

# 医学参考报

## 放射医学与防护频道

Radiological Medicine and Protection

Number 01

### 执行主编介绍



邹跃 主任医师

医学博士，主任医师，硕士研究生导师。现任第二炮兵总医院肿瘤放射诊疗中心主任。中华医学会放射医学与防护委员会委员、全军放射肿瘤学专业委员会常委、北京抗癌协会理事、北京放射肿瘤学专业委员会委员、北京医师协会放射肿瘤学专家委员会委员、《中华放射医学与防护杂志》编委。

### 导读

- 国际医学物理学组织 (IOPM) 的政策声明 **2版**
- 医用辐射防护中的热点问题 **3版**
- 在介入放射学中辐射防护眼镜的防护效果 **4版**
- 患者的辐射防护 **5版**
- 放射性皮肤损伤与基因多态性 **6版**
- 低剂量前门控收缩期触发用于冠脉CT血管造影评估主动脉瓣的可行性 **7版**
- 核事故医学应急队引入谨慎性原则 **8版**

## 2013年ICRP第三委员会会议概况

中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所 岳保荣

国际放射防护委员会 (ICRP) 于2013年10月21日~27日在阿联酋的阿布扎比召开了“ICRP 2013年度会议”。笔者作为第三委员会 (C3) 委员参加了全程会议，现就会议的相关情况作一简要介绍。

按照ICRP惯例，双年份主委会及5个常务委会各自开会，单年份则召开全委会。2013年适逢单年度，主委员会 (MC) 和5个常务委员会在一起开会，期间还举办了第二届国际放射防护体系研讨会 (2nd International Symposium on the System of Radiological Protection)。ICRP全体委员会会议只开了半天，国际放射防护体系研讨会开会3天，各委员会各自开会3天半。

在第二届国际放射防护体系研讨会上，C3主席Dr. Vano作了题为“ICRP在医学方面需要做什么 (What do we need from ICRP in medicine)”的报告。内容包括：医疗照射的正当性、防护的最优化、诊断参考水平的应用、患者防护、放射设备的剂量学参数、应急医学放射防护指南、CT的剂量学与防护、医用辐射中职业人员的防护、CT应用中流行病学研究结果的分析、患者照射的跟踪随访、有效剂量和器官剂量估算的不确定度等。这些内容都是ICRP现在和未来一个时期内所关注的重点问题。

C3开会期间，C3秘书通报了由C3起草、MC批准并于2013年发布的2个出版物，一个是ICRP 120号出版物“心脏病学的放射防护 (Radiological Protection in Cardiology)”，另一个是ICRP 121号出版物“儿科诊断与介入放射学的放射防护 (Radiological Protection in Paediatric Diagnostic and Interventional Radiology)”。

重点讨论了如下关注的问题：

**1. 离子束放射治疗中的放射防护 (Radiological protection in Ion Beam therapy)**。Dr. Yonekura报告了该文件的进展：在2012年度会议之后，根据会上大家提出的修改意见进行

了修改，主要修改内容为：(1) 完善了术语定义的表述，如布拉格峰 (Bragg peak)、宽束和笔形束等；(2) 对离子束放射治疗、适型调强放射治疗和成像程序中射野外的剂量作了进一步的阐述；(3) 完善了本文件的引言，使得更加清晰；(4) 考虑到本文件主题是防护，不是方法的介绍，因此对相关章节作了适度平衡处理。2013年8月经C3批准提交MC。在2013年的会议上对修改稿和MC提出的修改意见进行了讨论，会后作适度修改将正式提交MC。经过多年的起草、讨论和修改，目前已形成最终稿，不久将正式出版。本文件的主要内容包括：离子束放射治疗

概述，放射防护中的物理问题，放射生物学影响，离子束放射治疗中的辐射照射，离子束放射治疗设施的辐射安全管理、预防离子束放射治疗患者的事故性照射等。

**2. 锥形束CT (CBCT) 的放射防护 (Radiological Protection in Cone Beam CT)**，该文件的征求意见稿在会前一个月发给了每一位委员，要求必须以书面形式提出修改建议和意见。会上对修改后征求意见稿又进行了逐章的讨论。内容包括：CBCT技术、放射生物效应、患者和工作人员的放射防护原则、CBCT患者剂量的评价、CBCT患者与工作人员的剂量控制、CBCT特殊应用的剂量控制、质量保证计划等。根据会议讨论提出的意见和建议，该文件将作进一步的修改，然后提交MC。

**3. 减轻现代放射治疗继发癌症风险的实用放射防护建议书 (Practical Radiological Protection Recommendations on Mitigating Secondary Cancer Risks in Modern Radiation Oncology)**。该文件的起草颇费周折，在多年的起草和讨论中已经两次调整执笔人和任务组成员。最初由ICRU和ICRP共同组成任务组完成了草稿的起草工作，定名为“放射治疗后继发癌症风险与实用建议

下转第2版 ▶

### 专家介绍



岳保荣 研究员

硕士生导师。现任中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所副所长，兼任国际放射防护委员会 (ICRP) 委员、中华医学会放射医学与防护学分会主任委员、《中国辐射卫生》杂志副总编等职。

长期从事放射防护与安全研究工作，主要研究方向为医用辐射防护与质量控制，完成《放射诊疗中职业危害控制关键技术与风险评估研究》等多项国家和国际合作研究项目，发表论文80余篇。近年来主持完成了《乳腺X射线摄影质量控制检测规范》等国家标准7项，完成的“九五期间全国医疗照射水平调查研究”课题获中华医学科技三等奖。目前，是第一单元负责人承担《辐射危害控制与核辐射卫生应急处置关键技术研究及其应用：第一单元：医用辐射危害评价与控制技术研究》卫生行业科研专项。

## 放射医学与防护频道 荣获医学参考报报社表彰

由北京大学第三医院肿瘤化疗与放射病科承办的医学参考报放射医学与防护频道荣获“2012-2013年医学参考报优秀频道奖”。医学参考报报社社长周赞社长亲自率队来北医三院为编辑部颁奖，院办 仰东萍主任、肿瘤化疗与放射病科副主任兼放射医学与防护频道学术发展部主任梁莉和编辑部主任张照辉参加了接收颁奖仪式，并合影留念。周社长对我频道在2012-2013年办报工作中，

发挥专家学者作用、及时准确传播全球本专业内科学、实用信息，促进了学术交流与学科发展，深受广大读者好评，成绩突出，给予了高度赞扬。

放射医学与防护频道于2012年3月开始出版发行，为双月刊，是一份面向放射医学与防护专业人员的报纸。到目前已经发行了11期，共发行3万3千份。自创刊以来，本频道坚持对放射医学与防护领域的新进展进行搜集和报道，及

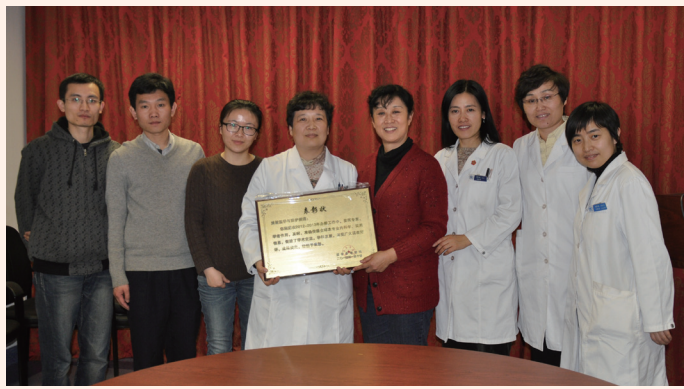
时反映当今世界这一领域最引人关注的热点，为从事放射医

学与防护的专业人员获取新知识提供了平台，得到了广大读

者的好评。在2013年的总结会上，报社充分肯定了频道的办报成绩：刊登文章质量高，主题鲜明，在时效性方面超过了报社的要求；编辑部的工作认真、细致、规范，交稿及时。编辑部全体工作人员深受鼓舞，表示一定再接再厉，更上一层楼，将频道打造的更加高端、主流、专业和时效，给广大读者提供更多实用、前沿的信息。

张照辉

2014-1-26



终校	排版设计	年 月 日	经营监管部	年 月 日
	编辑出版	年 月 日	总编室	年 月 日

## 国际医学物理学组织 (IOPM) 的政策声明

【据《Medical physics》2013年4月报道】题：医学成像的危险（作者 William Hendee 等）

在过去的几年间，某些科学杂志文献中发表了一些有关电离辐射进行医学成像程序（主要为CT体层摄影）的文章，指出在大量患者群体中每年成千上万个患者发生癌症或者癌症死亡的预测报道，而这些文章的预测数据是通过所估算的很小辐射剂量和很低的辐射危险与接受医学成像的大量的人数相乘而推算出这种估计。而一些公众媒体采用这些文章的内容制作成或打印的新闻报道或者电子网络加以传播，在患者的父母，其他家庭成员和患者本人中引起焦虑、担忧和同时造成患者及其亲属采取推迟或延误，甚至于拒绝接受所必需的X射线成像检查程序。基于在上述文章中所提供相关信息是一种推测性的辐射危险的估计，恰恰与此相反，患者及其家属所做出这种推迟、延误和拒绝使用X射线成像检查，对患者可能构成真实的而更大危险。

在国家层面的一些专业学术团体，包括美国医学物理师协会 (AAPM)，美国保健物理

学会 (HPS)，美国国家辐射防护和测量委员会 (NCRP)，为阐明目前在低水平辐射照射危险所存在一些争论而提出一些政策性声明。

同样地，在国际层面的一些科学咨询组织，如国际放射防护委员会 (ICRP)，联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) 也对超低辐射水平 (URL) 的危险存在的争论发表一些相关看法和评论。

