

東海大学

第3号 **スポーツ医科学雑誌** 1991

The Tokai Journal of Sports Medical Science

東海大学スポーツ医科学研究所

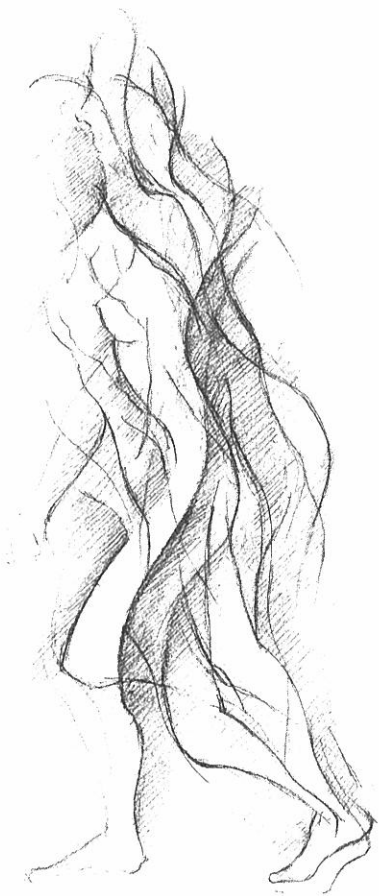


イラスト 東 恵子

人は何処より来り何処に行かんとするか
それはありし日の少年に芽生えたほのかな疑問であつた
しかし揺籃より墓場まで

それは生ける人々にとつてまきれもなき生の現実である
この現実の上に人は喜び且つ哀しむ
そこに勝利と敗残の人々の生涯がある

人々よ

生命の現実に人生を肯定しよう
不屈の精神と逞しき体軀をつくらう
精神と肉体との調和に生命を開拓しよう
かくして希望と勝利の人生の街道を兼進しよう
されどありし日の少年の疑問は残る

人々よ

見よ人体構造の神秘を
見よこの作品の微妙さを
見よ造られたるものの限りなく人の力に越ゆるを
見よこの偉大なる造物主の力を

人々よ

身体髪膚これに父母受敬毀傷せざるは孝の始めなり
人の生命は父母の手によつてなれりと言ふ
されどその前に創造の神秘がある
大自然を支配する思想がある
われら肅然として襟を正し現実を正視しよう

昭和四十八年 初春
松前重義

人は何処より来り何処に行かんとするか
それはありし日の少年に芽生えたほのかな疑問であつた
しかし揺籃より墓場まで

それは生ける人々にとつてまきれもなき生の現実である
この現実の上に人々は喜び且つ哀しむ
そこに勝利と敗残の人々の生涯がある

人々よ

生命の現実に人生を肯定しよう
不屈の精神と逞しき体軀をつくらう
精神と肉体との調和に生命を開拓しよう
かくして希望と勝利の人生の街道を兼進しよう
されどありし日の少年の疑問は残る

人々よ

見よ人体構造の神秘を
見よこの作品の微妙さを
見よ造られたるものの限りなく人の力に越ゆるを
見よこの偉大なる造物主の力を

人々よ

身体髪膚これに父母にうく敢て毀傷せざるは孝の始めなり
人の生命は父母の手によつてなれりと言ふ
されどその前に創造の神秘がある
大自然を支配する思想がある
われら肅然として襟を正し現実を正視しよう

昭和四十八年 初春
松前重義

東海大学スポーツ医科学研究所とオーストリア・ルードヴィヒ・ボルツマン研究所
およびウィーン大学との共同研究プロジェクトとの提携について

東海大学スポーツ医科学研究所 中野昭一・小村渡岐麿・今村義正・白倉克之・寺尾 保 7

【研究論文】

運動・スポーツと栄養 水と栄養補給の諸問題 中野昭一・寺尾 保 12

肥満(症)に対する運動療法：

視床下部性肥満ラットにおける長期持久的(walking)運動は内因性中性脂肪の
分泌速度および脂肪組織の脂肪分解に奏効する

寺尾 保・藤瀬武彦・白石武昌・三田信孝・山下泰裕・
真下 悟・本間隆夫・今村義正・佐藤宣践・中野昭一 30

大学運動部新入部員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

三田信孝・寺尾 保・荒川正一・中野昭一 36

軟式テニスのボールの変形観察

山本芳孝 44

剣道選手の試合における原因帰属に関する研究

個人差の観点を中心に

松本秀夫・今村義正 49

成長期における腰部障害

とくに椎体終板障害について

有馬 亨・野村 武・安部総一郎・西村和博・水島茂樹・今井 望 58

筋肉運動負荷時の皮膚(皮下組織)の水の構造

梅原利宏・三浦信廣・櫛田昌希・真下 悟・古谷嘉邦 63

鉄棒運動における「け上がり」の筋電図学的研究

小河原慶太・古谷嘉邦 68

体性神経—骨格筋接合部に関する研究(2)

岡 哲雄・扇谷信幸 76

柔道選手の肘障害について

戸松泰介・中村 豊・岡 義範・今井 望 79

腰部スポーツ障害における手術的治療の検討

今井 望・有馬 亨・安部総一郎 83

第1回 日韓整形外科スポーツ医学会議に出席して

東海大学医学部整形外科 有馬 亨 88

【スポーツ医科学エッセイ】私のスポーツ体験

スポーツと私

東海大学総務部長 岩崎昭夫 90

朝とスポーツ

東海大学事務部長 木本雄一 92

私のスポーツ体験

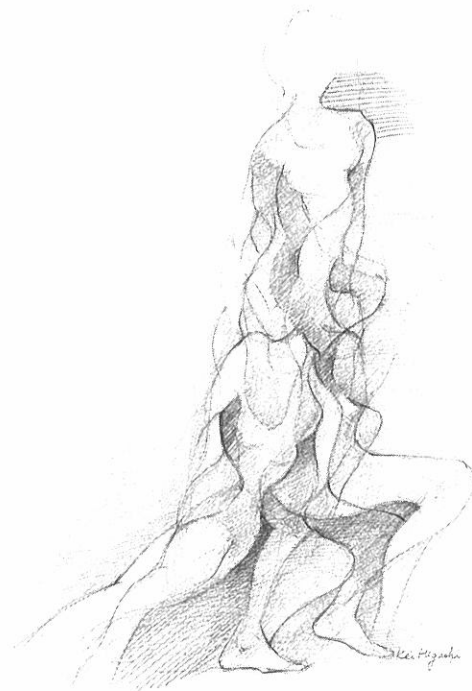
東海大学付属大磯病院事務部長 松下幹夫 93

スポーツ医科学研究所所報

95

あとがき

103



表紙(画) 東 恵子

中野 昭一 小村渡岐磨 今村 義正
白倉 克之 寺尾 保

東海大学スポーツ医科学研究所と

オーストリア・ルードヴィヒ・ボルツマン研究所および

ウィーン大学との共同研究プロジェクトの提携について

1989年3月、東海大学スポーツ医科学研究所との共同研究を遂行するために来日したオーストリア・ルードヴィヒ・ボルツマン研究所およびウィーン大学応用運動心理学研究室 Guttman 教授と本研究所所員・研究員合同会議の結果、少なくとも現段階で応用運動精神・心理学的な面からのスポーツマンに対するアプローチが可能であることで認識の一致をみ、“運動選手の心理・生理学的研究——選手各個人の個性・知能および運動特性の把握と、その応用——”について、3年間にわたる共同研究を行うことが承認された。しかし、この共同研究は相互にそれぞれの研究所を往復し、この研究の基礎を確立させる必要があるため予算措置を必要とすることから、1989年にこれらを実施することは、当時、予算処理も完了しているため、不可能と判断し、1990年に発足させることとした。したがって、1990年9月、総合研究機構の許可の下に、東海大学スポーツ医科学研究所の中野所長（医学部教授）、小村所員（体育学部学部長）、今村所員（体育学部教授）、白倉研究員（医学部助教授）、寺尾所員（医学部助手）の5名がウィーン大学を訪問し、Guttman 教授との共同研

究プロジェクトの結成についての討議を行うこととした。

そこで、私たち一行は、残暑の日本を後にし、ブダペスト経由、ホバークラフトでドナウ河を遡り、初秋の香り漂う「音楽と森の都 ウィーン」に到着したのが9月9日（日）午後7時であった。船着場には、Guttman 教授、東海大学ヨーロッパ学術センター福島康治副所長が出迎えられ、夕食を取りながら今回の会議について Guttman 教授から3日間のスケジュールが一人一人に渡された。私たち一同は、Guttman 教授の実に迅速で的確な対応に教授ご自身のこの共同研究にかけられる熱意を痛感致した次第である。



左から 今村、中野、Guttman、小村、白倉、寺尾



左から Guttmann、中野、白倉、小村、今村、寺尾

9月10日(月)は、午前10時から、ウィーン大学応用運動心理学研究室のGuttmann教授の教授室において会議を行った。この教授室は、かなりゆったりした広さ(10m×10m)があり、秘書室も併設しており、教授室の窓からは、ウィーンのシンボルの一つとも言われている聖シュテファン寺院の高い塔の一部がみられた。会議は、Guttmann教授が来日した際に討議した内容の再検討で、Guttmann教授が開発された大脳皮質D-Cポテンシャルのコンピューター分析機器を利用したパフォーマンスの分析と技術の測定、評価、パフォーマンスの至適条件とセルフコントロールに関する内容について活発な質疑応答が交わされた。昼食後、Guttmann教授の案内でオーストリア空軍パイロット検査センターを見学した。ここでは、実際にこの検査装置を用いて、パイロット適性検査が行われており、現在までに得られたデータを基に説明が行われた。このように、この装置は、最小限の修正で、パイロットのような職業適性検査、さらには、各種職業適性検査、マネジメントテストなどの分野にも広く応用できるとのことであった。

翌11日(火)には、午前中、ウィーン大学付属病院を見学、精神科、精神神経診断科、神経科などのスタッフとその測定、評価についてのカンファレンスを行った。ウィーン大学付属病院は、敷地、ベッド数などからみると東海大学付属病院とほぼ

同規模であり、特に、精神神経部門の横のつながりが活発に行われていることが非常に印象深かった。午後からは、ウィーン大学本館にWernhart学長を訪問した。ウィーン大学は、欧州で2番目に古い大学として知られている。大学本館は、都市のほぼ中心部にあるだけに、米国あるいは日本の大学によくある風景、樹木や芝生に囲まれた広大なキャンパスとは少し趣を異にし、古い欧風の落ち着いた風格のある立派な建物が点在している形を取っていた。学長室の広さ、天井の高さ、飾られている絵画はマリアテレサの大オーストリア帝国時代を偲ぶもので、学長室に隣接した会議室および講堂は、欧州特有の歴史あるいは伝統の重さもさることながら建造技術の巧みさにも感動を受けた。その後、Guttmann教授の応用運動心理学研究室において、大脳皮質D-Cポテンシャルのコンピューター分析機器を利用したパフォーマンスと技術の測定、分析評価、パフォーマンスの至適条件とセルフコントロールについてのデモンストラーションが行われた。また、その夜は、シュトラウスのワルツで有名なウィーンの森、グリーンツィングのホイリゲ(居酒屋の村)においてGuttmann教授の招待による夕食会が催され、世に名高いオーストリア産の白ワインを飲み、特製のソーセージを味わいながら和やかな一夜を過ごした。

9月12日は、午前9時からウィーン大学スポーツ科学研究所を見学した。所長のBachl博士は、ドーピングの研究を行ってきており、IOC医事委員の要職にあり、東京オリンピック開催時に来日されたとのことであった。オールウェザーの400mトラックの陸上競技場とスポーツ医科学研究所が隣接しており、体育館、テニスコートおよび室内25mの温水プールが備えられていた。現場とスポーツ医科学研究が極めて容易に行われるような配慮がなされており、注目すべきことであった。スポーツ医科学の研究としては、運動中の呼気ガス、

血中 pO_2 、 pCO_2 、乳酸、血糖、心電図など系統的な研究が行われており、当日は、大学の自転車競技選手を被験者として、自転車エルゴメータを用いての最大酸素摂取量、血糖、乳酸との測定が行われていたが、我国におけるそれらの研究と変わりがなかった。トレーニングセンターは、比較的小さく、コンピューターシステムによる多関節用（マルチファンクション）および単関節用（アーム&レッグ）のトレーニングマシンが設置されている他は、器具その他において特別目新しいものはみられなかった。

以上を総括すると、大学レベルのスポーツ医学研究施設の規模としてみるならば、運動施設および研究器材はともに良く整備されている方であろう。しかし、東海大学のスポーツ医学研究所としては、これら一般的器材はもちろん、学際的知識を生かし、これらの研究施設をしのぐ研究規模になることが望まれる。その後、Guttman 教授室において、今後の共同研究についての意見交換が行われ、早急に、応用運動心理学研究室で使われている IBM コンピューターとの相互変換可能なコンピューターシステムと互換性のある周辺装置の整備、インターフェースとハードウェアの構築と完成などを行うことが確認され、東海大学スポーツ医学研究所としても、Guttman 教授のデータと互換性のある東海大学の各種スポーツ選手の追試実験を行うことが承認された。さらに、この席で、共同研究を容易にするため、少なくとも1年に1回会合を開き、研究の進み具合を検討することで意見が一致し、来年の4月にはGuttman 教授が来日されることが決定された。会議の最後に、中野所長とGuttman 教授との間で、既に報告してある“覚え書き”（一部修正）に調印し、本プロジェクト研究を発足させた。

なお、本研究は、第1部門・コンピューターによる運動心理についての適性検査システムの研究、



左から 中野所長、ウィーン大学Guttman教授

第2部門・精神生理学的制御記録装置の開発、第3部門・運動心理学的問題の処理、第4部門・均一緊張分析の臨床心理学的応用の4部門より成っており、本年度は、第1部門～第3部門の適性検査システムと成績処理方法を検討することとし、記録装置の製作は、当面、ボルツマン研究所が担当することとなった。

午後からは、福島副所長の案内で東海大学松前武道センターを見学した。同武道センターは、八角形の大屋根をもつ日本の伝統様式の建物で、ウィーンの美しい自然環境の中に見事に調和しており、武道の競技、練習はもちろん各種スポーツ、レクリエーション、さらには文化や芸術の活動の場としても広く活用されている。また、同武道センターは、日本とオーストリアとの友好のみならず国際的な友好親善に寄与していることを痛感した。

私たち一行は、ウィーンでの“覚え書き”交換と調印をみやげに、Guttman 教授、福島副所長のお見送りを受け、9月13日（木）、ウィーン発 10:15 KLM・オランダ航空で、一路、帰国の途に付いた。

研 究 論 文

- **運動・スポーツと栄養**
水と栄養補給の諸問題
- **肥満(症)に対する運動療法：**
視床下部性肥満ラットにおける長期持久的（walking）運動は内因性中性脂肪の分泌速度および脂肪組織の脂肪分解に奏効する
- **大学運動部新入部員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
- **軟式テニスのボールの変形観察**
- **剣道選手の試合における原因帰属に関する研究**
個人差の観点を中心に
- **成長期における腰部障害**
とくに椎体終板障害について
- **筋肉運動負荷時の皮膚(皮下組織)の水の構造**
- **鉄棒運動における「け上がり」の筋電図学的研究**
- **体性神経—骨格筋接合部に関する研究（2）**
- **柔道選手の肘障害について**
- **腰部スポーツ障害における手術的治療の検討**

運動・スポーツと栄養

水と栄養補給の諸問題

中野 昭一 (東海大学スポーツ医科学研究所所長)

寺尾 保 (東海大学スポーツ医科学研究所所員)

はじめに

日常、多くのヒトは、自分の意志のおもむくままに1日3回の食事を摂り、1～2回の間食を摂って、意外と太りもせず痩せもせず、毎日の生活を送っている。

水や栄養摂取の基本的な考え方は、1日のうちに消費されたであろうエネルギーを過不足なく補うことであり、また、日常生活以外に運動・スポーツを行えば、当然、それに必要なエネルギーを余計に補給しなければならない。

これらのことを勘案して、近年、運動選手や一般の運動愛好者などの運動中や運動後の水や栄養補給が問題となり、その方法や補給物質の選択などについて、多くの報告がなされてきている。一方、日常生活における栄養摂取状態、ことにその量と質とが問題とされているところであり、現在の豊かな生活環境の中でも、摂取総カロリーの不足、栄養バランスの不均衡などがとりざたされている。

さて、この栄養補給の問題を、運動に対応したことに限定して考えるならば、第1に挙げられるものは、水分の補給であり、これによって体液のpH、浸透圧などを調整することにある。第2には、運動によって失われたエネルギーを速やかに

補給することで、この場合、からだの働きに対する負担を極力少なくする必要がある。

一方、運動の基盤である体力を培っているのが日常生活における栄養状態である。

1 運動選手の日常生活における栄養補給

最近の傾向として一般学生はもとより運動部学生でも1日3食を摂っているとは限らず摂食時間が不定期で、しかも、総摂取カロリーが不足しているといわれている。また、その摂取食品も比較的インスタントに摂取できる食物に限られ、全く栄養のバランスが考えられていない傾向にあるといわれている。そこで東海大学スポーツ医科学研究所では、日本体力医学会プロジェクト、食生活の科学選定のアンケート用紙により、各運動部学生および一般学生の栄養調査を基とした栄養の状態を検討した。その1例として、典型的な女子バレー部員の食生活調査表を示したのが表1である。表にみられるように朝食は殆ど食べず、昼食も少なく、夕食で1日のエネルギーを補填している状態にあり、その食物中の動植物比率は、図1のように蛋白質、脂質ともに動物性が多くみられ、その栄養バランスでみても図2のように夕食でやっと標準を越すものがみられている程度で、しかも

表1 食生活調査表

1990. 8. 6

氏名		性別	年齢	住所				
		女	22	-----				
朝			昼			夕		
No	食品	量 g	No	食品	量 g	No	食品	量 g
64	ぶどうパン	60.0	525	冷やし中華	250.0	5	ごはん	160.0
37	牛乳	90.0	400	いちご	5.0	570	味噌汁・葱豆腐	150.0
520	●スポーツドリンク	700.0	414	キウイフルーツ	5.0	60	豚肉：脂身付	180.0
			434	桃	5.0	42	キャベツ	25.0
			425	バナナ	5.0	559	スパゲッティミートソース	80.0
			406	●みかん缶詰	250.0	48	トマト	12.0
			474	●番茶	250.0	43	きゅうり	8.0
						57	醤油：濃口	2.0
						15	植物油	2.0
						56	食塩	1.0
						474	●番茶	250.0
						13	●クッキー	35.0
						143	●アーモンド	4.0
タバコ 0 ホン		食品の種類 35種		(間食は●で表示)				

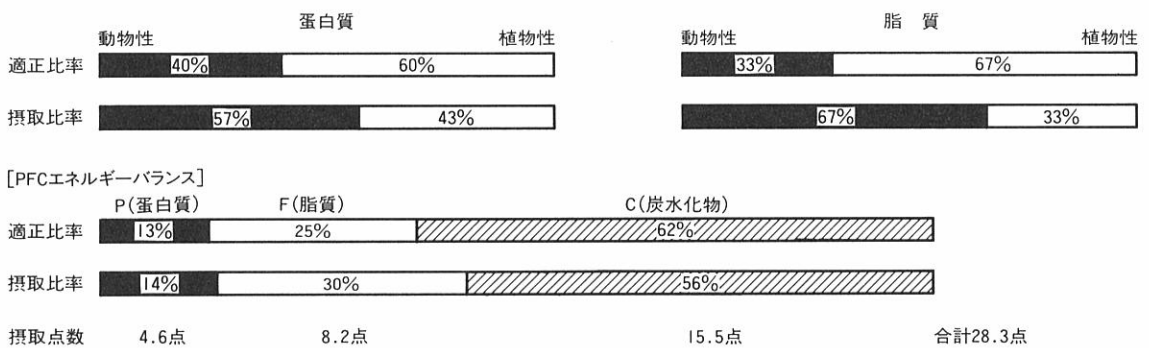


図1 蛋白質および脂質の動・植物性比率と3大栄養素のエネルギーバランス

明らかにアンバランスであった。また、この被験者の時間研究では、表2のように1日のうち午前9時から午後1時までの間約3時間20分にわたり比較的激しいバレーの練習を行っている。この時間研究によるエネルギーの消費と前述の栄養摂取とのバランスをみると、図3のように、朝食によるエネルギーの補給は殆どみられず、間食および

昼食によっても24時間後なお-431kcal という数値がみられている。

これらのことは、何も東海大学に限られたことではなく、一般に若い世代のヒトたちによくみられる現象で、全国的な傾向にあるといわれている。したがって栄養補給を考える場合、常にこのことを念頭に置いて対処する必要がある。

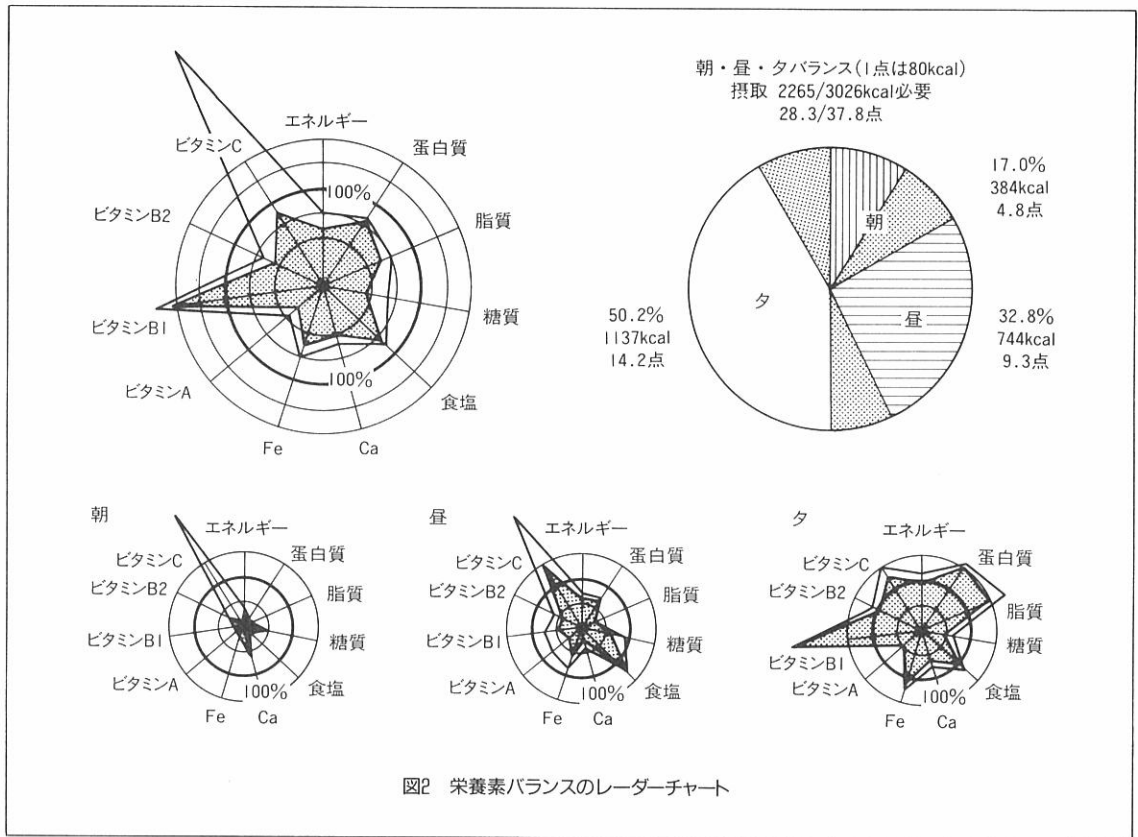
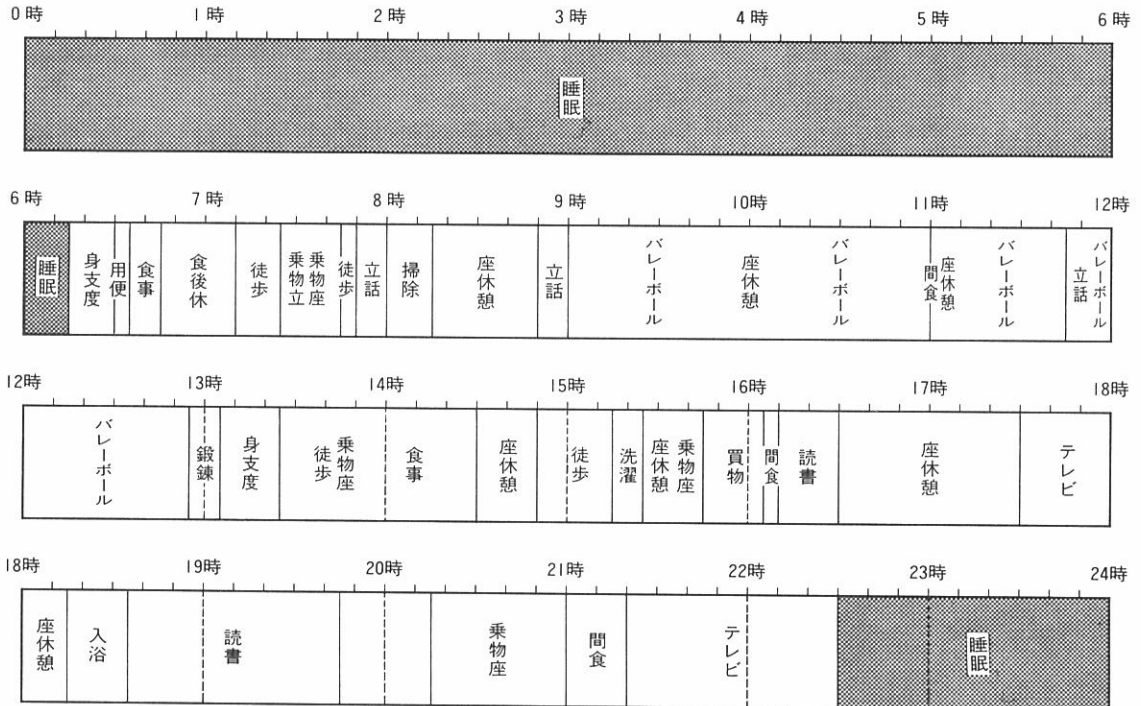


表2 活動時間表



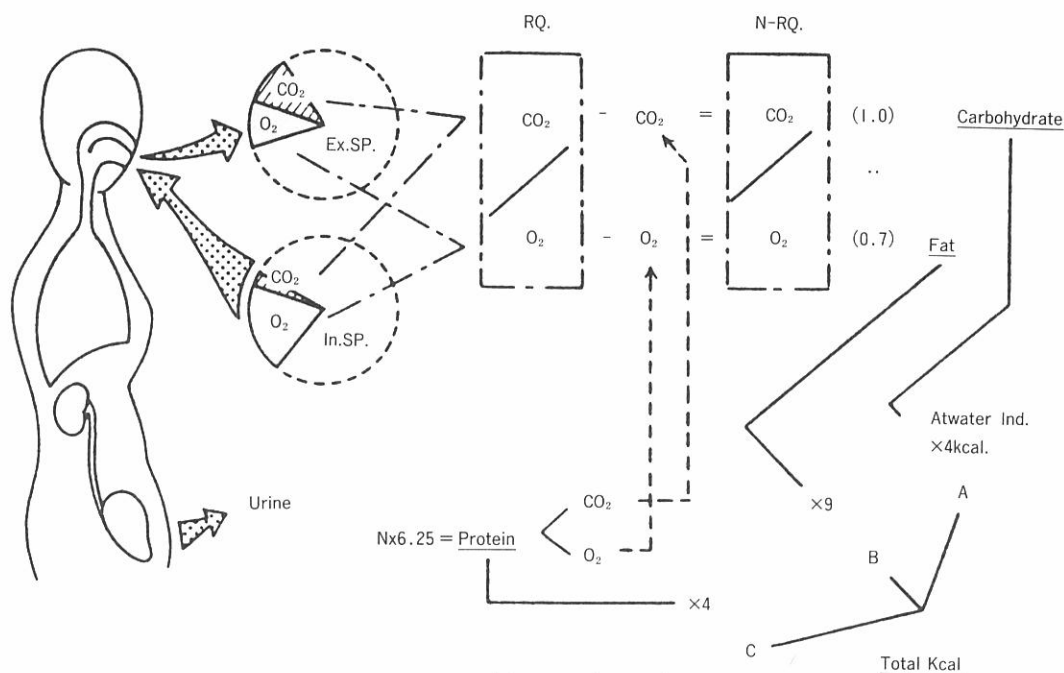


図4 ヒト消費エネルギーの測定

2 人体・消費エネルギーの測定

栄養補給は、当然のことながら、そのヒトのエネルギー消費に見合った量が基本となろう。ここではヒトの消費エネルギーの測定方法について触れてみたい。図4は、その概略を示したもので、体内で行われているエネルギー代謝の総決算は、体内で消費されたO₂量と体外に排出されるCO₂量とから推測することができる。すなわち、一定時間内に排出される呼気を採取することによって、吸気中のO₂およびCO₂量との差から体内で消費されたO₂量と生成されたCO₂量とを知ることができる。しかし、体内で燃焼しているであろう物質は、少なくとも糖質、脂質と蛋白質の3種があるわけで、単に呼気中のCO₂とO₂との比、すなわち呼吸商RQを測定しただけでは、体内でどの栄養素がどれだけ燃焼しているかを正確に測定することはできない。そこで測定時間中の尿中N量を測定し、これにN系数(≒6.25)を乗じ、その時間中に燃焼したであろう蛋白質量を算出する。したが

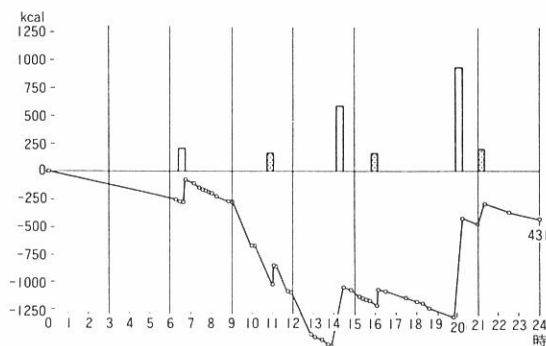


図3 エネルギー摂取と消費のバランス

って、この蛋白質が燃焼するために要したO₂と産生されたCO₂を知ることができる。この量を呼気中のそれぞれから差し引いた非蛋白呼吸商から糖質1.0：糖質0.7の割合で体内で燃えたであろうそれらの量が算出されるわけである。したがって、燃焼された糖質、脂質、蛋白質それぞれにアトウォーターの係数4：9：4を乗じ、それらを集計すれば、ヒトの総消費kcalを知ることができるわけである。

この総kcalを整え、その内容のバランスを考慮した栄養の補給を行うのが基本である。

表3 いろいろな運動・動作のエネルギー代謝率 (波多野)

運動・動作	RMR	運動・動作	RMR
静かに座っている	0.1	靴みがき	1.1
読書・筆記	0.3	育児・看病	1.6
活け花	0.6	ふき掃除	1.7~5.0
ピアノ	0.5~2.5	はき掃除	2.5
ミシン	0.8~1.2	洗 濯	1.2~2.8
調 理	1.1	水汲み	4.7
和洋裁	0.5~0.7	園 芸	3.0
軽い農作業	3.0~4.0	大 工	2.0~5.0
耕 作	5.0~8.0	入 浴	1.8
自動車運転	0.8~1.2		
歩行		サッカー	
60m/分 (以下分速)	1.9	試合 前後衛	7~12
70m	2.4	ゴールキーパー	1~5
80m	3.1	練習	4~7
90m	4.0	ラグビー	
100m	5.0	試合	8~13
110m	6.4	練習	5~9
120m	8.5	アメリカンフットボール 試合(100分)	6.8
		バスケットボール	10~17
		バレーボール	2~15
ランニング		硬式テニス	
競走		男子シングルス	10.9
100m	205	男子ダブルス	7.7
400m	94	女子シングルス	8.6
1500m	31	女子ダブルス	6.3
10000m	17	軟式テニス	
マラソン	15.6	男 前衛	4.5
練習		後衛	7.0
短距離	4.9~5.4	女 前衛	3.2
中距離	7.3~8.1	後衛	6.1
長距離	6.2~7.3	バドミントン	
準備体操	2~4	男 シングルス	6.6
鞍馬	23	ダブルス	5.3
平行棒	27	女 シングルス	5.1
鉄棒	37	ダブルス	3.3
跳馬	75	卓球	
つり輪	26	小学生	3.9
床	24	中学生	4.7
		高校生	4.3
		大学生	7.3
投てき		アイスホッケー	4.5
競技		ローラースケート	3.0~8.0
砲丸投げ	48	氷上スケート	7.0~9.0
円盤投げ	56	スキー	
ハンマー投げ	108	歩 行	3.3~6.5
やり投げ	100	直滑降	6~11
投てき練習	4.4~9.0	スラローム	23.4
走り幅とび	89	柔道	10~16
三段とび	152	試合	7~19
棒高とび	79	練習きりかえし	34
走高とび	74	剣道	
跳躍練習	4.6~6.1	かかり稽古	
		かかり	43
		うけ	19
		相撲	10~33
		登山	5~8
		サイクリング	
		平地	
		10km/時間	3.4
		15km/時間	5.7
		登坂	
		10km/時間	7.2
		15km/時間	13.6
		学校ダンス	
		平均(女子)	5.4~10.0
		フォークダンス	6.7~15.1
		ゴルフ	3.6
		ウェイトリフティング	
		プレス(ベスト)	90
		スナッチ(ベスト)	110
		ジャーク(ベスト)	120
		ボディビル	
		ダンベル	11~12
		バーベル	7~11
野球			
投手	5~6		
捕手	4~5		
内野手	2~2.5		
外野手	1.5~2.0		
縄とび	12~22.0		

資料：波多野義郎「V 運動の測定とその評価」中野昭一編『図説運動の仕組みと応用』p.238、表V-3、医歯薬出版 K.K. 昭和57年

表4 レジャー活動のMETS値：スポーツ、運動の種目、ゲーム、ダンス

	平均	範囲		平均	範囲
アーチェリー	3.9	3～4	蹄鉄投げ		2～3
荷物背負い		5～11	猟(弓または銃)		
バドミントン	5.8	4～9+	小さなゲーム(歩行、軽い荷物を運ぶ)		3～7
バスケットボール			大きなゲーム(殺した動物を		
試合	8.3	7～12+	引きずる、歩き)		3～14
練習		3～9	柔道	13.5	
ビリヤード	2.5		登山		5～10+
ボーリング		2～4	music play		2～3
ボクシング			バドミントン、ラケットボール	9	8～12
試合	13.3		なわとび	11	
スパーリング	8.3		毎分60～80回	9	
カヌー、ボート、カヤック		3～8	毎分120～140回		11～12
コンディショニング運動		3～8+	ランニング		
丘登り	7.2	5～10+	1マイルを12分	8.7	
クリケット	5.2	4.6～7.4	1マイルを11分	9.4	
クローケー	3.5		1マイルを10分	10.2	
サイクリング			1マイルを9分	11.2	
ゆっくりした快適な速さ		3～8+	1マイルを8分	12.5	
毎時10マイルのスピード	7.0		1マイルを7分	14.1	
ダンス(ソシアル、スクエア、		3.7～7.4	1マイルを6分	16.3	
タップ)			ヨット		2～5
ダンス(有酸素的)		6～9	スキューバダイビング		5～10
フェンシング		6～10+	シヤッフルボード		2～3
フィールドホッケー	8.0		スケート(アイススケートまたは		5～8
釣り			ローラースケート)		
堤防からの釣り	3.7	2～4	スキー(雪上)		
小川にはいつの釣り		5～6	滑降		5～8
タッチフットボール	7.9	6～10	距離スキー(クロスカントリー)		6～12+
ゴルフ			水上スキー		5～7
自動車(カート)を用いたとき		2～3	そりすべり、トボガンぞり		4～8
歩き(バックを運ぶまたは	5.1	4～7	雪の上を歩く	9.9	7～14
バックを引きながら)			スカッシュ		8～12+
ハンドボール(壁にボールを		8～12+	サッカー		5～12+
ぶつけ合うゲーム)			はしご登り		4～8
ハイキング(クロスカントリー)		3～7	水泳		4～8+
乗馬			卓球	4.1	3～5
ギャロップ	8.2		テニス	6.5	4～9+
トロット	6.6		バレーボール		3～6+
歩行	2.4				

注：1 MET = 1kcal/kg・hr であり、各 METS 値に被検者の体重を乗じ、運動時間で除すことにより毎分のエネルギー消費量(kcal/min) を求めることができる。

例) 5 METS = 5 kcal/kg・hr

$$5 \text{ kcal/kg} \cdot \text{hr} = \frac{65 \text{ kg}}{60 \text{ 分/hr}} = 5.4 \text{ kcal/min}$$

表6 各種スポーツ種目の負荷時における体重1kg当たり1時間のエネルギー消費量 (Grafe および Jakowlew)

	kJ		kcal	
睡眠	3	0.93	水泳 (1.00m/s)	88 21.00
基礎代謝	4	1.00	水泳 (1.16m/s)	108 25.80
横臥	4	1.10	自転車走行 (9.0km/s)	15 3.54
座位	6	1.43	自転車走行 (10.0km/s)	18 4.28
弛緩状態での立位	6	1.50	自転車走行 (15.0km/s)	23 5.38
緊張状態での立位	7	1.63	自転車走行 (20.0km/s)	36 8.56
歩行	12	2.86	自転車走行 (30.0km/s)	50 12.00
歩行 (1.25m/s)	13	3.15	トラック走行 (0.84m/s)	12 2.75
歩行 (1.66m/s)	15	3.70	トラック走行 (1.33m/s)	22 5.22
歩行 (1.95m/s)	23	5.58	トラック走行 (1.60m/s)	46 10.90
歩行 (2.22m/s)	42	10.00	艇走 (1.25m/s)	10 2.35
上昇歩行 (0.55m/s)	72	17.10	艇走 (2.10m/s)	34 8.10
下降歩行 (0.55m/s)	12	2.84	軽い体操	13 3.00
上昇歩行 (2.0m/s)	61	14.52	体操の試合	63 15.00
走行 (3.1m/s)	28	6.60	体操の鞍馬競技	26 6.18
走行 (3.3m/s)	45	10.80	体操の吊輪競技	23 5.52
走行 (4.2m/s)	51	12.10	体操の鉄棒競技	33 8.00
走行 (5.0m/s)	63	15.00	馬術の速歩競技	18 4.20
走行 (5.4m/s)	147	35.20	馬術の疾走競技	32 7.70
走行 (6.6m/s)	356	85.00	陸上の投擲競技 (練習時)	46 11.00
スキー (2.2m/s)	50	12.00	卓球	19 4.50
スキー (3.8m/s)	65	15.50	玉突き	12 2.90
スキー (4.2m/s)	70	16.80	ボクシング、試合時	18 4.36
スケート (3.4m/s)	33	7.80	ボクシング、ヘッドギヤーをつけた練習時	32 7.75
スケート (5.4m/s)	53	12.70	ボクシング、シャドーボクシングによる練習時	44 10.52
水泳 (0.17m/s)	13	3.00	ボクシング、サンドバックを用いた練習時	54 12.84
水泳 (0.26m/s)	15	3.50	レスリング、中程度の練習時	54 13.00
水泳 (0.33m/s)	18	4.40	フェンシング、クルーレ	36 8.25
水泳 (0.80m/s)	43	10.30	フェンシング、エテ	39 9.30
水泳 (0.90m/s)	53	12.60	フェンシング、サーベル	39 9.35

資料：Rolf Donath, Klaus Peter 著、奥恒行 他訳『勝つためのスポーツ栄養学』p.25、表3、南江堂、1990年

3 運動によるエネルギーの産生と消費

運動により消費されるエネルギーの測定は、一般に時間研究を行い、その生活時間、あるいは運動時間に、我国では基礎代謝の倍数で示されるRMRと基礎代謝を乗じて算出していた。しかし、近年、安静代謝の倍数で示されるMETS法が盛んに用いられるようになってきている。1MET (1の場合のみSをつけない) とは、酸素需要量

3.5ml/kg/分で、これは1kcal/分に相当するので総カロリーを算出しやすい。表3および表4に種々の運動におけるRMRおよびMETS値を示した。また、表5のようにRMRとMETSとの換算表もつくられている。なお、RMRは静的労作にはうまく当てはまらず、METSは無氣的運動には当てはまらない。

いずれにしても時間研究とRMRあるいはMETSから、あるヒトの運動による消費エネルギーを算出することができる。

たとえば、Jakowlewらは、表6のように各種ス

表7 マラソンランナーの1日のエネルギー消費量 (Jakowlew)

活動内容	活動時間 (分)	1時間当たりの エネルギー消費量 (kJ)	(kcal)	実際のエネル ギー消費量 (kJ)	(kcal)
睡眠	540	4	0.93	35	8.37
朝の洗面	30	7	1.69	4	0.84
朝食	30	6	1.43	3	0.72
理論面の講義	90	6	1.50	9	2.25
トレーニング前の調整	30	12	2.86	6	1.43
午前のトレーニング	90	63	15.00	94	22.50
トレーニング後の調整	15	12	2.86	3	0.72
シャワー、マッサージ	45	7	1.69	5	1.26
昼食	30	6	1.43	3	0.72
午後の休息	30	12	2.86	6	1.43
午睡	90	4	0.93	6	1.39
トレーニング前の調整	15	12	2.86	3	0.72
午後のトレーニング	90	51	12.10	76	18.15
トレーニング後の調整	15	12	2.86	3	0.72
シャワー、マッサージ	45	7	1.69	5	1.26
休息时间	60	6	1.50	6	1.50
夕食	30	6	1.43	3	0.72
補強トレーニング	60	19	4.50	19	4.50
自由時間	75	12	2.86	15	3.58
通勤時間	30	12	2.86	6	1.43
				310.7	74.21

注：各エネルギーの値は今日一般的に認められている走行時の速度に対応させて、若干の修正を行ってある。

資料：Rolf Donath, Klaus Peter 著、奥恒行 他訳『勝つためのスポーツ栄養学』p.28、表4、南江堂、1990年

スポーツ種目の体重1kg当たり、1時間のエネルギー消費量として、K.J.およびkcalで算出している。

基礎代謝が1kcal/kg/時間であるのに対し、2.22m/sの歩行ではその10倍となり、1.00m/sの水泳では約20倍、すなわち70kgのヒトで1時間約1,470kcalを消費することになる。

また、マラソンランナーについて時間研究を行い1日のエネルギー消費量として示したのが表7である。

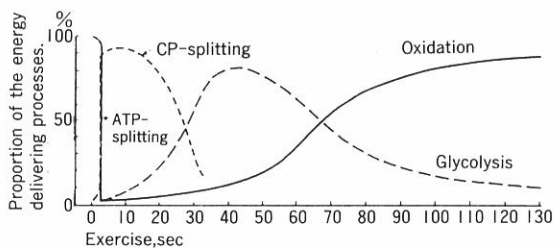
すなわち、トレーニング時間が午前、午後、夕食後の補強などを加え1日約4時間余に達しているが、70kgの体重のヒトとして、1日の合計74.21×70=5194.7kcal/日トレーニング中のそれは45.15×70=3160.5kcal/日となり、このエネルギー補給の量と質およびその配分が問題となろう。

表5 METSとRMRの換算関係

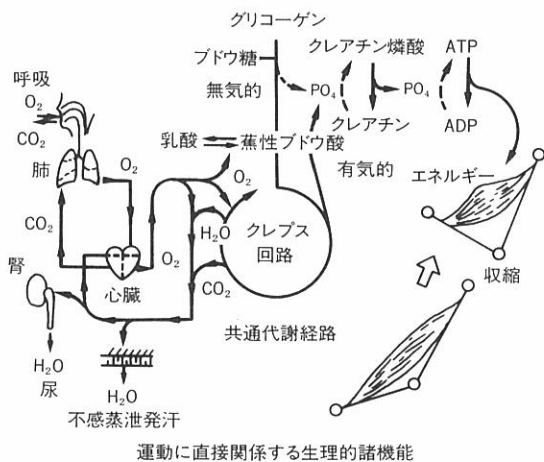
	RMR	酸素需要量(VO ₂)		エネルギー消費量* kcal/分	備考
		l/分	ml/kg/分		
1 MET	0.0	0.2	3.5	1.0	
2 METS	1.2	0.4	7.0	2.0	
3 "	2.4	0.6	10.5	3.0	70m/分歩行
4 "	3.6	0.8	14.0	4.0	100 "
5 "	4.8	1.0	17.5	5.0	120 "
6 "	6.0	1.2	21.0	6.0	110 "
7 "	7.2	1.4	24.5	7.0	125 "
8 "	8.4	1.6	28.0	8.0	138m/分走行
9 "	9.6	1.8	31.5	9.0	150 "
10 "	10.8	2.0	35.0	10.0	166 "
11 "	12.0	2.2	38.5	11.0	180 "
12 "	13.2	2.4	42.0	12.0	193 "
13 "	14.4	2.6	45.5	13.0	206 "
14 "	15.6	2.8	49.0	14.0	220 "
15 "	16.8	3.0	52.5	15.0	235 "

注：*wt = 57.1kg、体表面積1.67m²の30歳男子として計算

資料：波多野義郎「V 運動の測定とその評価」中野昭一編『図説運動の仕組みと応用』p.240、表V-4、医歯薬出版KK、昭和57年



激運動時におけるエネルギー供給源の想定
(Keul. J., E. Doll and D. Keppeler : Medicine and Sport Vol.7: Energy Metabolism of Human Muscle P.50, Fig. 10, 1972, S. Karger-Basel, München, Paris, London, New York, Sydney より)



運動に直接関係する生理的諸機能

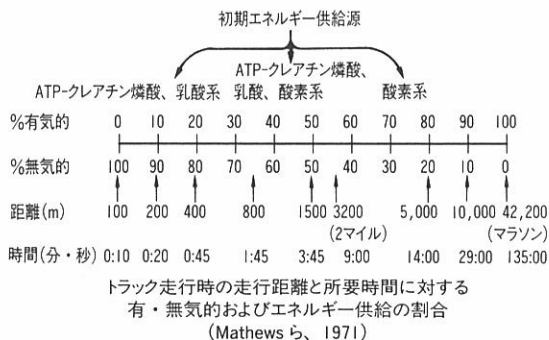


図5 運動の種類とエネルギー供給の過程

そこで種々の運動におけるエネルギー源を考えると、図5上のように全く無気的な運動では、1個の筋肉に含まれているであろうATPやクレアチンりん酸などの高エネルギーりん酸結合物質からエネルギーが供給され、相当無気的に近い45秒から90秒ぐらいの運動では、その筋肉内で行われる解糖過程によりエネルギーが供給される。なお、数分間の運動では、糖質を主体とする無気的および有気的な機構が共同して働き、1時間以上の運

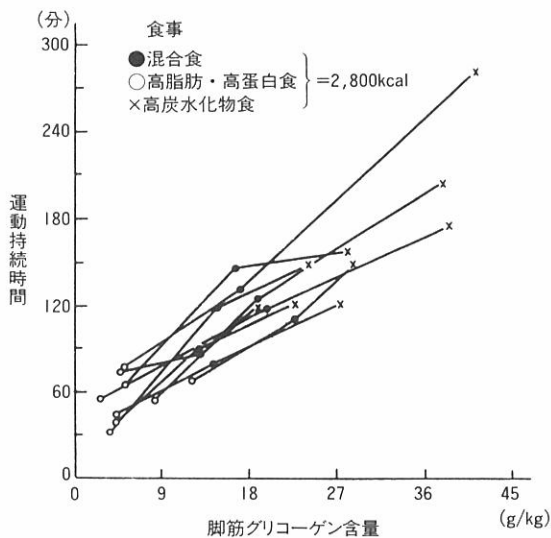
動になると図5中のように心肺機能が働いて、糖質、脂質の混合による有気的なエネルギー供給が行われるといわれている。したがって、図5下のように横断的な作図も可能なわけであるが、これはあくまでも全体としてのエネルギー供給をmassとしてみた場合であり、実際に筋肉内で行われている細かい代謝過程、あるいはからだ全体としての調節という意味からすると、個人個人によっては、必ずしも教科書通りに行われていると言えない面もあるわけである。

4 運動のエネルギー補給の問題点

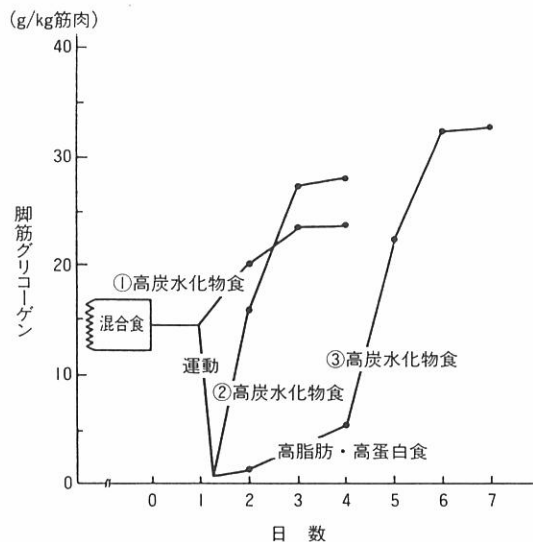
栄養補給という意味からは、ここで3大栄養素の体内における動向、中間代謝について述べなければならないのであるが、誌面の都合もあって、図6に共通代謝経路のみを挙げておくことにする。すなわち3大栄養素が体内で燃焼する場合、基本的には、すべてこの解糖過程と酸化過程に入って、エネルギーを産生すると考えておけばよいであろう。

なお、無気的な解糖過程のみによって行われるATP産生は、図7のようにグリコーゲンが分解する場合、差し引き3個、ブドウ糖が分解する場合、差し引き2個つくられることになる。ご承知のように、この過程では1カ所で酸化が行われているものの、1カ所で還元が行われているため相殺されて、実際には酸素を必要としないことになる。

一方、有気的な酸化過程(クレブス回路)では、この回路が1回転すると、図のように約15個のATPが産生される。しかも、1分子のグリコーゲンやブドウ糖が分解してくると、2分子のピルビン酸を生じるため、実際には、 $15 \times 2 = 30$ 個のATP産生となる。また、酸素が十分に供給されている場合、前述の解糖過程の酸化還元を必要としないため、そこで生成される2個のNADから6個のATPがつくられ、これらを合計すると糖質の酸化では、38ないし39個のATPが産生される



(1) 9名の被検者が異なる食事をもって、75%Vo₂maxの強度で運動したときの、大腿四頭筋の運動前グリコーゲン含量と運動持続時間との関係



(2) 異なる運動と食事の条件下における筋グリコーゲン含量増加の可能性

(樋口 満 他: J. J. Soporito Sei. P 734 図1、図2 Vol.8, No.11, 1989)
図9 食餌組成と脚筋グリコーゲンの関係

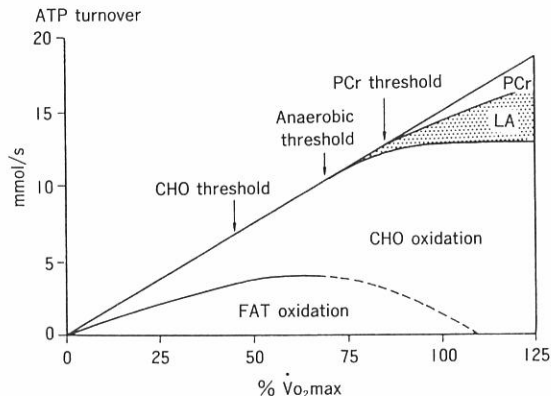
ことになる。なお、実際のATP産生は、図7の下に示してある呼吸鎖によっていることはいうまでもない。

この精細な代謝過程は別として、要は酸素を全く供給されなくても、私たちの体内では僅かではあるがエネルギーを産生できること、しかし、酸素が供給されるならば、その20倍近くのエネルギー発生が可能であるということである。

また、図6および7でみられるように、この過程は、初め糖代謝の分解経路として発見されたものの、その後、脂質も蛋白質も分解されエネルギーを産生する場合には、すべてこの経路に入ることが分かり、現在では共通代謝経路として認識されている。

さて、そこで問題となるのはエネルギーの供給が実際にはどの栄養素によって、どのように行われているかということである。従来、その概要として無気的な運動は主として糖質の解糖により、有気的になる糖質と脂質の協調によると考えられていたが、これに関連して、近年、図8のように糖質の閾値という概念ができてきている。

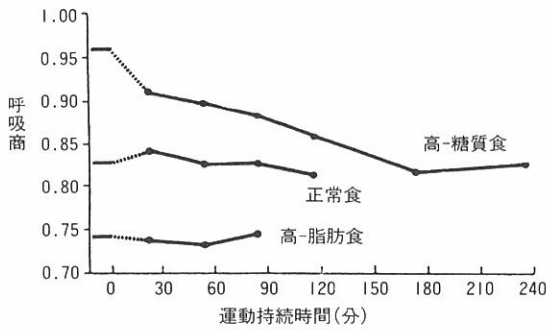
すなわち、横軸に運動強度をとり、縦軸にATP



(CHO threshold): それ以上の運動強度が高くなると脂肪の酸化割合が減少し、炭水化物の酸化に依存する割合が増加する(K. Sahlin (1986))
(西端 泉: 運動開始前の炭水化物摂取と持続的運動の遂行能力 P1125 図2 臨床スポーツ医学 Vol.4, No.10, 1987)

