日本生理誌・第56巻4号・平成6年4月1日発行（毎月1日発行）
〔昭和27年5月6日　第3種郵便物認可〕

ISSN：0031-9341

日本生理学雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

56巻　4号　1994

INFORMATION 99

PROFILE 102

RECORDS 103

原　著

石原昭彦，山崎先也，岡本　啓，田口貞善：加齢による筋萎縮に対する運動の抑制効果…… 111

日本生理誌
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会

シングルチャネル・データ
解析用ソフトMAC-TAC、
遂に登場!

ドイツ・ヘカ社／パッチクランプ・システム

EPC-9 Version Macintosh

あの新世代パッチクランプ・システムEPC-9が、新しいパートナー、マックⅡとめぐり逢いました…

◆ドイツが世界に誇る2大オーソリティ、ヘカ社の技術と、マックス＝プランク研究所のオリジナリティ。これらを見事に融合させた数々のパッチクランプ専用デザインで武装しています。

◆アンプ、スティミュレータ、オシロスコープを統合し、マックス＝プランクのノウハウに基づいたソフトウエアと、アップル社のマッキントッシュⅡで駆動します。多彩なユーティリティと使いやすさを高次元で両立させて、すべてのパッチクランパーを強力にサポートします。

※EPC-7でも使えるソフトウエア(Pulse・PulseFit・MAC-TAC)のサンプルをご提供しています.
詳しくは下記へお問合せ下さい

ヘカ社日本総代理店
EPC-9 西日本総発売元

ショーシンEM株式会社

〒444-02 愛知県岡崎市赤渋町蔵西1-14
ショーシンビル2F
TEL. 0564—54—1231
FAX. 0564—54—3207

EPC-9 東日本総発売元

Physio-Tech
株式会社 フィジオテック

〒101 東京都千代田区内神田3-10-3
コイイダビル4F
TEL. 03—3258—1641
FAX. 03—3258—1657

目　　次

INFORMATION

第24回日本医学会総会 1995 名古屋…… 99

平成6年度春季シンポジウム…… 100

東京女子医科大学国際シンポジウム '94 概要…… 100

第14回日本眼薬理学会ご案内…… 101

第17回神経研シンポジウム分子神経生物学の新展開―神経系の生理機能と
病態機序の解明に向けて―…… 101

第21回日本神経内分泌分科会開催のお知らせ…… 102

PROFILE

「生理学者群像」(鈴木　隆)…… 102

RECORDS

第133回ＪＪＰ編集委員会議事録…… 103

会員消息…… 103

原　著

石原昭彦，山崎先也，岡本　啓，田口貞善：加齢による筋萎縮に対する運動の
抑制効果…… 111

第24回 日本医学会総会 1995 名古屋

名古屋総会広報 No.2

THE 24TH GENERAL ASSEMBLY OF THE JAPAN MEDICAL CONGRESS 1995 NAGOYA

会期 1995 April	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		開会式										閉会式				
								学術講演								
												総合医学展示				

主な学術講演プログラム

- ●人間性の医学と医療
- ●脳死と移植
- ●心臓と血管
- ●世界に開かれた医療
- ●癌
- ●発生と発育
- ●エイズ・感染
- ●臨床医学の最前線
- ●環境と健康
- ●遺伝子医学
- ●脳と神経
- ●社会に貢献する医療
- ●シルバーサイエンス
- ●免疫・血液
- ●チーム医療とQOL
- ●シグナル伝達と分子細胞医学

準備委員長に聞く

21世紀が間近となった今、現在の医学・医療の諸問題を総点検し、氾濫する情報を整理し、将来への展望を明らかにする魅力ある医学会総会となるべく、順調に準備を進めています。会場となる名古屋国際会議場(学術講演)とポートメッセ・なごや(医学総合展示)の2ヶ所をシャトルバスで結び、また新しいメディアを駆使しポートメッセでも学術講演が聴かれるなど、参加者にとって楽しい医学会総会をめざしています。

準備委員長 齋藤 英彦

学術委員長に聞く

「生命の世紀をひらく」にふさわしく、遺伝子医学、シグナル伝達、記憶のメカニズム、エイズの治療戦略などの現代医学の最先端をプログラムの骨格としました。同時に、「人間性の医学と医療」の本質にかかわる、長寿社会における医学と医療、国際医療ネットワーク、移植医療、地球環境と健康、などに焦点を合わせました。最先端の生命科学と人間性に基づく医療の大胆な結合を地球規模で考える総会を願っています。

学術委員長 日高 弘義

登録開始＝平成6年(1994年)1月　　登録専用電話 052-735-4333

区分	医師または研究者	左記のうち卒業6年までまたは大学院生	コ・メディカル	学生または同伴者(登録者のご家族)	会誌
特別割引登録料 ～平成7年1月31日	30,000円	15,000円	8,000円	5,000円	12,000円
通常登録料 平成7年2月1日～当日	35,000円	20,000円	12,000円	8,000円	

名古屋観光案内

名古屋城(尾張徳川家62万石居城)

□慶長17年(1612)家康の命で築城。戦災で天守閣を焼失。三つの隅櫓(平成5年度以降順次公開)と表二之門は免れる。昭和34年再建。金鯱は東海道や美濃街道から望見され尾張名古屋のシンボルとされた。文化財は狩野派の障壁画ほか数多い。また枯山水回遊式庭園で名高い二の丸庭園や二の丸茶亭など見どころは多い。

4月は桜まつりが催され、夜間も公開される。

○地下鉄名城線「市役所」下車②出口、徒歩5分　9時～16時30分(4月初旬は桜祭りで夜間公開あり、12/29～1/1休館)　観覧料：大人400円、子供50円　☎052-231-1700

お問い合わせ——第24回 日本医学会総会事務局　TEL 052-732-6622 FAX 052-732-0036
〒466名古屋市昭和区鶴舞町65　名古屋大学医学部附属病院共済会館内

平成6年度 春季シンポジウム

主　催：日本分光学会
日　時：1994年5月20日(金)，21日(土)
場　所：東京医科大学 外来棟6階 臨床講堂
〒101 東京都新宿区西新宿6-7-1
ＪＲ新宿駅西口10分
内　容：主題「生体系におけるスペクトル特性及び画像解析」
1. 波長可変固体レーザーの特性(6件)
2. 分光画像及びスペクトルによる病体解析(8件)
3. レーザー光による生体組織への作用機序(4件)
4. 自由電子レーザーの新しい動向(6件)

特別講演「光感受性物質による光線力学的癌治療法の現状」

参加費：会　員　5,000円(協賛学協会を含む)
非会員　6,000円
学　生　無　料(講演要旨集希望者1,000円)
(申込，参加費は当日会場で受付ます)

連絡先：〒101 東京都千代田区神田淡路町1-13
クリーンビル301
社団法人　日本分光学会
電　話　03-3253-2747
ＦＡＸ　03-3253-2740

東京女子医科大学国際シンポジウム '94 概要

1. 会議名称
Tokyo Women's Medical College International Symposium '94
東京女子医科大学国際シンポジウム '94
2. 主催機関等の名称
a. 主　催
学校法人　東京女子医科大学
b. 共　催
(財) 日本心臓血圧研究振興会 心臓電気生理研究プロジェクト
3. 開催期日
1994年(平成6年)7月8日(金)～10日(日)
4. 開催場所
東京女子医科大学　弥生記念講堂
5. 会議概要
a. 日　程
7月8日(金)　全日　学術プログラム
夕刻　会長主催レセプション
7月9日(土)　全日　学術プログラム
7月10日(日)　午前　学術プログラム
b. 主題議題
イオンチャネルと心筋細胞機能調節
Ion Channels and Cellular Function of the Heart
—Molecular mechanisms underlying the regulation of cardiac cellular function—
c. 主要海外招待講演予定者 (alphabetical)
D. Gadsby (U. S. A.)
W. Giles (Canada)
G. Isenberg (Germany)
M. Lieberman (U. S. A.)
M. Morad (U. S. A.)
D. Noble (U. K.)
W. Trautwein (Germany)
d. 参加予定者数
国　外　100名
国　内　400名
合　計　500名
e. 使用言語：英語
日本語・英語の同時通訳を行ないます.
6. 連絡先
事務局長
細田瑳一(東京女子医科大学教授 循環器内科 日本心臓血圧研究所所長)

第14回日本眼薬理学会ご案内

日　　程：1994年8月27日(土)～28日(日)
場　　所：名古屋市中小企業振興会館
〒464 名古屋市千種区吹上二丁目6番3号
演題抄録締切：6月17日(金)
事前参加登録締切：7月18日(月)
(抄録用紙及び参加登録用紙は3月中旬頃に会員宛送付する予定です．会員でない方は，ご連絡下さい.)
参加費：事前登録　5,000円
当日参加　7,000円
懇親会：参加費　6,000円
場　所　名古屋都ホテル
会　　長：渡辺　稔
事務局：名古屋市立大学薬学部薬品作用学教室
〒467 名古屋市瑞穂区田辺通3-1
電　話　052-836-3433
FAX　052-836-3431
担　当　今泉祐治，村木克彦
山原なつき

第17回神経研シンポジウム

分子神経生物学の新展開

―― 神経系の生理機能と病態機序の解明に向けて ――

日　　時：1994年10月28日(金)
午前9：30～午後4：30
場　　所：アルカディア市ケ谷(私学会館)
〒102 東京都千代田区九段北4-2-2
電　話　03-3261-9921
JR線・地下鉄(有楽町線・新宿線)
市ケ谷駅前
参加費：無　料

I．生理機能

座長：高橋國太郎(東大・医・脳研)
中田裕康(神経研・神経生化学)

1. 久保義弘(神経研・神経生理学)
新しいファミリーに属する2つのカリウムチャネルのクローニング
―神経細胞の興奮性を調節する機能分子―
2. 岡戸晴生(神経研・病態神経生理学)
グルタミン酸受容体の神経細胞特異的発現制御機構
―興奮性シナプス伝達の機能分子―
3. 水野一也(神経研・微生物学・免疫学)
中枢神経系の分化とチロシンホスファターゼ
4. 植月太一(神経研・分子神経生物学)
ニューロンの分化とネクジンの発現

II．病態機序

座長：辻　省次(新潟大・脳研)
中野今治(神経研・神経病理学)

1. 松村喜一郎(帝京大・神経内科)
ジストロフィン結合糖蛋白の機能とその異常
2. 早坂　清(山形大・小児科)
Charcot-Marie-Tooth 病 1B 型の病因：ミエリン P_0 蛋白の点変異
3. 高橋良輔(神経研・神経学)
ヒトの神経栄養因子 CNTF の変異と神経疾患
4. 辻　省次(新潟大・脳研・神経内科)
DRPLA の遺伝子異常と，臨床像の多様性の分子メカニズム

問い合わせ：(財)東京都神経科学総合研究所
管理部調査課
TEL　0423(25)3881　内線 4104

第21回日本神経内分泌分科会開催のお知らせ

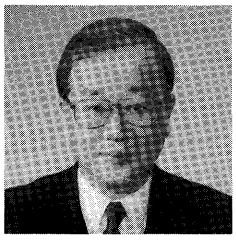
場　　所：北九州市　産業医科大学内
ラマツィーニホール
開 催 日：平成6年12月3日(土)
一般演題とシンポジウム
シンポジウムについては現在演題募集中です.
連 絡 先：〒807 北九州市八幡西区医生ケ丘1-1

産業医科大学第一生理学　山下　博
TEL (093) 691-7420
FAX (093) 692-1711

基礎的なテーマで生理学関係の方々に是非演題を出して頂くようお願いいたします.

