体積はいずれも男子サッカー選手が女子サッカー選手よりも有意に大きかった。これは、除脂肪体重で補正した場合にも同様であった。これまでに報告された男子サッカー選手の大腰筋の横断面積（星川ら 2009）においては、本研究と同じ年齢層である 22 歳以下の選手の値は 19.2cm^2 であった。本研究の男子サッカー選手における大腰筋横断面積は、 $18.7 \pm 2.4\text{cm}^2$ であったことから、先行研究とほぼ一致していたといえる。一方、筋体積については、測定にかかる時間やコストの影響により報告が少ない。男子テニス選手とサッカー選手の腸腰筋体積について報告した Sanchis-moysi et al. (2011) によると、スペイン人サッカー選手の腸腰筋体積は、 $578.3 \pm 73.2\text{cm}^3$ であった。これは、本研究の $459.9 \pm 70.3\text{cm}^3$ と比べるとかなり大きな値であった。この理由としては、先行研究の被検者が本研究よりも身長が 10cm 以上高かったことから、競技力のみならず、体格的要因すなわち身長差によるところが大きいと考えられる。これらのことから、本研究における大学生男子サッカー選手における大腰筋横断面積および腸腰筋体積は妥当な値であると考えられた。

これまで、各種スポーツ競技選手の大腰筋横断面積について報告した先行研究においては、女子サッカー選手を対象に大腰筋横断面積、そして腸腰筋体積について検討した先行研究は著者の知る限り存在しない。したがって、本研究の結果は、女子サッカー選手の股関節屈曲筋群の筋形態を大腰筋横断面積および腸腰筋体積から明らかにするという役割を果たせたものと考えられる。サッカー以外の高校生スポーツ競技選手の体幹筋群の性差について検討している村松ら (2010) の報告では、大腰筋の筋体積指標における男子選手に対する女子選手の比率（男女比率）は、59.4% であり、有意な性差が認められたという。本研究における大腰筋の横断面積における男女比率を算出したところ、その値は約 62% を示し、腸腰筋の筋体積における男女比率においても約 63.9% とほぼ同程度の値であった。したがって、男女における筋形態の差異は、横断面積と体積で同程度であり、本研究は、先行研究の結果を支持するものであった。

これまで、高校生の各種スポーツ競技選手の中でも、男女の陸上短距離選手や男子サッカー選手の大腰筋横断面積が特に大きいことが報告されている（星川ら 2006）。そして、サッカー選手の大腰筋横断面積が大きい要因として、先行研究では、ボールキック動作中の股関節屈曲動作に伴う腸腰筋の働きがその要因として指摘されている（星川ら 2006）。本研究の男子サッカー選手の大腰筋横断面積は、これまでに報告

された成人サッカー選手の値(星川ら 2009)と同程度であったことを考えても、男子サッカー選手の股関節屈曲筋群は特に大きく、さらに大腰筋横断面積および腸腰筋体積の補正值においても有意な性差がみとめられたことから、全身筋量に対する股関節屈曲筋群の占める割合は、女子選手よりも高いことが推察された。これらのことから、男女サッカー選手の大腰筋横断面積と腸腰筋体積には性差が存在することが示唆された。

2) 股関節屈曲トルクと腸腰筋体積の関係

これまで、サッカー選手における股関節屈曲筋力については、等速性の筋力が測定されている(Hoshikawa et al. 2012)。これは、サッカー選手だけではなく、他の競技種目も含めてこれらの種目特有の動作特性を考慮すると、動的な筋力発揮が行われることから、スポーツ動作で発揮される筋力を測定するために等速性の筋力を測定したものが多く、しかしながら、等速性筋力は動的な筋力発揮であり、特に女性や子どもでは比較的高速度での筋力発揮時において、定められた角速度に追従できないことがある。また、被検者が有している十分な筋力を発揮するためには、その測定に慣れるために多くの練習を必要とすることがある。そのため、本研究では被検者の筋力発揮に伴う疲労についても考慮し、被検者が発揮し得る随意的最大筋力を評価の対象とするために、股関節屈曲動作による等尺性のトルクを測定することとした。この関節トルクについては、モーメントアームの影響から筋体積により高く比例することが、上腕の屈筋群および伸筋群の筋体積と等尺性による肘関節の伸展・屈曲トルクとの関係から検証されている(Fukunaga et al. 2001)。さらに筋力の男女差については、単位断面積当たりの筋力には男女で違いがないことが明らかにされていることから、筋体積当たりの股関節屈曲トルクを評価することで股関節屈曲に及ぼす筋形態の影響を明らかにすることができると考えた。本研

究において、股関節屈曲トルクの絶対値では有意な性差が認められた一方、除脂肪体重当たりおよび腸腰筋体積当たりの股関節屈曲トルクにおいては男女差が消失した。これは、股関節屈曲トルクにおいては、筋量が同じであれば男女で違いがないことを意味している。有意な性差は認められないものの、女子の腸腰筋体積当たりの股関節屈曲トルクが男子を上回った理由を考えた場合、女子の腸腰筋体積が男子よりも極めて小さいことが挙げられる。本研究における腸腰筋体積の男女比率は、63.9%であったことから、女子では小さな筋体積で股関節屈曲トルクを除したことで、男子の値を上回ったものと考えられる。いずれにせよ、腸腰筋体積当たりの股関節屈曲トルクに性差が認められないことから、股関節屈曲トルクは男女ともに腸腰筋の大きさの影響を受けるものと推察された。しかしながら、股関節屈曲トルクは、腸腰筋のみにおいて発揮されるわけではなく、大腿直筋、大腿筋膜張筋や縫工筋などの協働筋群による貢献も考えられる。本研究では、これらの協働筋群による影響を明らかにすることはできないが、少なからず股関節屈曲トルクに影響を及ぼした可能性は否定できない。これらのことから、股関節屈曲筋力においては、絶対値に性差は認められるものの、腸腰筋体積当たりの股関節屈曲筋力ではその性差が消失したことから、筋量当たりで発揮される筋力は男女でほぼ同程度であるものと考えられた。

サッカー選手の股関節屈曲動作について考えた場合、主要な動作としてボールキック動作がある。そして、ボールキック動作における蹴り脚の仕事量の殆どはこの股関節屈曲により発生する(Nunome et al. 2002)という事実から考えると、股関節屈曲筋群の筋形態とその機能である筋力やパフォーマンスとの間には関連性があることが十分に予想される。これまでのサッカー選手を対象とした先行研究では、成人サッカー選手や思春期サッカー選手において、股関節屈曲筋群の横断面積と動的な筋力発揮との間

に有意な相関関係が認められることが報告されている (Masuda et al. 2003; Hoshikawa et al. 2013). しかしながら女子サッカー選手についての報告は、著者の知る限り存在しない. 本研究の結果は、上述の予想に反して、女子サッカー選手においてのみ大腰筋横断面積および腸腰筋体積と股関節屈曲トルクとの間に有意な相関関係が認められなかった. さらに、これらの関係における分布をみた場合、女子サッカー選手では、同一の大腰筋横断面積および腸腰筋体積であっても、発揮された股関節屈曲トルクには、群内におけるばらつきが大きかったことから、両者の間に有意な相関関係が認められなかった可能性がある. さらに、女子サッカー選手の競技経験年数をみると、男子選手よりもその期間が短く、競技経験年数の長い者と短い者が混在していたことから、大腰筋横断面積および腸腰筋体積が大きいことが股関節屈曲トルクにつながった選手とそうでない選手が存在していたこともその理由の一つであると考えられた. 一方、ボールキック動作中における下肢の筋電図を計測した先行研究によると、股関節屈曲に作用する蹴り脚の腸骨筋における MVC に対する放電量は、女子は 38%、男子では 123%であったという (Brophy et al. 2010). 本研究の結果とこの先行研究の結果を合わせて考えた場合、ボールを蹴る際に重要となる股関節屈曲動作において、女子選手では、同一の筋量を有していたとしても筋力発揮上の機能差が存在する可能性が考えられる. これらのことから、股関節屈曲筋群においては、筋形態の性差のみならず、特に女子選手では、筋力発揮に関わる筋の機能的な個人差が大きい可能性が示唆された.

結論

本研究では、大学生の男女サッカー選手を対象に、股関節屈曲筋群の筋横断面積、筋体積および筋力を測定し、それらの性差を明らかにすることを目的とした. その結果、以下の事が明

らかとなった.

- (1) 大腰筋横断面積および腸腰筋体積は、いずれも男子が女子よりも有意に大きな値を示した. また、除脂肪体重で補正した大腰筋横断面積補正值および腸腰筋体積補正值においても男子は女子よりも大きな値を示し、有意な性差が認められた.
- (2) 等尺性の股関節屈曲トルクは、男子が女子よりも高い値を示し、有意な性差が認められた. また、除脂肪体重当たりの股関節屈曲トルクは、男女でほぼ同一の値を示し、腸腰筋体積当たりの股関節屈曲トルクでは、女子が男子よりも高い値を示したものの、それぞれ有意な性差は認められなかった.
- (3) 大腰筋横断面積および腸腰筋体積と等尺性股関節屈曲トルクとの関係においては、全被検者および男子でそれぞれ有意な相関関係が認められたものの、女子においては有意な相関関係は認められなかった.

これらのことから、男女サッカー選手において、股関節屈曲に作用する大腰筋横断面積および腸腰筋体積には性差が存在し、股関節屈曲筋力の絶対値では男子が女子よりも高く性差が存在した. 一方、腸腰筋体積当たりの股関節屈曲トルクでは、有意な性差は認められないものの、女子が男子を上回ったが、これは腸腰筋体積の性差に拠るところが大きく、筋力値を補正し性差を評価する場合には、男女間の筋量の差を考慮する必要があるものと考えられた. さらに、女子選手においてのみ、大腰筋横断面積および腸腰筋体積と股関節屈曲トルクとの間に有意な相関関係が認められなかったことから、股関節屈曲筋群においては、筋形態の性差のみならず、特に女子選手では、筋力発揮に関わる筋の機能的な個人差が大きい可能性が示唆された.

利益相反自己申告：申告すべきものはなし

参考文献

- 秋間広, 久野譜也, 福永哲夫, 勝田茂: MRI におけるヒトの膝伸展・膝屈曲における形態特性および生理学的断面積当りの筋張力. 体力科学, **44**: 267-278, 1995.
- Brophy, R. H., Backus, S., Kraszewski, A. P., Steele, B. C., Ma, Y., Osei, D., Williams, R. J.: Differences between sexes in lower extremity alignment and muscle activation during soccer kick. J Bone Joint Surg Am, **92**: 2050-2058, 2010.
- Fukunaga, T., Miyatani, M., Tachi, M., Kouzaki, M., Kawakami, Y., Kanehisa, H.: Muscle volume is a major determinant of joint torque in humans. Acta Physiol Scand. **172**(4): 249-55, 2001.
- Harbo, T., Brincks, J., Andersen, H.: Maximal isokinetic and isometric muscle strength of major muscle groups related to age, body mass, height, and sex in 178 healthy subjects. Eur J Appl Physiol, **112**: 267-275, 2012.
- 長谷川伸, 岡田純一, 加藤清忠: 高齢者にみられる腸腰筋体積の性差. 体力科学, **57**: 131-140, 2008.
- 星川佳広, 飯田朝美, 松村正隆, 内山亜希子, 中嶋良晴: 高校生スポーツ選手の競技種目別の大腰筋断面積. 体力科学, **55**: 217-228, 2006.
- 星川佳広, 飯田朝美, 松村正隆, 井伊希美, 中嶋良晴: 短距離選手における股関節屈曲筋群の筋サイズと関節トルク, 速度の関係ーバレーボール選手との比較検討ー. トレーニング科学, **22**(4): 367-378, 2010.
- 星川佳広, 飯田朝美, 松村正隆, 井伊希美, 中嶋良晴: 競技力の異なる男女ジュニア短距離選手の股関節屈曲筋力と筋横断面積. トレーニング科学, **23**(2): 153-165, 2011.
- Hoshikawa, Y., Iida, T., Muramatsu, M., Nakajima, Y., Chuman, K., Kanehisa, H.: Cross-sectional area of psoas major muscle and hip flexion strength in youth soccer players. Eur J Appl Physiol, **112**: 3487-3494, 2012.
- Marras, W. S., Jorgensen, M. J., Granata, K. P., Wiand, B.: Female and male trunk geometry: size and prediction of spine loading trunk muscles derived from MRI. Clin Biomech, **16**: 38-46, 2001.
- Masuda, K., Kikuhara, N., Takahashi, H., Yamanaka, K.: The relationship between muscle cross-sectional area and strength in various isokinetic movements among soccer players. Journal of Sports Sciences, **21**: 851-858, 2003.
- 村松正隆, 星川佳広, 飯田朝美, 井伊希美, 中嶋良晴: 高校生スポーツ選手の体幹筋群の筋サイズー性差と競技種目差の検討ー. 体育学研究, **55**: 577-590, 2010.
- Nunome, H., Asai, T., Ikegami, Y., Sakurai, S.: Three-dimensional kinetic analysis of side-foot and in-step soccer kicks. Med. Sci. Sports Exerc. **34**(12): 2028-2036, 2002.
- 坂本慶子, 清水悠, 浅井武: 女子サッカー選手のインステップキックにおけるスイング動作特性. 体育学研究, **59**: 771-788, 2014.
- Sanches-Moysi, J., Idoate, F., Lzquierdo, M., Calbet, J., Donald, C.: Iliopsoas and gluteal muscles are asymmetric in tennis players but not in soccer players. Plos One, **6**(7): e22858, 2011.

