

東海大学

第2号 **スポーツ医科学雑誌** 1990

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は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こそまされぬべき生の現実である
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

生命の現実を人生を肯定しよう

不屈の精神と逞しき体軀をつくろう

精神と肉体との調和に生命を開拓しよう

かきこ希望と勝利の人生の街道を暴進しよう

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絶ゆるを

見よこの偉大な造物主の力を

人々よ

身体製作者も父母も受胎受胎傷もは幸の始なり

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

われら偶然として憎を正し現実を正視しよう

昭和四十八年四月

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は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どつてまされぬべき生の現実である

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

生命の現実を人生を肯定しよう

不屈の精神と逞しき体軀をつくろう

精神と肉体との調和に生命を開拓しよう

かきこ希望と勝利の人生の街道を暴進しよう

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絶ゆるを

見よこの偉大な造物主の力を

人々よ

身体製作者もこれを父母にうく致して受胎せざるは幸の始めなり

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

われら偶然として憎を正し現実を正視しよう

昭和四十八年四月 初春

松前重義

第1回 東海大学スポーツ医科学研究所・体育・運動部合同会議の開催にあたって

東海大学スポーツ医科学研究所所員 医学部生理学教室 寺尾 保 7

【研究論文】

運動の必要性 中野昭一・寺尾 保 12

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・リポ蛋白代謝に対する walking の効果

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 34

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について

三田信孝・寺尾 保・荒川正一・中野昭一 41

スポーツ選手の膝関節軟骨障害に関するX線学的研究

今井 望・戸松泰介・峯崎孝俊 48

画像記録による短距離走のスタートダッシュの観察

山本芳孝 53

陸上競技投擲選手の競技前・後の心理的变化の一考察

小村渡岐鷹・石田義久 58

大学柔道選手の膝関節障害

戸松泰介・竹村秀樹・山田 成・今井 望 63

大学運動クラブにおける腰部障害の調査結果について

有馬 亨・安部総一郎・山路修身 68

体性神経—骨格筋接合部に関する研究

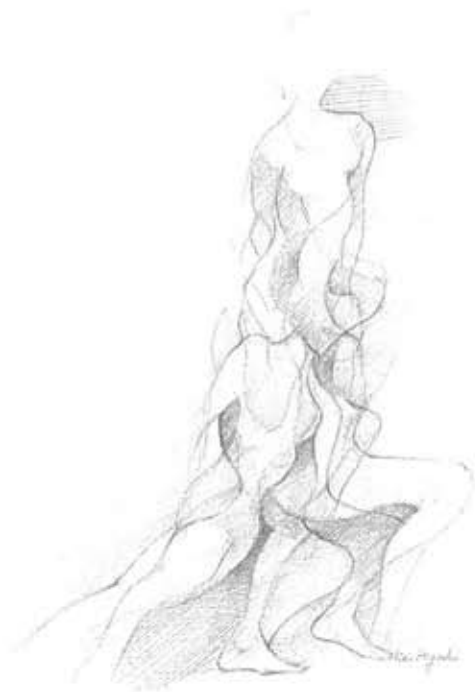
岡 哲雄・扇屋信幸 74

競技スポーツにおけるゲーム分析法の研究 バレーボール

齋藤 勝 79

【スポーツ医科学エッセイ 私のスポーツ体験】

私のスポーツ体験	東海大学付属病院長 五島雄一郎	87
私とスポーツ	理学部化学科教授 白井孝三	89
スポーツと私、私の精神的ストレスとの付き合い方	教養学部生活学科助教授 須田不二夫	90
ボルツマン研究所、ウイーン大学との 協同研究プログラム		92
スポーツ医科学研究所所報		97
あとがき		107



東海大学スポーツ医科学研究所・

体育・運動部合同会議の

開催にあたって

スポーツ医科学研究所設置の目的の一つに競技力の向上、スポーツ障害、新技術の開発とその応用の具体化、発展等が挙げられている。このためスポーツ医科学研究所としては各運動部と密接に連絡をとり協同して研究を進めて行くことが必要である。そこで、平成元年10月3日（火）午後4時45分から湘南校舎4号館3階第1会議室で第1回東海大学スポーツ医科学研究所・体育・運動部合同会議が開催され、12人のスポーツ医科学研究所所員・研究員および25人の東海大学運動部の監督・コーチが出席して行われた。今回の会議は、スポーツ医科学研究者と実際に運動の指導を行っている監督・コーチが一堂に会して種々の問題点について活発に討議しようとするもので、このような会議が行われたことは私の知る限りでは「最初の試み」であり、医科学研究者とスポーツ現場の監督・コーチとの接点の場になるもので大変意義あるものであった。

会議では、まず、中野スポーツ医科学研究所長および齋藤体育部長より合同会議開催の趣旨、スポーツ医科学研究所発足についての経過報告、スポーツ医科学研究所の要覧規定および所員・研究員の構成についての説明、さらには出席者の自己紹介が行われた後、各運動部の監督・コーチから要望および問題提起が挙げられた。この中で最も

重要課題としては栄養学の面からの研究の必要性である。競技力向上は、バランスのとれた適切な栄養の摂取が行われてこそ達成されるものである。わが国において、特に大学スポーツ選手の栄養摂取状態は、欧米の大学スポーツ選手に比べて非常に劣っているという指摘がなされている。例えば、スポーツ選手といえども朝食抜きというような例がよくみられたり、また、某運動部の選手は、試合あるいは練習のない日曜日になると水のみで暮らしたという報告もある。さらに、皮肉にも大学スポーツ選手は、「飲むおカネはあるが食べるおカネはない」ともいわれている。これらの事柄を含めてもまだ現状では栄養の面が軽視されがちである。私たちが行った栄養摂取の予備調査においても土曜日、日曜日になると栄養摂取量が低下傾向になったことも事実である。従って、スポーツ医科学研究所としては、競技力の向上を達成させるための研究項目の一つとして、現在、各運動別に栄養管理を行い個々の選手の栄養状態を把握し、栄養摂取の工夫がなされるように準備を進めている。しかし、最終的には「おカネ」が関係しており、個々の選手に栄養摂取の必要性を動機づけさせ、適切な栄養指導を行っても「おカネがない」の一言で栄養学的な面からの研究が実現困難となる。そこで、この問題の具体策として、例えば、

大学あるいは民間の食堂の片隅にでもスポーツ選手専用のコーナを設け、より安く、よりうまく、よりバランスのある食餌の開設が実現することを強く望む次第である。

体重階級制スポーツの減量に関しても、適切な栄養指導による減量が必要である。生理学および栄養学的側面から各個人毎に対する生体への負担状況を把握した上で適切な減量法を検討すべきである。

次に、各運動部から問題点として多く挙げられたのがスポーツ障害に対する研究である。スポーツ種目の違いによって特定部位の骨・関節あるいは筋・神経に障害をもたらすが、その機序は必ずしも明確ではない。これらの障害は、スポーツ選手にとって時に致命的となり、選手生命を断念せざるを得ないケースもでてくる。従って、各運動部別にその予防および治療についての基礎的な研究が必要である。本学のスポーツ障害についての研究は、[今井望、中村豊：東海大学におけるスポーツ医学の現状、東海大学スポーツ医科学雑誌、第1号、p21-22、1989]の項で述べられているように昭和51年から「東海スポーツ研究会」として医学部整形外科学教室が中心になって生理学教室Ⅲおよび体育学部の合同研究会が行われ続けられている。現在、これらの研究結果は、逐次報告され、スポーツ現場での指導や障害管理に役立てられており、今後、この分野において、さらに一層の研究成果が期待されるであろう。なお、現在、スポーツ障害に関して、毎週金曜日、PM 4：00～PM 6：00、湘南校舎7号館3階スポーツ医科学研究所事務室で整形外科学教室員によるスポーツ障害等に関する相談が開設されており、選手の間では非常に好評であるが、一部でまだPRが徹底していないことも会議で問題点として挙げられていることから、この場を借りてPRをさせて

頂きたい。選手諸君は、大いに利用して、適切なアドバイスを受け、スポーツ障害の予防および治療に役に立ててもらいたい。

次に、当然ながら各運動部から挙げられたのがトレーニング方法に関する研究の必要性である。筋力、パワー、持久力を向上させるためのトレーニング法を確立させ、個々の競技種目に適したバランスのとれた体型および体力を作り上げる必要がある。

女子選手に対する問題点としては、貧血および運動能力に関する研究が重要な研究課題として挙げられた。特に、貧血は、女子選手に多く認められるもので、時々、東海大学付属病院で治療を受ける選手もみられることから、種々の原因を解明し、その予防および治療法を確立し、競技力向上に寄与すべきである。また、体力の性差、性周期に伴う運動能力の変動などの科学分析に基にしたトレーニングを考える必要がある。

さらに、各運動部から、今後、益々重要視されてくる「競技力向上に関する心理的研究」「自己健康管理法と試合前および試合日のコンディショニング」「運動技術の向上に関する研究」「ゲーム分析の研究」等が挙げられた。

以上述べてきたように第1回の会議としては、種々の要望および問題点が挙げられ、これらの「監督・コーチの声」を十分に認識し、研究を推進していくことが確認されたことは非常に有益な会議であった。今後、この会議が益々発展していくことを願うものである。

【付録】「スポーツ医科学研究」と「スポーツ現場」の現状と、今後の発展

スポーツ医科学研究と現場とが密接に関連して発展することによって競技力の向上が達成されるものである。そこで、この誌面では「スポーツ医

科学研究」と「スポーツ現場」の両者について私
なりの考えを述べてみたい。

近年、日本も含めて世界的にスポーツ医科学の
研究が飛躍的な進歩を遂げ、種々の競技力向上の
一翼を担っている。しかし、日本の現状は、欧米
諸国や共産圏に比較して各種スポーツ競技団体と
の連携の立ち遅れが指摘されているのも事実であ
る。この理由の一つとして、実際に運動の指導を
行っている監督・コーチの大部分は、旧態依然と
した体験主義や経験主義的な指導法にとらわれて
医科学研究とスポーツの現場とが隔絶された状況
に置かれており、スポーツ医科学研究の成果が十
分に実際の指導にいかされていないことが挙げら
れるであろう。

そこで、本学のスポーツ医科学研究者と監督・
コーチの今後の方針として、まず、スポーツ医科
学研究者に望まれることは、研究のための研究で
はなく、スポーツ医科学研究が運動生理学的機能
の向上、スポーツ技術の分析や改善、さらにはス
ポーツ障害の予防および治療になくてはならない
ことを監督・コーチ・選手に認識してもらうため
にも現場への積極的な参加であり、現場と密着し、
さらに現場の声を理解し、実践的な研究を推進し
て、スポーツ医科学研究の立場から現場への応用
の橋渡的存在になるよう認識しなくてはならない。
次に、監督・コーチに望まれることは、「科学
の眼」をもって指導することを私自身熱望したい。
優れた監督・コーチとは、現場に生かすことので
きる科学的知識とそれに基づいた技術の指導の仕
方に優れているヒトであり、それは、科学的研究
の成果を十分に理解し、科学的データを基に緻密
な検討を加え、個々の選手に適したトレーニング
プログラムをいかに工夫し応用できるかである。

以上、「スポーツ医科学研究」と「スポーツ現場」
について簡単に述べたが、選手を含め、監督・コ

東ドイツに遠征した駒大
操部が、秘密のペールに包ま
れていたライブヒの一流選
手育成の研究と指導組織、F
KS（体育スポーツ研究所）
を初めて訪れ、東ドイツの金
メダルの秘密を垣間見て帰
国した。

FKSはこれまで西側には
非公開だったが、駒大の訪問
は東欧の変革の、あらしの

秘密兵器はなかった

メダル王国 支えた現場

東独・体育スポーツ研

おかげで実現した。しかし、それでも「研究の結果を、
どんな秘密兵器を使っている、その場で選手たちとの討論を、
のか、の期待は裏切られたぞ、通じて実践に移す。教育、訓
うで、スポーツ医学の研究面、練の原点を見た思いです」と
と現場のコーチ、選手たちが一行、メダル王国を支えた現
一体となって能力向上を図っ、場を目の当たりにして感激し
ているにすぎなかったとい、た様子だった。

駒大体操部が見学

(共同)

1990年2月21日付 毎日新聞朝刊

ーチ、医科学研究者が一体となって科学的データ
を有効に生かし、効果的なトレーニングを実施し、
競技力の向上に寄与するように努力していかなけ
ればならないと改めて決意する次第である。

最後に一言

わが東海大学の監督・コーチの皆様、私たち
二人三脚で競技力向上のために前進していこうで
はありませんか！

研 究 論 文

- 運動の必要性
- 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・リポ蛋白代謝に対する Walking の効果
- 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について
- スポーツ選手の膝関節軟骨障害に関するX線学的研究
- 画像記録による短距離走のスタートダッシュの観察
- 陸上競技投擲選手の競技前・後の心理的变化の一考察
- 大学柔道選手の膝関節障害
- 大学運動クラブにおける腰部障害の調査結果について
- 体性神経—骨格筋接合部に関する研究
- 競技スポーツにおけるゲーム分析法の研究 バレーボール

運動の必要性

中野 昭一 (東海大学スポーツ医科学研究所所長・医学部教授)

寺尾 保 (東海大学スポーツ医科学研究所員・医学部生理学教室)

はじめに

近年、日本人の寿命が急速に伸び、図1にみられるように、男女共世界一となっている。

このことは、図2にみられるように日本人の年齢別人口構成を示す人口ピラミッドでみると近い

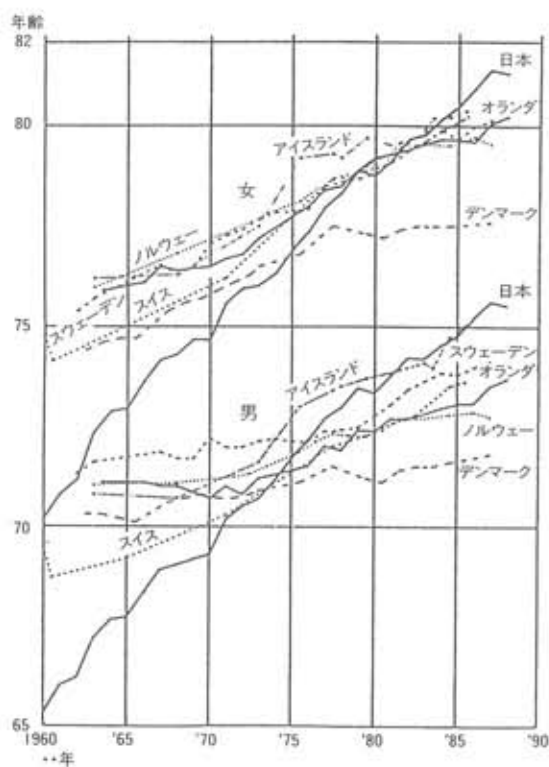


図1 平均寿命の長寿国比較

将来、すなわち2020年（昭和100年）代には60歳以上の人が総人口の30%以上にも達することを示しているわけである。長命になることは歓迎すべきことではあるが、ここで問題となることは健康で長生きし、社会に貢献してこそ意義があるのであって、肉体的、精神的に非常に衰えた状態で、ただ生きているだけでは、若い世代に負担をかけ、意味のないことになってしまう。

一方、厚生省の「人口動態統計」にもみられるように、日本人の主要死因別死亡率の年次推移をみると、図3のように悪性新生物、すなわち癌性の疾患がそのトップを占め、2、3位は心疾患、脳血管疾患で占められている。

これらのことから、からだを鍛え、ことに「中高年の体力づくり」として盛んに運動を行うこと

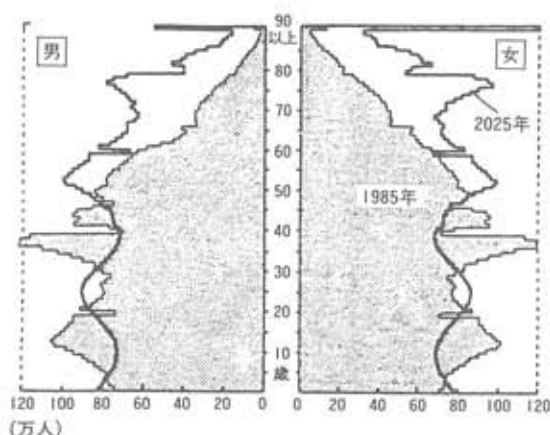
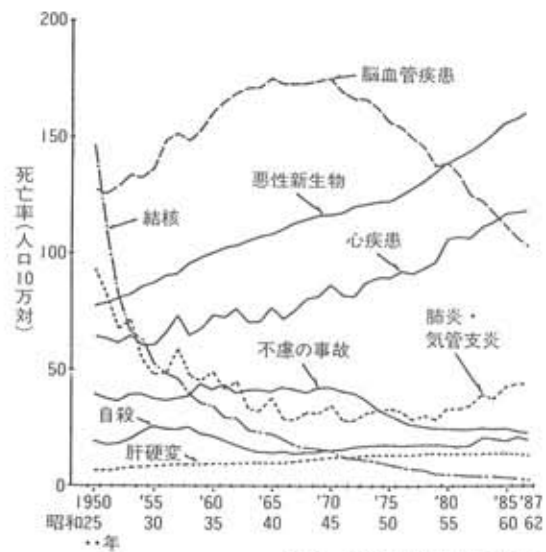


図2 人口ピラミッドの比較（1985年と2025年）

の効用が叫ばれてきているのである。

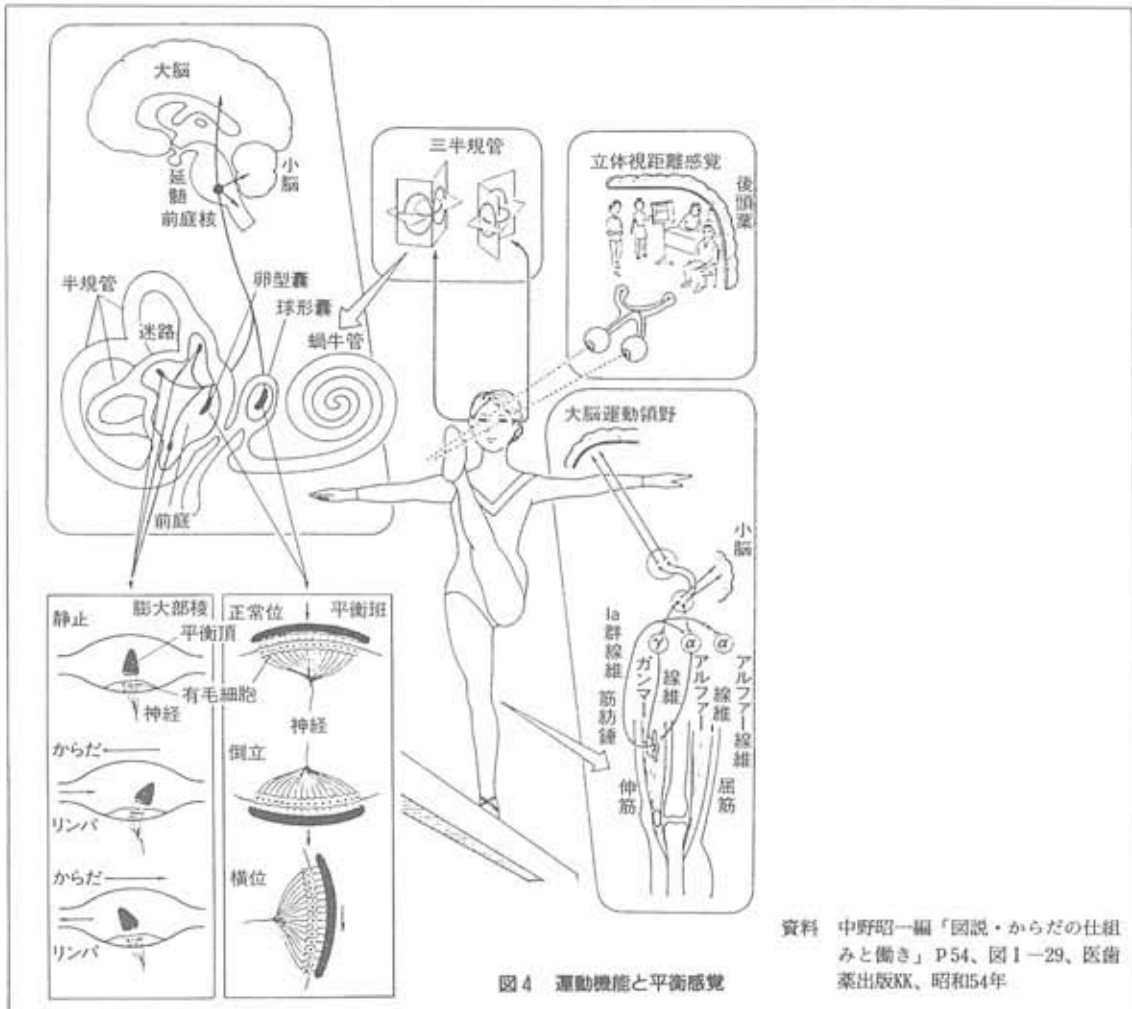
さて、運動について考えるとき、まず初めに考えておかなければならないことは、「運動はからだに悪い」ということであろう。運動をするということは、後述するように安静にしているときよりも心臓や血管に負担をかけることになるからである。しかし、その心臓への負担を負担と感じないようなからだをつくってこそ、いわゆる体力の維持・向上がみられるわけで、ここに運動の必要性の根拠があるわけである。

現在、日本人の3大死因の2つを占める心疾患、殊に心筋梗塞と脳血管疾患とを、心臓や脳の病気と考えるのは間違いで、結果的には心臓や脳の疾患となるわけであるが、その発端はそこに分布している血管の障害といえるわけである。したがっ



資料 厚生省「人口動態統計」

図3 主要死因別死亡率の年次推移



資料 中野昭一編「図説・からだの仕組みと働き」P54、図1-29、医歯薬出版KK、昭和54年

て、これらの病気の対策としては、心臓・血管系の鍛錬を行うことが必要で、そのもっとも簡便で容易に行えることが運動ということになるわけである。

さて、図4は、女のヒトを平均台の上に立たせた図であるが、このようにただ単に立って平衡を保っているだけでも、からだの中では少なくともこれだけの機能が働いているということになる。

すなわち、まず目である場所をみているが、そのとき注視しているところはピントがあつてよく見えている。しかし、その周囲もピントは合っていないが、両眼でみているためにある距離感を感じているわけで、これによって自分の頭がこの部屋のここにあるということを認識しているわけである。

つぎに自分のからだをどちらかへ曲げると、自分自身その曲げた方向と程度を常に知っているわけで、これは骨と骨とをつなげている関節をまたいでついている伸筋と屈筋との緊張の度が常に脳の方へ知らされているために、脳ではこの筋肉がこれだけ緊張し、この筋肉がこれだけ弛緩しているという情報によってその関節の角度がこうなり、からだがこのような形になっているということ、長年の経験によって知っているわけである。

また、内耳には前庭や、三半規管という平衡感覚器があり、この働きによって立体的な回転の度を知ることができ、また、そこにある卵形囊、球形囊というところでは、垂直と水平加速度まで知ることができるのである。したがって頭をゆっくり回していった急に動かしても、自分でその状態を常に理解しているわけである。このように単に安静にして立っているだけでも、からだの中ではこれだけの情報の伝達が行われているわけである。

そこで、実際に運動を行うときは、しかもこれだけの機能の上に立って、さらに重心を失うことのないようにバランスをとってからだを動かしていくわけである。

このように運動を行うということは、人間の生理機能すべてを動員して行っているといっても過言ではないほど、大きな影響をからだに与えるこ

とになる。したがって運動を行えば、これらのすべての機能を刺激することにもなる。このような考え方から運動を行う場合、ヒトの生理機能すべてを賦活するような運動を行わなければ意味がないことにもなる。

1 体力づくりにおける生理機能の基本的事項

体力づくりとして、運動を行う場合、本質的な生理機能の基本的事項として、表1のごときことが挙げられよう。

すなわち、第1の進化の問題は別としても、第2の廃用性萎縮と使い過ぎの萎縮は、ヒトの生理機能が本質的に怠惰であり、使わないでいると、速やかにそのレベルまで機能を落とし、また使い過ぎると、その組織の破壊に通じるということの意味している。ここに運動などによって、体内の生理機能を刺激する意義が生じてくるわけである。第3のヒトの機能にはトレーニングによって向上する機能と、それほど影響を受けない機能のあることも心得ておかなければならない。すなわち、単に自転車に乗る、泳ぐなどということだけならば一度のパターン認識によって一生その機能を保持することが可能である。しかし、早く、うまくなるためにはトレーニングが必要となってくる。つぎに中高年の場合、もっとも問題となるのは、第4の加齢現象である。

すなわち、図5のようにヒトのほとんどの機能は、横軸に年齢をとると20歳前後を頂点として、1:6ぐらいの割合で山形の曲線を取り、少なくとも20歳以後は下降曲線をとることになる。こ

表1 体力づくりにおける生理機能の基本的事項

- | |
|---|
| (1) ヒトは進化する動物である。 |
| (2) ヒトの機能には、廃用性萎縮と使い過ぎの萎縮がある。 |
| (3) ヒトの機能には、明らかにトレーニング効果のみられるものと、それほどみられないものがある。 |
| (4) トレーニング効果のある生理機能のトレーニングについては、常にその年齢的制約を考えなければならない。 |

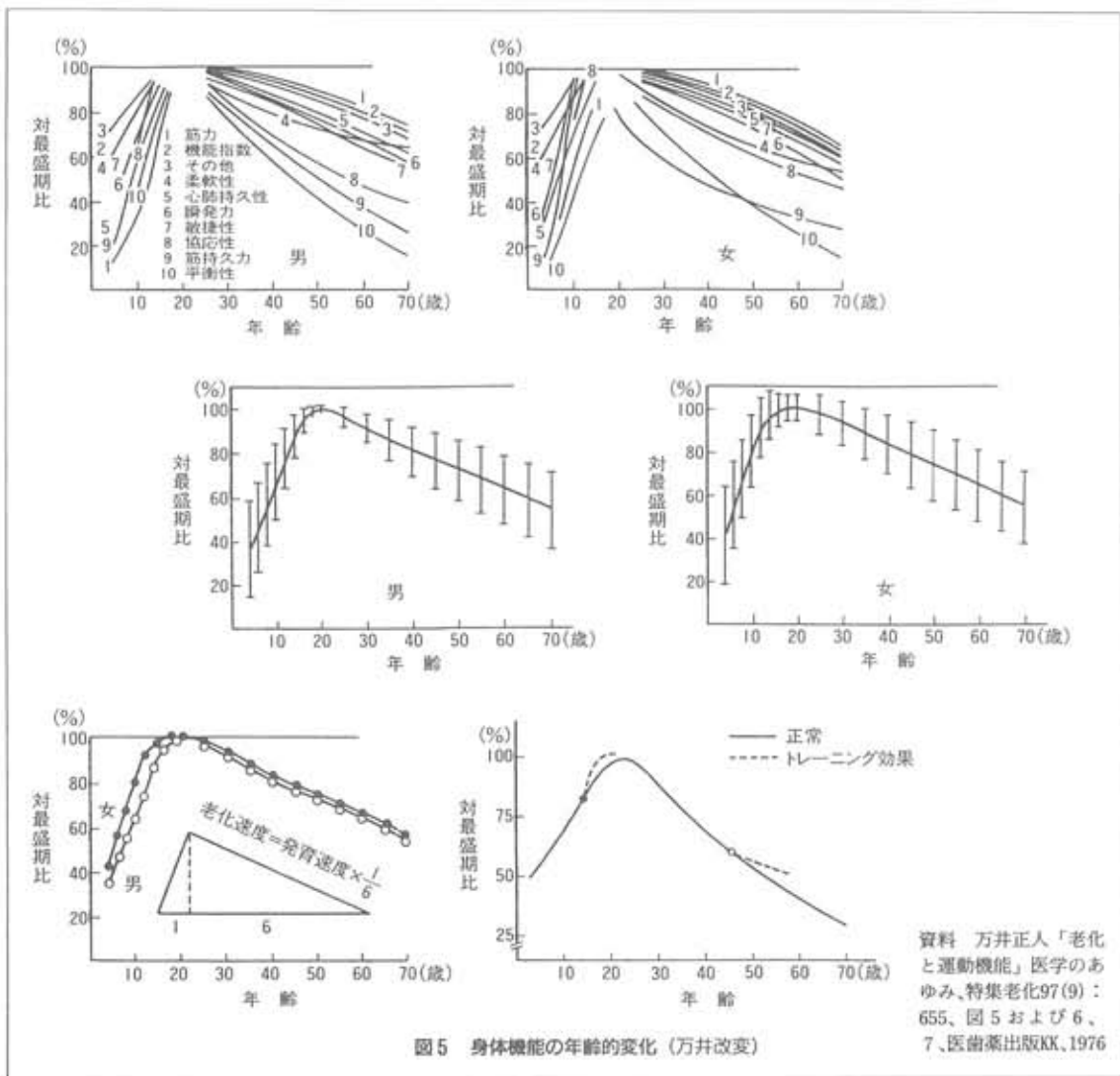


図5 身体機能の年齢的变化(万井改変)

れを機能低下とみるのは間違いで、正常な加齢現象と考えなければならない。

例えば、15歳の時点でトレーニングすればその右下図のように、より早く機能の向上をみるが、仮に45歳でトレーニングをしても、正常な曲線に対して15歳の時に増加した上昇角度をとるのが最大であって、その曲線の下降を抑制することはできないものの、その曲線を水平にあるいは上昇させることは不可能である、ということを確認しておかなければならない。

少し話がそれるが、肥満になると、よく運動をしなさいといわれる。肥満の一番の害というのは、この図の縦軸に解剖学的構造のでき方、たとえば

心臓のでき方をとると、やはり20数歳でほぼ完全にでき上がることになる。心臓は全身に血液を送り出すポンプであるから、その時の体重すなわち、からだの大きさにみあった心臓ができあがることを意味している。

すなわち、そのからだ全体に血液を運び込むだけの能力をもった心臓ができあがるということになる。ところで、それ以上の年齢になって、体重が増えてくるということは、解剖学的構造としてはからだの中のすべての組織臓器ができあがっているわけで、その増加のほとんどが脂肪ということになる。

これが肥満という状態で、体重の30%以上を脂

脂肪がしめた場合ということになろう。この脂肪は店頭で売られているようなラードやヘッド、バターとは違い、からだの中で生きている脂肪細胞のため、当然、酸素を要求し、血液を要求することになる。したがって、20歳代で完成された心臓血管系に大きな負担をかけることとなり、これが肥満の一番の害となるわけである。

2 体力と運動の意義

近年、殊に中高年の運動が推奨される理由のひとつは、運動によって体内生理機能を賦活し、前述の廃用性萎縮に陥らないよう、体力の維持向上に努めることであろう。

すなわち、体力とは、表2に示されるように身体的要素と精神的要素とから成り立っていると考えられているが、運動とはその行動体力の機能の部分のみを占めているもので、必ずしも体力の全体を占めているものではない。しかし、運動機能の向上が計られるならば、当然、体力全体に影響を与えることはいうまでもない。

運動とは、関節をまたいで2本の骨に付着している筋肉が収縮・弛緩することによって骨を移動させて行われるわけであるが、その原動力となる筋力には、最大筋力と局所筋持久性、全身持久性などのあることは、ご承知の通りである。

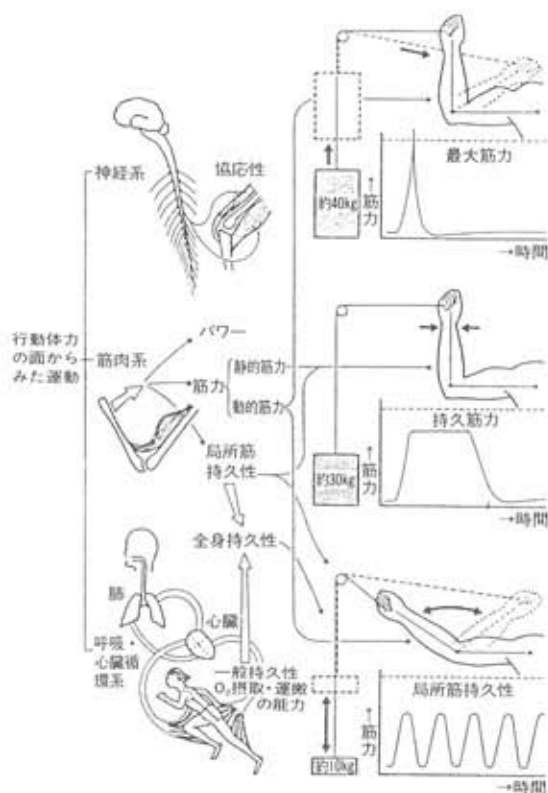
すなわち、最大筋力は筋の太さに比例するが、図6右上図の力曲線のように、この場合、主としてその筋肉内に貯えられているエネルギーに依存しているために短時間しかその筋力を出し得ない。しかし、右下図のようにある程度の力を長時間出し続ける局所筋持久性を発揮する場合には、当然、筋肉へのエネルギー供給が必要で、呼吸・心臓・循環機能を含めた全身持久性が要求される。一方、筋肉を円滑に働かせるためには、神経系の協応作用も必要となってくる。

ここに全身持久性の向上を目的とした運動・スポーツを行い、呼吸・心臓・循環系を鍛練し、さらには神経系をも賦活する最大の要因があると考えなければならない。

表2 体力とは



資料 猪飼道夫「日本人の体力」第8版、p.107、図5-1、日本経済新聞社、昭和45年
Trim Japan No.10



資料 中野昭一編「図説・運動の仕組みと応用」P6、図1-3、医歯薬出版KK、昭和57年

図6 運動とは

3 体力づくりの必要性

前述のように厚生省の発表によると、近年国民の有病率が上昇し、中でも心臓・循環系に関係する疾病が高値を占めるに至っていることが、問題となってくるであろう。

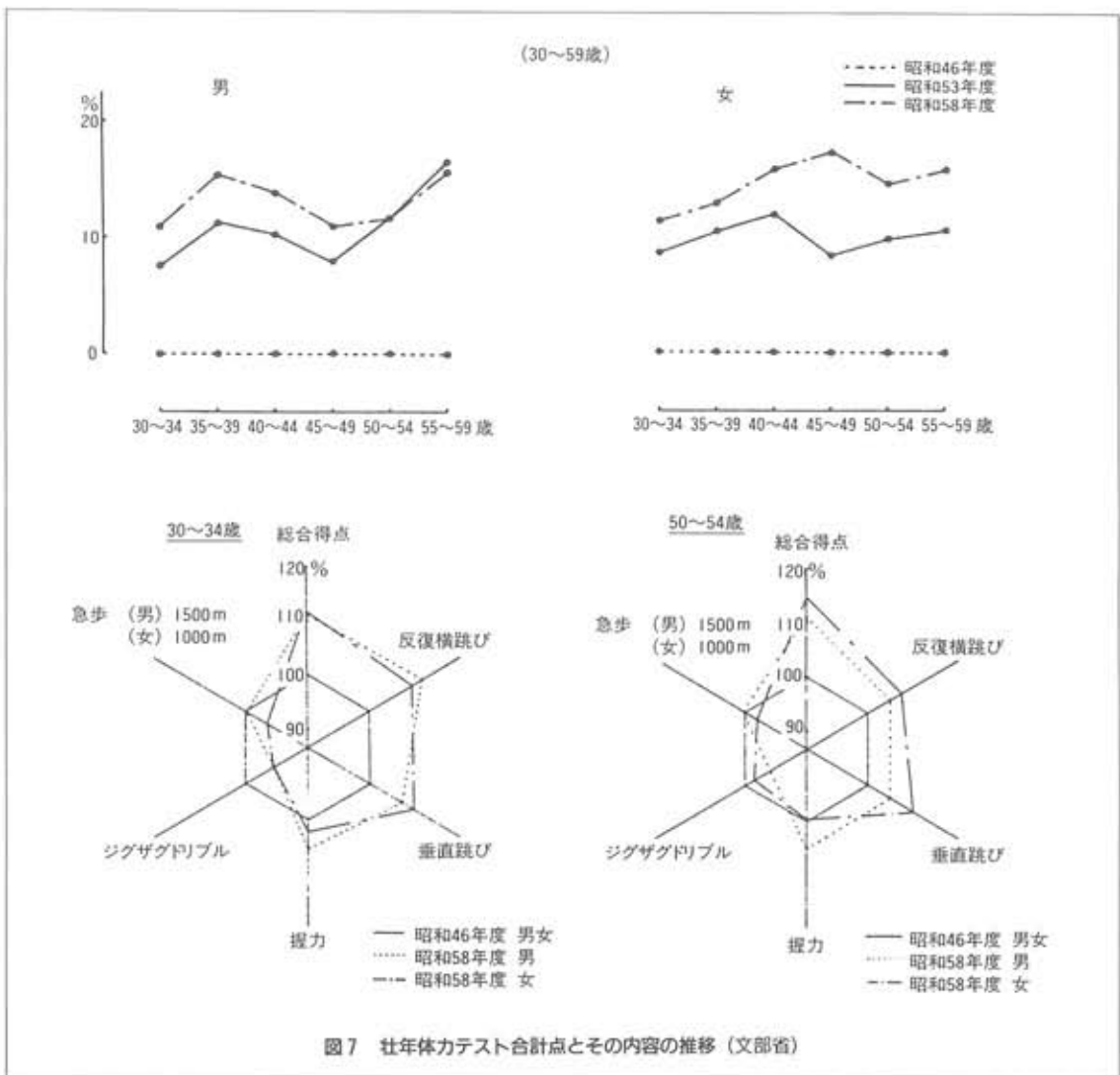
一方、現在、健康維持に関し、どのようなことを行っているかという調査では、約70%のヒトが何らかの形でその努力をしており、そのうち約23%のヒトが意識して運動・スポーツを行っていると答えている。

そこで、文部省の壮年体力テストの30～59歳に

おける合計点を、昭和46年度を0として、昭和53年および58年度と比較したのが図7である。上の図にみられるように、そのいずれもが46年度より明らかに増加しており、総合体力としての向上がみられている。しかし、下の図にみられるように、その内容を見ると、30～34歳、50～54歳におけるそれは、ジグザグドリブルおよび急歩の項が、46年度に比較して低下している。

この事実は、個々の筋肉の問題ではなく、それらの筋肉へのエネルギーの供給、すなわち、心臓、血管、肺などいわゆる全身持久性の働きが、46年度よりむしろ低下していることを意味している。

一方、わが国の三大死因の2つを占める脳およ



び心筋の障害が、すべて血管に起因することを考えると、全身持久性の維持向上が、ことに中高年者にとって大きな意義を持つことになり、ここにいわれる体力づくりの手段として、それらの機能を刺激する持続性運動の推奨される所以があることになる。

4 運動の身体諸機能に及ぼす影響

運動は、多くの筋肉を収縮・弛緩することによって、筋肉の肥大、筋肉内毛細血管の増加、骨・

関節の発達、体内中間代謝によるエネルギー産生の円滑化、呼吸・心臓・循環系および神経系の賦活、造血作用の促進、体液の平衡維持能力の向上など生理機能へ非常に多くの影響が考えられる。これは図8のように、運動が体内の生理機能すべてを動員するといっても過言ではないほど、全身の機能に影響を与えるということによっている。

