

第三届全国医学影像教育学术研讨会

中国·泰安

五嶽獨尊

昂頭天外

第三届全国医学影像教育学术研讨会

论文目录

1、21 世纪放射学的数字化革命.....	谢楠柱(1)
2、21 世纪的医学影像.....	威廉·亨达(4)
3、做好准备,迎接分子影像学时代的来临.....	滕皋军(10)
4、《医学影像学》专业是飞速发展的多门学科交叉的产物.....	袁聿德(11)
5、医学影像专业实验教学体系的改革.....	马树昌,吕文才,徐健,等(14)
6、加强专业素质教育 培养跨世纪创新人才.....	李绍林,张雪林,扬洪波,等(17)
7、医学物理学在中国的发展前景.....	谢楠柱(20)
8、修订综合型大学医学影像学专业(本科五年制)教学计划的构思.....	杨小庆,季红(25)
9、影像医学概论课教学效果的评价研究.....	万业达,李林枫,张雪君等(34)
10、医学影像专业电子学教学研究.....	路会生(38)
11、医学影像网络教学资源库的架构与研究.....	马著彬,陈泽龙,刘民英,等(40)
12、医用物理学、医学影像物理学中的数学问题.....	吉强,李殿双,魏志建,等(44)
13、重视实验教学,提高人才培养质量.....	李俊勇,谢宏伟(46)
14、浅谈在影像教学中如何培养学生自学能力.....	曾凡昀,褚蕊萍(47)
15、构建部队放射技术专业课程体系探索与实践.....	张永顺,张会民,李忠红,等(49)
16、强化创新教育、培养创新型人才.....	马著彬,黄洁君,欧阳湘莲,等(53)
17、医学影像教学中推广多媒体教学的体会.....	金龙云,公长春,邹辉(56)
18、加强素质教育的内容及方法研究.....	公长春,王英久,金龙云,等(58)
19、临床实习的问题和教育对策.....	王诗坤(61)
20、深化教学改革使医学影像教育与时俱进.....	马庆杰,金龙云,公长春(64)
21、21 世纪医学影像学专业教学建设与发展规划.....	沈海林(67)
22、医学影像教学的多元化.....	林黎娟,张锦辉(70)
23、我院影像科实习生带教工作规范化管理的新举措.....	梁长生,曹正生,李卫,等(71)
24、在数学教学中利用计算机进行辅助教学的必要性.....	谷小萱(74)
25、中医院校研究生开设《医学影像学进展》专题讲座的探索.....	金保方(77)

26、医学影像学计算机多媒体教学存在的问题和对策·····	夏瑞明(81)
27、勇于开拓,深化教学改革,实现医学影像学教育的跨越式发展·····	刘林祥(83)
28、与时俱进,深化医学影像技术教育改革·····	谢晋东,刘林祥,袁聿德(86)
29、物理学教育与素质培养·····	仲伟纲,丰建淑,李秀珍,等(89)
30、加强医学影像设备学课程建设,提高教学质量的探讨·····	韩丰谈,刘慧琴,曹允希(94)
31、关于加强临床医学专业医学影像学教学的思考·····	张玫,刘林祥(97)
32、浅谈医学影像大学生文化素质的现状及解决措施·····	赵遵强,秦 斌(99)
33、高等医学影像技术教育学分制教学模式探讨·····	袁力,冯圣平,刘林祥(102)
34、一种新型的反馈判别方法·····	郭永新,王世刚,吴家祥,等(108)
35、三维动画摄影体位教学软件的制作·····	邱建峰,李月卿,杨波,等(111)
36、医学影像(技术)专业研究生素质结构及哲学思考·····	袁力,刘林祥,冯圣平(115)
37、教学观念的更新·····	赵传华(121)
38、论增强大学生学习“三个代表”有效性的途径·····	赵传华(123)
39、构建综合体系,培养高素质医学影像人才·····	秦 斌,梅延海(126)
40、培养创新型人才初探·····	李月卿,王昌元,邱建峰(128)
41、浅谈临床医学生在放射等影像医技科实习中的管理与教学·····	刘秀平,沈华堂(131)
42、认真从实验考核来评价医学影像生的能力·····	张建波(132)
43、扎实工作,培养适应数字化时代学生·····	王昌元(135)

21 世纪放射学的数字化革命

谢楠柱

广州医学院

一、 前言

自从 1895 年伦琴教授发现 X 射线, 并应用于放射诊断与放射治疗, 迄今已过了 108 年。在医学上创立了伟大的放射学(Radiology), 在医院设立了放射科, 为治病救人建立了丰功伟绩。在自然科学上也创立了伟大的放射科学(Radiological Science), 广泛应用于医学、工业、农业、国防、太空等领域, 其中对临床医学和基础医学的贡献举世公认。

X 射线成像系统长期以来都是模拟成像(Analog Imaging), 直至 1972 年第一台头部 CT 问世, 美国物理学家科马克(A.M. Cormack)的重建图像理论应用于 CT, 开辟了数字成像(Digital Imaging)的光辉大道。英国工程学家汉斯菲尔德(G. N. Hounsfield)研制成第一代 CT, 接着不断改进四代 CT, 1979 年科马克和汉斯菲尔德共同获得了诺贝尔医学与生理学奖, 并被公认为七十年代世界上最伟大的科技成就之一。从此引出一系列数字成像系统, 如 DSA、MRI、SPECT、PET、DR 等广泛应用于临床诊断。另一方面数字化医院的设备如 HIS、RIS、PACS 等也应时而生。数字影像与数字化医院管理的不断发展, 日新月异, 1972 年至 2002 年的 30 年间, 在大批优秀的放射学家、物理学家、工程学家和各类医学家的共同努力下, 21 世纪初基本实现了梦寐以求的数字放射学(Digital Radiology)的设想和要求, 这是真正的伟大的放射学数字化革命。所有放射科医生及其他临床医生、医学物理师、生物医学工程师及放射技术人员都要面对这场革命, 适应这场革命, 逐步掌握数字化技术在临床上的应用, 这是时代的要求。