〈研究資料〉

乳幼児期における心臓形態および機能の発達

森山真由美, 手島 貴範, 定本 朋子

(日本女子体育大学附属基礎体力研究所)

研究目的

子どもの発育期は, 身長や体重が著しく増加し, 日常的な身体活動量 (遊びやスポーツを含む) も増える時期と思われる. 身長と体重から推定する体表面積は体格の成長を示し, 身体の細胞数を反映するといわれている. このような身体の細胞が必要とする栄養素や酸素をそれらの細胞に供給する役割を担うのが心臓であるため, 心臓の発育がからだの細胞数の増加に比例して発育すると考えられる. スキャモンも, 身体の各臓器の発育曲線 (発育パターン) は一様ではないが, 心臓の発育は身長, 体重と同様の「一般型」の発育型を示すことを指摘している (Scammon 1927). また近年の大規模コホート研究においても, 心臓の発育は身長, 体重といった体格発育の影響が大きいと報告されている. しかし, これらの研究は乳幼児期に着目した研究ではないため, 乳幼児期の急激な体格発育に対して, 心臓が体格同様の発育を示すのかについては明らかではない.

そこで, 本研究所では, 子どもの身体特性に関する研究をテーマに, 乳幼児期における心臓形態および機能について明らかにすることを目

的に, 本学附属みどり幼稚園保育室にて, 乳幼児を対象に心エコー測定を行った.

方法

1) 被験者

月齢5カ月から45カ月までの健康な乳幼児46名を対象とし, 5-11カ月 (0歳), 12-23カ月 (1歳), 24-35カ月 (2歳), 36-45カ月 (3歳) の年齢別に分類した. 年齢別の被験者の人数, 身体特性については表1に示した.

本研究は, 日本女子体育大学研究倫理委員会の審査を受けて承認を得た後に実施した (倫理審査番号2015-18). また研究実施の前に, 乳幼児の保護者および保育室の先生方には研究の目的および測定の安全性等について十分な説明を行い, 保護者より本研究へ参加に対する同意を得た.

2) 身体測定

身長は, 乳幼児用身長計 (ナビス) を用い, 計測した. 体重は, デジタルベビースケール (TANITA) を用い, 計測した.

表1 年齢別にみた被験者の身体特性

	0歳 (n=12)	1歳 (n=12)	2歳 (n=11)	3歳 (n=11)
年齢 (カ月)	8.9 ± 1.8	18.8 ± 3.0	28.6 ± 3.5	38.5 ± 2.9
身長 (cm)	68.3 ± 2.2	78.9 ± 4.2	89.1 ± 3.1	95.1 ± 5.4
体重 (kg)	7.9 ± 0.8	10.2 ± 1.6	13.0 ± 1.1	14.7 ± 1.7
BSA (m ²)	0.37 ± 0.02	0.46 ± 0.05	0.55 ± 0.03	0.61 ± 0.06

平均±標準偏差.

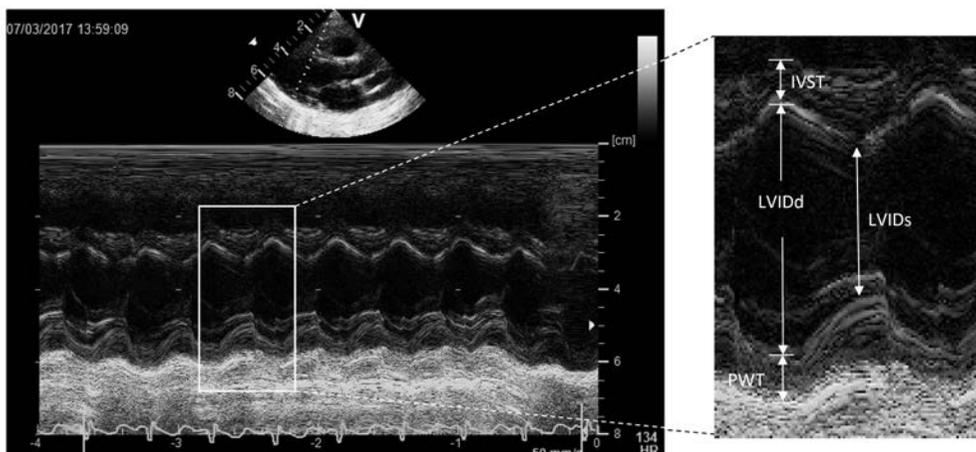


図1 Mモード法により記録した左心室画像例

3) 心臓（左心室）の形態および機能の測定

心エコー図は、乳幼児が昼寝をしているときに、仰臥位姿勢の状態です。超音波診断装置 (vivid-i, GE Healthcare) のMモード法を用いて測定した。3.0MHzのセクタープローブを用い、胸骨左縁より僧帽弁前尖および左心室中隔と後壁が明瞭に描出できる位置にて測定した。また、胸部誘導法による心電図 (ECG) も同時記録した。

Mモード法により記録した画像 (図1) は、同時記録したECGの波形により、左心室拡張末期径 (LVIDd) および中隔厚 (IVST)、後壁厚 (PWT) はR波頂点のポイントで計測し、左心室収縮末期径 (LVIDs) は、T波末期のポイントにて計測した。また心拍数 (HR) はECGのR-R間隔から算出した。LVIDd, LVIDs, IVST, PWT

およびHRは、3~5心拍周期を計測し、それぞれの平均値を算出した。これらの計測値を用い、左心室形態および機能の評価として、左心室重量 (LVM) および一回拍出量 (SV)、心拍出量 (CO) を算出した。LVMは、American Society of Echocardiographyによる計算式により算出した (Lang RM et al. 2005)。

$$LVM(g) = 0.8 \{ 1.04 [(LVIDd + IVST + PWT)^3 - (LVIDd)^3] \} + 0.6$$

$$SV(ml) = (LVIDd)^3 - (LVIDs)^3$$

$$CO(L/min) = SV \times HR$$

また、体表面積 (BSA) は、次の式から算出し、心臓の形態および機能に及ぼす体格を標準化した。

$$BSA(m^2) = Weight^{0.425} \times Height^{0.725} \times 0.007184$$

表2 年齢別にみた左心室形態および機能

	0歳 (n=12)	1歳 (n=12)	2歳 (n=11)	3歳 (n=11)
LVIDd (cm)	2.50 ± 0.25	2.89 ± 0.33*	3.11 ± 0.29**	3.38 ± 0.07***,##
LVIDs (cm)	1.50 ± 0.21	1.82 ± 0.21**	1.91 ± 0.22**	2.04 ± 0.23**
IVST (cm)	0.37 ± 0.07	0.39 ± 0.09	0.40 ± 0.04	0.46 ± 0.09
PWT (cm)	0.30 ± 0.03	0.33 ± 0.04	0.37 ± 0.09	0.37 ± 0.05
LVM (g)	13.42 ± 3.89	20.47 ± 6.89	24.25 ± 3.49**	30.75 ± 7.87***,##
SV (ml)	12.50 ± 3.32	18.74 ± 6.66	23.65 ± 6.06**	30.53 ± 5.64***,##
CO (L/min)	1.49 ± 0.34	1.98 ± 0.44	2.45 ± 0.60**	2.84 ± 0.64***,##
HR (beats/min)	122 ± 18	114 ± 34	94 ± 11*	93 ± 11*

平均±標準偏差。***: 0歳との有意差 (*p<0.05, **p<0.01) を示す。##: 1歳との有意差 (p<0.01) を示す。

4) 統計処理

各測定項目の値は、すべて平均値±標準偏差値で示した。LV形態および機能における年齢間の差は、一元配置分散分析を行い、有意な主効果が認められた場合には Bonferroni 法を用い、検定を行った。いずれも有意水準は 5% 未

