

日本女子体育大学基礎体力研究所紀要

Journal of Exercise Science

Vol. 22 2012

目次

〈研究資料〉

- 患者調査を用いたスポーツ中の事故の現状と年次推移
.....内山 有子..... 1

〈研究報告〉

- Superficial venous vascular response of the inactive limb during static handgrip
exercise at different work load in women
.....Anna Ooue, Aki Sato, Saori Tsunozawa, Ai Hirasawa,
Kohei Sato, and Tomoko Sadamoto..... 9

〈第22回研究フォーラム報告〉

開催主旨

- 加賀谷先生の活躍を振り返る
.....定本 朋子・奥山 静代..... 19

特別講演

- 体育・スポーツ関連領域の未来 ―学術に何ができるのか―
.....福永 哲夫..... 20

Session 1：運動の持続能を考える

- 運動時の循環研究 ―知るを楽しむ―
.....齊藤 満..... 26

- 競技力向上を目指した高強度トレーニング ―エアロビックからアネロビックまで―
.....荻田 太..... 28

- 持久力と健康：その基礎と意義
.....宮地 元彦..... 30

Session 2：若手研究者によるショートコミュニケーション

- 筋の持久力とエネルギー代謝
.....本間 俊行..... 32

- 血流量を増加させる運動条件の検討
.....中村美美子..... 34

運動の予期に伴う循環反応と脳活性	岩館 雅子.....	36
運動時における脳血流配分	佐藤 耕平.....	38
〈平成 23 年度事業報告〉		
平成 23 年度事業報告		40
平成 23 年度研究業績		41
〈Journal of Exercise Science 寄稿規程〉		
46		
〈日本女子体育大学附属基礎体力研究所規程〉		
47		

〈研究資料〉

患者調査を用いたスポーツ中の事故の現状と年次推移

The status quo and transition in Japanese sports injury by the Patient Survey from 1999 to 2011

内山 有子

Abstract

The purpose of this study is to investigate the actual situation and features of Japanese sports injuries of the patients who use hospitals and clinics and to consider strategies for sports injury prevention. Patient data for nonfatal sports injuries available from the Patient Survey in 1999, 2002, 2005, 2008 and 2011 were used. It is the purpose of Patient Survey to obtain basic data for the promotion of medical and health services, and published by the Statistics and Information Department, Ministry of Health, Labour and Welfare every 3 years. In 2011, the leading cause of inpatient/outpatient visits of injury under 1 year old, among 1-4, 5-9, 50-54, 55-59, 60-64 year olds and over 65 year olds were unintentional falls, but among 10-14, 15-19 olds were sports injuries. Also, sports injuries have occurred to male than female and the leading cause of sports injury both inpatient and outpatient visits were sprain, dislocation and strain. The number of outpatients in sports injury increased, but inpatients decreased from 1999 to 2011. The average days of inpatient with operation decreased, but inpatient without operation has been stagnant situation. To decrease sports injury, it is important for not only student but also parents, teachers and doctors to learn supports injury facts and statistics. Therefore, it is necessary to analyze sports injury data including the mortality rate, the hospitalizations, practice visits comprehensively, particularly in children and seniors for effective sports injury prevention.

Key words: Inpatient, Operation, Outpatient, Patient Survey, Sports injury

はじめに

平成 23 年 6 月に公布されたスポーツ基本法には「安全かつ公正な環境の下で日常的にスポーツに親しみ、スポーツを楽しみ、又はスポー

ツを支える活動に参画することができる機会を確保されなければならない」という記述があり、安全な環境の下でスポーツを行う必要性が明文化されたが、細心の注意を払ってもスポーツ中の事故やけがを完全に防ぐことは難しい。それはスポーツには体力、筋力、集中力、持久力な

どを養えるという利点があるとともに、スピードやスリルを魅力としている側面もあるため、スポーツを行う際は「日常とは違った身体活動を行うことにより少なからず危険を伴う」ことを意識し、けがや事故を予防するよう心がけることが重要となる。

しかし、実際にスポーツ中の事故やけがは様々な状況下で発生している。現在、日本でこれらに関する資料を得ようと試みると、独立行政法人日本スポーツ振興センターの災害給付金制度に基づく「学校管理下の災害統計」「死亡障害事例集」や、厚生労働省が公表している「人口動態統計」、総務省消防庁による「救急・救助の現状」「消防白書」、国民生活センターの「消費生活相談情報」などにたどり着く。

日本スポーツ振興センターの「学校管理下の災害統計」や「死亡障害事例集」をみると、児童生徒が体を動かす体育の授業や部活動を含めた学校管理下での死亡事故や重度障害は減少傾向にあるが、けがによる受診件数は増加傾向にあることがわかる。しかし、この統計は乳幼児から高校生を対象としているため、大学生や成人の事故やけがの資料を得ることはできない。

また、「人口動態統計」では全年齢階級の事故やけがによる死亡数や死亡率などを把握することはできるが、死亡にまでいたらなかった事故やけがで入院、通院したケースを把握することはできず、「救急・救助の現状」や「消防白書」では119番通報して救急車を利用し病院へ搬送されたケースに関しての資料を得ることはできるが、自家用車やタクシーなどを利用して病院に行ったケースを把握することはできない。「消費生活相談情報」では国民生活センターに寄せられた情報をもとにスポーツ器具や遊具などの安全性の検討や危険性の啓発などを行っているが、ある程度の症例数を把握してからでなければ公表されないという現状がある。

そこで、全年齢階級のスポーツによる事故

やけがによる病院受診や入院状況、年次推移などを知るために、厚生労働省の患者調査を用いて検討を行った。患者調査とは、厚生労働省が日本国民の傷病状況等の実態を明らかにし医療行政の基礎資料を得るために3年ごとに行っている調査で、全国から層化無作為により抽出した病院や診療所などの医療施設を病気やけがなどで利用した患者の数や受療状況、入院理由等を調べる調査である。

入院および外来患者については調査年の10月中旬の3日間のうち病院ごとに指定された1日に入院または外来を受診した患者を、退院については調査年の9月1～30日までの1ヵ月の間に退院をした患者を対象としている。

患者調査では上記に示した資料では得ることができない死亡にはいたらなかったが病院を受診したというスポーツによる事故やけがの実状が示されているため、今後、乳幼児から高齢者がスポーツを行う際の事故やけがの防止や安全対策に関する資料を得ることができると考える。

方法

厚生労働省が3年ごとに公表している患者調査のうち、平成11・14・17・20・23年の5年分の外傷に関する統計を用いて、スポーツ中の事故による外来・入院患者数、スポーツ中の外傷の種類、入院日数などについて検討を行った。

結果

平成23年の患者調査によると、調査日に外傷により外来を受診または入院していた推計患者数は439.6千人で、外傷による受診で最も多かったものは「転倒・転落」によるものであった。特に0歳、1～4歳、5～9歳と50～54歳、55～59歳、60～64歳、65歳以上の年齢階級に「転倒・転落」が多くみら

表1 外傷の原因別推計患者数(単位:千人)(平成23年度)

	総数	0歳	1-4歳	5-9歳	10-14歳	15-19歳	20-24歳	25-29歳	30-34歳	35-39歳	40-44歳	45-49歳	50-54歳	55-59歳	60-64歳	65歳以上
総数	439.6 (100.0)	1.4 (100.0)	9.2 (100.0)	13.0 (100.0)	21.3 (100.0)	14.9 (100.0)	13.2 (100.0)	15.0 (100.0)	17.4 (100.0)	21.2 (100.0)	21.6 (100.0)	19.0 (100.0)	20.8 (100.0)	24.1 (100.0)	34.7 (100.0)	190.6 (100.0)
自動車交通事故	74.3 (16.9)	0.0 (0.0)	0.2 (2.2)	0.4 (3.1)	0.5 (2.3)	1.9 (12.8)	4.4 (33.3)	6.2 (41.3)	6.5 (37.4)	8.1 (38.2)	7.7 (35.6)	6.5 (34.2)	5.5 (26.4)	6.0 (24.9)	7.1 (20.5)	13.1 (6.9)
自転車交通事故	9.0 (2.0)	- (-)	0.2 (2.2)	0.2 (1.5)	0.6 (2.8)	0.6 (4.0)	0.5 (3.8)	0.2 (1.3)	0.3 (1.7)	0.4 (1.9)	0.6 (2.8)	0.4 (2.1)	0.5 (2.4)	0.5 (2.1)	0.8 (2.3)	3.2 (1.7)
その他の交通事故	4.5 (1.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.3 (2.0)	0.4 (3.0)	0.4 (2.7)	0.3 (1.7)	0.4 (1.9)	0.3 (1.4)	0.4 (2.1)	0.2 (1.0)	0.3 (1.2)	0.4 (1.2)	1.2 (0.6)
スポーツ中の事故	27.5 (6.3)	- (-)	0.0 (0.0)	1.6 (12.3)	8.8 (41.3)	5.9 (39.6)	1.4 (10.6)	1.4 (9.3)	1.3 (7.5)	1.4 (6.6)	1.3 (6.0)	1.2 (6.3)	0.6 (2.9)	0.6 (2.5)	0.5 (1.4)	1.1 (0.6)
転倒・転落	130.1 (29.6)	0.2 (14.3)	2.4 (26.1)	4.3 (33.1)	3.3 (15.5)	1.1 (7.4)	1.3 (9.8)	1.3 (8.7)	2.0 (11.5)	2.7 (12.7)	3.2 (14.8)	3.0 (15.8)	4.6 (22.1)	6.3 (26.1)	10.2 (29.4)	83.5 (43.8)
その他の不慮の事故	57.9 (13.2)	0.3 (21.4)	1.7 (18.5)	2.3 (17.7)	3.5 (16.4)	1.8 (12.1)	2.1 (15.9)	2.1 (14.0)	3.0 (17.2)	3.8 (17.9)	3.5 (16.2)	3.2 (16.8)	3.7 (17.8)	3.9 (16.2)	5.4 (15.6)	17.2 (9.0)
自傷	3.8 (0.9)	0.0 (0.0)	0.1 (1.1)	0.1 (0.8)	0.1 (0.5)	0.1 (0.7)	0.1 (0.8)	0.3 (2.0)	0.1 (0.6)	0.4 (1.9)	0.2 (0.9)	0.2 (1.1)	0.1 (0.5)	0.1 (0.4)	0.3 (0.9)	1.3 (0.7)
他傷	2.0 (0.5)	- (-)	0.1 (1.1)	0.2 (1.5)	0.2 (0.9)	0.1 (0.7)	0.0 (0.0)	0.1 (0.7)	0.2 (1.1)	0.2 (0.9)	0.2 (0.9)	0.0 (0.0)	0.1 (0.5)	0.0 (0.0)	0.1 (0.3)	0.4 (0.2)
不明	130.7 (29.7)	0.9 (64.3)	4.6 (50.0)	3.7 (28.5)	4.2 (19.7)	3.0 (20.1)	2.8 (21.2)	2.9 (19.3)	3.6 (20.7)	4.0 (18.9)	4.5 (20.8)	4.0 (21.1)	5.5 (26.4)	6.2 (25.7)	9.9 (28.5)	69.6 (36.5)

れた。また、「スポーツ中の事故」が原因で受診したものは27.5千人(患者全体の6.3%)で、特に10~14歳、15~19歳の年齢階級に多くみられた(表1)。

外来、入院別にみると「スポーツ中の事故」による外来患者数は25.3千人(外来患者全体の8.0%)、入院患者数は2.2千人(入院患者全体の1.8%)で、年齢階級別にみると外来、入院ともに10~14歳、15~19歳にスポーツ中の事故による受診者が多くみられた(表2、表3)。

スポーツ中の事故による推計患者数をみると、総数、外来、入院ともに女性よりも男性にスポーツ事故が多く発生していた。また、外傷の原因は総数、外来、入院ともに「脱臼・捻挫及びストレイン」が最も多く、ついで「その他の明示された部位、部位不明および多部位の損傷」、「その他の四肢の骨折」であった(表4)。

スポーツ中に発生した外傷により入院した

患者の平均在院日数は13.6日で、最も長い入院期間となったのは大腿骨の骨折で32.3日であった。また、入院中に手術をした場合と手術をしなかった場合で在院日数に若干の差がみられ、特に手術をしなかった女性の入院日数は長くなる傾向がみられた(表5)。

平成11年から平成23年までのスポーツ中の事故による患者の年次推移をみると、推計外来患者数の総数はこの12年間で増加傾向にあり、特に10~14歳と15~19歳の年齢階級で顕著であった。男女別にみても増加傾向にあり、特に10~14歳と15~19歳の年齢層で総数と同様に顕著であった(表6)。一方、推計入院患者数はこの12年間で、総数、男性および女性において減少傾向がみられ、特に総数と男性ではほぼすべての年齢階級で減少傾向にあった(表7)。

調査期間である各年の9月の1ヵ月間にスポーツ中に発生した事故により入院していた患者数では、総患者数と男性患者数に減少傾

表2 外傷の原因別推計外来患者数 (単位: 千人) (平成23年度)

	総数	0歳	1-4歳	5-9歳	10-14歳	15-19歳	20-24歳	25-29歳	30-34歳	35-39歳	40-44歳	45-49歳	50-54歳	55-59歳	60-64歳	65歳以上
総数	314.8	1.3	8.9	12.5	20.6	13.6	11.7	13.5	15.6	19.1	19.2	16.5	17.6	19.6	26.9	96.3
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)
自動車交通事故	67.0	0.0	0.2	0.3	0.5	1.6	4.1	5.9	6.1	7.8	7.3	6.1	5.1	5.6	6.3	9.9
	(21.3)	(0.0)	(2.2)	(2.4)	(2.4)	(11.8)	(35.0)	(43.7)	(39.1)	(40.8)	(38.0)	(37.0)	(29.0)	(28.6)	(23.4)	(10.3)
自転車交通事故	6.9	-	0.2	0.2	0.6	0.5	0.4	0.2	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	0.4	0.6	2.1
	(2.2)	-	(2.2)	(1.6)	(2.9)	(3.7)	(3.4)	(1.5)	(1.9)	(2.1)	(2.6)	(1.8)	(2.3)	(2.0)	(2.2)	(2.2)
その他の交通事故	3.0	-	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.6
	(1.0)	-	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(1.5)	(2.6)	(2.2)	(1.9)	(1.6)	(1.0)	(1.8)	(0.6)	(1.0)	(1.1)	(0.6)
スポーツ中の事故	25.3	-	0.0	1.6	8.6	5.6	1.2	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	0.5	0.5	0.4	0.9
	(8.0)	-	(0.0)	(12.8)	(41.7)	(41.2)	(10.3)	(8.9)	(7.1)	(6.3)	(5.7)	(6.7)	(2.8)	(2.6)	(1.5)	(0.9)
転倒・転落	71.3	0.2	2.4	4.2	3.2	1.0	1.1	1.1	1.7	2.3	2.6	2.3	3.5	4.5	7.1	33.7
	(22.6)	(15.4)	(27.0)	(33.6)	(15.5)	(7.4)	(9.4)	(8.1)	(10.9)	(12.0)	(13.5)	(13.9)	(19.9)	(23.0)	(26.4)	(35.0)
その他の不慮の事故	50.2	0.3	1.7	2.3	3.4	1.7	1.9	1.9	2.7	3.4	3.2	2.9	3.3	3.4	4.7	13.1
	(15.9)	(23.1)	(19.1)	(18.4)	(16.5)	(12.5)	(16.2)	(14.1)	(17.3)	(17.8)	(16.7)	(17.6)	(18.8)	(17.3)	(17.5)	(13.6)
自傷	2.9	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.9
	(0.9)	(0.0)	(1.1)	(0.8)	(0.5)	(0.7)	(0.9)	(1.5)	(0.6)	(1.6)	(1.0)	(0.6)	(0.6)	(0.5)	(0.7)	(0.9)
他傷	1.8	-	0.1	0.2	0.2	0.1	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.3
	(0.6)	-	(1.1)	(1.6)	(1.0)	(0.7)	(0.0)	(0.7)	(1.3)	(1.0)	(1.0)	(0.0)	(0.6)	(0.0)	(0.4)	(0.3)
不明	86.5	0.8	4.4	3.5	4.0	2.7	2.5	2.6	3.2	3.4	3.9	3.2	4.5	4.8	7.2	34.7
	(27.5)	(61.5)	(49.4)	(28.0)	(19.4)	(19.9)	(21.4)	(19.3)	(20.5)	(17.8)	(20.3)	(19.4)	(25.6)	(24.5)	(26.8)	(36.0)

表3 外傷の原因別推計入院患者数 (単位: 千人) (平成23年度)