図8 炭水化物閾値

turnover mmol/s をとって作図すると、70%VO₂ max ぐらいまでの運動中の筋肉内では、脂肪の酸化が比較的多く、これに糖質の酸化が加わっていることになり、筋肉内の乳酸の蓄積も一応の処理が行われているが、70%VO₂max を超えると、脂肪によるエネルギー供給が急速に低下し、筋肉中乳酸の処理も限度を超えて筋肉内に蓄積され、糖



(寺尾 保他：脂質摂取と運動 p.183 図 4 J. J. Sprds Sci. Vol.5, No.3, 1986)

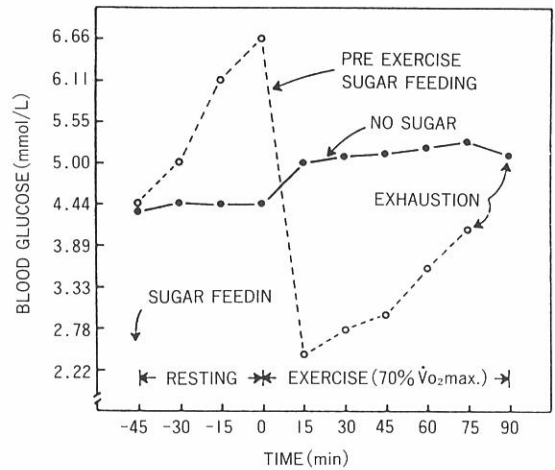
図10 一人の被験者が3種の異なった食事を摂取しながら、それぞれ1080kpm/分の作業を行った際の呼吸商。高脂肪食を摂取した際は90分で疲労困憊したが、高糖質食を摂取すると240分の間仕事を行うことができた。正常の食事を摂った場合は、当実験は120分で中断された(Christensen と Hansen, 1939による)。

質の酸化を主体とするエネルギー供給となるというのである。ここにいわゆる Anaerobic Threshold が存在することになる。

したがって、低い運動強度の場合、当然、長時間の運動が可能となるわけであり、しかも、この場合、脂肪からのエネルギー供給が大きな役割を果たすことになる。しかし、実際には、ある程度長時間の運動の場合、高糖質食の方がより効果的であるという報告も多い。

すなわち、図9の1は、混合の対照食に対し、2,800kcalの高脂肪・高蛋白食と高糖質食を摂らせ、75%VO₂maxの運動を行かせたときの脚筋グリコーゲン含量と運動持続時間との関係を見たものである。図にみられるように高糖質食の方が、筋グリコーゲン含量が多くなるのは当然であるが、これに対応して運動持続時間も延長している。

また、図9の2の場合、高糖質食が他の食餌条件に比較して、直接のエネルギーとなる脚筋グリコーゲンを増加させていることが分かる。また、図10は1人の被験者に正常食、高糖質食、高脂肪食を摂取させ、1,080kpm/分の仕事を行かせた場合、呼吸商が食事組成によって異なるのは当然であるが、高糖質食の場合、明らかにその仕事持続



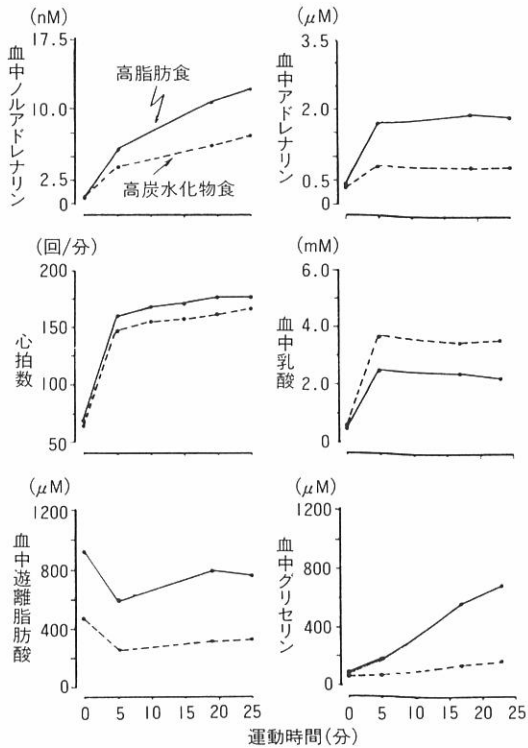
(村岡 功：短時間および長時間運動時の液体摂取の効果とその生化学的背景。p.133 図4 J. J. Spords Sci 臨床スポーツ医学1988)

図11 運動前・中の血糖値の変化と疲労困憊に至る運動の持続時間 (D. L. Costill と J. M. Miller (1980))

時間が延長している。これらの事実は、長時間の運動の場合にはむしろ糖質の補給、しかも速やかなエネルギー供給という意味から運動中でもその補給がなしうるならば、より効果的であることを示している。なお、長時間運動における脂肪からのエネルギー供給も絶対必要条件の一つであるが、これには、日常における脂肪の備蓄が問題となるところである。しかし、脂肪の蓄積は、他の生理機能に影響を及ぼすところが多く、その管理が必要となってくる。

一方、糖質を多食していたからといって、必ずしも良い結果の得られないこともある。図11は、高糖質食を摂らせた後、直ちに運動を行かせたときの血中ブドウ糖量と運動時間との関係を示したものである。この場合、高血糖状態で運動を始めた場合、速やかに血糖値の低下がみられている。

これは高血糖に対応して体内でインスリンの分泌が起り、速やかに血中ブドウ糖の処理が行われたため、運動の持続にはかえって逆効果となり、普通食の場合より、むしろ早期に exhaustion に陥っている。したがってブドウ糖よりも、果糖を投与しておいた方が、血糖の維持、筋グリコーゲンの蓄積、運動持続時間の延長などに効果があ



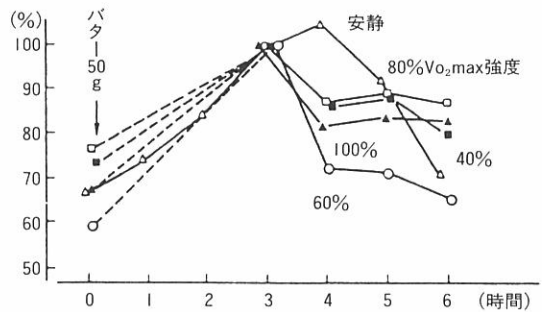
(鈴木 正成: スポーツの栄養・食事学 p.136 図II-31 同文書院 平成元年)

図12 高脂肪食による自律神経-副腎髄質系活性の上昇 (ジャンソンら, 1982)

ったという報告も多い。

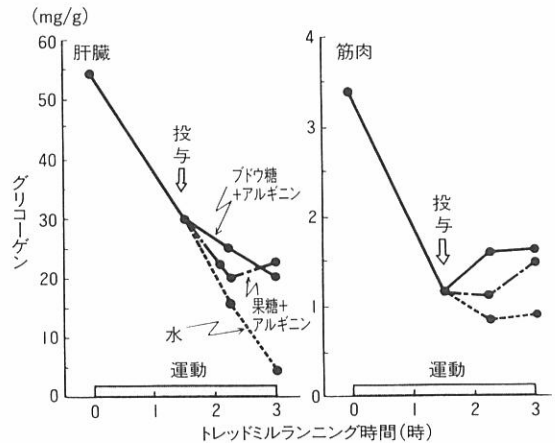
つぎに、脂肪食の影響としては、図12に示すように高糖質食と比較して、血中ノルアドレナリン、アドレナリンの増量、遊離脂肪酸グリセリンの増加、血中乳酸値の低下などが示されるように、自律神経ことに副腎皮質ホルモンの分泌を促すような交感神経優位の状態を招来するといわれており、運動に対応した変化として注目されよう。

なお、図13はあらかじめバター50gを経口投与し、その後、運動を行わせたときの運動持続時間と血中トリグリセライド値との関係では、 $\dot{V}O_2$ maxの約60%ぐらいの運動が、この外因性脂肪の処理にもっとも効果的であったという報告もあり、脂肪の摂取と運動の強度との関係も留意しておかなければならないだろう。



(寺尾 保他: 脂質摂取と運動 J.J.Sports Sci Vol.5, No.3 p.182, 図1 1986)

図13 脂質投与後、各種運動強度と血清トリグリセライド値の変化 (伊藤ら, 1983による)



(鈴木 正成: スポーツの栄養・食事学 P119 図II-21 同文書院 平成元年)

図14 肝臓と筋肉のグリコーゲン含量の消費抑制または回復および脂肪組織の脂肪分解能に対する運動中の果糖+アルギニンの補給効果(ラット)

食事中の蛋白質、アミノ酸と運動との関係を論ずることは、なかなか難しい。事実、蛋白質は、からだの構成素であり、日々、turnover されているものの、日常あるいは運動のエネルギー源として使われることは一般的ではない、しかし、蛋白質が分解し、アミノ酸の処理として酸化的アミノ基作用が起こり、アミノ基のNがNH₃から尿素回路に渡され処理される過程では、クレブス回路と

の繋がりもあり、1g相当の蛋白質が4kcalの熱量を出すことになろう。しかし、これは、むしろ受動的な現象であって、結果論として考える必要がある。それよりも蛋白質の分解過程として、糖代謝と関連のあるアミノ基転移反応により生成されたケト酸がエネルギー源となりうることの方が考えられる。また、種々のアミノ酸投与によって、肝・筋グリコーゲンの節約作用、脂肪分解活性への影響など、運動への2次的な効果を期待するにとどまるであろう。すなわち、図14は、肝・筋グリコーゲンの分解を、ブドウ糖あるいは果糖にアルギニンを添加することによって抑制する成績を示したものである。

5 運動と水分補給の問題点

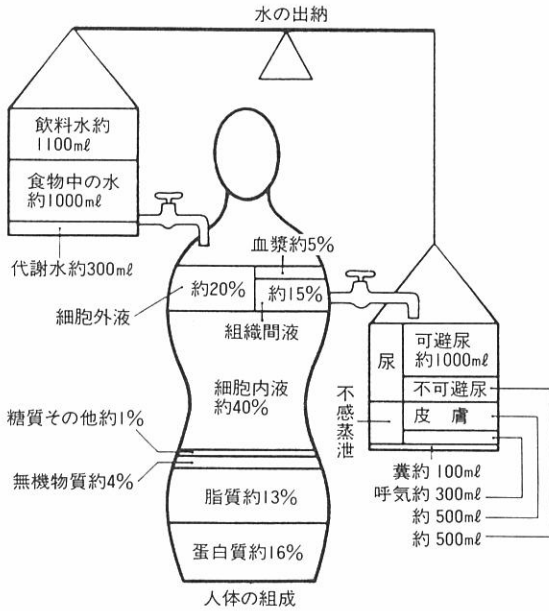
ヒトのからだの水分は、体重のおよそ66%を占めるといわれる。仮に、体重50kgのヒトで計算上その60%が水分とすると、からだ全体として約30lの水分をもっていることになる。このうち、約20lは、細胞内液を構成する水分で、細胞内液の変動許容範囲は±10%といわれるから、この細胞内液は普通固定されている水分と考えなければならない。そこで運動その他で変動しうる水分は残りの約10l、その中の約2.5lは血液中の血漿を構成する水分で、これもそう大きな変動はできない。したがって比較的容易に移動する水分は約7.5lの組織間液ということになろう。一方、ヒトの水の出納は、図15のようにおよそ2.0~3.0lの間にある。この間、消化液として腸管内に分泌される消化液は、唾液約1.5l、胃液約2.5l、膵液約0.7l、胆汁約0.5l、小腸大腸液を合わせて約3.0l、すべて合計すると、約8.2lともなり、さらに毎日、腸管内に入ってくる水として、飲料水約1.1l、食物中の水約1.0l総計10.0l以上にもなる。体内で動きうる水分約7.5lに対し、きわめて大きな影響を与えることになろう。しかし、便中の水分は1日0.1~1.5lで非常に大量の水が小腸大腸で再吸収されていることが分かる。また、尿も腎臓の糸球体では1日約

160~180lもの原尿が生成されているが、実際に排出される尿は約1.5lであるから、ここでも大量の水分が再吸収されているわけである。要は、体内における水分は、きわめて激しい再利用が繰り返されているわけで、もし水分の補給が行われず長時間の運動を行い発汗などで水分を大量に失うことがあれば、速やかに体内の脱水を招来することになる。ことに大脳の脱水状態は直ちに生命の危険を伴うことにもなりかねない。したがって失われた水分の補給を合理的に行うことが必要となってくる。

さて、私たちのからだは、図16のように体液浸透圧と体液量からの情報によって、大脳の渴中枢、食欲中枢、抗利尿ホルモン(ADH)調節系および腎一糸球体装置の働きによって起動されるレニン・アンジオテンシン・アルドステロン系などが作動して、からが全体としての水分と塩類の調節を行っている。したがって、体液量および体液浸透圧が変動すれば直ちにそれを正常に戻そうとするco-ordinationが働くことになる。

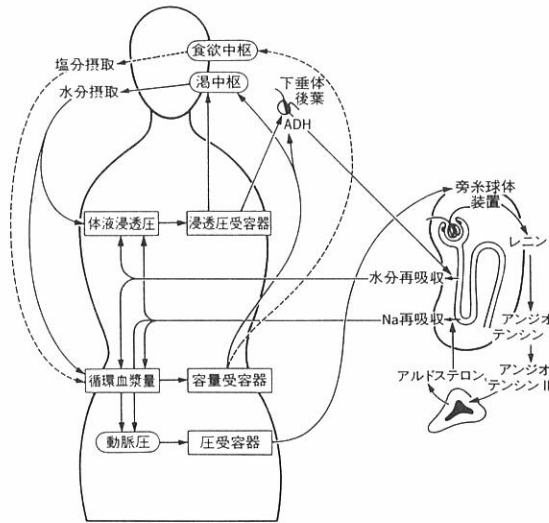
さて、運動による水分の喪失は、各組織・臓器の脱水現象を招来することになるが、実際に水分消失を測定することは、なかなか難しい。したがって、一般には、体重の減少、尿量、血液のヘマトクリット値、血漿電解質濃度、発汗量などを指標として、脱水状態を推定しているのが現状である。なお、ヘマトクリット値と関連して、運動強度と血漿の減少率との関係を図17に示した。図にみられるように、運動強度が60% $\dot{V}O_2$ maxを過ぎると急速に血漿量の減少をみており、75% $\dot{V}O_2$ maxでは40% $\dot{V}O_2$ maxの3倍にも達している。

また、運動前値の体重に対して、水分喪失量が4.1%以上に達すると、図18のように細胞内液にまで影響を与え、体液量の維持もさることながら、体液浸透圧に影響を与え、その結果、運動による乳酸の生成ともあいまって、体内のpHまで変化させ、体内におけるエネルギー生成の基本である代謝を行う場の環境を破壊し、エネルギー生成を不可能とする酸性症が招来されることにもなりかねない。



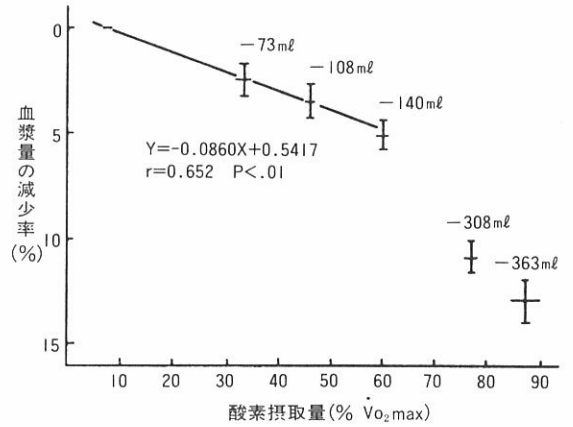
(中野 昭一編著・図説病気の成立ちとからだ(1) p.80 図 II-23 医歯薬出版KK 昭和56年)

図15 水の出納



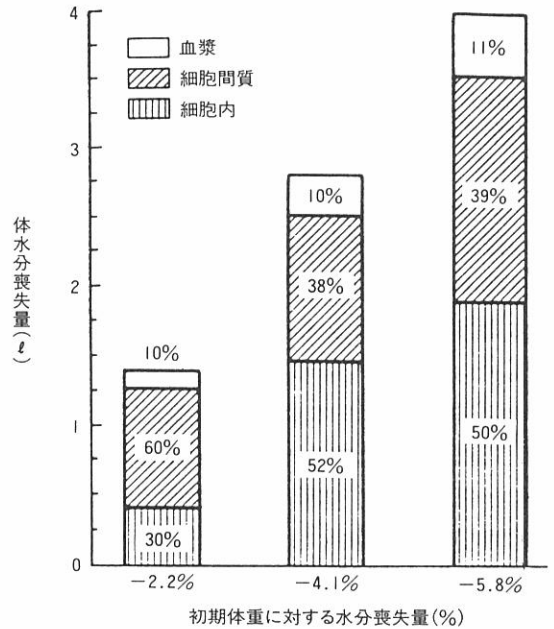
(中野 昭一編著・図説病気の成立ちとからだ(1) p.80 図 II-24 医歯薬出版KK 昭和56年)

図16 体液量の調節



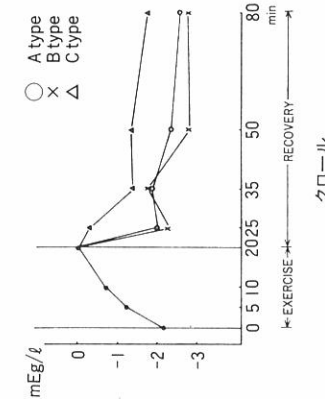
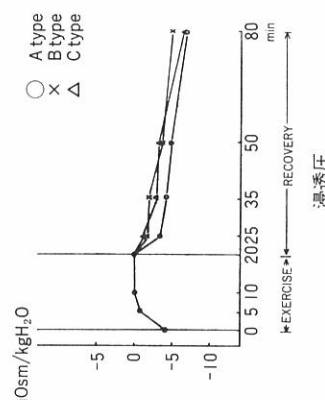
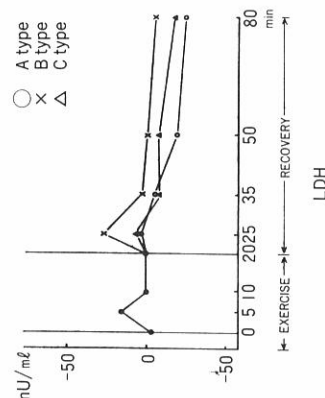
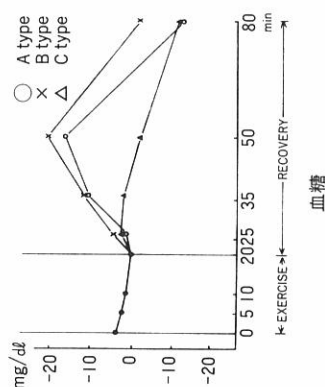
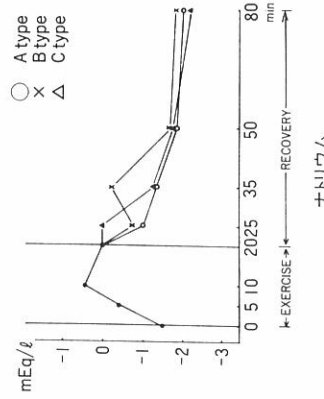
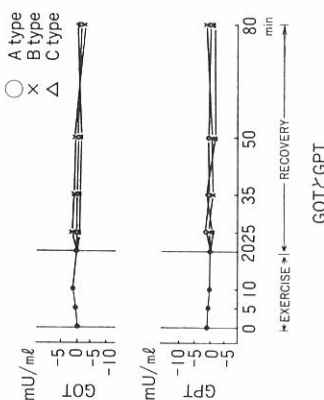
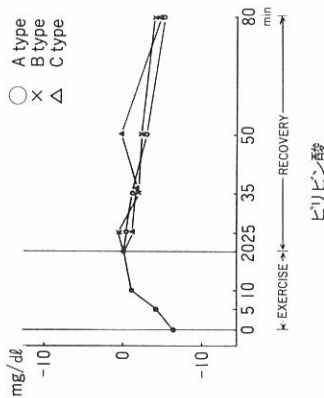
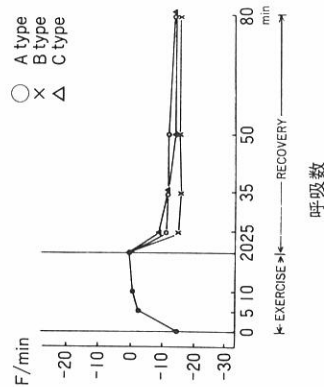
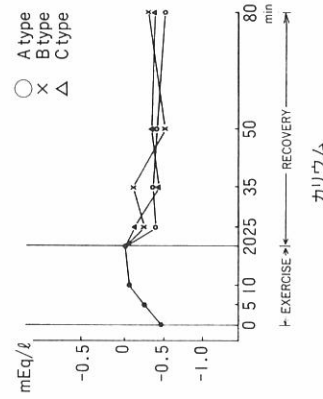
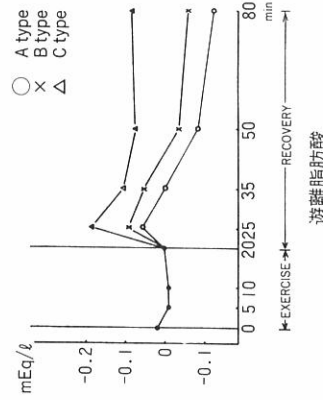
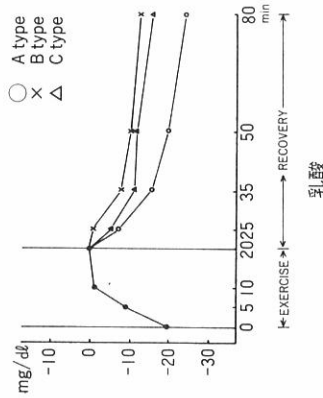
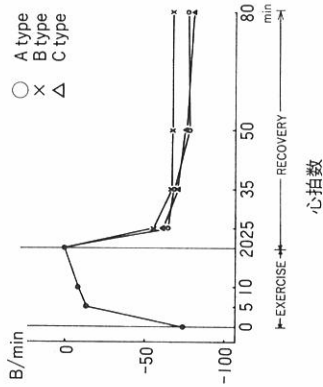
(森本 武利 他: 運動時の体温と体液の調節 p.427 J.J. Sports Sci Vol.2, No.6, 1983)

図17 運動強度と血漿量の減少率。各種運動強度における血漿量の減少(Wilkerson et al)。



(鈴木 政登: 高温環境下における運動後の血圧降下および体温上昇に対する水分摂取の影響。p.1112 図1 臨床スポーツ医学 Vol.4, No.10, 1987)

図18 脱水の程度と水分喪失領域(Costill, D.L. ら)



(三田 信孝 他:スポーツドリンクの身体諸機能・代謝に及ぼす影響. p.130~133 図1~12, 東海大学紀要 体育学部 第11輯 (1981))

図19 運動後、スポーツ飲料服用後の種々生理機能の変動

そこで、よく用いられているのが、いわゆるスポーツ飲料ということになる。

現在、市販されているスポーツ飲料の主たる成分は、ブドウ糖、果糖、しょ糖など、極力消化吸収機能に負担をかけず、比較的速やかにエネルギー源となりうる糖質と、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 PO_4^{3-} などの電解質を体液と同等のpH、浸透圧に調整したものを混合し、ある程度ヒトの嗜好に合ったものを添加してあると考えればよい。

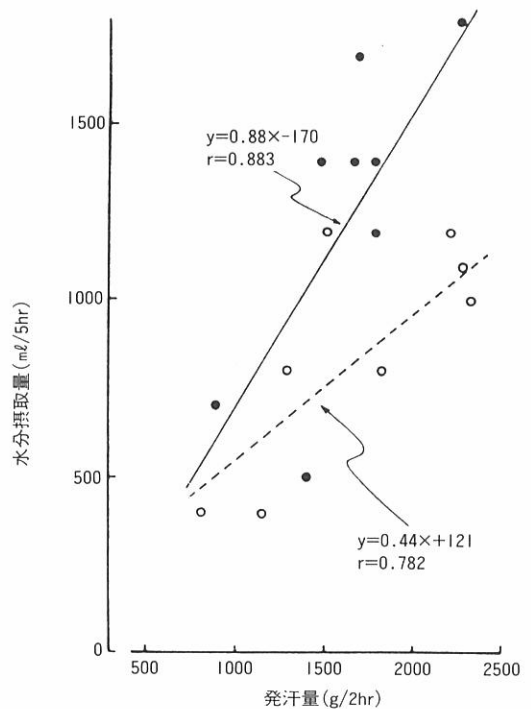
要は、失われたエネルギーの速やかな供給をからだに負担をかけない等張、等pH溶液として供給するとともに、体液の環境を整えることを目的としているのである。

図19は、各被験者に $\dot{V}\text{O}_2\text{max}$ 50~60%に相当する自転車エルゴメーター、2.5kp、50回転/分、20分間の運動を負荷し、その運動直後に、電解質濃度をそれほど変えず、浸透圧を340mOsm/lに規定し、ブドウ糖を1.2g/dlと果糖を3.2g/dl添加したA Typeと、それぞれの濃度を2.0g/dl、1.8g/dlとその濃度の割合を逆にしたB Typeの飲料および対照としてイオン交換蒸留水の3種をそれぞれ400mlずつ経口投与し、その後60分間の種々生理機能および血中諸物質の変化を示したものである。

図にみられるように、その変化のみられたものはAおよびB Typeの場合、血糖値が上昇し、乳酸および遊離脂肪酸の消却がやや早くなり、血漿電解質バランスも比較的早期に正常に戻る傾向にあった。また、脱水負荷による発汗量と水分摂取量との関連を検討した実験では、図20のように発汗量の増加に伴いスポーツ飲料の方がより多くの水分摂取を行いうることが報告されている。

これらの成績は比較的長時間の運動後の体内恒常性を速やかに回復させるために、スポーツ飲料がある程度の効果のあることを示している。

しかし、よほど疲労困憊に陥るような運動を行った場合は別として、健康の維持・向上を目的とした運動程度で引き起こされた、比較的軽度の体内電解質バランスの失調、エネルギーの消耗ぐらいならば、当然、体内で常に行われているco-ordination機構によって、速やかに正常に復帰し



●印および実線はスポーツ飲料。○印と点線は水道水を与えた場合の結果を示す。

(森本 武利:水分摂取と塩類のバランス p.1098 図2 臨床スポーツ医学 Vol.14, No.10, 1987)

図20 摂取溶液組成の違いによるヒトの自発的脱水の比較

うるわけである。これらの能力が低下し、スポーツ飲料を飲まなければ運動ができないようでは、運動をする資格がないともいえるだろう。一般のヒトの運動後のスポーツ飲料の服用は飲まないより飲んだ方がよいという程度に考えておく必要がある。ことに小・中・高校生で、これを飲まなければ、あるいは飲まなかったから運動がよく行われなかったという概念の生まれることは危険であり十分注意しなければならない。

おわりに

以上、運動・スポーツと栄養について、特に、糖質および脂質補給と水分補給の現状と問題点について、その概略を述べてみたが、誌面の都合もあって、その一部を紹介するにとどめた。また、これらの基礎となる消化、吸収、代謝および運動栄養の基礎については、成書を参照されたい。

肥満(症)に対する運動療法:

視床下部性肥満ラットにおける長期持久的(walking)
運動は内因性中性脂肪の分泌速度および
脂肪組織の脂肪分解に奏効する

寺尾 保 (医学部生理学教室Ⅲ)

藤瀬武彦 (医学部生理学教室Ⅲ)

白石武昌 (医学部生理学教室Ⅰ)

三田信孝 (体育学部解剖学研究室)

山下泰裕 (体育学部武道学科柔道学研究室)

真下 悟 (理学部物理学科)

本間隆夫 (工学部工業化学科)

今村義正 (体育学部心理学研究室)

佐藤宣践 (体育学部武道学科柔道学研究室)

中野昭一 (医学部生理学教室Ⅲ)

Exercise treatment for obesity:
effects of long-term endurance exercise (Walking)
on endogenous triglyceride secretion rate and lipolytic activity
of adipose tissue in the hypothalamic obese rats.

Tamotsu TERAU, Takehiko FUJISE, Takemasa SHIRAIISHI, Nobutaka MITA,
Yasuhiro YAMASHITA, Satoru MASHIMO, Takao HONMA, Yoshimasa IMAMURA,
Nobuyuki SATO and Shoichi NAKANO

Abstract

In this study we attempted to demonstrate the effects of long-term endurance exercise (walking) on endogenous triglyceride secretion rate (E-TGSR) and lipolytic activity of adipose tissue in experimental obesity induced by ventromedial hypothalamic (VMH) lesions. The rats were then divided into VMH-lesioned and sham operated sedentary groups (Sham-S). After 3 weeks, VMH-lesioned rats were then divided into a treadmill walking group (VMH-W, 10m/min, 60min, 5days/week) and a sedentary group (VMH-S) for 12 weeks. Results indicated that the body weight in VMH-W was significantly lower ($p < 0.01$) than that in VMH-S. The concentration of serum triglyceride (TG) in VMH-S was markedly higher ($p < 0.05$) than that in Sham-S. The serum TG in VMH-W was significantly lower ($p < 0.01$) than that in VMH-S. Changes in the serum cholesterol (CHL) was also similar to those of serum TG. E-TGSR in VMH-W was markedly lower ($p < 0.01$) than that in VMH-S. Norepinephrine induced lipolysis of adipose tissue in vitro was significantly higher ($p < 0.05$) in VMH-W than that VMH-S. It is thus suggests that walking exercise might be effective to inhibiting secretion rate of endogenous triglyceride gain and accelerating lipolysis of adipose tissue, and it might also be used effectively for exercise treatment of obesity.

I 緒言

肥満(症)および高脂血症等に対する運動療法、特に walking 運動の効果が注目されている。この理由の一つとして、walking 運動は、jogging および running 等よりも実行しやすく、安全でスポーツ障害を引き起こすことも少ないことが挙げられる⁹⁾。さらに、運動強度が高く短時間しか行えないような運動よりも、運動強度が低く長時間持続できる walking 運動の方が、脂質・リポ蛋白代謝の改善に、より適切な効果のあることも認められている¹⁰⁾。

私たちは、ここ数年間にわたって視床下部性および食餌性肥満動物における脂質・リポ蛋白代謝に及ぼす walking 運動の効果を検討してきている。

既に前報告¹¹⁾では、食餌性肥満ラットを用い、6週間の walking 運動を行わせた結果、体重および血中脂質の上昇の抑制と併せて肝臓の脂質蓄積に対する抑制効果も認められたことを報告した。

今回は、その研究の一環として、視床下部性肥満ラットを用い、長期間にわたる walking 運動が血中脂質の上昇に関与する内因性中性脂肪の分泌速度 endogenous triglyceride secretion rate (以下、E-TGSR) および脂肪組織の脂肪分解能に如何なる影響を及ぼすかを検討した。

II 実験方法

1. 実験動物および実験条件

実験動物は、Wistar 系雌性ラット (体重250g) を用い、次の条件で15週間飼育した。

前報¹¹⁾と同様に視床下部腹内側核 (以下、VMH) の両側破壊群と対照 (以下、Sham) 群を作成し、手術後、毎日体重測定を行い、3週間後、Sham 群に比較して、有意に体重増加が認められたものを選び、これらをさらに walking (VMH-W) 群と安静 (VMH-S) 群に分けて Sham 群とともに実験を行った。

運動負荷は、傾斜角約 8% に固定した10連式のラット用トレッドミルを用い、毎分10m の速度で1日60分、週5回、12週間行わせた。実験中の食餌は、各群とも普通食 (日本クレア、CE-2) と水道水を運動中を除き自由摂取させた。

1) 内因性中性脂肪の分泌速度

E-TGSR は、実験終了後に14~17時間の絶食をさせ、Nembutal 麻酔下で、まず、安静時血中脂質の測定のために第1回の採血を行った後、リポ蛋白リパーゼ活性を抑制して血中から TG の消失を阻止する作用のある Triton WR 1339 (半井化学薬品株式会社) を120mg/rat 静注投与し、45分、90分後にそれぞれ第2回および第3回の採血を行い、それらの血中 triglyceride 濃度を測定することにより算出した⁹⁾¹⁰⁾。

2) 脂肪組織の脂肪分解能

脂肪組織の脂肪分解能は、実験終了後に摘出した傍子宮脂肪組織を4%の albumin を含んだ Krebs-ringer bicarbonate 緩衝液に入れ、basal 並びに norepinephrine (NE) による分解を37°C の恒温条件下で120分間 incubation し、溶液中に放出された glycerol 量の測定値を用いた⁹⁾。

2. 測定目的とその測定法

1) 血清脂質

血清脂質は、血清 TG を TG kit-GN (日本商事)、血清 cholesterol (CHL) を TC kit-K (日本商事) による酵素法によって定量した。

2) glycerol

溶液中の glycerol は、酵素法 (Boehringer Mannheim 社) によって定量した。

3. 統計学的分析

得られた各群の実験成績は、各群の平均値と標準偏差並びに誤差を算出し、Bartlett の検定で分散を、得られた成績の平均値は、一元配置分散 (ANOVA) で検定し、各群間の平均値の比較は、Duncan の多重比較検定によって行った。なお、統計学的有意水準は、危険率 5% 以下 ($p < 0.05$) とした。

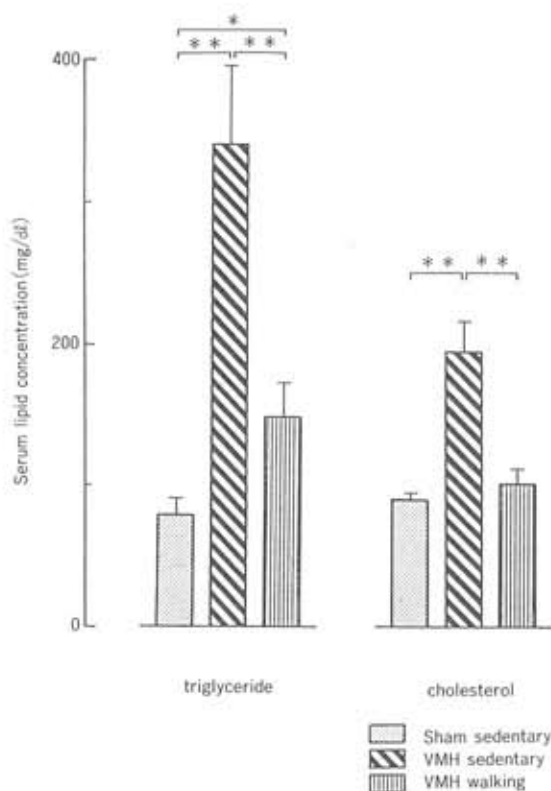


図1 血清 triglyceride および cholesterol 濃度の変動
 Fig.1 Changes in concentrations of serum triglyceride and cholesterol in the experimental obese rats induced by ventromedial hypothalamic (VMH) lesion. Values are expressed as means \pm SE. * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

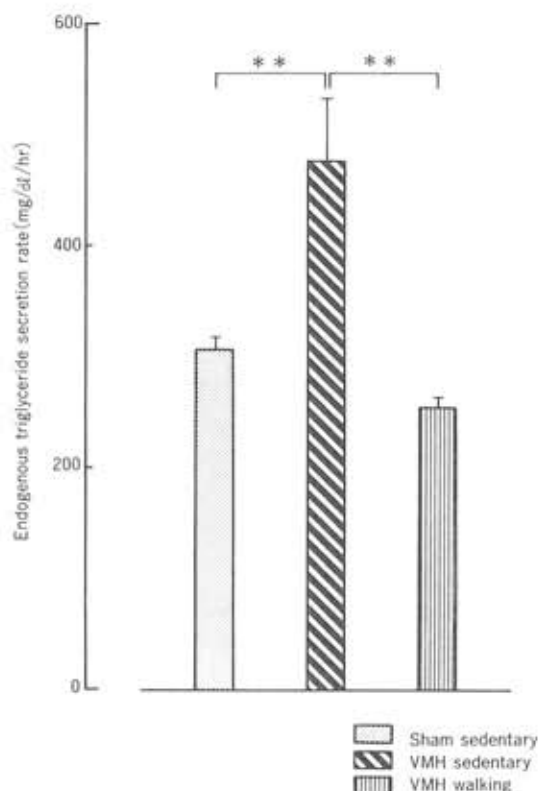


図2 内因性中性脂肪分泌速度の変動
 Fig.2 Changes in endogenous triglyceride secretion rate in the experimental obese rats induced by ventromedial hypothalamic (VMH) lesion. Values are expressed as means \pm SE. ** $p < 0.01$

III 実験成績

1. 実験条件による体重変動

実験終了後の各群間の体重は、Sham 群 (390 ± 10 g) に比較して、当然のことながら VMH (W 群: 635 ± 12 g, S 群: 698 ± 22 g) 群で明らかな増加が認められた。walking 運動の効果としては、VMH-S 群に比して、VMH-W 群が有意の体重減少を認めた ($p < 0.01$)。

なお、VMH のW群とS群とで1日当たり摂食量には有意の差が認められなかった。

2. 血清脂質濃度の変動

実験終了後における各群の血清脂質濃度の変動

を Fig.1 に示した。血清 TG は、VMH-W 群 (148 ± 24 mg/dl) が VMH-S 群 (340 ± 57 mg/dl) に比較して、著明な減少を認めた ($p < 0.01$)。しかし、VMH のW群は、Sham-S 群 (78 ± 12 mg/dl) に比較すると、依然として高値を示していた ($p < 0.05$)。血清 CHL も VMH-W 群 (102 ± 9 mg/dl) では、VMH-S 群 (194 ± 23 mg/dl) に比して、有意な減少を認めた ($p < 0.01$)。さらに、VMH-W 群は、Sham-S 群 (90 ± 4 mg/dl) とほぼ同等の値を認めた。

3. 内因性中性脂肪分泌速度の変動

Fig.2 は、実験終了後における 3 群の E-TGSR の変動を示した。Sham 群 (307 ± 12 mg/dl/hr) に比較して、VMH-S 群 (748 ± 56 mg/dl/hr) で著明

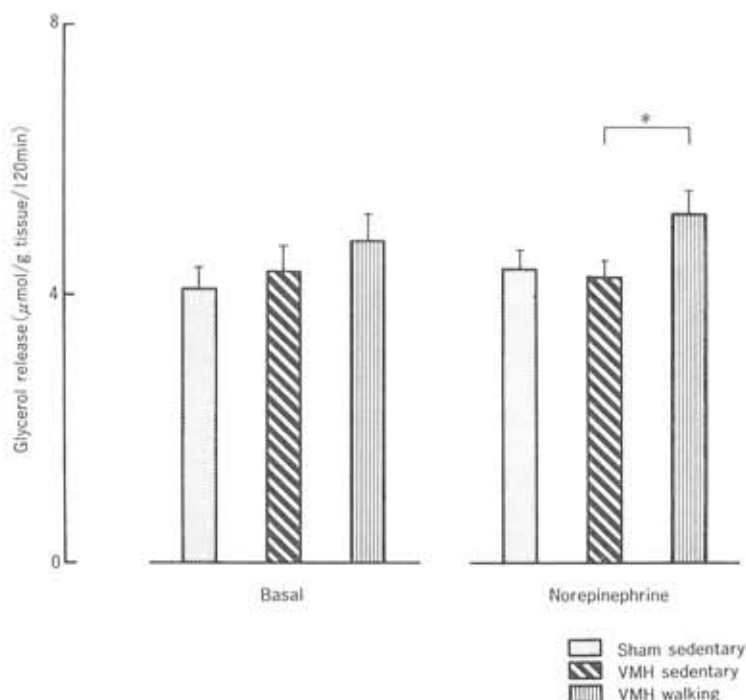


図3 脂肪組織における脂肪分解能の変動

Fig.3 Changes in lipolytic activity(glycerol release)of adipose tissue in the experimental obese rats induced by ventromedial hypothalamic (VMH) lesion. Values are expressed as means \pm SE.

* $p < 0.05$

な増加 ($p < 0.01$) を示した。一方、VMH-W 群 ($255 \pm 9 \text{mg/dl/hr}$) では、長期間の歩行運動によって E-TGSR の増加が VMH-S 群に比較して、明らかに ($p < 0.01$) 抑制された。

4. 脂肪組織における脂肪分解能の変動

実験終了後における各群の脂肪組織の脂肪分解能に対する walking 運動の影響を Fig.3 に示した。Fig.の左側の basal lipolysis では、3 群間で差が認められなかった。これに対して、Fig.の右側の NE による lipolysis では、VMH-S 群 ($4.47 \pm 0.40 \mu\text{mol/g/120min}$) に比較して、VMH-W 群 ($6.44 \pm 0.71 \mu\text{mol/g/120min}$) は、有意な増加 ($p < 0.05$) を示した。

IV 考察

従来より私たちが行っている一連の実験的肥満動物を用いての実験における長期間にわたる walking 運動は、体重、血清 TG およびインスリン濃度の増加や肝臓の脂質蓄積に対する明らかな抑制効果を認めている¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾。

本研究においても、12週間にわたる walking 運動を行った VMH-W 群の体重は、VMH-S 群に比較して、有意の減少を認めた。この体重減少は、運動効果によるものと推定される。さらに、VMH-W 群は、前報¹⁴⁾の 6 週間の運動群 ($626 \pm 28 \text{g}$) と比較しても、ほぼ横ばい状態となり、体重増加が認められなかった。これに対し VMH-S 群で

は、前報の安静群 (656±64g) に比較して、さらに増加する傾向にあった。これらの結果から、体重増加の抑制を図るためには、持続的 walking 運動の継続が極めて意義あることを示唆している。

walking 運動の血清脂質に及ぼす効果としては、VMH-W 群が VMH-S 群に比較して、血清 TG、CHL 濃度ともに有意の低下を示した。さらに、VMH-W 群の血清 TG 濃度は、前報¹⁴⁾の6週間の運動群 (180±70mg/dl) と比しても、低下傾向を示した。一方、VMH-S 群では、前報の VMH の安静群 (235±51mg/dl) に比較して、さらに増加が認められた。血清 CHL 濃度についても血清 TG と同様な結果が得られた。これらのことは、定期的に規則正しく walking 運動を行えば視床下部性肥満ラットにみられる hyperinsulinemia、hyperglycemia に起因すると思われる高脂血症をより改善することができるものと考えられる。

長期間にわたる walking 運動の E-TGSR に及ぼす効果としては、VMH-W 群が VMH-S 群に比較して、有意の減少を示した。Zucker obese (fa/fa) などの遺伝性肥満ラットにおいても持続的運動が内因性 TG の分泌速度を低下させたことが認められている¹¹⁾。これらの結果を血清 TG 変動との関係からみると、前述の血清 TG 濃度の減少効果は、肝臓、あるいは腸管から血中への内因性 TG 分泌速度の抑制に起因したものと考えられる。

walking 運動の脂肪分解能に及ぼす効果は、basal では3群間で差が認められなかったが、NE による刺激に対して VMH-W 群の分解能が VMH-S 群に比較して、著明な増加を示した。従来、非肥満ラットにおいて長期間にわたる持続的運動は、体脂肪量の減少、脂肪細胞の大きさの減少および脂肪組織における脂肪分解の亢進²⁰⁾²¹⁾などがみられたことが報告されている。さらに、肥満ラットにおいても体脂肪量の減少¹⁰⁾²²⁾、脂肪組織の脂肪分解の亢進¹⁶⁾が認められている。これらのことは、運動時のエネルギー代謝に対し、長期間にわたる walking 運動が脂質からのエネルギー供給を促進した結果による効果であると本研究の成績から推測することができる。したがって視

床下部性肥満動物の体重増加の抑制は、前述の血清インスリン増加の抑制¹²⁾と、今回の脂肪組織の脂肪分解能の亢進が体脂肪の蓄積を低下させたその結果と考えられる。

以上の成績から視床下部性肥満ラットに対する長期間にわたる歩行運動は、肝臓や腸管等からの内因性中性脂肪の放出を減少させることにより、血中中性脂肪の上昇を抑制し、同時に、脂肪組織の脂肪分解を亢進させる効果のあることが示唆され、肥満症の運動療法への応用が期待される。

V まとめ

視床下部性肥満ラットを用い、長期間にわたる walking 運動が血中脂質の上昇に関与する内因性中性脂肪の分泌速度(以下、E-TGSR)および脂肪組織の脂肪分解能に如何なる影響を及ぼすか検討し、大要以下のごとき成績を得た。

- 1) 実験終了後の体重は、VMH-W 群が VMH-S 群に比較して有意な減少を認めた ($p<0.01$)。
 - 2) 血清 TG 濃度は、VMH-W 群が VMH-S 群に比して、著明な減少を認めた ($p<0.01$)。しかし、VMH-W 群は、Sham-S 群に比較し高値を示していた ($p<0.05$)。
 - 3) 血清 CHL 濃度も VMH-W 群では、VMH-S 群に比して、有意な減少を認めた ($p<0.01$)。さらに、VMH-W 群は、Sham-S 群とほぼ同等の値を認めた。
 - 4) E-TGSR は、Sham 群に比較して、VMH-S 群で著明な増加を示した ($p<0.01$)。VMH-W 群では、VMH-S に比較して、著明な低下を示した ($p<0.01$)。
 - 5) 脂肪組織の脂肪分解能は、norepinephrine による lipolysis において VMH-W 群が VMH-S 群に比較して有意な増加を示した ($p<0.05$)。
- 以上の成績から、視床下部性肥満ラットに対する長期間にわたる walking 運動は、肝臓や腸管等からの内因性中性脂肪の放出を減少させることにより、血中中性脂肪の上昇を抑制し、同時に、脂

肪組織の脂肪分解を亢進させる効果のあることが示唆され、肥満の運動療法への応用が期待される。

参考文献

- 1) Askew, E.W., Dohm, G.L., Doub, W.H. Jr., Huston, R.L., and Van Natta, P.A.: Lipogenesis and glyceride synthesis in the rat: response to diet and exercise. *J. Nutr.*, 105 : 190-199, 1975
- 2) Askew, E.W., and Hecker, A.L.: Adipose tissue cell size and lipolysis in the rat: response to exercise intensity and food restriction. *J. Nutr.*, 106 : 1351-1360, 1976
- 3) Bukowiecki, L., Lupien, J., Follea, N., Paradis, A., Richard, D., and LeBlanc, J.: Mechanism of enhanced lipolysis in adipose tissue of exercise-trained rats. *Am. J. Physiol.*, 239 (Endocrinol. Metab.2) : E422-E429, 1980
- 4) Deb, S., and Martin, R.J.: Effects of exercise and of food restriction on the development of spontaneous obesity in rats. *J. Nutr.*, 105 : 543-549, 1975
- 5) 小林啓三、永井猛、酒井敏夫、岩垣丞恒「運動時における副腎丸脂肪組織の脂肪分解能について」*体力科学*, 28 : 265-270, 1979
- 6) Oscai, L.B., Babirak, S.P., Dubach, F.B., McGarr, J.A., and Spirakis, C.N.: Exercise or food restriction: effect on adipose tissue cellularity. *Am. J. Physiol.*, 227 : 901-904, 1974
- 7) Pitts, G.C., and Bull, L.S.: Exercise, dietary obesity, and growth in the rat. *Am. J. Physiol.*, 232 : R38-R44, 1979
- 8) Rippe, J.M., Ward, A., Haskell, W.L., Freedson, P., Franklin, B.A., Campbell, K.R.: Walking for fitness. *Phys. Sportsmed.*, 14 : 144-159, 1986
- 9) Robertson, R.P., Gavareski, D.J., Henderson, J.D., Porte, D. Jr., and Bierman, E.L.: Accelerated triglyceride secretion. A metabolic consequence of obesity. *J. Clin. Invest.*, 52 : 1620-1626, 1973
- 10) Satoh, S., Inoue, S., Egawa, M., Takamura, Y., and Murase, T.: Increased triglyceride secretion rate and hyperinsulinaemia in ventromedial hypothalamic lesioned rats in vivo. *Acta Endocrinol.*, 110 : 6-9, 1985
- 11) Simonelli, C., and Eaton, R.P.: Reduced triglyceride secretion: a metabolic consequence of chronic exercise. *Am. J. Physiol.* 234 : E221-E227, 1978
- 12) 寺尾保、藤瀬武彦、中野昭一、白石武昌「視床下部性肥満ラットに対する歩行運動の体重と脂質代謝に及ぼす影響 (第2報)」第8回日本肥満学会記録誌、9 : 196-197, 1988
- 13) Terao, T., Fujise, T., Yamashita, Y., and Nakano, S.: Dependence of lipid-lipoprotein metabolism on exercise intensity in experimental fatty liver rats. *Tokai J. Exp. Clin. Med.*, 13 : 99-107, 1988
- 14) 寺尾保、藤瀬武彦、白石武昌、三田信孝、山下泰裕、真下悟、本間隆夫、今村義正、佐藤宣践、中野昭一「肥満症に対する運動療法: 実験的肥満ラットの体重および脂質代謝に対する walking の効果」*東海大学スポーツ医科学雑誌*, 1 : 31-38, 1989
- 15) 寺尾保、藤瀬武彦、白石武昌、三田信孝、山下泰裕、真下悟、本間隆夫、今村義正、佐藤宣践、中野昭一「肥満に対する運動療法: 食餌性肥満ラットの体重および脂質・リボ蛋白代謝に対する walking の効果」*東海大学スポーツ医科学雑誌*, 2 : 34-40, 1990
- 16) Wardzala, L.J., Crettaz, M., Horton, E.D., Jeanrenaud, B., and Horton, E.S.: Physical training of lean and genetically obese Zucker rats: effect on fat cell metabolism. *Am. J. Physiol.* 243 (Endocrinol. Metab.6) : E418-E426, 1982

大学運動部新入部員に対する 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

三田 信孝 (体育学部解剖学研究室) 寺尾 保 (医学部生理学教室)
荒川 正一 (医学部付属大磯病院) 中野 昭一 (医学部生理学教室・保険管理センター)

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

—A report of 1989 and Physical characteristics
and ECG of Judo club athletes—

by

Nobutaka MITA, Tamotsu TERAOKA, Shoichi ARAKAWA
and Shoichi NAKANO

Abstract

The purpose of this study was to define characteristics and variants of freshmen of athletic club in one University of 1989 with regard to resting ECG; controlled, graded, exercise testing by bicycle ergometer. The subjects were 75 first year University students of male. In addition to we were investigated about physical characteristics and ECG of Judo club subjects. The subjects were 34 first year University students of male since 1986. One group were 13 subjects of over 95kg class. Other group were 21 subjects of under 95kg class.

The obtained results are as follows;

1. 35 (46.7%) of ECG tracings were within normal limits.
2. The diagnosis of early repolarization was seen in 11 (14.7%) of the athletes.
3. The diagnosis of sinus bradycardia was seen in 9 (12.0%) of the athletes.
4. ECG diagnosis of incomplete right bundle branch block was seen in 6 (8.0%) of the athletes.
5. The diagnosis of left ventricular hypertrophy (LVH) was seen in 7 (9.3%) of the athletes.
6. ECG diagnosis of premature ventricular contraction (PVC) was seen in 1 (1.3%) of the athletes.
7. Six Sinus Bradycardia subjects in 1989 was appear in the Judo athletes.
8. The athletes of over 95kg class had a higher percentage of fat, body height, body weight, rest heart rate and blood pressure than the athletes of under 95kg class.
9. The athletes of over 95kg class had a lower capacity of maximum oxygen up take than the athletes of under 95kg class.