二、 16 层螺旋 CT

从 20 世纪 70 年代至 90 年代中期, 一般 CT 都是用 X 射线球管及对应的探测器进行采集的, 直至 90 年代末期改用新型电子枪及有关新技术, 加快采集和重建速度。1998 年研制成多层螺旋 CT, 从 2 层、4 层、8 层到现在 16 层螺旋 CT, 各向同性体的采集及较低的 X 射线剂量, 更有利于病人接受检查。GE、西门子、飞利浦、东芝的 16 层螺旋 CT, 以成熟的技术, 正在供全球医院应用。16 层螺旋 CT 的探测器优越于低层 CT, 采用非对称型探测器, 设计先进, 各公司有各自的设计, 而以东芝公司设计的层面最薄, 覆盖面最宽。16 层螺旋 CT 的采集时间一般为 0.5s(全局扫描), 东芝产品的全局扫描可达 0.4s。16 层螺旋 CT 的临床应用范围更广, 例如在 CT 血管造影和三维或四维成像的空间分辨率和时间分辨率都有明显的改善, CTA 的功能可显示末梢的微细血管, 也可显示大范围的血管, 可实现二维或三维分析和显示血管内腔和支架置入后的形态学信息, 还

可进行血管内血流容积测量，是一种新的无创血管造影术。

16 层螺旋 CT 可应用于肿瘤灌注及其他灌注成像技术，CT 灌注技术可通过显示的各种参数，反映肿瘤的结构特征，提高肿瘤诊断的准确性和特异性。在脑血管意外的诊断中，CT 灌注成像有助于判断梗死的面积、程度及有无缺血半暗区的存在。16 层螺旋 CT 应用于心脏的多肩区扫描纳心脏扫描时间最短可达到 55ms，已接近电子束 CT 的扫描时间 50ms。对冠状动脉和心腔、瓣膜等结构的显示，也接近电子束 CT 的水平。

16 层螺旋 CT 的发展前景在于研制新的探测器，GE 公司研制的平板探测器 CT 正在临床试用，东芝公司则研制超宽探测器 CT 也在临床试用。两种探测器在技术上仍有不少困难，有待进一步改进。美国正在研制 32 层螺旋 CT，按临床实际需要不断创新，多层螺旋 CT 前途无量，这是 CT 技术的革命。

三、3.0T 超高磁场 MRI

超高磁场 MRI 是我近 20 年来最关注的新技术。从物理学的角度考虑，高磁场 MRI 的磁场较均匀，空间分辨率和时间分辨较高，这些优点是中、低磁场 MRI 无法拥有的。但是超高磁场对人体是否有害？是我长期思考的问题。回忆我于 20 年前（1983）应邀赴美国费城考察宾州大学医院的放射科，GE 公司的 1.5T 低温超导高场 MRI 样机在那里试用，LeoMaxeI (M. D、Ph. D.) 博士细心地介绍使用这部号称两用机 (MRI & MRS) 的经验，指出高磁场 MRI 的优点。1988 年我应邀再赴德州大学 Galveston 医学院参观实验用的 4.7T MRI 做动物试验，当时我问实验负责人：“4.7T 高磁场 MRI 对动物是否有害？”他说：God Knows。1998 年我赴美国参加 AAPM 年会、在展览会上 GE 公司磁共振部邀请我到 Milwaukee 总部参观 MRI 生产车间、向我介绍 3.0T、4.0T 的超高场 MRI 产品。我问总经理这些超高场 MRI 对人体无害吗？有否做过动物实验证明无害？或在志愿人员身上做过实验？他停了一停说“没有实验证明，但 FDA 批准我们公司研制超高场 MRI。”我问他：“是否有美国专家研究高磁场对人体的生物效应？”他说：“有一本书可供你参考。”要求我留下地址。两个月后，我在广州收到 GE 寄来《磁场的生物效应》一书（英文本），许多专家的论文谈及静磁场的生物效应，动磁场的生物效应，梯度磁场的生物效应等等，都是理论与实验结合的文章，很有参考价值。但没有证明高磁场对人体无害。最近我获悉在 2002 年 RSNA 年会上，GE、西门子、飞利浦三家公司都有 3.0T 的 MRI 产品展出，听说 4.0T、5.0T、7.0T 高场 MRI 正在试制试用中，真是令人神往。GE、飞利浦、西门子三间公司的 3.0T MRI 全身通用机、已获美国 FDA 批准。西门子还有头部专用机、磁体长度为 1.5m，其信号采集应用体线圈，采集的图像具有极高的信噪比和分辨率，图像质量较佳。3.0T MRI 在临床应用上对脑功能的研究特别有效，脑功能的图像质量最优，具有极高的信噪比和分辨率，对神经系统的应用优质高效。对腹部、四肢关节、心脏检查等都有重要的应用价值，具有远大的发展前景。超高磁场 MRI 的优越性已被确认，但对人体的损害问题，我仍有保留意见，静观后效。

