

## Development of vehicle-mounted radiation protection equipment in PET/CT examination PET/CT 检查防护运送车的研制

帅冬梅, 李秋平, 马 杰, 卢 洁\*

(首都医科大学宣武医院核医学科, 北京 100053)

[Key words] Vehicle; Radiation protection; Tomography, emission-computed

[关键词] 转运车; 辐射防护; 体层摄影术, 发射型计算机

DOI: 10.13929/j.1003-3289.201702002

[中图分类号] R817.4 [文献标识码] B [文章编号] 1003-3289(2017)09-1428-03

PET/CT 是将 PET 和 CT 两种影像技术有机地结合, 通过计算机断层显像的方法显示人体主要器官的生理代谢功能, 同时应用 CT 技术进行精确定位, 有利于疾病的早期发现、早期诊断及早期治疗<sup>[1]</sup>。PET/CT 主要应用于肿瘤、心血管疾病及中枢神经系统疾病等领域, 具有重要的临床价值<sup>[2]</sup>。PET/CT 的脑血流检查使用<sup>13</sup>N-氨水作为示踪剂, 但<sup>13</sup>N-氨水的半衰期仅 9.96 min, 注射后需立即进行检查, 因此需在床边进行静脉给药, 以获取最佳影像图像。为减少静脉注射护理人员的辐射剂量, 目前采用手持铅盒进入检查室进行给药, 但由于铅盒的重量大, 提取费力, 有跌落风险, 且铅盒的铅当量常为 4 mmPb, 屏蔽辐射的能力有限。因此, 本科室依据射线通过某种物质时能够被减弱的原理, 研制辅助放射性药物转运的注射器防护运送车, 以期可更便捷、安全地进行药物转运, 同时最大限度地降低辐射对护理人员的影响。

### 1 资料与方法

1.1 外观设计 防护运送车尺寸为 450 mm × 450 mm × 950 mm, 除去防护栏高度为 850 mm, 与 PET/CT 检查时机床的高度持平。防护运送车共分 3 层, 最底层放置锐器盒及垃圾桶以收集操作中未被放射源污染的医疗垃圾; 第二层为内置铅筒的底部; 第一

层为铅筒的开口部, 开口处设有圆柱形铅盖, 铅盖固定于长条形不锈钢上, 一端通过螺钉固定于防护车上, 另一端可灵活移动, 通过移动铅盖位置控制打开与关闭铅筒。防护车内置铅筒高为 180 mm, 直径为 140 mm, 其空心区域高为 186 mm、直径为 65 mm, 铅筒闭合处铅盖的直径为 100 mm, 关闭时可使空心区域为全封闭状态。实心区域内置铅板, 其中空心区域设置一套注射器防护装置, 包括注射器底座及可拆卸不锈钢注射器防护套, 可放置 5 ml、2 ml 及 1 ml 的注射器, 能够直接使用注射器防护套进行给药。防护车内外均采用不锈钢饰面, 内衬铅板, 铅当量为 40 mmPb; 车轮为 4 个防滑橡胶万向轮(图 1~3)。

1.2 防护转运车的使用方法 以采用<sup>13</sup>N-氨水作为示踪剂的 PET/CT 脑血流检查为例, 检查前护理人员穿好铅衣, 佩戴好防护用具(如铅脖套、铅帽、铅镜等), 在高活室根据患者体质量进行药品分装, 按 0.2~0.25 mCi/kg 体质量抽取药物, 最高限不超过 15 mCi; 同时技师协助患者在扫描床进行摆位, 注意与患者保持一定距离。活度计测量准确后迅速将放射性药物置入防护车托架的注射器防护套中, 并关上铅盖, 将防护车迅速推至检查室患者旁, 常规消毒后打开铅盖取出注射器及防护套, 为患者进行静脉给药。给药完毕后, 将注射器及防护套置于铅筒中关闭铅盖, 对患者开始 PET/CT 检查, 再将防护车推至高活室处理用物, 注射器置于铅垃圾箱中, 经自然衰变后按非放射性物品处理。

1.3 防护效果测试 由 3 名操作者同时在 3 个操作间用 2 ml 注射器抽取剂量 5 mCi 的<sup>13</sup>N 示踪剂,<sup>13</sup>N-氨水由本科室放射性药物实验室自行制备, 经物理学、

