

# 生物电和生物磁的原理及其临床应用

Living creature electricity with principle and its clinical applications of the living creature magnetism

袁 林

(扬州市第一人民医院; 江苏扬州 225001)

[文章编号] 1672-8270(2005)10-35-03 [中图分类号] R312 [文献标识码] A

**【摘要】** 生物电和生物磁表示生物体活动规律, 通过研究生物电和生物磁能进一步了解生物体, 利用生物电和生物磁可进行对疾病的诊断和治疗, 根据生物电和生物磁的特有效应, 能利用其生物效应进行相应的电、磁疗法。阐述生物电、生物磁的产生原理及特性, 以及临床应用; 生物电与生物磁的内在关系。

**【关键词】** 生物电; 生物磁; 生物效应; 临床应用

**Summary:** The living creature electricity means the living creature movable regulation with the living creature magnetism, pass to study the living creature electricity to can further understand the living creature with living creature magnetism, making use of the living creature electricity to can proceed to examine a patient to the paroxysm with cure with the living creature magnetism, giving or get an electric shock according to the living creature with living creature magnetism of with valid should, can make use of its living creature effect proceed homologous electricity, the therapy of magnetism. This text expatiates creation principle and characteristics of the living creature electricity, living creature magnetism, and clinical application; Living creature electricity and the inside relation of the living creature magnetism.

**Key phrase:** Living creature electricity; living creature magnetism; living creature effect; clinical application

在物理学中有一门叫“电磁学”的分支, 电磁学中说明了电和磁有着密切相连的关系, 电能生磁; 磁能生电。作为电磁学中一类特殊类型: 生物电和生物磁, 它不完全具有物质电、磁的通性, 更具有生物电、生物磁的特性, 即主动性和被动性。研究生物电、生物磁对疾病的诊断、治疗有着十分重要的意义。生物电学和生物磁学是既古老又新兴的学科, 是研究物质电性、磁性; 电场、磁场与生命活动间的相互关系和影响, 以及电、磁在生物医学中应用的学科。

生物电现象是生命活动的基本属性。在机体的一切生命过程中都伴随生物电的产生。所谓生物电现象是指生物体内产生的电位变化和电流传导及其与生命现象和功能的关系。人们对生物体的各种生物电的研究、记录已经成为了解生物体各器官的功能、临床诊断、治疗的可靠依据。

生物体包括人体的各种组织和器官构成的基本单位是细胞, 体内所有生理功能和生化反应都是在细胞及

其产物的物质基础上进行的。生物体的细胞具有细胞膜结构, 细胞膜是一种多相的各向异性的介电材料, 它具有较高的电阻率又具有电容性。生物细胞受到刺激, 使细胞膜电位不断发生变化, 膜电位的变化过程作为电容器的充、放电过程。由于细胞膜电位的变化, 将产生了电信号, 并且这种电信号能载有信息, 同时在体内迅速传递。

生物电的基础是细胞的生化反应。生物电位是由可兴奋细胞的电化学反应所产生的。细胞膜内外电位的变化, 形成局部的电信号, 该电信号包括大量的生物体的生命信息, 如: 脑电图(EEG)是人脑电活动的波形记录, 它反映了大脑皮质神经系统的电活动; 心电图(ECG)记录了心电随时间变化的波形, 它是心肌细胞电活动的记载, 反映出心脏活动是一个电的发生和控制过程; 肌电图(EMG)则说明肌肉反应控制同样是电过程。另外, 还有胃动电图(EGG)、肠动电图、腺动电图、诱发电位等等均是记录生物体电的过程。脑电图、心电图、肌电图等都

携带了大量生命过程的信息,分析这些电信号对诊断疾病和治疗疾病都具有重要的意义。腺体随分泌也同时产生分泌电位(动作电位),包括唾液腺、泪腺、甲状腺、汗腺及肝脏、肾脏等细胞的电活动。

