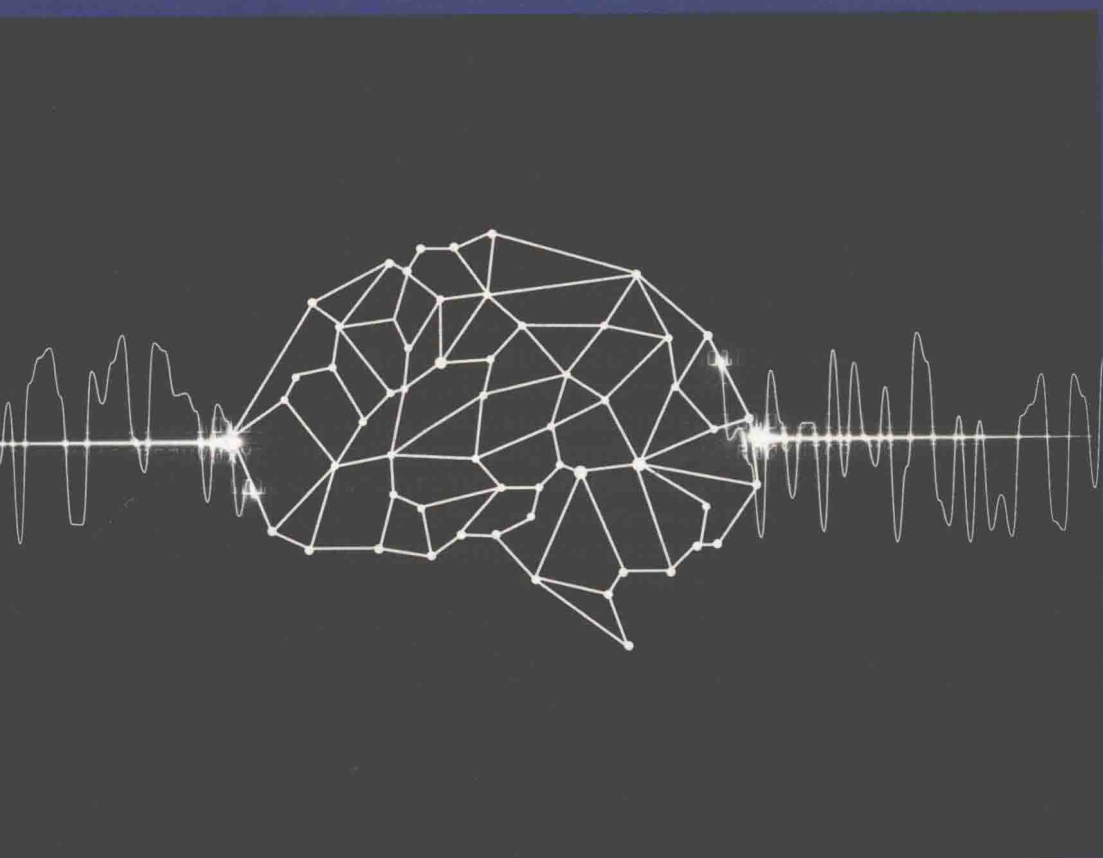


临床脑电图学概论

Introduction to Clinical Electroencephalography

鲁在清 编著



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

临床脑电图学概论

Introduction to Clinical Electroencephalography

鲁在清 编著



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

• 南京 •

内容简介

本书分为前后两编。前编介绍经典脑电图学的基础理论、方法学和影响因素,以及脑电图的判定标准等,旨在为认识与研究大脑机能提供神经电生理学的方法和观点;后编介绍脑电图的应用实践及其作用,借以证明脑电图在临床诊断方面的需要和理由。本书凡 21 章,编末附录一为国际标准脑电图术语,附录二、三为国内临床脑电图技术标准。

本书叙述系统简明,文图并茂,实用易懂,兼顾普及与提高。本书适合神经和精神科、综合医院的儿科、内科、重症监护(ICU)、全科医师,以及医学生等作为入门教科书,也适合于临床脑电图执业人员参看。

