

【论著】

PET-CT 检查注射药物时采用不同分组方法所需¹⁸F-FDG 量的研究张红雨¹ 张忠太¹ 李迎新² 徐树伟¹ 崔洁¹ 郭芳¹

中图分类号: R144.1 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2013)05-0537-03

【摘要】 目的 为了寻找一种合适的分组方法,使得行 PET-CT 检查时,在不影响图像质量的前提下,可以节省放射性药物¹⁸F-FDG 的量,节约成本,减少辐射。方法 分别对 12 人次检查时采取 A、B、C、D 4 种不同的分组方法进行理论计算分析。结果 方法 A(每组注射 1 人次,每组间隔 20 min,共 12 组)需要¹⁸F-FDG 的量最多,方法 D(每组注射 4 人次,每组间隔 80 min,共 3 组)需要¹⁸F-FDG 的量最少。方法 B(每组注射 2 人次,每组间隔 40 min,共 6 组)、方法 C(每组注射 3 人次,每组间隔 60 min,共 4 组)、方法 D 分别比方法 A 所需药物的量少 5.0%、9.4%、14.0%。结论 PET-CT 检查时注射药物采用 3 人次一组的方式最为理想,其不影响图像质量和检查效果,而且还节省药物和减少对工作人员的辐射,因此建议采用该分组方法给受检者注射药物。

【关键词】 ¹⁸F-FDG; PET-CT; 放射性药物

Study on the Required Theoretical Amounts of ¹⁸F-FDG when Different Grouping Methods were Applied During PET-CT Examination. ZHANG Hong-yu, ZHANG Zhong-tai, LI Ying-xin, XU Shu-wei, CUI Jie, GUO Fang. 1. *PET/CT centre of Shanxi Province Tumor Hospital, Taiyuan 030013 China*; 2. *Institute of Biomedical Engineering, Chinese Academy of Medical Science-Peking Union Medical College, Tianjin 300192 China*.

Corresponding author: LI Ying-xin, E-mail: yingxinli2005@yahoo.cn

【Abstract】 Objective To explore one grouping method which can reduce the amount of radiopharmaceutical ¹⁸F-FDG, when PET-CT examinations were performed without image losses of diagnostic utility. **Methods** 12 patients were divided into 12, 6, 4, 3 groups by method A, B, C, D. The required theoretical amounts of ¹⁸F-FDG for every patient were calculated and analyzed. **Results** The experiments showed that the required theoretical amounts for method A (1 patient in each group, injection interval, 20 minutes) was at maximum, method D was at least. Compared with method A, the required theoretical amounts for method B (2 patients in each group, injection interval, 40 minutes), C (3 patients in each group, injection interval, 60 minutes), D (4 patients in each group, injection interval, 80 minutes) decreased 5.0%, 9.4%, 14.0%, respectively. **Conclusion** The results showed that Method C is the best choice when PET-CT examinations were performed without image losses of diagnostic utility, and it can reduce the operating cost and operator radiation, so it was recommended in practical application.

【Key words】 ¹⁸F-FDG; PET-CT; Radiopharmaceuticals

PET 是通过观察示踪剂在活体体内的分布代谢情况,反映机体的生物化学代谢和生理及病理生理过程,而正电子显像剂是实施 PET 的先决条件之一^[1]。¹⁸F-FDG 是最常用的一种正电子显像剂,被称之为世纪分子,用于测定体内组织的葡萄糖代谢。PET-CT 检查时需要注射放射性药物¹⁸F-FDG,通常按照病人的体重来计算需要注射¹⁸F-FDG 的量(4.44 MBq/kg)。¹⁸F-FDG 需要由回旋加速器以及合成器来生产,价格昂贵,且半衰期短(约 110 min),我们需要根据预约的病人数来生产¹⁸F-FDG,由于每组检查人数的不同,会造成需要的¹⁸F-FDG 的总量不同,笔者对不同分组方法所需要¹⁸F-FDG 的量进行总结分析,在不影响图像质量的前提下,找出需要¹⁸F-FDG 量最少的分组方

法。

1 材料与方法

1.1 实验仪器与材料 MINItace 型回旋加速器,¹⁸O-H₂O(上海化工研究院,中国,丰度 97%,电导率小于 3.0 μs/cm)等。TRACERLabFX_{F-N}化学合成器(GE 公司,美国),FDG 套药试剂盒和无菌去离子¹⁶O-H₂O(电导率 < 5 μs/cm, Huanyi Isotopes Co., 中国);液氮。活度计 CRC-15R Ionization Chamber (CAPINTEC, 美国)。

1.2 方法

1.2.1 ¹⁸F 离子的生产 利用¹⁸O(p, n)¹⁸F 核反应,用小体积¹⁸O-H₂O 靶,在 MINItace 回旋加速器中选择适当的参数,生产足量不加载体的¹⁸F 离子。

