

猪肺体外模型预测气道异物CT值的研究

梁晖辉¹, 黄素梅², 何月梅², 陈杰彬¹, 黄文东², 张敏红¹, 董 琴¹, 李 颢¹, 张国千¹, 陆莹莹¹, 林越国¹, 李冲云¹, 蔡 勇^{1*} (广东省茂名市人民医院 1. 放射科, 2. 科研中心, 广东茂名 525000)

摘 要: **目的** 建立猪肺体外模型, 了解异物进入肺内后CT值变化及常见异物CT值。**方法** 将干花生、瓜子置于新鲜猪肺气管中, 采用CT平扫获得CT值; 将体外模型CT值与临床病例CT值进行比较, 评估该模型在异物性质诊断中价值。**结果** 干花生、瓜子在肺内CT值均比肺外CT值大($P<0.01$)。20颗花生CT值与8颗临床病例花生CT值差异无统计学意义($P>0.05$)。干花生放入肺内72 h内, 其CT值先升高(24 h)后降低(72 h); 而瓜子CT值在72 h内无明显改变($P>0.05$)。生花生、干花生、熟花生、圆珠笔嘴在模型中CT值分别为19~43、-9~65、5~19、-356~-331 HU。**结论** 成功构建猪肺体外模型, 获得常见异物CT值。

关键词: 气管异物; 计算机断层扫描; 猪肺; 体外模型

中图分类号: R 445

文献标志码: A

文章编号: 2096-3610 (2023) 03-0271-04

CT value prediction of airway foreign bodies in an in vitro porcine lung model

LIANG Hui-hui¹, HUANG Su-mei², HE Yue-mei², CHEN Jie-bin¹, HUANG Wen-dong², ZHANG Min-hong¹, DONG Qin¹, LI Xie¹, ZHANG Guo-qian¹, LU Ying-ying¹, LIN Yue-guo¹, LI Chong-yun¹, CAI Yong^{1*} (1. Radiology Department; 2. Scientific Research Center; Maoming People's Hospital, Maoming 525000, China)

Abstract: **Objective** To investigate the change of CT values of airway foreign bodies and CT values of common foreign bodies using an in vitro porcine lung model. **Methods** The dried peanuts and seeds were placed in the trachea of fresh porcine lung, and CT values were obtained by plain CT scan. The diagnostic value of foreign body nature was evaluated by comparison of CT values between in vitro models and clinical cases. **Results** CT values of intrapulmonary dried peanut and seeds were higher than those of extrapulmonary ones ($P<0.01$). CT values were comparable between 20 peanuts of models and 8 peanuts of clinical cases ($P>0.05$). CT values of dried peanuts increased at 24 h and decreased at 72 h, while those of seeds were unchanged during 72 h ($P>0.05$). CT values of raw, dried and cooked peanuts, and ballpoint pen nibs in the model were 19-43, -9-65, 5-19 and -356~-331 HU, respectively. **Conclusion** The in vitro porcine lung model is successfully constructed, and CT values of common foreign bodies are obtained.

Key words: airway foreign body; computed tomography; porcine lung; in vitro model

气道异物多发于3岁以下婴幼儿^[1],起病急、危害大、误诊率较高。通常情况下异物被吸入气道时,因为没有看见异物吸入的全过程,所以大部分家长对吸入物的性质并不明确。而异物性质的确定对异物取出方法的选取具有重要的指导作用^[2]。呼吸道异物最佳的有效诊断方法为支气管镜,但该技术不适合在临床中广泛应用。支气管镜检查不仅对技术设备有着较高的要求,同时容易出现麻醉风险,以及水肿、气胸等相关并发症,在未确定是否存在异物的情况下,不建议使用支气管镜进行检查。X线透视是诊断呼吸道异物最

为常用的诊断方式,具有价格低廉、诊断方便的特点,但这种诊断方式的漏诊率较高^[3],诊断效果并不理想。近年来,CT检查在临床中的应用越来越广泛。CT与X线胸透相比具有更高的分辨率和检测效率,可明确异物所处的位置,充分显示纵隔摆动的特征(透视下)、双肺异常密度改变、肺野内斑片影等,能够通过间接成像和直接成像确定异物准确位置,具有较高的诊断符合率^[4]。在CT图像中,由于金属异物具有较高的CT值可直接做出诊断^[5];而低密度异物CT值可能缺乏特异性,较难判断^[6]。在临床中,气道异物常以碎片形式存