图书在版编目(CIP)数据

临床脑电图学概论 / 鲁在清编著. — 南京: 东南大学出版社, 2018.7

ISBN 978-7-5641-7797-3

I. ①临… II. ①鲁… III. ①脑电图

IV. ①R741.044

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 119597 号

临床脑电图学概论

出版发行	东南大学出版社
出 版 人	江建中
社 址	南京市四牌楼 2 号
邮 编	210096
经 销	全国各地新华书店
印 刷	兴化印刷有限责任公司
开 本	787 mm×1092 mm 1/16
印 张	13.25
字 数	330 千字
版 印 次	2018 年 7 月第 1 版 2018 年 7 月第 1 次印刷
印 数	1-2000 册
书 号	ISBN 978-7-5641-7797-3
定 价	50.00 元

题 记

所谓的脑电图,由西方传入中国已近七十年,而我国的脑电图知识水平尚明显滞后于临床应用的需要。然而至 20 世纪末期,遂有转变——在脑电图领域的规范化便开始特别地强调。于是,国内接受经典脑电图理论和技术的潮流兴起。

2016 年 5 月 6 日,著者谨记。

序文

近些年,我国的脑电图技术的推广速度加快,几乎达到在临床上普及应用的程度。仪器商家亦众多,人们仿佛看见脑电图领域兴盛的景象,但为初学者而著的脑电图书籍,还是意外的缺少。

不言而喻,具备了脑电图仪器,也仅仅是作为基础和前提条件,尚远不能发挥出它的应用效果。因为即使是更新颖的脑电图仪器,最后仍然需要通过人的科学判断、鉴别以及解释等来体现其有用性和临床意义。

事实上,就脑电图领域而言,无论在何时,往往要涉及必须面对的两个大问题:首先,是关于脑电图记录技术的标准化或规范化。由于这是脑电图显示其可靠性、科学性和应用有效性所不可缺少的条件,在脑电图的实践过程中必须得到足够重视。其次,则是脑电图执业人员的专业素质问题。对于脑电图执业人员来说,其前提是需要接受正规而系统、足够时间的脑电图培训和积累经验,甚至还要包括注重对一些相关知识的理解和学习。如此看来,临床脑电图的工作,便当然需要由具备特殊专业知识的人,即所谓的脑电图医生和脑电图技术员来担负,才能够完成。

那么,显而易见,脑电图的应用依赖于对它的实际需求;而对脑电图的需求,又折射出人们对脑电图的认识程度。令人遗憾的是,迄今在国内临床上对脑电图的认识尚不够广泛和深入,对脑电图的科学化管理则更加滞后,例如尚未建立脑电图执业人员的准入和考核制度、人才培养以及继续教育制度等,与西方发达国家相比较,我国的脑电图领域整体水平差距还很大。20世纪90年代以来,西方的“循证医学”观念引入我国,遂为临床医生所普遍接受和认可。在此基础上,相信人们会进一步重视临床脑电图——作为一项客观的实验室检测方法,以及由它直接反映大脑的机能状态——所提供的信息证据。并且相信,脑电图已成为观察和探究大脑机能活动的一个便捷窗口。

总之,在目睹和仔细分析了近些年我国的脑电图在临床方面的应用现状,笔者犹豫再三,决定不再抱憾,考虑撰写适合广泛阅读,特别是初学者的关于脑电图学概论这一类的入门书籍,其结果便是本书。

脑电图技术和知识是舶来品,本书即试图提供一个系统了解现代脑电图学及其临床应用领域的概况,也包括一些典型图例,其目的主要是呈

现和介绍。所以,在本书中引证了许多颇有影响的西方文献资料。这是因为觉得,一则不致陷于个人独断地解释;二则对于欲由此进入脑电图领域的读者,这样更有益得多。

本书中的前编为“脑电图学通论”,包括介绍经典脑电图学的基础理论、方法学以及脑电图的判定标准等,旨在为认识与研究大脑机能提供神经电生理学的方法和观点。后编为“脑电图的临床应用”,涉及到脑电图的应用实践及评价,并且以此证明脑电图在临床疾病诊断方面的需要和理由。