ここでは誌面の都合もあって、循環系を主とした2～3について述べることにする。

すなわち、図9は、運動に対応した心機能をまとめたもので、図9-1は、運動を始めることによって心臓からの1回拍出量、心拍数がともに増加

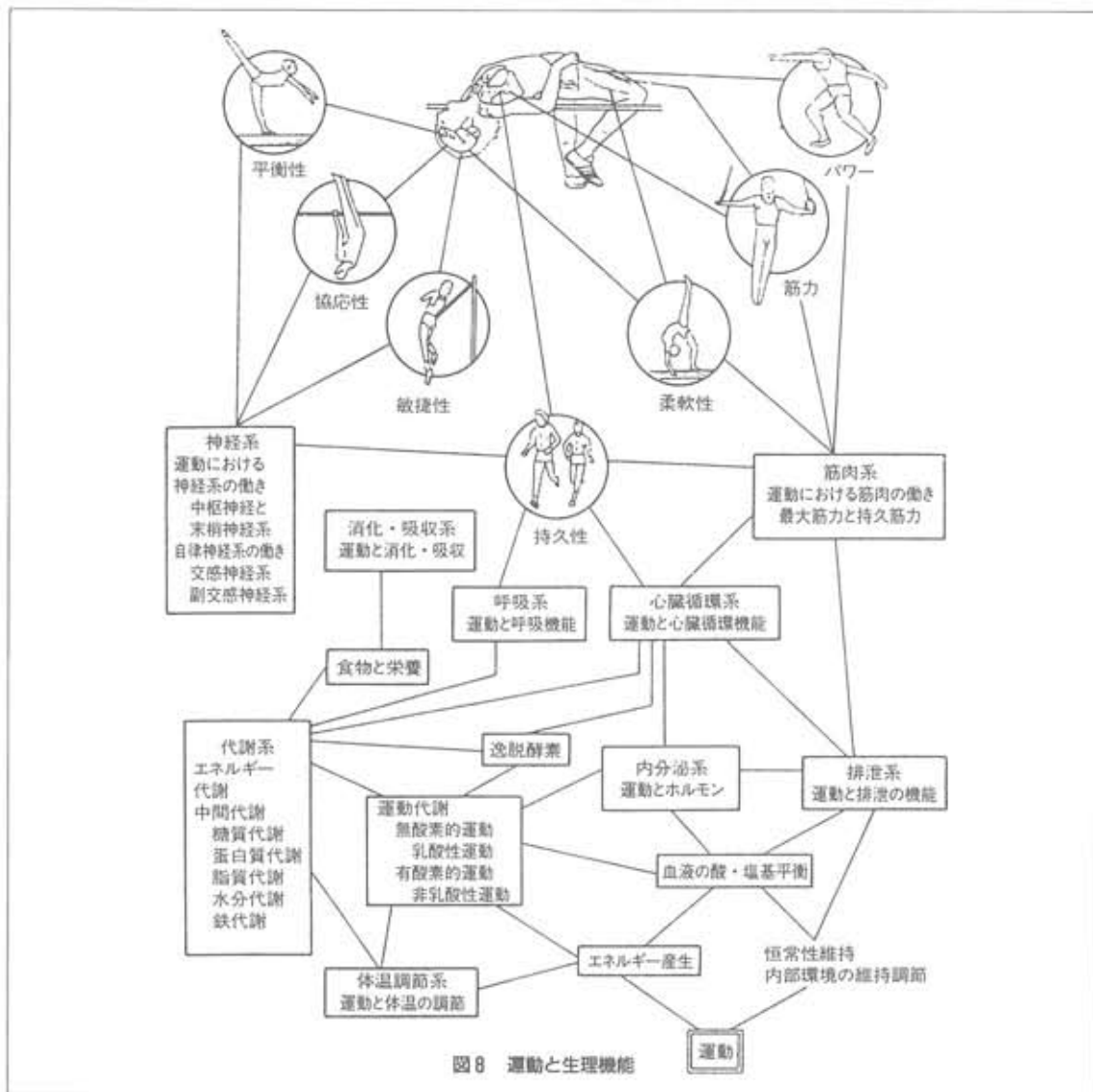
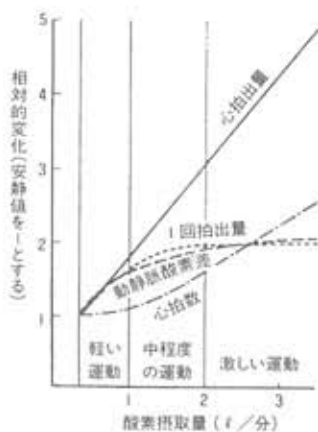
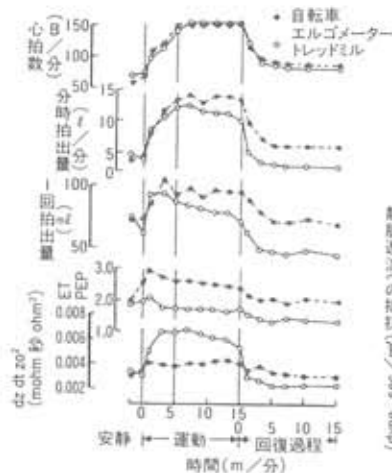


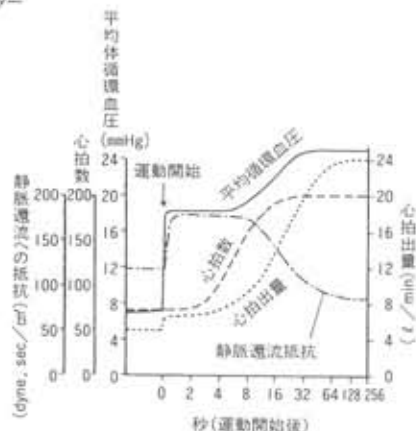
図8 運動と生理機能



1. 運動の強さ心臓の応答 (Brouha & Radford)



2. 運動中における心機能の変動 (梶西、中野)



3. 激しい運動を始めたときの心拍出量とそれ
に影響を与える因子 (Guytonら)

図9 運動と心臓機能の対応

するが、運動が激しくなると心拍数の増加のみによって運動に必要な送血量を賄っていることを示しており、図9-2は、自転車エルゴメーターとトレッドミル走行によって一定心拍数に規定した運動を行わせたときに、その運動負荷方法の違いによって、分時拍出量にはそれほどの違いがみられないものの心室の機能を示すET/PEP、心房の機能を示す $dz/dt/zo^2$ に異なった態度がみられ、心臓に対する負担に微妙な違いのあることも示している。なお、図9-3にみられるごとく急に激しい運動を行うと心拍数は少なくとも10秒以内に、血圧はそれよりも早く上昇し、しかもその当初には、心臓に血液を還流する静脈還流抵抗が上昇しているために、心臓に対する負担を一時的に著明に増加させることに留意しなければならない。

一方、筋肉への血流配分は、安静の場合、分時拍出量の約20%を占めているに過ぎない。しかし、激しい運動になると、分時拍出量も3倍以上に増加するが、その70%以上が配分されなければ、その運動を行ないようになるといわれている。これには当然、閉鎖循環系内を一定量の血液を循環させている心臓の能力を保持させなければならない。このためには大量の静脈還流血を必要とするわけである。

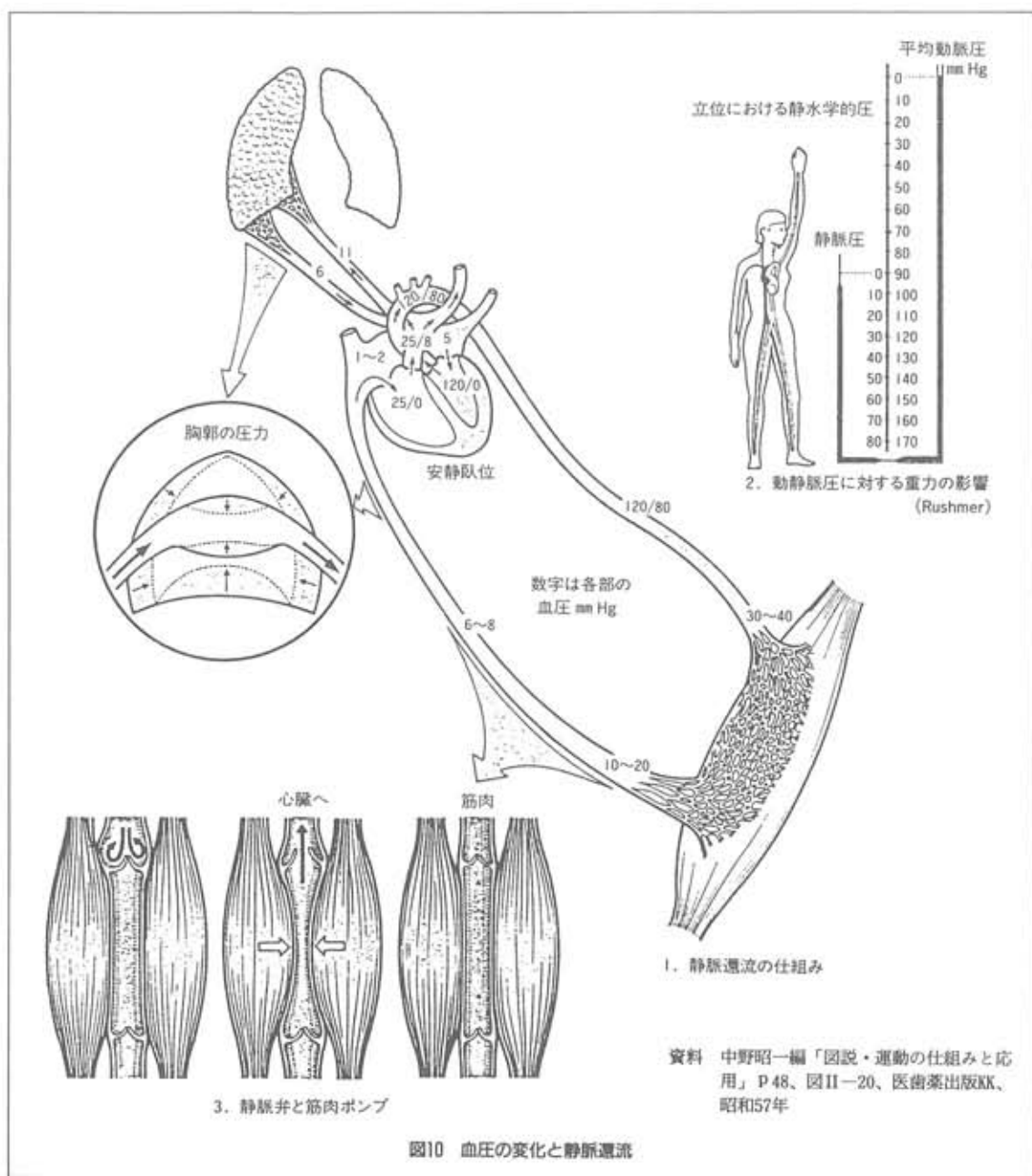
よく間違えて考えられていることに、体内の血

液循環が心臓の力のみによって行われていると考えられがちのことがある。普通、血圧は上腕で120~80mmHgくらいであるが、図10にみられるように心臓に血液が戻ってくる右心房に針を刺して圧力を測ると、1~2あるいは0、マイナス1~2mmHgでも正常なのである。このことは心臓の血液を押し出す力が右心房まで及んでいないことを意味している。この理由の一つは、末梢組織、たとえば筋肉の中を流れる血液から筋肉の細胞が酸素や栄養素を取り入れ、不要物を排出するときに、そこを流れる血液が脈を打ってはいは困るのである。

すなわち、末梢組織では一定の血液の流れの中から、血液と組織との分圧の差によって酸素を取り入れたり、二酸化炭素を排出しているのである。

しかし、末梢組織を流れる血液の圧力が一定になってくると、その圧力が漸次低下してくることは否めず、図のように中動脈で最大血圧120~最小血圧80mmHgくらいあったものが筋肉に入る時点では、最大も最小もなくなり、およそ30~40mmHg、筋肉を出たあたりの静脈ではおよそ10~20mmHgに下がり、前述のように右心房では0でも正常ということになる。

そこで、この静脈中の血液を還流している働きは何かということになるが、これには、まず、中

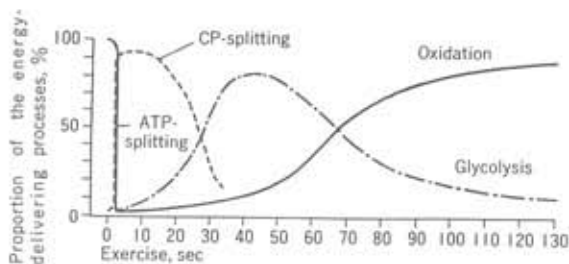


静脈以上の太い血管になると血管の中に弁があり、仮にその静脈を圧迫すると、その圧迫された血管の中の血液が心臓の方へ移動し、弁によって逆流が妨げられ一方通行になるということが挙げられる。この血管を圧迫する一番の要因は、このくらいの太さの静脈になると大きな筋肉の表面を通っており、運動によって筋肉が収縮すると、図の下に示すように静脈を圧迫して静脈還流を促進させ

るといふことで、これを筋肉ポンプ作用といっている。

その一例として、この筋肉ポンプ作用がその場かけ足を行っただけでも足の伏在静脈の静脈圧を著明に減少させ、股静脈のそれは静止立位の場合に比べて約1.5倍、下大静脈では約2.5倍にも増加することが知られている。

したがって、運動を行うことは、交感神経の興



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, Munchen, Paris, London, New York, Sydney, より)

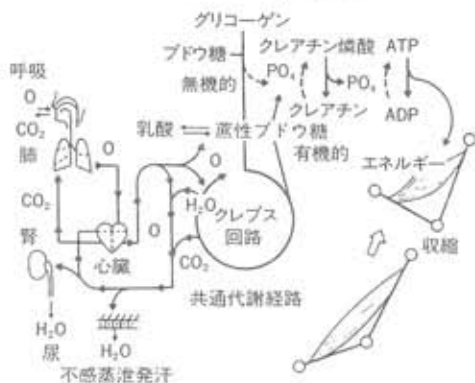


図11 筋収縮時のエネルギー産生

奮、アドレナリンの分泌などによって、心臓自体の機能を促進させるとともに、静脈還流量をも増加させ、血液循環系の鍛練として、きわめて有効な手段となろう。また、中高年層でも長時間の運動によって、運動後、最大、最小血圧がともに減少することはよく知られるところであるが、この場合、rebound action も含めて、その後の血圧の推移に注意しなければならない。なお、運動によって心拍数が増加することは、筋肉で酸素を要求していることで、当然、呼吸数の増加とともに換気量の増加を伴うこととなり、呼吸機能の鍛練にも通じることとなる。

つぎに、これらの血液を受けている筋肉内のエネルギー産生の面からみると、図11のように、もし、酸素の供給がなければ、筋収縮のエネルギーは下の図のように筋肉内に貯えられている ATP、クレアチン燐酸、貯蔵されているグリコーゲンのみから供給されることになる。しかし、上図のように ATP の分解のみでは約 2~3 秒間、クレアチン燐酸の分解によっても約 20 秒間、グリコーゲ

ンの解糖反応を入れても 60~70 秒ぐらいが限度となり、それ以上の運動では呼吸・循環機能による酸素の供給がなければ、筋収縮のエネルギーを保持することが不可能となる。すなわち、普通のヒトでは 400m 以上、息をしないで走ることは不可能であろう。したがって、呼吸・循環系による酸素の供給と、運動によって筋肉内で消費されるエネルギーとのバランスがとれるような定常状態に入り得る運動を行えば、必然的に呼吸・循環系の機能を鍛練していることになるわけである。

5 持続的運動の効用

最大筋力、筋肉自体のトレーニングは別として、ここでは、全身持久性をトレーニングするような持続的運動の効用について触れてみたい。

まず、成人病の第一に挙げられる動脈硬化に起因する疾病への影響として、長期持続運動が前述のように循環機能を賦活することは、直ちに血管の収縮拡張、血管の弾性まで影響を与えることになろう。また、脂質代謝の面から、近年、血中リポ蛋白のうち、末梢組織から種々のコレステロールを肝臓に運搬して代謝させるように働いている HDL が、長期持続運動量に比例して増量すると報告されている。図12は、私たちの教室のラットによる成績で、Group I が対照群、Group II が内因性コレステロールを増加させるしょう糖を 5 週間投与した後、普通食に戻した群、Group III は Group II で普通食に戻すと同時に持久性運動 (約 18m/min) を毎日 1 時間、5 週間持続行わせたとときの成績である。運動によって、血中 TG および VLDL-コレステロールの低下、HDL の増量がみられており、この VLDL の低下と HDL の増量との間にきわめて高い相関がみられていた。

しかし、LDL の増量を示すことは、あらかじめ内因性コレステロールを増加させておいた条件とも関連して、今後検討を要する点である。

また、図13は、毎日ランニングを行っている長距離選手群と短距離群、柔道群および運動をしていない群とを比較したもので、長距離群では明ら

6 運動・スポーツの危険性

前述のように、運動のよい所のみをとりあげてみると、運動を行うことが、体力の維持・向上に、あたかも万能であるがごとき観を与えるのであるが、運動は、本質的に種々の生理機能に負担をかけ、その機能を賦活しようとするもので、それを行うヒトによっては、負担が大き過ぎて、むしろ危険であることも常に考慮しておかなければならない。例えば、図14は私たちが行っているトレッドミル走行中のヒトの胸部双極誘導による心電図から心拍数を算出し、トレッドミル速度を調節して心拍数一定の運動を行わせたときの成績である。図にみられるようにこの心電図波形から算出したS-T₂レベル、およびS-Tスロープの変動は、心拍数一定の運動といえども、運動の開始によって、その運動強度に対応したS-T₂レベルの下降がみられ、その下降したレベル、すなわち、その部の心筋にある程度の相対的虚血性変化をきたさせたまま、その運動を行っていることがわかる。

この場合、当然のことながら、その代償性変化ともいふべきS-Tスロープの上昇がみられている。もし、その運動中に急激な運動強度の変換がみられるならば、その負担がさらに大きなものになることが示唆されよう。

また、スポーツを行っているときの突然死の統計的調査では、外傷性の事故を除くと他のスポーツに比べ、それを行っているヒトの多いことからマラソン、ランニング中が50%以上を占め、これらの出現時期をみると走り始め、ゴール直前、ゴール直後の順で多くなっている。これらのことは、いずれにしても運動によって心臓の負担が急激に変化したことを物語っている。

したがって、運動を行う場合には、ことに心臓機能を中心としたMedical Checkが絶対に必要で、しかも、この場合には安静時心電図のみの測定では意味がなく、一定の運動を负荷したときの心機能の対応として捉えることが必要である。

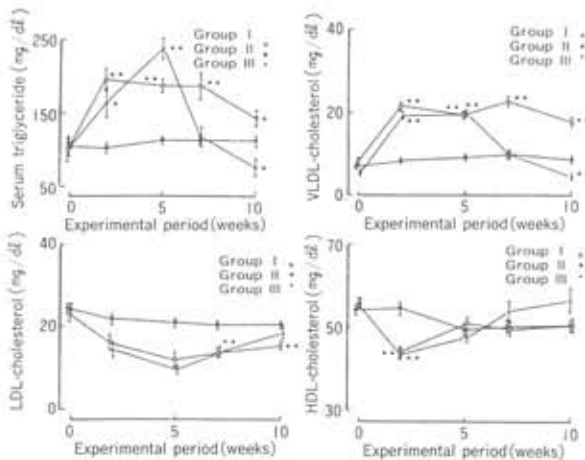


図12 体内脂質およびリポ蛋白代謝に及ぼす運動の影響 (寺尾、中野)

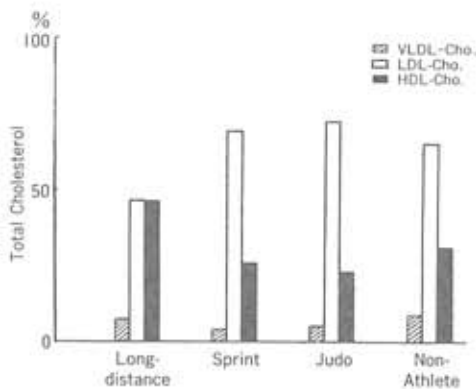
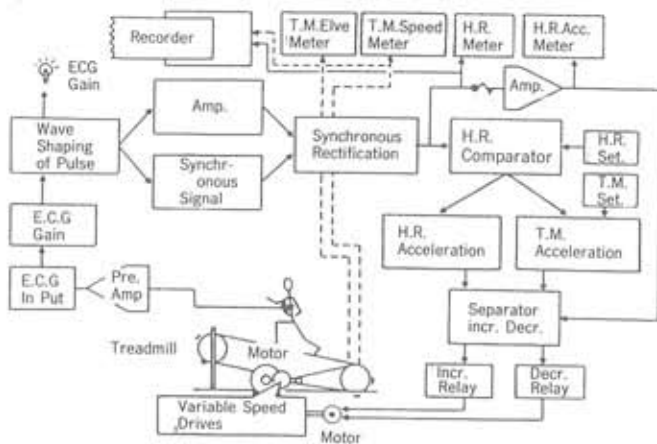


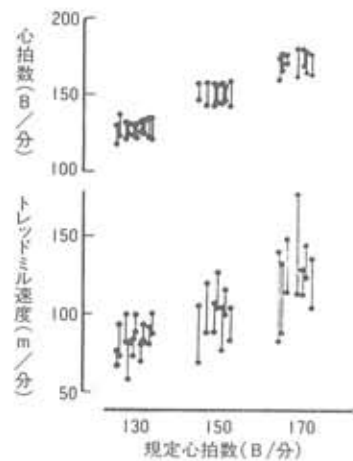
図13 長距離・短距離および柔道選手の血中リポ蛋白

かに HDL の増加と LDL の減少がみられていた。

なお、臨床的にも Mitrani らは、51~60歳、61~70歳の運動をしているヒトとしていないヒトにおける冠状動脈の狭窄状態を、心疾患以外の死亡例で検討した結果、狭窄状態が50%以上みられた例と比較すると、51~60歳で運動していないヒト76%に対し、しているヒト47%、61~70歳で前者が82%に対し後者で64%と低いことが報告されている。また、身体活動指数の高いものほど心筋梗塞年間罹患率が低い (Dawber 1980)。各年代における年間死亡率も低い (Hamond)。さらに文部省壮年体力テストの合計点も運動をしているヒトの方が高くなっており、いわゆる体力年齢に男子で10歳、女子で5歳の差があるといわれている。



ハートレート(心拍数)・コントローラーの概略



心拍数を規定した運動中における心拍数とトレッドミルとの関係

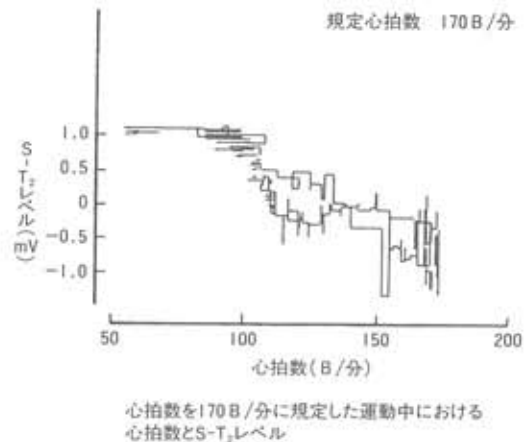
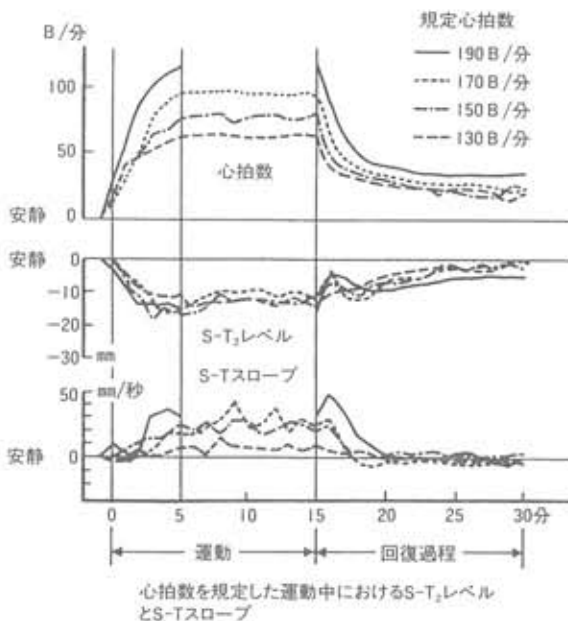


図14 心拍数と規定した運動中のS-Tスロープの変動 (中野ら)

7 運動前の Medical Check

運動前の Medical Check 項目としては、厚生省から健康増進センターにおける技術指針として、1974年にその検査項目と医学的検査の判定基準が出されている。しかし、この項目は非常に多岐にわたっており、実際にこのように詳しく調べるのは大学病院、研究室でもない限りなかなか難しい

と考えられる。また、その判定基準も安静時に主体がおかれており、安静時に異常があれば、当然、運動負荷の対照にはならない。安静時には正常であっても、運動負荷によって異常のみられるような例を Check できてこそ Medical Check としての意義があるといえるわけである。従来、数多くの Medical Check 方法が報告されており、いずれも運動負荷による心機能の変化に主体がおかれている。

図15は、私たちがある公的機関で中高年者を対象とした運動負荷を行う場合に行っている、Medical Checkの1例を示したものである。

すなわち、上段のIは、地区の医師会の先生方によって安静時の検診を行い、運動可と判定の出したヒトのみについて自転車エルゴメーターによる運動負荷心電図を測定し、変化のなかったものを運動処方参考にするため、さらに心拍数、酸素摂取量、kcal消費量などを計算上算出できるコンピューター付自転車エルゴメーターによって総合的に判定し、ついで体力測定を行い、運動処方を行う方式である。ここでは比較的高齢者が多いために運動は常時、運動指導員の監視の下に行い、何か異常があれば、直ちに再検査を行うことにしている。

なお、運動負荷心電図によって何らかの異常があれば、トレッドミル走行中の心電図波形からS-T₂レベル、S-Tスロープが検出できる装置により、再検査して、異常のみられるものは医師会へ紹介するという方式をとっている。この方式は心機能のチェックとしては現在、一般に行われるものをすべてとり入れたような方式で、経済的な面を無視して行っており、一般にこれらを厳密に実

施することは難しい点もあろう。

また、運動負荷試験自体危険を伴うもので、米国スポーツ医学会では、事前に必ず運動負荷承諾書をとるように奨めている。

日本ではまだこの段階に至っていないのが現状であるが、少なくとも、運動負荷中にみられる運動中止の条件として、しめつけるような胸痛、胸内苦悶、著しい呼吸困難、心電図上S-Tの1.0mmV以上の等電性降下、2mmV以上の下降、心室細動、A-Vブロック、脚ブロック、重症不整脈、異常な血圧の上昇などをみれば、運動を直ちに中止することはいうまでもない。

8 運動処方

Medical Checkで異常が認められなかった場合、実際にいわゆる運動処方が行われることになる。

運動処方の基本は、まずそのヒトの日常生活をCheckし、日常行っている運動習慣や運動量を上回る運動を行わせ、種々の生理機能を賦活することにある。そこで目標運動量を決め、それから現在の運動量を引く運動必要量を算定し、ついで運

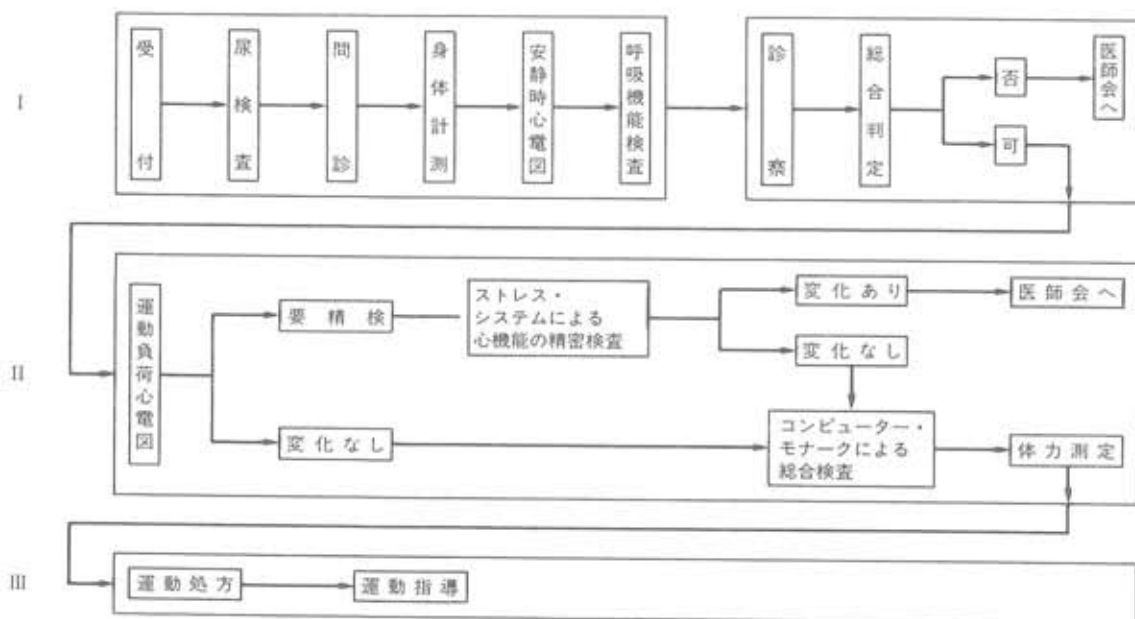


図15 Medical Checkの一例

表3 運動処方の方考え方(チェックポイント10カ条)(波多野)
本人の生活状況に合致した運動を選択し、その内容を計画してやること

1) 健康上必要な医学的処置はないか	<ul style="list-style-type: none"> ○ 定期健康診断 ○ メディカルチェック ○ 人間ドック
2) 健康維持に必要な日常生活の点検	<ul style="list-style-type: none"> ○ 栄養・運動・休養のバランス ○ 精神的ストレスの大きさと解消法 ○ 不定愁訴のチェック
3) 日常生活における運動習慣、運動量の点検	<ul style="list-style-type: none"> ○ 歩行歩数、生活のモード(傾向) ○ 作業、労働、スポーツなどを分析し、実運動量を概算する
4) 健康体力増進のために必要な運動量の算定、目標水準—現在消化量=必要量	
5) 運動種目の選択	<ul style="list-style-type: none"> ○ 過去のスポーツ歴 ○ 本人の好み
6) 運動強度	<ul style="list-style-type: none"> ○ 80%以上—健康者、スポーツ競技向上志向 ○ 60~80%—半健康者、健康向上志向 ○ 60%以下—初心者、高齢者(ともかくできることから)
7) 持続時間—必要運動量/実施運動の強度(ウォーミングアップやクーリングダウン)	
8) 頻度—週3~5回	
9) 当日の体調・気候・仲間など	<ul style="list-style-type: none"> ○ 疲労、睡眠・疾病など ○ 温度・湿度・風雨など ○ 一人か仲間と一緒に
10) 当日の気分—「今日はテニスをやりたい」「今日はゆっくり走るだけ」	

資料 中野昭一編「図説・運動の仕組みと応用」
波多野義郎著「V 運動の測定とその評価」p.252、図 V 10、医歯薬出版 K.K.、昭和57年

動強度、種目、その持続時間、頻度などが決められることになる。波多野は表3のようにこれらを平易に運動処方の方の Check point 10カ条として示している。現在、運動強度の決定には、基準としてそのヒトの最大運動能力が用いられ、その何%という標示がなされており、初心者ではその60%、健康維持のためには60~80%が適当と考えられている。

ここで問題となるのはヒトの最大運動能力をどうして測定するかということであろう。通常、私たちの筋肉は、毎日の運動でその能力の20数%しか使われていないといわれる。これは哺乳動物の肺がトックリ型、吸気も呼気も同じ気道を出入りするため肺内の換気が悪く、いくら肺機能を促進させても肺胞から摂取される酸素の量に上限があるため、筋肉への酸素供給が制限されて筋肉内のエネルギー産生に支障をきたすためと考えられて

いる。

したがって、一般には、最大酸素摂取量 $\dot{V}O_2 \max$ をもって、そのヒトの最大運動能力の指標としているわけである。しかし、この最大酸素摂取量の測定には、そのヒトを All out にまで追い込んだ運動を行わせなければならない。当然、心臓の負担も大きく、種々の危険を伴うことを考えなければならない。また、その成績もその日の条件によってある程度異なってくる。したがって、最大運動能力を推定し得る他の物差しが懸命に捜されているのが現状である。

さて、表4は運動処方の方の前段階として、運動強度を自分で感じる運動の強さとして20段階に分けた自覚的判定強度 Rating of Perceived Exertion (RPE) を、およその目安として、最大酸素摂取量に対する割合、1分間の心拍数などと対比して示したものである。例えば「きつい」と感じた運動を行った場合には、最大酸素摂取量のおよそ80%、40歳代のヒトならば約150回/分ぐらいの心拍数に達している運動を行っているであろうことを示している。

・現在、運動処方の方の運動強度、運動量の決定に用いられている方法の2~3を示す。

1) RMR (relative metabolic rate) エネルギー代謝率による方法

わが国独自のものとして広く用いられているものに RMR がある。RMR は基礎代謝量で、その運動のみに消費した代謝量を除いたもので、その運動が基礎代謝量の何倍になるかを示す指標である。例えば、1分間120mの走行では、RMR5.0~7.0、これにその運動時間に相当する基礎代謝量を乗ずれば、その運動によって消費された kcal を算出することができる。

なお、ほとんどすべての動作、運動などに関する RMR 値が算出されているので実際の運動動作の運動量を知ることができる。RMR は年齢、性別、体格などによる個人差を考える必要がないので運動負荷量を算出するために便利であるが、運動量が少ない静的な運動には当てはまらず、安静

表4 自覚的運動強度のとらえ方とめやす (伊藤朗)

PRE 点数	強度の 割合 %VO2 max	強度の感じ方	1分間当たりの脈拍数					その他の感覚
			60歳代	50歳代	40歳代	30歳代	20歳代	
-19	100%	最高にきつい	155	165	175	185	190	からだ全体が苦しい
-18	90%	非常にきつい	145	155	165	170	175	無理、100%と差がないと感じる、若干言葉が出る、息がつまる
-17								
-16	80%	きつい	135	145	150	160	165	続かない、やめたい、のどがかわく、がんばるのみ
-15								
-14	70%	ややきつい	125	135	140	145	150	どこまで続くか不安、緊張、汗びっしょり
-13								
-12	60%	やや楽である	120	125	130	135	135	いつまでも続く、充実感、汗が出る
-11								
-10	50%	楽である	110	110	115	120	125	汗が出るか出ないか、フォームが気になる
-9								
-8	40%	非常に楽である	100	100	105	110	110	楽しく気持ちよいがもの足りない
-7								
-6	30%	最高に楽である	90	90	90	90	90	動いたほうが楽、まるでもの足りない
-5								
-4	20%		80	80	75	75	75	
-3								

資料 伊藤朗「運動処方原則と実際」P535、表3、(体育科学センター資料およびRPEより伊藤改定)
同「運動と栄養」臨床栄養臨時増刊号、Vol.65 No.5、医歯薬出版K.K. 1984

時には0となっており、運動量と酸素消費量との比例関係が成立しなくなる欠点がある。

2) METS 標示による方法

安静時にも当然、エネルギーを消費しているわけで、近年、安静時代謝量で運動代謝量を除し、坐位における安静時の酸素消費量を3.5ml/体重1kg/分として、Metabolites という意味からそれを1MET(1のときのみSがない)と名付けて、種々の動作や運動に必要な酸素消費量を、1METの倍数で表す方法が、よく用いられるようになってきている。

すなわち、そのヒトの最大運動能力が10METSならば、最高運動負荷強度をその90%として $10 \times 0.9 = 9$ METS、平均運動負荷強度を70%として $10 \times 0.7 = 7$ METS と考え、その間のMETS値での運動を負荷すればよい。

また、仮にそのヒトの運動能力が5~15METSの場合、最大運動能力の60%を負荷しようとするれば、%運動能力を65~75とし、平均負荷強度のMETSは $0.65 \times 5 = 3.25$ から $0.75 \times 15 = 11.25$ の

間になる。これらを組み合わせ、必要な運動負荷強度にしてもよい。

したがって、そのヒトの最大運動能力を決め、負荷すべきMETS値が決まるならば、同じ動作でも速度、リズム、道の勾配などの違いによって、その内容を相当細かく規定した運動処方を行うことが可能である。

なお、表5は、METS法によって有酸素的運動を行う場合、呼吸循環系に負荷をかける目安として、呼吸循環系機能レベルとMETS値とを対比して示したものである。

表5 呼吸循環系機能のレベル

機能レベル	0.2ml/kg・min	METS
弱い	3.5~13.9	1.0~3.9
低い	14.0~24.9	4.0~6.9
平均	25.0~38.9	7.0~10.9
良い	39.0~48.9	11.0~13.9
高い	49.0~56.0	14.0~16.0

注：40歳男子用、調整は他の平均的な者に対し応用しても適切である。

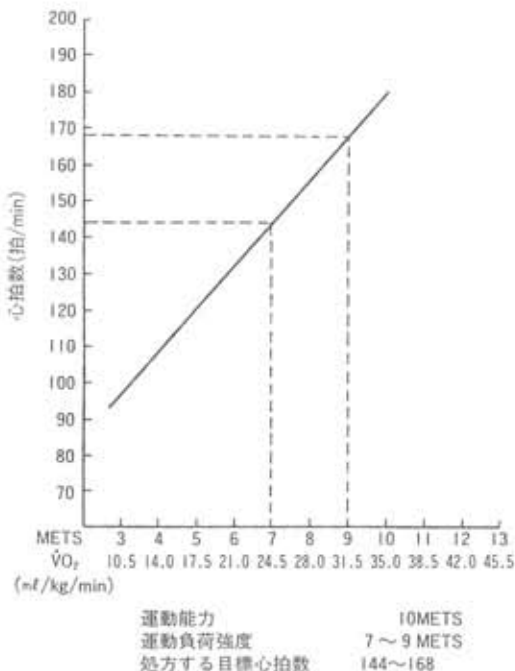
資料 日本体力医学会体力科学編集委員会監訳、アメリカスポーツ医学協会編「運動処方の指針」P35、表11、南江堂、1982

また、1 MET は 1 kcal/体重 1 kg/1 時間のエネルギー消費に相当するため、METS 値に体重を乗じ、運動時間で除すことによって毎分のエネルギー消費量を算出することもできる。

3) 最大心拍数から目標心拍数を算出する方法

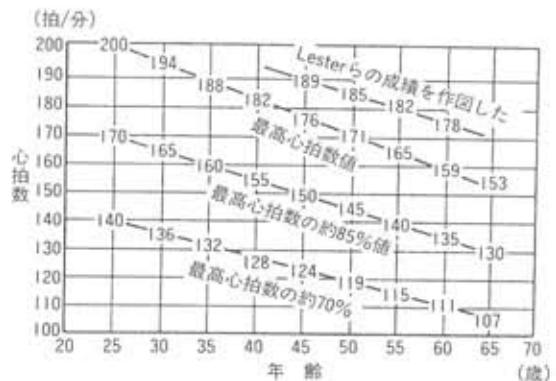
心拍数は、個人差が大きいものの各個人では運動強度と比較的大きい相関関係がある。したがって、数回の運動を行わせ、その時の運動強度を横軸にとり、心拍数を縦軸にとって作図すると、図 16 のごとき各個人の心拍数増減曲線を描くことができる。つぎにそのヒトの、最大運動時の最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\max$, ml/kg/min) あるいは METS 値を測定する。

例えば、最大運動時の METS 値が 10 ならば、最大運動能力の 90% = 9 METS が最高負荷強度となり、平均負荷強度は 70% = 7 METS となる。ついで図のようにその点から垂線を立て、前述の曲線と交わった点の心拍数を求める。この場合



資料 日本体力医学会体力科学編集委員会監訳、アメリカスポーツ医学協会編「運動処方指針」P31、図1、南江堂、1982

図16 目標心拍数の求め方



(The Scandinavian Committee: Lester らの成績を作図した、1967)

図17 年齢と心拍数の関係

145~168回/分の心拍数が、そのヒトの運動能力にふさわしい目標心拍数ということである。

なお、便宜的には「(最大心拍数 - 安静時心拍数) × 運動負荷強度 (%) + 安静時心拍数 = 目標心拍数」という計算式による方式も行われ、さらに、より簡便に最大心拍数の百分率 (%) を直接、目標心拍数としている場合もある。

以上の METS 法および心拍数による方法の詳細については、日本体力医学会体力科学編集委員会監訳、アメリカスポーツ医学協会編「運動処方の指針」(南江堂、1989) を参照されたい。

さて、これらの METS 法、心拍数による法を行うにしても問題となるところは、いずれも最大運動を行わせ、そのときの最大運動強度、最大心拍数を基準としているために、最大運動が可能なヒトならば問題がないとしても、常にある程度の危険を伴うことを覚悟しなければならないところである。事前に承諾書をとる必要も生じてくるわけである。

4) 心拍数を基準としたその他の方法

より簡便法としては、図17に示すように、非常に多くのヒトの最大運動時の年齢別平均最高心拍数を基礎として作成された図から、そのヒトに見合った運動強度%による心拍数を目標心拍数として運動負荷を行っている場合も多い。また、安静時心拍数と適当な運動時心拍数から実験的に算出した種々の係数を乗じて目標心拍数を決める方法

も報告されている。しかし、これらの場合には、事前に必ず、Medical Check を受けさせなければならない。

つぎに図18は私たちの教室で行っている実験成績で、最大運動を速やかに行わせたときの心拍数の変化と、運動前に対する運動中の心拍数増加率を横軸にとり、縦軸に運動中の心臓前下壁の双極誘導による心電図波形から S-T₂ レベルの変化をとって作図したもので、上が対照群、下が長距離選手の例である。

図にみられるように、当然のことであるが、運動を開始すると S-T₂ レベルが下がり、安静時に比較して、当該部位の相対的虚血の状態を反映していると考えられる。

臨床の場合とは異なり運動中は必ずしも等電位でとれないため、必ずしもその程度と相関しているとは限らないが、しかし、その下降の度は、対照群の場合、心拍数にして約170回/分、増加率に

して150%、長距離選手の場合、それぞれ170回/分、170%を超えると S-T₂ レベルに変調がみられている。測定法の限界もあって現在検討中であるが、少なくとも一般のヒトにこれ以上の運動負荷を加えることは、心臓に対する負担が大きくなり、危険を考えなければならない目安になると考えている。

5) クーパーのエアロピクス運動処方

近年よく使われる言葉に、エアロピクスという言葉がある。本来、有酸素的という意味で、呼吸・循環系の機能を含めた全身持久性の運動という意図から使われているものと考えられる。これを運動処方としてその名称に用いたのが Kenneth H.Cooper で、彼はまず、どんなヒトにでもそのヒトのペースで歩行あるいは走行を12分間行わせ、その距離を測り、表6のように、そのヒトの体力を5段階に分け、その体力水準別、年齢別