I. はじめに

大学生の体育会系クラブにおけるスポーツ活動は、一般の人々が健康・体力の維持増進のために行うものとはかなり違い、その内容においては個人の体力の限界近くまで追い込みトレーニングを行うこともまれではない。

このようなスポーツ活動中における不慮の事故を防止し、またトレーニング効果を十分に上げるためにも、事前のメディカルチェックは必要であり、安静時には認められないことがある潜在性の虚血性心疾患などに関しては、心臓・循環系にある程度負荷を与えた状態でチェックを行う運動負荷試験の実施により、その有無を確認しておくことが必要である。

過去において、本大学の運動部に入部する学生に対して行うメディカルチェックは、安静時のみの心電図撮影であったが、より安全にスポーツ活動を実施するために、1986年度より大学付属大磯病院に協力を依頼して、いくつかの運動クラブにおいて、新入生の安静時および運動負荷時の心電図撮影を実施している。

既に1987年度分110例、1988年度分84例の結果を報告⁷⁾しているが、それによると正常者は1987年度が73.3%、1988年度が58.3%であった。それ以外の者は何らかの所見があり、主なものは刺激生成異常として考えられる心室性期外収縮が1987年度7名(6%)、1988年度2名(2.4%)いた。刺激伝達異常としては、不完全右脚ブロックが1987年度4名(3.4%)、1988年度5名(6.0%)、房室ブロック(第2度)が1987年度2名(1.7%)等であった。またスポーツ心臓を示唆する変化である洞性徐脈が1987年度3名(2.6%)、1988年度6名(7.1%)、左心室肥大がそれぞれ2名(1.7%)、4名(4.8%)という結果であった。また、心電図上での異常者は形態的に見て、正常者より体脂肪率が高い傾向が認められ、運動中の運動強度変化に対する心電図波形上のSTレベル変化も大きい傾向が認められたことを報告している。

本研究は、引き続き1989年度の新入生に対する運動負荷心電図撮影結果についてみたものである。加えて今回より新入生全員を測定した柔道部員について、体重の制限がない95kg超級者と95kg以下級者に関して、運動負荷心電図結果と形態的特徴について検討した。なお、95kg超級者については、1986年度からの者を加えて分析した。

II 方法

1. 対象者

対象者は、前報と同様に東海大学運動クラブ健康管理研究会に所属している運動部の新入生および監督からの依頼のあった運動部男子学生76名である。各クラブの受診状況は表1のごとくである。なお、今回ラグビー部は参加していない。また、柔道部は新入生全員について実施した。

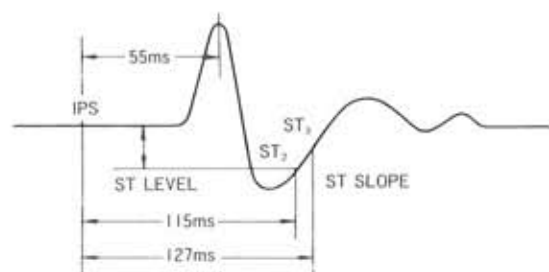
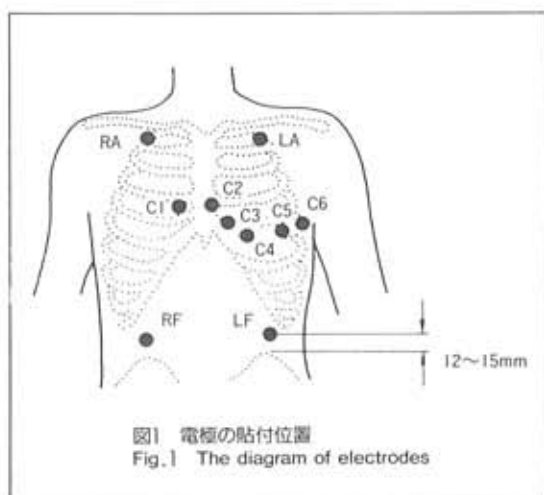
柔道部員については、95kg超級者は1986年度2名、1987年度1名、1988年度3名、1989年度7名の計13名、95kg以下級者は21名であった。

2. 運動負荷

運動負荷は前報と同様に、モナーク社製自転車エルゴメーターを使用した毎分50回転のペダリングによる漸増負荷であり、負荷漸増方法は第3段階まではYMCA法により各運動強度時の心拍数に対応させて、負荷強度を3分ごとに増加させた。第4段階からは、3分ごとに150kgmずつ増加し、

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

	1987	1988	1989
Soccer	27	23	19
Badminton	4	3	6
Basketball	21	15	12
Rugby	28	19	—
Volleyball	17	15	8
Handball	11	2	2
Judo	8	7	28
Total	116	84	75



目標心拍数に達するまで運動を続けさせた。目標心拍数に達した時点で運動を中止し、その後座位にて10分間の回復過程を観察した。

目標心拍数は、今回の被験者における予測最大心拍数の約85%とした。予測最大心拍数は220-年齢で求めた。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

心電図は仰臥位にて30分間安静の最後の3分間を安静時として測定した。運動負荷時と回復過程の心電図は座位にて測定した。心電図は図1に示す部位から誘導した標準12誘導を経時的に観察・記録した。

心電図変化については、プログラム心電計 ECG-6206 (日本光電工業株式会社製) を用い、心拍数および ST レベル、ST スロープの解析をした。解

析方法は私たちが従来から行っている方法⁵⁾であり、図2に示した。

心電図の判読は東海大学大磯病院に依頼した。判読は安静時、運動中、回復時に分けて行った。

4. 最大酸素摂取量

各被験者の運動負荷時の心拍数とそのときの運動強度から、オストランド法⁶⁾を用いて、体重1kg当たりの最大酸素摂取量を推定した。

5. 脂肪貯蔵率

各被験者の利き腕側の上腕背部と肩甲骨下部の皮下脂肪厚を超音波皮脂肪計 (ARS 社製) を用いて測定し、その合計値から体密度法⁷⁾によって脂肪貯蔵率 (%Fat) を推定した。前回と同様に、以上の2カ所に加えて腸骨稜上部の皮下脂肪厚を測定した。測定は、Aモード、5.0MHzで3回の測定を行い、1回目と2回目の測定値の誤差が2mm以下の場合は2回の平均を測定値とした。誤差が2mm以上の場合は3回目の測定を実施し、近い二つの値の平均を測定値とした。体重はデジタル体重計 (ヤガミ社製) を用い、着衣を考慮して100g単位まで測定した。

III. 結果および考察

1. 身体的特徴

今回の被験者76名について、その身体的特徴を各クラブ別に表2に示した。表は1987年度、1988年度、1989年度を示した。なお、76名中61名(80.3%)が体育学部の学生であった。また、ハンドボール部は被験者が3名(1名は運動時の心電図無し)と少数であったため、今回の考察から除いた。

本研究は新入生を対象としているため、年齢の全体の平均および標準偏差は、前回、前々回の報告⁷⁾とほぼ同様の18.2±0.4歳であった。

身長は、全体で平均176.0±7.9cmであり、前回の報告とほぼ同じであった。バレーボール、バスケットボールなど競技上高さが望まれる種目では、年々大型化が図られているようであり、バレーボ

表2 各クラブ別にみた被験者の身体的特徴

Table2 Physical characteristics of subjects by each sports club

	N			Age			Height (cm)		
	'87	'88	'89	1987	1988	1989	1987	1988	1989
Soccer	22	23	19	18.1±0.3	18.1±0.3	18.1±0.2	172.5±5.6	171.5±5.4	173.8±5.9
Badminton	4	3	6	18.3±0.4	18.1±0.0	18.2±0.4	169.8±6.4	166.7±4.7	171.5±3.3
Basketball	20	15	12	18.4±0.8	18.1±0.3	18.1±0.3	179.6±9.4	181.5±6.6	182.7±7.2
Rugby	28	19	—	18.4±0.5	18.2±0.0	—	173.5±6.7	173.3±4.4	—
Volleyball	17	15	8	18.4±0.5	18.0±0.0	18.1±0.4	179.4±8.6	184.2±6.4	185.4±7.9
Handball	11	2	3	18.1±0.3	18.0±0.0	18.0±0.0	174.0±4.8	176.0±4.0	177.3±8.0
Judo	8	7	28	18.5±0.5	18.1±0.3	18.2±0.5	176.5±5.8	174.1±6.7	172.8±6.2
Total	110	84	76	18.3±0.5	18.1±0.2	18.2±0.4	175.5±7.8	175.3±5.5	176.0±7.9

	N			Weight (kg)			%fat		
	'87	'88	'89	1987	1988	1989	1987	1988	1989
Soccer	22	23	19	65.6±5.3	64.7±5.9	66.2±4.7	12.3±1.6	11.5±1.3	11.5±1.5
Badminton	4	3	6	63.7±5.3	62.1±6.1	64.4±3.4	10.8±1.7	12.0±0.5	11.6±1.3
Basketball	20	15	12	72.1±10.7	72.5±7.5	73.2±7.0	13.5±1.9	10.8±2.4	12.5±2.4
Rugby	28	19	—	72.6±11.4	74.1±10.3	—	12.1±2.3	12.9±2.3	—
Volleyball	17	15	8	70.3±8.2	74.8±6.2	73.6±8.4	11.6±0.7	12.1±1.0	13.7±2.2
Handball	11	2	3	67.4±4.4	66.2±3.9	68.3±8.1	11.9±1.8	10.4±0.0	11.8±1.8
Judo	8	7	28	87.9±12.2	94.6±22.1	84.0±19.2	13.5±2.6	13.8±2.3	17.4±8.6
Total	110	84	76	71.0±10.6	72.7±8.9	74.8±14.8	12.3±2.0	11.9±1.4	14.1±5.9

	N			VO ₂ max (ml/kg·min)			rest H. R. (B/min)		
	'87	'88	'89	1987	1988	1989	1987	1988	1989
Soccer	22	23	19	62.1±8.0	68.2±12.0	59.7±9.5	64.8±8.4	62.7±8.6	58.2±6.3
Badminton	4	3	6	73.8±3.6	59.7±3.2	67.4±3.5	58.8±6.3	74.3±8.2	52.7±3.8
Basketball	20	15	12	57.1±10.0	67.0±8.9	61.9±7.1	59.9±7.8	64.3±7.3	53.7±5.7
Rugby	28	19	—	59.3±9.1	57.5±9.9	—	69.0±9.5	66.4±8.6	—
Volleyball	17	15	8	61.7±6.7	59.2±8.9	59.0±7.9	62.0±9.1	75.4±9.7	58.1±5.2
Handball	11	2	3	64.0±11.2	57.9±0.0	47.9±4.6	63.3±7.8	69.0±0.0	63.0±12.2
Judo	8	7	28	52.4±7.0	49.7±9.9	55.5±9.0	59.4±4.2	64.8±7.7	57.1±7.0
Total	110	84	76	60.3±9.4	60.2±7.5	58.4±9.0	63.8±9.0	68.0±7.2	56.8±6.7

ール部員では、前々回報告の平均値179.4±8.6cmから前回は184.2±6.4cm、今回は185.4±7.9cmに、バスケット部員では179.6±9.4cmから181.5±6.6cm、そして182.7±7.2cmへと増加傾向が認められた。このバレーボール、バスケットボールの新入生には、190cmを越える者がバレーボール3名、バスケットボール2名含まれていた。

体重は、全体で平均74.8±14.8kgであり、前回の報告よりやや増加傾向が認められた。これは測定人数の多いサッカー、バスケットボール部員の体重がそれぞれ前回平均値の64.7±5.9kgから66.2±4.7kg、72.5±7.5kgから73.2±7.0kgへ増加していること、および全体の約37%を占めている柔道部員の平均が84.0±19.2kgであることによる

表3 標準12誘導における心電図結果

Table3 ECG variations on standard 12 lead

ECG variations	1987	1988	1989
Within Normal Limited	85 (73.3%)	49 (58.3%)	35 (46.7%)
Early Repolarization	—	11 (13.1)	11 (14.7)
Ventricular Premature Contraction	7 (6.0)	2 (2.4)	1 (1.3)
Left Ventricular Hypertrophy	2 (1.7)	4 (4.8)	7 (9.3)
Coronary Sinus Rhythm	3 (2.6)	—	3 (4.0)
Sinus Bradycardia	3 (2.6)	6 (7.1)	9 (12.0)
Sinus Arrhythmia	4 (3.4)	2 (2.4)	3 (4.0)
Incomplete Right Bundle Branch Block	4 (3.4)	5 (6.0)	6 (8.0)
Complete Right Bundle Branch Block	1 (0.9)	—	1 (1.3)
2° AV Block	2 (1.7)	—	—
Ectopic Pacemaker	2 (1.7)	—	—
Counter Clock Wise Rotation	—	2 (2.4)	5 (6.7)
Clock Wise Rotation	—	1 (1.2)	—
Poor R Wave progression	6 (5.1)	3 (3.6)	—
Others (U wave, etc.)	3 (2.6)	6 (7.1)	10 (13.3)
Total	118	84	75

注：正常範囲内以外は複数診断名（'87：2例、'88：5例、'89：14例）を含む。

ものと考えられる。柔道部員には体重が100kg以上の者が6名含まれていた。

上腕背部と肩甲骨下部の皮下脂肪厚から推定した脂肪貯蔵率（以下、%fatとする）は、全体の平均値が $14.1 \pm 5.9\%$ であった。前回、前々回と比較してやや増加している傾向が認められた。これは特に柔道部員の%fatが平均 $17.4 \pm 8.6\%$ であり、今までの報告と同様に他の種目と比較して高い傾向が認められたことによるものと考えられる。柔道部員において体重の制限が無い階級である95kg超級の者は7名おり、その%fatは平均 $27.8 \pm 12.1\%$ であった。95kg以下の階級では平均 $13.8 \pm 2.1\%$ であり、両者間には有意な差（ $P < 0.05$ ）が認められた。

持久的な運動能力の指標の一つとして、自転車エルゴメーターによるペダリング運動時の負荷強度と心拍数から推定した体重1kg当たりの最大酸素摂取量（ $VO_2\max$ ）は、全体の平均値が $58.4 \pm 9.0\text{ml/kg} \cdot \text{min}$ であり、前回、前々回の報告に比べてやや低い成績を示した。種目別では、バドミ

ントン部員が他の種目と比較してやや高く、 $67.4 \pm 3.5\text{ml}$ であった。柔道部員は $55.5 \pm 9.0\text{ml/kg} \cdot \text{min}$ で、他の種目と比較してやや低い傾向が認められた。

安静時心拍数は、全体の平均値が 56.8 ± 6.7 拍/分であり、前回、前々回と比較してやや低い傾向が認められた。この中には安静時心拍数が、50拍/分以下の者が53名、50拍/分以下の者が10名含まれていた。

2. 心電図

今回の被験者75名の心電図結果を表3に示した。正常範囲内にあった正常者は75名中35名（46.7%）であった。前回の報告と比較してみると、やや正常者が少ない傾向にあった。なお、正常範囲内以外は、複数診断名者14名が含まれている。

心電図のST接合部の上昇である早期再分極の所見はスポーツマンに割合多く認められ⁹⁾、この変化は病的な虚血の形と違い、上弯性であり、基線に戻らずT波に移行するのが特徴であるが、今

回の被験者においても多く認められ、所見者は11名(14.7%)であった。

次いで心電図上多く認められた所見は、洞性徐脈9名(12.0%)、左心室肥大7名(9.3%)の順であった。前回の報告でも述べたが、Huston等³⁾の報告では一般健常人が23.7%、スポーツマンが50~85%、村山等⁴⁾は一流アイスホッケー選手54名中には洞性徐脈が49名(90.7%)認められたと報告している。このように一般的に洞性徐脈はスポーツマンに、最もよく見られる所見であり、本研究の被験者の安静時心拍数からみると60拍/分以下の者が全体で53名(69.7%)認められた。

クラブ別では、バドミントン部員の6名全員が60拍/分以下の安静時心拍数で、その中に1名の左心室肥大所見が認められた。

バスケットボール部員は12名中10名(83.3%)が60拍/分以下であり、左心室肥大、洞性徐脈所見者が各3名認められた。

サッカー部員では19名中13名(68.4%)が60拍/分以下の安静時心拍数であり、左心室肥大所見者が1名認められた。

柔道部員では28名中19名(67.9%)が60拍/分以下であり、左心室肥大が2名、洞性徐脈が6名認められた。

今回バレーボール部員については、非特異的心室内変異伝導所見1名のみで他の所見は認められなかった。

以上の洞性徐脈と左心室肥大などの所見はスポーツ心臓を示唆するものであり、今後のトレーニングによりさらに増加することが考えられる。

伝導障害としては、不完全右脚ブロック6名(8.0%)、完全右脚ブロック1名(1.3%)が認められた。房室ブロックは認められなかった。前報告でも述べたが、不完全右脚ブロックはスポーツマンにしばしば認められる(13.4%)との報告⁶⁾もある。

前報告で取り上げた症例の心室性期外収縮(premature ventricular contraction)は認められなかった。また、前回と同様に上室性期外収縮所見が1名(1.3%)認められた。

表4 柔道部員の身体的特徴

Table 4 Physical characteristics of Judo athletes

	over 95kg class n = 13	under 95kg class n = 21
body weight (kg)	114.8±11.2**	74.8± 7.7
height (cm)	180.7± 4.8**	170.5± 4.9
percentage of fat (%)	23.9±10.9*	13.9± 2.0
skinfold (upper arm) (mm)	17.0± 8.9*	8.8± 2.1
skinfold (subscapular) (mm)	23.9±13.2*	11.6± 3.1
skinfold (suprailiac) (mm)	27.7±12.1**	11.7± 5.5
VO ₂ max (ml/kg·min)	43.4± 6.3**	59.0± 6.2
rest Heart Rate (B/min)	62.8± 5.7**	55.6± 7.3
Systolic Pressure (mmHg)	133.5±13.3**	117.8±10.7
Diastolic Pressure (mmHg)	74.4±15.1**	60.3±10.2

*P < 0.05 **P < 0.01

3. 柔道部員について

そこで今回被験者が増加し、各測定項目の平均値に多少の影響を与えたと考えられる柔道選手に関して見ていくことにする。我々は1986年度からこの測定を始めたが、当初柔道選手については、将来のレギュラークラスの実力を持つ者のみの測定であったため少数であった。今回より新入部員全員となったので、運動負荷心電図に関連してその形態的特徴などを検討する。

柔道は体重による階級別になっているので、今回は、体重の制限を行いつつ活動をしている95kg以下の階級の者と、体重の制限が無い95kg超級の者について比較検討をした。

各測定項目の結果を表4に示した。95kg超級のものは1986年度からの者合計13名、95kg以下は今回の被験者21名である。

1) 体重

体重は95kg超級の者が平均114.8±11.7kg(範囲:97.7~132.4kg)、95kg以下の者が平均74.8±7.7kg(範囲:63~90kg)であった。

2) 身長

身長は95kg超級の者が平均180.7±4.8cm、95kg以下の者が平均170.5±4.9cmであり、両者間には有意な差(P<0.01)が認められた。

3) 脂肪貯蔵率 (%fat)

上腕背部と肩甲骨下部の皮下脂肪厚から求めた %fat は、95kg 超級の者が平均 $23.9 \pm 10.9\%$ 、95kg 以下の者が平均 $13.8 \pm 2.0\%$ であり、両者間には有意な差 ($P < 0.05$) が認められた。

4) 各皮下脂肪厚について

上腕背部の皮下脂肪厚は95kg超級の者が平均 $17.0 \pm 8.9\text{mm}$ 、95kg以下の者が平均 $8.8 \pm 2.1\text{mm}$ であり、両者間には有意な差 ($P < 0.05$) が認められた。

肩甲骨下部の皮下脂肪厚は95kg超級の者が平均 $23.9 \pm 13.2\text{mm}$ 、95kg以下の者が平均 $11.6 \pm 3.1\text{mm}$ であり、両者間には有意な差 ($P < 0.05$) が認められた。

腸骨稜上部の腹部の皮下脂肪厚は95kg超級の者が平均 $27.2 \pm 12.1\text{mm}$ 、95kg以下の者が平均 $11.7 \pm 5.5\text{mm}$ であり、両者間には有意な差 ($P < 0.01$) が認められた。

5) 安静時心拍数

安静時心拍数は、95kg超級の者が平均 62.8 ± 5.7 拍/分、95kg以下の者が平均 55.5 ± 7.3 拍/分であり、両者間には有意な差 ($P < 0.01$) が認められた。

6) 安静時血圧

安静時血圧について最高血圧は、95kg超級の者が平均 $133.5 \pm 13.2\text{mmHg}$ 、95kg以下の者が平均 $117.8 \pm 10.7\text{mmHg}$ であり、両者間には有意な差 ($P < 0.01$) が認められた。最低血圧は95kg超級の者が平均 $74.4 \pm 15.1\text{mmHg}$ 、95kg以下の者が平均 $60.3 \pm 10.2\text{mmHg}$ であり、両者間には有意な差 ($P < 0.01$) が認められた。

7) 最大酸素摂取量

自転車エルゴメーター運動負荷時の負荷強度と心拍数から求めた体重1kg当たりの最大酸素摂取量は、95kg超級の者が平均 $43.4 \pm 6.3\text{ml/kg} \cdot \text{min}$ 、95kg以下の者が平均 $59.0 \pm 6.2\text{ml/kg} \cdot \text{min}$ であり、両者間には有意な差 ($P < 0.01$) が認められた。

8) 心電図結果について

心電図の結果については、95kg超級の者では13名中4名(30.8%)が正常範囲内の判定で、他の

9名(69.2%)は何らかの所見があった。95kg以下の者では、21名中13名(61.9%)が正常範囲内の判定で、他の8名(38.1%)は何らかの所見があった。

95kg超級の者的心電図結果について何らかの所見があった者(9名)をさらに詳細に見てみると、洞性徐脈が3名、左心室肥大が2名、不完全右脚ブロック、心室性期外収縮が各1名、カウンタークロックワイズ1名、運動負荷によりT波の逆転が認められた者2名であった。この中には左心室肥大で運動負荷によりT波の逆転が認められた者を1名含んでいる。この例における者の形態的な特徴としては、身長183cm、体重107.8kg、%fat23.9%であり、脂肪貯蔵率からみると肥満という判定であった。最大酸素摂取量は $45.3\text{ml/kg} \cdot \text{min}$ であった。この者はその後大学付属病院にてUCG(超音波心エコー図)、トレッドミルテストなどの精密検査を受け、異常無しということで現在も活動している。

心室性期外収縮の者は、前回の報告に示した者で安静時に7~20個/分の多発が認められ、運動負荷により減少傾向(0~3個/分)は認められるが、完全には消失せず、運動後には運動終了後4~6分に2段脈、3段脈を認め、最大で42個/分の発生を数えた例である。この者の形態的特徴としては、身長180cm、体重120kg、%fat17.7%であり、最大酸素摂取量は $32.7\text{ml/kg} \cdot \text{min}$ であった。この例はその後付属病院にて精密検査を受け、ホルター心電図にて24時間で2万発の心室性期外収縮発現を数え、薬物療法を実施しながら活動している。

心室性期外収縮が生ずる要因としては、心筋の興奮性の増加があり、これはニコチンやカフェインが蓄積した場合、あるいは交感神経が異常に興奮した場合などに起こると言われている。後者の場合、例えば長期的に不安が強い人や、競技に勝とうとして強い緊張状態にある選手に見られると言われている²⁾。

このことから形態的な体脂肪量の増加による心臓の負担増加と併せて常に勝負に勝たなければな

らないという精神的なストレスの影響が考えられ、高身長、高体重選手への指導に対しては、とくに精神的なストレスへの配慮も必要であるものと考えられる。

IV. まとめ

大学運動部新入部員(75名)に対して、安静時および運動負荷心電図撮影を行った結果、以下のような成績を得た。加えて、過去4年間の柔道部員について体重制限が無い95kg超級者とそれ以下級の者の形態特徴と心電図について分析をした。

1. 1989年度報告

- 1) 心電図上で35名(46.7%)は正常範囲であった。
- 2) 早期再分極は11名(14.7%)認められた。
- 3) 洞性徐脈は9名(12.0%)認められた。
- 4) 不完全右脚ブロックは6名(8.0%)認められた。
- 5) 左心室肥大は7名(9.3%)認められた。

6) 心室性期外収縮は1名(1.3%)認められた。

2. 柔道部員について

- 1) 95kg超級の者は95kg以下の者より身長、体重、体脂肪率、皮下脂肪厚、安静時心拍数、安静時血圧において有意に高かった。
- 2) 95kg超級の者は95kg以下級の者より最大酸素摂取量が有意に低かった。
- 3) 95kg超級の者は95kg以下級の者より心電図異常者が多かった。

以上のようなことが認められた。今回は柔道部員についての検討を行ったが、まだ例数が少なく形態的測定値などにばらつきも多いため、今後もさらに例数を増やしてより詳しい検討を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、宇野勝、堀江繁、白瀬英春、久保正秋、積山和明、平岡秀雄氏等およ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) 原田政美、山地啓司「虚血性心疾患と運動——予防とリハビリテーション」医学書院、1983:130-144
- 3) Huston, T.P., Puffer, J.C., Rodney, W.M.: The athletic heart syndrome. N. Engl. J. Med. 313: 24-32, 1985
- 4) 小宮秀一、佐藤方彦、安河内朗「体組成の科学」朝倉書店、1988
- 5) 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一方法—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
- 6) Minamitani, K., Miyagawa, M., Kondo, M., Kitamura, K.: The electrocardiogram of professional cyclists. Sport Cardiology. Lubich T. & Venerando A. Aulo Gaggi Publ., Bologna: 401-413, 1980
- 7) 三田信孝、寺尾保、荒川正一、中野昭一「大学運動部新入部員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
- 8) 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、小村渡岐麿、齋藤勝、中野昭一「大学運動部新入部員に対する運動負荷テスト——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
- 9) 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

軟式テニスのボールの変形観察

山本 芳孝 (開発技術研究所教授)

1 まえがき

軟式テニスは日本で発祥した球技で、小柄な日本人の体質に向けたスポーツである。最近硬式テニスブームに乗って特に盛んになっているが、軟式テニスは硬式に比べて用具のラケット、ボール共に多少安価であり、初心者が比較的早くゲームを楽しめる特徴を持っているために依然根強い人気は残っている。

競技としての軟式テニスは硬式テニスと異なりダブルスを基本のゲームにしており、スピードの点では劣るが、多彩な技術を駆使して競技することが可能である。これは硬式に比べてボールが柔らかく変形してガットに密着することと、ラケットに接触している時間が長いこと、サーブやレシーブするボールにいろいろな回転を与えたり、速度を変えて相手を困らせる工夫がしやすいことである。

このように軟式テニスの打球はいろいろな変化を加えられてラケットを離れて行く。

軟式テニスに関する解説書や技術の向上をめざした書籍は一般書として多数見られ、説明のために多数の写真が挿入されている。中にはボールを打つ瞬間の高速度写真が連続写真として載っているものも見られる。

今回、テニスボールがラケットに当たる瞬間を高画質で記録するための装置を試作し、これを用いて記録観察を試みたので、その結果を報告する。

2 目的

軟式テニスの興味の一つは自由にボールを操って楽しむことにある。ボールがラケットに当たってから離れるまでの短い間に、ボールに加えられた処置がその後のボールの運動を決定することになる。今回、テニスボールの変形記録を行うために、打球接触センサーを付けたラケットの試作と、十分な光量を持ちながら短い露光時間で高速に動いているラケットとボールを停止させる Xe 光源の設計と試作を行った。試作したラケットと Xe フラッシュ光源は、ボールが当たった瞬間から任意の時間の状態を確実に記録できる同期システムを介して結合され、さらに高い空間解像力を持った記録系と組み合わせた記録システムを構成する。この瞬間記録システムの性能評価と、これを用いたテニスボールの変形記録を行うことを今回の実験目的とした。

3 瞬間記録に必要な条件

サーブまたはレシーブされるボールは、ラケットによって相当高い速度の打撃を受ける。瞬間記録の露光中にもラケットおよびボールが移動あるいは変形を行っているために、これがブレとなって画像に現れる。露光中の移動量または変形量、すなわちブレを画像の分解能程度に低くするためには、ボール、またはラケットの最大速度を V_m とし、実空間での必要な空間解像力を x とすると

瞬間光源の有効発光時間 T_f は(1)式を満足しなければならない。

$$T_f < x / V \quad \dots\dots\dots(1)$$

画像を感光材料に記録するためには十分な光量が必要である。Xeフラッシュの光量 F は主放電回路のコンデンサ容量 C と充電電圧 V の2乗に比例する。

$$F \propto C \cdot V^2 \quad \dots\dots\dots(2)$$

発光時間 T は放電管の動作中の内部抵抗 r_i 、コンデンサを含んだ放電回路の抵抗 r_c とインダクタンス L 、主放電回路のコンデンサ容量 C によってほぼ決定されるが、 L 成分が多くて振動状態にあれば(3)式となる。

$$T = 1 / f = 2\pi\sqrt{LC} \quad \dots\dots\dots(3)$$

L が Critical Dumping 条件 ($L = R^2 \cdot C / 4$) であれば放電時間として(4)式が当てはまり、その条件以下の L 成分ならば単純減衰特性となり、仮に有効な放電時間として時定数 (エネルギーのほぼ40%放出時) を取るならば(5)式となる。

$$T_c \doteq \pi RC \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$T_d \doteq RC \quad \dots\dots\dots(5)$$

ただし $R = r_c + r_i$

実用的な Xe フラッシュ回路では、高速現像に対応するために放電時間はできるだけ短いことが望まれ、良質な画像は十分な発光光量を必要とする。したがって、(2)式から C 、 V は共に大なることが望まれ、(5)式から R 、 C 共に小さいことが望まれる。以上の事柄から C を大きくせず、 V を高くすることが高速現像用として好ましいことが分かる。

4 実験装置

4.1 瞬間光源

使用した Xe 放電管は最高2,000Vで200Jの入力が可能である。実験条件では1,600V、10Jで使

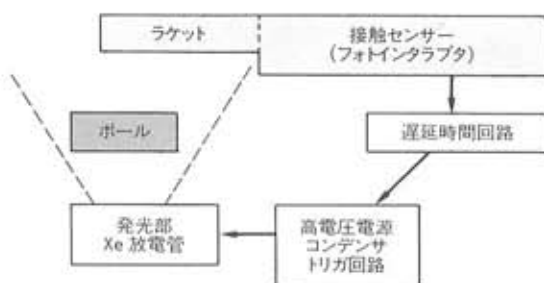


図1 軟式テニスボールの変形観察装置の構成図

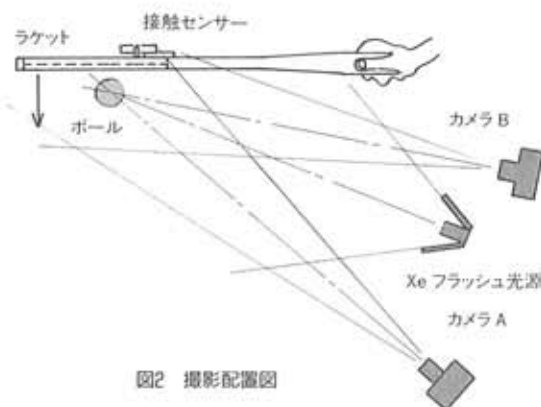


図2 撮影配置図

表1 実験条件

撮影条件		
ボール	寸法	66mm
	重量	30g
	色	白、黄
ラケット重量	305g	
打法	フラット	
光源	Xeフラッシュ	
エネルギー	10J	
発光時間	4×10^{-5} 秒	
同期時間	1~20ms	

用している。この際の有効発光時間はおよそ40 μ sである。

4.2 ボールとラケット

ボールはほぼ規定値に近い条件にしたものを使用し、細い絹糸で吊した状態と傾斜路を用いて斜め落下してバウンドした瞬間を打撃した。ラケットは木製で裏面のフレーム部には同期用のセンサーが取り付けられている。

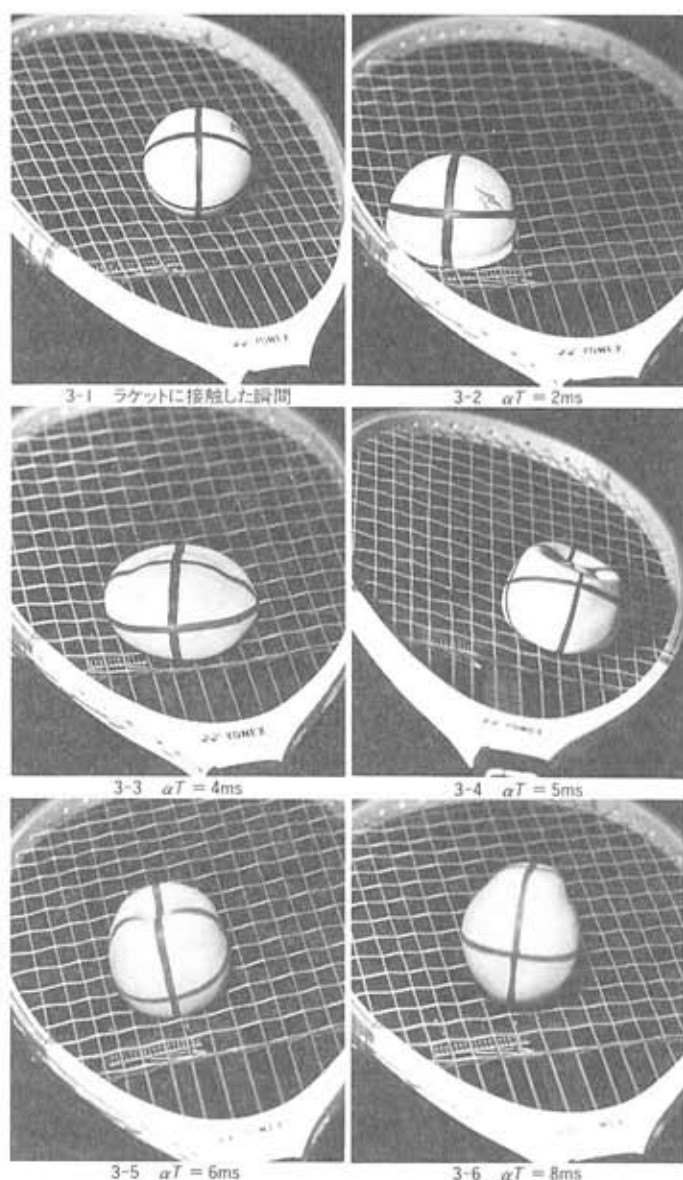


図3 軟式テニスボールの変形 (Aカメラによる)

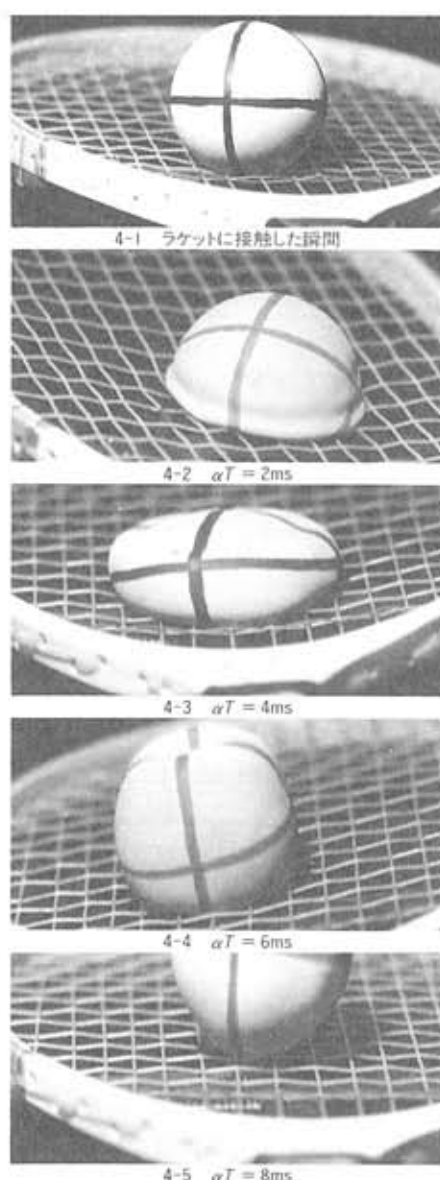


図4 軟式テニスボールの変形 (Bカメラによる)

4.3 同期装置

ラケットにボールが当たった瞬間を基準として、任意の遅れ時間を経て瞬間光源が発光する。ボールが当たった瞬間の接触センサーは、ラケットのガットに取り付けた小さな紙とフレームに取り付けたフォトインタラプタを組み合わせ使用した。信号はラケットの柄の最後部からコードを引いて取り出し、 $1\mu\text{s}$ 刻み、最高 $999,999\mu\text{s}$ の遅延回路を経由して瞬間光源をトリガーする。

これらの装置は、いずれも市販品を組み合わせ

て揃えることも可能である。装置の構成の概略は図1に示す。

5 実験と撮影結果

5.1 撮影実験

図2に示した配置により、光源とA、B 2台のカメラは位置固定で使用した。実験は図1に示されている遅延時間を変えながら撮影を行った。ボールに対してラケットの運動が直角となるフラッ

トな打法だけを試みた。実験条件の概略は表1にまとめてある。

5.2 撮影結果

撮影結果の例を図3、図4に示す。

図3は図2の配置図中のAカメラから記録した例で、図3-1はボールが当たった瞬間で、以下2、4、5、6、8ms後の撮影結果例を示している。図4は配置図(図2)のBカメラによる撮影例であるが、図3とは異なった撮影シリーズである。しかし、図3と同じ遅延時間の画面は、ほとんど同じ変形状態が記録されていることが見られている。

6 検討

6.1 実験条件について

ボールにラケットが当たった瞬間の写真記録において、実空間での解像力が1mmあれば十分と考えられる。ボールまたはラケットの速度をおおよそ20m/s(時速72km)とした場合に、(1)式から瞬間光源の実効発光時間 $T_1 < 50 \times 10^{-6}$ sとなる。

試作したXeフラッシュ装置の発光特性を図5に示す。図5の半値幅は、ほぼ 40×10^{-6} sで、(1)式の条件を満足していると考えられる。図3と図4は異なったシリーズで記録した画面であるが、同じ遅れ時間の画面相関はたいへん高い。これは現象とXeフラッシュ発光の同期の信頼性が高いことを示している。記録画像の図3、4はスチールカメラのレンズ絞りを5.6で記録したもので、F:8でも十分な濃度が得られる光量である。

6.2 ボールの変形について

ラケットでフラットな打撃を受けた球状のボールは図3-2、4-2 ($\delta T = 2$ ms) では、ガットに当たった部分につぶれた形に変形している。しかし反対側には影響せず球形を保ったままで、ほとんど変形していないことが見られている。さらに時間が経過した図3-3、4-3 ($\delta T = 4$ ms) では、ボールがほとんど扁平につぶれた形となったが、中

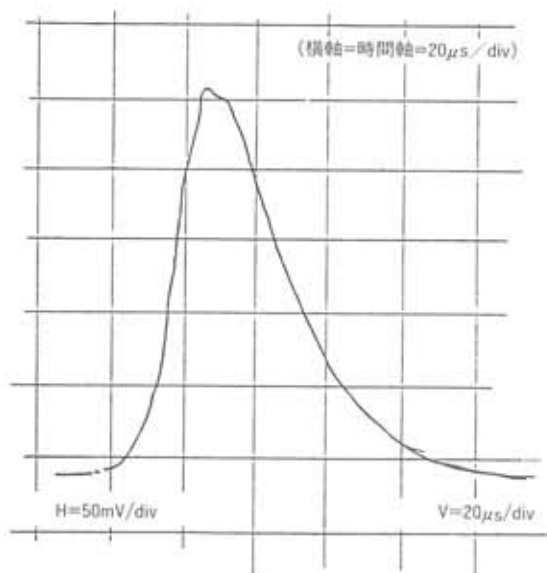


図5 試作Xeフラッシュ光源の発光特性

心部に原型である球状の一部が残存しているのが見られている。ボールの原料であるゴムは物質中でも弾性波伝搬速度が低く、したがって変形伝搬速度も遅いことが考えられる。さらに時間が経過し、最大変形を過ぎて形状の回復に入った図3-4、5におけるボールの反発は興味ある画面が見られ、縦方向(ボールおよびラケットの運動方向)への急速な変形とともにガット面と逆の面に大きな凹みを見ることが出来る。これはほぼ横方向から記録した図4-4では見難いが、それでも凹んでいることが確認できる。これは初期の最大変形(扁平)からの弾性回復が内部のガス圧(ボールが扁平に変形したことによって、ボールの体積は大幅に減少したために内部のガス圧が高まっている)によってのみ行われるならば、中央部に凹みが生ずることは説明し難い。したがってこれはゴムを伝達する変形波によるのではないかと推測する。

6.3 軟式テニスのボールの変形概念

瞬間記録結果からフラット打ちでのボールの変形モデルを試みたのが図6である。特に最後の尖った部分は、ゴムの変形波が集中した場合の変形を示している。

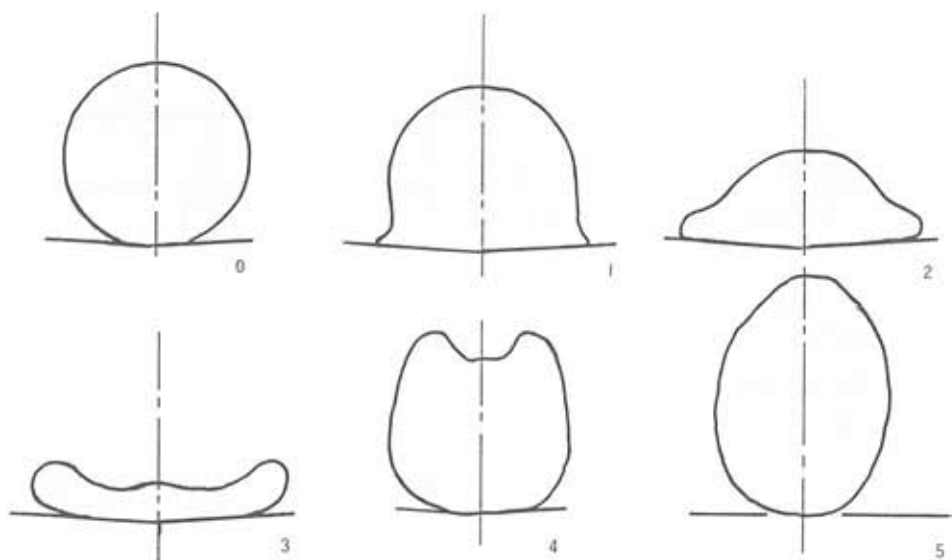


図6 軟式テニスボールの変形過程概念図

7 まとめ

軟式テニスボールの変形を記録するための記録システムを完成し、これを用いてボールがラケットに当たった瞬間から時間を変えたボールの状態を順次瞬間撮影した。

原画面積が大きいので、記録画像は高速度映画記録法に比べて鮮鋭であり、細かい部分まで観察可能であることが確認された。

今回示した画像の遅れ時間間隔は最も短い場合が1msで、映画的な時間分解能に換算すると1,000駒/秒に相当する。ただし、記録された現象はそれぞれ異なった現象で連続性はないが、形状の変化の流れは観察できた。

Xeのフラッシュによる瞬間記録は単一の発光源を用いて多方向からの多数の記録ができる特徴を持っており、本実験でのボールの凹みについては立体視用記録も可能である。立体視によれば一層はっきりした形状観察と凹みの定量計測も可能となる。

本実験には東海大学体育学部古谷嘉邦教授からの示唆も頂き、また実験では本学工学部光工学科、大学院生金指康雄君、4年生芝徹也君、登坂拓夫君、伊藤巖君、大内大君、松永啓太君に協力を得たことを感謝する。

参考資料

- 1) 林敏弘著「わかりやすい軟式テニスのルール」成美堂出版(1988)
- 2) 西田豊明、石井源信共著「軟式テニス」大修館書店出版(1990版)
- 3) 石橋弘、的川泰宜共著「軟式テニスの上達の科学」同文書院出版(1987)

剣道選手の試合における 原因帰属に関する研究

個人差の観点を中心に

松本 秀夫
体育学部非常勤講師

今村 義正
体育学部心理学研究室

A study on Causal Attribution for Kendo competitor.

—A point of individual difference—

by

Hideo MATSUMOTO and Yoshimasa IMAMURA

Abstract

The purpose of this study was to clarify causal attributional factors for Kendo competitor, and to examine the effect of different groups and achievement motivation levels on causal attributional styles through comparison of factor scores.

A questionnaire designed to measure causal attributional styles of Kendo was developed and administered to 404 subjects. Principal factor analysis with normal varimax rotation was applied to two correlation matrices (positive and negative situations) and resultant factor scores were compared.

The main findings were as follows :

1) In the case of positive situations (success), six factors were extracted : I composite power of opponent ; II own effort and mental condition ; III referee judgment ; IV own ability ; V opponent ability ; VI own luck. In the case of negative situations (failure), five factors were extracted : I opponent effort and mental conditions ; II uncontrollable external factors ; III own effort and mental conditions ; IV ability ; V amount of practice.

2) University students and police trainees tended to attribute more to effort factors in positive situations than High school students. And they tended to attribute more to uncontrollable external factors in negative situations than High school students.

3) The group with highest motivation tended to attribute success to the ability factor. And they tended to attribute failure to uncontrollable external factor, own effort and mental condition, and amount of practice factors.

I. 緒言

競技スポーツにおいて個人は、試合や練習に成功したり失敗した場合に、その原因を自分の能力や努力の成果と判断したり、運や審判、あるいは相手の能力といったことで説明する。この成功・失敗（勝ち・負け）といった自分の行為結果の原因をどのように認知しているかということは、その後の意欲や行動に大きな影響を与えていると思われる。したがって原因帰属の帰属因を明らかにすることは、競技スポーツにおいて動機づけの変容やコンディショニングに極めて重要であるように思える。

スポーツ心理学の分野でも、帰属理論を適応して、勝敗に関する原因帰属を明らかにしようとする研究がなされている⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾。これらの研究の多くは、Weinerの原因帰属理論¹⁷⁾を根底に、勝敗などの状況変数による原因帰属の差を検討しているものや、個人差の観点から原因帰属を検討しているものがある。しかしこの多くは、学習場面においての研究であり、競技スポーツを対象としたものはごく一部である¹⁰⁾¹²⁾¹⁴⁾。

Weiner²¹⁾は対象とする領域によっては、4つの帰属因（能力・努力・運・課題の困難度）がまったく不適切であり、学業達成以外の領域では、それぞれまったく別な帰属因のリストが必要であると、これらの問題の対処として、原因次元の数を増やし、分類を細分化し3次元分類を行っている。

また、RobertsとPasecuzzi¹⁵⁾やGill²⁾らは、4つの伝統的な要因にさらに多くの要因を加えている。

競技スポーツにおいても、その独自の帰属因検討の必要があるだろう。スポーツには、対人スポーツ、個人スポーツ、集団スポーツの相違や、種目も様々であり、種目によって原因帰属が異なることを示唆する研究⁷⁾もあることから、競技種目独特の帰属因の検討が必要であると思われる。

以上のことをふまえたうえで、本研究では、剣

道の試合におけるPOSITIVE（勝ち）事態とNEGATIVE（負け）事態の原因がどのような要因に分類されるかを、因子分析により因子構造を明らかにし、個人差の観点を中心に原因帰属の差異を検討することを目的とする。

II. 方法

1. 調査対象

- 1) 警察官（警視庁・皇宮・大阪・神奈川・愛知の各警察特練生）
- 2) 大学生（関東学生剣道優勝大会ベスト16の大学、選手9名）
- 3) 高校生（東海大学学園オリンピック大会に出場した11の付属高等学校生徒）

総計404名に調査用紙を配布した。内311名回収し（回収率77.0%）、有効回答は295名であった（有効回答率94.9%）。

2. 調査期日

1989年8月～10月

3. 調査内容

1) 原因帰属の項目

帰属因の項目としては、西田¹²⁾とFrieze¹⁾の項目を参考に作成した。原因帰属事態は、勝った場合で対象者にとって好ましい状態のPOSITIVE事態、負けた場合で対象者にとって好ましくない状態のNEGATIVE事態の2事態を調査した。

2) 動機得点について

西田ら¹²⁾が作成した、スポーツ達成動機テスト（Achievement Motives Test in Sports）を参考に作成した。

4. 分析方法

PC-SASによって因子分析並びに分散分析を行った。

因子分析は、26の項目に対して共通性の反復推定のある主因子解を用い、Normal varimax法による直交回転を行った。

表1 回転後の因子負荷量行列 (POSITIVE 事態)

Table 1 Rotated factor pattern (Positive situation)

	FACTOR1	FACTOR2	FACTOR3	FACTOR4	FACTOR5	FACTOR6
気分 (相手)	<u>0.73967</u>	0.02349	0.01002	-0.06655	0.06604	0.01036
頑張り (相手)	<u>0.70769</u>	-0.19409	0.09571	0.05821	-0.02524	0.00523
コンディション(相手)	<u>0.62485</u>	0.00879	0.02213	-0.06433	0.20126	-0.02363
練習量 (相手)	<u>0.62361</u>	-0.12592	0.08637	0.12261	0.19150	-0.02881
監督・コーチ (相手)	<u>0.58243</u>	-0.13214	0.21249	0.08018	-0.08395	-0.06889
精神力 (相手)	<u>0.56661</u>	0.00133	-0.00365	0.00050	0.37761	0.05129
気持ちの充実 (相手)	<u>0.55741</u>	-0.05124	-0.04601	0.01237	0.03862	0.05601
あがり (相手)	<u>0.54097</u>	0.07356	0.21111	-0.01387	0.06883	0.02850
運 (相手)	<u>0.53194</u>	-0.00493	0.08967	-0.04222	-0.09651	0.33932
油断 (相手)	<u>0.50817</u>	0.14035	0.10085	-0.22607	0.08632	-0.04526
気持ちの充実 (自分)	-0.08641	<u>0.72121</u>	0.00700	-0.11102	0.23440	0.04155
気分 (自分)	-0.02274	<u>0.64330</u>	-0.01783	0.08156	0.02968	0.10314
コンディション(自分)	0.09990	<u>0.61267</u>	0.07660	0.07533	-0.03601	0.12865
油断 (自分)	-0.08087	<u>0.56383</u>	-0.01497	0.11916	-0.09245	-0.03151
頑張り (自分)	-0.15650	<u>0.53284</u>	-0.07912	0.16890	-0.05158	0.07600
精神力 (自分)	-0.05336	<u>0.52386</u>	-0.11128	0.21294	-0.01926	0.00917
あがり (自分)	0.14816	<u>0.42514</u>	0.10260	0.19542	-0.07612	-0.06484
監督・コーチ (自分)	-0.10029	0.19861	0.18695	0.04661	0.00022	0.09545
審判 (自分)	0.19632	-0.01458	<u>0.98156</u>	0.07143	0.01980	0.01737
審判 (相手)	0.38177	-0.07438	<u>0.67569</u>	0.06545	-0.02949	0.03802
実力 (自分)	0.00301	0.29447	0.00390	<u>0.76240</u>	0.21025	-0.02279
技術 (自分)	-0.02755	0.21971	0.05635	<u>0.68640</u>	0.05117	0.08433
練習量 (自分)	-0.00027	0.30329	0.12820	<u>0.42121</u>	-0.01417	-0.02281
実力 (相手)	<u>0.50423</u>	-0.06948	0.02668	0.26869	<u>0.55353</u>	-0.02924
技術 (相手)	<u>0.41139</u>	-0.05933	-0.03055	0.15424	<u>0.52600</u>	0.03093
運 (自分)	0.05851	0.22052	0.05971	0.04640	0.03770	<u>0.80628</u>
固有値	5.423759	3.808416	1.742647	1.710715	1.154155	1.110501
寄与率	0.2086	0.1465	0.0670	0.0658	0.0444	0.0427
累積寄与率	0.2086	0.3551	0.4221	0.4879	0.5323	0.5750

F1 相手の総合力 F2 自己の努力・精神状態 F3 審判 F4 自己の能力 F5 相手の能力 F6 運

分散分析は、所属 (HIGH, UNIV, POLICE)、動機得点 (High, Middle, Low) の2項目について一元配置の分散分析、並びに多重範囲検定を行った。

III. 結果と考察

1. 原因帰属の因子分析

因子分析は、剣道競技の勝敗に関する原因帰属の因子構造を明らかにするために、試合の勝敗に

ついて、勝った場合である POSITIVE 事態と、負けた場合である NEGATIVE 事態とにわけて、それぞれの因子構造を検討した。

まず、それぞれの可能における、26の質問項目に対して、共通性の反復推定のある主因子法により因子分析を行った。

1) POSITIVE 事態

主因子法による因子分析の結果、固有値1.0以上であり、全分散の57.5%が説明できる6因子を抽出し、Normal Varimax 回転を行った。回転後の

表2 回転後の因子負荷量行列 (NEGATIVE 事態)

Table 2 Rotated factor pattern (Negative situation)

	FACTOR1	FACTOR2	FACTOR3	FACTOR4	FACTOR5
頑張り (相手)	<u>0.74698</u>	-0.03137	-0.03540	0.03121	0.02705
コンディション(相手)	<u>0.71419</u>	0.20586	0.00218	0.02094	0.12892
油断 (相手)	<u>0.67082</u>	0.08509	0.08464	0.11021	-0.06132
気分 (相手)	<u>0.60831</u>	0.21114	0.11559	0.02589	-0.16757
あがり (相手)	<u>0.55745</u>	0.16580	0.03890	0.13312	0.16817
気持ちの充実 (相手)	<u>0.48126</u>	0.14001	0.02885	-0.00376	0.02870
精神力 (相手)	<u>0.47905</u>	-0.02747	0.03308	0.30577	-0.02605
審判 (相手)	0.20021	<u>0.84167</u>	0.12187	-0.01917	-0.04168
審判 (自分)	0.06881	<u>0.68898</u>	0.26536	-0.02280	0.02093
運 (相手)	<u>0.43654</u>	<u>0.64937</u>	0.02243	-0.03783	0.08472
運 (自分)	0.15808	<u>0.59742</u>	0.19154	-0.08353	0.12153
監督・コーチ (自分)	-0.13306	<u>0.45292</u>	0.31098	0.19827	0.29235
監督・コーチ (相手)	0.20221	<u>0.43803</u>	0.00813	0.13700	0.24992
気持ちの充実 (自分)	0.08092	-0.00749	<u>0.70662</u>	0.02028	0.09792
気分 (相手)	0.05876	0.10954	<u>0.70512</u>	0.01151	-0.08616
精神力 (自分)	-0.01729	0.01460	<u>0.59675</u>	0.15210	0.13742
コンディション(自分)	-0.00646	0.33065	<u>0.57613</u>	-0.14365	0.01675
油断 (自分)	0.18750	0.06597	<u>0.50339</u>	0.13392	-0.01562
頑張り (自分)	-0.07111	0.18846	<u>0.47198</u>	-0.14296	0.32941
あがり (自分)	0.02966	0.15233	<u>0.44770</u>	0.01510	0.08829
技術 (相手)	0.28610	-0.00112	-0.04136	<u>0.76527</u>	-0.05006
技術 (自分)	-0.11797	0.00769	0.08970	<u>0.72247</u>	0.16446
実力 (自分)	0.00886	0.01558	0.08973	<u>0.66359</u>	0.21482
実力 (相手)	0.31383	-0.05482	-0.07296	<u>0.64333</u>	0.01173
練習量 (自分)	-0.01614	0.16753	0.22754	0.20932	<u>0.59715</u>
練習量 (相手)	0.31173	0.07378	0.03343	0.30410	<u>0.46873</u>
固有値	5.492379	3.440785	2.706952	1.822591	1.163782
寄与率	0.2112	0.1323	0.1041	0.0701	0.0448
累積寄与率	0.2112	0.3436	0.4477	0.5178	0.5626

F1 相手の努力・精神状態 F2 外的 F3 自己の努力・精神状態 F4 能力 F5 練習量

各因子の因子負荷量を示したものが表1である。因子の解釈および命名は、原則として因子負荷量0.4以上の項目を選び、解釈した。

第I因子は、すべて勝った原因を相手に帰属させているものであり、心理状態や技術的な内容、外的な運といった項目に高い因子負荷量を示していることから、「相手の総合力」因子と命名した。

第II因子は、第I因子と対照的に勝った原因を自己に帰属させるものであり、精神的な内容と目的に対する頑張りといった努力的側面が含まれて

いることから、「自己の努力・精神状態」因子と命名した。

第III因子は、勝った原因を外的要因であり、試合を判定している審判に帰属させたものであることから「審判」因子と命名した。

第IV因子は、勝った原因を自己の技術、実力といった能力的な内容に帰属させていることから、「自己の能力」因子と命名した。

第V因子は、第IV因子と対照的に勝った原因を、相手の実力・技術に帰属させていることから、「相

手の能力」因子と命名した。

第VI因子は、一つの項目にしか負荷量を示していないが、相手の「運」が0.34の因子負荷量を示していることから「運」の因子であることは推測できる。これらのことから、第VI因子は、「自己の運」因子と命名した。

以上、「相手の総合力」「自己の努力・精神状態」「審判」「自己の能力」「相手の能力」「自己の運」の6因子が抽出された。

これらの因子は、剣道の試合に勝った原因に関する因子であり、次の点に特徴がみられる。第一に、相手に対する帰属が総合力として捉えられている。これは、POSITIVE事態であるために勝った原因を相手の細かなところに帰属させずに、大きく原因を総合力において、相手より上回っているという意味で相手に帰属したと思われる。第二に、自己に対する帰属は、第II因子にみられる努力、精神状態といったものと、第IV因子にみられる能力が、別個の因子として捉えられている。これは自己に対する帰属であるために、より詳細に帰属因が捉えられたと思われる。第三に、外的要因である「運」「審判」といった因子が別々の因子として捉えられている。これは、審判の存在が単なる第三者というのではなく、試合を左右する重要な存在であるからだとと思われる。

2) NEGATIVE 事態

POSITIVE事態と同様に因子分析を行ったところ、固有値1.0以上であり、全分散の56.2%が説明できる5因子を抽出し、Normal Varimax回転を行った。回転後の各因子負荷量を示したのが表2である。因子の解釈は1)と同様に、原則として因子負荷量が0.4以上のものを選び、解釈した。

第I因子は、すべて相手に負けた原因を帰属させているものであり、精神的な内容と目的に対する頑張りといった努力の側面に高い帰属をしていることから、「相手の努力・精神状態」因子と命名した。

第II因子は、負けた原因を自分ではコントロールできない、審判・運・監督コーチといった外的要因に帰属させていることから、「外的」因子と

表3 因子構造の比較

Table 3 Comparison of factor structure

Positive 事態	Negative 事態
相手の総合力 (I)	
自己の努力・精神状態 (II)	相手の努力・精神状態 (I) 自己の努力・精神状態 (III)
自己の能力 (III) 相手の能力 (IV)	能力 (IV)
審判 (V) 自己の運 (VI)	外的 (II)
	練習量 (V)

注：() は因子番号

命名した。

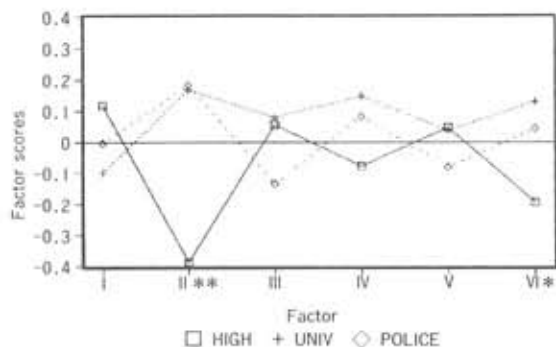
第III因子は、負けた原因を自己に帰属させているものであり、第I因子と同様な内容の項目に高い帰属をしていることから、「自己の努力・精神状態」因子と命名した。

第IV因子は、負けた原因をお互いの技術・実力といった能力に関する項目に帰属させていることから、「能力」因子と命名した。

第V因子は、負けた原因を練習量に帰属させていることから、「練習量」因子と命名した。

以上「相手の努力・精神状態」「外的」「自己の努力・精神状態」「能力」「練習量」の5因子を解釈し、命名した。

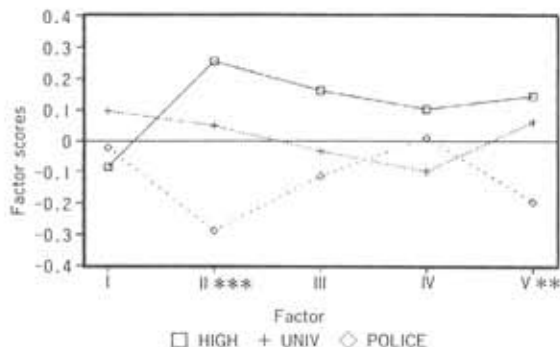
これらの因子は、剣道の試合に負けた原因に関する因子であり、次の点に特徴がみられる。第一に POSITIVE 事態と異なり、相手に対する帰属が総合力ではなく「相手の努力・精神状態」因子として捉えられている。これは、NEGATIVE 事態であるために、一般によく「負けた試合ほどよく覚えている」と言われることから、負けた原因を自分に対する要因だけでなく、相手に対する要因もより詳細に原因づけているからだとと思われる。また、「努力・精神状態」因子は、NEGATIVE 事態であるために、試合中の精神状態が詳細に捉えられたと思われる。第二に外的要因である運・



□ HIGH + UNIV ◇ POLICE
 I 相手の総合力 II 自己の努力・精神状態 III 審判
 IV 自己の能力 V 相手の能力 VI 自己の運
 **p<0.01 *p<0.05(F検定)

「多重範囲検定」(p<0.05)
 自己の努力・精神状態 POLICE, UNIV > HIGH
 自己の運 UNIV, POLICE > HIGH

図1 発達段階別比較 (Positive 事態)
 Fig.1 Comparison of group(Positive situation).



