

東海大学

第10号 スポーツ医科学雑誌

1998

The Tokai Journal of Sports Medical Science

東海大学スポーツ医科学研究所



イラスト 東 恵子

スポーツ医科学研究所10周年を迎えて

岩垣丞恒 7

【研究論文】

大学運動部新入生に対する運動負荷テスト (Ⅶ)

—— 1986年度から1997年度の女子新入生の身体的特徴と心電図について ——

三田信孝・三神美和・成田明彦・堀江 繁・平岡秀雄
田村修治・白瀬英春・中西英敏・恩田哲也・寺尾 保 11

大学サッカー選手における現在の競技生活に支障をきたしている障害と
その発生学年

内山秀一・加藤 譲・今川正浩・宇野 勝 18

筋紡錘の安静時活動について

宮崎誠司・岩瀬 敏・間野忠明・中村 豊・福田宏明 24

反復性膝蓋骨脱臼症の運動療法効果

増田芳之・山下隆司・安里 隆・石田 暉 29

前十字靱帯再建術後の筋力回復の検討

平澤直樹・神内拓行・南谷 晶・豊倉 稜・石田 暉 35

バレーボール選手の手関節の弛緩に関する研究

相羽達弥・戸松泰介・菊川久夫・宮崎誠司
福田宏明・中村 豊・康井義明・森山裕幸 43

トレーニング講習会における意識調査

恩田哲也・有賀誠司・寺尾 保・中村 豊・宮崎誠司・橋本敏明・湯浅康弘 48

柔道における動揺性膝関節のMRI所見について

中村 豊・戸松泰介・宮崎誠司 56

柔道競技におけるトレーニング方法に関する研究

—— 一流男子柔道選手の階級増を目的としたトレーニングの実践例とその効果 ——

有賀誠司・寺尾 保・中村 豊・恩田哲也・山下泰裕
中西英敏・佐藤宣践・白瀬英春・橋本敏明・古谷嘉邦 60

走者応答型トレーニングシステムによる最大酸素摂取量の検討

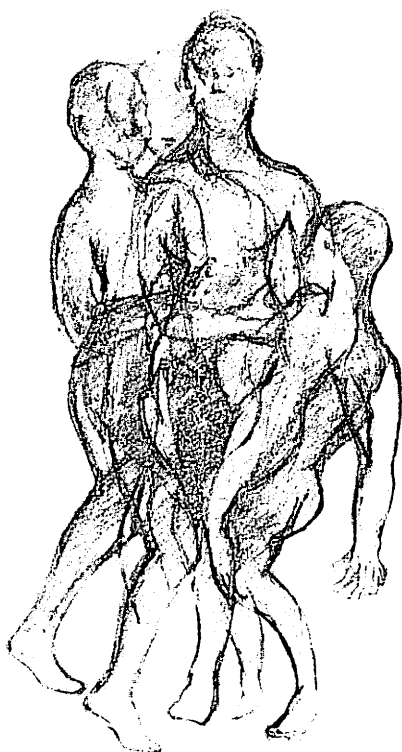
寺尾 保・中村 豊・恩田哲也・有賀誠司・齋藤 勝 71

スポーツ医科学研究所所報

77

編集後記

83



スポーツ医科学研究所十周年を迎えて

スポーツ医科学研究所所長

岩垣永恒

スポーツ医科学研究所は、今年度で10周年を迎えることになる。初年度より発刊してきた『スポーツ医科学研究所紀要』も10巻を迎える。10年を迎える研究所ともなると、研究の方向も定まり、学際的交流も深まり、スポーツ医学に関する問題解決が大きく推進され、少なくとも日本では中核的役割をもつと共に世界的発展を遂げる可能性を秘めている。所員、研究員の組織構成をみると、多分世界的に発展可能な布陣といっても過言ではない。

しかし、研究所が設立されたのは1995年であるので、実際には3年とすることになる。研究所設立後、現体育学部長の齋藤 勝所長が兼任することになり、15号館全体（地下トレーニング施設、健康管理センター、5階リハビリテーション、6階コンピューター室、7階、8階の実験室、研究室）の所長構成が打ち出された。低圧室での高所トレーニング、情報ネットワーク構想、トレーニングセンター講習会、リハビリテーション講習会などが開催され、現在も継続されている。

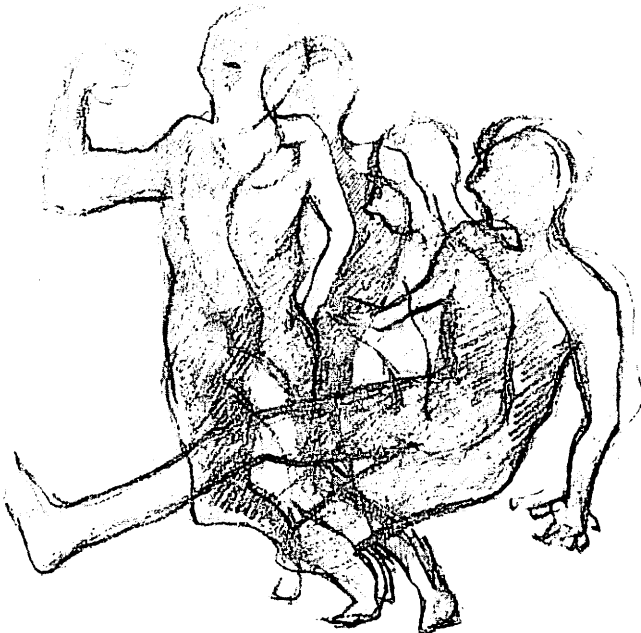
1997年に1年ということで、私が所長を兼務することとなり、専任研究員と現状について話し合う機会を何度かもった。各研究室、実験室をすべて見回してみると外見上は立派な箱となっているが、各研究室がすべて未完成であった。水道管、ガス管、排水管がそのままのむき出し状態にあった。このような研究環境を必要としない研究では、研究活動を推進できる。しかし、一般的には実験をとまなう研究推進は不可能な所員、研究員がいることがわかる。そこで、ひとつずつの研究室、実験室でもよい。研究ができる環境整備の必要を痛感した。

新しいものでなくてもよい。利用できる研究設備、備品、機器については、管財課を通じて、整備してみた。現在見掛け上は実験室の整備はされてきたが、ガス管、水道管、排水管、流しの整備がすべての実験室で残っている。研究所はできたが、研究活動の停滞している原因がここにあると考えている。しかし、研究は単に、研究環境のみに依存している訳ではない。研究を始めることがその道を開いてくれる。

前所長より引き続き『東京箱根間学生駅伝競走に関する研究』をテーマに現在研究を推進してきている。学際的研究ということでは、ご本人が実際にトレーニングをされている山村教授（医学部）、馬場助教授（体育学部）に加わってもらい研究の組織的推進を計画し、これから新

しい注目されるべき研究の推進がされるはずである。このような学際的研究は、研究員並びに所員それぞれを中心に相互に成立しつつあり、その基盤が形成されつつある時期と思っている。このような研究活動の継続が新しい研究分野の開拓や、思いがけない発見を生む機会となる。

これらの期待される普遍的成果は単にスポーツ選手に限定される利益を生むだけでなく、人類の健康・体力に大きく貢献する結果となることは、これまでの歴史的成果の教訓である。将来の高齢化、少子化に対する不安を取り除くことのできる研究成果やその普及ができるほどの発展を祈っている。



研 究 論 文

●大学運動部新入生に対する運動負荷テスト (Ⅶ)

—— 1986年度から1997年度の女子新入生の身体的特徴と心電図について ——

●大学サッカー選手における現在の競技生活に支障をきたしている 障害とその発生学年

●筋紡錘の安静時活動について

●反復性膝蓋骨脱臼症の運動療法効果

●前十字靭帯再建術後の筋力回復の検討

●バレーボール選手の手関節の弛緩に関する研究

●トレーニング講習会における意識調査

●柔道における動揺性膝関節のMRI所見について

●柔道競技におけるトレーニング方法に関する研究

—— 一流男子柔道選手の階級増を目的としたトレーニングの実践例とその効果 ——

●走者応答型トレーニングシステムによる最大酸素摂取量の検討

大学運動部新入生に対する 運動負荷テスト (Ⅶ)

—1986年度から1997年度の女子新入生の
身体的特徴と心電図について—

三田信孝 (体育学部社会体育学科) 三神美和 (静岡日赤病院)
成田明彦 (体育学部体育学科) 堀江 繁 (体育学部社会体育学科)
平岡秀雄 (体育学部体育学科) 田村修治 (体育学部体育学科)
白瀬英春 (体育学部武道学科) 中西英敏 (体育学部武道学科)
恩田哲也 (スポーツ医科学研究所) 寺尾 保 (スポーツ医科学研究所)

Exercise test for freshmen of athletic clubs in a University (Ⅶ)

—Physical characteristics and ECG for first year University students of female from 1986 to 1997—

Nobutaka MITA, Yoshikazu MIKAMI,
Akihiko NARITA, Shigeru HORIE,
Hideo HIRAOKA, Shuji TAMURA,
Hideharu SHIRASE, Hideroshi NAKANISHI,
Tetsuya ONDA and Tamotsu TERAOKA

Abstract

The purpose of this study was to define characteristics and variants of freshmen from athletic clubs in one University from 1986 to 1997 in regard to ECG ; resting, controlled, graded, exercise testing by bicycle ergometer. The subjects were 229 female first year University students. One group was 112 Volleyball club members. The other three groups consisted of 53 of Handball players, 47 of badminton players and 17 of judo competitors.

The following results were obtained.

1. Morphological characteristics of the subjects were compared with an average person of the same age. Comparatively, their height was high, and weight was heavy. The percentage of body fat was low. However, the body fat percentage of handball players compared with other subjects of the study was high.
2. 158(69.0%) of ECG tracings were within normal limits.
3. ECG diagnosis of sinus bradycardia was seen in 26 (11.4%) of the athletes.
4. ECG diagnosis of sinus arrhythmia was seen in 15 (6.6%) of the athletes.
5. ECG diagnosis of early repolarization was seen in 7 (3.1%) of the athletes.
6. ECG diagnosis of 1° AV block was seen in 7 (3.1%) of the athletes.
7. ECG diagnosis of ventricular premature contraction (VPC) was seen in 6 (2.6%) of the athletes.

8. ECG diagnosis of supraventricular premature contraction (SVPC) was seen in 5 (2.2%) of the athletes.
9. ECG diagnosis of incomplete right bundle branch block (IRBBB) was seen in 3 (1.3%) of the athletes.
10. ECG diagnosis of coronary sinus rhythm was seen in 2 (0.9%) of the athletes.
11. ECG diagnosis of clock wise rotation was seen in 2 (0.9%) of the athletes.

I. はじめに

大学に入学して体育会系クラブへ入りスポーツ活動をしようとする新入生は、その多くが小学・中学・高校と長年にわたって激しいトレーニングやスポーツ活動を行ってきている。しかし、長年スポーツ活動を行ってきていて、特に問題が起きていないから今後もスポーツ活動は安心であると言うわけには行かない。現実には、スポーツ選手の活動中の突然死などの事故も報告¹⁰⁾されており、スポーツ選手の定期的なメディカルチェックが必要であることは周知の事実である。突然死の死因の8割は、心臓血管系の疾患によるもので、その半数は急性の心不全であったと言う報告¹²⁾もある。

本学の運動部と体育学部に入ってくる学生に対しては、定期健康診断に加えて安静時心電図検査が実施されている。しかし、安静時心電図のみでは、潜在性の心疾患までは、十分に把握出来ない。そこで、1986年度より、大学付属病院に協力を依頼して、いくつかのクラブに関して、新入生の安静時及び運動負荷時の心電図撮影を実施してきている。その結果、男子学生については、1992年度までの549例について運動負荷心電図と形態的特徴などを報告³⁾⁴⁾⁵⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾している。女子学生については、1990年度までの85例について報告⁶⁾している。それによると正常範囲内の者が男子学生においては50.4%、女子学生においては65.4%であった。それ以外の者は、何らかの所見が認められ、多くはスポーツ心臓を示唆する所見であった。しかし、運動負荷時に心室性期外収縮などの不整脈が認められ、その後の経過観察を必要とする学生も認められている。

本研究は、その後も引き続き行われた新入生に対する運動負荷心電図結果についてみたものである。対象は1986年度から1997年度までの11年間の女子学生について、運動負荷心電図と形態的な特徴について検討した。

II. 方 法

1. 対象者

対象者は、東海大学運動クラブ健康管理研究会(THCSC)に所属している運動クラブの1986年度から1997年度女子新入生229名である。各クラブの受診状況を表1に示した。初年度から測定しているクラブは、バレーボール、バドミントン、ハンドボールである。バレーボール部員が全体の約半数を占めている。柔道部員は、1990年度から参加しているため人数が17名であった。また、1993年度には、ボート部員が1名参加したが、今回は検討していない。

表1 各クラブ別にみた被験者の内訳
Table 1 Number of subjects by each sports club

	Volleyball	Badminton	Handball	Judo	Total
1986	12	1	4	—	17
1987	10	3	1	—	14
1988	16	2	6	—	24
1989	8	3	3	—	14
1990	6	4	5	1	16
1991	9	6	6	2	23
1992	8	5	6	2	21
1993	12	3	6	1	22
1994	6	5	4	3	18
1995	8	5	3	3	19
1996	8	5	5	3	21
1997	9	5	4	2	20
Total	112	47	53	17	229

2. 運動負荷

運動負荷は、自転車エルゴメーターによる毎分50回転のペダリングによる漸増負荷である。1992年度まではモナーク社製（818E）、竹井社製（アクティブ10）エルゴメーターを使用した。1993年度からはコンビ社製（エアロビック・エクササイズ・エルゴメーター）を使用した。負荷強度は、3分毎に心拍数に対応させて負荷強度を増加させるYMCA法を第3段階まで行わせ、その後は3分毎に150kgm/分ずつ増加させて運動を行わせた。第3段階以後は、負荷強度を被験者の脚力に応じて、ペダリングの回転数を50から60回転/分に増加させて変化させた場合もある。目標心拍数に達した時点で運動を中止し、その後は座位にて10分間の回復過程を観察した。運動時の目標心拍数は、各被験者の予測最大心拍数（ $220 - \text{年齢}$ ）の約85%とした。今回の被験者の目標心拍数は、約170拍/分であった。

3. 心電図撮影

心電図は、我々が従来から行ってきた方法²⁾にて、標準12誘導を安静時、運動負荷時、運動後の回復過程に1分毎に記録した。特定誘導として、II、aVF、V₅誘導を常時記録し、その変化を観察した。被験者は、約30分間仰臥位にて安静にした後、安静時撮影を行った。運動負荷中、運動後の回復時は座位で記録した。心電図変化は日本光電工業社製プログラム心電計ECG-6206（1992年度まで）、多用途心電図解析装置PEC-1320（1993年度から）にて、心拍数、STレベル、STスロープの解析をした。加えて、1991年度以降各被験者の大学入学以前の心電図撮影の実施状況を調査した。

4. 形態測定

各被験者の利き腕側の上腕背部、肩甲骨下部、大腿部前面、腸骨稜上部の皮下脂肪厚を榮研式皮脂厚計（キャリパー型）を用いて、それぞれ3回の測定を行い平均値を求めた。上腕背部、肩甲骨下部の合計値から体密度法により、体脂肪率を推定した。体重はデジタル体重計（A & D社製）に

より、着衣を考慮して50g単位まで測定した。

5. 最大酸素摂取量の推定、安静時血圧

各被験者の各段階における運動負荷と、その強度における3分目の心拍数からオストランド法¹⁾を用いて、体重1kg当たりの最大酸素摂取量を推定した。

安静時血圧は、被験者の安静状態確認のためにデジタル自動血圧計HEM-90P（オムロン社製）を用いて、安静時に3回測定し平均値を求めた。

Ⅲ. 結果及び考察

1. 身体的特徴

今回の被験者229名について、各クラブ平均値と標準偏差を表2に示した。今回の被験者中体育学部以外の者は20名（8.7%）であった。

年齢は新入生を対象に4月から6月にかけて負荷心電図を行っているため、全体の平均は 18.2 ± 0.5 歳であった。

身長は全体の平均が 164.5 ± 6.3 cmであった。同年代の平均値¹³⁾（18歳、 157.9 ± 5.0 cm）と比較すると高い傾向が認められた。クラブ別にみると、バレーボールが最も身長が高く平均が 167.9 ± 5.5 cm、次いでハンドボールが 163.4 ± 4.4 cm、柔道が 161.0 ± 4.4 cm、バドミントンが 158.6 ± 5.2 cmの順であった。柔道はバレーボールと0.1%水準の危険率で有意な差が認められたが、ハンドボール、バドミントンとは有意な差が認められなかった。他の種目間では、それぞれ0.1%水準の危険率で有意な差が認められた。

体重は、全体の平均が 60.5 ± 6.3 kgであった。同年代の平均値¹³⁾（18歳、 52.3 ± 5.7 kg）と比較して、身長が高い分、体重も重いことが認められた。クラブ別にみると、柔道が 63.3 ± 8.7 kgと最も重く、次いでバレーボールが 62.9 ± 5.0 kg、ハンドボールが 58.9 ± 4.7 kg、バドミントンが 55.3 ± 5.9 kgの順であった。バレーボールと柔道の間には有意な差が認められなかったが、ハンドボール

表2 各クラブ別にみた被験者の身体的特徴

Table 2 Physical characteristics of subjects by each sports club

	Volleyball	Badminton	Handball	Judo	Total
Number of Subjects	112	47	53	17	229
Age(years)	18.2 ± 0.7	18.1 ± 0.4	18.2 ± 0.4	18.2 ± 0.4	18.2 ± 0.5
Height(cm)	167.9 ± 5.5	158.6 ± 5.2	163.4 ± 4.4	161.0 ± 4.4	164.5 ± 6.3
Weight(kg)	62.9 ± 5.0	55.3 ± 5.9	58.9 ± 4.7	63.3 ± 8.7	60.5 ± 6.3
Skinfold Triceps(mm)	13.7 ± 3.2	14.3 ± 4.3	16.0 ± 4.2	13.3 ± 4.0	14.3 ± 3.9
Skinfold Subscapula(mm)	12.3 ± 3.4	12.7 3.6	13.6 ± 3.4	15.1 ± 5.5	12.9 ± 3.8
Skinfold Suprailiac(mm)	10.8 ± 4.0	12.5 ± 4.0	13.9 ± 5.0	12.8 ± 4.9	12.1 ± 4.5
Skinfold Thigh(mm)	13.8 ± 4.2	13.7 ± 2.6	13.6 ± 2.1	14.0 ± 3.2	13.7 ± 3.3
Percent Fat(%)	19.3 ± 3.0	19.7 ± 4.1	21.6 ± 4.0	20.2 ± 4.4	20.0 ± 3.8
Fat(kg)	12.2 ± 2.4	11.0 ± 3.2	12.8 ± 3.0	13.0 ± 4.6	12.1 ± 3.1
Lean Body Weight(kg)	50.8 ± 3.7	44.2 ± 3.8	46.0 ± 3.5	50.2 ± 5.0	48.2 ± 4.7
Rest H.R.(B/min)	64.6 ± 9.4	64.7 ± 9.4	67.8 ± 10.3	60.9 ± 12.7	65.0 ± 10.0
Systolic Blood Pressure(mmHg)	109.9 ± 8.9	104.4 ± 9.6	104.0 ± 8.7	105.4 ± 8.9	107.1 ± 9.4
Diastolic Blood Pressure(mmHg)	61.0 ± 9.1	62.9 ± 8.8	60.6 ± 8.4	61.7 ± 7.6	61.3 ± 8.8
VO ₂ max(ml/kg/min)	59.6 ± 8.8	63.5 ± 7.3	52.5 ± 7.4	59.9 ± 7.3	58.7 ± 8.9

と柔道が1%水準で、他の種目間では、それぞれ0.1%水準の危険率で有意な差が認められた。

皮下脂肪厚について、上腕背部では全体の平均が 14.3 ± 3.9 mmであった。同年代の平均値¹³⁾ (18歳、17.5mm) よりも少ない傾向が認められた。クラブ別にみると、ハンドボールが最も厚く 16.0 ± 4.2 mmであり、次いでバドミントンが 14.3 ± 4.3 mm、バレーボールが 13.7 ± 3.2 mm、柔道が 13.3 ± 4.0 mmであった。バレーボールとハンドボールは0.1%、ハンドボールと柔道は、3%水準の危険率で有意な差が認められた。他の種目間では有意な差は認められなかった。

肩甲骨下部の皮下脂肪厚は、全体の平均が 12.9 ± 3.8 mmであった。同年代の平均値¹³⁾ 18歳、17.2mm) よりも少ない傾向が認められた。クラブ別にみると、柔道が 15.1 ± 5.5 mmと最も厚く、

次いでハンドボールが 13.6 ± 3.4 mm、バドミントンが 12.7 ± 3.6 mm、バレーボールが 12.3 ± 3.4 mmの順であった。柔道はバドミントンと5%、バレーボールと1%の危険率で有意な差が認められた。バレーボールはハンドボールと3%の危険率で有意な差が認められた。

腸骨稜上部(側腹部)の皮下脂肪厚は、全体の平均が 12.1 ± 4.5 mmであった。クラブ別でみると、ハンドボールが 13.9 ± 5.0 mmと最も厚く、次いで柔道が 12.8 ± 4.9 mm、バドミントンが 12.5 ± 4.0 mm、バレーボールが 10.8 ± 4.0 mmの順であった。バレーボールは、バドミントン、ハンドボールとそれぞれ5%、0.1%水準の危険率で有意な差が認められた。

大腿部(前部)皮下脂肪厚は、全体の平均が 13.7 ± 3.3 mmであった。クラブ別でみると、柔道

が $14.0 \pm 3.2\text{mm}$ と最も厚く、次いでバレーボールが $13.8 \pm 4.2\text{mm}$ 、バドミントンが $13.7 \pm 2.6\text{mm}$ 、ハンドボールが $13.6 \pm 2.1\text{mm}$ であった。大腿部皮下脂肪厚について、各種目間の有意な差は認められなかった。

体脂肪率は、全体の平均が $20.0 \pm 3.8\%$ であった。クラブ別でみると、ハンドボールが $21.6 \pm 4.0\%$ と最も高く、次いで柔道が $20.2 \pm 4.4\%$ 、バドミントンが $19.7 \pm 4.1\%$ 、バレーボールが $19.3 \pm 3.0\%$ の順であった。ハンドボールは、バドミントンと 5% 、バレーボールと 0.1% の危険率で有意な差が認められた。

体脂肪量は、全体の平均が $12.1 \pm 3.1\text{kg}$ であった。クラブ別では、柔道が $13.0 \pm 4.6\text{kg}$ で最も多く、次いでハンドボールが $12.8 \pm 3.0\text{kg}$ 、バレーボールが $12.2 \pm 2.4\text{kg}$ 、バドミントンが $11.0 \pm 3.2\text{kg}$ であった。

除脂肪体重は、全体の平均が $48.2 \pm 4.7\text{kg}$ であった。クラブ別では、バレーボールが $50.8 \pm 3.7\text{kg}$ と最も多く、次いで柔道が $50.2 \pm 5.0\text{kg}$ 、ハンドボールが $46.0 \pm 3.5\text{kg}$ 、バドミントンが $44.2 \pm 3.8\text{kg}$ の順であった。

安静時心拍数は、全体の平均が $65.0 \pm 10.0\text{拍/分}$ であった。クラブ別でみると、ハンドボールが $67.8 \pm 10.3\text{拍/分}$ と最も高く、次いでバレーボールが $64.6 \pm 9.4\text{拍/分}$ 、バドミントンが $64.7 \pm 9.4\text{拍/分}$ 、柔道が $60.9 \pm 12.7\text{拍/分}$ であった。ハンドボールは、バドミントン、柔道、バレーボールと 5% の危険率で有意な差が認められた。

安静時血圧は、収縮期血圧が全体の平均で $107.1 \pm 9.4\text{mmHg}$ であった。クラブ別ではバレーボールが $109.9 \pm 8.9\text{mmHg}$ で最も高く、次いで柔道が $105.4 \pm 8.9\text{mmHg}$ 、バドミントンが 104.4 ± 9.6 、ハンドボールが 104.0 ± 8.7 の順であった。バレーボールはバドミントンとハンドボールと 0.1% の危険率で有意な差が認められた。拡張期血圧は、全体の平均が $61.3 \pm 8.8\text{mmHg}$ であった。クラブ別では、バドミントンが $62.9 \pm 8.8\text{mmHg}$ と最も高く、次いで柔道が $61.7 \pm 7.6\text{mmHg}$ 、バレーボールが $61.0 \pm 9.1\text{mmHg}$ 、ハンドボールが $60.6 \pm$

8.4mmHg であった。拡張期血圧は各種目間で有意な差が認められなかった。

最大酸素摂取量（体重 1kg 当たり）は、全体の平均が $58.7 \pm 8.9\text{ml/kg/分}$ であった。クラブ別ではバドミントンが $63.5 \pm 7.3\text{ml/kg/分}$ と最も高く、次いで柔道が $59.9 \pm 7.3\text{ml/kg/分}$ 、バレーボールが $59.6 \pm 8.8\text{ml/kg/分}$ 、ハンドボールが $52.5 \pm 7.4\text{ml/kg/分}$ の順であった。バドミントンはバレーボール、柔道と 5% 、ハンドボールと 1% 水準の危険率で有意に高く、ハンドボールはバレーボール、柔道と 0.1% 水準の危険率で有意に低いことが認められた。

形態的な特徴としては、全体に同年代の女性と比較して、身長が高く、体重も重い、体脂肪率は低めであることが認められた。クラブ別では、バドミントンの身長は同年代の女性と同じくらいであるが、体重は重く、体脂肪率は少ない傾向にあった。バレーボールは身長が約 10cm 高く、体重も約 10kg 重い、体脂肪率は最も少なかった。ハンドボールは身長がやや高く、体重も重い傾向にあり、体脂肪率が高い傾向にあった。柔道は身長は、同年代の女性よりやや高いが、体重は 10kg 以上も重い。しかし、体脂肪率はハンドボールよりも少なく、筋肉の発達により体重が重い事が認められた。

呼吸循環機能関係の特徴は、最大酸素摂取量は、バドミントンが他の種目よりも多く、全身持久性能力が高い事が推察される。一方、ハンドボールはこれらの種目の中では、最大酸素摂取量が少なく、スピードやパワー等が必要とされる種目の競技特性によるものである事が考えられる。

本研究では新入生を対象として入学後の早い時期から測定をしているので、対象者の入学前の活動状態を示唆しているとも考えられる。1996年度と1997年度対象者の中、高校時代のベスト体重との差を調査してみると、回答のあった39名中6名（ 15.4% ）が $1 \sim 2\text{kg}$ 減少、4名（ 10.3% ）が変化無し、29名（ 74.3% ）が増加したと言う結果であった。増加量の最大は、 9kg 、最小は 1kg 、平均と標準偏差は、 $4.1 \pm 1.7\text{kg}$ であった。増加し

た者の多くは3～5 kg増えており、入学後間もないことからトレーニングによる筋肉の増加よりは、入学前の運動不足による脂肪量増加によるものと考えられる。柔道においては、全員が変化無し、あるいは減量であり、体重の階級がある運動種目の特徴が認められた。

2. 心電図

表3に1986年度から1997年度までの229名の心電図結果を示した。前報¹⁾では、正常範囲内の者が81名中53名(65.4%)であったが、その後の追加分を合わせた結果、229名中158名(69.0%)が正常範囲内であった。正常範囲内以外の者には、複数診断名12例を含んでいる。

何らかの所見があった者について、不整脈及び伝導障害では、洞性徐脈が26名(11.4%)と最も多く、次いで、洞性不整脈が15名(6.6%)、I°房室ブロックが各7名(3.1%)、心室性期外収縮が6名(2.6%)、上室性期外収縮が5名(2.2%)、不完全右脚ブロックが3名(1.3%)、冠動脈洞調律が2名(0.9%)、II°房室ブロックが1名(0.4%)等

であった。心室性期外収縮者には、ホルター心電図による検査が必要であるとされた者が2名いた。

心電図波形の変化としては、早期再分極が7名(3.1%)と最も多く、次いで時計回り回転が2名(0.9%)、反時計回転が1名(0.4%)等であった。

クラブ別の特徴としては、柔道が17名中7名が異常所見者であり、その全てが洞性徐脈であった。

一般的にスポーツマンに最もよく見られる所見として、洞性徐脈があげられ50%以上に認められるという報告¹²⁾もあり、本研究においても最も多い所見であった。その他の所見としては、洞性不整脈、I°房室ブロック、II°房室ブロックなどがあげられる。不完全右脚ブロックは、スポーツマンにしばしば見られる所見である(13.4%)¹³⁾とされている。今回の被験者においては1.3%とそれよりも少なかった。一方、完全右脚ブロック、心房細動は、スポーツマンに希である。日常定期的に運動を行っている一般人の安静時不整脈のうち、上室性期外収縮あるいは心室性期外収縮は、女性で0.51%であったとの報告¹⁴⁾があるが、今回の被験者においては、それよりも高い割合で認められた。また、ロサンゼルス・オリンピック参加の日本選手の報告¹⁵⁾では、約8.9%であったとされているが、それよりは少ない割合であった。

運動負荷によって安静時には認められなかった所見が出現したものとしては、運動負荷時に心室性期外収縮が1名、上室性期外収縮が2名、STの水平低下が1名であった。運動後に認められた所見としては、心室性期外収縮が4名であった。このうちST低下者と心室性期外収縮者2名がホルター心電計などの精密検査が必要であると判定された。運動負荷によって、運動時あるいは運動後に8名(3.5%)の所見が出現している事からも、スポーツ選手に対する負荷心電図撮影は、是非必要である事が再認識された。

表3 標準12誘導における心電図結果

Table 3 ECG variations on standard 12 lead

EVG variations	1986～1997
Within Normal Limited	158(69.0%)
Early Repolarization	7(3.1%)
Ventricular Premature Contraction	6(2.6%)
Supraventricular Premature Contraction	5(2.2%)
Left Ventricular Hypertrophy	-
Coronary Sinus Rhythm	2(0.9%)
Sinus Bradycardia	26(11.4%)
Sinus Arrhythmia	15(6.6%)
Incomplete Right Bundle Branch Block	3(1.3%)
Complete Right Bundle BranchBlock	-
I° AV Block	7(3.1%)
II° AV Block	1(0.4%)
Ectopic Pacemaker	-
Counter ClockWise Rotation	1(0.4%)
Clock Wise Rotation	2(0.9%)
High Voltage T Wave	-
Poor R Wave progression	1(0.4%)
Other (U wave, etc.)	11(4.8%)
Total	244

※正常範囲内以外は複数診断名12例を含む。

Ⅳ. ま と め

1986年度から1997年度の大学運動部新入生(女

子229名)に対して、安静時及び運動負荷心電図撮影を行い、形態的な特徴及び心電図について検討した。その結果以下のような成績を得た。

1. 形態的特徴に関しては、同年代の女性と比較して、身長、体重が多く、体脂肪率は少なかった。ハンドボールの体脂肪率は、他のクラブと比較して高かった。
2. 心電図上で158名(69.0%)は正常範囲内であった。
3. 洞性徐脈は26名(11.4%)認められた。
4. 洞性不整脈は15名(6.6%)認められた。
5. 早期再分極は7名(3.1%)認められた。
6. I°房室ブロックは7名(3.1%)認められた。
7. 心室性期外収縮は6名(2.6%)認められた。
8. 上室性期外収縮は5名(2.2%)認められた。
9. 不完全右脚ブロックは3名(1.3%)認められた。
10. 冠状動脈洞調律は2名(0.9%)認められた。
11. 時計回転は2名(0.9%)認められた。

以上のような事が認められた。この11年間の4クラブ、延べ229名の結果であったが、このような負荷心電図を実施していないクラブも多く、より安全にスポーツ活動を行っていくためにも、今後も継続して、より多くのクラブの新入生について検討する必要があると考えられる。

なお、本研究は東海大学運動クラブ健康管理研究会所属クラブの監督、及び医学部付属病院の協力によるものである。

参考文献

- 1) 稲垣義明、宇佐美暢久：エルゴメトリー—エルゴメーター負荷試験による心臓病診断、新興医学出版社、1980
- 2) 中野昭一、三田信孝、森山安弘：運動負荷中における心機能監視の方法—ST segment level, ST slopeの継時的測定、東海大学紀要体育学部、第8輯：127-133、1978
- 3) 三田信孝、田村修治、内藤堅志、並木和彦、三神美和、荒川正一、寺尾保、山並義孝、中野昭一：男子大学スポーツ選手の運動負荷テスト心電

図所見と形態的特徴—高身長・高体重者にみられた心電図異常について、東海大学スポーツ医科学雑誌、第7号：66-74、1995

- 4) 三田信孝、寺尾保、荒川正一、中野昭一：大学運動部新入生に対する運動負荷テスト(VI)—1992年度報告と1987年度からの男子学生の心電図について、東海大学スポーツ医科学雑誌、第6号：62-72、1994
- 5) 三田信孝、今川正浩、成田明彦、堀江繁、三神美和、寺尾保、荒川正一、中野昭一：大学運動部新入生に対する運動負荷テスト(V)—1991年度報告、東海大学スポーツ医科学雑誌第5号、50-57、1993
- 6) 三田信孝、寺尾保、荒川正一、中野昭一：大学運動部新入生に対する運動負荷テスト(IV)—1990年度報告1986年度からの女子新入生の身体的特徴と心電図について、東海大学スポーツ医科学雑誌、第4号、52-59、1992
- 7) 三田信孝、寺尾保、荒川正一、中野昭一：大学運動部新入生に対する運動負荷テスト(III)—1989年度報告と柔道選手の身体的特徴と心電図について、東海大学スポーツ医科学雑誌、第3号、36-43、1991
- 8) 三田信孝、寺尾保、荒川正一、中野昭一：大学運動部新入生に対する運動負荷テスト(II)—1988年度報告と心室性期外収縮者の身体的特徴、東海大学スポーツ医科学雑誌、第2号：41-47、1990
- 9) 三田信孝、長谷川聖修、積山和明、今村修、寺尾保、加藤達郎、本間隆夫、荒川正一、小村渡岐磨、齋藤勝、中野昭一：大学運動部新入生に対する運動負荷テスト、一身体的特徴と安静時及び運動中の心電図について、東海大学スポーツ医科学雑誌、第1号：39-45、1989
- 10) 村山正博：運動と突然死—その予防と対策、文光堂、1990
- 11) 村山正博、小堀悦孝、坂本静男、川原貴：スポーツのための心電図メディカルチェック、文光堂、1987
- 12) 高津光洋：スポーツ中の突然死、体力科学、40、501-505、1991
- 13) 東京都立大学体育学研究室：日本人の体力標準値第4版、不昧堂、1989

大学サッカー選手における現在の 競技生活に支障をきたしている障害と その発生学年

内山秀一 (体育学部体育学科) 加藤 譲 (体育学研究科)
今川正浩 (体育学部体育学科) 宇野 勝 (体育学部体育学科)

Injuries and injured grade that hinder the present activities in
university soccer players

Shuichi UCHIYAMA, Joe KATO,
Masahiro IMAGAWA and Masaru UNO

Abstract

The purpose of this investigation was to evaluate injuries and injured grade that hinder the present activities of university soccer players. A hundred forty eight TOKAI university students, mean age 19.7 yrs, were investigated by questionnaire. The age that began soccer was in a lower grades (6-9 yrs) 86.5%, then all player were made a specialty of soccer before a junior high school (13 yrs) over 90%. The number of days on practice of soccer were over 6 days per a week, and time of practice was 2.5-3 hour per day in a junior high school and high school period. The experiences of injuries were about 56% in a grade school, 74.3% in a junior high school and 87.8% in a high school period. The most injuries were ankle, then injuries of ankle, knee and lower back were come up to over 65% players. Age of injuries that hinder the present activities were about 15-20% in a grade school, 24.8% in a junior high school and 49.6% in a high school period. Injuries that hinder the present activities were ankle ligament injury, osgood-schlatter disease (knee), hernia of intervertebral disk and pain in the lower back. These results suggest that specialty of sports was decided so early, practice time was long and many injuries in growing period in japanese university soccer player. It is possible to occur the imbalance of growth in these situations. Accordingly, it should be considered quality and quantity of sports in growing period and treatment of the injury.

