

低剂量CT扫描技术在早期肺癌筛查中的应用与临床价值

张璋^a, 范强^b, 姚永熠^b

山西省晋煤集团总医院 a.肿瘤放疗科; b.核医学科, 山西 晋城 048006

[摘要] 目的 分析低剂量CT对早期或无症状的亚临床期肺癌人群的筛查价值, 从而实现疾病的早期准确诊断。方法 随机选取2016年4~9月在我院参加“城市癌症早诊早治项目”的300例高危肺癌筛查人群为A组、同期在我院门诊需行肺部CT检查的300例患者为B组研究对象, 分别行低剂量CT扫描和常规CT扫描, 对CT扫描时的各项参数和相应的有效辐射剂量进行统计学分析。结果 A、B两组图像均达到诊断的标准, 使用不同的扫描技术得到的图像在纵隔窗、肺窗上的图像质量进行肉眼观察并无差异。A组在容积CT剂量指数、剂量长度乘积、总扫描时间和辐射有效剂量(Effective Dose, ED) 4个方面均明显低于B组, A组ED值是B组ED值的22.8%, 差异均有统计学意义($P<0.01$)。结论 低剂量CT较常规剂量CT降低了受检者的辐射剂量, 且低剂量CT扫描时总扫描时间缩短, 有利于延长CT球管的寿命, 检查成本降低, 对高危人群肺癌早期筛查具有重要意义。

[关键词] 低剂量CT; 肺癌; 早期筛查; 早诊断; 临床价值

Application and Clinical Value of Low-Dose CT Scanning in Early Lung Cancer Screening

ZHANG Zhang^a, FAN Qiang^b, YAO Yongyi^b

a.Department of Tumor Radiotherapy; b.Department of PET/CT, General Hospital of Jincheng Coal Company, Jincheng Shanxi 048006, China

Abstract: Objective To analyze the screening value of low-dose CT for early or asymptomatic subclinical lung cancer, so as to realize the early diagnosis of the disease. Methods A total of 300 patients with high-risk lung cancer were randomly selected from April 2016 to September 2016 in our hospital who participated in “urban cancer early diagnosis and treatment project”, and were grouped into A group, who underwent low-dose CT scan. Another 300 subjects in the same period in out-patient pulmonary CT in our hospital were included as B group who underwent conventional CT scan. The parameters of CT scan and the corresponding effective radiation dose were analyzed statistically. Results The images of group A and B were all up to the standard of diagnosis. There was no difference in image quality between mediastinal window and lung window by using different scanning techniques. The CT dose index volume (CTDI_{vol}), dose-length product (DLP), the total scan time and effective dose (ED) in group A were significantly lower than that of group B, the ED value in group A occupied 22.8% in group B, the difference was statistically significant ($P<0.01$). Conclusion Low-dose CT can reduce the radiation dose of patients, and shorten the total scan time of low-dose CT scan, which is helpful to prolong the life of CT tube and reduce the cost. Therefore, it is of great value in early screening of high-risk lung cancer.

Key words: low-dose CT; lung cancer; early screening; early diagnosis; clinical value

[中图分类号] R814.42

[文献标识码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2018.02.019

[文章编号] 1674-1633(2018)02-0077-04

引言

肺癌目前高居我国恶性肿瘤发病、死因首位。肺癌的早期临床症状不明显, 在确诊时超过一半的患者已出现转移, 延误了最佳治疗期, 导致患者死亡率高、5年生存率低(约15%)、预后差, 因此对肺癌患者进行早期准确诊断成为关键。目前, 通过胸部螺旋CT检查是发现早期或无症状的亚临床期肺癌的最有效方法。1990年Naidich等^[1]提出的“低剂量”CT(Low-Dose CT, LDCT)的概念, 2011年美国

国家肺癌筛查试验^[2]结果显示, LDCT能降低肺癌死亡率约20%, 降低全死因死亡率7.6%, 并指出LDCT是目前唯一能降低肺癌死亡率的影像学筛查方法。本研究通过分析比较低剂量CT和常规CT扫描的参数和有效辐射剂量, 探讨低剂量CT在肺癌早期筛查中作用与意义, 并为临床选择最优的早期肺癌CT扫描方式。