1.2.2 ¹⁸F-FDG 的合成 生产的¹⁸F 离子传送到 TRACERLabFX_{F-N} 利用文献[2]报道的方法合成¹⁸F-FDG,并用活度计测量最终合成¹⁸F-FDG 的活度。

作者单位:1 山西省肿瘤医院 PET/CT 中心,太原 030013;2 中国医学科学院-中国协和医科大学生物医学工程研究所,天津 300192

作者简介:张红雨(1976-)男,副主任技师,博士,从事正电子放射性药物研究工作。

通讯作者:李迎新,男,教授,博士生导师, E-mail: yingxinli2005@yahoo.com.cn

1.2.3 实验分组 假设每天检查人数为 12 人次,受检人平均体重 70 kg,按照 4.44 MBq/kg 给药。每个人注射药物需要时间按照 5 min 计算。(包括准备药物,传输药物,注射药物等)注射药物后 40~60 min 开始显像。采用不同分组方法计算理论上所需 ^{18}F -FDG 的量。分组方法: A 每组注射 1 人次,每组间隔 20 min,共计 12 组; B 每组注射 2 人次,每组间隔 40 min,共计 6 组; C 每组注射 3 人次,每组间隔 60 min,共计 4 组; D 每组注射 4 人次,每组间隔 80 min,共计 3 组。

1.2.4 PET-CT 扫描 PET-CT 为 GE Discovery STE,采用 3D 采集模式,每个扫描视野采集时间 DAFOV(Duration of Acquisition Field of View) 设定为 130 s,每个受检查者所需扫描时间按照 20 min 计算。

1.2.5 计算方法 放射性同位素原子数目的减少服从指数规律。随着时间的增加,放射性原子的数目按几何级数减少,用公式(1)表示为: $N = N_0 e^{-\lambda t}$, 式中 N 为经过 t 时间衰变后,剩下的放射性原子数目; N_0 为初始的放射性原子数目; λ 为衰变常数,是与该种放射性同位素性质有关的常数 $\lambda = \gamma(t) = \ln 2 / \tau$, 其中 τ 指半衰期。 ^{18}F 的半衰期约 110 min, $\lambda = \ln 2 / 110$ 。我们可以根据每个受检查人注射药物的时间以及所需药物的量,计算出所需要药物初始的量。公式(1)经变换后可以得到 $N_0 = N_i e^{\lambda t_i}$, 其中 t_i 为第 i 个受检查人距离第一个注射药物的时间间隔, N_i 为第 i 个受检查人需要 ^{18}F -FDG 的量, N_0 第 i 个受检查人初始所需要 ^{18}F -FDG 的量。

2 结果

分组方法不同,受检者需要 ^{18}F -FDG 的量也有所不同,见表 1~表 5。

表 1 采用方法 A 每个受检者需要药物 ^{18}F -FDG 的量

组号	编号	^{18}F -FDG (MBq)	组号	编号	^{18}F -FDG (MBq)
1	1	310.8	7	7	662.3
2	2	351.5	8	8	751.1
3	3	399.6	9	9	854.7
4	4	455.1	10	10	969.4
5	5	514.3	11	11	1 098.9
6	6	584.6	12	12	1 246.9

我们从表 5 中可以看出,方法 A 需要 ^{18}F -FDG 的量最多,方法 D 需要 ^{18}F -FDG 的量最少。方法 B、C、D 分别比方法 A 所需药物的量少了 5.0%、9.4%、

14.0%。

表 2 采用方法 B 每个受检者需要药物 ^{18}F -FDG 的量

组号	编号	^{18}F -FDG (MBq)	组号	编号	^{18}F -FDG (MBq)
1	1	310.8	4	7	662.3
	2	321.9		8	684.5
2	3	399.6	5	9	854.7
	4	414.4		10	880.6
3	5	514.3	6	11	1 098.9
	6	532.8		12	1 135.9

表 3 采用方法 C 每个受检者需要药物 ^{18}F -FDG 的量

组号	编号	^{18}F -FDG (MBq)	组号	编号	^{18}F -FDG (MBq)
	1	310.8		7	662.3
1	2	321.9	3	8	684.5
	3	329.3		9	706.7
	4	455.1		10	969.4
2	5	469.9	4	11	999.0
	6	484.7		12	1 032.3

表 4 采用方法 D 每个受检者需要药物 ^{18}F -FDG 的量

组号	编号	^{18}F -FDG (MBq)	组号	编号	^{18}F -FDG (MBq)	组号	编号	^{18}F -FDG (MBq)
	1	310.8		5	514.3		9	854.7
	2	321.9		6	532.8		10	880.6
1	3	329.3	2	7	547.6	3	11	910.2
	4	340.4		8	566.1		12	939.8

