

· 主编笔谈 ·

任连坤,首都医科大学宣武医院神经内科主任医师,教授,博士生导师,首都医科大学癫痫诊疗与研究中心副主任,北京脑科学与类脑研究中心合作研究员。日本国立癫痫中心研修学者,美国梅奥医院博士后,哈佛医学院麻省总医院访问学者。中华医学会神经病学分会癫痫与脑电图学组委员,中国抗癫痫协会理事,北京医学会脑电图及神经电生理学分会主任委员,北京神经科学学会脑电生理与脑节律疾病专委会主任委员,《癫痫与神经电生理学杂志》执行主编。主要从事癫痫和脑电生理的临床和科研工作,特别是近年来聚焦于癫痫网络和神经调控治疗,形成了体系性工作。主要研究以第一作者或通讯作者发表在 Neurology、Annals of neurology、Brain、Brain stimulation 及 Neuroimage 等杂志。主译《癫痫—发作和综合症的诊断和治疗》、《脑电图图谱》,担任《临床脑电图图谱》副主编,参与并执笔我国多项癫痫和脑电生理的指南和共识的撰写。



薪火相传,脑电图百年

黄昕祺,任连坤
首都医科大学附属宣武医院

1924年7月6日,第一次世界大战后的德国满目疮痍,在一个相对简陋的实验室里,神经精神专科医生汉斯伯格(Hans Berger)正目不转睛的观察着发光二极管屏幕上微弱的光芒,在经历了多次失败后,他终于第一次观察到一位由于战争头外伤导致颅骨缺损患者枕部出现的规则波动,当时的他并没有意识到,这微弱的电波却标志着人类第一次记录到自身的脑电活动,开启了人类脑电图发展的序幕……

• 1929年,汉斯伯格正式发表了人类脑电图研究的系列工作,各国科学家们纷纷开始了对人类大脑活动的研究;

• 1934年,Gibbs夫妇在哈佛记录到来自2名癫痫患者的3 Hz棘慢复合波脑电活动,脑电图开始聚焦于癫痫诊断;

• 1936年美国学者Grass开发了脑电图模型,同年第一台脑电图机问世;

• 1948年,可移动8导联脑电图仪问世,此后逐渐出现了12、16等多导联脑电图仪;

• 1958年,加拿大Jasper教授和Ajmone教授提出了10—20国际头皮脑电电极标准系统,在1985年的国际脑电图大会上被正式制定,并成为全球脑电图的标准;

• 20世纪50年代,加拿大Jasper教授在蒙特利尔初步创立了硬膜下电极的颅内脑电图;

• 20世纪50年代,在法国圣安妮医院Talairach和Bancaud逐步发展了立体定向脑电图;

• 20世纪50—60年代,基于脑电图逐步发展出了事件相关电位分析;

• 20世纪80年代以后,睡眠脑电图、动态脑电图开始用于临床;

• 20世纪90年代,美国和德国研制出了脑电图监测装置以及基于计算机的脑电图功率谱分析、脑电地形图等定量技术;

• 20世纪90年代,模拟脑电图逐渐被数字化脑电图替代……

在我国,南京精神病院的王慰曾教授于1948年购入了第一台脑电图仪器。1949年新中国成立,和平初定,各大城市开始陆续建立脑电图检查室,我国的脑电生理技术也快速发展。1957年,在著名医学家北京协和医院冯应琨教授的牵头下开创临床脑电图培训班,力求普及脑电图知识,越来越多的临床医生开始应用脑电图进行疾病诊治。60年代末,国产脑电图仪问世,配备脑电图仪的医院比例大幅度增加,越来越多的医院有条件引入脑电图仪,1978年改革开放后脑电图仪的使用率进一步扩大,县级、区级医院都开始使用脑电图仪帮助癫痫诊断。

同期国内也出版了多部有关脑电图的书籍,例如张葆樽1959年翻译出版的《临床脑电图学》、刘普和1960年翻译的《脑电图描记法研究技术》,以及黄远桂教授1984年编写的《临床脑电图学》,吴立文教授

1990年翻译的《癫痫发作的脑电图图谱》，王德堃教授1992年编写的《实用脑波图谱学》和冯应琨教授1993年编写的《脑电图图谱》等，为国内医生学习脑电图提供了丰富的中文理论资料。北京大学第一医院的吴逊教授深耕脑电图领域50年，是我国脑电图的奠定者和传播者之一，目前90岁高龄仍然坚持在临床一线。

