

镱-177 核素治疗中护理人员辐射防护初探

徐晓丹 王媛 杨巧英 董彦良 麻广宇^{通讯作者}

中国人民解放军总医院第一医学中心核医学科 北京 100853

摘要: 镱-177 (¹⁷⁷Lu) 是近年来核医学热门的治疗核素,其标记药物如:¹⁷⁷Lu-DOTA-TATE、¹⁷⁷Lu-PSMA-617,已被国内外许多医疗机构应用临床及科研。文献对碘-131 治疗中的辐射防护研究较多,但镱-177 的较少,本研究以实际测量为依据,初步探讨了护理人员在操作中接受的辐射剂量,并提出减少护理人员剂量的防护要点。

关键词: 镱-177 治疗; 辐射防护; 个人剂量

镱-177 (¹⁷⁷Lu) 的物理半衰期为 6.73 天,衰变时发射的主要 β -射线能量为 0.498MeV (78.6%),适于肿瘤的治疗;同时还发射 113 keV、208 keV 的 γ 射线,可用 SPECT 成像监测。¹⁷⁷Lu 为三价阳离子,可用双功能络合剂 DOTA 等络合,制备多种体内稳定的治疗放射性药物用于肿瘤治疗。目前美国 FDA 已批准 ¹⁷⁷Lu-DOTA-TATE 用于神经内分泌肿瘤的治疗,同时 FDA 授予了 ¹⁷⁷Lu-PSMA-617 突破性疗法认定;国内外已将 ¹⁷⁷Lu-DOTA-TATE、¹⁷⁷Lu-PSMA-617 已应用于神经内分泌肿瘤和去势抵抗前列腺癌的治疗。文献报导了碘-131 核素治疗甲状腺癌治疗中护理人员的操作要点与防护^[1,2],但由于镱-177 是一个进入临床使用时间不长的核素,对其在使用中的护理人员的操作要点与防护探讨不多。本文以 ¹⁷⁷Lu-DOTA-TATE 治疗神经内分泌肿瘤为例,以实际测量为依据,初步探讨了护理人员在实际操作中的接受的辐射剂量,并提出减少护理人员剂量的防护要点。

1 实验材料

治疗用 ¹⁷⁷Lu-DOTA-TATE (20mL) (自行制备,放射化学纯度大于 99%,¹⁷⁷Lu 来源于德国 ITM 公司);个人剂量仪(RAD-60S 个人剂量仪,RADOS 公司,芬兰);注射泵(LDPO2111,上海蓝德);医用移动式核素注射防护车(XW-84,沈阳)。

2 实验方法

本研究采用 ¹⁷⁷Lu-DOTA-TATE 治疗为对象 (n=4),患者接受治疗过程中需输液体 5 小时左右,其中 ¹⁷⁷Lu-DOTA-TATE 静脉电动注射 45min (含冲洗),为了促排和保护肝肾,还将输 4L 的液体,输液时间为 4 个小时。

护理人员放射性药物操作:治疗中的药物注射及观察由护士完成,从防护罐中将 7.4GBq (7.2~7.8GBq) 的 ¹⁷⁷Lu-DOTA-TATE (20mL) 注射器取出,安装置于注射防护车内注

射泵上,启动注射泵;待仪器报警 (约 30min),取出注射器,用 20mL 的生理盐水冲洗 2 次 (15min) 后接 4L 的液体;护士除安装注射器外,其余时间均在 1m 距离外观察。

1 米处环境剂量率:在离患者肝区 1 米远位置放置个人剂量仪记录环境剂量,测量给药后排尿前、30min 时、1 小时、2 小时和 5 小时的剂量率。

护理人员剂量测量:给药护理人员除穿戴必要的个人防护外,胸前配戴个人剂量仪记录护理人员实际累积辐射剂量。

患者体表累积辐射剂量:在患者接受治疗前,患者肝区位置配戴个人剂量仪记录患者体表辐射剂量,记录输完放射性药物后、5 小时及到 24 小时的累积辐射剂量。

3 结果

3.1 1 米处辐射剂量率

经实际测量,在距离患者 1m 远处,输完放射性药物后 (排尿前) 的辐射剂量率为 33.7 μ Sv/h (18-54.9 μ Sv/h), 1 小时为 22.9 μ Sv/h (10-47 μ Sv/h), 2 小时为 10.3 μ Sv/h (9-13.1 μ Sv/h), 5 小时为 9.71 μ Sv/h (6-12.5 μ Sv/h)。可见输完放射性药物后,1 米处辐射剂量率即达到最大,待患者排尿后,部分已代谢的放射性药物经尿液排到体外,1 米处辐射剂量开始下降,在 2 到 5 小时比较稳定。

3.2 患者在医院输液 5 小时的体表剂量

从注射泵推注后,放射性药物慢慢进入体内,一般在 30min 内完成。此时患者体表肝区的剂量率为:255 μ Sv/h (240-280 μ Sv/h),随着时间的推移,该剂量率慢慢下降,到给药后 5 小时为:170 μ Sv/h (150-200 μ Sv/h);此时,该剂量仪的累积剂量为:1.2mSv (1.0-1.5 mSv)。一直随身配戴,到给药后第四天,累积剂量为:4.4mSv (4.2-4.5 mSv)。