	総数	0歳	1-4歳	5-9歳	10-14歳	15-19歳	20-24歳	25-29歳	30-34歳	35-39歳	40-44歳	45-49歳	50-54歳	55-59歳	60-64歳	65歳以上
総数	124.8	0.1	0.3	0.5	0.7	1.3	1.5	1.5	1.8	2.1	2.4	2.5	3.2	4.5	7.8	94.3
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)
自動車交通事故	7.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.8	3.2
	(5.8)	(0.0)	(0.0)	(20.0)	(0.0)	(23.1)	(20.0)	(20.0)	(22.2)	(14.3)	(16.7)	(16.0)	(12.5)	(8.9)	(10.3)	(3.4)
自転車交通事故	2.1	-	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	1.1
	(1.7)	-	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(7.7)	(6.7)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(4.2)	(4.0)	(3.1)	(2.2)	(2.6)	(1.2)
その他の交通事故	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6
	(1.2)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(7.7)	(6.7)	(6.7)	(0.0)	(4.8)	(4.2)	(4.0)	(3.1)	(2.2)	(1.3)	(0.6)
スポーツ中の事故	2.2	-	-	0.0	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
	(1.8)	-	-	(0.0)	(28.6)	(23.1)	(13.3)	(13.3)	(11.1)	(9.5)	(8.3)	(4.0)	(3.1)	(2.2)	(1.3)	(0.2)
転倒・転落	58.8	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	1.1	1.8	3.1	49.8
	(47.1)	(0.0)	(0.0)	(20.0)	(14.3)	(7.7)	(13.3)	(13.3)	(16.7)	(19.0)	(25.0)	(28.0)	(34.4)	(40.0)	(39.7)	(52.8)
その他の不慮の事故	7.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	4.1
	(6.2)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(14.3)	(7.7)	(13.3)	(13.3)	(16.7)	(19.0)	(12.5)	(12.0)	(12.5)	(11.1)	(9.0)	(4.3)
自傷	0.9	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.4
	(0.7)	-	-	-	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(6.7)	(0.0)	(4.8)	(0.0)	(4.0)	(0.0)	(0.0)	(1.3)	(0.4)
他傷	0.2	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
	(0.2)	-	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.1)
不明	44.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.6	0.8	1.0	1.4	2.7	34.9
	(35.4)	(100.0)	(66.7)	(40.0)	(28.6)	(23.1)	(20.0)	(20.0)	(22.2)	(28.6)	(25.0)	(32.0)	(31.3)	(31.1)	(34.6)	(37.0)

表4 スポーツ中の事故による推計患者数と外傷の原因（単位：千人）（平成23年度）

	総数			外来			入院		
	総数	男	女	総数	男	女	総数	男	女
総数	27.5	17.8	9.7	25.3	16.3	9.0	2.2	1.5	0.7
脱臼、捻挫及びストレイン	9.7	5.3	4.3	8.9	4.9	3.9	0.8	0.4	0.4
その他の明示された部位、部位不明及び多部位の損傷	8.2	5.3	2.9	7.6	4.9	2.7	0.6	0.4	0.2
その他の四肢の骨折	5.2	3.9	1.4	4.7	3.4	1.3	0.5	0.5	0.1
部位不明の骨折	2.7	1.8	0.7	2.6	1.8	0.7	0.1	0.0	0.0
頸部、胸部及び骨盤の骨折（脊椎を含む）	0.6	0.4	0.2	0.5	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0
挫滅損傷及び外傷性切断	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.0	-	0.0
頭蓋骨及び顔面骨の骨折	0.2	0.1	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
眼球及び眼窩の損傷	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	-	-	-
その他及び詳細不明の外因の作用	0.1	0.1	-	0.1	0.1	-	0.0	0.0	-
大腿骨の骨折	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
多部位の骨折	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0
頭蓋内損傷	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0
その他の内臓の損傷	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
損傷、中毒及びその他の外因による影響の続発・後遺症	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0

表5 スポーツ中に発生した外傷により入院した患者の平均在院日数（単位：千人）（平成23年度）

	総数			手術あり			手術なし		
	総数	男	女	総数	男	女	総数	男	女
総数	13.6	13.6	13.6	13.6	13.8	13.4	13.4	12.8	16.0
大腿骨の骨折	32.3	30.8	35.4	31.6	30.9	33.4	39.3	29.0	45.0
その他の明示された部位、部位不明及び多部位の損傷	25.5	28.9	16.1	28.4	33.2	16.4	14.0	14.1	13.9
頸部、胸部及び骨盤の骨折（脊椎を含む）	20.0	17.3	29.3	19.0	19.0	18.9	20.2	16.9	30.6
脱臼、捻挫及びストレイン	13.0	12.1	14.3	13.1	12.3	14.3	10.2	9.4	12.5
損傷、中毒及びその他の外因による影響の続発・後遺症	10.4	5.9	20.0	20.0	-	20.0	5.9	5.9	-
その他の内臓の損傷	9.7	9.6	10.2	18.6	19.8	15.0	7.9	8.0	7.5
その他の四肢の骨折	8.4	8.1	9.8	7.7	7.4	9.0	21.0	21.2	20.4
部位不明の骨折	8.1	8.4	7.3	6.6	7.0	5.4	21.2	20.8	22.0
頭蓋骨及び顔面骨の骨折	5.6	5.8	4.6	6.0	6.1	4.9	3.4	3.6	2.8
多部位の骨折	5.6	6.5	3.4	5.3	6.1	2.8	7.9	16.0	5.2
頭蓋内損傷	4.1	4.2	3.7	11.4	9.7	13.0	3.5	3.9	1.6
眼球及び眼窩の損傷	4.0	3.5	6.5	3.5	3.5	-	4.3	3.4	6.5
挫滅損傷及び外傷性切断	3.8	3.7	4.0	2.8	1.5	4.0	7.0	7.0	-
その他及び詳細不明の外因の作用	1.8	1.8	2.0	-	-	-	1.8	1.8	2.0

向がみられたが、女性患者数は横ばい状態であった（表8）。また、平均在院日数は総数、手術ありではこの12年間で減少傾向にあるが、手術なしでは大きな増減はみられなかった。また、男性よりも女性のほうが手術有、無ともに長期間入院する傾向がみられた（表9）。

考察

本研究の結果、子どもや高齢者は転倒や転落により受傷し病院を受診するケースが多く、10代はスポーツ中の事故により受診するものが4割を占め、受診理由の中で最も多いこと

表6 スポーツ中の事故による推計外来患者数の年次推移 (単位: 千人)

		総数	0歳	1-4歳	5-9歳	10-14歳	15-19歳	20-24歳	25-29歳	30-34歳	35-39歳	40-44歳	45-49歳	50-54歳	55-59歳	60-64歳	65歳以上
総数	H11	22.1	-	0.1	1.6	5.7	4.7	2.0	1.5	1.2	1.3	1.1	0.9	0.6	0.6	0.3	0.5
	H14	20.8	-	0.1	1.3	5.0	4.6	1.5	1.5	1.1	1.6	1.1	0.9	0.9	0.4	0.4	0.4
	H17	23.1	-	0.1	1.5	6.7	5.3	1.8	0.9	1.3	1.1	1.1	1.1	0.6	0.6	0.3	0.5
	H20	24.5	-	0.1	1.6	7.6	5.1	1.4	1.2	1.3	1.4	1.4	0.7	0.7	0.5	0.5	0.8
	H23	25.3	-	0.0	1.6	8.6	5.6	1.2	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	0.5	0.5	0.4	0.9
男	H11	15.2	-	0.0	1.1	3.9	3.3	1.7	1.1	0.9	0.8	0.7	0.5	0.4	0.4	0.2	0.2
	H14	13.6	-	0.1	0.9	3.1	2.9	1.2	1.2	0.8	0.9	0.6	0.4	0.5	0.3	0.3	0.3
	H17	15.3	-	0.1	1.0	4.4	3.5	1.6	0.8	1.0	0.6	0.6	0.5	0.3	0.4	0.2	0.3
	H20	16.2	-	0.0	1.2	5.1	3.5	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.5	0.4	0.2	0.3	0.4
	H23	16.3	-	0.0	1.0	5.5	3.8	1.0	0.9	0.8	0.8	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.5
女	H11	6.8	-	0.0	0.5	1.8	1.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.1	0.3
	H14	7.2	-	0.0	0.4	1.9	1.7	0.2	0.3	0.3	0.6	0.5	0.5	0.3	0.1	0.2	0.2
	H17	7.8	-	0.0	0.6	2.3	1.8	0.2	0.2	0.3	0.5	0.5	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2
	H20	8.2	-	0.0	0.5	2.4	1.6	0.4	0.2	0.3	0.6	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
	H23	9.0	-	0.0	0.6	3.1	1.8	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.6	0.2	0.2	0.1	0.4

注: H23年は宮城県の石巻医療圏、気仙沼医療圏及び福島県を除いた数値である。

表7 スポーツ中の事故による推計入院患者数の年次推移 (単位: 千人)

		総数	0歳	1-4歳	5-9歳	10-14歳	15-19歳	20-24歳	25-29歳	30-34歳	35-39歳	40-44歳	45-49歳	50-54歳	55-59歳	60-64歳	65歳以上
総数	H11	3.7	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2
	H14	3.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
	H17	2.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.2	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2
	H20	2.9	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	H23	2.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
男	H11	2.7	-	0.0	0.0	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	H14	2.3	0.0	-	0.0	0.2	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
	H17	1.9	-	-	0.0	0.1	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1
	H20	2.1	-	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1
	H23	1.5	-	-	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1
女	H11	1.0	-	-	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1
	H14	0.9	-	-	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1
	H17	0.8	-	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
	H20	0.8	-	-	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
	H23	0.7	-	-	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1

注: H23年は宮城県の石巻医療圏、気仙沼医療圏及び福島県を除いた数値である。

がわかった。これは、乳幼児は運動能力やからだのバランス感覚が未熟なため、高齢者は運動能力や筋力の低下などのため転倒や転落による受診が多く発生するが、幼少期から年齢があがるに従ってその活動内容や行動範囲が広がるため、スポーツ中の骨折や捻挫、脱

臼などが増えていくことに起因していると考えられる。

スポーツ中の事故の男女差をみると、総数、外来、入院ともに女性よりも男性に多く発生していることが明らかになった。また、スポーツ中の事故により入院した際の平均在院日

表8 スポーツ中に発生した外傷により入院していた患者数と外傷分類の年次推移（単位：千人）

		総数	頭蓋骨及び顔面骨の骨折	頸部、胸部及び骨盤の骨折(脊椎を含む)	大腿骨の骨折	その他の四肢の骨折	多部位の骨折	部位不明の骨折	脱臼、捻挫及びストレッチ	眼球及び眼窩の損傷	頭蓋内損傷	その他の臓器の損傷	挫減損傷及び外傷性切断	その他の明示された部位、不明及び多部位の損傷	その他詳細不明の要因	損傷、中毒及びその他の外傷による影響の続発、後遺症
総数	H11	6.7	0.2	0.2	0.1	1.7	0.0	0.2	2.3	0.1	0.1	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0
	H14	6.7	0.2	0.3	0.1	1.7	0.0	0.3	2.2	0.0	0.1	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0
	H17	6.4	0.2	0.2	0.1	1.6	0.0	0.3	2.5	0.0	0.1	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0
	H20	6.9	0.2	0.2	0.0	1.5	0.0	0.2	2.9	0.0	0.1	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
	H23	6.0	0.2	0.1	0.0	1.7	0.0	0.2	2.4	0.0	0.1	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
男	H11	5.0	0.2	0.2	0.0	1.5	0.0	0.2	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0
	H14	4.8	0.2	0.2	0.1	1.5	0.0	0.2	1.4	0.0	0.1	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
	H17	4.6	0.2	0.2	0.0	1.3	0.0	0.2	1.5	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
	H20	4.9	0.2	0.1	0.0	1.2	0.0	0.2	1.8	0.0	0.1	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
	H23	4.3	0.2	0.1	0.0	1.4	0.0	0.1	1.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0
女	H11	1.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	-	0.0
	H14	1.9	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	-	0.0
	H17	1.8	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	-
	H20	2.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	1.1	-	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	-
	H23	1.8	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0

表9 スポーツ中に発生した事故により入院した患者の平均在院日数の年次推移（単位：千人）

	総数			手術あり			手術なし		
	総数	男	女	総数	男	女	総数	男	女
H11	18.8	17.8	21.4	20.0	18.9	22.9	14.9	14.9	15.0
H14	17.8	17.4	18.8	18.5	18.8	17.9	15.7	13.4	21.8
H17	14.3	13.3	16.6	14.6	13.9	16.3	12.8	11.0	18.3
H20	13.8	13.1	15.6	13.0	12.1	15.1	17.9	17.4	20.7
H23	13.6	13.6	13.6	13.6	13.8	13.4	13.4	12.8	16.0

数は手術をした場合は男女に大きな差はみられないが、手術をしないと女性が長期間入院する傾向がみられた。これらは女性と男性の体格の差や活動量の違い、けがの重症度などが関与していると思われる。

スポーツ中の事故による患者の年次推移をみると、推計外来患者数は総数、男性、女性ともにこの12年間で増加傾向にあり、特に10～14歳と15～19歳の年齢階級で顕著であった。これは、独立行政法人日本スポーツ振興センターの学校管理下での死亡事故や重

度障害は減少傾向にあるが、けがによる受診件数は増加傾向にあるという統計と一致しており、学校での安全管理意識が向上したことにより、軽傷でも医療機関を受診する児童生徒が増えていることによるのではないかと考えられる。

一方、推計入院患者数は、総数、男性および女性においてこの12年間で減少傾向がみられ、特に総数と男性ではほぼすべての年齢階級で減少傾向にあった。また、平均在院日数も総数、手術ありでは減少傾向にあるが、手

術なしでは大きな増減はみられなかった。

これはこの12年間の医学の進歩により、以前は入院による治療が必要であったケースが通院のみで治療できるようになってきていることによると思われる。

日本ではいずれの年齢階級でも死因の上位に不慮の事故があげられており、事故やけがにより死亡にまではいたらなくても重症で入院を余儀なくされたケース、入院はしなくとも外来を受診したケース、受診するほどではなく家庭や医務室などで手当を行ったケースという事故のピラミッドができていく。スポーツ中の事故にも同様の傾向があると考えられるため、今後は患者調査のような医療機関を基点とした調査や学校やスポーツ施設等での調査を行い、実態をとりまとめて検討を行う必要がある。

また、学校管理下で発生し、独立行政法人日本スポーツ振興センターの災害給付金制度を受けたスポーツ中の事故の実態は詳細に知ることができる。しかし、最近では放課後や休日にスイミングスクールや体操教室などに通っている子どもも増えているため、これらの場所で発生しているスポーツ中の事故やけが

について、学校管理下での統計と合わせて、考慮していく必要がある。

また、スポーツ中の事故により万が一後遺症が残った場合の社会保障や、事故やけがに対して支払われる保険医療費などを考慮すると、事故やけがは起きる前の「予防策」、実際に起きてしまったときの「救急処置」、そして事故後の「リハビリ」や「改善策」まで一連の流れとして考えて、取り組んでいかなければならない。

これらのことを踏まえて、今後、事故が起りやすいスポーツの種類やどのような場面でスポーツ事故が発生しているかなどの検討を行う必要がある。

日本では人口動態統計のような戸籍に基づく死亡統計や、学校などの公的機関を基点としたけがに関する統計は内容が詳細にかつ毎年発表されているが、実際に事故にあたり、けがをしたとき受診する病院での患者調査は無作為に抽出された医療機関で3年に1回、10月の1日間だけで集計される調査であるため、地域格差や季節性などの考察を加える必要があると思われた。

参考文献

- 内山有子：患者調査から考える子どもの事故・けが。子どものからだと心白書 2009, 28-31, 2009.
- 内山有子, 田中哲郎：学校における事故防止. 保健医療科学, 53 (2): 90-96, 2004.
- 奥脇 透：ジュニア期のスポーツ障害と予防, 少年写真新聞社, 東京, 2005.
- 厚生労働省大臣官房統計情報部：平成11年患者調査, 平成14年患者調査, 平成17年患者調査, 平成20年患者調査, 平成23年患者調査.
- 厚生労働省大臣官房統計情報部：平成23年度人口動態統計.
- 齊藤喜能：学校安全と危機管理, 大修館書店, 東京, 2008.
- 田中哲郎：わが国の乳幼児事故, 株式会社ばほろば, 東京, 1999.
- 独立行政法人日本スポーツ振興センター：平成23年度災害給付の給付状況, 2012.
- 独立行政法人日本スポーツ振興センター：学校の管理下の災害- 24, 2012.
- 文部科学省体育活動中の事故防止に関する調査研究協力者会議：学校における体育活動中の事故防止について, 2012.

〈研究報告〉

Superficial venous vascular response of the inactive limb during static handgrip exercise at different work load in women

ANNA OOUÉ¹, AKI SATO¹, SAORI TSUNOZAWA¹, AI HIRASAWA²,
KOHEI SATO¹, AND TOMOKO SADAMOTO¹

Abstract

It is unclear whether the venous vascular response to static exercise depends on the exercise intensity. We examined the change in cross-sectional area (CSA_{vein}) in the superficial vein of the inactive limb during static exercise with wide varying degrees of work load. Ten young women in supine position were performed 1-min static handgrip exercise at maximal voluntary contraction (MVC) of 15, 30 and 50% at random. The longitudinal and transversal vessel diameters of the basilic vein in the inactive upper arm under constant subdiastolic pressure (45 mmHg) were measured by B-mode ultrasound technique, and the CSA_{vein} was calculated by these diameters. The increases in heart rate and mean arterial pressure (MAP) during static muscle contractions depended on exercise intensities. CSA_{vein} at 30% and 50%MVC significantly decreased from baseline ($-5.5 \pm 1.7\%$ for 30%MVC, $-11.2 \pm 3.4\%$ for 50%MVC ; $P < 0.05$), but CSA_{vein} at 15%MVC did not change. CSA_{vein} during exercise at 50%MVC was significantly smaller than that at 15%MVC. In addition, during exercise CSA_{vein} decreased with an elevation of MAP during exercise ($r = -0.999$, $P < 0.05$). These results suggest that conduit superficial venoconstriction of the inactive limb during static handgrip depends on exercise intensity, which may be due to the incremental increase in the sympathetic nerve activity.