该声明为由国际医学物理学组织 (IOPM) 于 2013 年 4 月发表在《医学物理学》杂志上的。该组织是国际性学术组织，由世界上 80 多个国家和 6 个地区性的医学物理学组织构成的，包括约 18,000 名医学物理学师会员。该项声明目的在于与上述一些国家和国际的学术组织所发表的一些政策性声明或评论一样，共同对那些未能得到证实的超低剂量水平的致癌危险的估计的宣传活动持相反态度，企图能起到一种威镊制的正面影响，而能为进一步倡导在当代医学 X 射线成像程序中采用低辐射剂量和高质量影像相一致的各种医学检

查起到积极推动作用。下面为 IOPM 发表政策性声明的观点：

该政策声明讲述在医学成像程序中对患者群体照射，电离辐射剂量低于 100mSv 剂量所致癌症发生率和癌症死亡率的预测问题。它包括以下四个观点：

1. 由医用辐射所引起的癌症发生和癌症死亡的前瞻性的估计具有高度的推测性，因为在这种估计中包含了各种随机性的和系统性的不确定度。这些不确定度可分类为剂量测定的不确定度；流行病学和方法学的不确定度；在辐射危险流行病学研究中来自低的统计学效能和低的精确性的不确定度；辐射危险数据模式化中不确定度；包括不同人群之间的危险估计普遍性不确定度和流行病学研究依赖于现实而不依赖于实验数据等等。上述这些所有不确定度对辐射诱发癌症发生和癌症死亡预测造成的易感性的偏倚和混淆的影响是无法加以识别的。

2. 在国际放射防护委员会第 103 号出版物中 A.4.1 辐射响应基本数据中 (A86) 段陈述“但是也有一致的意见，即

用来估计癌症危险的流行病学方法并不具有直接揭示在低于约 100mSv 剂量范围内癌症危险的效能”。进一步，在 2012 年 5 月由联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) A-67-46 号报告中陈述“UNSCEAR 不推荐在等于或者低于天然本底辐射水平上所增加剂量照射的一组群体中，估计辐射诱发健康效应使用大量个体人数乘以很低的剂量。”

3. 对来自医学成像程序由辐射诱发癌症发生和癌症死亡的预测应同时伴随对相同医学成像程序所带来的对患者的发病率、死亡率和代价的降低估计。

4. 如果使用有效剂量对癌症发生和癌症死亡的预测评估，应注意到 ICRP 所提出对使用有效剂量作为因接受电离辐射的个人或群体的危险估计的警告。在 ICRP 第 103 号出版物中第 151 段的陈述“有效剂量用于患者的照射危险的评价是受到严格限制的，在对医疗照射进行定量评价时必须考虑到这一点。”在该出版物第 152 段又陈述“当器官和组织只是部分受到照射，或者接受非常不均

匀的照射时（尤其是 X 射线诊断成像的情况），采用有效剂量来评价和解释患者的医疗照射是很成问题的。

此外，该组织的上述观点与如下组织和机构的观点一致。以下提供相关附加资料：

- 1) 国家研究委员会，低水平电离照射的健康危险：BEIRVII-phase2.2006.
- 2) ICRP 第 103 号出版物，国际放射防护委员会 2007 年建议书，AnnICRP2007.
- 3) 美国保健物理学会，美国保健物理学会立场声明：正确地评价辐射危险，2010-7.
- 4) 美国医学物理师协会 (AAPM)，AAPM 的立场声明：来自医学成像程序中的辐射危险，2011-12.
- 5) 联合国原子辐射效应科学委员会第 59 次会议（2012 年 5 月 21-25）大会报告，第 67 次会议 N046 增补.
- 6) 美国辐射防护和测量委员会第 71 号报告：辐射危险和引起疾病概率估计的不确定度，2012.

（中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所尉可道报道）

### ◀ 上接第 1 版

书 (The Risk of Second Cancer after Radiotherapy and Practical Recommendations)”。2012 年度会议上改为现在的名称。在 2013 年度会议上，C3 结合当前的国际状况对该文件又进行了认真的分析和讨论。2012 年，美国国家放射防护委员会 (NCRP) 出版发行了一个类似的报告，名称为“放射治疗后继发原发性癌和心血管疾病 (Second Primary Cancers and Cardiovascular Disease After Radiation Therapy)”。C3 认为，在这种情况下自己的报告实际上将是不必要的重复，正在起草和讨论的报告应该中止。然而，参加会议的委员们也注意到 C3 起草的报告与 NCRP 的

报告不尽完全重复，特别是在新技术的剂量学、放疗患者靶体积外的剂量和影响设备计划等方面都比 NCRP 报告有较详细的阐述。讨论的结果是：目前，缺乏新的放射治疗技术增加放疗患者继发原发性癌症风险的有力证据，而且，相反的观点却有令人信服的数据。ICRU 对已起草的报告是否继续下去没有明确表态。会议鼓励原起草人就已起草的部分内容以科学论文的形式发表。

4. 近距离放射治疗职业人员的放射防护 (Occupational Radiological Protection in Brachytherapy)。目前起草的主要内容包括：放射生物效应、职业人员放射防护原则、职业人员的辐射剂量与防护、近距

离放射治疗特殊应用的管理、应急计划于响应、质量保证计划 (包括设施、验收和稳定性检测、人员培训、治疗管理、以及职业人员事故照射调查) 等。会议针对现有的内容进行了讨论，并对是否包括镭-226 放射治疗提出了不同意见，与会人员无法确定目前哪些国家还在应用镭-226 进行放射治疗，当问到中国的情况时，岳保荣研究员告诉与会人员，中国早已不用镭-226 进行放射治疗了。会议责成 C3 秘书咨询 IAEA，确认是否还有一些国家在使用镭-226 进行放射治疗。

5. 无症状人员放射检查的正当性 (Justification in Imaging of Asymptomatic Individuals with

Ionising Radiation)。

6. 医用电离辐射正当性框架 (Framework for Justification in Medical Uses of Ionizing Radiation)。

经过认真讨论，与会委员认为这两个文件可能会有相当的重复，故会议决定将上述两项合并，合并后的名称为“医用电离辐射正当性框架”。会议建议：(1) 增加放射诊断新技术应用的正当性内容，避免由于新技术应用给患者带来不必要的照射。(2) 进一步完善放射诊断和个体健康评价医学成像的正当性评价过程。(3) 乳腺癌普查的正当性评价不在此范围内。(4) 在放射信息系统中增加参考标准与临床决策支持系统的内容。

### 7. 放射诊断和介入成像的诊断参考水平 (Diagnostic reference levels for diagnostic and interventional imaging)。

初步考虑的框架内容包括：目前 ICRP 推荐的诊断参考水平，患者剂量分布与诊断参考水平，介入程序的诊断参考水平，数字放射学、CT、PET-CT 和其他程序的诊断参考水平。会议建议进一步收集各国放射诊断参考水平相关资料，特别是新的放射诊断技术的诊断参考水平资料，另外对建立诊断参考水平的方法做进一步的阐述。

除对上述问题讨论之外，还对放射性药物所致患者的剂量、透视引导介入程序中职业人员的防护问题以及有效剂量的应用等问题进行了讨论。

医学参考报		放射医学与防护频道								
理事长兼总编辑：巴德年 副理事长兼副总编辑：曹雪涛 理事会秘书长：周赞	社长：魏海明 副社长：吕春雷 副社长：周赞	名誉主编：吴祖泽 主编：马力文 副主编：姜恩海 常务编委：陈英、郭亦超、李君利、吕泽民、张淑兰 编委：崔凤梅、鞠永健、任福利、肖德涛	潘自强 罗庆良 邹跃 刘长安 江其生、李蓉、冉新泽、尚兵 陈肖华、梁莉、邹家龙、邢志伟 崔勇、刘丽宏、乌丽娅、姚波	吕慧敏、刘玉龙、朱国英 高林峰、凌光华、王墨培、余长林	杨业鹏、尹在哲、赵超英、张继勉、张玉松、张照辉 专家委员会主任委员：尉可道 专家委员会副主任委员：贾廷珍 委员：白光、龚守良、王桂林、王洪复、王继先、王文学、周湘艳 编辑部主任：张照辉 编辑部副主任：郭亦超、陆毅、王墨培、肖宇、曹宝山、岳瑶 学术发展部主任：梁莉 学术发展部副主任：刘丽宏	社址：北京宣武区红莲南路30号4层B0403 邮编：100055 总机：010-63265066				

终校	排版设计	年 月 日	经营监管部	年 月 日
	编辑出版	年 月 日	总编室	年 月 日



# 医用辐射防护中的热点问题

中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所 岳保荣

电离辐射在医学领域的应用与日俱增,已成为诊断和治疗的重要工具,医疗照射成为最大的人工辐射源照射,这已是不争的事实。电离辐射这把双刃剑,使得医用辐射防护仍然面临巨大挑战。

## 一、医疗照射的正当性

医疗照射正当性这个话题由来已久,直到现在仍然是大家所关注的重要问题之一,因为它是减少受检者和患者不必要照射,降低集体剂量的重要因素之一。

医疗照射的正当性通常依赖于医疗专业人员的判断,但部分医疗机构或医务人员,出于经济利益的驱使或者谨慎的免责考虑,导致医学领域出现诸多不正当照射。这种把不合理的照射危害强加给受检者和患者的安排与医学伦理和辐射防护原则是不相符的。

近年来,对医疗照射正当性有了新的认识,把医疗照射的正当性分为3个层次:第一层次,指已经接受在医学中合理应用辐射,即对社会带来的利大于弊。这个层次的正当性目前已被人们所认可。第二层次,确定具有特定目标的一个特定程序,第二层次正当性的目标是为了判断放射学程序是否能提高诊断或治疗的水平,或是否能提供受照患者个体所需信息。第三层次,应用于患者个体医疗程序应当是正当的(例如,应判定对个体患者的具体应用这个程序是利大于弊)。因此,应该事先对所有人员的医疗照射正当性作出判断前提下,要考虑照射的特定的目的以及患者个体的特征。对于医疗照射正当性的3个层次,特别是对第二和第三层次的正当性,国际放射防护委员会(ICRP)2007年建议书(ICRP 103号出版物)与ICRP 2007年年度报告《医学中的放射防护》(ICRP 105号出版物)都有详细的描述。