□ HIGH + UNIV ◇ POLICE
 I 相手の努力・精神状態 II 外的
 III 自己の努力・精神状態 IV 能力 V 練習量
 ***p < 0.001 **p < 0.01 (F検定)

「多重範囲検定」(p < 0.05)
 外的 HIGH, UNIV > POLICE
 練習量 HIGH, UNIV > POLICE

図2 発達段階別比較 (Negative 事態)
 Fig.2 Comparison of group(Negative situation).

審判・観察者が同一の因子として、自他の区別なく抽出されている点である。これは、本人の統制できない外的な内容であるために、一つの因子として抽出されたと思われる。

3) 因子構造の比較

上記の結果から、それぞれの因子構造を表3に示した。

各因子を比較すると、POSITIVE 事態は、「能力」因子が自己と相手との2つの因子として抽出され、負事態では、「努力・精神状態」因子が、同様に自己と相手との2つの因子として抽出された。つまり、POSITIVE 事態では、能力がより詳細に因子化され、NEGATIVE 事態では、努力・精神状態が詳細に因子化されていることがわかる。これは、負けた時は、精神状態とか頑張りなどの、不安定な試合中の状態をより詳細に因子化し、勝った時は、技術、実力などの安定的な要因が、より詳細に因子化されたと思われる。

2. 因子得点による比較

1) 所属グループ別比較

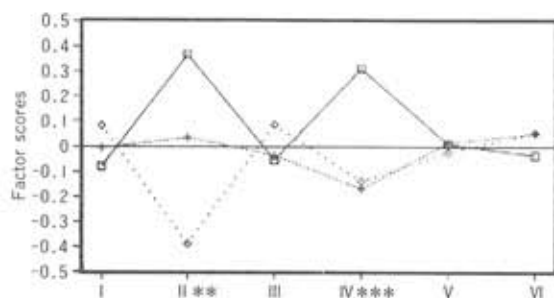
所属グループによっての違いをみるために、高

校 (HIGH)、大学 (UNIV)、警察官 (POLICE) の3グループの、各因子得点の平均値を POSITIVE・NEGATIVE 事態別に表したのが図1、2である。

POSITIVE 事態において、一元配置の分散分析を行ったところ、「自己の努力・精神状態」(F=13.19 P<.01)、「自己の運」(F=3.87 P<.05)の2因子に有意差が認められ、多重範囲検定の結果、「自己の努力・精神状態」因子 (POLICE, UNIV>HIGH) と「自己の運」因子 (UNIV, POLICE>HIGH)は、大学生および警察官が、高校生より高い因子得点を示した。

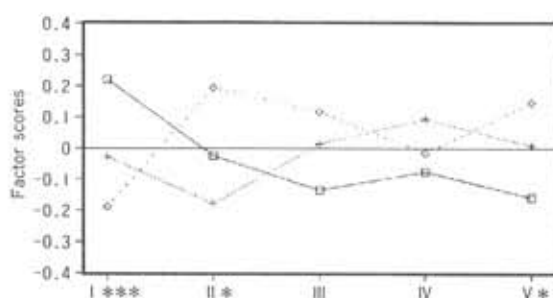
NEGATIVE 事態においては、「外的」(F=8.9 P<.001)、「練習量」(F=5.13 P<.01)の2因子に有意差が認められ、多重範囲検定の結果、「外的」因子と「練習量」因子は、高校生および大学生が警察官より高い因子得点を示した (POLICE, UNIV>HIGH)。

以上の結果と、帰属パターンからグループの差異をみると、高校生は、POSITIVE 事態において、「相手の総合力」「審判」「相手の能力」など、自分の外側にある因子に帰属させていることがわ



□ High + Middle ◇ Low
 I 相手の総合力 II 自己の努力・精神状態 III 審判
 IV 自己の能力 V 相手の能力 VI 自己の運
 ***p < 0.001 **p < 0.01 (F検定)
 「多重範囲検定」(p < 0.05)
 自己の努力・精神状態 High > Middle > Low
 自己の能力 High > Middle, Low

図3 達成動機得点別比較 (Positive事態)
 Fig.3 Comparison of achievement motivation scores (Positive situation).



□ High + Middle ◇ Low
 I 相手の努力・精神状態 II 外的
 III 自己の努力・精神状態 IV 能力 V 練習量
 ***p < 0.001 *p < 0.05 (F検定)
 「多重範囲検定」(p < 0.05)
 相手の努力・精神状態 High > Low
 外的 Low > Middle
 練習量 Low > High

図4 達成動機得点別比較 (Negative事態)
 Fig.4 Comparison of achievement motivation scores (Negative situation).

かる。しかし、NEGATIVE事態においては、逆に、自分の内側にある「自己の努力・精神状態」「能力」「練習量」などの内的な因子に帰属させている。大学生は、それとは対照的に、POSITIVE事態において「自己の努力・精神状態」「自己の能力」「自己の運」などの自分にとって内側にある内的な因子に帰属していることがわかる。また、警察官は、大学生に帰属パターンは似ているが、「審判」などの外的な因子への帰属は低いことがわかる。

これらのことから、対象者は、ある程度試合を目的にし、剣道を競技的に捉えているために、多くの試合を競技選手として過ごし、努力の成果が結果に結びつく経験を多くしている大学生・警察官が、高校生よりも高い努力帰属をしていると推測される。この結果は、学習場面において年齢の増加にともない、自己の努力が結果に反映しない経験を積み重ねるに従い、努力の限界が意識され、努力帰属が減少するとする伊藤⁹⁾の結果とは異なるものである。

また、NEGATIVE事態において、警察官より大学生・高校生が「外的」因子に高い帰属をして

いることがわかる (UNIV, HIGH > POLICE)。これは、大学生や高校生が、試合に負けた時に審判や運などに帰属させるのに対して、警察官は、勝利指向が強いために、負けたことを客観的に捉えようとし、審判や運といった外的な要因に帰属せず、内的な努力や能力に帰属することによって、次に勝つためには、努力して実力を高めることが必要であるなど考えることによって、動機づけを高めていると思われる。同時に警察の試合は、他の試合と比べて競技性が高く、審判の技術も同様に高いと思われることから、審判に対する帰属が低いことも推測される。

2) 達成動機得点別比較

動機得点の高低による差異をみるために、得点の高い方から、高動機 (High Motivation)、中動機 (Middle Motivation)、低動機 (Low Motivation) の3つのグループに分け、POSITIVE・NEGATIVE事態の因子得点の平均値を図3、4に示した。

一元配置の分散分析の結果、NEGATIVE事態では「自己の努力・精神状態」(F=19.83 P<.001)、「自己の能力」(F=9.93 P<.001)の

2因子に有意差が認められた。多重範囲検定の結果、「自己の努力・精神状態」因子は、高動機が中動機および低動機より高く、中動機は低動機より高い因子得点を示し、「自己の能力」因子は、高動機が中動機および低動機より高い因子得点を示した。

NEGATIVE事態は、「相手の努力・精神状態」(F=5.06 P<.01)、「外的」(F=4.13 P<.05)、「練習量」(F=3.81 P<.05)の3因子に有意差が認められた。多重範囲検定の結果、「相手の努力・精神状態」因子は、高動機が低動機より高い因子得点を示し、「外的」因子は、低動機が中動機より高い因子得点を、同様に「練習量」因子は、低動機が高動機より高い因子得点を示した。

以上の結果と、帰属パターンから動機得点の差異をみると、POSITIVE事態では、動機得点が高いほど「自己の能力」「自己の努力・精神状態」などの内的な因子に原因を帰属させていることがわかる。また、NEGATIVE事態では、高動機グループは、「相手の努力・精神状態」因子に高い原因帰属をしているが、低いグループは、「外的」「自己の努力・精神状態」「練習量」などの因子に高い帰属をしている。つまり、高動機グループは、勝ちを自己の能力や精神状態に帰属することによって、自分を有能であると認知し、負けを相手の努力や精神状態に帰属することによって、自己の能力や努力を傷つけないようにしていると思われる。また、低動機グループは、勝ちを相手の総合力や審判といった外的な要因に帰属しているために、動機づけが高まらないと思われる。

これらの結果を、Weinerら²²⁾の結果とくらべると、高動機グループが、勝ちを能力要因に帰属させ、低動機グループが勝ちを内的要因に帰属できないことは一致している。しかし、負けたときに高動機グループが、「相手の努力・精神状態」因子に帰属することと、低動機グループが「外的」因子に帰属することとは一致していない。これは、剣道の試合が、精神状態や、審判・運などの不安定な要素が多分にあり、試合時間も短く一瞬に勝負が決まることもあることから、メンタルな部分

を多分に含み、精神状態が大きく影響していることからだと考えられる。また、直接体ではなく、竹刀という媒介物を持って競技するために偶然性が多分にあり、それを見極める審判の存在も大きいからだと推察される。

V. まとめ

本研究は、競技スポーツとしての剣道を対象に、達成行動の原因帰属に関して、Weiner理論を根拠に原因帰属の因子構造、帰属パターンを、個人差の観点を中心に考察した。順に要約すると、以下のようになる。

1. 因子構造の比較

POSITIVE・NEGATIVE事態の因子構造を比較すると、POSITIVE事態では、「能力」因子がより詳細に因子化され、NEGATIVE事態では、「努力・精神状態」因子が、より詳細に因子化した。

2. 所属グループ別比較

POSITIVE事態では、所属が上になると努力帰属が増加した。これは、多くの試合を経験することによって、努力の成果が結果に結びつく経験を多くするからだと思われる。

NEGATIVE事態では、警察官より大学生・高校生が「外的」因子に高い帰属をしていることから、所属が上になると、「外的」因子への帰属が低下した。

3. 達成動機得点別比較

高動機グループは、勝ちを「能力」に、負けを「相手の努力・精神状態」に帰属し、低動機グループは、勝ちを自分の外側にある外的な要因に帰属し、負けを「外的」「自己の努力・精神状態」「練習量」などの因子に帰属した。この結果は、POSITIVE事態において、Weinerら²²⁾の結果と一致した。

以上の結果が必ずしも妥当であるとは言いきれないが、今後の課題として考えられることは、対

象よっての帰属因の検討、NEGATIVE 事態においての詳細な検討、審判要因に対する反応についてがあげられた。

今後、本研究を基礎とし、これらの課題を検討、研究することによって、剣道選手の試合についての原因帰属をさらに検証、明らかにし、動機づけの変容などに研究を進めていきたいと思う。

引用・参考文献

- 1) Frieze, I.H. : The role of information processing in making causal attribution for success and failure. In Carrol, J.S. and J.W. Payne, (Eds). *Cognition and social behavior*, Johe Wiley and Sons, 95-112, 1976
- 2) Gill, D.L., Runder, M.K. & Gross, J.B. : Open-ended attributions in team competition. *Journal of sports psychology*, 4, 159-169, 1982
- 3) 林 保・宮本美沙子 (監訳) 「ヒューマンモチベーション」金子書房、1989
- 4) 市川伸一・大橋靖雄「SASによるデータ解析入門」東京大学出版会、1986
- 5) 伊藤豊彦「運動パフォーマンスにおける成功・失敗の原因帰属に関する研究」*体育学研究*、25(2) : 105-111、1980
- 6) 伊藤豊彦「スポーツにおける原因帰属様式の因子構造とその特質」*体育学研究*、30(2) : 153-160、1985
- 7) 伊藤豊彦・島田正大「スポーツに対する原因帰属に関する研究」*島根大学教育学部紀要 (教育科学)*、16 : 43-48、1982
- 8) 伊藤豊彦「帰属教示が運動パフォーマンスに及ぼす影響について」*体育学研究*、28(4) : 299-308、1984
- 9) 伊藤豊彦「勝敗の原因帰属に関する研究」*スポーツ心理学研究*、9(1) : 21-25、1982
- 10) 松本秀夫・今村義正「剣道選手における勝敗の原因帰属について」*武道学研究*、22-2、1989
- 11) 宮本美沙子 (編) 「達成動機の心理学」金子書房、1979
- 12) 西田保「スポーツにおける勝敗の原因帰属に関する研究」*総合保健体育科学*、4(1) : 83-90、1980
- 13) 西田保・猪俣公宏「スポーツにおける達成動機の因子分析的研究」*体育学研究*、26(2) : 101-110、1981
- 14) Roberts, G.C. : Win-loss causal attributions of Little League players. *Movement (Seven Symposium of Psychomotor Learning and Psychology of Sport)*, 315-322, 1975
- 15) Roberts, G.C. & Pascuzzi, D. : Causal attributions in sports : Some theoretical implications. *Journal of Sport Psychology*, 1 : 203-211, 1979
- 16) 芝祐順「因子分析法 第2版」東京大学出版会、1979
- 17) Weiner, B. : *Achievement motivation and attribution theory*. Morristown, New Jersey, General Learning Press. 1974
- 18) Weiner, B. : Some methodological pitfalls in attributional research. *Journal of Educational Psychology*, 75, 530-543, 1983
- 19) Weiner, B., I.H., Kukla, A., Reed, L., Rest, S. & Rosenbaum, R.M. : *Perceiving the cause of success and failure*. General Learning Press, 1971
- 20) Weiner, B. : *An attributional theory of motivation and emotion*. New York, Spriger-Verlang, 1986
- 21) Weiner, B. : A theory of motivation for some classroom experience. *Journal of Educational Psychology*, 71 : 3-25, 1979
- 22) Weiner, B. & Kukla, A. : An attributional analysis of achievement motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 15 : 1-20, 1970

成長期における腰部障害

とくに椎体終板障害について

有馬 亨 野村 武 安部 総一郎
西村 和博 水島 茂樹 今井 望

(東海大学医学部整形外科)

はじめに

スポーツにおける若年者の腰部障害として椎体終板障害は椎間板障害、椎間関節突起間部の障害と並んで見逃してはならないものの一つである。近年スポーツ人口の増加とともに本格的にトレーニングを開始する年齢も低下し、若年者の脊柱スポーツ障害は増加の傾向にある。この中で特に成長期における椎体終板障害は注目を要するものであり、椎体辺縁分離、シュモール結節、ジョイエルマン様病変が含まれる。椎体辺縁分離は椎体骨端核が何らかの理由で椎体と癒合することなく遺残したものであるという説や、椎間板組織の椎体中への侵入により椎体縁が離断されたものであるという説により説明されている。シュモール結節は、椎間板の髄核脱出が先天性血管裂孔の遺残または外傷による軟骨板の亀裂を通過して終板を通過したものとされている。今回これらの椎体終板障害をきたした症例で、MRI 撮像を行ったものについて検討した。

対 象

1987年9月から1990年3月までに腰部症状を訴え当科来院した20歳以下の若年者で、MRIを行っ

た者140例について調査した。ただし椎体終板障害は椎体辺縁分離の前方に存在するものおよびシュモール結節とし、ヘルニアとの鑑別上の問題より後方部の分離については今回は除外した。装置はSIEMENS社製1.0 Tesla超電導を使用した。

結 果

140例中クラブ活動でスポーツを行って腰痛をきたしたものは77例であった。腰部椎体終板障害の発生頻度は77例中24例であり、シュモール結節は19例、24.7%、椎体前方の辺縁分離は5例、6.5%であった。これと比較し、非スポーツ群では63例中シュモール結節は4例、6.3%、椎体辺縁分離は1例、1.6%であった(表1、図1)。受診時年齢はシュモール結節は15歳以上に多い傾向であり、辺縁分離は12歳に最も多かった(図2)。障害椎体の高位はシュモール結節ではL2・3・4に多く、辺縁分離はL3・4・5に多発していた(図3)。腰痛出現の状況は椎体辺縁分離で比較的是っきりしていた。バスケットボールで無理な体勢よりシュートし着地したとき、平均台より転落したとき、幅飛びの着地で尻餅をついたときといった状況が5例中3例においてはっきりしていた。これに対しシュモール結節の場合には腰痛出現の状況がはっきりしないことが多かった。障害椎体数はシュ

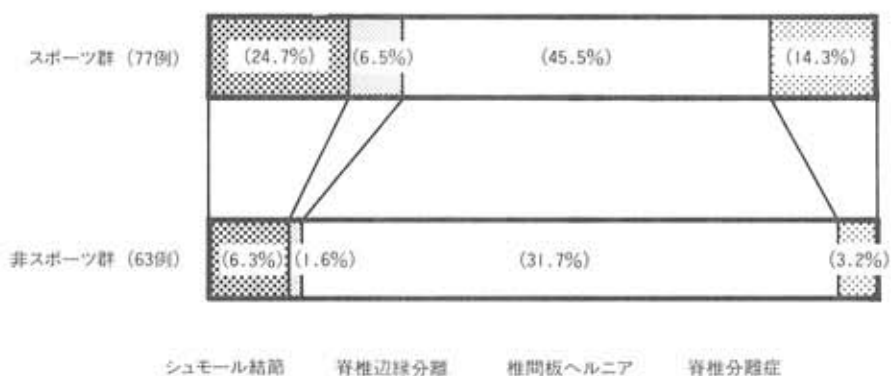


図1 疾患別頻度

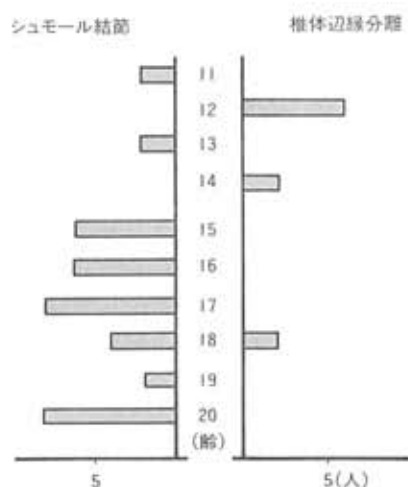


図2 受診時年齢 (スポーツ群)



図4 障害椎体数 (スポーツ群)

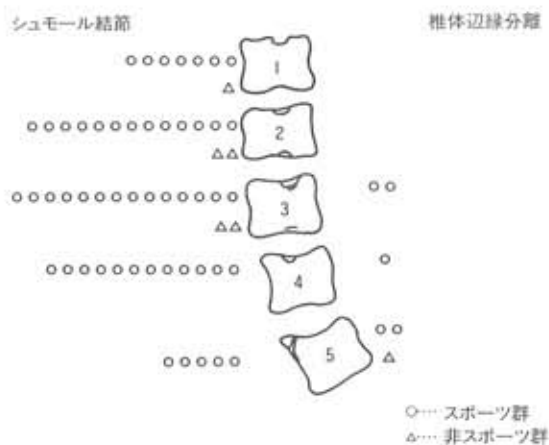


図3 椎体終板の障害高位

表1 MRI を施行した腰痛症例 (20歳以下140例)

		椎体終板障害	
		シュモール結節	椎体辺縁分離
スポーツ群	77例	19例 (24.7%)	5例 (6.5%)
非スポーツ群	63例	4例 (6.3%)	1例 (1.6%)

注：1987年9月～1990年3月

表2 種目別椎体終板障害発生頻度

	(総数)	人数	率
野球	(10)	7	70.0%
バレーボール	(9)	5	55.6%
バスケットボール	(7)	2	28.6%
柔道	(9)	2	22.2%
体操	(4)	2	50.0%
陸上	(9)	2	22.2%
水泳	(5)	1	20.0%
剣道	(5)	1	20.0%
ラグビー	(5)	1	20.0%
テニス	(5)	1	20.0%



図5 症例1 13歳男、中学生、柔道、シュモール結節



図7 症例2 14歳女、バスケットボール、辺縁分離とシュモール結節例

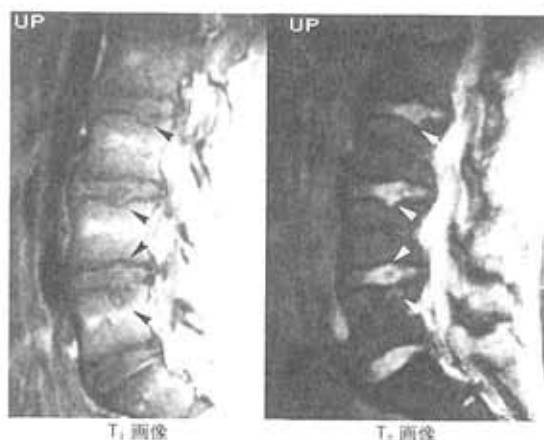


図6 症例1 MRI. 多椎間に見られる

モール結節では2椎体以上のmultipleのものが14例と多く、辺縁分離は全例1椎体に生じていた(図4)。発症時のスポーツは野球、バレーボールが多く、種目別に見てもそれぞれ10例中7例70%、9例中5例55.6%と高率であった(表2)。

症 例

症例1

13歳男性、中学生より柔道を始め、週2回の練習を行っていた。腰痛を生じ、腰部牽引治療を行

うも改善を見なかった。X線上、L4・5にシュモール結節を認め(図5)、MRIにおいてはL2・3・4・5にシュモール結節がより鮮明に描出され、L5椎体では椎体内への髄核の脱出と思われる像も観察される(図6)。現在スポーツ活動を中止しているが、腰痛を繰り返している。

症例2

14歳女性、小学生より選手としてバスケットボールを行っていた。練習中無理な体勢よりシュートし、着地したときより腰痛を生じた。X線上L4椎体前上縁に辺縁分離を、L5にシュモール結節を認め(図7)、MRIでも同様の所見が観察された(図8)。スポーツ活動を中止し、コルセット着用にて疼痛改善が見られ、現在経過観察中である。

症例3

18歳男性、小学・中学・高校を通して野球を行っていた。ポジションは捕手であった。合宿中に誘因なく腰痛を生じた。X線上L1・2・3・4と多発性のシュモール結節、L4椎体前方の欠損像を認める(図9)。MRIでは同様の所見および、椎間板の変性は軽度であることが分かる(図10)。腰痛の軽減、増悪を繰り返しながら野球を行ってい



図8 症例2 MRI



図9 症例3 18歳男、野球、シュモール結節と辺縁不整像



図10 症例3 MRI. 多発性のシュモール結節がみられる

たが、卒業とともにあきらめ、現在も疼痛時はコルセットを着用している。

考 察

椎体終板は約1mmの厚さの軟骨層で周囲を椎体骨端輪に囲まれている²⁾。成長期では骨化しきっていない椎体骨端輪が存在することが特徴である。椎体骨端輪は直接椎体の成長には貢献しないが、X線上骨端輪と椎体との癒合の状態を観察することにより椎体の成長の度合を知ることができる。X線学的には13歳頃に椎体骨端輪の2次骨化開始が見られ、17歳頃に椎体との骨癒合像が見られる¹³⁾。組織学的には24歳頃に骨癒合が完成するといわれている。終板は圧迫負荷を受けた際に最も弱い椎間板の構成要素であり、17歳頃までの成長期における over load は終板障害を生じさせやすいことが想像される⁹⁾。

椎体終板障害であるシュモール結節や辺縁分離はヘルニアや分離症に比べ、疼痛の発生機序が説明しにくいこと、他覚的所見に乏しいことなどにより見過ごされることの多い病態であるが、腰痛を繰り返す例も多い。表1に示されたごとく終板障害はスポーツ群において高い頻度で認められ、

成長期における運動・腰痛と関係が深いといえる。

シュモール結節は15歳以上のより高齢に見られ、障害高位では比較的上位腰椎で多椎体に認められた。これはシュモール結節が長期間繰り返しかかる vertical load により生じることを想像させる。これに対し、辺縁分離は受傷状況がはっきりしている場合が多く、腰椎前屈状態で大きな vertical load が加わるという形で生ずると思われる。しかし1回の外力で分離を生ずるのではなく、やはり over load による繰り返し加わる外力が誘因となっているのであろう。multiple の椎間板障害を Stanish らはショイエルマン様病変として、馬術・水上スキーのような vertical load の繰り返し負荷がかかるスポーツに生ずるとしている¹⁴⁾。水泳でも腰椎下部に反復性に負荷の加わるバタフライ選手に脊椎分離や椎間板の変性をきたすことが多いと報告されている⁷⁾。しかし今回は野球・バレーボール・バスケットボール・柔道に多発性シュモール結節を認め、必ずしも vertical load のみが発症機転の主要因とは考えにくかった。vertical load の関与が大きいことは確かだが、屈曲、回旋をともなう複雑な外力が繰り返し脊椎に作用し、終板障害を招来するのであろう。また野球選手に高頻度に認められたことは、少年野球といった形

で10歳前の少年期に本格的なトレーニングを開始する背景もあると思われる。

治療はコルセットやスポーツの禁止といった形をとることが多いが、成長期であること、活発に選手活動を行っていることなどにより、全症例に同じように治療を行うことは困難である。また若年者のスポーツ障害として既に認識されている椎間板ヘルニアや脊椎分離症等の病態は見逃してはならないものであり、これらに対する治療を優先することも多い。保存的治療に抵抗する場合は椎体固定術等の手術的治療が考慮される場合もある²⁾。村瀬らはX線像より病期を3期に分類し、早期ほど修復は早く、遺残変形は少ないとしている⁶⁾。単純X線と同時にMRIを行うことにより、見逃されていた終板障害が容易に明らかになる場合もあり、椎間板の椎体への侵襲等も同時に観察できる⁹⁾。また終板障害によって引き起こされる椎間板の変性を早期にとらえられる点でも有利であり、MRI像の経時的変化を観察していく必要がある。MRIは非侵襲性かつ外来で行える検査であり、椎体終板障害が多くみられるスポーツ選手には有用性の高いものである。成長期においては

個々に適した運動量を決定することは難しいが、椎体終板の変化を早期にとらえ、画一的なトレーニングをするのではなく、各個人にあったover loadにならないトレーニング量・方法が予防面で考慮されなければならない。

まとめ

成長期における腰部障害、特に椎体終板障害の種目、年齢および高位について検討した。

スポーツ群は非スポーツ群に比し、高頻度に椎体終板障害が見られた。椎体終板障害だけが腰痛の原因となることは比較的少ないが、この障害を把握することにより将来的な椎間板の変性、腰痛の発生の可能性を知り、これを予防すべきであろう。

MRIは非侵襲性かつ外来で行え、多くの情報が得られ、スポーツ選手の椎体終板障害を把握するうえで有用と思われる。成長期におけるトレーニング、特に腰椎のover loadには十分慎重でなければならない。

参考文献

- 1) Bick, E.M. : The ring apophysis of the human vertebra. J. Bone Joint Surg. 33- A : 783-787, 1951
- 2) Eyring, E.J. : The biochemistry and physiology of the intervertebral disk. Clin. Orthop. 67 : 16-28, 1969
- 3) 岩原寅猪、土方貞久「いわゆるKantenabtrennungとシュモール軟骨結節」臨整外1 : 556-568, 1966
- 4) J.Horne, et al : Spinal column damage from water ski jumping. Skeltal radiol. 16 : 612-616, 1987
- 5) 松本学「腰椎の発育についてのX線学的ならびに組織学的検討」日整会誌62 : 331-343, 1988
- 6) 村瀬正昭、井形高明「スポーツによる成長期腰椎椎体終板の障害」臨床スポーツ医学7 : 187-190, 1990
- 7) 武藤芳照ら「水泳におけるスポーツ障害」整形外科30 : 703-710, 1979
- 8) Paaajanen, H. et al : Magnetic resonance study of disc degeneration in young low-back pain patients. Spine. 14 : 982-985, 1989
- 9) Rolander, S.D., Blair, W.E. : Deformation and fracture of the lumbar vertebral and plate. Orthop. Clin. North. Am. 6 : 75-81, 1975
- 10) Stanish, W. : Low back pain in athletes ; An overuse syndrome. Clinics in Sports Med. 6 : 321-344, 1987

筋肉運動負荷時の 皮膚(皮下組織)の水の構造

梅原 利宏 (東海大学大学院博士課程) 三浦 信廣 (東海大学理学部4年)

榎田 昌希 (東海大学大学院修士課程) 真下 悟 (理学部教授)

古谷 嘉邦 (体育学部教授)

筋肉に運動負荷をかけた状態で誘電緩和スペクトル測定を、TDR法を用いて $10^5 \sim 10^{10}$ Hzの周波数範囲で行った。その結果、観測される緩和スペクトルは4つの緩和過程から成ることが分かった。高周波数側から順に自由水、生体物質に強く束縛されている結合水によるものが観測され、最も低周波数側には生体中のイオンによる緩和が観測された。運動量の増加にともない結合水の量は増加し、運動限界までにピークをつくる。これはエネルギーサイクルの作用にともない生成される水が皮下組織中で組織と結合するために、結合水の増加となって現れるためである。イオンの緩和も結合水と同様な振る舞いを示し、無酸素系のエネルギーサイクルによって発生する乳酸量の増加により、筋組織のpH値の低下によって起こる、細胞外Kイオン量の増加によるものである。今回の測定の結果生体中のイオンや結合水の様子から、運動負荷をかけたときの生体内の変化をTDR法を用いて観測できることが分かった。

1. はじめに

生体組織には多くの水が含まれている。その一部は生体組織に強い束縛を受けており、普段我々が飲んでいる水(自由水)とは様子が異なった結

合水と呼ばれる状態になっている。マイクロ波先端技術の進歩はめざましいものがあり、現在では20GHzまでの誘電率の測定が容易に行われるようになってきた。近年Mashimoらによる生体高分子のTDR測定によってこの結合水の状態が明らかになってきた^{1)~3)}。水分子はその構造上極めて大きな電気双極子を持っている。このためこの電気双極子をプローブとするTDR法などの誘電緩和測定では、結合水や生体中の電気双極子を持つ物質の分子ダイナミクスを直接観測することができる。

一般に生体内では数種類の水の構造が存在することが予想されている。代表的な生体高分子であるDNAでは二種類の水の構造が観測されている³⁾⁴⁾。一つは普段我々が飲んでいる水(自由水)と同じ構造を持つものであり、もう一つはDNAの表面を取り囲むようにDNAと水素結合によって結合している結合水である。この結合水の量はDNAの構造に強く依存し、DNAのヘリックス→コイル転移やB型→Z型→A型などのDNAの構造変化によって、その量も変化することが確かめられ、DNAの構造安定化に結合水が大きな役割を果たしていることが分かってきた³⁾⁵⁾。タンパク質においては、これら2種類の水のほかに、タンパク質自身の回転、酵素類ではその活性部位の側

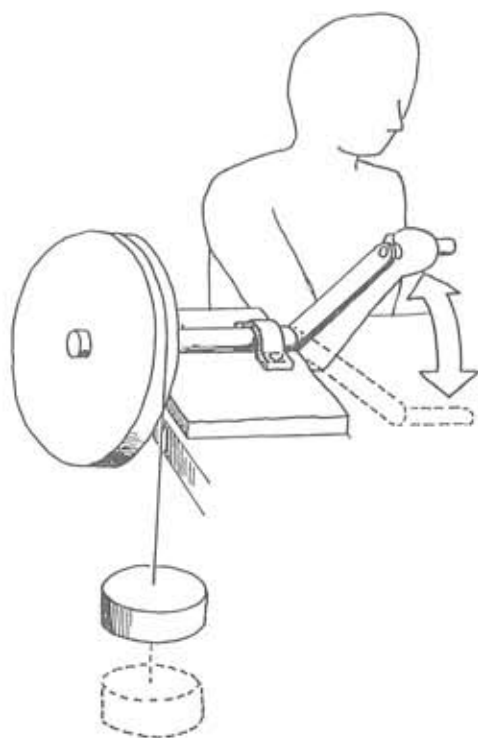


図1 エルゴメータによる筋肉への運動負荷

鎖部分の運動と思われるものも観測されている。また、TDR法を用いた脳浮腫に関する研究では、脳浮腫の発生原因として細胞外に存在するNaイオンが浸透圧によって細胞内へ移動する際、その水和水として水分子が脳細胞内に入り込むために脳浮腫が起こることが分かってきた。

生物が運動する際、筋肉の収縮・弛緩のエネルギー源としてATPが用いられる。このATPのエネルギーサイクルには大きく分けてATP-PCr系、無酸素(解糖)系、有酸素系の3つからなり、この3つの系がその運動の状態や量によって独立にはなく連続的に作用して、運動に必要なエネルギーを供給する。このエネルギーサイクルの副産物として乳酸(解糖系)、二酸化炭素、水が生成される。この乳酸量の増加にともない筋組織が酸

性に傾くために、ATPの生成とATPの利用系に影響を及ぼし、筋収縮の低下、すなわち筋疲労につながる。このとき細胞外のKイオンの増加をともなう⁵⁰⁾。このエネルギーサイクルにおいて発生する水は、生体組織から見ると不必要なものであり、生体外への排出が行われる。

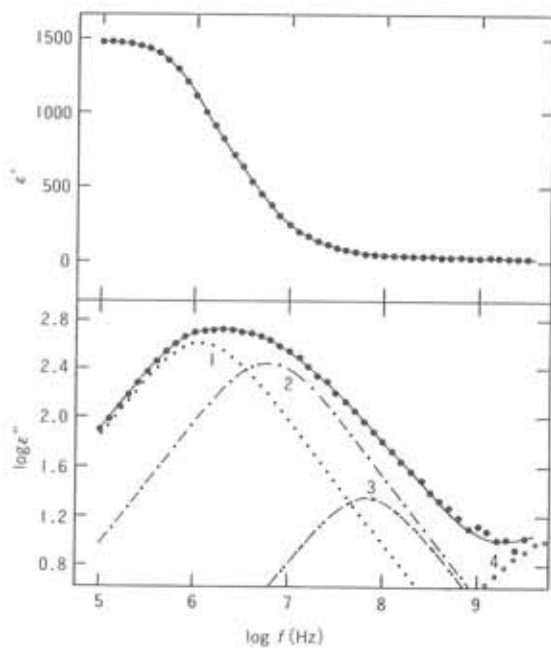
本研究では、筋肉に運動負荷をかけ、ATPエネルギーサイクルによって発生する水や、細胞外のイオンの状態を調べることで、運動選手の運動能力とそのときの筋肉の様子を調べることを目的としている。現在行われているこの種の測定は、血液中の乳酸量やpH値などの測定により行われている。この種の測定法では生体に傷をつけるうえ、測定結果を得るのに多くの時間を要する。本研究で測定に用いたTDR法では、生体に傷をつけることなくリアルタイムで短時間に測定できる。今回は筋肉の運動能力とその回復の状態を生体中の水とイオンの状態から議論する。

2. 測定法

2-1. TDR 測定法

TDR法については既に幾つかの論文で報告を行っている⁷⁾⁻¹⁰⁾。一般に物質に電磁波を当てると、その反射波の反射係数には誘電率の情報を含んでいる。入射波として立ち上がり時間の速いステップパルスを用い、その反射波を時間領域で観測し、フーリエ変換を行い、周波数領域での誘電情報を得るのがTDR(Time Domain Reflectometry)法である。今回の測定で使用した電極は、先端部分がフラットな電極であり、測定対象物を傷つけることなく $10^8 \sim 10^{10}$ Hzの広い周波数範囲の誘電スペクトル測定を10秒程度で精度よく行うことができる。このため今回の測定のように、筋肉に運動負荷をかけた後、筋肉の回復に必要な時間を与えることなく測定を行わなければならない場合に適している。

今回使用した測定装置はHP社のデジタイジングオシロスコープ(HP 54120 B)である。これは内蔵されているステップリカバリーダイオ



図中の数字はそれぞれの緩和過程を示す

図2 ヒト皮膚（皮下組織）の誘電緩和スペクトル

ードにより、立ち上がり時間約30psのステップパルスをはばDCに至るまでフラットに得ることができる。そのため、今回のような低い周波数領域までの測定に適している。

2-2. 被検筋および運動負荷について

被検筋は上腕二頭筋とした。あらかじめ各被検者の最大腕屈曲力を、肘角度90°として、アイソメトリックの状態にて測定した。

測定にはロードセルを用い、ペン書きオシログラフに記録した。

測定された各被検者の最大筋力の1/3の重さを運動負荷とし、図1に示すような腕エルゴメーターを用いて、1回/秒のリズムで腕の屈曲運動を20回行わせた後、ただちにTDR法による誘電緩和測定を行った。測定には10秒程度の時間を要した。

以上の運動を1ラウンドとし、被検者が運動続行不可能になるまで測定を行った。

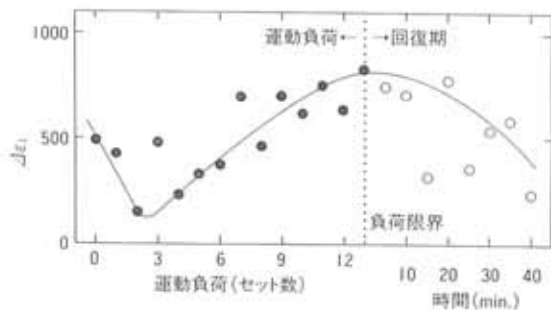


図3 運動負荷による第1緩和の緩和強度 ($\Delta\epsilon_1$) の変化

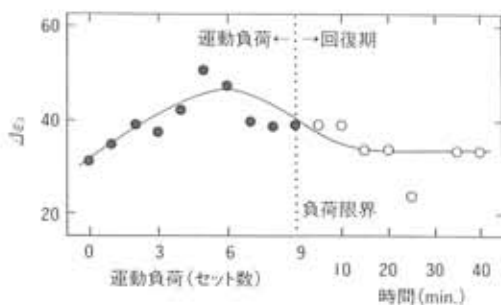


図4 運動負荷による第3緩和の緩和強度 ($\Delta\epsilon_3$) の変化

3. 測定結果

今回観測された誘電緩和スペクトルを図2に示す。その結果、観測されたスペクトルは4つの緩和過程の和として

$$\epsilon^* = \epsilon_\infty + \sum_{i=1}^4 \frac{\Delta\epsilon_i}{1 + i\omega\tau_i} \quad (1)$$

で示される。ここで ϵ_∞ は周波数の十分高いところで観測される誘電率、 $\Delta\epsilon_i$ および τ_i は観測される i 番目の緩和強度および緩和時間を示す。最も低周波数側に観測される緩和過程からそれぞれ第1、2、3および第4緩和とする。今回6人の被検者に対して行った運動負荷の測定では、観測される4つの緩和の緩和時間は、第1緩和から順に200ns、25ns、2.5ns、22psであり、その値には個人差は見られない。

第1緩和の運動負荷とその回復過程における、緩和強度の経時変化の代表例を図3に示す。緩和

強度の値は個人差が認められるが、その振る舞いにはよい再現性がある。緩和強度の値は運動開始直後に減少し、運動負荷の限界までは増加傾向を示す。負荷の限界を越すとその値は減少する。この第1緩和の振る舞いは、生体中のイオンの数と相関のある直流電気伝導 (DC) 分の変化と一致している。これは観測されている第1緩和が生体組織中のイオンによるものであることを示している。

第3緩和の緩和強度の振る舞いを図4に示す。第1緩和と異なり多少の個人差はあるが、その値は30~70で一致している。運動負荷をかけるとその値は増加してゆき、運動負荷の限界までにピークをつくる。その後緩和強度の値は徐々に減少してゆき、運動終了後約30分ほどで運動負荷をかける直前の値まで回復してゆく。

最も高周波数側に観測される第4緩和の緩和強度には個人差はなく、緩和強度の値は20~30で一致する。この第4緩和では運動負荷をかけている過程、その回復過程においても、その値には変化がなく一定の値を示す。

4. 運動負荷と誘電スペクトル

観測される高周波数側の第4、第3緩和 (22ps, 2.5ns) は、Mashimo らによってDNA、タンパク質水溶液、加湿コラーゲン、ヒトの皮膚、食品など水分を含むすべての生体物質において特徴的に観測されている¹¹⁻¹⁴⁾。最も高周波数側の第4緩和はその緩和時間の値から生体組織内に含まれる自由水 (普段我々が飲んでいる水と同じ構造を持つ水) によるものである。また、第3緩和は今までの生体高分子の測定結果から、生体構成物質に水素結合によって結合している結合水によるものであると考えられる。結合水のとり構造は結合する生体構成物質により異なるが、その運動の速さは自由水とくらべて約100倍程度遅いものである。

今回の測定では第4緩和の振る舞いは、運動負荷をかけている状態、その回復過程においても、その変化は見られない。運動に必要なエネルギーを

ATPのエネルギーサイクルによって得る際に、必ず水が生成されるため自由水の増加が予想されていた。今回の測定に使用した電極は、皮膚表面から約3mm程度の深さまでの誘電情報を得ることができる。しかし、この深さの情報は一般的なヒトの皮下組織の情報であり、今回測定している部位が筋肉自体ではなく、皮下組織の情報から間接的に筋肉組織の様子を見ていることになる。

ATPのエネルギーサイクルによってつくられる水は、生体組織にとっては不必要な水であり、組織外へ排出される。第4緩和の自由水に変化が見られず、結合水による第3緩和が運動負荷をかけた直後からその緩和強度の値が増加し、運動限界までにピークをつくり、その後減少する。これは、測定部位が筋肉自体でなく皮膚の皮下組織であるため、筋肉組織で排出された水分子が皮下組織の脂質等の組織に結合するために、結合水の増加として観測されているためである。

運動量の増加にともない結合水の増加が見られる。これは、運動に必要なエネルギーを得るために、ATPのエネルギーサイクルを盛んに使っているので、筋肉組織から排出される水の量が増加するためである。また、結合水の量は運動限界までにピークをつくるのは、ATPのエネルギーサイクルで生成される水の量の限界を示しており、ATPエネルギーサイクルでつくられるエネルギー量の限界を間接的に示している。

生体中ではNa、K、Caなど数多くのイオンがそれぞれの役割を果たし、生体機能を維持している。なかでもCaイオンはエネルギーサイクル中のATPase活性や筋肉の収縮・弛緩などの運動調節機能に大きな影響を及ぼすことが知られている¹⁵⁾。イオンによる第1緩和は、運動開始直後に減少し、その後運動限界までその緩和強度の値は増加する。運動開始直後の緩和強度の減少は、休止状態にあった筋肉を興奮状態にし、運動に必要なエネルギーを直ちに供給するために、ATP-PCr系のような筋肉組織内の急激な変化によるものと考えられる。

運動量の増加にともない、第1緩和の緩和強度

は増加する。この時筋肉の運動調節のために、休止状態では筋小胞体に取り込まれていたCaイオンがしだいに放出される⁹⁾。無酸素(解糖)系のエネルギーサイクルの副産物として生成される乳酸量の増加によって筋組織のpH値が酸性に傾き、ATPの生成、そのATPを消費する筋収縮関連機能の低下、細胞外Kイオンが増加する⁹⁾。運動限界までの緩和強度の増加は運動機能の調節のために筋小胞体から出されるCaイオンや無酸素系のエネルギーサイクルが働くために生まれるKイオンの増加によるためである。

運動限界を越えると第1緩和の緩和強度は減少に転じる。運動能力の低下は、筋組織のpH値の低下により、筋小胞体が放出していたCaイオンが再び取り込まれることや、ATPase活性およびアクトミオシン活性の低下によるためである⁹⁾。したがってこの緩和強度の減少は筋小胞体が放出していたCaイオンの低下や、運動終了後無酸素系のエネルギーサイクルの活動の停止にともなう細胞外のKイオン濃度の低下によるものである。

今回の測定では、測定部位が筋肉自体ではないために、運動負荷によって自由水の量に変化が見られなかった。しかし生体中のイオンや結合水の振る舞いから運動負荷をかけたときの、生体内の変化を見ることができると示された。また精神的な面の強かった運動負荷の限界も、この測定法を用いることによって知ることができる。

参考文献

- 1) S. Mashimo, S. Kuwabara, S. Yagihara & K. Higasi, *J. Phys. Chem.*, 91(1987), 6337
- 2) N. Shinyashiki, N. Asaka, S. Mashimo, S. Yagihara & N. Sasaki, *Biopolymers*, 29(1990), 1185
- 3) S. Mashimo, T. Umehara, S. Kuwabara & S. Yagihara, *J. Phys. Chem.*, 93(1989), 4963
- 4) T. Umehara, S. Kuwabara, S. Mashimo & S. Yagihara, *Biopolymers*, 30(1990), 649
- 5) 湯川秀樹、大沢文夫、寺本英「生命の物理」岩波書店、1972、67-85
- 6) 吉田敬義「呼吸」9(1990)、837
- 7) R. H. Cole, S. Mashimo & P. J. Winsor, *W. J. Phys. Chem.*, 84(1980), 786
- 8) J. G. Berberian & R. H. Cole, *J. Phys. Chem.*, 84(1986), 6921
- 9) K. Imamatsu, R. Nozaki, S. Yagihara, S. Mashimo & M. Hashimoto, *J. Phys. Chem.*, 84(1986), 6511
- 10) S. Mashimo, T. Umehara, T. Ota, S. Kuwabara, N. Shinyashiki & S. Yagihara, *J. Mol. Liq.*, 36(1987), 135

鉄棒運動における 「け上がり」の筋電図学的研究

小河原 慶太

(東海大学大学院体育学研究科)

古谷 嘉邦

(東海大学体育学部教授)

Electromyographic Study During The Kip Movements On The Horizontal Bar

Yoshikuni FURUYA and Keita OGAWARA

Abstract

The purpose of this study was to investigate about the differences of the electromyographic (EMG) activities in trained and untrained male subjects during the kip movements on the horizontal bar.

The EMGs were picked up with bipolar surface electrodes from dominant superficial muscles in m. pectoralis major, m. teres major, m. latissimus dorsi and m. biceps brachii.

The movements were recorded by a check polaphy.

1. The discharge of the muscles on the anterior aspect of forearm in trained subjects began to appear before than the discharge of m. pectoralis major and m. teres major during the forward swing. On the other hand, the discharge of m. pectoralis major and m. teres major in untrained subjects began to appear in earlier stage than those in trained subjects. Furthermore, the discharge of both m. biceps brachii and m. latissimus dorsi which did not appear in trained subjects was seen in untrained subjects.

2. The remarkable discharge of m. pectoralis major, m. teres major, m. latissimus dorsi and m. biceps brachii in trained subjects was seen during the stage of decreasing angle of shoulder joint which is one of the most important motion for the kip movements. On the other hand, the discharge of m. pectoralis major, m. teres major and m. latissimus dorsi in untrained subjects was not so remarkable as the discharge of m. biceps brachii.