PROFILE

「生理学者群像」



鈴　木　　隆君

東京歯科大学教授（生理学講座）
平成5年12月21日就任

① 現在の研究内容

口腔機能を取り扱う口腔生理学を専門分野としている立場から，複数の口腔機能と密接な繋がりを持つ唾液と唾液分泌を取り上げ，その自律神経調節を主な研究課題にしている．顎下腺を支配する上頸神経節ニューロンと顎下神経節ニューロンにガラス管微小電極法を適用し，これらニューロンの電気生理学的特性，各種シナプス電位発生機序とシナプス伝達，顎下神経節細胞が発生する細胞内遊離 Ca^{2+} 濃度の周期的変動による律動性緩徐電位の発生機序，in situ 副交感ニューロンの反射応答を解析して各ニューロンの役割を調べる研究を行ってきた．

現在は，顎下腺と関わりを持つ感覚ニューロンと両自律神経節ニューロンが放出する神経ペプチドの作用を whole cell 記録法，細胞内カルシウム濃度測定法を実験方法に加えて検討している．

② 将来の研究活動の抱負

パッチクランプ法，細胞内カルシウム濃度測定法，細胞内 pH 測定法などの最近の研究方法は非興奮性細胞の機能的研究を容易なものに変えている．骨形成細胞や歯の硬組織形成細胞はこのような方法によって，口腔生理学の有力な研究対象となりうる．特に，象牙芽細胞は歯の象牙質を形成し，象牙質の痛み発現に深い関わりを持つことが古くから，囁かれている．私はラット歯髄横断薄切標本を用いて象牙芽細胞への接近をこころみてきた．これらの細胞が口腔生理学の恰好な研究対象になることを願っている．

第二に，これまで教室員の努力によって，脳幹の薄切標本を用いて，咀嚼筋筋紡錘や歯根膜受容器の感覚ニューロンの細胞体がある三叉神経中脳路核で電気生理学的研究を行ってきた．この研究を足掛りにして，関連する脳神経核ニューロンの電気生理学を発展させたい．

③ 生理学教育に対する意見

生理学は解剖学とならんで医学教育の柱である．しかしながら，生命現象の背後にある法則，概念を追究するその性質上，学生にとって理解が困難な学科である．さらに，このところの研究技術の進歩は目覚ましく，研究の発展は加速されている．このような状況下で生み出された新しい知識は，直ちに真の意味で学生の心を躍らせることにはなり得ない．学生が行い得るような実験方法や思考過程から到達できる理解の程度

には限界があるからである．一方，教育期間には制限があり，厳選された知識と基本的な思考のレールは，つねに用意されなければならない．これらは，従来以上に迅速に改編される必要がある．言うまでもなく，これらは他の基礎医学や臨床医学と有機的に結びつくものでなければならない．そして，これらの知識と思考過程が効率よく学生の記憶回路に組み込まれうる新しい教育技術とこれによる成果を科学的に分析できる方法を試行錯誤して開発する姿勢をもたなければならない．

RECORDS

第133回 JJP 編集委員会議事録

日　時：平成5年9月18日(土)
　　午後2：00～午後4：00
場　所：学会誌刊行センター分室6階会議室
出席者：金子委員長，高橋，佐藤，酒田，杉，福田，山下各委員

1) 前回議事録を原案通り承認した．

2) 生理学会のプロシーディングスの査読結果と今後の対応に関するアンケート調査の結果についての報告がなされた．

3) 生理学研究所カンファレンスの Supplement が発行されたことの報告があった．

4) 論文審査情況および刊行情況に関する報告が行われた．

5) 入澤賞の選考手続きの時期について具体的な検討がなされた．

6) 投稿のプロモーションについて話し合った．

7) 従来の査読・審査用紙と審査体系の見直しの提案があり，改める方向で検討することとした．

次回期日：平成5年11月20日(土)午後2：00～
　　学会誌刊行センター分室6階会議室

会　員　消　息

<新入会員>

氏　名	勤務先	〒	自宅・住所	専門分野
粟生田　輝	千葉大学・医学部	280	千葉県千葉市中央区長洲2-19-2-303	
穴井慶太	宮崎医科大学・第二生理	880	宮崎県宮崎市大塚町流合5113 長友マンション301号	血液
阿部純一	東京大学・医学部・脈管病態生理	111	東京都台東区浅草1-6-16-803	心臓・循環
阿部　浩	防衛医科大学校・第二生理	359	埼玉県所沢市宮本町2-12-2-103	
有村公良	鹿児島大学・医学部・第三内科	890	鹿児島県鹿児島市郡元1-17-11	
五十嵐　亨	信州大学・医学部・第一生理	390	長野県松本市島立201-3	心臓・循環
井川正治	日本体育大学・健康管理部研究室	213	横浜市港北区中川町2318-6	体力
池内裕司	神戸大学・医学部・第一生理	650	兵庫県神戸市中央区花隈町3-6-4-A	

氏　名	勤　務　先	〒	自　宅・住　所	専門分野
石　垣　和　子	東京大学・医学部・健康科学・看護学科・家族看護	108	東京都港区白金2-4-3-205	
市　川　利　信	杏林大学・医学部・第一生理	262	千葉県千葉市横戸台18-13	運　動
今　井　賢　治	明治鍼灸大学	622	京都府船井郡園部町新町118-25 グリーンハイツ共栄305	
今　田　俊　明	日本電信電話㈱基礎研究所・情報科学	188	東京都田無市芝久保町4-4-4-716	
岩　　昌　宏	明治鍼灸大学	622	京都府船井郡園部町小山西町野本20　グランドハイツD棟203	
岩　根　久　夫	東京医科大学	153	東京都目黒区目黒4-18-20	
岩　野　　仁	埼玉医科大学・精神医学	350-02	埼玉県鶴ヶ島市脚折町2-25-23 パークサイドレジデンス307号	
漆　原　庸　子	東京大学・医学部脳研究施設・神経生物	155	東京都世田谷区代田6-16-2	運　動
遠　藤　隆　行	東京歯科大学・生理	110	東京都台東区上野5-14-4	
小　川　隆　一	大分医科大学・第一内科	870	大分県大分市城崎町3-2-12 タワーハウス905	
小野寺　　誠	千葉大学・医学部・第三内科	263	千葉県千葉市稲毛区黒砂2-4-5 ミラ黒砂203	
小　畠　隆　行	横浜市立大学・医学部・第二生理	223	横浜市港北区牛久保西4-14-8	
大　野　宏　毅	産業医科大学	807	福岡県北九州市八幡西区浅川学園台2-14-117	
岡　田　泰　昌	千葉大学・医学部・第二生理	169	東京都新宿区百人町3-1-5 ノースタワー1901	呼　吸
岡　本　　仁	慶応義塾大学・医学部・生理	444	愛知県岡崎市竜美南2-3-1-4-304	
押　田　守　弘	聖マリアンナ医科大学・第一生理	150	東京都渋谷区桜丘町27-5	
柿　木　隆　介	生理学研究所・統合生理学研究施設	444	愛知県岡崎市竜美南2-4-1　3棟12	
金　政　利　幸	塩野義製薬・新薬研究所	665	兵庫県宝塚市すみれガ丘1-7-1-107	
川　原　　隆	鹿児島大学・医学部・脳神経外科	891-01	鹿児島県鹿児島市桜ケ丘5-20-3 元山アパート201号	
河　辺　典　子	東京慈恵会医科大学・臨床検査医学	120	東京都足立区綾瀬4-27-9	体　力
木　村　龍　生	富山化学工業㈱	930	富山県富山市南田町2-7-8	
北　澤　宏　理	自治医科大学・第一生理	323	栃木県小山市花垣町1-13-39-5-203	
栗　原　裕　基	東京大学・医学部・第三内科	133	東京都江戸川区南小岩5-18-23	
栗原由紀子	東京大学・医学部・第三内科	133	東京都江戸川区南小岩5-18-23	
黒野明日嗣	鹿児島大学・医学部・第三内科	890	鹿児島県鹿児島市桜ケ丘8-23-5 コンサルジュM202	
桑　田　　治	慶応義塾大学・医学部・生理	162	東京都新宿区若松町17-6 アークハウス308号室	細胞・分子

氏　名	勤務先	〒	自宅・住所	専門分野
五谷寛之	大阪市立大学・医学部・第一生理	639-21	奈良県北葛城郡当兵家1442-5	
小林真之	大阪大学・歯学部・口腔生理	569	大阪府高槻市別所本町17-5-338	
近藤真啓	日本大学・歯学部・生理	273	千葉県船橋市本中山2-19-5	
酒井雅史	新潟大学・脳研究所・神経生理	951	新潟県新潟市二葉町2-5166-79-401	
坂井理映子	東京女子医科大学	162	東京都新宿区市谷薬玉寺町71-709	
櫻井孝司	浜松医科大学・光量子医学センター	435	静岡県浜松市早出町231-8	
里村憲一郎	大阪大学・医学部・第二生理	534	大阪市都島本通3-12-23	
志田亨	大阪歯科大学・歯科麻酔	567	大阪府茨木市天王2-7-I-1006	
篠原一之	北海道大学・医学部・第二生理	065	北海道札幌市東区北25条東2丁目 ノースリバーマンション104	神経化学
柴田敏弥	大阪市立大学・医学部・第一生理	546	大阪府岸和田市小松里町856-1 メジャーライフ久留米508号	
嶋津宗典	長崎大学熱帯医学研究所・環境生理	852	長崎県長崎市花丘町1-24 モール花丘412号	
下田政博	筑波大学・体育科学系	305	茨城県つくば市千現1-17-17 ロイヤルライフタウン207号	
下村吉治	名古屋工業大学	486	愛知県春日井市美濃町1-152-9	
白山武司	京都府立医科大学・第二内科	607	京都府京都市山科区大塚元屋敷町35-1 グリーンハイム平井203	心臓・循環
白石浩一	東京女子医科大学・第二生理	162	東京都新宿区戸山3-7-3-102	
進武幹	佐賀医科大学・耳鼻咽喉科	840	佐賀県佐賀市神野西4-3-15	
新藤潤一	弘前大学・医学部・第二生理	036	青森県弘前市寒沢町7-6 佐藤方	
鈴木貴美	杏林大学・医学部・第一生理	120	東京都足立区足立2-19-6	
瀬戸明	昭和大学・医学部・第一生理	142	東京都品川区中延5-9-28 小笠原ハウス2F	
添田徹	大分医科大学・第二外科	870	大分県大分市明磧7組の2 ロンブル ONO 402号	神経化学
添田博充	東京医科歯科大学難治疾患研究所・自律生理	110	東京都台東区根岸5-8-25 ラフォレ根岸807	
田中聡	信州大学・医学部・第二生理	390	長野県松本市桐3-4-2-208	
田中知徳	大阪大学・医学部・第一外科	565	大阪府吹田市佐井寺2-21-18 メゾンドロイヤル303	
田中隆人	鹿屋体育大学・生理	893	鹿児島県鹿屋市白崎町13-17	運動
田中達也	名古屋大学・医学部・第二生理	466	名古屋市昭和区川名本町4-1-4 松陽閣1B	
田中泰明	山陰労災病院・脳神経外科	683	鳥取県米子市西三柳4324-2	環境
田村弘	理化学研究所・フロンティア思考電流	352	埼玉県新座市野火止8-7-26	

氏　名	勤務先	〒	自宅・住所	専門分野
高井佳子	名古屋大学・医学部・眼科	460	名古屋市中区千代田3-31-13 シティコーポ千代田1306	
高木誠治	佐賀医科大学・第一生理	840	佐賀県佐賀市神野東3-11-5-202	
高久保文恵	獨協医科大学・第一生理	321-02	栃木県下都賀郡壬生町緑町 2-21-11　コーポ和光203号	
高田俊宏	神戸大学・医学部・第一生理	652	兵庫県神戸市兵庫区荒田町3-28-4 コーポ井上207号	シナプス他
高橋龍尚	山形大学・工学部			
高原和雄	産業医科大学	807	福岡県北九州市八幡西区光貞台 3-6-7	
竹澤博人	名古屋大学・医学部・第一内科	466	名古屋市昭和区山手通1-28 シーアイマンション山手1005号	心臓・循環
武田泰生	慶應義塾大学・医学部・生理	340	埼玉県草加市草加4-5-1-303	神経化学
武村政徳	兵庫医科大学・第一生理	661	兵庫県尼崎市尾浜町1-10-7 グレースコート高安412号	
中條光章	東海大学・医学部・第二生理	261	千葉県千葉市美浜区磯辺5-16-4-208	
辻　義光	大阪市立大学・医学部・第二生理	540	大阪府大阪市中央区内本町2-4-10 ネオハイツ内本町802号	細胞・分子
遠本　徹	岡崎国立共同研究機構生理学研究所	444	愛知県岡崎市久後崎町字本郷南38 パークシティ101号	
蔦井克典	札幌医科大学・第一生理	064	北海道札幌市中央区南4条 西21丁目2-1	
寺島　明	神戸大学・医学部・第一生理	659	兵庫県芦屋市大原町3-11-606	
寺田庄一	埼玉医科大学・第一生理	350-04	埼玉県入間郡毛呂山町毛呂本郷 159-1-1-103	
利光隆子	大分医科大学・第二生理	870	大分県大分市賀来3575 サウスセントヒルズ602号	心臓・循環
轟　奈津子	山口大学・医学部・第一生理	755	山口県宇部市大字小串919-1 たつみハイツ102号	
鳥居邦夫	新技術事業団・鳥居食情報調節プロジェクト	153	東京都目黒区駒場1-1-18	栄・代・温
那須昌啓	東京医科歯科大学・難治疾患研究所	182	東京都調幸市小島町1-1-1-RB 407	
中山彰博	埼玉医科大学・短期大学	350-04	埼玉県入間郡毛呂山町毛呂本郷 43-3-305	体　力
中山秀章	昭和大学・医学部・第二生理	146	東京都大田区南久ケ原2-6-6 スカイヒルマンション206	呼　吸
長嶋雄一	旭川医科大学・第一生理	070	北海道旭川市神楽4条6丁目 419-1　太陽の郷401号	
中西宏嘉	日本大学・医学部・麻酔科	176	東京都練馬区栄町17 水入ハイランド104号	
中野　真	東京慈恵会医科大学・産婦人科	177	東京都練馬区石神井町 6-17-31-101	筋

