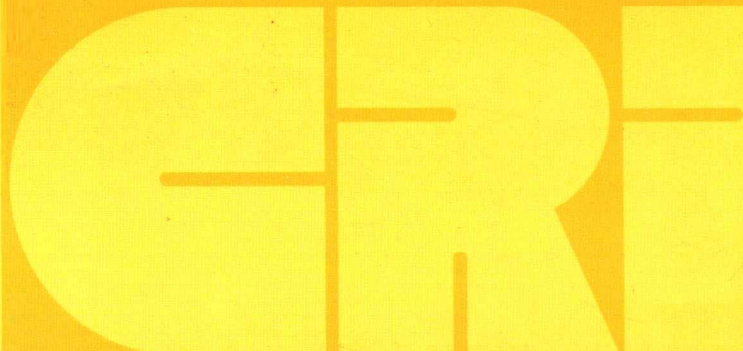




国际放射防护委员会(ICRP)第87号出版物

计算机体层摄影中患者剂量控制

Managing Patient Dose in
Computed Tomography

译者 岳保荣

韩艳清

审校 尉可道

人民卫生出版社



《中国医药杂志》(CMAA) 2007 年 10 月第 10 卷第 10 期

计算机体层摄影中患者剂量控制

Managing Patient Dose in
Computed Tomography

主编 陈保国

副主编

曹彬 顾可衡

人民卫生出版社

国际放射防护委员会(ICRP)第87号出版物
(委员会2000年10月通过)

计算机体层摄影中患者剂量控制

Managing Patient Dose in
Computed Tomography

译者 岳保荣

韩艳清

审校 尉可道

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机体层摄影中患者剂量控制/岳保荣等译.
—北京:人民卫生出版社,2005.6
ISBN 7-117-06890-6

I. 计… II. 岳… III. 计算机 X 线扫描体层摄影
IV. R814.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 055596 号

计算机体层摄影中患者剂量控制

译者:岳保荣 韩艳清

出版发行:人民卫生出版社(中继线 67616688)

地址:(100078)北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网址: <http://www.pmph.com>

E-mail: pmph@pmph.com

邮购电话:010-67605754

印刷:中国农业出版社印刷厂

经销:新华书店

开本:850×1168 1/32 印张:2

字数:39 千字

版次:2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号:ISBN 7-117-06890-6/R·6891

定价:11.00 元

著作权所有,请勿擅自用本书制作各类出版物,违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

中文版前言

国际放射防护委员会(ICRP)及其出版物表述的放射防护标准、原则和方法已得到各国的普遍认同。ICRP 出版物已成为放射防护界人士和相关领域人员的不可或缺的书籍。

中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所注意到人们对 ICRP 出版物日益增长的需求,特别是医用辐射防护领域对 ICRP 出版物的需求尤为迫切。因此,我们决定在国家有关部门的支持下,翻译出版 ICRP 相关出版物的中文版。

电离辐射在医学领域的应用与日俱增,目前,它已成为诊断和治疗不可缺少的重要工具。医用辐射新技术和新设备的不断涌现对放射防护工作提出了更高的要求,对医学物理人员和相关医技人员提出了新的挑战,为了适应新的形势,我们要学习和引入国际上新的技术、新的理念、新的经验和新的成果,同时要结合国内的实践加以应用和发展,让我们的经验和成果为广大的受检者和患者受益。

国际放射防护委员会委员潘自强院士对本出版物的中文版翻译和出版工作给予了极大的关注和支持,并为获得 ICRP 的中文版授权而不辞辛苦积极联系,在此,致以衷心的感谢。

中国疾病预防控制中心
辐射防护与核安全医学所
2005 年 2 月

编者的话:不要踩脚踏闸

计算机体层摄影(CT)在医学实践中是一种非常有用的工具,在许多情况下,它是急诊室需要快速做出决定的救生源。像许多其他工具一样,它作为一项工程伟绩和具有的自身之美令人钦佩;同时,也像许多其他工具一样,如果使用不当,对它周围的所有人们也是有危害的。

本报告讲述 CT 患者剂量控制,其目的绝不是阻止或者怀疑与日俱增的 CT 的应用。就拿工具来比喻,如果一种工具是有用的,我们不希望人们停止使用它。然而,我们希望作为那种工具的设计者和生产厂家要认识到可能的危险或许包括一些安全特性,以帮助用户避免一些不必要的风险。而且,我们要让用户在过分积极地使用这种工具时知道其潜在风险以及安全的使用方法。

