

电磁辐射的污染与防护

程小兰 综述 胡军武 审校

【摘要】 本文介绍了电磁辐射及其来源种类、辐射强度分级标准与个人剂量限值;通过分析电磁辐射影响人类健康的因素和机理,表明电磁辐射对人体生理系统的严重影响及危害;最后说明了电磁防护的必要性、基本原则和常见措施,使人们认识电磁辐射及其危害,提高电磁防护意识,并学会如何防护电磁辐射。

【关键词】 电磁辐射;危害;电磁防护;建议

【中图分类号】R 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2014)06-0711-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2014.06.034

电磁辐射及其种类

电磁辐射是由空间共同移送的电能量和磁能量所组成,而该能量是由电荷移动所产生。举例说,正在发射讯号的射频天线所发出的移动电荷,便会产生电磁能量。

电磁辐射源分为自然界电磁辐射源和人工型电磁辐射源两大类。自然界电磁辐射源一般来自某些自然现象,如雷电、台风、太阳的黑子活动与黑体放射等^[1]。人工型电磁辐射来自人工制造的若干系统或装置与设备,其中又分为放电型电磁辐射源、射频电磁辐射源及工频电磁辐射源。人为的电磁辐射分为两类:一类是电离辐射,如核设施、放射性同位素及各类放射性废物等产生的辐射,它们对人体的损伤是巨大的。另一类是非电离辐射。非电离辐射根据其辐射频率又可分为微波辐射(300~300000MHz)、射频辐射(0.1~300MHz)和工频辐射(50~60Hz)三类。根据电磁辐射波形的特点,人们又把电磁辐射分为连续波和脉冲波两大类,把通过脉冲调制所产生的超短波称为脉冲波;以连续震荡所产生的超短波称为连续波。脉冲波有极窄的脉宽(毫微秒),并具有极高幅度的长周期电磁脉冲串,因其物理特性不同,产生的生物效应也不同,习惯上根据其射频辐射波长的不同又分为分米波、厘米波和毫米波等。

分级标准与个人剂量限值

我们身边的辐射源一般产生的是环境电磁波,它的频率覆盖范围分为:长、中、短波(100~30MHz),超短波(30~300MHz)和微波(300~300GHz)。以电磁波辐射强度及其频段特性对人体可能引起潜在性不良影响的阈下值为界,将环境电磁波容许辐射强度标准分为一级标准和二级标准。

一级标准为安全区,指在该环境电磁波强度下长期居住、工作、生活的一切人群(包括婴儿、孕妇和老弱病残者),均在会受到任何有害影响的区域;新建、改建或扩建电台、电视台和雷达站等发射天线,在其居民覆盖区内,必须符合“一级标准”的要求。二级标准为中间区,指在该环境电磁波强度下长期居住、工作和生活的一切人群(包括婴儿、孕妇和老弱病残者)可能引起潜在性不良反应的区域;在此区内可建造工厂和机关,但在居民住宅、学校、医院和疗养院等,已建造的必须采取适当

的防护措施。超过二级标准地区,对人体可带来有害影响;在此区内可作绿化或种植农作物,但禁止建造居民住宅及人群经常活动的一切公共设施,如机关、工厂、商店和影剧院等;如在此区内已有这些建筑,则应采取措施,或限制辐射时间^[2]。

对受控源实践中个人受到的有效剂量或当量不得超过的数值称为计量限值。个人剂量限值是与人相关的,不超过该限值保证个人接受的照射不会发生确定性效应,但对随机效应只保证限制在可以接受的水平,不能保证随机性效应不发生。普通人群的年有效剂量当量不超过 1mSv,普通人群的皮肤和眼晶体年剂量当量为 50mSv。相对于辐射工作人员来说,为了限制随机效应,其年有效剂量当量不超过 50mSv,同时为防止非随机效应,眼晶体的年剂量当量为 150mSv,其它的单个组织或器官的年剂量当量为 500mSv。

电磁辐射的危害

1. 电磁辐射影响人体健康的机理分析

电磁辐射对人体机理主要影响形式是热效应、非热效应、累积效应和自由基连锁效应。

热效应:人体内 70% 是水,所含各种组织、细胞、体液等无不由大量的分子、离子所组成。分子中可分为极性分子和非极性分子,前者指其内部正、负电荷中心分离,后者的正、负电荷中心暂且重合。离子则是分子或分子团、原子或原子团失去或得到电子而成为带电的正离子或负离子。