氏　名	勤　務　先	〒	自　宅・住　所	専門分野
中　山　雅　美	宮崎医科大学・第二生理	889-16	宮崎県宮崎郡清武町大字木原5600 医大宿舎 D-301	血　液
野　田　昌　邦	東京大学・医学部・脈管病態生理	139	東京都江戸川区西葛西5-1-8 第二ディア西葛西607	腎・体液
野　中　藤　吾	近畿大学・医学部附属病院	589	大阪府大阪狭山市半田3-361-1-211	
萩　谷　　昇	東京医科歯科大学・歯学部・障害者歯科学	130	東京都墨田区太平3-7-10 ビレッヂ坂田204号	
橋　谷　　光	名古屋市立大学・医学部・第一生理	467	名古屋市瑞穂区洲雲町2-23-302	
羽　部　　仁	岡山大学・医学部分子細胞医学研究施設・神経情報	700	岡山県岡山市鹿田町2-2-18 アステリオン鹿田303号	神経化学
浜　岡　隆　文	東京医科大学	134	東京都江戸川区西葛西5-3-1-307	
濱　川　典　章	鹿児島大学・医学部・第一生理	890	鹿児島県鹿児島市上福元町5867 諏訪下 APB-1号室	細胞・分子
平　原　健　司	佐賀医科大学	840-02	佐賀県佐賀郡大和町大字久池井 1022-1　医大宿舎1-105	
平　山　悦　之	東京医科歯科大学難治疾患研究所・循環器病	174	東京都板橋区上板橋2-16-5	心臓・循環
深　尾　偉　晴	近畿大学・医学部・第二生理	593	大阪府堺市楢葉170　フェルティ・メイツ泉ケ丘2-1504	血　液
福　島　弘　子	京都府立医科大学・第一生理	520-21	滋賀県大津市三大寺1-5	心臓・循環
藤　野　能　久	滋賀医科大学・第一生理	520	滋賀県大津市国分1-15-28 レジデンス YK 403号	
藤　原　智　徳	杏林大学・医学部・第二生理	181	東京都三鷹市牟礼6-19-4 武蔵野ハイツ303号	神経化学
藤　原　史　利	神戸大学・医学部・第一生理	654-01	兵庫県神戸市須磨区竜ケ台1-9-1 竜ケ台住宅6-301号	
堀　内　哲　吉	信州大学・医学部・第一生理	390	長野県松本市南浅間620 マウントビュー201号	心臓・循環
牧　角　俊　郎	山口大学・医学部・法医学	755	山口県宇部市小串 山大小串宿舎 RB-505号	栄・代・温
松　下　宗　嗣	関西医科大学・第二生理	579	大阪府東大阪市神田町6-3	
美　藤　純　弘	岡山大学・歯学部・口顎機能検査室	700	岡山県岡山市津島中1-3-RB-404	
三　輪　晃　成	朝日大学・歯学部・小児歯科学	501-02	岐阜県本巣郡穂積町穂積1649-2 ハイツ松野201号	感　覚
水　田　敏　郎	東京学芸大学	187	東京都小平市喜平町1-13-20 栄荘 6 号室	行動・リズム
南　沢　　享	鶴見大学・歯学部・生理	235	横浜市磯子区森1-5-21-1223	心臓・循環
宮　津　　基	名古屋大学・医学部・第二生理	481	愛知県西春日井郡西春町九ノ坪中町51	

氏　名	勤　務　先	〒	自　宅・住　所	専門分野
宮　本　忠　臣	小倉記念病院・研究部	803	福岡県北九州市小倉南区山手3-8-23	心臓・循環
宗　盛　　真	広島大学・医学部・第一生理	734	広島県広島市南区出汐1-17-8-201	チャネル他
村　上　太　郎	名古屋工業大学・保健体育	456	名古屋市熱田区大宝2-4-43 白鳥住宅4-35	栄・代・温
望　月　一　道	朝日大学・歯学部・生理	501-02	岐阜県本巣郡穂積町稲里722-1-303	感　覚
望　月　正　武	東京慈恵会医科大学・青戸病院・内科	248	神奈川県鎌倉市二階堂267-79	
百　瀬　弥寿徳	富山医科薬科大学・医学部・薬理	390	長野県松本市沢村2-3-6	心臓・循環
八重倉　和　朗	鹿児島大学・医学部・第一内科	890	鹿児島県鹿児島市武3-35-1-702	内分泌
八十島　安　伸	大阪大学・大学院人間科学研究科	658	兵庫県神戸市東灘区岡本2-8-23	
矢　崎　義　雄	東京大学・医学部・第三内科	112	東京都文京区小日向3-12-4	
安　井　広　尊	安井鍼灸院	467	名古屋市瑞穂区下山町2-26	感　覚
安　井　裕　子	金沢大学・医学部神経情報研究施設・情報伝達	924	石川県松任市下柏野町112	
安　田　浩　樹	大阪大学・バイオメディカルセンター・高次神経・神経生理	663	兵庫県西宮市上田中町18-35-101	
山　根　禎　一	東京医科歯科大学難治疾患研究所・循環器病	124	東京都葛飾区お花茶屋2-2-6 グリーンパル303	心臓・循環
山　田　　薫	大阪大学・医学部・第二生理	661	兵庫県尼崎市東園田町1-129-2 ファミールM一番館102号	
山　中　　崇	(財)東京都老人総合研究所・自律神経	173	東京都板橋区中丸町46-12 コーポたくみ201号	自律神経
山　室　　裕	埼玉医科大学・第一生理	357	埼玉県飯能市緑町20-5-1-203	
吉　岡　一　実	三重大学・医学部・第二生理	514	三重県津市観音寺町511 大学宿舎 B-22号	
吉　垣　純　子	日本大学・松戸歯学部・生理	202	東京都保谷市泉町4-4-16 シティハイツ305号	
吉　田　和　喜	大阪市立大学・医学部・第二生理	651-13	兵庫県神戸市北区京地1-18-11	細胞・分子
吉　田　　耕	千葉大学・医学部・耳鼻咽喉科	260	千葉県千葉市中央区矢作町254 永嶋ハイツ203	
吉　本　由喜子	大阪大学・医学部・第二生理	569	大阪府高槻市岡本町17-3	

<再 入 会>

氏　名	勤 務 先	〒	自 宅・住 所	専門分野
狩 野 方 伸	自治医科大学・第一生理	329-04	栃木県河内郡南河内町薬師寺 3304-1 グリーンタウン56-2-1	膜輸送

<転勤・異動>

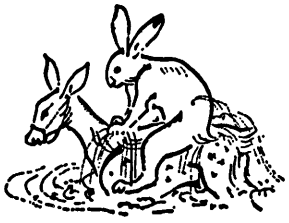
氏　名	転勤先・異動先
板 垣 茂 文	山形県立日本海病院・内科
織 田 元	ブラザー病院・歯科口腔外科
大 岩 和 弘	郵政省通信総合研究所・関西先端研究センター
亀 井 研 志	中外製薬富士御殿場研究所・創薬第3研究所
川 口 泰 雄	理化学研究所バイオミメティックコントロール研究センター・運動回路網研究チーム
河 村 博	日本歯科大学
沢 田 雄 二	札幌医科大学・保健医療学部
杉 原 宏 和	松下電器産業㈱中央研究所 RCE 2
田 中 美智子	鹿児島純心女子大学
武 田 洋 司	市立小樽第二病院・精神科
中 村 彰 治	山口大学・医学部・第二生理
松 下 耕 太 郎	香川医科大学・第一外科
松 田 博 子	関西医科大学・第一生理
籾 山 明 子	京都大学・医学部・第二生理
山 本 哲 朗	三重大学・第二生理
山 本 典 子	岐阜大学・医療技術短期大学
幸 敏 志	三菱化成㈱・医薬第1研究所
浅 野 泰	自治医科大学・腎臓内科
清 水 宣 明	金沢大学・工学部・物質化学工学科

<氏名変更>

氏　名	勤 務 先	旧　姓
西 川 千 恵 子	藤田保健衛生大学・医学部・第二生理	加　藤

<物 故 者>

奥 村 浩	日本女子大学・理学部　教授	平成6年2月17日逝去
勝 木 保 次	東京医科歯科大学　名誉教授	平成6年3月6日逝去



〔日本生理誌（1994）**56**, 111-117〕

加齢による筋萎縮に対する運動の抑制効果

石原昭彦*・山崎先也・岡本　啓・田口貞善
（京都大学大学院人間・環境学研究科・京都大学総合人間学部自然環境学科*）

Inhibitory Effect of Running Exercise on Age-Induced Muscle Atrophy. Akihiko ISHIHARA, Sakiya YAMASAKI, Hiroshi OKAMOTO and Sadayoshi TAGUCHI (*Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, Kyoto 606-01, Japan*)

The effects of a 10-week running exercise on the histochemical and morphological properties of muscle fibers in the soleus (SOL) and tibialis anterior (TA) muscles and also in spinal motoneurons were investigated in 4 groups of female rats. Animals of the control groups were 20, 90 and 100 weeks old. Animals of the experimental group were 100 weeks old, and were exercised on a running wheel for 10 weeks. Muscle fibers examined were classified as slow-twitch oxidative (SO), fast-twitch oxidative glycolytic (FOG) or fast-twitch glycolytic (FG) according to their contractile and metabolic profiles. Spinal motoneurons innervating the SOL and TA were identified by retrograde neuronal labelling of fluorescent dye, nuclear yellow. Oxidative enzyme activities of motoneurons in the neuron pool were examined by microspectrophotometry. When compared to 20 week old rats, a decrease in the number of FOG in the SOL and of FG in the TA was observed in 90 and 100 week old rats. Findings of atrophy were observed in SO and FOG of the SOL and in FOG and FG of the TA in 90 to 100 week old rats. Practically no changes were observed with aging in the number and oxidative capacity of motoneurons in the SOL neuron pool. However, a decrease with aging was observed in the number and oxidative capacity of motoneurons in the TA neuron pool. From these results it is indicated that exercise inhibits the age-induced atrophy of SO fibers in the SOL.

key words: running exercise, muscle atrophy, muscle fiber composition, motoneuron, oxidative capacity

I. 緒　　言

加齢骨格筋では筋線維の萎縮が起こり，それにともない筋力の低下が生ずる．これは，筋を構成する個々の筋線維が萎縮することによるものであり，特に大きな筋力を発揮できる速筋線維において顕著な萎縮が生ずる．加齢にともなう筋線維の萎縮のメカニズムとしては，筋線維を支配する神経細胞の変性によるもの，筋線維と神経線維の接合部（終板）の変性によるもの，筋線維の代謝特性の変化によるもの，筋線維自体の遺伝的因子によるものなどが考えられている[9,23]．