医疗照射正当性的大多数评估是基于经验、专业人员的判定以及通常的认识,而且都是原则性的,特别是

儿科医疗照射的正当性,由于年龄和辐射的敏感性问题的正当性就更为重要。为此,ICRP经过多年的努力,于2013年发布了《儿科放射诊断与介入放射学的放射防护》(ICRP 121号出版物),该出版物明确指出,以下检查是非正当的:伴有癫痫症/头痛症状的婴儿或儿童的头颅X射线摄影检查;6岁以下儿童怀疑有鼻窦炎的鼻窦旁窦摄影检查;伴有无创伤性斜颈的婴儿或儿童的颈椎X射线摄影检查;四肢损伤相对侧的对比性X射线摄影检查;6岁以下儿童的舟骨X射线摄影检查;3岁以下儿童的鼻骨X射线摄影检查等。

目前,ICRP仍在关注医疗照射正当性问题,正在起草医用电离辐射正当性框架(Framework for Justification in Medical Uses of Ionizing Radiation)。

## 二、医疗照射的致癌风险

牛津大学和英国癌症研究中心的科学家对15个工业国家的统计分析研究发现,英国每年诊断出的癌症病例中,0.6%是由X射线检查所致;在德国,1.5%的癌症患者是由X射线导致的;在X射线和CT检查更为普遍的日本,每年新增癌症病例中,有3.2%是由这两项检查造成的。

美国哥伦比亚大学医学中心在《新英格兰医学杂志》发表文章,称研究发现美国2%的癌症病例是由于CT照射所致,辐射剂量远高于其他检查。美国CT检查人数增长迅速,1980年统计人数为300万人次,到2006年已激增至6,200万人次。据预测,在未来20~30年内,由于每年要进行6,000万次CT扫描,美国将因此多出现几百万例癌症。

对于一些专家所作的辐射致癌的预测,美国医学物理师协会(AAPM)提出了不同看法,AAPM于2011年12月发布的《关于医学影像检查辐射风险的立场声明》中说:AAPM认识到在满足诊断信息的同时,应以最低的辐射剂量获得成像信息;对于单个成像程序有效剂量低于50 mSv或

者短期内多个成像程序有效剂量在100 mSv以下,其辐射危险很低,以至于探测不到这样的风险,或者这种风险可能是不存在的。在如此低的剂量照射下,对患者群体假设癌症发生率和死亡率的预言,具有很高的推测性,应加以劝阻。这种预言是极其有害的,因为这可能导致在公众媒体中出现一些耸人听闻的文章,使得一些患者和家属拒绝进行医学影像检查,由此不仅得不到医师所开具的医学成像带来的临床好处,反而对患者会造成更大的风险。

众所周知,辐射致癌是属于随机性效应范畴,就随机性效应而言,ICRP认为,就目前的研究和获得的资料,我们在科学上有理由假设,在小剂量范围内,低于大约100 mSv,癌症和遗传效应的发病率随相关器官和组织的当量剂量的增加成正比的增加。由于这是一种假设,因此,医疗照射辐射致癌的争论还将持续下去,但笔者认为,尽管这是一种假设,但这是在科学上有理由的假设,医疗照射的正当性必须科学判断、认真执行,尽可能减少不必要的照射。

## 三、放射治疗中存在的问题

随着医用射线在临床治疗中的应用越来越广泛,经常出现放射治疗的事件、事故和医源性照射损伤。依据ICRP推荐的放射治疗中医疗事故分类标准:A类包括大于25%的超剂量照射和大于25%的欠剂量照射,典型的治疗剂量为40~60 Gy,25%~50%的超剂量照射,在5年内由于并发症造成的死亡概率为50%;如大于25%欠剂量照射,且在治疗过程中一直未被发现,结果是癌症变成晚期,没有机会进行补救治疗;B类为5%~25%的超剂量照射,增加非生命危险的并发症,降低癌症控制率。

ICRP于2009年发布了《预防放射治疗新技术的放射性照射》112号报告,目的是为了总结经验教训,也是为放射治疗中减少事故照射风险提供

指南,特别是对那些先进和复杂的治疗技术。

与射线束输出和校准相关的事件:

(1)小野的校准问题——微型多叶光栅运行时使用不适当的探测器。2006年4月,某医院试运行一台装有微型多叶光栅或锥形标准直器的立体定向放疗设备,该设备的射线野很小,仅6 mm×6 mm,在测量吸收剂量和采集线束数据时用的是Fammer 0.6 cm<sup>3</sup>的电离室,该电离室对于这种类型的测量来说实在是太大了,结果对微型多叶光栅所有野的校准全部错误,导致使用这些野治疗的患者超剂量照射约200%,用这台设备治疗患者172位,其中,145位患者使用了微型多叶光栅。

(2)手术期间放射治疗射线束校准问题——手术期间校准失误来源于错误的源校准数据。一家医院安装了一台手术期间放射治疗(IORT)设备,但生产厂家没有提供手术期间在特定距离上如何测量吸收剂量的资料,包括测量的几何条件,试运行期间,测量吸收剂量用的是两个几何条件完全一样的直径为4 cm的模体,但设备安装工程师在安装设备时安装了两个不一样的校准文件夹,两者相差20%,使得在一度时间内患者受到不应有的超剂量照射。

(3)断层放疗输出量漂移——断层放疗机连锁装置的错误允许误差。比利时的某医院断层放疗机输出量稳定性检测发现欠剂量超过10%,调查发现机器安装时输出量连锁安全阈值设置的允许误差大于±10%,致使3名患者治疗剂量欠12%。

与治疗准备相关的事件:

(1)活动楔问题——楔型选择错误导致MU计算错误。一家医院于2004年引入新的放疗技术,决定由固定楔(硬楔)换成活动楔(软楔)治疗前列腺癌患者。使用硬楔治疗时,进行独立的MU计算,再用二极管进行剂量验证,技术改造时因计算机软件处理不了软楔的计算,删除了二极管独

立验证剂量,而治疗时却错误地选择了硬楔选项,导致MU计算错误,至少23位放疗患者接受了20%~35%的超剂量照射,4位患者由于此次事故而死亡。

(2)IMRT的计算机问题——计算机故障,导致治疗计划丢失数据。一位头颈部癌症患者第一疗程放疗四次之后,为了减少特定器官的风险,物理师重新制定计划,新计划制定后存入数据库时计算机发生了故障,结果多叶光栅控制点的信息没有包含在文件夹中,由此造成在开放野的情况下实施照射治疗,使得该患者接受了超剂量照射,3次照射剂量达到了39 Gy。

ICRP对对一系列事故的原因作了认真的分析和总结:没有足够的教育与培训,缺乏对放射治疗设备和治疗计划系统物理方面的理解和认识;忽略质量控制检测,缺乏适当的验收和试运行程序或改变程序未经确认;重大维修后,恢复治疗前没有通知相关人员进行剂量学验证;未对异常的组织反应进行及时的通告等。

纵观我国蓬勃发展的放疗事业,近年来罕见放疗事件或事故的报告或报道,是真的没有事故,还是有事故而没有报告,笔者不敢妄下结论。若有事件或事故不报告或不报道,则是万万不该的,首先,违反了相关的法规。卫生部令第46号《放射诊疗管理规定》明文规定:医疗机构发生放射事件,应当及时进行调查处理,如实记录,并按照有关规定及时报告卫生行政部门和有关部门。第二,不利于受害患者的医学随访和相关权利的保障。第三,不利于他人借鉴教训,避免同类事故的发生。

综上所述,医疗照射在服务广大受检者和患者的同时所带来的一系列问题不容忽视。日常工作中,需严格执行国家颁布实施的相关法规和标准,加强执法监督,加强教育培训,增强辐射防护意识,认真落实医疗照射的正当性判断,使用合适设备、合理控制剂量,重视防范放射性医疗照射。

## 在介入放射学中辐射防护眼镜的防护效果

【据《Cardiovasc Intervent Radiol》2013年11月报道】题:在介入放射学中辐射防护眼镜的防护效果(作者 Bart D.van Rooijen 等)

介入放射科医生和心内科医生在日常的临床实践中能够接受到高水平的照射。近来,国际放射防护委员会,建议在一年中,眼晶状体的当量剂量限值从150mSv降低到20mSv。此建议源自于眼睛对辐射诱发白内障敏感性的重新评价。在过去,辐射诱发白内障被认为是一种确定性效应,照射阈值剂量为5Gy。而近年来,对日本原子弹受灾的幸存者的重新分析,以及对医学职业人员白内障发病率分析和其他一些研究工作等修正对其危险评估,认为过去高估了白内障的剂量阈值,从而强调了一些从事X射线介入程序人员的眼睛辐射防护的重要性。

荷兰马斯特里赫特大学医学放射科的 Bart D 等的研究采用戴防护眼镜的方法下调眼晶体的剂量。然而,多个因素影响着戴防护眼镜剂量下调的作用,比如防护眼镜的设计,介入房间的布置和操作者的位置都会影响防护眼镜的防护效果。根据以上因素, Bart D 实验研究的设计和方法如下图1A,典型的辐射防护眼镜的规格,正面铅当量厚度是0.75mm 两侧是0.5mm,五个不同的防护镜模型分别为53 wrap(模型1),Metalite 553S(模型2),Maxi Designer Range(模型3),Icicles DesignerRange(模型

4)和Ultralite 99(模型5),此外,还有单纯眼睛框不含有镜片(模型6)。使一台用X射线数字系统检测铅防护眼镜的宽射束衰减。使用一台Unfor Xi剂量测量仪放在距X线管1m处。两块带有1cm圆孔的铅板,相距30cm,底部铅板直接放在剂量测量仪上减少房间墙壁和天花板的散射。防护镜直

