

·临床研究·

尿碘水平对 Graves 甲亢患者甲状腺摄碘功能的影响

陈克 崔燕 李亚明

中国医科大学附属第一医院核医学科, 沈阳 110001

通信作者: 李亚明, Email: yml2001@163.com

【摘要】目的 探讨尿碘水平对 Graves 甲亢患者甲状腺摄碘功能的影响。**方法** 选取 2018 年 7 月至 11 月于中国医科大学附属第一医院行甲状腺显像初诊为 Graves 甲亢的患者 100 例, 其中男性 20 例、女性 80 例, 年龄(40.33±11.85)岁。对所有患者的尿液样本进行尿碘、尿肌酐浓度的测定, 依据尿碘水平标准将患者分为低、中、高尿碘水平组(≤100、101~249、≥250 μg/gCr); 根据检查前 2 周患者是否食用海产品情况分为海产品食用组和无海产品食用组。所有患者行 SPECT/CT 显像, 计算甲状腺与颈部软组织的放射性计数(T/C)比值。多组间比较采用单因素方差分析, 多组间两两比较采用 LSD-*t* 检验; 两组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验和 *t* 检验; 采用 Pearson 检验进行相关性分析。**结果** (1)低、中、高尿碘水平患者的 T/C 比值分别为 24.18±8.43、20.35±6.94、16.81±4.93, 3 组间的差异有统计学意义($F=5.40, P=0.006$)。低、中尿碘水平组的 T/C 比值均高于高尿碘水平组, 且差异均有统计学意义($t=3.05, 2.38, P=0.003, 0.019$), 低、中尿碘水平组的 T/C 比值差异无统计学意义。尿碘水平与 T/C 比值呈负相关($r=-0.24, P=0.023$)。(2)海产品食用组与无海产品食用组尿碘水平的 M(P25, P75)分别为 229.2(163.06, 400.16)、178.97(118.86, 245.54) μg/gCr, 差异有统计学意义($Z=2.87, P=0.004$); 2 组的 T/C 比值分别为 16.65±6.41、21.03±6.73, 差异有统计学意义($t=3.10, P=0.003$)。**结论** Graves 甲亢患者尿碘水平升高显著抑制其甲状腺摄碘功能, 甲状腺显像前食用海产品会提高患者的尿碘水平。

【关键词】 甲状腺功能亢进症; 尿碘浓度; 甲状腺摄碘功能; 体层摄影术, 发射型计算机, 单光子; 体层摄影术, X 线计算机

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-201903036-00035](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201903036-00035)

Effect of urinary iodine level on the $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -pertechnetate uptake function of the thyroid of patients with Graves' hyperthyroidism

Chen Ke, Cui Yan, Li Yaming

Department of Nuclear Medicine, the First Affiliated Hospital of China Medical University, Shenyang 110001, China

Corresponding author: Li Yaming, Email: yml2001@163.com

【Abstract】Objective To study the effect of urinary iodine level on the technicium ($^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$)-pertechnetate uptake function of the thyroid of patients with Graves' hyperthyroidism. **Methods** One-hundred newly diagnosed patients with Graves' hyperthyroidism, including 20 males and 80 females (40.33±11.85 years old), from the First Affiliated Hospital of China Medical University from July to November 2018 were selected. Urinary iodine and creatinine concentrations were measured in urine samples from all patients, and patients were divided into low, medium, and high urinary iodine groups according to the standard of urinary iodine levels (≤100, 101–249, and ≥250 μg/gCr, respectively) and divided into seafood and no seafood intake groups according to whether the patients had eaten seafood 2 weeks before the examination. All patients underwent single-photon emission computed tomography (SPECT)/computed tomography (CT) imaging to compute their thyroid-to-cervical soft tissue (T/C) ratio. Single-factor one-way analysis of variance was used for the comparison among