Key words: Sympathoexcitation, Transmural pressure, Ultrasound technique

Introduction

Dynamic cycling exercise causes the exercise intensity dependent-superficial venoconstriction of the inactive limb, which was measured by a venous pressure change due to invasive techniques during

arterial occluded condition (*Bevegård and Shepherd 1965; Rowell et al. 1971*). On the other hand, during static handgrip contractions, a disagreement result was reported by Lorentsen (1975) that the venoconstriction in the inactive limb was independent on the exercise intensity, because the venous vascular responses during static

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

² Graduate School of Engineering, Toyo University

contractions were similar between 10% and 20% of maximal voluntary contraction (MVC). It is therefore of importance to investigate whether the degree of venoconstriction during static exercise under a wide range intensities is dependent on the exercise intensity as similar observed during dynamic exercise. Exercise-induced superficial venoconstriction of the inactive limb is thought to be controlled, in part, sympathetically (Bevegård and Shepherd 1966; Lorentsen 1975). In addition, the increase in skin and muscle sympathetic nerve activity of the inactive limb during static exercise depends on the exercise intensity (Saito et al. 1986; Seals et al. 1988; Vissing and Hjortsø 1996; Wilson et al. 2006). Thus, it is hypothesized that static exercise with graded intensities would produce graded effects on the venoconstriction of the inactive limb.

In order to verify our hypothesis, we used the ultrasound technique to measure the cross-sectional area (CSA_{vein}) in the superficial vein of the inactive limb during static exercise at different wide range work load. We measured CSA_{vein} under constant venous congestion of subdiastolic pressure (45 mmHg), because when venous pressure remains constant, changes in venous diameter directly reflect change in venous tone (Aellig 1994).

Methods

Subject

Healthy 10 women volunteered to participate in this study. Their mean age, height and weight were 21.1 ± 0.6 (SD) years, 159.1 ± 4.4 cm and 52.2 ± 7.1 kg, respectively. All subjects participated in this

study in the follicular phase (3-10 days after the onset of menstruation). The purpose, procedures, and risks of the study were explained to the subjects, and their informed consent was obtained. The study was approved by the Human Ethics Committee of the Japan Women's College of Physical Education.

Procedures

Subjects entered experimental room, and then kept the supine position. Each subject performed two MVC of the left arm using a handgrip dynamometer. We used higher value to determine the relative workload (%MVC). Thereafter, the cuff for venous occlusion was placed on the inactive (right) upper arm (for measurement of venous vessel response to static exercise). Subjects rested in the supine position for at least 20 min before data collection began.

Immediately before the baseline data measurement the cuff placed on the right upper was inflated to 45 mmHg, and then the collection of baseline data was recorded for 5 min. After baseline data recording, each subject performed 1-min isometric handgrip exercise of the left arm at 15, 30 and 50%MVC in a random order. During the sustained static exercise, the subject used a visual feedback system to maintain the force of the handgrip. A rest of at least 15 min was allowed between trials. During this time, circulatory parameters [heart rate (HR) and blood pressure (BP)] returned to pre-exercise levels. In all trials, subjects controlled the respiratory frequency at 15 breaths/min by using a metronome, because the movements of respiration influence the sympathetic nerve activity.

Measurements

Pulsatile blood pressure was recorded from the middle finger of the right hand using an automatic manometer. Beat-to-beat changes in arterial blood pressure were assessed by finger photoplethysmography (Finometer; Finapres Medical Systems). The monitoring cuff was placed around the middle finger. HR and mean arterial pressure (MAP) were determined from blood pressure waveform using the Modelflow software program, incorporating sex, age, height and weight (BeatScope 1.1; Finapres Medical Systems BV, Arnhem, Netherlands).

Longitudinal and transversal diameters (D_{long} and D_{trans}) in the basilic vein of the right arm were measured from images of transversal venous vessel using B-mode ultrasound with a mean transmission frequency of 8.7 MHz (Vivid e, GE Healthcare, Japan). Before the experiments, we confirmed how pressure of probe caused the deformation of venous vessel, and how did it change. Based on this confirmation, we attached carefully the probe to the skin in order not to compress the veins, and if the deformation of venous vessel was caused by pressure of probe, we amended immediately the measurement. After venous vessel images were recorded continuously, D_{long} and D_{trans} were determined three points per 15 s at random, and then these points were averaged. CSA_{vein} was calculated from the formula; CSA_{vein} (cm²) = $(D_{long}/2) \times (D_{trans}/2) \times \pi$. The ratio of D_{long} to D_{trans} [= $(D_{long}/D_{trans}) \times 100$] was $88.9 \pm 2.0\%$ at baseline, $89.2 \pm 1.8\%$ at exercise and $88.1 \pm 2.1\%$ at recovery during 15%MVC, $90.5 \pm 2.7\%$ at baseline, $91.3 \pm 3.2\%$ at exer-

cise and $91.2 \pm 2.6\%$ at recovery during 30%MVC, and $91.8 \pm 1.9\%$ at baseline, $94.1 \pm 2.9\%$ at exercise and $90.6 \pm 2.5\%$ at recovery during 50%MVC. There were no significant differences among baseline, exercise and recovery during each condition. This indicated that the deformation of venous vessel by pressure of probe did not occur in present study.

Data analysis and statistics

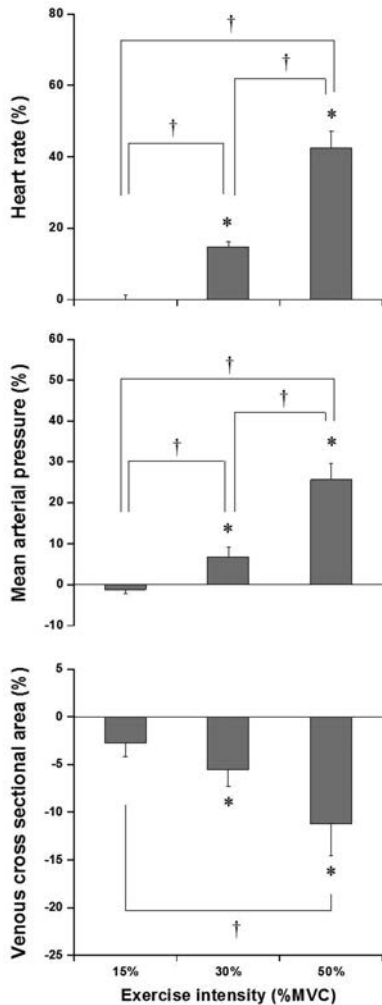
HR, MAP and CSA_{vein} were averaged for 60-240 s before exercise as baseline value. Each variable was averaged last 30 s during exercise and recovery period, respectively. The relative change in HR, MAP and CSA_{vein} during exercise and recovery period from baseline was calculated. To assess the relationships between MAP and CSA_{vein} , the value of exercise was plotted. Data are expressed as the mean \pm standard error (SE).

To compare the time-course changes, two-way ANOVA with repeated measures was applied to the parameters among exercise intensities, using time (baseline, exercise and recovery) and exercise intensities (15, 30 and 50%MVC) as fixed factors. To compare HR, MAP and CSA_{vein} during exercise or recovery period with baseline data, one-way repeated-measures ANOVA was performed (Bonferroni's test when F value was significant). Moreover, to compare HR, MAP and CSA_{vein} among exercise intensities, one-way repeated-measures ANOVA was performed (Bonferroni's test when F value was significant). A value of $P < 0.05$ was considered significant.

Table 1 Heart rate, mean arterial pressure and cross sectional area of the basilic vein during baseline, static handgrip exercise and recovery.

	Baseline	Exercise	Recovery
Heart rate (bpm)			
15%MVC	61 ± 2	61 ± 2	61 ± 2
30%MVC	60 ± 2	69 ± 2 * †	61 ± 2
50%MVC	59 ± 2	84 ± 4 * ‡ §	60 ± 2
Mean arterial pressure (mmHg)			
15%MVC	82 ± 2	81 ± 2	80 ± 2 *
30%MVC	83 ± 2	89 ± 3 * †	82 ± 2
50%MVC	82 ± 3	103 ± 3 * ‡ §	81 ± 2
Cross sectional area of the basilic vein (cm ²)			
15%MVC	0.28 ± 0.02	0.28 ± 0.02	0.29 ± 0.02
30%MVC	0.27 ± 0.02	0.25 ± 0.02 *	0.27 ± 0.02
50%MVC	0.27 ± 0.02	0.24 ± 0.02 * ‡	0.27 ± 0.02

Value are mean ± S.E. *: P < 0.05 different from baseline, †: P < 0.05, different between 15%MVC and 30%MVC, ‡: P < 0.05, different between 15%MVC and 50%MVC, §: P < 0.05, different between 30%MVC and 50%MVC.



Results

There was no significant difference of HR, MAP and CSA_{ven} during baseline among exercise intensities (Table 1). Although HR and MAP at 15%MVC did not change, these variables at 30% and 50% significantly increased during exercise from baseline and rapidly returned to the baseline during recovery period (HR: $14.8 \pm 1.5\%$ for 30%MVC, $42.4 \pm 4.7\%$ for 50%MVC, $P < 0.05$; MAP: $6.8 \pm 2.5\%$ for 30%MVC, $25.6 \pm 4.0\%$ for 50%MVC, $P < 0.05$) (Table 1 and Fig. 1). CSA_{ven} at 15%MVC did not change, but CSA_{ven} at 30% and 50% significantly decreased during exercise from baseline and returned to the baseline during recovery period ($-5.5 \pm 1.7\%$ for 30%MVC, $-11.2 \pm 3.4\%$ for 50%MVC,

Fig. 1 The relative change in heart rate (HR), mean arterial pressure (MAP) and cross sectional area in the basilic vein (CSA_{ven}) during handgrip exercise at 15%, 30% and 50%MVC.

Values are means ± SE. *: P < 0.05, significant difference from baseline. †: significant difference between exercise intensities.

$P < 0.05$) (Table 1 and Fig. 1).

CSA_{vein} during exercise decreased with the increasing in MAP (Fig. 2). There was a significant negative linear relationship between MAP and CSA_{vein} ($r = -0.999$, $P < 0.01$).

Discussion

The primary findings in our study were that 1) CSA_{vein} of the inactive limb during static handgrip exercise at 15%MVC was unchanged, but that at 30% and 50%MVC significantly decreased from baseline, 2) the decrease in CSA_{vein} at 50%MVC was significantly greater than that at 15%MVC, and 3) decreased CSA_{vein} depended on the elevation of MAP. These results might suggest that static exercise-induced conduit superficial venoconstriction of the inactive limb depend on exercise intensity, and exercise intensity-dependent superficial venoconstriction of the inactive limb was caused, in part, by the degree of sympathetic nerve activity. This is first study that used a noninvasive ultrasound technique to investigate the superficial venoconstriction of the inactive limb during static exercise with wide varying degrees of work load.

The change in CSA_{vein} is modulated by not only sympathetic nerve system but also the venous volume change (Öberg 1967). However, in our study, we measured CSA_{vein} under constant subdiastolic pressure (45 mmHg) through the protocol, because the change in venous vessel diameter or area corresponds directly to that in venous tone, when venous pressure unchanged (Aellig 1994). Many previous studies have used this technique to determine the

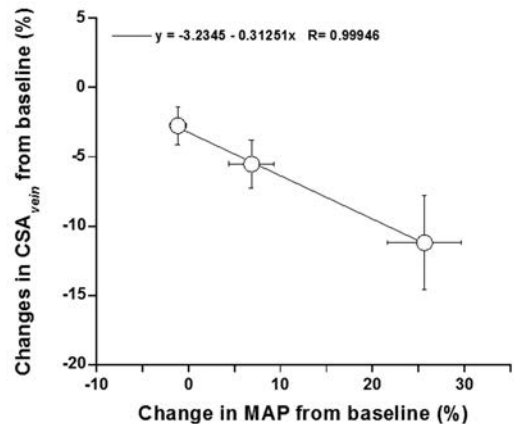


Fig. 2 The relationship between mean arterial pressure (MAP) and cross sectional area in the basilic vein (CSA_{vein}) during handgrip exercise at 15%, 30% and 50%MVC.

Values are means \pm SE.

response of the human dorsal hand vein (Abdelmawla et al. 2001; Aellig 1981; Blöchl-Daum et al. 1991; Nachev et al. 1971; Pan et al. 1986). Thus, we believe that the changes in CSA_{vein} might reflect that in venous tone which is controlled by sympathetic nerve system in present study.

In our study CSA_{vein} in the inactive limb during static exercise at 15%MVC did not change, although Lorentsen (1975) report that superficial venoconstriction of the inactive limb is caused by the static handgrip exercise at both 10% and 15%MVC. The difference between our and previous result might be caused by the following differences. First, the method of venous vessel response was different between our and previous studies. Our study measured non-invasively superficial venous cross-sectional area by ultrasound technique, whereas Lorentsen measured invasively the venous pressure under arterial occluded condition. Second, the site of measurement also differed between our and previous studies.

We used the basilic vein of the upper arm, although Lorentsen selected a superficial vein on the dorsum of the hand. In addition to low intensity, we furthermore investigated the change in CSA_{vein} during static exercise at 30% and 50%MVC, resulting that CSA_{vein} during exercise decreased significantly from baseline level at both exercise intensities, and CSA_{vein} during exercise at 50%MVC was smaller than that at 15%MVC (Table 1). These results suggest that the degree of superficial venoconstriction in the inactive limb depends on the %MVC of static contraction, and this finding is in agreement with the previous studies obtained during dynamic exercise (Bevegård and Shepherd 1965; Rowell et al. 1971).

Superficial venous vessels have smooth muscle and are provided with autonomic innervations (Abdel-Sayed et al. 1970), and contain α -adrenoceptors (Abdelmawla et al. 2001; Blöchl-Daum et al. 1991; Pan et al. 1986; Stevens and Moulds 1981; Steen et al. 1986). Thus, it is inferred that superficial venous vessel of the limb might be innervated by skin and/or muscle sympathetic nerve systems. Both skin (Vissing and Hjortsø 1996; Wilson et al. 2006) and muscle (Saito et al. 1986; Seals 1989) sympathetic nerve activity during exercise increase with the enhancement of exercise intensities. Although we did not record these sympathetic nerve activities, the intensity-dependent changes in HR and MAP in our study was similar to those in previous studies which measured sympathetic nerve activity (Saito et al. 1986). Thus, it is speculated that the sympathetic nerve activity was also increasing with the increment in exercise intensities in our study. In addition, the CSA_{vein} of the inactive

limb during static exercise decreased with an elevation of MAP (Fig. 1), suggesting that the exercise intensity-dependent superficial venoconstriction of the inactive limb might be associated with the degree of sympathetic nerve activity, because there is positive linear relationship between increase in MAP and sympathetic nerve activity during static handgrip exercise (Seals et al. 1988).

The superficial venous vessel response contributes to the thermoregulation and is influenced by the change in temperature (Vanhoutte and Lorenz 1970; Vanhoutte and Shepherd 1970; Webb-Peploe and Shepherd 1968). However, in this study the room temperature kept a constant at approximately 25 °C. Moreover, core and skin temperature does not change during 60s of static handgrip exercise at range from 15% to 60%MVC (Kondo et al. 2000; Kondo et al. 2002). Thus the change in body temperature is not considered to influence the venous vessel response in this study.

The neural mechanisms during exercise are thought to involve 1) a reflex arising from activation of afferent nerve endings in the contracting muscles (muscle metaboreflex and mechano reflex; Mark et al. 1985; Mitchell 1990; Rowell and O'Leary 1990; Victor et al. 1988; Wallin et al. 1989) and 2) a central mechanism influencing descending autonomic pathways (central command; Goodwin et al. 1972; Mitchell 1985). However, in our study, it could not identify which factors are related to conduit superficial venoconstriction of the inactive limb during static exercise.

Limitation of this study. There are several limitations in our study. First, we did not

measure the venous pressure measuring CSA_{vein} . However, because antecubital intra-venous pressure is dependent on the venous occlusion pressure (Halliwill *et al.* 1999), we believe venous pressure under the subdiastolic (45 mmHg) inflation of cuff maintained constant through protocol. Second, we did not measure directly sympathetic nerve activity. However, by consideration of previous reports (see above), sympathetic nerve activity might increase

with the enhancement of exercise intensities in our study.

In conclusion, during static exercise, the decrease in CSA_{vein} in the inactive limb is greater, as exercise intensity is higher. These results suggest that static exercise-induced conduit superficial venoconstriction in the inactive limb depend on the augmentation of exercise intensities which causes the graded increase in sympathetic nerve activity.

