

◆ 综述

Methods of assessing thyroid volume with thyroid imaging and the impact factors

GUO Man-tao, LI Ya-ming*, YIN Ya-fu

(Department of Nuclear Medicine, the First Hospital of China

Medical University, Shenyang 110001, China)

[Abstract] The use of radionuclide ^{131}I in treatment of diffuse toxic goiter has become one of the main clinical methods. Low dose ^{131}I is not enough achieve the purpose of treatment, while overdose may cause excessive unnecessary radiation exposure for patients and environment, and influence upon the quality of life of the hypothyroidism patients, especially for the growing number of young patients who received ^{131}I treatment. The thyroid volume (mass) is an important parameter in measuring dosage of radionuclide ^{131}I treatment. Accurate measurement of thyroid volume is an important part in ^{131}I treatment of hyperthyroidism, also one of the effective indicators for evaluation of therapeutic efficacy. The methods of assessing thyroid volume with thyroid imaging and the impact factors were reviewed in this article.

[Key words] Graves disease; Radiotherapy; Volume

甲状腺显像评估甲状腺体积的方法及影响因素

郭满涛 综述, 李亚明*, 尹雅芙 审校

(中国医科大学附属第一医院核医学科, 辽宁 沈阳 110001)

[摘要] 利用放射性核素 ^{131}I 治疗弥漫性毒性甲状腺肿已经成为临床的主要方法之一。 ^{131}I 治疗剂量过小达不到治疗的目的, 治疗剂量过大对患者和环境带来不必要的放射性暴露, 特别是对于越来越多的年轻人接受放射性核素 ^{131}I 治疗, 使 ^{131}I 导致的甲减对于患者生活质量的影响时间趋于长久。患者甲状腺体积(质量)是放射性核素 ^{131}I 治疗时计算投药量的重要参数, 准确测量甲状腺体积是 ^{131}I 治疗的重要环节, 也是评价疗效的有效指标之一。本文对甲状腺显像评估甲状腺体积的方法及影响因素进行综述。

[关键词] 格雷夫斯病; 放射治疗; 体积

[中图分类号] R581.1; R817.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2011)06-1295-04

弥漫性毒性甲状腺肿又称格雷夫斯病(Graves disease, GD), 由 Parry 于 1825 年首次报道, 是甲状腺功能亢进症(hyperthyroidism, 简称甲亢)的最常见的病因, 约占全部甲亢的 80%~85%。目前公认本病的发生与自身免疫有关。目前甲亢的主要治疗方法如下: ①抗甲状腺药物(anti-thyroid drugs, ATD)治疗; ②手术治疗; ③放射性碘(radioactive iodine, RAI)治

疗, 国内亦有作者采用介入方法栓塞双侧甲状腺上动脉或者栓塞双侧甲状腺上动脉及一侧甲状腺下动脉的方法治疗甲亢, 用阻滞星状神经节的方法治疗甲亢也取得较好疗效, 另外还有采用中医中药治疗甲亢等^[1-4]。RAI 治疗甲亢具有简便、安全、费用低、疗效好、复发率低、并发症少等优势, 目前已成为甲亢的治疗主要方法之一。RAI 治疗 GD 的影响因素包括甲状腺体积(质量)、疾病严重程度、是否采用联合 ATD 方案以及个体靶组织的敏感性^[5-6]。RAI 治疗 GD 的碘剂量的准确性主要受 3 个参数的影响: ①投药后 24 h RAI 的吸收率, ②RAI 的有效半衰期, ③甲状腺体积。准确测量甲状腺体积是 ^{131}I 治疗甲亢的重要环节, 也