四、平板 DSA 技术

数字减影血管造影(Digital Subtraction Angiography, DSA),传统的信号采集是采用影像增强管与 CCD 或摄像管去完成。随着平板探测器(Flat Panel Detector)技术的发展并趋于成熟。应用于 DSA 可制成新型的平板 DSA。平板探测器的空间分辨率高,信息转换便捷。平板探测器技术较复杂,成本较高,可分为直接型和间接型两类、国外多数公司采用间接型平板探测器,其稳定性较好,空间分辨率和时间分辨率均能满足血管造影的要求,已应用于平板 DSA。直接型平板探测器有些技术问题仍未能解决,有待进一步研究。平板探测器的空间分辨率比影像增强管高、但价格较昂贵。而传统的 DSA 也有较大的改进,例如用 CCD 装置代替摄像管,旋转曝光方式和动态采集实现了在短时间内多相位的信号采集、在较快的旋转曝光速度下,通过软件重建可使单相曝光获得多相位的影像,传统的双相 DSA 将会被淘汰。平板 DSA 与传统 DSA 各有所长、也各有所短,在临床上各自发挥应有的作用。

五、DR 的重要性

从 1972 年 CT 问世至今的 30 年中,数字影像技术飞速发展,DSA、MRI、MRA、MRS、fMRI、SPECT、PET 及 CT / SPECT、CT / PET、PET / CT 融合图像的陆续出现,使影像诊断成为现代医学诊断技术的最重要的手段,但是这些数字影像诊断、加起来只占医院全部影像诊断的 30% 以下、而占 70% 以上的常规 X 射线诊断依然是应用胶片的模拟图像、直至 20 世纪 90 年代才出现 X 射线数字成像系统、即直接 SE 数字 X 射线机(Direct Digital Radiography, DDR 或简称 DR)。显而易见,人们对 X 射线摄影的数字化不够重视或近百年来人们已习惯在灯箱中读 X 光片,养成惯性,暂不适应观察数字图像,这是一大遗憾。试想,医院只有 30% 的数字图像可以存储,而 70% 的 X 射线图像仍是模拟图像,靠胶片存储,那么, PACS 的应用只能存储及传输 30% 的数字图像,岂不是大大的浪费吗?

柯达、爱克发、富士三大胶片公司面对数字成像必将代替模拟成像的大趋势,深知无法阻挡,也于 10 多年前与其他医疗器械公司一样开发 DR 与 PACS,从 CR 到 DR,从 HIS、RIS 到 PACS,在全球大发展,为实现全数字化医院或无胶片医院共同奋斗。Full PACS 的广泛应用,必须以广泛应用 DR 为前提、这就是 DR 技术的重要性。

平板技术在 DR 的应用。同在 DSA 的应用一样、具有较高信噪比和分辨率,这是发展的方向,但成本高、难以推广,技术上仍未完全成熟,有待不断改进。

六、HIS、RIS 与 PACS 的集成

医院信息系统(Hospital Information System, HIS),放射信息系统(Radiology Information System, RIS)、图像存储与传输系统(Picture Archiving and Communication System, PACS)

是数字化医院的三个重要信息系统。近 20 年来、在数字影像技术和计算机技术的迅猛发展的基础上,逐步形成全数字化医院的概念和解决方案。全球的大公司都正在研制 DR、RIS、HIS 和 PACS 的新单元配合各种数字影像设备、诊断工作站,让放射科医生与病人之间构成一个闭合环路,形成数字化的工作流程,多快好省地为病人服务,建立全新临床医疗数字化服务系统,这是 21 世纪数字医学技术发展的大趋势。

PACS、RIS 和 HIS 三个主要系统集成化管理是实现医院数字化的关键,这是非常复杂的技术问题。放射科医生及其他医生,医院管理人员,医学物理师,临床工程师等等。都要认真学习各种数字化设备的基本原理和操作流程,掌握技术指标,熟练地使用数字化设备,这是一个重新学习训练的过程,也是改变旧观念,迎接医院数字化高新技术过程。我相信,20 年后中国医院数字化将会实现。我衷心祝贺中国新一代医务工作者和医学技术人员一定会不断茁壮长,无胶片、无纸张的现代化数字化医院一定会在中国实现。

21 世纪的医学影像

威廉·亨达 (美国)

一、医学影像反映的属性

利用不同成像方法所获得的医学影像可以揭示病人的不同特性。如表描述:这些特性包括病人的透射率、不透明度、发射率、反射率、传导率、磁化率、分子弛豫常数以及这些特性随时间的变化。在一个影像中显示出这些特性能够揭示一个病人的内在属性信息,例如:射线投影和 X 射线计算机层摄影(CT)等技术受病人组织内在属性信息如平均原子序数及物质和电子密度的影响;核医学成像过程中发射型计算机体层摄影(ECT)、包括使用发射正电子药物的正电子发射体层摄影(PET)和单光子发射计算机体层摄影(SPECT),揭示了药物的空间和时间分布。根据这些应用,所得数据可用来解释一些居性信息如蛋白质的代谢,血容量及流量,组织的吸收作用,受体的结合及氧气利用;超声波成像法描绘具有不同声阻抗的组织的界面,这里声阻抗:组织的密度 $\times$ 声通过组织的速度;分子弛豫特性的磁共振成像法(MRI)用来表达氢的集聚,迁移和化学结合的信息,有时亦用来表达其他组织元素。