満とした。

結果

表 1 に、本研究に参加した被験者の年齢、身長、体重および体表面積 (BSA) を示した。各被

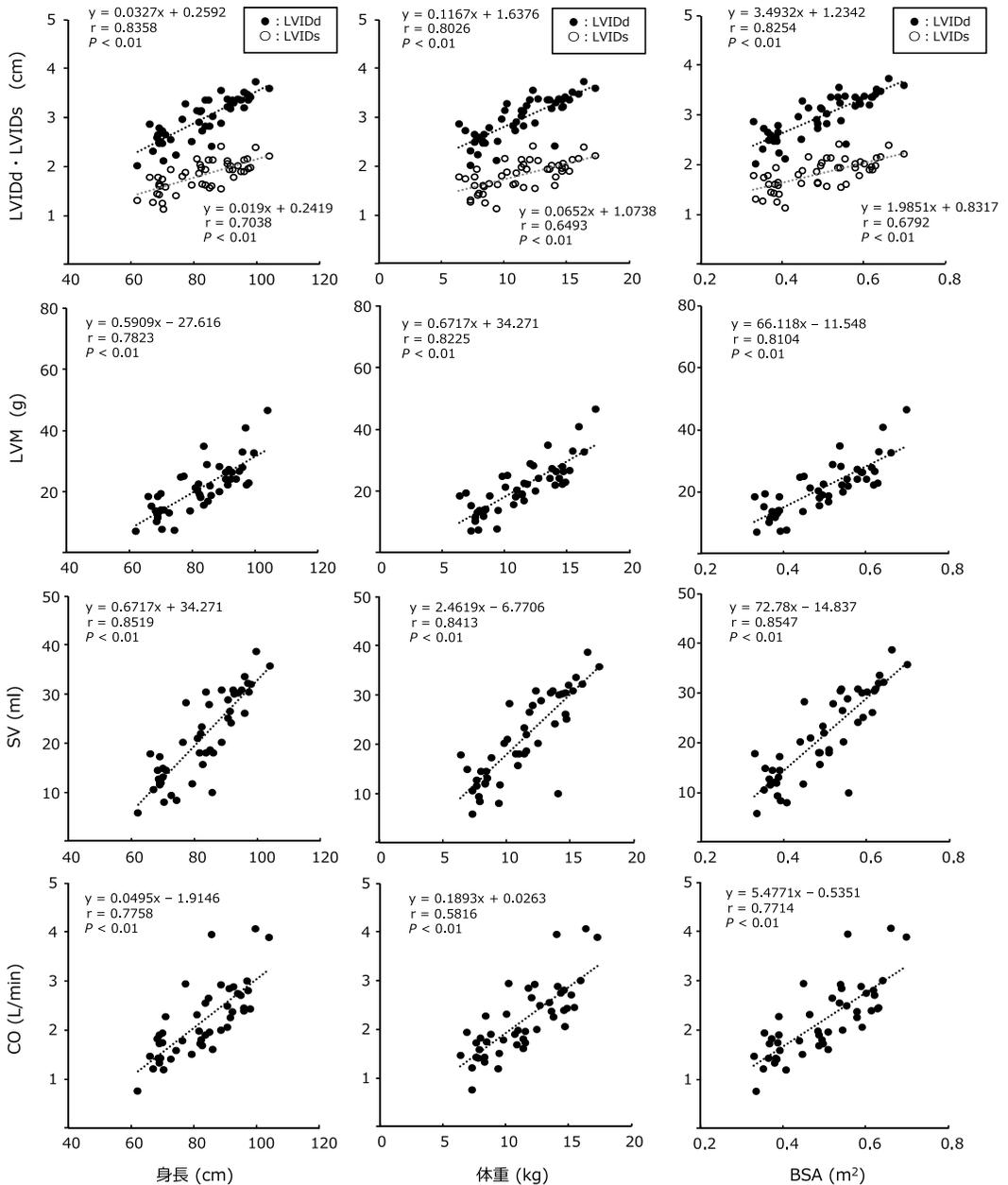


図2 乳幼児期における身長、体重およびBSAと心臓形態および機能の関係

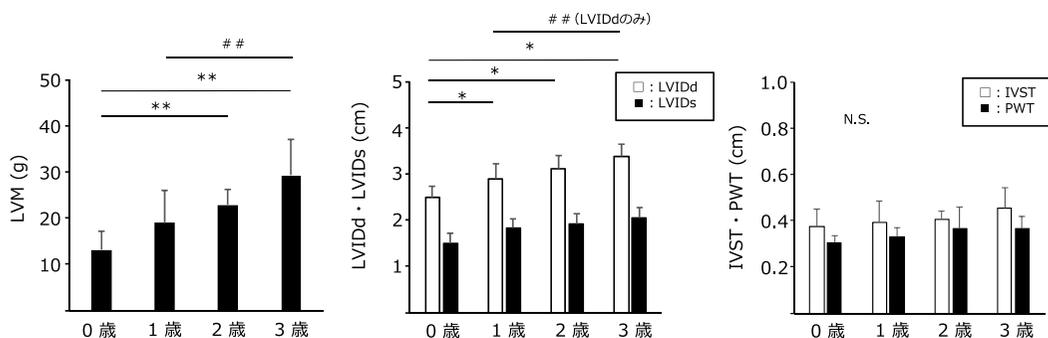


図3 年齢に伴うLV形態の変化

*, **: 0歳との有意差 (* $p < 0.05$, ** $P < 0.01$) を示す, ## : 1歳との有意差 ($p < 0.01$) を示す.

験者の心臓の測定項目と身長、体重およびBSAとの関係をもてみると(図2)、心臓に関する全測定項目と身長、体重およびBSAとの間に有意な正の相関関係がみられ、身長・体重といった体格とともに心臓が発達することが示された。

表2と図3に、年齢別にみたLVIDd, LVIDs, IVST, PWTおよびLVMの測定値とSV, COおよびHRの測定値を示した。図3のLVMの変化をみてみると、年齢とともにLVMが上昇するが、統計的には、0-2歳児以降間および1-3歳児以降間、つまり約2年間隔で有意な上昇を示していた。また、このようなLVMの発育は、IVSTやPWTという壁厚の発育ではなく、左心室径(LVIDd, LVIDs)の増大がもたらす心室内腔の拡大(発育)によるものであることが示された。SVおよびCOにおいても、年齢とともに増大するが、0-2歳児以降間および1-3歳児以降間において有意な増大が示された。一方、HRにおいては、0歳児に比べ、2歳児以降において有意な低下を示した。

図4にはBSAで標準化した各被験者の左心室形態および機能と月年齢との関係を示した。この図にみられるように、左心室形態において、LVIDd/BSA, LVIDs/BSA, IVST/BSAおよびPWT/BSAは有意な負の相関が認められたのに対し、LVM/BSA ($r = 0.3615$, $P < 0.05$)は有意な正の相関が認められた。また、心機能におい

てもSV/BSA ($r = 0.5067$, $P < 0.01$)は、有意な正の相関関係が認められたが、CO/BSAにおいては年齢との間に有意な相関関係は認められなかった。HR/BSAにおいては有意な負の相関関係が示された ($r = -0.7863$, $P < 0.01$)。

考察

本研究では、乳幼児期における心臓形態および機能について検討してきた。その結果、乳幼児期の左心室形態のLVIDd, LVIDsおよびLVMは、年齢に伴い増大することが示された。しかし、IVSTおよびPWTは年齢に伴い有意な変化は認められなかった。左心室機能のSVおよびCOにおいても年齢に伴い増大した。このことから、左心室形態の増大は壁厚の増大ではなく、内腔の増大(肥大)によるものであり、内腔肥大が起こることによってSVがより増大するため、COの増大が起こると考えられる。

左心室形態および機能の発育に対する体格発育の影響について検討した結果、LVIDd, LVIDs, LVM, SV, COのすべてにおいて、身長、体重およびBSAと有意な相関関係が認められた。これは、身長や体重と左心室重量(LVM)が高い相関関係にあり、左心室形態の成長には身体発育の影響が大きいとした思春期の先行研究(*de Simone et al.* 1998; *Eisenmann et al.* 2007)と同様の結果であった。オランダの大規

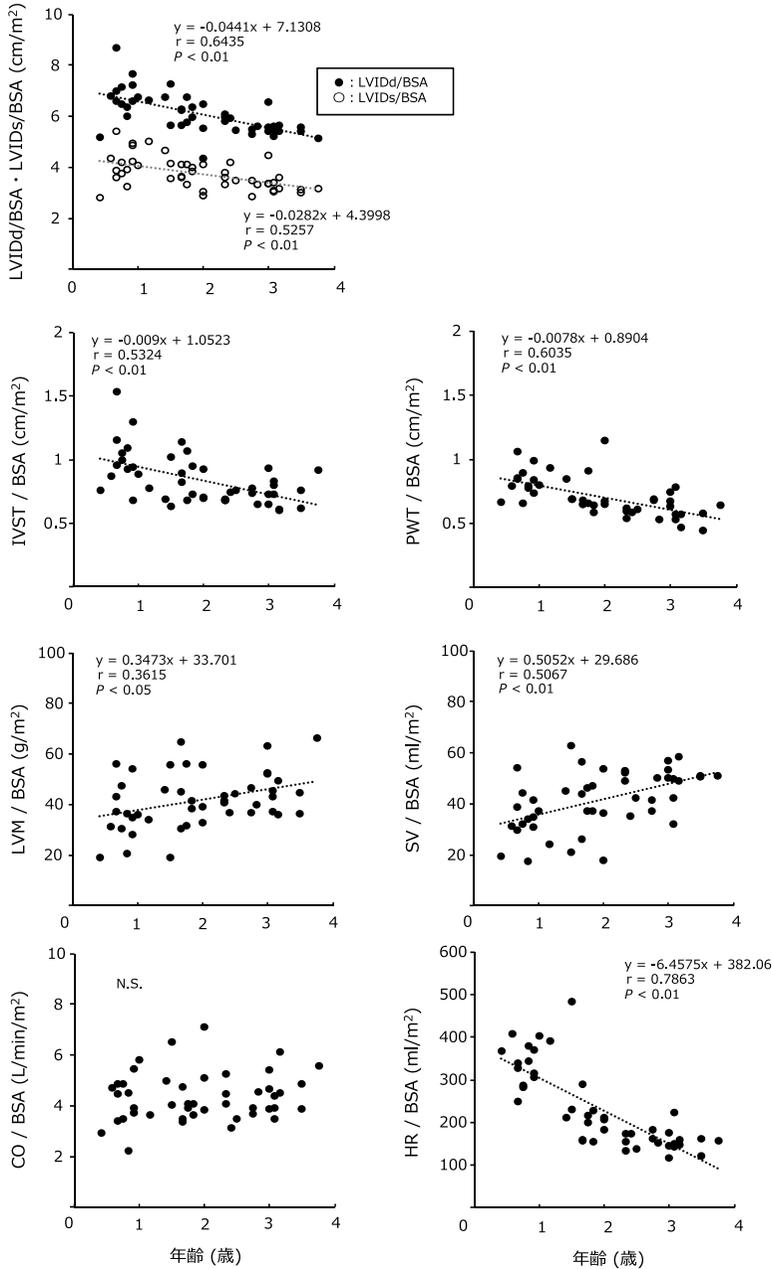


図4 標準化した心臓形態および機能の年齢に伴う変化

横コホート研究であるジェネレーション R 研究においても、身体の成長が乳幼児期の心臓発達の重要な決定因子であると報告されている (de Jonge et al. 2011). このような本研究と先行研究の結果を合わせると、乳幼児期の左心室形

態および機能の発達は、身長や体重の体格の発育が関与するといえる。

しかし、左心室形態および機能に対する体格発育の影響を除去した値 (BSA による標準化) についてみると、左心室形態の LVIdD/BSA,

LVIDs/BSA, IVST/BSA および PWT/BSA は月年齢と負の相関関係が認められたのに対し、LVM/BSA は正の相関関係が認められた。このことから、左心室形態においては、体格発育以上に LVM が増大していることが示された。しかし、LVIDd, LVIDs, IVST および PWT と月年齢との間に負の相関関係が認められたことから、LVM の増大には左心室の内腔の増大(拡大)以外の要因が影響したと考えられた。LVM 発育に関する先行研究では、LVM は新生児期の心筋細胞数が主要因であると報告 (Zak 1974) されている。また生後 1 年で、心筋細胞数の増殖が生じ、その後は圧負荷の増加によりおこる心筋細胞の肥大が LVM の変化に関与するという報告 (Kehat et al. 2005) もある。これらを踏まえると、LVM の増大には内腔肥大だけでなく、心筋細胞の肥大の影響が大きいと考えられる。

次に、左心室機能については、左心室機能の SV/BSA は月年齢に対して正の相関関係を示し、HR/BSA は月年齢と負の相関関係を示したことから、SV の増大および HR の減少は、体格の成長以上の発育であることが示された。一方、CO/BSA は月年齢に対して一定値を示した。このことは、成長に伴う左室内腔の肥大および圧負荷の増加による心筋細胞の肥大により SV/BSA の増大し、その結果 HR/BSA が減少し、それにより CO/BSA は一定値を示したのではないかと考えられる。

以上のことから、乳幼児期の心臓(左心室)は、年齢に伴い、心室重量(内腔および心筋細胞の肥大)が増大することにより安静時においても非常に効率よく全身へ血液を送り出すよう発達すると考えられる。

謝辞

本研究にご参加いただきましたお子様ならびに保護者の皆様と、本研究の実施に際し、ご協力いただきました GE ヘルスケアジャパン山本幸弘氏、日本女子体育大学附属みどり幼稚園保

育室の太田よし美室長をはじめとする先生方に深く感謝申し上げます。

参考文献

- de Jonge, L. L., van Osch-Gevers, L., Willemsen, S. P., Steegers, E. A., Hofman, A., Helbing, W. A., Jaddoe, V. W.: Growth, obesity, and cardiac structures in early childhood: the Generation R Study. *Hypertension*, **57**: 934-940, 2011.
- de Simone, G., Devereux, R. B., Kimball, T. R., Mureddu, G. F., Roman, M. J., Contaldo, F., Daniels, S. R.: Interaction between body size and cardiac workload influence on left ventricular mass during body growth and adulthood. *Hypertension*, **31**: 1077-1082, 1998.
- Devereux, R. B., Alonso, D. R., Lutas, E. M., Gottlieb, G. J., Campo, E., Sachs, I., Reichek, N.: Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. *Am. J. Cardiol.*, **57**: 450-458, 1986.
- Eisenmann, J. G., Malina, R. M., Tremblay, A., Bouchard, C.: Adiposity and cardiac dimensions among 9- to 18-year-old youth: the Quebec Family Study. *J. Hum. Hypertens.*, **21**: 14-119, 2007.
- Geelhoed, J. J., Steegers, E. A., Osch-Gevers, L., Verburg, B. O., Hofman, A., Witteman, J. C., van der Heijden, A. J., Helbing, W. A., Jaddoe, V. W.: Cardiac structures track during the first 2 years of life and are associated with fetal growth and hemodynamics: the Generation R Study. *Am. Heart J.*, **158**: 71-77, 2009.
- Kehat, I., Molkentin, J. D.: Molecular pathways underlying cardiac remodeling during pathophysiologic stimulation. *Circulation*, **122**: 2727-2735, 2010.
- Lang, R. M., Bierig, M., Devereux, R. B., Flachskampf, F. A., Foster, E., Pellikka, P. A., Picard, M.H., Roman, M. J., Seward, J., Shanewise, J. S., Solomon, S. D., Spencer, K. T., Sutton, M. S., Stewart, W. J.: Chamber quantification writing group: American society of echocardiography's guidelines and standards committee; European association of echocardiography. Recommendations for chamber quantification: a report from the American society of echocardiography's guidelines and

standards committee and the chamber quantification writing group, developed in conjunction with the European association of echocardiography, a branch of the European society of cardiology. *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, **18**: 1440-1463, 2005.

