技术与方法 文章编号:0253-3626(2010)07-1060-03

中国人仿真胸部体模组织等效性的影像学研究

彭 刚,曾勇明,赵 峰,张志伟,刘志宏,金 瑞,周 旸
(重庆医科大学附属第一医院放射科,重庆 400016)

【摘 要】目的:通过实验对中国人仿真胸部体模从 CT 断层解剖和组织 X 线衰减等效性两方面与正常成人作对比研究,评价其临床和科研价值。方法:以相同的技术参数分别对 CDP-IC 型中国人仿真胸部体模和正常成人行常规胸部 CT 扫描,根据 CT 横断面图像所反映的解剖结构判断两者的相似程度;根据对各组织器官 CT 值测量后分析体模组织的 X 线衰减等效程度。结果:在 CT 断层解剖方面,中国人仿真胸部体模与正常成人基本相似;在组织 X 线衰减等效性方面,体模与人体肺、心脏、脊柱 CT 值比较,差异无统计学意义($P>0.05$),体模肝脏与人体肝脏偏差程度最大,为 4.49%。体模的组织器官 CT 值与人体组织器官偏差程度均小于 5%,符合实验型体模标准。结论:中国人仿真胸部体模作为客观的评价工具,可以应用于 CT 低剂量技术的实验研究。

【关键词】仿真胸部体模;断层解剖;CT 值;组织等效性
【中国图书分类法分类号】R814.42 【文献标识码】A 【收稿日期】2009-12-1

Imaging study of tissue equivalence on Chinese anthropomorphic chest phantom

PENG Gang ,et al
(*Department of Radiology, the First Affiliated Hospital, Chongqing Medical University*)

【Abstract】*Objective*: To evaluate the clinical and research value of anthropomorphic chest phantom from CT sectional anatomy and tissue equivalence of X-ray attenuation by comparing with normal adults. *Methods*: The Chinese anthropomorphic chest phantom(CDP-IC) and the normal adults were scanned with the same scanning parameters, according to the Sectional image and the CT value of the various tissues and organs to evaluate the Similarity of Anatomy and the tissue equivalence of X-ray attenuation respectively. *Results*: on anatomic morphology, the Chinese anthropomorphic chest phantom was basically similar to the normal adult; on tissue equivalence of X-ray attenuation, no significant difference of CT value were shown between the lung, heart and spine of phantom and human ($P>0.05$). The maximum deviation on the liver was 4.49%. The CT value error of each tissue and organ was less than 5% between phantom and human, which is reaching the standard of experiment. *Conclusion*: The Chinese anthropomorphic chest phantom can be used to study of low-dose CT based on objective evaluation criteria.

【Key words】Anthropomorphic chest phantom; Sectional Anatomy; CT value; Tissue equivalence

体模作为人体替身近年来广泛运用于 CT 的质量控制,各种各样的体模在市面上层出不穷。但因其解剖形态和组织等效性与人体存在较大差异,使得大多数产品只能用于评价 CT 扫描机的性能参数,而不适合用来评价图像质量以及辐射剂量[1]。CDP-IC 型中国人仿真胸部体模是根据中国成人男性的人体参数特性,利用组织等效材料制造而成。本文利用影像学方法对其与人体在 CT 断层解剖和组织器官 X 线衰减等效性两个方面进行对比研究,以证明其在胸部 CT 低剂量技术中的临床应用和科研价值。

作者介绍:彭 刚(1984-),男,硕士,
研究方向:图像处理与辐射剂量优化。
通讯作者:曾勇明,教授,E-mail:zeng-ym@vip.sina.com。
基金项目:重庆市卫生局课题资助项目(编号:08-2-29)。

1 材料与方法

1.1 实验对象

采用成都方拓仿真技术有限责任公司提供的中国成人男性 CDP-IC 型仿真胸部体模(体模身高 1.659 m,体重 57.5 kg),胸部体模从腋中线无损切割分为前后两冠状面,包含胸部和上腹部。另选取正常成年男性自愿者(门诊健康体检人员,年龄 20 ~ 50 岁,身高 165 ~ 170 cm,体重 60 kg 左右)10 人作为对照。