Key Word: Soccer player, growth, injury

I. 緒 言

発育期の適度な運動やスポーツ活動は心身の健全な発育を促す刺激となる反面、過度な運動やスポーツ活動はさまざまな障害を招き、発育を阻害

する可能性も含んでいる。過度なスポーツ活動は、急性や慢性の障害及び外傷や精神的障害（バーンアウト現象など）をもたらし、日常生活に支障をきたす場合もある^{3,6)}。

近年、子ども達の体力が低下しているとされる一方で³⁾、それぞれのスポーツ種目において各学年層での全国大会が開催されるなど、競技スポー

ツ志向が激化し、活動の目的が勝利至上となっていることも少なくない^{2,3)}。このような競技スポーツ志向の活動によって、トレーニングやスケジュールが過密となり、発育途上にある子ども達の体とところに過剰な負荷がかかってしまうことがある。このような偏ったスポーツ刺激の反復はスポーツ障害と深い関わりを持つことが指摘され^{4,5,6)}、全身的には顕著な疲労がなくとも、特に、使う頻度の高い部位や強く使わざるを得ない部位の筋や骨に、部分的疲労や病変が現れやすいとされている⁶⁾。たとえば、野球肘やテニス肘、オスグッドシュラッテル病などは、関節の過使用による関節の変形を伴う発育期のスポーツ障害の代表例である。このように、発育期の過剰なスポーツ活動は障害や外傷を誘発し、そのスポーツ活動を断念せねばならなくなるばかりでなく、正常な成長の妨げとなることも少なくない。さらに、このような顕著な障害に至らないまでも、発育期のスポーツ活動による過使用や怪我が、後のスポーツ活動に何らかの影響を及ぼしている可能性が考えられる。

さて、近年日本におけるサッカー熱は、プロリーグ（Jリーグ）の発足、W杯日韓同時開催の決定、W杯初出場（フランス大会）等によって高まり、全国高校サッカー選手権大会への予選参加校数が4099校（第75回大会）に達し、全国高校野球選手権大会への予選参加校数を上回ったことなどからも競技人口も増加傾向にあることが予想される。加えて、発育期にある子ども達のサッカー人気も高まり、学校、地域、民間のスポーツクラブ等が主催する少年サッカークラブが数多く存在し、少年サッカーにも全国大会が開催され、「勝つ」ことを目的に活動している団体も少なくない。しかし、指導者の知識や認識の不足から、子ども達が発育期には不適切とも考えられるトレーニングやスケジュールを強いられている場合もある。

従来、サッカーにおける怪我の発生件数や発生部位に関する報告^{1,5)}はなされているものの、現在も競技を継続している者を対象に、競技生活の

支障となっている過去（発育期）の障害や外傷について検討した報告は少ない。この発育期における障害や外傷の問題は、サッカーのみならず多くのスポーツ種目に共通する事項であろう。そこで本研究では、現在も競技生活を続ける大学サッカー選手を対象に、過去の練習時間やスケジュール、障害や外傷の発生した時期と種類、部位、またそれらが現在サッカーを行うのに支障となっているかどうかを調査することにより、発育期のスポーツ活動による障害や外傷が、後のスポーツ活動に及ぼす影響を検討することを目的とした。

Ⅱ. 調査方法

調査対象は、1995年度から1997年度に東海大学体育会サッカーに所属した学生148名であった。調査時期は1996年4月及び1997年5月であった。調査にあたっては、調査の主旨を口頭にて説明した後、集合調査法により行った。調査の内容は、1. 過去のスポーツ経験と開始年齢、2. 練習日数と練習時間、3. 障害や外傷の発生時期とその部位、4. 現在のスポーツ活動の支障となっているかどうかであり、各内容について小学校低学年（1～3年生）、小学校高学年（4～6年生）、中学校、高等学校の各時期の質問項目を設定した。統計処理には、 χ^2 検定を用いた。尚、調査票の回収率は100%、有効回答率は97%であった。

Ⅲ. 結 果

1. 過去のスポーツ種目と開始年齢

小学校低学年で行っていたスポーツ種目は、既にサッカーが全体の72.6%を占め、野球・水泳など他の種目を行って行った者は27.6%であった。サッカーを行っていた者は小学校高学年では89.2%、中学校では97.3%、高校では100%であった（表1）。

また、サッカーの開始年齢では、全体の68.5%

表1 各学年で経験したスポーツ種目 (%)

Table 1 Sports experience of lower grades, high grades, junior high and high school period (%)

スポーツ種目	小学校低学年 (n = 153)	小学校高学年 (n = 153)	中学校 (n = 153)	高校 (n = 153)
サッカー	72.6	89.2	97.3	100
野球	12.9	6.8	1.4	0
水泳	8.1	2.7	0	0
その他	6.4	1.4	1.4	0

が「小学校3年生」と回答しており、中学校以前から専門的なサッカーの練習を行っていた者は全体の9割に達した。

2. 練習日数と練習時間

平均練習日数は、小学校低学年では週3.9 (±1.7) 日、高学年では週4.65 (±1.8) 日、中学校では6.15 (±1.06) 日、高校では6.37 (±0.64) 日であり、小学校でも週の半分以上、中学校以降ではほぼ毎日休日なく練習していたことが伺えた (図1)。

また1日の平均練習時間では、小学校低学年では1.98 (±0.47) 時間、高学年では2.18 (±0.51) 時間、中学校では2.33 (±0.59) 時間、高校では2.56 (±0.59) 時間であり、学年が上がるに伴って増加する傾向にあるが、小学校では1日平均約2時間、中学校以降では2.5～3時間程度の練習時間であった (図2)。

3. 障害や外傷の発生時期とその部位

各学年における障害や外傷の経験では、小学校低学年、高学年とも56%程度であったのに対し、中学校では74.3%、高校では87.8%が何らかの障害や外傷の経験を有していた (表2)。また、障害や外傷の部位は、各学年を通じて足首が最も多く、次いで膝、腰の順となり、各学年とも足首、膝、腰の障害や外傷を合わせると65%以上に達していた (図3)。

4. 現在の競技生活に支障となっている障害や外傷

小学校低学年から大学に至るまでに、スポーツによる何らかの障害や外傷を経験したもののう

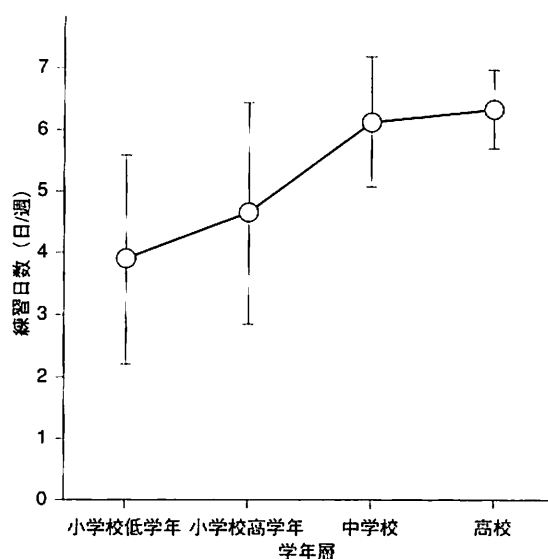


図1 各学年における1週間あたりの練習日数 (日/週)

Fig. 1 The practice days per a week of lower grades, high grades, junior high and high school period (days / week)

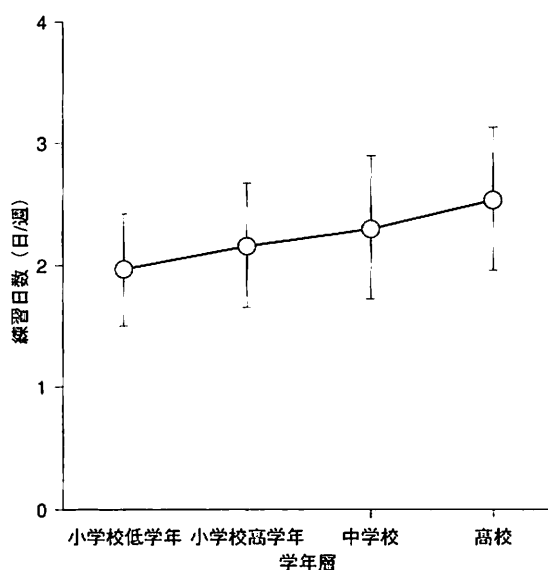


図2 各学年における1日の練習時間 (時間/日)

Fig. 2 The practice time per a day of lower grades, high grades, junior high and high school period (hour / day)

表2 各学年で経験した障害及び外傷の経験 (%)

Table 2 Injury experience of lower grades, high grades, junior high and high school period (%)

	小学校低学年 (n = 153)	小学校高学年 (n = 153)	中学校 (n = 153)	高校 (n = 153)
障害及び外傷の経験	56.3	56.8	74.3*	87.8**

(*: p<0.05, **: p<0.01)

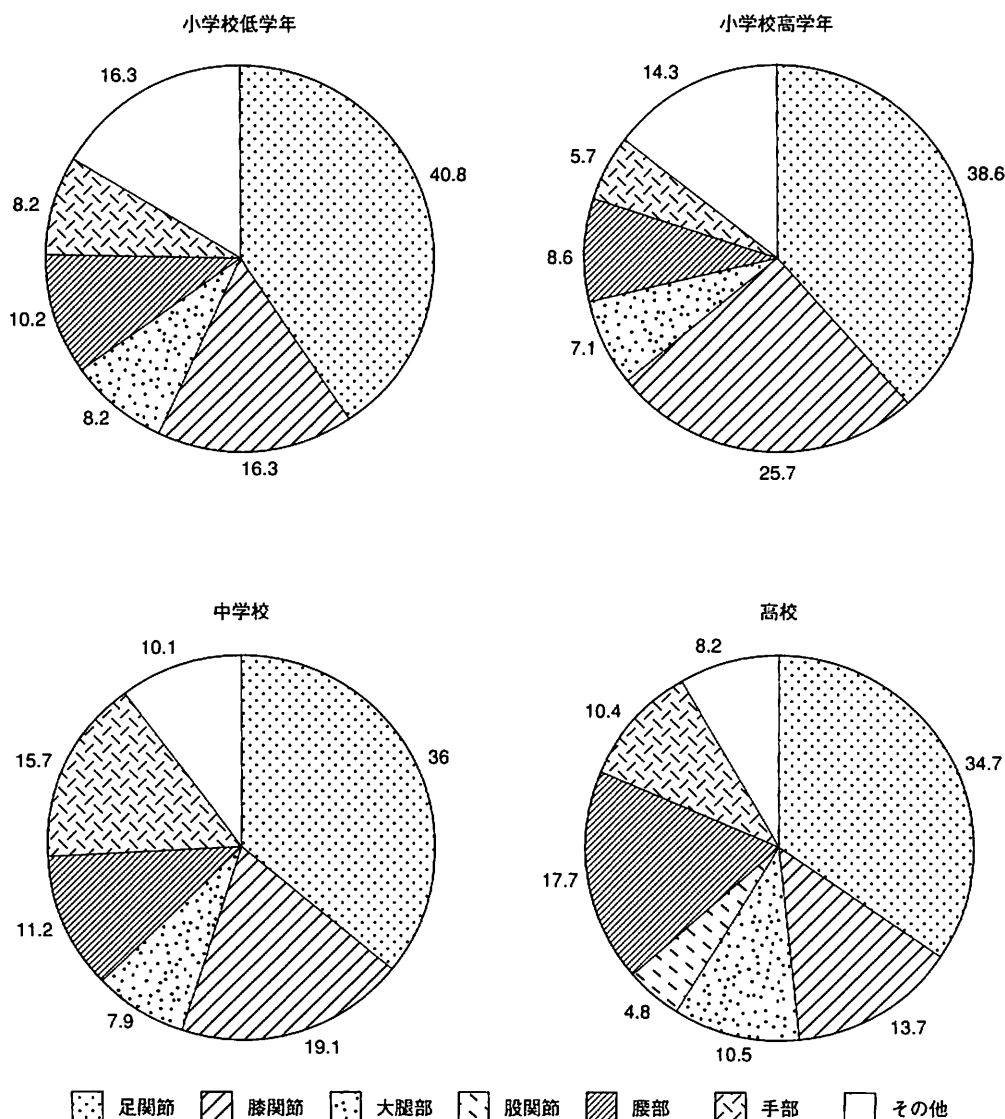


図3 各学年層における障害及び外傷の部位 (%)

Fig. 3 Injured parts of lower grades, high grades, junior high and high school period (%).

ち、現在の競技生活（サッカー）に支障となっている障害や外傷については、小学校低学年での障害や外傷を挙げた者は全体の14.2%、高学年は18.6%、中学校は24.8%、高校は49.6%であった（表3）。また、障害や外傷の部位及び種類は、小学校では低学年、高学年とも足関節の靭帯損傷が半数近くを占めていた。また、小学校高学年から中学校にかけては足関節の靭帯損傷と並んでオスグッドシュラッテル病（膝）とした者が15-20%を占めた。さらに、中学校及び高校では、足関節の靭帯損傷や断列が約30-40%を占め、さらに腰

表3 現在も支障となっている障害及び外傷の受傷時期 (%)
Table 3 Injured grade that hinder the present activities (%)

	小学校低学年 (n=86)	小学校高学年 (n=87)	中学校 (n=114)	高 校 (n=134)
現在も支障となっている障害及び外傷	14.2	18.6	24.8*	49.6**

(* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$)

痛や椎間板ヘルニア等腰部の障害や外傷が33.3%を占めた。加えて、高校では膝関節の靭帯損傷が12.2%を占めていた（図4）。

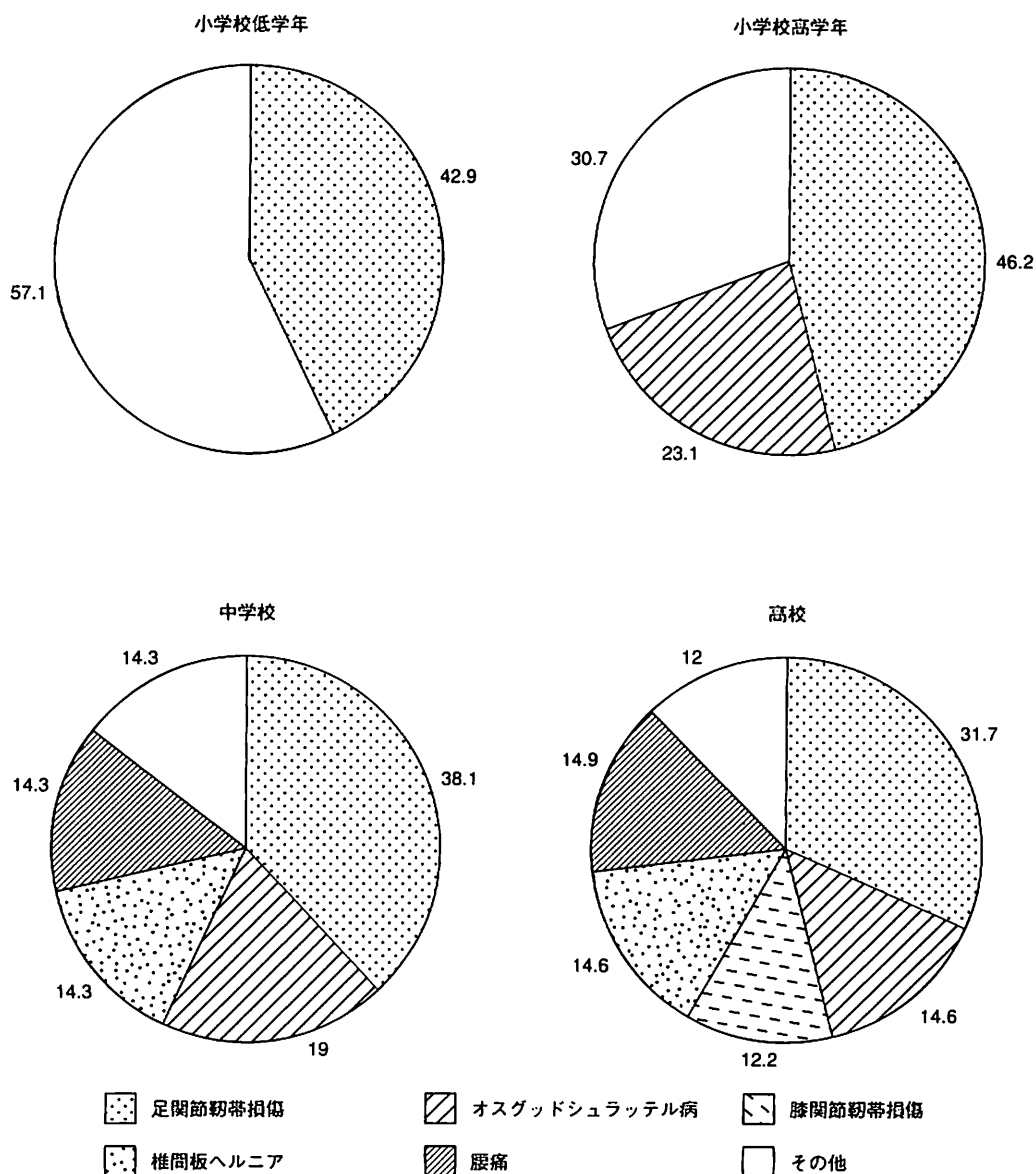


図4 現在の競技生活にも支障のある障害及び外傷 (%)

Fig. 4 Injury that hinder the present activities of lower grades, high grades, junior high and high school period (%).

Ⅳ. 考 察

過去のスポーツ種目と開始年齢についての調査結果から、現在、大学で選手としてサッカーをしている者の約7割が既に小学校低学年（3年生）から各小学校やスポーツ少年団、少年サッカークラブに所属し、サッカーをしてきていることが示

された。また、小学校でも練習日数は週の半分以上、1日の平均練習時間は約2時間であり、このような低年齢から専門的にサッカーの練習を続けてきたことが伺える。さらに、中学校以降では週に1日足らずの休日で1日の練習時間は2.5～3時間に及んでいる。このような結果は、スポーツ種目の専門化の低年齢化と練習の過激化を示すものと考えられる。一般に、発育期、すなわち小学校低学年ぐらいまでは、ひとつのスポーツ種目に

限らず、さまざまな運動やスポーツを行うことが望ましいとされ、低年齢におけるスポーツ種目の専門化は、使用部位の限界から特定の関節等に障害をきたす可能性の高いことなどが指摘されている^{2,4,6)}。加えて、各種大会に出場し「勝つ」ことに目標が置かれるようになれば、過度なトレーニングや過密スケジュールとなり、障害や外傷の危険性が増すことは容易に推察される。

各時期における障害や外傷の有無については、小学校低学年、高学年とも56%程度であり、小学校で既に半数以上が何らかの怪我を経験している。さらに、中学校では約7割、高校では9割以上が何らかの障害や外傷の経験を有していた。これは、競技の専門化や高度化により、サッカーがよりハードな段階になったことによる結果であろうとも考えられる。障害や外傷の部位では、各時期を通じて足関節を主として下肢を受傷するケースが最も多く、サッカー外傷の70%が下肢に起こるとするpardonの報告¹⁾と一致する。また躯幹特に腰部の痛みを訴える者は、秋本¹⁾、鈴木⁵⁾の報告と同様、高校では約20%に達した。

現在の競技生活（サッカー）に支障となっている障害や外傷については、小学校低学年での障害や外傷を挙げた者は全体の14.2%、高学年は18.6%、中学校は24.8%、高校は49.6%であり、年齢が進むにしたがって増加し、高校での受傷が現在も支障となっている割合が有意に高値を示した。これは、約2割強のものは、生体が不安定な発育期での障害や外傷が、競技を断念するに至らないまでも競技を続けていく上で支障となる可能性があることを示唆するものであり、特に、高校時の怪我は、高校以降も競技を続ける場合、競技生活に支障となる可能性が高いことが推察される。また、その障害や外傷の部位及び種類は、小学校では低学年、高学年とも足関節の靭帯損傷が半数近くを占め、小学校高学年から中学校にかけては足関節の靭帯損傷と並んでオスグッドシュラッテル病（膝）とした者が15-20%を占めたこと

は、発育期の足関節の捻挫や膝の痛み等には練習を休ませるなど適切な処置が必要であろうと考えられる。さらに、中学校及び高校では、足関節の靭帯損傷や断列が約30-40%を占め、この時期の足関節の怪我にはより慎重な対応が必要であり、この対応によっては後の競技生活が大きな影響を受ける可能性が示唆される。加えて、中学校から高校にかけては、腰痛や椎間板ヘルニア等の腰部の障害や外傷が33.3%を占めた。スポーツ活動に際して、躯幹は非常に重要であることはいうまでもない^{1,3)}。この時期の腰痛を治療せずに競技を続けることは、競技者としての成功は望めないのみならず、日常生活にも影響を与える危険性を含んでいる。

このように、現在、大学で競技生活を送っているサッカー選手にも、発育期のスポーツ時での障害や外傷が、現在の競技に支障をきたしている場合があることが明らかとなったことから、発育期のスポーツの在り方や環境、障害や外傷の処置に関する再認識が必要であろうことが示唆された。

参考文献

- 1) 秋本毅：浜松地区小・中・高校生サッカー選手のスポーツ障害追跡調査，(財)日本体育協会スポーツ科学委員会研究報告集，1978
- 2) Engström B, Forssblad M, Johnsson C and Törnkvist H : Dose a major knee injury definitely sideline an elite soccer player ?, Am. J. Sports Med. 18, 1, 101-105, 1990
- 3) 宮下充正：体力を考える—その定義・測定と応用—，2-6，杏林書院，1997
- 4) Parton, E.T. : Lower extremities are site of soccer injuries. Physic and Sportsmed. 5(6), 43-48, 1977
- 5) 鈴木義昭：埼玉浦和地区小・中・高校生サッカー選手のスポーツ障害追跡調査，(財)日本体育協会スポーツ科学委員会研究報告集，1976
- 6) 佐藤宏：スポーツ障害，174-175，杏林書院，1973

筋紡錘の安静時活動について

宮崎誠司 (大徳病院整形外科) 岩瀬 敏 (名古屋大学環境医学研究所)
間野忠明 (名古屋大学環境医学研究所) 中村 豊 (スポーツ医科学研究所)
福田宏明 (医学部整形外科)

Resting nerve activity of the muscle spindle

Seiji MIYAZAKI, Satoshi IWASE,
Tadaaki MANO, Yutaka NAKAMURA
and Hiroaki FUKUDA

Abstract

To clarify the meaning and role of resting activity of the muscle spindle, afferent nerve activity from the muscle spindles of the triceps surae muscle was investigated, using microneurography of tibial nerve. Resting nerve activity was found to have a spontaneous component which had a certain degree of regularity. When the spectrum of resting nerve activity was analyzed, its regularity was found to have subtle variation $1/f^{\alpha}$ type. These findings suggest that spontaneous activity of the afferent sensory nerve from the muscle spindle transmits the signal of muscle expansion and contraction to the Central nerve systems and that its subtle variation have rhythm of nerve activity, thus playing an important role in transmitting muscle spindle reactions to the Central nerve systems.

I. はじめに

筋紡錘は筋肉の伸張、短縮に反応し、動的要素と静的要素の2面性を持つ器官で運動覚、位置覚などいわゆる固有感覚の一部を形成している¹⁾。筋紡錘自身は安静時にも自発放電を有し、 γ 運動神経によって感度の調節をされ、関節運動は動力源である筋肉に対して α 運動神経を介して行われている(図1)。その筋紡錘は運動覚(kinesthesia)を持つだけでなく、その安静時活動および静的反応が位置覚(joint position sense)や姿勢保持に関与しているといわれている²⁾。今回我々は微小神経電図法を用い筋紡錘からの求心性感覚神経の

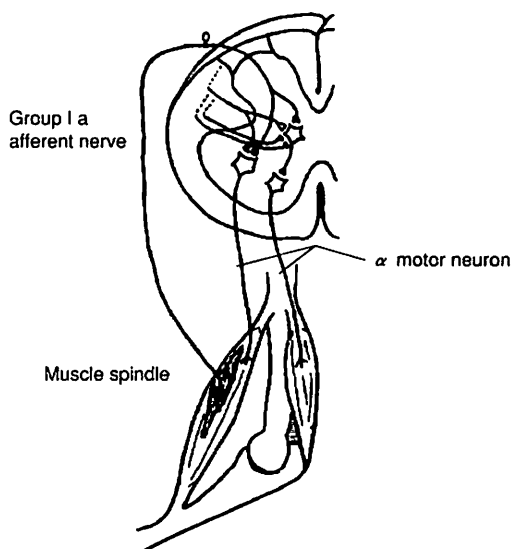


図1 筋紡錘と α 運動神経の関係
Fig. 1 Relationship of the muscle spindle and α motor neurons

活動を導出し安静時活動の役割について検討した。

II. 対象と方法

ヘルシンキ宣言に乗っ取り実験の内容・方法に対してインフォームドコンセントの得られた21歳から34歳までの健康成人男子7名を対象とした。

①プロトコール

筋紡錘からの求心性感覚神経の活動は、下腿三頭筋を対象として脛骨神経より微小神経電図法を用いて、直接神経の活動を導出しその中のIa群感覚神経を同定した。Ia群感覚神経の同定はramp and hold stretch, electrical twitch contraction, voluntary contractionに対する反応により他の神経活動と分離した³⁾。

神経活動の同定の後、共同筋・拮抗筋の筋収縮がなく脱力した状態で15分間安静時活動をデータレコーダーに記録した。

②微小神経電図法 (Microneurography)

無麻酔、経皮的にタングステン微小電極

(Federick Hear社製)を脛骨神経の神経幹に刺入する。この微小電極は先端が $1\mu\text{m}$ で先端部以外はエポキシ樹脂で被覆絶縁しており抵抗値は約 $10\text{M}\Omega$ のものである。導出される神経活動は通常 $100\mu\text{V}$ 以下の低振幅を示すため記録に対しての雑音レベルを特に最低に保つ必要がある。そのため高インピーダンス入力をもつ可能な限り低雑音の増幅器(日本光電社製MEG-1251)を使用し、神経活動はブラウン管モニターで観察すると共にサウンドモニターで聞き分ける^{1,2)}。筋紡錘からの求心性神経活動はramp and hold stretch, electrical twitch contraction, voluntary contractionに対する反応により他の神経活動より分離する。得られた神経活動はデータレコーダーに記録する。

③解析方法

記録された神経活動はspike2 data-analysis system (Cambridge Electric Design社製)を用い 33000Hz でA/D変換を行った。神経の放電頻度の変化をみるためtemplate matching法を用い、経時的に神経活動をmatchingした(図2)。matchingしたものから経時的に放電頻度、不規則性指数 variability coefficient (放電感覚の標準偏差)⁴⁾を

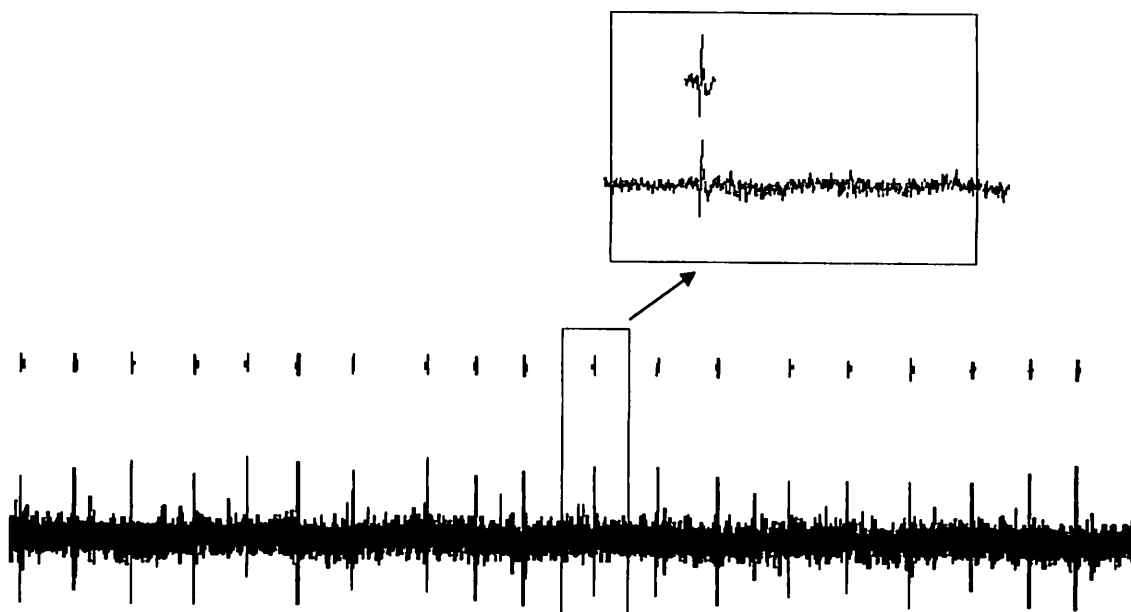


図2 Template matching 法
Fig. 2 Template matching Methods

算出した。

デジタル変換を行った安静時の活動に、高速フーリエ変換を行いスペクトル解析した。次に、得られたパワースペクトルと周波数を両対数表示にして対数パワースペクトル密度と対象周波数の関係を調べた。