非热效应:人体的器官和组织都存在微弱的电磁场,它们是稳定和有序的,一旦受到外界电磁的干扰,于平衡状态的微弱电磁场即将遭到破坏,人体也会遭受损伤。

累积效应:热效应和非热效应作用于人体后,对人体的伤害尚未来得及自我修复之前再次受到电磁波辐射的话,其伤害程度就会发生累积,久而久之,会成为永久性病态或危及生命。累积效应对人体的器官和组织都存在微弱的电磁场,它们是稳定和有序的,一旦受到外界电磁波的干扰,所产生的热效应或非热效应作用于人体后,处于平衡状态的微弱电磁场即遭到破坏,人体正常循环机能就会遭受一定程度的破坏^[3]。

自由基连锁效应:从现在关于氧化应激的机理发现过量的辐射使人体产生了更多的自由基。但过量辐射、空气污染等产生过多的活性氧自由基就会有破坏行为,自由基不光自身去破坏游离电子,而且会损坏正常的细胞,使正常的细胞又产生新的自由基,新的自由基再去破坏正常的细胞产生新的自由基,

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科

作者简介:程小兰(1988-),女,湖北浠水人,初级技师,主要从事放射技术工作。

从而形成自由基连锁反应,自由基连锁反应导致人体正常细胞、组织、器官的损坏。这个自由基连锁反应破坏过程叫氧化应激也称氧化损伤^[4]。

2. 电磁辐射破坏人体细胞和组织因素

场源的辐射强度:场强越大,人体受到侵害的程度就越大。当作用于人体的电磁辐射度高于 $100\text{W}/\text{m}^2$ 时,全身或身体某一部分的温度将会升高,从而产生宏观致热效应;功率密度为 $10\sim 100\text{W}/\text{m}^2$ 的电磁辐射,则会使器官内的某些细胞和某些部分产生微观致热效应,机体体温虽然没有明显升高,但能产生各种各样的持久变化;产生非致热效应通常是低强度辐射,阈值在 $10\text{W}/\text{m}^2$ 以下,这种热外作用在微观上对机体生物物理或生物化学过程可能产生强烈的影响^[5]。对 178 名微波接触者及 56 名非微波接触者主观症状调查发现暴露组主诉头痛、记忆力减退、心慌、容易激动、入睡困难、早晨起床后头脑不清醒等症状的发生率显著增加($P<0.01$)^[6]。

频率的高低:随着电磁波频率的加大,电磁辐射的生物学活性逐渐增强,危害程度按长波、短波、超短波、微波的顺序递增。

场源的间距:辐射强度随着与场源距离的加大而迅速递减,因而人与场源越近,受害越深。

作用时间与作用周期:人体接受辐照的时间越长,受损程度则越重。一般说来,受一次低强度辐照后,机体会发生某种不明显的伤害,经 $4\sim 7\text{d}$ 后就可恢复,若在恢复前又遭受到再次照射,则会产生累积效应。连续作业所受的影响比间断作业明显得多。

3. 电磁辐射对人体的影响及表现

电磁辐射对人体的危害:长期持续暴露于电磁辐射环境可引发自觉神经症状、心血管功能紊乱、生殖功能降低及各系统癌变等多系统损伤效应^[7-9]。

对中枢神经系统的影响:由于神经细胞对温度的耐受性比较低,因此热效应对脑功能及形态的影响比较明显。中枢神经系统的神经递质按功能分为兴奋性和抑制性两种,正常状态下两者之间保持一定的平衡,但当这种平衡被打破就会导致一系列病理变化,出现意识、思维、情感、行为及记忆等障碍。

对视觉系统的影响:主要表现为晶状体的损伤。射频辐射还对眼的其他部位如结膜、角膜、虹膜、眼底等造成损害,包括易疲劳,视力下降,结膜充血,角膜损害,视网膜黄斑区出现灰褐色斑,黄斑区陈旧性病变,对光反应弱,眼底小血管痉挛、出血,视网膜细小出血点等。

对循环系统的影响:对心血管系统的影响主要为自主神经系统功能紊乱,以副交感神经兴奋为主,即使在低场强的情况下这种影响仍然存在。Jauchem^[10]认为在受电磁辐射时主要的心血管效应是血流的变化。前苏联科学家早在 20 世纪 60 年代就报道工作在高压开关场地的工人易出现心律不齐、心动过速,长期暴露于射频辐射可能会导致低血压、心搏过缓或心搏过速。研究^[11]发现当暴露于一定频率的微波时,辐照人员出现明显的心脏传导系统异常和心脏功能性改变,包括心电图波形改变、房室传导阻滞和束支传导阻滞、心律迟缓以及低血压等。研究证明微波对心血管系统的影响可能不单纯是热效应的结果。