1.2 设备

使用 GE 公司 Brightspeed 16 排螺旋 CT 及 ADW4.2 图像处理工作站。主要技术参数:采用自动管电流调制技术,噪声指数 11.5;管电压 120 kV;层厚 5 mm;DFOV35 cm;螺距

1.75。

1.3 实验方法

1.3.1 CT 扫描方法 以上述相同的技术参数，定位从胸骨上窝至肋弓下缘（每次扫描获得 70 幅横断面图像），分别对胸部体模和自愿者（自然呼吸状态）进行常规胸部 CT 平扫，扫描后存储图像。

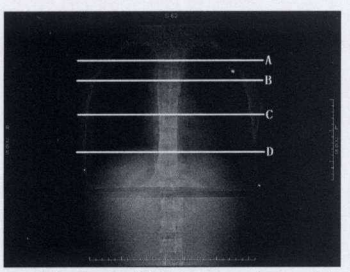
1.3.2 CT 断层解剖比较 将常规胸部 CT 平扫获得的图像，由 2 名有经验的放射学医师对两组图像的解剖结构进行评价，比较体模与自愿者的胸部解剖相似程度。

1.3.3 肺组织分区 CT 值测量 胸部体模图像以主动脉弓和肺上下界为参照，将肺分为左右各 4 个区，即：肺尖区（肺上界与主动脉弓之间 1/2 处）、主动脉弓水平区、心脏水平区（主动脉弓与肺下界之间 1/3 处）、肺底区（主动脉弓与肺下界 2/3 处），如图 1 所示。测量左右各 4 组肺组织 CT 值，每组 3 个 CT 值，共 24 个 CT 值。自愿者图像肺部按照相同分区测量 10 人，共计 240 个 CT 值。建立数据表格，记录所有测得的 CT 值。

1.3.4 主要组织器官 CT 值测量 分别测量 10 次体模和自愿者的心脏、肝脏和脊柱 CT 值。其中，心脏 4 个心腔各测 1 个点（4 个点），共 40 个 CT 值；肝脏左右叶各测 1 个点（2 个点），共 20 个 CT 值；脊柱锥体测 1 个点，共 10 个 CT 值。建立数据表格，记录所有测得的 CT 值。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 12.0 统计软件进行分析，仿真胸部体模和自愿者肺部各分区及组织器官的 CT 值以平均值 ± 标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，采用 t 检验。两者 CT 值之差除以自愿者 CT 值的百分比即为体模 CT 值的偏差度。



A. 肺尖；B. 主动脉弓；C. 心脏；D. 肺底

图 1 将体模肺组织分为左右各 4 个水平区进行 CT 值测量

2 结 果

2.1 CT 断层解剖等效性

经 CDP-IC 型仿真胸部体模与志愿者胸部相同 CT 横断面图像比较，结果表明：体模的肺、心脏、肝脏、肌肉软组织及胸骨、锁骨、肋骨、脊柱等骨骼系统均能在 CT 图像上良好显示，骨架对称连续，与人体的 CT 图像相似（见图 2）。

2.2 X 线衰减等效性

中国人仿真胸部体模与人体肺组织各个分区 CT 值及偏差度比较见表 1，各分区 CT 值比较差异无统计学意义（$P>0.05$）。各组织器官 CT 值及偏差度比较见表 2，仿真胸部体模与人体相比，肝脏的平均 CT 值差异有统计学意义（$P<0.05$）；肺、心脏和脊柱平均 CT 值与人体差异无统计学意义（$P>0.05$）；体模所有组织器官与人体组织器官偏差程度均在 5%以内。

3 讨 论

随着 CT 技术的迅速发展，病人 CT 检查次数以及每次检查所受辐射剂量都有了显著增加。CT 检查在给无数病人带来巨大裨益的同时也使他们受到一定的电离辐射危害[2-4]。然而，在日常 CT 扫描中，为了更加突出 CT 图像的临床价值，使得临床放射工作者更加注重图像的质量而忽略了辐射剂量的问题[5]。因此，确定图像质量与辐射剂量之间的最佳平衡点显得尤为重要[6]。为了实现 CT 质量控制的标准化，人体仿真模型作为客观的评价工具是必不可少的[7,8]。

近年来，随着仿真体模制造技术的不断发展，国外学者运用各种仿真人体模型已在优化扫描参数以及剂量检测等方面开展了实验研究，并取得了不错的成果。但国内在此技术上仍处于起步阶段，相关研究的文献报道甚少，国内有极少数学者利用国外制造的仿真体模进行了一些初步研究，但由于人种差异等因素，实验成果的可信度较低。