1 资料与方法

1.1 一般资料

随机选取2016年4~9月在我院参加“城市癌症早诊

收稿日期: 2017-01-06
作者邮箱: zhangzh_81@126.com

修回日期: 2017-02-27

早治项目”筛查的肺癌高危人群 300 例作为 A 组,行胸部 LDCT 扫描,男 183 例,女 117 例,平均年龄 (53.9 ± 7.8) 岁;随机选取同期我院门诊需行肺部检查的患者 300 例作为 B 组,行常规剂量 CT 扫描,男 174 例,女 126 例,平均年龄 (55.8 ± 9.9) 岁。两组所选患者年龄与性别无显著差异,且均无胸部症状,均排除扫描范围内有金属固定物。

1.2 方法

采用 Siemens 384 层大孔径 PET/CT 完成扫描。扫描前对受检者进行呼吸训练,受检者仰卧于 CT 床上,一次屏气完成整个扫描,扫描范围从肺尖到肋膈角。A 组选择电压 120 kV、管电流 30 mAs;B 组选择电压 120 kV、管电流 110 mAs,对于过度肥胖和胸廓过厚者采用自动管电流技术;两组公共扫描参数包括扫描视野(Field of View, FOV) 平均 380 mm,因个人差异略有不同;层厚及层间距为 5.0 mm,如有需要重建 0.6 mm 薄层图像;肺窗窗宽、窗位为 1650 HU、-610 HU,纵隔窗窗宽、窗位为 350 HU、15 HU。扫描后图像传输至图像工作站进行后处理。扫描后图像由两名核医学科医师独立盲法阅片,得到最终结果;如意见不统一,以两名医师商议后的一致意见为准。如遇异常需了解病灶细节时,采用高分辨 CT(High Resolution CT, HRCT) 扫描,并采用多平面等重建技术增加诊断的可靠性。

1.3 评估参数

分别记录 A 组和 B 组的扫描参数用于辐射剂量评估分析,包括 CT 剂量指数(CT Dose Index Volume, $CTDI_{vol}$)、剂量长度乘积(Dose-Length Product, DLP)、总扫描时间,并计算相应的有效辐射剂量(Effective Dose, ED)。ED (mSv)=DLP \times W,是从放射线的生物损伤大小可比的角度的表达。其中,W 是不同部位的权重因子,W 值取 0.014。

1.4 统计学分析

所有数据采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析。计量资料由均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

A、B 两组图像均达到诊断的标准,使用不同的扫描技术得到的图像在纵隔窗、肺窗上的图像质量进行肉眼观察并无差异(图 1~2)。其中,A 组检测出的肺结节有 38 例 45 个,检出率为 12.7%,其中有 6 例被证实是早期的肺腺癌;B 组检测出的肺结节为 34 例 39 个,检出率为 11.3%,其中有 4 例病例被证实是早期的肺腺癌。

常规 CT 扫描图像通过比较及统计学分析发现,A 组在 $CTDI_{vol}$ 、DLP、总扫描时间和 ED 4 个方面均明显低于 B 组,差异均有统计学意义($P < 0.01$),见表 1。LDCT 的 ED 值是常规剂量 CT 扫描 ED 值的 22.8%,在保证诊断准

确性的同时减少了对患者的辐射剂量。

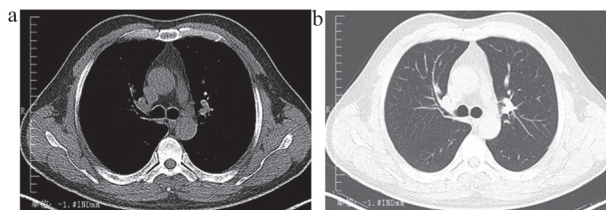


图1 LDCT扫描图像

注:a.纵隔窗图像;b.肺窗图像。

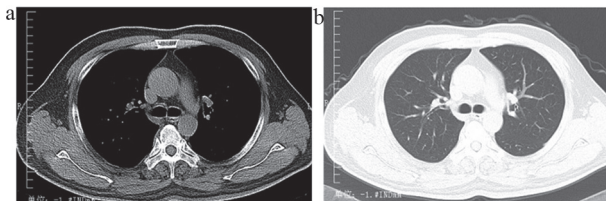


图2 常规CT扫描图像

注:a.纵隔窗图像;b.肺窗图像。

表1 两种CT扫描剂量及ED值比较

组别	$CTDI_{vol}$ (mGy)	DLP (mGy·cm)	总扫描时间 (mAs)	ED (mSv)
A (N=300)	2.02 ± 0.01	69.93 ± 5.30	436.45 ± 35.58	0.98 ± 0.07
B (N=300)	8.44 ± 2.15	306.69 ± 78.83	1440.13 ± 366.87	4.29 ± 1.10
t 值	29.97	30.12	29.78	30.15
P 值	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