Scammon, R. E.: The first serial study of human growth. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **3**: 329-336, 1927.

Zak, R.: Development and proliferative capacity of cardiac muscle cells. *Circ. Res.*, **35**: 17-26, 1974.

〈第 28 回公開研究フォーラム報告〉

日本女子体育大学附属基礎体力研究所
第 28 回公開研究フォーラム

「身体活動やスポーツを通して人を育てる」

日時：2017 年 12 月 2 日（土）13：00～16：30

場所：日本女子体育大学本館 1 階 E101 教室



プログラム

13:00 開会挨拶 定本 朋子（日本女子体育大学附属基礎体力研究所・所長）

13:05～14:10

Session I 「基調講演」

「健全な子どもの育成に役立つ運動・スポーツのあり方」

中村 和彦（山梨大学教育学部／大学院教育学研究科・教授）

14:10～14:30

基礎体力研究所研究成果ポスター発表&コーヒーブレイク

14:30～16:30

Session II 「学際的視座からの挑戦と実践」

14:30～15:10

「習慣的運動が子供の学力・認知機能に与える効果」

紙上 敬太（早稲田大学スポーツ科学学術院・講師）

15:10～15:50

「スポーツがGrit（やり抜く力）を育てるか」

山北 満哉（北里大学一般教育部人間科学教育センター・講師）

15:50～16:30

「日本トップレベルの跳躍種目の選手の育成強化－現場の取り組みから－」

吉田 孝久（日本女子体育大学体育学部・准教授）

16:30 閉会

○開催趣旨

身体活動やスポーツを通して人を育てる

定本 朋子

(日本女子体育大学附属基礎体力研究所所長)

体力・運動能力の低下をはじめ、学力や読解力の低下、社会性の未成熟さ、いじめや虐待の増加といった、「子どもの育ち」に関する問題がたびたび話題にのぼるようになりました。それらの改善策のひとつとして、身体活動やスポーツの実施が役立つと考えている人は多いと思われます。しかし、それを示すエビデンスが少なく、スポーツや身体活動が人の育成に果たす役割について、説得性のある根拠や実証的データを私たちは多角的に収集し、発信する努力が必要と思われま

す。健全な子どもの育成には身体活動やスポーツがきわめて重要であるにもかかわらず、現代の生活環境は、むしろ活発な身体活動や遊びを子どもから失わせる方向にあるといえます。その

ことが、将来における体力や知力、意欲や気力、そして対人関係やコミュニケーション能力などに悪影響を及ぼすのではないかと危惧されます。また身体活動やスポーツに対して抑制的な生活環境や社会は、競技力向上の推進にも影を落とし、有望なアスリートの育成を困難にさせるのではないかと懸念されます。

このようなことから、今年のフォーラムでは、「身体活動やスポーツを通して人を育てる」と題して、スポーツがもつ力について、さまざまな角度から研究や実践を展開されている先生方をお招きしました。ご講演を伺いつつ、身体活動・スポーツの実施と人の育成との関わりについて、考えてみたいと思います。



○ Session I 基調講演

健全な子どもの育成に役立つ 運動・スポーツのあり方

中村 和彦

(山梨大学教育学部長・大学院教育学研究科長)



1. 子どもの問題は大人に原因がある

遊びにのめり込み、動き回るなかで、子どもはさまざまな運動を経験し、さまざまなかわりを体験していく。いま日本の子どもに、そんな「子どもらしさ」を感じるものが少なくなってきた。私は、日本の子どもたちのライフスタイルが崩壊し、「子どもらしさ」が失われた根本的な原因は「子ども」にあるのではなく、私たち「大人」にあると考えている。

いま、降園後や放課後に仲間とかかわって遊んでいる子どもを見ることはほとんどない。子どもたちの生活から「遊び時間」「遊び空間（遊び場所）」「遊び仲間」という遊びを成立させる「3つの間」が消失し、体を使って遊ぶことがな

くなってきているのである。

いまの小学生の放課後の遊び時間は約50分と、30年前の小学生の半分以下にとどまり、山川、田畑、境内、路地裏といった屋外で遊んでいる子どもは約1割にとどまり、多くの子どもの遊び場所は室内に固定されてしまっている。さらに、遊び仲間は2人から3人ほどの限定された同学年の友達であり、塾や習い事のない日は、家の中に閉じこって、ほとんど体を動かすことなく、テレビゲームやビデオに夢中になっている。いま日本では、こんな子どもがほとんどである。

このような子どもの生活の悪変は、便利さのみを追求してきた私たち日本の大人がつくりあ



げてしまった、現代社会のライフスタイルそのものにあるといえる。私たちがいま、元気に仕事ができ、気持ちよく生活することができている根底には、私たちの子ども時代の健康的なライフスタイルが存在している。言い換えると、育ちのなかで、楽しく体を動かすことがなく、食や睡眠にも問題を抱えながら育っている今日の子どもたちは、私たちのように健やかに育つことができず、元気な大人に成長することがままならない可能性がある。私はこのことに大きな懸念を抱かざるをえない。

2. 子どもの運動遊びの重要性

子どもにとって運動遊びは、生活の主体であるとともに、①からだの構造や機能をもとにした技能や運動能力といった「身体運動の発達」、②思考や判断といった「認知的な発達」、③コミュニケーション能力や態度の形成といった「情緒や社会性の発達」という3つの発達領域を促す、欠くことのできない成長の場であると考えられる。特に幼少年期においては、「身体運動」「認知」「情緒・社会性」という3つの発達領域は、それぞれが独立して獲得していくのではなく、お互いに関係し合いながらその能力を発達させていく『相互補完性』という特性を持っている。

子どもが運動すること・遊ぶことは、食習慣、睡眠習慣、排泄習慣とともに、重要な生活習慣の一つである。おもしろくのめり込んでからだを動かすこと、おいしくご飯を食べること、快く眠ること、気持ちよく排泄するという、望ましい生活習慣は連鎖をするものである。そしてこのような良い連鎖のもとに、心も体も心地良い状態で園・学校に行き、勉強や活動に集中することができる。

さらに子ども時代の望ましい運動遊びの習慣は、子ども時代の健康を増進させるのみではなく、大人になってからの運動・スポーツといった身体活動習慣に持ち越され、大人になってからの健康に大きく影響するものであるといえ

る。

3. 運動遊びの消失と体力・運動能力の低下

子どもたちのライフスタイルが乱れ、運動遊びが失われていくなかで、子どものからだにさまざまな問題が生じてきた。体力・運動能力テストの結果は、この問題を数値として明確に表している。

文部科学省「体力・運動能力調査」によると、今日の児童生徒は、走・跳・投といった基礎的な運動能力や筋力が、1985年前後をピークに著しく低下の傾向にあり、柔軟性、敏捷性などのからだをコントロールする能力も低下している。このような体力・運動能力の低下は、「二極化」と「低年齢化」の傾向を示している。

「二極化」とは、体力・運動能力が優れている子どもと劣っている子どもに二分されているということである。「低年齢化」とは、体力・運動能力の低下傾向が、小学校低学年、さらには乳幼児期から始まっているということである。

体力・運動能力の低下のみならず、転んで手をつくことができずに頭や手首にケガをしてしまう子ども、ボールを捕ったり避けたりすることができずに顔面のケガや眼球損傷にまで至っている子どもが増加している。さらに、運動不足や摂取栄養の過多から肥満傾向になり、将来において高血圧症や糖尿病といった生活習慣病に罹患してしまう可能性のある子ども、アレルギーや体温異常といった防衛的な能力の問題を抱えている子どもも多く出現している。

4. 子どもの運動発達を保障する取り組みとは

小学校学習指導要領体育科においては、「体づくり運動・遊び」を低学年から実施し、6学年全ての学年で指導している。低学年の「体づくり運動」の内容として「多様な動きをつくる運動遊び」、中学年では「多様な動きをつくる運動」で構成されている。この「多様な動きをつくる運動遊び・運動」においては、将来の体力向上につなげていくために、この時期にさまざまな

基本的な動作を習得していくことを目指している。

このような体育科の改善とともに、教科以外での体力づくり実践の充実、体育的行事の改善、登下校時における運動量の確保、地域との連携も踏まえた放課後や土曜日・日曜日における身体活動を伴う遊びや運動やスポーツの機会の充実などによって、学校での体力・運動能力づくりに取り組んでいくことが望まれる。

さらに保護者や地域に積極的にその取り組みを発信し、PTA、スポーツ少年団、総合型地域スポーツクラブ、青少年育成団体等の理解や協力を得ながら体力向上、生活改善の日常化を図っていけるような「学校・家庭・地域」が一体となった取り組みが重要である。取り組みの趣旨や内容、成果について説明し、信頼関係を築いていくことも、いま学校に求められる課題である。

本稿のまとめとして、子ども達の体力・運動能力を向上させ、健やかなからだを育てていくための取り組みに向けた3つのポイントを、以下に挙げる。

①幼少年期の子どもの基本的な動作の習得と、運動量の増大を目指した身体活動を充実すること

②運動・食事・睡眠を中心としたライフスタイル（生活習慣）を改善すること

③子どもの健やかな育みに関するおとな（教職員・保護者・地域住民）の意識を高め、認識を深めること

さらに、幼少年期の子ども達には、スポーツを指導するのではなく、子ども達が「おもしろく」「のめり込む」運動遊びを提供することが重要である。特に、低体力・低運動能力の子ども達、運動嫌いの子どものみへの対応が、クローズアップされることが必要であると考えられる。これらの点において、運動遊びを届け、先導する「プレーリーダー」の役割は非常に大きいものと考えられる。

参考図書

浅見俊雄，福永哲夫編著，子どもの遊び・運動・スポーツ，市村出版，東京，2015。

日本発育発達学会編，幼児期運動指針実践ガイドーよくわかる！今すぐはじめる！，杏林書院，東京，2014。

中村和彦，運動神経がよくなる「からだ遊び」ー小学校入学までに差がつく！，PHP 研究所，東京，2013。

中村和彦編著，子どもが夢中になる楽しい運動遊び，学研教育みらい，東京，2011。

2017 年度基礎体力研究所 研究成果ポスター発表

1. 産学連携による地元住民向け健康運動指導教室の取り組みと成果

沢井 史穂¹, 大庭 尚子², 手島 貴範³, 大槻 曜生³, 定本 朋子³

¹日本女子体育大学体育学部, ²東京大学総合文化研究科,

³日本女子体育大学附属基礎体力研究所

2. Relationship between motor abilities, skillful of toe, and likes and dislike in physical activity among Japanese kindergarten children.