生物体的电特性不单包含物质的电特性:导电特性和介电特性。由于生物体是一特殊的活体,它一直存在着作为生物体所特有的电特性:既主动性和被动性。生物活体永远存在着复杂的电过程,当生物活体生活于外界环境中时,生物体作为导体,或介电体就会按照一定规律产生响应,且能跟外界电场发生相互作用,从而产生生物效应。由于生物体存在的电生物效应,人们根据其电生物效应,可进行疾病的诊断和疾病的治疗。细胞和生物组织除电阻性、电容性、导电性外,生物组织还存在压电效应,即由应力和应变可诱发电场(正向压电效应)或由外力电场而产生应变和应力(逆向压电效应)这方面已有不少用外加电刺激促进骨骼生长的实例。临床上诱发脑电其基本分为三种:1、通过视觉刺激产生视觉诱发电位(VEP);2、通过听觉刺激产生听觉诱发电位(AEP);3、通过体感刺激产生体感诱发电位(SEP);其他诱发电位,如红外激光束发生的热脉冲刺激产生的痛感诱发电位、嗅觉诱发电位等。

临床上进行生物体的电生物效应的应用是多方面的,如诱发电位就是利用很弱的诱发电位来刺激的方法引起生物体某部位局部区域的电活动;利用低频大电流对生物组织具有的破坏作用,象细胞的电脉;由于生物体对于微弱的直流电流和低频电流主要表现为电阻性,导致生物体的物理学效应和电化学效应,还会引发其他反应。人们利用生物体的物理学效应的主要表现释放焦耳热的原理,进行理疗、治疗癌症的热疗,还能利用来促进组织的生长和骨折的愈合。

生物体的高频电的生物效应:当有高频电流透入生物系统中,将与生物组织发生相互作用,从而导致不同生物层次上的形态、结构、功能等方面的改变。利用高频电的生物效应的方面也是很多的,如手术中用的高频电刀、射频消融仪、微波治疗仪等。高频电的生物效应对生物体是正负两个方面的,一方面是有利的,是我们要利用的;另一方面是对生物体有害的,是应该避免的。临床上是在利用对生物体有利的生物效应防止有害的生物效应。

人们对生物电现象是理解和熟悉的,利用也是多方面的。但对生物磁现象了解非常少,从大方面来说有生物电现象存在必定有生物磁现象存在。人们知道利用磁场诊断疾病的常用医疗设备:磁共振成像扫描机(MRI)就是采用静磁场和射频磁场形成人体组织成像的。今后对生物磁现象的研究、开发、利用必将大于对生物电现象。

象的关系。1963年由美国锡拉丘兹大学的G.Balule和B.Mefee第一次从人体上记录出心磁信号。生物磁场的强度一般都很微弱,往往深埋在环境磁噪声之中,一般的探测仪器无法进行检测,随着科学技术的不断发展,问题逐步得到解决。地磁场强度为0.5(10<sup>-4</sup>T)(特斯拉)左右,肺磁场强度为10<sup>-11</sup>~10<sup>-6</sup>T(特斯拉),心磁场为10<sup>-10</sup>T(特斯拉),脑磁场为10<sup>-12</sup>T(特斯拉)。