1982年，冯应琨教授成立了北京医学会脑电图学学组(1992年更名为北京医学会脑电图与神经电生理学分会)，中国脑电图开始有了自己的专业协会。1987年，第一届脑电图与临床神经生理学术会议召开。90年代前后，我国涌现出大批优秀的脑电图专家。例如，北京协和医院的吴立文教授师从冯应琨教授，在1995年牵头建立了我国第一个以脑电生理为核心，多学科团队协作的国际标准癫痫中心。北京大学医学院的刘晓燕教授为我国推广和普及高质量标准化脑电图做了巨大努力和突出贡献。首都医科大学宣武医院的王玉平教授率先采用颅内硬膜下电极置入精确定位癫痫灶等。而李世绰教授于2005年倡导成立的中国抗癫痫协会，在我国癫痫和电生理事业中发挥着重要作用。

百年后的今天，坐在现代化的脑电生理室回望恢弘过往，感受到了脑电图发展的强烈脉动。自远古以来，人类对于自身“思想”溯源充满了好奇和猜测，汉斯伯格的开拓性工作使人类脑活动实现了可视化、可描述化和可测量化，为人类研究自身思维和脑疾病打开了一扇窗户。而陆续发展起来的颅内脑电图，包括皮质脑电图和立体定向脑电图，使直接记录脑电活动成为可能，高时间和空间分辨率的特征揭示了更多的脑电信号细节。脑电图展现了一幅人类大脑在三维空间，清醒和睡眠中频率、波幅、波形、时相时刻变化的动态画卷，波澜壮阔，节律振荡，循环往复，生生不息。面对大数据脑电图的理解和解释，我们正经历着变革的时代。数字化技术的发展，推动了宽频带脑电信号的记录，从传统的定性分析逐步过度到定量分析，呈现人工判读结合人工智能解读的趋势。计算神经科学的发展，对于脑电信息的提取，从一元脑电特征到多元特征分析，从单频带分析到跨频带分析，从局部脑区到脑区间神经协调机制的网络分析以及脑电连接组学，拓展了对于脑电特征的认识。而从脑电生理单模态到联合神经成像技术，包括功能磁共振、多种示踪剂正电子扫描等多模态分析以及影像转录组学分析，从基因水平、细胞类型、神经递质和神经环路以及功能系统的多层级水平分析，深化了脑电信号的神经生物学基础理解，并对增进脑功能和脑功能障碍疾病的理解具有潜在的重要价值。

脑电信号异常是癫痫的本质特征。在癫痫领域中，长期以来，通过对于特异性放电形态特征、多种特征组合放电模式的理解和识别，脑电图是癫痫的基础诊断工具，也是进行划分特定癫痫综合征类型和发作类型的关键依据之一，为癫痫的精准药物治疗和疗效观察提供了重要信息。同时，脑电图又是构架癫痫临床发作症状和大脑功能解剖的核心。脑电图或脑电指纹对于癫痫灶的准确定位和探讨癫痫发作空间动态网络机制具有至关重要的地位，并推动了癫痫是脑网络疾病的概念更新。目前，脑电图已经广泛应用到睡眠障碍、认知障碍、运动障碍、意识障碍以及精神障碍等疾病，从脑电角度，由于具有疾病特异性环路脑电节律异常，这类疾病可以理解为脑节律疾病。而正是通过对于包括癫痫在内这一系列疾病特异性环路脑电节律改变的认识，脑电图不仅仅是诊断工具，而更多地揭示了疾病发生和发展的内在机制，并助力于发展新颖的治疗手段，推动了以调节和改善脑节律，并重置恢复正常脑节律的调控治疗发展，对于包括癫痫和脑节律疾病的治疗，特别是经典的药物和手术治疗不能有效改善的患者，为有效控制疾病，改善患者的生活质量带来了新的希望。

近年来，随着对脑电信号的解码能力的跃升，重新激发了人类对于大脑功能的无限憧憬和想象，而基于解码而人工编码信息从而模拟人类脑功能的理论和技术发展，脑机接口已能够初步替代并模拟简单的人类初级脑功能，为解决一系列神经系统疾病造成的功能缺损带来了希望。然而，不得不承认，目前的时代，尽管我们多维度地理解脑电信号，但运用脑电信号对人类行为和疾病的理解，依然是现象解释现象。对于简单的大脑初级功能能够大致建立脑电一行为的因果联系，但是对于物理性质的电信号如何能涌现出人类的复杂的行为和思想，技术的发展仅仅是基础，需要更多的生物学理解、数学的解释，但是更需要思想局限的突破，新理论的提出，甚至哲学的发展。人类对于大脑工作规律和细节的进一步了解，或许在可以预见的未来，脑机接口技术能够模拟人类的复杂脑功能和行为，为人类的发展，突破自身的局限带来无限可能。

薪火相传，一路追光，纵观脑电图的百年历史，一代一代脑电学家们在探索中踏出了一条路，今天，我们要开阔的视野，勇于承担发展的时代重任，创见更好的未来。

2023.10月于北京初秋