本书的分量虽然不多,但对于希望从神经电生理学的立场认识、研究及应用脑电图的人们,实在不能不说是必要的。再者,“周虽旧邦,其命维新。”(《诗经·大雅·文王》)受此启发,所以也令本书是要颇有些“现实主义”色彩的。

东南大学出版社对本书的出版给予积极的支持和鼎力相助,在此谨致谢忱。

又,对本书的写作,尽管笔者付出了多年的心血与努力,也恐怕仍然不免有一些这样或那样的疏漏和偏见。因此,抛砖乃为引玉,也期待读者诸君不吝教正。

2018年3月16日星稀之夜,鲁在清记于枣庄。

目次

前编 脑电图学通论

第一章 脑电图的概念	3
第二章 脑电图的历史	5
一、脑电图的发现及其发展	5
二、我国脑电图学的历史变迁	7
第三章 脑电图的起源	9
一、大脑皮质的结构与机能定位	9
二、神经细胞的各种电现象	10
三、脑电图的起源	11
第四章 脑电图的构成要素	15
一、周期(频率)与振幅	15
二、位相与波形	16
三、脑波的分类	18
第五章 脑电图的记录法	21
一、脑电图仪的结构及原理	21
二、脑电图记录法的实际操作	23
三、电极配置法与导出方法	25
四、定位的方法	30
五、关于数字化脑电图技术	33
第六章 诱发试验	37
第七章 伪差	42
第八章 影响脑电图的因素	47
第九章 正常脑电图	54
一、成人的觉醒脑电图	54

二、小儿脑电图的年龄性发展	59
三、老年人的脑电图	64
四、睡眠脑电图	65
第十章 异常脑电图	73
一、异常脑电图的分类	73
二、异常脑电图的出现形式	78
三、异常脑电图的判定标准	80
第十一章 脑电图的阅读与分析	83
一、脑电图的阅读及描述	83
二、脑电图的分析方法	85

后编 脑电图的临床应用

第十二章 癫痫与脑电图	89
一、癫痫的定义	89
二、癫痫的诊断分类	89
三、癫痫的类型与脑电图的关系	92
四、注意事项	112
第十三章 热性惊厥	114
第十四章 意识障碍与脑电图	117
一、意识障碍的分类	117
二、意识障碍的脑电图特征	119
三、意识障碍的特殊类型	120
第十五章 脑的炎症性疾患	123
一、病毒性脑膜炎	123
二、结核性脑膜炎	124
三、单纯疱疹脑炎	126
四、亚急性硬化性全脑炎	127
第十六章 脑器质性障碍	130
一、脑肿瘤	130
二、脑血管障碍	133
三、颅脑外伤	139
第十七章 脑部特殊疾患与痴呆	143
一、脑性瘫痪	143

二、智力低下	145
三、痴呆	147
第十八章 其他疾患与脑电图	153
一、头痛及偏头痛	153
二、晕厥	156
第十九章 睡眠觉醒障碍	158
一、发作性睡病	158
二、睡眠时呼吸暂停综合征	160
三、夜惊症、夜尿症	162
四、失眠症	162
第二十章 精神障碍与脑电图	164
一、精神分裂症	164
二、抑郁症	166
三、癔症	168
四、注意缺陷多动障碍	170
第二十一章 内分泌、代谢障碍与脑电图	173
一、甲状腺功能障碍	173
二、肝性脑病	174
三、尿毒症及人工透析	176
四、糖尿病	177
附录	179
附录一 国际标准脑电图术语	179
附录二 脑电图描记的最低要求	189
附录三 关于小儿脑电图的建议	192

前编 脑电图学通论

第一章 脑电图的概念

在认识和研究脑电图的开始,需要最先确定的,乃是关于脑电图的定义,即“所谓脑电图是什么”这样的一般概念。若仔细考察起来,便会发现“脑电图”一词虽然属于医学术语的范畴,但是它的概念却颇不一致,既略说以偏于简,遂详述而近乎繁,对脑电图所下的定义也往往随研究者的观点而有差异。再者,定义又被称为“界说”,为此,现就笔者所能查阅到的关于“脑电图”这一术语的解释,列举几例如下:

1980年版《临床脑电图学》,冯应琨编著。书中记述:Berger氏的贡献是首创通过在完整的头皮上安放电极描记人类的脑电活动。他发现这些电活动是来源于大脑皮层神经元,而与血管和结缔组织并无关系;但与年龄、感觉性刺激和身体生理化学上的改变有关,可表现出有差异。这样的描述还可以看做是发现人类脑电图的实验室经历。

1986年版《袖珍英汉医学缩略语词典》,藤沢俊雄等编,蓝琦等译。书中说:“EEG”是英文 electroencephalography 即脑电描记术的缩写,它是指“记录大脑皮层脑细胞电位的变化,所记录的图形称为脑波(electroencephalogram),通过异常波形(过于尖锐或慢)进行判定。尖锐波为癫痫波形,出现慢波则表示脑实质性病变。此外,通过位相倒转、左右对称部位电位不等、懒波(lazy wave)、局限性异常波等,有助于作脑损伤的定位诊断。依据周波数可分为 α 、 β 、 γ 、 δ 、 θ 等波形”。这大概是关于脑电图的概念较简洁全面的典型例子。

1987年版《小儿实用脑电图学》,福山幸夫编,张书香译。该书对脑电图的解释是:脑波是脑细胞群的电位变化,是按电位为纵轴和时间为横轴描记下来的。它受种种因素的影响,在阅读时首先要注意描记条件及被检者的状态等。

1991年第4版《临床脑波学》,日本大熊輝雄著。书中也说:“脑电图由具有各种频率和波形的多个构成要素所组成,例如在枕部的高振幅 α 波连续出现时,它大多重叠于低振幅的慢波之上,且低振幅的快波成分也可同时存在。此外,由于脑电图并不属于严格意义上的正弦波,所以不能仅定量描述其振幅和周期,还需要观察波形。”

通过比较这些权威的见解,可见即使是在同一时期,关于脑电图的定义在诸学者间也不尽相同。再举例如下:

2006年版《临床脑电图学》,刘晓燕编著。该书指出:“脑电图的波形是由频率、波幅、位相、波形等基本要素组成。脑电图检查就是分析这些基本要素及其相互关系,并进一步分析其在时间序列及空间分布的特征。目测脑电图是对上述要素进行定性或半定量分析,而定量脑电图则是在数字化脑电图的基础上进行线性或非线性计算分析。”

2013年版《维基百科辞典》(フリー百科事典),则解释说:“脑波是指由人或动物的大

脑产生的电活动,而且是采用在头皮上、蝶骨底面、鼓膜、大脑表面以及脑深部等放置电极所记录到的。作为英语 Electroencephalogram 的忠实译词,也称为脑电图或 EEG,采用汉语这样的标记法。本来应该称之为脑波图,但在一般情况下大多简称为‘脑波’。检测并记录脑波的装置称为脑波仪 (Electroencephalograph; EEG),采用该装置的脑波检查 (Electroencephalography; EEG)可作为医疗方面的临床检查,还可以在医学、生理学、心理学、工程学领域等作为研究方法使用。由于脑波的检查方法、检查仪器以及检查结果均可简称为 EEG,所以需要注意加以区别。与观察每个神经细胞放电所采用的单一细胞电极不同,脑电图是观察电极附近或者远隔部位的神经细胞群的电活动总和(除少数例外)。与之相似的,则是观察到伴随神经细胞的电活动而产生的磁场即脑磁图 (Magnetoencephalogram)。”

由此可见,关于脑电图的概念,迄今仍然是如此的分歧复杂,然而究其原因,大概主要有三个方面:第一,是所谓脑电图这词的出处的不同,也折射出理论观点的差异;第二,随着在脑电图领域的研究的历史变迁,脑电图的概念也有相应发展;第三,由于脑电图的研究方法或者研究目的的区别,例如有的属于基础研究,有的则属于临床应用方面的研究。

如果仔细考察上述诸说,将使我们观察的视野变得宽阔,同时仿佛也从中领悟到关于脑电图的概念最基本的解释方式之一:即脑电图是测定由大脑神经细胞的电活动所发生的电位变化的波形。

