

磁场生物效应与生物磁学

湖南医学院 胡纪湘

一、前言

磁场对生物的影响及生物磁性的发现和研
究有着悠久的历史,但生物磁学作为磁学和生
物学之间的一门边缘学科而获得迅速发展和广
泛应用以及受到普遍的重视,却还是比较近期
的事。

我国是最早发现和利用磁性的国家,而且
也是最早利用磁石治病,首先开创生物磁学的
国家。远在二千多年前的西汉初期,就有了磁
石治病的记载。此后历代的医药典籍上都记有
这方面的丰富资料。在国外,磁石在古代医药
上的应用,也可追溯到古希腊时期。到目前为
止,在利用磁场治病(磁疗)和磁场麻醉(磁麻)
方面,我国还是处于世界的领先地位。

物质的磁性来自原子的磁性,而原子的磁
性又主要来自核外电子的轨道磁矩和自旋磁
矩。因此,物质的磁性是普遍存在的。构成生
物活体的各种生物组织和生物器官也具有磁
性。

外加磁场对生物影响的研究,生物材料的
磁性与其结构和功能的关系的研究,生物在其
生命活动中产生的磁场的研究,形成了磁学的
一个边缘学科——生物磁学。也可以说,生物
磁学是研究和应用物质磁性与生物特性之间的
相互联系和相互影响的边缘学科。

(二)一切放疗部门除了治疗机外,必需
配备放疗辅助设备——放疗设计专用计算机
(TPS)及模拟定位机等。

(三)有条件的放疗部门要开展临床科
研,临床业务要与科研相结合。

生物磁学的研究虽然有着悠久的历史,但
较为系统的研究是十九世纪末期特别是二十世
纪中期的事。由于过去积累了不少资料,现代
物理学、磁学和生物学的迅速发展,使生物磁
学的研究范围不断扩大,加以当代工农业生产
、医药卫生、环境保护、宇宙航行等的现实
需要,要求研究和应用磁场对生物和人体的影
响、生物磁性与生物结构和功能之间的关系。
此外,现代磁技术的迅速发展,提供了生物磁
学的宏观和微观研究的物理基础。既有现实的
需要,又有各方面的可能,以致推动了近几十
年来生物磁学这门边缘学科不断地由简单到复
杂,由现象到本质,由宏观到微观的深入发展。

目前除恒定磁场外,还对不同频率不同强
度的交变磁场和不同宽度不同重复频率的脉冲
磁场对生物及人体的影响进行研究;根据电流
产生磁场的效应,生物体内的电流会在其周围
产生微弱磁场,例如,心脏运动会产生心电流和
心磁场,脑神经冲动会产生脑电流和脑磁场,
肌肉伸缩会产生肌电流和肌磁场。对这些生
物磁场的研究,将有助于阐明生物活动中的一
些生理和病理现象;生物的不同组织器官具有
不同的磁性,这一方面与组织器官的组成和结
构有关,另一方面也与其生理和病理状态有
关。因此,生物材料磁性的研究也可以提供有

(四)重点肿瘤医院要扩大放射物理室人
员编制,并聘请国外专家短期担任科研和教学
工作。

(五)成立中国医院物理学工作者学会
(CHPA)或放射物理学会,除了国内交流外
并参加国际性的学术交流。

关生物材料的结构和活动情况的信息；核磁共振、电子自旋共振、穆斯堡尔效应等磁学方法应用于生物学，将对分子生物学和量子生物学的研究具有重要意义；对生物的某些特殊功能与磁场的关系进行研究，例如信鸽导航、鳗鱼回游、蜗牛定向、某些细菌运动与地磁场的关系等，弄清它们的机制，并在工程技术上加以模拟和仿制，将为导航和定向等新技术开辟新的途径；如果把以上各项的研究成果应用到工农业生产、医药卫生、环境保护和科学研究之中，它就可以发挥巨大的作用。

下面就磁场生物效应和生物磁两个方面的国内外概况作简单的介绍。

二、磁场的生物效应

外加磁场对生物的影响，属于磁场生物效应，而生物自身的磁场属于生物磁现象，两者虽都是生物磁学研究的内容，但都是两个不同的研究领域，一般说来，磁场生物效应是多种多样的，不但不同类型的磁场，如恒定磁场、交变磁场、脉冲磁场、旋转磁场、强磁场、弱磁场所产生的生物效应很不相同，即使同样类型的磁场，对于不同的生物层次，如生物分子、细胞、组织、器官和生物活体的影响也不相同，而且对于不同的生物、例如微生物、植物、动物和人类的作用也有差别。本世纪以来，特别是本世纪中叶以后，在国外曾比较系统地对各种不同类型的磁场和不同的磁场强度对生物各层次、生物的局部作用和整体作用所产生的影响作过研究。其中以美国、苏联和日本学者所做的工作较多。

我国对生物磁学的研究工作，基本上是新中国成立以后才逐步发展起来的。虽然起步较晚，但一开始就以应用为目的，继承祖国遗产紧密与医学相结合，着重摸索磁场的医疗应用和其作用机制，为医疗应用服务，以提高和扩大磁场医学应用的效果和范围。