[作者简介] 郭满涛(1982—), 男, 陕西西安人, 在读硕士。研究方向: 甲状腺疾病的核素治疗。E-mail: amwwwam@sohu.com

[通讯作者] 李亚明, 中国医科大学附属第一医院核医学科, 110001。

E-mail: ymli2001@163.com

[收稿日期] 2010-10-23 **[修回日期]** 2010-11-29

是评价疗效的有效指标之一。

GD 患者的甲状腺体积是放射性碘治疗时计算投药量的重要参数,目前测量甲状腺体积以触诊法、放射性核素平面显像法及超声法较为常用。触诊法即临床医生通过查体触诊甲状腺得到大致的甲状腺体积,受检查者经验的影响较大,且缺乏客观依据,误差较大,临床多用有客观依据的影像方法评估甲状腺体积。

1 核素平面显像法

放射性核素甲状腺显像显示的是甲状腺功能组织的形态、大小及甲状腺对碘的吸收功能,与其他影像手段相比,更利于评估甲状腺功能组织的体积。临床上常用的估算甲状腺质量的经验公式是 1952 年的 Allen 首次提出的经验公式: $M = A \times L \times K$; M : 甲状腺质量(g), A : 甲状腺双叶面积(cm^2), L : 甲状腺双叶平均长度(cm), K : 常数 0.23~0.32。近来杨洪文等^[7]提出三维放射体积法测定甲状腺体积,利用积分法推出甲状腺体积计算公式: $V = C_{\text{tal}} \times D / (C_{\text{max}} \times P)$, C_{tal} 为 ROI 的总放射性计数; D 为甲状腺侧位最大垂直厚度; C_{max} 为感兴趣区最大放射性计数; P 为每平方厘米的像素数。该方法重复性及准确性较高,但仍未大规模投入临床应用。

由于平面成像不能反映深度信息及不规则物的体积,一次显像不能确定深度,不能反映甲状腺各层面的形态、大小,使得图像 ROI 中不可避免地包含周围的非甲状腺组织,存在较大误差($\pm 20\%$)^[8]。核素平面显像法的误差来源中,首先计算公式的选择,其次是腺体边界的确定和本底的扣除,因为由此勾画的面积对结果影响最大,另外还有腺体峡部的影响;峡部大者所得面积相应较大,然而峡部一般较薄,易致结果偏大^[9]。游金辉等^[10]利用 30 g 甲状腺模型对甲状腺进行测量,探讨采集矩阵、采集放大率和预设计数对测量质量的影响,认为采集矩阵为 128×128 、采集放大率为 4.0、预置计数为 200 k 时,估算质量更接近其真实值。

2 超声测定法

超声计算甲状腺体积一般多采用“薄柱体法”及“椭圆体法”,前者虽然精确,但方法繁琐,后者是 1978 年由 Brown 等提出,以测量甲状腺每叶的最大长径、宽径及厚度,按照经典椭圆体模型 $\pi/6$ 旋转因子与最大长径、宽径及厚度的乘积,成为临床最常用的测量甲状腺体积的方法,但误差较大^[11]。此外,张灌生^[12]提出甲状腺侧叶近似于“上椎+中柱+下椎”的三段复合几何构型设想,并推导出计算甲状腺体积的公式。

B 超测量法虽较精确,但不能反映腺体摄取功能状态,其准确性因受操作者按压轻重、峡部体积的忽略及甲状腺体积的不规则性影响,测算体积往往不很准确,误差范围在 5.7%~8.6% 左右^[9,12]。

3 SPECT 断层积分体积测定法

目前对于 SPECT 断层积分体积测定法测定甲状腺体积的研究较多。此法采用断层成像,包含深度信息,得到的是放射性核素分布的三维显像,对深度方向上每层大小、形状以及层面上各点放射性大小均可给出明确的数值,弥补了平面核素显像的缺点,可以消除正常组织和病变组织的重叠现象,使体积的计算不受深度和脏器大小、厚度的影响,计算精度得到很大提高;并且由于断层图像各层厚度一致,放射性浓度反映的是本身的组织功能,受其他的信息影响较少^[8]。然而 Van Isselt 等^[13]探讨导致 SPECT 图像模糊的影响因素和(或)检测放射性浓度准确性下降的因素,认为 SPECT 图像质量的下降主要受以下物理相关因素影响:①准直器的光子污染,其来源不是与准直器孔轴的平行光子束,而是与准直器孔之间成一定角度、但能被准直器探测器探测到的光子束引起探测的放射剂量不准确;②由于散射作用,光子从发出到被探测器探测过程中在组织内衰减的统计涨落;③光子与物质发生作用(光子在患者体内的散射及康普顿散射)时,其射程和能量都会发生改变;④给药剂量的限制使得被探测的光子数目有限,导致在图像重建过程中 Poisson 噪声增加。上述因素均可导致 SPECT 探测的各个像素的放射性活度的准确性下降。因此,甲状腺 SPECT 也并不能准确反映甲状腺各个组织区域的放射性活度。