3 讨论

目前,肺癌的检查方法有痰液检测、血清肿瘤标志物检测、支气管镜检查、普通 X 线摄影及螺旋 CT 筛查等。其中,痰液检测的敏感性、特异性不高,应用较少;多种血清肿瘤标志物的联合应用对肺癌的早期筛查、病情进展、疗效及预后有一定的临床指导作用^[3];支气管镜检查是中央型肺癌常用的检查方法之一,其敏感性可高达 88%,但在周围型肺癌中的敏感性仅为 70%,而在肿瘤直径小于 2 cm 的早期周围型肺癌患者中敏感性更低^[4];普通 X 线便宜、省时、操作简单,但敏感性较低且临床表明单纯 X 线胸片漏诊率较高,少者 1/2,多者高达 90%,常需联合其他方法检测^[5];螺旋 CT 具有时间及空间分辨率均较高、图像质量高特点,可清晰显示支气管狭窄、各肺叶细节结构及肺部结节位置、大小、形态等情况,且不同病理类型肺癌 CT 表现不同,依据不同 CT 表现可准确判断早期肺部病变^[6]。必要时还可对重点病灶行薄层 HRCT 检查,为肿瘤边缘、内部结构提供更多信息,甚至可诊断直径 2~3 mm 病灶,明显提高对病灶定性诊断作用。同时亦有研究表明,计算机辅助检测系统能够发现解剖学死角区的结节,使病灶检出率提高、漏诊率减少^[7]。

2011 版国际肺腺癌新分类提供的数据表明^[8],原位腺癌和微浸润腺癌若能早期诊断并接受根治性手术,其无症状存活率可接近 100%。“美国早期肺癌行动计划”^[9]数据

也显示,年度 LDCT 筛查能发现 85% 的 I 期周围型肺癌,患者术后 10 年预期生存率达 92%。因此,降低肺癌的死亡率应由过去“重治疗轻诊断”的观念转变为“早发现、早诊断、早治疗”,我院参加的“城市癌症早诊早治项目”为改变这一观念做出了表率。目前 LDCT 扫描技术也被认为是敏感性较高的肺癌普查手段。LDCT 优点如下:

(1) 具有低辐射剂量,消除了患者对 X 线的恐惧心理,可用于肺癌高危人群的筛查和肺癌患者的长期随访,也可用于不宜承受过大剂量照射的人群(婴幼儿、孕妇、老年人)等的肺部检查,还可以用于冠状动脉硬化、食道异物定位等。本研究中 LDCT 采用管电流 30 mA,有效剂量是 0.8~1.2 mSv,较常规 CT 的辐射剂量降低 3~8 倍,且灵敏度和特异性大为提高。

(2) 与常规剂量 CT 扫描相比并不降低它的检出率,但较普通胸片具有明显的优越性。韩伟等^[10]对 1000 名健康体检者分别行普通平片和 LDCT 平扫,结果显示胸片异常发现率 20.18%,LDCT 平扫异常发现率 46.17%。

(3) LDCT 肺部扫描虽然图像噪声略有增加,但所得的影像图像质量基本可以满足诊断要求,若发现有可疑病灶,可行常规剂量(110 mAs)CT 薄层扫描,使患者的辐射剂量降低,又获得更多的影像诊断信息,大大提高了病变的检出率和诊断准确性。另外,正常肺组织中含有大量气体属于高对比结构器官,其 X 线吸收率比其他部位小,因此 LDCT 非常适合健康人群早期无症状肺癌的筛查,为肺癌的早发现、早诊断、早治疗提供科学经济的方法。

随着 CT 检查在临床的广泛应用,重视检查安全性、避免医疗辐射也开始被人们重视。一般而言,CT 图像清晰度越高,受检者接受辐射剂量越多,而长时间受到大剂量照射,可能导致绝育、白内障、胎儿畸形等,甚至诱发恶性肿瘤或白血病,对人体造成伤害。在一份 15 个发达国家的调查报告显示,0.6%~3.2% 的恶性肿瘤发生可能与 CT 辐射有关^[11];国际放射防护委员会也指出:每增加 1 mSv 的 X 线照射剂量,则增高 $5/10^4$ 的概率引发肿瘤^[12];最新研究报告也指出公众接受 X 线照射剂量每增加 1000 mSv,将增加 4.1% 的恶性肿瘤发病率,即每 100 万人中有 4 人会因为辐射而诱发癌症^[13]。因此如何在遵循“合理使用低剂量”的原则下保证图像质量并尽可能降低辐射剂量成为当前医学影像学研究的重点。

