

73792
5667

MEDICAL ELECTRONICS

PROCEEDINGS OF THE SECOND INTERNATIONAL
CONFERENCE ON MEDICAL ELECTRONICS
PARIS 24-27 JUNE 1959

Edited by

C. N. SMYTH, M.A., B.Sc.(Eng.), B.M., B.Ch., M.I.E.E.

501493

First published 1960

All rights reserved

DS-9/10

Published for the Executive Committee of the Second International Conference on Medical Electronics by Iliffe & Sons Ltd., Dorset House, Stamford Street, London S.E.1. Made and printed in England at the Chapel River Press, Andover, Hants.

BKS 3586

SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE
ON MEDICAL ELECTRONICS

Under the patronage of Monsieur Bernard Chenot
Ministre de la Santé Publique et de la Population

PRESIDENT OF THE CONFERENCE

A.-M. Monnier, Professeur de Physiologie à la Sorbonne

VICE-PRESIDENTS OF THE CONFERENCE

P. Abadie, President de la Société des Radioélectriciens

M. Marchal, Directeur à l'École des Hautes Etudes, Paris

EXECUTIVE COMMITTEE OF THE CONFERENCE

President V. K. Zworykin

Vice-Presidents M. Marchal
C. N. Smyth

Secretaries A. Rémond
C. Berkley

Deputy Secretary G. Verdeaux

Treasurer B. Shackel

Members W. J. Perkins
S. Sherwood
R. Williams

SOCIETIES PARTICIPATING IN THE CONFERENCE

American Institute of Electrical Engineers
Association Médicale pour la Protection de la Santé Publique
Dutch Biophysical Society—Stichting voor Biophysica, R.K. Universiteit
Instrument Society of America
Joint Executive Committee on Medicine and Biology, University of
Pennsylvania
Medical Electronics Center, the Rockefeller Institute
Professional Group on Medical Electronics, Institute of Radio Engineer
Société des Radioélectriciens
The British Institution of Radio Engineers
The Electro-Physiological Technologists' Association
The Institution of Electrical Engineers, the U.K. Group on
Medical Electronics

PROGRAMME COMMITTEE OF THE CONFERENCE

F. S. Brackett	U.S.A.
A. Laurinsich	Italy
M. Marchal	Franc
V. V. Parin	U.S.S.R.
A. Rémond (Secretary)	France
T. Sakamoto	Japan
C. N. Smyth (Chairman)	U.K.
O. A. M. Wyss	Switzerland

INTERNATIONAL FEDERATION FOR MEDICAL ELECTRONICS

At the concluding session of the Conference, the International Federation for Medical Electronics was founded, and the following committee was elected:-

Executive Committee 1959-1960

President V. K. Zworykin
The Rockefeller Institute, New York

Vice-Presidents M. Marchal
École des Hautes Études, Paris
A.-M. Monnier
Faculté des Sciences, Paris
C. N. Smyth
University College Hospital, London

Secretary A. Rémond
Centre National de la Recherche Scientifique,
Paris

Treasurer B. Shackel
E.M.I. Electronics Ltd., London

Members C. Berkley
The Rockefeller Institute, New York
W. J. Perkins
National Institute for Medical Research,
London
R. C. G. Williams
Philips Electrical Ltd., London

FOREWORD

IT was recognized soon after the second world war that electronic techniques were beginning to play an increasingly important role in medical research and practice. All of us who had been closely associated with advances in the field of electronics were well aware that the contributions of this new art to medicine and the life sciences could be far more substantial than they were. The main barrier to the full realization of the potentialities of medical electronics appeared to be a lack of adequate communication, both between electronic engineers and life scientists and between workers in the same field in different parts of the world.

As an example of this lack of communication, in one recent project, concerning instrumentation for the study of the gastro-intestinal tract, I found (upon publication of our work) that parallel work had gone on in at least three different countries—each worker being completely ignorant of the work going on elsewhere. Obviously, with proper communication, all parties concerned could have been further ahead at that time with less expenditure of total effort.