先行研究[10]では，ラットのヒラメ筋（遅筋），前脛骨筋（速筋）を用いて，加齢にともなう筋線維の萎縮・減少のメカニズムを支配神経細胞（運動ニューロン）の総数ならびに代謝能力の変化と対応させて検討している．それによると，加齢初期（生後65週齢）には速筋線維数の減少が認められるが，支配運動ニューロンの総数や代謝特性には変化がみられないこと，一方，加齢後期（生後135週齢）には速筋線維，遅筋線維ともに筋線維数が減少し，同時に支配運動ニューロンの変性と代謝能力の低下が認められることが明らかにされている．これは，加齢初期における筋線維の萎縮が，支配運動ニューロンの変性とは関係なく，筋線維の代謝能力の低下や終板の変性によるものであり，一方，加齢後期における筋線維の萎縮は，支配運動ニューロンの変性と密接な関係にあることを示唆している．

加齢初期における筋線維の萎縮が，支配運動ニューロンの変性によるものではなく，筋線維を使用しないこと（廃用性）による末梢での退行的な変性ならば，運動などを負荷することによりその萎縮を抑制できると考えられる．実際，

〔平成5年12月9日受付〕

我々の最近の研究[14]では，生後55週齢のラットに10週間の走運動を負荷して，速筋線維の加齢による萎縮を抑制できた．これは，運動によって筋での低下した代謝能力が回復したことと，終板の退行的変性を抑制・改善できたことによるものと推察される．

支配運動ニューロンに消失がみられる加齢後期に，持続的な走運動を負荷して，筋線維の萎縮・減少あるいは支配運動ニューロンの消失に対してどのような影響がみられるかを検討した報告はない．そこで，本研究では，支配運動ニューロンの消失が認められる生後90週齢の雌ラットを用いて，10週間にわたる走トレーニングが，ヒラメ筋（遅筋）ならびに前脛骨筋（速筋）の加齢による筋萎縮にどのような影響を及ぼすかを支配運動ニューロンの変性ならびに代謝特性の変化と対応させて検討した．

Ⅱ．実 験 方 法

実験には，90週齢のウィスター系雌ラット15匹を3群に分け，5匹は，一般の飼育ケージを用いて，100週齢まで飼育を行った（100週齢対照群），他の5匹は，回転車輪のついたケージを用いて飼育を行い，終日にわたり，自発走運動を10週間にわたって負荷した（100週齢運動群）．走行距離は毎日午前8時にケージに取り付けたカウンターから算出した．残りの5匹は，運動開始時の筋線維および運動ニューロンの特性を検討するために，生後90週齢（90週齢対照群）を，また，成熟時の筋線維および運動ニューロンの特性を検討するために20週齢の雌ラット5匹（20週齢対照群）を対照とした．飼育は室温22±2℃の環境で行い，餌と水は自由摂取とした．なお，午後8時から翌午前8時までは消灯した．

各群ともエーテル麻酔を施し，右ヒラメ筋および左前脛骨筋に2％濃度の nuclear yellow (NY) を，それぞれ5μl，10μl 注入した．NY 注入36時間後，実験動物にエーテル麻酔を施して，左ヒラメ筋，右前脛骨筋，脊髄腰膨大部を摘出した．

筋組織については，筋重量測定後にクリオスタットを用いて−20℃において，厚さ 10μm の横断連続切片を作成した．その切片標本は，adenosine triphosphatase (ATPase) 染色，α-glycerophosphate dehydrogenase (α-GPD) 染色，succinate dehydrogenase (SDH) 染色を施した．染色結果に基づいて，筋線維を ATPase および α-GPD 活性が低く，SDH 活性が高い slow-twitch oxidative (SO) 線維，ATPase，α-GPD および SDH 活性が高い fast-twitch oxidative glycolytic (FOG) 線維，ATPase および α-GPD 活性が高く，SDH 活性が低い fast-twitch glycolytic (FG) 線維の3タイプに分類した．各標本からタイプ別に筋線維数を算出した．また，ATPase 染色を施した標本から顕微鏡写真を撮影し，タイプ別に筋線維の横断面積を算出した．

脊髄については，クリオスタットにより−20℃において，厚さ 10μm の連続縦断切片を作成し，蛍光顕微鏡を用いて 360 nm の励起波長で支配運動ニューロンを同定し，総数を算出した．支配運動ニューロンは，NY によって核が黄色に発色することにより識別した．その後，切片に SDH 染色を施し，顕微測光法により 470 nm の励起波長で SDH 活性を測定した[11,13,20]．なお，細胞サイズが491μm^2以上のニューロンを alpha 運動ニューロンとみなした．各群間の平均値の有意差はF検定によった．

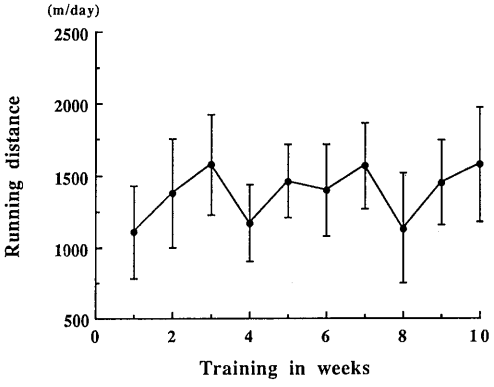


Fig. 1. Running distance of the 100 weeks exercise group. The values are the means ± standard errors.

Ⅲ. 実 験 結 果

(A) 走運動量

運動群の自発的走運動量の変化を Fig.1 に示した．10週間の運動期間をとおしてみた1日あたりの平均走行距離は1439mであった．

(B) 体重ならびに筋重量

Fig.2 は各群の体重100gあたりの相対筋重量を示した．ヒラメ筋では，加齢にともなう筋重量の有意な減少が認められたが，走運動により筋重量は有意に増大した．前脛骨筋では，加齢および運動による筋重量の変化はみられなかった．なお，100週齢対照群と運動群の体重変化については Fig.3 に示した．

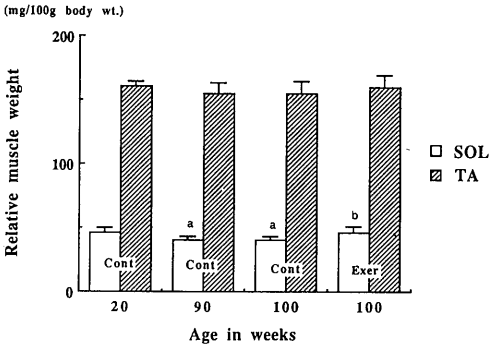


Fig. 2. Relative weights of the soleus (SOL) and tibialis anterior (TA) muscles. The values are the means ± standard deviations. [a]: Significantly different ($p < 0.05$) from 20 weeks control, [b]: Significantly different ($p < 0.05$) from 90 and 100 weeks controls.

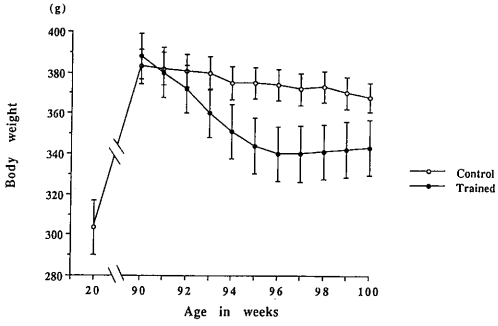


Fig. 3. Body weights of control and exercise trained groups at aged in 100 weeks. The values are the means ± standard errors.

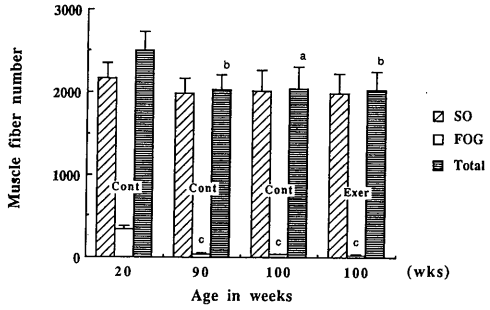


Fig. 4. Fiber numbers of the soleus muscle. The values are the means ± standard deviations. [a,b,c]: Significantly different from 20 weeks control by $p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.001$, respectively. SO, slow-twitch oxidative ; FOG, fast-twitch oxidative glycolytic.

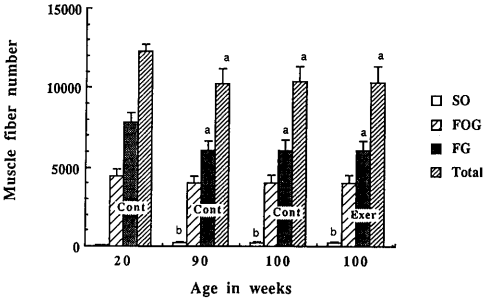


Fig. 5. Fiber numbers of the tibialis anterior muscle. The values are the mean ± standard deviations. [a]: Significantly different ($p < 0.01$), [b]: Significantly different ($p < 0.001$) from 20 weeks control. SO, slow-twitch oxidative ; FOG, fast-twitch oxidative glycolytic ; FG, fast-twitch glycolytic.

(C) 筋線維数

各群におけるヒラメ筋，前脛骨筋の筋線維数については，それぞれ Fig.4，Fig.5 に示した．ヒラメ筋では，加齢にともなう FOG 線維ならびに総数が有意に減少した．前脛骨筋では，加齢にともなう FG 線維ならびに総数の有意な減少が認められた．また，前脛骨筋では，加齢にともなう SO 線維が有意に増加した．一方，ヒラメ筋，前脛骨筋ともに運動による筋線維数の変化はみられなかった．

(D) 筋線維横断面積

各群におけるヒラメ筋，前脛骨筋の筋線維横断面積については，それぞれ Fig.6，Fig.7 に示した．ヒラメ筋では，加齢にともなう SO 線

維，FOG 線維の横断面積の有意な減少が認められた．前脛骨筋では，加齢にともなう FOG 線維，FG 線維の横断面積の有意な減少が認められた．一方，ヒラメ筋では，運動により SO 線維の横断面積が有意に増大した．前脛骨筋では，運動による筋線維横断面積の変化はみられなかった．

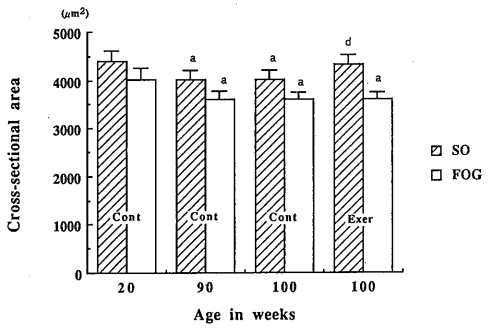


Fig. 6. Cross-sectional fiber areas of the soleus muscle. The values are the means ± standard deviations. [a]: Significantly different ($p < 0.05$) from 20 weeks control, [d]: Significantly different ($p < 0.05$) from 90 and 100 weeks controls. SO, slow-twitch oxidative; FOG, fast-twitch oxidative glycolytic.

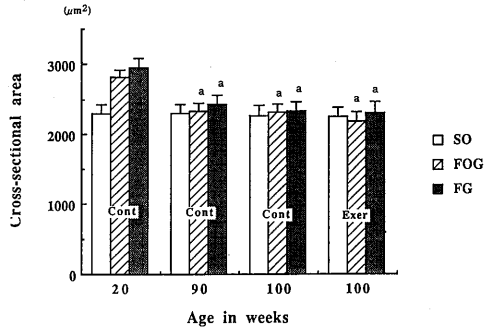


Fig. 7. Cross-sectional fiber areas of the tibialis anterior muscle. The values are the means ± standard deviations. [a]: Significantly different ($p < 0.001$) from 20 weeks control. SO, slow-twitch oxidative; FOG, fast-twitch oxidative glycolytic ; FG, fast-twitch glycolytic.

(E) 支配運動ニューロン数

各群におけるヒラメ筋，前脛骨筋を神経支配する運動ニューロン数については，それぞれ Fig.8，Fig.9 に示した．ヒラメ筋を支配するニューロンプールでは，alpha 運動ニューロン

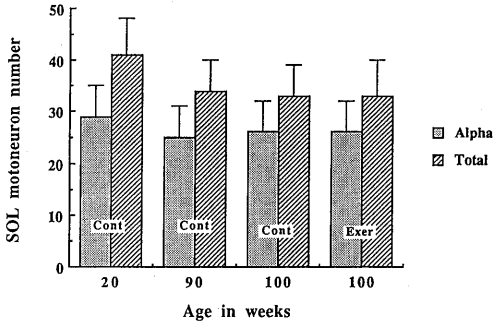


Fig. 8. Motoneuron numbers of the soleus neuron pool. The values are the means ± standard deviations. Alpha, alpha motoneuron ; Total, alpha and gamma motoneuron.