对免疫系统的影响:射频辐射对人体免疫效应的研究较

少。由于人群研究缺乏必要的曝露参数,选用的免疫指标也不尽相同,研究结果不易进行比较和评价。动物实验得出的结果表明射频辐射的免疫效应与功率密度和曝露时间有关,功率密度较大时,短期曝露可刺激机体的免疫功能,长期曝露则抑制免疫功能;功率密度较低时,产生免疫刺激则需要较长时间的曝露。另外,射频辐射对机体免疫功能的影响还存在着累积效应^[12]。

对生殖系统的影响:电磁辐射对男性生殖系统的不利影响表现为性功能下降,阳痿早泄,加剧性器官萎缩衰老,精子粘稠、减少或坏死、绝精;对女性生殖系统的不利影响表现为加剧女性卵巢衰老,月经紊乱,增加乳腺癌发病率^[13]。

对胚胎/胎儿和遗传学的影响:胚胎/胎儿期是细胞分裂、分化和功能形成的关键时期,对环境因素的干扰较为敏感。由于对射频辐射遗传学效应的研究在曝露频率、功率密度和研究指标等方面较为局限,人群资料较少,因此对于长期射频辐射曝露能否引起遗传损伤,有待进一步深入研究。

4. 电磁辐射对人体的危害及临床表现

1998 年世界卫生组织列出电磁辐射对人体的 5 大影响:①是心血管病、糖尿病、癌突变的主要诱因;②对人体生殖系统、神经系统、免疫系统造成伤害;③是孕妇流产、不育、畸胎等病变的诱发因素;④直接影响儿童的发育,导致视力下降、视网膜脱落、肝脏造血功能下降;⑤可使生理功能下降,女性内分泌紊乱,月经失调。总结起来,电磁辐射对人体的危害主要分为急性危害、慢性危害、远期危害三类。当然这里慢性危害与远期危害是有区别的^[14]。

急性危害:指高功率电磁波辐射照射人体所产生的危害,其损伤后果几乎可以立即察觉到。日常工作和生活中这种高强度的急性辐照并不多见,但在雷达基地和高功率辐射源附近工作的人员中却时有发生。高强度电磁辐射可以使人眼晶状体蛋白质凝固,严重者可形成白内障,还能伤害角膜、虹膜和前房,导致视力减退,以至完全丧失;若照射在人体睾丸部位,能抑制精子生长,影响生育,还可能造成怀孕的妇女流产;对心血管系统的影响,最初使心跳加快,随之又变慢,最后停止跳动,还使肌纤维间充血并呈透明状,其周围血管通透性增加;能引发消化系统机能障碍,因为消化系统位于人体较深部位,血液循环不良,散热较困难,其主要症状是胃、肠粘膜充血、糜烂,甚至形成溃疡;对正在生长中的骨组织伤害也较明显,可以引起骨髓腔内充血,从而破坏骨髓,还可使内脏器官血管扩张,组织充血,甚至坏死。大剂量的辐射一般由放射事故或者特殊的医疗过程产生。大多数情况下大剂量的急性辐射能够立即引起并产生慢性损害。大剂量能引起急性放射病如大面积出血,细菌感染,贫血,内分泌失调等,后期效应可能引起白内障,癌症, DNA 变异等,极端剂量能在很短的时间内导致死亡^[15]。

慢性危害:电磁辐射对人体健康的危害,主要是指低强度慢性辐射对健康的影响。所谓慢性危害是指在一定程度上的长期辐照影响下所形成的无线电波作用综合症,中枢神经系统机能障碍和以交感神经疲劳、紧张为主的植物神经功能失调症是其主要表现。早在二十世纪 30 年代人们就发现高频电磁辐射对人体有不利的影响。当时发现在高频设备附近工作的人员有明显的神经衰弱症状,临床表现为头痛头晕、疲劳乏力、周身不适、失眠多梦、记忆力减退;有的还发热多汗、肢体酸痛麻