接放在圆孔上。X线管设置为100kV,50mAs和2mm铝(Al)过滤,用来测量防护眼镜的衰减性能,既有眼镜剂量除以没有眼镜剂量。用LiF热释光剂量测量计(TLDs)在模体上进行剂量测量。TLD读出是用Harshaw3500读出仪。每一次实验控制照射时间使TLDs近似0.2mGy的剂量并进行天然本

底剂量扣除。用 Philips Integris 3000 透视系统进行实验,系统设置为75kV,2mm铝(Al)过滤。用20cm×30cm厚20cm的有机玻璃厚板作为患者代表放在诊视床上并用床下的X射线管以全野线束中照射如图1B。RANDO拟人的模拟人头部模体放在厚板的散射辐射域中。头模放置三个不同的位置是:第一个正面向辐射束,头模放在面对厚板方向60cm位置如图1B;第二个,具有代表性的工作状态,头模面向诊视床在从射束轴横向和纵向50cm并距颅顶1.85m处;第三个位置几何条件与第二个相似,但是头模向远离厚板一侧旋转45度如图1C。

在临床实际中对眼睛剂量的测量,准备三个TLDs元件做实验测量。两个TLDs直接放在眼睛水平的手术帽上。第三个TLD放在锁骨水平胸部正中。

用接近眼外眦TLD测量眼晶状体剂量。使用两种不同眼镜架:第一种是辐射防护眼镜架(如模型5),第二种是没有镜片的眼镜架(如模型6)。另外,使用吊顶式防护屏评估眼睛剂量。实验由四个有经验的介入放射科医师进行股动脉血管内介入,X射线介入设备使用一台Toshiba公司产和一台Philips公司的Allura Xper FD 20心血管X线介入系统完成。

结果显示在实验中佩戴不同辐射防护眼镜的模型证明对模体头部的正面照射,提供剂量下调在7.9~10.0因子范围内。当模体头部向远离X射线管方

向旋转45度时如图1C,对右眼没起到防护作用,而左眼有很强的防护作用;当戴防护眼镜时,面向X射线管照射方向双眼的剂量是最低的;在头向远离X射线管方向旋转时,眼睛剂量会增加,接近于不戴防护眼镜时的眼睛剂量,特别是对左眼导致很高的眼睛剂量;在临床实践中,通过侧向屏蔽和眼镜曲率能更好的保护接近X射线管的眼睛,平均的剂量下调是2.1因子。此外,模体头部向上倾斜15度,剂量下调作用强;然而向下倾斜,剂量下调作用减弱;很高的管电压也不利于剂量下调。临床实际中的剂量下调结果显示吊顶式铅玻璃辐射防护屏对双眼的剂量下调作用最强,平均剂量下调是5.7因子。

图2为在头模上佩戴两种防护眼镜模型所摄取两幅X射线影像示意图:图2A为模型5,图2B为模型2,对这两种模型的影像可以观察到眼睛位置和屏蔽边界之间距离是不同的。这表明防护眼镜与头模的朝向的配合可能会引起剂量降低的差别。图2显示头模在45度双斜角度(即左斜位和头尾斜位)的X射线成像,图中用一个1mm长不透X射线标示物表示出眼晶状体的位置(箭头所示)。

由此研究可以看出,戴防护眼镜对眼睛的辐射防护是很重要的方法,防护眼镜的防护效果依赖于一些结构因素,比如医师与源之间的位置和防护镜的模型。在模拟实验中,

下转第8版

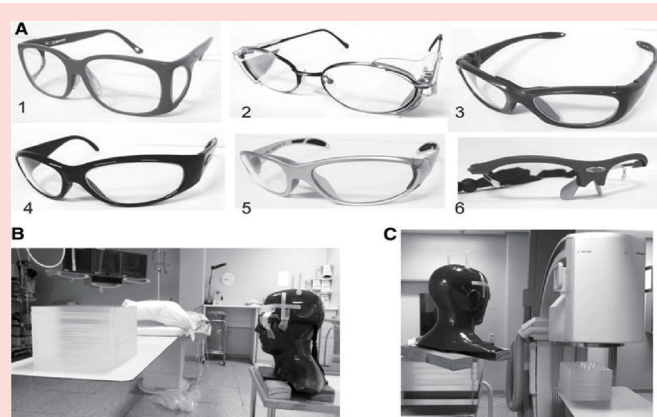


图1 A在模拟人实验中用于检测的辐射防护眼镜的不同模型图。模型6是没有镜片的眼镜框作为X线介入期间没有防护眼睛剂量的检测模型。B确定得到最大剂量下调的位置是头在同水平并且正面向诊视床的辐射束。C实际中剂量下调因子的获得是模拟人头模置于放射科医生头部的经典位置。

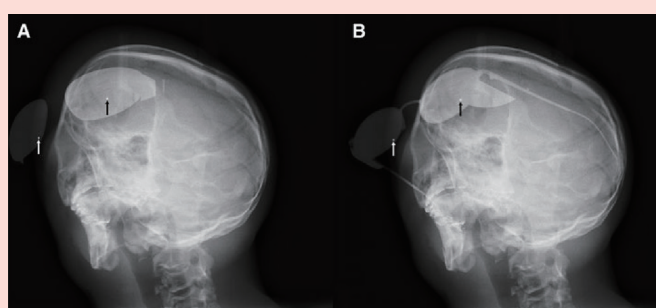


图2 模拟人头模置于45度双斜角度(左斜位和头尾斜位)并戴上辐射防护眼镜的X线图像。用1mmX线不透X射线的标示物标记眼晶状体的位置。这些在图像上为箭头所示。显示两个不同的模型:模型5(A),模型2(B)。

## 使用混合迭代重建可减少小儿CT的辐射剂量

【据《Radiology》2012年5月报道】题:使用混合迭代重建可减少小儿CT的辐射剂量(作者 Sarabjeet Singh 等)

美国马萨诸塞州总医院放射科的 Sarabjeet Singh 等研究的主要目的是,将小儿胸部和腹部CT分别使用混合迭代重建和传统的滤波反投影法(FBP)进行重建,比较两种重建方法的图像质量和辐射剂量减少。

研究对象为234名6周至18岁大的患儿,中位年龄12岁。这些患儿的胸部和腹部CT由一台具备混合自适应统计迭代重建(ASIR)功能的64排螺旋CT扫描,扫描方案根据临床需求和患者体重制订,以获取所

有患儿的低剂量CT图像,并且管球电流远小于ASIR方案所需的量。记录下受检者的体重、

年龄、性别,并且测量胸部CT降主动脉和腹部CT肝脏的噪声。在这234名患儿中,有70

名之前进行过FBP CT的扫描,对这70名患儿(29例胸,41例腹)的ASIR和FBP CT图像

进行图像质量、伪影和诊断可靠性的比较,由两位儿科影像学医师独立进行观察。

其结果是,ASIR比FBP的胸部和腹部CT扫描剂量分别减少46.4%和38.2%。两位儿科影像学医师认为ASIR和FBP CT图像对于诊断来说都是可接受的,并且均没有伪影。ASIR虽然应用了较低的剂量,但是图像的噪声却远低于FBP图像。

因此,使用混合迭代重建技术,如ASIR,与FBP比较可显著减少小儿CT的辐射剂量,并且维持较高的图像质量和诊断可靠性。

(中日友好医院放射科 李苗 马国林 报道)

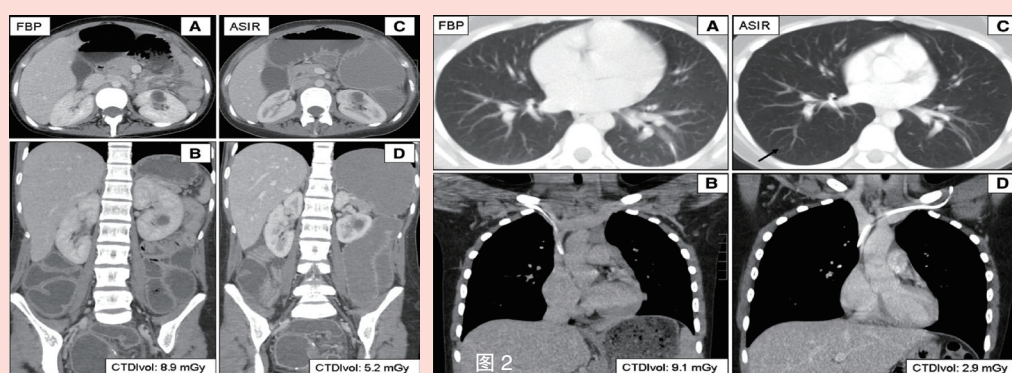


图1 17岁患儿,体重39kg,因克罗恩病行结肠切除,行腹部CT观察肠梗阻情况。A图及B图为FBP图像(CTDIvol=8.9mGy,107~189mA,120kVp),可见明显扩张和积液的小肠肠管以及左肾囊肿。C图及D图为ASIR图像(CTDIvol=5.2mGy,75~150mA,120kVp),减少了41.5%的CTDI,但并没有影响到诊断和图像质量。

图2 10岁患儿,体重37kg,患有横纹肌肉瘤。A图和B图为FBP图像(CTDIvol=9.1mGy,88mA,120kVp)。C图和D图为ASIR图(CTDIvol=2.9mGy,55mA,120kVp),C图中箭头所示为一边界不清的磨玻璃灶,减少了68%的CTDI。

终校	排版设计	年 月 日	经营监管部	年 月 日
	编辑出版	年 月 日	总编室	年 月 日

## 患者的辐射防护



【据《Health Phys》2013年10月报道】题:患者辐射防护是医疗质量不可分割的一部分(作者 Claire Cousins 等)

现代医学要求迅速的诊断和治疗,大多运用带有电离辐射的检查,特别是CT。随着科学技术的迅速发展,X-线透视引导的微创治疗技术也在迅猛发展。这种微创技术为不适合手术的患者提供了更多益处,然而,现在许多年轻患者也使用这项技术进行治疗,从长远来看,辐射危险成为值得关注的问题。