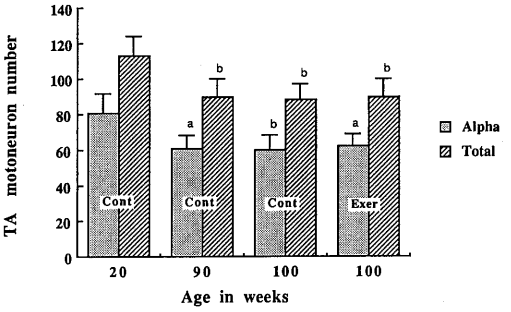


Fig. 9. Motoneuron numbers of the tibialis anterior neuron pool. The values are the means ± standard deviations. [a]: Significantly different ($p < 0.05$), [b]: Significantly different ($p < 0.01$) from 20 weeks control. Alpha, alpha motoneuron ; Total, alpha and gamma motoneuron.

数，総数ともに加齢および運動による変化はみられなかった．前脛骨筋を支配するニューロンプールでは，加齢にともなう alpha 運動ニューロン数ならびに総数の有意な減少が認められたが，運動によるニューロン数の変化はみられなかった．

(F) 支配ニューロンプールの酸化系酵素活性

各群におけるヒラメ筋，前脛骨筋を神経支配する alpha ニューロンプールの酸化系酵素活性を Fig.10 に示した．ヒラメ筋を支配するニューロンプールでは，加齢および運動による酵素活性の変化はみられなかった．前脛骨筋を支配するニューロンプールでは，加齢にともな

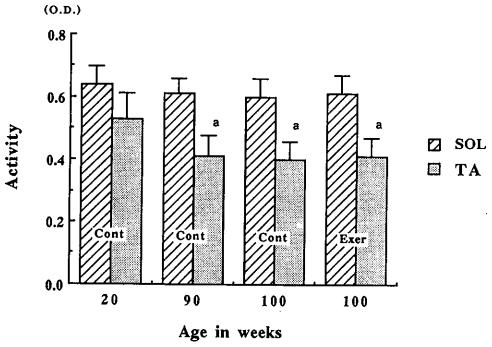


Fig. 10. Oxidative enzyme activities of the alpha neuron pool innervating the soleus (SOL) and tibialis anterior (TA) muscles. The values are the means ± standard deviations. [a]: Significantly different ($p < 0.01$) from 20 weeks control.

う酵素活性の有意な低下が認められたが，運動による酵素活性の変化はみられなかった．

Ⅳ．考　　察

90週齢のラットの体重は20週齢のそれに比較して有意に増加したが（Fig.3），これは除脂肪体重の増加をともなうことを示さなかった．即ち，Fig.2 で見られるように，90と100週齢のヒラメ筋の相対重量は減少した．この減少は，加齢初期における筋萎縮を示すものであり，Richardson と Cheung[18] によれば，年齢の増加にともなうタンパク質合成の低下であると指摘している．一方，筋萎縮が生じたにもかかわらず，体重増加がみられるのは，脂肪蓄積が増加しているからである[4,19]．

加齢にともなう骨格筋線維の萎縮については，特に大きな筋力を発揮できる速筋線維で萎縮が顕著に認められると報告されている[10,12]．同様に，神経系についてみると，加齢にともない筋線維を支配する脊髄運動ニューロンが減少すること，また前根神経線維（運動神経線維）にも減少が認められることが報告されている[9,23]．したがって，加齢による筋萎縮に対する運動の効果に対して，そのメカニズムを究明するには筋線維の萎縮とともに支配運動ニューロンの変性を検討する必要がある．

我々の最近の研究[14] は，55週齢の雌ラットを用いて，加齢にともなう速筋線維の萎縮を10週間の走運動によって抑制できることを明らかにした．同様に，Klitgaard et al.[15] は，筋力トレーニングによって筋萎縮を抑制し，さらに，加齢にともなう筋線維のタイプ移行を抑えることができることを報告している．この時期の脊髄運動ニューロンには変性が認められず，筋線維の萎縮は，末梢における変化，すなわち筋での代謝能力の低下，終板の退行的変性などによるものと考えられる[10,12]．この終板の退行性変化は，老ラットの脊髄運動ニューロンの酸化能力の低下による変性とその運動ニューロン数の減少[11,13] によって支配下の筋線維数の減少をもたらし，筋萎縮を引き起こすと考えられる．また，Andonian と Fahim[2] は運動トレーニングは神経筋接合部の形態（側枝数，終板径，終板面積等）を有意に変化させることができたと報告している．この変化は，運動トレーニングによって，運動単位の動員数の増加をもたらし，終板の形態的縮小化を抑制するものと考えられる．したがって，本研究においても走運動によって筋線維の萎縮が抑制できたのは，低下した代謝能力が回復したこと[5,16]，終板の変性が抑制・修復されたこと[1,2,7] によるものと推察される．

本研究で用いた100週齢の雌ラットでは，FG 線維に加えて FOG 線維の萎縮・減少が認められた．加齢によるヒラメ筋の筋線維数の減少は，すでに Taguchi et al.[22] によって確かめられているが，加齢にともない筋線維数の減少がみられないとした報告もある[6,8]．これらの差異は，性，ストレイン，年齢の違いによるものと考えられる．支配運動ニューロンについては，前脛骨筋を支配するニューロンプールで運動ニューロン数の減少ならびに酸化能力の低下が認められた．また，運動を負荷することにより，ヒラメ筋では SO 線維の萎縮が抑制されたが，前脛骨筋では変化がみられなかった．先行研究[14] に対して，前脛骨筋で運動による筋線維の萎縮の抑制がみられなかったのは，支配運動ニュー

ロンの変性や代謝能力の低下など，神経レベルでの機能低下が生じていたことによるものと考えられ，特に fast-type の運動単位の機能が低下していたことによるものと推察される．

生後100週齢のヒラメ筋については，FOG 線維の萎縮・減少，SO 線維の萎縮が認められた．加齢にともなう速筋線維の萎縮を抑えるためには，かなり高い強度の筋力トレーニングが課せられる必要がある[17]．また，支配運動ニューロンについては，総数ならびに代謝特性の変化はみられなかった．この時期に負荷した走運動は，SO 線維の萎縮を抑制したが，これは，slow-type の運動単位が活動水準を維持しており，したがって，10週間の運動によって末梢における筋線維の代謝能力が回復したり，終板の変性が抑制・修復されたことによるものと結論される．この点について Apell[3]は，トレーニングは神経・筋接合部の形態に影響を与えるが，年齢や筋の種類によってその程度は異なり，どの年齢においても，ヒラメ筋（遅筋）より長指伸筋（速筋）でより大きな影響のあることを指摘している．

なお，加齢にともなう骨格筋線維の萎縮と同様に，体懸垂によってもラットヒラメ筋において筋線維の萎縮が認められたと報告されている[21]．本研究では，生後100週齢のラットヒラメ筋で運動による SO 線維の萎縮が抑制されたが，体懸垂後の回復期にも萎縮した筋線維が懸垂前のサイズまで回復することが明らかにされている．さらに，支配運動ニューロンの変性や代謝能力の低下がみられないことが明らかにされている．これらの結果は，支配神経系の機能が維持されていれば筋線維の萎縮に対して修復機能が働くこと，すなわち運動単位には可塑性があることを意味している．

本研究では，回転車輪のついたケージを用いて飼育することにより，実験動物に自発的に走運動を行わせた．これは，トレッドミルを用いた強制運動では，動物がベルトに巻き込まれて危険なこと，電気刺激を加えるためにストレスが大きいこと，高齢動物に対して運動量や運動強度を設定することが困難であることなどによる．しかしながら，10週間の自発走運動量についてみると，先行研究[14]の生後65週齢のラットを用いた研究では１日あたり3718m，本研究の生後100週齢のラットでは１日あたり1439mとなり，運動量にかなりの違いが認められた．このような運動量の違いが，運動単位の参加・動員様式を変化させている可能性が考えられる．また，運動時の走行スピードも週齢により異なると考えられるため，週齢と負荷する運動量や運動強度の関係については，さらに検討を必要とする．

謝　　辞

本研究の一部は文部省科学研究費補助金（課題番号04680124）により行われたものである．

文　　献

1) Alshuaib, W. B. & Fahim, M. A. (1990) Effect of exercise on physiological age-related change at mouse neuromuscular junctions. Neurobiol. Aging, **11**, 555-561
2) Andonian, M. H. & Fahim, M. A. (1987) Effects of endurance exercise on the morphology of mouse neuromuscular junctions during ageing. J. Neurocytol. **16**, 589-599
3) Apell, H. J. (1984) Proliferation of motor end-plates induced by increased muscular activity. Int. J. Sports Med., **5**, 125-129
4) Bertrand, H. A., Lynd, F. T., Masoro, E. J. & Yu, B. P. (1980) Changes in adipose mass and cellularity through the adult life of rats fed ad libitum or a life-prolonging restricted diet. J. Gerontology, **35**, 827-835
5) Beyer, R. E., Starnes, J. W., Edington, D. W., Lipton, R. J., Compton III, R. T. & Kwasman, M. A. (1984) Exercise-induced reversal of age-related declines of oxidative reactions, mitochondrial yield, and flavins in skeletal muscle of the rat. Mech. Ageing Dev., **24**, 309-323
6) Brown, M. (1970) Change in fiber types: how many and what kind? Arch. Neurol., **23**, 369-379
7) Cardasis, C. A. & LaFontaine, D. M. (1987) Aging rat neuromuscular junctions: a morphometric study of cholinesterase-stained whole mounts and ultrastructure. Muscle Nerve, **10**, 200-213
8) Eddinger, T. J., Moss, R. L. & Cassens, R. G. (1985) Fiber number and type composition in extensor digitorum longus, soleus and diaphragm muscles with aging in Fisher 344 rats. J. Histochem. Cytochem., **33**, 1033-1041
9) Gutmann, E. & Hanzlikova, V. (1966) Motor unit in

old age. Nature, **209**, 921-,922

10) Ishihara, A., Naitoh, H. & Katsuta S. (1988) Effects of ageing on the total number of muscle fibers and motoneurons of the tibialis anterior and soleus muscles in the rat. Brain. Res., **435**, 355-358

11) Ishihara, A., Naitoh, H., Araki, H. & Nishihira, Y. (1988) Soma size and oxidative enzyme activity of motoneurones supplying the fast twitch and slow twitch muscles in the rat. Brain Res., **446**, 195-198

12) Ishihara, A. & Araki, H. (1988) Effects of age on the number and histochemical properties of muscle fibers and motoneurons in the rat extensor digitorum longus muscle. Mech. Ageing Dev., **45**, 213-221

13) Ishihara, A., Taguchi, S., Itoh, M. & Itoh, K. (1990) Oxidative metabolism of the rat soleus neuron pool following hypobaric hypoxia. Brain Res. Bull., **24**, 143-146

14) Ishihara, A. & Taguchi, S. (1993) Effect of exercise on age-related muscle atrophy. Neurobiol. Aging, **14**, 331-335

15) Klitgaard, H., Brunet, A., Maton, B., Lamaziere, C., Lesty, C. & Monod, H. (1989) Morphological and biochemical changes in old rat muscles: Effect of increased use. J. Appl. Physiol., **67**, 1409-1417

16) Kovanen, V. & Suominen, H. (1987) Effects of age and life-time physical training on fibre composition of slow and fast skeletal muscle in rats. Pflugers Arch., **408**, 543-551

17) Larsson, L. (1982) Aging in mammalian skeletal muscle. In: Mortimer, J. A., Pirozzolo, F. J. & Malleta, G. J. (eds), Advances in neurogerontology, vol. 3, The aging motor system. Praeger, New York, 60-97

18) Richardson, A. & Cheung, H. T. (1982) The relationship between Age-related changes in gene expression, protein turnover, and the responsiveness of an organism to stimuli. Life Sciences, **31**, 605-613

19) Rusting, R. L. (1992) Why do we age?. Scientific American, **267**, 86-95

20) Taguchi, S., Ishihara, A., Itoh, M. & Itoh, K. (1990) Effects of hypobaric hypoxia on the oxidative capacity of the extensor digitorum longus motor units in the rat. Neurochem. Res., **15**, 923-926

21) Taguchi, S., Morii, H. & Ishihara, A. (1991) Effects of body suspension on soleus muscle fibres and spinal motoneurones in the rat. Comp. Biochem. Physiol., 100A, 801-803

22) Taguchi, H., Yoshioka, T. & Kobayashi, K. (1971) Age change of skeletal muscles of rats. Gerontologia, **17**, 219-227

23) Vrbova, G., Gordon, T. & Jones, R. (1978) Nerve-muscle interaction. Chapman and Hall Ltd., London, P233

訂正とお詫び

日本生理学雑誌56巻1号表紙及び目次の原著表題に誤りがありました.
ここに訂正すると共に謹んでお詫び申し上げます.