Ⅲ. 結 果

下腿三頭筋より得られたIa群感覚神経の活動は12ユニットであった。安静時の放電頻度は平均8.22imp/sec (4.48~15.67) (図3)であった。放電間隔の標準偏差でもって表す不規則性指数は平均0.047 (0.0043~0.167) (図4)と低い値で、その活動はほぼ一定の活動を示していた。安静時の活動として得られた記録のスペクトル解析を行うとパワースペクトルは低周波数域にピークを持っていた (図5)。低周波数域でのパワーの集中度をみるために両対数表示にしてみると対数パワースペクトル密度と対数周波数が右下がりの負の傾きを持っていた (図6)。

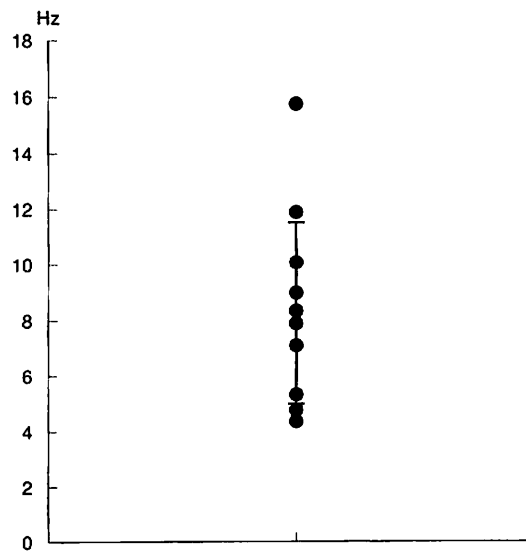


図3 安静時活動 (周波数)
Fig. 3 Resting nerve activity (frequency)

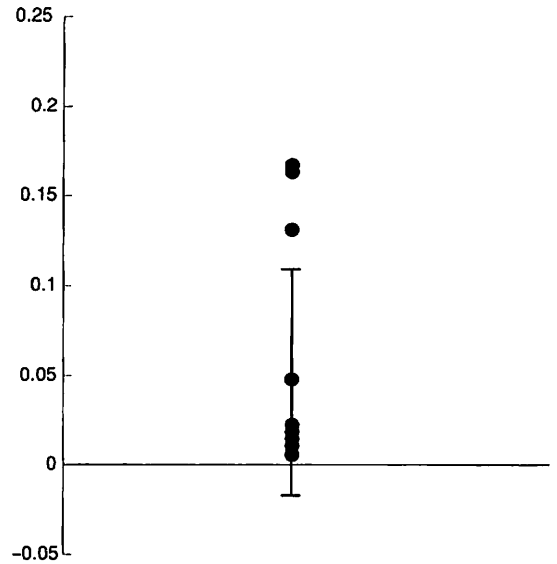


図4 安静時活動 (不規則性指数)
Fig. 4 Resting nerve activity (variability coefficient)

Ⅳ. 考 察

筋紡錘は筋の伸張や短縮に対して動的および静的に反応する器官で、安静時には自发放電を有している。Burkeは前脛骨神経で放電間隔の不規則性を調べ、安静時にはほぼ一定の活動を有し他動的な伸張時の規則性と自動運動時の不規則性について報告している⁶⁾。我々の結果も同様に筋活動がない状態で筋の長さを一定に保つと、安静時の自发放電は各ユニットで基礎活動の差はあるものの、ほぼ一定の放電頻度を有していた。筋紡錘は錐外筋の伸張、短縮ともに反応するため自発性の基礎活動を維持し、放電頻度の増減やその割合を中枢に伝えているものと考えられる。

安静時の神経活動は、不規則性指数が平均0.047と少ない不規則性を有し、その活動がほぼ一定の規則性を有していることを示している。この不規則性指数はramp and hold stretchのsteady stateにおいても一定の規則性を有している。自動運動や筋緊張など筋収縮活動で増加するといわれている不規則性はγ運動神経の関与と考えられる⁶⁾。

しかし生体の反応のうち、一定と思われていても多少のばらつきがあり、このばらつき自体が時

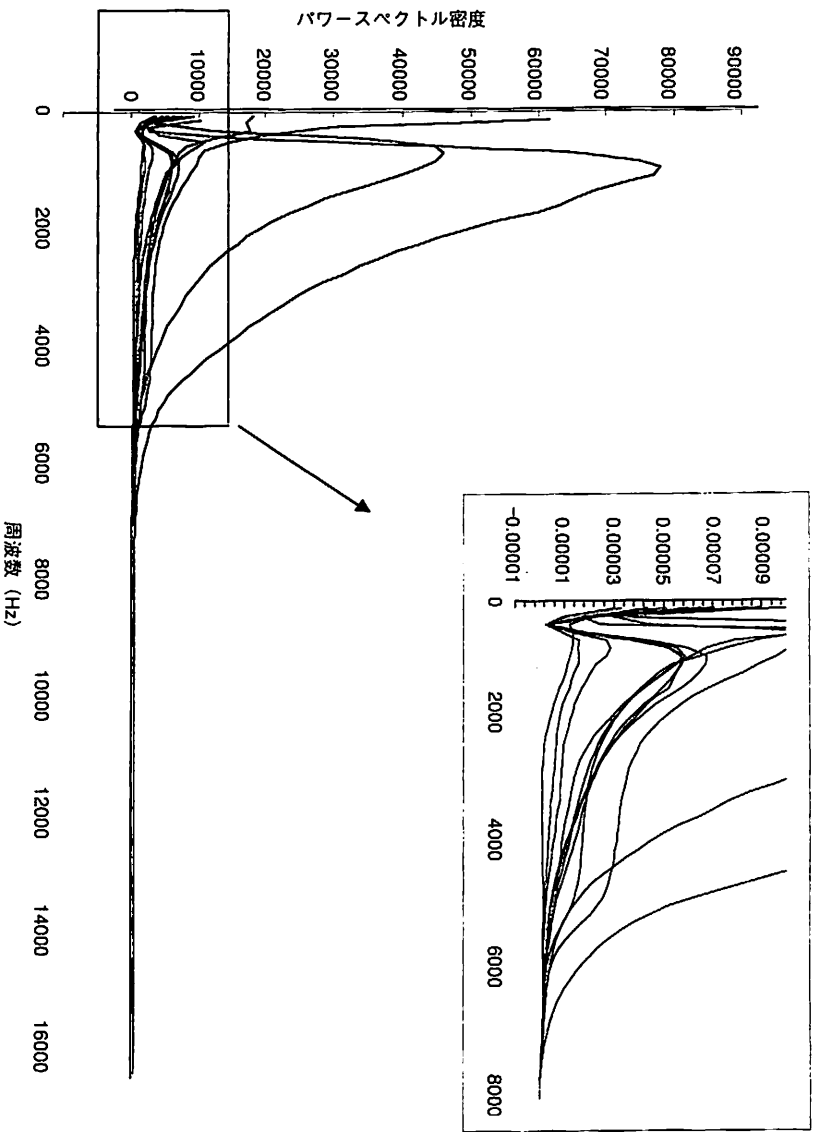


図5 安静時活動のスペクトル解析
Fig. 5 Spectrum analysis of resting nerve activity

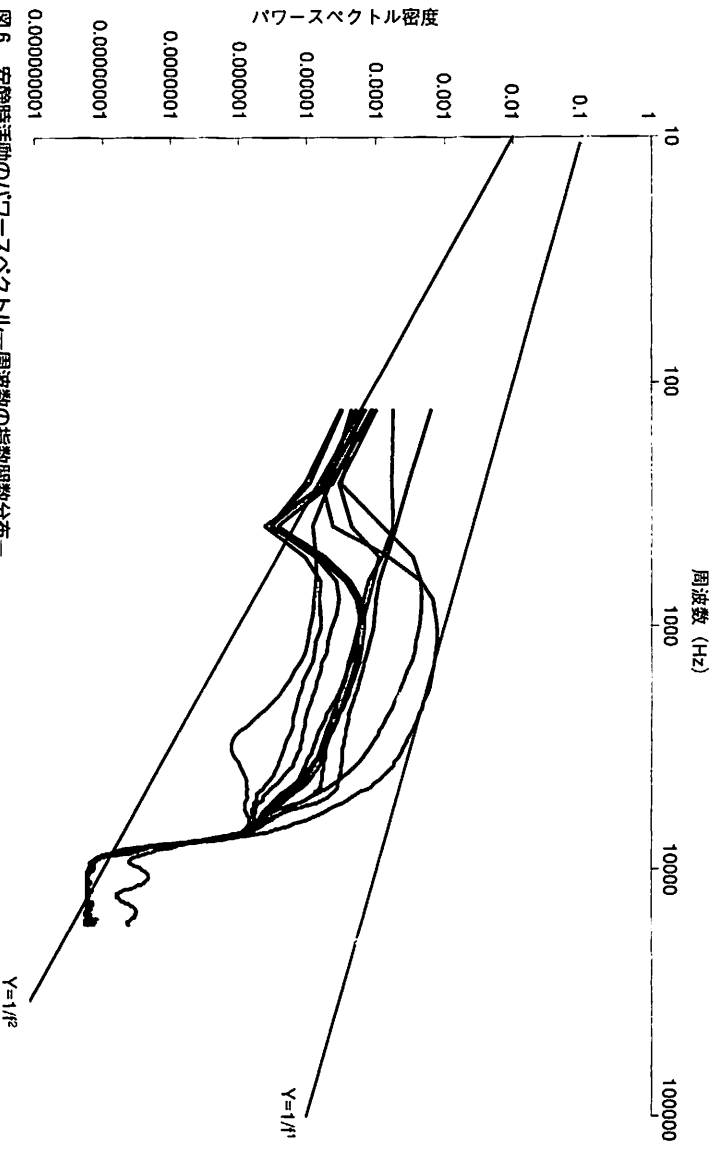


図6 安静時活動のパワースペクトル-周波数の指数関数分布-
Fig. 6 Distribution between power spectrum to frequency in resting nerve activity

間的な意味を持つことが近年の研究で明らかになってきた⁷⁾。今回の結果からIa群感覚神経の安静時の活動は対数パワースペクトル密度と対数周波数が負の傾きを持ち $1/f^\beta$ 型のパワースペクトルを持っていることが分かった。 β が1の場合がいわゆる‘ $1/f$ ゆらぎ’で β が2の場合がいわゆるブラウン運動的な性質を持つといわれている⁷⁾。

Ia群感覚神経の安静時活動はパワースペクトルが $\beta = 1$ の $1/f$ ゆらぎにはすべてが合致しているわけではないが、すべての神経活動は類似したパワースペクトルを持ち、時間的にはランダムな活動ではなく、神経の放電が互いに影響して行われていると考えられる。

自发放電からの放電頻度の増減が筋肉の伸張、短縮の変化を中枢に伝えており、筋紡錘の規則性のある安静時活動はその規則活動というべきものである。その規則性の中にある微妙なばらつきは生体反応のリズムを作り出し、刺激に対してその内容の中枢への伝達を可能にしていると思われる。

安静時の自发放電は外刺激に対する準備段階で、筋緊張などがある場合、安静時活動の不規則性が高まり筋紡錘の反応を狂わし、スムーズな動作の妨げになるとと思われる。

V. ま と め

Ia群感覚神経は安静時にほぼ規則的な自发放電

を行い、そのパワースペクトルは $1/f^\beta$ 型であった。

筋紡錘の安静時活動の規則性のあるばらつきが生体反応のリズムを作り出し、刺激に対する中枢への正しい伝達を可能にしていると思われる。

参考文献

- 1) Sherrington C. S: The integrated action of the nervous system. Charles Scribner's sons, 308-353.: 1906.
- 2) Cross, M.M. and McCloskey, D. I.: Position sense following surgical removal of joints in man. *Brain res.*, 55:443-445, 1973
- 3) Edin, B.B., and Vallbo, A.B.: Dynamic response of human muscle spindle afferents to stretch. *J. Neurophysiol.* 63: 1297-1306, 1990a.
- 4) Vallbo, A.B.: Single unit recording from human peripheral nerves: muscle receptor discharge in resting muscle and during voluntary contraction. In: *Neurophysiology Studies in Man* edited by G.G. Somjen. Amsterdam: Excerpta Med., 1972, P. 281-295.
- 5) 間野忠明, 祖父江逸郎: 固有感覚障害の新しい機能検査法—microneurography—*神経内科*, 4: 17-23, 1976
- 6) Burke D, Skuse NF, Stuart DG. The regularity of muscle spindle discharge in man. *J. Physiol.* 291: 277-290. 1979
- 7) 野崎大地: 生体ゆらぎの解析法. *J. J. sports science*. 14: 475-489, 1995.

反復性膝蓋骨脱臼症の運動療法効果

増田芳之 (医学部付属病院リハビリテーション科)

山下隆司 (医学部付属病院リハビリテーション科)

安里 隆 (医学部リハビリテーション学教室)

石田 暉 (医学部リハビリテーション学教室)

Effects of exercise therapy in recurrent dislocation of the patella

Yoshiyuki MASUDA, Ryuji YAMASHITA,
Takashi ASATO and Akira ISHIDA

Abstract

The present paper reports the result of a conservative treatment with exercise therapy in a female athlete with recurrent dislocation of the patella. The patient had been placed to have exercise therapy based on radiological evaluation as well as kinesiology of the knee joint for 6 months. Three months after the initiation of exercise therapy, the patient's instability of the patello-femoral joint was improved. Cooperative approach by both medical and training staff at an appropriate facility is essential in order to achieve a successful result.

I はじめに

反復性膝蓋骨脱臼症は、正常な膝関節運動を阻害し、スポーツ活動を制限させてしまう。また、その治療法として観血的手術も選択されるが、術後リハビリの長期間化に伴うトレーニング不足を嫌うケースも実在する^{10,11)}。

今回、我々は大腿膝蓋関節の運動学的解析から大腿四頭筋の筋活動に着目し、運動療法として、筋力トレーニングによるアライメントの改善を試みた。その理論と経過を症例より報告する。

II 症例紹介

21歳の本学の女子学生であり、体育会ソフトテニス部に所属。

診断名：右側反復性膝蓋骨脱臼。

現病歴：大学3年の6月ごろからテニス活動中、膝蓋骨異常動揺を認めていたが活動を継続していた。12月に当院整形外科受診し、3週間のシーネ固定後リハビリ依頼となり、関節可動域訓練等のメディカルリハビリテーションを施行した。基本的身体活動は確保したものの、膝関節の違和感は残存しており、2月に再度受診し、整形外科からの依頼にて再評価とアスレチックリハビリテーションを開始した。

Ⅲ 評価と リハビリテーションプログラム

医学的評価は、関節構造のチェックをQアングル・全身関節弛緩性評価・側面レントゲン像から行った。また、膝蓋大腿関節のアライメント評価は、CTを用いた画像診断として、開始時と6ヵ月後の終了時に施行した。

膝アライメントの評価として一般的に用いられているQアングルは、正常範囲内の15°だった。関節弛緩性の評価はカーターの分類を用い、5分の2と陰性だった。また、側面レントゲン像からインソル法にて膝蓋骨高位を測定した。この評価法は、膝蓋骨長と膝蓋腱長の比率から膝蓋骨の高さを評価する。1.2以上と高位の場合、大腿膝蓋適合不安定や、四頭筋の効率低下が起こるといわれている。症例は1:1と正常だった¹²⁾。

リハビリテーション評価は、筋力評価を酒井医療社製サイベックス340を用いて月1回測定した。パフォーマンスの指標は、右大腿周径と垂直跳びについて3日に1回、測定方法を指導し症例自身で記録させた。痛み・異音・膝くずれ等の膝関節異常症状を、日常生活活動時とスポーツ活動時に分け、その発生回数を毎日コメントとともに記載させた。

評価、およびトレーニング期間は6ヵ月間とした。

リハビリテーションプログラムを表1に示す。

まず、運動療法を開始するにあたりトレーニング方法の選択・治療意義、について十分に理解さ

表1 リハビリテーションプログラム
Tab1 Program of rehabilitation

筋力増強トレーニングメニュー
*十分な治療教育、指導の上で。
1 ウォーミングアップ
2 有酸素運動(ジョギング・エアロバイク・水泳)
3 ウェイトトレーニング
4 クーリングダウン
競技トレーニング
*部活動にてパフォーマンストレーニング施行。 (リンパリングアップ・装具を遂行)

せた。ウェイトトレーニングは、本学湘南校舎15号館トレーニングセンター内で施行し、マシンを中心に利用したメニューをセンター内のトレーナーと相談の上、数種類選択して行なわせた。部活動でのパフォーマンストレーニングは継続させたが、必ず競技前に循環機能や、筋肉の反応性を高めるリンパリングアップと、膝装具を遂行するように指導した。また、練習終了直後にストレッチングを施行し、筋コンディショニングを自覚させた。

プログラムの妥当性と膝関節の状況を把握するため、東海大学病院リハビリテーション科において月1回の診察および評価を行った。

Ⅳ 経 過

図1はサイベックス340による膝伸展筋の筋力回復を示す。60deg/secのピークトルク値は、トレーニング期間に伴い順調な回復を示していた。トレーニング3ヵ月後からは、ほとんど左右差がなくなっている。6ヵ月後では体重比324%とピークトルク値は、健常女子の200~250%より優れた値を示していた。下図の出力波形も同様に膝伸展運動の全可動域において増強が認められた。

図2は筋力と相関のある大腿周径と垂直跳びの経過を示す。数値は、3日おきのデーターを月別に集計し平均した。大腿周径は右側で測定し、大腿四頭筋の経時的トレーニング効果を示すように膝上15cm位で肥大していた。垂直跳びは、データーの標準偏差が大きく有効な評価とはならないが、同年齢の全国基準値は41.3cmであり、症例はトレーニング4ヵ月後から瞬発力系の動作も正常化した¹⁵⁾。

図3に関節異常症状の発生頻度の変化を示す。毎日の活動中、痛み・異音・膝くずれ等のいずれかでも発生したら1回とし、その月の活動日数で除したものを発生率として集計した。トレーニング開始約3ヵ月後から症状が安定し、発生率は少なくなった。

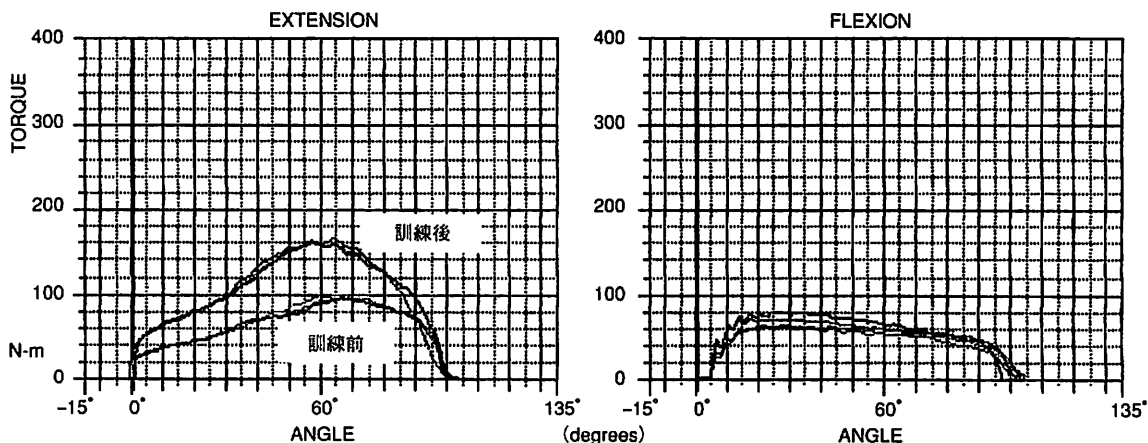
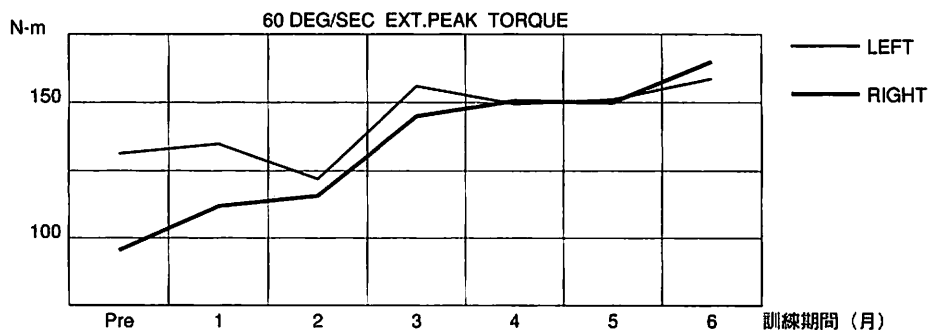


図1 Cybexによる膝伸筋筋力の変化

Fig. 1 Changes in knee extension muscles strength

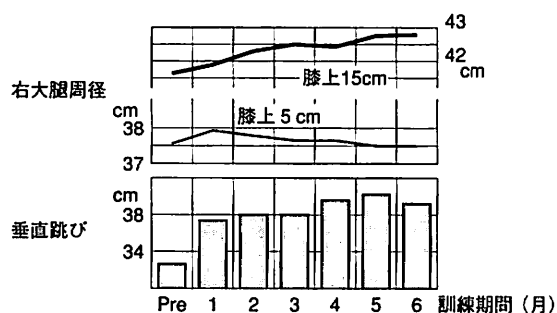


図2 大腿周径および垂直跳びの変化

Fig. 2 Changes in girth of thigh and vertical jump

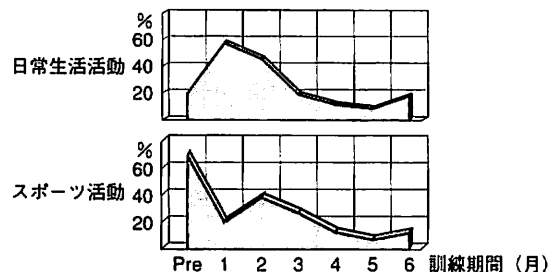


図3 膝関節異常症状の発生率

Fig. 3 Appearance ratio of knee joint symptoms

図4にCTによる膝蓋骨のアライメント変化を示す。6ヵ月後の訓練終了時は、明らかに膝蓋骨外側偏位が少なくなった。

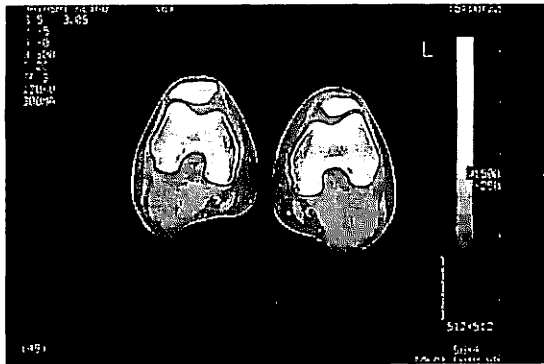
6ヵ月間に及ぶ運動療法後、画像上の膝蓋大腿関節のアライメントが改善し、運動中の膝蓋骨動揺性が低下した結果、元のスポーツ活動に復帰することができた。

V 考 察

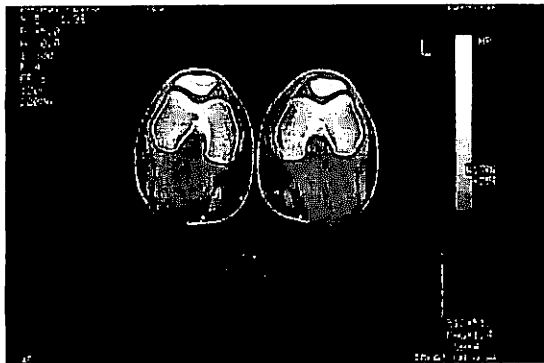
1) 反復性膝蓋骨脱臼症の解剖学的特徴

膝蓋骨は、大腿四頭筋と膝蓋腱の中間にある種子骨であり、その後面は通常大腿骨顆間窩前方部にはまり込んでいる。膝蓋骨脱臼は、膝蓋骨の形状不良や膝関節運動で正しい軌道からはずれた場合に発生する。ほとんどの場合外側脱臼であり、反復性膝蓋骨脱臼症とは、軽微な外力で容易に脱臼するものとされている。その発生成因は、骨の

膝屈曲45°位での横断CT像



訓練開始時



訓練終了時

図4 膝蓋骨のアライメント変化
Fig. 4 Changes in alignment of patella

形態異常・骨相互間の位置異常・軟部組織の異常から説明されている。すなわち、素因的な下肢の外反アライメント位・大腿四頭筋の作用方向の外側偏移・内外側支持支帯の弛緩などで膝蓋骨の安定性は低下する。また、大腿骨と脛骨の膝関節運動では、膝伸展終末域（0°～20°）で下腿が外旋するScrew Home Movementが起こり、さらに膝蓋骨が外側に移動する。スポーツ場面では、着地やテニスのサーブ動作などでKnee inとToe out位で荷重が加わり大腿四頭筋の筋収縮が多くなるほど、膝蓋骨の外側脱臼力は増強される^{3, 7, 8, 10, 13)}。

2) 大腿四頭筋の作用

膝伸展運動は、主に大腿四頭筋の活動により生じる。四頭筋は、4つの筋腹が集まって膝蓋骨に付着しているが、各々の筋肉の走行を見ると筋収縮させた場合、内側広筋の作用方向が膝蓋骨外側脱臼を予防しているのがわかる。しかしながら、

内側広筋の単独収縮は筋神経学的に不可能であり、単純な四頭筋筋力トレーニングでは有効な訓練とはならない。四頭筋全体の筋力増強をさせることに異存ないが、本症例の場合は内側広筋の活動性をさらに促進させなければならない¹³⁾。

3) トレーニングメニュー計画上の留意点

表1の2・有酸素運動を徹底させた理由は、症例が女性であることをふまえて以下の2つの留意点からである。

1つは、体内脂肪の生化学的作用である。Wellsは、脂肪組織内では筋肥大をおこすテストステロンが卵胞ホルモンのエストロゲンに変換されてしまう。すなわち、女性は体内脂肪量が多くその脂肪量をいかに抑えるかが大切であると報告している²⁾。加藤は、エストロゲンが脂肪を増加させるとし、女性は血中テストステロン濃度が低く筋量を確保しにくいことを報告している⁹⁾。

2つは、トレーニングを行なう以前の身体ベースの問題である。Wellsは、思春期における運動経験の少なさが女性の体力差であるとした間違った報告が多いとし、加藤も、女性の運動参加や経験の少なさを指摘している。すなわち、耐運動能力がなければ筋力トレーニングを効果的に行なえない^{5, 6, 9, 10)}。

このような生理学的背景から、最大酸素摂取量増加を目標にジョギング・エアロバイク・水泳等を組み合わせ、1日30分以上施行するようプログラムした。

表1の3・ウェイトトレーニングでは、先に述べた解剖学的・運動学的見地から筋力トレーニングを計画した。四頭筋筋力増強のメディカルリハビリテーション期においては、通常パテラセッティングという方法がとられる。それは膝伸展位で四頭筋の最大収縮をさせる等尺性運動であるが、内側広筋収縮を意識させるには至らない。Open kinetic chainでの運動は安全で違和感を訴えないことやダイナミックな動作で内側広筋を意識させ易いことからトレーニングマシンを選択した。膝軽度屈曲位から膝完全伸展域まで内側広筋を意

識させ、1回1回の動作に留意し、伸展終末域にかけて下腿を外旋するように指示した。また、オーバーロードによる再脱臼を予防するために自己にて負荷調整を行わせた。

スポーツ活動時は、Closed kinetic chainであるため膝蓋骨外方にかかる負担も多いことから、Knee inとToe outが同時に起こらないよう留意させた。すなわち、膝の屈伸時に足部の向きが膝と平行になるように指導した^{1,4,16)}。

4) 運動療法を成功させるためのポイント

1. 医学的身体評価を正確に判断する。

全身の関節可動性は緩くないか。また、膝関節のアライメント異常はどの程度なのか。トレーニング開始前の身体活動能力・筋力はどうであるか。等、トレーニングに反応してくれる可能性を検索する。症例は特に大きな問題は認められなかったが、この問題によっては保存療法の限界も生じてしまう。

2. 症例の社会的側面、特にトレーニング環境を整備する。

長期にわたるトレーニングが遂行できる環境であることが条件。症例は所属団体があり、そこでの活動が可能なこと。それに加え大学のトレーニングセンターの利用も可能であることが確認された。

3. 復帰の意欲

症例の希望は、学生生活最後のメモリアルとしての試合出場（復帰）を切望していた。

4. リハビリサポートとしての症例への配慮。

病院で、何ができて何ができないかを症例に伝える。そのためには、治療者・患者関係ではなく、相談され援助できるような教師・応援団関係が望ましいと感じる。また、定期的な評価から客観的データを症例にフィードバックすることで、目標意識や長期にわたるトレーニングの飽きを軽減でき、意欲向上につながると考える。

VI 結 語

今回報告した症例は、リハビリテーションプログラムが適切であり本人の努力を含め典型的に回復した症例である。しかし、スポーツ医学研究所・スポーツメディカルクリニックを受診する選手の中には同じ様な身体特性をもつ症例が多々見られる。運動療法の限界もあるが、これらの選手が正確な評価や傷害を自覚したトレーニングを施行しているかは不明である。いずれにしてもメディカルチェックの必要性和トレーニング方法の選択は重要であり、医療スタッフ・トレーニングスタッフのチームアプローチが大切である。また、プログラム遂行上トレーニング環境・設備に担うところが大きく、本学の学生であったことは幸いである。

参考文献

- 1) Beckman, M. et al: Rehabilitation of patellofemoral dysfunction in the athlete. Clin Sports Med, 8: 841-860, 1989
- 2) Christine L. Wells: 女性のスポーツ生理学, 17-23, 大修館書店, 1989, p263-264
- 3) 富士川恭輔: 大腿膝蓋関節のバイオメカニクス. Orthopedics, 6: 1-11, 1993
- 4) Henry, J.: Conservative treatment of patellofemoral subluxation. Clin Sports Med, 8: 261-277, 1989
- 5) H.J. Medau, et al: 女性とスポーツ, オーム社, 1984, p139-146
- 6) 堀田昇: 女性のスポーツ医学, 中外医学社, 1989, p34-38
- 7) 井上雅裕: 下肢のalignmentとスポーツ障害. 臨床スポーツ医学, 14.5: 503-510, 1997
- 8) 今井望ら: 膝蓋軟骨軟化症, 東海大学出版会, 1993, p9-26
- 9) 加藤令子: レジスタンス・トレーニングにおける性差, トレーニング科学, 4 (特集): 37-43, 1992
- 10) 腰野富久: 膝疾患保存療法, 金原出版, 1997, p69-84

- 11) 小堀かおる：女性のスポーツ医学，南江堂，1996，p21-24
- 12) 中川研二：膝蓋骨の位置異常，Orthopedics，6：13-21，1993
- 13) 中村隆一ら：基礎運動学，医歯薬出版，1992，p219-224
- 14) 桜庭景植：膝蓋骨脱臼・亜脱臼の治療，Orthopedics，6：83-94，1993
- 15) 東京都立大学体育学研究室：日本人の体力標準値（第4版），不味堂出版，1989，p116-119
- 16) 浦辺幸夫ら：スポーツ外傷・障害の理学療法，文光堂，1997，p309-324

前十字靱帯再建術後の筋力回復の検討

平澤直樹 (大磯病院リハビリテーションセンター)

神内 弘行 (大磯病院リハビリテーションセンター)

南谷 晶 (大磯病院リハビリテーションセンター)

豊倉 穰 (医学部リハビリテーション学教室)

石田 暉 (医学部リハビリテーション学教室)

Recovery of muscle strength after anterior cruciate ligament reconstruction

Naoki HIRASAWA, Hiroyuki JINNAI,
Akira NANYA, Minoru TOYOKURA
and Akira ISHIDA

Abstract

The purpose of this study was to examine the recovery of quadriceps and hamstrings strength after anterior cruciate ligament reconstruction using the patellar tendon autograft. 10 men and 5 women were examined. Muscle strength were measured by CYBEX 770-NORM isokinetic dynamometer at 6 and 12 months after ACL reconstruction. The angular velocity was set at 60(low), 180(middle) and 300(high) degrees/second.