保健专业人士、患者、公众每个人对“医疗质量”的理解都会不同,但是在实际中很难定义或者评估“医疗质量”。实际上描述的医疗质量“它像所有人的愿望,有不同的标准”并且似乎永远没有统一标准来理解和衡量医疗质量。医疗质量包括对执业医师操作、健康管理系统、贡献的评估。所谓的贡献是指给医生提供与疾病有关的信息和对医嘱的依从性。许多组织、专业学会、政府机构和工商业协会都参与到了如何提高医疗质量系统中。美国医学研究所发布了关于医疗质量和安全的几份报告,从而对医疗质量提出了六个目标。医疗保健应该是安全、有效、人性化、及时、胜任和公平,并且提出了如何实现这些目标的建议。

从医疗机构类别、诊疗过程和治疗结果得到信息,进而对医疗质量进行评估。医疗机构类别应该包括设施设备、物质资源、人力资源和组织结构。诊疗过程包括在就医过程中的行为以及从业医生做出诊断和推荐或者实施治疗的行为。治疗结果是指诊疗对患者健康状况的影响。决策者通常根据一些参数进行评估,例如:死亡率、生存率、并发症和功能恢复状况等。政府和决策者有时衡量医疗质量时也会用到就医时候诊时间、预约时间和住院时间。引进最先进的成像技术和通信传输系统表明,放射学可以在改善医疗质量的过程中发挥领导作用。现代医学需要迅速的诊断和治疗,放射学已经成为患者管理中必不可少的一部分,多种调查显示,多数患者都在诊疗过程中使用过电离辐射的检查,尤其是CT。使用透视引导的微创技术及应用范围和数

量上都在迅猛发展,这项技术为不适合手术的患者提供了更大的益处。对于年老体弱患者,任何和放射有关的危险都不是关注的焦点,但是,随着这项技术在年轻患者中的应用,辐射剂量和危险将成为关注的焦点。

因此,患者的放射防护是构成提高医疗良好质量的问题之一。正当性和最优化是患者辐射防护重要的原则。剂量限值仅应用计划照射情况,然而却不应用医疗照射。

### 正当性

正当性原则的意图是权衡危险和利益,确保患者辐射照射利大于弊。这项原则应用到医学中有以下三个层次:

1、全体层次—接受照射医学的应用,利大于弊。

2、全体层次—确定具有特定目标的特定程序使用辐射正当性判断(例如患者有气短、咳嗽等体征,则行胸部X线检查是正当的)。

3、个体层次—对个体患者的一个特定程序的正当性判断(例如使用某项复杂的诊断和介入程序)。

在医疗实践中,正当性通常依赖于专业人士的经验、知识、诊断、对病情了解的结合。卫生专业人士应有适当的教育水平,以确保每位患者在诊疗过程中应用辐射检查是正当性的。不遵守这原则,一些检查(例如CT)可能会重复进行,这种现象是危险的。保健专业人士应该考虑X射线或者其他检查是否真的有必要进行,它是否对患者的健康管理有益处。现在某些放射学检查的增加是因为“最好知道”而不是根据医学上的实际指征需求(例如对于年老和身患绝症的患者来说)。对于儿童和年轻患者,保健专业人士应该考虑是否有可以提供相似诊断信息的非电离辐射的检查。孕妇更应该考虑检查的正当性,如果CT被认为是适当的诊断检查,那么低剂量的CT可以提供非常有价值的诊断信息。

对临床广泛应用问题上,已经制定一套使用适当的影像检查指南来帮助临床医生并且减少患者不必要的照射。这是

指美国放射学学会的相应的标准和皇家放射学学会推荐指南,以前称为“利用最好的放射学为临床提供服务”,但是现在称为“iRefer”。

实用防御医学(practicing defensive medicine),最近存在医学法律的问题,导致不必要的检查。有一些患者频繁出现同一种症状,存在对患者持续重复同样的检查的趋势,尽管这些检查可能是正常的或者是以前情况是阴性的(例如,因为腹部疼痛重复腹部CT或者因为呼吸急促重复胸部CT)。每一次就诊时当不同的医生或者不同的临床团队对患者再检查时可能会加剧这种问题。在欧洲,1993年发布一个法令规定医生工作时间,减少了医生的工作小时数,减少护理连续性,但是这并没有影响患者的住院死亡率或住院时间。

老年患者,关于辐射可以诱发癌症的危险不是经常考虑的一个因素,因为应用辐射检查的益处超过了可能在数十年后才会发生的随机性效应。然而这些患者仍然遭受组织反应(确定性的反应),特别是皮肤伤害,如剂量足够高可以导致明显的发病率和功能障碍。尽力避免外科手术而使用微创介入程序是老年患者的首选,但是由于老年人的血管解剖变得扭曲和心脏疾病的关系,使这些操作过程更加困难和具有挑战性,因此会导致较高辐射剂量。

研究表明,许多医疗操作,没有充分的理由证明是为确诊或者是怀疑类似的诊断。初级医生知道胸部CT或肺部血管造影如果以“患者呼吸短促?肺栓塞?”腹部CT如果以“患者腹部疼痛?输尿管结石?肠道问题?”、这种形式描述,放射科医生是不会拒绝检查的申请。然而事实上患者是轻微的临床体征和症状。在2003年, Hayward 写道:“在一项特殊检查的医学适应症和它所进行这项检查的目的之间的密切关系是不可避免的被淡化”因而用一缩写词描述—VOMT(现代成像技术的受害者)。他强调许多患者的检查是为了消除顾虑得到的检查结果显现轻微的异常,从而可能会导致患者医学焦虑,进一步的求医会诊,与

此同时导致更多不必要的检查。医学成像技术质量和灵敏度的进展,在某种程度上会加剧这种问题发生。

尽管成像检查数量以各种形式在继续增加,近年来最引人注目的是CT检查的增加。这主要是因为CT已普遍地在被使用。与CT相比超声或MRI的可用性比较有限。现在认为CT具有较高的诊断价值,因为它比基于操作者能力的超声提供了更多可靠和可以重复的信息,因此,医生偏重患者进行CT检查,而忽视超声显示的结果,尽管CT有时只是为了证明超声结果。由于医学保健期望值的增加和迅速诊断要求,许多患者没有进行临床检查之前而直接使用影像检查,然而一些临床专家首先对患者进行询问检查,再利用CT检查结果是一般的常识。

### 最优化

一旦一项检查已经确定为正当性的,确保最优化应用和使辐射剂量保持合理达到的尽可能低水平(ALARA),而且也要与医学的目的相一致是医生的责任。随着检查和介入治疗技术越来越复杂,这项操作需要更加专注和专业化的团队。患者防护最优化也需要适当的工作方式和程序。对同一项检查可给予患者宽范围剂量取决于许多因素,例如患者的身材,检查的复杂性和应用设备类型。

诊断参考水平(DRLs)作为一种有用的工具,通过比较其他设施的成像技术,在本地、地区或国家层次上为不同的诊断检查建立认为可以接受的剂量范围。DRLs帮助避免对临床目的没有贡献的辐射剂量,同样重要的是,允许识别出在规定的剂量范围之上或者之下的“超边界者”。

DRLs已在许多国家应用,但作为参考剂量首次在英国建立,是由国家辐射防护局在1990年的全国调查患者剂量并且收集的相关数据提出的。该数据库每5年进行回顾和更新一次,推荐作为国家普通X-线检查的参考剂量。收集数据的主要责任是放射科医生、放射技术专家和医疗物理学家。

应该强调的是,DRLs设计是用于比较各种检查的剂量而不是比较个体患者的剂量。在一些医学高级技术中心,基于精湛技术的应用已经显示出辐射剂量比国家的DRLs低4%~20%。DRL的概念越来越多的延伸到放射介入和心脏介入的程序中,即使是同样的一种程序,在患者之间剂量也有比较宽的范围。调查显示,关于患者体积和体重的数据标准化是一个问题,回顾过去10~15年,剂量范围的持续增加是必须的。

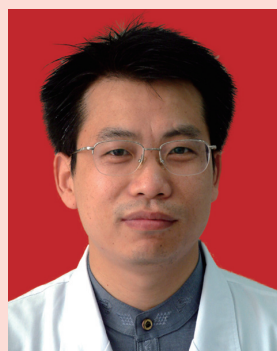
成功应用辐射防护原则(例如正当性和最优化等)依赖于对卫生专业人士的辐射防护知识的培训,同时依赖于对工作在实际工作中的合理使用。难以置信的是,过去十年在不同国家调查显示医务人员对辐射防护知识严重缺乏。大约有95%的受访者低估了患者的辐射剂量,5%受访者认为超声利用的是电离辐射,8%~27%受访者认为MRI应用的是电离辐射。这些结果显示需要加强对医务工作者的辐射防护知识培训,应该开始在医学院的医学生培训,而不是等待对住院医师培训。

这些卫生专业人士使用电离辐射进行检查既需要专业知识来完成一项程序,又需要辐射防护知识尽可能降低患者辐射剂量。非放射科的专业人员应用电离辐射检查的趋势在增加,而这些人员往往很少或者没有接受过辐射防护培训,这个问题必须解决,以确保患者辐射保护的更好实施。放射学知识的培训需要昂贵的人力资源和花费较多时间,参加培训的个人数量通常是有限的。

评估医疗保健的质量参数包括发病率、死亡率、并发症、候诊时间等。然而,美国全人口现在接受的医疗照射剂量接近于天然本底辐射剂量。从这种医疗照射中使患者得到及时诊断和非介入治疗的极大好处,然而,构成患者的一些良好管理系统有众多因素,不要忘记患者的放射防护也是医疗保健质量整体的一部分,而且在今后需要增加资源,恰当的解决这个问题。

(二炮总医院 于秋燕 邹跃 报道)