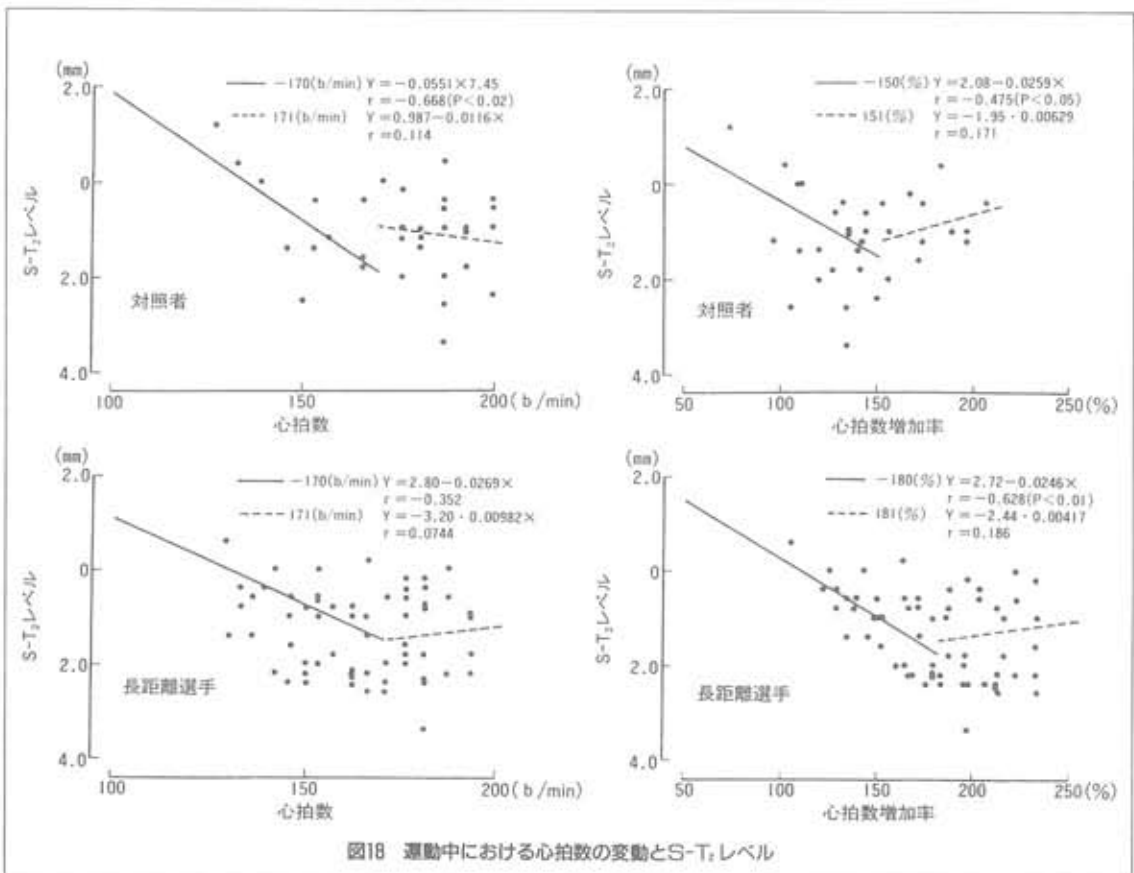


図18 運動中における心拍数の変動とS-T₂レベル

表6 クーパーの12分間走テスト

男子 12分間走テスト評価表 (12分間に走った距離:単位はマイル、()内はメートル)

体力区分	年 齢 (歳)			
	30未満	30~39	40~49	50以上
I 非常に悪い	1.0以下 (1,600以下)	0.95以下 (1,500以下)	0.85以下 (1,400以下)	0.80以下 (1,300以下)
II 悪い	1.0-1.24 (1,600-1,999)	0.95-1.14 (1,500-1,799)	0.85-1.04 (1,400-1,699)	0.80-0.99 (1,300-1,599)
III やや悪い	1.25-1.49 (2,000-2,399)	1.15-1.39 (1,800-2,199)	1.05-1.29 (1,700-2,099)	1.0-1.24 (1,600-1,999)
IV 良い	1.50-1.74 (2,400-2,799)	1.40-1.64 (2,200-2,599)	1.30-1.54 (2,100-2,499)	1.25-1.49 (2,000-2,399)
V 非常に良い	1.75以上 (2,800以上)	1.65以上 (2,600以上)	1.55以上 (2,500以上)	1.50以上 (2,400以上)

女子 12分間走テスト評価表 (12分間に走った距離:単位はマイル、()内はメートル)

体力区分	年 齢 (歳)			
	30未満	30~39	40~49	50以上
I 非常に悪い	0.95以下 (1,500以下)	0.85以下 (1,400以下)	0.75以下 (1,200以下)	0.65以下 (1,000以下)
II 悪い	0.95-1.14 (1,500-1,799)	0.85-1.04 (1,400-1,699)	0.75-0.94 (1,200-1,499)	0.65-0.84 (1,000-1,399)
III やや悪い	1.15-1.34 (1,800-2,199)	1.05-1.24 (1,700-1,999)	0.95-1.14 (1,500-1,799)	0.85-1.04 (1,400-1,699)
IV 良い	1.35-1.64 (2,200-2,599)	1.25-1.54 (2,000-2,399)	1.15-1.44 (1,800-2,299)	1.05-1.34 (1,700-2,199)
V 非常に良い	1.65以上 (2,600以上)	1.55以上 (2,400以上)	1.45以上 (2,300以上)	1.35以上 (2,200以上)

資料 ケネス・H.クーパー著、加藤橋夫監修、広田一・石川且訳「エアロビクス」P57、ベースボールマガジン社、1972

にそれを点数化した表7のような運動プログラムを作り、漸次、運動強度を上昇させていく運動処方を試みている。

運動プログラムは一般論的なものであるが、まず、各個人の体力水準別のふるい分けをしておき、ある程度個人別の処方ができる点ではすぐれている。

しかし、この場合でも事前の Medical Check を必要とすることはいうまでもない。

9 運動負荷の基本的事項

運動負荷を行う場合、その運動量の決定には、その強度、頻度、期間などが問題となろう。

運動強度としては、古くから Hettinger, Müller

らによって、最大筋力の20~30%の筋力でトレーニングしても効果がなく、少なくとも40%以上の筋力でトレーニングする必要のあること、およびその頻度は毎日行った時を最大として、1週間に少なくとも2回以上、できれば隔日に行わなければ効果の少ないことが知られている。一般的には筋力に限らず運動負荷量として最大能力の60~80%の能力で、少なくとも週2回以上、でき得る限り持続して長期間行うべきであるとされている。

さて、この場合、その負荷する仕事量を決めるに当たって考慮しなければならないのは、その運動強度と持続時間の問題である。

図19の上図Aは、100%運動強度で24分間、Bは60%で40分間、Cは24%で100分間、運動を行ったときの仕事量が同じであることを示している。し

表7 クーパーのエアロビクス・プログラム (30-39歳)

走運動プログラム (30-39歳) 初心者用

週	距離 マイル	km	時間 (分:秒)	回/週	点/週
1	1.0	1.6	17:30	5	5
2	1.0	1.6	15:30	5	5
3	1.0	1.6	14:15	5	10
4	1.0	1.6	13:30	5	10
5	1.0	1.6	11:15	5	15
6	1.0	1.6	11:15	5	15

走運動プログラム (30-39歳)

コンディショニング

体力水準Ⅰ (12分テストで0.95マイル、1.52km以下)

週	距離 マイル	km	時間 (分:秒)	回/週	点/週	
7	1.0	1.6	10:30	5	15	
8	1.0	1.6	9:50	5	20	
9	1.0	1.6	9:45	3	21	
	と	1.5	2.1	16:00	2	
10	1.0	1.6	9:30	3	21	
	と	1.5	2.4	15:30	2	
11	1.0	1.6	9:00	3	24	
	と	1.5	2.4	14:30	2	
12	1.0	1.6	8:45	3	24	
	と	1.5	2.4	14:00	2	
13	1.0	1.6	8:30	2	28	
	と	1.5	2.4	13:30	2	
14	2.0	3.2	19:00	1		
	1.0	1.6	8:15	3	28	
15	と	2.0	3.2	18:00	2	
	1.0	1.6	8:00	2	30	
16	と	1.5	2.4	12:55	2	
	と	2.5	4.0	22:30	1	
17	1.5	2.4	12:25	2	32	
	と	2.5	4.0	22:00	2	

2つ以上のプログラムのある週はあわせて5回/週のトレーニングを行うことになる。

走運動プログラム (30-39歳)

コンディショニング

体力水準Ⅱ (12分テストで0.95-1.14マイル)

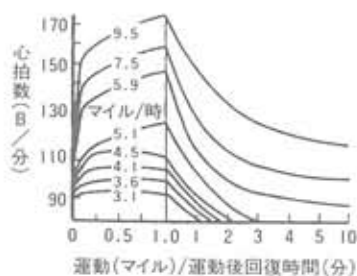
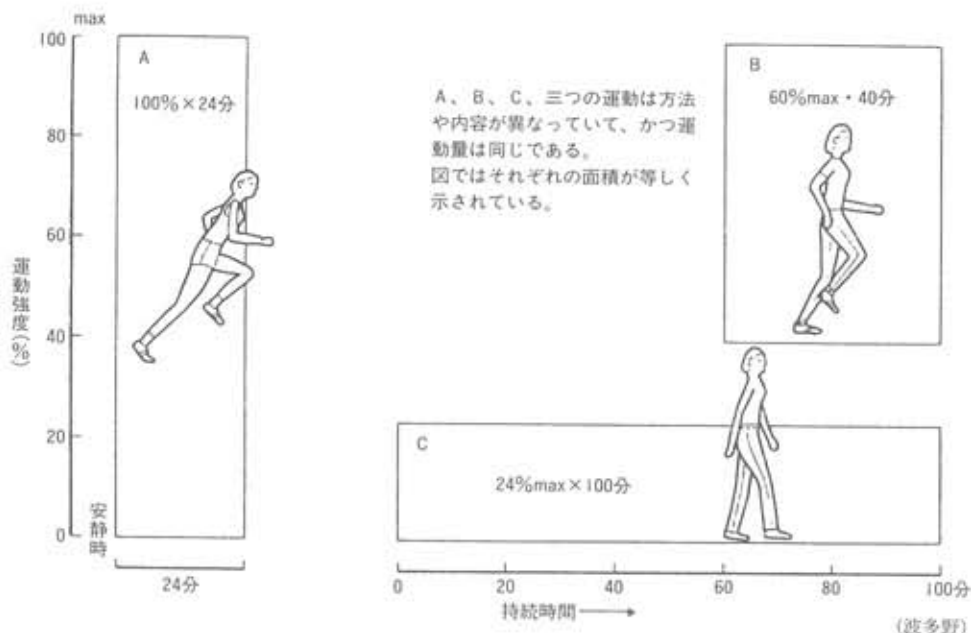
週	距離 マイル	km	時間 (分:秒)	回/週	点/週	
7	1.0	1.6	9:45	3	21	
	と	1.5	2.4	16:00	2	
8	1.0	1.6	9:30	3	21	
	と	1.5	2.4	15:30	2	
9	1.0	1.6	9:00	3	24	
	と	1.5	2.4	14:30	2	
10	1.0	1.6	8:30	2	28	
	と	1.5	2.4	13:00	2	
11	2.0	3.2	19:00	1		
	1.0	1.6	8:15	3	28	
12	と	2.0	3.2	18:00	2	
	1.0	1.6	8:00	2	30	
13	と	1.5	2.4	12:55	2	
	と	2.5	4.0	22:30	1	
14	1.5	2.4	12:25	2	32	
	と	2.5	4.0	22:00	2	

走運動プログラム (30-39歳)

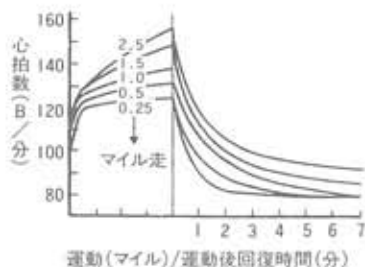
コンディショニング

体力水準Ⅲ (12分テストで1.05-1.39マイル、1.64-2.21km)

週	距離 マイル	km	時間 (分:秒)	回/週	点/週	
7	1.0	1.6	8:45	3	24	
	と	1.5	2.4	14:00	2	
8	1.0	1.6	8:15	3	28	
	と	2.0	3.2	18:00	2	
9	1.0	1.6	8:00	2	30	
	と	1.5	2.4	12:55	2	
10	2.5	4.0	22:30	1		
	1.5	2.4	12:25	2	32	
11	と	2.5	4.0	22:00	2	



a. 速度を変えて1マイル歩いたときの心拍数とその回復



b. 距離を変えて5.5マイル/時の速度で走ったときの心拍数とその回復

資料 中野昭一編「図説・運動の仕組みと応用」
波多野義郎著「V. 運動の測定とその評価」P234、図V-1、医歯薬出版KK、昭和57年

図19 運動強度と心拍数の関係 (Leblance)

かし、心臓機能の負担はAの方が明らかに高いことになる。また、下の図は、左側の図が速度を変えて同じ距離を歩いたとき、右側の図は速度を一定にして距離を延長して走ったときの心拍数の変動を示してある。歩いても速度を早くしたときの方が明らかに心拍数が増加している。すなわち、運動負荷の運動量を決める場合、同じ仕事量でも常に心臓に対する影響の異なることを考慮しなけ

ればならないことを示している。

10 運動・スポーツの体力に与える影響

表8は、石河らが、種々の運動・スポーツが体力に対してどのような影響を与えているかをまとめたものである。今まで述べてきた種々の約束事

を守り、中高年の体力づくりとして運動・スポーツを行う場合には、何といても心肺機能の持久力の養成が中心となるわけで、その項目に三ツ星のついている長距離走、ジョギング、水泳、登山、サッカーなどを、自分の体力に合わせて行うことが好適かと思われる。

11 まとめ—運動の必要性—

中高年における運動の必要性を考えると、図20のように全身運動は、筋肉のトレーニングはもと

より、図の上の表のごとく換気量、酸素摂取量、心拍数、心拍出量など、呼吸・心臓・循環系を非常に働かせることになる。したがって図の下に示すごとく、脳血管、肺、心臓、冠状動脈などの障害による、いわゆる成人病の予防にも通じることになる。また、運動は多くの筋肉を緻密に、しかも合目的に円滑に動かすことで、脳・神経系の賦活にも通じることになる。ここに体力の維持向上をはかるための運動の必要性があると考えられる。

なお、体力づくりとしての運動を行う場合、少

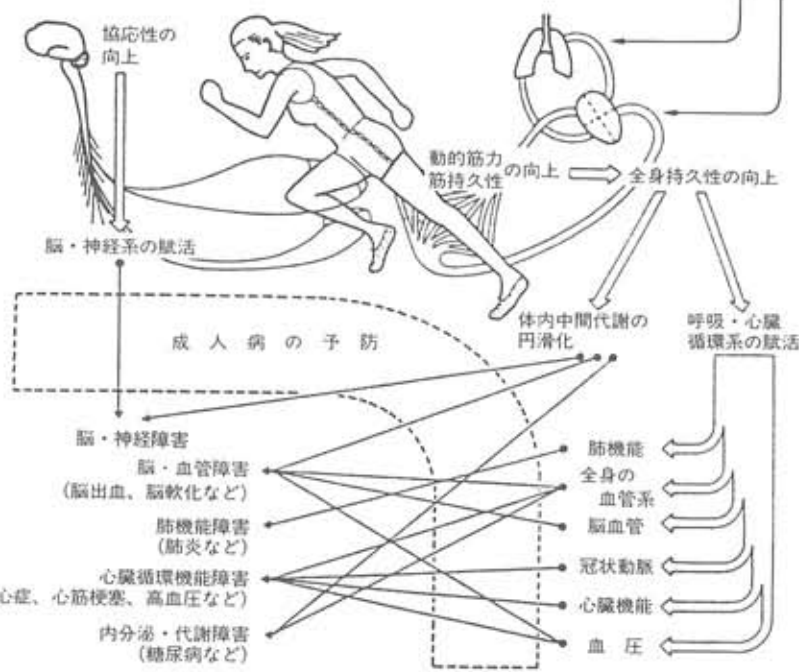
表B スポーツ活動が、体力に与える効果（石河）

スポーツ	筋力	瞬間力 (パワー)	持久力		敏捷性	巧緻性	1分間の消費カロリー	年 齢
			筋	心肺				
徒手体操	★	★	★	★	★★	★★	2-5	全年齢
器械運動	★★★	★★	★★	★★	★★	★★	5-20	~50
短距離走	★★	★★★	★	★	★★★	★	30-100	~40
長距離走		★	★★★	★★★			10-20	~50
ジョギング(緩走)			★★	★★★			5-10	全年齢
跳 躍	★★	★★★			★★	★★	60-120	~50
投てき	★★★	★★★			★★	★★★	50-130	~50
歩 行			★★	★			3-5	全年齢
水 泳	★★	★★	★★	★★★	★	★★	8-50	競技は40歳まで
バレーボール	★	★★	★		★★	★★	2-5	~60
テニス	★	★★	★★	★	★★	★★	3-10	~60
卓 球		★	★	★	★★★	★★	3-7	~60
バドミントン	★	★★	★	★	★★★	★★	3-7	~60
バスケットボール	★	★★	★★	★★	★★	★★	6-10	~50
サッカー	★	★★	★★	★★★	★★	★★	5-8	~50
ラグビー	★★	★★	★★	★★	★★	★★	5-11	~50
ホッケー	★	★★	★★	★★	★★	★★	3-7	~50
野 球	★	★★	★		★★	★★★	2-6	~60
柔 道	★★	★★	★	★	★★	★★	8-15	~50
剣 道	★★	★★	★		★★	★★	3-7	~60
レスリング	★★	★★	★★	★★	★★	★★	10-15	~50
自転車	★	★	★★★	★★	★★	★★	3-13	~60
弓 道	★		★★			★★	2-3	全年齢
ゴルフ	★	★	★★	★	★	★★	2-5	全年齢
スキー	★★	★★	★★	★	★★	★★	5-20	~50
スケート	★★	★★	★★	★★	★★	★★	5-20	~50
乗 馬			★			★★	3-5	全年齢
登 山	★★	★	★★★	★★★		★	6-9	~50
ヨット	★		★		★	★★	2-3	~60
魚釣り		★			★★	★★	2-3	~60

資料 石河利寛「運動処方、特別企画 スポーツと健康」からだの科学、No.89、P47、表3、日本評論社、1979

1. 運動による呼吸・心臓循環機能の変動

	安 静 時		最大 運 転 時	倍 率
呼 吸 数	約16回/分	●	約32回/分 呼吸の深さも増す	●●
換 気 量	約8 l/分	●	約160 l/分	●●●●●●●●●●●●●●●●
O ₂ 摂取量	約0.25 l/分	●	約4~5 l/分	●●●●●●●●●●●●●●●●
筋肉が必要とする O ₂	血液中O ₂ の約1/4	●	血液中O ₂ の約3/4	●●●●
心 拍 数	70~75回/分	●	約200回/分にもなる	●●●●
心 拍 出 量	約5 l/分	●	約35 l/分	●●●●●●●●●●
血 圧	約120~80mmHg	●	約180~85 200~90mmHgにもなる	
血 流 配 分	分時拍出量の約47%	●	分時拍出量の約85%	●●



資料 中野昭一編「図説・運動の仕組みと応用」P10、図1-5、医歯薬出版KK、昭和57年

図20 運動の必要性と成人病の予防

なくとも、つぎの6つの原則を守る必要がある。

- 1) 過負荷の原則：日常行っている運動よりも少し高い強度の運動を行う。
- 2) 個別性の原則：各個人に適した運動を行うこと。
- 3) 漸進性の原則：運動の強度を少しずつ増加させ、急激な変化を避けること。
- 4) 継続性の原則：運動を続けなければ、その効果の持続がみられず意味がない。

5) 全面性の原則：からだ全体を使い、全身の機能の向上をはかること。

6) 自覚性の原則：以上の5つの原則の意味をよく理解してこそ、5つの原則を守った運動ができること。

これらの原則に従って運動を行った場合には、その運動に見合った栄養の補給を行わなければならないことは当然である。

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・ リポ蛋白代謝に対する walking の効果

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 the obesity:
effects of walking exercise on body weight
and lipid-lipoprotein metabolism in the dietary obese rats.

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

Abstract

The present study investigate the effects of walking exercise on body weight and lipid-lipoprotein metabolism in the dietary obese rats, induced by high fat, high carbohydrate (HFHC) diet. The animals were then divided into HFHC and standard chow diet sedentary (SCD-S) groups. After 6 weeks, HFHC rats were then divided into a treadmill walking group (HFHC-W, 10m/min, 60min) and a sedentary group (HFHC-S) for 6 weeks. Results showed that body weight at the end of the experiments were remarkably greater ($p < 0.01$) in HFHC-S than that SCD-S. The body weight in HFHC-W showed lower than that in HFHC-S. The concentration of serum triglyceride (TG) in HFHC-S was higher than that in SCD-S and HFHC-W. The serum concentration of low density lipoprotein (LDL) cholesterol (CHL) in HFHC-W was significantly lower ($p < 0.05$) than that in SCD-S. Hepatic TG and CHL in HFHC-S and W were significantly higher than SCD-S. Hepatic TG in HFHC-W tended to be lower than that in HFHC-S. It is thus concluded that walking exercise might be effective in body weight and lipid increasing metabolism normalizing, and it also may be used effectively in the body weight reduction and exercise treatment for the obesity.

I 緒言

近年、肥満や高脂血症に対する運動療法として行われている running や過激な運動などよりも、特に walking 運動の効果⁵⁾⁷⁾が注目されている。この理由の一つとして、減量や肥満予防のために行っている running 中の突然死¹⁷⁾や、過度の運動負荷による心臓血管系疾患¹⁾の多発が、running よりも実行しやすく、安全で障害を引き起こすことも少ない walking へと注目が移行してきたことが挙げられる。

従来、私たちは、脂質・リポ蛋白代謝に対する「運動の効果」に関する研究⁹⁻¹⁴⁾を行ってきており、ここ数年間は実験的肥満動物の脂質代謝に及ぼす walking 運動の効果を検討してきている。既に前報¹⁵⁾では、実験的肥満動物として視床下部性肥満ラットを用い、長期間にわたる walking が肥満ラットの体重および血中脂質の増加に対して抑制効果のあることを報告した。なお、視床下部性肥満ラットでは、肝臓における脂質の蓄積が増加し、運動によって改善されなかったという成績も得られている。

今回は、その研究の一環として、食餌性肥満ラットを用い、長期間にわたり walking を行わせた場合、体重および脂質・リポ蛋白代謝にどのような影響を与えるかを検討した。

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 (体重約180g) を用い、次の条件で12週間飼育を行った。まず、高脂肪高糖質食 (HFHC: コーンスターチ18.0%、グルコース20.0%、ミルクカゼイン25.0%、ラード17.5%、KC フロック5.0%、DL-メチオニン0.4%、ミネラル混合6.0%、ビタミン混合0.6%) 投与群と標準食投与対照 (SCD: 日本クレア、CE-2) 群とに分け、さらに、HFHC 群は、体重の有意な増加が認められた後 (6週目)、walk-

ing (HFHC-W) 群と安静 (HFHC-S) 群とに分けて実験を行った。運動は、傾斜角6~8%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、6週間行わせた。実験終了後に14~17時間の絶食をさせ、ペントバルビタール麻酔下で心臓穿刺により採血を行い、その後、直ちに肝臓を摘出した。

併せて、肉眼的病理組織学的検索を行い、脂肪組織の付着状況の検索を行い、実験的食餌性肥満ラットの確認を行った。

2. 測定項目とその測定法

1) 血清脂質

血清脂質は、血清 triglyceride (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測定した。

また very low density lipoprotein (VLDL), low density lipoprotein (LDL) および high density lipoprotein (HDL) 中の CHL は、Pol-E-Film System (日本商事) によるアーチ電気泳動法¹⁹⁾²⁰⁾を用いて分画し、それぞれの百分比を求め、これに血清 CHL を乗じて算出した。

2) 肝臓脂質

肝臓は、摘出後、0.85%の生理的食塩水で洗浄、水分を可及的に除去した後に秤量し、Folch et al.²⁾の方法によって総脂質を抽出した。

総脂質は、thin layer chromatography (haptent: petroleum ether: glacial acetic acid=60:20:20:1) によって CHL ester, free CHL および TG に分画し、Kabara と Chen³⁾の方法を用いて定量した。

得られた各群の実験成績は、平均値と標準偏差ならびに誤差を算出し、Bartlett の検定で分散を、得られた成績の平均値は、一元配置分散分析 (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。統計学的有意水準 (α) は、危険率5%以下 ($p < 0.05$) とした。

III 実験成績

1. 実験条件による体重変動

各群における体重の推移を Fig. 1 に示した。HFHC 群の体重は、SCD 群に比し、高脂肪高糖質食摂取後 2 週より著明な増加が認められた。今回の実験においては、HFHC-W と S 群との間では 1 日当たりの摂食量には有意の差が認められなかったにもかかわらず、体重に対する walking の効果は、運動開始後 2 週目より HFHC-S 群に比し、体重増加の度が低い傾向を示し、さらに 11 週以後（運動開始 5 週後）、横ばい状態となり、体重増加が認められなかった。実験終了時の 3 群の体重は、SCD-S 群：347.6±9.1g、HFHC-S 群：416.8±16.3g、HFHC-W 群：386.0±11.9g で、SCD-S 群対 HFHC-S 群は、 $p < 0.01$ と有意差が認められた。さらに、3 群間の体重変動は、F 検定 (ANOVA) の結果、得られた成績 (F_0) は 6.797 となり、 $F(df_1=2, df_2=13, \alpha=0.01) = 6.701$ に

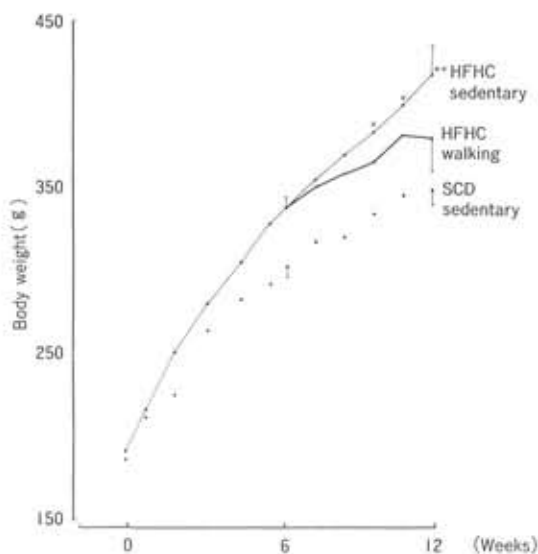


図1 体重の推移

Fig.1 Changes in body weight in the dietary obese rats induced by high fat, high carbohydrate (HFHC) diet. The rats were then divided into HFHC and standard chow diet sedentary (SCD-S). After 6 weeks, HFHC rats were then divided into treadmill walking group (HFHC-W, 10m/min, 60min) and sedentary group (HFHC-S) for 6 weeks. Values are expressed as means ± SE. ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

□ SCD sedentary n=5
 ▨ HFHC sedentary n=6
 ■ HFHC walking n=5

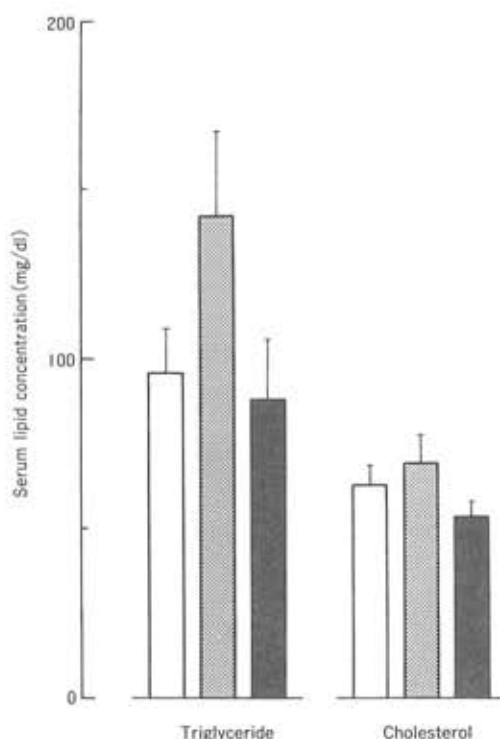


図2 血清 triglyceride および cholesterol 濃度の変動

Fig.2 Changes in concentrations of serum triglyceride and cholesterol in the dietary obese rats induced by high fat, high carbohydrate (HFHC) diet. Values are expressed as means ± SE.

対し $F_0 > F$ で、3 群間には 1% 以下の危険率で体重増加に有意な差があり、walking 運動の効果が認められた。

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. 2 に示した。血清 TG は、HFHC-S 群 (142±25mg/dl) が SCD-S 群 (96±13mg/dl) に比較して増加傾向を示したのに対して、HFHC-W 群 (88±17mg/dl) は、SCD-S 群とほぼ同等の値を認めた。血清 CHL も 3 群間で有意な差が認められなかったものの HFHC-W 群 (53±4mg/dl) が SCD-S 群 (63±5mg/dl) および HFHC-S 群

($70 \pm 8 \text{ mg/dl}$) に比較して低下傾向を示した。

3. 各リポ蛋白中の cholesterol 濃度の変動

Fig. 3 は、実験終了後における 3 群の各リポ蛋白中の CHL 濃度の変動を示した。VLDL-CHL

は、HFHC-S 群が SCD-S 群および HFHC-W 群に比し、やや高値を示した。LDL-CHL においては、HFHC-W 群 ($3.8 \pm 0.8 \text{ mg/dl}$) が他の 2 群に比較して低値を示し、SCD-S 群 ($8.1 \pm 0.8 \text{ mg/dl}$) との間に有意な差 ($p < 0.05$) が認められた。HDL-

図3 各リポ蛋白中の cholesterol 濃度の変動

Fig.3 Changes in concentrations of serum lipoprotein-cholesterol in the dietary obese rats induced by high fat, high carbohydrate (HFHC) diet. Values are expressed as means \pm SE. * $p < 0.05$

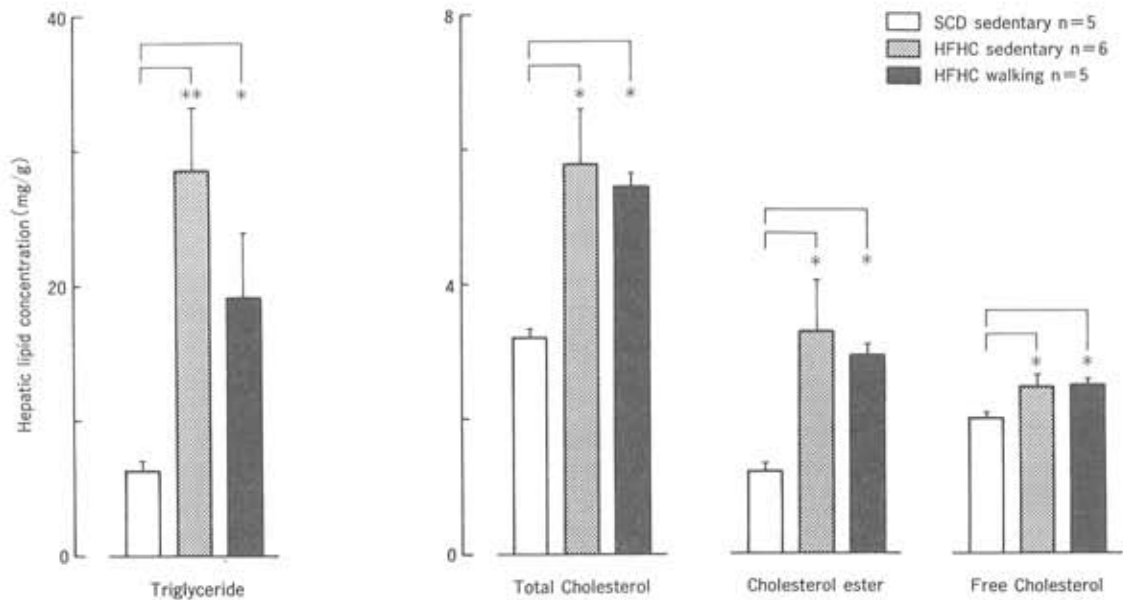
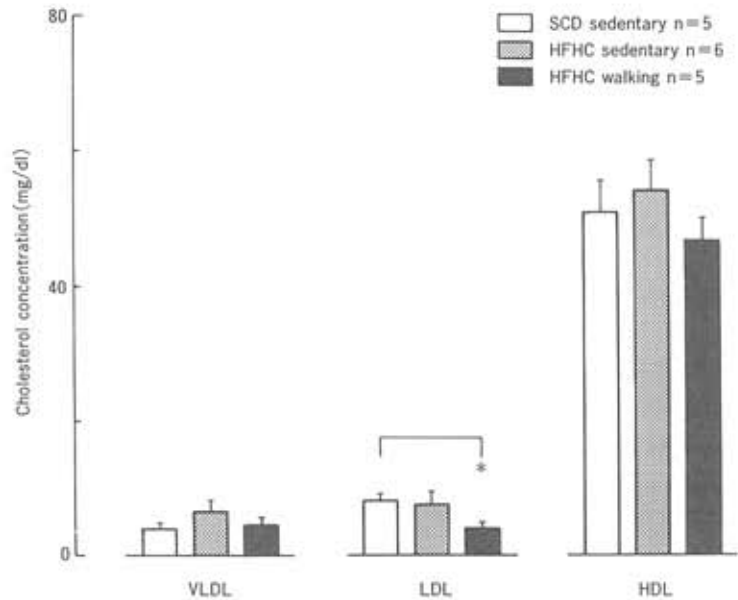


図4 肝臓脂質含有量の変動

Fig.4 Changes in hepatic lipid contents in the dietary obese rats induced by high fat, high carbohydrate(HFHC) diet. Values are expressed as means \pm SE. ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

CHLは、3群間でHFHC-W群がやや低値を示したが、血清CHLを100%としたときのHDL-CHLの割合では、SCD-S群：平均80.9%、HFHC-S群：平均78.1%、HFHC-W群：平均85.6%と3群間でHFHC-W群が高値を示していた。

4. 肝臓における脂質組成の変動

各群の実験終了後における肝臓の脂質含有量の変動をFig. 4に示した。肝臓のTGは、SCD-S群(6.3±0.6mg/g)群に比較して、HFHC-S群(28.6±4.6mg/g)およびHFHC-W群(19.2±4.7mg/g)が有意な増加(p<0.01, p<0.05)を示した。なお、walkingの効果としては、HFHC-W群がHFHC-S群に比較して低下傾向を示していた。3群間の肝臓TGの変動は、F検定(ANOVA)の結果、 $F_0=8.269$ となり、 $F(df_1=2, df_2=13, \alpha=0.01)=6.701$ に対し $F_0>F$ で、3群間には1%以下の危険率で肝臓TGに有意な差があり、walking運動の効果が認められたことになる。肝臓のtotal CHL、CHL esterおよびfree CHLは、HFHC-SおよびW群がSCD-S群に比較して有意な増加(いずれもp<0.05)を認めた。

IV 考察

今回は、肥満モデルとして、高脂肪高糖質食による実験的食餌性肥満ラットを作成し、その肥満状態に対するwalking運動の効果を検討した。

本研究においてHFHC-Wの体重は、運動開始後2週目よりHFHC-S群に比し、増加の度が低い傾向を示し、さらに運動開始5週以後横ばい状態となり、体重増加が認められなかった。この体重増加を抑制した要因としては、食餌摂取量の減少、エネルギー消費量の増加および脂肪組織における脂肪蓄積の抑制が挙げられる。本研究では、HFHC-S群とHFHC-W群との間で、1日の摂食量に差が認められなかったことから体重増加の抑制が食餌摂取量の減少によるものとすることは説

明できない。そこで、この増加抑制を体脂肪の変化との関係からみると、長期間にわたる持続的運動は、体脂肪量の減少⁶¹⁾、さらに脂肪組織の脂肪分解能の亢進⁶²⁾および脂肪細胞の大きさの減少⁶³⁾などがみられたことが報告されている。これらの事柄から今回の食餌性肥満動物のwalkingによる体重増加の抑制についても脂肪分解能の亢進による体脂肪蓄積の抑制作用が働いていたことが示唆されよう。したがって、前報¹²⁾の視床下部性肥満の結果と同様に食餌性肥満においてもwalking運動は、定期的に規則正しく行えば十分に体重増加を抑制することができたものと考えられる。

次に、walking運動の血清脂質に及ぼす効果としては、血清TG、CHL濃度ともにHFHC-W群の方がHFHC-S群に比較して低下傾向を示した。このことは、従来からいわれている長期持続的運動が血中脂質を低下させるという成績¹¹⁾¹²⁾¹³⁾を認めるものである。運動による血中脂質、特にTGの低下は、肝臓および腸管からの内因性TGの分泌速度、あるいはTGのturnover rateなどの変動に依存していることが考えられる。私たちの視床下部性肥満ラットを用いた研究¹⁴⁾では、血中TGの低下が内因性TG分泌速度の低下に関連していたことを認めた。また、simonelli and Eaton⁶⁴⁾も遺伝性肥満ラットにおいて持続的運動が内因性TGの分泌速度を低下させたことを報告している。これらのことから、今回の食餌性肥満ラットにおいても内因性TGの分泌速度が血清TGの変動に多少なりとも影響を与えていることが考えられるが、まだ明らかでなく、種々のタイプの肥満に対する運動効果を検討する上で今後、重要な研究課題であろう。いずれにせよ前述の体重の成績と同様に低強度のwalking運動は、高脂肪高糖質食によって高脂血症になりつつある状態を改善する方向に働いていたことが考えられる。

リポ蛋白中のCHLの変動からwalking効果をみると、HFHC-W群は、LDL-CHL濃度が著明に低下を示した。HDL-CHL濃度は、3群間で有意な差が認められなかったが、各群の血清CHLを100%としたときのHDL-CHLの割合でみると、

3群間で HFHC-W 群が高値を示した。リポ蛋白代謝に対する walking 効果に関しては、すでに私たちは、実験的脂肪肝ラットの研究¹²⁾において運動強度が低く長期間持続できる walking 運動が、運動強度が高く短時間しか行えないような運動よりも HDL-CHL の割合が多く、逆に LDL-CHL の割合が少なかったことを報告しており、今回の結果はこれを支持するものであった。すなわち、食餌性肥満に対する長期間の walking 運動は、VLDL あるいは LDL 中の脂質増加を抑制してリポ蛋白代謝の改善に寄与するように働いていたことが考えられる。

次に、肝臓の脂質に対する walking 効果としては、HFHC-W 群の TG が HFHC-S 群に比較して低下傾向を示し、TG の蓄積をある程度抑制することができるものと考えられた。しかし、内因性脂質の生合成を亢進させた後、普通食¹⁰⁾、あるいは高脂肪食¹¹⁾を摂取させ、同時に running 運動(毎分約20mの速度)を行わせた場合の成績では、肝臓に蓄積した TG を低下させるには至らなかった。これらの成績は、肝臓の脂質代謝に対して、より適切な運動効果を発揮するには運動強度の設定が非常に大きな意義を持っていることが示唆されよう。さらに、肥満に対する walking 効果については、前報¹⁵⁾の視床下部性肥満ラットで今回と同様に6週間にわたり walking 運動を行わせても肝臓に TG が著明に蓄積し、walking による運動効果が認められなかった。しかし、12週間に運動期間を延長すると明らかな改善効果が得られた¹⁴⁾。このように肝臓の脂質に対する walking の効果は、食餌性肥満と視床下部性肥満とで成績が異なっていた。これらのことは、種々のタイプの肥満によって肝臓の脂質、特に TG に対する walking 効果の出現が自ずから異なっていることが考えられた。これは、肥満の成因が視床下部性肥満のように生体側に原因、つまり視床下部腹内側核破壊によって発生する肥満と食餌性肥満のように特定の食餌によって誘発される肥満との違いが運動効果にも現れてきているものと示唆された。

以上、本実験の成績から、食餌性肥満動物に対

する walking の効果は、体重および血中脂質上昇に対する抑制効果と肝臓の脂質代謝の改善に適切な効果を発揮し得ることが考えられ、減量や肥満(症)の運動療法への応用が期待される。

V まとめ

私たちは、食餌性肥満ラットを用い、6週間にわたり walking 運動を行わせ、体重および脂質・リポ蛋白代謝にどのような影響を与えるか検討した。

実験動物は、約180gの Wistar 系雌性ラットを用い、次の条件で12週間飼育を行った。高脂肪高糖質食(HFHC)投与群と標準食(SCD)投与群に分け、著明に体重増加が認められた HFHC 群を6週目から、さらに walking (HFHC-W) 群と sedentary (HFHC-S) 群に分けて実験を行った。運動負荷は、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、6週間行わせた。実験中の食餌は、各群とも高脂肪高糖質食あるいは標準食を自由摂取させた。

その成績を示すと次のごとくである。

- 1) 実験終了時の体重は、HFHC-S 群が SCD-S 群に比較して明らかな増加を認めた ($p < 0.01$)。
- 2) 血清 TG は、HFHC-S 群が SCD-S 群に比較して増加傾向を示したのに対して、HFHC-W 群は、SCD-S 群とほぼ同値を認めた。血清 CHL は、3群間で有意な差が認められなかったものの HFHC-W 群が他の群に比較して低下傾向を示した。
- 3) LDL-CHL は、HFHC-W 群が他の2群に比較して低値を示し、SCD-S 群との間に有意な差 ($p < 0.05$) を認めた。
- 4) 肝臓の TG は、SCD-S 群に比し、HFHC-S および W 群が有意な増加 ($p < 0.01$, $p < 0.05$) を示した。なお、walking の効果としては、HFHC-W 群が HFHC-S 群に比較して低下傾向を認めた。

以上の成績から、食餌性肥満動物に対する

walking 運動の効果は、体重および血中脂質上昇に対する抑制効果と肝臓の脂質代謝の改善に適切な効果を発揮し得ることが考えられ、減量や肥満(症)の運動療法への応用が期待される。

参考文献

- 1) 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
- 2) Folch, J., Lees, M., and Sloane Stanley, G.H.: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J.Biol. Chem.*, 226 : 497-509, 1957
- 3) Kabara, J.J., and Chen, J.S.: Microdetermination of lipid classes after thinlayer chromatography. *Anal. Chem.*, 48 : 814-817, 1976
- 4) Opie, L.H.: Sudden death and sports. *Lancet*, 1 : 263-266, 1975
- 5) Paffenbarger, R.S., Hyde, R.T., Wing, A.L., and Hsieh, C.: Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N.Engl. J.Med.*, 314 : 605-613, 1986
- 6) Pels, A.E.III, White, T.P., and Block, W.D.: Effects of exercise training on plasma lipids and lipoproteins in rats. *J.Appl. Physiol.*, 58(2) : 612-618, 1985
- 7) 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
- 8) Simonelli, C., and Eaton, R.P.: Reduced triglyceride secretion: a metabolic consequence of chronic exercise. *Am. J.Physiol.*, 234 : E221-E227, 1978
- 9) 寺尾保、三好基治、成澤三雄、吉岡利忠、中野昭一：長距離ランナーの安静、最大下運動におけるリポ蛋白代謝、*体力科学*, 33(5) : 235-244, 1984
- 10) 寺尾保、三好基治、吉岡利忠、中野昭一：リポ蛋白代謝に対する内因性および外因性 cholesterol の影響、——長期持久的運動の影響と動脈壁への cholesterol ester 沈着——、*日本生理学雑誌*, 47(3) : 130-140, 1985
- 11) Terao, T., Fujise, T., and Nakano, S.: Effects of long-term exercise and high-cholesterol diet on lipid-lipoprotein metabolism in rats. *Tokai J. Exp. Clin. Med.* 12(4) : 243-251, 1987
- 12) 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(2) : 99-107, 1988
- 13) Terao, T., Fujise, T., Uchiyama, S., Yamashita, Y., and Nakano, S.: Effects of swimming exercise in two different water temperatures on hepatic lipid and lipoprotein levels in experimental fatty liver rats. *Tokai J. Exp. Clin. Med.*, 14(2) : 139-145, 1989
- 14) 寺尾保、藤瀬武彦、白石武昌、中野昭一：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9回日本肥満学会記録誌、196-197、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
- 16) Terao, T., Fujise, T., Shiraishi, T., and Nakano, S.: Walking exercise suppresses body weight gain and alters lipid metabolism of hypothalamic obese rats. *Int. J.Obesity (投稿中)*
- 17) Thompson, P.D., Stern, M.P., Williams, P., Duncan, K., Haskell, W.L., Wood, P.D.: Death during jogging or running. *J.A.M.A.*, 242 : 1265-1267, 1979
- 18) Tokuyama, K., Saito, M., and Okuda, H.: Effects of wheel running on food intake and weight gain of male and female rats. *Physiol. Behav.*, 28(5) : 899-903, 1982
- 19) 浦田武義、櫻林郁之介、河合忠：電気泳動によるリポ蛋白——脂質の分別定量法、*臨床検査*, 23 : 871-880, 1979
- 20) 浦田武義、櫻林郁之介、河合忠：Li と Tricine, Mops との組み合わせを泳動緩衝液としたリポ蛋白——コレステロール分画法の検討、*生物物理化学*, 24 : 1-8, 1981

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・保健管理センター)

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

—A report of 1988 and Physical characteristics of
Premature Ventricular Contraction subjects on ECG—
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 1988 with regard to resting ECG; controlled, graded, exercise testing by bicycle ergometer. The subjects were 84 first year University students of male. In addition to we were investigated about physical characteristics of Premature Ventricular Contraction subjects on ECG. The subjects were 7 first year University students of male since 1986.