采用 SPECT 断层积分体积测定法测量甲状腺体积的技术要点在于判定功能性甲状腺组织的边缘。甲状腺组织边缘识别的准确性受到以下因素影响:①系统分辨率:被测器官的最小尺度接近系统半高全宽(FWHM)时,体积测定值偏大,小于 FWHM/2 时测量值不可靠,在小体积甲状腺误差尤其明显;②确定边缘与反射投影图像重建的滤波函数和截止频率有关,灰度直方图联合衰减校正法能较准确地确定甲状腺的边缘;③在临床应用中,特别是甲状腺周围组织本底过高、甲状腺放射性分布不均匀时较难确定边缘,对于本底扣除,各种测量重建方法给出了不同的最佳值,对于甲状腺模型和甲亢患者的扣除值亦有不同;④数据采集的质量控制也会影响结果的准确性,数据采集不足,统计涨落大,数据采集时间长,计数溢出^[8,14-18];⑤史

育红等^[18]利用甲状腺模型测量甲状腺体积,认为甲状腺体积在 40~70 g 时测得的体积较为准确,标本体积 <40 g 时结果偏大,体积 >70 g 时结果偏小,体积越大,误差越大;⑥设定放大率为 1.00 时,一般认为 64×64 矩阵测得的体积较 128×128 矩阵准确,而游金辉等^[10]认为在放大率为 2.00 时测得的甲状腺体积较为准确。

4 螺旋 CT 法测定甲状腺体积

利用螺旋 CT 测定甲状腺体积(质量)的研究较少。与传统 CT 相比较,螺旋 CT 扫描速度快,可减少和避免在检查过程中患者甲状腺组织的自主或者不自主移动,并可行三维重建,较好地显示甲状腺的立体结构。

甲状腺组织 CT 值可以部分反映甲状腺腺体的功能状态。CT 测量正常成人甲状腺,不仅可以作为衡量甲状腺大小的可靠标准,而且能对甲状腺疾病的诊断和治疗有较大的帮助^[19]。螺旋 CT 能通过甲状腺组织的 CT 值部分反映甲状腺的功能状态,但 CT 值范围不能反映功能甲状腺组织的体积范围。

由于甲状腺组织含碘量较高,即使在甲亢患者,其密度仍高于颈部其他软组织结构,加之 CT 具有较高的空间分辨力,较易确定甲状腺的边缘。CT 测得的甲状腺总体积也是每层面积与层厚乘积的累加之和。田毅等^[20]用 CT 薄层扫描测量甲状腺体积,发现结果具有较好的可重复性,稳定可靠。一般均认为 CT 的甲状腺测量值大于超声测量值。有关 CT 测定体积与甲状腺的实际体积的误差范围尚有待进一步研究。

5 MRI 测定甲状腺体积

MRI 测定甲状腺体积的报道则更少, Van Isselt 等^[13]以 MRI 作为标准,比较核素平面显像法、SPECT 断层积分法、超声法测定 GD 患者甲状腺的体积。MRI 甲状腺分割是通过联合应用手动钆增强 T1WI 和 summation-of-area 技术而实现的,对甲状腺边界采用手工绘制,是甲状腺体积测定的较好方法。MRI 虽然具有无辐射、可以多曲面成像,测定体积重复性较高等优点,但很难准确反映甲状腺的功能状态,且费用较高。