本报告的主要目的在于让你知道做什么:ICRP 建议 CT 机生产厂家应当考虑设备安全特性,以期减少用户的工作负担(特别是自动曝光控制),并且 ICRP 建议用户自己要问两个问题:其一,在这个病例中使用 CT 是否是一种正确选择;其二,我是否是以正确的方法使用 CT。换句话说,经典的 ICRP 原则是程序的正当性和放射防护的最优化。虽然在本报告中的某些细节描述的是 CT 的一些特殊的技术特性,但是,其强调的一些观点与在诊断医学中其他任何放射防护实施原则是相同的。

经常读 ICRP 年度报告的读者们将会发现这个报告仅

是 ICRP 近几年编写的医学放射防护领域中一些专题性出版物的整个系列中的出版物之一。我们不妨回顾 ICRP 的起源,这应追溯到 1928 年,由第二届国际放射学大会创建了这个委员会,而且现在仍旧与国际放射学会相联系。当然 ICRP 还涉及许多医学领域以外的一些问题,在可以预见的将来,我们可能继续发行一些出版物,有的涉及辐射的医学应用,而有的可能是与前者完全不同,是放射防护领域的问题。

于是,你可能会问,为什么人们仍然对医学中的放射防护有这么大的兴趣呢?有一件事要知道,医用辐射的数量是庞大的,以联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)的信息为依据,在世界范围每年有 20 亿人次的诊断 X 射线检查,有 3200 万人次的核医学程序,有 550 万人次的放射治疗。剂量和伴随风险从近似为零延伸到非常之大的范围(CT 剂量并非近似为零,特别是许多患者受到几次连续的 CT 检查)。技术与方法正在飞速的发展,使患者得到最大好处,但是,或许有时也遗留几个防护问题。有一些较新的方式如数字放射学,在理论上讲应该允许患者有较低的平均剂量,但是,事实上,由于这种设备的使用不当而恰好相反。

ICRP 发现在医学放射防护中需要一些更新和强化的活动背后的根本原因之一是:辐射效应和对这种效应的防护在普通医学生的教学大纲中已是无足轻重。因此,ICRP 打算编写一些材料,将有助于教学与培训(请查看我们的网址:WWW.ICRP.org 可得到更多信息)。因此,我们提供这些建议想帮助医学工作人员避免不必要的风险,例如,一台透视设备现在往往配备一个脚踏闸,用一种诱人的名字如“助推器”(boost)或“汽轮”(turbo)让操作人员作选择。这如同一个小汽车的加速装置,它是最有用的一个部件,但是可能会使用不当。如同我

们希望所有年轻司机明智地使用他们的加速装置,我们也希望透视设备的操作人员自我提醒:“不要踩脚踏闸,除非非常必要。”

Jack Valentin

前 言

多年来,国际放射防护委员会(ICRP)(以下简称“委员会”)出版了许多报告,对医学中放射防护与安全提出了劝告。它的73号出版物表述了对该领域总的观点。这些报告概括了辐射防护的一般原则,并对电离辐射在医学和生物医学研究中应用这些原则提出了建议。

ICRP的大多数报告是一般性的,委员会希望对已认识到的一些特殊难题做一些说明。要求对这些问题做说明的报告应让那些直接涉及他们的日常工作的人们便于理解,而且所做的每一项努力都能保证这些报告广泛应用。

在这方面,委员会采取的第一个步骤是1997年9月在英国的牛津召开了委员会会议。那时根据ICRP第三分委员会的推荐,委员会建立了数个工作组,负责起草医用辐射防护的专题报告。

一些类似这样的报告已在印刷之中,本报告是其中一个工作组的工作结果。该工作组授权工作范围是关于CT检查中辐射剂量的控制,起草一个着重于随CT检查中频度和辐射剂量增加而制定控制辐射剂量的必要步骤。要求该工作组提出不同水平的剂量控制,包括生产厂家、操作人员、放射学者和医生。

本工作组成员如下:

M. M. Rehani (主席)	G. Bongartz	S. J. Golding
L. Gordon	W. Kalender	T. Murakami
P. Shrimpton		

通讯成员是：

R. Albrecht

尉可道

委员会通过 Internet 这种通常的公共咨询渠道，获得了来自许多感兴趣团体的大量有用的评论。

在本报告准备期间，第三分委员会的成员是：

F. A. Mettler, Jr. (主席) J. -M. Cosset M. J. Guiberteau

L. k. Harding (秘书) J. Liniecki (副主席) S. Mattsson

H. Nakamura P. Oritiz-Lopez L. V. Pinillos-Ashton

M. M. Rehani H. Ringertz M. Rosenstein

Y. Sasaki C. Sharp 殷蔚伯

W. Y. Ussov

本报告是为上述目的服务的。为了使这些目的尽可能地发挥作用，它的文体在许多方面不同于 ICPR 年度出版物中的一般文体。

本报告在 2000 年 10 月由委员会批准发行。

摘 要

计算机体层摄影中患者剂量控制

ICRP 第 87 号出版物

2000 年 10 月委员会批准通过

CT 检查可能使患者受到相对高的剂量。这些剂量往往会

接近或超过已知增加癌症概率的水平。CT 检查频度在世界范围内不断增长,检查类型也在增加,然而,与放射诊断学中通常的趋势形成对比,CT 快速发展通常并没有导致每次剂量的减少,所以,对患者剂量控制是至关重要的。检查的良好正当性,检查期间使用的相应技术参数,严格的质量控制和剂量诊断参考水平的应用,所有这些都会影响最终结果。所用的设备也有进一步技术发展的余地。这个出版物目的在于对所有方面提供信息,为了对患者剂量成功的控制提供一些帮助。