I 目的

スポーツ運動の個人技術を指導する場合、多くはその運動経過（フォーム）を見て指導している

のが現状である。鉄棒運動の「け上がり」を指導する場合も同様で、一般には運動経過、すなわちフォームを中心に指導が行われている。このことについて岸野ら⁹⁾は、「従来、特にこの「け上がり」において最も強く姿勢中心の指導が行われてきた

ようである」と述べている。しかし、その運動経過は筋肉の活動の結果として現れたものであり、筋肉の活動状態は外部からは見ることはできない。初心者や未熟練者が指導者の指示に従って努力しても、実際には不必要な筋を活動させ、不成功に終わるばかりか、その技術を妨げる動作さえ行っている場合もある。

猪飼¹⁾は、「巧みさ」の内部機構である調整能力の要素として grading, spacing, timing をあげている。すなわち、運動を上手に行うためには、いつ、どこの筋を、どの程度活動させるかということが最も重要なのである。

また河野²⁾は、運動技術の外面的観察とともに、その運動が成り立つための要因を解明するべく、筋電図を主とした運動の内的観察の必要性を述べている。

このように、外見上のフォームだけではなく、運動経過にともなう筋群の活動を解明することは技術の習得や指導をより容易にするものと思われる。

鉄棒運動に関する筋電図的研究としては、山下³⁾らの順手車輪の研究や辻野⁴⁾の腕立て前方回転の研究、吉澤⁵⁾の動作・筋電図から見た低鉄棒の「さか上がり」の習熟過程に関する研究などがあげられるが、「け上がり」についての筋電図的研究は、岡本⁶⁾による報告しか見当たらない。

そこで本研究では、学校体育で広く行われている鉄棒運動の「け上がり」を取り上げ、その運動経過とそれともなう筋電図を同調させて分析することによって、指導の一助にしようとするものである。

II 方法

1. 被検者

被検者は、年齢19～21歳の大学生で、鉄棒運動の「け上がり」演技の習熟段階の異なった被検者を6名選定した。そのうち、インターカレッジ部の大学体操競技部員2名を熟練者、「け上がり」で上がることはできるが完全には習得していない

者3名を未熟練者として実験を行った。また、鉄棒の棒上にまったく上がれない者1名を初心者として比較の参考とした。

2. 被検動作と筋電図

本実験では、公式競技用の高鉄棒（高さ：マットの上面から2.25m）を使用し、一般的な「け上がり」（特に反動を使わず、振り上げ型でもない「け上がり」）を行わせた。

筋電図は、上肢および上肢帯の筋群から前腕の屈筋、上腕二頭筋長頭、上腕三頭筋長頭、大胸筋腹部、広背筋、大円筋の6筋を表面電極法で導出し、ペン書きオシログラフに記録した。感度は、3mm/500 μ Vであり、ペーパー速度は100mm/secであった。

3. 運動経過と筋電図の同時記録

「け上がり」演技の運動経過を見るために、8コマの連続写真の撮影が可能なキング・メディカルチェックポラフィーを使用した。このカメラのシャッターの最大開口時に導出されるシグナルを筋電図と同一記録紙上に同時記録した。シャッターインターバルは0.2～0.3secであった。

III 結果と考察

1. 熟練者の特徴

熟練者の運動経過は図1のフォーム①～⑧に示すように、姿勢欠点もなく、ほぼ完全に熟練された演技であった。

筋電図を見ると、フォーム①～③、すなわち前振りの局面においては前腕部の屈筋群の放電が見られた。また、大胸筋と大円筋はその後半から④において放電が見られたが、他の筋には放電がほとんど見られなかった。これらは、前振りの局面においては鉄棒を握るのに必要な筋のみが放電し、他はリラックスして長懸垂（鎖骨が垂直に近い状態の懸垂）に近い状態で前振りが行われているように思われた。また、大胸筋と大円筋の放電は次に行われる脚の引きつけにともなう肩角度減少の

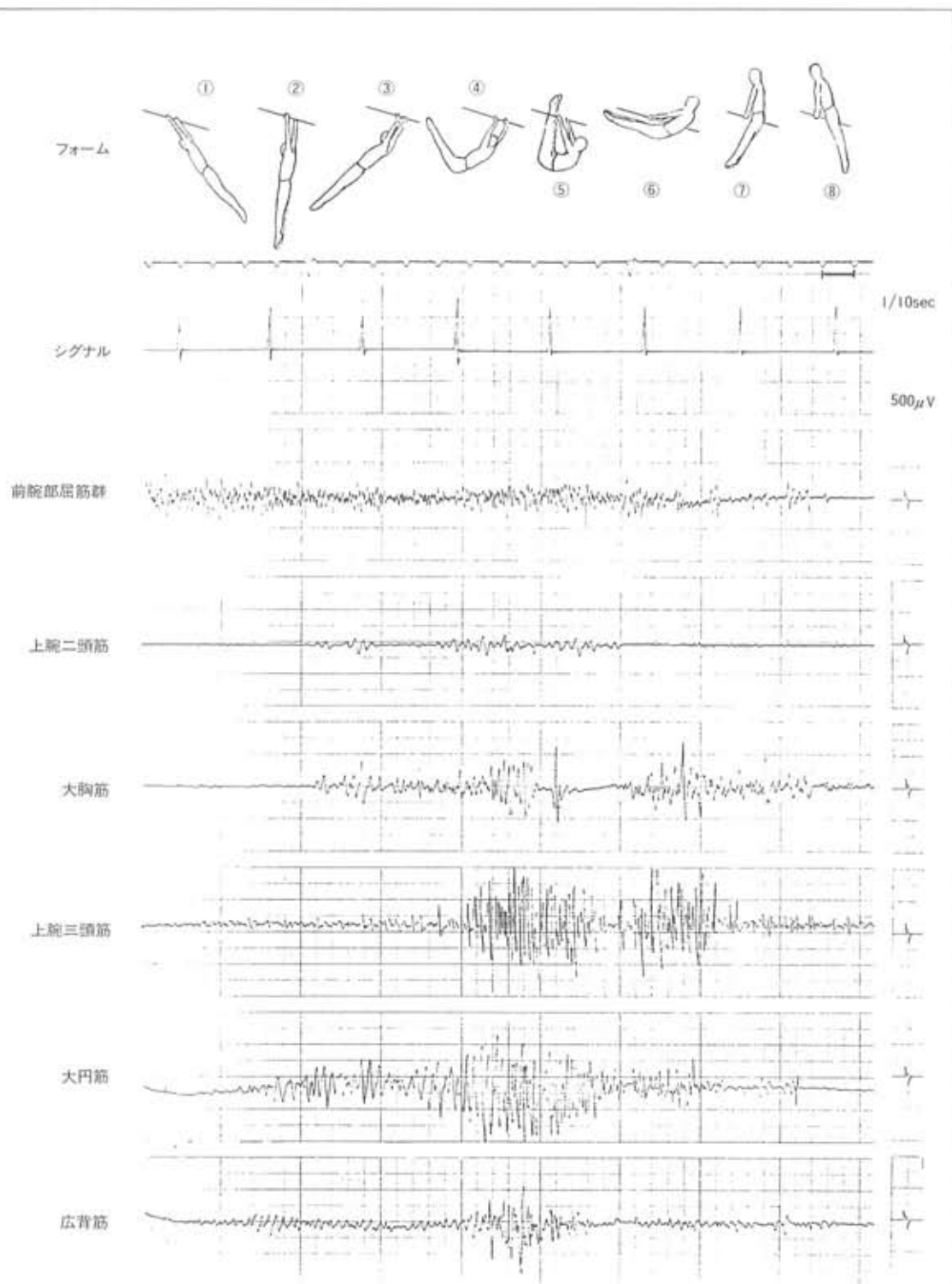


図1 熟練者の運動経過と筋電図
 Fig.1 Electromyogram for the skilled.

ための準備と考えられる。

フォーム③～④において前腕部の屈筋群の放電が減少しているが、これは、いわゆる「あふり」が完了した局面であり、手に加わる負荷が減少したためと思われる。

フォーム④～⑥の局面は「け上がり」において最も重要な局面と考えられる。この局面に必要な動作は、肩角度を減少させることであり、肩角度の減少なくしては「け上がり」は成立しない。すなわち、前振りの局面における、手を中心とした半径の長い回転運動から、腰部を中心とした半径の短い回転運動に移行する局面である。金子⁴⁹⁾は、この局面における肩角度減少の動作を「け上がり」の本質であり、最も大切なポイントと述べている。

熟練者はこの④～⑥の局面において、大胸筋、大円筋、広背筋から極めて顕著な放電が見られた。解剖学的に見て、これらの筋はすべて肩角度の減少（肩関節の伸展）を行うための主働筋であることを考えれば当然のことといえる。特に肩角度の減少期前半、すなわち、フォーム④～⑤において前述した主働筋に極めて顕著な放電が見られた。

この局面は、脚の引きつけから身体が後方に振れ戻ると同時に回転軸が手から腰部へ移動する時期であり、回転速度が急激に高まる局面である。したがって、身体が鉄棒から離されないように積極的に肩角度を減少させなければならない。その結果、大胸筋、大円筋、広背筋に大きな放電が見られたものと考えられる。この放電パターンは、習熟過程について述べた岡本の報告²⁰⁾とほぼ同じであった。

本研究では、下肢および股関節の運動に関する筋群の観察は行わなかったが、この局面について岡本²⁰⁾は、「股関節の伸展が適当な速度で、上腕を体側に引きつける筋群の活動とうまく同調することが最も大事な要因である。」と指摘している。

また、この局面において上腕三頭筋からの放電も顕著に認められたが、これは腕を延ばし（固定し）、肩角度の減少を容易にする補助的なものと考

えられる。一方、上腕二頭筋からの放電は、ほとんど認められなかった。この上腕二頭筋の放電パターンは、岡本の報告²⁰⁾と異なったが、これは岡本が使用した鉄棒が低鉄棒であったため、腕を十分に伸展させた状態の前振りを行うことができなかったからではないかと思われる。

フォーム⑥～⑧は、終末の局面であり、腕立て支持に必要な上腕三頭筋と大胸筋の放電以外は、ほとんど認められなかった。

以上のような熟練者の運動経過にともなう放電パターンの特徴をまとめると次のとおりであった。

前振りの局面において、鉄棒を握るのに必要な前腕部の屈筋群の放電が見られた。その後「あふり」が完了した局面で、手に加わる負荷が減少し、前腕部の屈筋群の放電が減少する。そして、「け上がり」の最も重要な動作である肩角度の減少の局面において、その主働筋である大胸筋、大円筋、広背筋から顕著な放電が見られた。また、この局面においては、上腕三頭筋からの放電も顕著であり、この放電は腕を十分に伸展させ肩角度減少の動作を容易にしているものと考えられる。

一方、上腕二頭筋の放電は、全局面を通じてほとんど見られず、肘角度減少（前腕の屈曲）による鉄棒の引きつけは行われていないことを示している。

終末の局面では、腕立て支持に必要な上腕三頭筋と大胸筋の放電以外は、ほとんど認められなかった。

2. 未熟練者の特徴

未熟練者の運動経過は図2のフォーム①～⑧に示すように、体が反ったり、膝が曲がるといった姿勢欠点が見られ、終末の局面では鉄棒によじ登るようにして上がる演技であった。この演技は熟練された演技とはいえないが、「け上がり」の成立に最低限必要な“棒上に上がる”という条件を満たした演技であった。

筋電図を見ると、フォーム①～③の前振りの局面では、その前半から熟練者と同様に前腕部の屈筋群の放電が見られた。

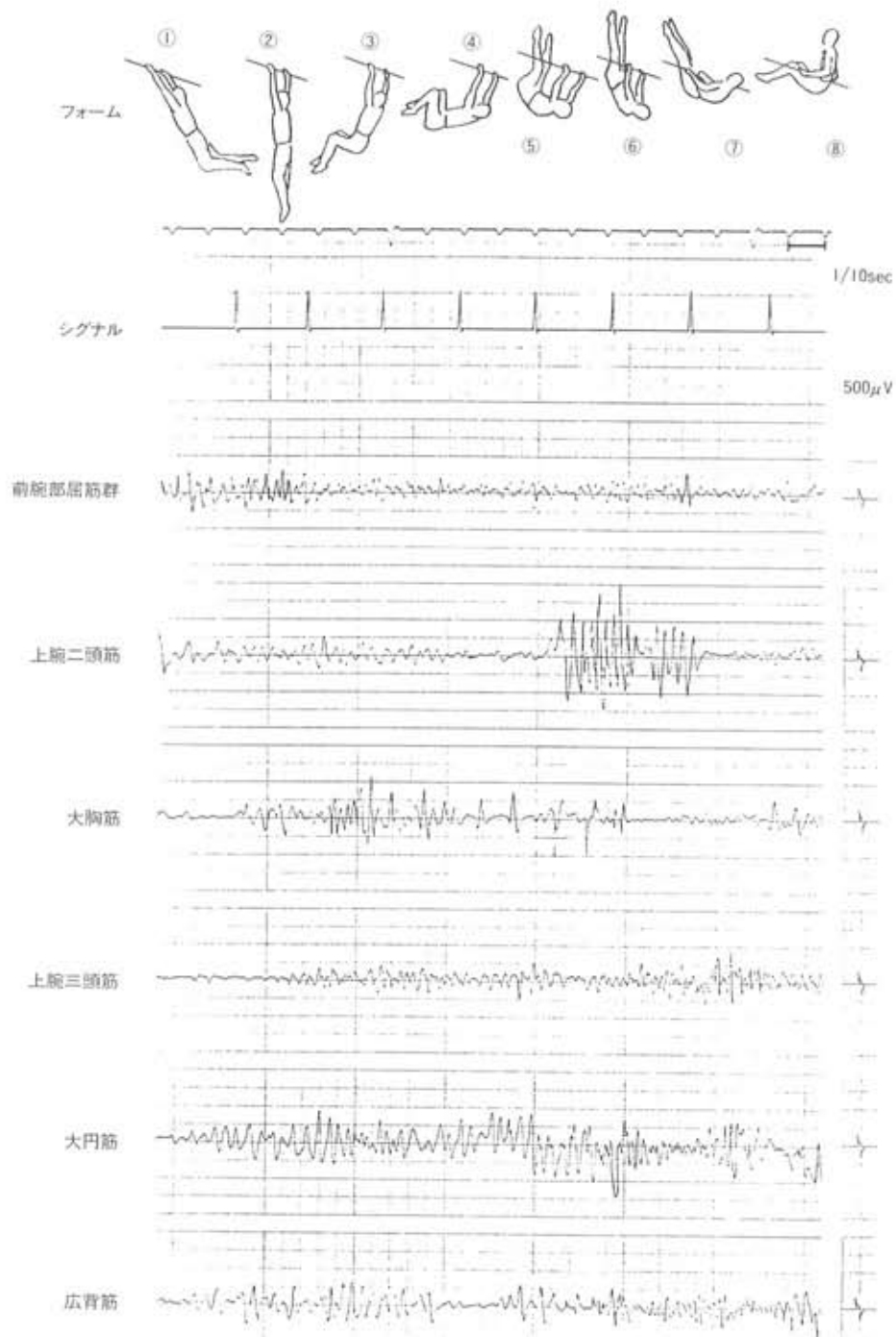


図2 未熟練者の運動経過と筋電図
Fig.2 Electromyogram for the unskilled.

大胸筋と大円筋の放電は、熟練者では前振り局面後半から見られたのに対し、未熟練者ではそれよりも早く、特に大胸筋ではフォーム①からすでに放電が始まっていた。また、この前振りの局面では、熟練者には見られなかった上腕二頭筋、広背筋の放電が認められた。

このように前振りの局面において、未熟練者では「上がりたい」という意識が強すぎるため、早い時期から熟練者には見られない上腕二頭筋、大胸筋、広背筋の放電が認められ、短懸垂（鎖骨が水平に近い状態の懸垂）の状態の前振りが行われているように思われた。また、フォーム③～④の局面においても、前振り局面に見られた筋の放電が引き続き認められた。

フォーム④～⑦の局面は、熟練者のフォーム④～⑥（図1）の局面に相当するものであり、「け上がり」において最も重要な局面である。熟練者は、この局面で肩角度減少の主働筋である大円筋、広背筋、大胸筋に顕著な放電が見られたが、未熟練者では、これらの筋にわずかな放電が見られただけであった。そして、この局面の後半、すなわちフォーム⑤～⑦において上腕二頭筋に極めて顕著な放電が見られた。この放電は熟練者には見られないものであり、未熟練者の最大の特徴といえる。このことは、未熟練者は肩角度の減少よりも、むしろ、肘角度の減少によって鉄棒を引きつけ、上に上がろうとしていることがうかがえた。

肘角度を減少させると肩部が鉄棒に近づき、腰部の鉄棒への接近を妨げる結果となる。一般に、ある物を引きつける際、肘関節を屈曲させることは日常的動作であるが、肘を伸ばし肩角度の減少によって引きつけることは、非日常的動作といえよう。そのため、初心者や未熟練者にとって、肩角度を減少させることは極めて難しい動作であり、この動作こそが「け上がり」の“できる”“できない”を決定する重要な要因であると考えられる。

また、熟練者では上腕三頭筋の放電も顕著に認められたが、未熟練者では、ほとんど放電が見られず、終末の局面に近い頃にわずかな放電が認められた。

フォーム⑦～⑧の終末の局面では、上腕三頭筋、大円筋、広背筋の放電が少なかった。これは、腕で体を支持するのではなく、フォーム⑦～⑧に見られるように腹部で身体を支持しているためと思われる。

以上のような未熟練者の運動経過にともなう放電パターンの特徴は、細部については多少の差異が認められたが、全体的には他の2名の未熟練者もほぼ同様の放電パターンを示していた。

未熟練者の特徴をまとめると、前振りの局面では、熟練者と同様に前腕部の屈筋群の放電が見られた。大胸筋と大円筋の放電は、熟練者の放電よりも早い時期に開始され、熟練者には見られなかった上腕二頭筋、広背筋の放電が認められた。すなわち、前振りの局面において「上がりたい」という意識が強すぎるため、早い時期からほとんどの筋の放電が認められ、短懸垂の状態の前振りが行われているようであった。

フォーム④～⑦の「け上がり」において最も重要な局面では、熟練者と異なり、肩角度減少の主働筋である大胸筋、大円筋、広背筋の放電は少なく、この局面の後半（フォーム⑤～⑦）に上腕二頭筋の極めて顕著な放電が見られた。すなわち、未熟練者は肩角度の減少よりも、むしろ、肘角度の減少によって鉄棒を引きつけ、上に上がろうとしていることがうかがえる。また、この局面では、上腕三頭筋の放電がほとんど見られず、終末の局面に近い頃にわずかな放電が認められただけであった。

3. 初心者の特徴

初心者の運動経過を図3のフォーム①～⑧に示した。この演技では、終末の局面においてまったく腕立て支持になることができなかったため、演技後半の運動経過にともなう筋の放電パターンを比較することはできなかった。したがって、ここでは演技前半の経過についてだけ、その特徴を見ることにした。

前振りの局面（フォーム①～④）では、上腕二頭筋の放電が顕著であった。また、この局面前半

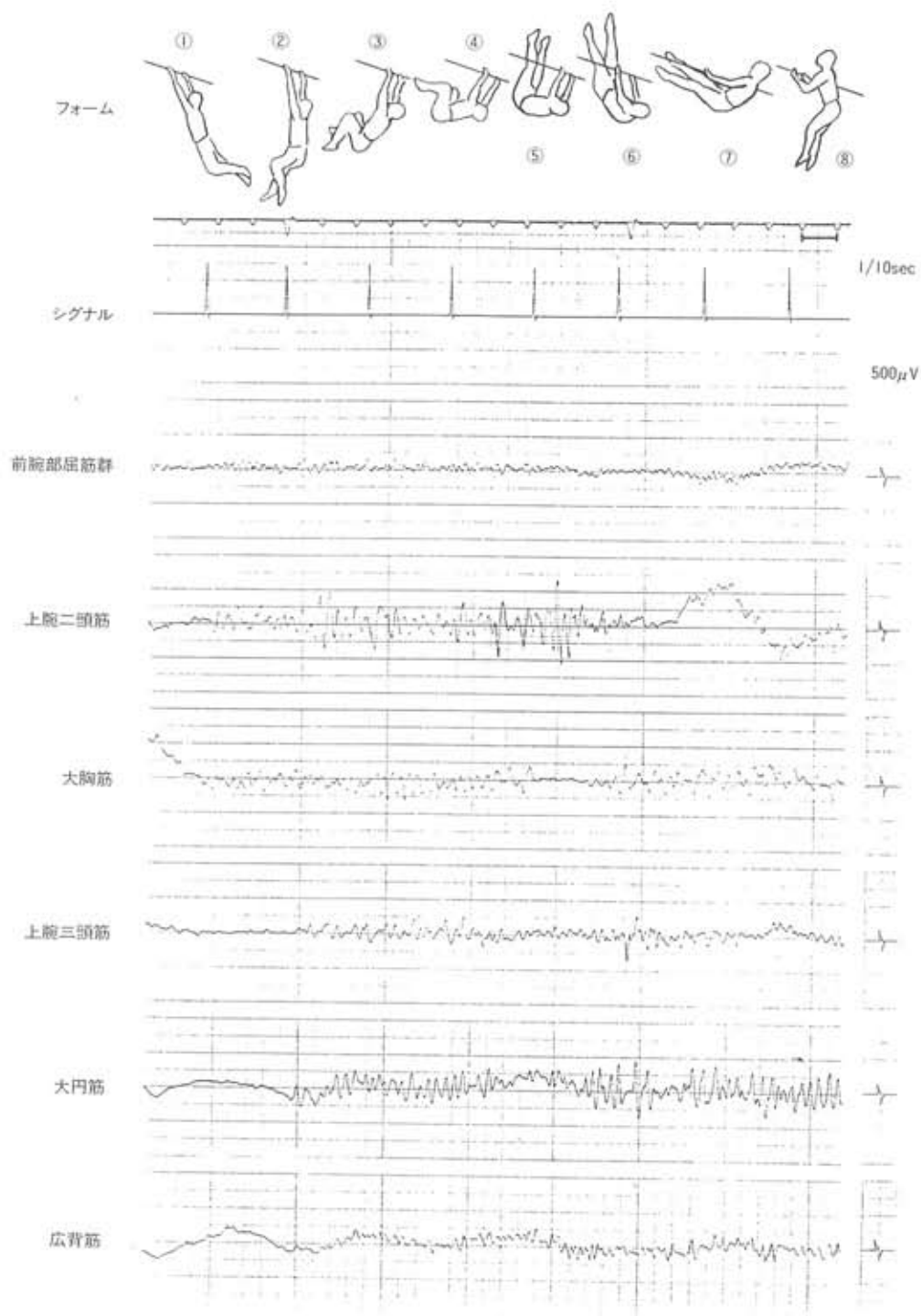


図3 初心者の運動経過と筋電図
Fig.3 Electromyogram for the beginner.

には大胸筋、大円筋、広背筋の放電はほとんど見られなかったが、その後、フォーム③～④の局面では、大胸筋、大円筋にも放電が認められるようになった。この③の局面において、すでに脚の引きつけの動作が始まっており、十分な前振りが行われていないことがうかがえた。

フォーム④～⑦の「け上がり」における重要な局面では、上腕二頭筋の放電がさらに大きくなり、肩角度減少の主働筋である大胸筋、大円筋、広背筋の放電は小さく、上腕三頭筋の放電はほとんど認められなかった。

以上のように、初心者では、演技前半において上腕二頭筋の放電が見られるだけで、他の筋の放電は極めて小さかった。すなわち、演技開始から「け上がり」を腕の屈曲による引きつけだけで行っており、その他の積極的な動作は行われていない。このことは、初心者がまだ「け上がり」の運動を理解しておらず、どのように身体を動かして良いか分からない状態であるためと思われる。したがって、初心者の指導にあたっては、まず「け上がり」の運動そのものを理解させると同時に、その運動にともなう必要な動作を補助的手段を用いて指導することが必要であるといえる。

IV 結論

本研究では、鉄棒運動における「け上がり」の習熟段階の異なる演技者について、運動経過と、それにともなう筋電図を同調させて分析を行い、次のような結果を得た。

1. 前振りの局面において、熟練者は鉄棒を握るのに必要な前腕部の屈筋群の放電が見られた。その放電にやや遅れて、次に行われる脚の引きつけにともなう肩角度減少のための準備として大胸筋と大円筋に放電が見られた。

一方、未熟練者は、大胸筋と大円筋の放電は、熟練者の放電よりも早い時期に開始され、熟練者には見られなかった上腕二頭筋、広背筋の放電が認められた。また、初心者のこの局面では、上腕二頭筋の放電が顕著であり、大胸筋、大円筋、広

背筋の放電はほとんど見られなかった。

2. 「け上がり」の最も重要な動作である肩角度の減少の局面において、熟練者では、その主働筋である大胸筋、大円筋、広背筋から顕著な放電が見られた。また、上腕三頭筋からの放電も顕著であった。それに対し、未熟練者は、大胸筋、大円筋、広背筋の放電は少なく、この局面の後半に上腕二頭筋に極めて顕著な放電が見られた。すなわち、未熟練者は肩角度の減少よりも、肘角度の減少(前腕の屈曲)によって鉄棒を引きつけ、上に上がろうとしていた。また、初心者のこの局面では、未熟練者と同様に上腕二頭筋の放電が顕著であり、肩角度減少の主働筋である大胸筋、大円筋、広背筋からの放電は少なかった。

3. 終末の局面において、熟練者では腕立て支持に必要な上腕三頭筋と大胸筋の放電が認められたが、未熟練者では上腕三頭筋のわずかな放電が見られただけであった。

参考・引用文献

- 1) 猪飼道夫「生理学から見た Coordination」猪飼道夫論文選集第1巻、杏林書店、1972、278-281
- 2) 岡本勉「蹴上りの習熟過程の筋電図的研究」山口医大産業医学研究所年報、12、：40-45、1964
- 3) 岡本勉ら「身体運動の分析的研究(その一)－蹴上り－」体育学研究、7(1)：199、1962
- 4) 金子明友「体操競技教本Ⅱ鉄棒編」平文社、1970、70-71
- 5) 金子明友「体操競技のコーチング」大修館書店、1974、493-494
- 6) 岸野雄三、金子明友「鉄棒運動のコーチ」大修館書店、1960、pp.49-57
- 7) 河野信弘「体操競技の筋電図による研究」体育学研究、8(1)：140、1969
- 8) 辻野昭ら「身体運動の分析的研究(その二)－腕立前方回転－」体育学研究、7(1)：200、1962
- 9) 山下謙智、高木公三郎、岡本勉「鉄棒運動における順手車輪の筋電図学的研究」体育学研究、15(2)：93-102、1971
- 10) 吉澤正尹「動作・筋電図からみた低鉄棒*さか上がり*の習熟過程」第8回日本バイオメカニクス学会大会論集、36-40、1986

体性神経—骨格筋接合部に関する研究(2)

岡 哲雄 扇谷 信幸

(医学部薬理学教室)

緒 言

体性神経—骨格筋接合部に作用する薬を研究する摘出標本として、最も広く用いられている、摘出ラット横隔膜神経—横隔膜標本を用い、神経に一定の大きさの刺激を、一定の頻度で与えた場合の薬の効果について、前回報告した¹⁾。今回は、刺激の頻度を変え、刺激頻度と薬の効果との関係について研究したので報告する。

実験方法

体重400g前後の雄性 Wistar ラットをエーテルで麻酔後、可及的長い横隔膜神経を横隔膜に付けた状態で体外に取り出し、Krebs液 (mM: NaCl, 118; KCl, 4.75; CaCl₂, 2.54; KH₂PO₄, 1.19; MgSO₄, 1.2; NaHCO₃, 3.25; glucose, 11; choline chloride, 0.02) がはいったシャーレに入れ、幅約3mmで長さ約15mmの横隔膜筋片を、横隔膜神経を付けた状態で作った (摘出ラット横

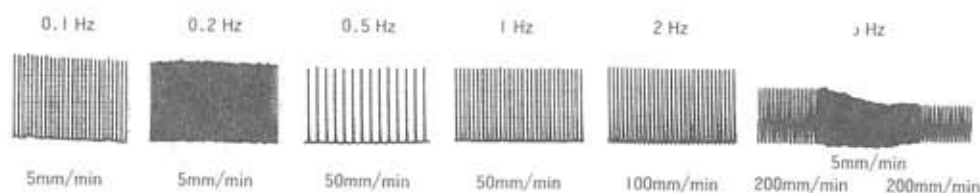


図1 刺激に応じて生じる筋収縮の大きさと刺激頻度との関係。筋収縮の記録の上に刺激頻度、下に記録紙の紙送り速度を記した。

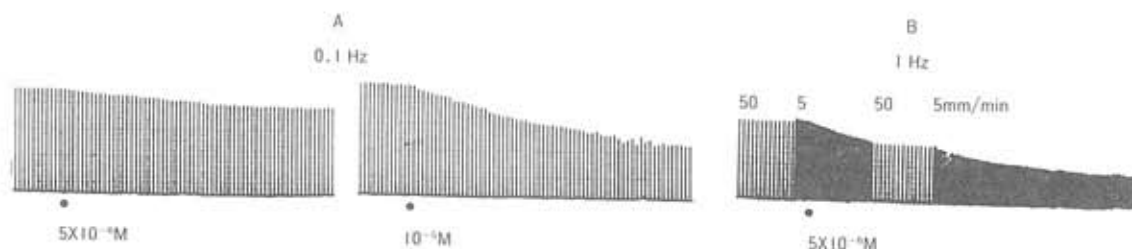


図2 パンクロニウムの筋収縮抑制効果と刺激頻度。刺激頻度は、Aでは0.1 Hz、Bでは1 Hz。筋収縮の記録の下に、パンクロニウムの Krebs 液中の濃度を記した。また、Bの記録の上には記録紙の紙送り速度を記した。

隔膜神経—横隔膜標本)。横隔膜神経を絹糸で2本の白金線に結んだ後、標本を37°Cの4 mlのKrebs液に入れ、混合気体(95%O₂, 5%CO₂)を送りながら実験を行った。なお、白金線を介して、次極大の大きさで、持続時間1 msecの矩形波刺激を、種々の頻度(0.1—20Hz)で神経に加えた。また、刺激に応じて生じる筋片の収縮の大きさは、FDトランスジューサーを介して、記録計に描記させた。なお、実験中、筋片には0.5 gの張力を与えた。また、薬液は、50 μ lのマイクロシリンジを用い、4~40 μ lの量で与えた。

実験結果

1. 刺激頻度と筋収縮の大きさの関係

与える薬により異なるが、薬の最大効果は、標本に投与後大体5~10分目に現われる場合が多い。したがって、その間に筋収縮の大きさが変化しない方が、薬の効力を判定しやすい。0.1、0.2、0.5、1および2 Hzでは、筋収縮の大きさは数分間一定で(図1)、薬の効果が判定しやすいと思われる。しかし、刺激頻度を5 Hzにすると、筋収縮の

大きさは、数分以内に経時的に小さくなった(図1)。そこで、薬の効果をみる実験では、0.1、0.2および1 Hzの頻度を用いることにした。

2. パンクロニウムの効果と刺激頻度

頻度0.1 Hzで神経を刺激した場合、刺激に応じて生じる筋収縮の大きさは、 5×10^{-6} Mのパンクロニウムで、約10%抑制された(図2 A)。また、 10^{-6} Mのパンクロニウムでは、約55%抑制された(図2 A)。

一方、頻度1 Hzでは、 5×10^{-6} Mのパンクロニウムで、約60%抑制された(図2 B)。すなわち、刺激頻度を0.1 Hzから1 Hzに10倍高めると、パンクロニウムの効果は、約2倍になることが明らかにされた。

3. アドレナリンの効果と刺激頻度

頻度0.1 Hzで神経を刺激した場合、刺激に応じて生じる収縮の大きさは、 10^{-6} Mのアドレナリン(エピネフリン)で、約21%増大した(図3 A)。しかし、頻度0.2 Hzでは、 10^{-6} Mのアドレナリンで、約5%しか増大しなかった(図3 B)。また、

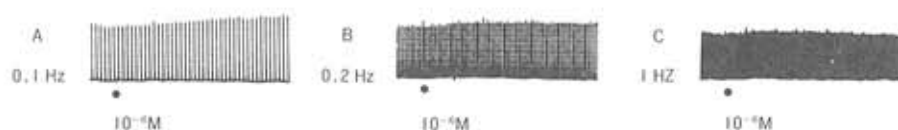


図3 アドレナリンの筋収縮増大効果と刺激頻度。刺激頻度は、Aでは0.1 Hz、Bでは0.2 Hz、Cでは1 Hz。筋収縮の記録の下に、アドレナリンのKrebs液中の濃度を記した。



図4 アンフェタミンの筋収縮増大効果と刺激頻度。刺激頻度は、Aでは0.1 Hz、Bでは1 Hz。筋収縮の記録の下に、アンフェタミンのKrebs液中の濃度を記した。

頻度 1 Hzでは、 10^{-6} Mのアドレナリンで、増大は認められなかった(図 3 C)。すなわち、バンクロニウムと異なり、アドレナリンの効果は、刺激頻度を高めることにより、小さくなることが示唆された。

4. アンフェタミンの効果と刺激頻度

頻度 0.1 Hzで神経を刺激した場合、刺激に応じて生じる収縮の大きさは、 10^{-5} Mのアンフェタミンで、約 13%増大した(図 4 A)。しかし、頻度 1 Hzでは、 10^{-5} Mのアンフェタミンで、増大は認められなかった(図 4 B)。すなわち、アドレナリンと同様に、アンフェタミンの効果は、刺激頻度を高めることにより、小さくなることが示唆された。

考 察

この標本においては、電気刺激に応じて、体性神経の末端から、神経伝達物質のアセチルコリン(ACh)が放出され、放出された ACh は、受動拡散で約 500 Å と考えられているシナプス間隙を移動し、骨格筋の表面に存在するニコチン性 ACh 受容体(N ACh R)と結合し、骨格筋が収縮する。なお、N ACh R タンパク質には、ACh が特異的に結合する部位が存在するとともに、 Na^+ が細胞外から細胞内へ通るチャンネルが存在する。すなわち、ACh が N ACh R と結合すると、チャンネルが開き、 Na^+ が細胞の外から内へ入ってきて、骨格筋収縮の原因となる。

バンクロニウムは、N ACh R の ACh が結合する部位と同じ部位に結合し、ACh が N ACh R と結合するのを阻害することにより、筋収縮を抑制する。また、N ACh R は、体性神経の末端にも存在し、ここに ACh が結合すると、ACh の放出が促進されることが知られている。なお、N ACh R による ACh 放出促進作用は、刺激頻度が 1 Hz より高い時に生じるとの報告がある。このことは、少なくとも一部今回の実験結果と関係があると思われる。すなわち、頻度 0.1 Hz で刺激した場合は、神経末端の N ACh R は、まだ ACh 放出促進作用に

関与しないので、投与されたバンクロニウムは、骨格筋の N ACh R と結合した効果のみを現す。しかし、1 Hz で刺激した場合は、神経末端の N ACh R は、ACh 放出促進作用を現すので、投与されたバンクロニウムの効果は、神経末端と骨格筋の両方の N ACh R と結合した効果を現す。両方の効果は、ともに筋収縮の抑制に働くので、1 Hz では 0.1 Hz よりバンクロニウムの効果が大きくなると考えられる。しかし、刺激頻度によるバンクロニウムの効果の違いが、すべて神経末端の N ACh R の関与の有無だけで説明できるか否かは明らかでない。ただ、刺激頻度によりバンクロニウムの効果の大きさが異なることだけは事実である。

バンクロニウムと異なり、アドレナリンおよびアンフェタミンでは、刺激頻度を高めることにより、効果が減弱した。アドレナリンおよびアンフェタミンによる筋収縮増大作用は、神経末端に存在するアルファおよびベータアドレナリン受容体(α Ad R、 β Ad R)、ならびに骨格筋に存在する β Ad R などが関与すると考えられる。しかし、これらの受容体と、刺激頻度との関係は現在のところ明らかでない。なお、先回の実験では、アンフェタミンによる筋収縮増大効果は、0.1 Hz でも認められなかったことから、アンフェタミンでは、標本により筋収縮増大効果が観察できたり、できなかったりするものと思われる。

今回の実験結果から、体性神経-骨格筋接合部に作用する薬の効果を研究する場合には、用いる刺激頻度に留意することが大切であることが示された。通常の随意運動が行われる時は、5~50 Hz 程度の刺激頻度に相当するという報告があるので、薬の効果をみる場合、この点を十分に考慮に入れることが大切と思われる。

文献

- 1) 岡哲雄、扇谷信幸「体性神経-骨格筋接合部に關する研究」東海大学スポーツ医科学雑誌第 2 号、74-78、1990

柔道選手の肘障害について

戸松 泰介 中村 豊 岡 義範 今井 望

(東海大学整形外科)

はじめに

肘関節はスポーツ障害の好発する関節の一つである。野球やテニスなどの球技では手に負荷をかけ、これを加速、運動させるため肘への負担は大きく、これによって生ずる障害は野球肘、テニス肘のように病名にそのスポーツが冠せられるほど一般に知られている。実際、球技のみでなく格闘技である柔道においても肘関節障害は多く、その障害で得意技の変更や競技生命を脅かされることも少なくない。

柔道での肘関節障害の原因は競技特性から3種類ほどのタイプがみられる。柔道の技術は投げ技、固め技、当て技の一つから成り立っているが、このうちの投げ技動作に関しては相手を引き付け、担ぐ動作の際、肘関節には大きな負担となり、障害の好発する部位になっていると考えられる。次に固め技の中の関節技は肘関節のみに許された技であり、主に肘関節を過伸展させるもので、実際試合では限界を越えて伸展が強制されることも多く、一種の亜脱臼状態を生じ、関節障害を生ずる。最後は柔道の立ち技の得点が、投げられ、背中をつくことから生ずるため、これを防ごうとして意図的に手をついたり、ときには単に自己防御のためや肘・肩などを床にぶつけるなどの事故的な外傷によって、肘関節損傷が発生することも珍しくない。

柔道の練習は乱取り稽古が主体となるが、練習

には相手が必要であり、しかも互いに力と技をぶつけながら相手を倒したり、投げたり、抑えたりをくり返し、また打ち込み練習では同じ技を何度もくり返すために、当然 OVER USE の問題も生じてくる。現役を引退した指導者や学生時代以後も柔道が続けている選手に、肘関節の痛みや可動域制限を生じている場合もしばしばみられることである。このように柔道における肘関節の諸問題は競技のもつ特殊性からも見過ごせない問題であり、この問題を十分に認識し、その予防と治療管理に目を向けることは柔道技術の向上のみならず、長く柔道を行うためにも必要なことと考えられる。今回我々の行った調査結果を示しながら、柔道選手の肘関節のいくつかの障害要因について考えてみたい。

調査対象・方法および結果

調査対象は高校柔道部員239名と大学柔道部員81名の合計320名である。調査方法はアンケート調査、直接検診およびX線検査で、アンケート調査は320名全員に行い、直接検診およびX線検査は大学柔道部員の81名に対して行った。

アンケート結果による肘関節障害の発生率は、現在も肘関節の障害を持っている者は98名31%であり、過去の肘関節障害のなかで捻挫・脱臼・骨折等も含めると約63%の者は肘関節障害を経験したことになり、いずれの問題も経験年数の多い大学選手に多くの障害があり、経験年数が多ければ

表1 肘関節障害の発生率 (320名: 高校239名, 大学81名)

	現在の肘関節障害	過去の肘関節障害		
		捻挫	脱臼	骨折
高校	28% (64人)	8% (18人)	6% (12人)	9% (20人)
大学	42% (34人)	35% (28人)	22% (17人)	11% (9人)
合計	31% (98人)	14% (46人)	9% (29人)	9% (29人)

表3 過去の肘関節障害(大学生81名)

・肘関節捻挫	15名 (19%)
・肘関節脱臼	12名 (15%)
・肘関節部骨折	2名 (2%)

臨床所見(大学生81名)

・自覚痛	4名 (5%)
・運動時痛	16名 (20%)
屈曲時痛	4名
伸展時痛	5名
・圧痛	5名 (6%)
・可動域制限	10名 (12%)
屈曲制限	4名
伸展制限	8名

障害も多いという結果であった(表1)。

大学柔道選手81名に対する肘関節障害の内容に関する結果では、障害発生頻度は現在肘関節障害を持っていると答えた者は43名53%で半数以上であった。具体的な内容では疼痛が最も多く26名32%であった。次に可動域制限を訴える者が22名27%であり、このうち伸展制限が18名で屈曲制限が7名であった。肘関節の屈伸時に異常音を訴える者が8名10%であった。肘部の重圧感、しびれ、脱力などを訴えた者が、これにつづく頻度であった(表2)。

大学柔道選手の直接検診による所見では運動時痛が最も多く16名20%で、このうち伸展時痛5名、屈曲時痛4名であった。次に可動域測定で制限のみられる者が10名12%で、伸展制限を示す者が8名、屈曲制限を示す者は4名で、2名は屈曲伸展の両方に制限がみられた(表3)。この結果はアンケートが示す可動域制限よりも低率であるが、これは肘関節が過伸展を許す関節であるために軽度の変化では測定が困難である点や、両側の肘関節に制限がみられた場合には、左右比較ができない

表2 現在の肘関節障害(大学生81名)

障害あり: 43名(53%) 障害なし: 38名(47%)

障害内容	
・肘関節痛	26名 (32%)
・可動域制限	22名 (27%)
屈曲制限	7名
伸展制限	18名
・肘関節の異常音	8名 (10%)
・肘部重圧感	5名 (6%)
・肘部のしびれ	4名 (5%)
・肘部の脱力	3名 (4%)
・その他	8名 (10%)

表4 自覚症状を伴う者の得意技(42名)

・背負投	18名 (43%)
・内股	11名 (26%)
・大外刈	11名 (26%)
・払腰	4名 (10%)
・体落	3名 (7%)
・大内刈	2名 (5%)
・小内刈	1名 (2%)
・支釣込足	1名 (2%)

ために所見としてとらえにくい点などが考えられた。

X線所見では、大学柔道選手の所見として最も多くみられたのは骨棘形成(鈎状突起部あるいは肘頭部の尖鋭化も含む)であり、部位別には鈎状突起部が46名56%、肘頭部が45名56%、肘頭窩部11名13%、鈎状突起窩部7名8%が主な部位で、その他に腕尺関節部、橈骨小頭部、上腕骨内側上顆部などに見られた。遊離体は17名21%に認められ、石灰化像を示す者は8名9%に見られた。その他に、橈骨小頭の肥大・変形などが多く認められた。

柔道選手と一般人との X線計測比較

鈎状突起や肘頭部の骨棘形成を所見としてとらえる場合に、選手の体格を無視することはできない。すなわち、体格が大きくなり骨構造が大きくなれば骨棘形成も大きくなり、所見としてとらえるのに迷いを生ずることになる。したがって三浪ら

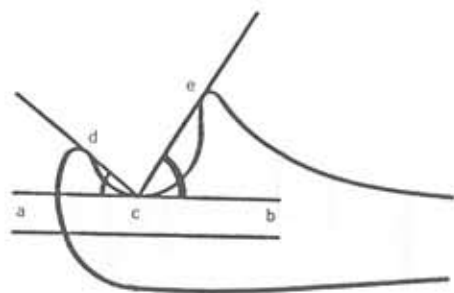


図1 鈎状突起および肘頭部の骨棘形成

の方法に従って鈎状突起および肘頭部の骨棘形成の高さを角度で表現し、一般学生を対象として柔道選手との比較を行った(図1)。鈎状突起部の骨棘形成は左右とも柔道群が対照群を上回っており、統計上も危険率1%と2%で有意に高値を示した。肘頭部の骨棘形成は左右とも柔道群が高値であったが、有意差はみられなかった(図2、3)。このように柔道選手は一般人に比べて鈎状突起部や肘頭部の骨棘形成が強く、将来には肘関節の可動域制限に至る可能性が大きいと考えられる。

伸展制限に関してはX線所見にもみられたように肘頭窩に遊離体が陥入した場合などには、骨棘形成が肘頭部にあまりみられなくとも、著名な伸展制限を来すと考えられる。

自覚症状と 得意技・組み手との関係

アンケート調査より現在肘関節に症状を持っている者の得意技をみると、背負い投げが18名43%で最も多く、次いで内股と大外刈りの11名26%で

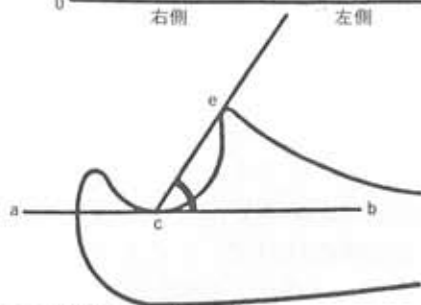
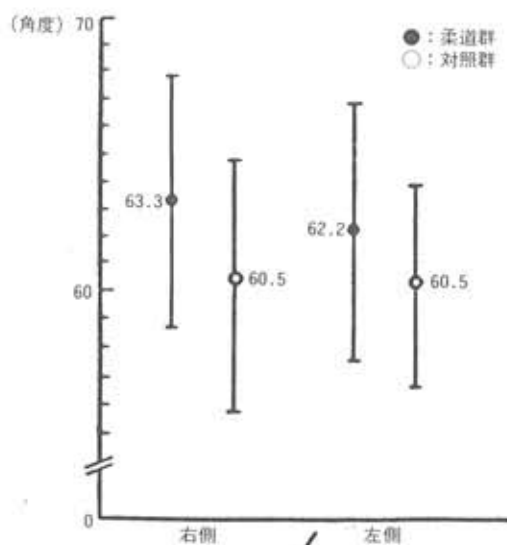


図2 柔道選手と対照群との鈎状突起部の骨棘形成の比較

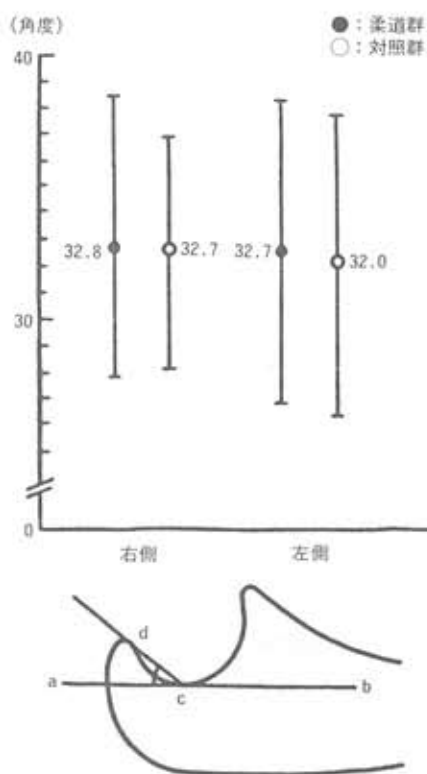


図3 肘頭部の骨棘形成の比較

あった(表4)。背負い投げでは技をかける際につり手の側の肘関節は相手の体重と力、また自分の力による過屈曲を強いられ、投げる際には外反ストレスが加わると考えられる。さらに打ち込み練習などで反復くり返せば当然 OVER USE の影響も受けることになり、障害につながると思われる。

自覚症状と組み手との関係では症状を持つ者と組み手との関係ではつり手に多く症状の訴えがあり、33名79%であった。この33名中14名42%には過去に捻挫、脱臼、骨折などの外傷既往がみられた。一方、ひき手に症状を持っている者は9名21%と低率であるが、過去の外傷既往は6名66%と高率であった(表5)。このことから症状はつり手に多くみられるが、ひき手に比べて捻挫、脱臼、骨折等の外傷既往の影響は少なく、むしろ OVER USE などの障害要因が強いと考えられる。逆にひき手に関しては外傷による影響は大きく、OVER USE の影響は少ないと考えられた。

表5 組み手と自覚症状 (42名)

組み手	自覚症状	
	有	無
つり手	33名*(79%)	9名(21%)
ひき手	9名**(21%)	33名(79%)

* 33名中14名(42%)に過去の肘関節障害にあり

** 9名中6名(66%)に過去の肘関節障害あり

まとめ

- 1) 高校および大学柔道部員320名に対して肘関節の障害について調査を行った。
- 2) アンケートによる肘関節障害の発生率は約31%であり、既往まで含めると約63%であった。
- 3) 直接検診結果では運動時痛が最も多く16名20%で、次に可動域制限を呈する者が10名12%であった。
- 4) X線所見では骨棘形成が多く見られ、対照群との比較において鈎状突起部の骨棘形成は明らかに柔道選手に多くみられた。
- 5) 自覚症状と得意技、自覚症状と組み手との関係では背負い投げに有症状者が多く、つり手に症状を持つ者が多く見られた。
- 6) 肘関節障害の原因のうち、試合中での固め技に起因するものも少なくないので、これに対するルール面での改善も考慮されて良い。
- 7) スポーツ医学の立場から個々の選手や指導者に、柔道における肘関節障害の原因の正しい理解を推進することで、障害の発生を減少させる必要があると考えられた。

参考文献

- 1) 竹内秀樹ほか「一流大学柔道選手を中心とした柔道の膝障害について」臨床スポーツ医学3:117-119、1986
- 2) 中村豊ほか「柔道選手の肘関節障害」臨床スポーツ医学3:79-81、1986
- 3) 中村豊ほか「高校、大学柔道選手における肘関節障害」整、災外29:1303-1306、1986
- 4) 中村豊「柔道における外傷、障害」Jpn. J. sports Sci. 6:278-283、1987

腰部スポーツ障害における 手術的治療の検討

今井 望 有馬 亨 安部総一郎
(医学部整形外科)

Key word : 手術的治療 (surgical treatment)
腰痛 (low back pain)
スポーツ障害 (sport injury)

The study of surgical treatment to low back pain in sport injury

Nozomu IMAI, Touru ARIMA and Soichiro ABE

Abstract

We have performed competitive sport players with low back pain by surgical treatment. They were not effected by conservative treatment.

Surgical treatment was performed on fourteen cases.

Ten of fourteen cases were lumber disc heruniation, and four cases were lumber spondylolisthesis.

The lumber disc heruniation were performed love method, and the lumber spondylolisthesis were performed anterior spinal fusion.

Ten of fourteen (the seventy-one percent) were full of return to competitive sport.

We considered the important factor, that led to good result, was players' own strong will for return.