While travelling abroad I found that my concern for an improved exchange of information in the field of medical electronics was shared by many colleagues in foreign countries. Knowing of their interest, I felt impelled to ask their advice on the first steps that might be taken to realize the international co-operation needed. It seemed that a widely attended international conference would provide the best opportunity for establishing desirable personal contacts and laying the groundwork for future collaboration. This idea met with an enthusiastic response, and as a result an exploratory conference, since known as the First International Conference on Medical Electronics, was held in Paris at the Nouvelle Faculté de Médecine in the summer of 1958. Although this conference was largely devoted to a discussion of organizational matters, it included a number of scientific contributions, in the form of short, informal reports on work in progress, from all parts of the world.

Such was the success of this first exploratory conference that it was immediately decided, by an interim executive committee formed in Paris, that a second full-scale conference should be arranged for 1959. After a great deal of preparatory work, mostly done by individuals in their spare time, we succeeded in launching the full-scale conference in Paris in June of 1959. This time we were fortunate in securing the fine U.N.E.S.C.O. Building for accommodation. A great deal of financial support came from the Rockefeller Institute and the rest was made up by subscription fees from those attending.

Altogether about 160 papers were delivered in the space of four days. In addition there were symposia on specialized topics, informal round-table discussions, scientific demonstrations, a commercial exhibition of equipment,

FOREWORD

visits to firms and research establishments and various excursions and entertainments. The social side of the conference (which many people consider the most valuable feature of such events) was concluded on a note of geniality by a most successful banquet in the U.N.E.S.C.O. Building.

As for the proceedings recorded in this book, it should be explained that we could not publish in full all the 160 papers that were delivered. It was left to the chairmen of the various sessions to decide which papers should be published in full and which ones should be in abstract form. Any final decisions were made by the Papers Committee with the help of acknowledged authorities in the various specialized fields. Editorial work was done by the publishers in conjunction with the Papers Committee. We sincerely hope that this book will be considered a useful and worthwhile addition to the literature of medical electronics.

V. K. Zworykin, E.E., Ph.D.

President of the Executive Committee of the
Second International Conference on Medical Electronics

New York

PREFACE

THE Second International Conference on Medical Electronics was organized by Dr. V. K. Zworykin and groups of people from twelve other countries who met in Paris after the first conference in 1958.

It was the editor's privilege to be chairman of the committee entrusted with the compilation of the scientific programme for the 1959 conference. This volume is a collection of papers and abstracts of papers presented.

In compiling the programme the committee had in mind not only the scientific skill shown in contributions, but also the possibility of bringing together medical and electrical experts, so that the conference should benefit from a lively membership and the forming and renewal of personal acquaintance.

The programme not only had to bridge the gap between nationalities but also had to attempt to unite the disciplines of medicine and electrical engineering. In order to achieve this, a wide range of subject matter and wide limits of style were accepted in the papers presented. There was to be scope both to teach and to learn. The choice of contributions for publication was difficult, but we have given attention to the opinions of conference delegates and been guided by the chairmen of the specialist sessions in making the selection. Some papers were selected for publication in abstract form only, largely because they had been or would be printed more completely elsewhere.

We have been careful not to interfere with the opinions expressed by contributors or their descriptions of apparatus, for the volume is not intended as a design manual, but as a record of useful or original ideas expressed at the conference. This is a book in which to discover what work is going on, where and by whom. May it prove to be a basis for scientific collaboration in an interesting and profitable field.

The work of preparing the volume has been borne by the staff of Messrs. Iliffe and Sons Ltd., assisted by Dr. A. Rémond who has prepared the French summaries and scrutinized the French texts. Messrs. Iliffe have generously published this book at their own expense and have given a copy to each conference delegate; to them and to my colleagues on the papers selection committee I tender my thanks and the gratitude of the International Federation for Medical Electronics.

C. N. Smyth
Editor

February 1960

WELCOMING ADDRESS

M. le Directeur Général Aujaleu

Délégué du Ministre de la Santé Publique et de la Population

M. BERNARD CHENOT, Ministre de la Santé Publique et de la Population, avait accepté d'assister à votre réunion d'ouverture et se proposait à cette occasion de vous adresser des paroles de bienvenue. Empêché au dernier moment, il m'a prié de l'excuser auprès de vous et de le représenter. Je suis très honoré de cette tâche en même temps que j'en mesure toutes les difficultés.