关键词:CT;吸收剂量;辐射防护;放射诊断学;剂量降低。

重 点

- CT 所致组织吸收剂量($10\sim 100\text{mGy}$)常常可以接近或超过已知增加癌症概率的水平。
- CT 检查的频度正在增加。
- 与传统放射学趋势相比,通常 CT 技术的进步和临床应用的发展都没有导致每次检查中患者剂量的减少。
- 要求医生和放射学者应确保每次 CT 检查要有临床指征。
- 放射学者与操作人员和医学物理学家共同负责剂量控制工作。操作人员应接受培训,并具有优化 CT 检查的技能。
- 目前有许多实用的剂量控制的可能方法,最重要的方法是减少毫安秒(mAs)和扫描体积。
- 对儿童患者应当采取一些低曝光因子(特别是 mAs)的专门方法。
- 自动曝光控制最有助于改善 CT 设备的剂量控制。

目 录

前言	I
摘要	II
重点	III

概要.....	1
1. 本报告的动因是什么?	1
2. 剂量有多高?	1
3. 可用什么样的实际行动控制患者的剂量?	1
4. 新设备什么样的特性将有助于患者的剂量控制?	2
1. 本报告的动因是什么?	2
1.1 引言	2
1.2 统计资料	5
1.3 趋势	6
1.4 本报告的目的	7
2. 剂量有多高?	8
2.1 引言	8
2.2 应当用什么量评价患者剂量?	9
2.3 应该用什么量实施监督?	11
2.4 影响患者剂量的因素是什么?	13
2.5 什么是患者的典型剂量水平?	14

3. 可用什么样实际行动对患者剂量控制？	16
3.1 引言	17
3.2 正当性	17
3.3 患者剂量的控制	18
3.4 CT 透视剂量	27
3.5 欧洲委员会的质量标准	28
3.6 剂量学	29
4. 新设备什么样的特性将有助于患者的剂量控制？	30
4.1 引言	30
4.2 螺旋 CT	31
4.3 管电流、过滤和其他一些技术因素	32
4.4 提供剂量信息	33
4.5 CT 的自动曝光控制(AEC)	34
4.6 影像质量	35
4.7 潜在事故	36
附录 A CT 参考剂量	36
参考文献	39

概 要

1. 本报告的动因是什么？

本报告的动因来源于 CT 检查所致患者相对高的辐射剂量以及检查的频度和类型的增加。本报告的目的在于向放射学者和其他临床医生以及技术人员提供成功控制患者剂量的信息。

2. 剂量有多高？

CT 所致组织吸收剂量是诊断放射学中所观察到的最高的一种(如 10~100mGy)。鉴于重复进行 CT 检查的趋势,这些剂量常常可接近或超过增加癌症发病率的水平,这已在人群中直接观察到。

3. 可用什么样的实际行动控制患者的剂量？

医生应当对每一次检查的结果是否影响患者的处理做出评价。放射学者应当满意地认为这种程序是正当的。操作人员^①应当知道通过对每位患者在检查时采用一些技术参数减少患者剂量的可能性,对儿童和年轻患者要给予特别的关注。通过与医学物理学家合作,选择适当的技术参数、重视质量控

^① 该用语不同的国家称呼不同,检查期间操作设备的人员可称其为放射摄影人员(radiographer)、放射技师(radiological technologist)、医学影像技师(medical imaging technologist)、影像工作人员(member of imaging staff)或一些其他的称呼。本报告中全文称为操作人员(operator)。

制以及应用诊断参考水平,使患者的剂量减少 50%以上是可能的。

4. 新设备什么样的特性将有助于患者的剂量控制?

CT 与传统的放射摄影比较,其剂量相对比较高,而且长期没有得到降低。CT 设备的进一步改进,可以帮助操作人员明显地减少患者不必要的剂量。最重要的一些改进特性将是根据解剖学部位在线调节一些曝光因子,以及与多层 CT 有关的一些新的影像重建方法。

1. 本报告的动因是什么?