The obtained results are as follows;

1. 49 (58.8%) of ECG tracings were within normal limits.
2. The diagnosis of early repolarization was seen in 11 (13.1%) of the athletes.
3. The diagnosis of sinus bradycardia was seen in 6 (7.1%) of the athletes.
4. ECG diagnosis of incomplete right bundle branch block was seen in 5 (6.0%) of the athletes.
5. The diagnosis of left ventricular hypertrophy (LVH) was seen in 4 (4.8%) of the athletes.
6. ECG diagnosis of premature ventricular contraction (PVC) was seen in 2 (2.4%) of the athletes.
7. Two PVC subjects in 1986 was appear in it during exercise.
8. The athletes with PVC ECG had a higher percentage of fat and body weight than the athletes with normal ECG.

I はじめに

スポーツ活動中の不慮の事故を防止し、またトレーニング効果を十分にあげるために、事前のメディカルチェックが必要であることは周知の事実であるが、実際に行われているメディカルチェックは、そのほとんどが安静時のものである。潜在的虚血性心疾患は安静時には認められないことが多く、また心筋梗塞の一部のものは胸痛などの症状がなく起こることもあり、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が望まれるところである。

本大学においても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、過去は安静時のみの心電図撮影であった。そこで1986年度より大学付属大磯病院に協力を依頼し、いくつかの運動クラブにおいては、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。その昭和62年度分110例の結果を前回報告⁹⁾しているが、それによると正常者は約73.3%であった。それ以外の者は何らかの所見があり、主なものは心室性期外収縮が6%、洞性徐脈が2.6%、左心室肥大1.7%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。運動中の心筋虚血状態を示す心電図上の変化としてはSTレベルの低下、T波の変化、運動中に出現する心室性期外収縮などが挙げられる。一方、安静時には心室性期外収縮が認められるが運動中はそれが消失または減少するような場合もある。このような期外収縮は運動による洞性頻脈によって打ち消されてしまうことから、心筋の酸素需要と供給のバランス障害とは無関係な良性の期外収縮と考えられている¹⁰⁾。

本研究は、引き続き1988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。加えて異常所見者中とくに心室性期外収縮所見者の発現時期に関して、前述の良性の心室性期外収

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

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

縮との関係を検討したものである。なお、心室性期外収縮所見者は1986年度からの者について検討した。

II 方法

1. 対象者

対象者は、前回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依頼のあった運動部男子学生84名である。各クラブの受診状況は表1のごとくである。心室性期外収縮所見者は1986年度3名、1987年度2名、1988年度2名の計7名であった。

2. 運動負荷

運動負荷は前回の報告と同様に、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0.5Kpずつ増加し、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⁴⁾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。

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⁵⁾を用いて、体重1 kg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厚計 (ARS社製) を用いて測定し、その合計値から体密度法⁶⁾によって脂肪貯蔵率 (%Fat) を推定した。今回は、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、5.0 MHzで3回の測定を行い、1回目と2回目の測定値の誤差が2 mm以下の場合には2回の平均を測定値とした。誤差が2 mm以上の場合には3回目の測定を実施し、近い2つ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、100 g単位まで測定した。

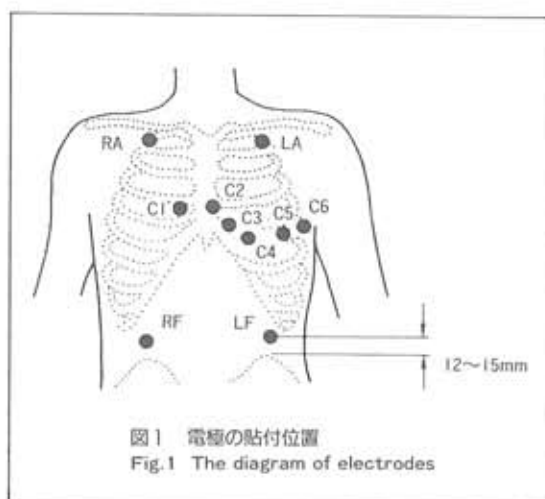


図1 電極の貼付位置
Fig.1 The diagram of electrodes

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、1987年度の報告⁹⁾ (以下、前回の報告とする) とほぼ同様の 18.1 ± 0.2 歳であった。

身長は、全体で 175.3 ± 5.5 cmであり、体重と同じく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、バレーボール部員では、前回報告の平均値 179.4 ± 8.6 cmから 184.2 ± 6.4 cmに、バスケット部員では 179.6 ± 9.4 cmから 181.5 ± 6.6 cm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、190 cmを越える者が各2名ずつ含まれていた。

体重は、 72.7 ± 8.9 kgであり、前回の報告よりやや増加傾向が認められた。これはバレーボール部員の体重が前回平均値の 70.3 ± 8.2 kgから $74.8 \pm$

III 結果および考察

1. 身体的特徴

今回の被験者84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年度の両方を示した。なお、84名中65名(77.4%)が体育学部の学生であった。また、バドミントン部とハンドボール部は被験者がそれぞれ3名、2名と少数であったため、今回の考察から除いた。

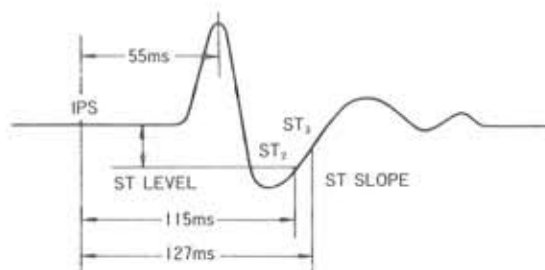


図2 心電図のコンピューター解析
Fig.2 Computed analysis of ECG

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)		Weight (kg)	
	'87	'88	1987	1988	1987	1988	1987	1988
Soccer	22	23	18.1±0.3	18.1±0.3	172.5±5.6	171.5±5.4	65.6±5.3	64.7±5.9
Badminton	4	3	18.3±0.4	18.1±0.0	169.8±6.4	166.7±4.7	63.7±5.3	62.1±6.1
Basketball	20	15	18.4±0.8	18.1±0.3	179.6±9.4	181.5±6.6	72.1±10.7	72.5±7.5
Rugby	28	19	18.4±0.5	18.2±0.0	173.5±6.7	173.3±4.4	72.6±11.4	74.1±10.3
Volleyball	17	15	18.4±0.5	18.0±0.0	179.4±8.6	184.2±6.4	70.3±8.2	74.8±6.2
Handball	11	2	18.1±0.3	18.0±0.0	174.0±4.8	176.0±4.0	67.4±4.4	66.2±3.9
Judo	8	7	18.5±0.5	18.1±0.3	176.5±5.8	174.1±6.7	87.9±12.2	94.6±22.1
Total	110	84	18.3±0.5	18.1±0.2	175.5±7.8	175.3±5.5	71.0±10.6	72.7±8.9

	N		% fat		VO ₂ max (ml/kg·min.)		rest H.R. (B/min.)	
	'87	'88	1987	1988	1987	1988	1987	1988
Soccer	22	23	12.3±1.6	11.5±1.3	62.1±8.0	68.2±12.0	64.8±8.4	62.7±8.6
Badminton	4	3	10.8±1.7	12.0±0.5	73.8±3.6	59.7±3.2	58.8±6.3	74.3±8.2
Basketball	20	15	13.5±1.9	10.8±2.4	57.1±10.0	67.0±8.9	59.9±7.8	64.3±7.3
Rugby	28	19	12.1±2.3	12.9±2.3	59.3±9.1	57.5±9.9	69.0±9.5	66.4±8.6
Volleyball	17	15	11.6±0.7	12.1±1.0	61.7±6.7	59.2±8.9	62.0±9.1	75.4±9.7
Handball	11	2	11.9±1.8	10.4±0.0	64.0±11.2	57.9±0.0	63.3±7.8	69.0±0.0
Judo	8	7	13.5±2.6	13.8±2.3	52.4±7.0	49.7±9.9	59.4±4.2	64.8±7.7
Total	110	84	12.3±2.0	11.9±1.4	60.3±9.4	60.2±7.5	63.8±9.0	68.0±7.2

6.2 kgへ、および柔道部員が87.9±12.2 kgから94.6±22.1 kgと著明な増加を示したことによるものと考えられる。柔道部員には体重が約105~130kgの者が3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11.9±1.4%であった。柔道部員の%fatは13.8±2.3%であり、前回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。

持久性運動能力の指標の一つとして、自転車エルゴメーターのペダリング運動時の負荷強度と心拍数により推定した体重1 kgあたりの最大酸素摂取量(VO₂max)は、全体の平均値が60.2±7.5 ml/kg·min.であり、前回の報告とほぼ同様の成績であった。種目別では、サッカーとバスケットボール部員が他の種目と比較してやや高く、それぞれ68.2±12.0 ml/kg·min.、67.0±8.9 ml/kg·min.であった。柔道部員は49.7±9.9 ml/kg·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68.0±7.2拍/分であり、他の種目と比較してサッカー部員の平均値は、62.7±8.6拍/分でやや低い傾向が認められていた。この中には安静時心拍数が、50拍/分代の者が9名、50拍/分以下の者が2名含まれていた。

2. 心電図

今回の被験者84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84名中49名(58.3%)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るが、スポーツ選手によく認められるという早期再分極(early repolarization)⁷⁾の所見については、前回の報告では正常者中に含まれていたため、同様にしてみるとほぼ同じ傾向にあった。なお、正常範囲内以外は、複数診断名者5名が含まれている。

心電図上のST接合部の上昇はスポーツマンに割合多く認められ、この変化は病的虚血の形と違い、上弯性であり、基線に戻らずT波に移行するので早期再分極と呼ばれる⁷⁾が、今回の被験者においても多く認められ、所見者は11名(13.1%)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6名(7.1%)であった。Huston等²⁾の報告では一般健康人が23.7%、スポーツマンが50~85%、村山等⁶⁾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るが、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19名(22.6%)認められた。一般に安静時心拍数の減少は、運動強度の継続時間と関係し、持久性を要求されるスポーツほど、その減少が著明であるとされるが、サッカー部員では23名中11名(47.8%)と高い割合で認められた。

さらに、左心室肥大の所見者は全体で4名(4.8

%)認められたが、このうち3名がサッカー部員であった。洞性徐脈と左心室肥大などはスポーツ心臓を示唆する所見であり、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。

伝導障害としては房室ブロック、脚ブロックなどがあるが、今回の被験者では不完全右脚ブロック所見者が5名(6.0%)認められた。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³⁾もある。

前報告で最も多い症例であった心室性期外収縮(premature ventricular contraction)は、2名(2.4%)いた。この心室性期外収縮は、Huston等²⁾の報告では、一般人で0.1~0.15%、スポーツマンで0.15~2.5%、山崎等¹²⁾によると体育会新入部員の1.0%に認められたとしている。また、今回、上室性期外収縮所見が1名(1.2%)認められた。

そこで今回の2名を含み、過去の3年間の心室性期外収縮所見者7名について、その発生状況を詳しく見てみると、以下の様であった。

- 安静時心電図上では全く認められなかったが、運動負荷により心拍数が増加するに伴い2~4個/分程度の発生を認めた例が2例あった。この2例中1例は運動後の回復過程で発生が消失した。もう1例も回復過程では運動直後に1個認められただけであった。
- 安静時に0~1個/分あるいは1~5個/分程度認めるが、運動負荷による心拍数の増加とともに徐々に消失してしまう例が3例あった。これらの例では運動後の回復過程で再びその発生(1~8個/分)が認められた。
- 安静時に1~5個/分程度認めるが、運動負荷によりその発生が消失せず、やや増加(12~21個/分)した例が1例あった。この例では運動後の回復過程でも1~7個/分の発生を認めた。
- 安静時に7~20個/分と多発が認められ、運動負荷により減少傾向(0~3個/分)は認められるが、完全には消失しなかったものが1例あった。この例では、運動後の4~6分にかけて2段脈、3段脈を認め、最大で42個/分の発生を数えた。

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
Within Normal Limited	85(73.3%)	49(58.3%)
Early Repolarization	—	11(13.1)
Premature Ventricular Contraction	7(6.0)	2(2.4)
Left Ventricular Hypertrophy	2(1.7)	4(4.8)
Coronary Sinus Rhythm	3(2.6)	—
Sinus Bradycardia	3(2.6)	6(7.1)
Incomplete Right Bundle Branch Block	4(3.4)	5(6.0)
Complete Right Bundle Branch Block	1(0.9)	—
2° AV Block	2(1.7)	—
Ectopic Pacemaker	2(1.7)	—
Counter Clock Wise Rotation	—	2(2.4)
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)
Total	118	84

*正常範囲内以外は複数診断名('87: 2例、'88: 5例)を含む。

一般的に運動強度が増加するにつれて期外収縮が多発する場合は病的であり、心筋の酸素の需要量が供給量よりも上回ったことによる、心筋虚血を示唆する所見と考えられている⁹⁾。心室性期外収縮が頻発したり、連発がある場合には、基礎疾患の有無が問題になるとされるが、これらの例はその後大学病院にてさらに詳しく検査等を実施した結果、明らかな疾患は認められなかったため、定期的な検査を受けながら運動を継続している。このことは連発があっても、自覚症状がなく、運動で消失する場合には、必ずしも運動は禁忌ではないと言われている⁷⁾ことなどによる。その理由としては前述したが、運動により消失または減少するような期外収縮は、運動による洞性頻脈によって打ち消されてしまうことから、心筋の酸素の需要量と供給量とのバランス障害とは無関係な良性の期外収縮とみなされている¹⁰⁾ことや、スポーツの可否については器質疾患がなく、運動負荷で消失または不変のときは可能とするとか、運動負荷が増え、2連発の出るものは中～高強度の運動は注意しつつ可能とされている⁸⁾ことがあげられる。

この心室性期外収縮所見者 (PVC 群とする) について、正常者群との形態的特徴 (表4) を見ると、身長は VPC 群が平均176.4±7.3 cm、正常者群が平均177.7±7.3 cmとほとんど同じであり、両者間には有意な差が認められなかった。体重は PVC 群が平均78.6±20.7 kg、正常者群が平均72.1±8.6 kgで、やや PVC 群の方が重たい傾向が認められたが、PVC 群のばらつきが大きいこともあり、両者間には有意な差が認められなかった。皮下脂肪厚から推定した体脂肪率は、PVC 群が平均14.5±2.8%、正常者群が平均11.9±2.2%であり、PVC 群の方が高い傾向が認められた。両者間には危険率1%水準で有意な差が認められた。また、安静時心拍数は PVC 群が平均61.3±3.8拍/分、正常者群が平均68.6±9.2拍/分で VPC 群のほうが低い傾向が認められた。両者間には危険率1%水準で有意な差が認められた。体重1 kgあたりの最大酸素摂取量は、PVC 群が平均53.3±11.3

表4 心電図正常者及び心室性期外収縮者の身体的特徴
Table 4 Physical characteristics of normal and PVC subjects

	normal	PVC
Number of subjects	46	7
Height (cm)	177.7±7.2	176.4±7.3
Weight (kg)	72.1±8.6	78.6±20.8
%fat	11.9±2.2**	14.5±2.8
$\dot{V}O_2$ max (ml/kg·min.)	60.1±8.4	53.3±11.3
rest H.R. (B/min.)	68.6±9.2**	61.3±3.8

* * P < 0.01

ml/kg·min.、正常者群が平均60.1±8.4 ml/kg·min.であり、VPC 群の方が低い傾向が認められたが、PVC 群の測定値にばらつきが大きいことと例数が少ないことなどから、両者間には有意な差が認められなかった。

これらのことから運動選手において、身長には差がないが、やや体重が重く、体脂肪率が高い傾向にあるものは、心電図上に心室性期外収縮の発生する確立が高いことが考えられるが、まだ例数も少ないため今後、さらに例数を増やし、詳細な追加検討が必要であると思われる。また、運動を始めるにあたりメディカルチェックを行う際には、特に不整脈の出現の有無のチェックには、自転車エルゴメーターやトレッドミルによる負荷だけでは不十分で、実際に行うスポーツ中のチェックが必要であることを示唆する報告⁹⁾¹¹⁾などもあり、測定に当たっての方法の検討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 (84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3年間の心室性期外収縮者の形態について分析をした。

1. 心電図上で49名 (58.3%) は正常範囲であった。
2. 早期再分極は11名 (13.1%) 認められた。
3. 洞性徐脈は6名 (7.1%) 認められた。
4. 不完全右脚ブロックは5名 (6.0%) 認められ

た。

5. 左心室肥大は4名(4.8%)認められた。
6. 心室性期外収縮は2名(2.4%)認められた。
7. 過去3年間の心室性期外収縮者中2名は、運動負荷時に発現していた。
8. 心室性期外収縮者は正常者より体重が重く、体脂肪率が高い($P < 0.01$)傾向にあった。

以上のようなことが認められた。心室性期外収縮所見については、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、和泉武雄、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(1980):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
- 2) Huston, T.P., Puffer, J.C., Rodney, W.M. (1985): The athletic heart syndrome. *N. Engl. J. Med.* 313: 24-32
- 3) 小宮秀一、佐藤方彦、安河内朗(1988): 体組成の科学、朝倉書店
- 4) 中野昭一、三田信孝、森山安弘(1978): 運動負荷中における心機能監視の一方法—ST segment level, ST slopeの継続的測定、東海大学紀要体育学部、第8輯: 127-133
- 5) Minamitani, K., Miyagawa, M., Kondo, M., Kitamura, K. (1980): The electrocardiogram of professional cyclists. *Sport Cardiology*, Lubich T. & Venerando A. Aulo Gaggi Publ., Bolonga, 401-413
- 6) 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、小村渡岐鷹、斎藤勝、中野昭一(1989): 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

- 7) 村山正博、小堀悦孝、坂本静男、川原貴(1987): スポーツのための心電図メディカルチェック、文光堂
- 8) 村山正博(1989): スポーツのためのメディカルチェック、南江堂
- 9) Pantano, et al, (1982): Prevalence and nature of cardiac arrhythmias in apparently normal well-trained runners. *American Heart J.*, 104: 762-768
- 10) 谷口興一、吉田敬義(1989): 運動負荷テストとその評価法——心肺運動負荷テストの基礎と臨床、南江堂
- 11) Viitasalo, M. T. (1982): Ventricular arrhythmias in healthy young men during physical exhaustion. *Acta Med. Scand (Suppl.)*, 668: 20-27
- 12) 山崎元、大西洋平、永野志朗、関原敏郎(1986): 大学運動部におけるメディカルチェック——循環器の立場から、臨床スポーツ医学、Vol. 3, No. 4: 397-403、文光堂

スポーツ選手の膝関節軟骨障害に 関するX線学的研究

今井 望 戸松 泰介 峯崎 孝俊
(医学部整形外科)

Key words : スポーツ障害 (sports injury)
関節造影 (arthrography)
膝関節軟骨損傷 (knee cartilage injury)

Arthrographic study on articular cartilage lesions of the knee in sports players

Nozomu IMAI, Taisuke TOMATSU and Takatoshi MINEZAKI

Abstract

The articular cartilage of the femoral condyles in athletes was analyzed by the arthrograms of 1168 knees (637 males and 531 females). We classified those knees into 3 groups: group A (465 knees) consisting of knee pain with known pathology, group B (206 knees) consisting of knee pain with unknown pathology and group C (497 knees) consisting of opposite knees as control.

The thickness of the articular cartilage measured in group C averaged 2.7mm in medial and 2.8mm in lateral femoral condyles.

The abnormality of the shapes of the articular cartilage on arthrograms was divided into 3 types, straight, concave and irregular. The abnormality of the cartilage was found in 48 knees (10.3%) in group A, 15 knees (7.3%) in group B and 24 knees (4.6%) in group C. We observed some cases by arthroscopy. Advanced degenerative changes were found in these cases. Those findings suggested that the cartilage injury in athletes intimately related to the knee pain.

はじめに

関節鏡検査や鏡視下手術が普及した現在、関節造影はともすると軽視されがちの傾向にある。しかし、関節造影は外来で簡単にできるため、入院

しにくい状況のスポーツ選手にとっては、スクリーニング検査として、利用価値はまだ高いといえる。ところで、関節造影で靭帯損傷や半月板損傷がないにも拘らず、原因不明の膝痛を訴える者がいる。そこで我々は、スポーツ選手の関節軟骨に注目し、その厚さや形態を知ることで、膝痛

の原因を解明しようと試みた。

方法および対象

対象は、当院開院以来15年間にスポーツによる膝関節障害・外傷で、関節造影を行った男333人637膝、女271人531膝、計604人1168膝である。

関節造影は、Andren¹⁾、今井²⁾らの方法に準じて行った。水平X線軸二重造影法で、関節腔内に空気と造影剤を注入し、そのコントラストで半月板や関節軟骨、関節の不適合など、関節内病変を観察するものである。

対象年齢は10~34歳までとし、変形性関節症変化が出現してくる35歳以上は除外した。その内訳は、図1の通りで、15~19歳と20~24歳が圧倒的に多い。

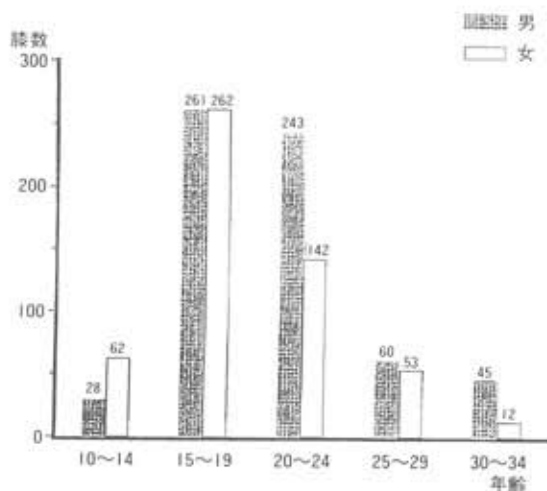


図1 対象(年齢別)

表1 対象(種目別) (単位:膝数)

種目	男	女	計
バスケットボール	31	132	163
バレーボール	45	113	158
柔道	141	5	146
サッカー	107	2	109
スキー	32	55	87
野球	67	0	67
その他	214	224	438
計	637	531	1168

スポーツ種目別では、男性では柔道、サッカーが多く、女性ではバスケットボール、バレーボールが多かった(表1)。またスポーツレベルは、レクリエーションレベルからクラブ活動を行っている本格的なレベルまで様々で、そのうち約70%が本格的なレベルであった。

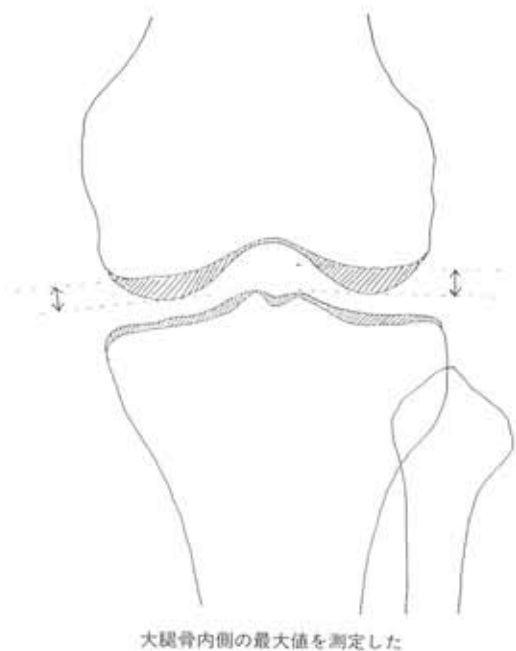


図2 対象(軟骨の厚さ)

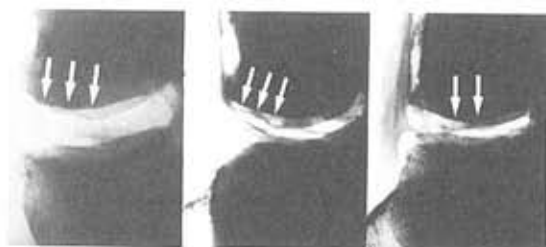


図3 軟骨異常像の形態

この1168膝をA群：障害原因の明らかな465膝、B群：原因不明の膝痛206膝、C群：いわゆる健側のコントロール群497膝の3群に分類した。

関節軟骨には、大腿骨顆部の軟骨と脛骨の軟骨がある。大腿骨顆部はほぼ球面をなすため、X線軸は常に接線方向に入り、関節軟骨像は極めて鮮明に描出される。そのため大腿骨顆部関節軟骨厚の計測は容易で、その値にもバラツキがない。一方、脛骨関節軟骨面の形状は凹凸があり、複雑で内側関節面に水平にX線軸が入ったもののみが計測可能となるが、それでも大腿骨関節軟骨厚に比較すると、バラツキをみる。したがって、大腿骨の関節軟骨のみを対象とし、その厚さ、形態を観察した。まず軟骨の厚さは、コントロールのC群を対象とし、正面像を用い、左右の内外側顆部の最大値を測定した(図2)。

形態については、軟骨がそぎとられたようにな

っている直線化・軟骨が部分的に欠損している陥凹・辺縁が不整な鋸歯状に分類し(図3)、これらをA、B、C群に分けて比較検討した。

結果

内外側における軟骨の厚さは、内側顆2.7mm、外側顆2.8mmであり、男女別では、男2.9、3.0mm、女2.5、2.6mmと、男女間には有意差を認めたが、内側と外側ではほぼ等しい値を示した。

スポーツ種目別では、男子は柔道、バレーボール、サッカーの順であり、女子はバレーボール、バスケットボールの順であった。

身長と体重の調査しえた128膝について検討すると、身長が高い程、体重が重い程軟骨は厚くなる傾向にあり、軟骨の厚さは、身長・体重両者に相関関係があるようであった(図4)。

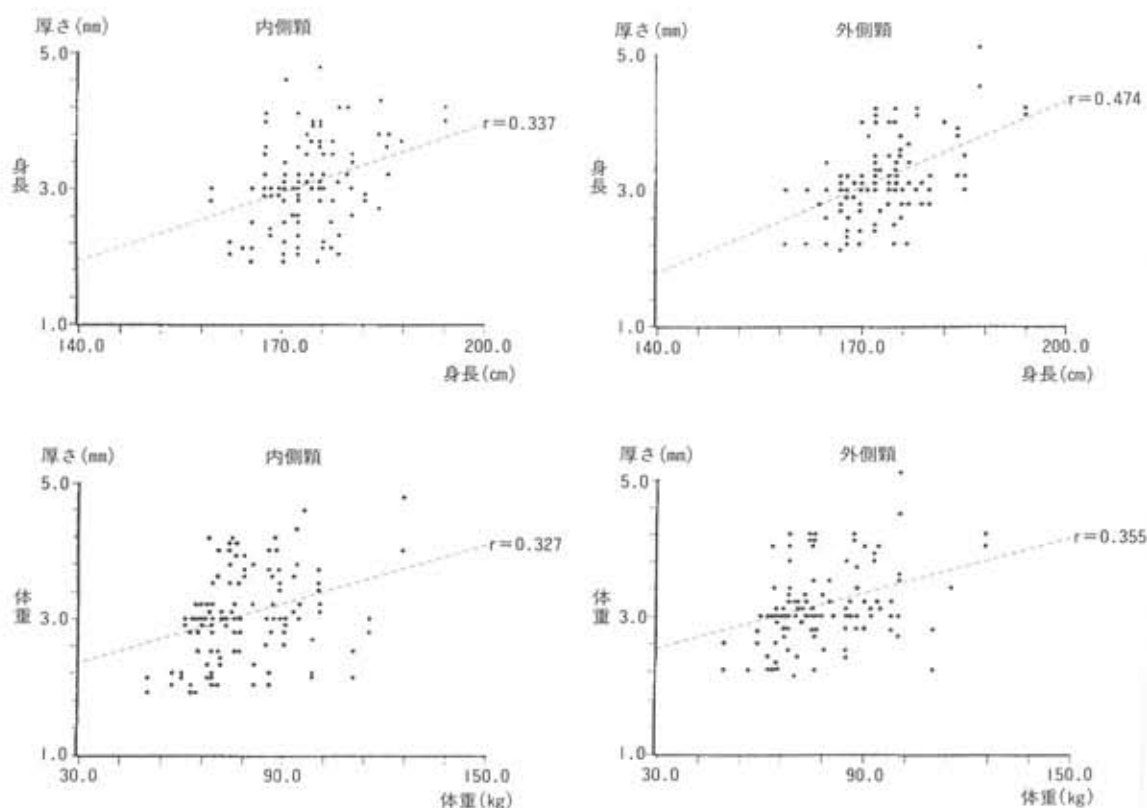


図4 軟骨の厚さ(身長と体重)

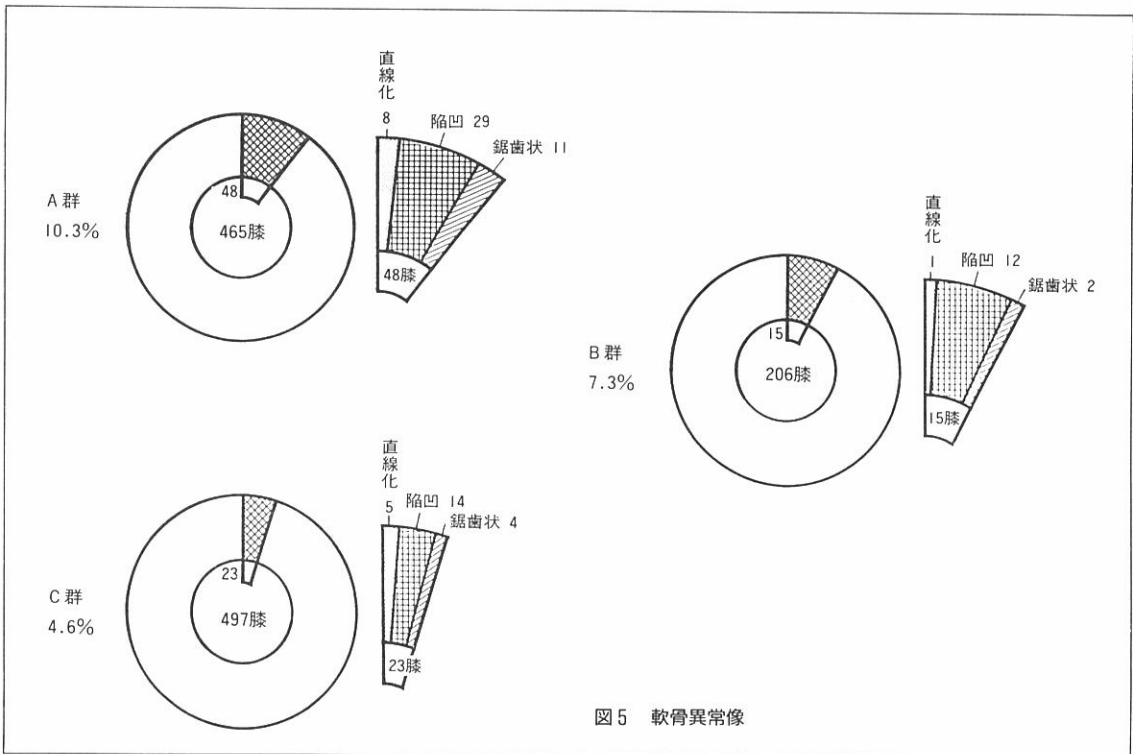


図5 軟骨異常像

軟骨所見についてみると、障害原因の明らかなA群は48膝10.3%に軟骨異常像を認め、その内訳は、直線化8膝、陥凹29膝、鋸歯状11膝であった。原因不明の膝痛B群では、15膝7.3%に異常像があり、その内訳は直線化1膝、陥凹12膝、鋸歯状2膝であった。症状のない健側を対象としたC群でも、24膝4.6%に軟骨異常像を認めた。その内訳は直線化5膝、陥凹14膝、鋸歯状4膝であった(図5)。

実際にこの軟骨異常像を関節鏡で観察すると、関節造影で直線化しているものは、広範囲な軟骨欠損があり、その中に小潰瘍を形成、一部 fibrillation も認められる(図6-a)。

次に、関節造影で軟骨の陥凹を認めるものは、関節鏡では、大きな軟骨欠損と軟骨潰瘍、辺縁不整な陥凹を認め、軟骨下骨組織が露出している(図6-b)。

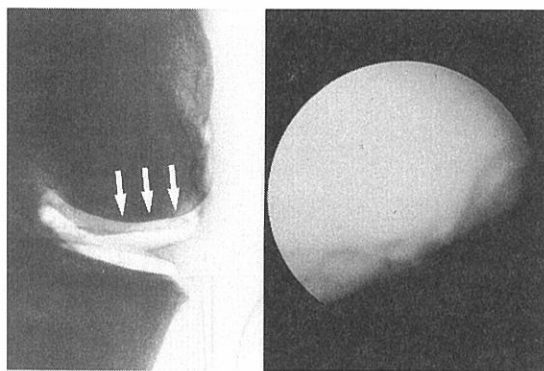
軟骨の鋸歯状変化を認めるものは、関節鏡で同部に関節面の不整と著明な fibrillation を認め、かなり軟骨変性が進んだ状態を物語っていた(図6-c)。

考 察

関節軟骨は、軟骨細胞と軟骨基質がまじりあっている粘弾性物質であり、荷重の緩衝作用をもっている。

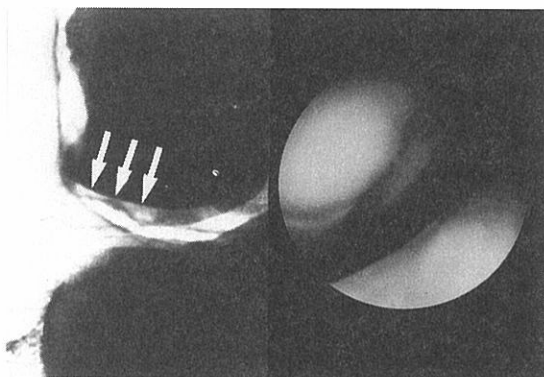
Hallらの報告²⁾と比較すると、軟骨の厚さは女性より男性の方が厚く、身長・体重にも関係する点では、自験例と同じである。しかし、Hallらの測定では、男4.3、3.9mm、女3.6、3.3mmであり、内側の方が厚いと言っているのに対し、自験例では、男2.9、3.0mm、女2.5、2.6mmと自験例の方が薄く、また内側顆2.7mm、外側顆2.8mmと内外側顆ほぼ等しい値であった。年齢に関しては、富士川らの報告³⁾では、10歳代前半が厚いものの、これを除くと、年齢との関係はなかったと述べている。自験例でも同様の傾向を示した。10歳代前半が厚いのは、軟骨の骨化が終了していないためであり、当然のことといえる。

コントロール群について軟骨異常像を年齢との関係でみると、女性はすべて10歳代でみられるの



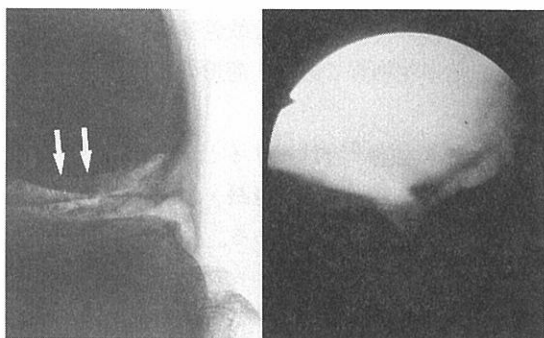
関節造影所見 関節鏡所見

図6-a 直線化



関節造影所見 関節鏡所見

図6-b 陥凹



関節造影所見 関節鏡所見

図6-c 鋸歯状

に対し、男性は比較的平均して発生していた。これは女性の方が関節がゆるく、筋力がより未発達のため、若年者では同じ衝撃（ストレス）でも、女性の方に軟骨損傷がおこりやすいのではないかと考えられる。また20歳以上では、男性の方がスポーツの活動度が高く、また女性の場合、就職してから競技スポーツを続ける人の割合が減るた

めと推察される。

軟骨異常について各群を比較すると、障害原因の明らかなA群の陽性率が10.3%、原因不明の膝痛B群では7.3%、コントロールのC群では4.6%と、A群が最も高かった(図5)。A群は、靭帯や半月板が損傷している群で、それだけ強大な衝撃が加わったからであり、当然のことと言える。またB群の方がC群より陽性率が高かったことから、軟骨損傷が疼痛をひきおこす一因にもなりうることを示唆している。実際、原因不明の膝痛に対し、関節鏡を施行した時、軟骨損傷が骨膜炎をひきおこし、これが疼痛の原因になっていた症例も経験している。

しかし、無症状群においても軟骨異常像を認める症例があり、将来このことが原因で膝痛をおこし、ひいては若年者の変形性関節症を惹起する可能性も潜んでいる。

結 語

- 1：スポーツによる膝関節外傷・障害で、関節造影を行った604人1168膝に対して、関節軟骨の厚さ、異常像を観察した。
- 2：関節軟骨の厚さは、女性より男性が厚く、また身長・体重にも関係した。
- 3：コントロール群でも4.6%に軟骨異常像を認め、しかも原因不明の膝痛患者の方が軟骨異常率が高かったことから、軟骨損傷と膝痛との関連を示唆した。

参考文献

- 1) Andren, L. et al: Double-contrast arthrography of knee with horizontal roentgen ray beam. Acta Orthop. Scandinav. 29 : 307-314, 1959
- 2) Hall, F.M. et al: Thickness of articular cartilage in the normal knee. J Bone Joint Surg 62-A: 408-413, 1980
- 3) 富士川恭輔ほか：関節造影による膝半月と関節軟骨の計測知見、日整会誌、52：203-215、1978
- 4) 今井望ほか：膝半月板の造影所見と手術所見、日整会誌、35：1161-1169、1962

