

Impact of syringe saline flush after injection of ^{18}F -FDG on residual dose and standardized uptake value of liver

HAO Zhenliang¹, WANG Junqing², REN Chao², ZHAO Xiaobin^{3*}

(1. Department of Radiology, Civil Aviation General Hospital, Beijing 100123, China;

2. Department of Nuclear Medicine, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China;

3. Department of Nuclear Medicine, Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100070, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the impact of saline flush for syringe after ^{18}F -FDG injection on the residual dose of ^{18}F -FDG and the standardized uptake value (SUV) of liver during PET/CT examination. **Methods** A total of 50 patients who underwent PET/CT examination were enrolled and divided into control group ($n=25$) and experimental group ($n=25$) according to different injection methods. Device system of the vein passage was established with 23 gauge scalp needle. In control group, the intravenous line was directly flushed with 5 ml physiological saline after ^{18}F -FDG injection, while in experimental group, firstly the intravenous line was flushed with 1 ml saline, then the syringe was flushed with 2 ml saline, finally the intravenous line was flushed again with the residual 2 ml saline. The residual dose of ^{18}F -FDG and SUV_{mean} and SUV_{max} of liver were compared between the two groups. **Results** The total residual dose ($[0.22 \pm 0.08]\text{mCi}$), syringe residual dose ($[0.19 \pm 0.07]\text{mCi}$) and intravenous channel residual dose ($[0.03 \pm 0.02]\text{mCi}$) in the experimental group were all lower than those in control group (all $P < 0.01$). There was no significant difference of SUV_{mean} nor SUV_{max} between experimental group and control group at 3 different levels of the liver (level of the second liver porta, level of the left portal vein and level of the first liver porta, all $P > 0.05$). **Conclusion** Flushing the syringe can reduce residual dose of ^{18}F -FDG injection. A small amount of radiopharmaceuticals retention in the syringe may not affect SUV for liver, but further standardization of the operation process of ^{18}F -FDG injection is still necessary.

[Keywords] fludeoxyglucose F 18; syringes; residual dose; standardized uptake value; positron-emission tomography

DOI:10.13929/j.1003-3289.201901081

静脉注射 ^{18}F -FDG 注射液后冲洗注射器对残留剂量及肝脏标准化摄取值的影响

郝振亮¹, 王俊清², 任超², 赵晓斌^{3*}

(1. 民航总医院放射科, 北京 100123; 2. 中国医学科学院北京协和医院核医学科, 北京 100730; 3. 首都医科大学附属北京天坛医院核医学科, 北京 100070)

[摘要] **目的** 探讨 PET/CT 检查时静脉注射 ^{18}F -FDG 注射液后冲洗注射器对放射性药物残留剂量以及肝脏标准化摄取值(SUV)的影响。 **方法** 收集接受 PET/CT 检查的 50 例患者, 根据注药方式分为对照组($n=25$)和实验组($n=25$)。

[基金项目] 国家自然科学基金(81527805)。

[第一作者] 郝振亮(1988—), 男, 山西忻州人, 硕士, 医师。研究方向: PET/CT 肿瘤显像。E-mail: flameflutter@163.com

[通信作者] 赵晓斌, 首都医科大学附属北京天坛医院核医学科, 100070。E-mail: flxzxb@163.com

[收稿日期] 2019-01-12 **[修回日期]** 2019-05-28

采用 23G 头皮针建立静脉通路,注射¹⁸F-FDG 注射液后,对照组直接用 5 ml 生理盐水冲洗管道;实验组先用 1 ml 生理盐水冲洗管道,然后用 2 ml 生理盐水冲洗注射器,最后用剩余 2 ml 再次冲洗管道。比较 2 组间¹⁸F-FDG 注射后残留剂量以及肝脏 SUV 平均值(SUV_{mean})和 SUV 最大值(SUV_{max})的差异。**结果** 实验组总残留剂量[(0.22±0.08)mCi]、注射器内残留剂量[(0.19±0.07)mCi]和静脉通道内残留剂量[(0.03±0.02)mCi]均小于对照组(P 均<0.01)。实验组与对照组肝脏 3 个不同层面(第二肝门层面、门静脉左支层面、第一肝门层面)的 SUV_{mean}和 SUV_{max}差异均无统计学意义(P 均>0.05)。**结论** 冲洗注射器能减少¹⁸F-FDG 注射液残留量。注射器内少量放射性药物残留尚不足以引起肝脏 SUV 变化,但进一步规范¹⁸F-FDG 注射操作流程仍属必要。