6 PET/CT 测定甲状腺体积

Crawford 等^[21]利用¹²⁴I 测定甲状腺体积,其公式仍然采用椭圆体模型 $V_{lobe} = M \times a \times b \times c$ 或者校正公式, $v_{lobe} = \frac{4}{3\sqrt{\pi}} \sqrt{A_1 \times A_2 \times A_3}$ 其中 A_1, A_2, A_3 分别为矢状位、冠状位及轴位的最大甲状腺面积,并且提出了

“功能性甲状腺体积”这一概念。利用¹²⁴I-NaI 的 PET/CT 扫描测定甲状腺体积,符合生理甲状腺碘的浓聚过程,用其估算给药剂量较为准确,但费用较高。

综上所述,甲状腺体积的各种测量方法各有优缺点。触诊法简单方便,但受检查者的影响较大,缺乏客观指标,其测量准确性难以估计。核素平面显像法简单方便,可以反映甲状腺的功能状态,但其测量精度较差。超声法准确性较高,但容易受到操作者因素的影响,而且很难反映出甲状腺的功能状态。SPECT 断层积分体积测定法准确性明显高于核素平面显像法,但对确定功能性甲状腺组织的边缘较为困难,特别是甲状腺周围本底过高、甲状腺放射性分布不均匀时,而且扫描时间较长,难以在临床上广泛推广。螺旋 CT 法测定甲状腺体积准确性明显较高,也较容易确定甲状腺组织的边缘,扫描速度快,减少了患者在扫描过程中甲状腺移动的影响,并可部分反映甲状腺的功能状态,重复性较高,但文献报道尚不多,其临床应用有待于进一步探讨。磁共振甲状腺体积测定虽然具有无辐射,可以多曲面成像,结果可重复性较高,但很难准确反映甲状腺的功能状态,且费用较高。利用 PET/CT 测定甲状腺体积符合生理甲状腺碘的浓聚过程,估算给药剂量较为准确,但费用亦较高。

[参考文献]

- [1] 施海彬. 介入放射治疗诊断策略. 北京: 科学出版社, 2008: 94-100.
- [2] 李海涛, 云叔伟. 星状神经节阻滞治疗甲亢疗效观察. 新疆医学, 2007, 37(1): 96-97.
- [3] 靳仓正, 赵卫, 陈秋艳, 等. 甲状腺动脉栓塞治疗 Graves 病对甲状腺自身抗体的影响. 中国介入影像与治疗学, 2008, 5(4): 269-272.
- [4] 赵卫, 丁忠祥, 宋滇平, 等. 甲状腺动脉栓塞治疗 Graves 病的应用解剖研究. 中国介入影像与治疗学, 2007, 4(4): 253-257.
- [5] Leslie WD, Ward L, Salamon EA, et al. Cowden EA. A randomized comparison of radioiodine doses in Graves' hyperthyroidism. J Clinical Endoc Metabol, 2003, 88(3): 978-983.
- [6] Allahabadia A, Daykin J, Sheppard MC, et al. Radioiodine treatment of hyperthyroidism. Prognostic factors for outcome. J Clin Endocrinol Metabol, 2001, 86(8): 3611-3617.
- [7] 杨洪文, 李志艳, 马黎明, 等. 三维放射性体积法测量甲状腺气球模型体积探讨. 西南军医, 2007, 9(5): 6-7.
- [8] 王琳琳, 包尚联, 王荣福, 等. SPECT 断层图像法测定甲状腺体积. 中国医学物理学杂志, 2004, 21(2): 43-45.
- [9] 周新建, 刘世贞, 周前. 核素显像和 B 超测算甲状腺重量的对比研究. 中华核医学杂志, 1997, 17(3): 165-167.
- [10] 游金辉, 吴晓华. 用甲状腺模型 SPECT 显像估算甲状腺质量的影响因素. 中华核医学杂志, 2004, 24(6): 43-44.