以医学影像表达的组织属性是随空间和时间变化的,这种变化反映了身体内部结构与功能的变化。从医学影像的推论可以产生有关人体静态与动态属性,从而可以了解内部的解剖与生理状态。在解释医学影像时应时刻想起它是与组织固有属性通过复杂渠道关连的。反过来说,医学影像表达的组织属性只是与组织属性紧密关连而非其实际的解剖结构和生理功能本身。

二、推动医学影像发展的技术

在“技术推动”原则的支配下医学影像已经发展了好多年。这种原则反映在将最初用在其他领域特别空间和防御方面的技术与医学结合起来。例如超声波最初是用在侦察潜艇的声纳(SONAR)技术；闪烁计数器和反应堆中制备的同位素如 C-14 和 I-131 是在研制原子弹的曼哈顿和防御实验室用于显示屏上的；最初基于军事应用的微电子和计算机工业的进展，结合到医学影像中产生的医学影像重建技术，多年来已成功用于显微镜和天文学上。过去一个世纪尤其是二战以来，医学影像的惊人进步主要是通过由其他领域引进具有“技术推动”作用的影像技术的结果。

今天医学影像科学已充分成熟，可以超越“技术推动”的范畴进入“生物和临床推动”期。现在医学影像科学已有能力，特别是在与计算机和信息网络技术结合后，可以解释未解决的生物和临床问题，以及来检测影像技术可怎样应用并且结合非影像探头来获得有关问题的答案。这种检测的一个有前途的领域是功能性影像，如功能性 MRI 和 ECT，用来检测精神混乱如抑郁症、精神分裂以及抑郁症的前期阶段。另一个例子是医学影像和平面 X 射线影像和 X 射线 CT，在癌症治疗中用来作为确定外部辐射束的形状和方向的反馈手段。

医学影像今天在改进治疗过程中有很多应用，包括：

- (1) 治疗过程计划；
- (2) 治疗工具的定位；
- (3) 介入治疗的导引；
- (4) 介入控制；
- (5) 结果跟踪；
- (6) 后果量化。

这种应用在癌症治疗上发生了一个有趣的过程。1960 年以前、辐射在诊断和治疗上的应用是同居一个医学专科范围。但到 60 年代后期，这个医学专科分成为两个不同的专科——放射诊断和放射治疗、每一个专科各自进行自己的培训计划和临床实践，在以后的 20 年中、它们基本已无重叠。然而从 10 年前开始，放射肿瘤学已开始不断应用医学影像来进行治疗计划设计和引导治疗过程。放射肿瘤学者在培训与实践为适应此种发展重新创建了一个两个专业都感兴趣的专业、使得他们在技术上和临床上能适应两方面的挑战。

三、推动医学影像发展的动力

在 21 世纪来临之际、以下六方面渐进的发展正集中在提高影像在生物医学研究以及医药的临床实践的影响上。每一方面的发展反映了影像和计算机技术结合成为细致的数字影像系统。这些发展如下：

- (1) 随着对人体静态和动态过程的知识扩展和理解的深入、影像已经涉及日渐复杂化的生

物学问题。

(2) 由于影像技术不断发展和更加有力，能在基础水平上以更加广度和深度来处理生物问题的高度复杂性。

(3) 由于计算机和网络技术的加速发展，允许影像进行 3—4 维的表示、将从不同的装置获得的影像进行融合。创造虚拟现实的环境、计算机辅助诊断，影像引导机器人技术，将影像实时传输到遥远地点。

(4) 尽管关于病人的信息越来越复杂、越来越庞大、但通过压缩可以使它得到更好的表达。

(5) 由于从事医药研究和医学临床的年轻人在利用计算机技术方面非常轻松、很习惯用计算机产生的影像来作为获得信息和演示的工具。

(6) 影像和计算机越来越被认可为在可视化时代作为传输信息的最有效手段。

今天影像技术面临着一个主要挑战是：寻找利用这些发展以使医学影像在 21 世纪加速实现它潜力的最有效途径。这些挑战是目前医药临床上使用的各种影像方法的一个发展和提高的机会。其中一些机会将在下面描述。

四、X 射线摄影与 X 射线透视

X 射线投影成像的未来方向是利用数字技术来获取和显示图像。这种方法将可能使用非晶态的硒或硅的平板探测器，将提供比增感屏—胶片或影像增强器方法更多的优点。这些优点有：

- (1) 增加动态范围；
- (2) 提高对比分辨率；
- (3) 减少重复检查次数；
- (4) 减小存储空间；
- (5) 电子传输影像(代替物理的)；
- (6) 提高影像处理的方便性；
- (7) 适应进行远程放射学诊断；
- (8) 适应进行计算机辅助诊断。

数字化 X 射线的主要障碍是成本(数字化的收费并不比常规的高)、文化传统(技术上的改变通常难于掌握。特别是对没有经验的人)和复杂性(数字化技术比简单的增感屏—胶片方法复杂得多。)有助于采用数字 X 射线方法的改进措施有：

- (1) 更多的采用用户友好界面工作站；
- (2) 产生更强的 X 射线束的方法；
- (3) 实时三维 X 射透视
- (4) 改进阻止散射 X 射线的方法；
- (5) 低成本数字探测器和显示系统的开发。