[关键词] 氟脱氧葡萄糖 F18;注射器;残留量;标准化摄取值;正电子发射断层摄影术

[中图分类号] R817.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2019)07-1091-04

临床注射¹⁸F-FDG 注射液行 PET/CT 检查时,通常采用经带头皮针的静脉通道连接三通管给药方式^[1];由于¹⁸F-FDG 半衰期较短^[2],为减少医患受辐射时间,操作者会尽可能缩短操作时间,有时并不冲洗注射器,而对于这种操作是否会造成注射器和静脉通道内残留剂量增加、对计算注射精度甚至对诊断疾病造成影响,目前尚无相关研究。标准化摄取值(standardized uptake value, SUV)是 PET/CT 检查中最重要的半定量指标,对诊断疾病具有重要价值^[3]。病变 SUV 以及病变 SUV 与肝脏 SUV 的比值是许多研究中需要测量的指标,尤其是后者,消除了采集时间、图像后处理方法等因素对 SUV 的影响,能更客观地评价病变的代谢水平,在临床随访和病变性质的判断方面具有重要价值^[4-5]。但是肝脏 SUV 受多种因素影响,如血糖、放射性药物的注射精度、注射到采集的时间、患者体质量以及图像后处理技术等^[6-7],其中一些因素较难控制,而对某些因素如注射精度则可以通过规范操作达到较理想的水平。本研究探讨冲洗注射器的操作是否能够减少药物残留量以及残留量变化是否影响肝脏的 SUV,旨在为优化临床静脉注射¹⁸F-FDG 注射液的操作规范提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2015 年 3 月—2016 年 5 月于首都医科大学附属北京天坛医院接受 PET/CT 检查的 50 例患者,男 30 例,女 20 例,年龄 11~79 岁,平均(56.2±15.1)岁。纳入标准:①能配合 PET/CT 检查;②空腹血糖<7 mmol/L;③成功建立静脉通道。排除患有肝硬化、肝炎、肝癌等肝脏疾病者。根据注射¹⁸F-FDG 操作方案,将 50 例患者分为实验组(n=25)和对照组(n=25)。

1.2 注射器冲洗方法 所有患者禁食 4 h 以上,以 23G 头皮针(天津哈娜好公司)建立静脉通路,软管容积为 0.3 ml。静脉通路与三通管主通道连接;三通管的一侧孔连接装有¹⁸F-FDG 注射液的 5 ml 注射器(上

海碧迪医疗器械有限公司),另一侧孔连接 5 ml 生理盐水。由同一技术员使用机械手操作完成¹⁸F-FDG 注射液分装,先回抽针管抽吸注射液,再轻推针栓,确保无药液溢出及空气残留。¹⁸F-FDG 注射液的使用剂量按 3.70~5.55 MBq/kg 体质量(0.10~0.15 mCi/kg 体质量)计算,均小于 2 ml。

扫描前,变换三通管阀门开放主通道与¹⁸F-FDG 注射液通道,推注¹⁸F-FDG 注射液,然后开放主通道与生理盐水通道;对照组直接用 5 ml 生理盐水冲洗管道,实验组先用 1 ml 生理盐水冲洗管道,然后开放生理盐水通道与¹⁸F-FDG 注射液通道,用 2 ml 生理盐水冲洗¹⁸F-FDG 注射器,冲洗液注入静脉后,再次开放生理盐水通道与主通道,用剩余的 2 ml 生理盐水再次冲洗管道。所有冲洗液均直接推入静脉。

1.3 图像采集 采用 Siemens Biograph Truepoint V PET/CT 扫描仪。扫描视野为鼻窦部至股骨上端。CT 采集参数:管电压 120~140 kV,管电流 33~100 mAs,旋转速度 0.5 s/rot,螺距 0.9,矩阵 512×512。按照上述不同方式注射药物约 40~60 min 后行 PET/CT 采集,共采集 5 个床位,每个床位采集 2 min。

1.4 图像分析和数据采集 采用 Siemens Syngo Workstation 3.0 工作站,以 OSEM (ordered-subsets expectation maximization)法重建,25 个子集,6 次迭代重建,矩阵 256×256。分别在第二肝门层面、门静脉左支层面和第一肝门层面中央肝实质内放置直径为 3 cm 的圆形 ROI,测量肝脏 SUV 平均值(SUV_{mean})和 SUV 最大值(SUV_{max})。