物理学的毕奥—萨伐定理“运动的电荷会产生磁场”,所以只要能产生生物电信号的部位必定同时产生生物磁信号。生物电流产生的磁场(由天然生物电流产生),人体器官和组织在活动中会产生电子传递、离子转移、神经电活动等生物电的过程,这些生物电过程会产生频率、强度不同,波形各异的生物电流,由产生相应的微弱的生物磁场,如心磁场、脑磁场、神经磁场、肌磁场等。除生物电产生的生物磁场外,生物体还存在其它类型的生物磁场,生物材料产生的感应磁场;构成人体的物质具有一定磁性,叫做“生物磁性材料”,这些“生物磁性材料”组成生物体组织,在地磁场和其他外磁场的作用下,能产生感应磁场,如肝、脾等产生的磁场就是感应磁场。生物体内铁磁性物质产生的剩余磁场;磁铁矿(Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)类的铁磁性物质的粉末、微粒通过食道进入胃、肠系统;通过呼吸道进入肺部等,这些磁性物质在外磁场的作用下被磁化,从而产生剩余磁场。生物电的基础是细胞的生化反应,生物电之源是细胞的电化学反应产生的,也就是说,生物电产生之源只有一种:细胞电化学反应。但对于生物磁的产生之源恰有三大类:1、自然生物电所产生的磁场;2、感应磁场;3、剩余磁场。这些磁场和物质磁场形成原理是一样的,所以生物磁场具有物质磁场的一切通用性,生物磁又和生物电一样,不单具有物质电的一切通性,并具有其特有的主动性和被动性。

心磁场是心脏活动时,心动电流由心房向心室传导,在心动周期中心动电流形成的交变的磁场。脑磁场是大脑存在的电活动、神经元产生交变放电形成脑电流,从而在脑电流周围形成的磁场。肺磁场是由肺部组织内含有污染的物质和从空气中吸收铁磁性物,这样强磁性的铁磁性物质微粒在地磁场和其它外磁场的作用之下被磁化,从而产生相应的磁场。肝磁场、脾磁场是在地磁场或其他外界磁场下产生的感应磁场。肝、脾是生物磁性材料,测定它的磁化率变化有助于诊断某些疾病。

心磁图(MCG)中提供的信息比心电图(ECG)所提供的信息更多。心磁图(MCG)是低温超导与计算机技术相结合的成果,填补了常规低灵敏度无创性心脏病诊断方法和介入方法之间的空白。心磁图(MCG)对心脏电生理变化的诊断较心电图(ECG)更为敏感与准确。心磁图(MCG)仪的原理是对心动周期中心脏电活动引起的微

小磁场进行测定,适用范围广,如:原因不明的胸痛、心电图无变化的冠状动脉病变、急性心肌梗塞、临床药物治疗和介入治疗的监测、心脏病筛选。

心磁图(MCG)能直接反映心脏内部电流源的活动状况,而不必与皮肤接触,当心脏受损伤时会产生“损伤电流”,导致心绞痛和心肌梗塞的发作。由于皮肤与电极之间的接触电位,用皮肤电极记录的心电图(ECG)是不能反映这些情况的。胎儿心磁图在心磁图中的独特之处,它利用SQUID的空间鉴别力强的特点,把胎儿的心脏信号与母体的强大信号分开,这是胎儿心电图不能做到的。

脑磁图(MEG)原理和心磁图原理基本相同,是由电流形成磁场。脑磁图更具有重要意义的是脑诱发磁响应,将在生理学、组织学、病理学的研究上起到重要作用,脑磁图(MEG)和脑电图(EEG)相比具有许多明显的优势,如:1.脑磁图(MEG)既不需要参考点,也不需要与皮肤接触,不会出现由此引起的伪差;头盖骨有很高的阻抗,常使得脑电图(EEG)模糊不清。但对脑磁图(MEG)无影响,就象打开头盖骨直接测量脑电流一样。2.脑磁图(MEG)能直接反映脑内场源的活动状态,对脑磁图(MEG)进行反解析,更能准确确定场源的强度和位置。3.视觉诱发脑磁(VEF)、听觉诱发脑磁(AEF)、射体诱发脑磁(SEF)等有很强的特异性,可以分辨出组织上和功能上不同的细胞群体。

肺磁图是利用肺磁场由强磁性污染所产生的剩余磁场的等点,由去磁肺磁图和磁化肺磁图为基础,利用计算机用磁化肺磁图减去去磁肺磁图对应点的数据得到肺磁图。即:强磁性污染的剩余磁场在肺中的分布图。

视网膜磁图(MRG)利用由视网膜电产生视网膜磁图,它用于检查眼睛的某些疾病,与视网膜电图(ERG)相比受试者与探测器之间没有肉体上的接触,从而避免了接触电位和参考点的问题,并能提供更多的信息。