Certes il me sera relativement facile—et particulièrement agréable—de souhaiter la bienvenue aux personnalités étrangères qui ont bien voulu accepter de rehausser de leur participation l'éclat de cette manifestation.

En premier lieu à M. Zworykin, savant de grand renom à qui nous devons d'importantes découvertes dans le domaine de la télévision en même temps que l'initiative de ces conférences internationales dont il a saisi, le premier, toute l'importance: à M. Smyth, de Londres, physicien et obstétricien, spécialiste des ultrasons, qui nous a donné un moyen d'observer le fœtus *in utero*: à M. von Ardenne, physicien allemand, dont la contribution aux techniques de télévision est bien connue: et d'une manière plus générale, car je ne puis tous les nommer, à tous les savants étrangers qui n'ont pas craint de faire de longs déplacements pour venir ici confronter leurs travaux et nous apporter le fruit de leur expérience.

À tous je dis, au nom du Ministre de la Santé Publique et de la Population et au nom du Gouvernement français, notre joie de les accueillir en France, et notre souhait que leur séjour à Paris, lorsqu'ils auront quitté l'enceinte internationale dans laquelle nous nous trouvons, soit particulièrement agréable.

De même c'est avec grand plaisir que je salue toutes les personnalités françaises qui participent à cette conférence: en premier lieu M. le Professeur Monnier, professeur de physiologie à la Sorbonne et président de la conférence: M. le Professeur Fessard, professeur au Collège de France, qui présidait la première conférence internationale l'an dernier: et M. Abadie, vice-président de cette assemblée, qui a été pendant de nombreuses années Directeur de l'École supérieure de Télécommunications et qui préside la Société des Radio-électriciens; et je n'aurai garde d'oublier M. le Dr. Marchal qui a pris une part active, que tous ici connaissent, à l'organisation de cette conférence.

Mes difficultés commencent au moment où je dois parler, même brièvement, des travaux de votre conférence, car un hygiéniste ne se sent pas tout-à-fait à l'aise lorsqu'il doit aborder le domaine de l'électrotechnique ou de l'électronique. Aussi dois-je faire preuve de beaucoup de prudence en m'aventurant sur votre terrain.

Toutefois un médecin, même non spécialisé, ne peut ignorer, bien qu'il n'en saisisse pas toujours le mécanisme intime, que les applications de

l'électronique à la médecine sont innombrables et augmentent chaque jour.

Certes ces applications ne sont pas spécifiquement médicales dans la plupart des cas: l'électronique est une méthode générale de résolution des problèmes d'amplification, de production d'énergies rythmées, de détection et de transmission de signaux électriques. Ses applications médicales ne sont, la plupart du temps, que l'adaptation des techniques mises au point par l'industrie pour ses propres problèmes.

Mais quel médecin n'a pas utilisé les propriétés oscillatrices du tube triode pour produire les courants de haute fréquence appliqués dans la diathermie, l'électrocoagulation et le bistouri électrique, et pour exciter les quartz piézo-électriques qui nous donnent les ultrasons?

Et qui ne sait que les propriétés amplificatrices du tube triode sont couramment employées dans l'électrocardiographie et l'électromyographie. Quant à l'électroencéphalographie, entrée maintenant dans la pratique courante à un point tel que je recevais ces jours-ci les réclamations d'un père de famille se plaignant qu'on n'ait pas pratiqué cette méthode chez un de ses enfants—dans un cas où elle ne se justifiait pas d'ailleurs—l'électro-encéphalographie est le triomphe de l'amplification puisque celle-ci permet un gain de l'ordre de 10^6 .

L'oscillographe cathodique est le compagnon presque inséparable des amplificateurs électroniques. C'est lui qui permet, aujourd'hui, de "visualiser" couramment les variations des potentiels biologiques les plus complexes ou leurs représentations les plus subtiles comme par exemple la cardiovectographie.