## 放射性皮肤损伤与基因多态性



周福祥 教授

博士,教授,主任医师,硕士/博士生导师,武汉大学中南医院放疗科副主任。研究方向:肿瘤放疗基础与临床/肿瘤生物治疗。2010年在法国尼斯大学 Antoine-Lacassagne 肿瘤中心做访问学者,师从前欧洲放疗协会主席 Jean Pierre GERARD 教授。承担多项教育部博导基金、国家自然科学基金、省科技攻关重点项目,国内外学术期刊发表论文60余篇,参编《实用肺部肿瘤学》,获专利2项,省科技进步一、二等奖4项。现任中华医学会放射治疗学分会青年委员,国家医疗器械审评专家库审评专家,国家自然科学基金评审专家,《中华放射医学与防护》编委,湖北省抗癌协会淋巴瘤专业委员会副主任委员,湖北省抗癌协会胃肠专业委员会常委(2011年),肺癌专业委员会委员,湖北省靶向治疗专业委员会常委。

急性放射性皮肤损伤主要是上皮的生发层细胞和皮下血管发生的变化,照射部位的毛细血管反射性扩张,局部充血,进而引起血管损伤、微循环障碍、上皮细胞以及成纤维细胞增生不良,导致伤口愈合不良。急性放射性皮肤损伤与核糖核酸、脱氧核糖核酸、蛋白质等分子受电离辐射的作用,体内分子激发和电离,产生自由基以及氧效应的存在,导致大分子断裂和细胞内DNA损伤,引起双螺旋结构的复制紊乱和错误有关。因此,DNA损伤修复基因、氧化应激基

因、炎症因子相关基因等在其中发挥着重要作用。单核苷酸多态性(Single nucleotide polymorphisms, SNP)是核苷酸序列中单个碱基的变异所引起的DNA序列的多态性,属于第3代遗传标记,具备多态信息量大、密度更高、遗传稳定、易于检测和统计分析等优点,为肿瘤的发病易感性、治疗敏感性、预后因子分析等研究提供了很好的途径。最近十多年来,针对放射性皮肤损伤因素的基因多态性研究到目前为止得到的一些证据也主要集中在上述几种基因上。

X线修复交叉互补基因1(X-ray repair cross complementing group 1, XRCC1)是第一个被分离出来的影响细胞对离子辐射敏感性的哺乳动物基因,它参与DNA损伤的碱基切除修复途径(base excision repair, BER),在修复DNA单链断裂,保持细胞染色体的完整性和稳定性中起重要作用。XRCC1蛋白本身并无催化活性,在碱基切除修复过程中,XRCC1蛋白被称为“脚手架”蛋白,起到一个平台的作用,参与由氧化剂、烷化剂和电离辐射等所造成的碱基损伤和DNA单链断裂的修复过程,而且在该过程中可能起着重要的作用。Moullan等报道了254例接受放疗的乳腺癌患者,其中有70例出现严重的放射性损伤(RS-BC组),RS-BC组中同时携带XRCC1 399Gln与280His基因型的患者较non-RS-BC组出现的频率更高(RS-BC VS non-RS-BC,  $OR=2.54$ ,  $95\% CI 1.04-6.22$ ),这个结果提示XRCC1中399和280基因型将影响乳腺癌患者放疗后发生严重放射性损伤的风险。Chang-Claude等报道的一项前瞻性研究显示,446例保乳术后接受辅助放疗的乳腺癌患者,发生急性皮肤放射损伤的患者有77例,在正常体重指数(Body Mass Index,  $BMI \leq 25$ )组中,同时携带XRCC1-399Gln与APE-148Gln基因型患者较同时携带野生型患者发生皮肤急性反应(湿性脱皮)的风险明显降低(调整后 $HR=0.19$ ,  $95\% CI 0.06-0.56$ ,  $P<0.05$ )。但是,之后关于此基

因多态性与乳腺癌、鼻咽癌患者放射性皮肤反应关系的研究结果却并不一致。

MnSOD是一个由位于6q25的核基因编码的抗氧化酶,存在于线粒体基质中,主要功能是清除细胞内的超氧阴离子 $O_2^-$ ,使其对细胞的损伤作用减小,起到保护细胞的作用。研究显示MnSOD表达增高可以降低或增加细胞的放射敏感性。MnSOD信号肽基因16密码子基因突变(T/C),导致其编码氨基酸改变(Val/Ala),影响其亲水结构从而不利于MnSOD向线粒体转运Ala-MnSOD活性比Val-MnSOD低30%~40%,因此该位点的单核苷酸多态性可能会改变MnSOD对ROS的清除能力,最终影响细胞的放射反应。一项对接受术后放疗的乳腺癌患者研究表明,Val/Ala基因型较Val/Val基因型者放疗后更易发生纤维化( $OR=1.15$ ,  $95\% CI 1.01 \sim 1.30$ )。

髓过氧化物酶(Myeloperoxidase, MPO)在生理情况下,MPO能够催化细胞中氯离子和过氧化氢反应生成次氯酸等反应性物质和多种自由基,后者直接引起宿主DNA损伤,引发多种病理过程和组织损伤。此外,髓过氧化物酶还是一种白细胞酶,具有介导炎症反应、调节机体免疫应答等多种重要功能,进而调节急性放射损伤的发生和发展。关于MPO基因多态性,最重要的是位于基因转录起始点前463bp(rs2333227)处的G/A转换。该位点位于与转录因子SPI识别结合的顺式作用元件中,等位基因G可增强转录25倍,而等位基因A仅可增强转录几倍,故G/A变异可降低mRNA的表达水平,从而影响酶的活性。Ahn等研究了MPO基因多态性与乳腺癌术后放疗患者发生放射性损伤的相关性,结果显示, $BMI \geq 25$ 且携带MPO-463GG基因型增加了放疗后发生急性放射性损伤的危险( $HR=3.61$ ,  $95\% CI 1.78-7.35$ )。关于MPO基因多态性位点rs2333227(2642 G>A)的一项研究却显示,其与乳腺癌患者放疗后晚期毒性反应无关。

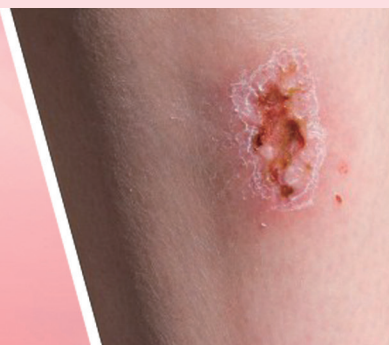
谷胱甘肽转硫酶(Glutathione S-transferase P1, GSTP1)是重

要的II相解毒酶,且具有抗氧化损伤作用。GSTP1上的硫原子能够与亲电子物质发生亲核加成反应,生成的谷胱甘肽反应产物易于被机体清除,从而降低ROS水平,减少组织放射损伤。目前,研究较多的多态性位点是位于第5外显子(ATC/GTC)内的105Ile/Val(rs1695)。该位点的变异可改变蛋白质的体积和疏水性,从而导致GSTP1的活性降低。在Ambrosone等的研究中,427例乳腺癌患者接受术后辅助放疗,其中76例发生较重的急性皮肤反应(CTCAE分级大于2级),在调整照射野、射线能量、BMI、吸烟饮酒史及激素治疗史等因素后,携带GSTP1 GG基因型的患者与携带AA型患者相比,增加了2倍皮肤毒性反应发生风险(调整后 $HR=2.28$ ,  $95\% CI 1.04-4.99$ )。其他研究显示,GSTP1 Ile105Val基因型的乳腺癌患者放疗后发生胸膜增厚的几率较其他患者高( $P=0.004$ ),放疗引起的2-3级纤维化发生率也较高(经调整后 $OR=2.756$ ,  $95\% CI 1.188-6.393$ ,  $P=0.018$ )。

转化生长因子 $\beta 1$ (Transforming growth factor beta-1, TGF- $\beta 1$ )是一种具有多重生物学效应的细胞因子,它具有促进胚胎生长发育,调节机体免疫,调节细胞的增殖和分化,生长抑制等功能,在组织损伤的修复和更新,促进血管生成和细胞外基质沉积过程中发挥重要的作用。体外研究发现,肿瘤细胞经放射线照射后,TGF- $\beta 1$ 基因的表达升高,TGF- $\beta 1$ 信号通路抑制剂可以降低射线对DNA损伤修复。Quarmby等在TGF- $\beta 1$ 基因多态性与放射性纤维化的相关性研究中发现,TGF- $\beta 1$ 基因中有-509T和+869C这两个等位基因的患者( $n=15$ )较没有这两个等位基因的患者( $n=88$ )出现放射性损伤的风险更高( $OR=3.4$ ,  $P=0.0036$ 和 $OR=2.37$ ,  $P=0.035$ ),如果是两个位点的纯合子,则出现严重放射性纤维化的风险将提高7~15倍。在接受过辅助放疗的乳腺癌患者中,TGF- $\beta 1$ 基因T869C携带者( $OR$