木、胸闷及心悸;女性月经周期紊乱,个别男性有明显性功能减退,出现阳萎。几年的跟踪观察发现症状具有相对的稳定性。最近的流行病学研究认为阿尔茨海默氏病和肌肉萎缩性侧索硬化症的发病与患者长期接触低频电磁场有关。从辐射危害的系统调查和地区职业病防治的体验看植物神经功能衰弱症的发病率也偏高于对照组,主要反应是植物神经性血管系统的障碍及心肌营养不良,如血压下降或升高、皮肤感觉低下、心动过缓或过速、心电图窦性心律不齐、T 波下降等,少数人员有脱发现象。血象方面呈现白细胞数下降或增高的趋势,变化极不稳定^[16]。只有在辐射后的一段时间后才可能被察觉。Hardell 等^[17]认为电磁辐射与白血病(尤其是儿童白血病)、慢性淋巴细胞性白血病、乳腺癌、皮肤恶性黑色素瘤、神经系统肿瘤、非霍奇金氏淋巴瘤、急性淋巴细胞白血病和急性髓样细胞性白血病有关。这种作用包括 DNA 变异、诱发癌症、良性肿瘤、白内障、皮肤癌、先天性缺陷等。

远期危害:长期在低剂量电磁波的照射下,机体受损的后果不是十分明显,有可能若干年内发现不了,要经过一段相当长的潜伏期,甚至延续到下一代才能看到较明显的有害效果,这就是电磁辐射污染的远期危害。电磁波能引起生物体细胞遗传信息和遗传物质发生变化诱发癌肿。研究表明脑瘤、乳腺癌、白血病等许多肿瘤疾病与电磁辐射污染有着密切关系。莫斯科信号事件后,有关单位调查了美国驻莫斯科大使馆和美国驻欧洲国家大使馆官员的乳腺癌发生率,发现驻莫斯科大使馆女官员的乳腺癌发生率是驻欧官员的 4 倍,而驻其他国家使馆女官员的乳腺癌发生率是普通市民的 2.4 倍。大使馆是经常使用无线电波的场所,这或许可以说明电磁波与癌症的关系^[18]。研究还发现环境中的电磁辐射除诱发癌肿外,还能通过母体胎盘作用于胚胎,引起胎儿早死、畸形或行为异常。

电磁辐射的防护

1. 电磁防护的必要性和重要性

人体软组织的细胞核中有 DNA 和 RNA 等基因物质,它们是由 4 种不同的碱基的各种排列控制细胞的生存和分裂方式,这些排列就是遗传密码。在电离辐射的作用下,由于分子结构的变化,细胞的遗传密码往往就要被打乱,遗传密码一旦被打乱,细胞就有可能向着无法预计的方向发展,对生物体造成损害,使其产生不同程度的病变。电离辐射在人体组织内释放能量,导致细胞死亡或损伤。少量剂量并不能对人体造成伤害。在某些情况下,细胞并不死亡,但是变成非正常细胞,有些为暂时,有些为永久的,那些非正常细胞甚至发展为癌变细胞。大剂量的辐射将引起大范围的细胞死亡。小剂量辐射下人体或部分被辐射器官能存活下来,但是最终导致癌症发病的几率大大增加。受辐射损伤范围依赖于辐射源的大小,受辐射时间以及受辐射组织的面积和特性。受低剂量或中等剂量辐射的伤害并不能在几个月甚至是 1 年中显示出来^[19]。

电磁辐射对人体健康造成的是一种潜在的、积累型危害,且辐射潜伏期病灶往往会持续若干年,甚至更久,且症状不明显,容易使人忽视,从而也未能引起重视。联合国原子辐射影响科学委员会在 2010 年 8 月 17 日发布报告称在全世界人口遭受的由自然或人为因素导致的各种辐射中,20% 来自医疗辐射;而在所有人为因素导致的辐射中,医疗辐射所占的比例高

达 98%^[20]。在一些发达国家,医疗辐射的大幅增加意味着它已取代自然辐射来源,成为人体接触辐射的最主要途径。因此,随着科学和生产的发展,电磁辐射污染的危害有恶化的趋势,研究电磁波污染的危害与防护有重大的现实意义。

2. 电磁辐射防护常见措施

为实现辐射防护目的,对于各种放射性实践活动引起的照射 ICRP 提出了辐射防护的三项基本原则,即辐射实践的正当化、辐射防护的最优化以及个人剂量限值。对于电磁辐射应该采取主动防护的方法,现在已经有了很多办法可以防止电磁辐射。