Mais, à côté des techniques de laboratoires, et de moyens de diagnostic et de traitement, un nouveau domaine s'est ouvert à l'électronique amplificatrice dans la prothèse sensorielle. Les amplificateurs acoustiques se perfectionnent et réduisent chaque jour leur encombrement puisqu'on arrive actuellement à les loger dans les branches de lunettes. Des expériences hardies d'implantations d'induits permettent maintenant d'espérer que l'on pourra rendre une audition partielle aux sourds dont le nerf auditif est intact. Des États-Unis nous est venue, plus récemment encore, la nouvelle étonnante d'une tentative de prothèse visuelle dans laquelle la sensation lumineuse a pu être rendue à un aveugle par excitation du nerf optique avec un essai de représentation du monde extérieur par codage des signaux.

Les propriétés du tube triode comme émetteur de rayonnements hertziens trouvent, elles aussi, des applications en médecine et en biologie: ne signale-t-on pas que les médecins japonais et allemands utilisent de minuscules émetteurs incorporés ou même avalés par le malade, pour recueillir d'importantes informations sur les variations des pressions tout au long du tube digestif? Et c'est de même à des émetteurs puissants mais très réduits que l'on doit d'avoir pu suivre les moindres détails de la physiologie des animaux emportés par les satellites artificiels ou les fusées interplanétaires.

À côté de ces techniques, devenues presque classiques, l'électronique aborde maintenant le domaine plus ardu encore de la physique nucléaire. Les applications médicales des radioisotopes nécessitent une grande prudence et, notamment dans les applications diagnostiques, les doses employées doivent être aussi faibles que possible, afin de limiter au maximum l'irradiation des sujets. Les amplificateurs électroniques, en augmentant la sensi-

bilité des appareils détecteurs, ont permis de diminuer considérablement ces doses. Ils ont, d'abord, été associés au classique compteur de Geiger, puis aux compteurs à scintillations dont la sensibilité et la résolution sont telles que l'on peut saisir isolément des désintégrations séparées par des temps inférieurs à une fraction de millionième de seconde. La partie essentielle de ces montages est le photomultiplicateur ou multiplicateur d'électrons, cellule photoélectrique d'une sensibilité énorme qui observe, dans un cristal tel que l'iodure de sodium, les scintillations provoquées par les rayonnements nucléaires. Derrière cet ensemble-maître, se place la "chaîne électronique" désormais classique, avec le préamplificateur, l'amplificateur, le discriminateur d'impulsions et, finalement "l'échelle", sur laquelle viennent s'additionner les impulsions. Des dispositifs d'exploration systématique de l'organisme, ou d'une partie de l'organisme ayant fixé un radio-élément, peuvent être associés à une telle chaîne, pour commander un dispositif d'enregistrement cartographique c'est le "Scanner" qui se répand dans les services hospitaliers et qui permet de tracer les contours de la glande thyroïde, du foie, ou d'autres organes, lorsqu'ils ont fixé une substance radioactive. Cette technique doit permettre d'importants progrès dans la détection des tumeurs.

Une version particulièrement délicate de cette technique la "gamma-encéphalométrie à coïncidence", permet de localiser avec une très grande précision des tumeurs cérébrales qui échappaient jusqu'ici aux autres méthodes de diagnostic.

Des dispositifs électroniques encore plus complexes, les analyseurs à 20, 100 ou 1.000 canaux, comportant plusieurs centaines de tubes, permettent maintenant de tracer directement le spectre des énergies rayonnées très complexes émises par les mélanges de radioéléments. Ces "Spectrographes gamma" rendent les plus grands services dans les cas de contaminations internes lorsqu'on les associe aux énormes compteurs humains ("total body counter") dont le premier modèle mobile vient d'être achevé en France.

Enfin, l'un des domaines les plus passionnants de l'électronique moderne, l'électronoptique, a permis des progrès considérables dans la recherche biologique et médicale. Le microscope électronique, dont le pouvoir séparateur énorme a reculé nos possibilités d'observation directe jusqu'aux dimensions des grosses molécules protéiques devient l'outil indispensable des chercheurs en bactériologie, en anatomie pathologique et en cancérologie.

Les amplificateurs de brillance, de leur côté, permettent de réduire considérablement l'intensité du rayonnement des appareils de radiologie à tel point que l'on peut pratiquer la radioscopie sans obscurité, et la radiocinématographie sans danger pour le malade.