因此,在明确了脑电图的概念之后,我们才能够在脑电图领域作出恰当的判断,以及合乎逻辑的推理,避免造成认识上的错误。

另外,倘若再与后述的“脑电图的构成要素”等内容相参照,则将有助于深入认识和理解脑电图的概念。在接受并使用“脑电图”这个词时,似乎也就理解和认同了该词所包含的研究与应用方面的科学意义。

参考文献

- [1] 冯应琨. 临床脑电图学. 北京:人民卫生出版社,1980:21.
- [2] 藤沢俊雄,石田肇,加藤格. 袖珍英汉医学缩略语词典. 蓝琦,陈绍仁,译. 济南:山东科学技术出版社,1986:73.
- [3] 福山幸夫. 小儿实用脑电图学. 张书香,译. 北京:人民卫生出版社,1987:28-31.
- [4] 大熊輝雄. 臨床脳波学. 第4版. 東京:医学書院,1991:75.
- [5] 刘晓燕. 临床脑电图学. 北京:人民卫生出版社,2006:52.
- [6] フリー百科事典『ウィキペディア(Wikipedia)』UTC版,最終更新,2013年5月10日(金)09:24.

第二章 脑电图的历史

一、脑电图的发现及其发展

关于人类的脑电图的研究,大概发端于 20 世纪初期。据文献记载,最初是从实验动物发现了脑的电活动现象。1875 年,英国学者 Richard Caton 在家兔暴露的大脑皮质表面安放 2 枚电极,由其间连接的电流计观察到有电流通过,他判断这种电活动与脑的机能有关。随后,他还用犬等做了几次类似观察。1890 年,波兰的 A. Beck 观察到当给予光刺激时,在犬的视觉区皮层出现较大的电位变动,倘若不给予光刺激,则只有小的电位变动。同年,E. Fleischl von Marxow 也观察到了同样的事实,并指出这种电位变化亦可在硬脑膜或头颅上记录到。此后,也陆续有一些类似的研究。但由于当时受到技术上的限制,未能取得重要成果。

1899 年 Einthoven 发明了灵敏度良好的弦线电流计,而真正开始研究中枢神经系统的电的性质,则是在提供了实用的真空管放大器之后的事。1913 年 Pravicz Neminski 最初使用弦线电流计研究脑电活动。他指出,通过刺激犬的坐骨神经在皮质上可记录到电活动。1925 年 Pravicz Neminski 将在犬脑观察到的自发性电位变化称为大脑电图(electrocerebrogram),描述了其中包括 10~15 Hz 和 20~32 Hz 两个阶段的波。这可以说是与其后 Hans Berger 关于人的脑电图所描述的 α 波和 β 波相对应的。

1924 年德国 Jena 大学的精神科教授 Hans Berger 首次对人的脑电图进行了测量和描述。他把 2 根白金针状电极由头外伤患者的颅骨缺损处插入大脑皮层,在人脑成功地记录出有规则的电活动。随后还确认了即使不把电极插入脑内,而从头皮上放置的电极也同样可以记录到这种电活动。他首先把正常人在安静闭目时主要出现于枕、顶部的 10 Hz、振幅 50 μ V 左右的规整波命名为 α 波。他还观察到,倘若被试者睁眼注视物体时,则 α 波即消失且代之以 18~20 Hz、20~30 μ V 的波,他又把这种快波称为 β 波。而且将这样的脑电活动统称为脑电图(elektroenkephalogramm)。



图 2-1 Hans Berger
(1873—1941)

Berger 在 1924 年至 1929 年间,确认了自己关于人脑电图的所见,自 1929 年开始发表“关于人的脑电图”的研究论文。他在此后的十年间,遂以同样题目发表了 14 篇论文,其中涉及正常人、癫痫、脑肿瘤和某些精神疾患的脑电图。

当 Berger 的论文最初发表时,却受到了很多生理学及神经病学家的怀疑。因为 Berger 的这种所见,与当时生理学的常识,即认为在神经和肌肉生理学方面电活动与机能有着数量上的平行关系是相对立的,所以,他所发现的脑电图被多数学者认为是伪差。