Shino Izutsu¹, Akari Kamimura^{2,3}, Natsumi Hamano¹, Masataka Hirose³

¹Japan Women's College of Physical Education

²Department of Child Development and Education, School of Humanities,
Wayo Women's University

³Institute of Health and Sports Science & Medicine, Juntendo University

3. バスケットボールのチェストパスにおける正確性と生理学的運動強度との関係

村岡 慈歩¹, 小山 彩香²

¹明星大学教育学部, ²柏市立柏の葉小学校

4. 縦断的な短期間の間欠的負荷運動トレーニングが静脈コンプライアンスに及ぼす影響

大上 安奈¹, 斎藤 道子¹, 飯村 泰弘²

¹東洋大学食環境学部, ²東洋大学大学院食環境学研究所

5. サッカー選手における股関節屈曲筋力の出力特性－陸上競技長距離選手との比較から－

手島 貴範¹, 沢井 史穂², 定本 朋子¹, 角田 直也³

¹日本女子体育大学附属基礎体力研究所, ²日本女子体育大学体育学部,

³国土舘大学大学院スポーツ・システム研究科

6. 乳幼児期における心臓の形態と機能の発達

森山 真由美¹, 井筒 紫乃², 大槻 曜生¹, 手島 貴範¹, 村岡 慈歩³,
奥山 静代⁴, 大庭 尚子⁵, 笹原 千穂子³, 中村 美美子,
佐藤 耕平⁶, 岩館 雅子⁷, 山本 幸弘⁸, 定本 朋子¹

¹日本女子体育大学附属基礎体力研究所, ²日本女子体育大学体育学部,
³明星大学教育学部, ⁴慶應義塾大学体育研究所, ⁵東京大学総合文化研究科,
⁶東京学芸大学教育学部健康・スポーツ科学講座,
⁷日本大学生産工学部, ⁸GEヘルスケアジャパン(株)

7. 動脈内皮機能の内因性変動は月経周期を相対化し血管の拡張と収縮を評価することで表出する

大槻 曜生¹, 米谷 茉里奈, 大庭 尚子², 佐藤 耕平³, 定本 朋子¹

¹日本女子体育大学附属基礎体力研究所, ²東京大学総合文化研究科,
³東京学芸大学教育学部健康・スポーツ科学講座

○ Session II 学際的視座からの挑戦と実践

習慣的運動が子供の学力・
認知機能に与える効果

紙上 敬太

(早稲田大学スポーツ科学学術院 講師)



子供の体力は1985年ころにピークを迎え、それ以降、低下傾向もしくは横ばいが続き、現在も依然としてピーク水準を大きく下回っている(文部科学省, n.d.)。この体力低下の主な原因は、スポーツや外遊び時間の減少、いわば運動不足にあると考えられる。習慣的に運動を行い、体力を高めることが健康の保持・増進に重要であることは周知の事実であろう。よって、子供の運動不足・体力の低下傾向が続く現状を踏まえれば、「運動が健康によい」といった健康リスクという視点からのアプローチは、特に子供の場合、運動の習慣化にあまり効果的ではないのかもしれない。

そのような中、子供を対象としたいくつかの

研究では、身体活動量や体力が学力とポジティブに関わっていることが示されている(Booth et al. 2014; Castelli et al. 2007)。この関係が真実であれば、運動に興味を持つ子供や、子供に運動を勧める保護者・教育者が増えるのではないだろうか。しかしながら、身体活動量・体力と子供の学力の間に関係を認めていない研究も報告されており(LeBlanc et al. 2012; Resaland et al. 2016)、完全に見解が一致しているわけではない。これらの関係を明らかにするため、我々はこれまで、学力と密接に関わる「実行機能」と呼ばれる高次認知機能に焦点を当て、習慣的運動・体力と子供の認知機能の関係に関して研究を進めてきた。



実行機能とは

物事に集中しなければならない時、物事を自動的・直感的に処理することができない時、もしくは自動的・直感的な処理が相応しくない時、脳はトップダウン的に指令を出して思考や行動を制御しなければならない。このような脳内で行われるトップダウンプロセスの総称が実行機能である (Diamond, 2013)。実行機能には、抑制 (不必要な情報を排除して注意を維持する機能)、作業記憶 (情報を一時的に保持し、必要に応じてその情報を利用する機能)、認知的柔軟性 (状況に応じて思考や行動を切り替える機能) といった3つの下位機能が含まれる (Diamond, 2013)。

実行機能の評価法

上述した抑制 (e.g., フランカー課題)、作業記憶 (e.g., スタンバーグ課題)、認知的柔軟性 (e.g., スイッチ課題) それぞれの下位機能の要求度を操作できる認知課題を用いて実行機能の評価している。例えば、作業記憶を評価するスタンバーグ課題では、1文字、3文字、もしくは5文字のアルファベットからなる無意味な文字列 (e.g., SJWKD) を記憶させ、その数秒後に提示される1文字のアルファベットが記憶した文字列に含まれていたかを判断させる。つまり、記憶する文字数が多いほど作業記憶の要求度が高くなる。

また、我々の研究では、認知課題中の認知パフォーマンス (正反応率・反応時間) に加え、ミリ秒単位で認知処理過程の時間的な変化を計測できる脳波 (事象関連脳電位) を用いている。事象関連脳電位を用いることにより、認知パフォーマンスでは捉えることのできない実行機能の認知処理過程を評価することが可能になる。

横断的研究

横断的研究デザイン (20メートルシャトルランのラップ数などによって子供を低体力群と高

体力群に分け、実行機能を比較するデザイン) を採用した研究 (Kamijo et al. 2015) では、体力が高い子供は実行機能を要する認知課題のパフォーマンス (正反応率や反応時間) が、体力が低い子供より優れていたことが示された。さらに、事象関連脳電位の結果から、体力が高い子供は注意を向けるべき刺激 (課題関連情報) に対しては的確に注意を向け、注意を向けなくてよい刺激 (課題無関連情報) は効率的に処理していることが示唆された。これらの結果から、子供の体力は実行機能に関わっている、すなわち、体力が高い子供の方が実行機能が優れていると考えることができる。

ランダム化比較試験

横断的研究デザインでは、体力と実行機能の関係を示しているだけであり、その因果関係 (方向性) を議論することはできない。換言すれば、習慣的に運動を行って体力を高めれば、実行機能が改善するのかどうか (習慣的運動→体力→実行機能) は分からない。実行機能が優れている子供は運動への意欲が高く、身体活動量が多くなるため体力が高い (実行機能→習慣的運動→体力) のかもしれない。

この因果関係を明らかにするため、我々は運動介入を用いたランダム化比較試験を行った (Hillman et al. 2014; Kamijo et al. 2011)。具体的には、9ヶ月間・週5日の放課後運動プログラムを実施し、習慣的運動が子供の実行機能に与える影響を検討した。その結果、体力 (有酸素能力) を高めるような習慣的運動は実行機能を改善させることが示された。さらに、運動プログラムへの出席率が高い子供ほど実行機能の改善度は大きかった。これらランダム化比較試験の結果は、「運動の習慣化→体力の向上→実行機能の改善」といった因果関係を支持している。

まとめ

我々の研究は、子供の体力が実行機能に関わっていること (横断的研究)、体力の向上をも

たらず習慣的な運動は実行機能を改善させること（ランダム化比較試験）を示したものである。実行機能は学力と深く関わっていることが知られている（*Diamond*. 2013）ため、これらの知見は身体活動量・体力と子供の学力の関係を支持するものである。以上のことから、運動習慣を身につけて体力を高めること（体育）は、脳の健全な発達、ひいては学力の向上（知育）に重要な役割を果たすと言えるのかもしれない。

文献

- Booth, J. N., Leary, S. D., Joinson, C., Ness, A. R., Tomporowski, P. D., Boyle, J. M., Reilly, J. J.*: Associations between objectively measured physical activity and academic attainment in adolescents from a UK cohort. *Br. J. Sports Med.* **48**: 265-270, 2014.
- Castelli, D. M., Hillman, C. H., Buck, S. M., Erwin, H. E.*: Physical fitness and academic achievement in third- and fifth-grade students. *J. Sport. Exerc. Psychol.* **29**: 239-252, 2007.
- Diamond, A.*: Executive functions. *Annu. Rev. Psychol.* **64**: 135-168, 2013.
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., Khan, N. A., Raine, L. B., Scudder, M. R., Drollette, E. S., Moore, R. D., Wu, C. T., Kamijo, K.*: Effects of the FITKids randomized controlled trial on executive control and brain function. *Pediatrics.* **134**: e1063-1071, 2014.
- Kamijo, K., Pontifex, M. B., O'Leary, K. C., Scudder, M. R., Wu, C. T., Castelli, D. M., Hillman, C. H.*: The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Dev. Sci.* **14**: 1046-1058, 2011.
- Kamijo, K., Takeda, Y., Takai, Y., Haramura, M.*: Greater aerobic fitness is associated with more efficient inhibition of task-irrelevant information in preadolescent children. *Biol. Psychol.* **110**: 68-74, 2015.
- LeBlanc, M. M., Martin, C. K., Han, H., Newton, R., Jr., Sothorn, M., Webber, L. S., Davis, A. B., Williamson, D. A.*: Adiposity and physical activity are not related to academic achievement in school-aged children. *J. Dev. Behav. Pediatr.* **33**: 486-494, 2012.
- Resaland, G. K., Aadland, E., Moe, V. F., Aadland, K. N., Skrede, T., Stavnsbo, M., Suominen, L., Steene-Johannessen, J., Glosvik, Ø., Andersen, J. R., Kvalheim, O. M., Engelsrud, G., Andersen, L. B., Holme, I. M., Ommundsen, Y., Kriemler, S., van Mechelen, W., McKay, H. A., Ekelund, U., Anderssen, S. A.*: Effects of physical activity on schoolchildren's academic performance: The Active Smarter Kids (ASK) cluster-randomized controlled trial. *Prev. Med.* **91**: 322-328, 2016.
- 文部科学省 (n.d.). 子どもの体力向上のための取組ハンドブック. Retrieved from http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/kodomo/zencyo/1321132.html. Accessed January 16, 2018.

○ Session II 学際的視座からの挑戦と実践

スポーツが Grit（やり抜く力）を育てるか

山北 満哉
 (北里大学一般教育部 講師)



1. はじめに

運動・スポーツが心身ともに子どもの健康に好影響をもたらすことは周知のとおりだが、近年、運動やスポーツの効果は健康に対する影響に止まらず、雇用や収入などの労働市場にも影響を及ぼすことが示唆されている。そして、その機序の1つとして考えられている「非認知能力」に対する社会的な注目度が高まっている。本講演では、非認知能力について概説するとともに、現時点において示されている運動・スポーツと非認知能力、主に Grit（やり抜く力）との関連を紹介する。

2. 非認知能力とは

経済学や教育学の分野において、雇用、収入

等の経済指標に関連する要因として、知能指数 (IQ) やペーパーテストなどで測定される「認知能力」が重要視されてきたが、近年、やる気や忍耐力、自制心といった認知能力ではない資質、すなわち「非認知能力」が注目されるようになってきた。そのきっかけは、1962年にアメリカのミシガン州で開始されたペリー就学前プログラムである。このプログラムではペリー幼稚園に通う低所得家庭の3～4歳の子どもたちに対して、2年間にわたって質の高い教育プログラムが提供された。教育プログラムを受けた子どもたちは受けていない子どもたちと比較して、5歳時点のIQやその後の教育成果が高かった (Schweinhart et al. 2005)。また、40歳時点の所得や持ち家率が高く、一方で薬物使用や逮捕歴



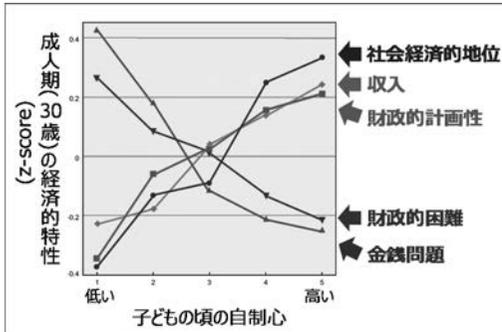


図1 子どもの頃の自制心と将来の社会経済指標との関連 (Moffitt et al. PNAS. 108 (7): 2693-2698. 2011 より作成)

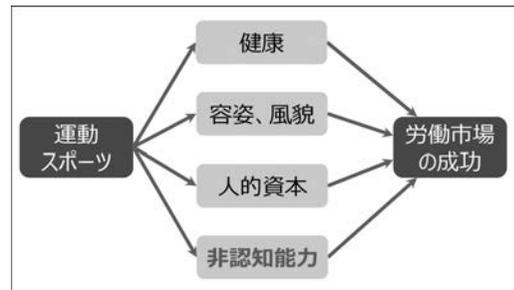


図2 運動・スポーツと労働市場の成功の経路 (Lechner M. IZA World of Labor. 125. 2015 より作成)

などの反社会的行動が少なかった。しかし、IQ (すなわち認知能力) に注目すると5歳の時にみられた差が10歳の時点で既になくなっていった。そこで、社会的な成功に対して長期的な影響を与えたのは認知能力よりも非認知能力なのではないかと考えられるようになり、その重要性が示されるようになってきた (Heckman et al. 2006)。

非認知能力の例として、意欲や社会性、創造性、自制心、レジリエンス、協調性、勤勉性などといったものが挙げられるが (遠藤 2017)、特に自制心については、いくつかのコホート研究においてその因果関係が検討され、子どもの頃の自制心は成人期の経済特性 (社会経済的地位や収入など) と正の関連を示すことが明らかにされている (Moffitt et al. 2011) (図1)。

3. 運動・スポーツと労働市場野成功との関連

近年、諸外国の経済学分野の報告において、運動・スポーツも雇用や収入などの労働市場の成功に影響を及ぼすことが示唆されている。わが国においても、中学や高校で運動部やスポーツ活動の経験、特に団体スポーツの経験がある者は昇進しやすいこと (大竹と佐々木 2009)、中学生の頃に運動系クラブで熱心に取り組んでいた者は現在の給与が高いこと (戸田ら 2014) が示されている。運動・スポーツが将来の収入や雇用に関連する機序として、いずれの報告に

