

## 碘-131 治疗甲状腺功能亢进症及甲状腺质量测量

王旭, 文万信

中图分类号: R817 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2008)04-0478-02

【摘要】目的 探讨及对比碘-131 治疗甲状腺功能亢进症甲状腺质量测量的常用方法。方法 对比了甲状腺 SPECT 断层显像、核素平面显像、B 超及 CT 扫描测量甲状腺重量的方法。结果 通过对比认为 CT 计算甲状腺重量的方法较其他几种方法更为准确。结论 碘-131 治疗过程中应综合平衡考虑各种方法对测量甲状腺质量的影响, 尽量使剂量达到个体最优化。

【关键词】甲状腺; 甲状腺功能亢进症; 器官重量

1  $^{131}\text{I}$  治疗甲亢

甲状腺功能亢进症(hyperthyroidism, 甲亢)又称甲状腺毒症(hyperthyroidism)是一种常见的自身免疫性疾病, 是由于甲状腺内或甲状腺外的多种原因引起血中甲状腺激素过量, 作用于全身的组织和器官, 造成机体的神经、循环、消化等各系统兴奋性增高和代谢亢进为主要表现的疾病总称。长期以来抗甲状腺药物治疗(AD), 手术治疗及放射性碘治疗都是甲亢治疗的常用方法。抗甲状腺药物疗效肯定, 但疗程长(至少 1~2 a), 复发率高(可达到 60%~80%)<sup>[1]</sup>, 可使粒细胞减少; 甲状腺切除术长期缓解率高, 复发率低, 但有一定的危险性, 手术并发症如喉返神经损伤、甲状旁腺机能减退;  $^{131}\text{I}$  治疗甲亢已有了 60 多年的历史, 目前治疗已超过 200 万人<sup>[2]</sup>, 半个多世纪的临床实践和系统的远期随访资料阐明和重新认识了人们关切的许多问题。现已证明,  $^{131}\text{I}$  治疗甲亢具有方法简便、安全有效、治愈时间短、费用低廉以及极少复发等优点, 国内外已有越来越多的医生和病人愿意用  $^{131}\text{I}$  治疗甲亢。在美国等北美国家,  $^{131}\text{I}$  已是治疗甲亢最常用的方法。从医疗成本分析,  $^{131}\text{I}$  治疗比用抗甲状腺药物和手术治疗具有明显优势。

1.1  $^{131}\text{I}$  治疗甲亢的原理 甲状腺具有高选择性摄取  $^{131}\text{I}$  的能力, 甲亢时甲状腺浓聚的碘化物可高达血浆的几百倍。当服用  $^{131}\text{I}$  后, 90% 以上的  $^{131}\text{I}$  都会聚集到甲状腺, 其余随代谢排除体外。 $^{131}\text{I}$  衰变为  $^{131}\text{Xe}$  时放射出 95% 的  $\beta$  射线, 该射线能量低, 在甲状腺内的平均射程只有 2~4 mm, 所以它的电离作用只限于甲状腺细胞组织本身, 一般不会造成甲状腺周围组织例如甲状旁腺、喉返神经等的辐射损伤<sup>[2]</sup>。因此  $^{131}\text{I}$  治疗可使部分甲状腺组织受到  $\beta$  射线的集中照射, 使甲状腺组织细胞产生炎症、萎缩、直至功能丧失等变化, 从而减少甲状腺激素的形成, 达到治疗的目的。

1.2  $^{131}\text{I}$  治疗甲亢的剂量 生物半排期是指将体内滞留的放射性核素排出一半所需的时间。 $^{131}\text{I}$  的生物半排期为 138 d, 有效半衰期( $T_{\text{eff}}$ )是某放射性药物经过生物排出与放射性核素

的物理衰变的综合作用, 使体内放射性活度减少一半所需的时间。与物理半衰期、生物半排期紧密相关。理论上讲, 服  $^{131}\text{I}$  后连续不断地测定甲状腺吸  $^{131}\text{I}$  率, 所得甲状腺吸  $^{131}\text{I}$  率曲线图即可直观的反映  $^{131}\text{I}$  在甲状腺内的  $T_{\text{eff}}$  但在实际测中, 真正意义上的吸  $^{131}\text{I}$  率最高峰是很难及时捕捉到的<sup>[3]</sup>。