はじめに

スポーツ選手にとって腰痛は、程度の差こそあれ、頻度の高い愁訴である。これらの腰痛のうち多くは保存的治療によって症状の改善がみられる。しかし、その中には腰椎椎間板ヘルニア（以下ヘルニア例と略す）、腰椎分離迂り症（以下分離迂り例と略す）なども含まれ、保存的治療では難渋する場合もある。

我々は、腰痛で悩む一流スポーツ選手で保存的

治療に抵抗したケースに対して手術を施行してきた。それら一流スポーツ選手に直接検診とアンケート調査を行い、その結果を分析検討したので報告する。

手術症例

昭和50年より当科を腰痛で受診した一流スポーツ選手のうち手術を施行した14例を対象とした。14例のうち10例はヘルニアで、残り4例は分離迂り症であった。詳細は表1のとおりである。

表1 手術症例

症例	年齢(歳)	スポーツ種目	スポーツ歴(年)	発症の経過	民間療法の有無	術前スポーツレベル	SLR	検査		診断名	手術方法	スポーツ復帰レベル
								ミエログラム神経根欠損像	ディスクogram (Adams 1986)			
1 Y.U.	19	陸上	6	慢性	有	全日本	60°	S1	L5/S1 Ruptured	腰椎椎間板ヘルニア	ラプ法	A
2 H.O.	19	柔道	7	慢性	有	大学体育会	70°	(-)	L5/S1 Fissured	腰椎分離にり症	前方固定	A
3 H.K.	16	サッカー	5	慢性	有	県	(-)	(-)	L4/L5 Irregular L5/S1 Irregular	腰椎分離にり症	前方固定	C
4 N.O.	20	アメリカンフットボール	7	急性	無	大学体育会	30°	L5	L4/L5 Irregular	腰椎椎間板ヘルニア	ラプ法	C
5 S.S.	19	水泳	5	慢性	有	全日本	(-)	(-)	L5/S1 Fissured	腰椎分離にり症	前方固定	B
6 T.H.	14	水泳	10	慢性	有	県	50°			腰椎椎間板ヘルニア	ラプ法	A
7 S.S.	33	競輪	10	慢性	有	競輪S級	70°	S1	L4/L5 Fissured L5/S1 Ruptured	腰椎椎間板ヘルニア	ラプ法	A
8 Y.M.	18	ラグビー	5	慢性	有	県	30°	S1	L5/S1 Fissured	腰椎椎間板ヘルニア	ラプ法	B
9 K.H.	21	馬術	4	慢性	有	大学体育会	60°	L5	L4/L5 Ruptured	腰椎椎間板ヘルニア	ラプ法	D
10 T.F.	22	ラグビー	7	慢性	有	県	70°	(-)	L5/S1 Fissured	腰椎分離にり症	前方固定	C
11 T.T.	20	ラグビー	4	慢性	有	大学体育会	70°	L5	L4/L5 Fissured	腰椎椎間板ヘルニア	ラプ法	B
12 H.U.	19	柔道	9	急性	有	全日本	60°	L5	L4/L5 Ruptured	腰椎椎間板ヘルニア	ラプ法	A
13 T.O.	19	陸上	6	急性	無	全日本	60°	S1	L5/S1 Fissured	腰椎椎間板ヘルニア	ラプ法	B
14 H.F.	22	野球	10	急性	無	大学体育会	30°	S1	L5/S1 Irregular	腰椎椎間板ヘルニア	ラプ法	A

表2 手術の条件

1. 全力での試合不可能
2. 保存的治療効果なし
3. 画像診断と臨床症状の一致
4. スポーツ復帰を強く希望

表5 手術方法別スポーツ復帰期間

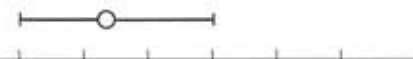
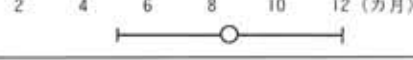
ラブ法 8例		平均4.5カ月
前方固定 2例		平均8.5カ月

表3 後療法

	手術1週	5週	2カ月	3カ月	5カ月	6カ月
ラブ法	臥床	軟性コルセット 歩行訓練		ジョギング	練習開始	
前方固定	ギブスベッド	ギブスコルセット 歩行訓練	5週	10週	4カ月	6カ月
				軟性 コルセット	ジョギング	練習開始

1. 手術条件

一般人と違い一流スポーツ選手は、元のスポーツに戻ることを治療の目的としているため、手術適応には特に慎重を要し、我々は表2の条件を満たしたもののみに手術を施行した。

2. 手術方法

ヘルニア例では通常ラブ法を施行し、ヘルニア摘出困難例には部分椎弓切除も加えたが、椎間関節は温存した。分離じり症例に対しては前方固定術を施行した。

3. 後療法

後療法は表3を基本に実行したが、多少各スポーツの特殊性から時期が前後するものもあった。

ヘルニア例ではなるべく臥床期間を短縮させ、下肢、腹筋力の増強を充実させていき、約3カ月で基礎トレーニングを開始させる。分離じり例では、通常の治療法とほぼ同じとし、骨癒合の状態を見ながら徐々に5カ月位から基礎トレーニングを開始させた。

結 果

スポーツ復帰のレベルを5段階に分けた(表4)。このうちAとBを復帰とし、C以下は復帰とみなさなかった。14例中10例71%が元のスポーツ

表4 復帰レベルと結果

	結果
A:元のスポーツレベルに復帰	6例
B:元のスポーツに戻るが成績低下	4
C:レクリエーションスポーツに変更	3
D:スポーツを断念	1
E:日常生活に支障あり	0
	14例

に復帰できた。

手術方法別に復帰率を見ると、ヘルニア10例はすべてラブ法を施行し、そのうち8例80%が平均4.5カ月で復帰しており、分離じり症4例は脊椎前方固定を施行し、そのうち2例50%が平均8.5カ月でスポーツに復帰した(表5)。

症例1

19歳男性、陸上三段跳び

L5/S1 椎間板ヘルニア

- ・主訴および経過 練習後腰痛出現、保存的治療を9カ月受けるが軽快せず。
- ・画像診断 L5/S1 椎間板ヘルニア(図1)
- ・手術 ラブ法
- ・スポーツレベル

術前 インターハイ4位、全日本10位

術後 1年で国体1位、その後全日本1位4回、1984年ロサンゼルスオリンピック出場

症例2

19歳男性、柔道

図1 症例1 19歳、男、
陸上三段跳び
ミエログラム(A、B)
左S₁ 神経根の欠損
像が見られる
ディスコグラム(C)
L₅/S₁ 椎間板変性著明
Ruptured type
(ADAMS¹⁾、1986)

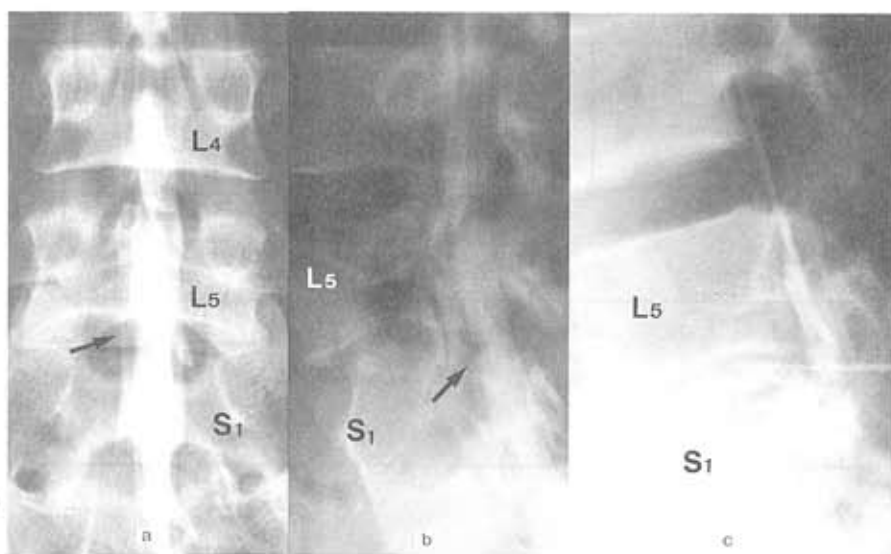


図2 症例2 19歳、男、柔道
術前 X-D、L₅ 分離と
軽度こりが見られる

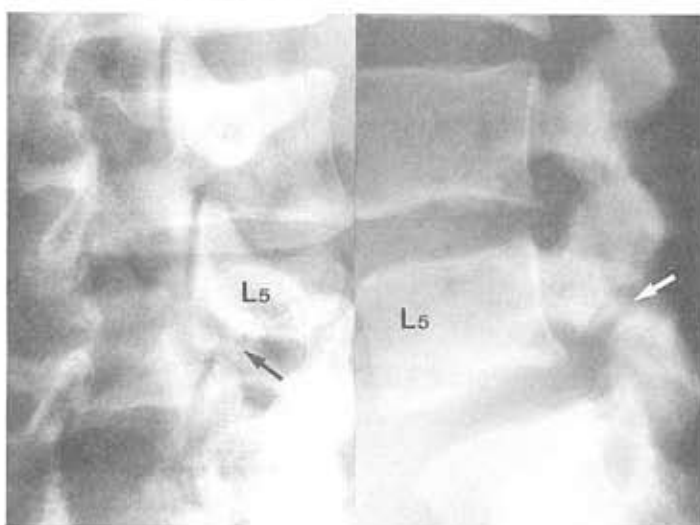
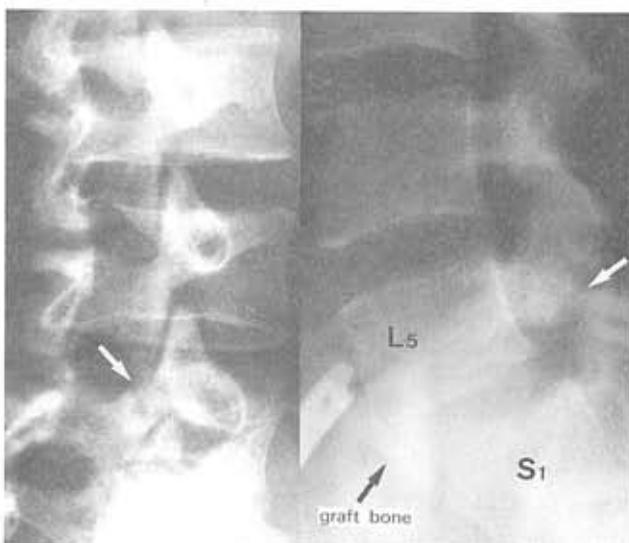


図3 症例2 術後1年4ヶ月
の X-D 分離部の骨癒
合が見られる



第5 腰椎分離迂り症

- ・主訴および経過 15歳時柔道練習中腰痛出現、その後軽快再発を繰り返す。
- ・画像診断 L5/S1 分離迂り症 (図2)
- ・手術 脊椎前方固定
- ・スポーツレベル
術前 大学体育会レギュラー
術後 同上

考 察

腰部障害を持つ一流スポーツ選手を元のスポーツレベルに復帰させることは、非常に難しいものがある。腰部障害の保存的治療は Static から Dynamic へと変化してきた。市川²⁾の薦めるダイナミック運動療法はスポーツ活動を中止せずに治療でき、スムーズにスポーツ活動に復帰できる優れた方法である。しかし、ダイナミック運動療法ではヘルニア例の根性症状が残存する場合があります、慢性例の復帰に時間がかかるなど限界もあるようだ。我々は保存的治療に抵抗する症例に対して慎重に手術適応を選んで手術を施行してきた。手術方法はヘルニア例に対して早期復帰を考えてラフ法³⁾を、分離迂り症など腰椎に不安定性のあるものに対しては前方固定を行ってきた。前方固定では復帰に1年近くかかるため、限られた在学期間内でスポーツ復帰を要望する学生スポーツ選手には適応が少ないようである。しかし、復帰に時間がかかってもスポーツを長年続ける必要性のあるようなプロに最も適応があると考えられる。

スポーツ復帰に関しては、手術後臥床期間の短縮にて筋力低下の防止の必要性が挙げられるが、スポーツ選手は元々一般人より強い筋力を持っているため、できるだけ手術直前までその筋力を維持させることも大切である。しかし、最もスポーツ復帰に重要なことは、本人の意欲である。今回の調査対象が一流スポーツ選手であったため、復帰に対する意欲は並々ならぬものがあり、スポーツ復帰率71%と比較的良好な結果が得られたのもそのためと思われる。

症例1は、臥床期間中よりイメージトレーニングに励み、また練習を始める前には必ずイメージトレーニングをしており、無駄な練習をすることなく効率良く競技生活に戻ること成功したケースである。一流スポーツ選手では運動のパターンをイメージすることで、その運動に必要な筋肉にインパルスが走る神経系の回路づくりが完成され、イメージトレーニングを行うことが「神経のサビ落とし」的な役割を果たし、技能水準を低下させないことに役立つと勝部⁴⁾は述べている。腰部障害の発生予防が重要なのは言うまでもない。指導者は、個々それぞれの腰部周囲の筋力・柔軟性などの能力にあった指導と段階的な練習を心がけさせ、急激に腰部に負荷のかかるようなことを避けさせることが肝要である。イメージトレーニングはその一助となると考える。

ま と め

1. 腰部障害を持つ一流スポーツ選手14例に対して手術を施行し、スポーツ復帰率71%と比較的良好な結果を得ることができた。
2. 良好な復帰率が得られた要因は、復帰に対する本人の意欲が最大と考える。
3. スポーツ復帰の中で、特にイメージトレーニングを活用してオリンピック出場まで復帰した症例を経験した。この経験から、術後の後療法にイメージトレーニングの活用は有用と思われる。

文献

- 1) ADAMS MA, et al: The Stages of Disc Degeneration as Revealed by Discograms, J Bone and Joint Surg 68-B : 36, 1986。
- 2) 市川宣恭「腰椎分離迂り症」臨床スポーツ医学4 (臨時増刊): 44-50, 1987
- 3) 市原健一「スポーツ選手の腰椎椎間板ヘルニア」整、災、外 vol.27, No.5 May, 1984
- 4) 勝部篤美「スポーツにおけるイメージとGSR現象」臨床スポーツ医学 vol.5, No.11 : 1211-1217, 1988

第1回 日韓整形外科スポーツ医学会議に出席して

東海大学医学部整形外科
有馬 亨



会場前にて 東海大学のメンバー
左から 峯崎、有馬、山路、安部

去る平成2年6月28～30日の間、ソウルにて表記の学会が開催された。会場は最高級の新羅ホテルであった。

会長は韓国スポーツ医学では第一人者の河教授 (Dr. Ha) で、韓国整形外科学会が全面的に後援しているとのことであった。副会長は日本側として横浜港湾病院の高沢晴夫院長であった。

参加者は日本側から約80名、韓国側から約170名であった。演題は一般演題約40、シンポジウム7、特別演題2であった。演題発表はすべて英語で行われた。東海大学からは整形外科より有馬、竹内、中村、山路、箕手、安部、峯崎の6名が参加し、3人が演題発表を行った。

まず山路君は大学柔道部員の腰部ならびに骨関節障害について、150名のX線所見を中心に報告した。その中でかなりの頻度で椎間板症や関節症がみられたことから、指導者はこれらの実態を認識して予防の対策を講じる必要性を述べた。

ついで竹内君は大学柔道選手の膝損傷について136名のアンケート調査、179名の直接検診および23名の手術例を通じて成績を報告した。とくに直接検診で靭帯損傷による不安定性を認めたものが多く、この中で前方引き出し症状を高頻度にみた。とくに重量級の選手は損傷を受けやすく、復帰に時間を要する結果が得られた。

筆者 (有馬) は今回シンポジストとして大学運動選手の腰部障害の最近の動向と手術的治療について報告した。これはまず腰痛の実態について東海大学19クラブ830名のアンケート調査を報告し、かなりの頻度で腰痛のあること、各種目の腰痛発生動作の特徴について述べ、次に直接検診した陸上部174名、柔道部107名では脊椎分離症の頻度が高いことが注目され、中でも専門種目での短距離、跳躍や得意技での内股、払腰にとくに高い傾向があることを述べた。また手術的加療を行った16名の症例の成績検討からスポーツ選手の手術適応、



新羅ホテル前にて日韓両国のスタッフ
左端が高沢副会長、中央が会長の河教授、その隣がDr.ミケーリ、筆者が右から2人目

スポーツ復帰について述べた。

今回のシンポジウムは韓国から3題、日本から4題であり、一般演題は韓国16題、日本23題であった。韓国の演題はスキー外傷、野球肘、疲労骨折、体操やテコンドーの障害など多岐にわたっていたが、とくに各演題とも症例数が多いのが注目された。2年前オリンピック・コンGRESSとしてソウルで開かれたスポーツ医学学会に比べると、急速の進歩がうかがわれた。日本のスポーツ医学もこの2～3年で大きく変わりつつあるが、韓国の急成長には目を見張るものがある。

特別講演はゲストスピーカーとして西ドイツのフェリンガーがスポーツと関節症について、米国のミケーリが成長期のスポーツ障害について述べた。持ち時間がそれぞれ30分と短く、たいへん気の毒であったが、両氏ともなかなかの韓国通であり、今回の国際学会に花を添えてくれた。折しも東西ドイツは統一化の最中であり、フェリンガー

は大いに気炎を吐いていた。これは韓国の人たちにも同様の希望を感じさせたものと思えた。

今回の学会全体を通じての印象として、韓国整形外科学会は全力をあげてこの学会を成功させようとする意気込みがあったようである。これは初日の船上で開かれたウエルカムパーティー、また2日目のスポーツイベントとしてゴルフやテニスなどで両国のメンバーの交流を企画してくれたこと、最終日のフェアウエルパーティーでの盛大な韓国歴史の民芸舞踊などを盛り沢山披露してくれたことから十分理解できた。

2年後には横浜で高沢氏の会長の下で第2回本学会が開催されることに決まっているが、この近くで遠かった韓国との交流が、きわめて自然な成り行きでスポーツ医学を通じて発展したことは誠に喜ばしいことであり、これがさらに広い分野で医学の交流につながっていくことを期待したいものである。

Essay

私のスポーツ 体験

岩崎昭夫

木本雄一

松下幹夫



スポーツと私

総務部長

岩崎 昭夫

スポーツについて何か書けと、体育学部長の小村先生に上手に薦められ、スポーツ医科学雑誌に一文を寄せる羽目になったが、正直言ってこんな立派なスポーツ関係の専門誌に、スポーツ歴を語るようなものを残念ながら私は持ち合わせていない。したがって正直言って何を書いたものかと戸惑っている始末である。

私が旧制の中学に入学したのは、今を遡る約50年前の昭和14年の4月である。昭和12年に支那事変が始まり、4年後の16年にはこれが第二次世界大戦へと続き、終戦を迎えたのは昭和20年である。その間、ソ連との間に旧満州におけるノモンハン事件があり、私たちの世代はいわば戦争から戦争に明け暮れた時代であったと言っても過言ではなからう。

当時スポーツと言えば、野球も結構盛んであったが、戦時中でもありやはり伝統的な柔道・剣道を中心に銃剣術・水泳・マラソンといった類が特に奨励されていたように思う。スポーツも、今のよう楽しむスポーツというより、戦時の精神昂揚を目的とした面に重点が置かれていた。

私は中学時代の5カ年と浪人時代の1年の計6年間を、厳しい時代の特に乏しい食糧事情の中で、まがりなりにも柔道に打ち込むことができたことを今も感謝している。

秋の一日、熊本市の郊外にあった渡鹿練兵場（旧陸軍演習場）の荒涼とした広場に、ずらりと天幕が張り巡らされ、県下の各中学より各校補欠を入れて14、5名の競技代表選手がここに集められていた。これはそれまで各種目別に行われていた競技を、銃剣術・水泳・軍事訓練（完全武装によるマラソン・射撃）という団体競技を併せて行い、その総合点で順位を決めるという初めての試みが行われ、そのための野営が行われていたのである。満天の星を仰ぎながら、戦局は我が方に決定的に不利で、明日は我が身も無いものと、哀しい思いに一瞬競われたことを今もかすかな記憶として思い起こす。

第二次大戦では、著名なスポーツ選手が数多く戦場に散っていった。

あれから50年の歳月が流れたが、1980年のソ連におけるモスクワオリンピックは、ソ連軍によるアフガニスタンへの侵略に抗議し、アメリカを中心に西側の多くの国はこれをボイコットした。我が日本も紆余曲折はあったものの結局これに追従、ために我が柔道界の至宝山下泰裕選手がオリンピック出場を断念、涙をのんだことは記憶に新しい。この西側のボイコットは、4年後の1984年にアメリカで開催されたロスアンゼルスオリンピックまで尾を引き、結局ソ連をはじめとする東欧諸国がこれをボイコットする結果に繋がった。このような政治によるスポーツへの抑圧は、最近の中国北京で開催されたアジアオリンピックにも見られ、イラクによるクウェート侵攻に抗議してのイラク選手団の競技締め出しとして現れている。

本来スポーツは政治を越えた色の付かない世界であるはずだが、なかなかそうはいかないのが世界の実情である。それにしても、今回の中国におけるアジアオリンピックへの中国の肩入れは、天安門事件を経た中国の特殊な事情を考慮しても物凄いばかりであったと言える。

一方、大会期間を通じて「金」の数にこだわり、一喜一憂する日本のマスコミの異常さにも、些か鼻白む思いをさせられたのも事実である。

こうして見てくると、国内も国際も結局は政治的なものに左右されがちなのが、スポーツ界の現状ではないだろうか。

それでも敢えて言いたい。スポーツの持つ普遍性と爽やかさはいついかなる時も消えることはない。だからこそ、なお更に平和の尊さを思い平和を願うのである。

さて、私個人現在のスポーツと言えば、60歳の半ばに近づいた今、心身の爽やかさを願い少々のウェイトトレーニングとたまにやるゴルフにその救いを見いだしているところである。

トーマス・ウルマンの言う「青春」に寄せて、また松前総長の言う「若き日に 汝の体軀を養え」の教えに従ってこれが続くことを願っている。

朝とスポーツ

事務部長

木本 雄一



20年ほど前から私のスポーツをする時間は朝が中心となっており、その間のスポーツもテニス、居合道、ジョギングと変わってきている。20年前というと私の湘南教務課時代で、昼は仕事で日中にスポーツをする時間もなく、仕事が終わってからは場所と時間がうまくとれないこともあり、朝、大学でテニスをやることにしたのが、朝との付き合いの初めである。

当時は今のようにテニスブームでもなく、テニス人口も少なく、朝から付き合い合ってくれる人もいないので、最初は学生時代にテニスをやっていた教務課の女子職員と2人だけで7時半頃から1時間ほどボールを打っていた。冬期を除けば平均週3日ほどやっていたと思う。

私たち2人のテニスを見て、少しずつ朝の仲間も増えだし、リーグ戦をしたりして楽しんだ。現在、湘南校舎にある教職員の湘南硬式テニス同好会は、この仲間が中心になって作ったものが続いているのである。朝、テニスをする人が増えるにつれ、コートの確保が困難になってきた。特に学生のテニス部が連日朝練をし、急速に力を付けだしてからは、次第に朝のテニスをやめていった。

昭和54年の春に思いもよらなかった体育会居合道部の部長教員に就任した。日本古来の「……道」などにまったく無縁だった私は、1年間は部長教員の最低の義務と思われる行事に顔を出さず程度にしていたが、2年目にちょっとした切っ掛けから居合道を始めることにした。最初の居合の指導者は当時の居合道部の4年生なので、夕方から武道館で指導を受けた。居合を始めてみると、段もとりたい、試合で勝ちたいとの欲も出、朝の稽古が始まった。初めのうちは7時半頃からやっていたが次第に早くなり、6時半頃から1時間やり、家に帰って朝食をした後、出勤するようになった。昇段審査の時期や試合が近い時は特に熱心に稽古した。朝の居合は、4年半ほど前にテニスでアキレス腱を切ったからは少なくなっていたが、平成元年の3月末から朝、ジョギングをするようになったり、同年10月に5段に昇段したことも手伝い、稽古を朝やらないでいる。

ジョギングを始めた動機は、腰を痛め、近所で評判の整骨医院に行ったら、ゆっくりで良いから40分～1時間程度走れと言われ、減量をする近道とも考え、

Essay

走ることにした。走るといっても歩くのに毛の生えた程度のスピードで他人には見せたくないで、5時頃から走っている。子供の時は長距離は苦手だったから、何時まで続くか自信もなかったが、始めてから1年半にもなるので自分でも驚いている。

ただ走ることなど何の楽しみもないと思っていたが、普段の生活で感じる四季の移り変わりを、一足先に感じたり、誰も居ない道路を走りながら自分の存在感を味わったりし、新たな感動を受けている。

この20年間ほど、テニス、居合道、ジョギングと朝やる運動は変わったが、振り返ってみると、朝の運動をしていた時は、健康で精神的に安定していた時だったと思う。居合やジョギングは1人でやっているのだから、休んでも誰かに迷惑を掛けるわけでもないため、気持ちに余裕の無い時は休みがちになる。精神的な要因で私の朝の運動が行われたり、やらなかったりすることを考えると、これからは気楽な気持ちで、自分の体にあまり無理をさせず、長く朝と付き合いしていきたいと願っている。

Essay

私のスポーツ体験



東海大学付属大磯病院事務部長

松下 幹夫

私のスポーツ体験といえば野球ということになるが、本格的に始めたのは大学へ入ってからといってよい。高校でも野球をやっていたが、これといった指導者がいたわけでもなく、たまに先輩が来て面倒を見てくれた程度であった(戦前は関東大会優勝の名門校)。

大学へ入ってから野球が続けられたのは、体力があったからだと思う。その体力の基となったのは小中学生の頃、あまり勉強もせず墨田川で泳いだり、授業をさぼって野球をしたり、休みの日など遠くまで歩いて釣りに行ったりよく遊び回っていたことが良かったと思っている。そんな中でも小学校対抗の野球大会での優勝や中学での水泳大会で優勝し、区の代表で墨東大会で活躍したことなどが思い出される。

昭和36年大学へ入学すると間もなく、「将来神宮球場で野球を」との松前総長の命を受けられた故森田徳之助先生から、創立部員として迎えたいとの手紙を

もらった。もともと工学部（電子工学）に入学し運動をやろうとは考えていなかったのですが、しばらく放っておいたが、再三の誘いを受けたので体育実習のあと（当時体育実技は現相模高で実施）グラウンドへ顔を出した。その日のうちに練習に出され、経験のない3塁を守らされたことを思い出す。その後私だけが通いで参加することとなった。その頃非常勤で来ておられた本田先生（現専修大）と森田先生が面倒を見ておられたが、3年の春先に明大OBの岩田先生が来られ、事情が一変した。「野球を続けたいものは1週間以内に頭を刈って来い（丸坊主）」と言われたことを思い出す。結局考えた末、頭を刈って野球を続けることになりその日から本格的猛練習が始まった。4年になると主将を命ぜられ、その秋第1回首都大学リーグ戦が始まった。創立部員としての勧誘や、岩田監督との出会いがなければと運の良さを感じている。

卒業後は大学へ工学部助手（通信工学）として残り、直接スポーツとは関係なくなったが、夏には大学の水泳実習、冬にはスキー実習の手伝い（当時体育学部がなかった）で、千葉県や長野県へ行ったり、早朝から神宮絵画館前で草野球に引っ張り出されたり、けっこう楽しくスポーツをやっていたが、その後、プレイヤーとしてではなく大変なスポーツ体験をすることとなってしまった。

昭和49年11月、松前総長に呼ばれ野球部の監督を命ぜられたのである。卒業して10年近く野球に無縁であったが、OB会長の責任もあり低迷していた野球部を引き受けることとなった。工学部の授業は木村（登）教授をはじめとする先生方に依頼し野球に専念することとなり、それから2年間ほとんど家へ帰らない合宿住まいとなってしまった（総長に命ぜられた昭和49年11月19日は長男の誕生日である）。その代償が昭和51年の大学日本一であったような気がする。選手として、また指導者としてスポーツを体験したが、私には選手としてより指導者として得たものの方が多かったように思える。ものの見方、考え方が指導者となったことでたいへん変わったとも思っている。

近頃は以前指導してきた、自分の位置付け、状況判断、頭の切り換え（柔軟性）、そして行動力が十分に出来るように自分自身も日頃から頭の訓練の必要なことを感じている。またチームの成績を上げるには、プレーをするのは選手であり、監督自身がするわけにはいかないであり、選手が頑張らなければどうしようもないこと。同じことが仕事でも言え、一般職員が頑張らなければ業績が上がらないのであり、監督は選手が働きやすいように環境を整えるのが一番の仕事であることも知った。

私はスポーツから得たものを十分に活用し仕事場の環境作りをやっているが、これからも暇をみて水泳、スキー、ゴルフ等、長く楽しくスポーツとつき合っていきたいと思っている昨今である。

Essay

スポーツ医科学研究所

所報

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)大学院学生の教育
- (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 本研究所につきの研究部門を置く。

(1)医科学研究部門

(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
ど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

1. 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、外国固有名称、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、1、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
東海大学体育学部内
「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 of 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 (1989.4.15)

- 1 委員長 小村渡岐廣
- 2 委員 中野 昭一
- 3 委員 今井 望
- 4 委員 古谷 嘉邦
- 5 委員 真下 悟
- 6 委員 山本 芳孝

東海大学スポーツ医科学研究所 所員・研究員名簿

(1989.4.1)

所員

- 1 所長 中野 昭一 医学部教授(生理学)、医

学研究科主任教授(機能系)、体育学研究科教授(運動生理学)、保健管理センター所長

- 2 次長 佐藤 宣踐 武道学科主任教授、体育学部教授(武道学科、柔道)
- 3 所員 小村渡岐麿 体育学部学部長、体育学部教授(体育学科)
- 4 所員 今井 望 医学部教授(整形外科)
- 5 所員 今村 義正 体育学部教授(心理学)、教育研究所主任教授(学生生活部門)
- 6 所員 古谷 嘉邦 体育学部教授(体育学科、バイオメカニクス)
- 7 所員 齋藤 勝 学務部部長代理、体育学部教授(体育学科、バレーボール)
- 8 所員 山本 芳孝 開発技術研究所教授
- 9 所員 本間 隆夫 工学部助教授(工業化学科)
- 10 所員 真下 悟 理学部教授(物理学科)
- 11 所員 有馬 亨 医学部助教授(整形外科)
- 12 所員 山下 泰裕 体育学部助教授(武道学科、柔道)
- 13 所員 寺尾 保 医学部助手(生理学)

研究員

- 1 研究員 岡 哲雄 医学部教授(薬理学)
- 2 研究員 戸松 泰介 医学部助教授(整形外科)
- 3 研究員 白倉 克之 医学部助教授(精神科)
- 4 研究員 三田 信孝 体育学部講師(社会体育学科、健康学)

1990年度スポーツ医科学研究所 総合領域研究プロジェクト

1. オーストリア、ルートヴィヒ・ボルツマン研究所/ウィーン大学との共同研究、運動選手の心理・生理学的研究——選手各個人の個性・知能および運動特性の把握とその応用——
中野昭一、小村渡岐麿、佐藤宣踐、今村義正、

今井望、岡哲雄、齋藤勝、白倉克之、寺尾保

2. 運動と栄養摂取に関する総合的研究——東海大学運動部選手の栄養状態の把握と効果的な栄養摂取方法の検討——
中野昭一、小村渡岐麿、齋藤勝、本間隆夫、真下悟、山下泰裕、三田信孝、寺尾保
3. 運動種目別合理的トレーニングとスポーツ障害およびその予防に関する研究
中野昭一、佐藤宣踐、今井望、古谷嘉邦、齋藤勝、山本芳孝、有馬亨、戸松泰介

1990年度スポーツ医科学研究所 所員・研究員研究テーマ

所員

1. 所長 中野 昭一 運動動作と生理機能との関連
2. 次長 佐藤 宣踐 運動動作と生理機能との関連
3. 所員 小村渡岐麿 陸上競技選手の性格特性の比較
4. 所員 今井 望 腰部スポーツ障害における手術的治療の検討
5. 所員 今村 義正 剣道競技における勝敗の原因帰属に関する研究
6. 所員 古谷 嘉邦 鉄棒運動における「け上がり」の筋電図学的研究
7. 所員 齋藤 勝 試合分析方法の研究 スポーツ活動に於ける問題点
8. 所員 山本 芳孝 スポーツ医科学の光学計測に関する研究
9. 所員 真下 悟 スポーツ選手の筋肉と水代謝
10. 所員 本間 隆夫 フラボン配糖体の単離・その化学構造及び生理活性について
11. 所員 有馬 亨 若年者スポーツにおける腰部椎体終板障害

12. 所員 山下 泰裕 運動動作と生理機能との関連
 13. 所員 寺尾 保 肥満に対する運動療法

研究員

1. 研究員 岡 哲雄 体性神経-骨格筋接合部に関する研究(2)
 2. 研究員 戸松 泰介 スポーツ選手の肘関節障害
 3. 研究員 白倉 克之 スポーツ選手に関する精神医学的研究(その1) 個々の選手の心理学的特性とコーチの評価
 4. 研究員 三田 信孝 運動負荷に対する呼吸・循環機能の対応

所長)
 所長より1990年度スポ医研所員研究員の選出(別紙参照)の経過が説明され、本年度はことに白倉克之助教授(医学部精神科)を研究員として選出した旨報告された。

2. 1989年度決算報告について(中野所長)
 所長より1989年度スポ医研決算報告について詳細な説明があり、昨年度のスポ医研予算分配1,200万円は各プロジェクト研究費、スポーツ医科学雑誌刊行費、学際的プロジェクト費、管理運営費等に使用されたことが報告された。(別紙参照)
3. 東海大学スポーツ医科学雑誌第2号の発行について(小村編集委員長)
 編集委員長より東海大学スポーツ医科学雑誌第2号の発行についての経過説明があり、投稿研究論文10編、スポーツエッセイ3編、ボルツマン研究所・ウィーン大学との協同研究プログラム、本研究所所報等を掲載した旨報告された。スポーツエッセイについては、非常に好評であるとのことで、さらに3号についてもできるだけ多く教職員の方々に寄稿していただくことが承認された。なお、今後本書に対する資料掲載等については編集委員会との密な連絡のもとで行いたい旨報告された。
4. スポーツ医科学雑誌編集委員会について
 本年度の編集委員会の委員(中野、小村、今井、古谷、山本、真下)が再任され、委員長には小村編集委員長が再任された。
5. スポーツ医科学雑誌第3号発行について(小村編集委員長)
 編集委員長よりスポーツ医科学雑誌第3号発行(別紙参照)について説明があり、本年度の研究論文投稿メ切りは10月15日(月)とし、発行を3月中旬とすることが決定された。
6. 1990年度予算案の提出について(中野所長)
 本年度研究所予算としては、ボルツマン研究所・ウィーン大学との3年計画の協同研究分担金1,120万円を含め約2,220万円で予算請求を行

1990年度第1回東海大学スポーツ
 医科学研究所所員研究員会議議事録

日時:平成2年4月24日(火)PM4:40~
 場所:湘南校舎7号館体育学部2階主任教授室
 出席者:(所員)中野昭一、佐藤宣踐、小村渡岐磨、今井望、斎藤勝、山本芳孝、真下悟、本間隆夫、有馬亨、山下泰裕、寺尾保
 (研究員)戸松泰介、岡哲雄、白倉克之
 欠席者:(所員)今村義正、古谷嘉邦
 (研究員)三田信孝

- 議題:1)1990年度スポーツ医科学研究所の所員及び研究員の構成について
 2)1989年度決算報告について
 3)東海大学スポーツ医科学雑誌第2号の発刊について
 4)1990年度予算案の提出について
 5)1990年度総合領域研究プロジェクト計画について
 6)その他
1. 1990年度スポーツ医科学研究所(以下、スポ医研)の所員および研究員の構成について(中野

うこととした。(別紙参照)

7. 1990年度総合領域研究プロジェクト計画について(中野所長)

本年度は、下記のようにスポ医研全体としてのメインテーマを決め、プロジェクトチームを構成して研究を行っていくことが承認された。

- 1) ポルツマン研究所との協同研究、運動選手の心理・生理学的研究—選手各個人の個性・知能および運動特性の把握とその応用—
- 2) 運動と栄養摂取に関する総合的研究—東海大学運動部選手の栄養状態の把握と効果的な栄養摂取方法の検討—
- 3) 運動種目別合理的トレーニングとスポーツ障害およびその予防に関する研究

なお、所員・研究員の役割分担については別紙を参照されたい。

研究所員研究員会議配布資料No. 1

- ・1990年度スポーツ医科学研究所所員研究員名簿
- ・1989年度スポーツ医科学研究所決算報告書
- ・スポーツ医科学雑誌第3号の発行について
- ・1990年度研究予算案
- ・1990年度研究計画書

1990年度第2回東海大学スポーツ医科学研究所所員研究員会議議事録

日 時：平成2年7月10日(火)PM5:00～

場 所：湘南校舎7号館体育学部2階主任教授室

出席者：〔所員〕中野昭一、佐藤直踐、小村渡岐磨、今村義正、古谷嘉邦、齋藤勝、山本芳孝、本間隆夫、有馬亨、寺尾保

〔研究員〕戸松泰介、岡哲雄(代理)、白倉克之

欠席者：〔所員〕今井望、真下悟、山下泰裕、三田信孝

議 題：1) 1990年度スポーツ医科学研究所運営計画について

2) 1990年度スポーツ医科学研究所の予算配算について

3) その他

1. 東海大学総合研究機構における研究所所長会議について(中野所長)

所長より所長会議の議事について報告があり、学際的構成を持つスポーツ医科学研究所(以下、スポ医科研)における今後の学術研究の発展、研究者の養成と確保等について詳細な説明がなされた。(別紙参照)

2. 1990年度スポーツ医科学研究所の予算配算について(中野所長)

所長より1990年度スポ医科研予算案の経過について説明があり、本年度の予算は、ルートヴィヒ・ポルツマン研究所/ウィーン大学との3年計画の初年度協同研究分担金300万円を含め、1,600万円の予算配分のあったことが報告された。(別紙参照)

3. 1990年度スポーツ医科学研究所所員研究員の研究テーマおよび研究費について(中野所長)

従来とは異なり、本年度からスポ医科研全体としてのメインテーマ3項目(別紙参照)を決め、プロジェクトチームを構成して研究を行っていくことが前回の会議で承認されている。したがって本年度の所員研究員の研究費については東海大学スポーツ医科学雑誌第3号に投稿できるものから優先的に配算を行うことが確認された。

4. 東海大学スポーツ医科学雑誌第3号の発行について(小村編集委員長)

編集委員長よりスポーツ医科学雑誌第3号の発行を3月中旬とし、研究論文投稿〆切が10月15日(月)であることが報告された。(前回の会議において報告済)

5. 東海大学運動部監督会議からの要望について(佐藤次長)

次長より東海大学運動部監督会議において、競技力の向上を達成させるための強化対策の一環として、選手一人一人がスポーツ栄養学、スポーツ障害等に関して十分な知識を得るための講

演および指導を各運動部別に行うように要望のあったことが説明され、今後スポ医科研として、これらの要望について検討していくことが承認された。

6. 東海大学望星学塾からの要望について (佐藤次長)

次長より望星学塾では半年に1回程度で運動に関する講演、その他を行うように要望があった旨報告された。

研究所員研究員会議配布資料No.2

- ・1990年度研究所予算案=管理経費=
- ・1990年度研究計画書
- ・1990年度出版物発行予定一覧
- ・研究者の養成と確保について
- ・学術研究の国際、学外、学内交流の推進について
- ・1990年度スポーツ医科学研究所所員研究員名簿

1990年度第3回東海大学スポーツ
医科学研究所所員研究員合同会議議事録

日時：平成2年10月30日(火)PM5:00～

場所：湘南校舎7号館体育学部2階主任教授室

出席者：〔所員〕中野昭一、小村渡岐鷹、古谷嘉邦、齋藤勝、山本芳孝、真下悟、本間隆夫、有馬亨、山下泰裕、寺尾保

〔研究員〕岡哲雄、白倉克之

欠席者：〔所員〕佐藤宣践、今井望、今村義正

〔研究員〕戸松泰介、三田信孝

- 議題：1) スポーツ医科学研究所の建設について
2) スポーツ医科学雑誌第3号について
3) 1991年度の研究計画について
4) その他

1. 東海大学スポーツ医科学研究所の建設について (中野所長)

所長よりスポーツ医科学研究所 (以下、スポ医科研)の建設についての経過説明があり、本年度中に地鎮祭を行う予定のあることが報告された。

2. 東海大学スポーツ医科学雑誌第3号について

(小村編集委員長)

編集委員長よりスポーツ医科学雑誌第3号の原稿提出状況について説明がなされ、再度投稿の確認が行われた。未定出者については12月中旬までに投稿されるように要望された。

3. オーストリア、ルートヴィヒ・ボルツマン研究所/ウィーン大学との協同研究について (中野所長)

所長より1990年9月、総合研究機構の許可の下に、中野、小村、今村、白倉、寺尾の5名でウィーン大学を訪問し、グットマン教授および教室員とその研究目的、方法などについて検討、協議の結果、グットマン教授と中野所長との間で、既に報告してある“覚え書き”に調印し、本プロジェクト研究を発足させたことが報告された。

4. 1991年度の研究計画について (中野所長)

1991年度のスポ医科研の研究計画は、本年度と同様に下記の3項目についてプロジェクトチームを構成し、研究を継続していくことが承認された。

1) オーストリア、ルートヴィヒ・ボルツマン研究所/ウィーン大学との協同研究
運動選手の心理・生理学的研究—選手各個人の個性・知能および運動特性の把握とその応用—

2) 運動と栄養摂取に関する総合的研究—東海大学運動部選手の栄養状態の把握と効果的な栄養摂取方法の検討—

3) 運動種目別合理的トレーニングとスポーツ障害およびその予防に関する研究

なお、個人が担当する研究計画については、11月5日までに研究計画書を提出することが確認された。

研究所員研究員会議配布資料No.3

- ・1990年度研究計画書
- ・1990年度第2回東海大学スポーツ医科学研究所所員研究員会議議事録
- ・1991年度研究計画書

あとがき

『東海大学スポーツ医科学雑誌』第3号の刊行にあたっては1990年4月24日の研究所員会議で決定され、従来の編集方針を踏まえ、なかでも「スポーツエッセイ」が好評であることから、第3号では事務系職員の方々に依頼することが決まりました。編集委員会で協議の結果、岩崎昭夫総務部長、木本雄一事務部長、松下幹夫大磯病院事務部長のお三方にお願いすることになりました。ご多忙中のところ、期日までに寄稿いただき厚くお礼申し上げます。

また、今回は1990年9月に中野昭一所長他4名がオーストリアのロードヴィッヒ・ボルツマン研究所及びウィーン大学を訪れた際の共同研究プロジェクトの提携の報告書、並びに第1回日韓整形外科スポーツ医学会議に、有馬亨所員他3名の方々が出席された報告書を掲載しました。研究論文は11編投稿されました。

「東海大学スポーツ医科学研究所」が設立されて4年目を迎えようとしている今日、多くの方々に本研究所を認識していただくように『東海大学スポーツ医科学雑誌』の編集に努めてきたつもりですが、第3号もあまり変り栄えしないものになったようです。皆様方からの御教示をお待ちしております。

最後に第3号刊行にあたって御協力いただいた東海大学学園関係各位、東海大学出版会各位、なかでも川上文雄製作課長には大変お世話になりました。厚くお礼を申し上げます。

1991年2月

編集委員長 小村 渡岐麿

「東海大学スポーツ医科学雑誌」

編集委員

- 委員長 小村渡岐磨
委員 中野 昭一
// 今井 望
// 古谷 嘉邦
// 真下 悟
// 山本 芳孝

東海大学スポーツ医科学雑誌 第3号 1991

発行日——1991年3月31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 中野昭一
〒259-12 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

装丁——株式会社武井制作室



図8 症例2 MRI



図9 症例3 18歳男、野球、シュモール結節と辺縁不整像



図10 症例3 MRI. 多発性のシュモール結節がみられる

たが、卒業とともにあきらめ、現在も疼痛時はコルセットを着用している。

考 察

椎体終板は約1mmの厚さの軟骨層で周囲を椎体骨端輪に囲まれている²⁾。成長期では骨化しきっていない椎体骨端輪が存在することが特徴である。椎体骨端輪は直接椎体の成長には貢献しないが、X線上骨端輪と椎体との癒合の状態を観察することにより椎体の成長の度合を知ることができる。X線学的には13歳頃に椎体骨端輪の2次骨化開始が見られ、17歳頃に椎体との骨癒合像が見られる¹⁰⁾。組織学的には24歳頃に骨癒合が完成するといわれている。終板は圧迫負荷を受けた際に最も弱い椎間板の構成要素であり、17歳頃までの成長期における over load は終板障害を生じさせやすいことが想像される⁹⁾。

椎体終板障害であるシュモール結節や辺縁分離はヘルニアや分離症に比べ、疼痛の発生機序が説明しにくいこと、他覚的所見に乏しいことなどにより見過ごされることの多い病態であるが、腰痛を繰り返す例も多い。表1に示されたごとく終板障害はスポーツ群において高い頻度で認められ、

成長期における運動・腰痛と関係が深いといえる。

シュモール結節は15歳以上のより高齢に見られ、障害高位では比較的上位腰椎で多椎体に認められた。これはシュモール結節が長期間繰り返しかかる vertical load により生じることを想像させる。これに対し、辺縁分離は受傷状況がはっきりしている場合が多く、腰椎前屈状態で大きな vertical load が加わるという形で生ずると思われる。しかし1回の外力で分離を生ずるのではなく、やはり over load による繰り返し加わる外力が誘因となっているのであろう。multiple の椎間板障害を Stanish らはショイエルマン様病変として、馬術・水上スキーのような vertical load の繰り返し負荷がかかるスポーツに生ずるとしている¹¹⁾。水泳でも腰椎下部に反復性に負荷の加わるバタフライ選手に脊椎分離や椎間板の変性をきたすことが多いと報告されている⁷⁾。しかし今回は野球・バレーボール・バスケットボール・柔道に多発性シュモール結節を認め、必ずしも vertical load のみが発症機転の主要因とは考えにくかった。vertical load の関与が大きいことは確かだが、屈曲、回旋をともなう複雑な外力が繰り返し脊椎に作用し、終板障害を招来するのであろう。また野球選手に高頻度で認められたことは、少年野球といった形

で10歳前の少年期に本格的なトレーニングを開始する背景もあると思われる。

治療はコルセットやスポーツの禁止といった形をとることが多いが、成長期であること、活発に選手活動を行っていることなどにより、全症例に同じように治療を行うことは困難である。また若年者のスポーツ障害として既に認識されている椎間板ヘルニアや脊椎分離症等の病態は見逃してはならないものであり、これらに対する治療を優先することも多い。保存的治療に抵抗する場合は椎体固定術等の手術的治療が考慮される場合もある²⁾。村瀬らはX線像より病期を3期に分類し、早期ほど修復は早く、遺残変形は少ないとしている³⁾。単純X線と同時にMRIを行うことにより、見逃されていた終板障害が容易に明らかになる場合もあり、椎間板の椎体への侵襲等も同時に観察できる⁴⁾。また終板障害によって引き起こされる椎間板の変性を早期にとらえられる点でも有利であり、MRI像の経時的変化を観察していく必要がある。MRIは非侵襲性かつ外来で行える検査であり、椎体終板障害が多くみられるスポーツ選手には有用性の高いものである。成長期においては

個々に適した運動量を決定することは難しいが、椎体終板の変化を早期にとらえ、画一的なトレーニングをするのではなく、各個人にあったover loadにならないトレーニング量・方法が予防面で考慮されなければならない。

まとめ

成長期における腰部障害、特に椎体終板障害の種目、年齢および高位について検討した。

スポーツ群は非スポーツ群に比し、高頻度に椎体終板障害が見られた。椎体終板障害だけが腰痛の原因となることは比較的少ないが、この障害を把握することにより将来的な椎間板の変性、腰痛の発生の可能性を知り、これを予防すべきであろう。

MRIは非侵襲性かつ外来で行え、多くの情報が得られ、スポーツ選手の椎体終板障害を把握するうえで有用と思われる。成長期におけるトレーニング、特に腰椎のover loadには十分慎重でなければならない。

参考文献

- 1) Bick, E.M. : The ring apophysis of the human vertebra. J. Bone Joint Surg. 33- A : 783-787, 1951
- 2) Eyring, E.J. : The biochemistry and physiology of the intervertebral disk. Clin. Orthop. 67 : 16-28, 1969
- 3) 岩原寅猪、土方貞久「いわゆるKantenabtrennungとシュモール軟骨結節」臨整外1 : 556-568, 1966
- 4) J.Horne, et al : Spinal column damage from water ski jumping. Skeltal radiol. 16 : 612-616, 1987
- 5) 松本学「腰椎の発育についてのX線学的ならびに組織学的検討」日整会誌62 : 331-343, 1988
- 6) 村瀬正昭、井形高明「スポーツによる成長期腰椎椎体終板の障害」臨床スポーツ医学7 : 187-190, 1990
- 7) 武藤芳照ら「水泳におけるスポーツ障害」整形外科30 : 703-710, 1979
- 8) Paajanen, H. et al : Magnetic resonance study of disc degeneration in young low-back pain patients. Spine. 14 : 982-985, 1989
- 9) Rolander, S.D., Blair, W.E. : Deformation and fracture of the lumbar vertebral and plate. Orthop. Clin. North. Am. 6 : 75-81, 1975
- 10) Stanish, W. : Low back pain in athletes ; An overuse syndrome. Clinics in Sports Med. 6 : 321-344, 1987

筋肉運動負荷時の 皮膚(皮下組織)の水の構造

梅原 利宏 (東海大学大学院博士課程) 三浦 信廣 (東海大学理学部4年)

櫛田 昌希 (東海大学大学院修士課程) 真下 悟 (理学部教授)

古谷 嘉邦 (体育学部教授)

筋肉に運動負荷をかけた状態で誘電緩和スペクトル測定を、TDR法を用いて $10^3 \sim 10^{10}$ Hzの周波数範囲で行った。その結果、観測される緩和スペクトルは4つの緩和過程から成ることが分かった。高周波数側から順に自由水、生体物質に強く束縛されている結合水によるものが観測され、最も低周波数側には生体中のイオンによる緩和が観測された。運動量の増加にともない結合水の量は増加し、運動限界までピークをつくる。これはエネルギーサイクルの作用にともない生成される水が皮下組織中で組織と結合するために、結合水の増加となって現れるためである。イオンの緩和も結合水と同様な振る舞いを示し、無酸素系のエネルギーサイクルによって発生する乳酸量の増加により、筋組織のpH値の低下によって起こる、細胞外Kイオン量の増加によるものである。今回の測定の結果生体中のイオンや結合水の様子から、運動負荷をかけたときの生体内の変化をTDR法を用いて観測できることが分かった。

1. はじめに

生体組織には多くの水が含まれている。その一部は生体組織に強い束縛を受けており、普段我々が飲んでいる水(自由水)とは様子が異なった結

合水と呼ばれる状態になっている。マイクロ波先端技術の進歩はめざましいものがあり、現在では20GHzまでの誘電率の測定が容易に行われるようになってきた。近年Mashimoらによる生体高分子のTDR測定によってこの結合水の状態が明らかになってきた^{1)~4)}。水分子はその構造上極めて大きな電気双極子を持っている。このためこの電気双極子をプローブとするTDR法などの誘電緩和測定では、結合水や生体中の電気双極子を持つ物質の分子ダイナミクスを直接観測することができる。

一般に生体内では数種類の水の構造が存在することが予想されている。代表的な生体高分子であるDNAでは二種類の水の構造が観測されている⁵⁾⁶⁾。一つは普段我々が飲んでいる水(自由水)と同じ構造を持つものであり、もう一つはDNAの表面を取り囲むようにDNAと水素結合によって結合している結合水である。この結合水の量はDNAの構造に強く依存し、DNAのヘリックス→コイル転移やB型→Z型→A型などのDNAの構造変化によって、その量も変化することが確かめられ、DNAの構造安定化に結合水が大きな役割を果たしていることが分かってきた⁷⁾⁸⁾。タンパク質においては、これら2種類の水のほかに、タンパク質自身の回転、酵素類ではその活性部位の側

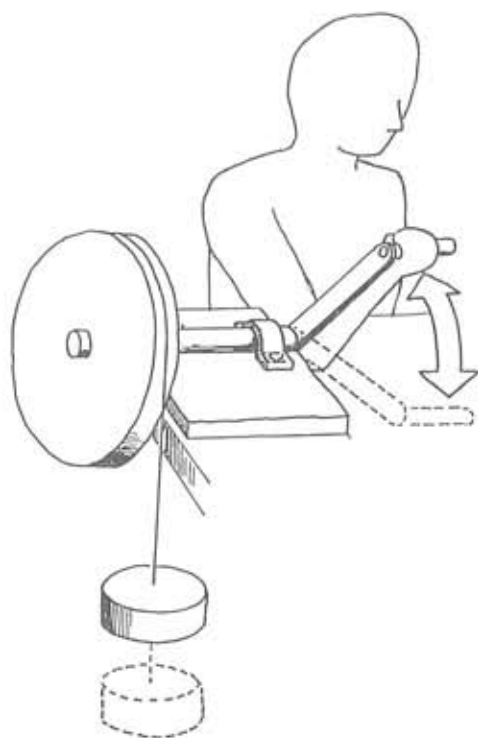


図1 エルゴメータによる筋肉への運動負荷

鎖部分の運動と思われるものも観測されている。また、TDR法を用いた脳浮腫に関する研究では、脳浮腫の発生原因として細胞外に存在するNaイオンが浸透圧によって細胞内へ移動する際、その水和水として水分子が脳細胞内に入り込むために脳浮腫が起こることが分かってきた。

生物が運動する際、筋肉の収縮・弛緩のエネルギー源としてATPが用いられる。このATPのエネルギーサイクルには大きく分けてATP-PCr系、無酸素(解糖)系、有酸素系の3つからなり、この3つの系がその運動の状態や量によって独立にはなく連続的に作用して、運動に必要なエネルギーを供給する。このエネルギーサイクルの副産物として乳酸(解糖系)、二酸化炭素、水が生成される。この乳酸量の増加にともない筋組織が酸

性に傾くために、ATPの生成とATPの利用系に影響を及ぼし、筋収縮の低下、すなわち筋疲労につながる。このとき細胞外のKイオンの増加をともなう⁵⁰⁾。このエネルギーサイクルにおいて発生する水は、生体組織から見ると不必要なものであり、生体外への排出が行われる。

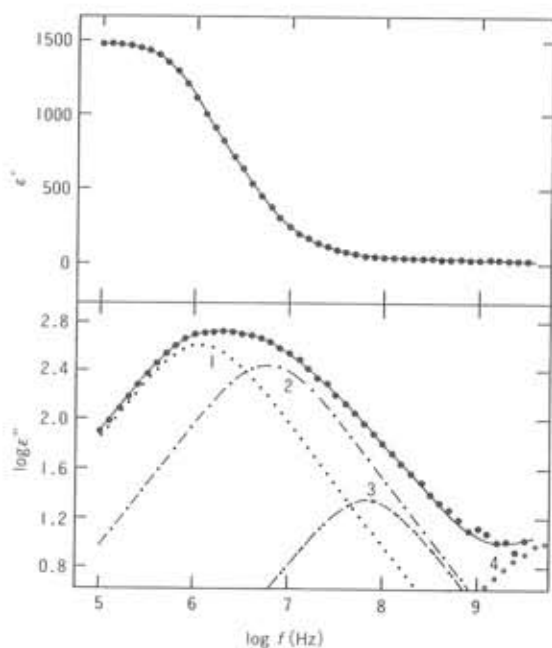
本研究では、筋肉に運動負荷をかけ、ATPエネルギーサイクルによって発生する水や、細胞外のイオンの状態を調べることで、運動選手の運動能力とそのときの筋肉の様子を調べることを目的としている。現在行われているこの種の測定は、血液中の乳酸量やpH値などの測定により行われている。この種の測定法では生体に傷をつけるうえ、測定結果を得るのに多くの時間を要する。本研究で測定に用いたTDR法では、生体に傷をつけることなくリアルタイムで短時間に測定できる。今回は筋肉の運動能力とその回復の状態を生体中の水とイオンの状態から議論する。

2. 測定法

2-1. TDR 測定法

TDR法については既に幾つかの論文で報告を行っている⁷⁾⁻¹⁰⁾。一般に物質に電磁波を当てると、その反射波の反射係数には誘電率の情報を含んでいる。入射波として立ち上がり時間の速いステップパルスを用い、その反射波を時間領域で観測し、フーリエ変換を行い、周波数領域での誘電情報を得るのがTDR(Time Domain Reflectometry)法である。今回の測定で使用した電極は、先端部分がフラットな電極であり、測定対象物を傷つけることなく $10^8 \sim 10^{10}$ Hzの広い周波数範囲の誘電スペクトル測定を10秒程度で精度よく行うことができる。このため今回の測定のように、筋肉に運動負荷をかけた後、筋肉の回復に必要な時間を与えることなく測定を行わなければならない場合に適している。