La technique de la télévision elle-même, est employée dans le même sens. Elle permet, d'autre part, la retransmission à distance des informations visuelles, et son utilisation se répand chaque jour un peu plus dans l'enseignement médical, car elle permet à de nombreux étudiants de suivre les expériences et les opérations chirurgicales les plus délicates, avec une aisance bien souvent supérieure à celle du praticien!

Enfin, l'on ne peut passer sous silence les grandes calculatrices électroniques qui sont irremplaçables dans les recherches très complexes de la

WELCOMING ADDRESS

cancérologie statistique et dans le dépouillement des enquêtes de Santé Publique.

Et nous ne sommes pas au bout de nos progrès, heureusement. Sans doute bien d'autres applications de l'électronique aujourd'hui inconnues en médecine, mais déjà utilisées par l'industrie, peuvent nous aider à parfaire un diagnostic, à améliorer une thérapeutique—pour cela, il faut que physiciens et médecins se rencontrent, discutent, travaillent ensemble—c'est l'objet essentiel de votre Conférence—je suis certain que vos travaux peuvent être extrêmement profitables à l'avancement de la médecine—je fais des vœux pour que vous réussissiez pleinement et d'avance je vous remercie de la contribution nouvelle que vous allez apporter au soulagement de nos malades.

OPENING SPEECH

Professor N. J. Grachtchenkov
World Health Organization

IT is a great honour and pleasure to speak to you on behalf of the Director-General of the World Health Organization and convey to you his best wishes for the success of your conference. I am particularly proud to assist at your conference which follows immediately upon the big U.N.E.S.C.O. Conference on Information Processing. It shows the important role which electronics is playing in all fields of science and in everyday life.

I myself am not a stranger to this part of science. Nearly 25 years ago I started work in the field of electrophysiology and electroencephalography under Professor Adrian at Cambridge. The progress made in electronics in this last decade opened great possibilities for neurophysiology, electroencephalography, and for whole biological and medical sciences and practice. Basic discoveries and accumulated knowledge in the field of neurophysiology and electrophysiology are known by the names of many eminent scientists in different parts of the world. I shall name only a few of them in the order of development: Nicolas Vedensky, Ivan Pavlov, Samoilov (U.S.S.R.), Keith Lukas, Adrian (Great Britain), Erlanger, Gassel (U.S.A.), Lapique and his collaborators, among them our chairman, Professor Monnier (France) and many others. Their findings were confirmed and greatly enlarged by the use of the new electronic methods. The great value of electrophysiology and electronics is the contribution which they bring to the practical needs of biology and medicine, as is shown by the programme of this conference.

For this reason, the World Health Organization is very much interested in this conference and hopes that the results of your deliberations will be implemented as laboratory methods in hospitals and out-patient departments.

I think you will be interested to know that the General Assembly of the United Nations recently passed a unanimous resolution calling upon the Secretary-General to make plans in collaboration with the World Health Organization for an International World Health Year, similar to the so highly successful International Geophysical Year. During this "W.H.Y." it is intended to make a concentrated attack on certain world-wide health menaces, such as cardiovascular disease, cancer, and many other diseases. As I see from your very comprehensive programme, on which please accept my compliments, medical electronics has already made great strides in the diagnosis, therapy and research in these fields. I hope, therefore, that during the World Health Year we may call upon your new Federation for activities such as relate to these problems.

May I wish you once more a very fruitful, challenging conference.

CONTENTS

Executive Committee of the International Federation for Medical Electronics	vii
Foreword	<i>V. K. Zvorykin</i> xv
Preface	<i>C. N. Smyth</i> xvii
Welcoming Address	<i>E. J. T. Aujaleu</i> xix
Opening Speech	<i>N. J. Grachtchenkov</i> xxiii