记录注射¹⁸F-FDG 到采集图像时间、¹⁸F-FDG 注射液体积。采用活度计(CRC-15R, CAPINTEC. INC 公司)测量注射后注射器内残留剂量和静脉通道(头皮针和三通管)内的残留剂量,并将二者相加作为总残留剂量,单位为 mCi。

1.5 统计学分析 采用 SPSS 22.0 统计分析软件。

连续变量以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 实验组与对照组间比较采用独立样本 t 检验; 性别比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

实验组与对照组间年龄、性别、体质量、 $^{18}\text{F-FDG}$ 注射液体积、注射 $^{18}\text{F-FDG}$ 到采集图像时间差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05 , 表 1)。

2.1 残留剂量 实验组总残留剂量、注射器内残留剂

量和静脉通道内残留剂量均小于对照组, 差异均有统计学意义 (P 均 < 0.01 , 表 2)。实验组和对照组注射器内残留剂量均多于静脉通道内残留剂量, 差异均有统计学意义 ($t = 10.90, 9.65, P$ 均 < 0.01)。

2.2 肝脏 SUV 实验组与对照组间在第二肝门层面、门静脉左支层面和第一肝门层面的 SUV_{mean} 和 SUV_{max} 差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05 , 表 3 及图 1、2)。

表 1 实验组与对照组一般资料比较 ($n = 25$)

组别	年龄(岁)	男/女(例)	体质量(kg)	$^{18}\text{F-FDG}$ 注射液体积(ml)	注射 $^{18}\text{F-FDG}$ 到采集图像时间(min)
实验组	54.3 ± 17.9	13/12	65.33 ± 10.87	1.10 ± 0.26	54.96 ± 5.31
对照组	58.2 ± 12.0	17/8	60.00 ± 12.33	1.26 ± 0.36	54.01 ± 5.93
t/χ^2 值	0.90	1.33	1.62	1.84	0.61
P 值	0.37	0.25	0.11	0.07	0.54

表 2 实验组与对照组注射 $^{18}\text{F-FDG}$ 后残留剂量比较 (mCi, $\bar{x} \pm s, n = 25$)

组别	总残留剂量	注射器内残留剂量	静脉通道内残留剂量
实验组	0.22 ± 0.08	0.19 ± 0.07	0.03 ± 0.02
对照组	0.59 ± 0.13	0.40 ± 0.09	0.19 ± 0.07
t 值	12.11	9.37	11.20
P 值	< 0.01	< 0.01	< 0.01

量 $^{18}\text{F-FDG}$ 注射液残留不足以引起肝脏 SUV_{max} 和 SUV_{mean} 的变化。

有研究^[8]发现, 注射 $^{18}\text{F-FDG}$ 时, 经头皮针通道给药能够较传统注射器直接静脉注射减少放射性残留量; 但经头皮针注射完放射性药物后, 装药的注射器、头皮针和三通管道仍不可避免有一定量的残留, 为提高注射精度, 注射后一般需使用空白液体冲洗, 以保证进入受检者体内的药量准确^[9]。欧洲核医学会的临床指南建议 $^{18}\text{F-FDG}$ 注射后使用 10 ml 注射器冲洗^[1], 但未说明具体冲洗方法。本研究发现, 注射 $^{18}\text{F-FDG}$ 后, 实验组和对照组装药的注射器残留剂量均大于静脉通道内的残留剂量, 提示注射后放射性药物主要残留在注射器中。这一方面与注射器容积大、死腔容量较大和液体挂壁较多有关, 而且随着注射器容量增大, 这种效应更加明显^[10]; 另一方面也与 $^{18}\text{F-FDG}$ 注射液先装在注射器内, 然后由注射器再推入静脉通道内有关, 使得注射器内单位体积的放射性活度高于静脉通道内。