- [11] Trimboli P, Ruggieri M, Fumarola A, et al. A mathematical formula to estimate in vivo thyroid volume from two dimensional ultasonogrphy. *Thyroid*, 2008, 18(8):879-882.
- [12] 张灌生. 甲状腺体积简易检测方法的研究. *中国超声医学杂志*, 1998, 14(6):48-51.
- [13] Van Isselt JW, de Klerk JM, van Rijk PP, et al. Comparison of methods for thyroid volume estimation in patients with Graves with Graves' disease. *Eur J Nucl Mol Imaging*, 2003, 30(4):525-531.
- [14] Pant GS, Kumar R. Estimation of thyroid mass in Graves' disease by a scintigraphic method. *Nucl Med Commun*, 2003, 24(7):743-748.
- [15] Nadig MR, Pant GS, Bal C. Usefulness of ^{99m}Tc -pertechnetate single-photon emission computed tomography in remnant mass estimation of postsurgical of differentiated thyroid cancer during internal dosimetry. *Nucl Med Commun*, 2008, 29(9):809-814.
- [16] 桂文来, 陈再军. 单光子发射型计算机断层摄影技术体积分法估测甲状腺重量. *临床荟萃*, 2004, 19(1):8-10.
- [17] 陈再君, 蒋宁一. 用 SPECT 断层显像体积分法测定甲状腺重量. *中华核医学杂志*, 2004, 24(3):172-173.
- [18] 史育红, 颜兵, 董延武, 等. 单光子发射计算机断层显像法甲状腺的体积. *四川医学*, 2006, 27(9):908-910.
- [19] 兰永树, 郭召友, 兰永惠. 正常成人甲状腺的 CT 测量及其意义. *中国临床医学影像杂志*, 1999, 10(6):438-440.
- [20] 田毅, 柳林, 李显忠. 螺旋 CT 甲状腺体积测量的可靠性及临床应用. *临床放射学杂志*, 2009, 12(7):993-996.
- [21] Crawford DC, Flower MA, Pratt BE, et al. Thyroid volume measurement in thyrotoxic patients: comparison between ultrasonography and iodine-124 positron emission tomography. *Eur J Nucl Med*, 1997, 24(12):1470-1478.

中华医学会第十八次全国放射学学术会议征文通知

中华医学会第十八次全国放射学学术会议定于 2011 年 10 月 13—17 日在河南省郑州市国际会展中心举行。届时将有众多国际、国内的著名专家到会作专题学术报告, 并进行多种形式的学术交流。入选论文将编入会议《论文汇编》, 优秀论文将推荐在《中华医学会杂志》或《中华放射学杂志》刊用。会议拟授予国家级 I 类继续医学教育学分 8 分, 项目编号为 2011-09-01-109 (国)。欢迎广大同仁踊跃投稿参会。现将会议征文的有关事项通知如下:

一、征文内容

①常规及数字 X 线成像的临床应用; ②CT, MRI 及其新技术应用与基础研究; ③分子影像学; ④介入放射诊疗技术应用及研究; ⑤PACS, RIS 系统的应用经验; ⑥影像技术与图像后处理; ⑦比较影像学及循证医学影像学; ⑧与影像诊断及介入放射相关的护理经验。

二、征文要求

本次会议全部采用网上投稿。登录大会网站(www.chinaradiology.org)实名注册投稿。恕不接受其他形式投稿。论文必须具有科学性、先进性、实用性, 重点突出; 文字力求准确、精练、通顺, 摘要中不要附图表。根据网上投稿要求, 分别按目的、方法、结果和结论四部分填写。截稿时间 2011 年 7 月 30 日。

三、会议地点

河南省郑州市国际会展中心

四、联系人

中华医学会 黄莉 010-85158141

河南省医学会 张晓伟 13783507799

郑州大学第一附属医院 程敬亮 13603863860

中华医学会学术会务部
中华医学会放射学分会
河南省医学会
2011 年 3 月 4 日