甲状腺吸  $^{131}\text{I}$  率是体内甲状腺摄碘功能状态的具体体现。不同时期不同个体甲状腺吸  $^{131}\text{I}$  率最高峰(峰值)及其出现时间(峰时)均有所不同。 $^{131}\text{I}$  有效半衰期( $T_{\text{eff}}$ )是反映  $^{131}\text{I}$  在体内生物代谢和物理衰变等综合作用的一项指标。变化很大, 范围为 1.6~7.5 d, 二者之间彼此相关。由于甲状腺吸  $^{131}\text{I}$  率高峰时间出现前移, 甲亢患者体内  $^{131}\text{I}$  的有效半衰期将会缩短。甲状腺吸  $^{131}\text{I}$  率最高峰时间点出现前移即意味着  $^{131}\text{I}$  在体内甲状腺的循环代谢周期将有不同程度的缩短。其原因考虑如下: ①  $T_{\text{eff}}$  值本身就是通过测定不同时间点的吸  $^{131}\text{I}$  率推算而得出, 二者密切相关; ② 甲亢使得体内碘循环代谢不同程度加快。细胞外液碘化物(细胞外无机碘池)更高百分比的被利用; ③ 甲状腺吸  $^{131}\text{I}$  率峰时的前移、 $T_{\text{eff}}$  的缩短可能与禁碘后无机碘池的缩小有关<sup>[3]</sup>。

甲状腺吸碘率是目前各种计算  $^{131}\text{I}$  用量参考公式中的共用因子。甲亢患者一般停抗甲状腺药物(ATD)2 周以上, 都能获得与患者病情一致的吸碘率。目前, 大多数医院测定吸碘率约 7 d 后病人入服  $^{131}\text{I}$  治疗, 这段时间内病人实际吸碘率会发生变化, 有人主张无论吸碘率如何, 于病人服药前都应重复测吸碘率, 以保证药量准确。患者住院前未停用抗甲状腺药物, 或者入院后由于病情变化使用抗甲状腺药物者, 均应于服药前重复测吸碘率。未停用抗甲状腺药物的病人停药 2~3 d 以后, 可能出现吸碘率急剧升高; 入院后使用抗甲状腺药物者吸碘率也会有显著变化, 此类情况我们在临床上经常遇到。现在通用的 24 h  $^{131}\text{I}$  吸碘率不一定是最大吸碘率。有人认为, 用 96 h 或 192 h 吸碘率结合经验常数来估算用药量比用 24 h 吸碘率更准确。具体计算公式如下:

放射性活度(MBq) =  $2.46 \times \text{甲状腺质量(g)} \times \text{每克甲状腺组织预期剂量(Gy)} / 96 \text{ h 摄取率}(\%)$

或者:

放射性活度(MBq) =  $1.62 \times \text{甲状腺质量(g)} \times \text{每克甲状腺组织预期剂量(Gy)} / 192 \text{ h 摄取率}(\%)$

员已按照卫生部第 52 号令《放射工作人员健康管理规定》的要求, 进行了放射防护知识的培训和考核, 组织健康体检, 个人剂量监测, 取得了《放射工作人员证》。企业还建立了放射防护管理机构, 制定了相应的规章制度, 落实了人员, 对可能发生的放射事故应急处理有计划、措施。

建议该企业认证学习贯彻《中华人民共和国职业病防治

法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和国家有关的放射防护法规, 增强法律意识, 加强放射防护自主管理, 健全各项规章制度, 做到每项工作到人, 责任分明。按照卫生部第 52 号令《放射工作人员健康管理规定》的要求, 定期安排工作人员体检, 对新上岗的人员必须取得《放射工作人员证》后, 方可上岗工作。

(收稿日期: 2008-04-15)

作者单位: 苏州大学放射医学与公共卫生学院 江苏 苏州 215123  
作者简介: 王旭(1983~), 女, 吉林省人, 在读生物医学工程专业硕士, 研究方向为保健物理。  
通讯作者: 文万信

对于  $T_3$ 、 $T_4$ 、 $FT_3$ 、 $FT_4$  高于正常上限且 TSH 低于正常下限的病人要做吸碘率检查, 即口服  $1.85 \times 10^5 \text{ Bq} (0.005 \text{ mCi})^{131}\text{I}$  分别测定 2、24 h 吸碘率, 随即口服或静脉注射  $185 \text{ MBq} (5 \text{ mCi})$  高锝酸钠  $\text{Na}^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ , 30 min 后进行显像, 并采用计算机软件计算出甲状腺的面积和两叶的高度, 根据公式  $m = \frac{shk}{k}$  (m 即甲状腺重量克数, s 即甲状腺表面积, h 即甲状腺两叶的平均高度, k 为常数) 计算甲状腺重量, 重量  $\leq 30 \text{ g}$  者判为轻度肿大,  $31 \sim 70 \text{ g}$  者中度肿大,  $\geq 71 \text{ g}$  重度肿大<sup>[4]</sup>。根据以下公式<sup>[4]</sup>确定  $^{131}\text{I}$  治疗剂量:

$^{131}\text{I}$  = 每克甲状腺组织实际摄取的  $^{131}\text{I}$  (MBq)  $\times$  甲状腺重量 (g) / 甲状腺最高摄碘率 (%)

其中每克甲状腺组织实际摄取的  $^{131}\text{I}$  根据病情的不同给予  $2.59 \sim 5.55 \text{ MBq}$  不等。

## 2 测量甲状腺质量

甲状腺重量是影响  $^{131}\text{I}$  治疗疗效的主要因素, 其原因主要为: ①甲状腺越大估量常偏小, 给予计量偏小, 随甲状腺质量增加, 发生甲低及治愈的可能性降低, 因此准确测定甲状腺质量对提高疗效有重要意义。②  $^{131}\text{I}$  治疗疗效与每克甲状腺组织给予  $^{131}\text{I}$  的计量有一定关系而与总  $^{131}\text{I}$  计量无关, 停用抗甲状腺药物时间对疗效无影响。③  $^{131}\text{I}$  治疗疗效与甲状腺最高吸碘率、有效半衰期有关。④年龄低发生甲低及治愈率高。因此要想提高  $^{131}\text{I}$  治疗疗效, 应首先准确地测定甲状腺质量和甲状腺最高吸碘率, 结合  $^{131}\text{I}$  的有效半衰期。对年龄偏小的、甲状腺质量较小、甲状腺最高吸碘率较高、有效半衰期较长的患者, 应适当减少每克甲状腺组织给予的  $^{131}\text{I}$  剂量, 否则  $^{131}\text{I}$  剂量应偏大, 特别是甲状腺质量较大的  $^{131}\text{I}$  剂量更应该偏大。

$^{131}\text{I}$  治疗甲亢时利用甲状腺的重量来计算给药剂量, 掌握  $^{131}\text{I}$  剂量是影响疗效好坏的关键, 甲状腺重量是决定给药剂量的重要因素<sup>[4]</sup>。目前测量甲状腺重量的方法主要有: 利用甲状腺 SPECT 断层显像、核素平面显像、B 超及 CT 扫描测量甲状腺重量来计算剂量。

**2.1 SPECT 断层显像** 显像条件: 平行孔低能高分辨准直器, 能峰 140 keV, 窗宽 20%, 矩阵  $128 \times 128$ , 放大倍数 2.00。显像方法: 静脉注射  $\text{Na}^{99\text{m}}\text{TcO}_4 185 \text{ MBq}$  15 min 后显像, 受检者仰卧, 伸展颈部充分暴露甲状腺, 探头自甲状腺右侧位  $90^\circ$ 。开始以  $6^\circ/\text{帧}$ 、15 s/帧速度顺时针采集  $180^\circ$ 。采用图像处理断层分析软件重建甲状腺横断面、冠状面和矢状面影像, 根据影像中实际甲状腺腺体边界扣除 5% ~ 10% 的本底, 利用尺度工具测算甲状腺最大长径 (a)、宽径 (b) 和厚径 (c), 按标准椭圆体体积公式  $V(m) = \pi/6 \times a(m) \times b(m) \times c(m)$  计算出每叶甲状腺体积, 两叶体积相加再按甲状腺比重  $= 1 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1}$  计算甲状腺重量<sup>[5]</sup>。SPECT 断层显像, 影像重建后在其冠状面、横断面以及矢状面图像上测量甲状腺的最大长径、宽径和厚径, 根据三维数据而不是二维投影和一定几何形态的假设来测量甲状腺重量, 弥补了核素平面显像不能反映甲状腺厚度的不足, Zaidi 和 Wane 等报道利用 SPECT 断层显像误差较小, 能较精确提供甲状腺的大小<sup>[8,9]</sup>。

**2.2 核素平面显像** 显像条件: 平行孔低能高分辨准直器, 能峰 140 keV, 窗宽 20%, 矩阵  $256 \times 256$ , 放大倍数 2.00。显像方法: 探头于前位采集, 预置计数 300K。图像处理时本底扣除 5% ~ 10%, 利用软件在甲状腺图像上勾画计算出甲状腺面积, 测定两叶最大长径, 按公式甲状腺重量 (g)  $= 0.32 \times$  两叶最大长径平均值 (cm)  $\times$  甲状腺面积 (cm<sup>2</sup>) 计算出甲状腺重量<sup>[6]</sup>。核素平面显像虽已广泛用于临床估算甲状腺重量, 但是由于核素平面显像在计算重量时缺乏甲状腺厚径信息, 结果会导致给药剂量的偏差。即使可以通过侧位采集测量甲状腺厚径, 但