正

ラット骨格筋の絶対成長と体重を基準とした相対成長に関する研究

誤

ラット骨格筋の絶対成長と体重を基準とした相対成長に関する研究ラット骨格筋の絶対成長・相対成長

日本生理学雑誌編集委員会

〔編集後記〕

今年の東京の桜は雨・風にたたかれることもなく，実に美しく，小石川後楽園のしだれ桜は妖艶でさえありました．全国の先生方いかがお過ごしでいらっしゃいますか．Information に1995年名古屋で行われる日本医学会総会はじめいくつか生理学に関係しますシンポジウム・学会の案内が掲載されております．原著に加齢と運動の問題が扱われている論文を石原昭彦先生他3名の先生よりいただき，興味をもたれた先生方も多いのではないかと存じます．前編集幹事として長年努力されました酒井敏夫先生の時代に東京医科大学教授・登坂恒夫先生から編集委員を引き継ぎ，本誌編集に微力ながら協力させていただきましたが，本号の編集をもちまして千葉大学教授・中島祥夫先生にバトンタッチすることに致しました．新編集幹事の金子章道先生の編集方針により，生理学に関する人・研究の情報を早く学会の先生方に伝えるという点で，前進があったと思っております．今後どのような方針で本誌を編集し生理学に貢献できるかは結局生理学にたずさわる多くの先生方の考え方によるわけです．どのような内容の提案でも積極的に編集委員会に寄せていただくことが大切かと思います．学会誌の編集のすみずみまで御指導いただいた酒井敏夫・金子章道両先生はじめ多くの先生方に深く感謝致しております．

(内野善生)

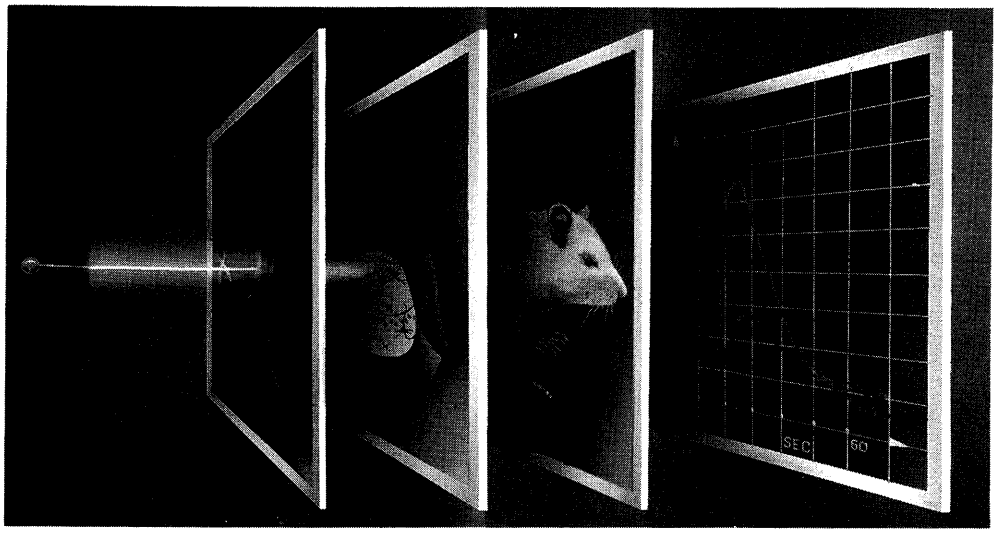
編集委員

金子章道(幹事)	野口鉄也	野村正彦
神田健郎	内野善生	野崎修一
青木藩(北海道)	土居勝彦(東北)	工藤典雄(関東)
松波謙一(中部)	福田淳(近畿)	片岡喜由(中・四国)
山下博(九州)		

Medical Systems Corp.
THE RIGHT TECHNOLOGY

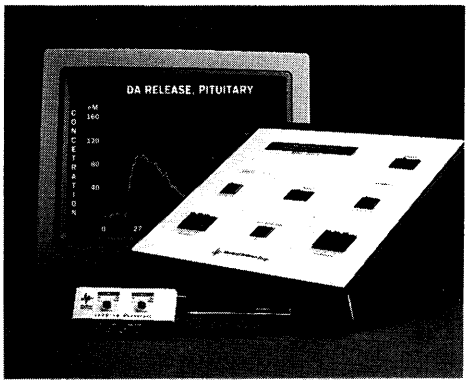
ニューロトランスミッタ濃度測定装置

新登場 IVEC-10



IVEC-10は、神経科学において非常に重要なドーパミン、セロトニン等の各種モノアミン類ニューロトランスミッタの濃度変化を、酸化／還元電流の測定によりin vivo、in vitroを問わずハイ・スピード、リアルタイムでモニタする画期的なシステムです。

- 毎秒1-25回の測定により、急速な現象変化にも追従
- コンピュータによるリアルタイム・データディスプレイおよびデータストレージ
- 低濃度まで測定可能な高感度ハードウェア
- 各種の刺激波形による確実なアミン類の確定
- 個々のカーボン電極のバラツキを完全に克服する、独創的な電極キャリブレーション法
- データの取得から解析、編集、プリントアウトまで、一貫したコンピュータ・コントロール
- 培養細胞、in vivo、in vitroと広い応用範囲



メディカル・システムス社 日本総代理店
ショーシンEM株式会社
〒444-02 愛知県岡崎市赤渋町蔵西1番地14(ショーシンビル)
TEL. (0564) 54－1231番(代表)
FAX. (0564) 54－3207番

Whole-Cell Clamp System

MODEL
TM-1000

- 人間工学的なデザイン、簡便で確実な動作。
- 安全性の高い直列抵抗の補償。(Rs:0～20MΩ)
- ダイナミックレンジの大きなオフセット及びホールド電圧設定。

※2点支持タイプ(メカニカル ドリフト フリー)の電極ホルダー標準装備。

ACT ME LAB. 株式会社 アクトME研究所

〒173 東京都板橋区大谷口北町89-8-202 TEL:03-3554-5946

SKALAR サイン波 電磁血流計 MDL 1401

超小型軽量プローブにより、ラットの心拍出量から門脈、肝、腎動脈まで急性及び慢性実験用として安定した測定が可能となりました。

サイン波電磁血流計 MDL 1401

スカラー社製 サイン波電磁血流計（MDL 1401）はサイン波励磁により、低雑音（0.12μVrms）低ドリフト（2％以内）及び超小型軽量プローブ（0.5mmφ）が可能となり、急性実験はもとより、慢性実験にも安定した測定ができる画期的な血流計です。

日本総代理店

デモのご依頼等、お気軽にご相談下さい。

UMS Laboratory & Medical Supplies 株式会社 エル・エム・エス

〒113 東京都文京区湯島2-22-10 後藤ビル
☎03-3833-0910(代) FAX(03)3833-5910(代)

ラットから犬までの血圧を自動測定できます！

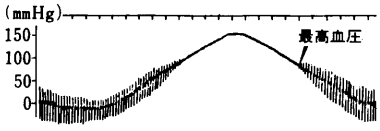
米国NARCO社製

非観血式血圧測定装置 PE-300

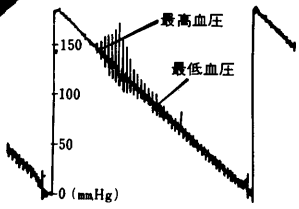
本装置は高感度トランスジューサを用いてラット及びマウスの尾動脈よりパルスを検出し、非観血的に最高血圧を自動測定するものです。PE-300は発売以来、研究者の皆さまに好評を得ており、さらにアクセサリーを交換すれば各種動物の最高および最低血圧を自動測定できます。

■特徴

①マウス・ラットの最高血圧を簡単に測定できます。
②カフの交換により，犬・猿・人間等の最高血圧及び最低血圧の測定が可能です。
③本体は一般のチャート・レコーダ等にも容易に接続できます。
④極めて再現性の高い血圧測定装置です。



〈RATの血圧データ〉



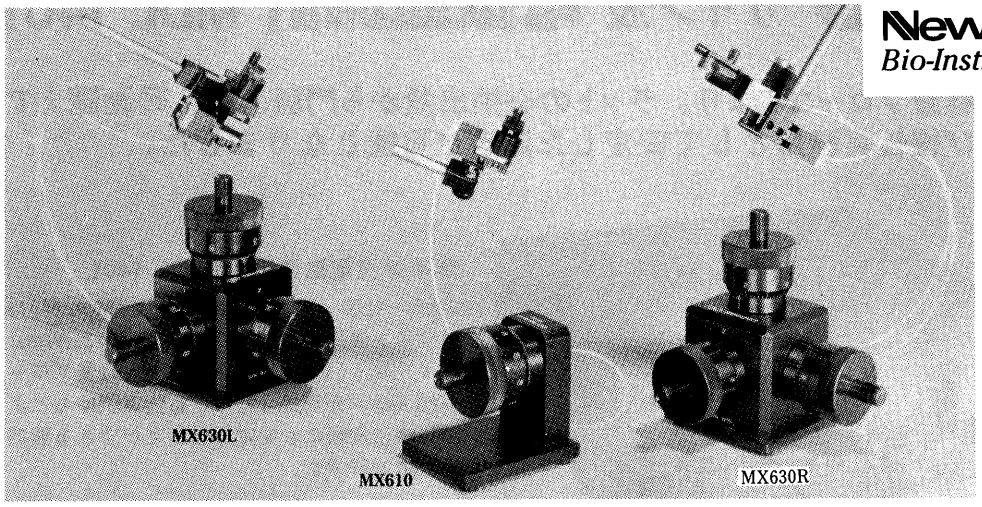
〈DOGの血圧データ〉

株式会社 エル・エム・エス

〒113 東京都文京区湯島2丁目22番10号 後藤ビル
TEL(03)3833-0910(代) FAX(03)3833-5910(代)

水圧式マイクロマニピュレータ

Newport®
Bio-Instruments



- コンパクトで遠隔操作型
- 低ドリフトで驚くべき安定性
- 高い分解能
- スムーズで応答性に優れた駆動
- 顕微鏡や粗動マニピュレータへのセッティングが簡単

ニューポート社の高性能、低ドリフト型MX-610及びMX-630シリーズの水圧式マイクロマニピュレータは、他社で見られる多くの技術的な問題点を解消しました。手動調節による駆動は円滑で応答性に優れ、Intracellularやパッチクランプの長時間記録をはじめ、マイクロインジェクションや超精密細胞刺入に理想的なマニピュレータです。同社独自の設計により定温下でのドリフトを1μm/時以下に抑え、精密なポジショニングが十分な駆動距離から得られます。水圧式のメリットは、油圧システムに比べ熱膨張率が2～3倍低い水の特性を利用したものです。