画像記録による短距離走の スタートダッシュの観察

山本 芳孝

(開発技術研究所 教授)

1 まえがき

オリンピックの陸上での花形競技の一つに100m走がある。更新されるのが記録であるとは言え、近年の更新は目ざましく10秒を切るようになっていく。競技には主に2つの目的が考えられる。すなわち第一は参加している競技そのものに勝つことであり、競技者の最大の目標はその競技会での優勝である。第二は記録保持者であること。すなわち、その競技種目において、その時期での最高記録を有する選手であることである。競技会での優勝判定は比較測定で行われるため、相当競り合っても0.01秒程度の差があれば判定は、それほど困難ではないであろうが、記録の比較は絶対測定を必要とするため、精度の高い測定を必要とすることになる。ゴールでは画像を利用した着順判定器が用意されており、使用方法や観察方向等の問題はあっても、測定精度は充分0.01秒を保証している。これに対して画像的に発進瞬間を確認することは相当な困難を伴う。これは肉眼でフライングを判定することを考えると、どの範囲をもってフライングとするか（号砲が鳴ってからの行動開始はフライングにならないとすれば山勘発進をやることになる）は問題である。現在は大きな競技会ではスターティングブロックを使用して、これに加わった力を検出してスタート時を判定している。

2 目的

距離走は走者間の競走であると共に記録への挑戦でもある。号砲を合図としてスタートし、ゴールへの到着までの時間を競う。ゴール到着時の判定は画像利用の着順判定器によって行われるが、この装置の動作は号砲の点火によって開始され、着時精度は0.01秒単位で表示されている。スタートは静止から始まるため、画像計測で精度良くフライングを見極めるのは困難である。現在のスタートダッシュはスターティングブロックを用いたクラウチングスタイルで行われ、ブロックへの加力によって判定している。本実験は短距離走におけるスタートダッシュ動作を画像的に捉え、信号（号砲の点火）と発進動作の遅れ時間を観察することを主な目的としている。

3 装置と実験状況

クラウチングスタイルでのスタートダッシュを観察するために、4台の記録装置が使用された。高速度画像記録装置として、A)16mmプリズム式高速度カメラ、Weinberger社製 STALEX WS-3型、B)16mm間欠揺き下ろし式高速度カメラ、Photosonics社製1PL型を使用した。その他、補助としてカラー、モノクロのビデオカメラ各1台を使用した。使用フィルムはEK-4224 (ASA500)

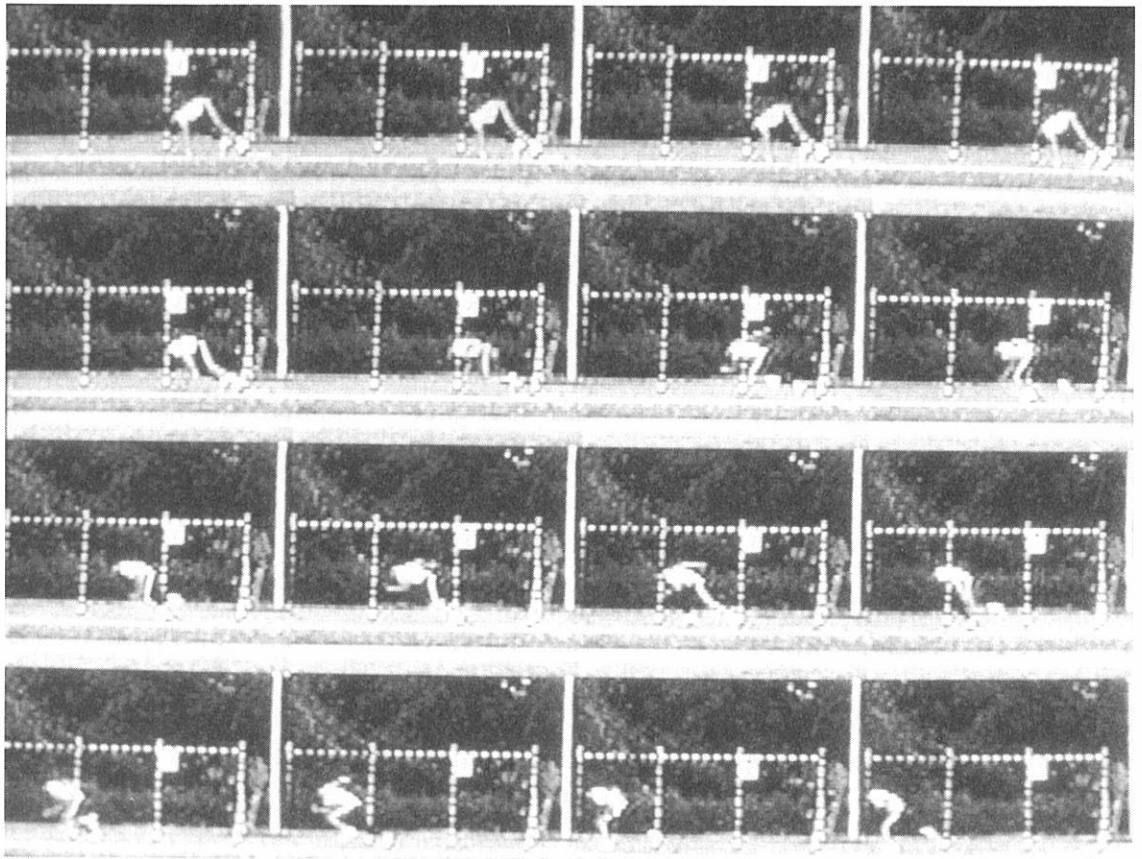


写真1 短距離走スタートダッシュのビデオ画像から

である。照明は太陽光を当てにしての実験であったが、実験当日は生憎の曇天で照明状態は好ましいものではなかった。観察対象者は東海大学、体育学部学生3名で右利き足2名、左足が利き足の者1名であった。記録された16mmフィルムは運動解析装置（ナック製）を用いてスタートダッシュの遅れ時間計測を主として行った。

4 記録結果

ビデオ記録は結果を直ちに再生して現象を観察することができ、フォームの特徴抽出、ストライドやピッチの測定等、全体的な観察には有効である(写真1)。しかし、速度がまだ高くないスタート時でも手の動き等、比較的高い速度(約2 m/s)の部分ではブレが見られている。間欠掻き下ろし式の高速度カメラは駒間隔を0.01~0.003秒で記録した。走者の動きを解析するには適当な速度で

ある(撮影速度200駒/秒の撮影例を写真2に示す)。回転プリズム式高速度カメラは最高1,000駒/秒(駒間隔は0.001秒)で撮影したが、手足の局所変化の測定に適していると考えられる。

5 解析と考察

5-1 スタート時の足の動き

スターティングブロックを用いたクラウチングスタートでは、後方にセットした利き足に加える力によって初期の加速が行われる。踵部と体の移動を示すために腰部の水平方向変位を示した図1によると利き足に力が加わってスターティングブロックを押すこととなるが、スターティングブロックは足全体が掛かっておらず、踵の部分は外れているために僅かに後方に移動してから急速に前方に加速している。図1の例では号砲の発煙が見られてから0.18秒後に後方の踵に変化が確認さ

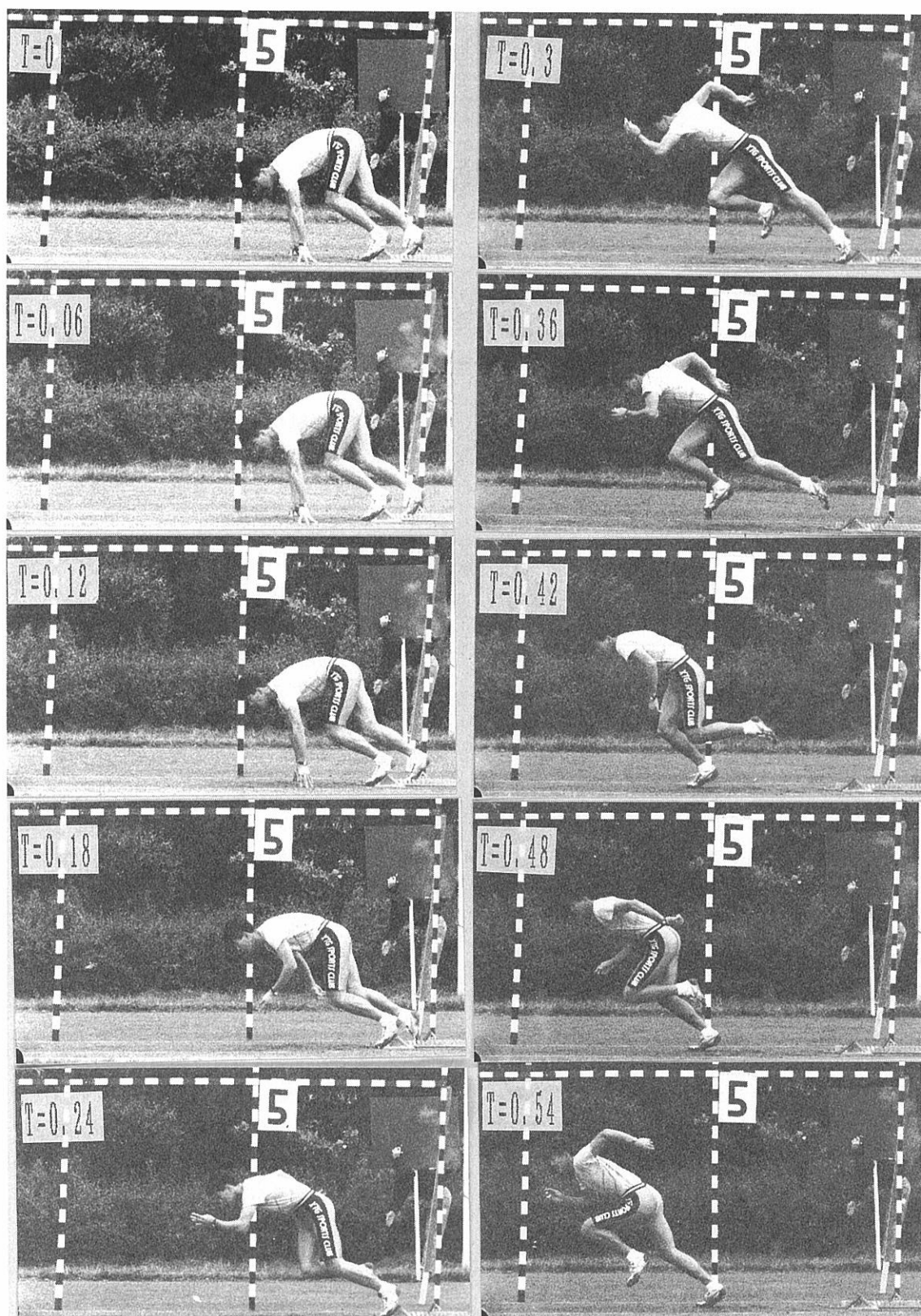


写真2 短距離走スタートダッシュの高速度撮影例 (数字は号砲の発煙を0とした経過時間、単位は秒)

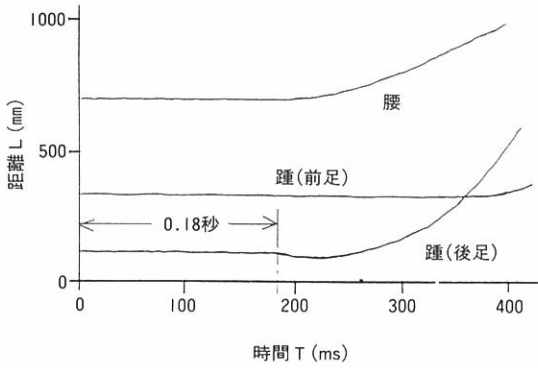


図1 短距離走におけるスタートダッシュの遅れ特性
(時間の原点は号砲の発煙)

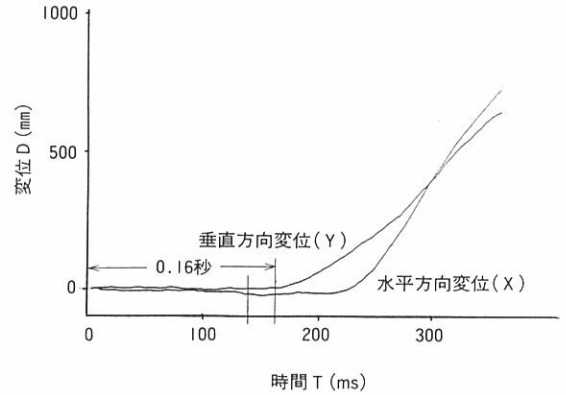


図3 手先の変位から見たスタートダッシュの遅れ時間
(時間の原点は号砲の発煙)

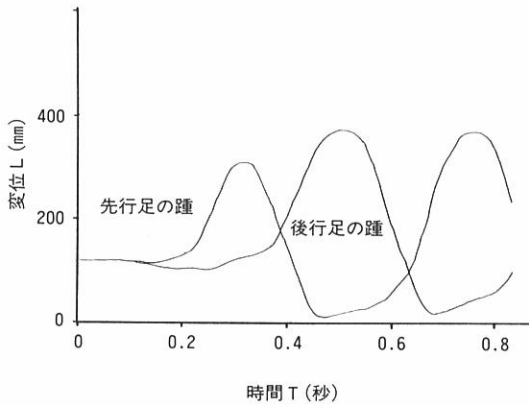


図2 垂直方向の変位

れている。この時に前足は全く変化が見られず、利き足がスターティングブロックを完全に離れてから水平方向に移動が見られている。しかし、垂直方向の変位を図2から見ると利き足が前方に大きく変位している時期に前足は一旦沈み込んでからスターティングブロックを蹴って、斜め前方に変位している。利き足がスターティングブロックを離れる頃から次第に他方の足に力が加えられ連続して体の推進を行っているようである。しかし、後行足がスターティングブロックを離れた時期には、未だ先行足が着地しておらず、体全体は空中にある。先行足が着地してから地面を捉え、次いで地面を蹴ることで再び体に推進力を与える。ここまでの動作は初期条件に伴った動きである。

5-2 スタート時の腰の動き

体の重心に近い測定点として腰部の移動を観察

した。利き足の蹴りによって腰部が変位を開始し、利き足は空中に上がる。次いで他方の足によって加速されるが、この初期の両足による腰部の加速に限っては連続して行われている。しかし、第二步以後の腰部の変位から見ると、片足ずつの間欠的加速運動と見られる。

5-3 手先の動きの観察

クラウチングスタイルのスタートでは手の作用が重要である。重心は低く前方にあった方がキックを有効に推進力に変えられるので、体重の相当部分が立てた指先に荷重として加わっていることが推定される。スタート時は、速やかに手の支えを外して足への加力が重心を前、上方に加速できるようにする。スタート時に、いち早く手が動作を開始していることに注目し、号砲の発煙を0とした時間軸で手のX、Y両方向への変位を測定した(図3参照)。手先の垂直変位から0.16秒で動作が始まると推定された。この選手の足の踵から0.17秒で動作が開始された(実験5)と推定したので、手先の変化は少なくとも外からの観察では踵の変化より早い変化の開始が認められ、急速に上方に引き上げられ、更に前方に強く振られている(この選手は右足が利き足であり、従ってスタートに当たっては左手が前方に振られている)。

5-4 クラウチングスタイルでの加速特性

スターティングブロックを用いたクラウチン

グスタイルでのスタートは、号砲による信号を聞いてから後方にある利き足に強い蹴りを与えて推進力を得ている。この際、足の推進力はそのまま、腰部を前方に押し形となり重心移動を与えている。利き足がスターティングブロックを離れ、空中に浮いた後に他方の足によって更に加速され、両足共に空中に浮く時期が出来る。次いで先行する足が着地して踵が僅かに沈み込む。この両足が空中に浮いた時から着地した足の踵が僅かに沈み込む時期までは腰部で見る限り速度は減少している。次いで着地の際、曲がっていた膝に加える力と沈んだ足のばねとで再び加速に入り、以後は交互に左右の足でこれが繰り返され、最高速度に達する(図4)。

5-5 号砲から発進動作までの遅れ時間

号砲から選手が発進動作を起こすまでの時間を画像上の変位から測定した結果、6例の平均値で0.16秒であった。但し、1例は0.1秒と極端に反応が早い結果が得られているが、多分フライング発進ではなかったかと想像され、これを例外と仮定すると0.174秒となる。音源と選手との間隔による誤差は5ms程度であり、従って平均遅れ時間は0.17秒と考える。実際の競技では0.13秒以内をフライング時間としているので1例を除いて競技は成立している。しかし、同一選手で最小値と最大値で0.04秒の差が見られたことは実際の競技での成績に大きく影響するものと考えられる(表1)。

6 結論

- 1) 初期(スタートダッシュ)については利き足による最初のスターティングブロックへのキックによる加速が極めて重要で、大きな値となっている。
- 2) 今回、画像から見た号砲とスタートの遅延時間は1つの例を除き0.15~0.19秒であった。
- 3) スタートダッシュの巧拙は相当に競技成績に影響することがはっきりした。
- 4) 短距離走での着順判定は0.01秒の精度ならば

表1 踵の動作から見たスタートダッシュの遅れ時間
(単位:秒)

実験	選手	遅れ時間(秒)
実験1	選手(A)	0.19
実験2	選手(C)	0.18
実験3	選手(A)	0.15
実験4	選手(B)	0.10
実験5	選手(C)	0.17
実験6	選手(C)	0.18

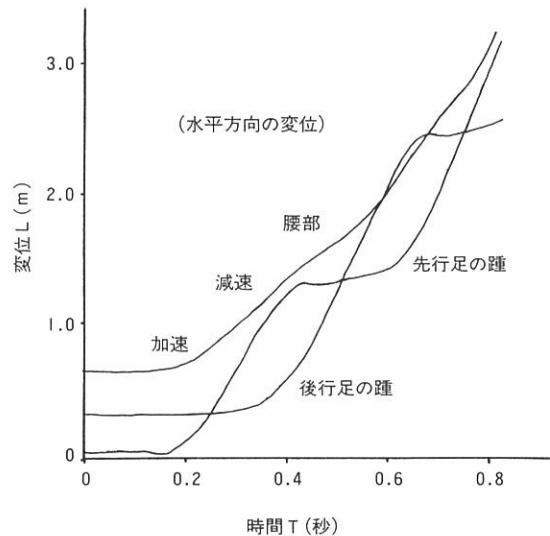


図4 短距離走のスタートダッシュ時の腰と踵の移動
(ブロックを用いたクラウチングスタートの例)

熟達者であれば肉眼で間違えることはないと思えるが、スタートを同じ時間精度で判定することは困難と考えられる。

- 5) 画像解析から踵、手先の変位が最も発進動作の早い兆候として見る事ができた。
- 6) 短距離走でのスタート判定システムは公正なスタート、および正しい記録のために必要なものとする。

7 謝辞

本研究に有益なご意見と便宜を頂いた東海大学小村渡岐鷹体育学部長、宮川千秋体育学部助教授に感謝するとともにグラウンド実験に対して体育学部堀内、米沢、梅木、工学部水野、金指、浅井、伊藤、高田、向田、村松、吉松の大学院生、学生の協力を感謝申し上げます。

陸上競技投擲選手の競技前・後の 心理的变化の一考察

小村 渡岐麿

(体育学部体育学科 教授)

石田 義久

(体育学部体育学科 助教授)

A Study on Psychological Change of Before Competition & After in Throwing Athletes

by

Tokimaro OMURA and Yoshihisa ISIDA (Tokai Univ.)

1. Purpose: The purpose of this study is to understand the psychological changes of before competition and after in throwing athletes. It will contribute to the improvement of athletes' competitions.
2. Procedure:
 - 1) Subjects tested:
 - (1) A group (High skill level) : 10
 - (2) B group (Low skill level) : 16Total : 26
 - 2) Testing terms and place :
 - (1) Before the competitions : May 5. 1989 at Shonan campus of Tokai Univ.
 - (2) After the competition : June 6. 1989 at Shonan campus of Tokai Univ.
 - 3) Items of testing:
 - (1) Yatabe-Guilford Personality Inventory
 - (2) Uchida-Kraeperin Psychodiagnostic Test
 - (3) Sports Competition Anxiety Test
3. Result:
 - 1) Y-G Test: Changes in category of type are 6 athletes.
 - 2) U-K Test: Average work amounts before competition are more than those of after competition.
 - 3) SCAT: Average points before competition are more than those of after competition.
4. Conclusion: We cannot get a satisfactory result from this study, but there are lots of rooms for next investigations and examinations.
This study will have to be continued.

I. 目的

競技スポーツで最高のパフォーマンスを発揮するためには、環境条件の整備はもとより、競技者

自身の身体的状態と精神的状態がベストであり、それらの相乗効果によってもたらされるものと考えられる。

従来、競技者の身体的状態の把握はトレーニングの質量やトライヤル等によって比較的容易であ

った。精神的状態のなかでも競技に対する不安についての研究は小山等¹⁾ (1980)、武田等²⁾ (1981)、財満等³⁾ (1984)、徳永等⁴⁾ (1986) などがあるが、本研究では個人の心身の状態がパフォーマンスに反映しやすい陸上競技の投擲選手を対象として、競技前と競技後にY-G性格検査、内田クレペリン精神検査、スポーツ競技不安テストを実施し、それらの変化を検討し、今後の競技力向上の一助としたい。

II. 方法

1. 検査対象

東海大学陸上競技部投擲ブロック

- 1) 競技成績上位グループ(インターカレッジ出場者) 10名
- 2) // 下位グループ 16名 計26名

2. 検査期日と場所

- 1) 1989年5月30日(競技前) } 全日本学生陸上
競技選手権大会
(全日本インター
カレッジ)
- 2) 1989年6月6日(競技後) }
東海大学湘南校舎7号館(体育学部)

3. 検査項目

- 1) 内田・クレペリン精神検査(以下、U-Kテストと略称する)
- 2) 矢田部・ギルフォード性格検査(以下、Y-Gテストと略称する)
- 3) スポーツ競技不安テスト(以下、SCATと略称する)

III. 検査結果と考察

表1はAグループ(インターカレッジ出場者)競技成績上位グループ10名とBグループ(競技成績下位グループ)16名の専門種目、最高記録、インターカレッジ出場別および競技前・後に実施した3テストの結果を示したものである。

1. U-Kテストの結果

1988年実施⁵⁾の際はU-Kテストによって投擲選手の性格類型化を主目的に実施したが、今回は競技前・後の作業量の変化を主として検討した。

1) 競技前の結果

5月30日に実施した結果では前半(サキ)の平均作業量はAグループ697、Bグループ781.5、後半(アト)はAグループ765、Bグループ865.7となり、いずれもBグループがやや上回り、後期増減率(R)はAグループ110.3に対し、Bグループ110.73とほぼ同じ結果であった。

2) 競技後の結果

全日本インターカレッジ後の6月6日に実施した結果では、Aグループの前半(サキ)の平均作業量776.2に対しBグループ906.2、後半(アト)のそれはAグループ832.8に対してBグループ948.2となり、競技前と同様にBグループが上回った。この現象は前回⁵⁾の結果でもみられた。後期増減率(R)はBグループの104.77に対してAグループ107.26とわずかに上回った。

図1、2、3は各グループのU-K平均曲線をあらわしたものである。入賞者グループはAグループ10名中の4名をとり出したものである。いずれも競技前よりも競技後のほうが作業量は上回り、競技前は緊張が高まり、その影響が作業量に及ぼすものと思われる。

2. Y-Gテストの結果

表2はY-Gテストの尺度得点一覧表であり、女子のN.A.選手とM.Ta.選手はD尺度20点で抑うつ性が大である。C(回帰性傾向)ではAグループの平均8.8に対してBグループ11.0であり、やや気分の変化が大きい。I尺度ではK.N.選手の17点、H.S.選手、M.Ta.選手の18点が高く、劣等感大であった。N尺度では3名が16点を越え神経質傾向がみられた。全体的には情緒安定、社会的適応、積極的傾向がみられ、これらの傾向は前回の調査(1988)⁵⁾と同様であった。

競技前と競技後の検査で顕著な変化はB'型からA'型へ、E'型からA'型へ、A'型からAB型

表1 競技前・後のテスト結果一覧表
Table 1 Three tests results table of competition before & after

グループ	番号	被検者	種目	最高記録 (単位:m)	インターカレッジ 出場別 K(関東) J(全日本)	競技前(5/30)の結果						競技後(6/6)の結果								
						U-Kテスト			SCAT の得点	Y-G テスト	U-Kテスト			SCAT の得点	Y-G テスト					
						サキ	アト	R			サキ	アト	R							
						T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M			
A	1	Y.I.	砲丸	15.20			639	42.6	637	42.4	99.53	18	D	676	45.0	714	47.8	106.20	21	D
	2	M.N.	円盤	47.86			612	40.8	657	43.8	107.30	16	B'	636	42.4	699	46.6	109.90	18	A'
	3	T.Y.	槍	76.30			671	44.7	768	51.2	114.50	19	D'	834	55.6	862	57.4	103.30	21	AD
	4	Y.O.	槍	70.34			845	56.3	953	63.5	112.80	13	D	966	64.4	1,038	69.2	107.40	16	D
	5	N.F.	砲丸	15.19			732	48.8	846	56.4	115.50	24	A''	723	48.2	838	55.8	115.90	24	A''
	6	T.M.	ハンマー	56.38			570	38.0	659	43.9	115.60	18	E'	638	42.5	696	46.4	109.10	19	A'
	7	H.O.	円盤	46.80		K J	523	34.8	704	46.9	134.80	13	D	767	51.1	805	53.6	105.00	18	D
	8	N.A.(F)	円盤	40.86		K J	1,211	80.7	1,271	84.7	104.90	23	B	1,300	86.6	1,409	93.9	108.40	25	B'
	9	K.N.	円盤	44.24		K	586	39.0	595	39.6	101.70	20	C	606	40.4	641	42.7	105.70	22	C'
	10	T.H.	槍	67.66		K⑥	581	38.7	560	37.3	96.40	25	A'	616	41.0	626	41.7	101.70	27	AB
B	11	S.O.	円盤	40.96		M→	697	46.4	765	51.0	110.3	18.90	M→	776.2	51.7	832.8	55.5	107.26	21.10	
	12	K.S.	槍	74.26		SD→	193	12.8	203	13.5	10.5	4.01	SD→	205.0	13.7	225.0	15.0	3.76	3.3	
	13	M.S.	ハンマー	49.78			904	60.2	995	66.3	110.07	12	B	1,043	69.5	1,054	70.2	101.05	11	B
	14	H.S.	ハンマー	50.70			1,004	66.9	1,063	70.8	105.88	17	D	1,111	74.0	1,100	73.3	99.01	19	D
	15	Y.T.	円盤	38.86			716	47.7	712	47.4	99.44	25	E	751	50.0	823	54.8	109.60	26	E'
	16	T.H.	ハンマー	49.44			717	47.8	742	49.4	103.48	17	D'	877	58.4	941	62.7	107.30	18	B
	17	Y.K.	円盤	39.54			784	52.6	894	59.6	114.04	15	D'	893	59.8	979	65.2	109.03	14	AC
	18	T.O.	ハンマー	50.36			651	43.4	657	43.8	100.92	15	AD	804	53.6	719	47.9	89.42	19	D'
	19	Y.Ka.	槍	62.48			976	65.0	1,120	74.6	114.76	16	AD	990	66.0	1,091	52.7	110.20	12	D'
	20	T.Mi.	円盤	44.94			889	59.2	1,075	71.6	120.93	12	D	970	64.6	1,113	74.2	114.75	15	D
	21	M.T.	ハンマー	50.58			705	47.0	783	52.2	110.06	20	AD	946	63.0	1,059	70.6	111.95	18	A''
	22	T.S.	槍	66.84			814	54.2	927	61.8	113.89	16	D'	994	66.2	1,050	70.0	105.64	12	D
	23	T.Su.	ハンマー	58.44			663	44.2	739	49.2	111.46	17	D'	759	50.6	735	49.0	96.83	21	D'
	24	I.T.(F)	槍	41.44			1,080	72.0	1,258	83.8	116.47	30	B	1,265	84.3	1,169	77.9	92.41	30	B
	25	E.N.(F)	砲	11.55			803	53.5	846	56.4	105.36	20	AB	868	57.8	999	66.6	115.10	23	AB
	26	M.Ta.(F)	槍	41.64			587	39.1	644	42.9	109.71	25	AD	668	44.5	666	44.4	99.70	25	D'
						578	38.5	645	43.0	116.60	30	B	702	46.8	744	49.6	105.98	30	B	
						M→	781.5	52.1	865.7	57.7	110.73	19.56	M→	906.2	60.43	948.2	61.9	104.77	20.00	
						SD→	148.2	9.9	183.6	12.2	6.14	5.70	SD→	151.9	10.12	156.5	10.4	7.39	6.12	

(注) 1) 最高記録は1989年10月1日現在のものを示す。

2) U-K テストのサキは前半、アトは後半を示し、T は作業量、M は平均作業量、R は後期増減率を示す。

3) (F) は女子を示す

4) K は関東インターカレッジ、J は全日本インターカレッジに出場し○印内の数字は入賞順位を示す。

表2 Y-Gテスト尺度得点一覧表

Table 2 Traits score table of Y-G test

グループ	番号	被験者	競技前 (5/30) Y-Gテスト尺度得点										競技後 (6/6) Y-Gテスト尺度得点														
			尺度	D	C	I	N	O	Co	Ag	G	R	T	A	S	D	C	I	N	O	Co	Ag	G	R	T	A	S
A	1	Y.I.		2	5	2	2	4	5	17	16	13	12	16	19	2	6	3	4	4	5	18	14	13	14	16	20
	2	M.N.		8	10	6	4	12	10	12	12	8	14	8	5	8	10	6	8	8	10	12	16	12	12	6	4
	3	T.Y.		6	10	11	9	5	7	13	7	15	16	14	15	6	9	8	9	6	6	14	6	14	15	10	11
	4	Y.O.		3	2	0	2	7	8	16	18	15	10	17	20	0	0	0	4	4	8	16	20	14	16	18	20
	5	N.F.		14	10	6	8	10	4	6	8	18	10	6	14	16	12	9	11	7	7	14	8	16	15	5	13
	6	T.M.		12	14	9	16	17	13	7	9	3	12	3	6	8	11	8	16	7	16	12	10	12	10	8	9
	7	H.O.		2	3	0	0	2	5	15	16	11	15	13	20	2	2	0	0	2	2	14	18	12	15	13	20
	8	N.A.(F)		20	13	15	14	14	10	13	11	16	2	11	15	20	15	16	12	13	8	8	9	12	2	9	14
	9	K.N.		12	3	17	12	4	5	4	6	7	17	3	8	10	7	16	11	2	7	4	7	9	19	2	6
	10	T.H.		14	18	14	17	10	9	12	0	11	6	6	10	15	19	16	18	12	10	12	2	12	9	6	7
B			M	9.3	8.8	8.0	8.4	8.5	7.6	11.5	10.3	11.7	11.4	9.7	13.2	8.7	9.1	8.2	9.3	6.5	7.9	12.4	11.0	12.4	12.9	9.3	12.4
			SD	5.76	5.11	5.90	5.90	4.65	2.76	4.18	5.20	5.31	4.41	4.94	5.38	6.29	5.15	5.91	5.27	3.58	3.51	3.77	5.48	1.91	4.44	4.15	5.75
	11	S.O.		14	12	14	12	11	3	6	13	7	6	9	14	9	11	10	5	6	3	4	15	9	8	7	13
	12	K.S.		12	18	14	14	12	4	16	13	18	12	16	16	16	16	16	16	12	6	16	14	20	12	18	18
	13	M.S.		0	2	0	3	2	5	13	18	15	13	20	20	0	2	0	3	0	5	12	19	15	13	19	20
	14	H.S.		18	19	18	15	16	16	13	7	13	7	1	6	20	20	16	19	16	13	13	4	8	7	0	5
	15	Y.T.		13	5	3	9	10	11	16	10	14	10	12	14	16	15	9	16	15	13	19	14	19	6	11	20
	16	T.H.		3	6	5	2	3	10	13	12	9	16	5	12	3	4	3	0	3	5	8	12	8	14	9	11
	17	Y.K.		2	11	4	8	7	9	16	15	19	15	11	12	1	7	6	6	4	7	13	16	19	15	12	13
	18	T.O.		2	10	4	12	8	12	14	4	14	16	9	6	0	6	0	4	4	12	16	6	16	16	4	8
	19	Y.Ka.		5	6	0	9	5	3	12	15	13	14	12	16	2	3	0	5	9	6	12	16	15	13	15	14
	20	T.Mi.		6	16	6	10	8	2	10	10	14	11	10	16	16	18	6	6	8	3	10	8	12	10	8	14
	21	M.T.		2	2	0	4	6	2	10	17	9	8	18	20	2	0	0	2	4	0	8	20	10	8	14	20
	22	T.S.		8	7	7	8	8	6	12	11	14	13	15	14	3	9	6	6	4	8	11	8	11	12	12	16
	23	T.Su.		15	16	10	13	16	8	19	15	20	6	15	20	20	18	15	19	16	10	20	14	16	4	20	20
	24	I.T.(F)		13	16	3	9	12	3	19	19	20	10	18	20	14	15	3	8	11	1	19	17	20	7	18	20
25	E.N.(F)		9	10	9	6	7	4	9	12	14	8	13	15	6	9	9	4	8	2	6	10	12	9	13	15	
26	M.Ta.(F)		20	20	18	18	18	11	16	8	18	8	12	16	20	20	20	18	16	8	16	7	18	10	18	15	
			M	8.9	11.0	7.2	9.5	9.3	6.8	13.4	12.4	14.4	10.8	12.3	14.8	9.3	10.8	7.3	8.6	8.5	6.4	12.7	12.5	14.3	10.3	12.4	15.1
			SD	6.09	5.79	5.89	4.29	4.48	4.13	3.46	3.95	3.77	3.34	4.76	4.23	7.66	6.52	6.09	6.38	5.12	3.98	4.62	4.66	4.16	3.36	5.54	4.40

(注) (F) は女子を示す

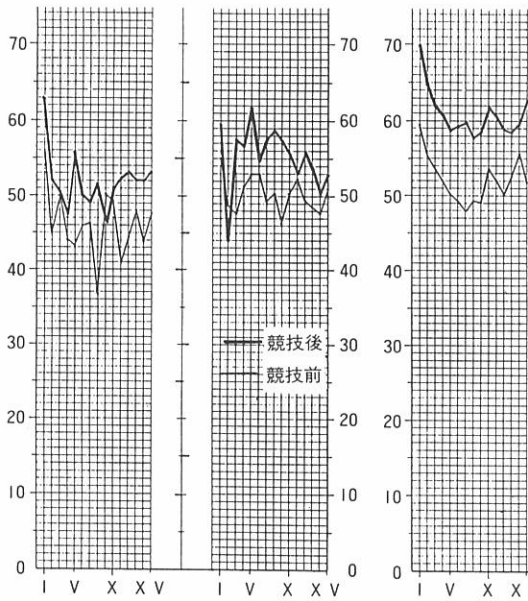


図1 AグループのU-K平均曲線
Fig.1 U-K Average curve of A group.

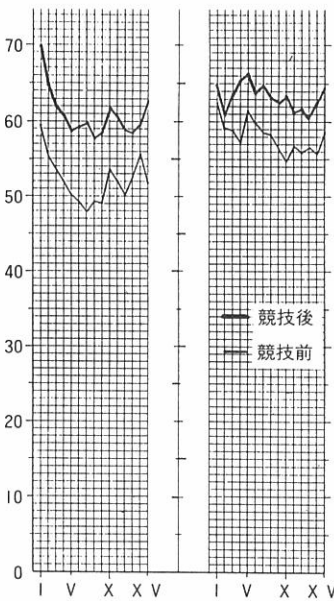


図2 BグループのU-K平均曲線
Fig.2 U-K Average curve of B group.

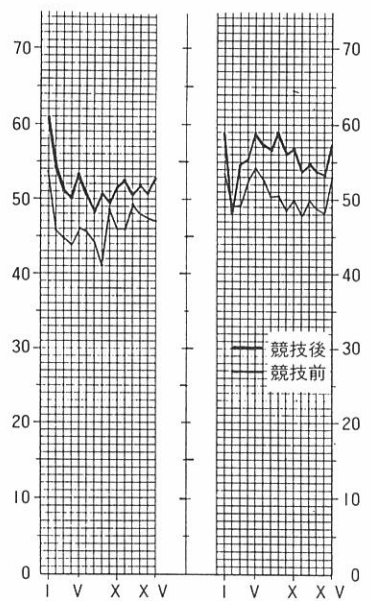


図3 入賞者グループのU-K平均曲線
Fig.3 U-K Average curve of Winning group.

へ、D'型からB'型へ、D'型からAC型へ、AD型からA'型の6名がみられた。

3. スポーツ競技不安テストの結果

競技前の結果ではAグループの平均18.90に対し、Bグループ19.56とややBグループが高いが、競技後の結果はAグループ21.10に対してBグループは20.00と低かった。A、Bグループともに競技後の平均点がAグループの2.2、Bグループの0.44と上回った。これらのことは武田等(1181)²⁾が指摘しているように競技の特性不安を測定するには競技不安テストは適しているがスポーツ場面における状況不安の測定までは及ばないように思われる。

IV. 結語

今回の検査では陸上競技という個人的種目のなかでも投擲選手を対象として、U-Kテスト、Y-Gテスト、スポーツ競技不安テストの3検査を競技前と競技後に実施し、以下のような結果を得た。

1) U-Kテストの平均作業量は競技後が高かった。

2) Y-Gテストでは類型の変化が6名あった。

3) スポーツ競技不安テストの平均得点は競技後が高かった。

今回の検査では結論は出ないが検討の余地は多分にあり、今後の検討課題としたい。

参考文献

- 1) 小山哲、猪俣公宏、武田徹：テニスプレイヤーの競技不安について、スポーツ心理学研究、第7巻第1号、日本スポーツ心理学会、1~6、1980
- 2) 武田徹、猪俣公宏、小山哲：陸上競技者の競技事態における不安について、スポーツ心理学研究、第8巻第1号、日本スポーツ心理学会、65~67、1981
- 3) 財満義輝、調枝孝治、坂手照憲：競技前・競技中の心理要因に対する選手と監督・コーチの評価、スポーツ心理学研究、第11巻第1号、日本スポーツ心理学会、58~62、1984
- 4) 徳永幹雄、金崎良三、多々納秀雄、橋本公雄、梅田靖次郎：試合前の状態不安と実力発揮度に関する研究、スポーツ心理学研究、第13巻第1号、日本スポーツ心理学会、45~47、1986
- 5) 小村渡岐鷹、石田義久：陸上競技における投擲選手の精神特徴の一考察、スポーツ心理学研究、第15巻第1号、日本スポーツ心理学会、62~65、1988

大学柔道選手の膝関節障害

戸松 泰介 竹内 秀樹 山田 成 今井 望

(東海大学医学部整形外科)

Key word: Knee joint (膝関節)

Injury (外傷)

Judo player (柔道選手)

Knee injury in university judo players

Orthopedic Surgery School of Medicine Tokai University

Taisuke TOMATSU, Hideki TAKEUCHI, Nari YAMADA and Nozomu IMAI

Knee injury is one of the most frequent troubles for the judo players and severely influences on the judo activity.

Both knees of 103 Tokai University judo players were examined. 12 knees were diagnosed to have meniscal lesions. 33 knees had knee instability due to ligamentous insufficiency such as 12 medial, 4 lateral, 16 anterior and 1 posterior instability.

28 knees of 23 judo players were operated at Tokai University Hospital from 1975 to 1985. 18 knees had meniscectomy and 10 knees primary repair or reconstruction of ligament. At the follow up 8 out of 14 players who received meniscectomy and 4 out of 9 player who received ligament repair returned to full judo activity as a competitive player. Generally heavy weight players who had knee injury were more difficult to return to previous level of activity than the light weight players.