Peak torque and total work of quadriceps in the operated knee was significantly smaller than that in the uninjured knee for all angular velocity at 6 months. At 12 months, peak torque recovered significantly for all angular velocity, but the recovery was still not enough for the low angular velocity as compared to the uninjured knee. As for the total work, there was no notable difference at the low angular velocity between 6 and 12 months, and the recovery was insufficient.

Peak torque of hamstrings had recovered adequately after 6 months for all angular velocity, and for the total work, the recovery was insufficient only at low angular velocity. After 12 months, peak torque and total work of hamstrings had recovered adequately.

From this study, it could be considered that the recovery of hamstrings become satisfactory at 12 months after ACL reconstruction, while quadriceps shows the delay of recovery especially for the low angular velocity. Therefore it should be further training of quadriceps in consideration of low angular velocity.

I. はじめに

スポーツ人口の増加によりスポーツ傷害も増加し、その中でも膝関節の傷害の占める割合は大きい。前十字靱帯 (anterior cruciate ligament: ACL) 損傷は、膝関節の傷害の中でも重篤な傷害

の一つであるが、手術技術の向上及び早期リハビリテーションの施行により、再建術後早期に日常生活やスポーツ活動への復帰が可能となってきた²⁾。

近年、ACL再建術後の膝安定性、筋力、動的膝機能の評価に関する研究は数多く報告されている^{3) 4) 6) 7) 8) 9) 12) 13) 14) 15)}。その中で、骨付き膝蓋腱を用いる再建術の場合、術後の膝安定性の獲得は

良好であるが、膝伸筋群の筋力回復は他の術式と比較すると遅延する傾向が指摘されている²⁾。

今回我々は、骨付き膝蓋腱を用いたACL再建術後の早期リハビリテーションの現状と筋力回復の経過及び問題点について検討し考察を加えた。

Ⅱ. 対象および方法

1) 対象

対象は当院にて1996年3月から1996年10月の間に、骨付き膝蓋腱を用いたACL再建術を施行し、術後6ヶ月、12ヶ月の時点で筋力評価が可能であった15例（男性10例、女性5例）である。手術時の平均年齢は 27.9 ± 7.5 歳、平均体重は 64.2 ± 10.8 kgである。傷害側に合併症を有している者は8例（内側側副靱帯損傷3例、内側半月板損傷6例、外側半月板損傷2例）であり、内側側副靱帯損傷は全例、ACL再建術の前に保存的治療を施行した。また内側及び外側半月板損傷に対しては再建術と同時に全例全切除または部分切除を施行した。受傷機転はスキー7例、バスケットボール2例、バレーボール2例、サッカー1例、アメリカンフットボール1例、柔道1例、転落1例である。

2) 方法

全症例に対し、膝伸展及び屈曲の等速性筋力測定を健側、患側に実施した。筋力測定にはLumex社製CYBEX770-NORMを用い、測定角速度は60deg/sec、180deg/sec、300deg/sec（低速、中速、高速）の3種類とした。測定肢位は座位とし、ストラップにて胸、骨盤、大腿をしっかり固定し、膝軸を合わせ、レバーアームは下腿遠位に固定した。全例測定前に説明を行い、最大下にて3回の練習後、最大努力にて膝伸展、屈曲を5回施行した。各角速度間には90秒の休憩を設けた。なお、測定は健側、患側の順に施行した。

測定項目はピークトルク（peak torque：PT）、最大仕事量（total work of best work repetition：TW）とし、術後6ヶ月、12ヶ月の変化及び、健

側に対する患側の割合について検討した。

また、カルテより関節可動域、術後12ヶ月の時点でのスポーツ復帰状況について調査を行った。

3) 統計処理

膝伸展、屈曲のPT値、TW値の健側と患側の比較はunpaired t-testを用い、術後6ヶ月と12ヶ月の比較はpaired t-testを用いて検討を行った。

Ⅲ. リハビリテーションプログラム

当院にて行っているACL再建術後リハビリテーションプログラムを図1に示す。術後3日目より疼痛自制内にて装具装着下で全荷重歩行を許可している（半月板の切除を行った症例に関しては術後1週にて部分荷重を開始し、2週後より全荷重歩行を許可している）。また、同時期より関節可動域訓練を開始する。筋力トレーニングは、SLR、patella setting、患部外トレーニングより開始し、荷重が1/2以上可能になった時点でスクワット動作開始、術後2週目よりエアロバイクを開始する。膝伸展筋群に関してはclosed kinetic chain exercise（以下CKCex）が中心であり、膝屈曲筋群に関してはCKCexに加えてopen kinetic chain exercise（以下OKCex）を用いている。術後1ヶ月よりCYBEXによる等速性筋力訓練を75°以上の屈曲可動域にて開始する。筋力評価は術後3ヶ月、6ヶ月、12ヶ月に行い、膝不安定性の評価の結果と併せて活動レベルを決定している。

Ⅳ. 結 果

1) 健側筋力

健側の膝伸展筋、屈曲筋のPT値、TW値に6ヶ月と12ヶ月の間で有意差は見られなかった。

2) 膝伸展筋力

膝伸展筋の患側のPT値を6ヶ月と12ヶ月で比較

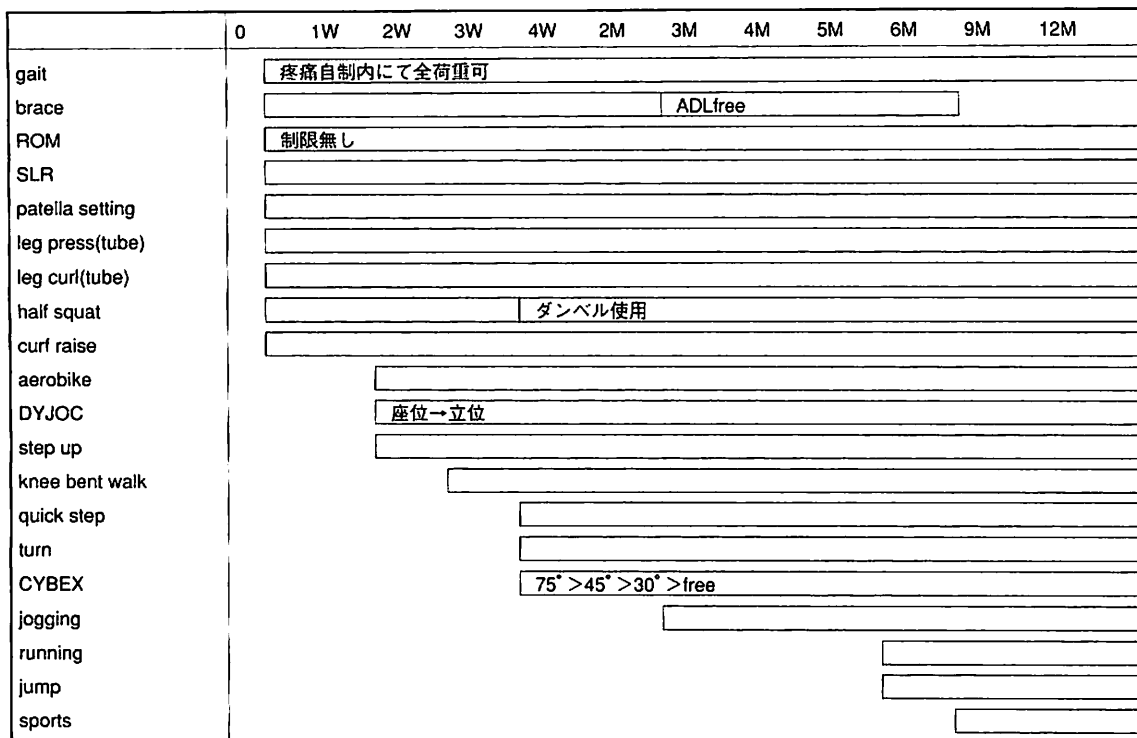


図1 リハビリテーションプログラム
Fig. 1 Rehabilitation program

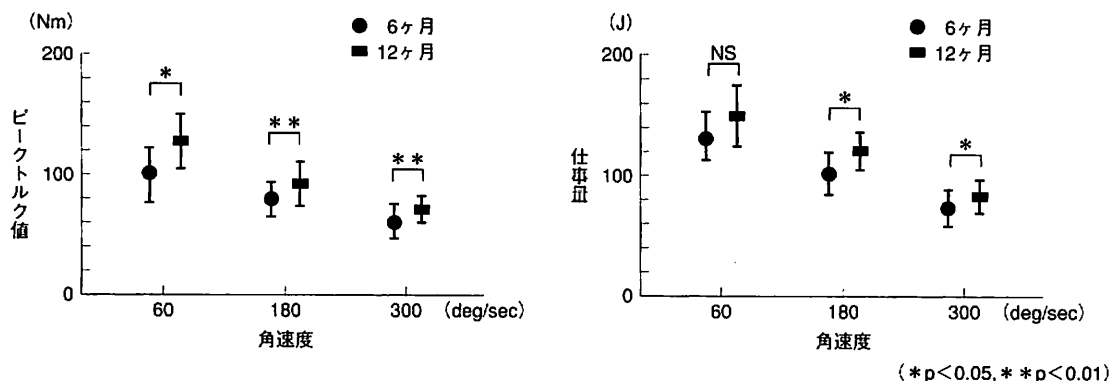


図2 膝伸展のピークトルク値、仕事量の6ヶ月と12ヶ月の比較
Fig. 2 Comparison of peak torque and total work of knee extensor between 6 and 12 months

すると、全ての角速度で6ヶ月が12ヶ月より有意に少なかった(60deg/sec: $p < 0.05$ 、180、300deg/sec: $p < 0.01$)。(図2)

膝伸展筋のPT値は、6ヶ月では全ての角速度において患側が健側より有意に少なかった(60deg/sec: $p < 0.01$ 、180、300deg/sec: $p < 0.05$)。12ヶ月では60deg/secでは患側が健側より有意に少なかった($p < 0.05$)が、180、300deg/secでは有意差は見られなかった。健側比(患側/健側×

100)を見ると6ヶ月では60、180、300deg/secで 67.2 ± 22.4 、 76.7 ± 28.3 、 $79.2 \pm 24.8\%$ であり、12ヶ月では 76.9 ± 21.0 、 81.6 ± 15.8 、 $82.0 \pm 14.2\%$ であった。(表1)

膝伸展筋の患側のTW値を6ヶ月と12ヶ月で比較すると、180、300deg/secでは6ヶ月が12ヶ月よりも有意に少なかった($p < 0.05$)が、60deg/secでは有意差は見られなかった。(図2)

膝伸展筋のTW値は、6ヶ月では全角速度にお

表1 ACL再建術後の膝伸展のピークトルク値

Table 1 Peak torque of knee extensor after ACL reconstruction

(単位: Nm, Mean $\pm$ SD)

角速度	6ヶ月		12ヶ月	
	健側	患側	健側	患側
60deg/sec	158.1 $\pm$ 43.4 (67.2 $\pm$ 22.4%)	105.7 $\pm$ 45.3 **	163.4 $\pm$ 40.3 (76.9 $\pm$ 21.0%)	125.1 $\pm$ 46.8 *
180deg/sec	108.9 $\pm$ 35.7 (76.7 $\pm$ 28.3%)	79.5 $\pm$ 28.5 *	115.2 $\pm$ 28.2 (81.6 $\pm$ 15.8%)	93.9 $\pm$ 31.5
300deg/sec	79.3 $\pm$ 29.4 (79.2 $\pm$ 24.8%)	59.6 $\pm$ 21.6 *	85.2 $\pm$ 25.3 (82.0 $\pm$ 14.2%)	69.1 $\pm$ 22.5

(): (患側/健側) $\times$ 100

*p<0.05, **p<0.01

表2 ACL再建術後の膝伸展の仕事量

Table 2 Total work of knee extensor after ACL reconstruction

(単位: J, Mean $\pm$ SD)

角速度	6ヶ月		12ヶ月	
	健側	患側	健側	患側
60deg/sec	190.4 $\pm$ 50.8 (68.0 $\pm$ 16.5%)	129.3 $\pm$ 48.2 **	191.7 $\pm$ 43.5 (77.8 $\pm$ 18.1%)	148.6 $\pm$ 49.8 **
180deg/sec	144.4 $\pm$ 44.3 (74.1 $\pm$ 21.4%)	103.4 $\pm$ 35.8 **	148.8 $\pm$ 37.1 (79.9 $\pm$ 16.0%)	117.5 $\pm$ 37.1 *
300deg/sec	103.8 $\pm$ 37.4 (76.8 $\pm$ 18.9%)	76.8 $\pm$ 28.8 *	107.9 $\pm$ 32.5 (80.8 $\pm$ 16.8%)	85.2 $\pm$ 28.8

(): (患側/健側) $\times$ 100

*p<0.05, **p<0.01

いて患側が健側より有意に少なかった (60deg/sec、180deg/sec: $p<0.01$ 、300deg/sec: $p<0.05$)。12ヶ月では60、180deg/secでは患側が健側より有意に少なかった (60deg/sec: $p<0.01$ 、180deg/sec: $p<0.05$) が、300deg/secでは有意差は見られなかった。健側比を見ると6ヶ月では60、180、300deg/secで68.0 $\pm$ 16.5、74.1 $\pm$ 21.4、76.8 $\pm$ 18.9%であり、12ヶ月では77.8 $\pm$ 18.1、79.9 $\pm$ 16.0、80.8 $\pm$ 16.8%であった。(表2)

3) 膝屈曲筋力

膝屈曲筋の患側のPT値を6ヶ月と12ヶ月と比較すると、60、180deg/secでは6ヶ月が12ヶ月よりも有意に少なかった (60deg/sec: $p<0.05$ 、180deg/sec: $p<0.01$) が、300deg/secでは有意差は見られなかった。(図3)

膝屈曲筋のPT値は、6ヶ月及び12ヶ月の全ての角速度で有意差は見られなかった。健側比を見ると6ヶ月では60、180、300deg/secで83.1 $\pm$ 18.4、95.9 $\pm$ 20.5、99.7 $\pm$ 37.6%であり、12ヶ月では96.0 $\pm$ 10.0、100.9 $\pm$ 10.4、100.0 $\pm$ 19.4%であった。(表3)

膝屈曲筋の患側のTW値を6ヶ月と12ヶ月と比較すると、60、180deg/secでは6ヶ月が12ヶ月よりも有意に少なかった (60、180deg/sec: $p<0.05$) が、300deg/secでは有意差は見られなかった。(図3)

膝屈曲筋のTW値は、6ヶ月では60deg/secで患側が健側より有意に少なかった (60deg/sec: $p<0.05$) が、6ヶ月の180、300deg/sec及び12ヶ月の全ての角速度では有意差は見られなかった。健側比を見ると6ヶ月では60、180、300deg/secでそれぞれ80.5 $\pm$ 22.1、95.3 $\pm$ 22.6、89.3 $\pm$ 16.3であり、12ヶ月では90.7 $\pm$ 12.7、96.4 $\pm$ 12.7、97.5 $\pm$ 20.0%であった。(表4)

4) 関節可動域

膝の関節可動域は、6ヶ月の時点では12例が全可動域を獲得し、3例が平均3度の伸展制限を有していた。12ヶ月の時点では、14例は全可動域を獲得していたが、1例は3度の伸展制限が残存していた。

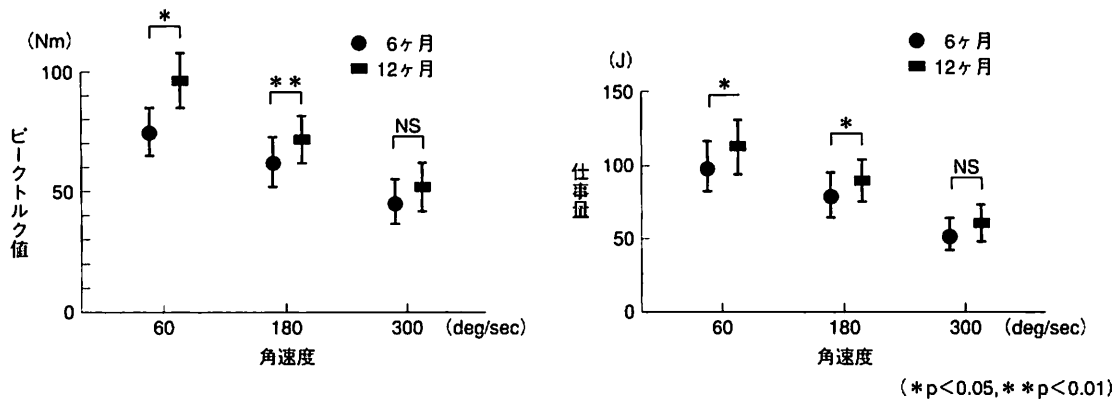


図3 膝屈曲のピークトルク値、仕事量の6ヶ月と12ヶ月の比較

Fig. 3 Comparison of peak torque and total work of knee flexor between 6 and 12 months

表3 ACL再建術後の膝屈曲のピークトルク値

Table 3 Peak torque of knee flexor after ACL reconstruction

(単位: Nm, Mean $\pm$ SD)

角速度	6ヶ月		12ヶ月	
	健側	患側	健側	患側
60deg/sec	90.2 $\pm$ 24.5 (83.1 $\pm$ 18.4%)	73.3 $\pm$ 23.3	92.9 $\pm$ 20.3 (96.0 $\pm$ 10.0%)	98.7 $\pm$ 24.5
180deg/sec	66.4 $\pm$ 20.5 (95.9 $\pm$ 20.5%)	62.1 $\pm$ 19.3	70.8 $\pm$ 21.0 (100.9 $\pm$ 10.4%)	71.8 $\pm$ 23.7
300deg/sec	49.3 $\pm$ 19.2 (99.7 $\pm$ 37.6%)	45.1 $\pm$ 14.8	51.3 $\pm$ 20.2 (100.0 $\pm$ 19.4%)	50.9 $\pm$ 21.1

() : (患側/健側) $\times$ 100

表4 ACL再建術後の膝屈曲の仕事量

Table 4 Total work of knee flexor after ACL reconstruction

(単位: J, Mean $\pm$ SD)

角速度	6ヶ月		12ヶ月	
	健側	患側	健側	患側
60deg/sec	112.5 $\pm$ 31.6 (80.5 $\pm$ 22.1%)	97.7 $\pm$ 28.8	118.4 $\pm$ 30.1 (90.7 $\pm$ 12.7%)	107.3 $\pm$ 30.4
180deg/sec	93.5 $\pm$ 25.4 (95.3 $\pm$ 22.6%)	78.2 $\pm$ 26.7	92.0 $\pm$ 29.5 (96.4 $\pm$ 12.7%)	88.5 $\pm$ 29.0
300deg/sec	58.9 $\pm$ 24.5 (89.3 $\pm$ 16.3%)	53.0 $\pm$ 19.3	61.6 $\pm$ 26.1 (97.5 $\pm$ 20.0%)	58.4 $\pm$ 22.6

() : (患側/健側) $\times$ 100

*p<0.05

5) スポーツ復帰状況

スポーツへの復帰状況を見ると、12ヶ月の時点で15例中13例がレクリエーションレベルのスポーツ活動を開始していたが、2例は未復帰であった。

V. 考 察

ACL再建術後のリハビリテーションは、スポーツはもちろん日常生活に復帰する上で重要であ

り、特に術後の筋力回復のための方法については数多く報告されている^{1) 6) 12) 13) 14) 15)}。膝周囲筋のなかでも膝伸展筋である大腿四頭筋の筋力は重要であり膝屈曲筋力に比べ筋力低下を起こしやすく、さらに回復しにくい。この大腿四頭筋の単独収縮は、脛骨の前方移動を引き起こし、再建靱帯に多大な負荷をかけることが知られている。そのため、リハビリテーションを施行する上で再建靱帯に負荷をかけずに大腿四頭筋筋力を獲得することは大きな課題である。大腿四頭筋の筋力トレ

ニングの方法としては、CKCexの安全性が報告されている。Yack¹⁴、関矢¹⁵らはスクワット動作時の脛骨前方移動量を計測し、ACL再建膝と健常膝を比較し両者に差はなく、その安全性を報告している。Bynumら¹⁶はCKCexとOKCexを行ったグループのリハビリテーション施行後の結果を比較し、CKCexを行ったグループの方が膝の安定性、関節可動域、疼痛、日常生活やスポーツへの復帰の面で効果的であったと報告している。またOKCexに関しては、木附ら¹⁷は膝伸展を負荷無しの自動運動と角速度30deg/secの等速性運動で行った時の脛骨前方移動量を計測し、健常膝とACL損傷膝で比較し、自動運動では0°から30°の範囲でACL損傷群が健常群より有意に脛骨前方移動量が大きく、等速性運動では0°から40°の範囲でACL損傷群が健常群より有意に脛骨前方移動量が大きかったと報告している。さらにACL損傷群で自動運動と等速性運動を比較し、0°から80°の範囲では等速性運動が自動運動より有意に脛骨前方移動量が大きくなり、80°より深い屈曲位での等速性運動であれば安全であると報告している。また、安田ら¹⁸は大腿四頭筋の単独等尺性収縮訓練は70°以上の屈曲位であれば脛骨の前方引き出し力はゼロになると報告している。当院で実施しているリハビリテーションプログラム(図1)はCKCexが中心でありおおむね安全と考えられる。

ACL再建術にて膝伸展機構の一部である膝蓋腱を用いた際、術後の大腿四頭筋筋力の回復は他の術式に比べ遅延することが指摘されている¹⁹。本研究の目的は骨付き膝蓋腱を用いた再建術後の筋力回復状況とその変化を明らかにすることである。術後の筋力評価としては等速性筋力を用い、PT値が指標として用いられることが多い。PT値は可動域中の最も筋出力の高い点をとらえた指標であるが、これに加えて可動域全体の筋出力を表す指標としてTW値についても考察する。

結果2)より膝伸展筋力を見ると、6ヶ月から12ヶ月にかけてPT値は全角速度において改善しているにもかかわらず、12ヶ月の時点で60deg/secでは健側と比べ有意に低下しており、180、

300deg/secの中、高速に比べ低速では回復が不十分であることがわかる。TW値に関しては、PT値が改善しているにもかかわらず、60deg/secでは6ヶ月と12ヶ月で有意差はなく十分な改善は見られなかった。これは低速での可動域全体の筋出力の回復が不十分であり、筋の持続収縮能力が低下していることが考えられる。Natri⁸、木野田ら²¹も高速に比べ低速の筋力回復は不十分であったと報告し、黄川ら¹¹は術後の筋力回復は高速域の筋力から起こると報告している。金子ら³¹は膝90°屈曲位での大腿四頭筋の等尺性収縮時の表面筋電図と筋力変化を測定し、術後大腿四頭筋の筋力回復は大腿直筋、外側広筋より起こり、内側広筋が十分回復し大腿四頭筋が健側に近い状態になるには計画的なトレーニングを施行しても10ヶ月以上要すると報告している。今回の調査において術後12ヶ月の時点での膝伸展筋力の回復の遅延は、再建靱帯として膝伸展機構を用いたことだけでなく、低速域のトレーニング方法の問題や金子ら³¹の筋力回復過程からも必然的な結果と考えられる。また、黄川ら³¹は中高速域の筋力は歩行や階段で用いると報告しており、これらは日常生活において使用頻度が高く、そのため低速域に比べ回復しやすいと考える。

TW値については大井¹⁰は筋力が強く、トルクカーブの立ち上がりが急峻になる程値は大きくなると報告し、清水¹¹はトレーニングの指標としてTAE (torque acceleration energy: 運動開始から1/8秒間の仕事量) が重要であると報告している。12ヶ月の時点での低、中速でのTW値の回復の遅延は、PT値の低下のみでなく全可動域を通しての持続筋収縮能力やTAEの低下の影響が考えられる。

これらのことより、低速域での筋力向上を前提としたトレーニングを再建靱帯が成熟する6ヶ月以降にはさらに積極的に取り入れていく必要があり、筋力回復が不十分な者にはその必要性を理解してもらい、12ヶ月以降もトレーニングを継続させる必要があると考える。

結果3)より膝屈曲筋力を見ると、PT値は6ヶ

月の時点で健側と患側の間に有意差はなく、12ヶ月の時点では患側筋力はさらに強くなっていることがわかる。TW値を見ると6ヶ月の60deg/secでは患側は健側に比べて有意に低く、この時点ではPT値は回復していても可動域全体にわたり十分な筋力を発揮できていないことがわかる。12ヶ月の時点ではTW値も回復し健側と同様の筋力が発揮できていると考えられる。6ヶ月の時点は日常生活は装具なしで行い、ランニング等も開始している時期であるが、大腿四頭筋の筋力低下は著明な時期であり、下腿の回旋制御等の膝関節の動的安定性を考えると、この時期の膝屈筋機能の役割は重要であると考えられる。このことより、筋力評価はPT値のみでは不十分であり、TW値の様な膝関節の全可動域にわたる筋出力の評価の重要性が示唆される。

スポーツ活動への復帰の基準としては筋力を指標とすることが多く、特に膝伸展筋である大腿四頭筋の筋力が重要視されている。今回の結果においても膝伸展筋力は著明に低下していたが、膝屈曲筋力は十分に回復がみられたため、膝伸展筋群の評価が重要と考えられる。スポーツ選手が日常生活活動や一般運動が可能となるには、大腿四頭筋の筋力は健側比で70-80%前後の回復が必要である¹⁾。今回の調査においても12ヶ月では健側比は75-80%前後であり、さらに15例中13例がスポーツを開始することができていたことから、健側比80%前後の筋力獲得はスポーツ復帰の一つの目安と考えることができるが、競技レベルの選手やコンタクトスポーツ種目の選手に関しては、さらに高い基準のもとに行う必要がある¹⁾。

今回の研究では等速性運動よりPT値とTW値を筋力の指標としたが、PT値のみでは筋力的一部分しか評価できず、TW値を測定に加えることで膝関節の全可動域にわたる筋出力の評価が可能と考える。しかし、等速性筋力は実際の動作とは異なる収縮様式であり、膝関節の機能をより適切に評価するにはこれらに加えて、ジャンプ等の実際の動作に即した運動能力の評価も必要と考える。

VI. ま と め

- 1) 骨付き膝蓋腱を用いたACL再建術後の筋力回復状況について調査を行った。
- 2) 膝伸展筋力は6ヶ月の時点では患側の筋力低下は全角速度で著明であり、12ヶ月の時点においてもPT値の低速域、TW値の低速、中速域において回復が遅延していた。
- 3) 膝屈曲筋力は6ヶ月ではPT値は全角速度で回復していたが、TW値は低速域で回復が不十分であった。12ヶ月ではPT値、TW値とも健側と同等のレベルまで回復していた。
- 4) PT値のみの評価ではなく、TW値の評価もスポーツ復帰上重要である。
- 5) これらのことより、低速、中速域を考慮した膝伸展筋力の積極的なトレーニングの必要性が示唆された。

参考文献

- 1) Bynum EB, et al : Open versus closed chain kinetic exercise after anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med 23(4) : 401-406, 1995.
- 2) 林広樹, 他 : 膝蓋靱帯による前十字靱帯損傷. 臨床スポーツ医学10, 特別増刊号, : 267-271, 1993.
- 3) 金子文成, 他 : ACL再建術後の大腿四頭筋機能の回復に関する考察. 理学療法学23 (学会特別号) : 398, 1996.
- 4) 黄川昭雄, 他 : 筋力回復過程からみた前十字靱帯損傷. 東京膝関節学会誌9 : 266-270, 1988.
- 5) 黄川昭雄, 他 : スポーツ傷害予防のための下肢筋力評価. 整形外科スポーツ医学会誌6 : 141-145, 1987.
- 6) 木附哲, 他 : 前十字靱帯損傷時における大腿四頭筋等速性運動時の脛骨前方移動の動的解析. 東京膝関節学会誌16 : 73-76, 1995.
- 7) 木野田典保, 他 : 膝前十字靱帯再建術後の大腿四頭筋・ハムストリングスにおけるピークトルクと仕事量の関係. 理学療法学22(1) : 5-9, 1995.
- 8) Natri A, et al : Isokinetic muscle performance after

- anterior cruciate ligament surgery. Long-term results and outcompredicting factors after primary surgery and late-phase reconstraction. *Int J Sports Med* 17(3): 223-228, 1996.
- 9) 仁賀定雄, 他: 早期リハビリテーションを行った骨片付膝蓋腱による前十字靱帯再建術. 東京膝関節学会誌15: 130-134, 1994.
- 10) 大井淑雄: Cybexによる機能検査. 整形・災害外科10: 1487-1497, 1984.
- 11) 清水泰雄: Cybex IIによる膝関節運動の筋力評価に関する研究. 昭医会誌49(1): 71-83, 1989.
- 12) Shelbourne KD, et al: Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 18(3): 292-299, 1990.
- 13) 関矢仁, 他: 不安定膝におけるスクワット動作での前後方向への動揺性について. 東京膝関節学会誌16: 69-72, 1995.
- 14) Yack HJ, et al: Comparison of closed and open kinetic chain exercise in the anterior cruciate ligament deficient knee. *Am J Sports Med* 21(1): 49-54, 1993.
- 15) 安田和則, 他: 膝前十字靱帯再建術後の筋力訓練(第1報) —大腿四頭筋および膝屈筋の単独等尺性収縮が前十字靱帯に及ぼす力—. 日整会誌59: 1041-1049, 1985.

バレーボール選手の手関節の弛緩に関する研究

相羽達弥 (医学部整形外科)
菊川久夫 (医学部整形外科)
福田宏明 (医学部整形外科)
康井義明 (工学部動力機械工学科)

戸松泰介 (医学部整形外科)
宮崎誠司 (医学部整形外科)
中村 豊 (スポーツ医科学研究所)
森山裕幸 (工学部動力機械工学科)

An Experimental Study on Joint Laxity of the Wrist in Volleyball Players

Tatsuya AIBA, Taisuke TOMATSU,
Hisao KIKUGAWA, Seiji MIYAZAKI,
Hiroaki FUKUDA, Yutaka NAKAMURA,
Yoshiaki YASUI and Hiroyuki MORIYAMA

Abstract

Requirements for joint activities are varied among many events of sport. Players may have specific joint laxity depending on various training activities. The objective of this study is to clarify the relationship between the joint laxity in passive movement and the type of sport by measuring joint moment-joint angle curves with a modified joint laxity system. Parameter R.O.M. and stiffness β were calculated from the curves obtained. Parameters of 8 volleyball players were compared with those of 11 volunteers. The results disclosed that the joint laxity of volleyball group was less than that of volunteer group, probably due to muscle strengthening exercises. It was also shown that the joint laxity on dominant side was more than non-dominant side in the volleyball group, which was different from the volunteer group. This difference was considered as a training effect.