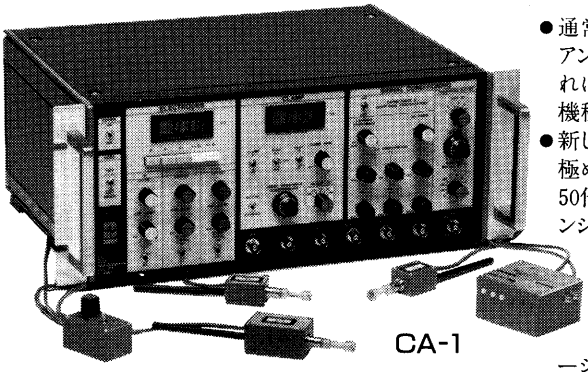
High Performance Oocyte Clamp

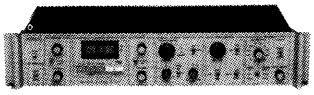
高性能Oocyteクランプ装置

CA-1 クランプエータワン　Dagan社製

＊CA-1は最も低ノイズで高速度のOocyteクランプシステムです。

＊従来の2電極モードと最新のCut-Open Vaseline Gap法によるクランプができます。





姉妹品 TEV-200
2電極式ボルテージクランプ

- 通常の2電極クランプモード(TEVモード)を、コンプライアンス電圧145V、3タイムコンスタントで容量補正します。これにより従来に無いバスクランプが高精度で得られ、従来機種の2倍以上高速でクランプします。(当社比)
- 新しい技法である"Cut Oocyte Vaseline-Gap法"は、極めて低ノイズでかつ従来のOocyteクランプ法に比べて50倍以上速くクランプが可能です。(20～100μsで膜ポテンシャルを変化させる)。

このモードでは、Oocyteの内部還流による細胞内環境の管理が可能です。これにより、数時間に亘り安定した記録が実行できます。

この方法の利点は、速いイオンカレントやゲートチャージカレントの経過時間分解能が著しく向上します。カレントノイズは3KHzで僅か1nARMS以下です。従来の2電極法に比べ大幅に改善されます。CA-1は操作が簡単で、幅広く応用でき優れた性能が得られます。

CA-1のオリジナル設計はBaylor医科大学のDr.Enrico StefaniとUCLA医学部のDr.Franciasco Benzanillaとの業績によるものです。

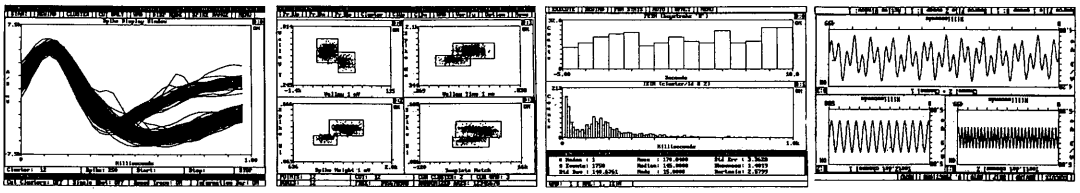
日本総代理店　BRC　**バイオリサーチセンター株式会社**

本社 名古屋市東区東桜2-10-21(錦見ビル2F) ☎052(932)6421 FAX 052(932)6755
東京 東京都江戸川区東葛西6-4-10(第6頼長ビル203号) ☎03(3878)6471

アナログ信号リアルタイム解析システム　**BrainWave社製**

WorkBench & Discovery

ワークベンチ&ディスカバリーシステムは、EEG、ECG、EMG等のアナログ信号、ユニット信号を取り込み、リアルタイムで多種多様な解析が可能な優れたシステムです。豊富なコマンドファンクションを持ち、マウス操作で画面表示、データ記録、演算・解析処理、ユニット分離、印刷等が簡単に自動化できます。

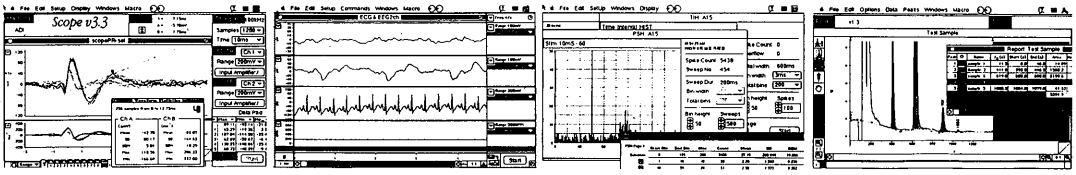


- **ユニット分離**　1つのユニットより12項目もの値を抽出し、最大12のグループに区別します。
- **ヒストグラム**　PETH、IEIH、XCRR、Rate Meter、JPST、Replay、Periodic PETH。
- **波形演算処理**　アベレージング、スムージング、FFT、微積分、刺激誘発反応、可変面積、他多数。
- **波形数値抽出**　Peak to Peak、dv/dtをはじめ、70種類にも及ぶデータ抽出が可能です。
- **ディスプレイ**　オシロスコープ、ヒストグラム、XYプロット、デジタル表示、他多数。

動作環境	IBM PC-ATまたは100%互換機（486DX-33MHz推奨）	
最大サンプリングレート	150KHz（1chに限定）	標準装備
	500KHz（1chに限定）	オプション
最大同時入力チャンネル数	16ch（A/Dボード1 枚使用時）	標準装備
	32ch（A/Dボード2 枚使用時）	オプション

マックラブシステム

MacLab/8　(8 ch)
MacLab/4　(4 ch)
MacLab/2e (2 ch)



マックラブシステムは アンプ, CPUを搭載したインテリジェントタイプのA-D, D-A インターフェイスです。

《機能例》

	マクロによる自動記録	ハードディスクレコーディング	
Scope	ストレージオシロスコープ	加算平均	スティムレーター
	FFT、X-Yプロット	ピーク自動読み取り	dv/dt波形
	面積計算	プレ・ポストトリガー	シグナルジェネレーター
Chart	チャートレコーダー	レートメーター	カウンター
	ピークホールド	周波数カウンター	最高、最低トレンドグラフ
	タイムスケジュール記録	ペリオドメーター	オートイベント
Peak	クロマトグラフ　エリア、リテンションタイム測定		オートベースライン
Histgram	ペリスティムラスヒストグラム	タイムインターバルヒストグラム	BINカウント

《仕　様》

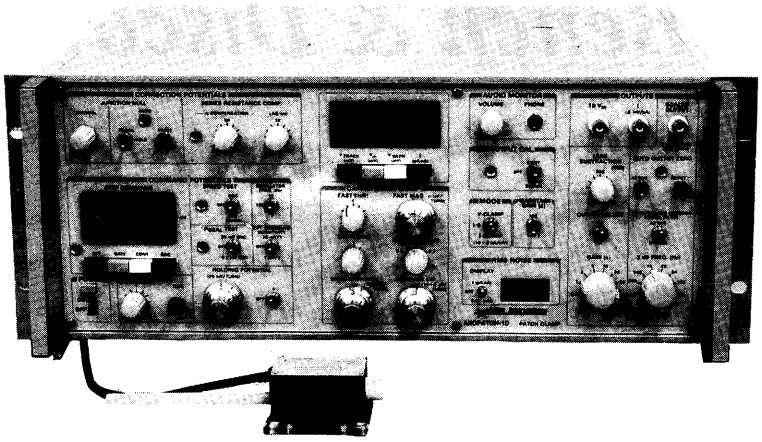
アナログ入力	xch Max.±10V サンプリング 100KHz (Max 1cH)
アナログ出力	1ch Max.±10V (シングルパルス、バイポーラ、ランプ、ステップ、自在波形)
デジタル入力	8ch (/4, /8)、2cH(/2e) TTL5V(Ver. 3.3)
デジタル出力	8ch (/4, / 8)、2cH(/2e) TTL5V(Ver. 3.3)

A. D. I. 社
日本総代理店

バイオリサーチセンター株式会社

本社 名古屋市東区東桜2-10-21(錦見ビル2F) ☎052(932)6421 FAX 052(932)6755
東京 東京都江戸川区東葛西6-4-10(第6頼長ビル203号) ☎03(3878)6471

AXOPATCH-1D PATCH CLAMP



低ノイズ　　ハイスピード　　安定性と信頼性

AXOPATCH-1Dはsingle-channelパッチクランプとwhole-cellクランプするために開発された増幅器です。極めて低いノズル・レベルと素早い応答力を特徴としています。重要な部分はハイブリッド化により完全シールドされています。

AXOPATCH-1Dはボルテージクランプと同様にカレントクランプ・モードでも作動します。フィードバック抵抗は同じセルからsingle-channel電流とwhole-cell電流を記録するため、リモート・コントロールができます。

CV4ヘッドステージは下記の3種類があります。

AXOPATCH-1Dの特徴

- 使いやすい容量補償
- ラグ・コントロールつき直列抵抗補償
- コマンド電位発生器
- 接合電位除去
- RMSノイズモニター
- ZAP（パッチ膜破壊）
- 可変出力ゲイン
- DCオフセット除去
- 可変低域通過ベッセルフィルター
- シールテスト
- オーディオモニター
- 漏れ電流除去

AXOPATCH-1Dのヘッドステージ

CV4 1/100　whole-cellクランプ（20nAまで）とsingle-channel電流を記録するためのものです。50GΩと500MΩのフィードバック抵抗があります。

CV4 0.1/100　大きなセル（200nA;>>100pF）のwhole-cellクランプとsingle-channel電流を記録するためのものです。50GΩと50MΩのフィードバック抵抗があります。

CV4B 0.1/100　人工膜からsingle-channel電流を記録する為の特別なヘッドステージです。大きなコマンド電圧の間、サチレーションを防ぐために外部から50GΩと50MΩのフィードバック抵抗でコントロールできます。（大きなセルのヘッドステージと同型です）

西日本地区発売元

INTER MEDICAL

INTER MEDICAL CO.,LTD.

株式会社 インターメディカル

本　社/〒461 名古屋市東区葵一丁目25番1号
TEL(052)937-7060(代)　FAX(052)937-5423
TLX 444-3603 WDMEC J
東京支社/〒157 東京都世田谷区粕谷三丁目32番16号
製造営業部　アビタシオン千歳烏山102号
TEL(03)5384-6387　FAX(03)5384-6487

東日本地区発売元

(Physio-Tech)

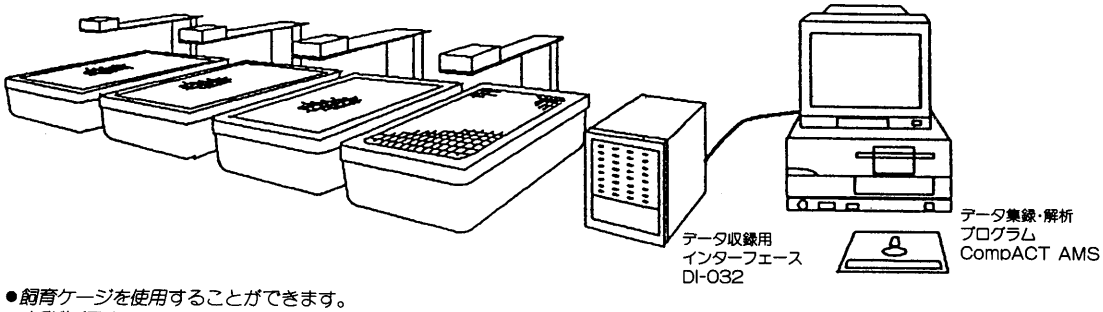
株式会社 フィジオテック

〒101 東京都千代田区内神田3丁目10番3号
コイイダビル4F
TEL(03)3258-1641(代)

ローコスト型 自発運動量測定システム

スーパーメックス SUPERMEX

PAT. P.