I はじめに

日本の国技である柔道が東京オリンピック以来、諸外国にも普及し、今や国際的なスポーツの一つに数えられているが、この柔道に関する医学的研究の報告は極く僅かを数えるに過ぎない。柔道は格闘技であり、その性質上、身体のいたる所に損傷・障害を起しやすい。柔道選手は一般的に体

重の重い選手が多く、下肢にかかる負担も大きく、技をかけにいったつぶされたり、かけられた足を捻られたり等、膝関節の事故は足関節とともに極めて多い。10代後半から20代前半にかけては最も意欲があり、力をつけ、また技術的にも磨きのかかる時期であり、この時期での損傷や障害は重要な意味を持つ。したがって、この時期での損傷・障害の性質を調査し、外傷・障害の予防や治療の方向付けを行うことは重大な意義を持つこととな

る。現在、我々は東海大学体育学部と、スポーツ医学研究の一環として柔道部員の1年時および卒業時にアンケート調査、直接検診およびX線検査を行っている¹⁾。今回はこのアンケート調査と、不幸にも膝関節を損傷し、当大学病院に入院、手術を受けた大学柔道部員から、柔道における膝関節損傷の特性について述べる²⁾。

II 対象および方法

- 1) 東海大学柔道部1年生81名に対し、膝関節に関するアンケート調査を行った。さらに、103名206膝に対し直接検診、およびX線撮影を行った。
- 2) 東海大学柔道部員で膝関節の手術を行った23名に対し、受傷状況および治療、復帰状態を調査した。

III 結果

本学柔道部員の柔道歴は7年から12年で、小学校高学年から中学時代に開始した者が多く、得意技はかつぎ技が81名中32名(39.5%)、はね技が48名(59.3%)で、組手は右44名(54.3%)、左33名(40.7%)であり、効き手以上に左組手が多く、野球の右利き左打ちに類似している。膝靭帯損傷の既往ありと回答した者は81名中50名(61.7%)であり、右膝の損傷が左膝に比しやや多く、内側は外側の約5倍多かった。得意技でかつぎ技と回答した32名中18膝に、また、はね技と回答した48名中31膝に膝靭帯損傷の既往あり、はね技はかつぎ技より損傷例も多く、損傷率も高い。

かつぎ技では、左膝損傷4名に対し、右膝損傷は11名と多く、また、はね技では右膝10名に対し、左膝が14名とやや多い。右組手44名中右膝損傷は14、左膝損傷は9、左組手33名中右膝損傷は7、左膝損傷は7であり、右組手は右膝に多く、左組手の損傷は左右同数であった。膝受傷状況は練習中54例で66.7%を占め、試合やその他のトレーニング中よりはるかに多い。また、技をかけにいき

表1 大学柔道部員206膝中の異常所見

	右 膝	左 膝	計
半月板障害			
内 側	4	3	12
外 側	4	1	
外反動揺性	8	4	12
内反動揺性	0	4	4
前方引き出し	7	9	16
後方引き出し	1	0	1
計	24	21	45

受傷したものが32例で、技をかけられた際の受傷9例に比しはるかに多い。第3者が倒れてきて受傷する、いわゆる投げ足による損傷が2例あった。

次に大学柔道選手103名206膝についての直接検診の結果では、30名、45膝に異常所見を見いだした(表1)。なお、半月板障害と判定したものは、膝関節痛、locking, giving way等の自覚症状があり、他覚的にもtibial rotation testでclickを認めたものである。靭帯損傷による関節不安定性を認めたものは33例であった。前方引き出し症状陽性のものが16膝と多い。外反動揺性を認めたもの12例、内反動揺性4例であった。直接検診した103名206膝についてさらにX線検査を行った結果、103名中69名(67%)に顆間隆起の尖鋭化、脛骨、膝蓋骨の骨棘、脛骨粗面の不整などの骨性変化を認めた。その他、分裂膝蓋骨2例、膝蓋骨離断性骨軟骨炎1例を認めた。

次に直接検診による異常所見とX線検査による骨性変化を対比させると、外反動揺性のある者で顆間隆起の尖鋭化を認めるものが12例中7例と多いが、他の異常所見例では骨性変化は必ずしも多いとはいえない。

次に膝損傷、障害のため、手術を行った症例の原因、予後および柔道競技に与えた影響について検討した。東海大学柔道部員で昭和50年から60年までで膝関節の手術を行った術後2年以上経過した23名である。半月板損傷は14名18膝であり、右側13例、左側5例である。外側半月板損傷は円板状の5例を含め13例と、内側5例に比し多い。靭

帯損傷は9名10膝であり、右側2例、左側8例で、内訳は前十字靭帯損傷(ACL)1例、内側側副靭帯損傷(MCL)5例、外側側副靭帯損傷(LCL)1例、ACL+MCL2例、後十字靭帯損傷(PCL)+MCL1例である(表2)。手術症例の身体的特徴をみると、身長は163cmより185cmまで、平均176.7cmで、ほぼ均等に分布しているが、体重は63kgから136kgまでで平均92.1kgであり、重量級に手術症例が多い(表3)。今回の手術と直接関連のある膝の初回受傷状況は、半月板損傷では技をかけにいった際の受傷と技をかけられた際の受傷がそれぞれ7例ずつ、靭帯損傷では、それぞれ3例と4例である。靭帯損傷に他人がぶつかって受傷する、いわゆる技足が3例ある(表4)。初回受傷より手術に至るまでの期間は、半月板損傷で最長7年の症例が2例あり、他にも1年以上経過しているもの

が6例あった。また、100回以上もlockingを起こした症例もある。一方、靭帯損傷では大学1年時の損傷が多く、陳旧例は少ない(表5a、b)。手術は半月板損傷では、totalまたはsubtotal、靭帯損傷ではprimary repair、陳旧例では再建術を行っている。後療法は半月板損傷では早期より四頭

表2 手術症例

半月板損傷	14名	靭帯損傷	9名
右膝	13	右膝	2
左膝	5	左膝	8
LM	13	ACL	1
(円板状:5)		MCL	5
MM	5	LCL	1
		ACL + MCL	2
		PCL + MCL	1

表3 体重別手術件数

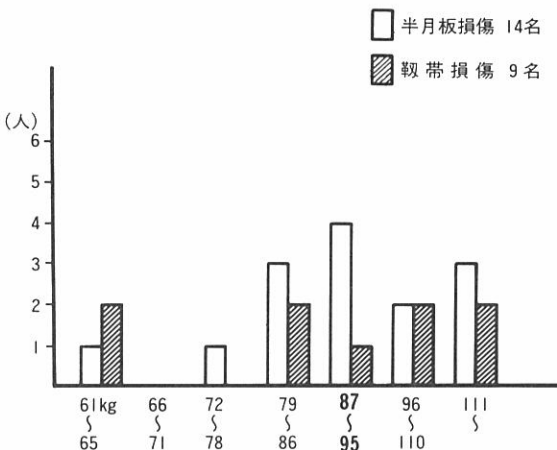


表4 初回受傷状況

半月板損傷		靭帯損傷	
技をかけにいった	7	技をかけにいった	3
技をかけられて	7	技をかけられて	4
寝技	1	投足	3
不詳	3		

表5-a 半月板損傷

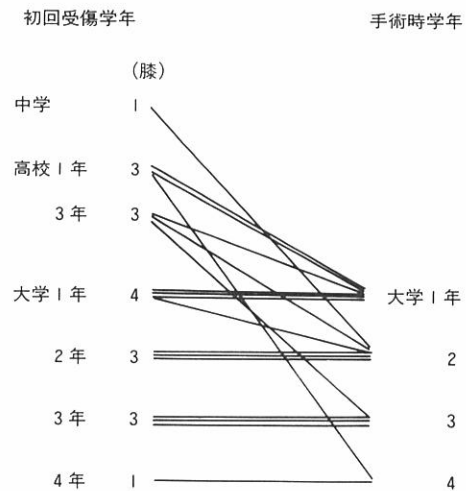
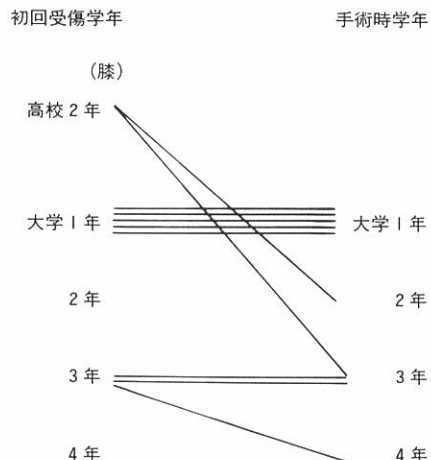


表5-b 靭帯損傷



筋訓練を開始し、3カ月で、簡単な練習を再開させている。靭帯損傷では6カ月を目安としている。半月板手術後、試合まで復帰できたものは14名中8名であり、手術後、以前より、成績がはるかに上がった者もいる。一方、通常の練習には参加できるが試合まで復帰できなかった者は14名中6名で1名に日常生活動作（ADL）上現在も支障を生じている。柔道の試合まで復帰できた症例は外側半月板損傷10膝であり、円板状半月板の5例はすべて復帰している。内側半月板損傷は1例のみであった。受傷より手術までの経過は2週間以内が5例であり、1年以上経過しているものは3例であった。このようにしてみると、柔道に完全復帰できた症例は損傷発生より、手術に至るまでの経過の短いもので外側半月板手術例のものが多い。一方、試合まで復帰できなかった症例では内側半月板損傷4膝、外側半月板損傷3膝と内側損傷例が多く、また、受傷より手術までの期間で1年以上の症例が7膝中4膝と多い(表6 a、b)。靭帯損傷手術後の経過で試合まで復帰できたものは9名中4名で、うち3名は以前より強くなったと答えている。試合まで復帰できなかったものは9名

表6 a) 半月板手術後、柔道復帰できた症例

8名
平均体重 95.6kg
LM 10膝 (円板状：5膝)
MM 1膝
手術まで 2週以内 5例
3月以内 2
1年以内 1
1年以上 3

表6 b) 半月板手術後、柔道復帰できなかった症例

6名
平均体重 92.2kg
LM 3膝
MM 4膝
手術まで 2週以内 1例
3月以内 0
1年以内 2
1年以上 4

表7 a) 靭帯損傷術後柔道復帰できた症例

4名
平均体重 80.8kg
lt. LCL
lt. MCL + PCL
lt. MCL
lt. MCL + ACL

表7 b) 靭帯損傷術後柔道復帰できなかった症例

5名
平均体重 95.4kg
lt. MCL + ACL
lt. MCL
rt. MCL
lt. ACL
rt. MCL

中5名だが、体育の教師をしているものが2名いる。日常生活上、支障のあるものは3名である。柔道の試合まで復帰できた4名はLCL, MCL+PCL, MCL, MCL+ACL 損傷であり、平均体重は80.8kgで、いずれも、1年で試合に復帰している。ただし得意技はすべて投げ技から寝技や引き込み足などに変化している。試合まで復帰できなかった者は5名でMCL 損傷3名、ACL, MCL+ACL 損傷で平均体重は95.4kgと重い(表7 a、b)。

IV 考察

今回のアンケート調査では練習時の膝損傷発生が多く、このことから適切な練習指導の必要性を痛感した。柔道は格闘技で、倒す、倒されるから勝負が始まり、外傷は両者のバランスが崩れた際に発生し、柔道競技特有の受傷状況がみられる。柔道の立ち技は、はね技とかつぎ技に大別される。はね技とは内股、大外刈りなど攻撃足が宙に浮いて行う技であり、かつぎ技とは背負い投げ、体落としなど攻撃足が地について行う技である。

今回の調査では、技をかけた際の損傷が多く、靭帯損傷の手術例では足の運びが悪く、膝伸展 lock 状態での受傷であり、半月板損傷では軸足に荷重と捻れが加わり損傷する場合が多い。

膝手術例のうち半月板損傷手術例は外側13例、内側5例と外側に多く、円板状半月板損傷例を含め、外側例は柔道復帰できた症例が多い。日常生活に支障ありとした1例は内側半月板損傷で、ACLのゆるみを合併していたものであり、靭帯損傷の有無に常に留意すべきである。靭帯損傷に関しては、今回の手術例をみるとMCL損傷例が多い。しかしながら東海大学柔道部員206膝の直接検診結果では、内反動揺性は4膝にみられるだけで、一方、前方引き出し症状陽性者は16例にみられた。このことは野口ら³⁾も述べているように、柔道競技では十字靭帯損傷例でも他のスポーツと異なり、比較的障害が少ないためであろう。したがって、軽い損傷程度でかたづけられ受診していないものにも十字靭帯損傷例は多いと思われる。大学柔道選手81名につきアンケート調査を行い、膝靭帯損傷の既往のあるものを体重別にみると、71kg以下の体重のものでは26名中14名(53.8%)、72kgから95kgまでのものでは38名中23名(60.5%)、96kg以上のものは17名中13名(76.5%)であった。したがって体重の重い者は損傷を受けやすく、手術に至る場合が多い。さらに術後の回復も重量選手はやや劣っている。これは重量選手の場合、軽量選手のように巧みに技の変更を完成させることも難しく、重い荷重を支えるため、術後の筋力の回復が軽量者に倍して要求され、練習相手の少なさから十分な筋力がつかぬうちに練習にかり出される機会が多いからであろう。適切な復帰計画のアドバイスが必要であろう。

V 結語

大学柔道選手86人に対するアンケート調査と、103名206膝の直接検診および膝手術患者23名に対するの予後調査を行い、次のごとき結論を得た。

- 1) 受傷機転では技をかけにいった時の膝外傷が多い。
- 2) 膝靭帯損傷では伸展後で、半月板損傷では軸足に荷重と捻れが生じた時に生ずることが多い。
- 3) 直接検診では30名45膝に半月板症状を認め、

靭帯損傷による関節不安定性を認めたものは33膝で、前方引き出し16膝、外反動揺12膝、内反動揺4膝であった。X線上の変化は関節症様変化を67%に認め、分裂膝蓋骨2例、膝蓋骨離断性骨軟骨炎1例を認めた。

- 4) 手術例は23例で半月板摘出(全または部分切除)14名18膝、靭帯損傷は9名10膝であり、半月板損傷では外側例、受傷より早期に手術を行ったものほど、復帰率がよい。靭帯手術例では、体重が重いものに復帰できなかった例が多かった。

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関節障害について、臨床スポーツ医学、Vol.3 別冊、117、1986
- 2) 竹内秀樹ほか：大学柔道選手の膝関節手術例について、整形外科スポーツ医学会誌、Vol.7、41、1988
- 3) 野口昌彦ほか：柔道選手の膝関節外傷・障害の実態について、整形外科スポーツ医学会誌、Vol.5、67、1986

大学運動クラブにおける 腰部障害の調査結果について

有馬 亨

(医学部整形外科 助教授)

安部 総一郎 山路 修身

Results of Questionnaire about Lumbar Disorder to Athletic clubs in University

Touru ARIMA

Abstract

We had inquired of the members of 19 athletic clubs in Tokai university about the lumbar disorder.

We got the reply of 830 members, that was 725 men and 105 women.

635 of 830 members had past the low back pain, that was 76.5 per cent and a high rate.

277 members had the low back pain at present, that was 33.4 per cent.

In the movements that was appeared the low back pain, every athletic clubs was seen the peculiarity.

For preventing from the lumbar disorder, the relation of reliance among the doctor, the club members, and coach was very important.

And we think the doctor must positively participate in the place where the club members play sports.

東海大学体育会に所属する19の運動クラブ部員に対して、腰部障害についてのアンケート調査を行った。

回答を得たのは830名で、男性725名、女性105名であった。

腰痛の既往のあったものは、635名76.5%と高率であった。

現在腰痛のあるものは277名33.4%であった。

運動クラブ別に腰痛発生動作で特徴が見られた。

腰部障害の予防には、医師、クラブ部員、指導

者の信頼関係が大切で、そのためには医師が現場へ積極的に参加することが必要と考える。

はじめに

日常、激しいスポーツ活動を行っている運動選手にとっては腰痛はありふれた愁訴となっている。腰痛を感じながらも競技を続けている者も多く、また腰痛発現によりスポーツ能力の低下をきたし、選手生命にも影響を及ぼす重症な場合もある。

今回、我々は東海大学体育会に所属する運動クラブ部員を対象に腰部障害を中心にしたアンケート調査を行い、大学運動クラブの腰部障害の傾向を知ることができたので報告する。

I 対象

東海大学体育会に所属する19の運動クラブ部員に対して主に腰部障害を中心にしたアンケート調査を行った。回答を得たのは830名で、うち男性725名、女性105名であった。平均年齢は19.4歳で、平均身長は男性172.2cm女性164.7cm、体重の平均は男性68.0kg、女性56.5kgであった(表1)。

表1 クラブ別性別の人数と身長、体重

クラブ名	男	女	計	身長		体重	
				男	女	男	女
ハンドボール	19	0	19	164.7		63.2	
バスケットボール	40	0	40	172.3		64.7	
ボーリング	14	0	14	171.4		61.7	
陸上(跳躍)	36	6	42	173.6	164.3	63.8	56.0
レスリング	15	0	15	170.6		71.1	
アメリカンフットボール	80	0	80	174.3		74.1	
ラグビー	70	0	70	173.7		75.0	
剣道	74	26	100	169.2	162.0	66.4	56.7
ゴルフ	19	8	27	172.5	165.4	63.2	55.1
アイスホッケー	31	0	31	170.5		64.1	
バレーボール	52	36	88	182.1	166.7	72.5	60.2
サッカー	75	0	75	173.1		67.0	
柔道	76	0	76	174.0		85.2	
空手	15	0	15	171.7		65.8	
軟式テニス	14	1	15	168.2	166.0	59.0	53.0
硬式テニス	16	10	26	174.2	161.3	64.8	52.6
体操	21	10	31	166.0	156.7	59.9	45.2
陸上(投てき)	24	5	29	177.6	170.0	84.8	65.0
陸上(短距離)	34	3	37	173.1	170.0	65.8	65.0
	725	105	830	172.2	164.7	68.0	56.5

II 調査結果

1. 腰痛既往

対象者830名のうち、これまで何らかの腰痛を経験したものは635名76.5%で、諸家²⁾³⁾の報告と近似していた。各クラブ別の発生頻度では、体操90.3%を筆頭に陸上の投てき、硬式テニス、ラグビー、

表2 腰痛既往の有無

クラブ名	有	無	計	%
1. 体操	28	3	31	90.3
2. 陸上(投てき)	26	3	29	89.7
3. 硬式テニス	22	4	26	84.6
4. ラグビー	59	11	70	84.3
5. バレーボール	73	15	88	83.0
6. サッカー	62	13	75	82.7
7. 軟式テニス	12	3	15	80.0
8. 空手	12	3	15	80.0
9. 陸上(跳躍)	33	9	42	78.6
10. 陸上(短距離)	29	8	37	78.4
11. アメリカンフットボール	61	19	80	76.3
12. レスリング	11	4	15	73.3
13. 剣道	73	27	100	73.0
14. 柔道	55	21	76	72.4
15. バスケットボール	27	13	40	67.5
16. ゴルフ	17	10	27	63.0
17. アイスホッケー	18	13	31	58.1
18. ハンドボール	11	8	19	57.9
19. ボーリング	6	8	14	42.9
	635	195	830	76.5

表3 調査時腰痛の頻度

	例	%
1. (2) 陸上(投てき)	19	65.5
2. (3) 硬式テニス	13	50.0
3. (1) 体操	15	48.4
4. (5) バレーボール	41	46.6
5. (9) 陸上(跳躍)	16	38.1
6. (15) バスケットボール	15	37.1
7. (18) ハンドボール	7	36.8
8. (6) サッカー	26	34.7
9. (4) ラグビー	24	34.3
10. (11) アメリカンフットボール	27	33.8
11. (12) 柔道	25	32.9
12. (8) 空手	4	26.7
13. (14) 剣道	25	25.0
14. (17) アイスホッケー	7	22.6
15. (13) レスリング	3	20.0
16. (16) ゴルフ	4	14.8
17. (10) 陸上(短距離)	5	13.5
18. (7) 軟式テニス	1	6.7
19. (19) ボーリング	0	0
	277	33.4

()内は腰痛既往の順位

バレーボール、サッカーなどが多かった（表2）。

2. 現在の腰痛

調査時に腰痛のあったものは277名全体の33.4%で、陸上の投てき、硬式テニス、体操の順に頻度が多く、過去に腰痛の経験があったものが多いクラブが上位を占めた（表3）。

3. 腰痛発生動作

どのような動作で腰痛が起こるかという問いに対しては、捻りを筆頭に前・後屈時、ジャンプ時、体当たり時、走行時に多かった。種目別にどの動作で腰痛が出現することが一番多いかを調べると陸上の投てき、サッカー、軟式テニス、柔道、ゴルフなどでは捻りの動作で最も腰痛が出現し、ラグビー、アメリカンフットボール、アイスホッケー、剣道では体当たり動作、バレーボール、陸上の跳躍、バスケットボールはジャンプ時、体操、レスリング、硬式テニスなどでは前・後屈時と各クラブ特有の動作が腰部に過負荷を与えており、それぞれ特徴が見られた（表4）。

表4 クラブ別腰痛発生動作(第1位のみ)

捻り	体当たり	ジャンプ	前・後屈	疾走中
陸上(投てき)	ラグビー	バレーボール	体操	陸上(短距離)
サッカー	アメリカンフットボール	陸上(跳躍)	硬式テニス	ハンドボール
軟式テニス	アイスホッケー	バスケットボール	レスリング	
柔道	剣道			
ゴルフ				
ボーリング				
空手				

4. 受傷機転

受傷機転の不明な者は31.2%と多く、原因の明らかな者の中では捻りが12.9%と多く、体当たり9.6%、持ち上げ動作6.9%、ジャンプ6.1%などが主であるが、いずれも10.0%程度と少なかった。種目別には、捻りはサッカーのキック時、柔道の技をかけた時、体当たりはラグビー、アメリカンフットボールでのタックル時、ジャンプはバスケ

表5 受傷機転

捻り	82例	12.9%
体当たり	61	9.6
持ち上げ	44	6.9
ジャンプ	39	6.1
前・後屈	35	5.5
疾走中	22	3.5
転倒	20	3.2
その他	134	21.1
不明	198	31.2
計	635	

ットボール、バレーボールの着地時などに多かった。持ち上げ動作での受傷はいくつかの競技に見られ、ウェイトトレーニングによるものであり、その行い方について正しい指導が望まれる（表5）。

5. 腰痛と下肢痛(シビレ)

また、今回の調査で腰痛の既往のあるもののうち下肢症状のあるものは、37.0%を占めた。クラブ別に腰痛と下肢症状のあるものを比較すると、陸上の投てき、剣道、バレーボール、柔道に多く、ゴルフ、アイスホッケー、サッカー、軟式テニスに少ない結果が得られた。いわゆるコンタクトス

表6 クラブ別腰痛の種類

クラブ名	腰痛と下肢痛(シビレ)	腰痛のみ	計
1. 陸上(投てき)	14(53.8%)	12	26
2. 剣道	38(52.1)	35	73
3. バレーボール	37(50.7)	36	73
4. 柔道	27(49.1)	28	55
5. ハンドボール	5(45.5)	6	11
6. 空手	5(41.7)	7	12
7. 陸上(短距離)	11(37.9)	18	29
8. レスリング	4(36.4)	7	11
9. 体操	10(35.7)	18	28
10. バスケットボール	9(33.3)	18	27
11. ボーリング	2(33.3)	4	6
12. 硬式テニス	7(31.8)	15	22
13. 陸上(跳躍)	10(30.3)	23	33
14. ラグビー	17(28.8)	42	59
15. アメリカンフットボール	16(26.2)	45	61
16. 軟式テニス	3(25.0)	10	13
17. サッカー	15(24.2)	47	62
18. アイスホッケー	3(16.7)	15	18
19. ゴルフ	2(11.8)	15	17
	235(37.0)	400	635

スポーツであるアイスホッケー、アメリカンフットボール、ラグビーなどは下肢症状より腰痛のみのもが多く、腰部打撲や捻挫など外傷に起因する腰痛の頻度の方が高いと想像された（表6）。

6. 腰痛の程度

腰痛のため練習を休んだもの183名28.8%、日常生活にも支障を来したものの97名15.3%に見られた。日常生活に支障のあったもののうち、約2/3が下肢痛または下肢のシビレを伴っていた。今回の調査では直接検診やレントゲン検査を行っていないので、下肢症状のあるものイコール椎間板ヘルニアと考えるのは短絡的かもしれないが、腰痛と下肢痛（シビレ）を持つ原因疾患のトップは椎間板ヘルニアであることからその可能性が予想される（図1）。

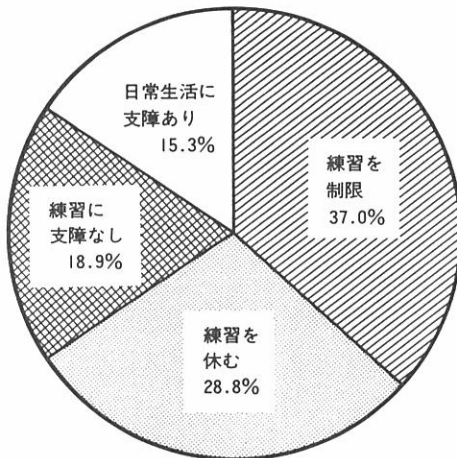


図1

7. 学年別腰痛発生頻度

現在腰痛を有する部員279名を学年別で調べると1年27.6%、2年34.8%、3年24.7%、4年12.9%となった。2年の頻度が高いのは練習量が急に増えるためとレギュラー目指してかなり無理をするためと思われる。

8. 腰痛の発現時期

現在のスポーツで腰痛を覚えた時期は高校が一番多く次に中学であったが、柔道、軟式テニスのように小学校から始めているスポーツでは中学での腰痛発現が多かった（表7）。

表7 腰痛発現時期

クラブ名	小学校	中学校	高校	大学	不明
ハンドボール	0	3	5	1	2
バスケットボール	3	8	8	2	6
ボーリング	0	1	2	3	0
陸上（跳躍）	1	9	18	3	2
（投てき）	0	6	16	4	0
（短距離）	1	8	8	4	8
レスリング	0	3	5	2	1
アメリカンフットボール	1	8	29	10	13
ラグビー	2	10	32	3	12
剣道	4	21	36	3	9
ゴルフ	0	3	10	2	2
アイスホッケー	1	5	8	1	3
バレーボール	1	21	29	10	12
サッカー	6	17	21	9	9
柔道	3	23	14	7	8
空手	0	3	6	0	3
軟式テニス	0	6	5	0	1
硬式テニス	1	3	7	3	8
体操	2	7	12	1	6
計	26	165	271	68	105

9. 腰痛対策

腰痛対策としては、ストレッチ、マッサージ37.7%、腹筋などの強化21.1%が過半数を占めた。他にコルセットの着用、腰を温めるなどが多かった。

10. 腰痛発生時受診場所

初回の腰痛の治療場所では、ハリ・灸、接骨院など民間療法が多く、整形外科を受診したものは19.5%であった。

表8 指導者からの注意

1. 無理をしないこと	124	48.1%
2. ストレッチ体操	33	12.8
3. 腹筋等の強化	51	19.8
4. 医師への受診	30	11.6
5. その他	20	7.7
計	258	

11. 指導者からの注意

腰痛に対して指導者から受けた注意やアドバイスでは、無理をしないことが48.1%と約半数を占め、ついで腹筋などの筋力強化、ストレッチ体操であった(表8)。

III 考察

大学体育会のクラブ部員はその競技に勝つため、またチームプレーのクラブではまずレギュラーになるために日夜激しい練習を行っている。少しぐらいの腰痛なら治療せずに練習を行うことが多い。この中には、初期治療を怠ると、慢性腰痛に移行する疾病も多い。スポーツ選手の腰部障害のうち約50%以上がいわゆる腰痛症で、腰部椎間板ヘルニアは約14.0%、脊椎分離症は約8.0%、打撲、捻挫約8%という報告⁴⁾がある。

これら疾病の診断には整形外科の診察が必要であり、特に腰部椎間板ヘルニアや脊椎分離症は今後のスポーツ生命にも関わってくる問題である。

1. 一般的スポーツ選手の腰痛の治療法

1) 急性期

腰痛が急性に発症した時期であり、スポーツ活動のみならず日常生活も障害され歩行困難な場合もある。急性期にはなによりも安静が大切である。臥床、スポーツ活動の中止が必要である。消炎鎮痛剤、筋弛緩剤などの薬物療法が適用され、神経根症状を伴う場合は、硬膜外ブロックなどを施行して疼痛の軽減をはかる必要もある。

2) 亜急性期

急性期を過ぎ、歩行が可能となり、運動時痛が残存している時期であり、温熱療法などの理学的療法を施行する。この時期には固定装具の装着も考慮されるが、長期の使用はかえって筋萎縮をきたすので注意を要する。運動痛の軽減を待ち、軽い自動運動を開始し、筋肉のストレッチを行う。

3) 慢性期

腰痛は慢性的となり、日常生活はほぼ支障なく

可能となるが、スポーツ活動では再発の危険性がある。この時期にスポーツ活動復帰のために最も重要なことは腰部を中心とした筋力増強、特に腹筋のトレーニングである。腹筋は姿勢の保持改善に大切であり、またスポーツ活動時の腹圧の維持に大変重要である。

腹筋増強の訓練に際し重要なことは、必ず膝および股関節を屈曲位とすることである。股関節伸展位では腸腰筋が働き、腰椎の前弯が増強される結果となり、腰痛を増悪させる例もしばしばであるので注意を要する。

2. 腰部椎間板ヘルニア

椎間板の髄核が神経根を圧迫するために腰痛および下肢痛(シビレ)を出現する疾患である。初め腰痛のみであったのが次第に下肢痛(シビレ)を伴うようになる。急性期の安静と薬物療法、その後の腰部筋肉のストレッチング、骨盤牽引などで大部分は軽快するが、慢性化した場合にはスポーツは不可能となり、手術の適応もある。我々はスポーツ選手の腰部椎間板ヘルニアで保存的治療に効果のないものに手術を施行し¹⁾、復帰率71.0%と良好な結果を得ている。

3. 脊椎分離症

椎弓部の疲労骨折と考えられている。中学生頃に発生することが多いが、大学生にも見られる。発生初期の局所の安静(軟性コルセット)を3~6カ月間の着用にて分離の癒合が期待できるが、初期治療を怠ると分離部は癒合せず、慢性腰痛に移行する。また、大学生では、中学生時代の分離が癒合せず椎間の不安定性が出現してきて、ひいては椎間板症や椎間関節症となりスポーツが不可能となることがある。腰部周囲の筋力アップによって、ある程度までは症状を軽減させることはできる。しかし、保存的治療で軽快しない場合は脊椎前方固定術を施行することもある。ただし、手術後スポーツ復帰まで1年近くかかるので、将来も本格的にスポーツを続ける選手に適応があると考える。

今回の調査では、練習内容まで把握できなかったために各クラブの練習に問題があって腰痛発生頻度に差が出たのか、そのスポーツ自体の動作が腰に著明な負荷を与えるものなのか、不明である。

腰を捻る動作には各自注意をする必要があり、腰痛から下肢痛（シビレ）も出現してくるようになったら一度、整形外科を受診して頂きたい。

前述したアンケート結果からもわかるようにクラブ部員は、なかなか医師の診察を受けてくれない。腰痛が慢性化する前に診察ができたらと思うのであるが、これは我々医師側にもその責任の一端があるものと反省させられる。腰部障害の予防には医師、部員、指導者の信頼関係が重要で、そのためにも医師が積極的に各クラブの練習または試合に出向き、常日頃より指導者、部員とのコンタクトをとることが肝要と考える。

IV 結語

1. 東海大学19の運動クラブ830名に腰部障害についてアンケート調査を行った。
2. 腰痛の既往のあるものは635名76.5%と高率であった。
3. 運動クラブ別に腰痛発生動作で特徴が見られた。
4. 医師、クラブ部員、指導者の信頼関係の確立のため、医師が現場へ積極的に参加することが必要と思われる。

文献

- 1) 安部総一郎ほか：腰部スポーツ障害における手術的治療の検討、整形外科スポーツ、医学会誌9、1990. 投稿中
- 2) 飯島康司ほか：スポーツ選手における腰痛について—日本体育大学運動部員アンケート調査による、整形外科スポーツ医学会誌5、141—143 1986.
- 3) 瀬良啓祐：実業団選手の腰部障害の現状と対策、整形外科スポーツ医学会誌5、151—155、1986.
- 4) 高沢晴夫ほか：スポーツ選手の腰部障害について—スポーツ外傷の統計をもとに、災害医外、18：12、1975.

体性神経—骨格筋接合部に関する研究

岡 哲雄 扇谷 信幸

(医学部薬理学教室)

緒 言

神経系は、中枢神経と末梢神経に大別できる。また、末梢神経は、知覚神経と運動神経に分けられる。さらに、運動神経は、自律神経と体性神経に分類できる。体性神経は骨格筋を支配している。したがって、自分の意志で手足の骨格筋を動かそうと思った時には、中枢神経—体性神経—骨格筋系が重要な役割を演じる。今回は、体性神経—骨格筋接合部の実験を行ったので報告する。

実験方法

体重350g前後の雄性 Wistar ラットの横隔膜を、可及的長い横隔膜神経を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(横隔膜神経—横隔膜標本)。また、長い神経線維が付いていない、隣接した横隔膜を用い、ほぼ同じ大きさの横隔膜筋片を作った(横隔膜標本)。これらの標本を、37°Cの4ml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。横隔膜標本では、Krebs液の上部と下部に置いた白金線を介して、標本に電場刺激を与えた。

一方、横隔膜神経—横隔膜標本では、神経を絹糸で白金線に結び、神経を直接電氣的に刺激した。なお、両標本とも持続時間1msecの矩形波刺激を、頻度0.1Hzで与えた。そして、刺激に応じて生じる筋片の収縮の大きさを、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0.5gの張力を与えた。また、薬は、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. 刺激の大きさと筋収縮の大きさの関係：摘出ラット横隔膜標本に、2.1、3.4、3.6、5.0、7.2、9.2、および14Vなどの電場刺激を与えた時に生じる筋収縮の大きさを、記録計に描記させた(図1A)。刺激の大きさが2.1V以下の場合には、筋収縮は認められなかった。3.4Vでは、大きさが一定しない小さな収縮が認められた。また、3.6Vでは、収縮の大きさは3.4Vの場合に比べ、著しく大きくなったが、大きさは一定でなかった。3.6Vの場合に比べ、5.0Vでは、収縮はわずかに大きくなったのみであるが、大きさが一定になった。なお、7.2V以上の場合には、5Vの場合に比べて、有意な変化は認められなかった。そこで、摘出ラット横隔膜標本のその後の実験はすべて、7.2Vで行った。

次に、摘出ラット横隔膜神経—横隔膜標本に、

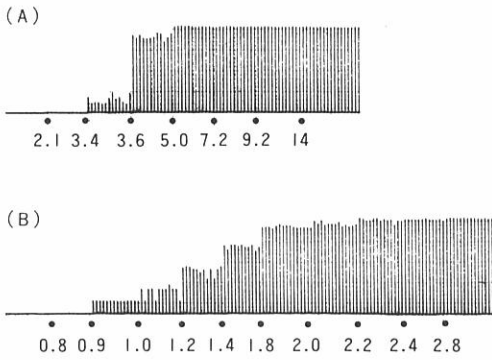


図1 刺激の大きささと筋収縮の大きさの関係 (A)摘出ラット横隔膜標本に、2.1~14Vの電場刺激を与えた時の筋収縮の大きさ。(B)摘出ラット横隔膜神経—横隔膜標本の神経に、0.8~2.8Vの刺激を直接与えた時の筋収縮の大きさ。

種々の大きさの刺激を与え、生じる筋収縮の大きさを記録計に描記させた(図1B)。0.8V以下の場合には、筋収縮は認められなかったが、0.9Vで小さな収縮が認められた。1.0~2.2Vの間では、刺激を大きくすると、収縮の大きさも大きくなったが、一定の電圧で生じる収縮の大きさは一定でなかった。2.2Vの場合に比べ、2.4および2.8Vなどでは、筋収縮の大きさに有意な変化は認められなかったが、一定の電圧で生じる収縮の大きさは一定になった。そこで、摘出ラット横隔膜神経—横隔膜標本のその後の実験はすべて、2.8Vで行った。

2. 刺激に応じて生じる筋収縮の大きさに対するアセチルコリン(ACh)の影響：横隔膜標本および横隔膜神経—横隔膜標本に 10^{-6} M、 10^{-5} M、および 10^{-4} MのAChを与えたが、収縮の大きさに有意な変化は認められなかった(図2AおよびB)。しかし、 10^{-3} MのAChで、前者にわずかに収縮の抑制が認められ、後者では、収縮の抑制とともに、収縮の大きさが不規則になった。また、 10^{-2} MのAChでは、横隔膜標本の基線の上昇と、わずかな収縮の抑制が認められた。一方、神経—横隔膜標本では、 10^{-2} MのAChで、基線の上昇と、著しい収縮の抑制が認められ、ACh投与3分目には、刺激に応じた収縮は認められなくなった。

3. 刺激に応じて生じる筋収縮の大きさに対する

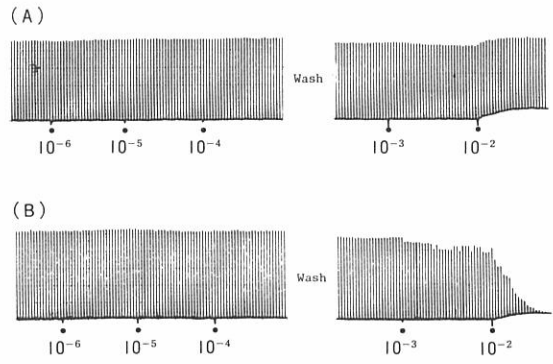


図2 刺激に応じて生じる筋収縮の大きさに対する、 10^{-6} ~ 10^{-2} Mのアセチルコリンの影響 (A)摘出ラット横隔膜標本。(B)摘出ラット横隔膜神経—横隔膜標本。

る、ネオスチグミンの影響、および、ネオスチグミン存在下でのAChの影響：横隔膜標本では、 10^{-7} 、 2×10^{-7} 、および 5×10^{-7} Mなどのネオスチグミンにより、筋収縮の大きさに有意な変化は認められなかった。しかし、ネオスチグミン存在下での 10^{-6} および 10^{-5} MのAChにより、わずかな収縮抑制が認められた。なお、 10^{-4} および 10^{-3} MのAChでは、収縮の大きさに有意な変化は認められなかったが、 10^{-2} MのAChにより、収縮は有意に大きくなった(図3A)。

一方、神経—横隔膜標本では、ネオスチグミンの 10^{-7} Mでは、収縮の大きさに有意な変化は認められなかったが、 2×10^{-7} Mで収縮は有意に大きくなった。しかし、 5×10^{-7} Mでは、 2×10^{-7} Mに比べ、収縮は小さくなった。また、ネオスチグミン存在下での 10^{-6} MのAChでは、収縮の大きさに有意な変化は認められなかったが、 10^{-5} MのAChで収縮の大きさは有意に減少し、 10^{-4} MのAChでは、投与5分目に、刺激に応じた収縮は認められなくなった(図3B)。

4. 刺激に応じて生じる筋収縮の大きさに対する、ネオスチグミンの影響、およびネオスチグミン存在下でのパンクロニウムの影響：横隔膜標本では、 10^{-6} Mのネオスチグミンにより、筋収縮は有意に大きくなったが、 2×10^{-6} M、 10^{-5} Mとネオスチグミンを増量しても、 10^{-6} Mのネオスチグミン

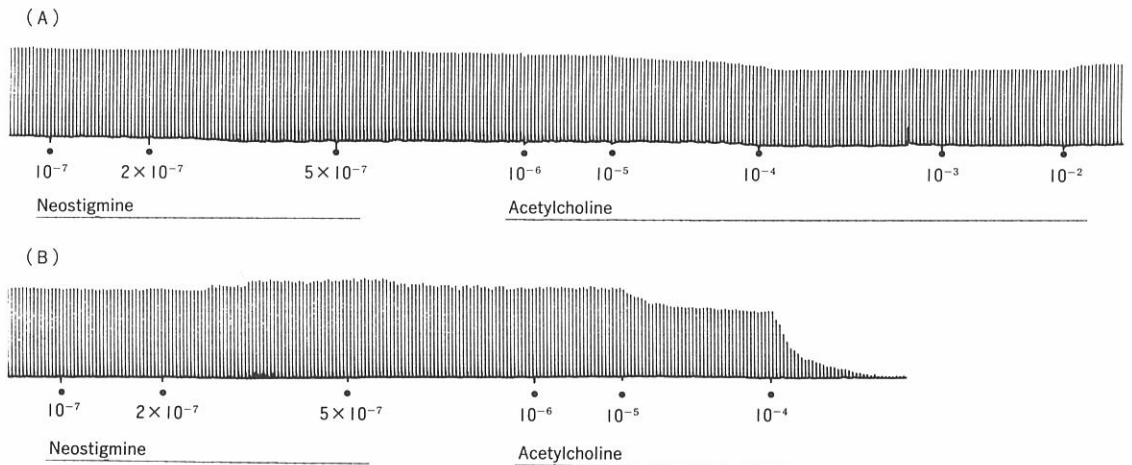


図3 刺激に応じて生じる筋収縮の大きさに対する、 $10^{-7} \sim 5 \times 10^{-7} \text{M}$ のネオスチグミンの影響、ならびに、ネオスチグミン存在下での $10^{-6} \sim 10^{-2} \text{M}$ のアセチルコリンの影響 (A) 摘出ラット横隔膜標本。(B) 摘出ラット横隔膜神経—横隔膜標本。

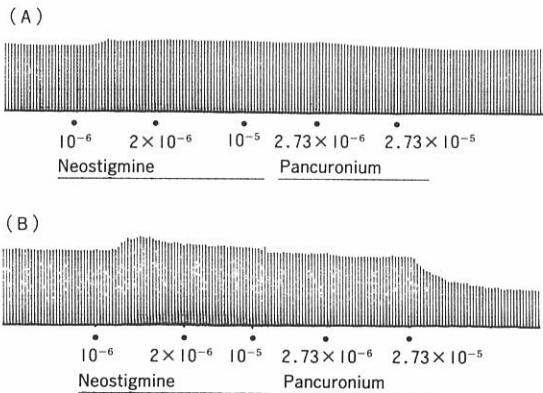


図4 刺激に応じて生じる筋収縮の大きさに対する、 $10^{-6} \sim 10^{-5} \text{M}$ のネオスチグミンの影響、ならびに、ネオスチグミン存在下での $2.73 \times 10^{-6} \sim 2.73 \times 10^{-5} \text{M}$ のパンクロニウムの影響 (A) 摘出ラット横隔膜標本。(B) 摘出ラット横隔膜神経—横隔膜標本。

による筋収縮の大きさより大きくはならなかった。また、ネオスチグミン存在下で、 $2.73 \times 10^{-6} \text{M}$ のパンクロニウムを与えると、収縮はわずかではあるが有意に抑制された。しかし、 $2.73 \times 10^{-5} \text{M}$ とパンクロニウムを10倍に増量しても、 $2.73 \times 10^{-6} \text{M}$ による抑制以上に、抑制の程度は大きくならなかった (図4 A)。