此后到 1933 年,英国著名生理学家诺贝尔奖获得者 E. D. Adrian 重试并确认了 Berger 的所见之后,事态发生了逆转。Adrian 与 B. Mathews 在当时设备最完整的剑桥大学生理学研究室一起开始研究脑电图,确认了 Berger 关于 α 波及 β 波所做的记录是正确的,并建议将 α 波称为“Berger 节律”,却被 Berger 谦逊地拒绝了。1937 年,Berger 受邀请在国际会议上所作的关于脑电图的研究报告,彰显了他的发现的重要性和革新性。

在 Berger 关于脑电图的研究结果经 Adrian 确认后,脑电图研究在全世界迅速开展。1934 年,德国的 A. E. Kornmuller 等,美国的 H. Davis 等和 H. Jasper 等开始了脑电图的研究。特别是 1935 年,F. A. Gibbs、Davis 及 W. G. Lennox 等哈佛学派,发现在癫痫小发作患者发作时显示 3 Hz 棘慢复合波以后,这给一般的研究者以可能存在与临床表现相对应的特异性脑电图这样的期待,进一步促进了脑电图的研究特别是癫痫的脑电图研究进展。另外,1936 年英国的 W. G. Walter 发现脑肿瘤时脑电图出现慢波,倘若确定出慢波的出现部位,即使不开颅也能相当正确地定位肿瘤部位,拓展了脑电图在临床诊断方面的应用。

脑电图不仅在研究方面,而且作为癫痫、脑肿瘤及其他精神神经疾病诊断的有力手段,所起的作用与 X 线检查、心电图检查一样,成为临床检查之一。在美国,1934 年 Gibbs 夫妇在波士顿市立医院建立脑电图检查室,Schwab1937 年在马萨诸塞州总医院设置了 2 支笔的脑电图装置。1942 年,在日本由胜沼精藏提议将“electroencephalogram”这一术语译为“脑波”(脑波),以至于这词得到了广泛传播。

在此过程中,脑电图描记技术和记录装置不断改进。随着差动放大器的出现,于 1934 年产生了其基本原理被沿用至今的脑电图仪。第二次世界大战结束后,脑电图仪的制造技术得到急速的发展。1948 年制造出了实用且易于移动的 8 导程脑电图仪器,此后还制造出 12、16、21、32 等多导程脑电图仪。如今在世界各国大都有脑电图仪器制造商,除了脑电图仪器外,也生产脑电图频率自动分析装置等。随着电子计算机技术的进步,1958 年制造出了诱发电位叠加仪,使用它通过头皮上的电极可以观察到人的诱发电位。至此,在脑电研究领域即有了关于自发脑电与诱发脑电的区别。特别是 20 世纪 80 年代以后,陆续出现了睡眠脑电图(SEEG)、动态脑电图(AEEG),1992 年由美国和德国研制出了脑电图监测装置,以及借助计算机对脑电图进行分析例如功率谱分析(PSA)、脑电地形图(BEAM)等新的技术和方法,近年还有关于密集阵(多导程化)脑电图、偶极子追踪法的研究报告。

作为脑电图的国际学会,1947 年第一次国际脑电图会议在伦敦召开,在第二次的巴黎会议上国际脑电图学会联盟成立,其后与包括肌电图等相关领域发展成为国际脑电图·临床神经生理学会联盟(IFSECN),该联盟不仅发表脑电图及神经生理学的研究业绩,而且对一些重要问题提出过许多建议,例如关于脑电图仪器规格的确定,脑电图检查法及电极放置的标准化,脑电图判读者和技术员的训练与资格认定,脑电图学术语的统一,脑电

地形图—脑电图频率分析,癫痫患者的长时间监测,昏迷患者一无反应状态的电生理学监测等,这些建议对研究和实践做出了很大贡献。另外,IFSECN 于 1949 年即创办了《脑电图与临床神经生理学》(简称 *The EEG Journal*) 杂志。