- 飼育ケージを使用することができます。
- 小動物(マウス、ラット、マーモセット等)から大動物(イヌ、サル、ブタ等)までの自発運動量を測定することができます。
- 感度調整等の煩わしい操作は不要です。
- 従来の自発運動量測定装置に比べ少ない予算で多チャンネルのシステム構成が可能です。
  (例：4chのシステム価格 ¥1,500,000.－ 8chで¥2,100,000.－
- 標準で32ch、オプションで最大80chまでのデーターを集録し、附属の運動量解析プログラム(CompACT AMS)及び周期解析プログラム(オプション)にてデータの集録・解析を行います。
- 増設は簡単にでき、1ch増設の費用は約15万円です。
- 測定場所から離れた所でデータ集録を行なうことができます。(パソコンとインターフェースの最大距離は約1km)
- 自発運動量に加え、飲水量及び餌の摂取量の測定システムも御見積り致します。

Muromachi

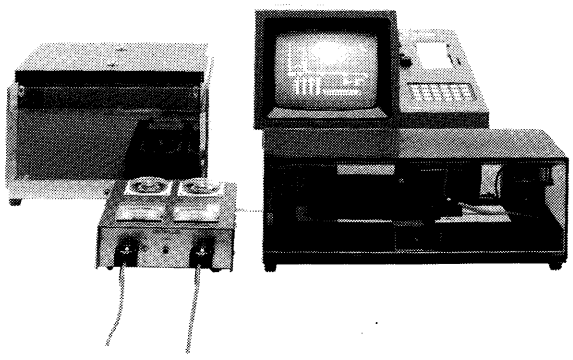
総発売元 室町機械株式会社

本　　社：〒103 東京都中央区日本橋室町4-2-1 大辻ビル
TEL 03(3241)2444 FAX 03(3241)2940
大阪営業所：〒532 大阪市淀川区木川東4-5-3長谷興産新大阪ビル
TEL 06(302)1277 FAX 06(302)5026

ラット・マウス用 非観血式血圧測定装置

MODEL MK-1100

＊収縮期血圧！
＊平均血圧！
＊拡張期血圧(計算値)！
＊脈拍数！ の安定した測定に



■特長

- 脈拍信号を音で聞くことができます。(音量の調節可)
- 連続測定機能及び高速測定機能の追加により測定時間が大幅に短縮。
- 400mmHg迄加圧可能ですのでSHRSPも測定できます。
- 高速印字機能／全ての測定データは、音の静かな高速ーマルプリンタにより約1秒間で打ち出されます。また、平均値の他にSD値も打ち出されます。
- タイムスタンプ機能／データ印字の際に計測時の時間も印字されます。
- 画面コピー機能／付属のプリンタで画面のハードコピーを行なえます。
- マーモセットやスンクスの測定を行なうこともできます。
- R232C出力が標準装備されています。
- センサーの感度はMK-1000型と比較して約5倍アップしています。

Muromachi

総発売元

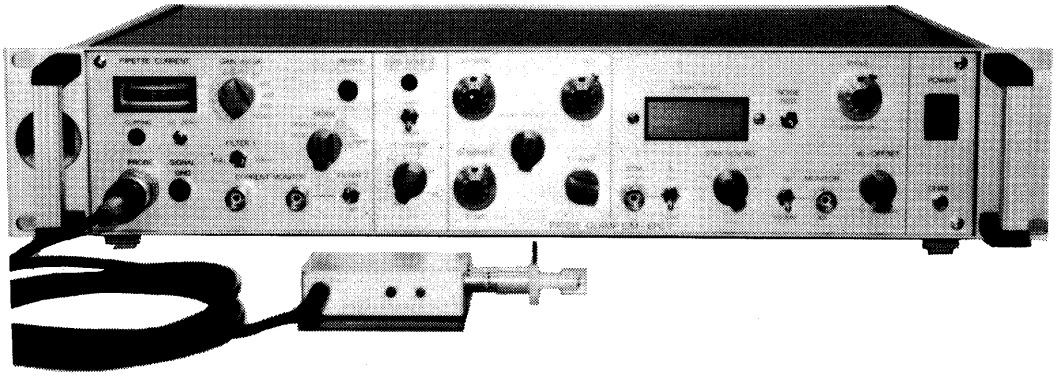
室町機械株式会社

本　　社：〒103 東京都中央区日本橋室町4-2-1 大辻ビル
TEL 03(3241)2444 FAX 03(3241)2940
大阪営業所：大阪市淀川区木川東4-5-3 長谷興産新大阪ビル
〒532 TEL 06(302)1277 FAX 06(302)5026

実績No.1!! F.J. Sigworth, E.Neherのオリジナル

西独リスト社

パッチクランプシステム EPC-7



■主な性能

●ノイズレベル(rms)	：0.05pA 1KHz, 0.30pA 3KHz
●電流レンジ	：200pA(50GΩ), 20nA(500MΩ)
●周波数応答	：100KHz(500MΩ)
●電位増幅度	：X10
●測定モード	：VC, CC, CC+COMM
●Rs補償	：1−100MΩ
●容量補償	：0−10pF(First)
	：0.2−10pF, 2−100pF(Slow)
●ホールド電位	：±200mV
●オフセット電位	：±50mV
●コマンドレベル	：0, .1, .05, .001, −.1, −.05

日本総代理店／西日本地区発売元

SEM

ショーシンEM株式会社

〒444-02 愛知県岡崎市赤渋町蔵西1番地14ショーシンビル
TEL(0564)54-1231(代) FAX(0564)54-3207

東日本地区発売元

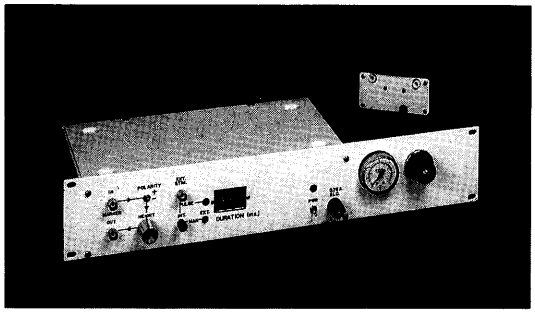
Physio-Tech

株式会社 フィジオテック

〒101 東京都千代田区内神田3丁目10番3号コイイダビル4F
TEL(03)3258-1641(代)

PICOSPRITZER II

圧力駆出に依る細胞内及び細胞外に定量
極微少量(ピコリター単位)
試薬駆出装置



PICOSPRITZER IIは標準ラックに取り付ける事が出来ます。繰り返し連続使用が可能で、駆出量は設定時間と圧力調整に依り任意に変える事が出来ます。

PICOSPRITZER IIに依る圧力駆出装置は電気泳動法では不可能な試薬の駆出が可能です。

本装置は御使用に際し直ちに稼動出来ます様、必要な物は全て用意されて居り、亦廉価で経済的に御使用頂けます。PICOSPRITZERには単一チャンネル用、多チャンネル用があります。又、真空吸引装置付も開発されました。

■仕　様

- ●電　　源：115V. A.C. 50Hz及び60Hz
- ●電　　流：1A. max
- ●消費電力：15W. max
- ●電源コード：2.5m
- ●操作圧力範囲：7kg/cm²G
- ●圧力パルス信号：2ミリ秒～999ミリ秒
- ●タイムマークシグナル：1～30mV

製造元　GV GENERAL VALVE CORPORATION

日本韓国総代理店　ユニバーサルシステムコントロールス株式会社

本　　社　〒140 東京都品川区北品川1-13-7 長栄ビル7F　TEL 03-3450-6161 FAX 03-3450-6110

名古屋営業所　〒452 名古屋市西区中小田井5-20 犬飼北計ビル506号　TEL 052-504-5977 FAX 052-504-4603

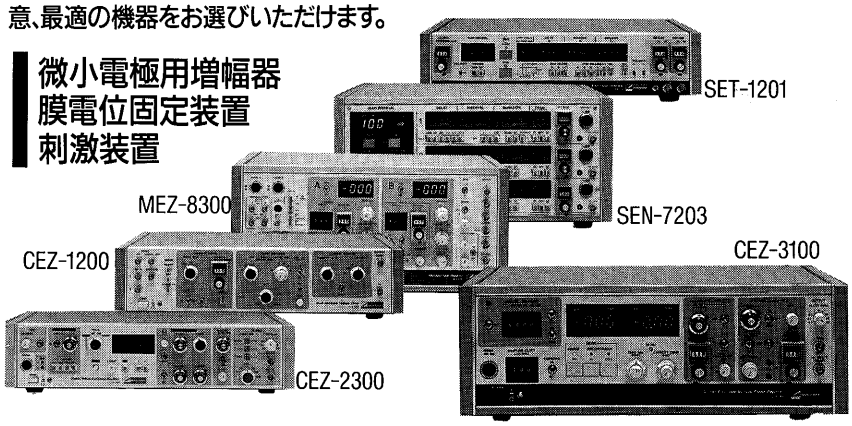
エレクトロニクスで病魔に挑戦

NIHON KOHDEN

実験研究用機器のトータル供給をめざして！

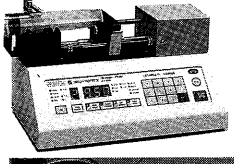
電気生理学分野では刺激・反応誘導という手法だけでなく、人為的に細胞膜を制御して膜電流を詳細に分析する方法が広く行われています。
これらに応えるべく、日本光電ではアンプ・刺激装置など各種実験用機器を豊富に用意、最適の機器をお選びいただけます。

微小電極用増幅器
膜電位固定装置
刺激装置

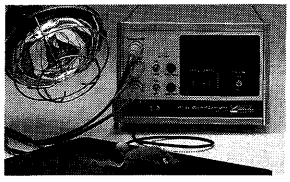


- 生体
  - 注入 …… CFV-3200・2100
  - 体温制御 …… ATB-1100
  - 細胞外導出アンプ
    - 交流アンプ（生体アンプ）
      - バイオリサーチ：JBシリーズ、JHシリーズ
      - 1チャネル：MEG-1200、AB-651J、AVB-11A
      - 2チャネル：MEG-2100、AVB-21
    - 直流アンプ（AC結合可能）
      - 1チャネル …… AVH-11
      - 2チャネル …… AVM-11
  - 細胞内導出アンプ
    - 電位誘導アンプ（カレントクランプ）
      - MEZ-8300
      - MEZ-8301
      - MEZ-7200
    - 電流測定アンプ（ボルテージクランプ）
      - 単電極 …… CEZ-3100
      - 2電極 …… CEZ-1200、CEZ-1250
      - パッチ/ホールセルクランプ …… CEZ-2300
      - ホールセルクランプ …… CEZ-2351
  - 短絡電流測定 …… CEZ-9100

動物実験関連装置

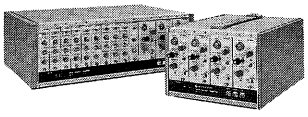


動物実験用
シリンジポンプ
CFV-3200



体温制御装置
ATB-1100

生体信号一般用



多チャネル増幅器 MEG-6116・6108

高感度増幅器 MEG-1200・1251

日本光電
〒161 東京都新宿区西落合1-31-4
☎03(5996)8028 宣伝課

カタログをご希望の方は宣伝課宛ご請求下さい。

日本生理誌・第56巻4号・平成6年4月1日発行（毎月1日発行）
〔昭和27年5月6日　第3種郵便物認可〕

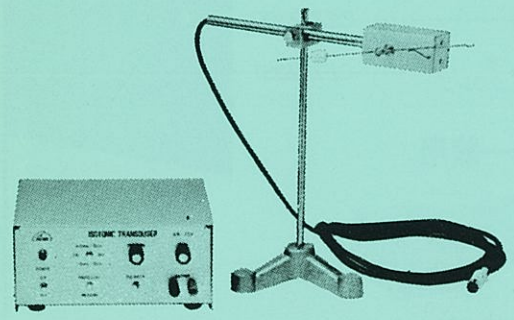
J. Physiol. Soc. Japan Vol. 56, No. 4 (1994)

Original

ISHIHARA, A., YAMASAKI, S., OKAMOTO, H. and TAGUCHI, S.: Inhibitory effect of running exercise on age-induced muscle atrophy 111

編集兼発行人　金子章道　東京都文京区本郷三―三〇―一〇　日本生理学会　布施ビル（四階）
印刷者　平田正　〒九九七　山形県鶴岡市山王町一四―二四
印刷所　鶴岡印刷株式会社
発行所　日本生理学会　〒一一三　東京都文京区本郷三―三〇―一〇　布施ビル（四階）
電話（〇三）三八一五―一六二四
FAX（〇三）五六八四―二五三九
振替東京三―八六四三〇番
定価　千円

KN-259 生体用変位計 PAT.P



トランスジューサーと増幅器からなる，微少変位測定装置です。これまでキモグラフィオン・ヘーベルを用いて行なっていた測定を電気的測定におきかえることにより，取扱いの簡便さ，再現性および信頼性を高めました。

測定範囲	0～50mm（±25mm）（中心軸より100mmの時）
分解能	無限大
最大摩擦トルク	50mg・cm以下
直線性	±3％
出力インピーダンス	5KΩ以下
校正器	10mm 極性切換スイッチ付

理化学器械・基礎医学器械・実験動物飼育機械器具・薬学研究器械・医科器械一般

株式会社 夏目製作所

〒113 東京都文京区湯島2丁目18番6号
電話 03(3813)3251　FAX 03(3815)2002
千里技術開発室（千里ライフサイエンスセンタービル11F）
〒565 大阪府豊中市新千里東町1－4－2
電話 06(873)3251　FAX 06(873)2045