References

- Abdelmawla, A.H., Langley, R.W., Szabadi, E. and Bradshaw C.M.: Comparison of the effects of nadolol and bisoprolol on the isoprenaline-evoked dilatation of the dorsal hand vein in man. *Br. J. Clin. Pharmacol.*, **51**: 583-589, 2001.
- Abdel-Sayed, W.A., Abboud, F.M. and Ballard, D.R.: Contribution of venous resistance to total vascular resistance in skeletal muscle. *Am. J. Physiol.*, **218**: 1291-1295, 1970.
- Aellig, W.H.: A new technique for recording compliance of human veins. *Br. J. Clin. Pharmacol.*, **11**: 237-243, 1981.
- Aellig, W.H.: Clinical pharmacology, physiology and pathophysiology of superficial vein. *Br. J. Clin. Pharmacol.*, **38**: 181-196, 1994.
- Bevegård, B.S. and Shepherd, J.T.: Changes in tone of limb veins during supine exercise. *J. Appl. Physiol.*, **20**: 1-8, 1965.
- Bevegård, B.S. and Shepherd, J.T.: Reaction in man of resistance and capacity vessels in forearm and hand to leg exercise. *J. Appl. Physiol.*, **21**: 123-132, 1966.
- Blöchl-Daum, B., Korn, A., Wolzt, M., Schmidt, E. and Eichler, H.G.: *In vivo* studies on alpha-adrenergic receptor subtypes in human veins. *Naunyn. Schmiedebergs Arch. Pharmacol.*, **344**: 302-307, 1991.
- Goodwin, G.M., McCloskey, D.I. and Mitchell, J.H.: Cardiovascular and respiratory responses to changes in central command during isometric exercise at constant muscle tension. *J. Physiol.*, **226**: 173-190, 1972.
- 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.
- Kondo, N., Tominaga, H., Shibasaki, M., Aoki, K., Okada, S. and Nishiyasu, T.: Effects of exercise intensity on the sweating response to a sustained static exercise. *J. Appl. Physiol.*, **88**: 1590-1596, 2000.
- Kondo, N., Yanagimoto, S., Aoki, K., Koga, S. and Inoue, Y.: Effect of activated sweat glands on the intensity-dependent sweating response to sustained static exercise in mildly heated humans. *Jpn. J. Physiol.*, **52**: 229-233, 2002.
- Lorentsen, E.: The venomotor response to static muscular exercise. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, **35**: 789-794, 1975.
- Mark, A.L., Victor, R.G., Nerhed, C. and Wallin, B.G.: Microneurographic studies of the mechanisms of sympathetic nerve responses to static exercise in humans. *Circ. Res.*, **57**: 461-469, 1985.

- Mitchell, J.H.*: Cardiovascular control during exercise: central and reflex neural mechanisms. *Am. J. Cardiol.*, **55**: 34D-41D, 1985.
- Mitchell, J.H.*: Neural control of the circulation during exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **22**: 141-154, 1990.
- Nachev, C., Collier, J. and Robinson, B.*: Simplified method for measuring compliance of superficial veins. *Cardiovasc. Res.*, **5**: 147-156, 1971.
- Öberg, B.*: The relationship between active constriction and passive recoil of the veins at various distending pressures. *Acta. Physiol. Scand.*, **71**: 233-247, 1967.
- Pan, H.Y., Hoffman, B.B., Pershe, R.A. and Blaschke, T.F.*: Decline in beta adrenergic receptor-mediated vascular relaxation with aging in man. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, **239**: 802-807, 1986.
- Rowell, L.B., Brengelmann, G.L., Detry, J.M. and Wyss, C.*: Venomotor responses to rapid changes in skin temperature in exercising man. *J. Appl. Physiol.*, **30**: 64-71, 1971.
- Rowell, L.B. and O'Leary, D.S.*: Reflex control of the circulation during exercise: chemoreflex and mechanoreflexes. *J. Appl. Physiol.*, **69**: 407-418, 1990.
- Saito, M., Mano, T., Abe, H. and Iwase, S.*: Responses in muscle sympathetic nerve activity to sustained hand-grips of different tensions in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.*, **55**: 493-498, 1986.
- Seals, D.R.*: Sympathetic neural discharge and vascular resistance during exercise in humans. *J. Appl. Physiol.*, **66**: 2472-2478, 1989.
- Seals, D.R., Chase, P.B. and Taylor, J.A.*: Autonomic mediation of the pressor responses to isometric exercise in humans. *J. Appl. Physiol.*, **64**: 2190-2196, 1988.
- Steen, S., Castenfors, J., Sjöberg, T., Skärby, T., Andersson, K.E. and Norgren, L.*: Effects of alpha-adrenoceptor subtype-selective antagonists on the human saphenous vein *in vivo*. *Acta. Physiol. Scand.*, **126**: 15-19, 1986.
- Stevens, M.J. and Moulds, R.F.*: Heterogeneity of post-junctional alpha-adrenoceptors in human vascular smooth muscle. *Arch. Int. Pharmacodyn. Ther.*, **254**: 43-57, 1981.
- Vanhoutte, P.M. and Lorenz, R.R.*: Effect of temperature on reactivity of saphenous, mesenteric, and femoral veins of the dog. *Am. J. Physiol.*, **218**: 1746-1750, 1970.
- Vanhoutte, P. and Shepherd, J.*: Effect of temperature on reactivity of isolated cutaneous veins of the dog. *Am. J. Physiol.*, **218**: 187-190, 1970.
- Victor, R.G., Bertocci, L.A., Pryor, S.L. and Nunnally, R.L.*: Sympathetic nerve discharge is coupled to muscle cell pH during exercise in humans. *J. Clin. Invest.*, **82**: 1301-1305, 1988.
- Vissing, S.F. and Hjortsø, E.M.*: Central motor command activates sympathetic outflow to the cutaneous circulation in humans. *J. Physiol.*, **492**: 931-939, 1996.
- Wallin, B.G., Victor, R.G. and Mark, A.L.*: Sympathetic outflow to resting muscles during static handgrip and postcontraction muscle ischemia. *Am. J. Physiol.*, **256**: H105-H110, 1989.
- Webb-Peploe, M.M. and Shepherd, J.T.*: Response of large hindlimb veins of the dog to sympathetic nerve stimulation. *Am. J. Physiol.*, **215**: 299-307, 1968.
- Wilson, T.E., Dyckman, D.J. and Ray, C.A.*: Determinants of skin sympathetic nerve responses to isometric exercise. *J. Appl. Physiol.*, **100**: 1043-1048, 2006.

〈第 22 回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
加賀谷淳子メモリアルフォーラム
(第 22 回公開研究フォーラム)

スポーツを探究する人へ
—ここまで来た、そして未来への課題—

日 時：2011 年 11 月 26 日 (土) 13 : 00 ~ 17 : 40

会 場：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 永島 惇正（日本女子体育大学学長）

13：05～13：20 開催主旨

「加賀谷先生の活躍を振りかえる」

定本 朋子（日本女子体育大学基礎体力研究所）

奥山 静代（慶應義塾大学体育研究所）

13：20～15：05 Session 1 『運動の持続能を考える』

「運動時の循環研究 ―知るを楽しむ―」

齊藤 満（愛知学院大学心身科学部）

「競技力向上を目指した高強度トレーニング ―エアロビックからアネロビックまで―」

荻田 太（鹿屋体育大学体育学部）

「持久力と健康：その基礎と意義」

宮地 元彦（独立行政法人国立健康・栄養研究所健康増進研究部）

15：05～15：55 Session 2 『若手研究者によるショートコミュニケーション』

「筋の持久力とエネルギー代謝」

本間 俊行（国立スポーツ科学センターチーム「ニッポン」マルチサポート事業）

「血流量を増加させる運動条件の検討」

中村 芙美子（國學院大学人間開発学部地域ヘルスプロモーションセンター）

「運動の予期に伴う循環反応と脳活性」

岩館 雅子（日本大学生産工学部）

「運動時における脳血流配分」

佐藤 耕平（日本女子体育大学基礎体力研究所）

15：55～16：40 ポスターセッション

16：40～17：40 Session 3 『特別講演』

「体育・スポーツ関連領域の未来 ―学術に何ができるのか―」

福永 哲夫（鹿屋体育大学学長／第21期日本学術会議会員）

17：40 ご挨拶

加賀谷 崇文（秋草学園短期大学地域保育学科）

18：00～19：00 パーティー

○開催主旨

加賀谷先生の活躍を振りかえる

定本 朋子

(日本女子体育大学基礎体力研究所)

奥山 静代

(慶應義塾大学体育研究所)

If you believe in the impossible, the incredible can come true! 基礎体力研究所の加賀谷研究室のドアにかけられていたこの英文が、加賀谷先生とともにあったことを知る人は多いはずである。この言葉どおり、未来をみつめ、何ごとにも夢と希望をもって、『探究しつづけた人』が加賀谷先生の生き方そのものであったかと思われる。このフォーラムを、夢に向かって歩み続けた加賀谷淳子先生に相応しい『未来志向のメモリアルフォーラム』にし、そして数多くある加賀谷先生の業績の中から、先生の教育・研究に連動した「運動持続能の探究」と「若手研究者への期待」、また先生の社会的活動を支えた「体育・スポーツ関連領域の発展に対する期待」の3点に焦点をあてたセッションにしたいと考えている。

Session 1：運動の持続能を考える

加賀谷先生のライフワークは「運動時の循環調節」の研究であり、その研究内容は多岐にわたるが、特に循環機能からみた「運動持続能」に関する研究を、実験室的研究からフィールドワークにいたるまで幅広く展開されていた。筋持久力および筋血流調節研究の第一人者であった。スポーツ科学は、スポーツパフォーマンス向上を目指す競技力志向と身体活動による健康の保持・増進を目指す健康志向の両側面があり、その2つの方向からみた基礎的および実践的研究が重要、と先生は常々指摘されていた。このような理由から、

スポーツパフォーマンスの向上と健康の保持増進という両側面からみた「運動持続能」について、これまでの研究成果および今後の課題等について考えてみたい。

Session 2とポスターセッション：若手研究者によるショートコミュニケーション

大学で直接指導を受けた学生・院生のみならず、学会や研究会等において、加賀谷先生からの確かなアドバイスと温かいエールを貰った人は数多い。学術を目指す学生と若手研究者を育てるという役割を常に認識され実行されてきた加賀谷先生にちなみ、先生と基礎体力研究所に由縁のある若手研究者に、講演またはポスター展示により現在の研究展開や活動について紹介してもらう。

Session 3：特別講演

加賀谷先生は、日本体育学会、日本体力医学会等の種々の学会の理事・代議員等を歴任され、枚挙に暇がないほどの要請に対して学術的専門家としての高い見識と指導力を発揮された。殊に第20期の日本学術会議会員（健康・生活科学）としてのご活躍は、体育・スポーツ科学分野の社会的意義と重要性を広く認識させる原動力になったと思われる。このような体育・スポーツ関連領域の向上と発展に尽力された加賀谷先生を振り返るとともに、今後の体育・スポーツ科学分野における学術動向や期待されている課題について、第21期学術会議会員である福永哲夫先生のご講演によりあらためて考えてみたい。

○特別講演

体育・スポーツ関連領域の未来 — 学術に何ができるのか —

福永 哲夫

(鹿屋体育大学学長／第21期日本学術会議会員)



日本学術会議の機関誌「学術の動向」2006年10月号はスポーツの科学が特集されている。日本学術会議第二部会員、「学術の動向」編集委員加賀谷淳子先生の企画である。その特集に当たって、加賀谷先生はスポーツ科学について次の様に述べている。スポーツ科学は、①スポーツパフォーマンスの向上と②身体適応が効果的であるための運動の質的量的処方²の2つの側面をもち、スポーツは自然科学のおよび人文社会科学的側面から研究されなければならない。そして、活力ある社会の実現にはスポーツが極めて大きな貢献が期待されており、今後の社会におけるスポーツ科学の役割は一層大きくなるものと思われる。

折しも、2011年にスポーツ基本法が制定され、社会におけるスポーツ科学の役割が高まってきた。加賀谷先生の言われるように、社会におけるスポーツ科学の役割が一層重要になってきたと思われる。加賀谷淳子先生は東京大学大学院猪飼研究室での大先輩として、私のこれまでの研究生活に多大な教えを受けた恩人である。先生は体育学・スポーツ科学をこよなく愛され、この領域の将来に期待と不安を抱かれ、強い責任感をもたれて活躍されていた。自分の研究にしか興味を示さない私の態度に加賀谷先生から何度も注意されたことを思い出す。

この機会に、スポーツ科学のあり方について拙い私見を述べてみたいと思う。スポーツ基本法第16条に、「国は、……スポーツに

関する諸科学を総合して実際のおよび基礎的な研究を推進し、……」と定められている。しかしながら、現状は、体育・スポーツに関する基礎的な研究（自然、人文、社会の各領域）は多いが、実際的な研究（実践的研究）は、その方法論が確立されていないこともあり、極めて少ない。今後はスポーツの実践的研究に関する方法論の確立と論文の集積が必要であろう。

1. 体育・スポーツ科学の領域

健康的で体力のある身体は多くの人の願いである。このような身体をつくり上げていくには、健康・体力に関しての理論的に明らかにされている原理原則に従って身体運動・スポーツを実践する必要がある。

一般に、野球、テニス、サッカーなどは「スポーツ」と呼ばれ、散歩、ジョギング、山登り、ストレッチなどは「身体運動」とか「エクササイズ」とかの言葉で表現されているようである。しかし、1992年の「新ヨーロッパスポーツ憲章」では、「スポーツ」を「体力向上、精神的充足感の表出、社会的関係の形成、および競技力向上を目的とするあらゆる身体活動の総体」と定義している。この定義に従えば、健康のためのジョギングや山登りやストレッチも「スポーツ」に含まれる。私は「スポーツ」を「身体運動パフォーマンス向上のため、健康づくりのため、および人間としての教養の形成のためのあらゆる身体

運動」と定義して用いることにする。

そこで、スポーツを実施する際の動機あるいは目的として、

- 1) 競技としての記録や勝利を目指して（競技スポーツ）、
- 2) 健康つくりのために（健康スポーツ）、
- 3) 文化的な人間生活を目指して（教養スポーツ）

を考えることができる（図1）。

それぞれの目的相互の間には密接な関係がある。例えば、「競技スポーツ」の代表であるオリンピック選手が、勝利を目指して記録の向上を願い、連日、激しいトレーニングを実施している場合でも、健康を維持増進する「健康スポーツ」の側面がなければ、障害や病気に悩まされ、トップレベルを持続できないであろう。さらには、仲間と仲良くプレーする側面や、自らの人間性を磨く「教養スポーツ」が必要な場面も多い。

一方、健康のためのジョギングやウォーキングを実施する「健康スポーツ」の領域においても、仲間と競争するような側面（「競技スポーツ」の側面）があったほうが楽しく長続きできる場合が多い。

さらに、「競技スポーツ」「健康スポーツ」とは別に「教養スポーツ」の観点から、仲間と楽しくプレーをする、新しいスポーツ技術を獲得する楽しみを味わう、気分を転換する、人間性を涵養するなどの目的を意識しながらスポーツする人も数多く存在する。これは、モーツァルトを聞く楽しみ、ゴッホを鑑賞する楽しみ、外国語を読み書き喋る楽しみなどと同等のものである。つまり、人間の教養としてのスポーツを実施する側面である。教養とは「単なる学殖・多識とは異なり、一定の文化理想を体得し、それによって個人が身につけた創造的な理解力や知識である。そして、その内容は時代や民族の文化理念の変遷に応じて異なる」（広辞苑）と定義されている。スポーツをこのような概念でとらえて実施する

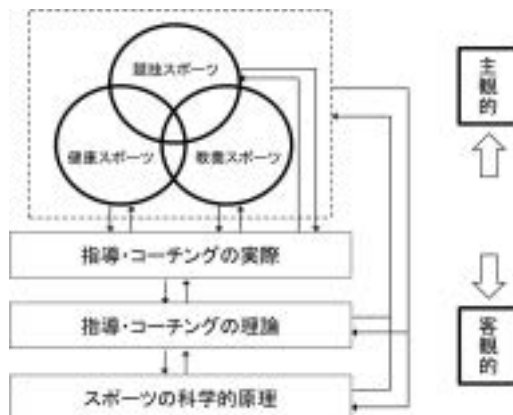


図1 スポーツの科学的アプローチ（福永 2009）

のは「競技スポーツ」や「健康スポーツ」とは異なる。つまり、「教養スポーツ」とは「理想的身体を意識、理解し、それを創造するための知識と技術の獲得を目的としたスポーツ」と定義される（福永 2003）。最近の多くの大学で行われているスポーツを観察すると、いわゆる運動会運動部にあまり人が集まらず、同好会サークルに多くの学生が参加する傾向があるといわれている。この現象は多くの大学生が「教養スポーツ」を体験していることを意味し、「教養スポーツ」の社会的意義が高いことを象徴するものであろう。また、中高齢者のスポーツには、健康を維持したり、病気になるようにするための運動（健康スポーツ）が多くを占めるが、仲間とスポーツを楽しんだり、より良い姿勢や体型を保つことや、機敏な動きができるようになることなどの「教養スポーツ」の側面も高齢者の生活の中で重要な意味をもつ。つまり、「健康スポーツ」は Quality of Life (QOL) を目指し、「教養スポーツ」は、より高い QOL [High Quality of Life (HQOL)] を目指すものであるといえよう。

このように「競技スポーツ」「健康スポーツ」「教養スポーツ」と大きく3つの概念でのスポーツを考えてみたが、いずれにせよ、それぞれの間には密接な関係が存在することは前述

のとおりである。ここで私個人の場合を振り返ってみたい。子どものときから運動することが好きで、学校での体育の時間を楽しみに毎日を生活していた。これは、跳び箱を跳ぶ面白さや、ボールを投げたり蹴ったりする、逆上がりができるなどの様々な身体運動での動きの獲得やできなかったことができるようになるなどの喜びを求めてスポーツしていたものである。これは「教養スポーツ」の範疇に入ると思われる。その後、小学校高学年から中学校にかけては陸上短距離競技とバレーボール競技が面白くなり、学校での運動部活動に精出し、勝つための努力をしてきた。また大学からはラグビー競技に熱中し勝利にこだわってスポーツを実施した時期があった。「競技スポーツ」への興味である。大人になってからは、テニス、サッカー、ゴルフなどに興味がわき（「健康スポーツ」「教養スポーツ」）、さらに、テニスやゴルフで仲間と勝つために、壁打ちでストロークの練習をしたり、ゴルフ練習場でショットの練習をしたものである。そのことは同時に自らの「健康」にもつながったことを考えると、「健康」と「競技」とが同居する感じでスポーツに親しんできた。60歳を過ぎてからも「教養スポーツ」および「健康スポーツ」を主な目的としながらも「競技スポーツ」の側面を忘れることはできない。競争する意識は人間の本能によるものであろう。いずれにせよ、スポーツを実施する場合、多くは「競技スポーツ」「健康スポーツ」「教養スポーツ」が混在して行われていると考えられる。