本研究结果显示, 通过逆向冲洗注射器, 实验组注射器内残留剂量从对照组的 $(0.40 \pm 0.09)\text{mCi}$ 降至

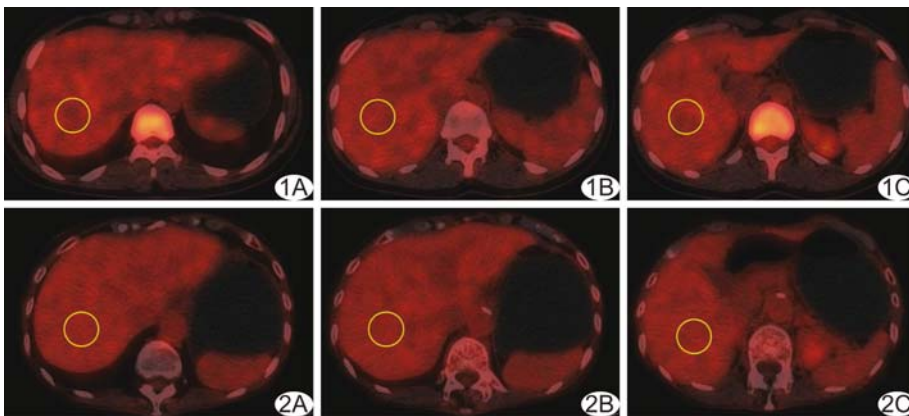


图 1 患者女, 26 岁, 对照组, 肝脏 PET/CT 图像 A. 第二肝门层面, SUV_{max} 和 SUV_{mean} 分别为 3.47 和 2.34; B. 门静脉左支层面, SUV_{max} 和 SUV_{mean} 分别为 3.31 和 2.30; C. 第一肝门层面, SUV_{max} 和 SUV_{mean} 分别为 3.41 和 2.36 图 2 患者女, 73 岁, 实验组, 肝脏 PET/CT 图像 A. 第二肝门层面, SUV_{max} 和 SUV_{mean} 分别为 3.39 和 2.22; B. 门静脉左支层面, SUV_{max} 和 SUV_{mean} 分别为 3.36 和 2.27; C. 第一肝门层面, SUV_{max} 和 SUV_{mean} 分别为 3.47 和 2.27

3 讨论

本研究结果显示, PET/CT 检查时, 静脉注射 $^{18}\text{F-FDG}$ 后, 放射性药物主要残留在注射器中, 逆向冲洗注射器不仅能够减少注射器内残留的药量, 还能减少静脉通道内的残留药量, 而注射器和静脉通道内少

表 3 实验组与对照组组间不同肝脏层面 SUV_{max} 和 SUV_{mean} 的比较 ($\bar{x} \pm s, n=25$)

组别	SUV _{mean}			SUV _{max}		
	第二肝门层面	门静脉左支层面	第一肝门层面	第二肝门层面	门静脉左支层面	第一肝门层面
实验组	2.34±0.40	2.31±0.41	2.31±0.41	3.38±0.40	3.34±0.44	3.45±0.26
对照组	2.29±0.45	2.33±0.42	2.29±0.41	3.40±0.35	3.47±0.34	3.32±0.39
t 值	0.44	0.18	0.16	0.21	1.17	1.36
P 值	0.66	0.86	0.88	0.58	0.27	0.06

(0.19±0.07) mCi, 静脉通道内残留量从 (0.19±0.07)mCi 降至 (0.03±0.02)mCi, 提示逆向冲洗注射器不仅能够减少注射器内残留药量, 还能减少静脉通道内残留药量, 充分凸显了冲洗注射器的重要性——能稀释残留药物, 降低单位体积的放射性活度^[11]。

SUV 是反映组织对示踪剂摄取程度的定量指标, 易受多种因素, 如身高、体质量、血糖水平、注射示踪剂到开始采集图像的时间、ROI 大小、滤波函数及截止频率等因素的影响^[6,12], 也受注射剂量的影响^[13]。肝脏 SUV 常作为临床疾病诊断的重要参考, 若目标脏器的¹⁸F-FDG 代谢超过肝脏, 需考虑存在异常可能^[14-15]。肝脏摄取¹⁸F-FDG 的程度也受多种生理状况、潜在病理因素及成像技术等的影响, 国内研究^[16]发现肝脏 SUV 还受血液本底活度的影响。生理状态下, 不同肝脏部位摄取¹⁸F-FDG 的程度不同, 因此本研究选择肝脏的 3 个相邻层面作为研究 SUV 变化的区域, 结果显示实验组与对照组间 3 个层面的 SUV_{max} 和 SUV_{mean} 差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05)。理论上, 注射精度会影响肝脏 SUV 的测值, 但本研究未发现这种影响, 可能与 SUV 测定受多种因素影响有关, 提示少量放射性¹⁸F-FDG 注射液残留可能不会引起 SUV 明显变化。