おいても、勤勉性や外向性、協調性、自制心といった「非認知能力」がスポーツ活動により養われたことによる成果であるという解釈を示している。加えて、Lechner. (2015) も運動・スポーツと労働市場の成功の経路の1つとして、非認知能力を挙げている (図2)。

4. Grit (やり抜く力) とは

非認知能力の中でもより高い精度で成功を予測できる気質として、近年注目されているものが、ペンシルバニア大学の Duckworth et al. (2007) が発表した Grit (やり抜く力) である。Grit は、「長期的な目標達成に向けた粘り強さと情熱」と定義され、粘り強さ (根気) に関する6つの質問と情熱 (一貫性) に関する6つの質問の計12問の質問によって評価される。Duckworth et al (2007) はこの質問紙を使って、Grit が米軍の陸軍士官学校の厳しい訓練を耐え抜く者や英単語のスペルの正確性を競うコンテストで勝ち進む子どもを高い精度で予測したことを報告している。

また、その後の調査においても、米国陸軍特殊部隊の選抜コースの過酷な訓練を耐え抜く者、仕事を辞めずに継続する者、離婚しない男性等と Grit の関連が示されている (Eskreis-Winkler et al. 2014)。そのため、Grit は人生のあらゆる成功を決める「究極の能力」として重要視されるようになった。

5. 運動・スポーツと Grit の関連

先述のように、運動・スポーツが非認知能力を介して将来の労働市場の成功に影響を与えるということが示唆されていることから、運動・スポーツが Grit に対しても何らかの関連を示すことが予想される。運動・スポーツと Grit の関連を検討した報告は限られているものの、運動の行動変容ステージモデル (Reed, 2014) や運動習慣 (Reed et al. 2013) との関連において正の相関が確認されている。一方で、スポーツ選手と非スポーツ選手を比較した報告ではその関連が認められていない (Shrivastava and Mishra 2015)。このように、これまでの報告は結果が一致しておらず、また運動習慣や非認知能力の形成に重要な時期である子どもを対象とした報告は皆無である。

そこで我々は小中学生を対象に子ども用の 8 項目の Grit 尺度 (Duckworth and Quinn 2009) を用いて、スポーツ参加と Grit の関連を検討した。その結果、小学生の女子、および中学生の男子においてスポーツ参加をしている者 (特にチームスポーツに参加しているもの) で Grit 得点が高いことが示された (山北ら 2017)。Grit

を構成する 2 つの尺度については、特に粘り強さ (根気得点) において顕著な差がみられた (図 3)。

6. おわりに

運動・スポーツと Grit の関連を検討した報告は極めて少なく、いずれも横断研究であるためスポーツが Grit を高めるという因果関係はまだわからない。また、Grit の評価に関して、控えめな日本人が正確に質問項目に回答しているのかという疑問に加えて、根気得点のみが主に影響しているという指摘や、聞き方が異なるだけで古くから検討されてきた性格特性の 1 つである「勤勉性」を捉えているという指摘もあるため (Credé et al. 2016)、今後は、日本人の子どもの特性に適した Grit の評価方法を検討するとともに、因果関係を明らかにするための縦断的な検討を蓄積する必要がある。

最後に、運動・スポーツが健康に与える影響は既に多くの人に周知されているものの、子どもたちの運動実施率は十分とはいえない。子どもたちの運動やスポーツの機会を少しでも増加するためには、あらゆる健康指標に対する運動・

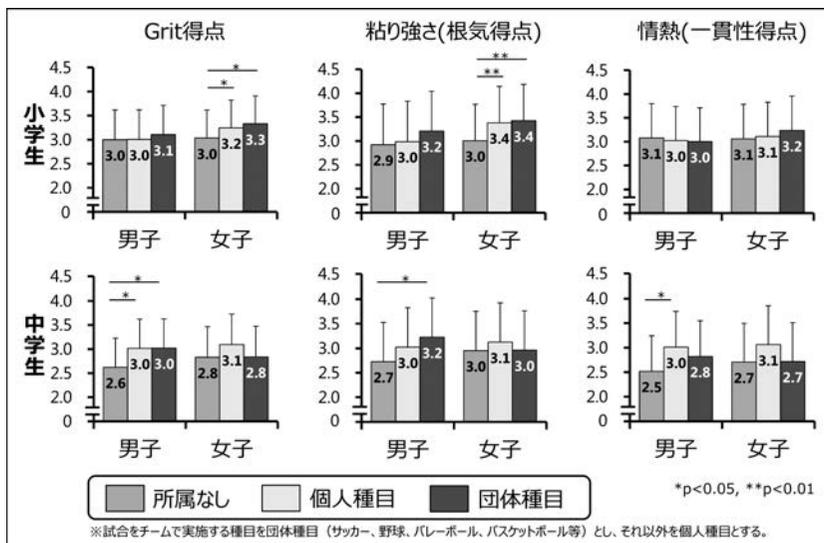


図3 小中学生におけるスポーツ参加と Grit の関連
(山北ら, 第 72 回日本体力医学会, 2017)

スポーツの効果に関するエビデンスを蓄積し続けることに加えて、Gritに限らず、他の非認知能力との関連を示すなど、健康以外の指標に対する運動・スポーツのもつ新たな効果を明らかにし、発信していくことが重要であると考え。

参考文献

- Credé, M., Tynan, M. C., Harms, P. D.*: Much ado about grit: A meta-analytic synthesis of the grit literature. *J Pers Soc Psychol*, 2016.
- Duckworth, A. L. and Quinn, P.D.*: Development and validation of the short grit scale (grit-s). *J Pers Assess*, **91**: 166-174, 2009.
- Duckworth, A.L., Peterson, C., Matthews, M.D., Kelly, D.R.*: Grit: perseverance and passion for long-term goals. *J Pers Soc Psychol*, **92**: 1087-1101, 2007.
- 遠藤利彦：非認知的（社会情緒的）能力の発達と科学的検討手法についての研究に関する報告書。国立教育政策研究所。2017.
- Eskreis-Winkler, L., Shulman, E. P., Duckworth, A. L.*: The grit effect: predicting retention in the military, the workplace, school and marriage. *Front Psychol*, **5**: 36, 2014.
- Heckman, J., Stixrud, J., Urzua, S.*: The effects of cognitive and noncognitive abilities on labor market outcomes and social behavior. *J Labor Econ*, **24**: 411-482, 2006.
- Lechner, M.*: Sports, exercise, and labor market outcomes. *IZA World of Labor*, doi:10.15185/iza-wol.126, 2015.
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., Houts, R., Poulton, R., Roberts, B. W., Ross, S., Sears, M. R., Thomson, W.M., Caspi, A.*: A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proc Natl Acad Sci U S A*, **108**: 2693-2698, 2011.
- 大竹文雄, 佐々木勝：スポーツ活動と昇進。日本労働研究雑誌, **51**: 62-89, 2009.
- Reed, J.*: A survey of grit and exercise behavior. *J Sports Behav*, **37**: 390-406, 2014.
- Reed, J., Pritschet, B. L., Cutton, D. M.*: Grit, conscientiousness, and the transtheoretical model of change for exercise behavior. *J Health Psychol*, **18**: 612-619, 2013.
- Schweinhart, L. J., Montie, J., Xiang, Z., Barnett, W. S., Belfield, C. W., Nores, M.*: Lifetime effects: The high scope perry preschool study through age 40. Ypsilanti, MI: HighScope Press, 2005.
- Shrivastava, U. and Mishra, V.*: Grit, resilience & agency in sportspersons and non-sportspersons. *IJHS-SI*, **5**: 1-4, 2015.
- 戸田淳仁, 鶴光太郎, 久米功一：幼少期の家庭環境, 非認知能力が学歴, 雇用形態, 賃金に与える影響。RIETI DP, 14-J-019, 2014.
- 山北満哉, 安藤大輔, 佐藤美理, 鈴木孝太, 山縣然太朗：小中学生のスポーツ活動と Grit (やり抜く力) との関連。第 72 回日本体力医学会抄録集, 2017.

○ Session II 学際的視座からの挑戦と実践

日本トップレベルの跳躍種目の選手の育成強化 —現場の取り組みから—

吉田 孝久

(日本女子体育大学准教授, 日本陸上競技連盟強化委員会,
オリンピック強化コーチ)



【はじめに】

発表者は2011年から2016年まで、日本陸上競技連盟強化委員会の跳躍部長として男女跳躍種目（走高跳、棒高跳、走幅跳、三段跳）の強化を担当してきました。そこでは日本のトップジャンパーがアジアや世界で勝負するために、技術・体カトレーニングの指導と海外でも本来の力を発揮するために必要な海外経験を積ますなどのサポートを行ってきました。

私達が行ってきた強化活動は、今回のシンポジウムのテーマとなる「身体活動を通じて人を育てる」ということとは少し違っているかもしれませんが、選手の競技力向上を通じ、コーチが選手に強くなってもらいたいと思ってサポー

トしてきたという点で人を育てたということにつながるのかもしれませんが。

ここでは我々強化スタッフが具体的にどのような視点で選手のピックアップをし、どのような強化活動を行ってきたかを紹介するとともに、ブロックミーティングで選手たちに話した実際の内容などを踏まえて報告していきたいと思えます。

【強化選手の選抜】

経強化選手の選考は、跳躍ブロックを走高跳、棒高跳、走幅跳、三段跳の4つのパートに分けて担当者を配置し、それぞれのパートで中心となる選手を選考してもらいました。基本的には



競技力が高く、記録を持っている選手が中心でしたが、いくつかの選手はこれまでの実績抜きで選ぶこともありました。こうした実績抜きでの選抜は、ある意味、不公平でもあります。これには私の強化に対する考え方が反映されていました。

私は、ブロックにおける強化選手の選抜とアジア大会やオリンピックに派遣する選手選考とは別物だと考えています。アジア大会やオリンピックなどのへの選手選考は選考競技会の結果などを踏まえて極めて公平な視点で選ばなければなりません。しかし、強化選手の選抜は、それぞれの担当コーチが「この選手なら世界に行ける」、「この選手となら世界で勝負してみたい」といったコーチの直感を重視して選ぶ必要があると感じているからです。そこには数値には表れない選手の可能性や勝負強さなどが加味されていると思っています。そして、担当のコーチには、自分の選んだ選手と心中するくらいのつもりで責任をもって強化に携わってもらいたいという気持ちもありました。

こうした選ばれた強化選手の中には、二世アスリートも多く含まれていることも事実です。とくに陸上競技では素質という面が競技成績に影響していることが大きいので、両親ともに一流選手だったその子供が一流アスリートとなる可能性が高いからです。ハンマー投げの室伏広治さんはアテネオリンピックの金メダリストとして有名ですが、室伏選手のお父さんもアジア大会で5連覇した「アジアの鉄人」として知られている有名選手です。また、2020 東京オリンピックの男子走幅跳で活躍が期待される橋岡優輝さんも二世選手です。お父さんは棒高跳の元日本記録保持者、お母さんも三段跳の元日本記録保持者でハードルでも活躍された名選手でした。

個人的な見解ですが、強化選手の選抜にはこうした遺伝的なものだけでなく、身長や体形などに加え何か光るものがあるということが大きいように感じています。それは走り方や跳び方

といった選手の動きが素晴らしいということだけでなく、体の線がまだ細く、パワーや筋力を鍛えると大きく記録が伸びる可能性が高いということなどがあげられます。また、大会での勝負強さもここでの光るものの一つに加えられるでしょう。

こうした何か光るものを持っている選手をみて感じるのですが、こうした選手は目が輝いている、または狙った獲物を捉える猛禽類のようにキリッとした鋭い目をしていることも特徴のように思います。おそらく、目標をしっかりと定めてそれに向かって努力する姿勢がこの目の輝きから伝わってくるからだと思います。