严格执行相关法规:电磁辐射污染防治的基本前提是严格执行电磁辐射污染防治的相关法律法规。建立、健全电磁辐射污染管理体制,例如加强对电磁辐射设施运作的审批、监督力度。对公共场所的电磁污染进行检测,为电磁辐射污染防治提供目标与方向。客观、合理评价新建项目或改建项目的电磁辐射污染程度,在项目建设期间根据相关法律法规加强监管工作^[21]。

电磁辐射控制技术应用:屏蔽辐射源采用各种技术,将电磁波的影响控制在一定的范围内。这种防护措施主要是利用屏蔽材料对电磁波进行反射与吸收,使传递到屏蔽材料上的电磁波一部分被反射,另一部分被屏蔽材料吸收,让能透过屏蔽体的电磁强度大幅衰减,从而减少电磁波对人和环境的危害^[22]。

吸收防护:在微波场源的周围或需要防护的环境四周设置吸波材料或装置,可以有效地将微波辐射场强降低。例如在主要辐射直视信道上用功率吸收器等波能吸收装置来降低直视信道方向的微波辐射;在调机车间设置六面体吸波材料,防止微波辐射泄漏;任何需要防护的环境,外部都要设置吸波材料,用来阻止微波辐射^[23]。

个体防护:电磁辐射污染防治可以从以下几个方面着手。首先,在家用电器、手机等私人物品的使用上,应购买合格产品,不要集中摆放,使用时注意保持距离。其次,在变电站、高压线、电磁波发射塔、电视台附近工作的人员,应注意采取相应的防护措施,并对自身的身体各项指标进行检测。最后,在饮食上可以多食用蛋白质、维生素 A、维生素 C 丰富的食物,例如海带、西红柿、胡萝卜等,以增强机体抵抗力^[21]。

隔离与滤波防护:研究开发电磁辐射污染所造成的信号干扰,可采取滤波和隔离的办法。设计上将射频电路与一般线路远距离布线,并且将射频电路屏蔽与接地,可防止射频电路对一般线路的干扰与耦合。将射频电路与一般电路设计成平衡对称电路,抵消或减小干扰电压;一般线路垂直交叉布线,可防止线路拾取与传播干扰信号。线路滤波:滤波器是抑制线路干扰与辐射最有效的技术手段之一。在射频设备的电源线或控制线路的引入处装设滤波器,可防止射频信号的传播;在射频设备的输出端装设谐波滤波器,可防止高次谐波的传递^[23]。

距离防护:根据射频周围场强随距离的加大而迅速衰减的原理,在条件许可时实行远距离控制,利用空间自然衰减而达到防护的目的。我国可采用远距离控制与自动化作业相结合的办法进行有效防护。如采用远距离屏蔽室控制,可取得良好的效果^[23]。

电磁辐射在生活中是无处不在的,各种电气设备和电器给

人类带来了方便,也无时无刻不产生着电磁辐射。如果使用不当,电磁辐射就会成为电磁污染,从而威胁人类的身体健康。提高人们电磁防护意识同时需对电磁辐射原理、污染机理进行研究并加以控制,强化防护措施,确保设备和人员的安全。

参考文献:

- [1] 陈赓远. 浅谈电磁污染及其防治[J]. 科技经济市场, 2010, 5(11): 12-13.
- [2] 李敏. 电磁辐射如何影响人体健康[J]. 科学之友, 2008, 4(2): 63-65.
- [3] 罗穆夏, 张普选, 等. 电磁辐射与电磁防护[J]. 中国个体防护装备, 2009, 5(5): 26-27.
- [4] 李雅轩. 电磁辐射对人体的伤害及预防[J]. 工业安全与环保, 2003, 29(9): 22-24.
- [5] 曾宪敏, 徐健. 电磁场医学效应的某些方面[J]. 中国康复, 2010, 25(4): 301.
- [6] Maier R, Greter SE, Maier N. Effects of pulsed electromagnetic fields on cognitive processes a pilot study on pulsed field interference with cognitive regeneration[J]. Acta Neurol Scand, 2004, 110(10): 46-52.
- [7] Cavillo D, Tomao P, et al. Evaluation of DNA damage in glioma personnel by comet assay[J]. Mutat Res, 2002, 516(1-2): 148.
- [8] Hardell L, et al. Cellular and cordless telephones and the risk for brain tumours[J]. Eur J Cancer Prev, 2002, 11(4): 377.
- [9] Natarajan M, et al. NF-kappaB DNA-binding activity after high-peak power pulsed microwave (8.2 GHz) exposure of normal human monocytes[J]. Bioelectromagnetics, 2002, 23(4): 271.
- [10] Jauchem JR. Exposure to extremely-low-frequency electromagnetic fields and radio frequency radiation: cardiovascular effects in human[J]. Int Occup Environ Health, 1997, 70(1): 9-21.
- [11] Robert E. Teratogen update: electromagnetic field[J]. Teratology, 1998, 19(2): 305-313.
- [12] 李莹, 刘学成. 对我国电磁辐射防护标准的几点建议[M]. 中国辐射卫生, 2005, 14(2): 157.
- [13] 张经纬. 家用电器电磁辐射污染危害及防护[J]. 中国学术期刊电子出版社, 2012, 11(25): 74.
- [14] LGSalford, Abrun, et al. Permeability of the blood brain barrier Induced by 915 MHz electromagnetic radiation, continuous wave and modulated at 8, 16, 50, 200 Hz [J]. Bioelectrochemistry and Bioenergetics, 1993, 30(17): 293-301.
- [15] 庞小峰. 生物电磁学[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008: 56.
- [16] 王德文, 彭瑞云. 电磁辐射的损伤与防护[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2003, 8(10): 7.
- [17] Rassoul F, Richter V, Hentschel B, et al. Plasma homocysteine levels, methylenetetrahydrofolate reductase gene polymorphism in patients with coronary artery disease of different severity[J]. Indian J Med Res, 2008, 12(2): 154-158.
- [18] Ng X, Boyd L, Dufficy L, et al. Folate nutritional genetics and risk for hypertension in an elderly population sample[J]. J Nutrigenet Nutrigenomics, 2009, 2(1): 1-8.
- [19] 陈朝东. 接触中短波电磁场对作业人员心电图的影响[J]. 职业与健康, 2000, 7(16): 3-4.
- [20] 黄根法. 电磁波的防护[J]. 航海技术, 2000, 5(4): 38-39.
- [21] 高鹏举. 电磁辐射污染与防护探议[J]. 环境科学, 2012, 7(21): 152.
- [22] 侯喜程. 环境资源电磁辐射污染与监测综述[J]. 能源与节能, 2011, 3(6): 68.
- [23] 李丽. 电磁辐射污染探析[J]. 机电电器, 2011, 2(7): 3.

(收稿日期: 2013-07-23 修回日期: 2013-10-09)

混合医学成像将实现大病早治

香山科学会议第 496 次学术讨论会 2014 年 6 月 3 日在杭州落下帷幕。来自物理、信息科学及临床医学等领域的 40 多位专家齐聚一堂, 共同关注“混合医学成像: 理论、技术及应用”的会议主题。

与会专家呼吁, 为满足未来个体化、精准医疗的需求, 应对肿瘤和心脑血管疾病等重大疾病的诊断和治疗, 我国应尽快开展混合医学成像的理论研究和设备开发。会议执行主席、浙江大学教授刘华锋以其开发的多示踪剂正电子成像系统 (PET) 为例, 解释了混合医学成像技术将通过设备层次、模型层次和算法层次的有机集成, 有望从整体上全面揭示和定量理解生理和病理机制。

目前, 肿瘤、心脑血管病等疾病主要依靠光学影像、X 射线计算机断层成像 (CT) 和核磁共振成像 (MRI) 等影像手段。不过, 在临床医生看来, 影像诊断鉴别出的疾病一般已进入晚期, 最佳治疗时期已经过去。

对此, 会议执行主席、中科院自动化研究所研究员田捷指出: “个性化、精准医疗的新需求要求将生物体全面的生理病理信息作为诊疗依据, 但目前的成像方式尚未能获取人体完整的信息, 混合医学成像技术则有望能够提供人体完整信息。”例如, 能够进行肿瘤早期诊断的光学分子影像分辨率低、无法提供解剖结构信息、穿透能力有限; CT 和 MRI 虽然具有较高的解剖结构分辨率, 但其特异性和分辨率较低。因此, 他认为, 应大力开展多模态混合分子影像技术的研究, 更完整地获取人体解剖结构水平、功能代谢水平和细胞分子水平的生理病理信息。

当前, 混合医学成像已是各国在生物医学工程领域的必争之地, 与会专家一致认为, 我国应该积极在混合医学成像设备方面作出我国的战略布局, 抢占这方面的知识产权高地, 并提高我国仪器和关键部件制造水平, 从而形成高端技术产业链。

此次会议由中科院院士唐孝威、郭爱克, 中科院自动化所研究员田捷和浙江大学教授刘华锋共同担任执行主席。

(甘晓)