Ⅰ. はじめに

激しい環境下におかれる関節は、障害発生頻度が高く、競技特有の障害を持つことがある。従って、関節特性は、それぞれの競技特有の特性を持ち合わせていると考えられる。よって、関節特性と競技特性との関連性について検討することや選

手自体がそれを知ることは、障害予防およびトレーニングプログラム作成にあたって大変有用であるといえる。

本研究では、従来の徒手測定法とは異なる客観的手法を用い関節特性を評価し、これらとスポーツ競技特性との関連性を検討することを目的とする。今回、一般男子学生11名、男子バレーボール選手8名を対象に、前報¹⁾で用いた試作装置に改良を加えた手関節 joint laxity 測定システムを用

いて、手関節の他動的な屈曲—伸展運動における関節モーメント—関節角度の関係を測定し、関節特性を分類した。その結果より、選手と一般人との間の関節特性の相違についての考察を試みた。

II. 測定方法と対象

(1) 測定装置

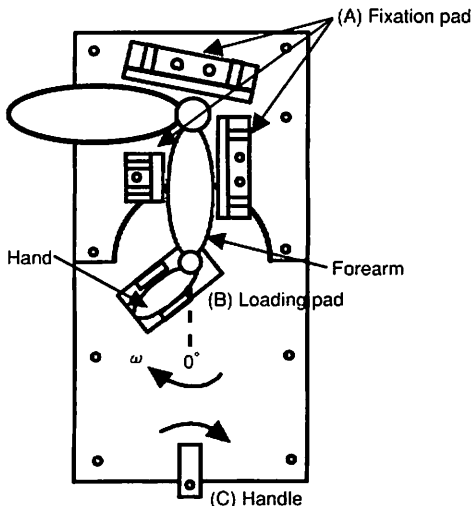
前報¹⁾の試作装置システムは、屈曲方向のみの他動的な運動で、関節の屈曲—伸展に伴う連続的な運動を行わせることが不可能で、十分な関節特性を評価することは困難であった。また被験者自身にハンドル操作を行わせたため前腕・上腕の固定条件が異なる場合があった。本装置では、このような問題点を解決するように改良を加えた。図1に示すようにアクリル板で作成された改良型装置は、他動的な手関節屈曲—伸展運動中の関節角度および関節モーメントを連続的に計測することができる。装置は、(A) 上腕・前腕固定部、(B) 手関節運動負荷部および (C) ハンドル部 (図1(a)参照) および (D) 検出・記録部 (図1(b)参照) より構成される。

関節角度および関節モーメントは、図1(b)

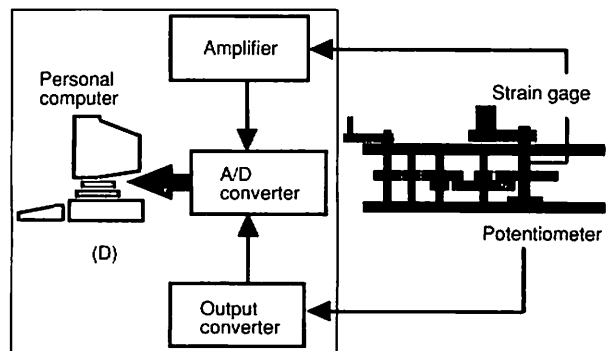
に示すように、手関節運動負荷部の回転軸下に取り付けられたポテンシオメータ (CPP-45B、緑測器) および二軸の汎用箔ひずみゲージ (KFG-1-120-D16-11、共和電業) を貼り付けた自作のモーメント検出器を用いて検出される。検出された電気信号は、ポテンシオメータ出力変換器 (RV-505G、緑測器) および動ひずみアンプ (DPM-611B、共和電業) を介してパーソナルコンピュータにデジタル記録される。

(2) 対象および測定

現在スポーツ活動を行っていない一般男子学生11名 (以下、control 群、平均年齢 22.4 ± 2.5 歳)、本学男子バレーボール部部員8名 (以下、volleyball 群、平均年齢 19.9 ± 1.4 歳) の合わせて19名の両手関節を対象に測定を行った。そのうち右手関節掌側に疼痛を持つ volleyball 群の1名に関しては左手関節のみの測定とした。装置による測定前に被験者には手関節周辺部の障害歴、スポーツ歴、その競技レベルに関する問診を行い、角度計による関節可動域を計測した。同時に thumb、elbow、shoulder、spine、hip、knee、ankle の7項目の general joint laxity の評価を行った。spine、hip が陽性の場合は1.0ポイントとし、それ以外では



(a) 装置概略図 (上面図)
(a) Measurement apparatus (upper view)



(b) 測定系 (側面図)
(b) Measurement system (lateral view)

図1 手関節 joint laxity 測定システムの構成図
Fig. 1 A diagram of a modified joint laxity measurement system

片側の陽性で0.5ポイントを与え、その合計点を general joint laxity score とした。

装置による測定では、被験者は肩外転90度、肘屈曲90度で椅子に着座させ、前報¹⁾と同様に、上腕、前腕および手部の固定を行い、中間位を確認する。このとき、屈曲方向を+、伸展方向を-とした。験者はハンドルを回転させ、他動的手関節屈曲～伸展運動を数回行わせ、中立位から測定を開始し、最大屈曲位～中立位～最大伸展位～中立位の1サイクルの運動を両手関節に対して行う。運動角速度 ω は15 deg./sec とし、計2回の測定を行った。

Ⅲ. 結 果

表1に各群の徒手測定の結果について示した。障害歴は、現在特に問題となるような症状を呈するものは見られなかったが、volleyball 群中1名が右手関節にガングリオンによる疼痛を有していた。control 群のスポーツ活動は、ほとんどが中・高校生時代に体力づくりを目的にして行っているもののスポーツ体力レベルについてはほぼ変わりはないと思われた。逆にvolleyball 群では、3時間の練習を週6日行っており、関東大学1部リーグにおいて優秀な成績をおさめ、プロに近い競技レベルである。また、小学生の頃からバレーボール以外のスポーツ競技にも積極的に参加していた。

角度計により計測した関節可動域は control 群が大きく、general joint laxity score はvolleyball 群の方が大きかった。

図2に各群毎に得られた関節モーメントー関節

角度曲線の代表例を示す。中間位から±40度付近では、モーメントの変動が大きく、±50度以降では関節角度の増加とともに関節モーメントは急激に増加した。

今回得られたモーメントー関節角度曲線は、前報¹⁾と同様に±0.5Nm 以下で変動が大きく、ある関節可動域以降では非線形性を有する曲線であり、全体を一つのパラメータで一度に評価することは困難である。従って、一定荷重下での関節可動域 R.O.M. と、一定関節可動域内での stiffness β の二つのパラメータを定義し、関節特性の分類を行った。パラメータ R.O.M. は、屈曲および伸展運動時に±1.0Nmに達したときの関節角度の差をとった。また、stiffness β を前報(2)式¹⁾を用いて算出した。今回、中立位を0%、各最大位を100%とし、関節位が60%～90%の範囲を算出式の適応範囲とし、それぞれ屈曲を stiffness β_i 、伸展を stiffness β_e とした。

両パラメータの算出結果を表2に示す。非利き手側の stiffness β_e を除いて control 群の方が R.O.M.

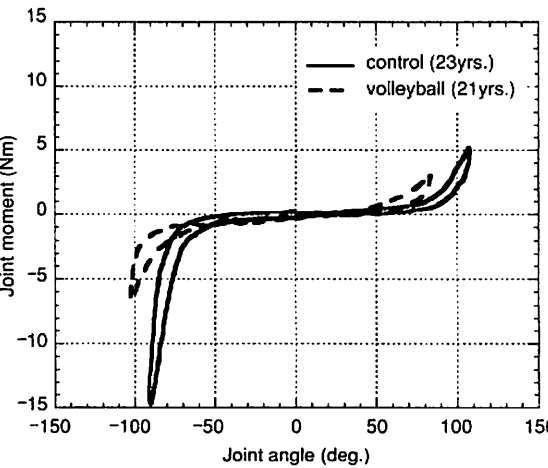


図2 関節モーメントー関節角度曲線
Fig. 2 Joint moment- joint angle curves

表2 パラメータ算出結果
Table 2 Results of parameters

		R.O.M.(deg.)	stiffness β_i (1/deg.)	stiffness β_e (1/deg.)
control	dom.	134.6 ± 25.0	0.049 ± 0.015	0.059 ± 0.011
	non-dom.	149.0 ± 26.1	0.051 ± 0.013	0.065 ± 0.015
volleyball	dom.	130.3 ± 29.0	0.056 ± 0.038	0.072 ± 0.045
	non-dom.	130.6 ± 31.1	0.068 ± 0.051	0.055 ± 0.036

表1 徒手測定結果
Table 1 Profiles of control and volleyball

	n	自動的 R.O.M.(deg.)	他動的 R.O.M.(deg.)	general joint laxity score(point)
control	11	146.0 ± 17.7	182.0 ± 17.2	2.5 ± 1.4
volleyball	8	145.6 ± 12.1	181.9 ± 16.5	3.6 ± 2.0

が大きく、stiffness β は小さかった。従って、control 群の方が関節の硬さが低い、言い換えれば柔らかい関節を持っていた。両群間で各パラメータに関して二標本 t 検定を行ったところ、どれも有意差は認められなかった。

また、利き手—非利き手間での比較では、有意差は見られなかったが、volleyball 群は、R.O.M. は両側間でほぼ同じで、stiffness β が非利き手側の方が小さい傾向を示し、control 群とは異なる傾向であった。

IV. 考 察

バレーボールは、手関節を 3 運動方向フルに利用するスポーツであり、比較的小さな負荷が何度も加わり、手関節は常に過酷な条件にさらされている。また、この様な球技における、手部のスポーツ外傷の報告は、手指関節のいわゆる突き指による骨折、脱臼、靱帯損傷などが多く、手関節では、転倒、衝突などによる外傷が多い²⁾。また、Chang ら³⁾ は power lifter の関節可動域がスポーツを行っていない群に比べ、筋の増強により減少する傾向があると報告した。また、内山ら⁴⁾ は、スポーツによる刺激に対して、筋・靱帯などの軟部組織、骨などの増強が認められるとの報告もある。

手関節を頻回に利用するバレーボールの競技特性や筋力トレーニングの励行を考えれば、control 群に比べ筋力が増強や関節周辺軟部組織の変性が起こっていることが十分に考えられ、結果として R.O.M. の減少、stiffness β の増加が認められ、関節の安定性が高い傾向を持ったと思われる。これらは、general joint laxity score との関連性が認められない。このことは、バレーボールが他関節に比べ手関節を酷使しており、さらにはスパイクなどを打つ動作に対しては特に安定性が要されることを示していると考えている。

また、volleyball 群は、control 群とは異なり R.O.M. は両側間でほぼ同じで、stiffness β では

非利き手側の方が小さいという傾向が見られた。Stubbs ら⁵⁾ の報告では、筋量の左右差から非利き手側は関節可動域が広いと述べており、volleyball 群の結果と異なる。これは、スパイクを打つ時に、手関節は筋力や手の運動の慣性力によって屈曲位を強制される。このような動作の繰り返しにより利き手側は非利き手側に比べて、stiffness β は小さくなり、屈曲方向の関節安定性が低くなっていったと考えられる。このような動作の少ない伸展方向に対しては、筋量の違いや力の増強効果により利き手側 stiffness β が大きくなり、関節の安定性が得られていると考えられ、競技によって得られた関節特性であることが示唆された。

V. ま と め

今回、改良型手関節 joint laxity 測定装置を用いて一般男子学生 11 名と男子バレーボール選手 8 名の両手関節を対象に関節モーメント—関節角度曲線を測定した。曲線より R.O.M. および stiffness β の算出し、それぞれ一般男子学生群と男子バレーボール選手群とで比較を行った。その結果、統計的有意差は認められなかったものの、一般男子学生群に比べ男子バレーボール選手群は手関節の安定性が高い傾向を示した。また、バレーボール選手の利き手側は、非利き手側に比べて、stiffness β は大きい傾向を示し、一般男子学生とは逆の傾向を示した。バレーボールのスパイク時の動作を考慮するとこれらは競技によって得られた関節の特性であることが示唆された。

本研究は、東海大学スポーツ医科学研究所臨床医学研究室および同整形外科研究室内の設備を用いて行われ、その一部は第 24 回日本臨床バイオメカニクス学会で発表したことを付記する。

参考文献

- 1) 相羽達弥ほか：手関節 Joint Laxity について—測定装置の試作とその評価—、東海大学スポーツ医

科学雑誌、第9号、74-80、1997.

2) 中嶋寛之ほか：スポーツ外傷と障害、文光堂、1983.

3) Chang D. E. et al. : Limited joint mobility in power lifters, Am. J. Sports Med., 16, 280-284, 1992.

4) 内山茂晴ほか：特集スポーツによる軟部組織の外傷と障害—V.各スポーツ傷害の病態と治療法、

2.靱帯・その他、2.手関節部—整形外科、46巻8号、1037-1042、1995.

5) Stubbs N. B. et al. : Normative data on joint ranges of motion of 25-to 54-year-old males, Int. J. Ind. Ergon, 12, 265-172, 1993.

トレーニング講習会における意識調査

恩田哲也 (スポーツ医科学研究所)

有賀誠司 (スポーツ医科学研究所)

寺尾 保 (スポーツ医科学研究所)

中村 豊 (スポーツ医科学研究所)

宮崎誠司 (大磯病院整形外科)

橋本敏明 (体育学部武道学科)

湯浅康弘 (トレーニング・センター)

A research on the practical teaching training session at the Research Institute of Sports Medical Science Tokai Univ.

Tetsuya ONDA, Seiji ARUGA,
Tamotsu TERAOKA, Yutaka NAKAMURA,
Toshiaki HASHIMOTO, Seiji MIYAZAKI
and Yasuhiro YUASA

Abstract

In 1995 the 15th Building was completed on the Tokai University Shonan Campus. It housed the Research Institute of Sports Medical Science. The new building was to aid in improved communications and liaison between the Research Institute of Sports Medical Science and the sports clubs that are active on campus.

The institute offers three areas of support systems ; 1. Scientific 2. Medical 3. Training & Conditionings. This research is specific to Trainings and Conditionings. The questionnaire was completed by students after a practical teaching session which also explained the theories upon which the training was based.

The result of this being that all students who took part in the practical teaching session understood the concepts taught and applied these ideas to their training.

The participants in the practical session have shown a more positive attitude towards their own training and feel they have gained benefits directly relevant to their sport. Participants also understand the necessity of this kind of teaching session to improve their performance.

I. はじめに

1995年に東海大学湘南校舎にスポーツ科学研究及び各種トレーニングの充実の為の設備機器等を揃えた15号館が完成し、以後東海大学スポーツ医

科学研究所(以下スポ医研と称す)が実施するスポーツクラブ(運動部・同好会等、スポーツに関わる団体を指す)へのサポートシステムも徐々に整備され各クラブに認識されつつある。スポ医研のサポートシステムは大きく分けて次の3分野から成り立っている。

(1)科学的サポート

(2)メディカルサポート

(3)トレーニングサポート

(1)の科学的サポートは、心肺機能などの生理学的な面からのサポートを中心としており、その中には低圧室を使ったものや、減量に関する栄養摂取なども含まれる。(2)のメディカルサポートは、怪我についての診断を中心にしており、怪我から競技に復帰するためのリハビリテーションも行う。(3)のトレーニングサポートは、トレーニングルームでの指導、講習会、トレーニングメニューの作成、更新、体力及び形態測定等を行っている。トレーニングルームの利用状況に関しては1ヶ月の延べ利用者数が約2000人、利用クラブ数は、44である(1997年11月現在)。

そこで今回は(3)のトレーニングサポートの講習会に着目し、講習会受講者に対する意識調査を試みた。調査の要点は

(1)トレーニング指導の理解度とそのアドヴァイスの実践について。

(2)トレーニング指導後のトレーニング対する姿勢について。

(3)ウエイトトレーニングの効果について。

(4)専門競技への効果とトレーニングへのアドヴ

ァイスの必要性について。

であり、これらの項目について受講前と受講後における意識の違いを探った。先行研究に参考になる資料があるものの、比較検討できる適切な資料は見あたらなかった。

Ⅲ. 研究方法

1. 調査期間：1997年7月

2. 調査対象及び方法：

調査は、1997年7月までに東海大学スポーツ医科学研究所・トレーニングセンター主催のウエイトトレーニングの講習会を受講した15クラブ(表1)の指導者に、アンケート用紙を用い、その所属部員への回答を依頼した。回収後の集計は単純集計及びクロス集計を行った。

3. 調査内容：

性別、学年などの基礎的項目、トレーニング指導の理解度に関する項目、ウエイトトレーニングの効果に関する項目等、計18項目からなる。

表1 回答者の所属クラブ及び学年

Table 1 University year and club of the subjects.

所属クラブ	全体	1年	2年	3年	4年	不明
女子バレー	27(5.1%)	9(33.3%)	6(22.2%)	7(25.9%)	4(14.8%)	1
男子バレー	41(7.8%)	8(19.5%)	10(24.4%)	12(29.3%)	11(26.8%)	
女子バスケ	22(4.2%)	7(31.8%)	5(22.7%)	5(22.7%)	5(22.7%)	
男子バスケ	12(2.3%)	5(41.7%)		3(25.0%)	4(33.3%)	
女子ラクロス	15(2.8%)	4(26.6%)	3(20.0%)	8(53.3%)		
男子ラクロス	25(4.7%)	4(16.0%)	9(36.0%)	3(12.0%)	9(36.0%)	
女子ハンド	13(2.5%)	4(30.8%)	6(46.2%)	3(23.1%)		
チアリーダー	30(5.7%)	13(43.3%)	7(23.3%)	4(13.3%)	4(13.3%)	2
ゴルフ	16(3.0%)	9(56.3%)	2(12.5%)	2(12.5%)	2(12.5%)	1
ライフセービング	8(1.5%)	5(62.5%)	2(25.0%)	1(12.5%)		
アイスホッケー	20(3.8%)	9(45.0%)	4(20.0%)	4(20.0%)	2(10.0%)	1
アメフト	76(14.4%)	22(28.9%)	14(18.4%)	17(22.4%)	23(30.3%)	
ラグビー	75(14.2%)	17(22.6%)	23(30.7%)	22(29.3%)	13(17.3%)	
硬式野球	49(9.3%)	16(32.7%)	17(34.7%)	16(32.7%)		1
柔道	97(18.4%)	27(27.8%)	23(23.7%)	26(26.8%)	21(21.6%)	
全体	527	159	131	133	98	6
%	100%	30.2%	24.9%	25.2%	18.6%	

表2 経験年数

Table 2 How many years experience of their sports?

所属クラブ	1年未満	1～3年未満	3～5年未満	5～8年未満	8～10年未満	10年以上	不明
女子バレー			1	4	11	11	
男子バレー				11	19	11	
女子バスケ				2	8	12	
男子バスケ				4	1	7	
女子ラクロス	4	5	6				
男子ラクロス	3	11	10		1		
女子ハンド		1	3	6	3		
チアリーダー	9	8	9	2			2
ゴルフ	2	2	8	3			1
ライフセービング	1	3	1				3
アイスホッケー				1	3	15	1
アメフト	3	14	32	26		1	
ラグビー		2	12	42	8	10	1
硬式野球				1	7	41	1
柔道			1	16	19	61	
全体	22	46	83	118	80	169	
%	4.2%	8.9%	16.0%	22.8%	15.4%	32.6%	

Ⅲ. 結果と考察

1. 調査対象の特色

回収を得たアンケートの回答用紙は527部ですべてが有効標本であった。男女別に見ると、男77.6%、女22.4%とである。学年別に見ると、1年生30.2%、2年生24.9%、3年生25.2%、4年生18.6%となっている(表1)。

競技継続年数については、「10年以上」と答えた者の割合が32.6%と最も高く、これに対して最も低い割合は「1年未満」と答えた者の4.2%である(表2)。種目別に見ると、中・高校で普及しているバレーボール、バスケットボール、野球、柔道などは経験年数の割合が長く、普及度が低いまたはニューススポーツと呼ばれるラクロス、チアリーダー、ゴルフ等は経験年数が短い。これまでの受講経験の有無については、「ある」と答えた者が37.8%である(表3)。このことは6割強の者が自己流でトレーニングを行っていたを示している。

表3 トレーニング講習会受講経験

Table 3 Have you had a practical teaching session?

所属クラブ	全体	はい	いいえ	不明
女子バレー	27(5.1%)	16	5	6
男子バレー	41(7.8%)	9	23	9
女子バスケ	22(4.2%)	7	9	6
男子バスケ	12(2.3%)	3	4	5
女子ラクロス	15(2.8%)	4	10	1
男子ラクロス	25(4.7%)	4	13	8
女子ハンド	13(2.5%)	7	2	4
チアリーダー	30(5.7%)	7	19	4
ゴルフ	16(3.0%)	7	4	5
ライフセービング	8(1.5%)	4	3	1
アイスホッケー	20(3.8%)	9	4	7
アメフト	76(14.4%)	25	29	22
ラグビー	75(14.2%)	25	15	35
硬式野球	49(9.3%)	25	10	15
柔道	97(18.4%)	47	20	30
全体	527	199	170	158
%	100%	37.8%	32.2%	30.0%

2. トレーニング指導の理解度とそのアドバイスの実践について

トレーニング指導の内容や説明について尋ねたところ、「大変理解出来た」、「ある程度理解できた」と答えた者の割合が計96.7%と圧倒的に高く、以下、「分からない」2.7%、「あまり理解できな

かった」0.4%、「全く理解できなかった」0.2%の順となっている（図1）。

この傾向は、すべての学年に共通しているが、学年が上がるにつれて理解度は僅かに強く高くなっている。

次に、トレーニング指導で受けたアドバイスを、実際にどの程度意識してトレーニングを行っているかを図2に示した。「常に意識している」、「ある程度意識している」と答えた者の割合が計94.4%であり、「分からない」4.6%、「あまり意識しない」0.8%、「全く意識しない」0.2%の順となっている。この傾向は、トレーニング指導の理解度同様である。学年別に見ると、やはり上級学年になればなるほどに、意識度は高くなっている。

これらのことから受講者のほとんどが、受講時

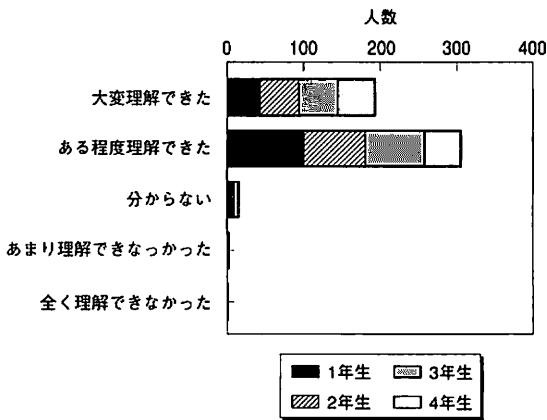


図1 トレーニング講習会の理解度
Fig. 1 Understanding of the practical teaching session.

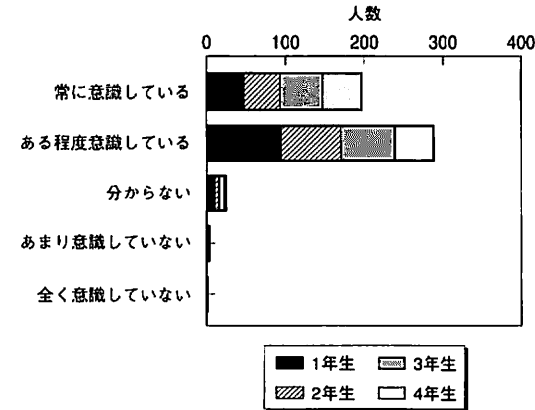


図2 講習会後のトレーニングにおける実践
Fig. 2 Practical participation after the session.

に、その説明や内容を理解し、アドバイスを意識しながらトレーニングを行っている姿が浮き彫りにされる。

3. トレーニング講習会後のトレーニングに対する姿勢について

講習会後のトレーニングの実践について、①意欲・取り組み方、②興味、③認識やイメージの3点から着目し、①の意欲・取り組み方について講習前後の変化を尋ねたところ、良くなった（「非常に良くなった」(23.1%) + 「良くなった」(62.2%)）と答えた者の割合が85.3%と高く、これに対して「変わらない」と答えた者の割合は14.3%、悪くなる（「悪くなった」(0.2%) + 「非常に悪くなった」(0.2%)）と答えた者の割合が0.4%となっている（図3）。

学年別に見ると、「良くなった」と答えた者の割合が最も高いのが4年生の92.8%であり、最も低いのが1年生の80.3%である。

②のトレーニングに対する興味の持ち方について、受講前より受講後がトレーニングに興味を持ったかどうかを尋ねたところ、興味を持つ（「大変持つようになった」(21.8%) + 「持つようになった」(58.9%)）と答えた者の割合が80.7%と最も高く、「変わらない」、「持たなくなった」、「全く持たなくなった」と答えた者の割合はそれぞれ18.7%、0.2%、0.4%となった（図4）。

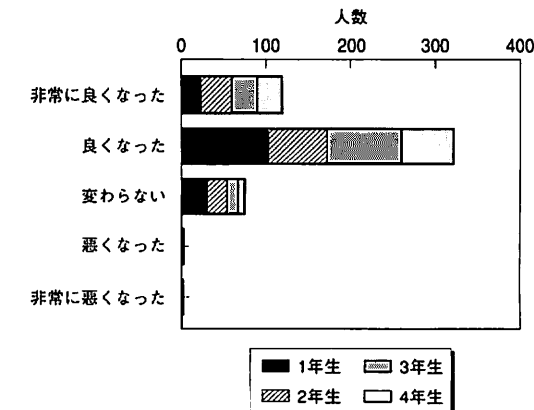


図3 意識・取り組み方について
Fig. 3 Positive feeling towards the training.

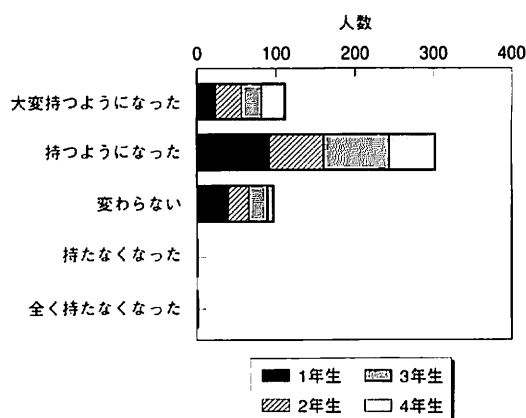


図4 興味について
Fig. 4 Interesting in the training.

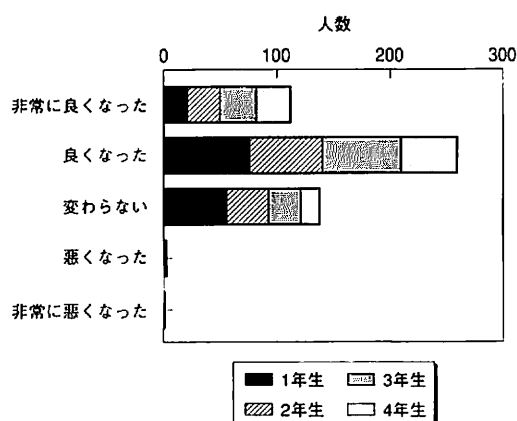


図5 認識・イメージについて
Fig. 5 Impression of training.

学年別に見るとでは他の項目と同様に、1年生75.1%、2年生78.0%、3年生82.0%、4年生89.6%と学年が上がるにつれて割合が高くなっている。

③のトレーニングに対する認識やイメージについて、受講前より受講後がトレーニングに対し認識やイメージが良くなったかどうかを尋ねたところ、良くなった（「非常に良くなった」(22.2%)+「良くなった」(50.5%）と答えた者の割合が72.2%と最も高く、以下、「変わらない」が26.8%、悪くなった（「悪くなった」(0.4%)+「非常に悪くなった」(0.2%）が0.6%となっている（図5）。

学年別に見ると、1年生64.3%、2年生70.8%、3年生75.2%、4年生84.5%と良くなったとの回答の割合が高くなっている。その内容として、最も多い回答が「怪我の予防となることがわかる」

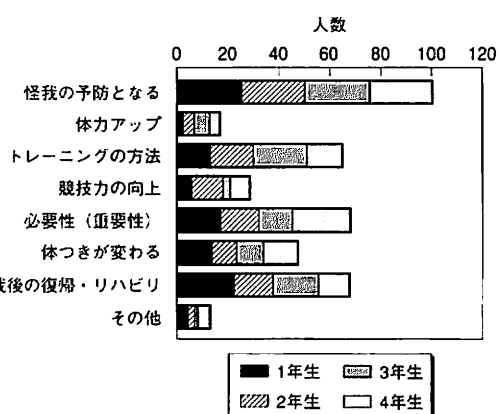


図6 認識・イメージについての具体的な点
Fig. 6 Specifically, what kinds of impression have you got?

30.3%であり、以下、「体力の向上に役立つことがわかった」20.9%、「トレーニング方法がわかった」20.6%、「競技力向上に役立つことがわかった」20.0%とそれぞれ20%を越えている（図6）。

これらのことから、7割から8割以上の者が受講後、トレーニングに対する姿勢が前向きに変わっていることがわかる。これは特にトレーニングを行う意欲・取り組み方に反映している。これらの傾向が示された理由として考えられるのは、講習会を受講したことによって、トレーニング継続上で最も重要といわれる、適切な目標設定を認識したためではないかと思われる¹⁾。

学年別において上級生が好ましい傾向を示す理由としては、下級生においては、技術習得が競技力向上に大きく影響するのに対して、技術レベルが高い上級生は、体力面での向上がより高い競技力を得るために必要であることを認識するためと考えられる。

4. ウエイトトレーニングの効果について

図7はウエイトトレーニングの効果について回答の割合を示しめている。これを見ると効果を感じた（「非常に感じた」(20.5%)+「感じた」(54.7%）と答えた者の割合は75.2%と最も高く、以下、「分からない」と答えた者の割合は22.8%、感じていない（「感じない」(1.7%)+「全く感じない」(0.4%）が2.1%の順となっている。

学年別に見ると4年生が80.6%と最も効果を感じており、逆に1年生の69.4%が最も低い。

この項目では、「分からない」という回答が22.8%と他の項目と比較して高い結果となっている。講習を行い始めてから期間が長いクラブで約1年、短いクラブでは約1ヶ月程度しかたっており、競技のシーズン等の関係により講習会後シーズンを向かえていないクラブもあるため、また、トレーニング効果としても講習会後十分に時間がたっていないクラブがあるためなどが挙げられる。

「効果を感じた」と答えた者の具体的な内容を尋ねたところ、「体格が変わった」という回答が最も多く64.7%であり、以下、「競技力が向上した」、「怪我の減少／復帰が早くなった」がそれぞれ、29.0%、28.5%の割合である。これに対して、心理面からの影響があると思われる「心と体が充

実するようになった」の回答は20%に満たない(図8)。

これらのことからウエイトトレーニングの効果を感じた者の多くは、身体的変化によって効果を認めている。通常ウエイトトレーニングを行うと、筋力の増大に伴い、筋肥大などが起こり身体組成の変化や体重の増量といった変化が現れてくる²⁾³⁾。アメリカンフットボール、ラグビー、アイスホッケー等のように、身体の接触が多い種目においては、これらの要素が大変重要だと考えられ、競技力にも結びつくと考えられる。同時に、これらのトレーニングが怪我予防の面からも重要であるとの理解が得られている。

5. 専門競技への効果とトレーニングへのアドヴァイスの必要性

自分の専門競技への効果についての質問したところあると思う(「非常にあると思う」(32.6%) + 「あると思う」(44.7%))と答えた者の割合が77.3%と最も高く、以下、「分からない」が22.1%、ないと思う(「ないと思う」(0.4%) + 「全くないと思う」(0.2%))が0.6%となっている(図9)。

「効果がある」と答えた者の具体的な内容としては、「専門競技の技術面に効果がある」の割合が、47.1%と最も高く、以下、「パワー」、「筋力」

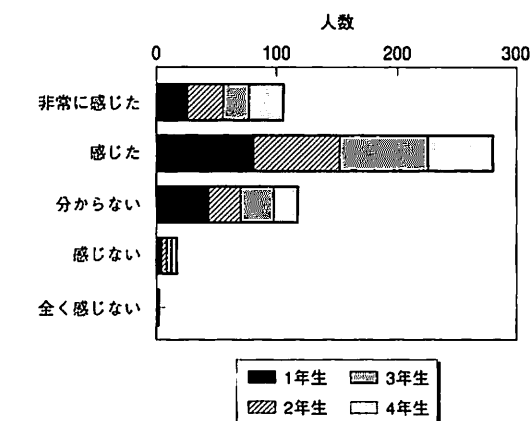


図7 トレーニングの効果について
Fig. 7 The effects of the training.