[基金项目] 十三五国家重点研发项目资助(2016YFC0103001)。

[第一作者] 帅冬梅(1973—), 女, 四川成都人, 大专, 主管护师。

E-mail: 826653027@qq.com

[通信作者] 卢洁, 首都医科大学宣武医院核医学科, 100053。

E-mail: imaginglu@hotmail.com

[收稿日期] 2017-02-02 [修回日期] 2017-07-14

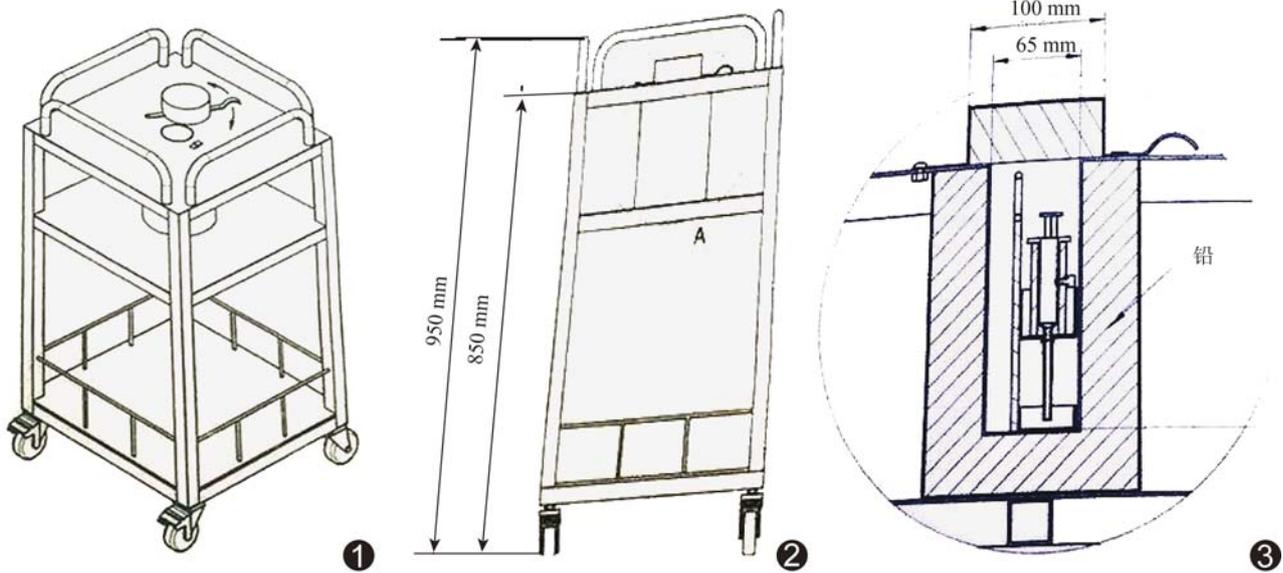


图1 防护运送车的外观 图2 防护运送车的高度 图3 防护运送车中注射器的放置

化学、生物学检测,各项指标合格,放射化学纯度 $>96\%$ ,示踪剂通过伦理委员会论证和审批。在抽取药物前,3个操作间天然 $\gamma$ 辐射水平范围为 $0.2\sim 0.3\ \mu\text{Sv/h}$ ,属正常天然本底辐射水平。将3份示踪剂分别处理,一个无防护装置,一个使用注射器防护盒(尺寸为 $250\ \text{mm}\times 120\ \text{mm}\times 80\ \text{mm}$ ,铅当量为 $4\ \text{mmPb}$ ),一个使用防护转运车。备好示踪剂后,在距其正前方 $0.5\ \text{m}$ 、 $1.0\ \text{m}$ 、 $1.5\ \text{m}$ 、 $2.0\ \text{m}$ 处采用Inspector Alert  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 和X线检测仪1A-V2分别测量空气剂量率。

## 2 结果

在距其正前方 $0.5\ \text{m}$ ,无防护状态的 $^{13}\text{N}$ -氨水的空气剂量率为 $110.2\ \mu\text{Sv/h}$ ,在不同距离测量的数值相差较大;使用防护盒及转运车后空气剂量率骤减,分别为 $42.2\ \mu\text{Sv/h}$ 和 $14.8\ \mu\text{Sv/h}$ 。见表1。

表1 不同防护装置空气剂量率测量结果( $\mu\text{Sv/h}$ )

防护装置	0.5 m	1.0 m	1.5 m	2.0 m
无防护	110.2	78.4	10.0	7.5
防护盒	42.2	10.3	7.8	3.4
防护转运车	14.8	8.3	3.7	2.0