五、计算机体层摄影

1971 年问世的 X 射线透射型计算机体层摄影 (CT) 是第一种真正的数字化造影方法。X 射线 CT 开辟了医学影像中数字化改革的道路，并：隆投影实现影像重建引进到医学影像中来。X 射线 CT 的历史是一部连续的技术革新的故事，这可在最近引入的螺旋 CT 扫描中反映出来，这种方法极大地提高了 CT 在许多方面应用的价值。其他改进 X 射线 CT 的方法也正在被探讨。下面是美国科学院医学研究所 (National Academy of Sciences' Institute of Medicine) 提供的一些方面的报告：

- (1) X 射线束强度的进一步提高；
- (2) 用以改进轴向空间分辨率的二维探测器阵列；
- (3) 减少影像重建的时间
- (4) 充分利用散射 X 射线的信息；
- (5) 校正人体运动的影响；
- (6) 改进 3 维成像技术；
- (7) 开发具有相当 X 射线强度的单色 X 射线探测器；
- (8) 开发具有较高空间和时间分辨率的 X 射线探测器。

抓住这些方向，物理学家、工程师和数学家们就可以发展出新的观点和技术方法。

六、核医学

核医学是一种基于给病人施加放射性标记药物并在人体外部探测所发射出的 Y 射线的影像方法。自从 20 世纪 50 年代临床应用以来、核医学已成为一种重要的影像方法。它的主要限制是必须在闪烁探测器前加一个准直器以便确定 Y 射线在探测器中的作用位置和病人体内的原始发射位置的的关系。准直器使 Y 射线探测效率降低约 100 倍，因此使影像噪声约提高了 10 倍。使用标记过有正电子发射核素的药品和在病人相对两边同时使用探测器，病人体内正电子湮灭时，Y 射线的初始点和探测器之间的空间关系可以由探测湮灭光子来得出。这就是正电子发射体层摄影 (PET) 原理，已经在世界多个影像中心进行了试验和临床应用。

但是 PET 有几个缺点，包括所需要昂贵的 PET 闪烁计数器，以及附近需要安装产生短寿正电子发射性核素的回旋加速器。

PET 的这些缺点导致产今天产生了一种改良的方法。首先是多头 SPECT 照相机的符合应用可以用来产生正电子发射药物生成的有用的临床影像。这种方法大大简化了和减少了正电子影像的成本并且有潜力把 PET 的应用扩展到社区医院。在美国，正电子影像的潜力由地区网络提供 F-18 氟脱氧葡萄糖 (Fluorodeoxyglucose, PDG) 而得到加强，正电子标记的药品在临床研究中得到了普遍的应用。正电子影像对不同解剖部位，包括脑、胸和肺的各期肿瘤和转移灶的识别的用途加速了它的发展。可以设想对有发生肿瘤高风险的病人将来可以在早期用 F 18 标记的 PDG 进行周期性扫描，以控制病情发展。

核医学特别是 SPECT 和 PET 还有很多提高利用的机会，从而对临床医学产生更大的影响。归纳如下：

- (1) 发展新型、更快、更便宜的闪烁计数器和半导体探测器；
- (2) 设计更快、更稳定、分辨率更好的数字伽马照机；
- (3) 开发效率更高和分辨率更好的 SPECT 成像方法；
- (4) 改进 SPECT 准直器的设计；
- (5) 改进影像重建的算法系统和方法；
- (6) 改进发射扫描的衰减校正方法；
- (7) 把飞行时间信息加入 PET 影像的重建过程；
- (8) 发展便宜有效的重建处理器。

分子生物学和基因学的快速发展，产生了基于人体的解剖和生理内在的静态和动态过程的分子和基因植入结构的新知识。关于接受体地点、新陈代谢途径和分子结构的新知识可以产生有放射性药物标记的新试剂，使得正常与非正常组织结构与功能在显微镜水平上实现可视化。这些被总称为“分子医学”(Molecular Medicine)，对提高核医学影像在临床医学上的贡献具有潜在作用。

七、超声波成像

超声波成像是利用人体内的波散射，组织运动，流体灌注，组织弹性，和人体的血流所产生实时影像。它有低成本和在临床上应用广泛的优点。主要缺点是信号提取和处理的复杂性以及在影像空间分辨率上有限制。超声波成像的两个主要制约是：

- (1) 由于超声波信号的本质导致影像有亮斑。
- (2) 由于波速在不同组织中的空间变化导致的相位偏差。

研究者正在寻找与目前所用的不同阻抗组织界面超声波反射和散射不同的新超声波成像方法。弹性图像(Elastography)造影便是一个例子。

改进超声波临床应用的方向包括：

- (1) 改进新的超声波换能器的压电材料；
- (2) 改进换能器布置方式；
- (3) 校正返回超声波的相位幅度畸变
- (4) 储存返回超声波的信息；
- (5) 改进对比试剂；
- (6) 三维影像的获得和显示；
- (7) 特殊应用的高频系统；
- (8) 灌注造影；
- (9) 组织特性描绘。