0.295,  $95\% CI 0.090-0.964$ ,  $P=0.043$ )与2~3级放疗引起的纤维化有关。

2009年10月至2011年12月武汉大学中南医院放疗科以行调强放疗且签署知情同意书的鼻咽癌患者为研究对象,查阅患者病历资料及放疗计划,并留取其静脉血液样本。提取血液基因组DNA,采用聚合酶链-限制性片段长度多态性(polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphisms, PCR-RFLP)方法和直接测序法检测XRCC1、MnSOD、MPO、GSTP1、TGF- $\beta 1$ 、COX-2、人端粒保护蛋白(human protection of telomere 1, POT1)、端粒重复序列结合因子2(telomeric repeat binding factor 1, TERF2)等基因的多态性。依据CTCAE4.0标准对放疗中出现的急性皮肤放射损伤进行评价和分级,其中CTC 0~2级定义为轻度反应,CTC  $\geq 3$ 级定义为重度反应。共有96例接受调强放疗的鼻咽癌患者入组本研究,其中71例(74%)皮肤反应评级为轻度,另外25例(26%)发生CTC重度急性皮肤放射损伤。结果显示,携带TERF2基因(rs251796)TC等位基因的患者发生严重急性皮肤放射损伤的风险明显高于携带TT基因型患者( $OR=5.167$ ,  $95\% CI 1.556-17.154$ ,  $P=0.007$ ),而其他基因的多态位点未显示出与急性皮肤放射损伤有显著关联。综上所述,放射性皮肤损伤是一个多因子参与的复杂过程,是一个与损伤或修复有关的多基因、多SNP位点改变的复合结果,是许多微效基因累加的综合效应。现阶段通过大样本的研究发现与之有关的基因多态性位点是预测患者放疗皮肤损伤风险的有效手段之一。但鉴于参与此过程的基因类别之多,基于单个或少数几个基因多态性位点研究而建立较为准确的预测模型的难度较大。但随着基因组学、蛋白质组学等研究技术的进步,涉及更多参数的大型研究或许能够为精确预测患者放疗副反应带来福音。(周福祥报道)



## 低剂量前门控收缩期触发用于冠脉 CT 血管造影评估主动脉瓣的可行性

【据《BMC Research Notes》2013年6月报道】题：低剂量前门控收缩期触发（PTAS）用于冠脉CT血管造影评估主动脉瓣的可行性（作者 Ashley M Lee 等）

回顾性心电图门控用于冠脉CT血管造影（CTA）时间较长，其适用范围广，可以较好的评估主动脉狭窄；但与前瞻性心电图门控相比，其辐射剂量较高，现在应用渐渐减少。

前瞻性心电图门控的缺点是对心律不齐敏感，对此现已有很多修正技术，比如心律调整技术。近来，新一代双源CT扫描机中采取了一种新的方法来调整心律：收缩期标定。这种方法将采集时间设定在R峰之后，即收缩期的中晚期，选取特定范围进行数据采集，这样可以保证重建间隙，得到较好的图像，可以很好的观察主动脉瓣的开放。

为此，麻省总医院和哈佛医学院的 Ashley M Lee 等收集了2011年12月到2012年8月的29例患者，进行回顾性研究。所有患者均在行超声心动图的两个半月内，采用西门子第二代双源CT行冠脉CTA成像，采取

了管电压自动选择与管电流调制算法来减少辐射剂量。PTAS计划扫描选取在R峰后300~400毫秒（100% mAs），并用宽窗采集（20% mAs，200~300毫秒及400~450毫秒），同时在扫描中采用心律调整技术（图1）。

研究人员分别选择了R-R间期的多个时期（300毫秒、350毫秒、375毫秒、400毫秒或根据临床调整），对原始数据进行多平面重建，得到了一系列主动脉瓣短轴的切面图像，来分别评估主动脉瓣的形态和

狭窄程度。主动脉瓣的形态分为三种：1）双叶型，2）三叶型，或3）人造瓣膜。（图2）主动脉瓣的狭窄程度通过测量主动脉瓣口最大面积来评估，以小于1cm<sup>2</sup>为标准来判断是否存在严重狭窄（图3）。以上两种方法均采用4点李克特量表来评估可信度（1=不可信，2=比较可信，3=可信，4=非常可信）。临床超声心动图报告由一名独立研究员来审阅。超声心动图评价标准与PTAS CTA一致，将小于1cm<sup>2</sup>视为严重狭窄，并同样采取了4点李克特量表。综合PTAS CTA和超声心动图进行评分比较。

结果发现：PTAS CTA评估主动脉瓣形态的准确性达到

超声心动图的92.6%，可信度为3.2 ± 1.1（可信）；PTAS CTA主动脉狭窄的准确性达到超声心动图的93.1%，可信度为3.4 ± 1.1（可信到非常可信）。平均有效剂量为2.8（四分范围1.4~4.4）毫希沃特。

研究人员认为，用128层双源CT行冠脉CT血管造影，采取前门控收缩期触发的方法，在收缩末期评价主动脉瓣是可行的，而且辐射剂量较低（2.8毫希沃特），明显低于既往报道的后门控模式（6.7~20毫希沃特）。当然，全面评估主动脉瓣还需要更多的例数进一步研究。

（中日友好医院放射科 高宝祥 马国林 报道）



图1 PTSA CTA数据采集图示：在300~400毫秒采用100%管电流（红箭头），在“高原”（绿箭头）采用20%管电流，来捕捉额外的收缩中晚期/舒张早期。

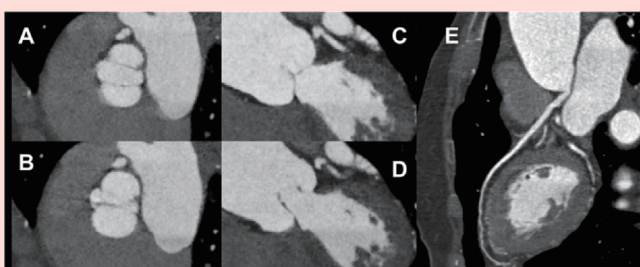


图2 形态判断：二叶型主动脉瓣。250毫秒瓣膜开放（A，C），400毫秒瓣膜关闭（B，D）。曲面重建显示无狭窄的前降支（E）。

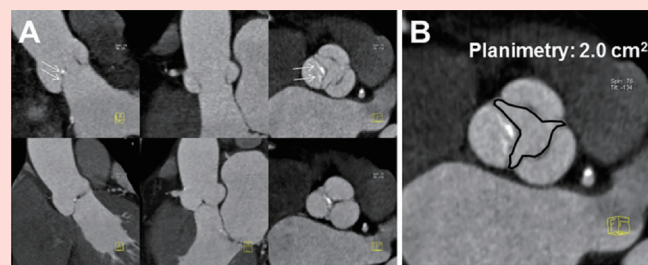


图3 主动脉瓣狭窄评估一例。A：250毫秒（上排）和400毫秒（下排）重建显示主动脉瓣开放和关闭。非冠状窦内开口（箭头）轻度受限。B：面积测量显示主动脉瓣轻度狭窄（>1cm<sup>2</sup>）。

## 全乳腺放射治疗应用中的剂量控制技术研究

【据《BioMed Research International》2013年7月报道】题：螺旋断层放疗控制低剂量受照区技术在全乳放疗应用的研究（作者 Jie Qiu 等）

早期乳腺癌保乳术后辅助性放射治疗已经成为一种治疗标准，手术加辅助性放射治疗比仅行手术可以提高局部的控制率。全乳房放射治疗的标准技术为两个切线野，这种标准数十年没有突破性进展。3D-CRT（三维适形放疗）和FIF-IMRT（野中野调强放疗）是常用的切线野技术。FIF-IMRT技术全乳腺照射基于标准的切线野设野，是两个方向相反的对穿野。采用子野均整全乳腺低剂量或者高剂量，但无子野用于减低危及器官即肺、心脏。与3D-CRT放射治疗相比FIF-IMRT提高了全乳腺剂量分布的均一性，减少了皮肤和软组织的毒性反应，长期看来可以更好的维持乳房美观性，但在心脏、肺部剂量控制上没有改善。

MF-IMRT（多野调强放

疗）可以更好实现剂量分布的均一性和避免正常组织的照射，这项技术已经应用到多种肿瘤的放射治疗中。与FIF-IMRT相比，MF-IMRT包括复杂的射野和多射野角度，使左侧乳腺癌患者同侧肺部、心脏高剂量区减少。然而MF-IMRT增加了低剂量区，尤其是在通常切线野

不照射的器官上，例如对侧的肺和乳房。HT（螺旋断层放疗）提供了另一种MF-IMRT，在HT治疗中，机架角不停的围绕病人旋转，数以百计通过准直器形成的扇形小射线束从机架的各个角度射出；人体则横穿这个射束带，如此就造成大面积的低剂量区，但是接受的只

是散射剂量。这个低剂量“浴”的意义是未知的，主要关注点是远期诱发肿瘤风险。这项研究目的是旨在提供一种新的方法：采用控制低剂量受照区的螺旋断层放疗技术（LDC-HT）使低剂量区减小到最小。

在这项研究中，样本人群为10名左侧乳腺癌保乳术患者。临床靶区体积为同侧乳房，危及器官为双侧肺、心脏和对侧乳房。全乳房放疗处方剂量为46Gy/2Gy/4~5W。同侧肺接受V5 Gy ~ V40 Gy的体积应尽可能低。心脏V30 Gy体积和对侧肺V5 Gy体积应达最小。

实验发现，LDC-HT和FIF-IMRT两种技术使患者靶区体积得到充分覆盖（98.73%与98.53%，P=0.392），使用LDC-HT技术靶区平均剂量较低（48.28 Gy versus 49.18 Gy，P=0.002），LDC-HT靶区剂量均匀性指数（1.08 versus 1.10，P=0.001）和适形指数（0.83 versus 0.76，P=0.023）优于FIF-IMRT。

在危及器官受量方面。LDC-HT同侧肺的平均剂量和V5 Gy ~ V40Gy容积剂量均有统计学意义减少。LDC-HT，心脏剂量在V5 Gy ~ V40 Gy和平均剂量更好。FIF-IMRT对侧肺和乳房的最大和平均剂量更低。

在这项研究中，研究者提出一个新颖的HT方法，具有更少的危及器官低剂量区域。他们将围绕病人射线束分成六类（图1）。一类：射线束只通过计划靶区。显然这些射线束最有效，并且危及器官接受最小的射线剂量，因此在计划中这些射线束是首选。二类：射线束先通过计划靶区再通过无危及器官组织。这些射线束与一类相比有效率降低，但危器官接受最小的射线剂量。三类：射线束先通过无危及器官的组织然后通过计划靶区。这些射线束与二类相比有效率降低，但与二类类似，危及器官剂量低。四类：射线束通过计