3.3 给药期间护理人员测量剂量

在有防护条件下(注射防护车)给药1米处的观察期间,护理人员胸前配带剂量仪显示的累积剂量为 $6\mu\text{Sv}$ ($3-12\mu\text{Sv}$)。

4 讨论

目前核医学常用治疗核素为碘-131、碘-125、锶-89、镭-177和镭-223,其中以碘-131应用最为广泛。与碘-131相比,镭-177的治疗有几个特点:(1)较低的 γ 射线能量,易于防护;(2)给药时间长(30-50min),增加了医护人员辐射剂量;(3)治疗中不产生放射性气溶胶,无需考虑通风等。因此,作为给药的护理人员所采取的防护措施与碘-131也不同。

镭-177的防护十分之一(Tenth Value Layer, TVL)铅当量为 $2.1\text{mm}^{[3]}$,常用的铅衣能达到较好防护效果,因此医护人员在操作过程中,应穿戴铅衣和铅眼镜。但由于镭-177的治疗药物为静脉推注,除采用注射泵外,应将装有放射性药物的注射泵置于核医学常用的镓-99m的L型注射车内,在防护的同时方便安装和观察。不建议使用简单的小型L屏,其防护的范围较小。同时应熟练操作注射泵,并维护好以便最佳工作状态,以减少操作注射泵的时间。

从本研究实测数据分析,在1m外的1小时剂量率为 $22.9\mu\text{Sv/h}$,5小时为 $9.71\mu\text{Sv/h}$ 。该值与英国D. Levart实际测量的32例住院患者1m的周围剂量率基本一致,该研究的1m处输完药后为 $20\mu\text{Sv/h}$ ($15-25\mu\text{Sv/h}$),5.2小时为 $13\mu\text{Sv/h}$ (范围 $6-20\mu\text{Sv/h}$)^[4]。患者体表剂量率较高,30min为 $255\mu\text{Sv/h}$,则到1m外,下降到 $35\mu\text{Sv/h}$,说明距离对镭-177防护十分有效,因此治疗过程中,医护人员除必要的操作外,应尽可能距离患者1m甚至2m的距离观察,以减少不必要的辐射。

患者在静脉注射 $^{177}\text{Lu-DOTATATE}$ 后, $^{177}\text{Lu-DOTATATE}$ 主要是通过肾脏代谢排出体外, ^{177}Lu 就会迅速从尿液中排出。 $^{177}\text{Lu-DOTATATE}$ 在体内清除具有两个阶段的有效半衰期,在注射后0-4小时,有效半衰期($T_{1/2}$)为1.28小时(0.93-1.52小时),4-168小时, $T_{1/2}$ 为49.5小时(45.1-56.6小时)^[5]。我们实测也发现1m处的周围剂量从 $35\mu\text{Sv/h}$ 经排尿后下降至 $22.9\mu\text{Sv/h}$ 。由于排入尿中的放射性会增加患者膀胱的辐射,应鼓励患者在输液治疗过程中多排尿,以减少非靶组织的放射性滞留。同时,也减少了医

护人中和陪同人员的辐射剂量。

与碘-131不同,镭-177的治疗不存在放射性无气溶胶的风险,因此治疗过程中,无需考虑房间的通风。

护理人员配带剂量仪实测的累积剂量为 $6\mu\text{Sv}$ ($3-12\mu\text{Sv}$),与估算的 $9\mu\text{Sv}$ 基本一致(另文报导)。一般职业放射性人员外照射的累积剂量上限为 5mSv ,考虑到一个医护人员每年操作镭-177治疗的上限患者数是400人次(以 $12\mu\text{Sv/次}$ 计)。实际工作中,医护人员每年操作镭-177人次远低于此值,说明该类操作是安全可靠。

5 结论

根据以上实测数据,医护人员在操作镭-177接受的辐射剂量是安全,但同时在实际操作中注意:(1)熟练操作注射泵;(2)将注射泵置于L型注射车或屏中防护;(3)配戴常用铅衣和铅眼镜,(4)除必要的操作外,应距离患者1m甚至2m远距离观察,(5)为减少患者及环境剂量,鼓励患者在治疗过程中多排尿。

参考文献:

- [1] 梁婧,张庆召,林志凯,刘梅,侯长松. 碘-131治疗过程人员受照剂量分析[J]. 中国职业医学,2015,42(3):318-321.
- [2] 高洪波,白靖,李隆敏,刘海春,张晓勇,邵玉军,庞华. ^{131}I 治疗分化型甲状腺癌的辐射防护[J], 辐射防护通讯,2019,39(6):14-17.
- [3] <http://www.hpschapters.org/northcarolina/NSDS/177LuPDF.pdf>
- [4] Levart D, Kalogianni E, Corcoran B, et al. Radiation precautions for inpatient and outpatient $^{177}\text{Lu-DOTA-TATE}$ peptide receptor radionuclide therapy of neuroendocrine tumours[J]. EJNMMI Physics, 2019, 6(1):7.
- [5] Sandström M, Garske-Román U, Granberg D, Johansson S, Widstrom C, Eriksson B, et al. Individualized dosimetry of kidney and bone marrow in patients undergoing $^{177}\text{Lu-DOTA-octreotate}$ treatment. J Nucl Med. 2013;54:33-41.

作者简介:

徐晓丹(1984-),女,汉族,山东东平人,本科,主管护师,研究方向:辐射防护。