ELECTROPHYSIOLOGICAL TECHNIQUES

Muscle potential amplifiers and their application to supportive procedures <i>L. H. Montgomery and Sam E. Stephenson</i>	3
Evaluation of the electromyogram by mean voltage recording <i>Annelise Rosenfalck</i>	9
L'enregistrement des potentiels musculaires en électromyographie clinique <i>F. Isch, C. Isch-Treussard et J. Ebtinger-Jouffroy</i>	13
The polarization impedance of stainless steel recording and stimulating electrodes in saline <i>J. Weinman and Y. Mahler</i>	18
Use of screened power transformers and output transformers to reduce stimulus artefacts <i>Christian Guld</i>	25
Factors limiting capacitance neutralizing in microelectrode amplifiers <i>Christian Guld</i>	28
A general purpose square wave stimulator <i>R. H. Kay and R. H. Teal</i>	33
The measurement of tissue resistance in psycho-physiological problems <i>W. E. Tolles and W. J. Carbery</i>	43
Pulse height analysis of spontaneous activity in the crayfish central nervous system <i>Joseph K. Hichar</i>	50
Review of the past and present in oculography <i>B. Shackel</i>	57
Electro-nystagmography in the investigation of vestibular function <i>F. C. Ormerod and K. McLay</i>	63
Eye movement recording <i>G. H. Byford</i>	69
The measurement of ocular movements in ophthalmology <i>E. S. Perkins</i>	76
Perspectives nouvelles en matière de prothèse auditive par induction <i>André Djournio</i>	81

ABSTRACTS

A feedback-controlled stimulus isolation unit and its biological applications <i>Ernest Amatriek</i>	84
New electronic device for stimulation and recording potentials for a single spinal ganglion cell <i>Masao Ito</i>	84
Appareil à transistors destiné à rendre la luminance du tracé sur l'écran d'un oscilloscope indépendante de la vitesse du déplacement vertical <i>M. V. Pokrovsky</i>	85
Electronic control of membrane potential in the myelinated nerve fibre <i>Bernard Frankenhaeuser</i>	86

CONTENTS

Stability, oscillation and noise in the human pupil <i>Lawrence Stark</i>	87
Emploi de l'électro-oculographie en neurophysiologie clinique <i>Antoine Rémond</i>	88
Application de la technique photoélectrique pour l'enregistrement du nystagmus spontané et provoqué <i>H. Richter</i>	89
The application of electronic techniques in field physiology <i>H. S. Wolff</i>	90
Tissue and electrode impedance <i>A. Nightingale</i>	91
Une nouvelle technique en électromyographie: la stimulation télécommandée <i>R. Humbert, A. Dehouve et P. Laget</i>	92
L'électromyophone et son champ actuel d'applications <i>A. Tournay, J. Lérique et J. Paillard</i>	93
Technique de traitement des maladies chroniques de la peau par le courant de basse fréquence et de petite intensité <i>F. Parodi</i>	94
Discussions on "Electrophysiological Techniques"	96

ELECTROENCEPHALOGRAPHY

A review of systems for recording averaged evoked responses in the human electroencephalogram <i>John F. Davis and Harold A. Ferris</i>	103
Le phasotron pour l'analyse, la sélection et l'intégration des phases en E.E.G. <i>Antoine Rémond</i>	108
A small electronic analogue averager and variance computer for evoked potentials of the brain <i>John S. Barlow</i>	113
A simple averaging technique for the study of evoked cortical potentials in man <i>Harold W. Shipton</i>	120
Frequency analysis of the electroencephalogram <i>A. Kamp</i>	128
Analyse de fréquence en E.E.G.—condensation, classification et quantification des résultats <i>H. Fischgold et G. Jollivet-Newville</i>	132
Intégrateur-enregistreur électronique pour mesurer et codifier les courbes biologiques <i>Zénon Drohocki</i>	137
Les applications pratiques de l'électroencéphalographie quantitative <i>Zénon Drohocki</i>	141
Quantitative methods in the analysis of neuroelectric activity <i>T. T. Sandel, C. E. Molnar, T. F. Weiss, J. S. Barlow, R. M. Brown, M. H. Goldstein and W. A. Rosenblith</i>	148
Time multiplex techniques in electrophysiology <i>T. J. McDermott</i>	155
À propos d'une nouvelle méthode de rhéoencéphalographie: premiers résultats cliniques <i>H. Gastaut, R. Rodler, H. Lechner, F. Bostem et R. Naquet</i>	160
De la validité de la rhéoencéphalographie <i>L. Gougerot, J.-F. Foncin et N. Marstal</i>	169
Subjective light-pattern spectroscopy in the electroencephalographic frequency range <i>M. Knoll, J. Kugler, J. Eichmeier and O. Hoefer</i>	175