八、磁共振成像

过去 20 年, 磁共振成像(MRI)在临床医学中发挥了重要的作用, 并在今天常被选择用来做为描绘组织的影像技术。磁共振成像的两个扩展方向是功能性 MRI(Functional MRI, fMRI)和磁共振波谱学(Magnetic Resonance Spectroscopy, MRS), 目前认为它们在临床应用上有很重要的作用。fMRI 的价值主要通过血氧含量(Blood Oxygen Level Dependent, BOLD)绘制人体的脑皮层功能图。通过这种技术, 人的神经对不同刺激如开车、说话, 视觉和听觉的感应图可绘制出来。这种方法可用来确定与 fMRI 信号类型有关的精神错乱、双极情感性精神等。它也被用来研究人的精神障碍如失语症、孤独症、并蒂 P 症等。许多研究者正在致力于用 fMRI 揭示大脑在正常和异常状态下的表现。

实现这些, 需要以下方面的改进:

- (1) 更好的理解用来产生 fMRI 信号的生理机制
- (2) 包括整个大脑阶速成像技术;
- (3) 改善获得数据的时间上的对应
- (4) 更好的校正和检测运动的方法;
- (5) 提高对 fMRI 的噪声和蕴藏信号的理既
- (6) 实时 3DfMRI;
- (7) 减少在将 fMRI 数据加到解剖影像上时的人工配准;
- (8) 对可能的生物效应进行分析。

MRS 允许无创确定组织的化学成分。质子 MRS 有很多的使用范围, 包括癌与非癌的界别、梗死组织与正常组织的区别、放射性坏死和经常发生的肿瘤的区别。其它核素波谱学如(C-13, N-14, N-15, F-19, Na-23, P-31, Cl-35, K-39) 面临一个主要的挑战是它们的自然资源少和产生 MR 信号的能力微弱。然而非质子波谱也有潜力来描绘正常和有病的组织, 一些研究者也正在研究其临床应用的潜力。

九、结论

在过去 20 世纪最后 30 年里, 医学影像的精确细微的进步和在临床应用上的发展是令人惊异的。今天, 医学影像已经普遍使用, 几乎每个进保健机构的人都要用。未来 21 世纪, 医学影像的潜力将是巨大的, 如果对每一种医学影像所面临和挑战和技术发展的机遇都能成功的解决, 那末, 这些潜力都可实现。这些努力需要物理学家、工程师、数学家、外科医生们的智慧结合并共同工作, 以便使医学影像的优点为全世界人们的健康和福利服务。

做好准备，迎接分子影像学时代的来临

滕皋军

东南大学附属中大医院放射科

医学影像学的飞速发展，已具有了显微分辨能力，并深入到细胞、分子水平，改变了传统医学影像学只能显示解剖学和病理学改变的形态显像能力，并与分子生物学等基础学科相互融合，奠定了分子影像学（Molecular Imaging）的物质基础。

何谓分子影像学？Weissleder 于 1999 年提出了分子影像学的概念：活体状态下在细胞和分子水平应用影像学对生物过程进行定性和定量研究。近二十年来，在医学影像学飞速发展的同时，分子生物学突飞猛进，但是，分子生物学与临床医学之间一直缺乏相互连接的“桥梁”，而分子影像技术可将两者有机地连接在一起，这就是分子影像技术的优势所在。传统的影像诊断显示的是一些分子改变的终效应，而分子影像学探查疾病过程种的分子异常。分子影像不仅可以提高临床诊治疾病的水平，更重要的是有望在分子水平发现疾病，真正地做到早期诊断，使一些疾病的可在出现临床症状之前得到治疗。因此，分子影像学的巨大潜力在于有望对现代和未来医学模式产生革命性的积极影响。

根据 Weissleder 的定义，分子影像学的成像技术主要包括 MRI、核医学、及光学成像技术。作者认为，由于介入放射学已深入到分子生物学的层面，而介入放射学仍为医学影像学的重要组成部分，因此，分子影像学应包括分子水平的介入放射学研究。

一、MR 分子成像

MR 分子成像与传统 MR 成像技术的重要区别在于将传统的非特异性物理成像转变为特异性分子成像。它的评价指标不同于传统的 MR 指标，如癌前病变的异常分子、肿瘤生长动力学评价及肿瘤细胞标记或基因改变等。MR 分子成像的突出优点在于它的高分辨率，但是，目前的分子 MR 成像的敏感性尚较低。MR 分子成像在基因表达传递成像、肿瘤血管生成，以及细胞分子水平的功能成像将具有独特的地位和作用。

二、核医学分子成像

核医学分子成像的原理是将有明确生物学效应的放射性示踪剂导入体内，使它参与体内的生物活动，再用 PET 和 SPECT 探测和显像，由此反映体内特定的生物活动，了解体内的生理、生化状态。PET 的出现，则标志着核医学分子和功能成像进入了一个新的时代，PET 不仅使人们看到了

不同神经功能在大脑的空间定位,更重要的是开启了脑高级功能成像研究的大门。PET 在心肌梗塞后存活心肌的确认,基因转染和表达等方面显示了其它技术不能替代的作用。

三、 光学成像技术 (Optical Imaging)

包括红外线荧光成像 (Near-infrared fluorescent, NIRF) 和光学相关断层成像 (Optical coherence tomography, OCT)。光学成像如 OCT 与超声图象很相似,只不过成像是光。OCT 可提供微米级的具有很高分辨率的实时横断图象,利用内镜和导管可获取高分辨率的腔内图象。更重要的是 OCT 获得活体组织的实时组织病理学图象, NIRF 还可从酶代谢途径进行活体成像。尽管现有光学成像多数尚在实验研究阶段,但是,可预计在不久的将来,光学成像将成为分子影像学大家庭的重要成员。