制作“仿真”体模必须以人的体型和脏器参数统计平均

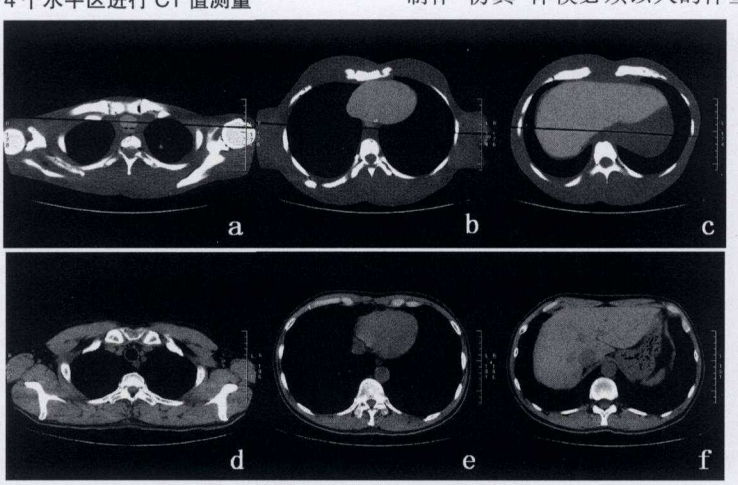


图 2 体模与正常成人 CT 图像比较

表 1 中国人仿真胸部体模与人体肺部各区 CT 值及偏差度

肺组织分区	自愿者 CT 值(HU, $\bar{x}\pm s$)	体模 CT 值(HU, $\bar{x}\pm s$)	t 值	P 值	偏差度(%)
左肺尖区	−767.21 ± 33.33	−775.24 ± 19.17	0.588	0.573	1.05
右肺尖区	−771.06 ± 23.52	−781.15 ± 18.12	1.185	0.270	1.31
左主动脉弓水平区	−796.77 ± 37.84	−787.69 ± 10.01	−0.582	0.576	1.14
右主动脉弓水平区	−802.29 ± 35.44	−802.15 ± 12.91	−0.014	0.989	<0.01
左心脏水平区	−792.35 ± 37.75	−791.22 ± 7.29	−0.790	0.939	0.14
右心脏水平区	−807.59 ± 23.85	−807.10 ± 6.67	−0.050	0.961	<0.01
左肺底区	−779.42 ± 54.11	−780.17 ± 5.16	0.043	0.967	<0.01
右肺底区	−781.56 ± 54.06	−783.86 ± 11.09	0.107	0.918	0.29

注：中国人仿真胸部体模与人体肺部各区 CT 值比较 $P>0.05$

表 2 中国人仿真胸部体模与人体各组织器官 CT 值及偏差度

组织器官	自愿者 CT 值(HU, $\bar{x}\pm s$)	体模 CT 值(HU, $\bar{x}\pm s$)	t 值	P 值	偏差度(%)
心脏	44.29 ± 3.96	45.64 ± 3.24▲	−1.219	0.310	3.04
肝脏	63.01 ± 3.02	65.84 ± 0.24▼	−8.705	0.012	4.49
脊柱	243.69 ± 18.19	254.32 ± 0.01▲	−1.138	0.285	4.36

注：表中▲为与自愿者比较 $P>0.05$，表中▼为与自愿者比较 $P<0.05$

数为依据，作必要的简化，既满足剂量学要求，又忽略其次要特征[9]。由于人体参数与国家、民族、出生地等有明显的相关性，因此中国的仿真人体模型必须符合中国人体的参数特性[10,11]。CDP-IC 型中国人仿真胸部体模是对成都地区的汉族成人 296 名进行了系统的活体测量，总计 48 项特征值数据用电子计算机进行聚类分析和因子分析的统计处理，找出中国成年人体型相关性的系列数据，它能表征中国成年人体型部位的平均水平。有关脏器的正常值，根据国内发表的有关资料和华西医大的尸体解剖的正常脏器数据（标本 2 290 例，包括了脑、心脏、肺、肝、脾、肾、胰等 11 种脏器的平均重量、形态及体腔内的位置），作为制作体模的脏器参数的初步依据[9]。本课题组已论证该体模在数字 X 线摄影和能量减影方面具有较好的结构仿真性和 X 线衰减等效性[12,13]。本研究的目的是论证 CDP-IC 型仿真胸部体模与人体组织在 CT 成像方面的等效性，评价利用该体模开展 CT 低剂量技术实验研究的可靠性。