ABSTRACTS

The electroencephalograph and its allied apparatuses developed in Japan <i>Toshifusa Sakamoto and Kenkichi Suhara</i>	179
The problem of slow potential changes during spontaneous seizures <i>G. Pampiglione</i>	180
An automatic recognition system for the electroencephalographic spike-and-wave discharge <i>Reginald G. Bickford</i>	181
Electrical equipment for stimulation and high-frequency coagulation in the human brain <i>Oscar A. M. Wyss</i>	182
L'enregistrement continu de courbes isochrones dans l'étude des activités biologiques <i>Antoine Rémond</i>	184

CONTENTS

A versatile four-channel frequency analyser for electroencephalography <i>G. Pampiglione, R. Cooper, W. Grey Walter, W. J. Warren, and J. A. Barrell</i>	185
A photographic averaging technique for the study of evoked cortical potentials in man <i>Harold W. Shiplon</i>	186
Statistical properties of correlograms and their relevance to the analysis of the electroencephalogram <i>T. F. Weiss</i>	187
The use of automatic methods of E.E.G. analysis for detecting weak electrical responses of the brain <i>V. A. Kozhevnikov</i>	188
Discussions on "Electroencephalography"	190

CARDIOLOGY

Compensation for heart orientation and body size in electrocardiography <i>Richard McFee</i>	195
Heart rate detection in exercise <i>D. W. Grieve</i>	203
Photoelectric measurement of blood oxygen saturation <i>R. H. Kay</i>	208
Recording of the mechanical and electrical functions of the chick embryo heart <i>William P. Murphy, Robert J. Boucek and George H. Paff</i>	215
Introduction on obstetrics <i>C. N. Smyth</i>	220
The use of electronics in obstetrics <i>S. D. Larks</i>	221
Recherches d'électrocardiographie foetale <i>Claude Sureau</i>	231
Recherches électro-hystérogaphiques <i>Claude Sureau</i>	237
Some abnormal foetal electrocardiograms <i>W. F. Hildebrand</i>	243

ABSTRACTS

Some aspects of the instrumentation of an ultra low frequency ballistocardiograph <i>R. D. Moore, R. E. George and D. C. Deuchar</i>	248
Some considerations in electronic cardiac pacemaking <i>R. E. George</i>	249
The synchronizing of electronic and natural cardiac pacemakers <i>C. K. Battye</i>	250
Méthode d'enregistrement et d'analyse de l'électrogénèse globale du coeur chez l'homme et l'animal <i>P. Rijlant</i>	251
Radiocardiography in children <i>A. Laurinsich, C. Imperato, G. Giovannelli, F. D. Battistini and G. Ghirardini</i>	252
An implantable pacemaker for the heart <i>R. Elmqvist and A. Senning</i>	253
New display techniques for use with heart-sound recording and analysis <i>George N. Webb and Robert N. Glackin</i>	254
Electronic instrumentation in heart-bypass and hypothermia surgery <i>J. A. Hopps</i>	255
Method for detecting the R-wave of the foetal electrocardiogram for the continuous control of the foetal heart rate during labour <i>J. Pantle</i>	257
Discussions on "Cardiology"	259

MANOMETRY AND FLOW MEASUREMENT

Construction et utilisation des capteurs de pression <i>E. M. Allard</i>	263
Some techniques of the swallowable intestinal transmitter <i>M. von Ardenne</i>	268
Clinical results of the application of the intestinal transmitter <i>H. B. Sprung</i>	281
The techniques of measuring by endoradiosondes and their adaptation to pediatrics <i>H. G. Nöller</i>	296
Endoradiosonde techniques for telemetering physiological data from the alimentary canal <i>Bertil Jacobson</i>	300
An air-filled metal capsule optical manometer system <i>D. A. W. Edwards and E. N. Rowlands</i>	307