二、我国脑电图学的历史变迁

西学东渐,遂有肇始。我国于 1948 年在南京引进国外第一台脑电图仪。1949 年新中国成立后,陆续在各大城市建立脑电图检查室,1957 年在北京创办了全国第一届临床脑电图培训班,由北京协和医院冯应琨授课。1962 年开始创办脑电图进修班,此后各大城市的较大医院相继引进脑电图仪和培训专门从事脑电图的专业人员。至 60 年代末期,国产脑电图仪生产问世,为脑电图的普及提供了条件。1978 年实行改革开放之后,国内脑电图技术的普及速度加快,在大多数的县、区级医院开展了临床脑电图检查,为各种脑部疾病的诊断提供实验室依据。在此期间,国内具有代表性的脑电图仪是上海医用电子仪器厂生产的 ND-82B、ND-161 两种型号的设备。1986 年设立中华医学会脑电图学组,一些区域性和地方性脑电图学术组织也相继成立,定期或不定期召开脑电图方面的学术交流会。1987 年第一次全国脑电图及临床神经生理学会会议在青岛召开,参会者 265 人,由全国脑电图学组第一任组长冯应琨教授作了“三十八年来我国脑电图学发展概况”的特别演讲。1985 年在贵阳创刊《脑电图学与神经精神疾病杂志》,该刊曾经几度易名,现称为《癫痫与神经电生理学杂志》。1994 年《现代电生理学杂志》也创刊发行。据统计,迄今国内已出版脑电图专著近 30 种、译著约 10 种,其中冯应琨(1980 年版)、黄远桂(1984 年版)、刘晓燕(2006 年版)等的脑电图著作在国内有较大影响。

笔者统计,根据 1989 年第二次全国脑电图及临床神经生理学会会议的资料,在全体会议上作学术报告 19 篇,分组会议学术报告 190 篇。在一般性演讲题目中,临床脑电图占 59%,其中癫痫的脑电图占 40%;小儿脑电图占 20%;涉及基础研究的题目占 21%,其中脑电位分布图及计算机分析占 55%;诱发电位占 19%。这可看做是我国脑电图领域发展的一个客观指标。再者,由瞿治平教授起草并在本次会议通过了《脑电图描记的最低要求》(试行方案),这对促进我国临床脑电图的规范化发展具有重要指导意义。

20 世纪 90 年代以降,随着国内电子计算机技术和成像技术的快速发展,脑电图仪器的更新换代很快,进一步推动了脑电图在临床上的普及应用。除常规脑电图检查外,有许多实验室还开展了定量脑电图分析、数字化动态脑电图以及录像脑电图监测(主要是为了提高脑电图的阳性率和癫痫诊断分型的准确性以及鉴别诊断)等。但是这些新的技术和方法的应用,遂对人才培养和技术水平都提出了新的较高要求,也成为不可忽视的问题。再例如,90 年代初期国内有些人对脑电地形图技术的期望过高,随后曾一度出现过所谓的“脑电地形图热潮”。但是严格说来,目前这项技术的结果仅能看做是初步的结论,因为过早得出定论往往显得不够严谨,还可能有被其误导的危险。

另一方面,近些年随着头部 CT、MRI 等影像学检查的快速发展,在病灶定位诊断上发挥了巨大作用,而脑电图对观察和评价脑机能状态有其独特优势,特别是在癫痫的诊断和鉴别上,脑电图仍然发挥着不可替代的重要作用。

总而言之,如今我国的临床脑电图领域,可以说是在积极总结经验和借鉴西方发达国家成熟做法的基础上,强调脑电图的技术标准化,正在不断完善中发展着。

因此,考察脑电图的源与流,可以帮助我们客观地了解现在正是过去的延续,而那过去,也便成为现在的基础。

参考文献

- [1] 大熊輝雄. 临床脑波学. 第4版. 东京:医学書院,1991:3.
- [2] 大熊輝雄. 临床脑电图学. 第5版. 周锦华,译. 北京:清华大学出版社,2005:3.
- [3] 瞿治平. 脑电图描记的最低要求. 脑电图学与神经精神疾病杂志,1990,6(1):64-65.