スポーツとはつまり、人間が生きていくうえで欠かせない文化であり、将来に向かって人類生存の必修な財産として、時空を越えて引き継がれていくものであろう。そのためには、「競技」「健康」「教養」スポーツにかかわる様々な問題（ドーピングなど）を適切に解決するための理論と実践を踏まえた科学的なアプローチ（体育スポーツ科学）が必要である。

2. 体育・スポーツにおける実践研究の意義

もう一方で、スポーツ現場での実践研究の集積が必要である。グラウンドや体育館では数多くのスポーツの実践や指導が繰り返され、多くの成功例や失敗例が存在する。小、中、高、大学や地域スポーツサークルなどにおけるスポーツ指導の例は数知れず行われており、フィットネスクラブやスポーツクラブなどでの実践例を含めると無限とも思われるほど多くのスポーツ実践例が存在することが容易に想像される。そこには意図した結果が得られなかった失敗例も多いであろう。スポーツの指導者は日々プレーヤーの状況を見ながら最も効果的であると思われる方法を処方し指導に当たっている。このような、様々なスポーツ実践例を取録した研究誌が必要である。従来の研究誌にも「実践研究」の取録が試みられているが、その領域での研究論文はあまり多くない。

体育スポーツ科学が社会に認められ必要な科学として認知されるためには、このようなスポーツ実践例を論文として取録するジャーナルが必要であると思われる。このような観点から実践研究のみを集めた研究誌「スポーツパフォーマンス研究」が生まれた（図2）。

スポーツ科学の領域は主に、①自然科学系、②人文・社会科学系、③スポーツ実践科学系、に分けることができ、それぞれの系において研究誌が発刊されている。特に、自然科学系と人文・社会科学系においては既に数多くの学術誌があり、多くの学術論文が発刊されている。一方で、前述のように実践科学系においては学術誌がほとんどなく、その領域で発刊される論文も少ないのが現状である。

スポーツ指導に関する実践系の研究は、個々のプレーヤーの能力をいかに伸ばすかに焦点が絞られて個人別に指導される場合が多い。つまり、スポーツ指導は個人の事例を対象にした場合が多く、事例研究として発表されることになる。このような実践例を対象と

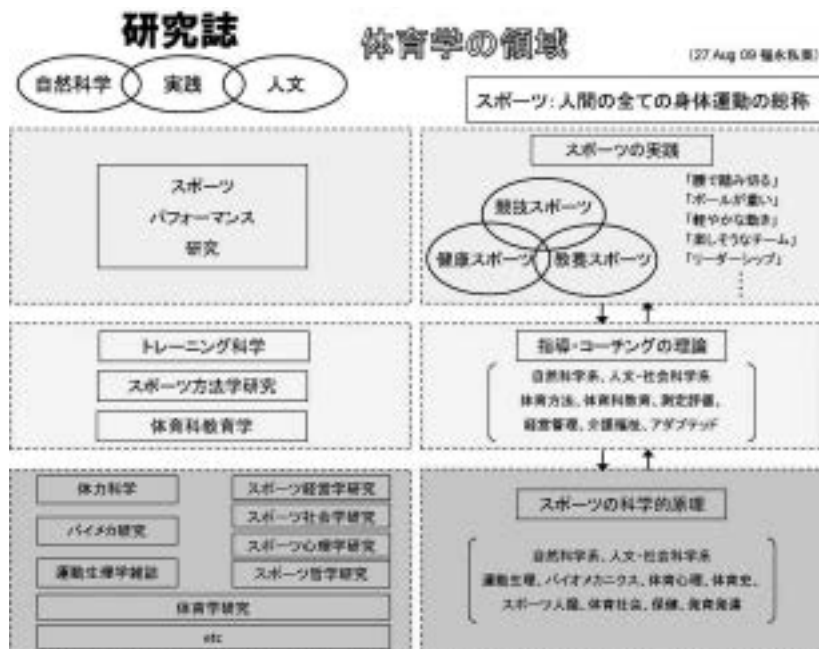


図2 体育・スポーツ科学における研究誌 (福永 2009)

スポーツパフォーマンス研究発刊の意義

体育学の目指すもの

健康で文化的な日常生活を営むためには「動ける身体」を所有することが根本である。
 体育学・スポーツ科学は「動ける人間の育成」に最も貢献できる科学として
 健康で文化的な社会生活の獲得に資することが出来る

発刊の意義

体育・スポーツに関する指導者、コーチ、実践者による
 自らの体験している様々な活動が記載された論文の集積とその体系化は、
 従来の自然科学系および人文・社会学系の研究と
 領域横断的にリンクすることにより、「動ける人間の育成」に寄与できると考える。

図3 「スポーツパフォーマンス研究」発刊の意義 (福永 2008) (<http://sports.performance.jp>)

した事例研究においても、従来の統計的手法を用いる自然科学的、人文・社会科学的手法と同じように重要な研究として注目されなければならない。

特に、スポーツ指導の現場においては前述のように主観的イメージ言語が多く使用され

ており、このイメージ言語の意味を解説する「動き」を動画や音声を利用して伝える方法を利用した研究誌「スポーツパフォーマンス研究」はこれからの発展が期待される (図3)。例えば、この研究誌に掲載されている論文には「脚で踏み切る」イメージから「腰を使っ

て踏み切る」イメージへ動きを変えた結果、走り幅跳びの記録が非常に伸びた事例が動画で説明されている。この論文に掲載されている映像（動画など）からバイオメカニクスあるいは運動生理学的研究のアイデアが数多く浮かんでくる。つまり、このような実践研究例の論文が従来の自然科学的研究と連携することによって、新しいスポーツ科学研究のテーマが出現することが大いに期待できる。

3. 体育とスポーツ

ここで、「体育」と「スポーツ」の意味について考えてみたい。古くから「知育、徳育、体育」と言われてきたように、「体育」は教育の一環として考えられてきた。多くの大学で体育は教育学部に位置づけられていることから理解できる。つまり、「体育」は身体運動を通しての教育として考えられてきている。一方で、スポーツは前述のように「健康体力向上、スポーツ競技力向上、人間性涵養など目的とするあらゆる身体活動の総称」と定義される。

「体育」と「スポーツ」とのそれぞれの意義についてはこれまでも多くの研究者により議論されてきている。最近出版されている書物から「体育」と「スポーツ」に関する考え方をみてみよう。例えば、阿部（1990）は「スポーツは体育の上位概念としてとらえ、体育の名称を学校体育に限定し、スポーツは教育の枠を超えたすべての人間の文化活動」と位置づけている。宮下（1990）は「健康志向型運動を主体とするものを体育、競技指向型運動を主体とするものをスポーツ」と定義し、野坂（1990）は「体育は身体教育であり、体育は場合によって、スポーツを教材として用い、運動やスポーツに関する基礎・応用科学を運動・スポーツ科学と呼ぶ」としている。また、玉木（1990）は「日本では、長い間体育とスポーツが混同され続け、スポーツはそれ自体を楽しむものではなく、身体を鍛え、

その身体を他の目的のために活用するものと考え続けられた」と指摘している。さらに、「体育学」と「スポーツ科学」に関して、小林（1990）は「体育学は、今日では教育という範疇に収まりきれない部分も多く、教育的価値観をはなれて、人間の身体活動に関する科学という捉え方が必要になっている」と述べている。また、友添（1990）は「スポーツ科学は、スポーツ的運動とそのような運動をする人間に関する専門諸科学から構成された、自然・人文・社会科学にまたがる総合科学であるといわれているが、総合科学としての総合性とは何かを問わずにきた部分がある。つまり、スポーツ科学のアイデンティティとは何か問われずに、そしてまた総合科学であるスポーツ科学を総合する原理が不問に付されてきたのではないかと思える」と述べている。

私は、「体育」はその文字のごとく「体を育む」と単純に考えると「元気で動ける身体を育む（創造すること）」を「体育」としたい。そして「スポーツ」は前述のヨーロッパスポーツ憲章の定義「体力向上、精神的充足感の表出、社会的関係の形成、および競技力向上を目的とするあらゆる身体活動の総体」に従うと、両者の意味はほとんど同じになる。したがって、体育学とスポーツ科学とはほぼ同意語として用いたい。が、いまだ明確な定義がなされていないので本稿では「体育・スポーツ」また「体育・スポーツ科学」の用語を用いたい。

4. 体育・スポーツ科学の専門性

体育・スポーツ科学を専門とする大学で養成する人材として、以下のような専門家が考えられる。

(1) スポーツ指導者

学校における体育教師、
社会における生涯スポーツの指導者、
トップアスリートを指導する指導者、

トレーニングやコンディショニングを指導する指導者、

健康づくりを指導する健康スポーツ指導者、などである。

(2) スポーツ科学者

スポーツを科学する専門家として大学や研究所などで研究に専念するスポーツ科学者には、自然科学的手法を用いる科学者と人文社会科学的手法を用いる研究者が存在する。

スポーツ自然科学；生理学，力学，心理学，医学，などの自然科学を利用してスポーツを研究する領域である。

スポーツ人文・社会科学；社会学，倫理学，哲学，経済学などの人文・社会科学的的手法を用いてスポーツを研究する学問領域である。

スポーツコーチ学；自然科学，人文・社会科学的手法を用いてスポーツの指導法を研究する学問領域である。

(3) スポーツ政策者

社会生活においてスポーツの果たす役割は非常に大きい。行政におけるスポーツ政策も体育スポーツ科学の専門的知識が必要である。専門的知識を有するスポーツ政策者を育成する必要がある。

(4) 高度な身体教養を有する社会人

人間として社会で生活できるためには社会生活にフィットした能力が必要である（生活フィットネスと定義する）。生活フィットネスは自然と身につくものではなく、適切な教育によりはじめて可能になる。他者および自ら

の身体を科学的に認識し、憲法で保障された健康で文化的な社会生活を創造し運営することができる人材の育成に体育・スポーツ科学は欠かすことができない領域である。

(5) トップアスリート

高いスポーツパフォーマンスを有する人材、オリンピック大会に代表される各種スポーツ競技における記録や勝敗にこだわる競技スポーツでの高い競技力を有し、スポーツ教養を身につけた人材。

おわりに

日本国憲法によると、日本国民は健康で文化的な生活が保障されている。「人間が動く」ことはあまりにも常識的すぎるために、「動く身体」に関する配慮が足りないと、また、体育・スポーツに無頓着でいると「動けない人間」をつくり出すことになりかねない。このような状態は「健康で文化的な生活」が保障できないことを意味する。現在の日常生活があまりにも動かない生活に依存しているからである。「動く」とは筋-骨格-神経機能ばかりでなく、身体のあらゆる機能を活動させることであり、このような身体機能は「動かなければ」退化していくことは科学的に明らかにされている事実である。0歳から100歳までのあらゆる人間に必要な「動く」ことの重要性を科学的に実証するとともにその科学的成果を社会に還元するために「体育・スポーツ科学」が果たす役割は非常に大きい。

○ Session 1 運動の持続能を考える

運動時の循環研究 —知るを楽しむ—

齊藤 満
(愛知学院大学心身科学部)



絶えることなく研究に情熱を注ぎ続けられた加賀谷淳子先生のエネルギーの素を、エピソードを交え考えてみたいと思う。

1. 先生との出会い

加賀谷先生は「末梢循環調節」の研究を東大大学院において筋持久力解明の一環としてはじめられた。その成果の一部は「末梢循環と筋持久力」(猪飼 1973)にまとめられているが、このレビューはいま読んでも素晴らしいものである。遅ればせながら私がラバーストレンゲージを用い下肢血流の測定をはじめたのがその頃で、ストレンゲージの作製から解析まで様々な疑問が出て、宮村實晴先生(元名古屋大学)の口添えで、加賀谷先生に相談したのが出会いである。この出会いはいまも活動が続いている「運動と循環」研究会のはじまりでもあるが、その後は研究会をはじめ共同研究、著書編集など最後までお知恵をいただいた。

2. 血流は捉えがたい

加賀谷先生は筋持久力の規定要因となる末梢血流にこだわり研究を進められ、そのテーマは筋血流量をいかに正確に測り、最大血流はどのような条件で出現するかであった。運動条件で大きく変化する血流はなかなか捉えにくく、難しいことから、それがまた興味を掻き立てた一因となったようである。その後、より正確かつ連続的に測定できるドップラー血流計を導入されたが、このときは実に嬉し

そうに、「もっと時間が欲しい!」と研究に一層拍車がかかったようであった。そして実験結果の話になると目を輝かせ、「この結果、面白いでしょう……」「……どう考える…」とこられた。最近では動脈だけでなく静脈の血流にも興味を向けられ、「血流調節は動脈の血流だけ見ているだけではわからないわね」などと、次のことを考えられていた。

3. 共同研究：調節の仕組みをもっと深く

先生は非侵襲的手法を用い、工夫を凝らして様々な角度から実験を行い、末梢循環調節の解明を進められたが、これだけでは限界のあることもご承知であった。もっと調節の仕組みを探りたいと願っていたところへ、たまたま私が交感神経活動の記録ができたことから、互いに得意な技法をもち寄り研究を進めようということになった。1990年秋のことである。早速、計画を立て翌年の1991年の春、基礎体力研究所において実現した。上肢と下肢の複合運動時の血流配分調節の研究である。この成果は先生との連名で2本の論文(Kagaya et al. 1994; Saito et al. 1992)にすることができた思い出深い楽しい研究であった。これをきっかけに基礎体力研究所と他研究機関や研究者との共同研究がより活発になったように思う。

4. コペンハーゲン筋肉研究所 (CMRC) カンファレンス

掌握運動と底屈運動を同時に行うと強度の高



第1回コペンハーゲン筋肉研究所カンファレンス1994参加者集合写真

い掌握運動が底屈筋血流を低下させ、その原因が筋交感神経活動の亢進によるという先の研究論文は思いがけない出会いをもたらした。この論文は、Secher NH たちが報告した運動時の活動筋血流は運動強度が高くなると低下するという研究結果 (Secher *et al.* 1977) を神経調節の面から支持するもので、彼らの目に止まり、これがきっかけでコペンハーゲン筋肉研究所 (CMRC) カンファレンスに招待されることになった。1994年10月のことである。著名な運動生理学者数十名 (写真) がこの会議に招待され、4日間にわたり運動時の循環調節について研究発表と討論が展開された。この会議に参加して、単に知識を広げることの楽しさだけでなく、第一線の研究者との交流と討論の重要性を身に染みて悟られたようである。しみじみと「このような会議が日本でも是非できたらいいね……」と語られたのがいまも耳に残っている。この経験が、多くの著名な研究者を基礎体力研究所フォーラムに招待し、開催することにつながったように思う。

5. 「知るを楽しむ」継続の3原則

加賀谷先生がエネルギーギッシュに取り組み始めた「運動時の循環研究」を振り返り、その源はと問うと、それは「知るを楽しむ」といえるので

はなかろうか。まず、多忙な環境の中にあっても時間をつくり寸暇を惜しんで自らの手で実験を繰り返し、新たな発見を求める。次に、多くの研究者と利害を越えて協力しながら“知の獲得 (実験) の拡大”に努める。そして、経験、見方、考えの違う研究者と出会い、デスカッションすることでデータに隠された真理を解き明かす。いずれも「知るを楽しむ」を実践し続けるために必要な要素である。

結果が思い通りであろうとなかろうと、データを手にしたときの楽しそうな顔は知らず知らずのうちにまわりに新しいエネルギーを与え続けた。

参考文献

- Exercise and the Circulation in Health and Disease*. 1st CMRC Conference, Copenhagen. 29 Oct-1 Nov, 1995.
- 猪飼道夫 編著：身体運動の生理学, 杏林書院, pp. 211-277, 1973.
- Kagaya, A., *et al.*: *Eur. J. Appl. Physiol.*, **68**: 252-257, 1994.
- Saito, M., *et al.*: *Acta Physiol. Scand.*, **146**: 449-456, 1992.
- Secher, N.H., *et al.*: *Acta Physiol. Scand.*, **100**: 288-297, 1977.