今回使用した測定装置はHP社のデジタイジングオシロスコープ(HP 54120 B)である。これは内蔵されているステップリカバリーダイオ



図中の数字はそれぞれの緩和過程を示す

図2 ヒト皮膚（皮下組織）の誘電緩和とスペクトル

ードにより、立ち上がり時間約30psのステップパルスをはばDCに至るまでフラットに得ることができる。そのため、今回のような低い周波数領域までの測定に適している。

2-2. 被検筋および運動負荷について

被検筋は上腕二頭筋とした。あらかじめ各被検者の最大腕屈曲力を、肘角度90°として、アイソメトリックの状態にて測定した。

測定にはロードセルを用い、ペン書きオシログラフに記録した。

測定された各被検者の最大筋力の1/3の重さを運動負荷とし、図1に示すような腕エルゴメーターを用いて、1回/秒のリズムで腕の屈曲運動を20回行わせた後、ただちにTDR法による誘電緩和測定を行った。測定には10秒程度の時間を要した。

以上の運動を1ラウンドとし、被検者が運動続行不可能になるまで測定を行った。

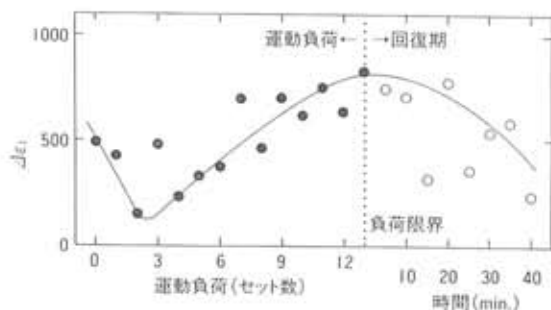


図3 運動負荷による第1緩和の緩和強度 ($\Delta\epsilon_1$) の変化

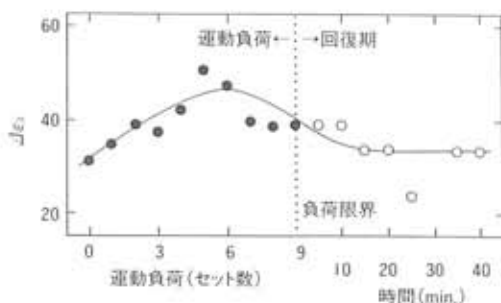


図4 運動負荷による第3緩和の緩和強度 ($\Delta\epsilon_3$) の変化

3. 測定結果

今回観測された誘電緩和スペクトルを図2に示す。その結果、観測されたスペクトルは4つの緩和過程の和として

$$\epsilon^* = \epsilon_\infty + \sum_{i=1}^4 \frac{\Delta\epsilon_i}{1 + i\omega\tau_i} \quad (1)$$

で示される。ここで ϵ_∞ は周波数の十分高いところで観測される誘電率、 $\Delta\epsilon_i$ および τ_i は観測される i 番目の緩和強度および緩和時間を示す。最も低周波数側に観測される緩和過程からそれぞれ第1、2、3および第4緩和とする。今回6人の被検者に対して行った運動負荷の測定では、観測される4つの緩和の緩和時間は、第1緩和から順に200ns、25ns、2.5ns、22psであり、その値には個人差は見られない。

第1緩和の運動負荷とその回復過程における、緩和強度の経時変化の代表例を図3に示す。緩和

強度の値は個人差が認められるが、その振る舞いにはよい再現性がある。緩和強度の値は運動開始直後に減少し、運動負荷の限界までは増加傾向を示す。負荷の限界を越すとその値は減少する。この第1緩和の振る舞いは、生体中のイオンの数と相関のある直流電気伝導 (DC) 分の変化と一致している。これは観測されている第1緩和が生体組織中のイオンによるものであることを示している。

第3緩和の緩和強度の振る舞いを図4に示す。第1緩和と異なり多少の個人差はあるが、その値は30~70で一致している。運動負荷をかけるとその値は増加してゆき、運動負荷の限界までにピークをつくる。その後緩和強度の値は徐々に減少してゆき、運動終了後約30分ほどで運動負荷をかける直前の値まで回復してゆく。

最も高周波数側に観測される第4緩和の緩和強度には個人差はなく、緩和強度の値は20~30で一致する。この第4緩和では運動負荷をかけている過程、その回復過程においても、その値には変化がなく一定の値を示す。

4. 運動負荷と誘電スペクトル

観測される高周波数側の第4、第3緩和 (22ps, 2.5ns) は、Mashimo らによってDNA、タンパク質水溶液、加湿コラーゲン、ヒトの皮膚、食品など水分を含むすべての生体物質において特徴的に観測されている^{1)~4)}。最も高周波数側の第4緩和はその緩和時間の値から生体組織内に含まれる自由水 (普段我々が飲んでいる水と同じ構造を持つ水) によるものである。また、第3緩和は今までの生体高分子の測定結果から、生体構成物質に水素結合によって結合している結合水によるものであると考えられる。結合水のとり構造は結合する生体構成物質により異なるが、その運動の速さは自由水とくらべて約100倍程度遅いものである。

今回の測定では第4緩和の振る舞いは、運動負荷をかけている状態、その回復過程においても、その変化は見られない。運動に必要なエネルギーを

ATPのエネルギーサイクルによって得る際に、必ず水が生成されるため自由水の増加が予想されていた。今回の測定に使用した電極は、皮膚表面から約3mm程度の深さまでの誘電情報を得ることができる。しかし、この深さの情報は一般的なヒトの皮下組織の情報であり、今回測定している部位が筋肉自体ではなく、皮下組織の情報から間接的に筋肉組織の様子を見ていることになる。

ATPのエネルギーサイクルによってつくられる水は、生体組織にとっては不必要な水であり、組織外へ排出される。第4緩和の自由水に変化が見られず、結合水による第3緩和が運動負荷をかけた直後からその緩和強度の値が増加し、運動限界までにピークをつくり、その後減少する。これは、測定部位が筋肉自体でなく皮膚の皮下組織であるため、筋肉組織で排出された水分子が皮下組織の脂質等の組織に結合するために、結合水の増加として観測されているためである。

運動量の増加にともない結合水の増加が見られる。これは、運動に必要なエネルギーを得るために、ATPのエネルギーサイクルを盛んに使っているので、筋肉組織から排出される水の量が増加するためである。また、結合水の量は運動限界までにピークをつくるのは、ATPのエネルギーサイクルで生成される水の量の限界を示しており、ATPエネルギーサイクルでつくられるエネルギー量の限界を間接的に示している。

生体中ではNa、K、Caなど数多くのイオンがそれぞれの役割を果たし、生体機能を維持している。なかでもCaイオンはエネルギーサイクル中のATPase活性や筋肉の収縮・弛緩などの運動調節機能に大きな影響を及ぼすことが知られている⁵⁾⁶⁾。イオンによる第1緩和は、運動開始直後に減少し、その後運動限界までその緩和強度の値は増加する。運動開始直後の緩和強度の減少は、休止状態にあった筋肉を興奮状態にし、運動に必要なエネルギーを直ちに供給するために、ATP-PCr系のような筋肉組織内の急激な変化によるものと考えられる。

運動量の増加にともない、第1緩和の緩和強度

は増加する。この時筋肉の運動調節のために、休止状態では筋小胞体に取り込まれていたCaイオンがしだいに放出される⁵⁾。無酸素(解糖)系のエネルギーサイクルの副産物として生成される乳酸量の増加によって筋組織のpH値が酸性に傾き、ATPの生成、そのATPを消費する筋収縮関連機能の低下、細胞外Kイオンが増加する⁶⁾。運動限界までの緩和強度の増加は運動機能の調節のために筋小胞体から出されるCaイオンや無酸素系のエネルギーサイクルが働くために生まれるKイオンの増加によるためである。

運動限界を越えると第1緩和の緩和強度は減少に転じる。運動能力の低下は、筋組織のpH値の低下により、筋小胞体が放出していたCaイオンが再び取り込まれることや、ATPase活性およびアクトミオシン活性の低下によるためである⁷⁾。したがってこの緩和強度の減少は筋小胞体が放出していたCaイオンの低下や、運動終了後無酸素系のエネルギーサイクルの活動の停止にともなう細胞外のKイオン濃度の低下によるものである。

今回の測定では、測定部位が筋肉自体ではないために、運動負荷によって自由水の量に変化が見られなかった。しかし生体中のイオンや結合水の振る舞いから運動負荷をかけたときの、生体内の変化を見ることができると示された。また精神的な面の強かった運動負荷の限界も、この測定法を用いることによって知ることができる。

参考文献

- 1) S. Mashimo, S. Kuwabara, S. Yagihara & K. Higasi, *J. Phys. Chem.*, 91(1987), 6337
- 2) N. Shinyashiki, N. Asaka, S. Mashimo, S. Yagihara & N. Sasaki, *Biopolymers*, 29(1990), 1185
- 3) S. Mashimo, T. Umehara, S. Kuwabara & S. Yagihara, *J. Phys. Chem.*, 93(1989), 4963
- 4) T. Umehara, S. Kuwabara, S. Mashimo & S. Yagihara, *Biopolymers*, 30(1990), 649
- 5) 湯川秀樹、大沢文夫、寺本英「生命の物理」岩波書店、1972、67-85
- 6) 吉田敬義「呼吸」9(1990)、837
- 7) R. H. Cole, S. Mashimo & P. J. Winsor, *W. J. Phys. Chem.*, 84(1980), 786
- 8) J. G. Berberian & R. H. Cole, *J. Phys. Chem.*, 84(1986), 6921
- 9) K. Imamatsu, R. Nozaki, S. Yagihara, S. Mashimo & M. Hashimoto, *J. Phys. Chem.*, 84(1986), 6511
- 10) S. Mashimo, T. Umehara, T. Ota, S. Kuwabara, N. Shinyashiki & S. Yagihara, *J. Mol. Liq.*, 36(1987), 135

鉄棒運動における 「け上がり」の筋電図学的研究

小河原 慶太

(東海大学大学院体育学研究科)

古谷 嘉邦

(東海大学体育学部教授)

Electromyographic Study During The Kip Movements On The Horizontal Bar

Yoshikuni FURUYA and Keita OGAWARA

Abstract

The purpose of this study was to investigate about the differences of the electromyographic (EMG) activities in trained and untrained male subjects during the kip movements on the horizontal bar.

The EMGs were picked up with bipolar surface electrodes from dominant superficial muscles in m. pectoralis major, m. teres major, m. latissimus dorsi and m. biceps brachii.

The movements were recorded by a check polaphy.

1. The discharge of the muscles on the anterior aspect of forearm in trained subjects began to appear before than the discharge of m. pectoralis major and m. teres major during the forward swing. On the other hand, the discharge of m. pectoralis major and m. teres major in untrained subjects began to appear in earlier stage than those in trained subjects. Furthermore, the discharge of both m. biceps brachii and m. latissimus dorsi which did not appear in trained subjects was seen in untrained subjects.

2. The remarkable discharge of m. pectoralis major, m. teres major, m. latissimus dorsi and m. biceps brachii in trained subjects was seen during the stage of decreasing angle of shoulder joint which is one of the most important motion for the kip movements. On the other hand, the discharge of m. pectoralis major, m. teres major and m. latissimus dorsi in untrained subjects was not so remarkable as the discharge of m. biceps brachii.

I 目的

スポーツ運動の個人技術を指導する場合、多くはその運動経過（フォーム）を見て指導している

のが現状である。鉄棒運動の「け上がり」を指導する場合も同様で、一般には運動経過、すなわちフォームを中心に指導が行われている。このことについて岸野ら¹⁾は、「従来、特にこの「け上がり」において最も強く姿勢中心の指導が行われてきた

ようである」と述べている。しかし、その運動経過は筋肉の活動の結果として現れたものであり、筋肉の活動状態は外部からは見ることはできない。初心者や未熟練者が指導者の指示に従って努力しても、実際には不必要な筋を活動させ、不成功に終わるばかりか、その技術を妨げる動作さえ行っている場合もある。

猪飼¹⁾は、「巧みさ」の内部機構である調整能力の要素として grading, spacing, timing をあげている。すなわち、運動を上手に行うためには、いつ、どこの筋を、どの程度活動させるかということが最も重要なのである。

また河野²⁾は、運動技術の外面的観察とともに、その運動が成り立つための要因を解明するべく、筋電図を主とした運動の内的観察の必要性を述べている。

このように、外見上のフォームだけではなく、運動経過にともなう筋群の活動を解明することは技術の習得や指導をより容易にするものと思われる。

鉄棒運動に関する筋電図的研究としては、山下³⁾らの順手車輪の研究や辻野⁴⁾の腕立て前方回転の研究、吉澤⁵⁾の動作・筋電図から見た低鉄棒の「さか上がり」の習熟過程に関する研究などがあげられるが、「け上がり」についての筋電図的研究は、岡本⁶⁾による報告しか見当たらない。

そこで本研究では、学校体育で広く行われている鉄棒運動の「け上がり」を取り上げ、その運動経過とそれともなう筋電図を同調させて分析することによって、指導の一助にしようとするものである。

II 方法

1. 被検者

被検者は、年齢19～21歳の大学生で、鉄棒運動の「け上がり」演技の習熟段階の異なった被検者を6名選定した。そのうち、インターカレッジ部の大学体操競技部員2名を熟練者、「け上がり」で上がることはできるが完全には習得していない

者3名を未熟練者として実験を行った。また、鉄棒の棒上にまったく上がれない者1名を初心者として比較の参考とした。

2. 被検動作と筋電図

本実験では、公式競技用の高鉄棒（高さ：マットの上面から2.25m）を使用し、一般的な「け上がり」（特に反動を使わず、振り上げ型でもない「け上がり」）を行わせた。

筋電図は、上肢および上肢帯の筋群から前腕の屈筋、上腕二頭筋長頭、上腕三頭筋長頭、大胸筋腹部、広背筋、大円筋の6筋を表面電極法で導出し、ペン書きオシログラフに記録した。感度は、3mm/500 μ Vであり、ペーパー速度は100mm/secであった。

3. 運動経過と筋電図の同時記録

「け上がり」演技の運動経過を見るために、8コマの連続写真の撮影が可能なキング・メディカルチェックポラフィーを使用した。このカメラのシャッターの最大開口時に導出されるシグナルを筋電図と同一記録紙上に同時記録した。シャッターインターバルは0.2～0.3secであった。

III 結果と考察

1. 熟練者の特徴

熟練者の運動経過は図1のフォーム①～⑧に示すように、姿勢欠点もなく、ほぼ完全に熟練された演技であった。

筋電図を見ると、フォーム①～③、すなわち前振りの局面においては前腕部の屈筋群の放電が見られた。また、大胸筋と大円筋はその後半から④において放電が見られたが、他の筋には放電がほとんど見られなかった。これらは、前振りの局面においては鉄棒を握るのに必要な筋のみが放電し、他はリラックスして長懸垂（鎖骨が垂直に近い状態の懸垂）に近い状態で前振りが行われているように思われた。また、大胸筋と大円筋の放電は次に行われる脚の引きつけにともなう肩角度減少の

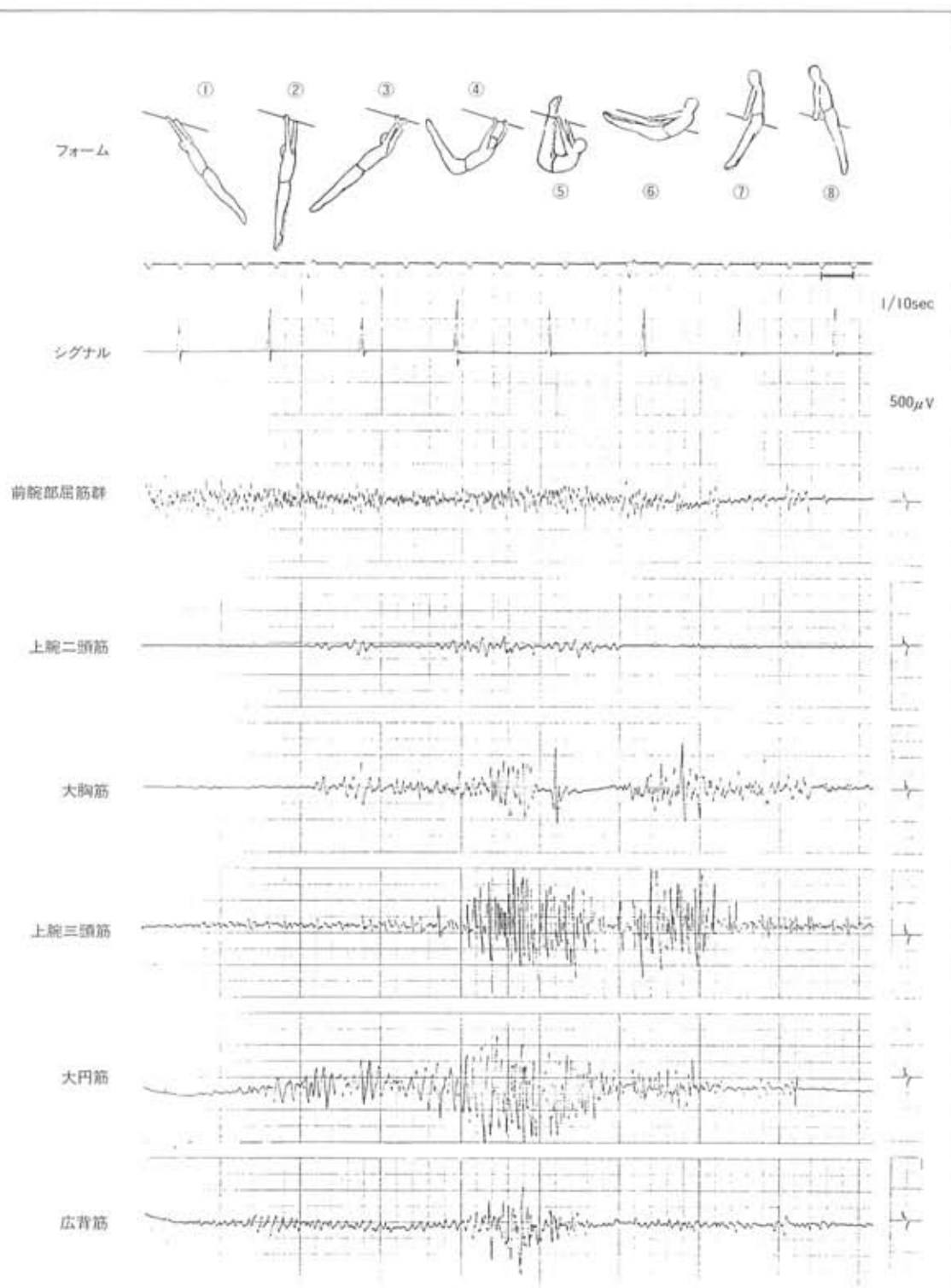


図1 熟練者の運動経過と筋電図
 Fig.1 Electromyogram for the skilled.

ための準備と考えられる。

フォーム③～④において前腕部の屈筋群の放電が減少しているが、これは、いわゆる「あふり」が完了した局面であり、手に加わる負荷が減少したためと思われる。

フォーム④～⑥の局面は「け上がり」において最も重要な局面と考えられる。この局面に必要な動作は、肩角度を減少させることであり、肩角度の減少なくしては「け上がり」は成立しない。すなわち、前振りの局面における、手を中心とした半径の長い回転運動から、腰部を中心とした半径の短い回転運動に移行する局面である。金子⁴⁹⁾は、この局面における肩角度減少の動作を「け上がり」の本質であり、最も大切なポイントと述べている。

熟練者はこの④～⑥の局面において、大胸筋、大円筋、広背筋から極めて顕著な放電が見られた。解剖学的に見て、これらの筋はすべて肩角度の減少（肩関節の伸展）を行うための主働筋であることを考えれば当然のことといえる。特に肩角度の減少期前半、すなわち、フォーム④～⑤において前述した主働筋に極めて顕著な放電が見られた。

この局面は、脚の引きつけから身体が後方に振れ戻ると同時に回転軸が手から腰部へ移動する時期であり、回転速度が急激に高まる局面である。したがって、身体が鉄棒から離されないように積極的に肩角度を減少させなければならない。その結果、大胸筋、大円筋、広背筋に大きな放電が見られたものと考えられる。この放電パターンは、習熟過程について述べた岡本の報告²⁰⁾とほぼ同じであった。

本研究では、下肢および股関節の運動に関与する筋群の観察は行わなかったが、この局面について岡本²⁰⁾は、「股関節の伸展が適当な速度で、上腕を体側に引きつける筋群の活動とうまく同調することが最も大事な要因である。」と指摘している。

また、この局面において上腕三頭筋からの放電も顕著に認められたが、これは腕を延ばし（固定し）、肩角度の減少を容易にする補助的なものと考

えられる。一方、上腕二頭筋からの放電は、ほとんど認められなかった。この上腕二頭筋の放電パターンは、岡本の報告²⁰⁾と異なったが、これは岡本が使用した鉄棒が低鉄棒であったため、腕を十分に伸展させた状態の前振りを行うことができなかったからではないかと思われる。

フォーム⑥～⑧は、終末の局面であり、腕立て支持に必要な上腕三頭筋と大胸筋の放電以外は、ほとんど認められなかった。

以上のような熟練者の運動経過にともなう放電パターンの特徴をまとめると次のとおりであった。

前振りの局面において、鉄棒を握るのに必要な前腕部の屈筋群の放電が見られた。その後「あふり」が完了した局面で、手に加わる負荷が減少し、前腕部の屈筋群の放電が減少する。そして、「け上がり」の最も重要な動作である肩角度の減少の局面において、その主働筋である大胸筋、大円筋、広背筋から顕著な放電が見られた。また、この局面においては、上腕三頭筋からの放電も顕著であり、この放電は腕を十分に伸展させ肩角度減少の動作を容易にしているものと考えられる。

一方、上腕二頭筋の放電は、全局面を通じてほとんど見られず、肘角度減少（前腕の屈曲）による鉄棒の引きつけは行われていないことを示している。

終末の局面では、腕立て支持に必要な上腕三頭筋と大胸筋の放電以外は、ほとんど認められなかった。

2. 未熟練者の特徴

未熟練者の運動経過は図2のフォーム①～⑧に示すように、体が反ったり、膝が曲がるといった姿勢欠点が見られ、終末の局面では鉄棒によじ登るようにして上がる演技であった。この演技は熟練された演技とはいえないが、「け上がり」の成立に最低限必要な“棒上に上がる”という条件を満たした演技であった。

筋電図を見ると、フォーム①～③の前振りの局面では、その前半から熟練者と同様に前腕部の屈筋群の放電が見られた。

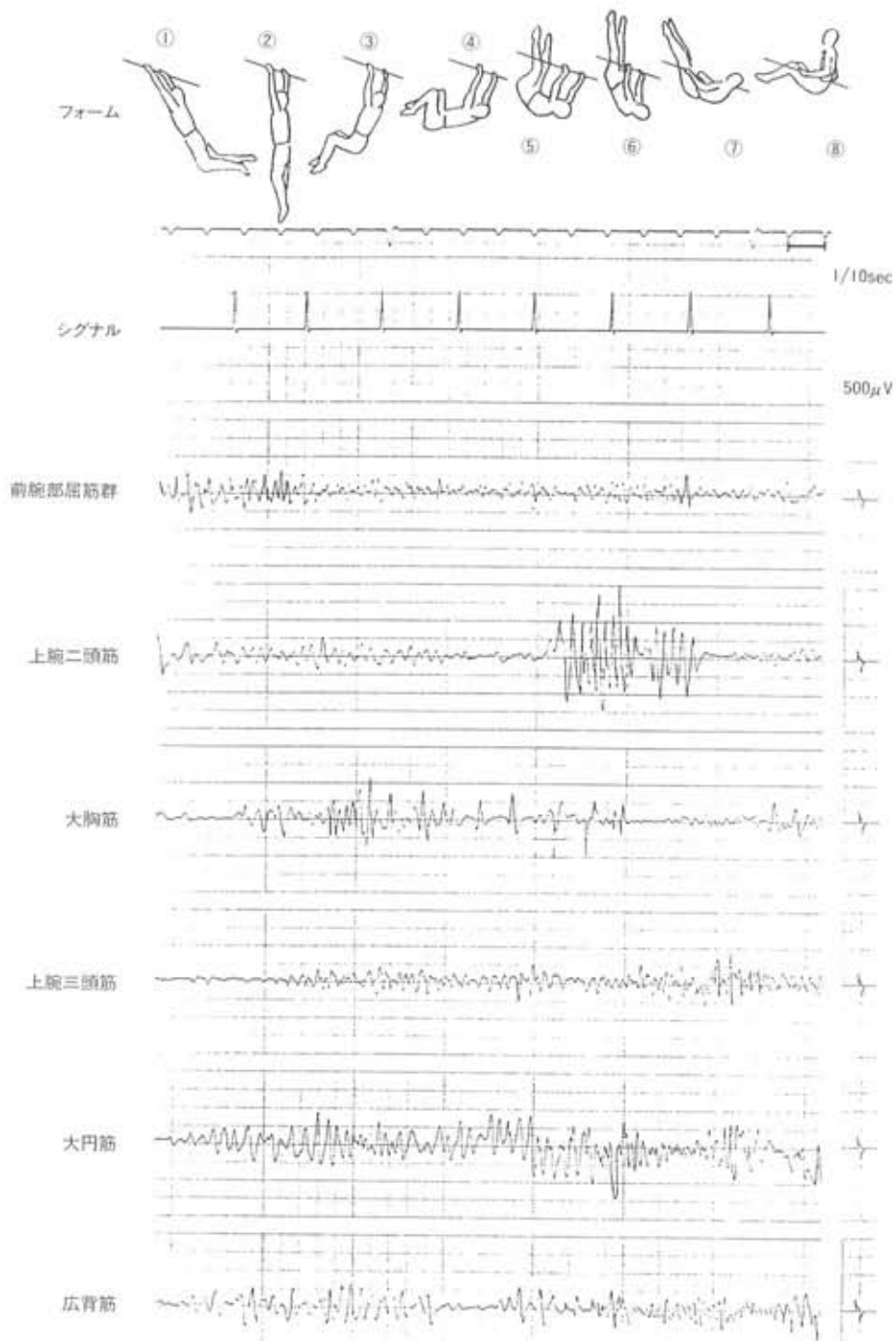


図2 未熟練者の運動経過と筋電図
 Fig.2 Electromyogram for the unskilled.

大胸筋と大円筋の放電は、熟練者では前振り局面後半から見られたのに対し、未熟練者ではそれよりも早く、特に大胸筋ではフォーム①からすでに放電が始まっていた。また、この前振りの局面では、熟練者には見られなかった上腕二頭筋、広背筋の放電が認められた。

このように前振りの局面において、未熟練者では「上がりたい」という意識が強すぎるため、早い時期から熟練者には見られない上腕二頭筋、大胸筋、広背筋の放電が認められ、短懸垂（鎖骨が水平に近い状態の懸垂）の状態の前振りが行われているように思われた。また、フォーム③～④の局面においても、前振り局面に見られた筋の放電が引き続き認められた。

フォーム④～⑦の局面は、熟練者のフォーム④～⑥（図1）の局面に相当するものであり、「け上がり」において最も重要な局面である。熟練者は、この局面で肩角度減少の主働筋である大円筋、広背筋、大胸筋に顕著な放電が見られたが、未熟練者では、これらの筋にわずかな放電が見られただけであった。そして、この局面の後半、すなわちフォーム⑤～⑦において上腕二頭筋に極めて顕著な放電が見られた。この放電は熟練者には見られないものであり、未熟練者の最大の特徴といえる。このことは、未熟練者は肩角度の減少よりも、むしろ、肘角度の減少によって鉄棒を引きつけ、上に上がろうとしていることがうかがえた。

肘角度を減少させると肩部が鉄棒に近づき、腰部の鉄棒への接近を妨げる結果となる。一般に、ある物を引きつける際、肘関節を屈曲させることは日常的動作であるが、肘を伸ばし肩角度の減少によって引きつけることは、非日常的動作といえよう。そのため、初心者や未熟練者にとって、肩角度を減少させることは極めて難しい動作であり、この動作こそが「け上がり」の“できる”“できない”を決定する重要な要因であると考えられる。

また、熟練者では上腕三頭筋の放電も顕著に認められたが、未熟練者では、ほとんど放電が見られず、終末の局面に近い頃にわずかな放電が認められた。

フォーム⑦～⑧の終末の局面では、上腕三頭筋、大円筋、広背筋の放電が少なかった。これは、腕で体を支持するのではなく、フォーム⑦～⑧に見られるように腹部で身体を支持しているためと思われる。

以上のような未熟練者の運動経過にともなう放電パターンの特徴は、細部については多少の差異が認められたが、全体的には他の2名の未熟練者もほぼ同様の放電パターンを示していた。

未熟練者の特徴をまとめると、前振りの局面では、熟練者と同様に前腕部の屈筋群の放電が見られた。大胸筋と大円筋の放電は、熟練者の放電よりも早い時期に開始され、熟練者には見られなかった上腕二頭筋、広背筋の放電が認められた。すなわち、前振りの局面において「上がりたい」という意識が強すぎるため、早い時期からほとんどの筋の放電が認められ、短懸垂の状態の前振りが行われているようであった。

フォーム④～⑦の「け上がり」において最も重要な局面では、熟練者と異なり、肩角度減少の主働筋である大胸筋、大円筋、広背筋の放電は少なく、この局面の後半（フォーム⑤～⑦）に上腕二頭筋の極めて顕著な放電が見られた。すなわち、未熟練者は肩角度の減少よりも、むしろ、肘角度の減少によって鉄棒を引きつけ、上に上がろうとしていることがうかがえる。また、この局面では、上腕三頭筋の放電がほとんど見られず、終末の局面に近い頃にわずかな放電が認められただけであった。

3. 初心者の特徴

初心者の運動経過を図3のフォーム①～⑧に示した。この演技では、終末の局面においてまったく腕立て支持になることができなかったため、演技後半の運動経過にともなう筋の放電パターンを比較することはできなかった。したがって、ここでは演技前半の経過についてだけ、その特徴を見ることにした。

前振りの局面（フォーム①～④）では、上腕二頭筋の放電が顕著であった。また、この局面前半

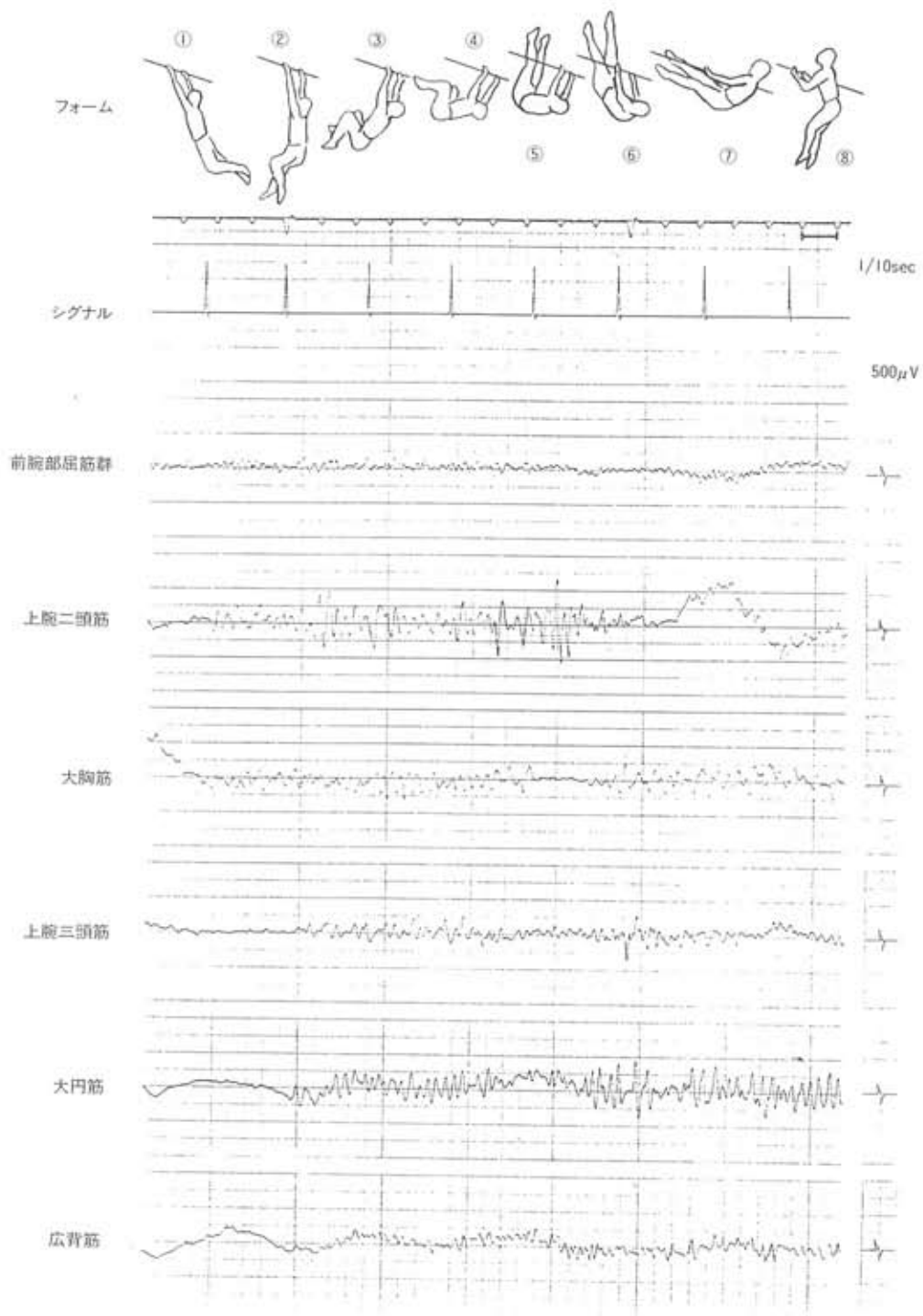


図3 初心者の運動経過と筋電図
Fig.3 Electromyogram for the beginner.

には大胸筋、大円筋、広背筋の放電はほとんど見られなかったが、その後、フォーム③～④の局面では、大胸筋、大円筋にも放電が認められるようになった。この③の局面において、すでに脚の引きつけの動作が始まっており、十分な前振りが行われていないことがうかがえた。

フォーム④～⑦の「け上がり」における重要な局面では、上腕二頭筋の放電がさらに大きくなり、肩角度減少の主働筋である大胸筋、大円筋、広背筋の放電は小さく、上腕三頭筋の放電はほとんど認められなかった。

以上のように、初心者では、演技前半において上腕二頭筋の放電が見られるだけで、他の筋の放電は極めて小さかった。すなわち、演技開始から「け上がり」を腕の屈曲による引きつけだけで行っており、その他の積極的な動作は行われていない。このことは、初心者がまだ「け上がり」の運動を理解しておらず、どのように身体を動かして良いか分からない状態であるためと思われる。したがって、初心者の指導にあたっては、まず「け上がり」の運動そのものを理解させると同時に、その運動にともなう必要な動作を補助的手段を用いて指導することが必要であるといえる。

IV 結論

本研究では、鉄棒運動における「け上がり」の習熟段階の異なる演技者について、運動経過と、それにとともなう筋電図を同調させて分析を行い、次のような結果を得た。

1. 前振りの局面において、熟練者は鉄棒を握るのに必要な前腕部の屈筋群の放電が見られた。その放電にやや遅れて、次に行われる脚の引きつけにとともなう肩角度減少のための準備として大胸筋と大円筋に放電が見られた。

一方、未熟練者は、大胸筋と大円筋の放電は、熟練者の放電よりも早い時期に開始され、熟練者には見られなかった上腕二頭筋、広背筋の放電が認められた。また、初心者はこの局面では、上腕二頭筋の放電が顕著であり、大胸筋、大円筋、広

背筋の放電はほとんど見られなかった。

2. 「け上がり」の最も重要な動作である肩角度の減少の局面において、熟練者では、その主働筋である大胸筋、大円筋、広背筋から顕著な放電が見られた。また、上腕三頭筋からの放電も顕著であった。それに対し、未熟練者は、大胸筋、大円筋、広背筋の放電は少なく、この局面の後半に上腕二頭筋に極めて顕著な放電が見られた。すなわち、未熟練者は肩角度の減少よりも、肘角度の減少(前腕の屈曲)によって鉄棒を引きつけ、上に上がろうとしていた。また、初心者のこの局面では、未熟練者と同様に上腕二頭筋の放電が顕著であり、肩角度減少の主働筋である大胸筋、大円筋、広背筋からの放電は少なかった。

3. 終末の局面において、熟練者では腕立て支持に必要な上腕三頭筋と大胸筋の放電が認められたが、未熟練者では上腕三頭筋のわずかな放電が見られただけであった。

参考・引用文献

- 1) 猪飼道夫「生理学から見た Coordination」猪飼道夫論文選集第1巻、杏林書店、1972、278-281
- 2) 岡本勉「蹴上りの習熟過程の筋電図的研究」山口医大産業医学研究所年報、12、：40-45、1964
- 3) 岡本勉ら「身体運動の分析的研究(その一)-蹴上り-」体育学研究、7(1)：199、1962
- 4) 金子明友「体操競技教本II鉄棒編」平文社、1970、70-71
- 5) 金子明友「体操競技のコーチング」大修館書店、1974、493-494
- 6) 岸野雄三、金子明友「鉄棒運動のコーチ」大修館書店、1960、pp.49-57
- 7) 河野信弘「体操競技の筋電図による研究」体育学研究、8(1)：140、1969
- 8) 辻野昭ら「身体運動の分析的研究(その二)-腕立前方回転-」体育学研究、7(1)：200、1962
- 9) 山下謙智、高木公三郎、岡本勉「鉄棒運動における順手車輪の筋電図学的研究」体育学研究、15(2)：93-102、1971
- 10) 吉澤正尹「動作・筋電図からみた低鉄棒*さか上がり*の習熟過程」第8回日本バイオメカニクス学会大会論集、36-40、1986

体性神経—骨格筋接合部に関する研究(2)

岡 哲雄 扇谷 信幸

(医学部薬理学教室)

緒 言

体性神経—骨格筋接合部に作用する薬を研究する摘出標本として、最も広く用いられている、摘出ラット横隔膜神経—横隔膜標本を用い、神経に一定の大きさの刺激を、一定の頻度で与えた場合の薬の効果について、前回報告した¹⁾。今回は、刺激の頻度を変え、刺激頻度と薬の効果との関係について研究したので報告する。

実験方法

体重400g前後の雄性 Wistar ラットをエーテルで麻酔後、可及的長い横隔膜神経を横隔膜に付けた状態で体外に取り出し、Krebs液 (mM: NaCl, 118; KCl, 4.75; CaCl₂, 2.54; KH₂PO₄, 1.19; MgSO₄, 1.2; NaHCO₃, 3.25; glucose, 11; choline chloride, 0.02) がはいったシャーレに入れ、幅約3mmで長さ約15mmの横隔膜筋片を、横隔膜神経を付けた状態で作った (摘出ラット横

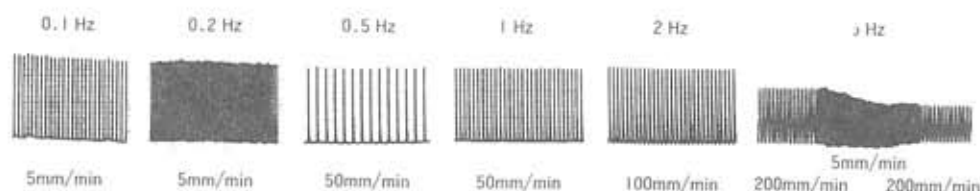


図1 刺激に応じて生じる筋収縮の大きさと刺激頻度との関係。筋収縮の記録の上に刺激頻度、下に記録紙の紙送り速度を記した。

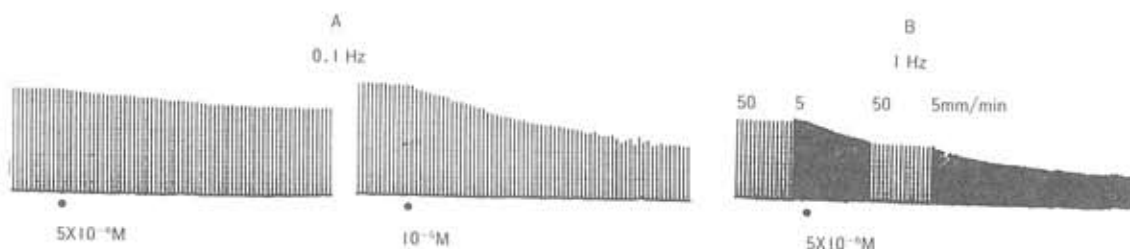


図2 パンクロニウムの筋収縮抑制効果と刺激頻度。刺激頻度は、A では0.1 Hz、B では1 Hz。筋収縮の記録の下に、パンクロニウムの Krebs 液中の濃度を記した。また、B の記録の上には記録紙の紙送り速度を記した。

隔膜神経—横隔膜標本)。横隔膜神経を絹糸で2本の白金線に結んだ後、標本を37°Cの4 mlのKrebs液に入れ、混合気体(95%O₂, 5%CO₂)を送りながら実験を行った。なお、白金線を介して、次極大の大きさで、持続時間1 msecの矩形波刺激を、種々の頻度(0.1—20Hz)で神経に加えた。また、刺激に応じて生じる筋片の収縮の大きさは、FDトランスジューサーを介して、記録計に描記させた。なお、実験中、筋片には0.5 gの張力を与えた。また、薬液は、50 μ lのマイクロシリンジを用い、4~40 μ lの量で与えた。

実験結果

1. 刺激頻度と筋収縮の大きさの関係

与える薬により異なるが、薬の最大効果は、標本に投与後大体5~10分目に現われる場合が多い。したがって、その間に筋収縮の大きさが変化しない方が、薬の効力を判定しやすい。0.1、0.2、0.5、1および2 Hzでは、筋収縮の大きさは数分間一定で(図1)、薬の効果が判定しやすいと思われた。しかし、刺激頻度を5 Hzにすると、筋収縮の

大きさは、数分以内に経時的に小さくなった(図1)。そこで、薬の効果をみる実験では、0.1、0.2および1 Hzの頻度を用いることにした。

2. バンクロニウムの効果と刺激頻度

頻度0.1 Hzで神経を刺激した場合、刺激に応じて生じる筋収縮の大きさは、 5×10^{-6} Mのバンクロニウムで、約10%抑制された(図2 A)。また、 10^{-6} Mのバンクロニウムでは、約55%抑制された(図2 A)。

一方、頻度1 Hzでは、 5×10^{-6} Mのバンクロニウムで、約60%抑制された(図2 B)。すなわち、刺激頻度を0.1 Hzから1 Hzに10倍高めると、バンクロニウムの効果は、約2倍になることが明らかにされた。

3. アドレナリンの効果と刺激頻度

頻度0.1 Hzで神経を刺激した場合、刺激に応じて生じる収縮の大きさは、 10^{-6} Mのアドレナリン(エピネフリン)で、約21%増大した(図3 A)。しかし、頻度0.2 Hzでは、 10^{-6} Mのアドレナリンで、約5%しか増大しなかった(図3 B)。また、

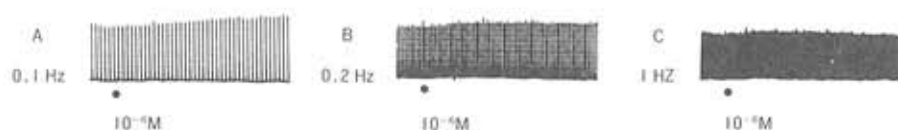


図3 アドレナリンの筋収縮増大効果と刺激頻度。刺激頻度は、Aでは0.1 Hz、Bでは0.2 Hz、Cでは1 Hz。筋収縮の記録の下に、アドレナリンのKrebs液中の濃度を記した。

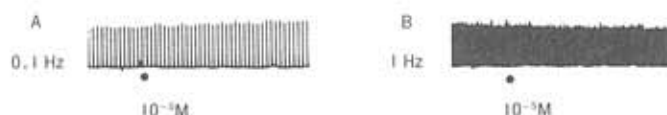


図4 アンフェタミンの筋収縮増大効果と刺激頻度。刺激頻度は、Aでは0.1 Hz、Bでは1 Hz。筋収縮の記録の下に、アンフェタミンのKrebs液中の濃度を記した。

頻度 1 Hzでは、 10^{-6} Mのアドレナリンで、増大は認められなかった(図 3 C)。すなわち、バンクロニウムと異なり、アドレナリンの効果は、刺激頻度を高めることにより、小さくなることが示唆された。

4. アンフェタミンの効果と刺激頻度

頻度 0.1 Hzで神経を刺激した場合、刺激に応じて生じる収縮の大きさは、 10^{-5} Mのアンフェタミンで、約 13%増大した(図 4 A)。しかし、頻度 1 Hzでは、 10^{-5} Mのアンフェタミンで、増大は認められなかった(図 4 B)。すなわち、アドレナリンと同様に、アンフェタミンの効果は、刺激頻度を高めることにより、小さくなることが示唆された。

考 察

この標本においては、電気刺激に応じて、体性神経の末端から、神経伝達物質のアセチルコリン(ACh)が放出され、放出された ACh は、受動拡散で約 500 Å と考えられているシナプス間隙を移動し、骨格筋の表面に存在するニコチン性 ACh 受容体(N ACh R)と結合し、骨格筋が収縮する。なお、N ACh R タンパク質には、ACh が特異的に結合する部位が存在するとともに、 Na^+ が細胞外から細胞内へ通るチャンネルが存在する。すなわち、ACh が N ACh R と結合すると、チャンネルが開き、 Na^+ が細胞の外から内へ入ってきて、骨格筋収縮の原因となる。

バンクロニウムは、N ACh R の ACh が結合する部位と同じ部位に結合し、ACh が N ACh R と結合するのを阻害することにより、筋収縮を抑制する。また、N ACh R は、体性神経の末端にも存在し、ここに ACh が結合すると、ACh の放出が促進されることが知られている。なお、N ACh R による ACh 放出促進作用は、刺激頻度が 1 Hz より高い時に生じるとの報告がある。このことは、少なくとも一部今回の実験結果と関係があると思われる。すなわち、頻度 0.1 Hz で刺激した場合は、神経末端の N ACh R は、まだ ACh 放出促進作用に

関与しないので、投与されたバンクロニウムは、骨格筋の N ACh R と結合した効果のみを現す。しかし、1 Hz で刺激した場合は、神経末端の N ACh R は、ACh 放出促進作用を現すので、投与されたバンクロニウムの効果は、神経末端と骨格筋の両方の N ACh R と結合した効果を現す。両方の効果は、ともに筋収縮の抑制に働くので、1 Hz では 0.1 Hz よりバンクロニウムの効果が大きくなると考えられる。しかし、刺激頻度によるバンクロニウムの効果の違いが、すべて神経末端の N ACh R の関与の有無だけで説明できるか否かは明らかでない。ただ、刺激頻度によりバンクロニウムの効果の大きさが異なることだけは事実である。

バンクロニウムと異なり、アドレナリンおよびアンフェタミンでは、刺激頻度を高めることにより、効果が減弱した。アドレナリンおよびアンフェタミンによる筋収縮増大作用は、神経末端に存在するアルファおよびベータアドレナリン受容体(α Ad R、 β Ad R)、ならびに骨格筋に存在する β Ad R などが関与すると考えられる。しかし、これらの受容体と、刺激頻度との関係は現在のところ明らかでない。なお、先回の実験では、アンフェタミンによる筋収縮増大効果は、0.1 Hz でも認められなかったことから、アンフェタミンでは、標本により筋収縮増大効果が観察できたり、できなかったりするものと思われる。

今回の実験結果から、体性神経-骨格筋接合部に作用する薬の効果を研究する場合には、用いる刺激頻度に留意することが大切であることが示された。通常の随意運動が行われる時は、5~50 Hz 程度の刺激頻度に相当するという報告があるので、薬の効果をみる場合、この点を十分に考慮に入れることが大切と思われる。

文献

- 1) 岡哲雄、扇谷信幸「体性神経-骨格筋接合部に關する研究」東海大学スポーツ医科学雑誌第 2 号、74-78、1990

柔道選手の肘障害について

戸松 泰介 中村 豊 岡 義範 今井 望

(東海大学整形外科)

はじめに

肘関節はスポーツ障害の好発する関節の一つである。野球やテニスなどの球技では手に負荷をかけ、これを加速、運動させるため肘への負担は大きく、これによって生ずる障害は野球肘、テニス肘のように病名にそのスポーツが冠せられるほど一般に知られている。実際、球技のみでなく格闘技である柔道においても肘関節障害は多く、その障害で得意技の変更や競技生命を脅かされることも少なくない。

柔道での肘関節障害の原因は競技特性から3種類ほどのタイプがみられる。柔道の技術は投げ技、固め技、当て技の一つから成り立っているが、このうちの投げ技動作に関しては相手を引き付け、担ぐ動作の際、肘関節には大きな負担となり、障害の好発する部位になっていると考えられる。次に固め技の中の関節技は肘関節のみに許された技であり、主に肘関節を過伸展させるもので、実際試合では限界を越えて伸展が強制されることも多く、一種の亜脱臼状態を生じ、関節障害を生ずる。最後は柔道の立ち技の得点が、投げられ、背中をつくことから生ずるため、これを防ごうとして意図的に手をついたり、ときには単に自己防御のためや肘・肩などを床にぶつけるなどの事故的な外傷によって、肘関節損傷が発生することも珍しくない。

柔道の練習は乱取り稽古が主体となるが、練習

には相手が必要であり、しかも互いに力と技をぶつけながら相手を倒したり、投げたり、抑えたりをくり返し、また打ち込み練習では同じ技を何度もくり返すために、当然 OVER USE の問題も生じてくる。現役を引退した指導者や学生時代以後も柔道が続けている選手に、肘関節の痛みや可動域制限を生じている場合もしばしばみられることである。このように柔道における肘関節の諸問題は競技のもつ特殊性からも見過ごせない問題であり、この問題を十分に認識し、その予防と治療管理に目を向けることは柔道技術の向上のみならず、長く柔道を行うためにも必要なことと考えられる。今回我々の行った調査結果を示しながら、柔道選手の肘関節のいくつかの障害要因について考えてみたい。

調査対象・方法および結果

調査対象は高校柔道部員239名と大学柔道部員81名の合計320名である。調査方法はアンケート調査、直接検診およびX線検査で、アンケート調査は320名全員に行い、直接検診およびX線検査は大学柔道部員の81名に対して行った。

アンケート結果による肘関節障害の発生率は、現在も肘関節の障害を持っている者は98名31%であり、過去の肘関節障害のなかで捻挫・脱臼・骨折等も含めると約63%の者は肘関節障害を経験したことになり、いずれの問題も経験年数の多い大学選手に多くの障害があり、経験年数が多ければ

表1 肘関節障害の発生率 (320名: 高校239名, 大学81名)

	現在の肘関節障害	過去の肘関節障害		
		捻挫	脱臼	骨折
高校	28% (64人)	8% (18人)	6% (12人)	9% (20人)
大学	42% (34人)	35% (28人)	22% (17人)	11% (9人)
合計	31% (98人)	14% (46人)	9% (29人)	9% (29人)

表3 過去の肘関節障害(大学生81名)

・肘関節捻挫	15名 (19%)
・肘関節脱臼	12名 (15%)
・肘関節部骨折	2名 (2%)

臨床所見(大学生81名)

・自発痛	4名 (5%)
・運動時痛	16名 (20%)
屈曲時痛	4名
伸展時痛	5名
・圧痛	5名 (6%)
・可動域制限	10名 (12%)
屈曲制限	4名
伸展制限	8名

障害も多いという結果であった(表1)。

大学柔道選手81名に対する肘関節障害の内容に関する結果では、障害発生頻度は現在肘関節障害を持っていると答えた者は43名53%で半数以上であった。具体的な内容では疼痛が最も多く26名32%であった。次に可動域制限を訴える者が22名27%であり、このうち伸展制限が18名で屈曲制限が7名であった。肘関節の屈伸時に異常音を訴える者が8名10%であった。肘部の重圧感、しびれ、脱力などを訴えた者が、これにつづく頻度であった(表2)。

大学柔道選手の直接検診による所見では運動時痛が最も多く16名20%で、このうち伸展時痛5名、屈曲時痛4名であった。次に可動域測定で制限のみられる者が10名12%で、伸展制限を示す者が8名、屈曲制限を示す者は4名で、2名は屈曲伸展の両方に制限がみられた(表3)。この結果はアンケートが示す可動域制限よりも低率であるが、これは肘関節が過伸展を許す関節であるために軽度の変化では測定が困難である点や、両側の肘関節に制限がみられた場合には、左右比較ができない

表2 現在の肘関節障害(大学生81名)

障害あり: 43名(53%) 障害なし: 38名(47%)

障害内容	
・肘関節痛	26名 (32%)
・可動域制限	22名 (27%)
屈曲制限	7名
伸展制限	18名
・肘関節の異常音	8名 (10%)
・肘部重圧感	5名 (6%)
・肘部のしびれ	4名 (5%)
・肘部の脱力	3名 (4%)
・その他	8名 (10%)