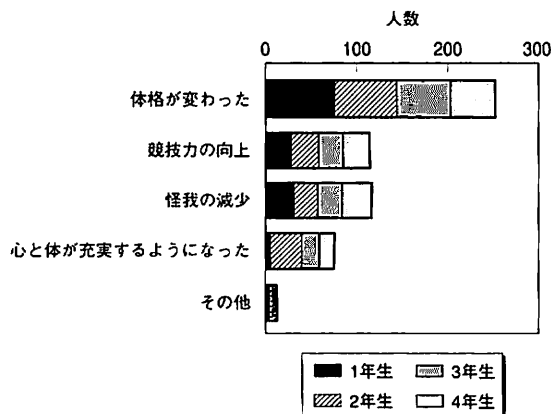


図8 トレーニング効果のあった点
Fig. 8 Specifically, what kinds of effects have you felt?

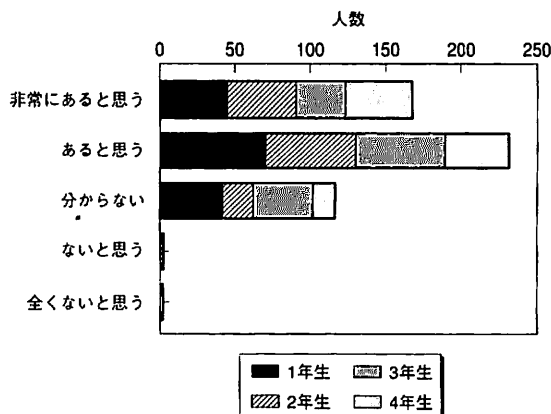


図9 競技への効果について
Fig. 9 Improvement in own sports.

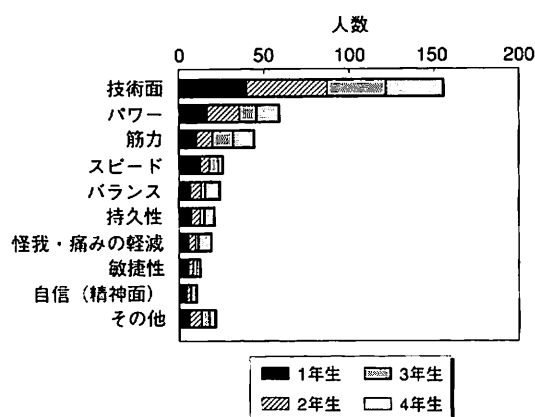


図10 競技への効果のあった点
Fig. 10 The specific benefit to their sports.

といった面で効果を感じている(図10)。学年別に見ても、すべての学年で「専門競技の技術面で効果がある」と答えた者の割合が最も多い。

今回の講習会はすべてのクラブについて同一のものではなく、各競技特性を考慮して個別トレーニング方法及び種目を講習しており、約半分の回答者が競技に役立っていると感じていることは、講習内容がそれぞれの競技に適していることを示唆する。学年別に見ても、1年生と4年生においては、トレーニングがそれぞれの競技に「効果がない」と回答した者が1人もおらず、2年生、3年生においてもほんの僅かであることを考慮すると、講習会后、明確ではないまでもウエイトトレーニングが、競技力向上に役に立つのではないかと、今回調査の対象者の内、ほぼ全員が感じることがうかがえる。

トレーニングプログラムの提供や指導・アドバイスの必要性について尋ねたら、必要である(「非常に感じる」(42.6%) + 「感じる」(50.0%))と答えた者の割合が92.6%と最も高く、以下、「分からない」が6.4%、「感じない」0.6%、「全く感じない」0.4%となっている。学年別に見ると、各学年とも90%以上の回答者が必要であると感じている(図11)。

これらの結果からトレーニングプログラムの提供や指導・アドバイスの必要性を強く感じており、受講者が体験的に学習することを強く望んでいる傾向がうかがえる。この事はトレーニングの

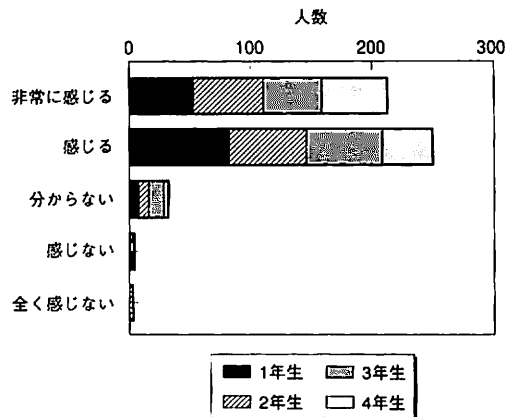


図11 トレーニング指導・アドバイスの必要性
Fig. 11 The necessity of the practical teaching session.

マンネリ化を防ぐことにも関連しており、定期的にトレーニング用法メニューを更新してゆくことの重要性を意味すると思われる。

IV. お 結 べ

東海大学体育会系スポーツクラブを中心とする15クラブに、東海大学スポーツ医科学研究所・トレーニングセンター主催のウエイトトレーニング講習会受講後のそれぞれの選手に、トレーニングに対する意識調査を行ったところ、次のような点が明らかになった。

- 1) トレーニング講習の理解度とその講習で受けたアドバイスの実践については、受講者ほとんどが理解し、又そのアドバイスに従いトレーニングを行っている。その傾向は学年が上がれば上がるほど僅かながらも高い。
- 2) 講習後のトレーニングに対する意欲・取り組み方、そして興味において80%以上の者が改善されたと回答している。
- 3) 受講後のトレーニングに対する認識について、意欲・取り組み方、興味と比べると改善の割合は低かったものの70%以上の者に改善が見られた。ここでも学年が上がれば上がるほど僅かながらも高い傾向がみられた。
- 4) 受講後におけるウエイトトレーニングの効果については、約75%の者がその効果があると思

い、効果のある具体的な点として、最も多い答えは形態的な面での体格が変わったことであった。

- 5) 受講後の、専門競技へのトレーニング効果については、77%以上の者が「効果があると思う」と答え、「思わない」と答えた者は僅か0.6%である。その具体的な内容としては「技術面に効果があると思う」と答えた者が最も多い。
- 6) トレーニングへのアドバイスの必要性については、90%以上の者が必要であると感じている。

最近東海大学のスポーツクラブにおいては、ウエイトトレーニングを本格的に取り入れるクラブが増えている。しかし、ウエイトトレーニングに対する認識、実践方法に関して熟知している者は少なく、見よう見まねといった形で行われていたことがうかがえる。したがって今回の対象者の多くが、講習やアドバイスを待ち望んでいたと思われる。この事は、トレーニングへの意欲・取り組み方にも顕著に現れている。講習会開始後、1年以上が過ぎたが、クラブによっては受講後1ヶ月程度しかたっていないクラブもあるものの、約

7割以上の対象者が受講後のトレーニングで効果を感じている。トレーニングについての指導やアドバイスの必要性については、9割以上の者が感じている。

トップレベルにおいて、その競技力向上に、正しいトレーニングは必要不可欠であろう。本調査は、東海大学のスポーツ活動のサポートシステムの一端を調査したにすぎず、それは効率的な競技力向上を図る研究の端緒にすぎない。よって、今後もこれらの調査・研究を進めていき、現場への指導に役に立てばと考える。

参考文献

- 1) 有賀誠司：トレーニング指導・問題解決への提案、トレーニングジャーナル、No182、P42～45、1994、12月。
- 2) McArdle. W. D, Katch. F. I and Katch. V. L：運動生理学、第1版、杏林書院、1992年、p389。
- 3) McDonnagh. M. J and Davis. C. T. M: Adaptative response to mammalian skeletal muscle to exercise with high load, Eur. J. Appl. Physiol, 52: 139, 1984.

柔道における動揺性膝関節の MRI所見について

中村 豊 (スポーツ医学研究所)

戸松泰介 (医学部整形外科)

宮崎誠司 (医学部整形外科)

MRI findings of instability of knee in judo players

Yutaka NAKAMURA, Taisuke TOMATU
and Seiji MIYAZAKI

Abstract

Instability of knee joint of athletes on the playing list has been known to see a lot of cases against to our expectations, especially in judo there are about 30%. But actually, grade of instability of knee in judo has not been known in detail. For the purpose of study of instability of knee we performed MRI examination added to the manipulative tests of instability of knee to judo athletes. 6 of 18 subjects with instability of knee judged by manipulative tests had the instability filled with criteria that we had made to judge the grade of instability. Findings of MRI examination in this 6 athletes were showed that there were two subjects with anterior cruciate ligament-deficient knee and 4 suspected tear of ligaments with damaged tension of ligament fibers. MRI findings were showed 3 meniscus tears and one of 3 cases with valgus instability was injured MCL of knee. Ability of judo activity was evaluated in results of competition, 2 of 6 cases with anterior instability of knee had poor results, one of 6 cases had good results, other 3 cases had no major change. This results suggested that the choice of methods of medical treatment for instability of knee was important for student who had the limitation of time as 3 years of student sports life.

はじめに

柔道競技はその競技の特質である格闘技といわれるcontact sportsとして性格からも傷害が多いことは皆の知るところではありますが、実際には不明な点も数多くあり現状の把握も必ずしも十分でないと言えます。選手自身も身体の異常を自覚しながら競技を続けていることも多く、傷害をそれなりに位置づけてある程度は弱点を認識しながら練習を工夫し

ている場合もかなり見受けられるようであります。

今回はスポーツを実際に行っている選手の膝関節の状態を把握するために、直接道場に出向いてその場で身体および関節の検診を行い、さらに明かな異常所見をもつものに対してMRI検査を追加しましたので結果を報告します。

調査対象および方法

調査は現在も実際に柔道を行っている選手と

・直接検診；問診、身体所見
膝関節動揺性検査
ADS
Lachman test
Pivot shift test
内外反動テスト
KT1000
・単純X線、MRI検査

図1 調査項目

Fig. 1 Methods of Examination

し、なかでも膝関節に傷害をもつ者のなかから特に膝関節の動揺性をもつものとししました。対象は大学柔道部員が14名と高校柔道部員の4名の合計18名に対し調査を行いました。性別は男性が16名であり女性は2名であります。年齢は16才から22才であり平均で19.8才であります。競技期間は最も短いもので高校生の3年で長いものでは小学生時代から競技を始めた者で15年であり、平均で8年でした。調査項目としては直接検診を行い、問診にもとづいて身体所見をとり、特に膝関節に関しては関節動揺性検査としては前方引き出しテスト、Lachman test、Pivot shift testなどの徒手の検査に加えてKT1000による関節動揺性検査を追加しました。その他に単純X線検査に加えてMRI検査は全例に行い、競技力との関連を検討しました(図1)。MRIは東芝0.5Tおよびフィリップス社1.5Tを用い、撮影時期は2例を除き1ヶ月以上経過した陳旧性のものでありました。

調査結果

膝関節の動揺性に関しては選手の体格や筋力などにより所見に客観性が乏しく、関節弛緩性などの個人差を考えると、得られた所見の信頼度を高めるためには一定の基準を設けて診断する必要性があり図2に示す基準を作成し動揺性を判定しました。すなわち徒手の動揺性検査ではLachman testが陽性で、Pivot shift testが明かに陽性であるのに加えてKT1000による値が20ポンドの左右差で3 mm以上の差を示す値の者を明かな動揺性として程度判定すると、基準を満たす者は6名であり

1) 徒手の膝関節動揺性検査
Lachman test + + +
Pivot shift test +
2) KT1000値 (左右差、20ld)
3 mm以上
→ 1)、2) を共に満たすもの

図2 前方動揺性膝関節の診断基準

Fig. 2 Criteria of Anterior Instability of Knee Joint

表1 体重分布と受傷側

Table 1 Relation between injury site to body weight

階級分布	受傷側	
	右	左
60kg以下 1名	0	1
65kg 3	1	2
71kg 1	0	2
78kg 7	2	5
86kg 1	1	0
95kg 1	0	1
95kg以上 2名	1	1

動揺性を示すが基準を満たさない者が12名でした。内外反動揺性に関しては内反動揺性を示す者はなく外反動揺性を示すものが4名みられました。

膝関節に動揺性を示す者の階級(体重)分布と受傷側の関係は78kg以下級に受傷が多く分布し、さらに左右別に受傷をみると左膝の損傷が多くしかも78kg以下級に多い傾向が見られました(表1)。これらの傾向は組み手の違いや技との特異的な関係は余り見られませんでした。

関節動揺性に関しては選手の体格や筋力などの個人差があるため診断に苦慮する場合があります。したがって特に前方の動揺性に関しては一定の基準を設けて徒手の動揺性検査を行い、さらにKT1000による値を参考にして動揺性の程度を判定しました。これらの基準を満たし前方動揺性を示すと考えられるものは6名で、動揺性を示すが基準を満たさないものは12名でありました。内外反の動揺性に関しては内反動揺性を示すものは見られず、外反動揺性を示したものは4名でした。

基準を満たす4名のMRI検査の所見はT1強調画像でACLの走行が見られず、T2強調画像でも同様に靱帯走行を示す所見が乏しく明らかな陳旧性の断裂像を呈していました(図3)。残る2名に関してはT1強調像にてACLの大腿骨付着部のシ

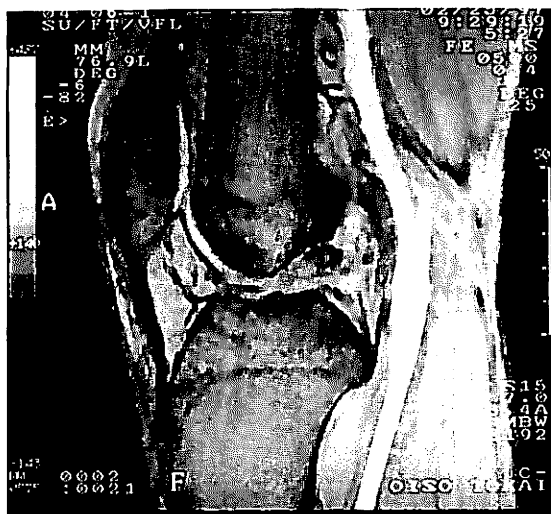


図3 前十字靱帯断裂のMRI像
Fig. 3 MRI findings of ACL Tear

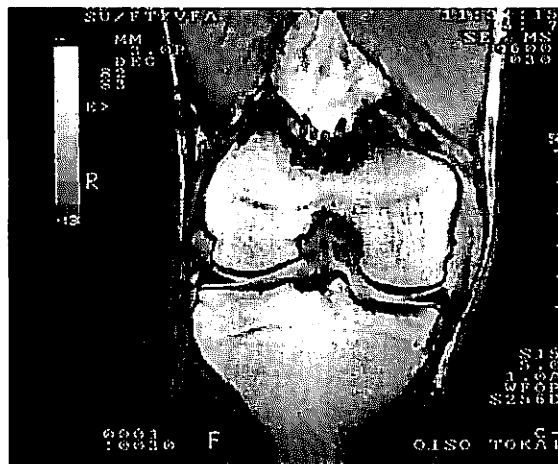


図5 内側側副靱帯損傷
Fig. 5 MRI findings of MCL Tear

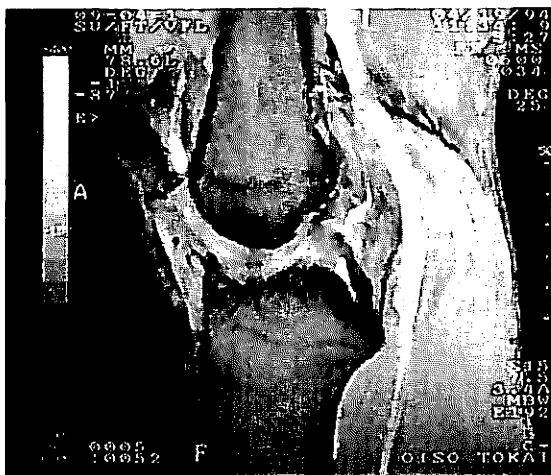


図4 前十字靱帯不全のMRI像
Fig. 4 MRI findings of ACL Insufficiency

グナルが不鮮明で、全体としてはlow signalな像として走行は認められるが、走行は直線的ではなく脛骨側付着部は水平化傾向を示し、全体としては弓状で緊張低下を思わす像でありました（図4）。半月板に関する所見では断裂が強く疑われるものは3例であり、内外側別では内側半月が2例で外側半月が1例でいずれも中節から後角にかけての損傷でした。ACL損傷との関連では1例に合併が強く疑われ、他の2例は単独損傷を疑わせました。外反動揺性を認めた3例のうちMCL損傷を疑わせる明らかな所見を認めたものは1例のみで、

表2 競技力とMRI所見

Table 2 Relation between Ability of sports to MRI results

競技力	ACL		半月板	MCL
	不全	断裂		
向上	3	1	0	0
不変	6	0	0	2
低下	0	2	1	0
不明	3	3	2	2

大腿骨内顆外側にT1強調像においてlow signalな線維走行の途絶を認め、周囲に浮腫による腫脹像を認めました（図5）。その他の症例では僅かに線維の肥厚を疑わせるのみで連続性に関して断裂と判断させる所見は得られませんでした。

競技力に関しては選手に直接問診して状態を把握し、さらに最近の競技成績を参考にして判定すると、基準を満たし明らかに膝関節前方動揺性を示している6名のなかでは競技力が向上しているものは1名のみであり、その他は不明でよくわからないもの3名、低下しているものは2名でありました。外反動揺性を認めた4名のうちでは2名が競技力に変化なく、残る2名は不明でよくわからないとの結果でありました。半月板損傷が疑われる3名に関しては不明が2名で1名に競技力が低下したとの判定となりました（表2）。

考 察

柔道競技はcontact sportsであり格闘技という競技特性からも傷害は切っても切れない関係にあり、競技を続けていれば必ずといってよいほど傷害経験をもつことになる。膝関節の動揺性に関しては、明らかな左右差をもつ前方動揺性は現役柔道選手のなかでも約30%程度は存在することは既に報告したところであります。しかしながらこのような現状のなかで膝関節の動揺性をもちながら柔道の競技成績が向上している選手もあり、単純にすぐに外科的治療に結びつけるのに躊躇する場合がある。したがって競技を続けているものの傷害内容および傷害程度の把握が重要となります。

また学生スポーツの場合は3年ないし4年間という学業期間の区切りがあり、学業との兼ね合いが重要となる。特に大学の場合ではスポーツ推薦で入学している場合や就職との関係がある場合は、本人はもとより周囲の状況に照らして治療方法およびその内容、また治療に要する期間などを十分検討する必要がある。今回みられた明らかな関節動揺性を示し、競技力が向上しない場合には治療を積極的に進めて関節機能のいち早い回復を目指すべきであるが、その時期は競技能力の推移や学年・傷害程度などに照らして十分選択する必要があります。

ま と め

1) 学生柔道選手で競技を継続している者の膝関

節動揺性について横断的調査を行い、MRI検査にて程度判定を行った。

- 2) MRI所見では左右差をもつ動揺性膝関節のなかで、明らかに前十字靱帯の断裂を疑わせるものは6名30%であった。
- 3) 学生柔道選手に対して治療を行う場合には、学業・機能回復経過・競技成績・競技特性などを十分に考慮し、治療内容と時期を選択する必要があると考えられた。

文献

- 1) Daniel D. Buss, MD etc. Nonoperative Treatment of Acute Anterior Cruciate Ligament Injuries in a selected Group of Patients. Am J Sports Med: Vol. 23, 2, 160-165, 1995.
- 2) Kevin J. O'Shea, MD, etc. The Diagnostic Accuracy of History, Physical Examination, and Radiographs in the Evaluation of Traumatic Knee Disorders, Am J Sports Med. Vol. 24, 2, 164-167, 1996
- 3) 増島篤、急性膝靱帯損傷に対する保存的治療、臨床スポーツ医学：Vol. 9, No. 3, 249-252, 1992.
- 4) 史野根生ら、膝前十字靱帯術後のスポーツ復帰を障害する因子、臨床スポーツ医学：Vol. 9, No. 3, 253-255, 1992.
- 5) 張明磊ら、半月板損傷診断におけるMRIと関節造影の比較、神奈川整・災誌：第7巻、3号、223-227, 1994.

柔道競技におけるトレーニング方法に関する研究

——一流男子柔道選手の階級増を目的とした
トレーニングの実践例とその効果——

有賀 誠司 (スポーツ医科学研究所)

寺尾 保 (スポーツ医科学研究所)

中村 豊 (スポーツ医科学研究所)

恩田 哲也 (スポーツ医科学研究所)

山下 泰裕 (体育学部武道学科)

中西 英敏 (体育学部武道学科)

佐藤 宣践 (体育学部武道学科)

白瀬 英春 (体育学部武道学科)

橋本 敏明 (体育学部武道学科)

古谷 嘉邦 (体育学部体育学科)

Study of strength and conditioning in top judo player

Seiji ARUGA, Tamotsu TERAOKA,
Yutaka NAKAMURA, Tetsuya ONDA,
Yasuhiro YAMASHITA, Hidetoshi NAKANISHI,
Nobuyuki SATO, Hideharu SHIRASE,
Toshiaki HASHIMOTO and Yoshikuni FURUYA

Abstract

This research examines Yoshio Nakamura's change to the heavier weight class of 95kg in the 1996 Atlanta Olympics. In order to examine the most effective training and conditions methods for judo competitors who intend to move up into a heavier weight category, studies of physical strength and muscle structure were carried out over an 18 month training period.

The results were as follows:

- 1) By specific training for increasing muscle mass, body weight increased by 9kg, of which 13.9 kg was lean body mass. Body fat percentage decreased by 7% over the 12 month period.
- 2) Results of 1RM benchpress showed that a 105kg maximum (1.1 ratio to body weight) increased to 140kg (1.5 ratio to body weight) over the 18 month period. Squatting 1RM also showed a great improvement, from 140kg (1.5 ratio to body weight) to 205kg (2.1 ratio to body weight).
- 3) Measurements of the vertical jump and side step showed a slight decrease after 9 month. However, an improvement was seen following two further measurements. A relationship can be observed in the following : An increase in weight, squat 1RM ratio to body weight, and the period of specialized training.

I. はじめに

柔道競技においては、1997年の国際ルール改訂に伴い、競技会における体重の階級区分が大幅に変更された。これに伴い、競技選手は従来の試合時における体重よりも減量または増量させて試合に臨むことが必要となった。

柔道選手の減量による身体への影響^{10) 11) 12) 20) 21)}や、効果的な減量方法に関する研究²²⁾は、従来より多く行われており、特に国内男子国際試合強化選手については、試合出場に際しての効果的な減量やコンディショニングの方法が具体的に提示されるようになってきている¹⁾。

一方、柔道選手の効果的な増量に関する研究や、増量のための具体的なトレーニング及びコンディショニングの方法を提示した資料はほとんど見当らず、実践現場においては、現在のところ経験的手法に依存しているのが実状である。このため、試合出場に際して階級を上げる場合、短期間の多食で脂肪を増やして体重を増加させる例が多く見られる傾向にあり、このことがパフォーマンスの低下をもたらしている可能性があることが推測される。

日本の柔道男子重量級選手は、諸外国の一流選手や他のスポーツ競技の選手に比べ、体脂肪率が高い傾向にあることが報告されており^{9) 14) 18) 24) 25) 26) 29)}、このことが、柔道競技の専門的なスピードや敏捷性、心肺持久性、パワーの持久性等の発揮のために不利な要因となっていることが考えられる。また、日本の柔道男子国際試合強化選手に選抜された重量級選手は、体重あたりの脚筋力が低く^{31) 35)}、このことが膝や足首等の傷害発生のリスクファクターとなっていることも指摘されている^{16) 17) 27) 28)}。

本研究では、1996年のアトランタ五輪に出場した選手が、所属階級を上げるために18ヶ月にわたって実施したトレーニングの実践例とその効果について検討し、柔道選手がパフォーマンスの向上

や傷害の予防の図りつつ、効果的に増量を達成するためのトレーニングやコンディショニングの方法を探ることを目的とした。

II. 方 法

1. 対象

本研究の対象者は、1993年の柔道世界選手権86kg級の優勝者であり、1996年アトランタ五輪柔道男子95kg級に出場した中村佳央選手であった。中村選手は、1995年1月、所属階級を86kg級から95kg級に変更することを決定し、1996年のアトランタ五輪男子柔道95kg級への出場を目指したトレーニングを開始した。中村選手の1995年1月時点における年齢は25歳、身長は182cmであった。

2. トレーニング方法

1) トレーニング目標

中村選手が階級を上げてアトランタ五輪に出場し、勝利を収めるためのトレーニング計画の作成やその実施にあたって、①除脂肪体重の増加による体重増加と、②体重増加による敏捷性の低下の抑制及び積極的改善によるパフォーマンスの向上、の2項目を最重点目標とした。

2) トレーニングの期分けと内容

表1に、1995年1月からアトランタ五輪までの

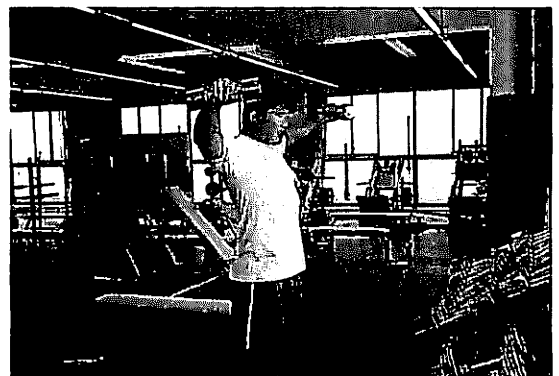


写真1 中村佳央選手のトレーニング風景
Photo 1 Yoshio Nakamura in training

表1 中村佳央選手のアトランタ五輪に向けた長期トレーニング計画

Table 1 Yosio Nakamura's training plan for atlanta Olympic Games

一般的準備期（1995年1月～9月）

[illegible]

專門的準備期（1995年10月～1996年6月）

月付	10					11				12				1					2				3				4				5				6				7																														
	選開始日					2	9	16	23	30	6	13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29	5	12	19	26	4	11	18	25	1	8	15	22	29	6	13	20	27	3	10	17	24	1	8	15	22																					
試合・その他					福島国体（15～17）					講道館杯・五輪一次選考（23）					全日本合宿（湯河原4～8）					欧州遠征（17帰国）					欧州遠征（9フランス国際大会）					全日本体重別（五輪最終選考）					全日本合宿（講道館30～5）					欧州遠征（フランス・17～24）					アトラクタ視察（29帰国）					全日本合宿（天理10～15）					全日本合宿（講道館24～29）					アトラクタ出発（13）					アトラクタ五輪（21）				
周	トレーニング期	専門的準備期①					専門準備②				試合期③				専門準備③					試合期④				専門準備④				試⑤				専門準備⑤				専門準備⑥				専門準備⑦				試合期⑥																									
期	マクロサイクル	9					10				11				12					13				14				15				16				17				18				19																									
化	ミクロサイクル	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82																									
	ビーキングインデックス	4					3				2				1					3				2				1				4				3				2				3				2				1																	
	テスト										○													2				1								○																																	

トレーニング計画の概要を示した。18ヶ月のトレーニング期間を、トレーニング目標の異なる2つの期間に分割した。前半の1995年1月～9月を一般的準備期、後半の1995年10月～1996年6月を専門的準備期と位置づけた。

(1) 前半(1995年1月～9月)のトレーニング

前半の一般的準備期においては、除脂肪体重の増加と一般的筋力の向上を重点目標とし、ウェイトトレーニングを中心に、身体各部位のトレーニング種目を2～3のコースに分割し(分割法)、週2～3回実施した。9ヶ月の期間中、2月のヨーロッパで行われる国際試合と国際合宿、4月～5月の国内試合への出場を考慮し、1月上旬から1月下旬(4週間)を一般的準備期①、ヨーロッパ遠征を経て、2月下旬～4月中旬(7週間)を一般的準備期②、4月中旬から5月中旬の試合期とこれに続く移行期を経て、6月上旬～7月上旬(5週間)を一般的準備期③、7月上旬～8月中旬(6週間)を一般的準備期④、8月中旬～9月下旬(6週間)を一般的準備期⑤と設定し、それぞれ異なるプログラムでトレーニングを実施した。なお、各トレーニング期が終了してから次のトレーニング期に移行する時期には7日程度の積

極的回復期を設け、4～7週間程度ごとのマクロ周期の超回復を企図した。また、各トレーニング期において、主観的疲労が過度に認められた場合には、トレーニングの量及び質を調整し、オーバートレーニングの弊害の防止に留意した。

表2に、この時期のトレーニングプログラムの具体例を示した。除脂肪体重の増加を目的としたトレーニング種目については、5～8RMの負荷を用いて最大反復を行った。各種目のセット間のインターバルは30秒～1分とした。筋肥大の効果を促進させることを目的に、一部の種目については、最大反復を行った後に補助者の最小限の力を借りてさらに2～3回反復する方法(フォースト・レップス法)を採用した。また、前腕部及び上腕部のトレーニング種目については、伸張性最大筋力を向上させることを目的に、重量を下ろす動作の際に補助者が手で負荷を加える方法(ネガティブ・レップス法)を適宜採用した。

(2) 後半(1995年10月～1996年6月)のトレーニング

後半の専門的準備期においては、一般的準備期において向上させた筋量と一般的筋力を柔道の専門的なパワー・スピード・動作等に適応させてい

表2 前期のウェイトトレーニングプログラム(一般的準備期②の例)

Table 2 Weight training program at the First period

Aコース			
1. ベンチプレス	①50%×10回 ④80%×7回	②70%×5回 ⑤70%×10回	③90%×1回×2セット ⑥60%×10回
2. ダンベルフライ	8RM	最大反復+3回×3セット	
3. チンニング	最大反復(5～7回)+3回×2セット		
4. シーティッドプーリーローイング	①ウォームアップ8回	②8RM×最大反復+3回×3セット	
5. バックプレスまたはダンベルプレス	①ウォームアップ8回	②8RM×最大反復+3回×3セット	
6. サイドレイズ	8RM×最大反復+3回×2セット		
7. バーベルカール	①ウォームアップ8回	②8RM×最大反復+3回×2セット	
8. リストカール	12RM×最大反復+8回×2セット		
9. トランクカール	12回×2セット		
Bコース			
1. スクワット	①50%×10回 ④80%×7回	②70%×5回 ⑤70%×8回	③90%×1回 ⑥60%×10回
2. レッグカール	①ウォームアップ8回	②8RM×最大反復+2回×3セット	
3. 頸部のエクササイズ	マニアルレジスタンス×4方向各10回×1～2セット		
4. ショルダーシュラッグ	30～40Kgのダンベルを持って×12回×3セット		
5. ツイステイングシットアップ	10～16Kgのダンベルを持って×10回×左右×2セット		
6. トランクローテーション	5～10Kgのウェイトを持って×10回×左右×2セット		
7. バックエクステンション	15～20Kgのウェイトを持って×15回×2セット		
8. トランクカール	12回×2セット		
※10～回とは、反復できなくなってから補助者の力を借りてさらに～回反復することを意味する。			
※週3回各コースを交互に実施する。			

くとともに、体重増による身体負荷の増大による敏捷性の低下を防止するため、むしろこれを積極的に向上させていくことを重点目標とした。

期間中には、1995年12月23日の講道館杯（五輪一次選考）、1996年2月4日～17日のヨーロッパにおける国際試合や国際合宿（五輪代表選手選考の対象となる）、1996年4月7日の全日本選抜体重別選手権（五輪最終選考）の3つの重要な試合をふまえ、1995年10月上旬から10月下旬（5週間）を専門的準備期①、11月上旬～11月下旬（4週間）を専門的準備期②、12月の第一次選考会をはさんで12月下旬～1月下旬（5週間）を専門的準備期③、ヨーロッパ遠征をはさんで2月中旬～3月下旬を専門的準備期④、五輪最終選考後については、専門的準備期⑤～⑦に分割し、それぞれ異なるプログラムでトレーニングを計画的に実施

した。なお、前期と同様、各期において長期的な超回復を促進するため、数日間の回復期を設けるとともに、オーバートレーニングの弊害を避けるために、体調に応じてトレーニングの量及び質の調整を行った。