○ Session 1 運動の持続能を考える

競技力向上を目指した高強度トレーニング —エアロビックからアネロビックまで—

荻田 太
(鹿屋体育大学体育学部)



スポーツ競技は、規定の時間、距離、回数などに応じて競われ、その運動強度も様々である。それゆえ、競技力の向上を目指すには、各々の試合における代謝特性を明らかにし、重要なエネルギー供給系を効果的に改善させることが鍵を握る。

トレーニング効果に影響する主たる要因としては、トレーニング時間(量)、頻度、強度などがあげられる。その中でも、エネルギー供給能力の向上に最も密接に関係しているのが運動強度である(Fox et al. 1975)。運動強度とは、パワーや速度、 $\% \dot{V}O_2\max$ など様々な単位で表されるが、生理的にはその運動を維持するために必要なATPの産生速度(単位時間当たりの産生量)といえる。この運動強度の意味を踏まえ、エネルギー供給能力(競技力)を向上させるには、試合が行われている強度(ここではATP産生速度の意)を明らかにし、試合より高い強度でより長い時間刺激を与えるか、試合と同等の強度でより長い時間刺激を与えることがポイントとなろう。また、エネルギー供給能力の上限を向上させるには、有酸素系であれば最大酸素摂取量が、無酸素系であれば最大酸素借が得られるような強度を設定することが理想といえる。

われわれが知る限りにおいて、有酸素性および無酸素性エネルギー供給能力を同時に向上させうる最も効果的なトレーニングプロトコルは、“Tabata Protocol”である。これは、「150～170% $\dot{V}O_2\max$ 相当の強度で20

秒の運動を10秒の休息を挟んで8回、あるいはそれ以上繰り返す間欠的運動」であり、この運動時の酸素借は最大酸素借と同等に達し、運動時終盤の酸素摂取量も最大酸素摂取量のレベルに達することが確認されている(Tabata et al. 1997)。すなわち、無酸素性にも有酸素性にも同時に最大限の刺激を与えられるプロトコルであり、実際にこれを用いて6週間のトレーニングを行ったところ、最大酸素摂取量(15%)も最大酸素借(28%)も大幅に増大することが確認されている(Tabata et al. 1996)。

しかしながら、Tabata Protocolをもつてしても、最大無酸素性パワーの向上は認められない。それは、Tabata Protocolの強度では最大無酸素性パワーの向上を導くには不十分であるからだと思う。そこでわれわれは、陸上100m走の強度のように「10秒程度しか維持できない強度(300% $\dot{V}O_2\max$ 程度)」を用い、5秒の運動を10秒の休息を挟んで5回繰り返す間欠的運動プロトコルを考案し、1日2回(セット間は20分間の休息)、週に4日の頻度で4週間のトレーニングを、自転車エルゴメーター運動によって試みた。その結果、18%の最大酸素借の増大とともに、5%ではあったが最大無酸素性パワーの有意な向上も導くことができた。

そこで、このプロトコルを実際のスポーツ現場に応用するため、11名のよく鍛錬された競泳短距離選手を対象(うち2名はリレー

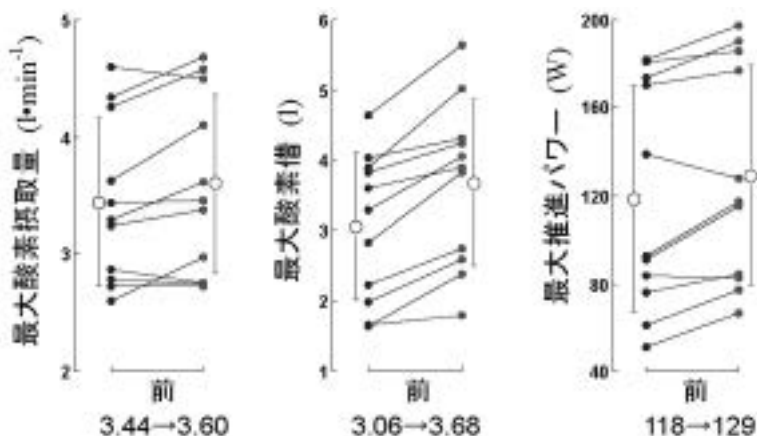


図1 トレーニング前後における最大酸素摂取量，最大酸素借および最大推進パワー

の日本記録保持者)として，トレーニングを検討してみた(荻田ら 2010)。その結果，最大酸素摂取量(5%)，最大酸素借(20%)，最大推進パワー(9%)のすべての指標が有意に増加し(図1)，それに伴って50 m泳パフォーマンスも有意な向上が認められた(トレーニング前26.60秒，トレーニング後26.18秒)。

以上の結果は，エネルギー供給系へのトレーニング効果が強度依存性であることを示しており，それぞれのエネルギー供給系に最大限の刺激を与える，あるいは試合に基づいた代謝特性を見極めたうえで，試合よりも大きな刺激を与えることが，効果的なパフォーマンスの向上を導くことを示唆するものである。

最後に，日本の体育を長年リードしてこられた加賀谷淳子先生のご功績に敬意を表するとともに，永遠のご冥福を祈念しつつ，脱稿する。

参考文献

- Fox, E.L., Bartels, R.T., Billings, C.E., O'Brien, R., Baston, R. and Mathews, D.K.: Frequency and duration of interval training programs and changes in aerobic power. *J. Appl. Physiol.*, **38**: 481-484, 1975.
- 荻田 太, 小澤源太郎, 黄 忠, 黒部一道, 柳楽晃, 田中孝夫, 田口信教: スプリントトレーニングにおけるパフォーマンス向上の要因解析. 日本水泳・水中運動学会 2010 年次大会論文集, pp. 26-29, 2010.
- Tabata, I., Irisawa, K., Kouzaki, M., Nishimura, K., Ogita, F. and Miyachi, M.: Metabolic profile of high intensity intermittent exercises. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **29**: 390-395, 1997.
- Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M. and Yamamoto, K.: Effects of moderate-endurance and high intensity-intermittent training on aerobic capacity and $\dot{V}O_{2\max}$. *Med. Sic. Sports Exerc.*, **28**: 1327-1330, 1996.

○ Session 1 運動の持続能を考える

持久力と健康：その基礎と意義

宮地 元彦

(独立行政法人国立健康・栄養研究所健康増進研究部)



1. 全身持久力の基礎

全身持久力 \equiv 最大酸素摂取量は、最大換気量や肺拡散能などで評価される呼吸器での酸素取り込み能、心拍出量や1回拍出量などで評価される循環器での酸素運搬能、骨格筋量や代謝酵素活性などで評価される活動筋での酸素利用（代謝）能の3つの生理機能の協調により発揮される身体能力（体力）である。

冠動脈の動脈硬化による心筋血流量の減少は心拍出機能を低下させるだけでなく、狭心症や心筋梗塞を誘発する。末梢動脈硬化は骨格筋血流量の減少をもたらす跛行や下肢壊死などを引き起こす。このように全身持久力の重要な決定因子である循環機能の低下は、病態生理学的観点から、循環器疾患発症ときわめて密接に関連している。さらに、肥満や骨格筋代謝能の低下は、インスリン感受性の低下や糖尿病などの代謝性疾患の発症と関連している。

全身持久力の個人差には環境要因と遺伝的要因が関与している。環境要因として最も重要なのは、運動・身体活動量の違いであり、さらに運動・身体活動の多寡は、住環境や就労環境などが関連する。さらに社会経済的背景や社会支援の有無も影響を及ぼす。一方、近年では、全身持久力に関連する遺伝子多型が明らかとなりつつある。全身持久力に関連する遺伝子多型の中には、生活習慣病の発症や肥満との関連が指摘されるものも少なくない。

2. 全身持久力の変遷が示唆するもの

運動習慣や遺伝的要因より個人差は大きい。全身持久力は、15～20歳をピークとし、それ以後加齢に伴い10年間で約10%低下する。したがって、70歳時にはピーク時の約半分にまで低下してしまう。全身持久力を生涯にわたり高く保つために、若年期に全身持久力を高めておくこと、加齢低下を抑制することが必要であり、これらが生活習慣病の発症予防や健康寿命の延伸に貢献する。

わが国の全身持久力の経時的変化を観察し続けた統計調査は、唯一文部科学省が児童・生徒に対して実施しているスポーツテストがあげられる。スポーツテストがはじまった昭和39年から最近の平成19年までの、全身持久力の指標である1500m走の記録の変遷を13歳、16歳、19歳でみると、昭和50～55年頃をピークとして、右肩下がりに記録が悪化している。特に低下が顕著なのは19歳であると同時に、さらに問題と思われるのは平成8年以降、19歳の全身持久力が13歳を下まわるようになったことである。すなわち、成長期とされていた（いる）13～19歳の時期に、加齢に伴う全身持久力の低下がすでにはじまっていることを、このデータは示唆している。これらの統計結果から、わが国の30～40年後の中年もしくは高齢者の健康に強い懸念を抱かざるをえず、早急な対策が必要と思われる。

3. 全身持久力を高く保つために：運動基準の役割

このように持久力に関する研究は、単に運動生理学の範疇にとどまらず、遺伝学、予防医学、行動科学などの幅広い分野に広がりつつある。これらの研究成果は、持久力と健康ならびに生活機能との関連を強く裏づけており、健康増進を考えるうえで、持久力の維持・増進は欠かせないものと考えられている。

平成18年に厚生省から発表された運動基準2006において、生活習慣病の発症などを抑制することが期待される運動量（週4メッツ・時）ならびに身体活動量（週23メッツ・時）の基準が示されると同時に、全身持久力 \equiv 最大酸素摂取量の基準が示された。体力を高めるような運動・身体活動に取り組むことにより、生活習慣病のリスクがより大きく減少することを重んじての配慮であり、全身持久力の基準を提示するのはわが国のガイドラインが世界で唯一である。

現在われわれは、厚生労働科学研究費補助金により、「健康づくりのための運動基準・指針改定」のための研究班を立ち上げ、システムティックレビューによる改定作業を行っている。2006年以降5年間で全身持久力と死亡に関する前向きコホート研究に関する文献が44本、生活習慣病とガンの発症に関する文献が19本の計63本が選ばれ、それらの文献から全身持久力と死亡や発症の相対危険度の値を抽出し、メタ解析を行った結果、概ね以下のような結論を得た。

- 1) 前回同様、低い全身持久力の集団の死亡率と発症率は高かった。
- 2) 男性では量反応関係がみられたが、女性ではなかった。

- 3) 基準値を変更する根拠はみられなかった。
- 4) 単位を ml/分/kg でなく、メッツに変更する。
- 5) 年齢のカテゴリを整理し、男性で60歳未満約11.5メッツ、60歳以上9.5メッツ、女性では40歳未満10.0メッツ、60歳以上7.5メッツとなった。
- 6) 基準を満たしているか否かを自己評価できる簡易評価法を検討する。

基準値そのものは、厚生労働省の検討会などを経て決定されるため、未確定ではあるが、持久力の重要性はいままでどおり強調されていくと思われる。

4. 全身持久力を研究・測定する意義

運動生理学の分野において、全身持久力の限定要因の探求は古典的であり、かついまでも重要な研究テーマの1つであり、その測定は運動の強度や負担を定量するために多くの研究室で重用されている。またスポーツ科学の分野ではマラソンや長距離競技のみならず、長時間にわたる身体の移動を必要とするすべてのスポーツのパフォーマンスを推測する体力指標として選手の評価やコンディショニングに利用されている。また、健康科学の分野では、生活習慣病の発症や余命の独立予測因子として健康診査やフィットネスクラブでの健康度の評価に活用されている。一方で、全身持久力を評価するためには高価な分析装置や高い技術をもった技術者が必要であり、研究室でない指導や健診の現場で活用することが困難であることも事実である。持久力の測定・評価のフィージビリティを高めるための研究が必要である。

○ Session 2 若手研究者によるショートコミュニケーション

筋の持久力とエネルギー代謝

ー 21 日間の前腕ギプス固定中の短時間・低頻度の筋持久的トレーニングが筋の持久力および有酸素代謝能に及ぼす影響ー

本間 俊行

(国立スポーツ科学センターチーム「ニッポン」マルチサポート事業)



宇宙飛行や長期臥床などの身体活動の低下により、筋萎縮や筋力低下が起こることはよく知られている。また、身体活動の低下時における筋量や筋力の低下予防のためのトレーニングに関する研究も多く行われている。しかしながら、身体活動の低下時における筋の持久力および有酸素代謝能の変化や、トレーニングによるこれらの機能低下予防に関する知見は乏しい。そこで本研究では、筋の持久力と有酸素代謝に焦点をあて、筋の不活動モデルとして21日間の前腕ギプス固定を行い、その期間中における短時間・低頻度の筋持久的トレーニングが、筋の有酸素代謝能、持久力および筋力に及ぼす影響について検討した (Homma et al. 2009)。

健康な成人男性15名(年齢21~29歳)を対象に、21日間の非利き腕の前腕ギプス固定を行い、ギプス固定のみの群(Imm群; n=7)と、ギプス固定期間中に週2回の筋持久的トレーニングを行う群(Imm+Tr群; n=8)の2群に分けた。トレーニングは、ギプス固定前の最大随意収縮力(MVC)の30%強度で、60回/分のテンポでのハンドグリップ運動を疲労困憊まで行わせるものとした。トレーニング1回あたりの運動時間は 51.7 ± 3.4 秒(平均値±標準誤差)であり、21日間のギプス固定期間を通して変化しなかった。リン31-磁気共鳴分光法(^{31}P -MRS)を用いて筋エネルギー代謝を測定し、最大下強度でのハンドグリップ運動後の筋内クレア

チンリン酸の回復時定数(τ_{offPCr})から筋有酸素代謝能を評価した。ギプス固定前の30%MVC強度で、60回/分のテンポでのハンドグリップ運動の持続時間を筋持久力の評価指標とした。すべての測定は、21日間のインターベンションの前(Pre)と後(Post)とで行った。

τ_{offPCr} は、Imm群では有意に延長した(Pre: 42.0 ± 2.8 秒, Post: 64.2 ± 5.1 秒, $P < 0.01$)のに対して、Imm+Tr群では変化がみられなかった(Pre: 50.3 ± 3.0 秒, Post: 48.8 ± 5.0 秒, ns)(図1)。運動持続時間は、Imm群では有意に短縮した(Pre: 55.1 ± 5.1 秒, Post: 44.7 ± 4.6 秒, $P < 0.05$)のに対して、Imm+Tr群では維持された(Pre: 47.9 ± 3.0 秒, Post: 51.7 ± 4.0 秒, ns)。両群を合わせた21日間のギプス固定前後での τ_{offPCr} の変化($\Delta\tau_{\text{offPCr}}$)と運動持続時間の変化($\Delta\text{Endurance}$)の間には有意な相関がみられた($r = 0.71$, $P < 0.01$)(図2)。MVCは両群で同様に低下した(Imm群: Pre 373.1 ± 29.4 N, Post 318.5 ± 22.7 N, $P < 0.01$; Imm+Tr群: Pre 430.5 ± 19.8 N, Post 368.2 ± 23.0 N, $P < 0.01$)。

本研究において、週2回、1回あたり約50秒間で疲労困憊にいたる筋持久的トレーニングを行った結果、筋の持久力および有酸素代謝能は維持された。Imm+Tr群のトレーニング強度は、ギプス固定前の30%MVC強度で

あり、21日間のインターベンション期間を通して変化させなかった。したがって、Imm + Tr 群では、トレーニングの絶対強度を一定に保ったことが筋の有酸素代謝能および持久力を維持できた要因として考えられる。また、Imm 群と Imm + Tr 群を合わせた $\Delta\tau_{off}PCr$ と $\Delta Endurance$ との間には有意な相関がみられたことから、筋の持久力と有酸素代謝能とは密接に関連して変化することが示唆された。

Imm + Tr 群はトレーニングを行ったにもかかわらず、MVCはImm群と同様に低下した。Hamaokaら(1998)は、健康な被験者を対象に、通常の生活に加えて本研究で用いたトレーニングを週5回行わせた結果、筋の有酸素代謝能および持久力が顕著に向上したものの、MVCには変化がみられなかったことを報告した。したがって、本研究で用いたトレーニングはギプス固定に伴う筋力低下の抑制には効果がないことが示唆された。

以上のことから、本研究で用いた週2回、1回あたり約50秒間で疲労困憊にいたる筋の持続的トレーニングは、21日間の前腕ギプス固定に伴う最大筋力の低下を抑制できないが、筋の有酸素代謝能および持久力の低下を予防できることが示された。

参考文献

Hamaoka, T., Katsumura, T., Murase, N., Kurosawa, Y., Shimomitsu, T., Kuwamori, M., Kagaya, A. and Chance, B.: Exercise induced improvement in muscle oxidative function in young females measured by 31phosphorus magnetic resonance spectroscopy (³¹P-MRS). *Jpn. J. Appl. Physiol.*, **28**: 1-9, 1998.

Homma, T., Hamaoka, T., Murase, N., Osada, T., Murakami, M., Kurosawa, Y., Kitahara, A., Ichimura, S., Yashiro, K. and Katsumura, T.: Low-volume muscle endurance training prevents decrease in muscle oxidative and endurance function during 21-day forearm immobilization. *Acta Physiol.*, **197**: 313-320, 2009.

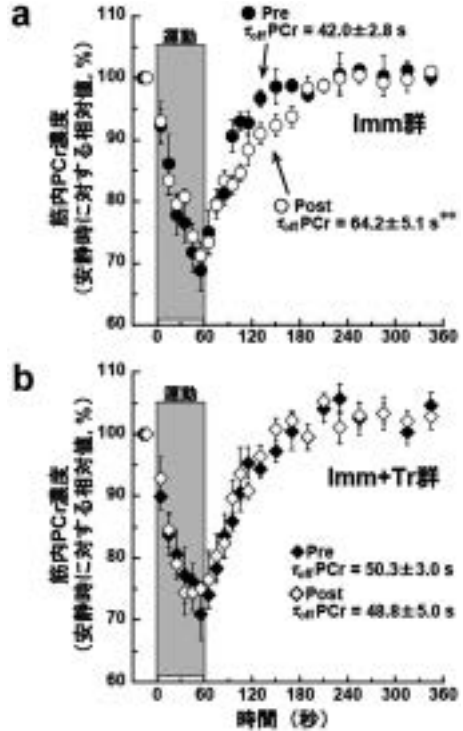


図1 21日間のインターベンション前後での運動中および運動後の筋内クレアチンリン酸 (PCr) の変化
 a : ギプス固定のみ行った群 (Imm 群), b : ギプス固定期間中に週2回の持続的トレーニングを行った群 (Imm + Tr 群). ** P < 0.01 Pre に対する有意差 (Hamaoka et al. 1998 より一部改変).