就目前国内外的研究资料来看，外加磁场可干预体内生理和病理过程，因而在生物的各

领域中可以得到广泛的应用，下面就国内外有关医学方面的磁场生物效应，作一简介。

1. 磁场对神经系统各层次的效应

有人曾用脑电图和条件反射的方法对哺乳动物进行研究。发现磁场直接短时作用于家兔额部和枕部可引起脑电图振幅加大、频率减少的抑制性变化。在磁场作用下，用微电极记录单个神经元放电，亦可见有抑制作用。人类长期处于350~3500奥的磁场中，可以有头痛、易疲劳、低血压和白细胞下降等反应。

有人用青蛙神经做实验表明，磁场对神经冲动的传导无明显影响。国内有关磁场镇痛的实验也未能证实磁场可直接抑制外周神经系统的作用。

以上部分资料表明，磁场对中枢有直接作用，主要是作用于间脑起到抑制作用，强磁场加于神经元未发现有明显的损害和组织学的变化，对外周神经节也有抑制作用，但对神经冲动的传导过程似无明显干扰。对感受器或神经末梢的功能，除某些动物如黑海鲑鱼、信鸽等外未发现有明显影响。

2. 磁场对植物性功能系统的影响

磁场对呼吸系统的作用，国内外都做了不少工作。将家兔置于磁场三小时后，发现心搏和呼吸变慢，血压下降，但除去磁场后即逐渐恢复正常，且对肾上腺素、乙酰胆碱的反应正常、说明在恒磁场作用下，并不降低心血管和呼吸的代偿机能。对离体蛙心和在体鼠心的实验也证明磁场对传导性组织只有暂时性的影响。

在500~2000奥的磁场作用下，心迷走神经中的胆碱脂酶的活性增强，但可用胆碱脂酶抑制剂使之恢复。国内的实验也证明了磁场对胆碱脂酶有激活或提高活性的作用。

对外周血行的观察表明，磁场有使微血管扩张和血流加速的作用。国内的实验也证实有同样的作用。国内很多临床观察还表明，磁场降低血压和局部消肿的作用说明磁场对血液循

环有作用是比较肯定的,也说明了磁场有使血液流变学改变的可能性,但其机制目前尚不清楚。

磁场对血细胞的作用,国内外都做了不少工作,在较强的各类型磁场中,血细胞均有一定程度的改变。曾做过白细胞计数、分类计数、血红蛋白含量、耗氧量的变化等实验研究。从实验结果可以说明磁场对造血系统无明显损害,甚致有某种刺激作用。人们曾利用此种作用以对抗射线的损害。实验表明经4200奥预处理14天的动物;在总剂量为750伦(57伦/分)时无一死亡,而对照组的死亡率为30%。在对照组全部死亡的高剂量照射下,磁场预处理组仍有23~30%的存活,作者认为这可能与磁场预处理所引起的白细胞增加有关。

有人研究了频率为50~20000赫的各种范围的脉冲电磁场对血凝及纤溶性质的影响,发现在1000~2000赫内促进纤溶,在其他频率范围则有抑制作用。国内在临床应用磁片敷贴和旋转磁场的作用下,血象和纤溶活性均无显著改变。

3. 磁场对炎症的影响

磁场对炎症的研究观察,国内外都做了不少工作,实验及临床的大量观察说明磁场对急性慢性肿胀均有明显的抑制作用,在我国磁场对急性扭挫伤,耳廓假性囊肿,中耳积液、慢性皮肤溃疡、小儿腹泻等进行磁疗,各地的报导均取得较高的疗效。

磁场的消肿抗炎作用,是磁场对渗出过程影响的结果。血液成分的渗出是炎症重要的基本病变。近年来国内在这方面做了一些工作,从动物的实验模型观察到磁场的消肿作用,有阻止渗出和促进吸收两方面的作用,说明磁场有通过影响炎症介质的活性而减少渗出的可能,曾证明磁场有降低血管通透性而减少渗出。同时也证实了磁场有使蛋白质加速转移,加速血流以促使吸收的作用。

4. 抗肿瘤的研究

~ 6. ~

从幼鼠在5500奥的磁场中完全停止发育生长的实验,设想磁场可以阻碍有丝分裂,并认为与X射线或 γ 射线一样有阻碍癌细胞的增殖的作用,曾观察到磁场对人类上皮癌KB细胞有抑制作用,有人还做了磁场对正常组织和肿瘤组织、成熟组织和胚胎组织等的组织呼吸进行对比研究,结果表明在80奥以上时即有明显的抑制作用,并且对增殖活跃的细胞,其呼吸抑制作用更显著。此外近些年来还做了磁场对肿瘤动物及正常动物的组织化学研究,若干研究结果表明,磁场对蛋白质活性基团、铁含量及腹水的理化性质均有一定影响,并随肿瘤的发展过程而有改变。

