

生物电磁效应及其应用

王 高

(江苏省阜宁师范学校 224400)

21 世纪是生物学的世纪,生命科学及其交叉学科将得到蓬勃发展,物理学这门重要的基础学科,在与生物学交叉综合方面将会有很广阔的发展.本文简要介绍物理学与生物学的交叉热点——生物电磁效应及其应用.

一、生物电磁效应

1. 生物电

生物电是指生命过程中产生的电流或电压.不仅动物,所有生命都有生物电,生物电是自然界普遍存在的一种电现象.

生物电来源于细胞的功能.细胞是由细胞膜、细胞核和细胞质组成.细胞膜的结构很复杂,它一方面把细胞与外界环境分开,同时膜上存在一些孔道,允许细胞与周围环境交换某些物质.实验测得在细胞内、外存在多种离子,膜内主要是钾离子(K^+)及一些大的负离子基团(A^-)(A^- 不能通过细胞膜),膜外主要是钠

离子(Na^+)和氯负离子(Cl^-).在不受外界刺激的静息状态下,实验测得活细胞的细胞外部带正电,内部带负电,即膜内侧电势低于膜外侧.若取膜外侧电势为零,则膜内侧电势约为 $-90 \sim -70$ mV,这个电势称为静息电势.

生理学上将那些兴奋较强的组织,如神经、肌肉和腺体等统称为可兴奋组织.它们的细胞所作出的主动反应是表现在当外界刺激强度达到一定阈值时,细胞膜对离子的通透性会发生突然变化,更多的钠离子内流,导致细胞膜内、外离子浓度发生变化,最后使电势发生改变.细胞内的电势可从负电位突然变为正电势,约为 $20 \sim 30$ mV,这个电势称为动作电势,大约在不到 1 毫秒时间内,很快又恢复到原来的静息电势.

2. 生物磁

磁性是物质的一种普遍属性,可以说世界

$$\frac{d_1 h}{(d_1 - d) \Delta L} \leq t' < \frac{L_0}{\Delta L}$$

(燃烧时间还受到蜡烛横截面积的影响,当截面较小时,由于中心处燃烧时放出的热量足以使蜡筒熔化,燃烧终止.所以上述所求时间只能给出范围值.)

问题分析 在原解析中忽略了对物理情境的描述与分析,没有突出主要矛盾和次要矛盾的转化.蜡烛在液面上燃烧,由于蜡烛周围与空气接触,燃烧处的蜡烛与周围空气温差不大,有时才会伴有蜡烛油流下,题设条件正是解决在水面上燃烧时的问题,有利于计算时间.当蜡烛的上端与水面相平时,即出现了环境条件的重要变化,而原解析中没有注意这个

变化产生的直接作用是形成筒形蜡壳.由于水温基本不变,使蜡烛周边冷却而不能熔化,形成蜡烛火焰在水中蜡筒里继续由上而下的燃烧.原命题中没有涉及这个问题,若将原题中的“蜡烛熄灭”改为“由漂浮变为悬浮”或“蜡烛的上端与液面相平”则能准确体现命题思想,原题解析也就能拓展,有利于实施素质教育.

在教学中应让学生亲手做第一个探索性实验,以铺设台阶,会使他们对物理学产生浓厚的兴趣,并从中受到启发,很容易发现竞赛试题存在的不足,并能根据实际情况加以验证,学会实事求是的分析问题,提高应用所学知识解决实际问题的能力.

(收稿日期: 2000-11-16)

无处没有磁场,在人体内也有磁场,其主要来源是:

(1)人体的生物电.正如大家所知,在电流周围有磁场,因此人体心脏的生物电产生心磁场,但非常微弱,仅为 $10^{-11} \sim 10^{10}$ T,脑神经活动产生脑磁场 ($10^{-13} \sim 10^{-12}$ T);肌肉伸缩会产生肌磁场 ($10^{-12} \sim 10^{-11}$ T);眼球运动会产生眼磁场 ($10^{-13} \sim 10^{-12}$ T);肺运动产生肺磁场 ($10^{-10} \sim 10^{-8}$ T);等等.