收稿日期: 2022-09-21

作者简介: 梁晖辉(1982-),男,本科,主管技师, E-mail: lsfowen@21cn.com

通信作者: 蔡 勇(1976-),男,本科,主任医师, E-mail: yong_cai@126.com

在,难以根据其形状判断异物性质,目前亦很少有报道常见的异物如花生、瓜子等的CT值范围,也较少有研究发现异物进入肺前后CT值的变化情况。本研究旨在通过建立体外猪肺模型试验,进一步研究气道异物进入气道后CT值的变化,并获得常见异物的CT值范围,为指导临床气道异物的诊断提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料和仪器

取20颗干花生、瓜子放置于两个新鲜猪肺气管中,为了减少试验误差,我们把花生切成均匀的长方形,取其物理中位处作为研究的观察点。采用CT平扫获得异物放入猪肺模型前CT值(肺外CT值)和放入猪肺模型后CT值(肺内CT值)。仪器为飞利浦PHILIPS公司的Ingeuity 64排128层螺旋CT,猪肺模拟患者仰卧位放置,设置扫描参数:迭代算法,重建层厚1.00 mm,层间距1.00 mm,螺距0.9,管电压120 kV,管电流250 As。所有扫描检测平行3次。

1.2 方法

采用CT平扫获得异物放入猪肺模型前以及放入后0、24、48、72 h的CT值,并与2019–2021年我院临床经支纤镜确诊为花生气道异物的8例实际案例的CT值进行比较,评估体外模型在异物性质诊断的价值。

1.2.1 常见气道异物 生花生、熟花生、干花生(烘炒类)、瓜子仁(烘炒类)、瓜子壳(烘炒类)、带壳瓜子(烘炒类)、西瓜籽、果冻、荷兰豆子、青豆(烘炒类)、李子肉、生板栗、笔嘴(纤维)、猪骨头片、鱼刺、口香糖等为本研究观察的常见异物。

1.2.2 检测常见气道异物的CT值范围 将花生、瓜子、笔嘴(纤维)、青豆、果冻、鱼刺等15种不同的异物嵌入1个新鲜猪肺的肺气管中,采CT平扫获得异物嵌入气道前后的CT值范围,由3名熟练的放射科医生对检查结果进行评估。

1.2.3 检查方法 全部CT检查操作均由同1位放射科医师进行。20颗花生、瓜子的结果由同1名放射科医生进行评估;15种常见气道异物的检查结果由另外3名有10年工作经验的放射科医生进行评估,然后综合3人的结果获得常见异物的CT值范围。

1.2.4 观察指标 在验证模型时,把花生、瓜子切成均匀的长方形,取其物理中位处作为研究的观察点,在工作站中测量异物冠状位图中位线上的CT值。在获取常见异物CT值范围时,记录肺内肺外每个异物CT值

的最大、最小值,避免测量异物边缘部位(CT值因受空气容积效应变化较大)。冠状位异物定位,横断位观察指标,Thickness 1.00 mm,Zoom设定为2.50。

1.3 统计学处理

采用SPSS 25.0软件对数据进行秩和检验, $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 猪肺模型的成功构建

异物与猪肺模型实物图及CT影像见图1。干花生、瓜子在肺内的CT值均比肺外测量的CT值大($P<0.01$),如图1F所示。20颗花生的CT值与8颗临床案例花生CT值的分布差异无统计学意义($P>0.05$),见图1G。

2.2 体外试验探讨干花生、瓜子进入肺内CT值的变化

干花生、瓜子进入气道后0、24、48、72 h的CT值变化情况如图2A、B所示,干花生(图2A)在放入肺内72 h内,其CT值先升高(24 h)后降低(72 h);而72 h内瓜子的CT值改变差异无统计学意义($P>0.05$)。影像结果如图3所示。

2.3 体外试验获得常见气道异物的CT值范围

如下图4中所示,生花生在猪肺模型中CT值范围为19~43 HU,干花生的CT值范围为-9~65 HU,熟花生的CT值范围为5~19 HU、圆珠笔嘴CT值范围为-356~-331 HU。其他较为常见的异物在猪肺外、猪肺内CT值范围见表1。