## 3 讨论

随着核医学诊断与治疗的发展,越来越多的放射性药物应用于临床,但放射性药物运用于临床的同时,辐射危害也逐渐被人们所重视,在保护患者同时对医护人员的防护也尤为重要。

本文所设计的防护转运车有如下优点,转运安全便捷:防护转运车含4个万向轮,转运速度快且转运更为方便和便捷,可控性好,缩短了放射源与医务人员接触的时间;防护车可轻易推动,均衡性、稳固性高,不会出现注射器防护盒跌落的问题,保证了检查的正常进行及医务人员的安全,降低了不良事件发生的风险。降低外照射剂量: $^{13}\text{N}$ -氨水等示踪剂均通过产生的 $\gamma$ 光子信息来获得病变组织的影像, $\gamma$ 射线穿透能力强,大剂量可导致外照射急性放射病,严重时甚至会导致死亡。辐射外照射防护的基本方法有时间防护(缩短受照时间)、距离防护(延长与辐射源的距离)、屏蔽防护(在人体与辐射源之间设置防护屏障)、控源防护(控制放射源尽可能减少辐射量和照射面积)<sup>[3]</sup>。本文研究发现在距其正前方 $0.5\ \text{m}$ 无保护情况下的 $^{13}\text{N}$ -氨水的空气剂量率高达 $110.2\ \mu\text{Sv/h}$ ,但随着距离增加空气剂量率减少,但实际工作由于条件所限,不能缩短时间或增加距离进行防护,也不能减少放射源的辐射量,在人体与放射源之间选择合适的防护屏障是常用的防护手段。本科室研制的防护车铅当量为 $40\ \text{mmPb}$ ,远高于防护盒所含铅当量,且防护车面积大,屏蔽射线的范围也大于防护盒,且防护车铅筒中注射器防护套垂直放置,注射器可直接放入铅罐,无需拿起注射器防护套套上后再放置,简化了操作流程,从而降低了与放射源接触的时间,防护车只需平移铅盖就能取出药物,操作更加简单,还可有效地减少医务人员的职业暴露;而且防护转运车屏蔽射线的效果优于防护盒。

长期小剂量照射对人体健康会产生一定损伤,甚至增加致癌的风险。因此加强防护管理至关重要。国家规定放射性工作人员连续 5 年平均有效剂量为 20 mSv,且任何 1 年不超过 50 mSv,有效的防护设备可保证核医学工作人员所受年剂量位于正常范围内<sup>[4]</sup>。本文研制的防护转运车符合《临床核医学卫生防护标准》,经相关部门批准专门仪器测量后,证明完全符合要求。与使用注射防护盒进行药物转运相比,防护运转车具有方便操作、性能可靠、活动性能佳的优势,可满足 PET/CT 检查时的特殊防护要求,实现最大限度地减少医务人员的外辐射剂量,有益于医院医疗服务质量的提高。

[参考文献]

[1] Beyer T, Townsend DW, Blodgett TM. Dual-modality PET/CT tomography for clinical oncology. Q J Nucl Med. 2002, 46(1):24-34.

[2] 孙涛,韩善清,汪家旺. PET/CT 成像原理、优势及临床应用. 中国医学物理学杂志, 2010, 27(1):1581-1582.

[3] 史梦远,崔骊,黄殿忠,等. X 射线装置的防护管理. 中国医学装备, 2010(12):28-30.

[4] 庄晓玲,王晔恺,徐岳军,等. 低剂量辐射对不同岗位男性放射人员外周血 T 淋巴细胞亚群的影响. 放射免疫学杂志, 2011, 24(2): 122-125.

《中华介入放射学电子杂志》赠刊、征稿启事

《中华介入放射学电子杂志》(刊号:ISSN 2095-5782, CN 11-9339/R)创刊于 2013 年,由国家卫生计生委主管、中华医学会主办的介入医学专业学术期刊。是中华医学会放射学分会介入学组指定的官方学术刊物。总编辑为单鸿教授,常务总编辑为翟仁友教授,以光盘附纸质导读形式公开发行出版。杂志为季刊,每期 80 页左右,大 16 开本,铜版纸印刷,印刷精良,图片清晰。

本刊主要刊登神经介入、血管介入、肿瘤介入和非血管介入领域的临床及科研新进展,同时涵盖介入护理、介入学科管理及教学、医学影像等方面的研究成果。是广大介入放射工作者展示学术成果、临床经验和学习、交流的平台。

本刊运用丰富的文字、影视语言和全方位的多媒体技术,实现了图文并茂、视频与文本文件相结合。关于介入放射方面的专家论坛、基础与临床研究、短篇论著、个案和综述等,以及手术录像、讲课幻灯均可以投稿。

现我刊特举办免费赠刊活动,赠刊对象可以是科室、图书馆、个人等,免费索取!

请从本刊网站 <http://zhjrfsxdzzz.paperopen.com>“下载中心”处下载并填写“赠刊索取单”,填好后发至邮箱 [zhjrfsx@163.com](mailto:zhjrfsx@163.com) 即可,我刊收到后会及时回复!

邮编:300190

地址:天津市南开区金平路 10 号 2 楼 204 室

电话:022-87087067

邮箱:zhjrfsx@163.com

网址:www.zhjrfsxdzzz.paperopen.com