(2)人体内有弱磁性物质.它们在地磁场或外界磁场作用下产生感应磁场.肝、脾等产生的磁场就属这一种.在少数生物体内有微量强磁性物质(主要是 Fe_3O_4),如蜜蜂、鸽子具有的“导航”本领就是依赖这些微量强磁性物质.

二、生物电磁效应在诊断和治疗中的应用

1. 心肌细胞的电兴奋和人工心脏起搏

心肌是可兴奋组织,心脏有节奏的跳动(收缩和舒张)正是心肌兴奋的结果.在心肌细胞中,有一类细胞在未受到外界刺激下,也能够自动产生周期性动作电位,这种细胞称为起搏细胞,每分钟自动兴奋的次数称为起搏频率,这种自动起搏的特性称为心脏的自律性,这种自律性是不受神经系统所支配的.正常情况下,成人心脏的起搏频率为每分钟 70 次左右.

当心脏兴奋的自律性受到破坏,或心肌细胞传导兴奋的功能出现障碍时,将影响心脏的起搏,导致泵血功能失调,甚至危及人体生命.人工心脏电起搏,就是利用一定大小的脉冲电流来刺激心脏,使心脏按一定频率收缩和舒张,达到人工起搏的目的.心脏起搏器包括三个部分:(1)脉冲发生器,产生一定要求的脉冲电流,频率一般为每分钟 72 次左右;(2)与心脏组织相接触的刺激电极,脉冲电流通过它来刺激心肌;(3)起搏器能源,主要采用化学电池.

2. 癌症的诊断与治疗

恶性肿瘤是细胞分化的疾病,其特征是不受宿主控制的恶性增殖.我国现在每死亡 5 个人中就有 1 人死于癌症,因而,对癌症的早期诊断与彻底治疗是人类征服恶性肿瘤的主要使命.

在诊断方面,利用人体器官产生的生物

电,借助仪器进行放大显示,这种生物电随时间变化的图像叫做电图,医务人员通过观测电图就可诊断病情.现在医院常用的有脑电图、心电图、胃电图.由于人体内部存在磁性,如果某一生物组织发生病变,则其磁性将发生显著变化,因而可以利用磁性变化来检测病变.人体磁场随时间的变化可以用仪器测量和显示出来,叫做人体磁图.人体磁图比相应的电图具有无接触电极干扰、交直流场均能测量、可作三维测量和分辨率高等优点,有可能同电图一样获得临床应用,成为高效能的医学诊断工具.

在治疗方面,宿主的控制和癌瘤的“免疫逃逸”是彼消此长的矛盾双方.控制和逃逸都和生物电磁现象密切相关.国内外不少学者做过磁场抑制、杀伤癌细胞的实验.实验研究中观测到:磁场能影响癌细胞的代谢;磁场能使癌细胞的恶性程度降低,并能抑制其高速和异形生长;磁场能抑制癌细胞的分裂和 DNA 的倍性;磁场可以提高细胞免疫功能,加强淋巴细胞、浆细胞反应.可见生物电磁效应不久将是人类战胜癌症的重要武器.

3. 磁场与人体保健

我国是世界上最早用磁来治病的国家.如在明朝李时珍的《本草纲目》中就有这样的描述:“真磁石,豆大,新棉裹塞耳中,口含生铁一块,觉耳中如风雨声,即通”.

目前市场上的保健品种中,有磁腰带、磁鞋垫、磁表等,将它们放在病变组织处对一部分人以及对某些疾病可能会有一定的疗效,如腰肌劳损、扭挫伤、高血压等.这种疗法称为静磁疗法.近年来,静磁疗法又发展成为经络磁场疗法,该疗法认为当磁场作用于穴位上时,经络自身能接受、传递这种磁信号,调整经络平衡,疏通经络,调整气血,促进血液循环,起到一定的治疗作用.

近年来,一门新兴的学科(磁医学)正在发展之中,但临床实践和理论研究都还处于起步阶段,各种磁疗只能是正规医疗的一种辅助手段.

参考文献

倪光明等.改变世界的物理学.上海:复旦大学出版社, 1999