本研究的不足: ①未观察冲洗次数对结果的影响; ②未考虑残留剂量对周围环境的辐射影响; ③未比较实验组与对照组操作时间的差别, 理论上实验组操作时间长于对照组, 但是对于训练有素的操作者而言差别不大。

综上所述, 逆向冲洗带药注射器可减少残留剂量, 使进入患者体内的药物相对增加, 有利于准确测定进入患者体内的剂量, 提高注射精度; 少量残留虽然未对肝脏 SUV 产生明显影响, 但进一步规范¹⁸F-FDG 注射的操作流程仍属必要。

[参考文献]

[1] Boellaard R, Delgado-Bolton R, Oyen WJ, et al. FDG PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: Version 2.0. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2015, 42(2):328-354.

[2] Kobayashi R, Chen X, Werner RA, et al. New horizons in cardiac innervation imaging: Introduction of novel ¹⁸F-labeled PET tracers. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2017, 44 (13): 2302-2309.

[3] 吴一田, 耿建华. 正电子发射断层扫描标准摄取值及其在肿瘤诊断中的应用进展. 中国医学装备, 2017, 14(1):117-121.

[4] Keramida G, Dunford A, Siddique M, et al. Relationships of body habitus and SUV indices with signal-to-noise ratio of hepatic ¹⁸F-FDG PET. Eur J Radiol, 2016, 85(5):1012-1015.

[5] Annunziata S, Cuccaro A, Calcagni ML, et al. Interim FDG-PET/CT in Hodgkin lymphoma: The prognostic role of the ratio between target lesion and liver SUVmax (rPET). Ann Nucl Med, 2016, 30(8):588-592.

[6] Ayubcha C, Zadeh MZ, Rajapakse CS, et al. Effects of age and weight on the metabolic activities of the cervical, thoracic and lumbar spines as measured by fluorine-18 fluorodeoxyglucose-positron emission tomography in healthy males. Hell J Nucl Med, 2018, 21(1):2-6.

[7] 刘国兵, 李艳丽, 胡鹏程, 等. PET/CT 显像中肝脏¹⁸F-FDG 摄取的影响因素. 中华核医学与分子影像杂志, 2015, 35(6):506-508.

[8] 刘安敏, 陈枫, 朱艳, 等. ¹⁸F-FDG 显像剂不同静脉注射法在 PET/CT 检查中的效果比较. 重庆医学, 2014, 43(36):4928-4929.

[9] 沈赛娟, 丁有玲, 吴佳佳, 等. PET/CT 检查注射¹⁸F-FDG 方法研究. 护理学杂志, 2017, 32(10):52-55.

[10] Zule WA, Pande PG, Otiashvili D, et al. Options for reducing HIV transmission related to the dead space in needles and syringes. Harm Reduct J, 2018, 15(1):3.

[11] Elli S, Abbruzzese C, Cannizzo L, et al. In vitro evaluation of fluid reflux after flushing different types of needleless connectors. J Vasc Access, 2016, 17(5):429-434.

[12] 呼岩, 刘国兵, 李艳丽, 等. 血糖及糖代谢相关因素对肝脏摄取¹⁸F-FDG 的影响. 中华核医学与分子影像杂志, 2017, 37(8):470-474.

[13] 尹大一, 姚树林, 陈英茂, 等. ¹⁸F-FDG 剂量对 PET 模型图像质量的影响. 中华核医学与分子影像杂志, 2002, 22(4):233-234.

[14] Ozcan KP, Kara T, Kara GG, et al. The role of fluorodeoxyglucose-positron emission tomography/computed tomography in differentiating between benign and malignant adrenal lesions. Nucl Med Commun, 2011, 32(2):106-112.

[15] Batallés SM, Villavicencio RL, Quaranta A, et al. Variations of the hepatic SUV in relation to the body mass index in whole body PET-CT studies. Rev Esp Med Nucl Imagen Mol, 2013, 32(1):26-32.

[16] 刘国兵, 李艳丽, 呼岩, 等. 血液本底对肝脏¹⁸F-FDG SUV 的影响及校正方法探讨. 中华核医学与分子影像杂志, 2016, 36(2):166-170.