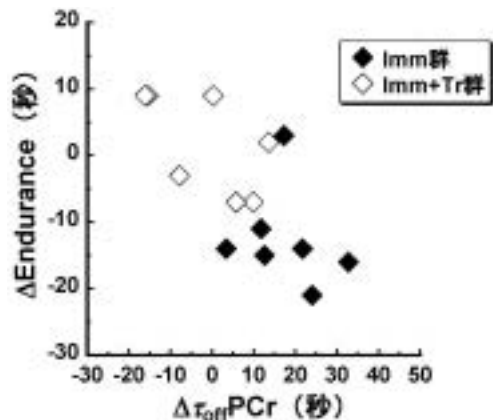


図2 21日間のインターベンション前後での筋内クレアチンリン酸回復時定数の変化 ($\Delta\tau_{off}PCr$) と運動持続時間の変化 ($\Delta Endurance$) との関係

Imm 群と Imm + Tr 群を合わせた場合、 $\Delta\tau_{off}PCr$ と $\Delta Endurance$ との間には有意な相関がみられた ($r = 0.71$, $P < 0.01$) (Hamaoka et al. 1998 より一部改変).

○ Session 2 若手研究者によるショートコミュニケーション

血流量を増加させる運動条件の検討

中村 芙美子

(國學院大学人間開発学部地域ヘルスプロモーションセンター)



筋持久力を規定する因子である筋血流量は、血管の拡張性因子と収縮性因子、灌流圧と筋内圧などの相互作用によって決まるため、運動時の血流量は動脈閉塞後に起こる代謝性血管拡張による血流量最大値には達しない。そのため、運動時にどの程度の血流量を増加させることができるかという能力は、運動誘発性の最大血流量から評価することが必要となる。しかしながら、運動誘発性の最大血流量を発現させる運動条件はまだ明らかにされていない。運動時の筋血流量は、運動頻度、運動強度、姿勢など様々な条件で変化する。筋活動期と活動中止期を繰り返す動的運動の活動筋血流量は、筋が活動している時相では減少し、活動を中止しているときに顕著な増加を示す (Kagaya and Ogita 1992)。そして、血流量は筋活動期より筋活動中止期に影響されることが報告されており (Hoelting et al. 2001)、動的運動における筋活動中止期が血流量増加に与える影響は大きいと考えられる。したがって、運動の間隔、すなわちテンポは活動筋への血流量を左右する重要な条件である (Kagaya 1992)。これまでにも、運動頻度が活動筋血流量に与える影響について検討している報告があるが、それらの実験で用いられている運動条件は、頻度や運動強度を物理的に規定したものをを用いており、それでは運動に対する血流応答の個人差が考慮されない。しかしながら、運動後の血流応答は個人によって異なることが報告されている (Ohmori et al.

2007)。そのため、個人の血流応答に合わせた運動条件を明らかにすることが、運動誘発性最大血流量を発現させる運動条件の算出につながると考えられる。

先行研究より、運動後血流量が安静レベルに戻る前に次の収縮を開始するほうが、安静レベルに戻った後に開始するよりも運動後血流量の増加が大きいことが報告されている (Corcondilas et al. 1964)。そこで本研究では、筋活動中止期血流量の時間的な変化を調べ、そのどの時相で次の活動が行われると血流量がより増加するかを検討した (Ohmori et al. 2007)。そして、血流量が収縮後すぐに増加し、最高値に達すること、および収縮後血流量が最高値に達する時間が個人によって異なることに着目し、この血流量の運動後充血期間を基準として運動間隔を決め、血流量との関係を明らかにすることを目的とした。

健常成人女性 (7名) を対象として、仰臥位での動的足底屈運動を疲労困憊まで行った。測定項目は、膝窩動脈血管径および血流速度とし、両者から膝窩動脈血流量を算出した。4種類の運動強度 (最大足底屈筋力の 15, 30, 50, 70%) と 4種類の運動頻度 (筋活動時間: 0.5秒, 筋活動中止時間: 運動後血流量が最高値に達した時間の 10, 30, 50, 70%の時間) を設定し (図1)、運動時における骨格筋への血流供給を最大に高める運動条件を明らかにした。

その結果、運動後血流量が最高値に達する

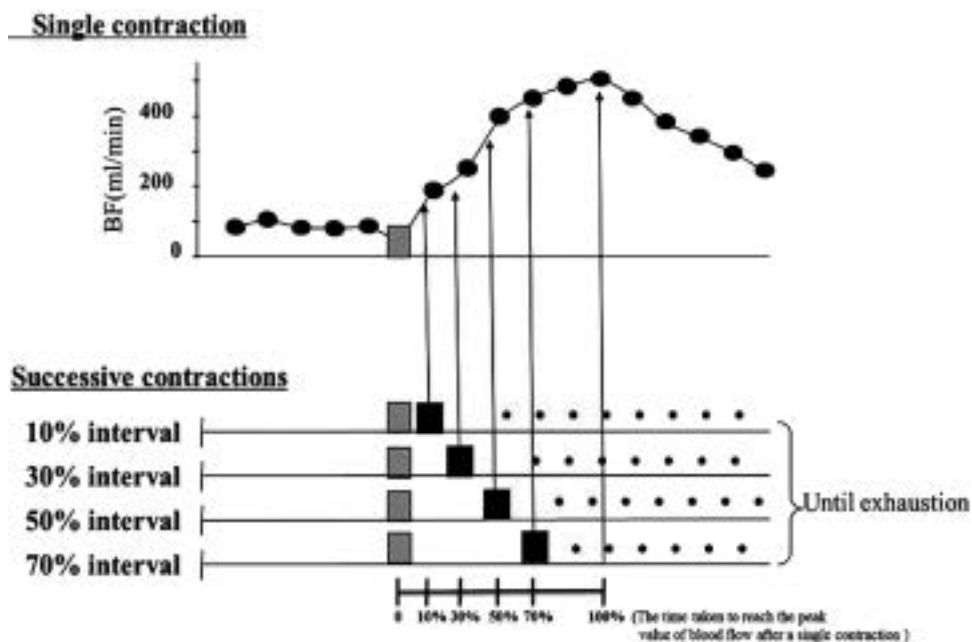


図1 運動プロトコール

時間の10%の時間を運動間隔に用いた運動頻度と最大足底屈筋力の50%を用いた運動強度を組み合わせた運動条件で、血流量が最も増加することが明らかになった。しかしながら、筋活動期を1秒と設定していたため、これらの運動間隔を運動頻度に換算すると、40回/分という低頻度であった。今後はさらに高頻度の運動間隔を設定し、運動頻度の観点から、運動時における骨格筋への血流供給を最大に高める運動条件を明らかにすることが必要である。そして、この運動条件を明らかにすることにより、健康増進および競技力向上などの目的に合わせた血管拡張能を向上させるトレーニング条件を導きたいと考えている。

参考文献

- Corcondilas, A., Koroxenidis, G.T. and Shepherd, J.T.: Effect of a brief contraction of forearm muscle on forearm blood flow. *J. Appl. Physiol.*, **19**: 142-146, 1964.
- Hoelting, B.D., Scheuermann, B.W. and Barstow T.: Effect of contraction frequency on leg blood flow during knee extension exercise in humans. *J. Appl. Physiol.*, **91**: 671-679, 2001.
- Kagaya, A. and Ogita, F.: Blood flow during muscle contraction and relaxation in rhythmic exercise at different intensities. *Ann. Physiol. Anthropol.*, **11**: 251-256, 1992.
- Kagaya, A.: Reduced exercise hyperaemia in calf muscles working at high contraction frequencies. *Eur. J. Appl. Physiol.*, **64**: 298-303, 1992.
- Ohmori, F., Shimizu, S. and Kagaya, A.: Exercise-induced blood flow in relation to muscle relaxation period. *Dynamic Medicine*, **6**: 5, 2007.

運動の予期に伴う循環反応と脳活性

岩館 雅子
(日本大学生産工学部)



1. 運動準備期の循環反応と脳酸素動態との対応について

運動時の循環調節は、運動が始まる前からすでに開始されており、運動の予期や想起に伴い生じる心拍数の増加や筋血流の増加はその代表的な反応である。運動準備期の循環反応は運動時とは異なり筋収縮が生じていないことから、運動性循環反射がない状態で中枢指令（セントラルコマンド）が発現したことによる反応であるといえる。セントラルコマンドの起源は、近年、視床下部や脳幹部などに存在することが示唆されている。心臓や筋血管で生じる循環応答の神経調節としては、セントラルコマンドが自律神経系を介して標的的部位に作用していることが明らかになりつつあるが、セントラルコマンドの中枢と線維連絡をもつ大脳皮質運動領域の応答は明らかにされていない。しかし、セントラルコマンドにより心臓や筋に予測制御応答が生じているとき、運動出力に関連する大脳皮質運動領域においては、すでに変化が生じている可能性が考えられた。

このような状況の中で、われわれは、近赤外分光法（NIRS）を用いて大脳皮質の酸素動態変化を脳賦活の指標とし、掌握運動の準備期における循環反応との時系列的な対応からその関連を検討してきた。まず、運動の開始約1分前からの大脳皮質運動領域酸素動態、心拍数、平均血圧、心拍出量、前腕屈筋酸素動態を同時記録し、これらの対応関係を検討

した。その結果、循環反応としては、心拍数増加および筋血流速度上昇がみられた。これに対し、大脳皮質運動領域では、酸素化ヘモグロビンおよび総ヘモグロビン濃度の上昇、脱酸素化ヘモグロビン濃度の低下傾向という、神経活動賦活に伴う血流増加を反映する脳酸素動態変化がみられた。この結果から、運動予期に伴うセントラルコマンドに関連して、循環反応のみでなく大脳皮質運動領域の賦活も同時期に生じていることが示唆された（岩館と定本 2008）。

さらに、準備期の反応が運動期へ及ぼす影響を検討するため、15秒間の準備期の後、掌握運動（60% MVC）を行う課題を10セット行い、その終了後にオフラインにおいて、準備期の心拍数増加が最大であった試行と最小であった試行を取り出し、運動領域の酸素化動態を比較検討した。その結果、準備期については、われわれの先行研究と同様に、心拍数増加が最大であった試行では大脳皮質運動領域の酸素化ヘモグロビン濃度の上昇が生じたが、心拍数増加が最小であった試行では酸素化ヘモグロビン濃度の変化がみられないという結果が得られた。このような準備期の対応に対して運動期については、心拍数増加が最大であった試行と最小であった試行の両者において、運動領域の脳酸素化動態に差がみられなかった。このことから、運動開始後の運動領域の賦活および心拍数の増加は、準備期のセントラルコマンドには関連せず、運動

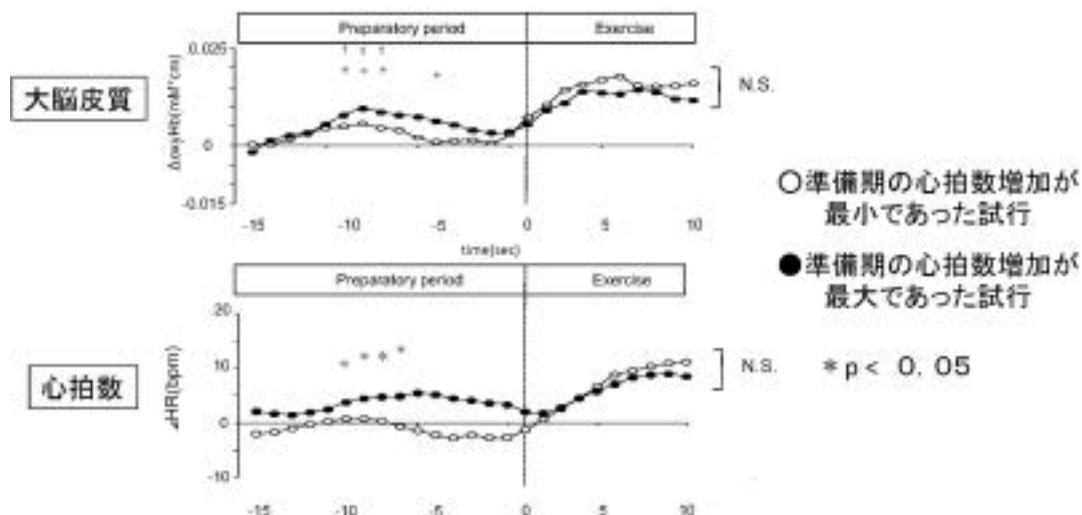


図1 大脳皮質の酸素化ヘモグロビン濃度と心拍数の変化 (岩館ら 2010)

開始後に生じるセントラルコマンドや筋収縮に伴う末梢性の入力増加に大きく影響されると推察された (岩館ら 2010) (図1)。

2. 運動準備期の循環反応と対応する大脳皮質領域の局所性について

運動準備期において、心拍数および筋血流の増加などの予測性循環反応と大脳皮質運動領域の賦活が対応してみられることや、脳血流の増加と関連する酸素化ヘモグロビンの変化量と心拍数の増加量には相関があることを明らかにしてきたが、運動領域以外の、例えば、運動の企画や運動プログラムなどにかかわるさらに高次な機能をもつ前頭領域とのかかわりについては明らかではなかった。前頭連合野は、運動領域よりも早期から脳活動がみられる可能性が考えられるが、これが循環反応とどう対応するのかは明らかでなかった。そこで、運動準備期における心拍数および筋

酸素動態からの運動準備に伴う予測性循環反応と運動領域および前頭領域の賦活の関連を検討した。その結果、まず、循環反応については、運動開始30秒前から運動開始時まで持続的な心拍数増加がみられたことから、準備期にセントラルコマンドが発現したことが確認された。この循環反応に対して、大脳皮質領域の酸素化動態変化については、測定部位10ヵ所のなかで、反対側運動領域および前頭領域にのみ対照課題との差がみられた。そして、反対側の運動領域では、酸素化ヘモグロビン濃度の上昇が心拍数の変化とほぼ同時期からみられた。これに対し、前頭領域では運動領域よりも早期から変化がみられた。この結果から、準備期のセントラルコマンド発現による大脳皮質の賦活は、広汎性でなく局所的であること、また、運動領域よりも前頭領域が早期から賦活するが、心拍数増加は伴わないという特徴があると考えられた。

運動時における脳血流配分

佐藤 耕平

(日本女子体育大学基礎体力研究所)



脳には自己調節機能 (cerebral autoregulation : CA) が存在することが知られている。この機能は、脳の循環調節において非常に重要な調節機能であり、血圧の変化に対して常時脳血管の緊張度 (vascular tone) を調節している。この CA により、平均血圧が 60 ~ 150 mmHg の範囲内では脳血流 (cerebral blood flow : CBF) は、様々な生理環境下において、一定に保たれるとされてきた。この CA の存在と、Kety-Schmidt 法を用いた 1990 年代半ばまでの研究結果から、運動時においても CBF は安静時から変化しないとされてきた。しかしながら、その後の非侵襲的かつリアルタイムでの脳血流診断装置の開発に伴い、運動時の CBF の計測が容易になった。その結果、近年では運動時に CBF は変動することが明らかになっている。さらに、運動時における CBF 調節メカニズムの解明も進んできており、非常に複雑な調節作用を受けていることが示唆されている。

本研究では、超音波診断装置を用いて最大下自転車運動時における頸部動脈 (総頸動脈、外頸動脈、内頸動脈、椎骨動脈) の血流応答を定量化し、運動時における脳血流の変動および脳における再配分について検討した。これらの動脈のうち、実質的に脳へと血液を供給する血管は内頸動脈 (主に大脳皮質領域に血流を供給) と椎骨動脈 (大脳皮質後部・小

脳・延髄領域に血液を供給) であり、外頸動脈は顔面や頭皮に血液を供給する。本研究の結果、いずれの動脈においても、最大下での自転車運動時においては血流が安静時から増加していたが、その変化は均一ではないことが示された。すなわち、内頸動脈血流量は $60\% \dot{V}O_{2peak}$ まで 20% 増加するものの、 $80\% \dot{V}O_{2peak}$ では安静時レベル近くまで低下した。この内頸動脈の血流変化は、呼気終末 CO_2 分圧の変化に対応したものであった。一方、椎骨動脈血流は $80\% \dot{V}O_{2peak}$ まで運動強度に比例し連続的に増加した。この内頸動脈と椎骨動脈における応答の差異をもたらす要因は、血液供給エリアの違いによる脳神経・代謝活動の不均一性、 $PaCO_2$ に対する感受性 (CO_2 reactivity)、自己調節機能、交感神経支配の差異および地域差であると考えられた。さらに、顕著な点は運動時における外頸動脈の血流亢進であった。高強度運動時 ($80\% \dot{V}O_{2peak}$) では、安静時の 2 倍近くまで血流量が増加し、この急激な外頸動脈の血流量の増加は、熱放散に関わる顔面および頭部の血流量の亢進であることが、皮膚血流量および皮膚血管コンダクタンスとの相関関係から推察された。このように運動時における CBF の増加は一定ではなく、動脈間における不均一性と運動強度に依存した再配分 (redistribution) が認められた。