国内在磁场治疗癌瘤方面,几年来也做了少量的临床观察,虽无突破,但观察到磁场有对患者止痛、改善症状,缩小肿块和对个别皮肤癌有促进其消失的作用。

5. 其它

磁场生物效应不但与磁场的类型、磁场强度有关,而且还与磁场的作用时间有关。因此磁场作用剂量的研究也是一个重要的方面。实验表明磁场的生物效应有一个临界磁场、称为阈磁场。超过阈磁场,效应才显著。又例如,人处在约20千奥的恒定强磁场中15分钟,并未发现任何不适或伤害效应,但当人们走近加速器的强磁场(约10~20千奥)时,几分钟内有不能确定空间方向的感觉,如停留稍久这种感觉又消失,而当人们离开加速器的强磁场时,又会有不辨方向、行走不稳的感觉。表明磁场的变化影响人的定向感觉。

在宇宙空间的探索研究和航天技术中,要进入宇宙空间。宇宙空间的磁场远比地球的磁场(约0.3~0.5奥)为弱。低于 10^{-3} 奥的磁场称为极弱磁场。研究极弱磁场对人和各种生物的影响,在空间研究、航天活动和生物演化的研究具有重要的意义。

各种生物或生物组织在极弱磁场中的效应也很不相同,它可抑制某些细菌的繁殖,但也

可加快另一些细菌的繁殖。还观测到一些动物的酶活性在极弱磁场中有降低的趋势。为了试验宇航中磁场因素对宇航员的影响,曾观察人在 5×10^{-4} 奥和更低的磁场中生活时的生理变化,发现生活10天以后,人的闪烁融合系数的阈值会显著降低。

三、生物磁场

生物体中由于各种生命活动会产生如电子传递、离子转移、神经肌肉的电活动等生物电过程,因而会产生频率和强度不同、波形各异的生物磁场。一般情况下,生物磁场非常微弱。远低于地磁场,难于测量和研究。直到六十年代末期测量微弱磁场技术进步,特别是七十年代后期超导量子干涉仪等的问世,加以电子计算机的应用,就可以较准确地测量生物磁场及磁场强度随时间变化的曲线。目前已经观测到人的心脏、大脑、肺、肌肉和神经等产生的生物磁场,有些(如心磁图、肺磁图等)已经应用于临床,用以了解一些重要的生命现象过程,而且它比起生物电来,有其独特的优点,如测量生物磁场的探测器可以不接触生物体;可以同时测量恒定的生物磁场和交变的生物磁场;可以在空间改变磁场探测器的位置获得生物磁场的三维空间分布;还可以通过体外磁场的强度和分布的测量以了解体内强磁性物质的含量和分布,有助于诊断和检查如尘肺病等一些职业病。正因为生物磁现象具有以上的特点,使它在医学诊断上有其独到之处,例

如,一些心脏方面的疾病,如心肌梗塞、心室动脉瘤和心绞痛等,常伴随着产生恒定的心磁场,因此可以利用心磁图来研究和诊断这些心脏疾病,而这正好是不能用心电图观测到的。

从以上部分材料可见生物磁学的研究范围十分广泛,其应用的方面也是很多的。对生物磁学的研究可以促进人们对自然界生物的进一步了解,对医药卫生、生理病理的研究作出贡献,使许多医学及生理学上知其然而不知其所以然的现象获得较为深刻的了解。

目前许多国家已将磁技术作为生物科学的一个开发项目进行研究。我国在磁的医学应用方面在国际上尚有一定地位,但在其它方面与国外先进国家比较,则存在很大差距。首先是参加这方面工作的人员不多,力量不够;其次是仪器设备不足,且较为落后;三是各方面的协作不够。为了能在2000年赶上世界先进水平,必须大力开展生物磁学的研究。国家应有计划地培养这方面的科研人员,给一些目前已有一定条件的单位以人力和物力支持。组织协作,从几个主要方面例如探索磁场对人体各系统病理过程影响的规律和机制的研究,初步确定其在医疗应用方面的范围;通过磁场的生物效应提出使用的剂量规定;发展人体磁场检测技术及其应用的研究;开展生物材料的核磁共振等的研究,进一步探明磁场与生命过程的本质联系等等。使我国生物磁学的研究进入世界先进行列。

新 书 简 介

广州医学院与武汉医学院合作编写的《现代医学成像——物理原理和临床应用》一书,已定于今年四月由广东科技出版社出版。此书系统地叙述了国外最新的医学成像技术的基本原理和临床应用,包括医学图像处理的基本原理、X—CT、NMR—CT、ECT及超声成像等五部分,可作为选修课教材及参考书,供高等医学院校试用及供有关医务工作者参考。

此书的主编人是广州医学院物理教研室主任谢楠柱副教授和武汉医学院物理教研室曾仁端讲师。中国科学院开发部非常重视医学影像技术的研究,1984年五月在北京成立“中国医学影研技术研究会”。此书是介绍现代医学成像原理和技术的新书,由广州医学院向全国发行,16开本,每册一元六角,订购单位可去函广州医学院物理教研室黄大同同志联系。

~ 7 ~