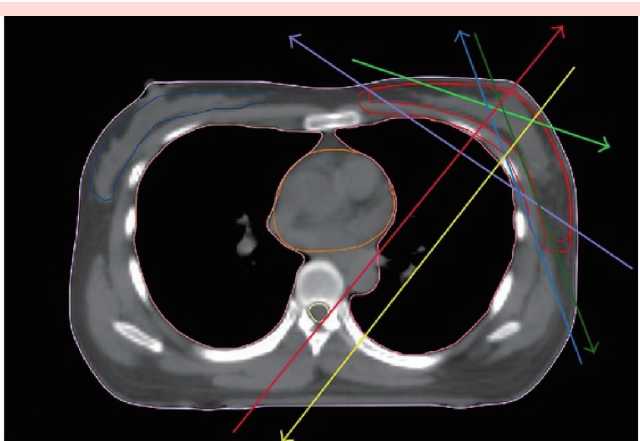


图1

下转第8版 ▶

## 核事故医学应急试引入谨慎性原则

谨慎性原则原是会计学专业的一个术语,是企业会计核算中的一项重要原则,它要求企业在进行核算时不得多计资产或收益,不得少计负债或费用,也不得设置秘密准备,从而起到预警风险和化解风险的作用。笔者认为,会计谨慎性原则同样适用于我国核事故医学应急准备工作。

2013年6月30日国务院发布了新修订的《国家核应急预案》(以下简称“《预案》”),这是我国28部专项应急预案之一。《预案》要求各级核应急组织要具备足够的核应急准备和保障措施,主要内容包括技术准备、队伍准备、物资保障、资金保障、通信和运输保障、培训和演习共6个方面。医学应急准备贯穿于核应急准备的全过程。

比对会计学专业的谨慎性原则,笔者将核事故医学应急准备工作中的谨慎性原则命名为“核事故医学应急准备谨慎性原则”,可表述为“各级核事故医学应急组织或机构不得高

估核应急准备工作及其可能带来的利益,不得低估核应急准备工作及其可能带来的风险,也不得隐瞒核应急准备情况。”也就是说,高估、低估、隐瞒核应急准备工作,均视为核应急准备不当。具体阐释如下:

### 1、不得高估核事故医学应急准备工作及其可能带来的利益

核应急准备工作涵盖6个方面,概况地说就是对与核应急相关的人、财、物的准备。各级组织或机构要盘清自己的核应急家底,对照核应急工作的法规、预案和标准要求,从风险控制角度给核应急准备工作增加安全系数,要用全概率理念应对小概率事件。不高估核事故医学应急准备工作可能带来的利益,即淡化收益意识,强化核应急准备工作的重要性,增强对抗核与辐射事故风险的能力。

### 2、不得低估核事故医学应急准备工作及其可能带来的风险

各级核事故医学应急组织

或机构要以“时不我待”、“只争朝夕”的精神,认认真真、踏踏实实地做好核应急准备工作中的各项内容和各个环节。不低估核事故医学应急准备工作可能带来的风险,即增强大局意识,做到能够抵御核与辐射突发事件的任何风险,真正能够救治核与辐射事故损伤人员,并且要有紧迫感。

### 3、不得隐瞒核事故医学应急准备情况

如实报告核应急准备情况是核应急准备工作的前提。各级核事故医学应急组织或机构必须按照相关要求将准备情况分门别类,如实告知。对于核应急准备工作中的不确定性因素,要初步量化和归纳,并做出恰当陈述。对于准备工作中出现的特殊问题、不可预见性问题,要做到具体问题具体分析。只有这样,才不会影响决策层对核应急响应的判断和决策,也才能将损失减少到最小。在具体操作上,不主张惩罚知识性或规则



刘玉龙 主任医师

硕士研究生导师。苏州大学附属第二医院应急办主任、放射性职业病教研室主任、肿瘤职业病学科带头人。卫生部突发事件卫生应急专家咨询委员会委员,国家职业

病诊断与鉴定技术指导委员会委员,卫生部放射性疾病诊断标准委员会委员,国家核和辐射突发事件卫生应急队伍副队长,中国核工业集团公司科技委委员,中华医学会放射医学与防护学会委员,中华预防医学会放射卫生专业委员会委员,《医学参考报放射医学与防护频道》常务编委,《辐射防护》、《中华放射医学与防护杂志》、《国际放射医学核医学杂志》编委等。主要研究方向为核事故医学应急及放射损伤救治、核设施营运单位操纵人员的职业健康监护及心理测评、恶性肿瘤的规范化治疗等。

性失误,但对于暴露出的问题必须深刻反思,以绝后患;对恪尽职守、不掩盖问题、勇于发现问题的工作人员,可进行嘉奖;但对于有主观故意违规行为者,必须“零容忍”。隐瞒情况,是核事故医学应急准备工作的大敌。

综上所述,科学地、有创

见性地应用“核事故医学应急准备谨慎性原则”,真实、全面、充分、准确、及时地开展核事故医学应急准备工作,有效避免准备不当,对于提高我国现阶段核事故医学应急准备水平,提升核应急能力,具有重要的现实意义。

(刘玉龙报道)

## 二炮总医院全军核辐射损伤医学监测与防治研究中心简介

二炮总医院核与辐射损伤实验室(原中心实验室),成立于1975年,目前为“全军核辐射损伤医学监测与防治研究中心”、“全军后勤科研条件建设重点实验室”、“北京市核安全复检、确诊和国际参考实验室”。先后承担北京奥运会及“60”周年国庆应对核与辐射恐怖袭击及核事故医学应急救援等重大任务。

实验室现有工作人员11人,其中博士、博士后5人,硕士3人,是硕士研究生和博士后联合培养单位。实验室现有设备总值1,500多万元,主要包括:S2275型

肺及全身扫描计数仪、表面放射性污染检测仪、全自动染色体分析系统、单细胞凝胶电泳分析系统、荧光定量PCR仪、遗传分析仪(基因测序仪)、细胞培养箱、紫外分光光度计、凝胶图像分析系统、细胞快速分析系统、多标分析仪、超低温冰箱等。

### 开展的主要工作:

1 在国内率先开展了以S2275型肺及全身扫描计数仪进行放射性核素内照射整体测量技术,测量了近万例国人胸壁厚度,为国人内照射整体精确测量提供了基础数据资料;建立了较为系统的涉核人员受

照剂量评估技术及放射生物学效应研究平台,开展了表面污染检测、内照射整体测量、染色体畸变分析、辐射损伤相关基因检测等项目。

2 实验室承担着我国核武器装检人员辐射损伤监测评估等工作以及放射病的实验室诊断工作;同时还担负着对二炮多个基地医院进行核辐射损伤检测与防护的指导和技术帮带工作。同时,实验室还开展了高氡暴露对机体影响及防护措施研究以及核事故医学应急救援等相关问题研究。

3 实验室开展了间充质干

细胞(MSC)治疗极重度放射病以及治疗神经损伤等疾病的研究工作。

4 在国内较早开展了以树突细胞-细胞因子活化的杀伤细胞-细胞毒性T细胞(DC-CIK-CTL)等免疫细胞治疗恶性肿瘤项目,先后治疗实体肿瘤600多人次。

5 开展了临床疾病相关的基因诊断、基因多态性分析、基因测序等临床检测与基础研究。

### 科研及教学工作:

近年来,实验室先后主持国家自然科学基金3项、全军重大专项课题1项、全军重点

课题3项、全军面上项目3项、二炮后勤部重点课题3项以及参加国家“863”计划项目及横向联合项目等6项课题的研究工作,先后获军队科技进步及卫生成果二等奖3项、三等奖4项、国家新药证书3项、国家发明专利6项、编写学术专著3部、发表统计源期刊以上学术论文200多篇。

实验室作为二炮总医院博士后科研工作站的组成单位,已招收进站博士后3人,与苏州大学放射医学与防护学院等多所高校合作以第一导师身份招收硕士生9人。

(二炮总医院 江其生报道)

### ◀ 上接第4版

模型间的差异特别是在操作者位置上测量值的差异,防护镜模型性能的差异;从眼晶体中心到防护眼镜防护范围的距离是不同的,强调了与操作者相匹配的防护眼镜的重要性。除了防护眼镜模型间的差别以外,放射科医师的姿势和身高和操作房间的布置也影响防护效果,在最理想的结构中,可以获得

较高的剂量下调。然而,如果介入机房的结构和防护的设计不是最优的,剂量下调也可能是很低的。对于临床实际下调眼晶体剂量的重要方法是使用吊顶式辐射防护屏。然而,不是在每个程序中都能使用吊顶式防护屏。从防护眼镜侧面或下面进入的辐射,防护眼镜起不到防护的作用,降低了防护镜的防护效果。因此给予介入放射科医师和X线技

师充足培训和建设对确保有效的眼睛辐射防护是重要的。建议在辐射源和眼睛之间放置一个吊顶式防护屏;设计的防护眼镜从多角度防护辐射,特别是从侧面和下面适当的辐射防护;采用最佳的姿势和介入机房的设计最优化都能使防护眼镜的剂量下调达到最大化。

(二炮总医院 李晓 邹跃报道)

### ◀ 上接第7版

三类和四类射线束,避免五类和六类射线束。对于如何使射线束更好的围绕胸壁,发现一种合适的方法:同侧心脏、肺定义为“完全屏蔽区”,对侧的肺、乳腺被指定为“定向屏蔽区”。射线束将围绕胸壁,“完全屏蔽区”、“定向屏蔽区”接受较少的射线。显然,这项技术也可以应用到右侧乳腺癌中。

三类和四类射线束,避免五类和六类射线束。

对于如何使射线束更好的围绕胸壁,发现一种合适的方法:同侧心脏、肺定义为“完全屏蔽区”,对侧的肺、乳腺被指定为“定向屏蔽区”。射线束将围绕胸壁,“完全屏蔽区”、“定向屏蔽区”接受较少的射线。显然,这项技术也可以应用到右侧乳腺癌中。

(二炮总医院 于秋燕 邹跃报道)