实验结果表明，仿真胸部体模的 CT 断层解剖图像与人体结构基本符合。在组织 X 线衰减等效性方面，体模各组织器官 CT 值与人体之间存在不同程度偏差，以肝脏偏差程度最大，为 4.49%，肺偏差程度最小，为 0.10%。对肺各分区 CT 值的比较中发现，右肺尖区 CT 值偏差程度相对最大，为 1.31%；右主动脉弓水平区、右心脏水平区、左肺底区偏差程度相对最小，均小于 0.01%。笔者认为由于体模的双臂自然平放状态与实际 CT 检查时受检者双臂上举状态不一致，对胸部上份的 X 线衰减影响较大，使得上肺的 CT 值偏差较下肺增大。本实验测量的所有组织器官 CT 值与人体偏差程度均小于 5%，说明本研究的体模符合实验型体模标准，为本课题组开展患者器官剂量的实验研究以及不同 CT 系统的对比性研究奠定了基础。

运用中国人仿真人体胸部模型进行实验研究是目前较为先进的方法，因其具有模拟胸壁，纵隔，脊柱，肋骨等结构和良好的等效性，使其研究结果的准确性较普通模拟模型更高，有很好的临床运用前景。中国人仿真胸部体模的开发和应用，为放射医学实验研究提供了更好的基础条件。其优势体现在：①体模是根据中国人的人体参数制成，实验数据的可信度较国外的同类体模更高；②可以针对不同机型以更加客观的标准来进行扫描参数的优化；③可以允许放射工作者应用不同的技术参数进行反复扫描，得出图像质量与辐射剂量之间的最佳平衡点，制订更优化的扫描方案；④避免了把人体作为实验对象存在的伦理道德问题。该体模仍存在一些不足：①体模呈双臂平放状态，与实际胸部 CT 扫描时受检者双臂上举不一致；②体模缺少气管、支气管、肺纹理等解剖结构。

综上所述，中国人仿真胸部体模在 CT 低剂量研究中，可以用于胸部 CT 扫描患者器官剂量的监测及不同 CT 系统的剂量对比研究，但是用于 CT 剂量与疾病检出相关性研究，该体模尚需进一步完善。

参 考 文 献

[1] Yoshihisa Muramatsu, Yukihiro Tsuda, Yoshimasa Nakamura, et al.The development and use of a chest phantom for optimizing scanning techniques on a variety of low-dose helical computed tomography devices [J]. Journal of Computer Assisted Tomography, 2003, 27(3): 364-374.

[2] Nevzat K, Macit A.Low-dose CT:practices and strategies of radiologists in university hospitals[J].Diagn Interv Radiol, 2006, 12(1):3-8.

[3] Nickoloff E L, Alderson P O. Radiation exposures to patients form CT: reality, public perception and policy[J].AJR, 2001, 177(1):285-287.

[4] Maher M M, Kalra M K, Toth T L, et al. Application of rational practice and technical advances for optimizing radiation dose for chest CT[J].

临床研究 文章编号:0253-3626(2010)07-1063-04

放射治疗前后肺癌患者外周循环癌细胞的变化

王 梅[1],葛明建[2]

(重庆医科大学附属第一医院 1. 检验科;2. 胸外科,重庆 400016)