3 讨论

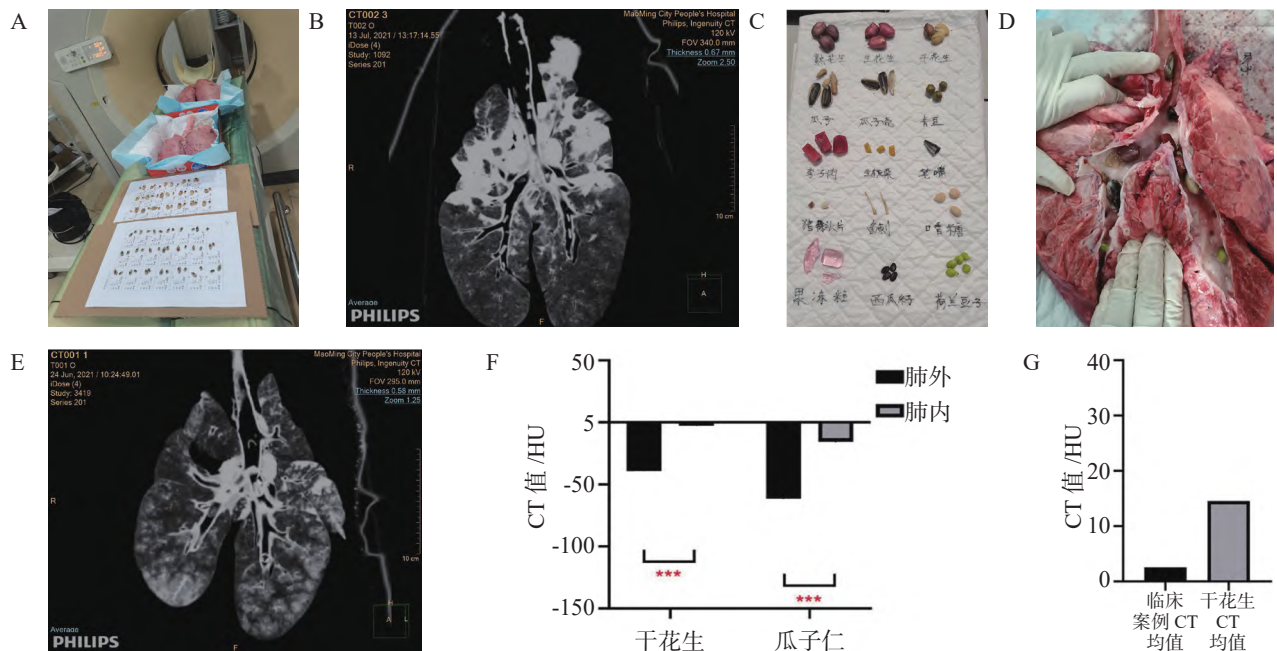
CT值的差异与异物的密度有关^[7],而与异物的硬度没有必然关系。本研究发现异物的含水量以及含油脂的量是影响气道异物CT值的重要因素。生花生含水量较大,其CT值范围为19~43 HU;煮熟的花生因水分挥发,其含水量比生花生更少,CT值的范围为5~19 HU;而干花生(烘炒类)含水量最少,但是含油脂较多,其密度相对较大^[7],其CT值范围为-9~65 HU。同样,本研究发现生荷兰豆的豆仁CT值范围为33~43 HU,而炒干后的青豆仁的CT值范围为104~127 HU。另外瓜子壳密度较小,其肺内CT值范围为-738~-651 HU,瓜子仁含有较多油脂,其密度较瓜子壳大,肺内CT值范围为-4~10 HU。而带壳瓜子仁肺内CT值范围与无壳瓜子仁的CT值范围相似,为4~13 HU。

本研究发现,异物在肺内保留的时间延长对瓜子的CT值影响并不大,但是干花生的CT值变化较大,

表1 常见异物在猪肺外及猪肺内的CT值范围

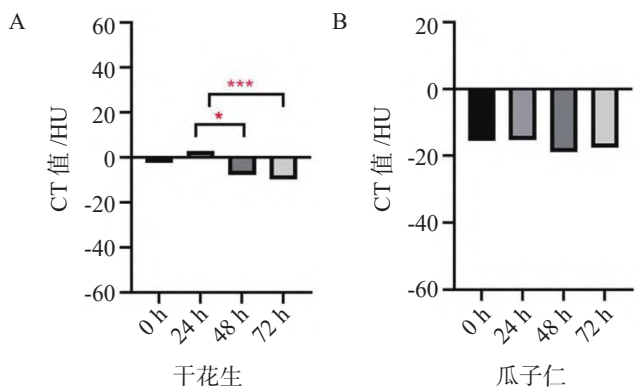
(HU)