四、分子介入放射学

介入放射学是一门跨学科的边缘学科,经过数十年的发展,介入放射学研究已在许多方面深入到分子水平,形成了其特殊的研究领域,如有关 PTA/支架再狭窄的细胞、分子水平机制和旨在解决支架再狭窄问题的研究,有关抗肿瘤的血管生成因子与介入治疗结合的研究等。

尽管分子影像学在我国已有逐渐形成和发展的土壤,但是,总体上分子影像学在我国严重滞后于临床影像学的发展,成系统的分子影像学研究尚未形成。笔者认为,解决这些问题必须要从认识着手,集中有限的人力和资源,逐渐形成自身的研究体系。尽管目前多数医学院校或都有中心实验室,影像学科也可在此作分子影像学的相关研究。然而,从长远看,虽然分子影像学研究与其它学科的分子水平的研究有许多共性,但分子影像有其许多独特之处并自成系统,因此,建立具有医学影像研究特色的分子影像实验室,将使保证分子影像学可持续发展的重要基地。

建立完善分子影像学研究是一个漫长的过程,因此,我们必须尽快行动起来,做好准备,迎接分子影像学时代的来临。

《医学影像学》专业是飞速发展的多门学科交叉的产物 ——谈《医学影像学》专业存在的空间

袁聿德
泰山医学院

2001 年 7 月 17 日卫生部和教育部联合下发的关于印发中国医学教育改革发展纲要的通知 (卫科教发 [2001] 212 号) 指出:“进一步调整和减少医学类专业数量……积极发展医学相关专

业”。《医学影像学》专业还有没有存在的空间？笔者为此谈点拙见。

一、《医学影像学》专业问世的缘由

1895年伦琴发现X线，1896年X线应用于医学临床，逐渐形成放射诊断学的新学科，1925年国际放射诊断学者就在伦敦召开了第1次国际放射学大会（ICR）进行了学术交流。随着时间延续，放射诊断学新学科逐渐完善发展起来。但是，直至70年代和80年代相继出现X线计算机体层成像（CT）、磁共振成像（MRI）和计算机X线摄影（CR）之前，大约经历近80年时间，放射诊断学的影像是模拟影像，X线设备是手动控制。随着电子技术的飞快发展，电子计算技术向放射影像设备渗透，以CT这个具有划时代意义的新技术出现为代表，MRI、发射体层成像（ECT）、单光子体层成像（SPECT）和正电子发射体层成像（PET）等新的成像技术相继问世，影像成为数字影像，数字影像的后处理功能出现，使放射诊断学科发展成为现代医学影像学科，大型的成像设备全是计算机来控制的。从80年代到90年代的仅是20多年时间，医学影像学科发展非常迅速，影像设备更新换代时间缩短，检查技术不断完善，使医学影像学科提高到一个新水平，成为医疗工作中的重要支柱，并有力地促进了临床医学的发展。

众所周知，我国高等医学教育模式是学习前苏联的。学制以5年为主，毕业后获学士学位，就业于医院成为医生；以美国为代表的发达国家是获得大学理学士学位的大学生，然后在医学院学习5年，毕业获博士学位，经过大学医院进行住院医师规范化培训，再经国家考试合格后，才能获得执业医师的执照而依法行医。显然，美国培养的从事包括放射诊断的医师，既有理工基础，又有原来的医学理论和临床经验，完全适应以计算机控制的各种大型数字化影像的检查技术，北美放射学会的学术交流大会成为世界领先的殿堂。然而，我国从高等医学院培养的5年制医师从事放射诊断学工作，缺少了“理学士”基础，给驾驶现代化放射检查技术，开发新的检查技术带来了困难。面对这一现实，为改变这一状况，1985年前后，天津医科大学，中国医科大学，哈尔滨医科大学，泰山医学院等院校开办了《医学影像学》专业，天津医科大学和中国医科大学《医学影像学》专业培养获得医学学士学位的放射影像诊断医生，哈尔滨医科大学以培养放射治疗为主，泰山医学院是以培养放射技术为主，而且，相继培养了硕士或博士。随着时间延续，开办这一专业高校越来越多，数所院校还准备开办7年制。这一专业创办，为我国医学影像学科发展和适应计算机化的新检查技术做出了有意义的探索，发挥了很好的作用。

但也不讳言，医学影像学专业培养的学生，象5年制临床医学专业培养的学生一样，有“先天不足”，既理工的基础理论不如“理学士”的基础雄厚，医学基础理论又相对减弱了，这一问题引起了专家学者和教育家关注。这一专业还有无“存在空间”，需要作答。