常见减少 CT 检查辐射剂量的方式包括降低管电压、降低管电流、增大螺距、缩短扫描时间及算法的改进等。保持管电压不变,降低管电流,是目前降低辐射剂量最常用的方法。LDCT 技术不仅通过降低 X 线辐射剂量达到对受检者的防护,而且降低管电流出现的图像噪声对图像分辨率影响很小。受检者只需接受较低的 X 线辐射剂量就可获得与常规剂量相似的 CT 图像,满足了诊断的

要求。本研究发现 LDCT 较常规剂量 CT 的 ED 值降低了 66.9%~84.8%,大大减少了受检者的辐射剂量,符合国际放射线防护委员会对辐射防护最优化的要求。另外,CT 图像噪声与管电流值的平方根成反比,噪声直接影响 CT 图像的分辨率,是影响 CT 图像质量至关重要的因素。本研究表明,在 30 mA 的剂量下扫描的图像质量与常规扫描(110 mA)条件下图像质量无显著差异,但 LDCT 的总扫描时间减少,使 CT 球管发生的过热几率相应减少,有利于延长 CT 球管的寿命,从而降低检查成本。

大量的研究数据及不断改进的检查方法也进一步证实了 LDCT 筛查早期肺癌的价值。2015 年欧洲放射/呼吸学会发布关于肺癌筛查白皮书,建议将肺癌筛查纳入一项综合的、保证质量的、纵向的临床试验中或具有资质的多学科医学中心的常规临床实践中,应用 LDCT 每年在肺癌高危个体中进行筛查^[14]。2015 年 Yi 等^[15]的《亚洲人群不同风险肺癌的 LDCT 筛查:回顾性队列研究》结论显示 LDCT 可以更好地发现部分实性或非实性肺腺癌,在非高危组使用 LDCT 较 CXR 进行肺癌筛查能够检出更多的肺癌,并提高了肺癌生存率。北京宣武医院支修益教授在第六届胸部肿瘤规范化诊治高级论坛上解读的《中国原发性肺癌诊疗规范》(2015 版)中强调,在肺癌高发地区,对于年龄在 50~79 岁,每天吸烟 20 支以上、连续吸烟 20 年,有肿瘤家族史或肺癌家族史、既往肺部疾病史,有职业与环境致癌因素的肺癌高危人群,定期接受 LDCT 肺癌筛查,有益于发现早期肺癌,提高治愈率^[16-17]。我地区属北方寒冷地带,且是尘肺、肺癌及其他肺部疾病的高发区,加强 LDCT 健康筛查方面的开展和研究,可有效地对肺癌高危人群进行监控,以早期检出、及时治疗并改善预后。

因此,结合笔者近两年的工作经验证明,在保证图像质量满足临床诊断疾病要求的前提下,LDCT 检查需要的剂量较少,避免了对患者造成不必要的伤害,受到患者欢迎,值得临床早期肺癌筛查推广应用。但目前尚无 LDCT 标准化及严谨的筛查方案,值得进一步研究。

[参考文献]

- [1] Naidich DP,Marshall CH,Gribbin C,et al.Low-dose CT of lung preliminary observations[J].*Radiology*,1990,175(3):729-731.
- [2] McNittgray MF.Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening[J].*N Engl J Med*,2011,365(5):395-409.
- [3] 石毅,唐昌连,王燕.肺癌高危人群中低剂量CT联合血清肿瘤标志物对肺癌早期诊断的可行性分析.分子影像学杂志[J].2016,39(3):280-282.
- [4] 许尚文.肺癌早期综合诊断和防治策略[J].功能与分子医学影像学,2014,3(4):494-497.