一方、性格的には人の話に耳を傾けるという素直な気持ちを持っているのも特徴のように思います。人の話を聞くということは選手が記録を伸ばしていくには必要なことです。自分に合うか合わないかは別として、一度試してみる。やってみて違う、これは自分には合わないなど感じたら次からやらない。こうした姿勢が自身を成長させることにつながっていくと思うからです。そしてこれは違うなと思ったら誰が何といってもやらないという頑固さも必要に思います。素直に耳を傾けることと頑固さは相反することのように思いますが、いちど受け入れるという姿勢が新しい発見にもつながり、そして取捨選択して自分で決めたことに信念をもってとりこんでいくことが選手として成長させることにつながるからだと思います。

さらに踏み込んでいうと、自分自身の判断で決められるということも強い選手に共通していることだと思います。私は強い選手が試合で結果がでなかったとき、負けたことを他人のせいに行っているところを見たことがありません。これは選手が自己責任で判断しているからだだと思います。自分の意志で決めたことだからこそ、試合での迷いがなくなり、勝負強さにつながってくるように思います。

【跳躍ブロックでのミーティングの内容】

それでは跳躍ブロックで選手に行っていたミーティングの内容について説明したいと思います。

跳躍ブロックをはじめ、強化としての一番のミッションは選手が国際大会で活躍することです。

2012年のミーティングでは、ロンドンオリンピックの反省から4年後のリオデジャネイロオリンピックでは跳躍ブロックで一つのメダルを獲得しようということになりました。メダルと口には出しましたがテグ世界陸上が1名、ロンドンオリンピックが2名の出場だったことを考えると入賞者が一人でも出てくれれば御の字だと私は思いました。メダル獲得といった高い目標を設定することで、それぞれのパートが意識を高めることになり、競技力の向上につながると思ったからです。

この目標を達成するための年度目標として、2013年のモスクワ世界陸上にはロンドンオリンピック以上の選手を出場させること、2014年のアジア大会では中国とのメダル争いをして金メダルを獲得すること、2015年の北京世界陸上では決勝進出者を出すこと、そして2016年にオリンピックでメダル獲得を目指すというように、すこしずつステップアップしながら目標を高めていくようにしました。

また、当時は体力レベルが低下していたことから、7名のジャンパーが参加したシドニーオリンピック代表のコントロールテストの結果を提示して、今の選手とどのくらい違うのか数値で示したりもしました。こうしたことで自分たちがどのくらい筋力やパワーがないかというこ

とを認識するとともに体力を上げるためのトレーニング方法を知りたいと思うきっかけになると思ったからです。また、技術についても各パートのコーチが世界トップ選手の動きを提示したりして今の日本選手とどこが大きく違うのかなどについて提示しました。

今思うと、こうした合宿は選手に対して一つのきっかけを与えていただけにすぎません。この合宿に参加していた多くの選手は、前述したとおり、すでに強くなるために必要とされるいくつかの要素をすでに持ち合わせていたからです。だからブロックの強化では、目標を提示して、その目標に向かって必要となる環境を整備するだけで選手の能力を引き出してあげることに繋がったのだと思います。

【まとめ】

こうして振り返ってみると、私が強化としてやってきたことは、人を育てるというよりは、選手に目標を設定させ、手段を選択し、実施し、その結果を評価・分析して改善するという、いわゆるマネジメントサイクルを行っているにすぎないと思います。ただ違う点は、こうした目標達成に適した人を選抜していることだと思います。

最近は、「やりぬく力」という目標に向かってコツコツを努力し、あきらめないで継続する力が注目されていますが、トップ選手の強化においてもまさにこれで、そうした資質をもっている選手を選び、その選手が目標を達成できるように環境を整えてあげることこそが人を育てるということになっているように思われます。

平成 29 年度事業報告

I. 会議に関する事項

○ 第 113 回運営会議

期 日 平成 29 年 5 月 31 日

審議事項

1. 平成 28 年度事業報告（案）について
2. 平成 29 年度事業計画（案）について
3. その他

○ 第 114 回運営会議

期 日 平成 29 年 9 月 19 日

審議事項

1. 基礎体力研究所第 28 回公開研究フォーラム（案）について
メール（平成 29 年 9 月 19 日配信）により審議・検討の結果、提案通り承認された。

○ 第 115 回運営会議

期 日 平成 29 年 11 月 20 日

審議事項

1. 平成 30 年度教育研究重点課題（案）について
メール（平成 29 年 11 月 20 日配信）により審議・検討の結果、提案通り承認された。

○ 第 116 回運営会議

期 日 平成 30 年 2 月 20 日

審議事項

1. 平成 29 年度教育研究重点課題報告について
メール（平成 30 年 2 月 20 日配信）により審議・検討の結果、提案通り承認された。

II. 研究に関する事項

○ 第28回公開研究フォーラム

平成29年12月2日

テーマ「身体活動やスポーツを通して人を育てる」

〈Session I：基調講演〉

「健全な子どもの育成に役立つ運動・スポーツのあり方」

中村 和彦（山梨大学・教授）

〈2017年度基礎体力研究所成果発表〉

〈Session II：学際的視座からの挑戦と実践〉

「習慣的運動が子供の学力・認知機能に与える効果」

紙上 敬太（早稲田大学・講師）

「スポーツがGrit（やり抜く力）を育てるか」

山北 満哉（北里大学・講師）

「日本トップレベルの跳躍種目の選手の育成強化－現場の取り組みから－」

吉田 孝久（日本女子体育大学・准教授）

○ 研究セミナー

平成29年7月4日

「皮膚血管からみた微小血管機能評価：オレゴン大学とオタワ大学での研究」

藤井 直人（筑波大学体育系・助教）

○ 研究所談話会

第55回談話会

平成29年7月19日

「表面筋電図を用いた水中ドルフィンキック中の筋活動パターンの解析」

山川 啓介

第56回談話会

平成30年1月17日

「保育施設における生命尊重の心を育む動物介在活動－移動動物園の活動事例を中心に－」

百瀬ユカリ

III. 研究業績

〈学術論文（査読あり）〉

- Oue A., Sadamoto T.: Compliance in the deep and superficial conduit veins of the non-exercising arm is unaffected by short-term exercise. *Physiol. Rep.*, 6(11), e13724, 2018.
- Sato K., Oba N., Washio T., Sasaki H., Oue A., Otsuki A., Sadamoto T., Ogoh S.: Relationship between cerebral arterial inflow and venous outflow during dynamic supine exercise. *Physiol. Rep.*, 5(12), e13292, 2017.
- Oue A., Sato K., Yoneya M., Sadamoto T.: Decreased compliance in the deep and superficial conduit veins of the upper arm during prolonged cycling exercise. *Physiol. Rep.*, 5: pii: e13253, 2017.
- Itoh G., Ishii H., Kato H., Nagano Y., Hayashi H., Funasaki H.: Risk assessment of the onset of Osgood-Schlatter disease using kinetic analysis of various motions in sports. *PLoS One*, 13: e0190503, 2018.
- Nagano Y., Yako-Suketomo H., Natsui H.: Anterior cruciate ligament injury: Identifying information sources and risk factor awareness among the general population. *PLoS One*, 13: e0190397, 2018.
- Higashihara A., Nagano Y., Ono T., Fukubayashi T.: Differences in hamstring activation characteristics between the acceleration and maximum-speed phases of sprinting. *J. Sports Sci.*, 36(12): 1313-1318, 2018.
- 手島貴範, 沢井史穂, 定本朋子, 角田直也: 思春期のサッカー選手における大腿筋群の部位別にみた発育特性. *J. Exerc. Sci.*, 27: 1-8, 2018.
- 夏井裕明, 井筒紫乃: 低酸素環境下における動脈血酸素飽和度 (SpO₂) とパルスオキシメータで計測された経皮的酸素飽和度 (SpO₂) との対応性に関する研究. *J. Exerc. Sci.*, 27: 9-14, 2018.
- 梨本智史, 大森豪, 佐藤卓, 永野康治: 膝前十字靭帯再建術後患者における筋力と両脚ジャンプ着地動作との関連. *日本臨床スポーツ医学会誌*, 26: 47-53, 2018.
- 永野康治, 嶋田祥磨, 東原綾子, 笹木正悟: 大学男子バスケットボール選手における等速性股関節トルクおよび方向転換能力との関係について. *トレーニング科学*, 29: 65-70, 2017.
- 笹木正悟, 永野康治, 福林徹: 異なる片脚着地動作が体幹加速度と体幹角度, 下肢角度に及ぼす影響. *日本臨床スポーツ医学会誌*, 25: 239-247, 2017.

〈論文集・著書〉

- Kamimura A., Kawata Y., Izutsu S., Hirosawa M.: The effect of awareness of physical activity on the characteristics of motor ability among five year old children. In: Ahram T. (eds) *Advances in Human Factors in Sports, Injury Prevention and Outdoor Recreation*, AHFE 2017, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol.603, pp.100-107, Springer, 2018.
- Kawata Y., Kamimura A., Izutsu S., Hirosawa M.: Effect of relative age on physical size and motor ability among Japanese elementary schoolchildren. In: Ahram T. (eds) *Advances in*

- Human Factors in Sports, Injury Prevention and Outdoor Recreation, AHFE 2017, Advances in Intelligent Systems and Computing, vol.603, pp.108-120, Springer, 2018.
- 定本朋子：エネルギー源と酸素を補給する循環機能（効率）の低下．宮下充正編著『疲労と身体運動』，杏林書院，pp.44-49，2018.
- 沢井史穂：年齢と疲労 身体活動量からみた疲労と健康寿命．宮下充正編著『疲労と身体運動』，杏林書院，pp.104-109，2018.
- 沢井史穂：トレーニングの実際 (2) 対象者の軸 ②肥満者・女性・高齢者のトレーニング．第 51 回トレーニング指導士養成講習会テキスト，(公財)日本体育施設協会，pp.114-129，2017.
- 永野康治：Ⅲ検査評価総論 5 動作分析評価 3) 機器を用いた最先端の手法．片寄正樹，小林寛和，松田直樹（編集）スポーツ理学療法プラクティス 機能評価診断とその技法，文光堂，pp.177-181，2017.

〈総説・報告・資料（査読なし）および翻訳〉

- 定本朋子：スポーツ科学の研究が社会と繋がるために．体育の科学，Vol.68：2-3，2018.
- 定本朋子：学術研究の発展をもとに普遍的ニーズに応える．体育の科学，Vol.67：290-291，2017.
- 沢井史穂，大庭尚子：産学連携による地元住民向け健康づくり教室の取り組みと評価—第 2 報—．J. Exerc. Sci.，27：38-46，2018.
- 沢井史穂：エビデンスに基づく健康運動のプログラム 特集『社会と共創するスポーツ科学研究の展開 I』．体育の科学，67：326-332，2017.
- 夏井裕明：日本女子体育大学健康管理センターにおけるスポーツ外傷・障害受診状況の推移に関する考察．大学総合研究，1：87-90，2018.
- 井筒紫乃，川田裕次郎，上村明，繁田進：小学生陸上競技選手の相対的年齢効果．日本陸上競技研究紀要，13：4-8，2017.
- 高橋佐江子，永野康治：疫学調査からみた ACL 損傷と動作．理学療法ジャーナル，51：751-755，2017.
- 永野康治（共訳）：第 4 章 腰椎の正常および病態の力学．小山 貴之，玉置 龍也（監訳）腰痛—エビデンスに基づく予防とリハビリテーション— 原著第 3 版，ナッパ，pp.103-157，2017.

〈学会発表〉

- Takagi Y., Sato K., Oba N., Sadamoto T., Ando S.: Effects of caffeine ingestion on executive function and cerebral perfusion. 22th Annual congress of the European college of sport science (ECSS), Ruhr Metropolis Region, 2017.7
- Izutsu S., Kamimura A., Hamano N., Hirose M.: Relationship between motor abilities, toe skill, and like and dislike for physical activity among Japanese kindergarten children. ISSP 14th World Congress, Sevilla, 2017.7.
- Okuno C., Hasegawa C., Natsui H.: Posture in Japan's traditional performing art "NOH" Leads to a good posture —From the perspective of Toyo Fujimura's Posture Education. 18th IA-PESGW World Congress, Miami, USA, 2017, 5.