异物名称	肺外CT值范围	肺内CT值范围	异物名称	肺外CT值范围	肺内CT值范围
瓜子壳	-539~-529	-738~-651	生花生	18~25	19~43
带壳瓜子	-84~-24	4~13	熟花生	-15~16	5~19
瓜子仁	-94~-26	-4~10	干花生	15~22	-9~65
荷兰豆子	7~19	33~43	猪骨头片	363~801	697~1 089
炒青豆	12~119	104~127	鱼刺	-299~-181	213~270
生板栗	196~210	214~241	圆珠笔嘴	-318~-297	-356~-331
李子肉	33~44	44~58	口香糖	231~249	238~263
果冻	33~43	61~70			



A. 干花生、瓜子进入猪肺前实物图; B. 20 颗花生进入猪肺后CT 影像图; C. 15 种常见异物进入猪肺前实物图; D. 15 种常见异物进入猪肺后解剖实物图; E. 15 种常见异物进入猪肺后CT 影像图; F. 干花生与瓜子仁肺内与肺外的CT 值对比图; G. 干花生与临床实际案例CT 值对比图

图1 异物与猪肺模型实物图及CT 影像图



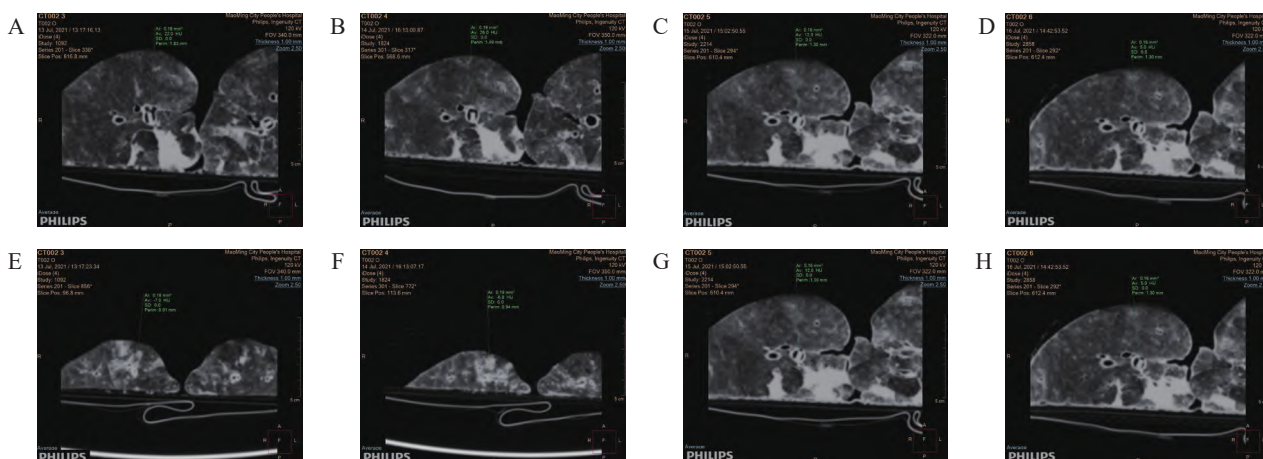
A. 干花生肺内 0~72 h CT 值的变化图; B. 瓜子肺内 0~72 h CT 值的变化图; * 表示 $P < 0.05$, *** 表示 $P < 0.01$

图2 异物CT 值对比变化图

其原因可能是干花生进入肺内后吸收水分较多,引起CT 值变化。气道异物的影像诊断与 3 个因素有密切关系,分别是临床病史、诊断检查方法和临床思维。临

床病史上,可分为明确知道何种异物以及无法知道是何种异物两种情况,后者发生的对象往往是不懂事的小孩。本研究以常见的气道异物为研究对象,探讨了几种常见异物在肺外CT 值及肺内CT 值的变化,包括置入前后环境改变导致的CT 值变化及体内随时间推移物质CT 值的变化,为异物诊断提供参考。本研究发现气道异物进入体内后,其CT 值因所在环境的变化而发生较大改变,不能单纯以体外CT 值推断体内CT 值;另一方面,本研究为在未知气道异物为何物时,通过多种常见的异物CT 值情况可推断是何种异物,为临床异物的诊断提供理论依据。