- [5] 李永忠.胸部数字化X线摄影与低剂量螺旋CT在肺癌筛查中的应用价值[J].中国慢性病预防与质控,2015,23(6):463-464.
- [6] 殷伟,兰永树.螺旋CT低辐射剂量扫描在临床早期肺癌筛查中的应用[J].西南军医,2015,17(4):430-432.
- [7] 唐威,王建卫,吴宁,等.计算机辅助检测系统在低剂量肺癌筛查结节检出中的应用价值[J].中华放射学杂志,2012,46(7):619-623.
- [8] 陈柯.2011版肺腺癌病理新分类的解读[A].安徽省医学会病理学分会九届二次学术会议[C].2012.
- [9] Henschke CI,Yankelevitz DF,Libby DM,et al.International early lung cancer action program investigators, survival of patients with stage I lung cancer detected on CT screening[J].*N Engl J Med*,2006,355(17):1763-1771.
- [10] 韩伟,付丽,彭莉,等.低剂量CT胸部平扫在健康体检中的应用[J].四川医学,2010,31(5):679-680.
- [11] González ABD,Darby S.Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries[J].*Lancet*, 2004,363(9406):345-351.
- [12] 刘士远,于红.积极推进胸部低剂量CT扫描的临床应用[J].中华放射学杂志,2010,44(1):6-7.
- [13] 何建成.X线、CT检查低辐射剂量防护研究[J].医疗卫生装备.2013,34(12):117-118.
- [14] Kauczor HU,Bonomo L,Gaga M,et al.ESR/ERS white paper on lung cancer screening[J].*Eur Respir J*,2015,25(9):2519-2531.
- [15] Yi CA,Lee KS,Shin MH,et al.Low-dose CT screening in an Asian population with diverse risk for lung cancer: A retrospective cohort study[J].*Eur Radiol*,2015,25(8):2335-2345.
- [16] 支修益,石远凯,于金明,等.中国原发性肺癌诊疗规范(2015版)[J].中华肿瘤杂志,2015,7(1):433-436.
- [17] 侯艳,甄英丽,王伟,等.沙利度胺在广泛期小细胞肺癌治疗中的应用价值[J].中国医药,2016,11(6):809-812.

本文编辑 王静

上接第 68 页

- [10] Ahlhelm F,Kaufmann R,Ahlhelm D,et al.Carotid artery stenting using a novel self-expanding braided nickel-titanium stent: feasibility and safety porcine trial[J].*Tech Vasc Interv Radiol*,2009,32(5):1019-1027.
- [11] Zou Q,Xue W,Lin J,et al.Mechanical characteristics of novel polyester/NiTi wires braided composite stent for the medical application[J].*Res Phys*,2016,6:440-446.
- [12] Russell SM.SMST-2000:Proceedings of the International Conference on Shape Memory and Superelastic Technologies[M].Almere:ASM International,2001.
- [13] Wiskirchen J,Kraemer K,König C,et al.Radiopacity of current endovascular stents: Evaluation in a multiple reader phantom study[J].*J Vasc Inter Radiol*,2004,15(8):843-852.
- [14] Wiskirchen J,Venugopalan R,Holton AD,et al.Radiopaque markers in endovascular stents-benefit and potential hazards[A].RöFo-Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren[C].New York:Georg Thieme Verlag Stuttgart,2003,175(4):484-488.
- [15] Schaffer JE.DFT: Biocompatible wire[J].*Adv Mater Proc*, 2002,160(10):51-54.
- [16] Boese A,Rose G,Friebe M,et al.Increasing the visibility of thin NITINOL vascular implants[J].*Curr Direc Biom Engin*, 2015,1(1):503-506.
- [17] Hewitt TJ,Merritt BE,Patterson WR.Filamentary devices for treatment of vascular defects:US,9295473 B2[P].2016.
- [18] Schaffer JE,Gordon R.Engineering characteristics of drawn filled nitinol tube[A].SMST-2003: Proceedings of the International Conference on Shape Memory and Superelastic Technologies (ASM International)[C].2004:109-118.
- [19] Gong X,Pelton AR.ABAQUS analysis on nitinol medical applications[A].ABAQUS Users' Conference, Newport, Rhode Island[C].2002:1-10.
- [20] Rebelo N,Perry M.Finite element analysis for the design of Nitinol medical devices[J].*Min Inv Ther All Tech*,2000,9(2):75-80.
- [21] Shayanfard P,Šandera P,HornáKová J,et al.Ni-Ti self-expanding vascular stent configuration and biomedical interaction with artery: Finite element analysis[J].*Sol Stat Phen*,2016,258:366-369.

本文编辑 袁隽玲

上接第 76 页

- [14] Xia KJ,Wang JQ,Wu Y.Robust Alzheimer disease classification based on feature integration fusion model for magnetic[J].*J Med Imag Health*,7(6):1171-1176.
- [15] Xia KJ,Wang JQ,Cai J.A novel medical image enhancement algorithm based on improvement correction strategy in wavelet transform domain[J].*Cluster Comput*,2017,(10):1-9.
- [16] Xia KJ,Wu Y,Ren XG,et al.Research in clustering algorithm for diseases analysis[J].*J Networks*,2013,8(7):123-129.

本文编辑 王静