一方、神経—横隔膜標本に 10^{-6}M のネオスチグミンを与えると、筋収縮の増大が認められたが、 $2 \times 10^{-6} \text{M}$ 、 10^{-5}M とネオスチグミンを増量して

も、それにともなった収縮増大は認められず、むしろ収縮はわずかに小さくなった。ネオスチグミン存在下で、パンクロニウムを与えると、 $2.73 \times 10^{-6} \text{M}$ で収縮はわずかに抑制され、 $2.73 \times 10^{-5} \text{M}$ で収縮の大きさは約半に減少した (図4 B)

5. 刺激に応じて生じる筋収縮の大きさに対する、 10^{-6}M のアドレナリンの影響、ならびに、アドレナリンの収縮増強作用に対する $10^{-7} \sim 10^{-5} \text{M}$ のメトプロロールの影響：横隔膜標本、および神経—横隔膜標本ともに、 10^{-6}M のアドレナリンにより、刺激に応じた筋収縮は有意に増大した (図5 AおよびB)。また、アドレナリンによる筋収縮増大作用は、メトプロロールの 10^{-7}M では拮抗されなかったが、 10^{-6}M でわずかな拮抗作用が認められ、 10^{-5}M でほぼ完全な拮抗作用が認められた (図5 AおよびB)。

6. 刺激に応じて生じる筋収縮の大きさに対する、アンフェタミンおよびノルアドレナリンなどの影響：横隔膜標本、および神経—横隔膜標本などに、 10^{-6} 、 10^{-5} および 10^{-4}M などのアンフェタミンを与えたが、収縮の大きさに有意な変化は認められなかった。しかし、 10^{-5}M のノルアドレナリンにより、収縮は有意に増大した (図6 AおよびB)。

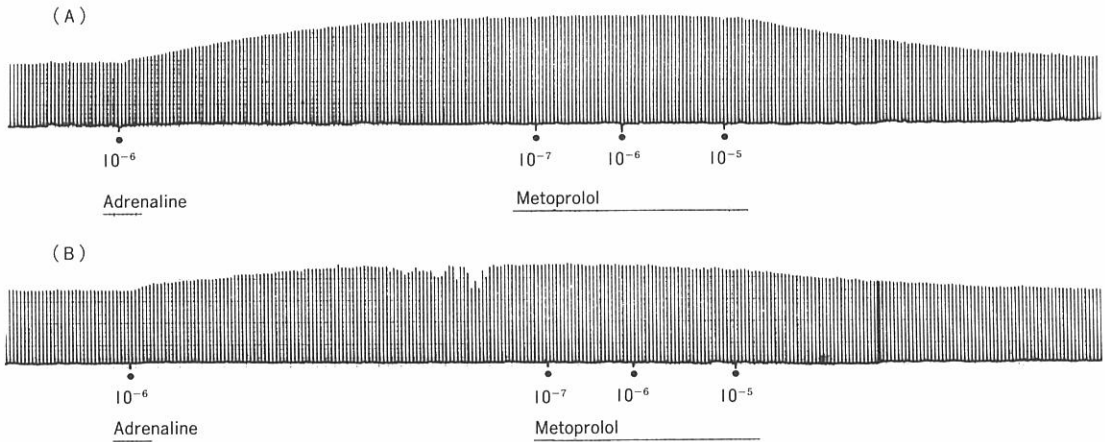


図5 刺激に応じて生じる筋収縮の大きさに対する、 10^{-6} Mのアドレナリンの影響、ならびに、アドレナリンの収縮増強作用に対する 10^{-7} ~ 10^{-5} Mのメトプロロールの影響 (A)摘出ラット横隔膜標本。(B)摘出ラット横隔膜神経—横隔膜標本。

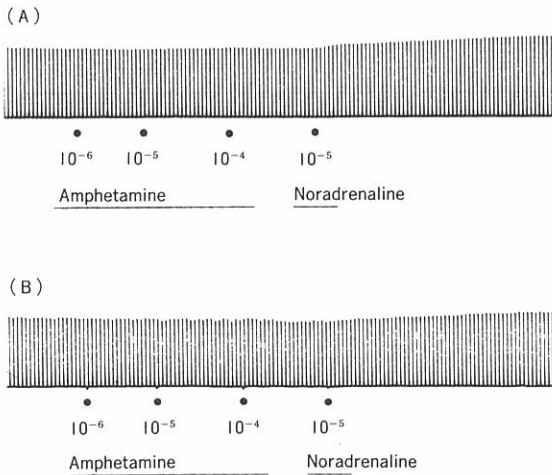


図6 刺激に応じて生じる筋収縮の大きさに対する、 10^{-6} ~ 10^{-4} Mのアムフェタミン、ならびに、 10^{-5} Mのノルアドレナリンなどの影響 (A)摘出ラット横隔膜標本。(B)摘出ラット横隔膜神経—横隔膜標本。

考 察

体性神経—骨格筋接合部における神経伝達物質はAChである。すなわち、体性神経の末端で合成され、シナプス小胞に貯蔵されたAChは、活動電位がシナプス末端に到達すると、シナプス間隙に放出される。活動電位の神経末端への到達から、

ACh放出に到る過程については、すべて解明されているわけではないが、電位依存性 Na^+ チャンネルおよび電位依存性 Ca^{2+} チャンネルなどが、重要な役割を演じていると考えられている。また、体性神経の末端には、AChおよびアドレナリンなどの受容体が存在し、それらの受容体にアゴニストが結合すると、放出されるACh量が変化することが示唆されている。

一方、体性神経と約 500\AA の間隙で存在するシナプス後膜（骨格筋側）には、ニコチン性アセチルコリン受容体（N ACh R）およびアセチルコリンエステラーゼ（ACh E）などが存在することが知られている。すなわち、シナプス間隙に放出されたAChは、受動拡散でシナプス後膜側に到達し、N ACh Rと結合し骨格筋が収縮する。また、シナプス間隙のAChは、ACh Eでコリンと酢酸に加水分解される。加水分解産物は、N ACh Rに対して親和性がないので、AChのN ACh Rに対する作用は、加水分解により終了する。N ACh Rは、それ自体 Na^+ チャンネルで、AChが結合することにより Na^+ チャンネルが開き、脱分極が生じる。脱分極により筋小胞体から Ca^{2+} が放出され、骨格筋が収縮すると考えられている。

今回用いた標本のうち、横隔膜標本には、体性神経末端部と骨格筋とが含まれていて、両者が興

奮する強さの電場刺激を加えて実験を行った。一方、横隔膜神経—横隔膜標本では、神経を直接刺激することにより、電気刺激としては、横隔膜筋を興奮させることなく、神経のみを興奮させて実験を行った。

AChEを阻害していない標本、およびネオスチグミンでAChEを阻害した標本などにAChを与えると、電気刺激で直接筋収縮が生じている横隔膜標本では、変化は小さかったが、神経を刺激している神経—横隔膜標本では、比較的大量のAChにより、筋収縮の大きさに著しい変化が認められた。同様に、N AChRの競合的拮抗薬であるパンクロニウムの実験結果でも、横隔膜標本では変化は小さかったが、神経—横隔膜標本では、筋収縮の大きさに著しい変化が認められた。

これらの実験結果は、体性神経の末端からAChが極度に多量に放出されても骨格筋の収縮は抑制されるし、N AChRに結合できるAChの量が少なくなっても骨格筋の収縮は抑制されることを示している。

一方、アドレナリンでは、両方の標本で筋収縮が大きくなったことから、アドレナリンによる筋収縮増大の作用点は、主として骨格筋側であることが示唆された。また、アドレナリンによる筋収縮増大作用は、アドレナリンの β_2 受容体の拮抗薬であるメトプロロールにより完全に拮抗されたことから、 β_2 受容体の関与が示唆された。しかし、完全拮抗には、比較的大量のメトプロロールを要したことから、アドレナリンの他の受容体の関与

も否定できない。この点に関しては、アドレナリンの他の受容体の特異的拮抗薬を用いた実験を追加するまで、はっきりした結論を出すことはできない。なお、アドレナリンの β_2 受容体に対する親和性より、 β_1 および α 受容体などに対する親和性が高いことが知られているノルアドレナリンでも、筋収縮の増大が認められたことから、 β_2 受容体以外のアドレナリン受容体の関与がある可能性もある。

中枢神経系に著しい作用を持つとともに、末梢の α および β 受容体に作用することが知られているアンフェタミンでも、アドレナリンと同様な効果が見られると考え、実験に用いたが、両標本とも効果は認められなかった。ここで用いたアンフェタミンの量は、中枢神経を興奮させる量、あるいは、それ以上の量であるから、アンフェタミンの通常の投与量では、神経—筋接合部に著しい直接作用はないことが示された。

今回実験に用いた、横隔膜神経—横隔膜標本は、体性神経—骨格筋接合部を研究する場合に最も広く用いられている摘出標本である。今回は、基礎的な現象をみるため0.1Hzという低頻度刺激で実験を行ったが、通常の随意運動が行われる時は、5~50Hz程度の刺激頻度に相当するという報告もあるので、今回の実験結果が、スポーツを行っている人の状態にどの程度関連するか明らかでない。この点を明らかにするためには、刺激の頻度を変えた実験を行うことが必要と思われる。

競技スポーツにおける ゲーム分析法の研究 バレーボール

齋藤 勝

(体育学部体育学科 教授)

I はじめに

1895年、アメリカ・マサチューセッツ州ホリヤー市のYMCA 体育主事、ウィリアム・G・モルガン (William. G. Morgan) 氏によって、テニスをヒントに考案されたバレーボールは、当初、ミノネット (Minonette) と呼ばれ、年齢や男女を問わず誰もが手軽に楽しめるスポーツとして16人制でスタートした。

その後、競技の発展とともに競技方法やルールの改正等をくり返しなが、1921年には現在の6人制ルールの原型が整った。ただし、日本では1951年に国際バレーボール連盟へ加盟するまで、9人制のバレーボールが定着していた。現在でも日本の国内では、家庭婦人や一般企業のクラブチームでは9人制を取り組む人がかなり多く、大会も持たれてはいるが、国際バレーボール連盟への加盟とともに日本バレーボール協会の体制も6人制へ移行していった。

バレーボールは、1964年の東京オリンピック大会では開催国の選択種目の一つであったが、同オリンピックのMain Event ともいべき女子の日本対ソ連の感動的な決勝戦は、多くの人々の心に深い感銘をあたえ、強烈な印象となって残った。そのことの評価をも含め、この東京大会を契機に

バレーボールは正式なオリンピック種目として取り入れられることになった。

そして、このことはバレーボール競技を発展させ、チャンピオン・スポーツとしての道を急速に登ることとなった。

アメリカで誕生し、ソ連を中心に広く東欧圏で根を下ろし普及していったバレーボールは、その後、日本、中国、キューバ、アメリカへとその枝葉は広がり、オリンピックを始めとして世界選手権大会、ワールドカップ等のBig Event にはそれぞれの国が、チャンピオンを経験するに至って、かつては、社会主義国を代表するスポーツの一つのように思われていたバレーボールのイメージも大きく変わってきた。

現在、国際バレーボール連盟に加盟している国は180カ国といわれ、その競技者人口も当然、各国によって異なりはあるが、世界のスポーツ人口のなかでもサッカー、バスケットボール等に続くものである。

競技人口の増加はこの競技誕生の趣旨である、誰でも手軽に取り組めるスポーツとしての発展もあるが、むしろ競技スポーツ、チャンピオンスポーツとしての色彩が濃くなってきた。そして、それにともない体位、体力の向上、新しい技術、戦術の開発などあらゆる角度からの研究が進められてきている。

II 研究目的

スポーツ競技における情報処理は、その競技の高度化が進めば進むほど、ますます結果の善し悪しや勝敗の勝ち負けにも大きな役割を占めてくる。

現在、バレーボール競技における情報処理の方法は、大別すると視聴覚機器による分析処理法、記録記入による分析処理法、そして直接、場面を目で見て分析する観察理解法の三つに分けられる。

視聴覚機器によるものには、ビデオコーダー、15mm（8mm）映写機、テープレコーダーや特別にプログラミングしたコンピューターで試合経過をそのままインプットする方法がある。

記録記入によるものには競技進行上に必要な公式記録をはじめとして、各チーム、各選手の得点失点、得権、失権等試合における技術結果の記録をまとめた特別記録、試合経過を記録していくスコアノート、さらには分析を必要とするチームのフォーメーション（レシーブ、アタック、ブロック等）、スパイク、サーブのコース等、紙面のコートや分類用紙にその特徴を記入していくスカウティング記録法がある。

そして観察理解法は監督やコーチが試合前、試合中に短時間で相手チームの特徴を把握して作戦を指示したり、各選手に相手チームの選手の特徴（技術的な長所、短所等）を観察させ、ゲームに生かしていく方法である。

これらの記録方法はそれぞれに特徴を持ち、競技進行上はもとより、各チーム、各選手の技術、戦術の強化の上でも貴重な記録資料として生かされていることは当然のことである。

過去、日本の男子バレーボールチームとの歩みのなかで多くの国際試合を経験し、また、観戦しながら自分自身でスコアノートによる記録方法を続けてきた。特に試合終了後にその記録が生かせるようにできるだけ記録も細かく記載するようにした。例えば、スパイクならばスパイクの種類（オープン、クイックA、B、C、時間差攻撃等）、打つ位置、移動場所、ボールのコースなど、様々な

記号、符号、数字を使って記入していった。約数十冊に及ぶスコアノートによる記録はそれなりに成果を上げることはできた。

しかし、その後、高校生や大学生のチームを現場で指導しながら、もっと合理的で明確に試合の経過や結果を分析できる記録法はないかと研究し続けてきたが、その結果、グラフ形式で記録をつける方法に着眼してみた。それにより、従来の記入記録法の欠点である

- ①試合中の両チームのウィークポイントや試合の進行状況の対比が判断し難い。
- ②試合後のチームやゲームの分析に時間がかかる。
- ③記録者に理解できても他の者には把握し難い。等の点についての解決を図ることができるようになった。

III 研究方法

図1に示したようなグラフ用紙型の記入用紙を利用し、線と記号と数字を使って試合経過を記録していく。

1. 記号

記号は試合中動作を表し、記入の馴れによってはさらに細かく、独自の記号を工夫することもできる。ただし、最初からあまり複雑にするとかえって乱雑になりやすい。

K…………スパイク（アタック）

F…………フェント

B…………ブロック

S…………サーブ

T…………タイムアウト（JT①…Jはチーム名、例えば日本）

P…………選手交代

M…………ミス（MのあとにNT、ネットタッチなど記号を付けてもよい）

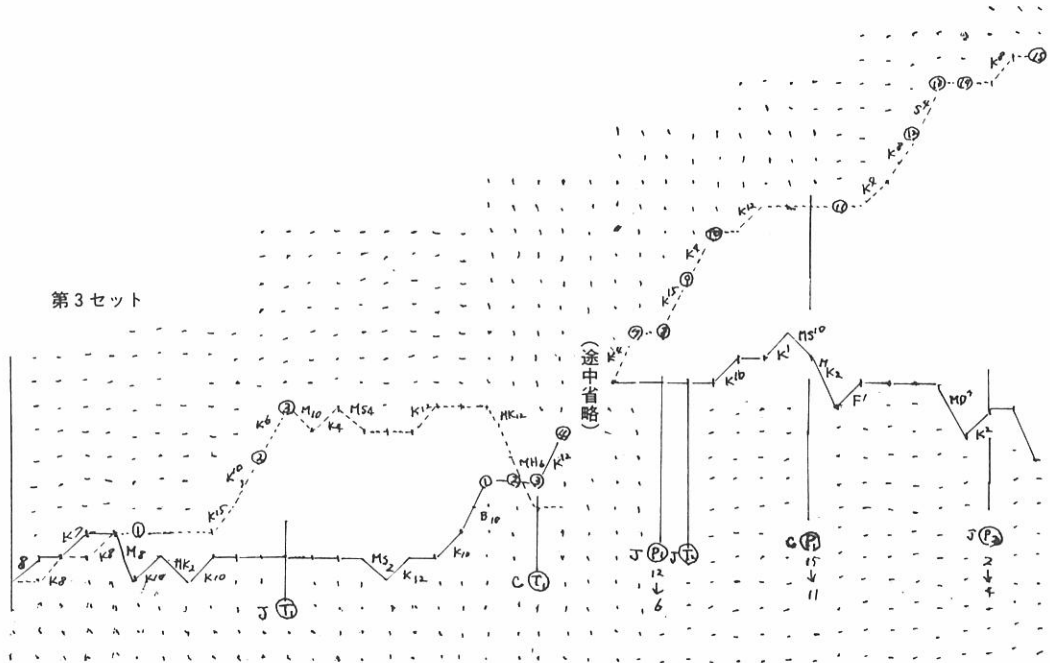
2. 数字

数字は得点、選手の背番号、タイムアウトの回

図1 バレーボールの試合経過記録例

第24回ソウルオリンピック女子3位決定戦 日本対中国 1988.9.29

日本 0 { 13-15 } 3 中国
 { 6-15 }
 { 6-15 }



JPN	8	8	7	12	10	1	2	8	7	7	7
CHN		10	8	8	12	15	15	15	4	6	10

	6	10	1	4
	8	8	8	8
	12	11	11	4
	4	4	4	4
				6

数、選手交代の回数を表す。

[例]

- K2 背番号2番のアタック
- T①(T②) タイムアウト1回(2回)
- ①~⑮ 得点を表す
- 12→6 背番号12番の選手に代わり6番が入った
- P①~P② 選手交代の回数

JPN	8	
CHN		

サーバーの背番号

3. 試合開始、終了

(各セットの開始、終了を含む) 時の記入。

大会名、回戦(2回、決勝等)、年月日、対戦チーム名、場所(コート名)、開始終了時間の記入、各セットごとの得点の記入、チーム名とスターチ

ングメンバーの記入。

メンバーの記入はバックライト、フォワードライト、フォワードセンター、フォワードレフト、バックレフト、バックセンターの順に各セットごとに書く。

4. 図1の数字および記号説明

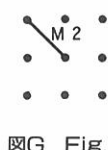
グラフは得点した場合は2目盛り上昇させ、得権(サーブ権を取る)した場合は1目盛り上げる。また逆にミスによって得点を与えた場合には失点となって2目盛り下降させ、サーブ権だけを与える場合には失権として1目盛り下げる。直接動きのない側のチームは真横に常に1目盛り移動させる。

ただし、相手のミスで得点になる場合には真横に移動させ、得点は記入する。



試合開始時、サーブ権のある側を初め1目盛り線を引き、そのサーバーの背番号を線にそって書く(図A)。

図A Fig. A



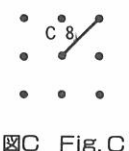
背番号2の選手にアタックのミスがあり、1目盛り下がる(他のミスも同様、図G)。

図G Fig.

JPN	8	8	
CHN			14

図B Fig. B

試合の進行にしたがって、サーブを打つ選手の背番号を下段のワクに書き込む(図B)。



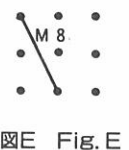
図C Fig. C

背番号8がアタックをきめて、サーブ権のみ獲得した場合(得権)となり、1目盛り上がる(図C)。



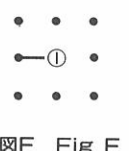
図D Fig. D

相手チームに得点、得権(サーブ権が移る)があった時や自分のチームにサーブ権が移動した場合(相手のミスにより)真横に1目盛り移動する(図D)。



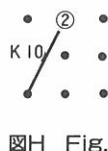
図E Fig. E

背番号8番の選手のミスにより相手チームに得点を与えた場合、2目盛り下がり、相手側に得点を記入する(図E)。



図F Fig. F

相手チームのミスによって得点を得た場合、真横に1目盛り移動して、そのときの得点を書く(図F)。



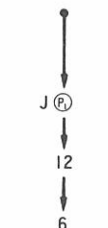
図H Fig. H

背番号10番のアタックがポイントになり、2目盛り上がり得点②となる(他のブロック、サーブ等も同様、図H)。



図I Fig. I

チームがタイムアウトを取った場合、縦に下方向に線を引き、チームの頭文字とその回数により①または①と書く(図I)。



図J Fig. J

チームが選手交代をした場合、縦に下方向に線を引き、チームの頭文字とその回数により①~①と選手のナンバー(例12→6)を書く(図J)。

以上に示した線と記号と数字を使った記入方法により、約50試合に及ぶ記録をグラフに表し、様々な角度から分析を試みた。

その一例から1988年のソウル・オリンピックの女子の決勝戦、ソ連対ペルーの各セットを縮小図の図2に示してみた。

試合結果はフルセットの激しい攻防戦となったが、大接戦でソ連が優勝を飾った。特にペルーは1、2セットを先取し、しかも第3セットは12対6とリードをしながら大逆転されるという結果になってしまった。

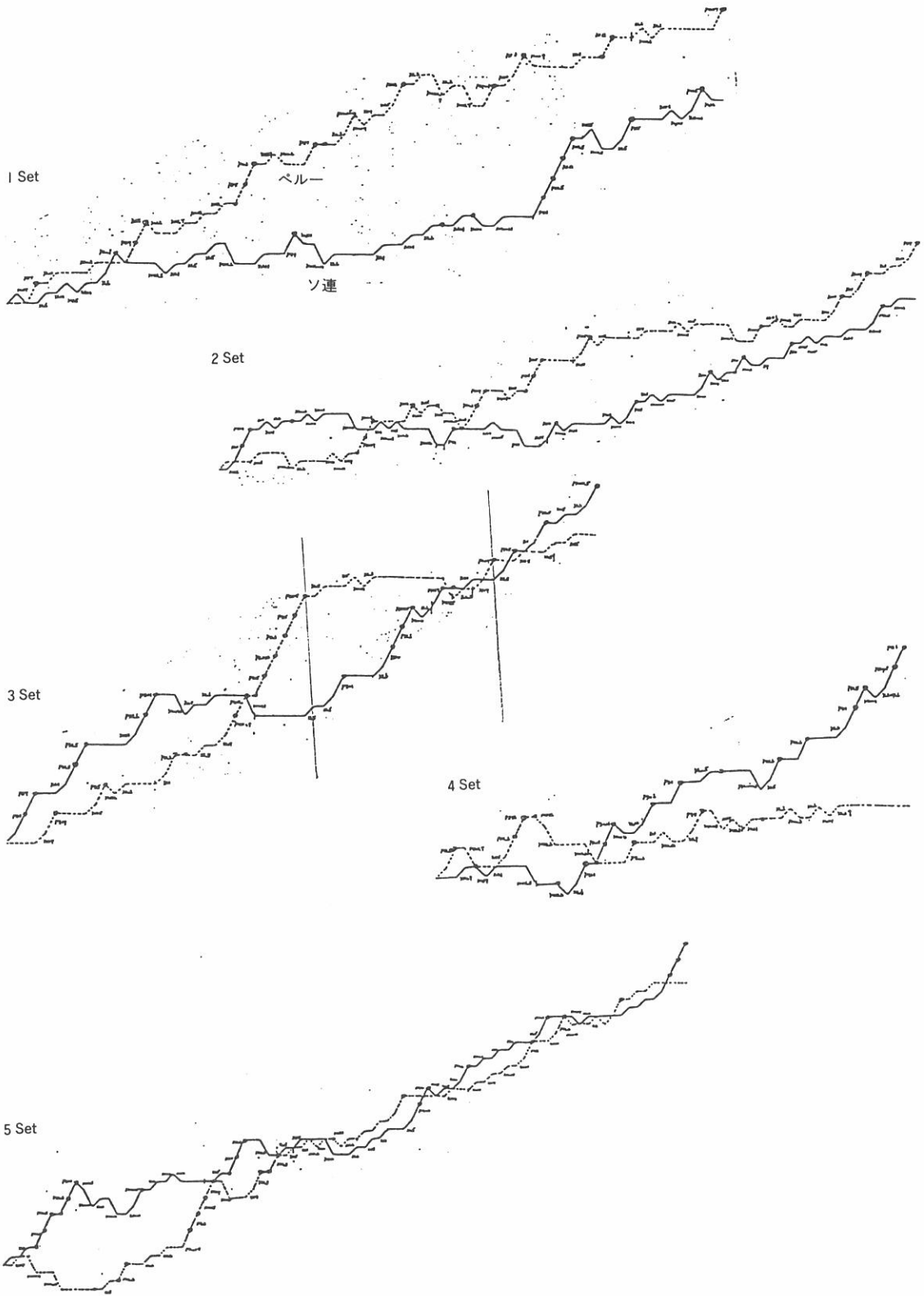


図2 第24回ソウルオリンピック女子決勝戦試合経過 Fig 2. Graph of 24th Seoul Olympic womans finalgame

縮小図ではあるが、図2にしめした各セット(実線がソ連、点線がペルー)の2本のグラフの状態からも理解できるものであるが、1セットから5セットを通し、試合を大きく決定づけたのは、第3セットのスコアグラフを2本の縦線で区切った部分と第5セット、前半リードされていたのを中盤、折角逆転に持ちこみながらせり合い負けしたところであろう。

スコアグラフの見方とその特徴については研究結果のところでも詳しく説明するが、第3セットはDE型、第5セットはB型である。ごく一般的な試合では、このようなグラフの描かれ方は希である。総合的に判断してペルーについては、技術的には十分にソ連に勝てる力を持ちながら精神的な弱さが明確にでてしまったといえる。

IV 研究結果

この研究結果によって従来の記録入法にない利点を得ることができた。それは、

- ①試合の進行状態や経過が一目でわかり、試合中、試合後の作戦、反省に利用しやすい。
- ②両チームの力の差と攻防の様相がはっきり、グラフの上に現れてくる。
- ③試合の流れを変えた原因がなんであったか、また、それが何時であったかがわかりやすい。
- ④タイムアウトや選手交代の取り方の善し悪しがグラフの上に現れてくる。
- ⑤試合終了後、選手個々の記録集計もできる。

等の点である。

また、高校男女、大学男子、全日本男子対外国チーム等の国際試合を含め約50試合の集計分析から大きく分けて、そのグラフには6つのタイプが見られることがわかった。

それらをA～Fに分け、各グラフの特徴について説明すると、

[A型]

両チームとも、出だしの3、4点までは点を取り合う場面がやや見られるが、その後、勝ったチ

ームの方は着実に点を取って一方的な上昇曲線を示し、負けた方は逆に自らもミスを重ねて、下降曲線を示していくタイプ、両チームの力の差がかなりある場合や負けチームに大きな技術的な欠点、精神的なむらがありある場合に現れる。

[B型]

非常に力が接近していて常にグラフ交差する。1セット中にヤマ場が3～4回現れる(1回目、3～4点頃。2回目、6～8点頃。3回目、10点前後。4回目、12、13点頃)。このタイプの場合、メンバーの交代、タイムアウトの取り方、小さなミスプレーなど、特に10点を越えてからの判断と結果の善し悪しが勝負に大きな影響を与える。

[C型]

勝った方のチームは出だしから一方的に流れに乗って点を取り、上昇グラフを示していくが、他方の負けチームは特に目立ったミスは出さないが、相手のリズムを掴み切れず、サイドアウトは取れても得点にすることができない。A型に似ているがA型とは異なり、両チームの戦術や選手のタイプが違う場合や一方がサーブ、ブロック、レシーブ等を連続的にきめてリズムに乗った時に現れる曲線である。このタイプの場合、両者の力には大差がなくてもこの曲線は現れるし、各セットが同じ型で現れることも少なく、セットで逆になることもある。

[D型]

7、8点頃から10点前後まではB型と同様に競り合って、グラフが交差するが、それ以後は一方が自滅するか、他方がサーブ、ブロック等でリズムを掴み急速に上昇線を描き、相手を離していく。負けた方のチームは技術的な詰めのみならず、体力的なスタミナ不足、エーススパイカーの不調、さらには若手の選手が多く精神的なもろさがでてしまう等、曲線の上にも明確に現れる。

このタイプでも試合の中盤までは2回ほど、ヤマ場がある。

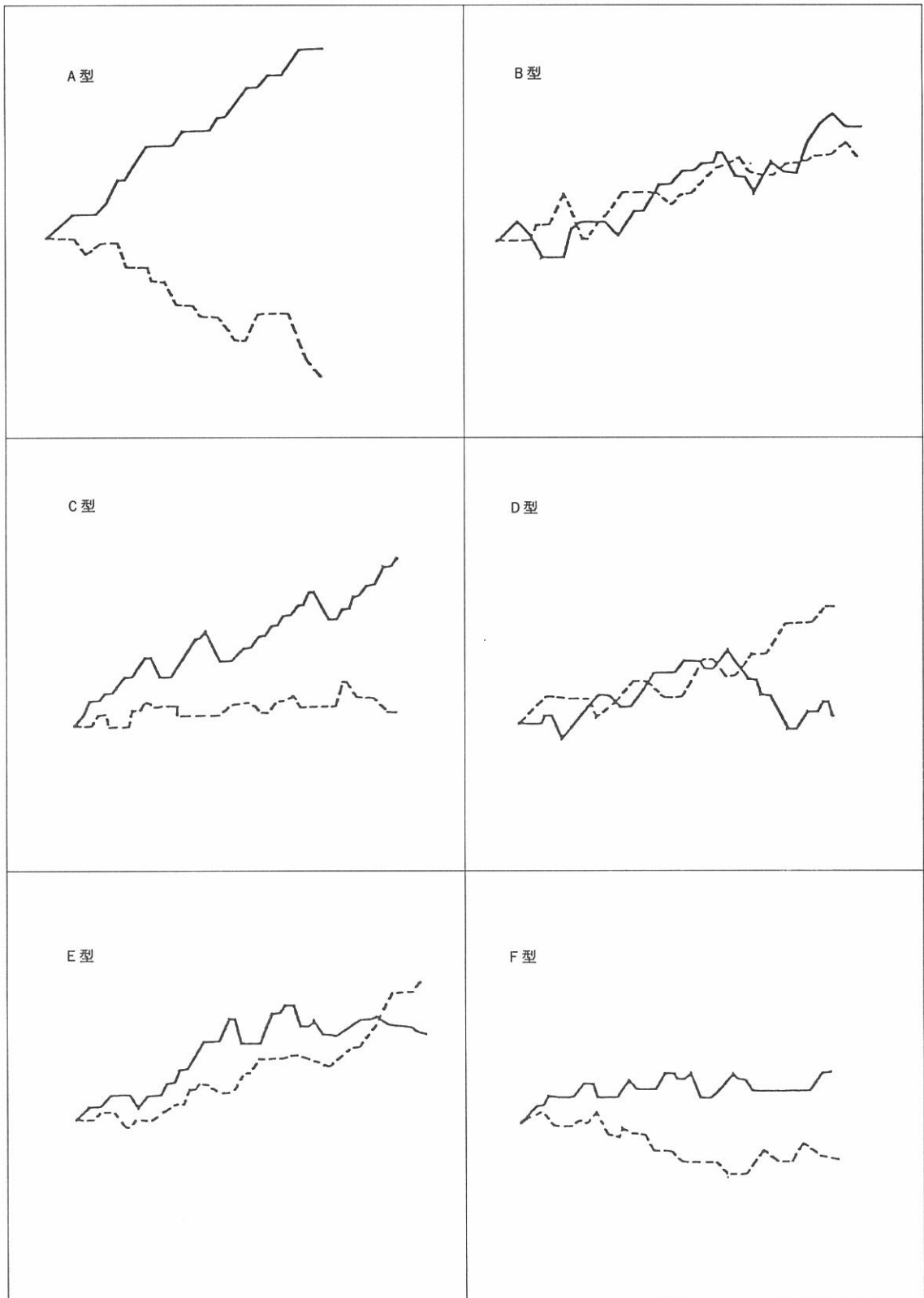


図3 試合経過よりみたタイプ Fig. 3 Types in game process

[E型]

スタートからヤマ場がほとんどないままに両チームが一定の間隔を開けながら平行に階段型に上昇曲線を描く型で、前半は調子が上がらず、サブ権は取っても点にできず、後半やっと自己のペースを掴んでゲーム運びができるようになり逆転するタイプと、力の差がありすぎて（特に、ブロックやレシーブといったディフェンスが力不足のため）得点できぬまま最後まで試合が進行してしまうタイプとがある。後者は若干、F型の要因が加わったタイプである。

[F型]

勝ったチームの方も特には目立った特徴を示さず、試合の流れにも乗り切れていないが、負けた方も最初から気負いすぎたり、相手側の名前や高さ等にのまれてしまい、自己の力をまったく出せないままに一方的にミスを重ねて、自滅してしまうタイプ、両チームの差はかなりある。

以上に分類することができる。A～F型のグラフの簡略縮小図を図2に示す。

V まとめ

1976年9月よりこのグラフによる試合分析の研究を進め、同年10月のメキシコでの国際バレーボール連盟が主催するコーチ講習会でも、試合分析の新しい考え方の一つとして紹介し、翌年、1977年のアルゼンチンでの同講習会でもこれを発表して、外国のコーチからも賛同を受け、多くのバレーボール関係者が関心を示してくれた。日本でもその後、各コーチ講習会や日本体育学会等でも発表する機会を得て、その後、名称もスコアグラフと呼び、かなりのチームがこの分析方法を採用してくれているようである。

また、卒業論文では毎年数名の学生が研究テーマとして取り上げ、グラフと合わせタイムアウトの取り方、ピンチレシーバーの起用の仕方等について、細部に関する研究を進めている者もいるが、

ここ数年は本学以外の大学生からも卒業論文に関しての問い合わせも多くなった。

今後の課題については幾つかある。

- ①記録を簡単なワープロを利用して試合ベンチで処理できるようにする。
- ②対戦前のスカウティングで相手チームが比較的多く示す曲線と自分のチームの示す曲線を対比して、比較分析する方法。
- ③テレビの試合放送の中で、セット間などで両チームのゲームの流れを画面に示し、比較説明することによって、視聴者にさらに興味を持たせるようにする。
- ④他競技への応用を考える。

といった点があげられるが、今までにない初めての試みであるために、さらに改良していかなければならない点も出てくると思われる。しかし、前記でも述べたようにバレーボールに限らず、テニス、バドミントン、野球の投手や一定の時間をきめてそのなかでの動きを記入していけば、格闘技なども表現分析することができると確信している。今後とも多分野にわたり、この研究を続けたいと思っている。

参考文献

- 1) 齋藤 勝(1985)：バレーボール・マンツーマン・コーチ 西東社・東京。
- 2) 齋藤 勝(1989)：コーチング オブ バレーボール、東海大学体育学部・バレーボール理論および実習指導書。
- 3) 齋藤 勝・他(1977)：東海大学紀要体育学部、スポーツ運動の競技記録法とその情報解析に関する基礎的研究(バレーボール)。

Essay

私のスポーツ 体験

五島雄一郎

白井 孝三

須田不二夫



私のスポーツ体験

東海大学付属病院長

五島 雄一郎

私が現在まで大病もせずに元気に過ごしていることができたのも、子供時代からのいろいろなスポーツによって体をきたえたことも一つの原因といえると考えている。

□小学校時代（慶応幼稚舎）

いろいろな運動をやったが、ことに野球、サッカー、相撲を熱心にやった記憶がある。また水泳も父親から近所の漁師について泳ぎを習うようにいわれて砂の上で練習をさせられ、江の島の遠泳にも参加したことがあった。

□中学校時代（慶応普通部）

中学に入ってから柔道部に入部するように勧誘されて父親にも柔道部なら入ってもよいだろうといわれて入部した。放課後の練習がかなりきつかったが、2年になった時には対外対校試合に出るようになり練習も一そうきつくなり、帰宅もおそくなるようになった。3年の時に医学部に進学するには勉強に専念するように担任教師から言われた。このため柔道部をやめると部長に申し入れたところ、大変怒られてしまった。

□大学時代（慶応大学医学部）

医学部予科時代は専ら野球をやることになった。1年の時クラス対抗野球試合があり、医学部のチームが初めて予科1年全体のチームに勝って優勝し、更に2年、3年の優勝チームにも勝って予科の優勝をとげた。その時私は投手で殆ど一人で投げ通した。慶応予科の優勝チームと早稲田高等学院の優勝チームとの対抗戦が多摩川球場で行われ、残念ながら敗北した。

これが契機となって医学部の野球部に入ることになり、放課後日吉から中野の方の球場まで練習にでかけ、夏は医科大学リーグにも出場した。昭和14年から15年に全国医大リーグで優勝したことがあった。

□大学助手時代（慶大内科）

昭和20年3月仮卒業して海軍に入り、8月終戦で帰局した当時は、東京はどこもかしこも焼野原。僅かに残ったグラウンドで野球の道具を集めて医局対抗野球をはじめた。24年には東京の病院対抗野球が行われ、慶応病院チームは勝ち進み、東大病院と優勝戦を後樂園本球場で行うことになった。東大は投手が有名な精神科の内村教授、捕手は東大野球部にいた精神科の木谷教授という本職の選手のバッテリー。こちらも佐々木正五現医学部長の一塁、微生物の牛場大蔵捕手、内科の三辺謙内野手といった顔ぶれで、東大を破って優勝をとげたことがあった。

その後も毎年東大第一内科（三浦、柿沼、田坂、吉利）と慶応内科との懇親運動会が行われ、野球、庭球、バレーをやり、筆者が野球部監督でライトオーバーのホームランを打ったなつかしい記憶もある。

□昭和30年以後

昭和31年から1年余アメリカ・ヒューストンのベイラー大学へ留学、帰国後からゴルフをやりだした。当時はまだそれほど盛んでなかったが、すすめられてプロについて練習もしないでいきなりコースへでてハーフ80以上もたたいた。野球打ちで、左脚を上げて打つので同僚から大分注意されたが改善されず、そのまま現在までつづいているような状態。それでも次第に良いスコアができるようになり、昭和42年に狭山でホール・イン・ワンをだした。そのあと東京の大学対抗コンペで懇親会の費用を私がつことで藤沢ゴルフ場で行ったところ、またホール・イン・ワンがでてしまい、1年に2度もホール・イン・ワンをしたというので大きすぎ。短波放送でインタビューをさせられたりした。しかしその後、大学騒動のためにゴルフもほとんどできなくなり、最近では年にコースにでるのも10回未満といった具合で、あまりやれなくなってきている。

その代わりといっっては何か特別なことを行っているように思われるが、毎日通勤時に歩くようにして運動不足におちいらないように心がけている。

Essay

私とスポーツ

理学部化学科 教授

白井 孝三

平成元年、昔流の“古稀”を迎えた私のスポーツはテニスで、これは正式なコーチを受けたものではなく、全くの我流で諸先輩の方々に伍して楽しむテニスができることを感謝しております。テニスも中年になって野球から転向したもので、野球は小学校4年生の頃学校から帰るとすぐカバンを放り出して戸山ヶ原に集合し、相手かまわず試合をして日暮れまで泥だらけで遊んだものです。現在の子供を見ていると真に今昔の感があります。

中学生になっても野球に明け暮れる毎日で、試験などは一夜漬けでまあまあの成績のようでした。また100m、200mの短距離が得意で(当時の記録100m：11秒0)、陸上部から大会があると臨時に引っ張り出されたこともありました。19歳(昭和14年4月)、縁あって東工大・資源化学研究所の杉野所員研究室の研究助手となり、当時デュポン社の発明に係わる6,6-ナイロンの合成研究に従事し、実験の合間に杉野所員(現東工大名誉教授、80歳)を先頭に研究員十数名全員が本館食堂に集合し昼食後グラウンドに出て、相手かまわず試合を申し込んで、3時頃まで野球に熱中したものです。実験はその後ですから、夜8時9時は当たり前、そのまま徹夜で実験したことも懐かしい思い出です。

このように研究と野球が両立した平和な一時も、昭和16年7月には赤紙で二等兵として召集され、“真珠湾攻撃”の報は北満・ハルビン駅で列車の中で聞き、そのまま大連直行、雪の降る中で大砲、軍用車両の船積み出航となりました。この間夏服が支給され、その寒さは筆舌にはつくせないものでした。その後、シンガポール、ビルマ、インパールなどの作戦に参加、白骨街道アラカン山脈から千数百kmのモールメンまでの徒歩退却など精神的にも肉体的にも非常に苦しい期間でしたが、この間生き延びてこれたのも野球を通じて体得した集中力と忍耐力ともう一つは“感”(第六感)によるものだと思います。ビルマ戦線で退却中、三度英軍のM4戦車に遭遇、メイクテイルでは咄嗟の判断(感)で道路を渡り敵陣側に逃れ、7日間昼は繁みに隠れ夜のみ行動して友軍陣地にたどり着いたこともありました。このような危険な場面はビルマ防衛軍が寝返ってから度々ありましたが、動物的な“感”によって難を逃れ得たことは幸運でありました。

Essay

戦後、復員、東工大杉野研究室復帰、食料物資の不足は“スポーツ”どころの話ではない状態でありましたが、野球の味が忘れられず、同好の士を集い、三大学（東大、東工大、横浜国大）電気化学科懇親野球大会も思い出の一つです。

このように野球一辺倒できた私も右足肉離れで3日間も寝込む始末で35歳の春を転機として90歳の老年に至るまでできる硬式テニスに決め、10年後のベテラン（壮年）トーナメントを目指していかにして強くなるかを自己流に考え、走る、ボールを良く見る、頭を使うの3点セットで実践、辛抱した甲斐があつてか関東選手権、毎日選手権、都市対抗戦など毎年出場、過去5回全日本選手権（壮年45、55、60歳）に出場しランキング入りも果たすことができました。