- Nagano Y., Sasaki S., Ichikawa H.: Movements with greater trunk acceleration and their properties during badminton games. The Second World Congress of Sports Physical Therapy, Belfast, 2017.10.
- Sasaki S., Nagano Y.: Differences in greater trunk acceleration frequency in badminton games between high-school and junior high-school players. 2017 ASICS Sports Medicine Australia Conference, Malaysia, 2017.10.
- Oue A., Saito M., Iimura Y.: Effect of short-term endurance interval training on venous compliance in humans. The 17th International Conference on Environmental Ergonomics, 2017, 11.
- Iimura Y., Saito M., Oue A.: Effect of pedal cadence on the venous compliance after moderate cycling exercise. The 17th International Conference on Environmental Ergonomics, 2017, 11.
- 佐藤耕平, 大庭尚子, 渡邊航平, 定本朋子: EMSにおける脳血流応答. 第72回日本体力医学会大会, 愛媛, 2017, 9.
- 小河繁彦, 佐藤耕平, 平澤愛, 定本朋子: 筋代謝受容器反射が椎骨動脈血流に及ぼす影響. 第72回日本体力医学会大会, 愛媛, 2017, 9.
- 手島貴範, 沢井史穂, 定本朋子, 角田直也: サッカー選手における股関節屈曲筋群の形態および筋力の性差. 第72回日本体力医学会, 愛媛, 2017, 9.
- 柴田恵子, 田中寿志, 沢井史穂: 若年成人の上肢及び下肢の筋硬度の性差. 東京体育学会第9回大会, 東京, 2018, 3.
- 久芝さくら, 野口麻衣子, 沢井史穂: アクアダンスの基本動作における下肢の筋活動水準の評価. 東京体育学会第9回大会, 東京, 2018, 3.
- 宮寺賀依, 沢井史穂: エアロビクダンスの各種ステップにおける下肢の筋活動水準の評価. 東京体育学会第9回大会, 東京, 2018, 3.
- 野口麻衣子, 久芝さくら, 沢井史穂: ピッチの違いがアクアダンスの基本動作における下肢の筋活動水準に与える影響. 東京体育学会第9回大会, 東京, 2018, 3.
- 佐藤裕菜, 柴田恵子, 石田良恵, 田中寿志, 沢井史穂: 運動習慣の異なる高齢女性の上腕及び大腿の筋硬度比較. 東京体育学会第9回大会, 東京, 2018, 3.
- 井筒紫乃, 川田裕次郎, 上村明, 広沢正孝: 全国大会出場の小学生陸上競技選手の特性. 第16回日本発育発達学会, 東京, 2018.3.
- 井筒紫乃, 五月女仁子, 上村明, 川田裕次郎, 浅井正信: 幼児の「運動の好き嫌い」「足趾の巧緻性」および「運動能力」の関連性について. 第14回日本幼児体育学会, 京都, 2017, 8.
- 森健一, 小林敬和, 沼澤秀雄, 井筒紫乃: 世界共通のキッズ「走・投・跳」プログラムに参加した児童の運動に対する意識調査. 第47回日本レジャー・レクリエーション学会大会, 沖縄, 2017.8.
- 笹木正悟, 永野康治, 市川浩, 福林徹: 試合中の体幹加速度を指標としたビデオ分析—オーバーヘッドストローク後の片脚着地に着目して—. 第28回日本臨床スポーツ医学会学術集会, 2017, 11.
- 永野康治, 東原綾子, 笹木正悟: Web-based システムを用いた傷害調査—スポーツ障害を含めた傷害発生状況を把握する試み—. 第72回日本体力医学会大会, 愛媛, 2017, 9.

- 笹木正悟, 島田結依, 永野康治: ジュニア期のバドミントン試合中における体幹加速度と体格の関係. 第72回日本体力医学会大会, 愛媛, 2017, 9.
- 村岡慈歩, 小山彩香: バスケットボールのチェストパスにおける正確性と生理学的運動強度との関係. 第72回日本体力医学会大会, 愛媛, 2017, 9.
- 大上安奈, 齊藤道子, 飯村泰弘: 縦断的な短期間の間欠負荷運動トレーニングが静脈コンプライアンスに及ぼす影響. 第72回日本体力医学会大会, 愛媛, 2017, 9.
- 飯村泰弘, 齊藤道子, 大上安奈: 異なる回転数の自転車運動が下腿部静脈コンプライアンスに及ぼす影響. 第72回日本体力医学会大会, 愛媛, 2017, 9.
- 大上安奈, 川口英夫: 減塩に関する栄養改善教室が中・高齢者の栄養素・食品群別摂取量に及ぼす影響. 第64回日本栄養改善学会学術総会, 徳島, 2017, 9.

〈シンポジウム・セミナー等の講演〉

- 定本朋子: 血管年齢を若くしよう! 日本女子体育大学健康スポーツ学専攻主催「健康スポーツのすすめ」. 東京, 2017, 10.
- 定本朋子: 運動生理学 ～運動時の呼吸循環系を理解する/反応・調節・適応. 公益社団法人日本フィットネス協会主催「医科学と運動の学術セミナー」, 東京, 2017, 8.
- 沢井史穂: 健康運動実践指導者養成校養成講座主任教員研修会, 東京, 大阪, 2018, 3.
- 沢井史穂: 健康運動実践指導者養成校養成講座実技教員研修会, 東京, 大阪, 福岡, 2017, 9.
- 沢井史穂: 第51回トレーニング指導士養成講習会, 東京, 2017, 9.
- 村岡慈歩: 子ども時代に作っておきたい「身体」の基本. 明星小学校 教養講座, 東京, 2018, 1.
- 永野康治: 競技特性の理解と外傷予防の方策. 花田学園スポーツ医科学フェスティバル 2017, 東京, 2017, 9.
- 井筒紫乃: 日本陸上競技連盟 U16 タレント発掘クリニック「発育発達」(理論), 山形, 2018, 1.
- 井筒紫乃: 国際陸上競技連盟 (IAAF) レベル I コーチ講習会「発育発達論」, 東京, 2017, 12.
- 井筒紫乃: 日本陸上競技連盟 U13 タレント発掘クリニック「発育発達」(理論), 新潟, 2017, 11.
- 井筒紫乃: 日本陸上競技連盟 U13 タレント発掘クリニック「発育発達」(理論), 沖縄, 2017, 10.
- 井筒紫乃: 日本マラソン財団オリンピックレガシー事業「キッズアスレティックス」. 江東区立深川小学校, 東京, 2017, 10.
- 井筒紫乃: 楽しい運動あそび. 足立区保育士研修会, 東京, 2017, 10.
- 大上安奈: 運動・栄養の観点から高齢者の健康づくりを考える～地域と連携した取り組み～. 文部科学省平成29年度私立大学研究ブランディング事業「多階層的研究によるアスリートサポートから高齢者ヘルスサポート技術への展開」Kickoff Symposium. 東京, 2018, 3.
- 大上安奈: 板倉町 (採食健美教室) および明和町 (食の介護予防教室) の中・高齢者を対象とした減塩に関する栄養改善講話の実施. 平成29年度東洋大学地域活性化研究所シンポジウム『地域活性化と町の健康づくり』. 群馬, 2018, 2.

日本女子体育大学附属基礎体力研究所紀要 「Journal of Exercise Science」 寄稿規程

1. 寄稿原稿の内容は、体力や身体運動に関する総説、原著論文、研究資料、内外の研究動向、研究所の主催する研究会・講演会等の要旨、その他とし、いずれも完結したものに限る。
2. 本紀要に寄稿できるものは、研究所研究員（専任、兼任、兼担、客員）およびこれに準ずるものとする。ただし、共著者についてはこの限りではない。また、編集委員会が必要と認めた場合は研究所研究員以外の者に依頼することができる。
3. 原稿は和文、または英文を原則とする。和文には英文抄録（約 300words）を添付し 3～5 のキーワードをつける。また、論文の標題、図表のタイトルは英文とする。
4. 原稿は 400 字詰横書き原稿用紙を使用し、ワードプロセッサの場合には横書き（A4）40 字・20 行とする。本文は漢字かなまじり文、新仮名づかいとする。計量単位は、原則として国際単位系（SI）とする。
5. 英文は英語を母国語とする者（できれば研究分野が類似の者）の校閲を受けることを原則とする。編集委員を通じて校閲を依頼する場合は著者が実費を負担する。
6. 文献の記載は以下のように行う。
 - 1) 本文中の引用は、引用箇所の後に（山田 1992）、（山田と田川 1992）、（山田ら 1992）、（Yamada et al.1992）のように記載する。
 - 2) 引用文献は著者名の ABC 順に、本文の最後一括する（番号は不要）。
 - 3) 引用文献の記載方法は、雑誌の場合、著者名：題目、雑誌名、巻：頁（始頁－終頁）西暦年号の順とする。単行本の場合は、著者名：書名、発行所、発行場所、頁（始頁－終頁）、西暦年号の順とする。

雑誌引用例
Saltin, B. and Astrand, P-O.: Physical working capacity J. Appl. Physiol. 8: 73-80, 1971.
7. 図はそのまま製版が可能なものとする。不適当な場合は書き直すことがあるが、それに必要な費用、および特別な印刷を必要とした図表の費用は著者が実費を負担する。ただし、依頼原稿はこの限りではない。
8. 著者には論文別刷を 30 部贈呈する。30 部以上希望する場合は著者の負担で追加できる。別刷希望部数は初校時のゲラ刷り 1 頁目に記入する。
9. 研究所内に研究所紀要編集委員会をもうけ、原著論文の査読の依頼、編集、校正等を行う。
10. 掲載された論文の著作権は、日本女子体育大学に帰属する。投稿者は、その著作権の日本女子体育大学への移転を了承し、所定用紙に明記する。

附 則

この規程は平成 4 年 4 月 1 日から施行する。

改正：平成 9 年 4 月 1 日

改正：平成 14 年 7 月 1 日

改正：平成 17 年 4 月 1 日

日本女子体育大学附属基礎体力研究所 紀要編集委員会規程

1. 日本女子体育大学附属基礎体力研究所（以下「研究所」という。）規程第3条に掲げる事業のうち、研究所紀要を刊行するために、Journal of Exercise Science 寄稿規程9条に基づき、研究所内に研究所紀要編集委員会（以下「編集委員会」という。）を置く。
2. 編集委員会（以下「委員会」という。）の運営はこの規程に基づいて行う。
3. 委員会は紀要の編集に関して次の任務を果たすものとする。
 - (1) 編集業務
 - (2) 寄稿された論文等の審査の依頼および掲載の可否の決定
 - (3) その他編集に必要な事項
4. 委員会は基礎体力研究所運営会議構成員（研究所規程第13条）の中から選出された3名をもって構成し、所長が委嘱する。委員の任期は就任の日から2カ年とし、再任を妨げない。
5. 委員会には委員長を置く。委員長は委員の互選により、所長がこれを委嘱する。委員会に幹事を置くことができる。
6. 論文審査のために論文審査委員を委嘱する。論文審査は委員会の推薦により、学内の適任者に委嘱する。学内に適任者がいない場合は学外者にも委嘱することができる。審査委員の委嘱は委員会の推薦に基づき所長が行う。
7. 論文審査規程および編集要項は委員会が定める。
8. 委員会の招集は委員長が行う。
9. 編集委員会は審査委員の評定に基づき原稿の取捨を決定する。
10. 委員会において掲載可と掲載不可が分かれた場合、最終的には委員長がその採否を決定する。

附 則

本規程の施行は平成9年4月1日とする。

改正：平成11年4月1日

改正：平成17年4月1日

2018年度 紀要編集委員会

委員長：定本 朋子

編集幹事：手島 貴範

2018年度 研究所スタッフ

所長(兼任)：定本 朋子

准教授：大澤 拓也

講師：手島 貴範 (2018年10月1日～)

助教：大槻 曜生 (～2018年6月11日)

事務員：土井 美由紀

技術職員：森山 真由美

兼担研究員：夏井 裕明

沢井 史穂

井筒 紫乃

客員研究員：大上 安奈 (東洋大学)

村岡 慈歩 (明星大学)

2018年度 運営会議メンバー

定本 朋子, 佐々木 万丈, 佐伯 徹郎, 湯田 淳, 中道 直子, 永野 康治, 大澤 拓也, 大槻 曜生 (～2018年6月11日)

日本女子体育大学附属基礎体力研究所紀要

Journal of Exercise Science Vol. 28

平成31年3月1日 印刷

平成31年3月31日 発行

発行者 定本 朋子

印刷所 昭和情報プロセス株式会社

発行所 **日本女子体育大学附属基礎体力研究所**

〒157-8565 東京都世田谷区北烏山8-19-1

TEL 03-3300-6172, 03-3300-6175

FAX 03-3307-5825