在采集时由于侧甲状腺影像的叠加干扰也会产生一定的误差<sup>[7]</sup>。

**2.3 B 超法** 显像方法: 受检者仰卧, 伸展颈部, 探头置于甲状腺表面, 纵扫测量甲状腺最大长径, 上下横扫测量最大宽径和厚径, 计算方法同断层显像。按同上公式计算出甲状腺的重量。B 超法虽然弥补了放射性核素平面显像不能反映甲状腺厚度的不足, 能较准确测量甲状腺重量<sup>[8]</sup>, 但由于以下原因, 测算出的甲状腺体积往往不十分准确, 有些甚至存在着较大误差: 1 操作者按压轻重的影响; 2 峡部体积的忽略; 3 甲状腺体积的不规则性, 导致 B 超法不能准确反映甲状腺腺体的功能。例如当甲状腺内存在“冷结节”时, 在计算重量时应予扣除, 否则会导致  $^{131}\text{I}$  剂量计算过量, 导致甲低的发生。而 SPECT 断层显像从其显像原理来说, 甲状腺影像直接反映了腺体的功能, 即使甲状腺存在“冷结节”改变, 在影像上可以清晰地观察和测量结节, 在甲状腺重量中可以适当扣除, 计算的  $^{131}\text{I}$  剂量就要比 B 超准确。

**2.4 CT 扫描** 扫描方法: 扫描平面垂直于长轴, 选用层厚 5 mm, 间隔 5 mm 作横断面连续扫描, 扫描范围包括甲状腺模型上下极。重建图像显示矩阵为  $256 \times 256$ 。采用计算机体积测算功能由机内软件自动累加计算出甲状腺体积。CT 扫描检查所获得的图像是重建图像, 是真正的横断面或冠状面的图像, 这些图像是一极薄层的身体横断面被显示在二维空间的画面上, 再辅有良好的计算机软件, 在每层图像上勾划出甲状腺组织的完整轮廓, 计算机能准确地计算出每个层面上甲状腺的面积, 而每层组织的体积是面积与层厚的乘积, 整个甲状腺的总体积是每层体积的累加和。由于采用本法计算甲状腺体积时并不依赖甲状腺的几何形状, 也不需要经验公式, 并且由于 CT 具有良好的空间分辨率, 甲状腺边界显示较清楚, 因此目前认为 CT 计算甲状腺体积 (重量) 的方法更为准确, 且已应用于临床。然而, 真正对甲状腺体积准确性方面进行研究的报告并不多, 因此有必要对其准确性进行确切评价。

总之, 甲亢患者的  $^{131}\text{I}$  治疗过程中应综合平衡考虑各种影响因素对测量甲状腺质量的影响, 尽量使  $^{131}\text{I}$  的剂量达到个体最优化。

## 参考文献:

- [1] 邢家骊. 碘-131 治疗甲状腺疾病 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2002: 150—160.
- [2] 高绪文, 李继莲. 甲状腺疾病 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1999: 257.
- [3] 原武红, 李蕾. 甲状腺吸  $^{131}\text{I}$  率与有效半衰期 [J]. 实用医技, 2001, 8(3): 179.
- [4] 潘中允. 临床核医学 [M]. 北京: 原子能出版社, 1994: 10.
- [5] 姜玉新, 张淑琴, 张缙熙, 等. B 超测量甲状腺体积 (重量) 与核素显像对比研究 [J]. 中国超声医学杂志, 1997, 13(4): 12—14.
- [6] 高绪文, 李继莲主编. 甲状腺疾病 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1999: 259—261.
- [7] 邹新农, 顾光官, 杨雪英, 等. X-CT 计算甲状腺体积 (重量) 方法的探讨 [J]. 中国医学影像技术, 1998, 14(9): 641—642.
- [8] Zaidi H. Comparative methods for quantifying thyroid volume using planar imaging and SPECT [J]. J Nucl Med 1996, 37(8): 1421—1426.
- [9] Wanet RM, Sand A, Abramovici J. Physical and clinical evaluation of high-resolution thyroid pinhole tomography [J]. J Nucl Med 1996, 37(12): 2017—2020.

(收稿日期: 2008-04-22)