表4 自覚症状を伴う者の得意技(42名)

・背負投	18名 (43%)
・内股	11名 (26%)
・大外刈	11名 (26%)
・払腰	4名 (10%)
・体落	3名 (7%)
・大内刈	2名 (5%)
・小内刈	1名 (2%)
・支釣込足	1名 (2%)

ために所見としてとらえにくい点などが考えられた。

X線所見では、大学柔道選手の所見として最も多くみられたのは骨棘形成(鈎状突起部あるいは肘頭部の尖鋭化も含む)であり、部位別には鈎状突起部が46名56%、肘頭部が45名56%、肘頭窩部11名13%、鈎状突起窩部7名8%が主な部位で、その他に腕尺関節部、橈骨小頭部、上腕骨内側上顆部などに見られた。遊離体は17名21%に認められ、石灰化像を示す者は8名9%に見られた。その他に、橈骨小頭の肥大・変形などが多く認められた。

柔道選手と一般人との X線計測比較

鈎状突起や肘頭部の骨棘形成を所見としてとらえる場合に、選手の体格を無視することはできない。すなわち、体格が大きくなり骨構造が大きくなれば骨棘形成も大きくなり、所見としてとらえるのに迷いを生ずることになる。したがって三浪ら

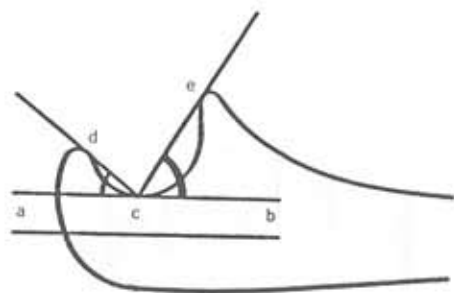


図1 鈎状突起および肘頭部の骨棘形成

の方法に従って鈎状突起および肘頭部の骨棘形成の高さを角度で表現し、一般学生を対象として柔道選手との比較を行った(図1)。鈎状突起部の骨棘形成は左右とも柔道群が対照群を上回っており、統計上も危険率1%と2%で有意に高値を示した。肘頭部の骨棘形成は左右とも柔道群が高値であったが、有意差はみられなかった(図2、3)。このように柔道選手は一般人に比べて鈎状突起部や肘頭部の骨棘形成が強く、将来には肘関節の可動域制限に至る可能性が大きいと考えられる。

伸展制限に関してはX線所見にもみられたように肘頭窩に遊離体が陥入した場合などには、骨棘形成が肘頭部にあまりみられなくとも、著名な伸展制限を来すと考えられる。

自覚症状と得意技・組み手との関係

アンケート調査より現在肘関節に症状を持っている者の得意技をみると、背負い投げが18名43%で最も多く、次いで内股と大外刈りの11名26%で

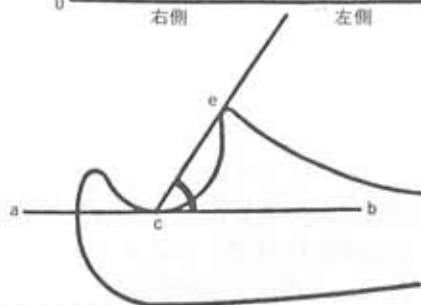
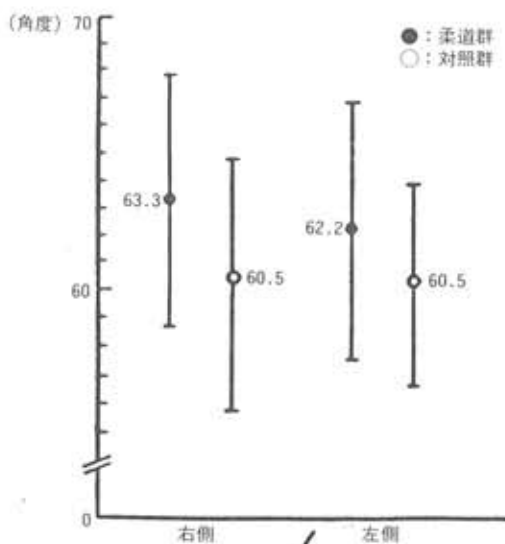


図2 柔道選手と対照群との鈎状突起部の骨棘形成の比較

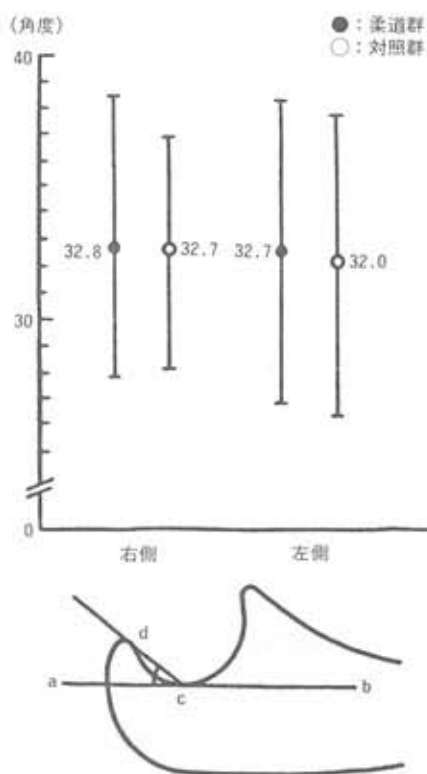


図3 肘頭部の骨棘形成の比較

あった(表4)。背負い投げでは技をかける際につり手の側の肘関節は相手の体重と力、また自分の力による過屈曲を強いられ、投げる際には外反ストレスが加わると考えられる。さらに打ち込み練習などで反復くり返せば当然 OVER USE の影響も受けることになり、障害につながると思われる。

自覚症状と組み手との関係では症状を持つ者と組み手との関係ではつり手に多く症状の訴えがあり、33名79%であった。この33名中14名42%には過去に捻挫、脱臼、骨折などの外傷既往がみられた。一方、ひき手に症状を持っている者は9名21%と低率であるが、過去の外傷既往は6名66%と高率であった(表5)。このことから症状はつり手に多くみられるが、ひき手に比べて捻挫、脱臼、骨折等の外傷既往の影響は少なく、むしろ OVER USE などの障害要因が強いと考えられる。逆にひき手に関しては外傷による影響は大きく、OVER USE の影響は少ないと考えられた。

表5 組み手と自覚症状 (42名)

組み手	自覚症状	
	有	無
つり手	33名*(79%)	9名(21%)
ひき手	9名**(21%)	33名(79%)

* 33名中14名(42%)に過去の肘関節障害にあり

** 9名中6名(66%)に過去の肘関節障害あり

まとめ

- 1) 高校および大学柔道部員320名に対して肘関節の障害について調査を行った。
- 2) アンケートによる肘関節障害の発生率は約31%であり、既往まで含めると約63%であった。
- 3) 直接検診結果では運動時痛が最も多く16名20%で、次に可動域制限を呈する者が10名12%であった。
- 4) X線所見では骨棘形成が多く見られ、対照群との比較において鈎状突起部の骨棘形成は明らかに柔道選手に多くみられた。
- 5) 自覚症状と得意技、自覚症状と組み手との関係では背負い投げに有症状者が多く、つり手に症状を持つ者が多く見られた。
- 6) 肘関節障害の原因のうち、試合中での固め技に起因するものも少なくないので、これに対するルール面での改善も考慮されて良い。
- 7) スポーツ医学の立場から個々の選手や指導者に、柔道における肘関節障害の原因の正しい理解を推進することで、障害の発生を減少させる必要があると考えられた。

参考文献

- 1) 竹内秀樹ほか「一流大学柔道選手を中心とした柔道の膝障害について」臨床スポーツ医学3:117-119、1986
- 2) 中村豊ほか「柔道選手の肘関節障害」臨床スポーツ医学3:79-81、1986
- 3) 中村豊ほか「高校、大学柔道選手における肘関節障害」整、災外29:1303-1306、1986
- 4) 中村豊「柔道における外傷、障害」Jpn. J. sports Sci. 6:278-283、1987

腰部スポーツ障害における 手術的治療の検討

今井 望 有馬 亨 安部総一郎
(医学部整形外科)

Key word : 手術的治療 (surgical treatment)
腰痛 (low back pain)
スポーツ障害 (sport injury)

The study of surgical treatment to low back pain in sport injury

Nozomu IMAI, Touru ARIMA and Soichiro ABE

Abstract

We have performed competitive sport players with low back pain by surgical treatment. They were not effected by conservative treatment.

Surgical treatment was performed on fourteen cases.

Ten of fourteen cases were lumber disc heruniation, and four cases were lumber spondylolisthesis.

The lumber disc heruniation were performed love method, and the lumber spondylolisthesis were performed anterior spinal fusion.

Ten of fourteen (the seventy-one percent) were full of return to competitive sport.

We considered the important factor, that led to good result, was players' own strong will for return.

はじめに

スポーツ選手にとって腰痛は、程度の差こそあれ、頻度の高い愁訴である。これらの腰痛のうち多くは保存的治療によって症状の改善がみられる。しかし、その中には腰椎椎間板ヘルニア（以下ヘルニア例と略す）、腰椎分離迂り症（以下分離迂り例と略す）なども含まれ、保存的治療では難渋する場合もある。

我々は、腰痛で悩む一流スポーツ選手で保存的

治療に抵抗したケースに対して手術を施行してきた。それら一流スポーツ選手に直接検診とアンケート調査を行い、その結果を分析検討したので報告する。

手術症例

昭和50年より当科を腰痛で受診した一流スポーツ選手のうち手術を施行した14例を対象とした。14例のうち10例はヘルニアで、残り4例は分離迂り症であった。詳細は表1のとおりである。

表1 手術症例

症例	年齢(歳)	スポーツ種目	スポーツ歴(年)	発症の経過	民間療法の有無	術前スポーツレベル	SLR	検査		診断名	手術方法	スポーツ復帰レベル
								ミエログラム神経根欠損像	ディスクグラム(Adams 1986)			
1 Y.U.	19	陸上	6	慢性	有	全日本	60°	S1	L5/S1 Ruptured	腰椎椎間板ヘルニア	ラフ法	A
2 H.O.	19	柔道	7	慢性	有	大学体育会	70°	(-)	L5/S1 Fissured	腰椎分離より症	前方固定	A
3 H.K.	16	サッカー	5	慢性	有	県	(-)	(-)	L4/L5 Irregular L5/S1 Irregular	腰椎分離より症	前方固定	C
4 N.O.	20	アメリカンフットボール	7	急性	無	大学体育会	30°	L5	L4/L5 Irregular	腰椎椎間板ヘルニア	ラフ法	C
5 S.S.	19	水泳	5	慢性	有	全日本	(-)	(-)	L5/S1 Fissured	腰椎分離より症	前方固定	B
6 T.H.	14	水泳	10	慢性	有	県	50°			腰椎椎間板ヘルニア	ラフ法	A
7 S.S.	33	競輪	10	慢性	有	競輪S級	70°	S1	L4/L5 Fissured L5/S1 Ruptured	腰椎椎間板ヘルニア	ラフ法	A
8 Y.M.	18	ラグビー	5	慢性	有	県	30°	S1	L5/S1 Fissured	腰椎椎間板ヘルニア	ラフ法	B
9 K.H.	21	馬術	4	慢性	有	大学体育会	60°	L5	L4/L5 Ruptured	腰椎椎間板ヘルニア	ラフ法	D
10 T.F.	22	ラグビー	7	慢性	有	県	70°	(-)	L5/S1 Fissured	腰椎分離より症	前方固定	C
11 T.T.	20	ラグビー	4	慢性	有	大学体育会	70°	L5	L4/L5 Fissured	腰椎椎間板ヘルニア	ラフ法	B
12 H.U.	19	柔道	9	急性	有	全日本	60°	L5	L4/L5 Ruptured	腰椎椎間板ヘルニア	ラフ法	A
13 T.O.	19	陸上	6	急性	無	全日本	60°	S1	L5/S1 Fissured	腰椎椎間板ヘルニア	ラフ法	B
14 H.F.	22	野球	10	急性	無	大学体育会	30°	S1	L5/S1 Irregular	腰椎椎間板ヘルニア	ラフ法	A

表2 手術の条件

1. 全力での試合不可能
2. 保存的治療効果なし
3. 画像診断と臨床症状の一致
4. スポーツ復帰を強く希望

表5 手術方法別スポーツ復帰期間

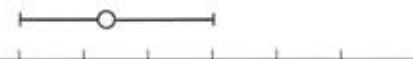
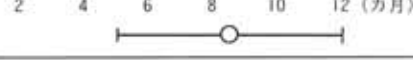
ラブ法 8例		平均4.5カ月
前方固定 2例		平均8.5カ月

表3 後療法

	手術1週	5週	2カ月	3カ月	5カ月	6カ月
ラブ法	臥床	軟性コルセット 歩行訓練		ジョギング	練習開始	
前方固定	ギブスベッド		ギブスコルセット 歩行訓練	軟性 コルセット	ジョギング	練習開始
		5週	10週	4カ月	6カ月	

1. 手術条件

一般人と違い一流スポーツ選手は、元のスポーツに戻ることを治療の目的としているため、手術適応には特に慎重を要し、我々は表2の条件を満たしたもののみに手術を施行した。

2. 手術方法

ヘルニア例では通常ラブ法を施行し、ヘルニア摘出困難例には部分椎弓切除も加えたが、椎間関節は温存した。分離じり症例に対しては前方固定術を施行した。

3. 後療法

後療法は表3を基本に実行したが、多少各スポーツの特殊性から時期が前後するものもあった。

ヘルニア例ではなるべく臥床期間を短縮させ、下肢、腹筋力の増強を充実させていき、約3カ月で基礎トレーニングを開始させる。分離じり例では、通常の治療法とほぼ同じとし、骨癒合の状態を見ながら徐々に5カ月位から基礎トレーニングを開始させた。

結 果

スポーツ復帰のレベルを5段階に分けた(表4)。このうちAとBを復帰とし、C以下は復帰とみなさなかった。14例中10例71%が元のスポーツ

表4 復帰レベルと結果

	結果
A:元のスポーツレベルに復帰	6例
B:元のスポーツに戻るが成績低下	4
C:レクリエーションスポーツに変更	3
D:スポーツを断念	1
E:日常生活に支障あり	0
	14例

に復帰できた。

手術方法別に復帰率を見ると、ヘルニア10例はすべてラブ法を施行し、そのうち8例80%が平均4.5カ月で復帰しており、分離じり症4例は脊椎前方固定を施行し、そのうち2例50%が平均8.5カ月でスポーツに復帰した(表5)。

症例1

19歳男性、陸上三段跳び

L5/S1 椎間板ヘルニア

- ・主訴および経過 練習後腰痛出現、保存的治療を9カ月受けるが軽快せず。
- ・画像診断 L5/S1 椎間板ヘルニア(図1)
- ・手術 ラブ法
- ・スポーツレベル

術前 インターハイ4位、全日本10位

術後 1年で国体1位、その後全日本1位4回、1984年ロサンゼルスオリンピック出場

症例2

19歳男性、柔道

図1 症例1 19歳、男、
陸上三段跳び
ミエログラム(A、B)
左S₁ 神経根の欠損
像が見られる
ディスコグラム(C)
L₅/S₁ 椎間板変性著明
Ruptured type
(ADAMS¹⁾、1986)

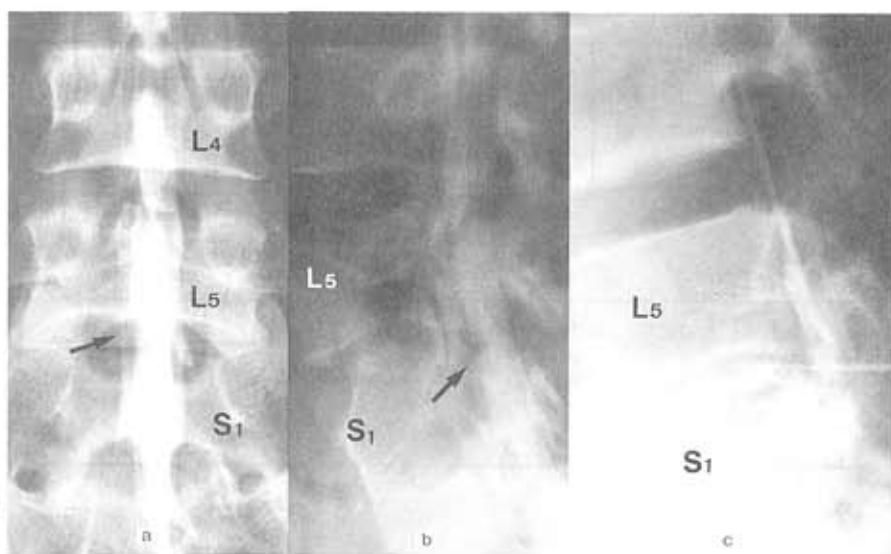


図2 症例2 19歳、男、柔道
術前 X-p、L₅ 分離と
軽度こりが見られる

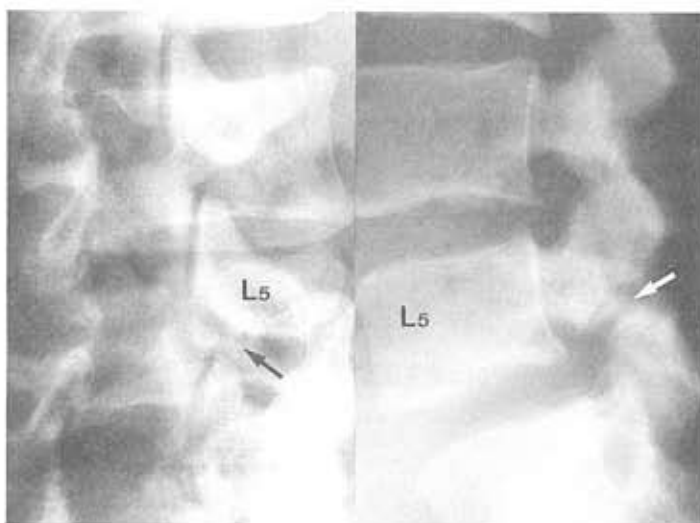
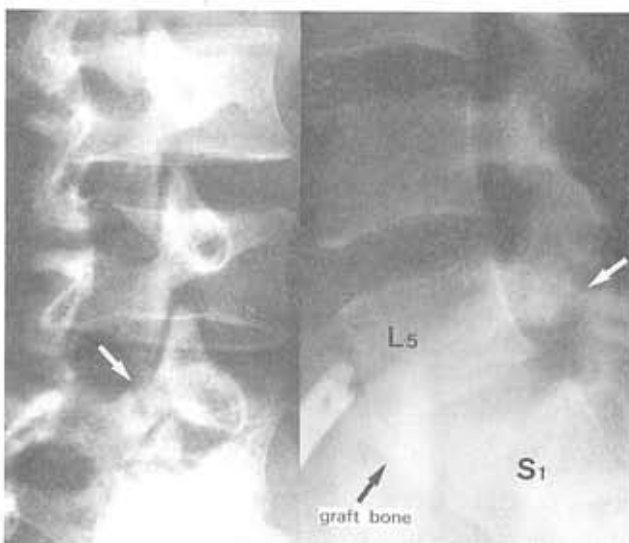


図3 症例2 術後1年4ヶ月
の X-p 分離部の骨癒
合が見られる



第5腰椎分離迂り症

- ・主訴および経過 15歳時柔道練習中腰痛出現、その後軽快再発を繰り返す。
- ・画像診断 L5/S1 分離迂り症 (図2)
- ・手術 脊椎前方固定
- ・スポーツレベル
術前 大学体育会レギュラー
術後 同上

考 察

腰部障害を持つ一流スポーツ選手を元のスポーツレベルに復帰させることは、非常に難しいものがある。腰部障害の保存的治療はStaticからDynamicへと変化してきた。市川²⁾の薦めるダイナミック運動療法はスポーツ活動を中止せずに治療でき、スムーズにスポーツ活動に復帰できる優れた方法である。しかし、ダイナミック運動療法ではヘルニア例の根性症状が残存する場合があります、慢性例の復帰に時間がかかるなど限界もあるようだ。我々は保存的治療に抵抗する症例に対して慎重に手術適応を選んで手術を施行してきた。手術方法はヘルニア例に対して早期復帰を考えてラフ法³⁾を、分離迂り症など腰椎に不安定性のあるものに対しては前方固定を行ってきた。前方固定では復帰に1年近くかかるため、限られた在学期間内でスポーツ復帰を要望する学生スポーツ選手には適応が少ないようである。しかし、復帰に時間がかかってもスポーツを長年続ける必要性のあるようなプロに最も適応があると考えられる。

スポーツ復帰に関しては、手術後臥床期間の短縮にて筋力低下の防止の必要性が挙げられるが、スポーツ選手は元々一般人より強い筋力を持っているため、できるだけ手術直前までその筋力を維持させることも大切である。しかし、最もスポーツ復帰に重要なことは、本人の意欲である。今回の調査対象が一流スポーツ選手であったため、復帰に対する意欲は並々ならぬものがあり、スポーツ復帰率71%と比較的良好な結果が得られたのもそのためと思われる。

症例1は、臥床期間中よりイメージトレーニングに励み、また練習を始める前には必ずイメージトレーニングをしており、無駄な練習をすることなく効率良く競技生活に戻ること成功したケースである。一流スポーツ選手では運動のパターンをイメージすることで、その運動に必要な筋肉にインパルスが走る神経系の回路づくりが完成され、イメージトレーニングを行うことが「神経のサビ落し」的な役割を果たし、技能水準を低下させないことに役立つと勝部⁴⁾は述べている。腰部障害の発生予防が重要なのは言うまでもない。指導者は、個々それぞれの腰部周囲の筋力・柔軟性などの能力にあった指導と段階的な練習を心がけさせ、急激に腰部に負荷のかかるようなことを避けさせることが肝要である。イメージトレーニングはその一助となると考える。

ま と め

1. 腰部障害を持つ一流スポーツ選手14例に対して手術を施行し、スポーツ復帰率71%と比較的良好な結果を得ることができた。
2. 良好な復帰率が得られた要因は、復帰に対する本人の意欲が最大と考える。
3. スポーツ復帰の中で、特にイメージトレーニングを活用してオリンピック出場まで復帰した症例を経験した。この経験から、術後の後療法にイメージトレーニングの活用は有用と思われる。

文献

- 1) ADAMS MA, et al: The Stages of Disc Degeneration as Revealed by Discograms, J Bone and Joint Surg 68-B : 36, 1986。
- 2) 市川宣恭「腰椎分離迂り症」臨床スポーツ医学4 (臨時増刊) : 44-50, 1987
- 3) 市原健一「スポーツ選手の腰椎椎間板ヘルニア」整、災、外 vol.27, No.5 May, 1984
- 4) 勝部篤美「スポーツにおけるイメージとGSR現象」臨床スポーツ医学 vol.5, No.11 : 1211-1217, 1988

第1回 日韓整形外科スポーツ医学会議に出席して

東海大学医学部整形外科
有馬 亨



会場前にて 東海大学のメンバー
左から 峯崎、有馬、山路、安部

去る平成2年6月28～30日の間、ソウルにて表記の学会が開催された。会場は最高級の新羅ホテルであった。

会長は韓国スポーツ医学では第一人者の河教授 (Dr. Ha) で、韓国整形外科学会が全面的に後援しているとのことであった。副会長は日本側として横浜港湾病院の高沢晴夫院長であった。

参加者は日本側から約80名、韓国側から約170名であった。演題は一般演題約40、シンポジウム7、特別演題2であった。演題発表はすべて英語で行われた。東海大学からは整形外科より有馬、竹内、中村、山路、箕手、安部、峯崎の6名が参加し、3人が演題発表を行った。

まず山路君は大学柔道部員の腰部ならびに骨関節障害について、150名のX線所見を中心に報告した。その中でかなりの頻度で椎間板症や関節症がみられたことから、指導者はこれらの実態を認識して予防の対策を講じる必要性を述べた。

ついで竹内君は大学柔道選手の膝損傷について136名のアンケート調査、179名の直接検診および23名の手術例を通じて成績を報告した。とくに直接検診で靭帯損傷による不安定性を認めたものが多く、この中で前方引き出し症状を高頻度にみた。とくに重量級の選手は損傷を受けやすく、復帰に時間を要する結果が得られた。

筆者 (有馬) は今回シンポジストとして大学運動選手の腰部障害の最近の動向と手術的治療について報告した。これはまず腰痛の実態について東海大学19クラブ830名のアンケート調査を報告し、かなりの頻度で腰痛のあること、各種目の腰痛発生動作の特徴について述べ、次に直接検診した陸上部174名、柔道部107名では脊椎分離症の頻度が高いことが注目され、中でも専門種目での短距離、跳躍や得意技での内股、払腰にとくに高い傾向があることを述べた。また手術的加療を行った16名の症例の成績検討からスポーツ選手の手術適応、



新羅ホテル前にて日韓両国のスタッフ
左端が高沢副会長、中央が会長の河教授、その隣がDr. ミケーリ、筆者が右から2人目

スポーツ復帰について述べた。

今回のシンポジウムは韓国から3題、日本から4題であり、一般演題は韓国16題、日本23題であった。韓国の演題はスキー外傷、野球肘、疲労骨折、体操やテコンドーの障害など多岐にわたっていたが、とくに各演題とも症例数が多いのが注目された。2年前オリンピック・コンGRESSとしてソウルで開かれたスポーツ医学学会に比べると、急速の進歩がうかがわれた。日本のスポーツ医学もこの2～3年で大きく変わりつつあるが、韓国の急成長には目を見張るものがある。

特別講演はゲストスピーカーとして西ドイツのフェリンガーがスポーツと関節症について、米国のミケーリが成長期のスポーツ障害について述べた。持ち時間がそれぞれ30分と短く、たいへん気の毒であったが、両氏ともなかなかの韓国通であり、今回の国際学会に花を添えてくれた。折しも東西ドイツは統一化の最中であり、フェリンガー

は大いに気炎を吐いていた。これは韓国の人たちにも同様の希望を感じさせたものと思えた。

今回の学会全体を通じての印象として、韓国整形外科学会は全力をあげてこの学会を成功させようとする意気込みがあったようである。これは初日の船上で開かれたウエルカムパーティー、また2日目のスポーツイベントとしてゴルフやテニスなどで両国のメンバーの交流を企画してくれたこと、最終日のフェアウエルパーティーでの盛大な韓国歴史の民芸舞踊などを盛り沢山披露してくれたことから十分理解できた。

2年後には横浜で高沢氏の会長の下で第2回本学会が開催されることに決まっているが、この近くで遠かった韓国との交流が、きわめて自然な成り行きでスポーツ医学を通じて発展したことは誠に喜ばしいことであり、これがさらに広い分野で医学の交流につながっていくことを期待したいものである。

Essay

私のスポーツ 体験

岩崎昭夫

木本雄一

松下幹夫



スポーツと私

総務部長

岩崎 昭夫

スポーツについて何か書けと、体育学部長の小村先生に上手に薦められ、スポーツ医科学雑誌に一文を寄せる羽目になったが、正直言ってこんな立派なスポーツ関係の専門誌に、スポーツ歴を語るようなものを残念ながら私は持ち合わせていない。したがって正直言って何を書いたものかと戸惑っている始末である。

私が旧制の中学に入学したのは、今を遡る約50年前の昭和14年の4月である。昭和12年に支那事変が始まり、4年後の16年にはこれが第二次世界大戦へと続き、終戦を迎えたのは昭和20年である。その間、ソ連との間に旧満州におけるノモンハン事件があり、私たちの世代はいわば戦争から戦争に明け暮れた時代であったと言っても過言ではなからう。

当時スポーツと言えば、野球も結構盛んであったが、戦時中でもありやはり伝統的な柔道・剣道を中心に銃剣術・水泳・マラソンといった類が特に奨励されていたように思う。スポーツも、今のように楽しむスポーツというより、戦時の精神昂揚を目的とした面に重点が置かれていた。

私は中学時代の5カ年と浪人時代の1年の計6年間を、厳しい時代の特に乏しい食糧事情の中で、まがりなりにも柔道に打ち込むことができたことを今も感謝している。

秋の一日、熊本市の郊外にあった渡鹿練兵場（旧陸軍演習場）の荒涼とした広場に、ずらりと天幕が張り巡らされ、県下の各中学より各校補欠を入れて14、5名の競技代表選手がここに集められていた。これはそれまで各種目別に行われていた競技を、銃剣術・水泳・軍事訓練（完全武装によるマラソン・射撃）という団体競技を併せて行い、その総合点で順位を決めるという初めての試みが行われ、そのための野営が行われていたのである。満天の星を仰ぎながら、戦局は我が方に決定的に不利で、明日は我が身も無いものと、哀しい思いに一瞬襲われたことを今もかすかな記憶として思い起こす。

第二次大戦では、著名なスポーツ選手が数多く戦場に散っていった。

あれから50年の歳月が流れたが、1980年のソ連におけるモスクワオリンピックは、ソ連軍によるアフガニスタンへの侵略に抗議し、アメリカを中心に西側の多くの国はこれをボイコットした。我が日本も紆余曲折はあったものの結局これに追従、ために我が柔道界の至宝山下泰裕選手がオリンピック出場を断念、涙をのんだことは記憶に新しい。この西側のボイコットは、4年後の1984年にアメリカで開催されたロスアンゼルスオリンピックまで尾を引き、結局ソ連をはじめとする東欧諸国がこれをボイコットする結果に繋がった。このような政治によるスポーツへの抑圧は、最近の中国北京で開催されたアジアオリンピックにも見られ、イラクによるクウェート侵攻に抗議してのイラク選手団の競技締め出しとして現れている。

本来スポーツは政治を越えた色の付かない世界であるはずだが、なかなかそうはいかないのが世界の実情である。それにしても、今回の中国におけるアジアオリンピックへの中国の肩入れは、天安門事件を経た中国の特殊な事情を考慮しても物凄いわかりであったと言える。

一方、大会期間を通じて「金」の数にこだわり、一喜一憂する日本のマスコミの異常さにも、些か鼻白む思いをさせられたのも事実である。

こうして見てくると、国内も国際も結局は政治的なものに左右されがちなのが、スポーツ界の現状ではないだろうか。

それでも敢えて言いたい。スポーツの持つ普遍性と爽やかさはいついかなる時も消えることはない。だからこそ、なお更に平和の尊さを思い平和を願うのである。

さて、私個人現在のスポーツと言えば、60歳の半ばに近づいた今、心身の爽やかさを願い少々のウェイトトレーニングとたまにやるゴルフにその救いを見いだしているところである。

トーマス・ウルマンの言う「青春」に寄せて、また松前総長の言う「若き日に 汝の体軀を養え」の教えに従ってこれが続くことを願っている。

朝とスポーツ

事務部長

木本 雄一



20年ほど前から私のスポーツをする時間は朝が中心となっており、その間のスポーツもテニス、居合道、ジョギングと変わってきている。20年前というと私の湘南教務課時代で、昼は仕事で日中にスポーツをする時間もなく、仕事が終わってからは場所と時間がうまくとれないこともあり、朝、大学でテニスをやることにしたのが、朝との付き合いの初めである。

当時は今のようにテニスブームでもなく、テニス人口も少なく、朝から付き合い合ってくれる人もいないので、最初は学生時代にテニスをやっていた教務課の女子職員と2人だけで7時半頃から1時間ほどボールを打っていた。冬期を除けば平均週3日ほどやっていたと思う。

私たち2人のテニスを見て、少しずつ朝の仲間も増えだし、リーグ戦をしたりして楽しんだ。現在、湘南校舎にある教職員の湘南硬式テニス同好会は、この仲間が中心になって作ったものが続いているのである。朝、テニスをする人が増えるにつれ、コートの確保が困難になってきた。特に学生のテニス部が連日朝練をし、急速に力を付けだしてからは、次第に朝のテニスをやめていった。

昭和54年の春に思いもよらなかった体育会居合道部の部長教員に就任した。日本古来の「……道」などにまったく無縁だった私は、1年間は部長教員の最低の義務と思われる行事に顔を出す程度にしていたが、2年目にちょっとした切っ掛けから居合道を始めることにした。最初の居合の指導者は当時の居合道部の4年生なので、夕方から武道館で指導を受けた。居合を始めてみると、段もとりたい、試合で勝ちたいとの欲も出、朝の稽古が始まった。初めのうちは7時半頃からやっていたが次第に早くなり、6時半頃から1時間やり、家に帰って朝食をした後、出勤するようになった。昇段審査の時期や試合が近い時は特に熱心に稽古した。朝の居合は、4年半ほど前にテニスでアキレス腱を切ったからは少なくなっていたが、平成元年の3月末から朝、ジョギングをするようになったり、同年10月に5段に昇段したことも手伝い、稽古を朝やらないでいる。

ジョギングを始めた動機は、腰を痛め、近所で評判の整骨医院に行ったら、ゆっくりで良いから40分～1時間程度走れと言われ、減量をする近道とも考え、

Essay

走ることにした。走るといっても歩くのに毛の生えた程度のスピードで他人には見せたくないで、5時頃から走っている。子供の時は長距離は苦手だったから、何時まで続くか自信もなかったが、始めてから1年半にもなるので自分でも驚いている。

ただ走ることなど何の楽しみもないと思っていたが、普段の生活で感じる四季の移り変わりを、一足先に感じたり、誰も居ない道路を走りながら自分の存在感を味わったりし、新たな感動を受けている。

この20年間ほど、テニス、居合道、ジョギングと朝やる運動は変わったが、振り返ってみると、朝の運動をしていた時は、健康で精神的に安定していた時だったと思う。居合やジョギングは1人でやっているの、休んでも誰かに迷惑を掛けるわけでもないため、気持ちに余裕の無い時は休みがちになる。精神的な要因で私の朝の運動が行われたり、やらなかったりすることを考えると、これからは気楽な気持ちで、自分の体にあまり無理をさせず、長く朝と付き合いしていきたいと願っている。

私のスポーツ体験



東海大学付属大磯病院事務部長

松下 幹夫

私のスポーツ体験といえば野球ということになるが、本格的に始めたのは大学へ入ってからといってよい。高校でも野球をやっていたが、これといった指導者がいたわけでもなく、たまに先輩が来て面倒を見てくれた程度であった(戦前は関東大会優勝の名門校)。

大学へ入ってから野球が続けられたのは、体力があったからだと思う。その体力の基となったのは小中学生の頃、あまり勉強もせず墨田川で泳いだり、授業をさぼって野球をしたり、休みの日など遠くまで歩いて釣りに行ったりよく遊び回っていたことが良かったと思っている。そんな中でも小学校対抗の野球大会での優勝や中学での水泳大会で優勝し、区の代表で墨東大会で活躍したことなどが思い出される。

昭和36年大学へ入学すると間もなく、「将来神宮球場で野球を」との松前総長の命を受けられた故森田徳之助先生から、創立部員として迎えたいとの手紙を

もらった。もともと工学部（電子工学）に入学し運動をやろうとは考えていなかったのですが、しばらく放っておいたが、再三の誘いを受けたので体育実習のあと（当時体育実技は現相模高で実施）グラウンドへ顔を出した。その日のうちに練習に出され、経験のない3塁を守らされたことを思い出す。その後私だけが通いで参加することとなった。その頃非常勤で来ておられた本田先生（現専修大）と森田先生が面倒を見ておられたが、3年の春先に明大OBの岩田先生が来られ、事情が一変した。「野球を続けたいものは1週間以内に頭を刈って来い（丸坊主）」と言われたことを思い出す。結局考えた末、頭を刈って野球を続けることになりその日から本格的猛練習が始まった。4年になると主将を命ぜられ、その秋第1回首都大学リーグ戦が始まった。創立部員としての勧誘や、岩田監督との出会いがなければと運の良さを感じている。

卒業後は大学へ工学部助手（通信工学）として残り、直接スポーツとは関係なくなったが、夏には大学の水泳実習、冬にはスキー実習の手伝い（当時体育学部がなかった）で、千葉県や長野県へ行ったり、早朝から神宮絵画館前で草野球に引っ張り出されたり、けっこう楽しくスポーツをやっていたが、その後、プレイヤーとしてではなく大変なスポーツ体験をすることとなってしまった。

昭和49年11月、松前総長に呼ばれ野球部の監督を命ぜられたのである。卒業して10年近く野球に無縁であったが、OB会長の責任もあり低迷していた野球部を引き受けることとなった。工学部の授業は木村（登）教授をはじめとする先生方に依頼し野球に専念することとなり、それから2年間ほとんど家へ帰らない合宿住まいとなってしまった（総長に命ぜられた昭和49年11月19日は長男の誕生日である）。その代償が昭和51年の大学日本一であったような気がする。選手として、また指導者としてスポーツを体験したが、私には選手としてより指導者として得たものの方が多かったように思える。ものの見方、考え方が指導者となったことでたいへん変わったとも思っている。

近頃は以前指導してきた、自分の位置付け、状況判断、頭の切り換え（柔軟性）、そして行動力が十分に出来るように自分自身も日頃から頭の訓練の必要なことを感じている。またチームの成績を上げるには、プレーをするのは選手であり、監督自身がするわけにはいかないのであり、選手が頑張らなければどうしようもないこと。同じことが仕事でも言え、一般職員が頑張らなければ業績が上がらないのであり、監督は選手が働きやすいように環境を整えるのが一番の仕事であることも知った。

私はスポーツから得たものを十分に活用し仕事場の環境作りをやっているが、これからも暇をみて水泳、スキー、ゴルフ等、長く楽しくスポーツとつき合っていきたいと思っている昨今である。

Essay

スポーツ医科学研究所

所報

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

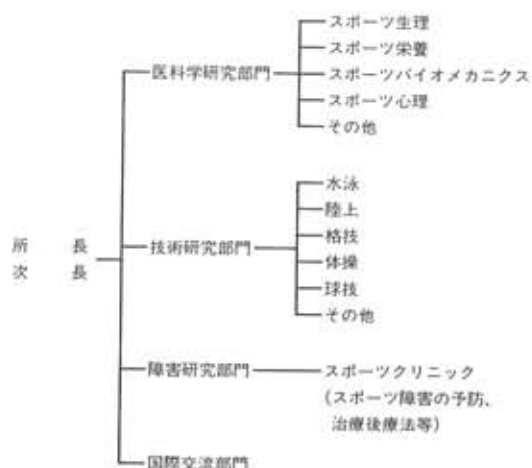
昭和62年10月1日

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)大学院学生の教育
- (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 本研究所につきの研究部門を置く。

(1)医科学研究部門

(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
ど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

1. 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、外国固有名称、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
東海大学体育学部内
「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 (1989.4.15)

- 1 委員長 小村渡岐廣
- 2 委員 中野 昭一
- 3 委員 今井 望
- 4 委員 古谷 嘉邦
- 5 委員 真下 悟
- 6 委員 山本 芳孝

東海大学スポーツ医科学研究所
所員・研究員名簿

(1989.4.1)

所員

- 1 所長 中野 昭一 医学部教授(生理学)、医

学研究科主任教授(機能系)、体育学研究科教授(運動生理学)、保健管理センター所長

- 2 次長 佐藤 宣踐 武道学科主任教授、体育学部教授(武道学科、柔道)
- 3 所員 小村渡岐麿 体育学部学部長、体育学部教授(体育学科)
- 4 所員 今井 望 医学部教授(整形外科)
- 5 所員 今村 義正 体育学部教授(心理学)、教育研究所主任教授(学生生活部門)
- 6 所員 古谷 嘉邦 体育学部教授(体育学科、バイオメカニクス)
- 7 所員 齋藤 勝 学務部部長代理、体育学部教授(体育学科、バレーボール)
- 8 所員 山本 芳孝 開発技術研究所教授
- 9 所員 本間 隆夫 工学部助教授(工業化学科)
- 10 所員 真下 悟 理学部教授(物理学科)
- 11 所員 有馬 亨 医学部助教授(整形外科)
- 12 所員 山下 泰裕 体育学部助教授(武道学科、柔道)
- 13 所員 寺尾 保 医学部助手(生理学)

研究員

- 1 研究員 岡 哲雄 医学部教授(薬理学)
- 2 研究員 戸松 泰介 医学部助教授(整形外科)
- 3 研究員 白倉 克之 医学部助教授(精神科)
- 4 研究員 三田 信孝 体育学部講師(社会体育学科、健康学)

- 今井望、岡哲雄、齋藤勝、白倉克之、寺尾保
2. 運動と栄養摂取に関する総合的研究——東海大学運動部選手の栄養状態の把握と効果的な栄養摂取方法の検討——
中野昭一、小村渡岐麿、齋藤勝、本間隆夫、真下悟、山下泰裕、三田信孝、寺尾保
 3. 運動種目別合理的トレーニングとスポーツ障害およびその予防に関する研究
中野昭一、佐藤宣踐、今井望、古谷嘉邦、齋藤勝、山本芳孝、有馬亨、戸松泰介

1990年度スポーツ医科学研究所 所員・研究員研究テーマ

所員

1. 所長 中野 昭一 運動動作と生理機能との関連
2. 次長 佐藤 宣踐 運動動作と生理機能との関連
3. 所員 小村渡岐麿 陸上競技選手の性格特性の比較
4. 所員 今井 望 腰部スポーツ障害における手術的治療の検討
5. 所員 今村 義正 剣道競技における勝敗の原因帰属に関する研究
6. 所員 古谷 嘉邦 鉄棒運動における「け上がり」の筋電図学的研究
7. 所員 齋藤 勝 試合分析方法の研究 スポーツ活動に於ける問題点
8. 所員 山本 芳孝 スポーツ医科学の光学計測に関する研究
9. 所員 真下 悟 スポーツ選手の筋肉と水代謝
10. 所員 本間 隆夫 フラボン配糖体の単離・その化学構造及び生理活性について
11. 所員 有馬 亨 若年者スポーツにおける腰部椎体終板障害

1990年度スポーツ医科学研究所 総合領域研究プロジェクト

1. オーストリア、ルートヴィヒ・ボルツマン研究所/ウィーン大学との共同研究、運動選手の心理・生理学的研究——選手各個人の個性・知能および運動特性の把握とその応用——
中野昭一、小村渡岐麿、佐藤宣踐、今村義正、

12. 所員 山下 泰裕 運動動作と生理機能との関連
 13. 所員 寺尾 保 肥満に対する運動療法

研究員

1. 研究員 岡 哲雄 体性神経-骨格筋接合部に関する研究(2)
 2. 研究員 戸松 泰介 スポーツ選手の肘関節障害
 3. 研究員 白倉 克之 スポーツ選手に関する精神医学的研究(その1) 個々の選手の心理学的特性とコーチの評価
 4. 研究員 三田 信孝 運動負荷に対する呼吸・循環機能の対応

所長)
 所長より1990年度スポ医研所員研究員の選出(別紙参照)の経過が説明され、本年度はことに白倉克之助教授(医学部精神科)を研究員として選出した旨報告された。

2. 1989年度決算報告について(中野所長)
 所長より1989年度スポ医研決算報告について詳細な説明があり、昨年度のスポ医研予算分配1,200万円は各プロジェクト研究費、スポーツ医科学雑誌刊行費、学際的プロジェクト費、管理運営費等に使用されたことが報告された。(別紙参照)
3. 東海大学スポーツ医科学雑誌第2号の発行について(小村編集委員長)
 編集委員長より東海大学スポーツ医科学雑誌第2号の発行についての経過説明があり、投稿研究論文10編、スポーツエッセイ3編、ボルツマン研究所・ウィーン大学との協同研究プログラム、本研究所所報等を掲載した旨報告された。スポーツエッセイについては、非常に好評であるとのことで、さらに3号についてもできるだけ多く教職員の方々に寄稿していただくことが承認された。なお、今後本書に対する資料掲載等については編集委員会との密な連絡のもとで行いたい旨報告された。
4. スポーツ医科学雑誌編集委員会について
 本年度の編集委員会の委員(中野、小村、今井、古谷、山本、真下)が再任され、委員長には小村編集委員長が再任された。
5. スポーツ医科学雑誌第3号発行について(小村編集委員長)
 編集委員長よりスポーツ医科学雑誌第3号発行(別紙参照)について説明があり、本年度の研究論文投稿メ切りは10月15日(月)とし、発行を3月中旬とすることが決定された。
6. 1990年度予算案の提出について(中野所長)
 本年度研究所予算としては、ボルツマン研究所・ウィーン大学との3年計画の協同研究分担金1,120万円を含め約2,220万円で予算請求を行

1990年度第1回東海大学スポーツ
 医科学研究所所員研究員会議議事録

日時:平成2年4月24日(火)PM4:40~
 場所:湘南校舎7号館体育学部2階主任教授室
 出席者:(所員)中野昭一、佐藤宣踐、小村渡岐磨、今井望、斎藤勝、山本芳孝、真下悟、本間隆夫、有馬亨、山下泰裕、寺尾保
 (研究員)戸松泰介、岡哲雄、白倉克之
 欠席者:(所員)今村義正、古谷嘉邦
 (研究員)三田信孝

- 議題:1)1990年度スポーツ医科学研究所の所員及び研究員の構成について
 2)1989年度決算報告について
 3)東海大学スポーツ医科学雑誌第2号の発刊について
 4)1990年度予算案の提出について
 5)1990年度総合領域研究プロジェクト計画について
 6)その他
1. 1990年度スポーツ医科学研究所(以下、スポ医研)の所員および研究員の構成について(中野

うこととした。(別紙参照)

7. 1990年度総合領域研究プロジェクト計画について(中野所長)

本年度は、下記のようにスポ医研全体としてのメインテーマを決め、プロジェクトチームを構成して研究を行っていくことが承認された。

- 1) ポルツマン研究所との協同研究、運動選手の心理・生理学的研究—選手各個人の個性・知能および運動特性の把握とその応用—
- 2) 運動と栄養摂取に関する総合的研究—東海大学運動部選手の栄養状態の把握と効果的な栄養摂取方法の検討—
- 3) 運動種目別合理的トレーニングとスポーツ障害およびその予防に関する研究

なお、所員・研究員の役割分担については別紙を参照されたい。

研究所員研究員会議配布資料No. 1

- ・1990年度スポーツ医科学研究所所員研究員名簿
- ・1989年度スポーツ医科学研究所決算報告書
- ・スポーツ医科学雑誌第3号の発行について
- ・1990年度研究予算案
- ・1990年度研究計画書

1990年度第2回東海大学スポーツ医科学研究所所員研究員会議議事録

日 時：平成2年7月10日(火)PM5:00～

場 所：湘南校舎7号館体育学部2階主任教授室

出席者：〔所員〕中野昭一、佐藤直踐、小村渡岐磨、今村義正、古谷嘉邦、齋藤勝、山本芳孝、本間隆夫、有馬亨、寺尾保
〔研究員〕戸松泰介、岡哲雄(代理)、白倉克之

欠席者：〔所員〕今井望、真下悟、山下泰裕、三田信孝

議 題：1) 1990年度スポーツ医科学研究所運営計画について

2) 1990年度スポーツ医科学研究所の予算配算について

3) その他

1. 東海大学総合研究機構における研究所所長会議について(中野所長)

所長より所長会議の議事について報告があり、学際的構成を持つスポーツ医科学研究所(以下、スポ医科研)における今後の学術研究の発展、研究者の養成と確保等について詳細な説明がなされた。(別紙参照)

2. 1990年度スポーツ医科学研究所の予算配算について(中野所長)

所長より1990年度スポ医科研予算案の経過について説明があり、本年度の予算は、ルートヴィヒ・ポルツマン研究所/ウィーン大学との3年計画の初年度協同研究分担金300万円を含め、1,600万円の予算配分のあったことが報告された。(別紙参照)

3. 1990年度スポーツ医科学研究所所員研究員の研究テーマおよび研究費について(中野所長)

従来とは異なり、本年度からスポ医科研全体としてのメインテーマ3項目(別紙参照)を決め、プロジェクトチームを構成して研究を行っていくことが前回の会議で承認されている。したがって本年度の所員研究員の研究費については東海大学スポーツ医科学雑誌第3号に投稿できるものから優先的に配算を行うことが確認された。

4. 東海大学スポーツ医科学雑誌第3号の発行について(小村編集委員長)

編集委員長よりスポーツ医科学雑誌第3号の発行を3月中旬とし、研究論文投稿〆切が10月15日(月)であることが報告された。(前回の会議において報告済)

5. 東海大学運動部監督会議からの要望について(佐藤次長)

次長より東海大学運動部監督会議において、競技力の向上を達成させるための強化対策の一環として、選手一人一人がスポーツ栄養学、スポーツ障害等に関して十分な知識を得るための講

演および指導を各運動部別に行うように要望のあったことが説明され、今後スポ医科研として、これらの要望について検討していくことが承認された。

6. 東海大学望星学塾からの要望について (佐藤次長)

次長より望星学塾では半年に1回程度で運動に関する講演、その他を行うように要望があった旨報告された。

研究所員研究員会議配布資料No.2

- ・1990年度研究所予算案=管理経費=
- ・1990年度研究計画書
- ・1990年度出版物発行予定一覧
- ・研究者の養成と確保について
- ・学術研究の国際、学外、学内交流の推進について
- ・1990年度スポーツ医科学研究所所員研究員名簿

1990年度第3回東海大学スポーツ
医科学研究所所員研究員合同会議議事録

日時：平成2年10月30日(火)PM5:00～

場所：湘南校舎7号館体育学部2階主任教授室

出席者：〔所員〕中野昭一、小村渡岐鷹、古谷嘉邦、齋藤勝、山本芳孝、真下悟、本間隆夫、有馬亨、山下泰裕、寺尾保

〔研究員〕岡哲雄、白倉克之

欠席者：〔所員〕佐藤宣践、今井望、今村義正

〔研究員〕戸松泰介、三田信孝

- 議題：1) スポーツ医科学研究所の建設について
2) スポーツ医科学雑誌第3号について
3) 1991年度の研究計画について
4) その他

1. 東海大学スポーツ医科学研究所の建設について (中野所長)

所長よりスポーツ医科学研究所 (以下、スポ医科研)の建設についての経過説明があり、本年度中に地鎮祭を行う予定のあることが報告された。

2. 東海大学スポーツ医科学雑誌第3号について

(小村編集委員長)

編集委員長よりスポーツ医科学雑誌第3号の原稿提出状況について説明がなされ、再度投稿の確認が行われた。未定出者については12月中旬までに投稿されるように要望された。

3. オーストリア、ルートヴィヒ・ボルツマン研究所/ウィーン大学との協同研究について (中野所長)

所長より1990年9月、総合研究機構の許可の下に、中野、小村、今村、白倉、寺尾の5名でウィーン大学を訪問し、グットマン教授および教室員とその研究目的、方法などについて検討、協議の結果、グットマン教授と中野所長との間で、既に報告してある“覚え書き”に調印し、本プロジェクト研究を発足させたことが報告された。

4. 1991年度の研究計画について (中野所長)

1991年度のスポ医科研の研究計画は、本年度と同様に下記の3項目についてプロジェクトチームを構成し、研究を継続していくことが承認された。

1) オーストリア、ルートヴィヒ・ボルツマン研究所/ウィーン大学との協同研究
運動選手の心理・生理学的研究—選手各個人の個性・知能および運動特性の把握とその応用—

2) 運動と栄養摂取に関する総合的研究—東海大学運動部選手の栄養状態の把握と効果的な栄養摂取方法の検討—

3) 運動種目別合理的トレーニングとスポーツ障害およびその予防に関する研究

なお、個人が担当する研究計画については、11月5日までに研究計画書を提出することが確認された。

研究所員研究員会議配布資料No.3

- ・1990年度研究計画書
- ・1990年度第2回東海大学スポーツ医科学研究所所員研究員会議議事録
- ・1991年度研究計画書

あとがき

『東海大学スポーツ医科学雑誌』第3号の刊行にあたっては1990年4月24日の研究所員会議で決定され、従来の編集方針を踏まえ、なかでも「スポーツエッセイ」が好評であることから、第3号では事務系職員の方々に依頼することが決まりました。編集委員会で協議の結果、岩崎昭夫総務部長、木本雄一事務部長、松下幹夫大磯病院事務部長のお三方にお願いすることになりました。ご多忙中のところ、期日までに寄稿いただき厚くお礼申し上げます。

また、今回は1990年9月に中野昭一所長他4名がオーストリアのロードヴィッヒ・ボルツマン研究所及びウィーン大学を訪れた際の共同研究プロジェクトの提携の報告書、並びに第1回日韓整形外科スポーツ医学会議に、有馬亨所員他3名の方々が出席された報告書を掲載しました。研究論文は11編投稿されました。

「東海大学スポーツ医科学研究所」が設立されて4年目を迎えようとしている今日、多くの方々に本研究所を認識していただくように『東海大学スポーツ医科学雑誌』の編集に努めてきたつもりですが、第3号もあまり変り栄えないものになったようです。皆様方からの御教示をお待ちしております。

最後に第3号刊行にあたって御協力いただいた東海大学学園関係各位、東海大学出版会各位、なかでも川上文雄製作課長には大変お世話になりました。厚くお礼を申し上げます。

1991年2月

編集委員長 小村 渡岐麿

「東海大学スポーツ医科学雑誌」

編集委員

- 委員長 小村渡岐磨
委員 中野 昭一
// 今井 望
// 古谷 嘉邦
// 真下 悟
// 山本 芳孝

東海大学スポーツ医科学雑誌 第3号 1991

発行日——1991年3月31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 中野昭一
〒259-12 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

装丁——株式会社武井制作室