二、国内外高等教育发展层次性的启示

西方发达国家办大学已有三、四百年的历史。中国办大学虽然仅一百多年的时间。但发展过

程却有共性，其共性是高等学校分类指导、分层次管理（2003年3月12日、2月14日光明日报和中国教育报有关的文章资料）。以科学技术发达的美国为例：以纵向层次结构和横向学科结构为划分为依据，分为有博士学位授予权的研究型大学Ⅰ类、Ⅱ类；有硕士授予权院校Ⅰ类、Ⅱ类；有学士学位授予权的文理学院、综合院校；学士/副学士学院；副学士学院；专门院校和种族院校等10个类型。其中有125所研究型大学，占美国总数3600所的3.4%，其中一流大学不到全国的1%。办学层次分明，各有特色。就有关医学影像学专业来讲，有少数大学开办“医学物理”专业，培养放射技术的高层次人才博士和硕士；有16所大学办4年制的医学影像技术专业，培养学士学位。中国现在共有1973所高校，其中有最高学位授予权博士学位学校有245所；硕士授予权的有212所；学士授予权的157所，其他高校1359所（2003年3月10日中国教育报有关资料）。根据1998年12月教育部制定的《面向21世纪教育振兴行动计划》，教育部确定北大、清华、上海交大、复旦、中国科技大、西安交大、哈工大、南大、浙大等9所高校为建设世界第一流的大学，人们习惯称之为“985”工程。另外，教育部还进行了“211工程”，即建设100所重点大学。显然，中国高校的层次性已非常清楚，有4个层次：“研究教学型”的全国约有100所，其中有9所国家重点高校争取达到世界一流大学，即重点大学约占全国大学的5%；“教学研究型”的约有300~400所；教学型学院或大学约有450~550所；2~3年制高职、高专约有600~700所。不同类型大学负担着培养不同层次的人才。这其中有关开办医学影像学专业的大学，约60~70所，其中40所左右培养5年制的，大部分大学培养医学影像学诊断学的，泰山医学院是以培养医学影像技术为主的，另有约20~30所高职、高专在举办医学影像技术专业。

我国高校的层次性及分层次管理的启示：我国高校从1999后开始扩招，2003年计划普通高校招生335万，我国高等教育越过“精英”阶段处于了“大众化”阶段。这其中重点大学培养的是博士、硕士为主；其他大学以培养硕士和学士为主；还有的培养高职和高专的为主。到2010年左右，我国每年大学毕业生将达350万以上，我国GDP增长保持在7%~8%，社会能够提供的新就业岗位数量（除非是第三产业超常规发展、突飞猛进发展）是一个在600~900万之间的“常数”。显然，这其中一般意义属“白领”的“精英”岗位是少数。从这意义上看，高校毕业生就业在“精英”岗位是有限的，必然导致很大一部分毕业生就业要引发传统意义上的“蓝白领”界限的模糊和标准的变更，由“精英”走向“大众”。这是值得研究的问题，是严峻市场需求问题，也是不同类型大学所承担的培养不同层次人才的归宿问题。

三、几点思考

综合上述的医学影像专业问世的缘由，国内外高校层次性管理的启示和我国高等医学教育现在正在进行规范学制，即实行3年制、5年制和8年制的教育：8年制的获博士学位，5年制的获学士学位，3年制属专科教育，相当于美国的副学士学位。几点思考如下：

1、鉴于医学影像学专业的特殊性，可列入8年制临床医学专业的一个后期应用技术培养方向来对待，毕业后获博士学位，就业研究方向明确，利于医学影像学事业的发展。

2、高校办学层次性出现，是面对市场的客观需求的。医疗单位不可能都办成象北京的协和医院、解放军 301 医院等高水平的，它也有层次性，全国 2500 多个县（区）级及县级以下基层医疗单位，医师不可能都是获博士学位的，也需要本科毕业生和专科生的，相当长时间不会改变这一状况，这也是我国正处于社会主义初级阶段所决定的，一般本科院校中设立 5 年、3 年制医学影像学专业培养的毕业生是有市场需求的，有生存空间。

3、医学影像技术专业，是现代医学影像高、精、尖检查手段出现的产物，先进的数字医学影像、存储传输系统（PACS）在我国不少医院放射科已建成运行，不具有相当水平的专业人员难驾驭这些相当复杂的设备和开发它的功能，所以，在一般类型的医学院中设立医学影像技术本科、专科或在高职、高专中设立专科是医疗市场急需的人才。

4、我国高校应象美国着手建立培养 8 年制的“医学物理师”专业，以解决我国当前医疗市场上的放射治疗技术人员和高层次放射技术质量管理人才的需要。

综上所述，不管从国外还是国内，由于医疗机构人员的层次性，导致所需的医学影像学专业技术人员也有层次性，在高等医学院校、高职、高专等类高校设立医学影像学专业培养不同层次医学影像学专业人员是有市场需求的。

医学影像专业实验教学体系的改革

马树昌 吕才文 徐健 王获

天津医科大学

高等院校是培养高素质创新人才的基地，也是知识创新的重要场所。多年来一直提倡素质教育，特别是近几年来随着信息化社会的高速发展如何培养适合现代社会的具有创新意识、创新精神、创新思维、创新能力和创新人格为目标的教學理念显得尤为重要了。而实验教学在人才创新能力及全面素质培养方面有着其他教学环节不可替代的独特作用。诺贝尔奖获得者丁肇中教授说过：“中国人普遍地不太重视实验，觉得理论比实践跟高明，理论跟高深。大家认为学习就是学理论，从来没有说学习就是要好好地学实验。自然科学是实验的科学，而实验科学是自然科学中最活跃的部分。希望大家重视实验教学，不应把实验教学视为理论教学的附属，理论是由实践产生的。”中国传统的教学方法是重视理论的演绎、推理按部就班，严谨认真，但忽视实验作为培养学生创新精神和创新能力最生动、最活跃场所的作用。使学生缺少了发现问题、思考问题和解决问题的机会。丁肇中教授的讲话准确地指出了我国教育体系中的薄弱环节，而相比美国的教学方法，学生有更多的机会搞实验，使得他们特别注重归纳、分析和渗透、综合，思想十分活跃，是一种体会式的学习方法，其效果是独立思考能力和创造能力较强。易于较快进入科学发展前沿，但