(1)本报告的动因来源于 CT 检查所致患者相对高的辐射剂量以及检查的频率和类型的增加。本报告的目的在于向放射学者和其他临床医生以及技术人员提供成功控制患者剂量的信息。

1.1 引言

(2)在 1972 年 CT 被用于医学影像检查,从此它的技术性能和临床应用得到了迅速的发展。虽然最初的经验可容易地预示到 CT 技术的广泛应用,然而,几乎难以预见到 CT 如此迅速地成为全世界一种最重要的 X-射线检查类型。螺旋 CT,特别是新一代亚秒帧多层能力的扫描装置在采集速度和影像质量方面已经得到改善,可获得身体每一部分高度可信的信息,没有由于蠕动和呼吸造成的运动伪影。这种改善还在进一步发展。因

而,正在报道完善 CT 新的指标,以及运行和阅读新方法的研究。二十年前,一次标准的胸部 CT 检查需要几分钟的时间完成,而今天获得同样的信息只在呼吸的瞬间就可完成。由于这种检查很快,误差小,易于理解,最后重要的一点是被认为极为可靠的结果,这使得患者更加舒适,也使得医生为患者检查更加容易。

(3)缩短数据采集时间未必能降低患者的辐射剂量,因为这些检查也比较容易扩大应用或重复进行。

(4)在不清楚神经损伤的情况下做矫形术,使用头部 CT 检查作为外科手术计划中的一项准备工作,正确地指导 CT 扫描给患者带来的好处毫无疑问的会涉及各项临床指征。对于肿瘤患者疾病的分期和治疗计划,可以用 CT 检查的结果指导各种治疗安排。在现代医学实践中,费用效益的评价起着重要的作用,尽管 CT 扫描检查费用昂贵,但它可以排除患者一些不适当的甚至是更加昂贵的治疗程序,从而节约费用。涉及大量的急诊病例以及诊断惯例,患者的处理已经发生了变化,在选择某种诊断检查时,往往首先要进行 CT 检查。为了节约时间和费用,一些临床检查推迟至 CT 检查结果出来之后再行。

(5)鉴于已知 CT 检查的剂量可达到辐射引起癌症风险的水平,因此需要继续对患者的利益与风险进行平衡,原则上这就意味着要排除不必要的照射。实际上则要求做好所有 CT 检查前的临床正当性判断,以确保每位患者获得实际的净利益。遵循正当性原则选取影像学技术,这将最大限度地获利避害,在满足所规定的临床要求的情况下,使患者受辐射剂量尽可能的低(1996 年 ICRP 73 号出版物)。

(6)在九十年代初,当磁共振成像(MRI)出现的时候,对医学影像辐射照射的安全考虑在西方世界显得特别重要。CT 的

应用出现了短暂的停滞不前并已预料到有所下降。然而,由于技术革新导致超速 CT 的诞生,CT 的应用又呈回升的趋势。近十年来,已经观察到这种方法在临床成像中具有高的认可度,每百万人口 CT 扫描机数目大量增加。身体局部的三维显像(如腹部、胸部、颅内和骨状结构)是非常有用的。冠状面、矢状面或任何斜面的影像在线重建有助于临床医生更好地了解一种疾病的基础病理解剖学特点。

(7)对一般患者进行大量的 CT 扫描增加了患者的辐射负担,另外,为了改善影像质量的需要,导致患者受辐射剂量也在增加。正在建议采用新的低剂量 CT 扫描检查作为大量普查的手段(如对肺癌普查),由于大多数 CT 诊断检查中对适当的空间分辨率和对比分辨率需求的稳步增长,患者的剂量总的来说已经升高。对于传统的 CT 扫描,在 X 射线管每次旋转期间,可能存在层间隙,患者的照射被限制在身体的一个薄层。然而,螺旋 CT 和多层 CT 每次完整的检查累积剂量则相对高,除非所选的螺距大于 1,这应引起关注。因此,欧洲共同体的一些指南和规定(CEC,1997;1999)对 CT 做了特别的说明。关于医疗照射的欧共体最新法令(CEC,1997)将 CT 与介入放射学划为高剂量放射学程序一类。

(8)当应用不同的成像方案或使用不同的 CT 扫描机时,相同类型的 CT 检查对患者的辐射剂量有很大的差别。即使考虑同一个临床问题,两个不同的影像中心采用的影像程序也可能完全不同。最终临床诊断的比较既不用质量评价做标准也不用剂量比较做度量。有一点是肯定的,影像质量通常随辐射剂量的增加而改善,但超过了一定的水平,剂量继续增加,这种程序对病人诊断的影响可能是一样的。很多因素很难科学地证实,但在实践中这些因素又是很重要的,像诊断的不确定性、多多益善的观点、甚至竞争之类,则会引起 CT 的检查方案太广、