表3に、この時期のトレーニングプログラムの具体例を示した。爆発的なパワーを向上させるために、30～60%1RM程度の比較的軽い負荷によるハイクリーンやスナッチを中心としたクイックリフトを積極的に導入した。また、30cmの高さのミニハードルや30～45cmの高さの台を利用したジャンプ動作によるプライオメトリックトレーニング、敏捷性の向上を目的としたサイドステップやミニハードルによる各種アジリティードリル等についてもウエイトトレーニングの前に実施した。なお、専門的準備期①と②の期間においては、敏捷性を

表3 後期のトレーニングプログラム（専門的準備期①の例）

Table 3 Training program at latter period

1. 動的柔軟性向上のためのトレーニング（10種目の中から5種目選択） 股関節周辺のエクササイズ 各10～15回×1～2セット ①脚スイング ②各種スキップ ③キャリオカ 体幹の回旋のエクササイズ 各10～15回×各1～2セット ①体幹のツイスト動作 ②2kgメディシンボールを持ってツイストランジ
2. バランスとコーディネーション養成のためのドリル（10種目の中から4種目選択） ①ラテラルホッピング ②クロスラテラルホッピング ③180度ジャンプ ④360度ジャンプ
3. アジリティードリル（6種目の中から2種目選択） ①サイドステップ ②ミニハードルによる各種アジリティードリル
4. ジャンプドリル 各10回×2セット（10種目の中から2～3種目選択） ①45cm台へのステップアップジャンプ（フロント及びサイド） ②ボックスシャッフル
5. ウエイトトレーニング （1）ハイクリーンまたはスイッチ 30～60%1RM×5～8回×4セット （2）スクワット ①50%×10回 ②70%×5回 ③90%×1回 ④100～105%×1回 ⑤80%×5回 ⑥70%×7回 （3）ランジ、30cm台へのステップアップ・台からのステップダウン ※3種目の中から1～2種目選択し、前方向と横方向について実施する ※ランジまたはダンベルによるベンチプレス （4）バーベルまたはダンベルによるベンチプレス ①50%×10回 ②70%×5回 ③90%×1回×2セット ④80%×5回 ⑤70%×7回 （5）チンニング 12回×2セット
以下の種目は補助種目として適宜実施 （6）サイドレイズ 10RM×10回 （7）ダンベルカール 10RM×10回 （8）リストカール 30～35kgバーベル×20回×2セット （9）ツイスティングシットアップ 15kgダンベルを持って×10回×左右2セット （10）トランクカール 12回×2セット
※週2回実施する。

高めるために備えておくべき能力として指摘されている動的柔軟性 (Dynamic flexibility) の向上のための運動や、効率的な動きづくりのためのコーディネーションドリル等を重点的に導入した。

3. トレーニング効果の測定

トレーニング需要の検討とトレーニング効果の把握・検討を目的として、トレーニング開始時の1995年1月、一般的準備期終了時の1995年9月、アトランタ五輪第一次予選後の1995年12月、アトランタ五輪1ヶ月前の1996年6月の計4回、形態及び体力の測定を実施した。

形態の測定項目は、体重、皮脂厚、周径囲であった。皮脂厚の測定にあたっては、米国Goldwell Justice社製スキンデックス用い、胸部、腹部、大腿部の3部位について計測し、得られた数値からJackson and Porackによる換算式により体脂肪率を算出した。周径囲は、巻き尺を用いて、胸囲、腹囲、上腕囲 (左右・屈曲時)、大腿囲 (左右) について測定した。なお、周径囲の測定は、日本オリンピック委員会によるオリンピック競技大会日本代表選手体力測定実施要領²³⁾に基づいた方法で行った。

体力については、筋力の指標として、ベンチプレス及びスクワットの最大挙上重量 (1RM)、爆発的パワーの指標として垂直跳びのジャンプ高、敏捷性の指標としてサイドステップ動作で3.6m間を5往復する所要時間 (以下サイドステップと呼ぶ) を測定した。

ベンチプレスとスクワットの最大挙上重量の測定における動作については、藤瀬²²⁾が規定した方法に基づいて実施した。ベンチプレスの測定においては、動作中に両足を床にしっかり付けておくとともに、臀部がベンチのシートから浮かないようし、バーベルを胸に触れるまで下ろしてから、肘が完全に伸びきるまで挙上した場合に成功とした。また、スクワットの測定においては、バーベルを肩の上にのせ、大腿部の後面が床と平行になるところまでしゃがみ、体幹部を固定したまま直立の姿勢まで挙上した場合に成功とした。

Ⅲ. 結 果

1. トレーニングの実施に伴う形態測定値の変化

1) 体重と体脂肪率の変化

図1にトレーニング期間中の体重と体脂肪率の変化について示した。トレーニング開始時の1995年1月には、体重89kg、体脂肪率21%、除脂肪体重70.3kgであったが、9ヶ月後の1995年9月測定時には、体重96kg、体脂肪率20%、除脂肪体重76.8kgとなり、体重については7kg、除脂肪体重については6.5kg増加し、体脂肪率については1%の低下がみられた。次いで、3ヶ月後の1995年12月には、体重は2kg増加して98kgとなったが、体脂肪率は14% (+7.4kg)、除脂肪体重は84.2kg (-6%) となり、顕著な体脂肪率の減少と除脂肪体重の増大がみられた。さらに、五輪予選を経て1996年6月の測定時には、体重95.5kg (-2.5kg)、体脂肪率14% (±0)、除脂肪体重82.1kg (2.1kg) となり、体重と除脂肪体重のわずかな減少がみられた。

2) 周径囲の変化

図2にトレーニング期間中の胸囲と腹囲の変化、図3に上腕囲 (右) と大腿囲 (右) の変化を示した。胸囲については、1995年1月から12月にかけての3回の測定において、106cm、112cm、113cmと増加したが、1996年6月には110.5cmへと減少がみられた。また、腹囲についても1995年

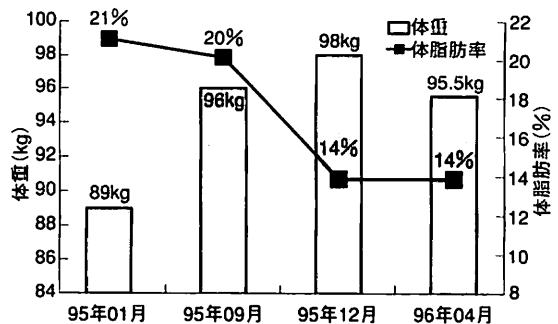


図1 体重と体脂肪率の変化

Fig 1 Changes of body weight and %Fat

1月から12月にかけての3回の測定において、87cm、92cm、94cmと増加したが、1996年6月には91cmへと減少がみられた。

上腕囲については、1995年から1996年6月までの4回の測定値は、右が36.7cm、42.5cm、42.5cm、41.0cm、左は36.0cm、42.1cm、42.3cm、43.0cmへと推移し、左右ともに1995年9月の2回目の測定時に大幅に増加した後、数値が安定する傾向を示した。

大腿囲については、1995年から1996年6月までの4回の測定値は、右が62.0cm、64.5cm、66.0cm、65.0cm、左は61.5cm、64.0cm、65.9cm、64.0cmへと推移し、左右ともに1995年12月の3回目の測定まで増加した後、1996年6月には測定値の低下がみられた。

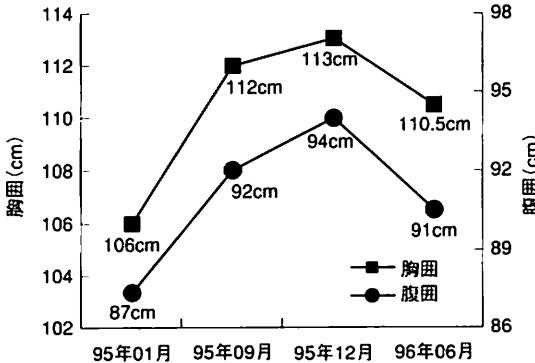


図2 胸囲と腹囲の変化
Fig. 2 Changes of chest and waist size

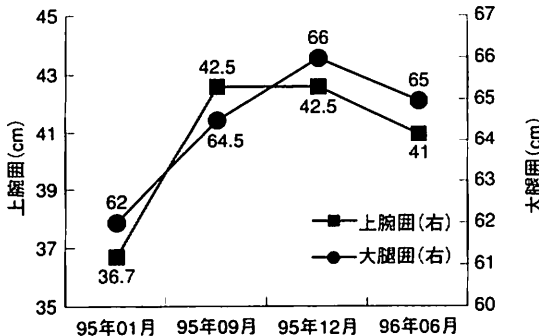


図3 上腕囲と大腿囲の変化
Fig. 3 Changes of upper arm and thigh size

2. トレーニングの実施に伴う体力測定値の変化

1) 筋力の指標の変化

図4に、トレーニング期間中のベンチプレスの最大挙上重量（1RM）と体重比（最大挙上重量を体重で除した値）の変化を示した。トレーニング開始時の1995年1月のベンチプレスの1RMは105kg（体重比1.1）であったが、9月には135kg（体重比1.4）へと30kgの大幅な増加を示し、その後12月には140kg（1.4）となってさらに増加した後、1996年6月には140kg（1.5）と1RMの絶対値は維持され、体重比の増加がみられた。

次に図5に、トレーニング期間中のスクワットの最大挙上重量（1RM）と体重比（最大挙上重量を体重で除した値）の変化を示した。トレーニング開始時の1995年1月のスクワットの1RMは140kg（体重比1.5）であったが、9月には180kg（体重比1.8）へと40kgの大幅な増加を示し、その

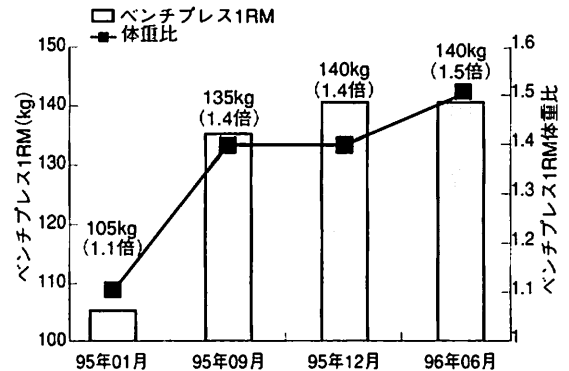


図4 ベンチプレスの1RMと体重比の変化
Fig. 4 Changes of bench press 1RM and 1RM/body weight

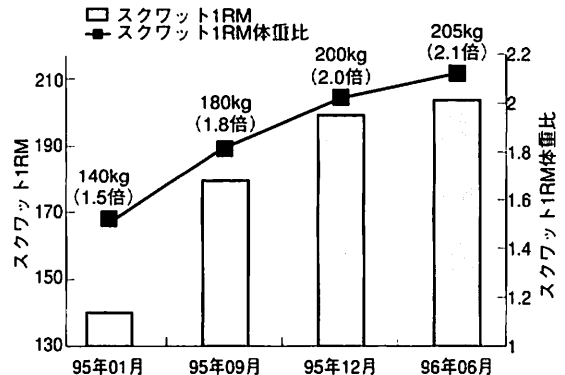


図5 スクワットの1RMと体重比の変化
Fig. 5 Changes of squat 1RM and 1RM/body weight

後12月には200kg (2.0)、1996年6月には205kg (2.1) へと直線的な増加傾向がみられた。

2) 垂直跳びの測定値の変化

図6に、トレーニング期間中の垂直跳びの測定値の変化を示した。トレーニング開始時の1995年1月には46.5cmであったが、9月には45.8cmへといったん低下し、次いで12月には51.0cm、1996年6月には52.5cmへと増加がみられた。

3) サイドステップの測定値の変化

図7に、トレーニング期間中のサイドステップの所要時間 (3.6m間をサイドステップ動作で5往復) の測定値の変化を示した。トレーニング開始時の1995年1月には11秒0であったが、9月には11秒1へとといったん低下し、3ヶ月後の12月には10秒8、1996年6月には10秒3へと改善がみられた。

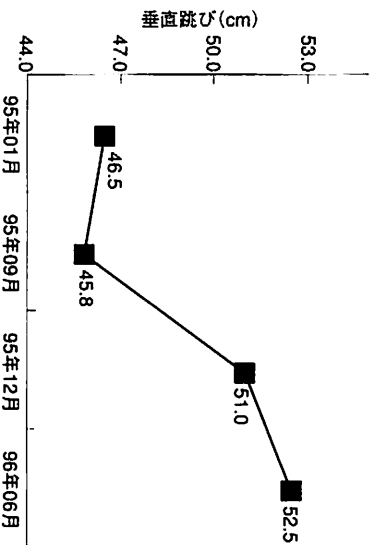


図6 垂直跳びの測定値の変化
Fig. 6 Change of vertical jump score

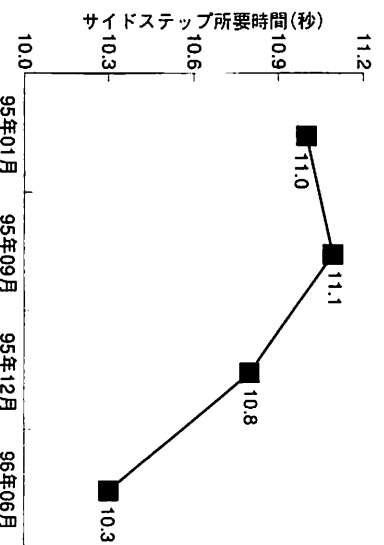


図7 サイドステップ値の変化
Fig. 7 Change of side step score

IV. 考 察

1. 柔道選手の階級増のための体重と体脂肪のコントロールについて

本事例においては、3回目の測定までに、除脂肪体重が合計13.9kg増加するとともに体脂肪率が7%減少し、除脂肪体重で体重を増やすという当初の目標は十分達成できたと考えられる。

最初の9ヶ月間に体脂肪率をほぼ維持しながら体重が7kg増加した後、12ヶ月後の測定時に体脂肪率の顕著な低下(6%)が見られたが、初期の段階では、体重を増加させながら体脂肪率を減少させることは困難であった。短期間に効率良く筋肥大を実現するためには、摂取した食物を筋肉に合成する同化作用が、筋肉が分解される異化作用よりも活発に行われることが重要であり、エネルギー摂取やたんばく質摂取を十分に行うことが必要である。柔道選手が、階級増のために体重を増加させるためには、初期の段階において除脂肪体重の増加と体脂肪の減少を両立させることは難しいと考えられる。むしろ、増量の初期の段階では、体脂肪率が若干増加しても、余裕のあるエネルギー摂取によって除脂肪体重をしっかりと増加させ、その後に脂肪の減少のためのコンディショニングを実施したほうが効率的ではないかと推測された。

なお、筋肥大を目的としたトレーニングにおいては、食事面の管理が重要であるが、今回の事例においては、スポーツ栄養の専門家から適切なアドバイスを受け、筋肥大に必要なエネルギーやタンパク質を、食事やサプリメントによって十分に摂取することができたことも成果の一因として挙げることができるだろう。

2. 体力測定値の変化について

1) パーレル挙上重量の変化

米国NSCA (National Strength and Conditioning Association) は、爆発的パワーを養成するための

プライオメトリックトレーニング（特に台から飛び下りてからジャンプを行うデプスジャンプ）を安全に実施するためには、スクワットにおいて体重の2.0倍の重量を挙上できるようにすることが必要であることを統一見解として推奨しており、これを支持する文献も多くみられる^{11, 51, 61, 81}。また、有賀²¹は、スポーツ選手が専門的ウエイトトレーニングを実施する場合の目標値として、ベンチプレスで体重1.5倍、スクワットで体重の2倍を挙上できるようにすることを推奨している。中村選手の場合、トレーニング開始時の挙上重量はベンチプレスが体重の1.1倍、スクワットが体重の1.5倍であったが、9ヶ月間のトレーニングによって、ベンチプレスで1.4倍、スクワットで1.8倍と目標値に近づき、最終的にはベンチプレスが体重の1.5倍、スクワットが2.1倍となり、2つの種目とも目標値を達成することができた。

2) 垂直跳び及びサイドステップの測定値について
パワーや敏捷性の指標となる垂直跳びやサイドステップの値については、最初の9ヶ月の期間には若干低下し、その後大幅な改善を示した。初期の段階における測定値の低下の原因としては、この時期のトレーニング内容が筋肥大を目的としており、ゆっくりとしたスピードで動作を行っていたことや、体重の一時的な増加が負荷として作用したことなどが考えられる。また、その後測定値が向上した原因としては、体脂肪率が低下するとともに、体重当たりのスクワットの挙上重量が向上し、ここで養成された筋力が、専門的トレーニングによってパワーやスピードに転化されたことが推測される。

階級増によって、体重が増加した場合、筋力が向上しなければ、体重当たりの筋力は低下し、これによって敏捷性やジャンプ力が低下してしまう可能性がある。また、下肢への負担が増加することによって傷害発生の危険性も増加すると考えられる。これらのことから、柔道選手が階級増を図る場合には、除脂肪体重の増加による体重の増加をねらうとともに、体重当たりの筋力（特に脚筋

力）の向上を目指すことが重要であろう。

また、本事例においては、専門的トレーニングの本格的導入後に専門的体力指標である垂直跳びやサイドステップの値が改善されたことから、階級増を目的としたトレーニングの際には、体重当たりの筋力を向上させるだけでなく、一般的な筋力を専門的体力に適應させるためのさまざまな専門的トレーニングについても積極的に実施することが重要であると推測された。

宮崎ら¹⁰は、日本における柔道の試合は、ほぼ一年間にわたって分散的に実施されるため、オフシーズンがなく、基礎体力の向上を図る期間がほとんどとれないと指摘している。今回実施したような階級増のための筋肥大トレーニングについては、効果が現れるまでにある程度の期間がかかる上、栄養摂取や身体へのストレスを十分に考慮する必要がある。また、トレーニングの過程においては、専門的体力指標の一時的な低下や、養成された一般的筋力を専門的体力の向上に転化させるためには、さらに多くの期間を必要とする。理想的な階級増を実現するためには、しっかりとしたトレーニングの長期計画を作成し、初期の段階においては、一定期間試合への出場を見合わせたり、トレーニング期間中には、試合を練習の一環として位置づけることを検討する必要もあると考えられる。

V. ま と め

本研究では、1996年アトランタ五輪男子95kg級に出場した中村佳央選手が、所属階級を上げるにあたり、18ヶ月間にわたって実施したトレーニング期間中の形態や体力の変化について調べ、柔道選手の階級増のための効果的なトレーニングやコンディショニング方法について検討した。その結果次のような結果を得た。

1) 筋肥大を目的としたトレーニングの実施により、トレーニング開始12ヶ月後に体重は9kg、除脂肪体重は13.9kg増加した。また、体脂肪率

については、7%の減少がみられた。

- 2) ベンチプレスの1RMについては、18ヶ月のトレーニングの実施により、105kg (体重比1.1) から140kg (体重比1.5倍) へと向上した。スクワットの1RMについても、140kg (体重比1.5倍) から205kg (体重比2.1倍) へと大幅な向上を示した。
- 3) 垂直跳びとサイドステップの測定値については、9ヶ月後の測定においてやや減少し、その後2回の測定時において顕著な改善がみられ、これらの測定値の変化と、体重の増加、スクワット1RMの体重比及び、専門的トレーニングの実施時期との関連性が示唆された。

本研究の一部は、1997年日本武道学会第30回大会にて報告した。

参考文献

- 1) 青山晴子, 杉浦克己, 米田実, 吉村和郎, 西田孝宏, 村松成司: オリンピック代表選手への食事による減量指導, 柔道科学研究, 1, 39-44, 1993.
- 2) 有賀誠司: 専門的ウエイト・トレーニングの導入前に何をチェックすべきか, 月刊トレーニングジャーナル, 17(1), 36-39, 1995.
- 3) 有賀誠司, 金山浩康, 斉藤仁, 松井勲, 山下泰裕, 村松成司, 木村昌彦: 全日本男子柔道選手の脚筋力の発揮特性, 柔道科学研究, 2, 15-20, 1994.
- 4) Bielic, E. et al: Practical considerations for utilizing plyometrics. Part 1, National Strength and Conditioning Association Journal, 8(3), 14-22, 1986.
- 5) Chu, D: Jumping into plyometrics, Human Kinetics, 1992.
- 6) Dan Wathen: Explosive / Plyometric Exercises, National Strength and Conditioning Association Journal, 15(3), 14-25, 1993.
- 7) 藤瀬武彦, 杉山文宏, 松永尚久, 長畑芳仁: 一般青年男女における筋力評価尺度としてのバーベル挙上能力測定の試み, 体育学研究, 39, 403-419, 1995.
- 8) Gambetta, V: plyometric training, Track and Field Quart. Rev. 78(1), 58-59, 1978.
- 9) 福永哲夫: 筋出力からみたスポーツ選手の体力的特性, Jpn.J.Sports.Sci, 6(11) 684-691, 1987.
- 10) 芳賀脩光: 浅見高明, 中村良三, 宮下充正, 秦優子: 柔道選手の減量に関する一考察〜軽度減量が身体組成と呼吸循環機能に及ぼす影響, 武道学研究, 9, 29-36, 1976.
- 11) 服部洋児, 村松成司, 服部祐児: 運動選手の減量時における疲労度の変化に及ぼす減量食組成の影響, 教育医学, 38(5), 324-331, 1993.
- 12) 服部洋児, 村松成司, 三矢勝巳, 中村良三: 高橋徹三: 柔道選手の減量時の形態の変化に及ぼす減量食組成の影響, 武道学研究, 21(1), 21-30, 1988.
- 13) 土黒秀則: 実践スピードトレーニング第4回 Flexibility, コーチングクリニック, 1993年11月号, 33-35, 1993年
- 14) 金久博昭ほか: 体重制競技選手の体組成, Jpn. J. Sports. Sci, 6(11) 684-691, 1987.
- 15) 金久博昭, 福永哲夫, 池川繁樹, 角田直也: スポーツ選手の単位筋断面積当たりの脚伸展力, Jpn. J. Sports. Sci, 5(6), 409-412, 1986.
- 16) 黄川昭雄: スポーツ障害後の機能回復訓練, 筋力評価の面から, 体育の科学, 39(2), 99-104, 1989.
- 17) 黄川昭雄, 山本利春: 体重支持力と下肢のスポーツ障害, Jpn. J. Sports. Sci, 5(12), 837-841, 1986.
- 18) 三田信孝, 恩田哲也, 中西英敏, 寺尾保, 白瀬英春: 大学柔道部新入生の階級別に見た形態的特徴と階級移動による身体組成変化について, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 9, 19-27, 1997.
- 19) 宮崎誠司, 中村豊, 山路修身, 内山善康, 戸松泰介: 大学柔道選手における傷害の現状, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 9, 9-12, 1997.
- 20) 村松成司, 服部洋児, 堀安高綾, 高野裕光, 松井勲, 細川伸二, 村松常司, 手塚政孝: 全日本男子強化選手の減量調査, 柔道科学研究, 1, 13-23, 1993.
- 21) 村松成司, 服部洋児, 三矢勝巳, 松坂晃, 堀安高綾, 高橋徹三: 柔道選手の減量時におけるガス代謝および運動能力の変化に及ぼす減量食組成の影響, 千葉大学教養部研究報告, B-20, 213-222, 1987.

- 22) 中村良三, 竹内善徳, 手塚政孝, 醍醐敏郎, 松永義雄: 柔道国際強化選手のコンディショニングについて, 武道学研究, 14(2), 118, 1981.
- 23) 日本オリンピック委員会: 第26回オリンピック競技大会日本代表選手体力測定報告書, 1997年.
- 24) 日本体育協会スポーツ科学委員会: 競技力と形態及び体力との関係, メディカルチェックからみた柔道選手の特性, 日本体育協会スポーツ医・科学研究事業報告, No2 競技種目別競技力向上に関する研究第5報, 69-86, 1981.
- 25) 高橋邦郎ほか: 柔道強化選手の身体特性について～日本選手と韓国選手の比較～, 1986年度日本体育協会スポーツ科学研究報告集, 15-21, 1986.
- 26) 竹内善徳ほか: 超重量級選手の身体体力特性, 日本体育協会スポーツ医・科学研究事業報告, No2 競技種目別競技力向上に関する研究第3報, 46-49, 1979.
- 27) 山本利春: 障害予防の観点からみた柔道選手の脚筋力と身体組成の評価, 日本臨床スポーツ医科学雑誌, 2(4), 107, 1994.
- 28) 山本利春, 黄川昭雄, 春日俊: 柔道における膝関節障害後の早期競技復帰のための下肢筋力強化, 武道科学研究センター年報第3号, 36-40, 1991.
- 29) 全日本柔道連盟科学研究部: 平成8年度全日本選抜柔道体重別選手権形態測定結果, 1996.

走者応答型トレーニングシステムによる 最大酸素摂取量の検討

寺尾 保 (スポーツ医科学研究所)

中村 豊 (スポーツ医科学研究所)

恩田哲也 (スポーツ医科学研究所)

有賀誠司 (スポーツ医科学研究所)

齋藤 勝 (体育学部体育学科)

Evaluation of maximal oxygen uptake by runner-motion-response type training system

Tamotsu TERAU, Yutaka NAKAMURA,
Tetsuya ONDA, Seiji ARUGA
and Masaru SAITO

Abstract

The present study is aimed at demonstrating the evaluation of maximal oxygen uptake ($\dot{V}O_{2max}$) by runner-motion-response type training system. Four male athletes, aged 20~24 years (22.0 ± 2.0), performed permissive incremental exercise (PIE) by system of runner-motion-response and compulsory incremental exercise (CIE) at both experiment 1 (exhaustive time ; 7~10min) and experiment 2 (exhaustive time ; 4~5min).

$\dot{V}O_{2max}$, $\dot{V}O_{2VT}$, $\dot{V}E_{max}$, respiratory exchange ratio (R) and HRmax for experiment 1 resulted in no difference between PIE and CIE. $\dot{V}O_{2max}$ for experiment 2 was significantly lower for CIE than for PIE. However, no significant differences were found $\dot{V}O_{2VT}$, $\dot{V}E_{max}$, R and HRmax between PIE and CIE.

In this study, $\dot{V}O_{2max}$ obtained from the permissive incremental exercise test at an exhaustive time of 7-10min showed that this exercise method might be as effective as compulsory incremental exercise test. The value of $\dot{V}O_{2max}$ from the permissive incremental exercise test for experiment 2 implies that this method is actually more effective than CIE for the shorter exercise time.

Therefore, it was concluded that the PIE training system would be of great value to athletes due to its simplicity.

1. 緒 言

近年、マラソンは、オリンピックおよび世界陸上に代表されるように、アップダウンの激しいコースが選ばれている。国内の駅伝でも、箱根駅伝

には、5区と6区に激しい上りおよび下りの難コースがある。したがって、平坦なコース中心のトレーニングでは、「勝利」を得ることが難しくなっている。「勝利」のためには、そのコースの試走を繰り返して行うことであり、距離に対する勾配の変化を熟知するようなトレーニングの強化を行い、全行程を通じて自らペースをコントロー

ルできる能力を養うことも重要な要素になる。しかし、現実には、現地での試走が交通事情で非常に難しく、試走をトレーニングとして導入すると、現地に行くための遠征費や宿泊代が掛かり、さらに不可能となる。そこで、そのコースの距離に対する勾配の変化に対応した試走トレーニングがトレッドミルで可能になるならば、競技力向上を目的とした新しいトレーニング方法の一翼を担うことであろう。しかし、従来のトレッドミルは、設定したミル速度と時間を、経過プロセスに関係なく黙々と走り続けるだけの強制負荷装置であり、上り勾配の設定は可能であるが下り勾配が不可能であり、さらに、距離に対応した勾配の設定が困難である。これらの理由から実走路に結びつく試走トレーニングとしては不適合である。

このような実用性や簡便性を優先する立場から、新しく開発された「走者応答型トレッドミル」は、からだの位置も設定速度も意識せず、自分の判断で走り続けられ、距離に対応した上りおよび下り勾配も設定でき、距離と速度に応じたコース映像をテレビの画面に映し出すことができるなどの特徴を備えている。したがって、このトレーニングシステムは、箱根駅伝の5区および6区をはじめすべての競技会の全コースの道路および勾配をシミュレーションが可能であり、競技力向上を目的とした試走トレーニングには不可欠であると考えられる。

そこで、実際にスポーツ選手の競技力向上を走者応答型トレーニングシステムで効果を得るには、その基礎である最大酸素摂取量の測定について検討が必要である。したがって、本研究では、スポーツ選手に対する競技力向上に応用するための基礎資料を得る目的で、多段階漸増負荷法による最大酸素摂取量の測定を新しく開発された走者応答システムを用いた任意漸増負荷運動と従来の強制漸増負荷運動とで比較検討した。

Ⅱ. 実験方法

1. 対象者

実験対象は、日頃から運動習慣のある男子スポーツ選手（水泳、柔道など）4名であり、身長 177.8 ± 6.4 cm、体重 73.3 ± 11.3 kgであった。なお、被験者には、本研究の目的および測定内容を十分に説明し、研究参加への承諾を得た。

2. 多段階漸増負荷法による最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2max}$) および無酸素性代謝閾値 ($\dot{V}O_{2VT}$) の測定と決定

任意漸増負荷運動および強制漸増負荷運動による $\dot{V}O_{2max}$ の測定には、走者応答型トレーニングシステム（日立テクノエンジニアリング）を使用した⁴⁾。本研究では、疲労困憊時間の差異によって実験Ⅰと実験Ⅱとに分けて行った。各実験もトレッドミルの傾斜角を0%一定とした。

実験Ⅰでは、走者応答システムによる任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動のいずれも疲労困憊時間を7～10分とした。この強制負荷運動のプロトコルは、12km/hの速度で2分間の走行を行い、その後1分毎に1km/hずつ速度を漸増させて疲労困憊に至るまで行わせた。任意漸増負荷運動では、強制負荷方式と同様に12km/hの速度で2分間の走行を行い、その後は任意に速度を漸増させ疲労困憊にまで至らせた。

実験Ⅱでは、疲労困憊時間を実験Ⅰよりも短い4～5分とした。強制漸増負荷運動のプロトコルは、12km/hの速度で1分間の走行を行った後、1分毎に2km/hずつ速度を増加させ疲労困憊にまで至らせた。任意漸増負荷運動は、12km/hの速度で1分間の走行を行った後、任意に速度を調整して疲労困憊に至らせた。

$\dot{V}O_{2max}$ の判定基準は、leveling off、呼吸交換比、血中乳酸濃度および最高心拍数などが報告されている^{3, 6)}。本研究では、これらの判定基準から、1) $\dot{V}O_2$ のleveling-off ($\Delta \dot{V}O_2 < 150$ ml/min)、

2) 呼吸交換比 ≥ 1.10 、3) 運動時心拍数の最大値 $\geq$ 予測最高心拍数(220—暦年齢)の95%、の3つのなかで2指標以上を満たしたものを、 $\dot{V}O_{2max}$ とした。なお、真の $\dot{V}O_{2max}$ 値は、一つしかないと定義されているが、各種条件によって得られた値が判定基準を満たしたものをすべてを $\dot{V}O_{2max}$ の表現に統一した。無酸素性代謝閾値($\dot{V}O_{2VT}$)は、Modified V-Slop方式⁷⁾によって決定した。

3. 測定項目および測定方法

運動中の換気量および呼気ガスの分析は、Cosmed社製のテレメトリー式呼吸代謝計測装置K4を使用し、心拍数の測定はPolar製のハートレートモニタにより行った。

4. 統計解析

統計量は、平均値 $\pm$ 標準偏差で示した。各実験における任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動との $\dot{V}O_{2max}$ 、 $\dot{V}O_{2VT}$ 、最大換気量($\dot{V}E_{max}$)、最高心拍数(HRmax)および呼吸交換比などの平均値の差の検定には、paired t-testを用いた。統計的有意水準は、すべての検定において5%未満とした。

III. 実験結果

1. 走者応答システムによる任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動の $\dot{V}O_{2max}$

図1は、各実験における任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動との $\dot{V}O_{2max}$ を示した。実験1(疲労困憊時間7~10分)では、任意漸増負荷時が $62.7 \pm 8.5 \text{ ml/kg/min}$ 、従来の強制漸増負荷時で $61.6 \pm 8.0 \text{ ml/kg/min}$ を示した。これに対して、実験2(疲労困憊時間4~5分)では、任意漸増負荷時が $63.4 \pm 8.7 \text{ ml/kg/min}$ 、強制漸増負荷時では $59.4 \pm 7.0 \text{ ml/kg/min}$ を示し、両者の間に有意な差を認めた($p < 0.05$)。

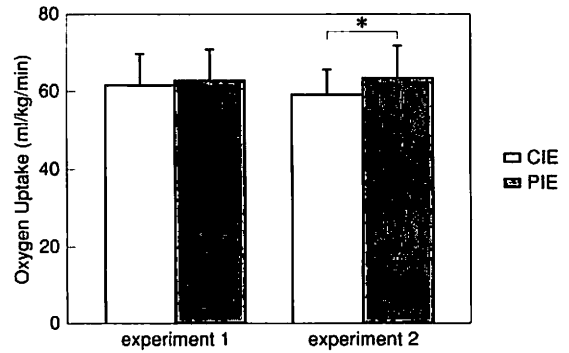


図1 実験1および実験2における走者応答システムによる任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動の $\dot{V}O_{2max}$ の比較

Fig. 1 Comparison of $\dot{V}O_{2max}$ in PIE and CIE at both experiment 1 (exhaustive time; 7~10 min) and experiment 2 (exhaustive time; 4~5 min). Values are expressed as Mean $\pm$ SD.