表 5 各组需要药物 ^{18}F -FDG 的总量

组别	^{18}F -FDG (MBq)
A	8 199.2
B	7 810.7
C	7 425.9
D	7 048.5

另外,我们也对每天有 10 人次检查的情况做了分析,可以有三种不同的分组方法,分别为 3 人-4 人-3 人、4 人-3 人-3 人或者 3 人-3 人-4 人三种情况,按照平均体重 70 kg,4.44 MBq/Kg 计算,结果表明:三种不同的分组方法并不影响所需 ^{18}F -FDG 的总量,而且所需时间相差不大。结果如表 6 所示。

表 6 不同分组方法各组需要药物 ^{18}F -FDG 的总量

组别	^{18}F -FDG (MBq)
3 人-3 人-4 人	5 154.1
3 人-4 人-3 人	5 194.8
4 人-3 人-3 人	5 231.8

3 讨论

从表 4 中可以得到,方法 D 每次注射 4 人次,连续 3 组,每组最后一人次从注射药物到显像,时间过长,

如果中间有需要延迟的情况,所需时间会更长,会造成每组最后一个人检查图像欠清晰,从而影响检查效果,因此该方法虽然所需药物总量最少,但是考虑到会影响图像质量,不建议使用该分组方法。方法 C 所需药物适量,每组注射 3 人次,即使有需要延迟的情况出现,也不会影响图像质量,因此建议采用该分组方法。对于方法 A 和方法 B,所需药物量大,增加了加速器耗材,使药物成本增加^[3],而且对工作人员造成的辐射会增加,12 人次所需注射药物所需时间相对延长,增加了工作人员的受辐射时间,因此也不建议采用。

由此可见,PET-CT 检查时注射药物采用 3 人次一组的方式最为理想,其不影响图像质量和检查效果,

而且还节省药物和减少对工作人员的辐射,因此建议采用该分组方法给受检者注射药物。

参考文献:

- [1] 陈泽龙. 医用回旋加速器生产正电子核素的质量控制[J]. 医疗设备信息, 2008, 4: 101-105.
- [2] S Yu. Review of ¹⁸F-FDG synthesis and quality control [J]. Biomedical Imaging and Intervention Journal, 2006, 2(4): e57.
- [3] 臧志芳,张红雨,李迎新,等. 医用回旋加速器 Saturated Yields 校正时参数选择的实验研究[J]. 国际生物医学工程, 2012, 35(5): 269-272, 292.

(收稿日期: 2013-03-24)

(上接第 536 页) 于 65 岁也是发生颅内损伤的高危因素^[3]。但本组资料中两者并不相关,可能与本样本含量大小和比例构成不同有关,有待于进一步进行研究。

CT 对于脑外伤者主要用于诊断颅内并发症,同时又具有电离辐射的危险^[8]。目前国内尚无明确统一的 CT 检查适应症,这也造成了很大一部分轻型损伤者被滥行检查,同时有些需要检查者则未能及时检查。因此通过对临床危险因素的分析 and 掌握,可以较为准确地判断颅内并发症发生的可能性,从而合理应用 CT 检查,既有利于危重病例的诊治,又可节约医疗资源,减少财力的浪费,同时也避免了不必要的电离辐射,具有重要的现实意义。

参考文献:

- [1] Rickels E, von Wild K, Wenzlaff P. Head injury in Germany: A population-based prospective study on epidemiology, causes, treatment and outcome of all degrees of head-injury severity in two distinct areas [J]. Brain Inj, 2010, 24(12):

1 491-1 504.

- [2] Phillips LA, Voaklander DC, Drul C, et al. The epidemiology of hospitalized head injury in British Columbia, Canada [J]. Can J Neurol Sci, 2009, 36(5): 605-611.
- [3] 朱亚男,郑龙耀,梁煜坤,等. 国人轻型颅脑外伤 CT 检查适用证的初步研究 [J]. 实用放射学杂志, 2011, 27(11): 1 623-1 628.
- [4] 刘克,李扬彬,黄兆民,等. 急性颅脑外伤 CT 分型的临床应用探讨 [J]. 影像诊断与介入放射学, 2004, 13(3): 140-142.
- [5] 罗自更,连保卫,张序全,等. 颅脑损伤的临床 CT 分析 [J]. 现代医用影像学, 2006, 15(5): 219-220.
- [6] Smits M, Dippel DW, De Haan GG, et al. Minor head injury: guidelines for the use of CT - a multicenter validation study [J]. Radiology, 2007, 245(3): 831-838.
- [7] Yamaguchi M. Incidence of headache and severity of head-injury [J]. Headache, 1992, 32(9): 427-431.
- [8] 杜广芬,李海亮,韩中山,等. 多层螺旋 CT 低剂量扫描的临床应用现状 [J]. 中国辐射卫生, 2012, 21(2): 246-248.

(收稿日期: 2013-05-28)

本刊更改为双月刊启事

中国辐射卫生杂志二〇一三年起由季刊改为双月刊,逢双月二十日出版发行。热情期盼广大作者、读者以及关注本刊的各界人士,一如既往地给予大力支持和指导。欢迎大家踊跃投稿和订阅。