【摘 要】目的:通过实时荧光定量逆转录-聚合酶链反应法检测放射治疗前后肺癌患者外周循环癌细胞(Circulating tumour cells,CTCs)的改变,评估其作为新的疗效评定标准的可行性。方法:分别于放疗前后采集肺癌患者(n=30)外周血标本,同时摄胸片或CT扫描,并且计算肿瘤最大直径及垂直径的乘积。所有患者均接受原发灶及纵隔区域的常规分割放疗。运用fqRT-PCR法检测放射治疗前后患者外周血中CK19mRNA拷贝数的改变。结果:与放疗前相比,放疗后患者外周血CK19mRNA水平显著降低(5.093 2±1.062 8与4.249 3±0.832 3,t=3.192,P=0.007)。放疗前后CK19mRNA水平变化与肺癌的组织类型(鳞/腺癌与小细胞癌)有密切关系(0.538 9±1.062 8与1.682 6±0.946 7,t=2.145,P=0.051),同时与癌肿分化等级(高/中分化与低分化)间也存在一定关系(0.502 4与1.527 1,t=2.017,P=0.065)。放疗前后CK19mRNA水平变化与瘤负荷改变间存在相关性(r=0.575,P=0.025)。放疗前阳性率为80%(24/30),放疗后为53%(16/30),有8例病人经放疗后外周血CK19mRNA表达转为阴性。结论:对于播散性癌细胞,仅行放疗是不够的,还需施以其它一些全身性辅助治疗措施,才可能取得较好疗效。可将治疗前后外周血中CTCs变化来作为实体瘤新的疗效评判标准。对外周血等处的播散癌细胞进行检测对肿瘤分期及预后评估具有参考价值。

【关键词】肺肿瘤;血液;聚合酶链反应;细胞角蛋白;信使RNA;放射疗法

【中国图书分类法分类号】R734.2 【文献标识码】A 【收稿日期】2009-03-09

Fluctuation of circulating tumor cells in patients with lung cancer detected by real-time fluorescent quantitative-PCR approach before and after radiotherapy

WANG Mei, et al

(*Department of Clinical Laboratory, the First Affiliated Hospital, Chongqing Medical University*)

【Abstract】*Objective*: To evaluate the real-time fluorescent quantitative-polymerase chain reaction approach (fqRT-PCR) of cytokeratin 19 (CK19) targets for its feasibility to estimate the number of circulating tumor cells (CTCs) in the patients with lung carcinoma during radiotherapy and to correlate our observation to clinical findings. *Methods*: Samples of 5ml peripheral blood were taken from each lung cancer patients (n=30) both before and after the radiotherapy course. Meanwhile tumour size was determined by chest X-ray or computed tomography. The blood samples were subjected to real time RT-PCR assay. All patients with lung cancer were treated with primary definitive and mediastinal radiotherapy. *Results*: Compared to with that before the-treatment, the value of CK19 mRNA in PB after therapy decreased dramatically(5.093 2 ± 1.062 8 vs 4.249 3 ± 0.832 3,t=3.192,P=0.007). The change of CK19 mRNA level

作者介绍:王 梅(1970-),女,主管技师,研究方向:临床检验和分子生物学。

通讯作者:葛明建,男,教授,E-mail:mingjian_ge@hotmail.com。

基金项目:重庆市卫生局科研基金资助(编号:00-2004)。

J Thorac Imaging,2004,19(1):16-23.

[5] Hart D,Wall B F.UK population dose from medical X-ray examinations[J]. Eur J Radiol,2004, 50(3):285-291.

[6] Zhu X H,Yu J Q,Huang Z. Low-dose chest CT:Optimizing radiation protection for patients[J]. AJR,2004,183(3):809-816.

[7] Yoshiharu O,Hisanobu K,Astushi K,et al. Influence of detector collimation and beam pitch for identification and image quality of ground-glass attenuation and nodules on 16-and 64-detector row CT systems:Experimental study using chest phantom[J].Eur J Radiology,2007,64(3):406-413.

[8] John D,Kostas P,Panos P,et al.Conceptus radiation dose and risk from chest screen-film radiography[J]. Eur Radiol,2003,13(3):406-412.

[9] 曾勇明.数字X线成像技术操作规范与剂量优化[M].重庆:重庆出版社,2009.117-118.

[10] 张春红,林大全.中国成人仿真人体模型的参数研究[J].机械,2009,36(7):1-3.

[11] 张春红,林大全.探析我国仿真人体模型中的仿生技术[J].机械,2009,36(1):1-2.

[12] 曾勇明,张志伟,梁开运,等.双能量减影胸部成像模拟肺部病变检出的实验研究[J].重庆医科大学学报,2007,32(7):686-688.

[13] 曾勇明,吴富荣,张志伟,等.数字X线摄影辐射剂量与图像质量相关性的实验研究[J].重庆医科大学学报,2009,34(11):1517-1520.

(责任编辑:关蕴良)