《ポスターセッション》

1. Muscle fascicle behavior in the onset of muscle force production
Yoshiho Muraoka¹, Shin-ichi Yagi²
¹ School of Education, Meisei University,
² Graduate School of Information Science, Meisei University
2. 多段階静的足底屈運動時における心拍出量と膝窩動脈血流量の関係
奥山 静代¹, 中村 芙美子², 佐藤 耕平³, 加賀谷 淳子³
¹ 慶應義塾大学, ² 國學院大学, ³ 日本女子体育大学基礎体力研究所
3. 高糖質食摂取が運動時の筋有酸素性代謝依存度および循環指標に及ぼす影響
笹原 千穂子¹, 澁谷 顕一², 平澤 愛³, 加賀谷 淳子³
¹ 明星大学, ² 長崎総合科学大学, ³ 日本女子体育大学基礎体力研究所
4. 長期バレエ経験者の筋伸長による筋血液量低下の抑制
大槻 曜生¹, 藤田 恵美², 池川 繁樹³, 水村 真由美¹
¹ お茶の水女子大学大学院, ² お茶の水女子大学, ³ 十文字学園女子大学
5. 除脂肪量を維持した減量は代謝を下げない
田口 素子¹, 村田 浩子², 高田 和子³, 樋口 満⁴
¹ 日本女子体育大学, ² 日本女子体育大学大学院,
³ 独立行政法人国立健康・栄養研究所, ⁴ 早稲田大学スポーツ科学学術院
6. 振動刺激を伴う筋力調節時の運動単位放電パターン
加茂 美冬
日本女子体育大学
7. 実験室データを実践にどう活かすか～トレッドミル走テストの活用例～
佐伯 徹郎
日本女子体育大学
8. スポーツ中の事故の実態と傾向
内山 有子
日本女子体育大学
9. セントラルコマンドが静的運動時における非活動肢の表在性静脈血管応答に及ぼす影響
大上 安奈, 平澤 愛, 佐藤 耕平, 定本 朋子
日本女子体育大学基礎体力研究所
10. 高齢期女性における総頸動脈血流量の経年的変化
平澤 愛¹, 佐藤 耕平¹, 大上 安奈¹, 中村 泉², 定本 朋子¹
¹ 日本女子体育大学基礎体力研究所, ² 日本女子体育大学

平成23年度事業報告

I. 会議に関する事項

○第90回運営会議

平成23年5月10日

審議事項

1. 平成22年度研究所事業報告（案）について
2. 平成23年度研究所重点課題と事業計画（案）について

○第91回運営会議

平成23年9月14日

審議事項

1. 平成23年度研究フォーラムについて
2. その他

○第92回運営会議

平成24年1月16日

審議事項

1. 基礎体力研究所談話会の開催日変更について
2. 兼担研究員の募集について

○第93回運営会議

平成24年3月7日

審議事項

1. 平成23年度の事業報告（案）について
2. 平成24年度の事業計画（案）について
3. 兼担研究員の選考について
4. 技術職員の交替について
5. その他

II. 研究に関する事項

○第22回公開研究フォーラム（加賀谷淳子メモリアルフォーラム）

平成23年11月26日

「スポーツを探究する人へ ―ここまで来た、そして未来への課題―」

〈開催主旨〉

「加賀谷先生の活躍を振りかえる」

定本朋子（日本女子体育大学基礎体力研究所）

奥山静代（慶應義塾大学体育研究所）

〈Session 1：運動の持続能を考える〉

「運動時の循環研究 ―知るを楽しむ―」

齊藤 満（愛知学院大学心身科学部）

「競技力向上を目指した高強度トレーニング ―エアロビックからアネロビックまで―」

荻田 太（鹿屋体育大学体育学部）

「持久力と健康：その基礎と意義」

宮地元彦（独立行政法人国立栄養・健康研究所健康増進研究部）

〈Session 2：若手研究者によるショートコミュニケーション〉

「筋の持久力とエネルギー代謝」

本間俊行（国立スポーツ科学センターチーム「ニッポン」マルチサポート事業）

「血流量を増加させる運動条件の検討」

中村芙美子（國學院大学人間開発学部地域ヘルスプロモーションセンター）

「運動の予期に伴う循環反応と脳活性」

岩館雅子（日本大学生産工学部）

「運動時における脳血流配分」

佐藤耕平（日本女子体育大学基礎体力研究所）

〈Session 3：特別講演〉

「体育・スポーツ関連領域の未来 ―学術に何ができるのか―」

福永哲夫（鹿屋体育大学学長／第21期日本学術会議会員）

○研究所談話会

第43回談話会 平成23年10月19日

「乳幼児期のふり遊び：その発達の・進化的意義」

中道直子

第44回談話会 平成24年2月15日

「アンチ・ドーピング～最近の話題から～」

夏井裕明

III. 研究業績 (2011年度兼担・客員研究員を含む)

〈学術論文 (査読有)〉

- Ishii, K., Liang, N., Oue, A., Hirasawa, A., Sato, K., Sadamoto, T. and Matsukawa, K.: Central command contributes to increased blood flow in the non-contracting muscle at the start of one-legged dynamic exercise in humans. *J. Appl. Physiol.*, 112: 1961-1974, 2012.
- Sato, K., Sadamoto, T., Hirasawa, A., Oue, A., Subudhi, A.W., Miyazawa, T. and Ogoh, S.: Differential blood flow responses to CO₂ in human internal and external carotid and vertebral arteries. *J. Physiol.*, 590: 3277-3290, 2012.
- Sato, K., Hirasawa, A., Oue, A., Yoneya, M. and Sadamoto, T.: Central command and vertebral artery blood flow during static arm exercise in women. *J. Exerc. Sci.*, 21: 6-13, 2012.
- Sato, K., Ogoh, S., Hirasawa, A., Oue, A. and Sadamoto, T.: The distribution of blood flow in the carotid and vertebral arteries during dynamic exercise in humans. *J. Physiol.*, 589: 2847-2856, 2011.
- Oue, A., Hirasawa, A., Sato, K. and Sadamoto, T.: Relationship between superficial venous and arterial blood flow in the resting limb during static handgrip exercise in women. *J. Exerc. Sci.*, 21: 14-20, 2012.
- Miyazawa, T., Horiuchi, M., Ichikawa, D., Sato, K., Tanaka, N., Bailey, D.M. and Ogoh, S.: Kinetics of exercise-induced neural activation; interpretive dilemma of altered cerebral perfusion. *Exp. Physiol.*, 97: 219-227, 2012.
- Ogoh, S., Sato, K., Fisher, J.P., Seifert, T., Overgaard, M. and Secher, N.H.: The effect of phenylephrine on arterial and venous cerebral blood flow in healthy subjects. *Clin. Physiol. Funct. Imaging.*, 31: 445-451, 2011.
- Ogoh, S., Fisher, J.P., Young, C.N. and Fadel, P.J.: Impact of age on critical closing pressure of the cerebral circulation during dynamic exercise in humans. *Exp. Physiol.*, 96: 417-425, 2011.
- Akimoto, T., Sugawara, J., Ichikawa, D., Terada, N., Fadel, P.J. and Ogoh, S.: Enhanced open-loop but not closed-loop cardiac baroreflex sensitivity during orthostatic stress in humans. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 301: R1591-R1598, 2011.
- Bailey, D.M., Evans, K.A., McEneny, J., Young, J.S., Hullin, D.H., James, P.E., Ogoh, S., Ainslie, P.N., Lucchesi, C., Rockenbauer, A., Culcasi, M., Pietri, S. and Janigro, D.: Exercise-induced oxidative-nitrosative stress is associated with impaired dynamic cerebral autoregulation and blood-brain barrier leakage. *Exp. Physiol.*, 96: 1196-1201, 2011.
- Willie, C.K., Colino, F.L., Bailey, D.M., Tzeng, Y.C., Binsted, G., Jones, L.W., Haykowsky, M.J., Bellapart, J., Ogoh, S., Smith, K.J., Smirl, J.D., Day, T.A., Lucas, S.J., Eller, L.K. and Ainslie, P.N.: Utility of transcranial doppler ultrasound for the integrative assessment of cerebrovascular function. *J. Neurosci. Methods*, 196: 221-237, 2011.

内山有子, 片桐朝美, 加藤英世: 予防接種の現状と保護者の意識・認識に関する研究. 日本女子体育大学紀要, 42: 1-8, 2012.

田中哲郎, 石井博子, 内山有子: 年齢階級別にみた小児医療費の比較検討. 日本小児救急医学雑誌, 10: 386-393, 2011.

〈総説・報告書・資料など（査読なし）〉

定本朋子: 血液循環システムと運動. 特集『運動と心臓・血管』, 体育の科学, 62: 242-244, 2012.

定本朋子: 東京都競技力向上医・科学サポート事業における本学の取り組み. 特集『東京都競技力向上医・科学サポート事業』, J. Exerc. Sci., 21: 42-45, 2012.

佐藤耕平, 平澤 愛, 定本朋子: 高齢者の脳血流と配分比. 特集『高齢者の脳機能と運動』, 体育の科学, 62: 171-176, 2012.

佐藤耕平: 東京都スポーツ医・科学サポート報告—コントロールテストとコンディショニングサポートに関して—. 特集『東京都競技力向上医・科学サポート事業』, J. Exerc. Sci., 21: 51-59, 2012.

大上安奈, 定本朋子: 運動と容量血管—静脈コンプライアンスに関する研究の動向とその成果—. 特集『運動と心臓・血管』, 体育の科学, 62: 279-284, 2012.

佐伯徹郎: 「バネ」を使った走り方で、推進力が高まる！ランナーズ, 2012年1月号: 8-9, 2012.

佐伯徹郎: 体育大学の健康スポーツ関連授業におけるジョギング・フォーム改善の試み. 体育授業研究—大学の体育—, 女子体育, 12・1月号: 40-45, 2011.

佐伯徹郎: 7. 陸上競技におけるコンディション評価. 特集 スポーツ医科学分野におけるコンディション評価, 臨床スポーツ医学, 28: 861-866, 2011.

佐伯徹郎: 3. インターバルトレーニングを総合評価として考える. 特集 インターバルトレーニング, 月刊トレーニングジャーナル, 380: 20-22, 2011.

内山有子: 1. 周産期・新生児・乳児死亡率～8. 死産性比. 子どもの体と心 白書 2011, 子どものからだと心・連絡協議会 編, ブックハウスHD, pp. 58-67, 2011.

内山有子: 15. 学校災害(負傷・疾病). 子どもの体と心 白書 2011, 子どものからだと心・連絡協議会編, ブックハウスHD, pp. 106-109, 2011.

小河繁彦: 運動時の心拍出量と静脈還流. 特集『運動と心臓・血管』, 体育の科学, 62: 245-251, 2012.

〈書籍〉

佐藤耕平: 運動生理学 (呼吸・循環). スポーツ栄養ベーシック講習会テキスト, スポーツ栄養研究会 編, 2011.

佐伯徹郎: 2-4 走る時間を見つけよう. 第2章 走る準備はできていますか, ランニングリテラシー, ランニング学会編, 大修館書店, 2011.

内山有子: 20 応急手当の意義とその基本, 21 心肺蘇生法. 現代保健体育 改訂版指導ノート保健編, 大修館書店, pp. 172-187, 2012.

内山有子: 19 応急手当の意義と日常的に応急手当, 20 心肺蘇生法の原理と手順, 21 心肺蘇生法のおこない方. 最新保健体育 改訂版指導ノート保健編, 大修館書店, pp. 160-189, 2012.

内山有子: 第6章 健康及び安全の実施体制. 子どもの保健I, 志賀清悟 編, 光生館, pp. 129-143, 2012.

小河繁彦: スポーツ科学でわかる身体のしくみとトレーニング. 丸善, 2011.

〈学会発表〉

Sato, K., Hirasawa, A., Oue, A., Ogoh, S. and Sadamoto, T.: Heterogeneous cerebrovascular responses to dynamic exercise in anatomically distinct cerebral arteries. The 57th American College of Sports Medicine, USA, 2011.

Ooue, A., Naoi, N., Sato, K., Hirasawa, A. and Sadamoto, T.: The effect of muscle metaboreflex on the superficial venous vascular response of the inactive limb. The 16th Annual Congress of the European College of Sport Science, Liverpool, UK, 2011.

Hirasawa, A., Sato, K., Ooue, A., Nakamura, I. and Sadamoto, T.: Elevation blood flow in common carotid artery with aerobic fitness in elderly women. The 16th Annual Congress of the European College of Sport Science, Liverpool, UK, 2011.

Ogoh, S., Horiuchi, M., Miyazawa, T., Hirasawa, A., Oue, A. and Sato, K.: The response of cerebral oxygenation to dynamic exercise. The 57th American College of Sports Medicine, USA, 2011.

Sugawara, J., Komine, H., Miyazawa, T., Imai, T. and Ogoh, S.: Influences of regular resistance training on postexercise hypotension. The 57th American College of Sports Medicine, USA, 2011.

佐藤耕平, 平澤 愛, 宮澤大機, 小河繁彦: 起立ストレスに対する脳自己調節機能－内頸動脈と椎骨動脈との比較－. 第66回日本体力医学会大会, 山口, 2011.

佐藤耕平, Fisher, J., Secher, N.H., 小河繁彦: 起立ストレスに対する脳血流調節. 第25回呼吸研究会, 山口, 2011.

大上安奈, 直井菜々子, 平澤 愛, 佐藤耕平, 定本朋子: セントラルコマンドが静的運動時における非活動肢の表在性静脈血管応答に及ぼす影響. 第66回日本体力医学会大会, 山口, 2011.

平澤 愛, 佐藤耕平, 大上安奈, 定本朋子: 女性高齢者における脳血流量と体力レベルの関係性. 第62回日本体育学会大会, 鹿児島, 2011.

平澤 愛, 佐藤耕平, 大上安奈, 中村 泉, 定本朋子: 高齢期女性における総頸動脈血流量の経年的変化. 第66回日本体力医学会大会, 山口, 2011.

西村早苗, 大上安奈, 平澤 愛, 佐藤耕平, 岩館雅子, 定本朋子: 発揮張力と大脳皮質運動野周辺領域の酸素化動態からみた握力のグレーディング. 第66回日本体力医学会大会, 山口, 2011.

米谷茉里奈: 持久性トレーニングが運動時の脳血流動態へ及ぼす影響. 社団法人日本女子体育連盟 未来世代の研究発表会, 東京, 2012.

米谷茉里奈, 佐藤耕平, 大上安奈, 平澤 愛, 定本朋子: 4週間の持久性トレーニングが運動時の脳血流動態へ及ぼす影響. 第66回日本体力医学会大会, 山口, 2011.

佐伯徹郎: 女子中長距離走者のバネ能力に関する研究～実業団チームと大学チームの実践報

- 告～. 日本陸上競技学会第10回大会, 神奈川, 2011.
- 内山有子: 高校生のからだの仕組みや疾病に関する知識について. 第58回日本学校保健学会, 名古屋, 2011.
- 内山有子, 石井博子, 田中哲郎: 小児の不慮の事故による死亡の年次推移. 第70回日本公衆衛生学会, 秋田, 2011.
- 小河繁彦, 佐藤耕平, Fisher, J.P., Secher, N.H.: アドレナリン作動薬が動静脈脳血流量に及ぼす影響. 第66回日本体力医学会大会, 山口, 2011.
- 小河繁彦, 岡崎和伸, 中原秀英, 宮本忠吉: 起立ストレスによる中枢性呼吸反射変化のメカニズム. 第25回呼吸研究会, 山口, 2011.
- 小河繁彦, 宮澤太機, 堀内雅弘, 一川大輔, 佐藤耕平, Bailey, D.M.: 運動中における脳血流量増加の制限が脳代謝に及ぼす影響. 運動と循環研究会, 徳島, 2011.
- 堀内雅弘, Fadel, P., 小河繁彦: 複数筋活動時の各筋における機能的交感神経遮断. 第66回日本体力医学会大会, 山口, 2011.
- 一川大輔, 宮澤太機, 堀内雅弘, 小河繁彦: 持久性運動能力が脳自己調節機能に及ぼす影響: 起立耐性の違いから. 第66回日本体力医学会大会, 山口, 2011.
- 宮澤太機, 堀内雅弘, 一川大輔, 佐藤耕平, 田中尚樹, Damian, M.B., 小河繁彦: 運動による脳酸素化動態の変化は脳血流に依存する. 第66回日本体力医学会大会, 山口, 2011.
- 宮澤太機, 堀内雅弘, 小河繁彦: 運動時脳循環動態に及ぼす顔面冷却の影響. 第25回呼吸研究会, 徳島, 2011.

〈シンポジウム・セミナー等の講演〉

- 佐藤耕平: 活動筋以外への血流・その調節と意義 - 運動時の脳血流調節 -. 運動と循環研究会, 徳島, 2011.
- 小河繁彦: トレーニングと起立耐性: 循環調節機能から考える. 運動生理学会シンポジウム: 自律神経と循環～トレーニングで循環調節は変わるか～, 徳島, 2011.

日本女子体育大学体育学部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300 words）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、ワードプロセッサーの場合は横書き（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. 文献の記載は以下を行う。
 - 1) 本文中の引用は、引用箇所後に（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、本文の最後に一括する。（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。

付 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

日本女子体育大学体育学部附属基礎体力研究所紀要編集委員会規程

1. 日本女子体育大学体育学部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ヵ年とし、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。

付 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

2012年度 研究所紀要編集委員会

委員長：定本 朋子

委員：佐藤 耕平

編集幹事：大上 安奈

2012年度 研究所スタッフ

研究所所長（兼任）：定本 朋子

准教授：佐藤 耕平

助教：大上 安奈

技術職員：米谷茉里奈

事務局長：甲斐 律子

事務員：土井美由紀

兼任研究員：夏井 裕明（日本女子体育大学）

佐伯 徹郎（日本女子体育大学）

客員研究員：小河 繁彦（東洋大学）

2012年度 研究所運営会議メンバー

定本 朋子，中村 泉，坂本 秀子，佐伯 徹郎，中道 直子，佐藤 耕平

日本女子体育大学附属基礎体力研究所紀要

Journal of Exercise Science Vol. 22

平成 25 年 3 月 1 日 印刷

平成 25 年 3 月 31 日 発行

発行者 定本 朋子

印刷所 有限会社ナツプ

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