临床思维方面,经验不足的医生往往会认为硬的物体CT 值高,软的物体CT 值低。本研究发现,有时候硬的物体比较的CT 值更低。如干花生较硬,但CT 值为负值;生花生较软,CT 值为正值。圆珠笔嘴(纤



A-D. 实验中为花生(编号 14)进入猪肺气道后 0、24、48、72 h 的CT 影像图; E-H. 实验中瓜子(编号 20)进入猪肺气道后 0、24、48、72 h 的CT 影像图

图3 猪肺模型内异物不同时段CT 影像图

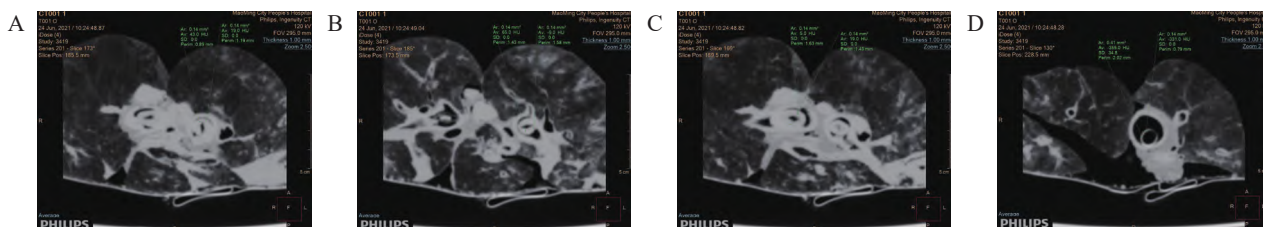


图4 生花生(A)、干花生(B)、熟花生(C)、圆珠笔嘴(D)在猪肺模型中的CT 影像图

维)的硬度较大,常被认为其CT 值应该是正值,然而我们的实验结果发现其CT 值范围为-356~-331 HU (图 4 D),所以临床中不能单从硬度的大小来判定异物的CT 值。骨头的CT 值一般在 1 000 HU 左右,本研究猪骨头片肺内CT 值范围为 697~1 089 HU,与文献报道的一致^[8]。然而鱼刺这类体型较细小的骨头,其CT 值范围为 213~270 HU,可能是体型细长的鱼刺骨头受空气容积效应较大,或者鱼刺标本本身是鱼腹鳍,不是真正意义的鱼骨头,所以其CT 值比正常骨头的CT 值小。

部分异物在气道内吸收了水分后CT 值会上升。本研究发现体外环境的气体容积效应会导致异物CT 测量值下降;肺内环境的水黏液容积效应会导致异物CT 值上升,改变惯性思维有助于诊断。

本研究成功构建了体外模型,研究了异物在肺内保存时间延长后异物CT 值的变化情况,获得了多种常见异物的CT 值范围。本研究的局限性在于暂时无法通过实验证明花生和瓜子在体内保存时间延长其CT 值的变化趋势为什么不一致,原因有待进一步验证。

参考文献:

- [1]梁文玉,张乃尊,陈清,等.多排螺旋CT 三维重建在诊断儿童气管异物中的价值[J].广东医学院学报,2013,31(3):301-302.
- [2]BAI W, ZHOU X, GAO X, et al. Value of chest CT in the diagnosis and management of tracheobronchial foreign bodies[J]. Pediatr Int, 2011, 53(4): 515-518.
- [3]徐碧钰,彭小婉,朱琳. X 线与螺旋CT 对气道异物的诊断价值比较[J]. 中国卫生标准管理, 2016, 7(17): 161-162.
- [4]张凤月. 胸部CT 扫描与透视在呼吸道非金属异物诊断中的价值对比分析[J]. 糖尿病天地, 2019, 16(7): 144-145.
- [5]于淑靖,吴焕阁,马长青. 螺旋CT 对气管支气管异物和狭窄的诊断价值[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2007, 21(3): 116-118.
- [6]袁国奇,熊诗俊,刘利明,等. 4 例老年人支气管异物CT 漏诊分析[J]. 广东医学院学报, 2012, 30(1): 64-65.
- [7]熊蝶,胡亮,田芬,等. 6 种可食用含脂肪物质的CT 值比较[J]. 山东医药, 2012, 52(34): 36-37.
- [8]宣鹏飞. 不同年龄段人群腰椎 CT 值的快速求解及临床意义[D]. 广州:南方医科大学,2014.