肝磁图是利用生物磁性材料产生感应磁场的原理,用超导量干涉仪探测心、肝、脾中生物磁性材料磁化率的变化,从而来诊断某些疾病,为将来临床上进行非侵入、无损伤的诊断和治疗打下了基础。

生物信号是通过电极采用一定的导联方式拾取出来,生物电引导电极实际上完成生物体和测量系统之间的界面作用,通过引导电极,把离子电流变成电子电流,电极起了一个换能器的作用,它的特性将影响放大器的噪声、共模抑制力以及频率失真等等。描记生物电需要电极接触生物体,需参考点,这样容易出现伪差、图形变形、信号衰减等人为因素的影响,更重要的是对生物体产生不同程度的刺激,引起生物体的反应。另外,接触电阻、漏电流等机内、外因素的影响、刺激造成干扰等。但是在描记生物磁时因与生物体是非接触的不会对生物

体产生刺激,更无漏电流等因素的影响。

心电图描记(ECG)用体表电极、心脏电极和胎儿电极;脑电图描记(EEG)用头皮电极和颅内电极;肌电图(EMG)描记用针电极;眼电图(EOG)和视网膜电流图(ERG)描记用接触电极;胃电图(EGG)描记用体表电极;皮肤电反射(GSR)用皮肤电极;神经电位用体表或针电极。根据生物体磁场的强弱不同,检测磁场的方法也不同,磁强计的制造也大不一样。由于和生物磁的信号很微弱,又处于其它强磁场之中,如地磁场和干扰磁场,所以要想提取出有用的生物磁信号,需要良好的屏蔽及高灵敏的磁强计,来提高信噪比,抑制噪声。目前常用的磁强计有:霍尔(Hall)效应的高斯磁强计;核磁共振磁强计;SQUID磁强计;磁通门式磁强计。

磁场的生物效应:强磁场对新陈代谢、细胞分化、生化变异乃至神经生物物理方面等均有影响。把生物体的组织、器官等置于外界磁场之中,生物组织、器官等将在外磁场的作用下产生一定的生物效应。人的生理节律与地磁场的分布相关的,太阳黑子的活动(磁暴)对地磁场产生强烈的影响,这种变化会对人的精神和生理、病理均有一定的影响。

人工磁场在医疗(磁疗)保健方面具有重要的意义。磁疗在临床上显示适应症广、疗效好等优点,运用得当不显不良反应,磁疗法对于镇痛、镇痛解痉、消炎、降压、降血脂、止泻等均有较好的疗效作用。

磁场的生物效应是多方面的,对免疫功能影响、对多种酶类活动的影响、对糖、脂类、蛋白质、核酸、自由基等影响、对肝、肾的影响、对生殖细胞的影响、和磁场对抗辐射的作用、磁处理水的理化性能及其生物效应。对于磁场的生物效应的机制有很多内容还是不太清楚,仍需要在不断深入探索之中,生物磁信号的研究比较生物电信号的研究更有价值,应用更广泛,更具有很大的潜力。

生物电的来源只有一类,而生物电又能产生生物磁,所以可以说生物电能描记出的图形,也均能描记出对应的生物磁图形。但能描记出的生物磁图形却不一定描记出对应的生物电图形。生物电的研究早生物磁的研究九十余年,投入精力、获得成果也大大超过对生物磁的研究,并且获取生物电的方法简单、仪器价格低,仍是常用手段之一。生物磁的应用广泛、性能独特,研究前途更广,对生物电和生物磁的研究能产生互补效应,能更多、更快的解释生物奥秘,利用生物电、生物磁的独特效应诊断、治疗疾病;改造生物体自身。

参考文献

[1]姜远海 彭明辰:临床医学工程技术。医疗设备信息。2001.3.(1—4)

(收稿日期:2005-07-20)