* $p < 0.05$

PIE; permissive incremental exercise by system of runner-motion-response

CIE; compulsory incremental exercise

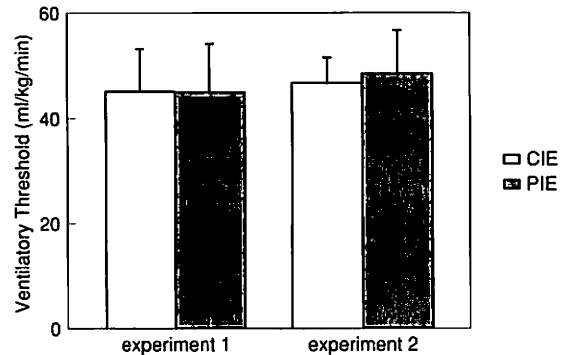


図2 実験1および実験2における走者応答システムによる任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動の $\dot{V}O_{2VT}$

Fig. 2 Comparison of $\dot{V}O_{2VT}$ in PIE and CIE at both experiment 1 (exhaustive time; 7~10 min) and experiment 2 (exhaustive time; 4~5 min). Values are expressed as Mean $\pm$ SD.

PIE; permissive incremental exercise by system of runner-motion-response

CIE; compulsory incremental exercise

2. 走者応答システムによる任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動の $\dot{V}O_{2VT}$

各実験における任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動との $\dot{V}O_{2VT}$ を図2に示した。実験1は、任意漸増負荷時が $44.9 \pm 9.7 \text{ ml/kg/min}$ 、強制漸増負荷時で $45.1 \pm 8.8 \text{ ml/kg/min}$ を示し、実験2では任意漸増負荷時が $48.4 \pm 8.5 \text{ ml/kg/min}$ 、強制漸増負荷時で $46.6 \pm 4.7 \text{ ml/kg/min}$ となり、いずれにおいても有意な差は認められなかった。

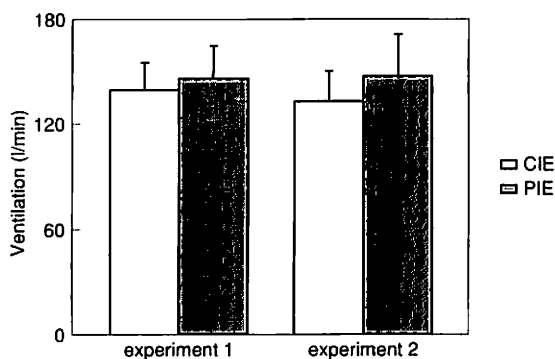


図3 実験1および実験2における走者応答システムによる任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動の $\dot{V}E_{max}$
Fig. 3 Comparison of $\dot{V}E_{max}$ in PIE and CIE at both experiment 1 (exhaustive time; 7~10 min) and experiment 2 (exhaustive time; 4~5 min). Values are expressed as Mean±SD. PIE; permissive incremental exercise by system of runner-motion-response
CIE; compulsory incremental exercise

3. 走者応答システムによる任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動の $\dot{V}E_{max}$

各実験における任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動との $\dot{V}E_{max}$ を図3に示した。実験1は、任意漸増負荷法時146.4±19.1 l/min、強制漸増負荷時で139.9±15.0 l/minを示した。実験2では、任意漸増負荷法が147.4±24.8 l/min、強制漸増負荷法で133.1±17.0 l/minを示した。

4. 走者応答システムによる任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動との呼吸交換比

各実験における任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動と呼吸交換比を図4に示した。実験1は、任意漸増負荷法時が1.19±0.05、強制漸増負荷時で1.17±0.06であった。実験2では、任意漸増負荷時が1.17±0.02、強制漸増負荷時で1.18±0.03を示した。

5. 走者応答システムによる任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動のHRmax

図5には、各実験における任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動とのHRmaxを示した。実験1は、任意漸増負荷時が184±11beats/min、強制漸増負荷時で186±16beats/minであり、実験2では任意漸増負荷時が180±10beats/min、強制漸増負荷時で179±8beats/minをそれぞれ示した。

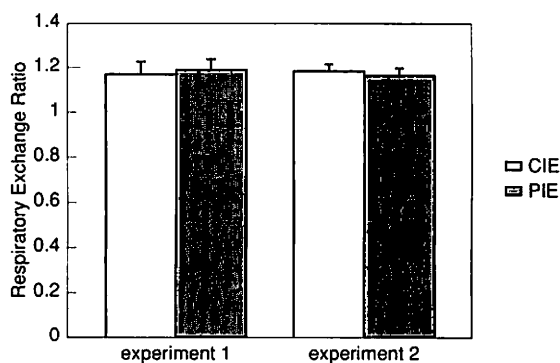


図4 実験1および実験2における走者応答システムによる任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動の呼吸交換比
Fig. 4 Comparison of respiratory exchange ratio in PIE and CIE at both experiment 1 (exhaustive time; 7~10 min) and experiment 2 (exhaustive time; 4~5 min). Values are expressed as Mean±SD. PIE; permissive incremental exercise by system of runner-motion-response
CIE; compulsory incremental exercise

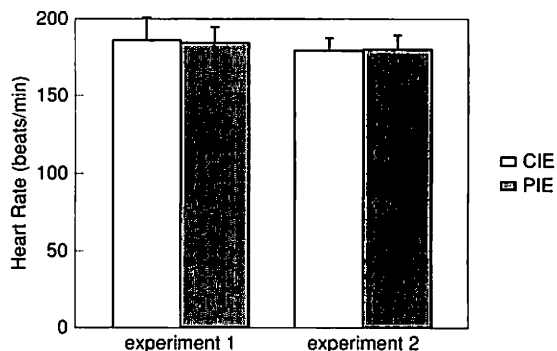


図5 実験1および実験2における走者応答システムによる任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動のHRmax
Fig. 5 Comparison of HRmax in PIE and CIE at both experiment 1 (exhaustive time; 7~10 min) and experiment 2 (exhaustive time; 4~5 min). Values are expressed as Mean±SD. PIE; permissive incremental exercise by system of runner-motion-response
CIE; compulsory incremental exercise

IV. 考 察

本研究では、スポーツ選手を対象に走者応答型トレーニングシステムによる競技力向上に応用するための基礎資料を得るために、最大運動に至る $\dot{V}O_{2max}$ の測定を新しく開発された走者応答システムによる任意漸増負荷運動と従来の強制漸増負荷運動とで比較検討した。

$\dot{V}O_{2max}$ をトレッドミルによる漸増負荷方法で測定する場合には、疲労困憊時間の延長による時間

的損失を考慮すると、疲労困憊時間が6分、あるいは7分～10分程度になるようトレッドミル速度および傾斜を調整する方法^{1,5)}が一般的に用いられている。本研究では、実験1が疲労困憊時間7～10分と前述のほぼ同じ時間に設定し、実験2では疲労困憊時間を短縮して4～5分として、それぞれ任意または強制的にトレッドミル速度を調整して走行を行わせた。その結果、実験1は、任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動とで $\dot{V}O_{2max}$ 、 $\dot{V}O_{2VT}$ 、 $\dot{V}E_{max}$ 、呼吸交換比およびHRmaxなど、いずれの項目においてもほぼ同じ値が得られた。これらのことは、疲労困憊時間7～10分程度に調整した漸増負荷法による走行が強制的、あるいは任意的のどちらであろうとも十分に $\dot{V}O_{2max}$ が得られ、また、正確に $\dot{V}O_{2VT}$ が決定できることを確認することができた。

次に、疲労困憊時間を短縮して4～5分とした実験2では、任意漸増負荷運動および強制漸増負荷運動のいずれも $\dot{V}O_{2max}$ は判定基準を満たしていたが、両者で有意な差が認められた。しかし、 $\dot{V}O_{2VT}$ 、 $\dot{V}E_{max}$ 、呼吸交換比およびHRmaxでは、両者間では有意な差がみられなかった。 $\dot{V}O_{2max}$ を測定するためには、疲労困憊時間を4～9分になるよう傾斜、速度を調整すれば十分な値が得られること²⁾が報告されている。しかし、本研究のように疲労困憊時間を短縮して4～5分とした場合、任意漸増負荷運動と強制漸増負荷運動で $\dot{V}O_{2max}$ の値にのみ差がみられた。この理由の一つとしては、任意漸増負荷運動では疲労困憊時間が短縮されても任意に速度を調整できるので自分のペースで漸増し、疲労困憊まで至らしめることができたが、これに対して、強制漸増負荷運動では、4～5分程度で疲労困憊に至らしめるには1分毎に急激な負荷量の増加が要求されるため被験者の生体的負担度が急速に大きくなったことが考えられた。その結果として、強制負荷方式での $\dot{V}O_{2max}$ は、判定基準を満たしていても走者応答方式による $\dot{V}O_{2max}$ と比較して低値しか得られなかったものと推察される。なお、この点については、今後より詳細な検討を加えたい。

以上、本研究の成績から、新しく開発された走者応答システムによる任意漸増負荷運動の $\dot{V}O_{2max}$ 測定は、従来の強制漸増負荷運動と同等な値が得られ、さらに、疲労困憊時間を短縮しても十分に $\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}E_{max}$ が得られ、また正確に $\dot{V}O_{2VT}$ が決定できることなどが考えられた。したがって、走者応答型トレーニングシステムは、実用性および簡便性から推察すると高い評価ができるものと示唆された。

V. ま と め

本研究は、新しく開発された走者応答型トレーニングシステムによる競技力向上に応用するための基礎資料を得る目的で、スポーツ選手 (n=4) を対象に多段階漸増負荷法による $\dot{V}O_{2max}$ の測定を走者応答システムによる任意漸増負荷運動と従来の強制漸増負荷運動とで比較検討した。

その成績を示すと次のごとくである。

- 1) 実験1 (疲労困憊時間7～10分) の $\dot{V}O_{2max}$ は、任意漸増負荷時が $62.7 \pm 8.5 \text{ ml/kg/min}$ 、強制漸増負荷時で $61.6 \pm 8.0 \text{ ml/kg/min}$ を示した。実験2 (疲労困憊4～5分) では、任意漸増負荷時が $63.4 \pm 8.7 \text{ ml/kg/min}$ 、強制漸増負荷時で $59.4 \pm 7.0 \text{ ml/kg/min}$ を示し、両者の間に有意な差を認めた ($p < 0.05$)。
- 2) 実験1の $\dot{V}O_{2VT}$ は、任意漸増負荷時が $44.9 \pm 9.7 \text{ ml/kg/min}$ 、強制漸増負荷時で $45.1 \pm 8.8 \text{ ml/kg/min}$ を示し、実験2では任意漸増負荷時が $48.4 \pm 8.5 \text{ ml/kg/min}$ 、強制漸増負荷時で $46.6 \pm 4.7 \text{ ml/kg/min}$ を示し、各実験においても両者に有意な差は認められなかった。
- 3) 実験1の $\dot{V}E_{max}$ は、任意漸増負荷時が $146.4 \pm 19.1 \text{ l/min}$ 、強制漸増負荷時で $139.9 \pm 15.0 \text{ l/min}$ を示した。実験2では、任意漸増負荷時が $147.4 \pm 24.8 \text{ l/min}$ 、強制漸増負荷時で $133.1 \pm 17.0 \text{ l/min}$ を示した。
- 4) 実験1の呼吸交換比は、任意漸増負荷時が 1.19 ± 0.05 、強制漸増負荷時で 1.17 ± 0.06 であっ

た。実験2では、任意漸増負荷時が 1.17 ± 0.02 、強制漸増負荷時で 1.18 ± 0.03 を示した。

- 5) 実験1のHRmaxは、任意漸増負荷時が 184 ± 11 beats/min、強制漸増負荷時で 186 ± 16 beats/minであり、実験2では任意漸増負荷時が 180 ± 10 beats/min、強制漸増負荷時で 179 ± 8 beats/minをそれぞれ示した。

以上、本研究の成績から、新しく開発された走者応答システムを用いた任意漸増負荷運動による $\dot{V}O_{2max}$ の測定は、従来の強制漸増負荷運動と同等な値を得ることができると考えられた。さらに、この方式は、疲労困憊時間を短縮しても十分に $\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}E_{max}$ が得られ、また、正確に $\dot{V}O_{2VT}$ が決定できることなどから、実用性、簡便性について高い評価ができるものと示唆された。

参考文献

- 1) 堀居昭：運動負荷試験における酸素摂取能測定の実際、臨床スポーツ医学、Vol. 3 (No. 10) : 997-1002、1986
- 2) 猪飼道夫：身体運動の生理学、杏林書院、181-185、1976
- 3) 小林寛道：日本人のエアロビック・パワー—加齢による体力推移とトレーニングの影響—、杏林書院、127-128、1982
- 4) 榊原義宏、斎藤忠之、山田行雄、豊島広宣：走者応答型トレッドミルの制御、日本機械学会 第9回バイオエンジニアリング講演会講演論文集、189-190、1997
- 5) 鈴木政登：運動選手における運動負荷試験のプロトコル、臨床スポーツ医学、Vol. 3 (No. 10) : 993-996、1986
- 6) Tanaka, K., Watanabe, H., Konishi, Y., Mitsuzono, R., Sumida, S., Tanaka, S., Fukuda, T., and Nakadomo, F.: Longitudinal associations between anaerobic threshold and distance running performance. Eur. J. Appl. Physiol. 55: 248-252, 1986.
- 7) Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., Whipp, B. J., Csaburi, R.: Principles of exercise testing and interpretation. Second edition, Lea & Febiger, 1994.

スポーツ医科学研究所要覧

1. 研究機関名

和文名：東海大学スポーツ医科学研究所

英文名：Research Institute of Sport Medical
Science, The Tokai University

2. 所在地

東海大学湘南校舎

3. 設置年月日

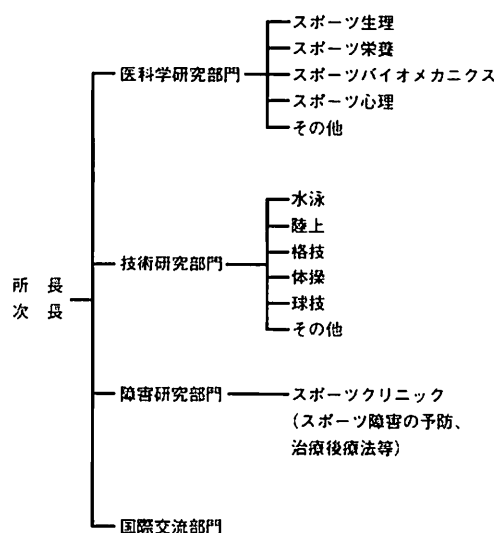
昭和62年10月1日

4. 設置目的

本研究所の設置の目的は、スポーツ・運動および、それに関連する健康の維持向上等に関する基礎的、応用的研究を行うとともに、競技力の向上、スポーツ障害の予防、対策等の新手法、新技術の開発とその応用の具体化、発展を期するところにある。

このために総合大学としての特性を生かし、学際的知識を結集、総合的視野の上に立った研究を推進する。

5. 研究所組織



東海大学スポーツ医科学研究所規程

1987年10月1日 制定

第1章 総則

第1条 本規程は学校法人東海大学の総合研究機構規程第10条および第11条に基づき、東海大学（以下「本学」という）付属のスポーツ医科学研究所（以下「本研究所」という）の運営の適性を期し、もって本研究所設置の使命を果たすために定めるものとする。

第2条 本研究所の設置目的は、スポーツ・運動および、それに関連する健康の維持、向上等に関する基礎的、応用的研究を行うとともに、競技技術の向上、スポーツ障害の予防、対策等の新手法、新技術の開発とその応用の具体化、発展を期するところにある。

このために総合大学としての特性を生かし、学際的知識を結集、総合的視野の上に立った研究を推進する。

第3条 本研究所は前条に定められた目的を達成するためにつぎの事業を行う。

- (1)調査・研究および試作
- (2)調査・研究の結果の発表
- (3)資料の収集整理および保管
- (4)研究会・講演会および講習会等の開催
- (5)調査・研究の受託または指導
- (6)大学院学生教育
- (7)その他、本研究所の目的を達成するために必要な事項

第4条 本研究所における調査研究の分野をつぎの通りに定める。

- (1)医科学研究分野
運動の効用、健康の維持と向上、運動生理学、栄養学、メディカルチェックと運動処方、その他
- (2)技術研究分野
バイオメカニクス、心理学、運動技術の向上とその指導、トレーニング方法、その他

(3)障害研究分野

スポーツ・運動障害の予防、治療、競技復帰の指導、理学および作業療法、その他

(4)その他の分野

各分野を統合した学際的研究、生涯スポーツの実施と指導、スポーツおよび運動器具、機械、施設等の開発と、その安全性、その他

第5条 本研究所につぎの研究部門を置く。

(1)医学研究部門

(2)技術研究部門

(3)障害研究部門

(4)国際交流部門

第6条 本研究所は、本学湘南校舎に置く。

第2章 組 織

第1節 所長・次長

第7条 本研究所に所長を置く。所長は本研究所を代表し、第1章に定められた本研究所の機能を果たすべく努めるとともに、その運営および事務的責任に任ずる。

第8条 本研究所に複数の次長を置くことができる。次長は所長を補佐し、所長が不在のとき、または事故のあったときその任を代理する。

第9条 所長は毎年度、当該年度の事業経過および年度の事業計画を作成し、総合研究機構運営会議の議を経て理事長の承認を得るものとする。

第2節 職員

第10条 本研究所に専任の教授・助教授・講師・助手・技術職員および事務職員等を置くことができる。

その定員は別に定める。

第3節 研究所員

第11条 本研究所に研究所員若干名を置き、研究に従事し、かつ研究所の運営にあたる。

2 研究所員は原則として本学の専任教職員のうちから総合研究機構運営委員長が任命するものとし、その任期は1ヵ年度とする。ただし、再任を妨げない。

第4節 研究員

第12条 本研究所に研究員若干名を置き、付託された研究事項に従事する。

2 研究員は原則として本学の教職員が兼務するものとし総合研究機構運営委員長の承認を得て研究所長が任命するものとし、その任期は1ヵ年度とする。ただし、再任を妨げない。

第5節 嘱託

第13条 本研究所は事業計画の実施に必要なときは、理事長の承認を経て当該事項に関する学識経験者を嘱託とし、調査・研究に参画させることができる。

第6節 研究生

第14条 本研究所は調査・研究に関する教育、または訓練を希望する者を研究生とすることができる。

第7節 委託研究および派遣員

第15条 本研究所は、学校法人東海大学以外の第三者の委託に基づく調査・研究を行うことができる。

2 委託調査、研究の受託に関しては、そのつと学務局研究計画部を通じて理事長の承認を経なければならない。

第16条 委託に基づく調査、研究の実施上必要のあるときは、委託者またはその派遣する者（以下派遣員と称する）を、所定の手続きを経たうえで調査、研究に参画させることができる。

第3章 運 営

第17条 本研究所の運営は研究所員会議の議を経て行う。

第18条 研究所員会議は以下の者をもって構成する。

(1)研究所長

(2)研究所次長

(3)研究所専任および兼任の教授・助教授・講師

(4)必要に応じて他の者を出席させることができる。

第19条 研究所員会議はつぎの事項を審議する。

(1)事業計画に関すること。

(2)運営に関すること。

(3)予算及び決算に関すること。

- (4)人事に関すること。
- (5)研究委託に関すること。
- (6)研究生に関すること。
- (7)その他必要な事項。

第4章 経理

第20条 本研究所の経理は研究機関会計として処理する。

第21条 本研究所の会計年度は、毎年4月1日に始まり翌年3月31日をもって終わる。

第22条 本研究所の経常経費は、総合研究機構からの交付金のほか、研究補助金・寄付金・委託研究費・研究調査費および、その他の収入をもって充当する。

ただし、総合研究機構からの交付金以外の経費の受託ならびに用途については事前に理事長の承認を必要とし理事長名をもって行う。

第23条 所長は毎年度の終わりに次年度の予算を編成し、総合研究機構運営会議の議を経て理事長の承認を得なければならない。

第24条 所長は毎年度始めに前年度の決算書を作成し、総合研究機構運営会議の議を経て理事長の承認を得なければならない。

第5章 特許および著作権

第25条 本研究所における調査、研究に基づく発明・考案または著作権の帰属およびその利用についての規程は別に定める。

第6章 付則

第26条 本規程を、改訂または変更する場合は、研究所員会議の議を経て総合研究機構運営会議の承認を必要とする。

第27条 本研究所の適切な運営をはかるために、本規程に定めるところのほか必要な諸規程を設けることができる。

付則 この規程は、昭和62年10月1日よりこれを施行する。

「東海大学スポーツ医科学雑誌」 寄稿規定

1988年4月1日

I. 和文規定

1. 本誌に寄稿できるのは原則として東海大学スポーツ医科学研究所所員及び研究員に限る。ただし編集委員会が必要と認めた場合には、所員以外でも寄稿できる。
2. 寄稿内容は、スポーツ医科学の研究領域における総説、原著論文、研究資料、書評、内外の研究動向、研究上の問題提起など、その他とし、完結したものに限る。
3. 原稿の取捨および掲載の時期は、本誌編集委員会において決定する。
4. 本誌に掲載された原稿は、原則として返却しない。
5. 原稿は400字詰横書き原稿用紙に黒インク書きにし、本文は漢字かなまじり文新仮名づかいとする。外国語、外国固有名詞、化学物質名などは原語。外来語、動植物名などはカタカナ、数詞は算用数字を使用する。単位および単位記号は国際単位系、メートル法を基準とする。項目わけは、I、II、……1、2、……1)、2)、……(1)、(2)、……a)、b)、……(a)、(b)、……とする。和文ワードプロセッサ(24ドット以上)で原稿を作成する場合は、A4版横書き、40桁20行(上下左右の余白は25mm以上、欧文綴りおよび数値は半角)とする。
6. 総説、原著論文、研究資料の原稿は、原則として1篇につき、図表、抄録等を含めて刷り上がり10ページ以内(おおよそ400字詰原稿用紙で30枚、ワードプロセッサ使用の場合は15枚)、書評、内外研究動向、研究上の問題提起の場合は、刷り上がり1ページ以内とする。このページ数を超過した場合、あるいは、特別な印刷を要した場合には、その実費を寄稿者が負担する。
7. 図表は刷り上がり2ページ以内とする(図表

は、大きさにもよるが、おおよそ400字詰原稿用紙1枚分に相当するので、6～8枚の図表をいれ
ることが可能である。ただし、図表が2ページ
を超えた場合、または特別の費用を要した場合に
は寄稿者負担とする。

8. 挿入図原稿は、必ず黒インクで墨入れし、図中の
文字や数字は、直接印刷できるように、きれいには
っきりと書く。方眼紙を用いるときは、薄藍色の
ものとし、写真は白黒の鮮明な画面のものとする。
9. 図や表には、それぞれに必ず通し番号と、タイ
トル（表の場合、上方に、図の場合、下方に、和
文を上として、和欧両文で記入）をつけ、1枚ず
つ台紙か原稿用紙に貼り、本文とは別に番号順に
一括する。図表の挿入箇所は、本文原稿の欄外に、
赤インクでそれぞれの番号によって指示する。
10. 引用・参考文献は、原則として、本文の最後に
著者名のABC順に一括し、雑誌の場合には、著
者・題目・雑誌名・巻号・ページ・西暦年号の順
とし、単行本の場合には著者・書名・版数・発行
所・西暦年号・ページの順に記載する。なお、引
用および注記は本文中文献引用箇所の右肩に、1)、
2)のごとく、引用文献数字を挿入する。
11. 総説、原著論文、研究資料の原稿には、必ず別
紙として、欧文規定5. a)、b)、c)に従った
欧文（原則として英語）による300語以内の抄録
を添える。なお、同時に欧文抄録の和訳文を添付
する。
12. 掲載論文の別刷りを希望するときは、その必要
部数を、あらかじめ編集委員会に申込み、原稿第
1ページに「別刷り何部」と朱書する。なお、50
部を超える別刷りの費用は著者負担とする。
13. 寄稿論文は下記に送付する。
〒259-12 神奈川県平塚市北金目1117
「東海大学スポーツ医科学研究所」編集委員会

II. 欧文規定

1. 2. 3. 4. は、和文規定に同じ
5. a) 原稿は、欧文（原則として英語）とし、A

4版の不透明なタイプ用紙（レターヘッド等のあ
るものを除く）に、通常の字体を使い、ダブルス
ペースでタイプ書きにするが、写真図版にある文
字についてはこの限りではない。また、図表説明
のスペースはシングルとする。

b) 用紙の上端、下端および左端は約3センチ、
右端は約2.5センチの余白を置き、ほぼ27行にわた
って書く。ページ番号は下端余白中央に書く。

c) 欧文による題目の下に著者名（ローマ字）、
更に著者名の下に所属する機関名を正式英語名称
に従って書く。

6. 原稿は原則として1篇につき、図表抄録を含め
て刷り上がり10ページ以内とするが（刷り上がり
1ページは、おおよそ600語である）、ただし、こ
のページ数を超過した場合、あるいは特別な印刷
を要した場合には、その実費を寄稿者が負担する。
 7. 8. 9. 10. は、和文規定に同じ。
 11. 原稿には、必ず別紙として、和文による題目・
著者名・所属機関および抄録（600字以内）を添
える。
 12. 13. は、和文規定に同じ。
- 附則 この規定は1988年4月1日から適用する。

東海大学スポーツ医科学研究所

スポーツ医科学雑誌編集委員名簿 (1997. 4. 1)

- 1 委員 寺尾 保
- 2 委員 中村 豊
- 3 委員 有賀 誠司
- 4 委員 恩田 哲也

1997年度スポーツ医科学研究所 所員・研究員名簿

1. 所 長 岩垣 丞恒 体育学部（社会体育学科）
2. 次 長 寺尾 保 スポーツ医科学研究所
3. 専 任 中村 豊 スポーツ医科学研究所
4. 専 任 有賀 誠司 スポーツ医科学研究所

5. 専任 恩田 哲也 スポーツ医科学研究所
6. 所員 岡 哲雄 医学部（薬理学教室）
7. 所員 吉川 政夫 体育学部（社会体育学科）
8. 所員 齋藤 勝 体育学部（体育学科）
9. 所員 佐藤 宣踐 体育学部（武道学科）
10. 所員 戸松 泰介 医学部（整形外科科学教室）
11. 所員 福田 宏明 医学部（整形外科科学教室）
12. 所員 古谷 嘉邦 体育学部（体育学科）
13. 所員 本間 隆夫 工学部（工業化学科）
14. 所員 山下 泰裕 体育学部（武道学科）
15. 所員 山本 芳孝 総合科学技術研究所
16. 研究員 石田 暉 医学部（リハビリテーション学教室）
17. 研究員 内山 秀一 体育学部（体育学科）
18. 研究員 新居 利広 体育学部（体育学科）
19. 研究員 田辺 晃久 医学部（内科学）
20. 研究員 二宮 洋 教養学部（芸術学科）
21. 研究員 馬場 礼三 体育学部（社会体育学科）
22. 研究員 三田 信孝 体育学部（社会体育学科）
23. 研究員 八木原 晋 理学部（物理学科）
24. 研究員 山村 雅一 医学部（分子生命科学2）
25. 研究員 山本 賢司 医学部（精神科学教室）

司・恩田哲也・岡 哲雄・吉川政夫・古谷
嘉邦・本間隆夫・山本芳孝・石田 暉・内
山秀一・新居利広・田辺晃久・三田信孝・
八木原 晋・山村雅一・山本賢司（18名）
欠席者：齋藤 勝・佐藤宣踐・戸松泰介・福田宏
明・山下泰裕・二宮 洋・馬場 礼三（順
不同・敬称省略）

報告事項

- 1) 97年度より新たに就任されたスポーツ医科学
研究所研究員・事務職員の紹介
・97年度より事務職員として伊藤栄治氏、藤井
浩二氏が、研究員として馬場礼三先生、山村
雅一先生が新たに就任されたむね報告され
た。
- 2) 97年度予算案について
・資料にもとづき原案通りに提案され、承認さ
れた。
- 3) スポーツ医科学雑誌の編集委員選出について
・97年度スポーツ医科学雑誌編集委員は寺尾保
先生、中村豊先生、有賀誠司先生、恩田哲也
先生の4名が選出された。
- 4) 準研究員登録申請について
・本研究所の準研究員として登録申請できる有
資格者は本学大学院生及び研究生とする。
- 5) その他
・印刷費節約のため、スポーツ医科学雑誌の寄
稿規定を編集委員に検討をしてもらう。
・研究費獲得のため、学内外問わず積極的に科
研究費の申請を行っていく。
・医科学雑誌の投稿締め切りは11月中旬（学園
祭後）までとする。
・研究所の活性化として、定期的な研究会等を
ひらくことが決定した。
・今後の為に、研究所としてのプロジェクト研
究の提案がなされた。

1997年度スポーツ医科学研究所 プロジェクト研究課題

東京箱根往復大学対抗駅伝競走に関する総合的研究
一長距離選手の身体的能力の向上と栄養補給について一

1997年度東海大学スポーツ医科学研究 所専任教員・所員・研究員合同会議 議事録

日時：1997年10月1日（水）17:00～18:30

場所：湘南校舎15号館 6 階カンファレンスルーム

出席者：岩垣丞恒・寺尾 保・中村 豊・有賀誠

（文責 恩田）

編集後記

1989年3月『東海大学スポーツ医科学雑誌』第1号を発行して以来、歳月の流れは早いもので、ここに第10号刊行の運びとなりました。その間、歴代の所長並びに編集委員長のご努力と多くの先生方のご協力により、斯界において確固たる基盤を築かれたことに、改めてここに深く感謝いたします。

更なる本誌の発展のために、次号からは新しい寄稿規定を採用することが決定しました。編集委員会では、東海大学スポーツ医科学研究所ならではの特色ある研究成果がより一層投稿できるよう努力していかなければならないと考えています。本誌の発展のために皆様方の益々のご協力と積極的なご意見をお寄せ頂きますようお願い致します。

最後に、第10号刊行に当たってご協力いただきました、東海大学学園関係各位、東海大学出版会各位（担当、川上文雄製作課長）に厚くお礼を申し上げます。

1998年1月

編集委員 寺尾 保

「東海大学スポーツ医科学雑誌」
編集委員

委員 寺尾 保
〃 中村 豊
〃 有賀 誠司
〃 恩田 哲也

東海大学スポーツ医科学雑誌 第10号 1998

発行日———1998年3月20日

編集———東海大学スポーツ医科学雑誌編集委員会

発行者———東海大学スポーツ医科学研究所 岩垣丞恒
〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1117 TEL 0463-58-1211

製作———東海大学出版会

印刷———港北出版印刷株式会社

製本———株式会社石津製本所

組版・装丁——株式会社武井制作室