本学硬式テニス部も昭和49年頃は関東大学テニスリーグ5部に低迷していた時代で、私も監督として部員と共に練習いたしました。今考えて見ると朝6時からの早朝テニス、頭を使ってテニスをしろとか、若い人には理解に苦しむことの方が多かったのではないかと思います。昭和56年には工学部横田英嗣教授を監督に、坂本京一氏をコーチに迎えるに及んで年々上位リーグに昇格し、昭和59年には男女共に念願の1部リーグに昇格したことはテニス部長として、またテニスを一生のスポーツとして選んだことを幸福に思っております。



スポーツと私

私の精神的ストレスとの付き合い方

教養学部生活学科助教授

須田 不二夫

「智に働けば角がたつ。情に棹させば流される。意地を通せば窮屈だ。とかくに人の世は住みにくい。」と考えた「草枕」の主人公は日々の生活における種々な精神的緊張（ストレス）状態を避けて休養に出かけたが、このような余裕を持たない多くの現代人なら、さしずめゴルフや、テニスといったスポーツで汗を流すか、健康クラブにでも通い始めることにするかもしれない。精神的ストレスと身体を動かすことを基本とするスポーツとが何処でどうつながっているのか門外漢の私にはよくわからないが、こうすることにより目先が変わり、何かりフレッシュされた気分になることは事実である。

単なる肉体的疲れならば休養すればとれる。しかし、精神的ストレスは単に

Essay

休養すればとれるというものではない。むしろ、別な何かに短時間でも打ち込むことのほうが有効であると思う。特に、肉体的な運動を伴うようなものであればさらに有効である。たぶん多くの現代人にとって、スポーツすることの必要性はその辺にあるのではないだろうか。

私は現在40代前半である。これまでの40年間をスポーツというフィルターを通して見るといくつかの期間に色分けされていることが分かる。まず10代から20代前半までは、体を鍛えて強くなるためにスポーツした。高校時代の柔道、それから水泳はずっと続けていた。だから苦しかった（特に何か大きな大会に出たというようなことはなかったが）。20代を少し過ぎた頃から30代にかけてはストレス解消のためにスポーツした。大学の研究室に院生としていた頃である。研究室の助手の方がテニス部OBであったこともあり、使い古しの用具を貰ってテニスを始めた。毎週水曜日をテニスの日と決め、研究室の仲間たちと学外のコート借りて昼間テニス、夕方ビールという時期があった。研究上のうっぶん晴らしの要素が強く、だから力みすぎるきらいがあった。そして30代後半から40代になって、はじめて楽しみながらスポーツできるようになり（主としてテニスとボーリング）、スポーツの効用といったものが分かりかけた気がする。

2年ほど前、学科の同僚の発案から「総合球技クラブ」というスポーツ同好会を結成した。この同好会の趣旨は、丸いボールを扱うスポーツなら何にでも挑戦してみようというものであり、それを通じて人間関係を“丸く”、円滑にしようというものである。この同好会は現在でも続いており、テニスを主としてボーリングなど身近にできるスポーツを楽しみながらやっている。おかしなもので、学会が近づいたり、論文の締め切りが間近に迫ってきて焦り始めたりといった持続的な緊張状態にある時ほど、テニスで汗を流したくなったり、ボーリングをしてスカッとしたくなったりする。

社会生活をしている以上、ストレスを感じない人はいても、ストレスのない人など想像もできない。特に、何か目標を立て、それを成し遂げようと努力している人は強度のストレス状態にあるとあってよい。そして、そのような人にとっては、むしろ緊張状態を持続していくことは是非とも必要なことでさえある。しかし、強いストレス状態が長い間続けば、生態機能は調和と統合性を失い、目的の達成どころではなくなる。これは延ばしっぱなしのゴム紐が弾力をどんどん失い、ついには切れてしまうのと同じである（ちなみにこのゴムにかかる力を応力すなわち、ストレスという）。引っ張り具合を考えながら、時には力を緩めてやり、弾力を取り戻すことも忘れてはならない。私にとってのスポーツの意義はその辺にある。

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

東海大学スポーツ医科学研究所

グットマン教授の来日

1989年、3月24日成田着のオランダ航空機で、東海大学ヨーロッパ学術センター福島康治副所長とともに、ルードヴィッヒ・ボルツマン研究所／応用運動心理学・余暇教育学研究所学術部長、ウィーン大学医学部、一般および実験精神医学主任教授他、多くの要職を兼務されているグットマン博士が、東海大学、ことにスポーツ医科学研究所との協同研究を目的として来日された。

事前に送られてきたグットマン教授の業績は、大脳皮質のD-Cポテンシャルに関する研究、スポーツ精神・心理学に関する研究などに関連して、パフォーマンスの分析と技術の評価、パフォーマンスの至適条件とセルフコントロール、さらに大脳皮質のD-Cポテンシャルと実験精神医学など、きわめて広範囲にわたっている。

中でも、今回、東海大学との協同研究をことに希望しているところは、別項に示してあるようにコンピュータによる運動心理についての世界的な適性検査システムの確立、精神生理学的制御・記録装置の開発、およびそれらを利用した応用運動心理学的研究などである。

さて、グットマン教授は、御夫妻で3月25日に行われる東海大学卒業式に来賓として御出席後、3月26日は東京でくつろがれ、3月27日午前10時30分から湘南校舎を見学、その後、昼食を共にしながらスポーツ医科学研究所、中野、佐藤、今村

の各教授、ウィーン武道館でグットマン教授とお会いしたことがある岩垣教授および福島副所長と懇談した。そこではまず、グットマン教授の意図とする所を聞き、スポーツ医科学研究所としての考え方等、学術的な意見の交換が行われた。その夜はグットマン御夫妻と鶴巻温泉陣屋で会食を行った。翌28日は午前中、東海大学医学部を見学、今井、岩崎、中野各医学部教授、田中助教授と昼食会を行い、午後湘南校舎に移動して、6号館講堂でグットマン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学術講演が行われた。出席者は大学が休暇中であるにもかかわらず小村体育学部長、スポーツ医科学研究所スタッフ、医学部および体育学部の教員、学生等約130名の多きに達していた。

なお、中野が連絡をとり29日には三菱化成生命科学研究所 川村浩教授と、30日は東京大学教育学部 吉田教授の所でカンファレンスを行っていた。また、夕刻より霞ヶ関校友会館において松前重義総長の招待によるグットマン教授夫妻歓迎夕食会が催され、尾郷良幸財務部長、福島ヨーロッパ学術センター副所長、小村体育学部長、スポーツ医科学研究所中野所長、佐藤次長が出席し、和やかな一夜が過ごされた。

翌31日には、午前10時30分より、湘南校舎7号館主任教授室において、中野、小村、今井、佐藤、

今村、岩崎、岩垣、田中、寺尾各先生の出席の下に、グットマン教授と、今後のスポーツ医科学研究所との協同研究の可能性等について意見の交換が行われ、少なくとも現段階でも、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、改めて、ボルツマン教授からの提案がなされることになった。

昼食後、今村教授がグットマン教授御夫妻を鎌倉円覚寺に案内され、先生の知己である雲頂庵の庵主の先導によって、座禅の指導、舍利殿等の見学が行われた。なお、4月1日以後は、京都、奈良にいかれ、この間、京都大学教育学部の坂野登

教授に連絡をとり、京都大学でカンファレンスが行われた。

なお、御夫妻は4月6日、成田発のオランダ航空で帰国された。

その後、グットマン教授より送られてきた東海大学との協同研究プログラム案を別項に示してある。

なお、東海大学スポーツ医科学研究所としては、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年度予算に計上して、その具体化を図ることとした。

(文責 中野 昭一)

東海大学との協同研究プログラム

ルードヴィッヒ・ボルツマン研究所
応用運動心理学・余暇教育学研究所

学術部長：G・グットマン

経営部長：P・ツェルマン

プロジェクトの推進計画・予算

東海大学との協同研究は3年間の計画で進められる。この間に以下の目的部門が達成されねばならない。

- 1) コンピュータによる運動心理についての適性検査システムの確立
- 2) 精神生理学的制御、記録装置の開発
- 3) 自己コントロールによる成績向上、生物フィードバックとメンタルトレーニングの導入などの運動心理学的問題の処理
- 4) 均一緊張分析？(Gleichspannungsanalyse)の臨床心理学的応用

この研究作業はウィーンのチームが行い、東海大学の研究者は、特殊な問題点の確認や、相互作用のコンピュータテストの日本語編作製などに際して協力する。協同研究を容易にするため、少なくとも一年に一回会合し、研究の進み具合を審査し、正しい研究方向を見極める学術審議会を設けるべきである。

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確立

このプロジェクト部分では、知能の特性、運動の特性、個性の全てを現代的精神測定法で掌握するコンピュータによる検査装置を作製する。一般的知能レベルと知能構造の他に、感覚的筋肉運動調整(Sensomotoric Coordination)、反射能力、持久力などの機能分野の中でスポーツに重要と思われる全ての変数が把握される。

その際、才能をもちながら、試合の重圧により著しく運動能力が低下してしまうスポーツマンを掌握するためには、負荷を与えた状態での組織的検査(Ergopsychometrie 精神疲労測定)が特に重要な意味を持つ(『練習チャンピオン』)。

このテスト装置はその最終形態として、完全自動の相互作用システムをめざす。そこでは、数値の評価もコンピューターが行い、その詳細に亘る診断書がプリントされる。

この検査装置は、新人の定例検査や、幹部ス

ポーツマンの長期的コントロールにも利用できる。また、この装置は、最小限の修正で、職業適性検査、マネージメントテスト、パイロットのような特殊職業適性検査などの様々な分野に応用できる。そのうちのあるものは既に検量数値が準備されている。

この検査の主な部分はずでにウィーンで開発されており、一部は、長期間に亘る実験によりその機能は実証済みである。我々の調査は過去数年に開発された PC 以前に始められたため、この装置は大型計算機用にプログラミングされている。プログラムのほとんどは、Hewlett-Packard に調整されている（目下のところ HP1000）。それらは主に、Fortran77 と C-Language になっているが、システム特有のプログラムパートが多数を占めているため PC への直接的な転換は不可能である。

新たなプログラミングは NEC-PC 用に作製されるが、その際、検査装置全体も日本の機器用に作製される。これ以外に、もとななるドイツ語編のほかにも国際用として英語編を作製することもできる。

○進行予定

知能、運動機能、個性の各検査用のソフトウェア作製	12か月間
日本語編の作製、および予備テスト実施のためのプログラミング	12か月間
評価プログラムの作製。オーストリアと日本の一般的基準調査	12か月間

第2部門：精神生理学的制御、記録装置の開発

活性化レベルの把握やそれに及ぼす影響に関して、生理学的固有値は重要な意味を持つ。以前から知られている表皮電気現象 (PGR) の記録以外に、脳電気現象の分析はカジオグラフィーと共に非常に重要である。

旧来から EEG 以外に、我々が詳細に亘り調査した脳皮質の均一緊張構成要素は殊に敏感に活性化の固有値を示す。その過程で機能可能な状態が現れたことに気付くか、または生物フィ

ードバック訓練によってそのような状態を引き出すことができる。

均一緊張構成要素 (DC-Potential) を記録する際の問題点は、すでに我々が解決した。その試作モデルは既に使用されている。この機器はしかし研究所用であり、一般的な PC に接続することは出来ない。

将来的な実践用としては、IBM にも併用できる PC の使用によって操作されるポータブルの記録装置が開発されねばならない。この新しいシリーズの試作モデルは今開発されたところであり、来年には大量生産可能な状態に持っている。そのために必要な財源約百万(シリング)はずでに確保されており、我々の予算を圧迫することはない。そこでは運動生理学的な利用に必要な特殊開発が付されているだけである。

○進行予定

ポータブル試作モデルの開発、制御プログラムの作製	12か月
大量生産に向けての準備	6か月

第3部門：運動心理学的問題の処理

運動心理学的診断のほかにも機能向上手段の導入は重要である。以下の技術に関して我々は実験した。

生物フィードバック、特に DC-Potential
筋肉リラックス技術
催眠療法的自己コントロール
メンタルトレーニング

以下の種目に於いて、応用に向けた研究を重ねるための経験的調査が詳細になされた。

柔道

卓球

ロッククライミング

スカイダイビング

オリエンテーリング

レガッタ

アイスホッケー

学術諮問委員会は、東海大学にとって重要と思われる3年企画の部分プロジェクトを選択す

る。

○プロジェクトの提案例：

- ・自己コントロール術（生物フィードバック、筋肉リラックス、自己催眠）の伝授と試合状態での実践。
- ・能率の学術的コントロール、専門外の者（トレーナー、コーチ）も指導可能な単純訓練プログラムの完成化。

○進行予定

- 第一年次：調査種目の決定、調査計画の推敲、予備調査の実施、予備調査結果の統計学的評価
- 第二年次：主調査の実施、主調査の統計学的評価と解釈、訓練プログラムの完成
- 第三年次：訓練プログラムの試験、日本語編の作製、東海大学研究者への指導

第4部門：均一緊張分析の臨床心理学的応用

運動心理学的応用のほかにも、我々のところで開発された均一緊張分析も臨床心理学的に導入されるべきである。DC-Potentialは、殊に信頼のおける活性化の指標として様々な分野に臨床的な導入が可能である。このような応用の例として以下のものを挙げる事ができる。

- ・睡眠の深さの客観化
旧来のEEGを補うものとして、DC-Potentialはその時々の睡眠の深さの固有値を示す。また睡眠調査の様々な分野にも利用することができる（睡眠薬の検査、睡眠障害の診断など）。
- ・向精神薬の効果の客観化（トランクライザーと抗鬱病剤による自身の経験）
- ・緊張状態と恐怖状態の指標として、DC-Potentialは診断上においても、また治療上においても導入される。

この分野では新たな開発の必要はない。新しい機器シリーズの完成の後に、東海大学の研究者がDC分析方法を習熟するために訓練を受けることを勧める。同時に、臨床心理の分野にお

ける予備研究を日本の研究者と協同で実施する。

○進行予定

研究第一年次に新システムがウィーンで開発されるため、臨床心理の協同研究は第二年次から始めるのが賢明と思われる。第二年次と第三年次の2年間に、日本とオーストリアの研究者による混合チームを作り、学術諮問委員会での討議で決定された内容に沿って研究を進める。この研究段階で、日本の研究者はウィーンで必要な知識を得ることができる。

第三年次には東海大学医学部に精神生理研究室を設け、その研究チームを我々が指導する。

第二年次：精神生理学的実験の実施

日本側研究者の指導

第三年次：結果の評価と発表

医学部での研究室創設とオーストリア側研究チームによる指導

注：上記研究室創設費用と日本側研究チームへの指導費用は予算に含まれていない。

結語

3年に亘るプロジェクト終了の後、東海大学は、最新の知識水準に立つ運動心理学的診断を行うことのできるコンピュータによる検査システムを保有することになる。その上体育学の分野だけでなく、臨床心理学の分野にも導入できる精神生理学のノウハウも供与される。また、我々により開発、試験済みの自己コントロール技術への手解きも受けることができる。

機器の開発、およびソフトウェアの作製にかかる費用は（第3の財源によりカバーされないかぎり）我々の予算に含まれている。またその中には、オーストリアチームの旅費も計上されているが、滞在費（各年次延べ6週間以内）に関しては東海大学が負担する。日本側研究者の滞在費（同じく各年次6週間）は、ルートヴィヒ・ボルツマン協会が通例とされる金額の範囲で、我々の予算に計上されている。

百万シリングを超える第3の財源の導入を得て実現されるこの様な重要開発研究における協

同研究は、長期的であって初めて意味を持つものであるゆえ、我々の協力体制が通例化することを最終目標に掲げたい。我々のこの協同研究がそのためにも大いに貢献することを望むものである。

予算

プロジェクト費用は現実の利用率に呼応すべく、ルートヴィヒ・ボルツマン協会応用運動心理学・余暇教育学研究所が全体の%に当たる年間600,000,-シリング、東海大学が全体の%に相当する年間300,000,-シリングを負担する。この財源により当プロジェクト実現に必要な機器の購入費、運営・人件費が賄われる。

ウィーンの研究所は、十分な基礎設備を有している（必要な周辺装置すべてをともなった2 Hewlett Packard 1000 コンピューター、十分な PCS、精神生理学的記録装置）。これらは、計画中の調査を実施するための必須条件であり、その購入費は我々の予算には計上されない。

プロジェクト第4部門の経費も予算に含まれていない。というのは、この部門は、意図されている臨床医学的調査に依存しており、その調査によって初めて正確な目標とその範囲を設定できるからである。

プロジェクト第1年次

第1部門：プログラミング

IBM と相互変換可能な PCS による操作に備えた周辺装置の組替

インターフェースとハードウェアの構築と完成

- a) 人件費 450,000,-
- b) 材料費 150,000,-

第2部門：全費用は第3の財源により賄われる。

第3部門：予備計画と予備実験の実施

統計上の評価

- a) 人件費 250,000,-
- b) 材料費 50,000,-

第1年次の総費用 900,000,-

プロジェクト第2年次

第1部門：相互作用プログラムの日本語編作製

予備試験の実施

- a) 人件費 400,000,-
- b) 材料費 50,000,-

第2部門：運動心理学機器用のインターフェース作製

- a) 人件費 50,000,-
- b) 材料費 100,000,-

第3部門：実質調査の実施と評価

訓練プログラムの作製

- a) 人件費 250,000,-
- b) 材料費 50,000,-

第2年次の総費用 900,000,-

プロジェクト第3年次

第1部門：評価プログラムのプログラミング

基準値の設定

- a) 人件費 450,000,-
- b) 材料費 100,000,-

第2部門：人件費、材料費なし

第3部門：訓練プログラムの実動試験

日本語編の作製

東海大学研究者への指導

- a) 人件費 350,000,-
- 第3年次の総費用 900,000,-

Ludwig Boltzmann-Institut
für
angewandte Sportpsychologie
und Freizeitpädagogik

(Wissenschaftliche Leitung :
Univ.-Prof. Dr. G. Guttmann
Wissenschaftliche und administrative Leitung :
Prof. Mag. P. Zellmann)

Kooperationsprogramm
mit der
Tokai University

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 Sports Medical Science, The Tokai University

2. 所在地

東海大学湘南校舎

3. 設置年月日

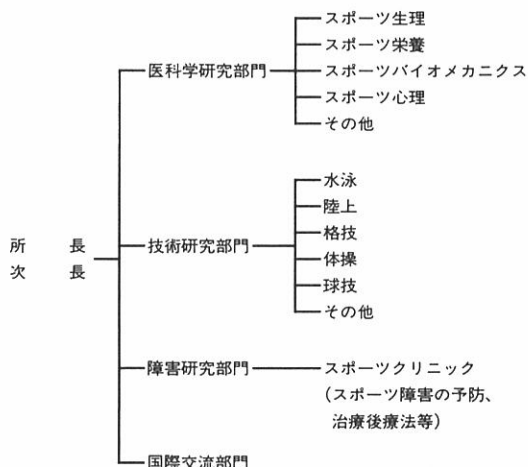
昭和62年10月1日

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

昭和62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ぬ。

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

第3章 運営

第17条 本研究所の運営は研究所員会議の議を経て行う。

第18条 研究所員会議は以下の者をもって構成する。

(1)研究所長

(2)研究所次長

(3)研究所専任および兼任の教授・助教授・講師

(4)必要に応じて他の者を出席させることができる。

第19条 研究所員会議はつぎの事項を審議する。

- (1)事業計画に関すること。
- (2)運営に関すること。
- (3)予算及び決算に関すること。
- (4)人事に関すること。
- (5)研究委託に関すること。
- (6)研究生に関すること。
- (7)その他必要な事項。

第4章 経理

第20条 本研究所の経理は研究機関会計として処理する。

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

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

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

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

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

第5章 特許および著作権

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

第6章 付則

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

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

付則 この規程は、昭和62年10月1日よりこれを施行する。

「東海大学スポーツ医科学雑誌」 寄稿規定

1988年4月1日

I. 和文規定

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

た場合、あるいは、特別な印刷を要した場合には、その実費を寄稿者が負担する。

7. 図表は刷り上がり2ページ以内とする（図表は、大きさにもよるが、おおよそ400字詰原稿用紙1枚分に相当するので、6～8枚の図表をいれることが可能である）。ただし、図表が2ページを超えた場合、または特別の費用を要した場合には寄稿者負担とする。
8. 挿図原稿は、必ず黒インクで墨入れし、図中の文字や数字は、直接印刷できるように、きれいにはっきりと書く。方眼紙を用いるときは、薄藍色のものとし、写真は白黒の鮮明な画面のものとする。
9. 図や表には、それぞれに必ず通し番号と、タイトル（表の場合、上方に、図の場合、下方に、和文を上として、和欧両文で記入）をつけ、1枚ずつ台紙か原稿用紙に貼り、本文とは別に番号順に一括する。図表の挿入箇所は、本文原稿の欄外に、赤インクでそれぞれの番号によって指示する。
10. 引用・参考文献は、原則として、本文の最後に著者名のABC順に一括し、雑誌の場合には、著者・題目・雑誌名・巻号・ページ・西暦年号の順とし、単行本の場合には著者・書名・版数・発行所・西暦年号・ページの順に記載する。なお、引用および注記は本文中文献引用箇所の右肩に、1)、2)のごとく、引用文献数字を挿入する。
11. 総説、原著論文、研究資料の原稿には、必ず別紙として、欧文規定5.a)、b)、c)に従った欧文（原則として英語）による300語以内の抄録を添える。なお、同時に欧文抄録の和訳文を添付する。
12. 掲載論文の別刷りを希望するときは、その必要部数を、あらかじめ編集委員会に申込み、原稿第1ページに「別刷り何部」と朱書する。なお、50部を超える別刷りの費用は著者負担とする。
13. 寄稿論文は下記に送付する。
〒259-12 神奈川県平塚市北金目1117
東海大学体育学部内
「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. 和文規定に同じ
2. 和文規定に同じ
3. 和文規定に同じ
4. 和文規定に同じ
5. a) 原稿は、欧文（原則として英語）とし、A4版の不透明なタイプ用紙（レターヘッド等のあるものを除く）に、通常の字体を使い、ダブルスペースでタイプ書きにするが、写真図版にある文字についてはこの限りではない。また、図表説明のスペースはシングルとする。
b) 用紙の上端、下端および左端は約3センチ、右端は約2.5センチの余白を置き、ほぼ27行にわたって書く。ページ番号は下端余白中央に書く。
c) 欧文による題目の下に著者名（ローマ字）、更に著者名の下に所属する機関名を正式英語名称に従って書く。
6. 原稿は原則として1篇につき、図表抄録を含めて刷り上がり10ページ以内とするが（刷り上がり1ページは、おおよそ600語である）、ただし、このページ数を超過した場合、あるいは特別な印刷を要した場合には、その実費を寄稿者が負担する。
7. 和文規定に同じ。
8. 和文規定に同じ。
9. 和文規定に同じ。
10. 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. 和文規定に同じ。
13. 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 小村渡岐磨
- 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

- 4 研究員 三田 信孝 体育学部講師、社会体育
学科、健康学
5 研究員 渡辺 幹夫 理学部化学科
6 研究員 関 和市 産業科学研究所

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 宣践 体育学部副学部長、体育学部教授(武道学科、柔道)
3 所員 小村渡岐磨 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 体育学研究科主任教授、体育学部教授(体育学科、バイオメカニクス)
7 所員 齋藤 勝 体育部長、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 戸松 泰介 医学部助教授
2 研究員 石田 義久 体育学部助教授
3 研究員 岡 哲雄 医学部教授

平成元年度スポーツ医科学研究所
所員・研究員研究テーマ一覧(1989)

1. 大学駅伝選手におけるより効果的な栄養摂取の方法と、運動生理学的能力の向上に関する基礎的研究
2. 投擲選手の試合前後における心理的变化について
3. スポーツ選手の膝関節軟骨障害に関する研究
4. スポーツにおける成功、自信、原因帰属に関する研究
5. スポーツ運動中の関節角度の測定
6. 球技スポーツにおける試合分析方法の研究
7. スポーツ医科学の光学計測に関する研究 a) 高速度画像計測法による競技性解析 b) 関節障害測定のための光学干渉測定法の基礎研究
8. 生理活性を有する Flavone 配糖体の単離及びその化学構造の決定
9. マイクロ波技術を用いた皮膚組織含有水と発汗に関する研究
10. 東海大学運動部員の腰部障害—1000名のアンケート調査
11. 肥満症に対する運動療法 食餌性肥満ラットの体重および脂質代謝に対する Walking の効果
12. 柔道選手の膝関節障害
13. 運動負荷に対する呼吸・循環機能の対応
14. 体性神経—骨格筋接合部に対するドーピング薬の影響
15. 食品中に含まれる各種栄養素および生体関連物質の安定性および変化に関する研究
16. 走行時の運動力学的研究

東海大学スポーツ医科学研究所
施設準備委員会名簿

(1989.4.15)

- 1 委員長 佐藤 宣踐 体育学部副学部長、
体育学部教授 (武道学科、柔道)
- 2 副委員長 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
- 3 副委員長 小村渡岐鷹 体育学部学部長、体
育学部教授 (体育学科)
- 4 委員 今井 望 医学部教授 (整形外
科)
- 5 委員 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 委員 古谷 嘉邦 体育学部教授 (体育
学科、バイオメカニクス)、体育学研
究科主任教授
- 7 委員 齋藤 勝 体育学部教授 (体育
学科、バレーボール)、体育部長
- 8 委員 山本 芳孝 開発技術研究所教授
- 9 委員 飯田 昌盛 工学部主任教授 (電
子工学科)
- 10 委員 金古喜代治 工学部主任教授 (電
気工学科)
- 11 委員 川副 護 工学部副主任教授
(通信工学科)、研究計画課課長、情
報技術センター業務室長
- 12 委員 本間 隆夫 工学部助教授 (工業
化学科)
- 13 委員 真下 悟 理学部教授 (物理学
科)
- 14 委員 有馬 亨 医学部助教授 (整形
外科)
- 15 委員 戸松 泰介 医学部助教授 (整形
外科)

- 16 委員 石田 義久 体育学部助教授 (体
育学科、陸上)
- 17 委員 宮川 千秋 体育学部助教授 (体
育学科、陸上)
- 18 委員 山下 泰裕 体育学部助教授 (武
道学科、柔道)
- 19 委員 三田 信孝 体育学部講師 (社会
体育学科 健康学)
- 20 委員 寺尾 保 医学部助手 (生理学)
- 21 委員 木本 雄一 事務部長
- 22 委員 大森 悦郎 施設管理部長
- 23 委員 中田 正臣 施設課長
- 24 委員 松本金治郎 庶務課長
- 25 委員 佐藤 守夫 施設管理課長
- 26 委員 山際 政明 企画調整課長

東海大学スポーツ医科学研究所
第1回所員研究員会議議事録

日時：平成元年5月23日 PM4：30～

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、小村渡岐鷹、
今村義正、古谷嘉邦、齋藤勝、山本芳孝、
本間隆夫、真下悟、有馬亨、寺尾保
[研究員] 石田義久、岡哲雄、三田信孝

欠席者：[所員] 今井望、山下泰裕

[研究員] 戸松泰介

議題：1) 1988年度スポーツ医科学研究所決算報
告

2) スポーツ医科学研究所 (以下、スポ医
研) の運営について

3) その他

1. 1988年度スポーツ医科学研究所決算報告 (中野
所長)

所長より1988年度スポ医研決算報告があり、小
村編集委員長より東海大学スポーツ医科学雑誌
第1号の発刊についての経過説明が行われた
(別紙参照)。

2. 1988年度研究発表会
ウィーン大学グットマン博士の講演会の経過報告（佐藤次長）
次長よりグットマン博士の講演会開催について経過報告があり、今後、スポ医研との協同研究については大学課を窓口として行っていくことが承認された。
3. 総合研究機構における研究所長会議について（中野所長）
所長より所長会議の議事について説明があり、本年度のスポ医研の予算は事務運営費を含めて計1,400万円を提出し、昨年と同様、1,200万円の予算配分があった旨報告された。
4. 研究所予算の配算について（中野所長）
本年度、研究所予算としては、研究プロジェクトの予算として600万円、スポーツ医科学雑誌刊行費250万円、研究発表学会諸経費200万円、管理運営費100万円、予備費50万円を配算することが提案され、承認された。
5. 1989年度スポーツ医科学研究所所員研究員について（中野所長）
所長より1989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、岡哲雄教授（医学部薬理学）を研究員として追加選出した旨報告された。さらに学際的研究を進める意味で関和市助教授（産業科学研究所）、三浦恭之助教授（理学部化学科）の2名が研究員として推薦され承認された。
6. スポーツ医科学雑誌編集委員会について（小村編集委員長）
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、委員長には小村所員が再選された。
7. 所員研究員の研究計画の紹介（全員）
各所員研究員から本年度の研究計画について説明がなされた。
8. 研究の方針とテーマについて
上記研究計画にしたがい平成元年度スポ医研テーマ（別紙）を6月5日までに提出することと

し、これが集められた時点で、本年度研究所のメインテーマを決めることとした。

研究所員研究員会議配布資料No-1

- 1989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
- 1989年度スポーツ医科学研究所予算使用状況
- 平成元年度スポーツ医科学研究所研究テーマ

東海大学スポーツ医科学研究所 第2回所員研究員会議議事録

日 時：平成元年7月3日 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、小村渡岐麿、古谷嘉邦、齋藤 勝、山本芳孝、本間隆夫、有馬 亨、寺尾 保

[研究員] 石田義久、岡 哲雄、渡辺幹夫

欠席者：[所員] 佐藤宣践、今井 望、今村義正、真下 悟、山下泰裕

[研究員] 戸松泰介、三田信孝、関 和市

議 題：1) 平成元年度運営計画について
2) 平成元年度予算配算について
3) その他

1. 1989年度スポーツ医科学研究所（以下、スポ医研）予算案—管理経費—について（中野所長）
所長より1989年度スポ医研予算案（別紙参照）の経過について詳細な説明があり、本年度の予算は事務運営費を含めて計1,400万円を提出し、昨年と同様、1,200万円の予算の配分（前回の会議において報告済）のあったことが報告された。
2. 1989年度スポーツ医科学研究所所員研究員研究テーマについて（中野所長）
所長よりスポ医研所員・研究員研究テーマが発表された（参紙参照）。
3. 所員研究員の研究費の配算について（中野所長）
所長より各研究テーマに研究費を下記のごとく配算をしたことが報告された。なお、本予算の執行については、別紙の研究計画書を提出（メ

切7/31) した後に行うことが確認された。

- 中野昭一、本間隆夫……大学駅伝選手におけるより効果的な栄養摂取の方法と運動生理学的能力の向上に関する基礎的研究
 - 小村渡岐麿、石田義久……投擲選手の試合前後における心理的变化について
 - 今井望……スポーツ選手の膝関節軟骨障害に関する研究
 - 今村義正……スポーツにおける成功、自信、原因帰属に関する研究
 - 山本芳孝……スポーツ医科学の光学計測に関する研究 a) 高速度画像計測法による競技特性解析 b) 関節障害測定のための光学干渉測定法の基礎的研究
 - 真下悟……スポーツ選手の皮膚および筋肉含有水の構造とその定量化
 - 有馬亨……東海大学運動部員の腰部障害—1000名のアンケート調査
 - 寺尾保……肥満症に対する運動療法—食餌性肥満ラットの体重および脂質代謝に対するWalkingの効果
 - 戸松泰介……柔道選手の膝関節障害
 - 三田信孝、佐藤宣踐、山下泰裕……運動負荷に対する呼吸・循環機能の対応
 - 岡哲雄……神経—筋接合部に対するドーピング薬の影響
 - 古谷嘉邦……スポーツ運動中の関節角度の研究
 - 齋藤勝……球技スポーツにおける試合分析方法の研究
 - 渡辺幹夫……食品中に含まれる各種栄養素および生体関連物質の安定性および変化に関する研究
 - 関和市……走行時の運動力学的研究
4. 東海大学スポーツ医科学雑誌第2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2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〆切は10月16日(月)とし、発行を3月初旬とすることが決定された。なお、寄稿内容

については、前年度と同様に原著論文のみならず、スポ医研究発表会(ウィーン大学グットマン博士の講演会等)、研究資料、書評、内外の研究動向などを取り入れていくこととした。

研究所員研究会議配布資料No-2

- 1989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所員・研究員テーマ
- 1989年度部門研究所予算案—管理経費—
- 1989年度共同研究計画書
- スポーツ医科学雑誌第2号発行について

1989年6月26日

スポーツ医科学雑誌編集委員会

スポーツ医科学雑誌第2号発行について

日 程

- | | |
|----------------|-----------|
| 1. 研究論文投稿〆切 | 10月16日(月) |
| (スポーツ医科学研究所へ) | |
| 2. 初校(英文抄録を含む) | 11月中旬の予定 |
| 3. 再校 | 12月中旬の予定 |
| 4. 発行 | 3月初旬の予定 |

内 容

1. 研究論文
2. 研究所所報
3. その他

以 上

東海大学スポーツ医科学研究所 第3回所員研究会議議事録

日 時：平成元年11月14日 PM5:00～

場 所：湖南校舎7号館体育学部2階主任教授室

出席者：[所員] 中野昭一、小村渡岐麿、今井望、今村義正、古谷嘉邦、齋藤勝、山本芳孝、本間隆夫、真下悟、寺尾保

[研究員] 戸松泰介、石田義久、岡哲雄、渡辺幹夫、関和市、

欠席者：[所員] 佐藤宣踐、有馬亨、山下泰裕

[研究員] 三田信孝

- 議 題：1) 総合研究プロジェクトについて
 2) 東海大学スポーツ医科学雑誌について
 3) 予算使用状況について
 4) その他

1. 総合研究プロジェクトについて (中野所長)
- 1) 所長よりウィーン大学グットマン博士との協同研究について説明があり、スポーツ医科学研究所としては、早急にプロジェクトチームを構成し、学際的に協同研究を行っていくことが承認された(配布資料の「東海大学との協同研究プログラム」の項を参照)。
- 2) 所長よりスポーツ医科学研究所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する方針であることが説明された。そのテーマについては所長に一任された。
2. スポーツ医科学雑誌編集について (小村編集委員長)
- 編集委員長より原稿提出状況について説明がなされ、未提出者は11月末日までに投稿されるよう要望された。
3. 研究予算執行状況について (中野所長)
- 所長より研究予算執行状況が報告された。なお、未使用分について今後、計画的な購入がなされるように希望された。

研究所所員研究員会議配布資料No-3

- ・東海大学との協同研究プログラム
- ・予算使用状況

東海大学スポーツ医科学研究所・ 体育・運動部第1回合同会議議事録

日 時：平成元年10月3日(火)

PM4：45～PM6：00

場 所：湘南校舎4号館3階第1会議室

出席者：スポーツ医科学研究所

中野昭一、小村渡岐麿、今村義正、古谷嘉邦、齋藤勝、山本芳孝、寺尾保、戸松泰介、

石田義久、岡哲雄、渡辺幹夫、関和市体育・運動部

齋藤勝、宮崎康文、加藤達郎、高谷京一、宇野勝、白瀬英春、村川俊彦、金古喜代治、野口泰博、赤羽綾子、平岡秀雄、田村修治、竹之内保、久保正秋、堀江繁、長谷川博幸、成田明彦、積山和明、網代忠宏、小川茂仁、宮川千秋、高野進、植田恭史、石田義久、袋館龍太郎

学生部

馬越晃

- 議 題：○スポーツ医科学研究所(以下、スポ医研)と体育・運動部との協同研究について
 ○その他

1. 合同会議の開催について (中野スポーツ医科学研究所長、齋藤体育部長)
- 合同会議開催の主旨ならびに総合研究所機構についての説明があり、スポ医研発足についての経過報告、スポ医研の要望規定についての説明が行われた。
- スポ医研設置の目的の一つとして競技力の向上、スポーツ障害、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。このためにスポ医研としては、体育・運動部と密接に連絡をとり協同して研究を進めていくことも必要条件であろう。なお現時点で、スポ医研は、競技力の向上を達成させるための研究項目として栄養学の面からの研究を推進する必要があることを考えている。
2. スポーツ医科学研究所所員・研究員の構成について (中野スポ医研所長)
- 所員・研究員の構成選出の経過、スポ医研が総合研究所であることなどが説明され、各所員・研究員の自己紹介および現在の研究テーマの紹介が行われた。
3. 体育・運動部の構成について (齋藤体育部長)
- 体育・運動部の構成について説明があった後、各運動部の監督・コーチの自己紹介が行われた。
4. 各運動部における要望および問題点について

各運動部の監督・コーチから要望および問題提起が挙げられた。

- (1)栄養学的な面からのアプローチ……アイスホッケー、硬式テニス、サッカー、柔道、体操(女子)、バドミントン、バレーボール(女子)

競技力の向上は、バランスの取れた適切な栄養の摂取が行われてこそ達成されるものである。現状ではまだ栄養の面が軽視されがちである。そこで、各運動部別に栄養管理を行い個々の選手の栄養状態を把握し、栄養摂取の工夫がなされるべきである。

- (2)適切な栄養指導による減量……柔道、体操(女子)

食餌構成を規定する場合、各個人毎に対する生体への負担状況を把握した上で、適切な減量法を選択する必要がある。

- (3)スポーツ障害に対する研究……柔道、体操(男子)、バスケットボール(男子)、バドミントン、バレーボール(男子)、剣道

スポーツ種目の違いによって特定部位の骨・関節あるいは筋・神経に障害をもたらすが、その機序は必ずしも明確ではない。したがって各運動部別にその予防および治療についての基礎的な研究が必要である。

- (4)貧血に対する研究……ハンドボール、バスケットボール

特に女子選手に多く認められるもので、種々の原因を解明し、その予防法および治療法を確立し競技力向上に寄与すべきである。

- (5)トレーニング方法に関する研究……陸上(短距離、跳躍、投擲)、バレーボール(男子)、バスケットボール(男子)、

筋力、パワー、持久力を向上させるためのトレーニング法を確立させ、個々の競技種目に適したバランスの取れた体型および体力を作りあげる必要がある。

- (6)自己健康管理法と試合前および試合日のコンディショニング……バレーボール(女子)、バスケットボール

(1)項の栄養を基礎として各選手自身が自己の健康状態を把握し、常に身体機能をベストコンディションを保持できるように指導する。

- (7)女子選手の運動能力に関する研究……バレーボール(女子)

体力の性差、性周期に伴う運動能力の変動などの科学分析を基にしたトレーニングの可能性を考える必要がある。

- (8)その他、競技力向上に関する心理学的研究、運動技術の向上に関する研究、ゲーム分析の研究等が挙げられた。

5. 総括(中野スポ医研所長、齋藤体育部長)

上記の4項を総括すると、スポ医研と体育・運動部の今後の研究方向として、栄養管理、減量、貧血、スポーツ障害、健康管理、およびトレーニング等が相互に関連して発展するように研究の推進が挙げられ、今後これらについて検討を加えていくことが確認された。

6. その他

- (1)運動施設とスポーツ障害について

体育館使用の各運動部の監督からスポーツ障害の予防対策として湘南校舎総合体育館床の改良が切望された。これに対して、小村体育学部長より、過去のスポーツ障害の種類、程度、発生頻度等に関するデータを提出するよう要望があった。

- (2)スポーツ障害等に関する相談について

古谷所員より、現在行われている整形外科教室員によるスポーツ障害等に関する相談(金曜日、PM4:00~PM6:00、湘南校舎7号館3階スポ医研事務室)について各運動部からの意見が求められた。その結果、選手間では非常に好評であるが、週1回のみで、クラブの練習時間に重なること、まだPRが徹底していないことなどが問題点として挙げられた。

合同会議資料NO-1

- 1989年度東海大学スポーツ医科学研究所所員・研究員名簿
- 東海大学スポーツ医科学雑誌第1号、1989年

あとがき

歳月の流れは早いもので、「東海大学スポーツ医科学研究所」が設立されて、3年目を迎えようとしています。昨年の当研究所の活動は各所員の研究活動をはじめ、3月にウィーン大学グットマン博士の本学訪問があり、その際に記念講演と研究集会が開催されました。さらに新しい試みとして、「第1回東海大学スポーツ医科学研究所・体育・運動部合同会議」が法人本部学務局体育部、湘南校舎学生部、スポーツ医科学研究所の共催で開かれました。

『東海大学スポーツ医科学雑誌』第2号の刊行にあたって、前述の行事や本研究所所報等を掲載して、なるべく多くの皆さんに「スポーツ医科学研究所」を認識していただくように努めました。さらに今回は「スポーツエッセイ」欄を設け、五島雄一郎東海大学付属病院院長、理学部白井孝三教授、教養学部須田不二夫助教授に寄稿していただきました。投稿研究論文は10編でした。限られた期間内に御多忙中のところご投稿いただきありがとうございました。

第2号の刊行にあたり、第1号と同様、多くの皆さんに読んでいただけるよう配慮したつもりですが、結果はこのようなものとなりました。皆様方の御教示をいただきながら、よりよい雑誌にしたいと思っております。

最後にこの第2号刊行に御協力いただいた手銭正道教養学部長、渡辺宏理学部長に厚くお礼申しあげると同時に、東海大学出版会、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。重ねてお礼申しあげます。

1990年2月

編集委員長 小村 渡岐磨

『東海大学スポーツ医科学雑誌』

編集委員

委員長 小村渡岐麿
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2号 1990

発行日——1990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