groups, and least significant difference (*LSD*)-*t* test was used for the pairwise comparison among groups. *Mann-Whitney U* and *t* tests were used for comparison between two groups. *Pearson* test was used for correlation analysis. **Results** (1) The T/C ratios of patients with low, medium, and high urinary iodine levels were 24.18 ± 8.43 , 20.35 ± 6.94 , and 16.81 ± 4.93 , respectively, and the difference was statistically significant ($F=5.40$, $P=0.006$). The T/C ratios of the low and middle urinary iodine level groups were higher than that of the high urinary iodine level group with statistically significant differences ($t=3.05$, 2.38 ; $P=0.003$, 0.019), whereas the T/C ratios of the low and middle urinary iodine level groups were not statistically different. Urinary iodine level was negatively correlated with T/C ratio, and the difference was statistically significant ($r=-0.24$, $P=0.023$). (2) The levels of urinary iodine (M(P25, P75)) in the seafood and non-seafood groups were $229.2(163.06, 400.16)$ and $178.97(118.86, 245.54)$ $\mu\text{g/gCr}$, respectively, with statistically significant difference ($Z=2.87$, $P=0.004$). The T/C ratios of the two groups were 16.65 ± 6.41 and 21.03 ± 6.73 , respectively, with statistically significant differences ($t=3.10$, $P=0.003$). **Conclusion** Elevated urinary iodine level in patients with Graves' hyperthyroidism remarkably inhibits the thyroid's $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -pertechnetate uptake function, and eating seafood before imaging increases the urinary iodine level in patients with Graves' hyperthyroidism.

【**Key words**】 Hyperthyroidism; Urinary iodine concentration; Thyroid $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -pertechnetate uptake function; Tomography, emission-computed, single-photon; Tomography, X-ray computed

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-201903036-00035](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201903036-00035)

甲状腺是人体重要的内分泌器官, 具有特殊的碘吸收浓聚功能, 进入体内的碘离子被甲状腺吸收后用于合成甲状腺激素(thyroid hormone, TH), TH对人体代谢及生长发育具有重要作用^[1]。碘是人体常见的必须微量元素, 其被吸收后 90% 通过尿液排出体外, 尿碘浓度是评估人体碘营养水平的最佳指标^[2]。放射性核素碘也可被甲状腺吸收浓聚, 但不参与 TH 的合成, 且具有成本低、半衰期短、辐射小和便于运输等优势, 从而成为甲状腺核素显像的首选显像剂^[3]。研究发现, 碘与碘均由钠-碘同向转运体蛋白介导进入甲状腺, 过量的碘摄入可以抑制钠-碘同向转运体蛋白的表达, 从而干扰甲状腺对碘的摄取, 但相关临床报道较少^[4]。本研究通过对甲状腺碘显像 Graves 甲亢患者尿碘水平及甲状腺摄碘功能进行分析, 探讨患者尿碘水平对其甲状腺摄碘功能的影响。

1 资料与方法

1.1 研究对象

收集 2018 年 7 月至 11 月在中国医科大学附属第一医院行甲状腺碘显像初诊为 Graves 甲亢的患者 100 例, 其中男性 20 例、女性 80 例, 年龄 (40.33 ± 11.85) 岁。纳入标准: 符合 ^{131}I 治疗格雷夫斯甲亢指南(2013 版)^[5] 的诊断标准; 甲状腺碘显

像结果均符合无局灶性显像剂浓聚及缺损区。排除标准: (1) 触诊、问诊或甲状腺超声检查结果提示甲状腺结节; (2) 既往有甲状腺疾病治疗史; (3) 有胺碘酮等含碘药物使用史; (4) 检查前 1 天食用含碘丰富的食物, 如各种海鲜、紫菜和海带等; (5) 半年内行含碘造影剂的检查, 如增强 CT 等; (6) 肾功能异常者。所有患者在检查前均签署了知情同意书。

1.2 分组及标准

留取患者尿液样本进行尿碘浓度及尿肌酐浓度(用于尿碘浓度校正)的测定, 二者的比值为校正后尿碘水平($\mu\text{g/gCr}$)。根据文献 [6] 和 [7] 的尿碘水平标准, 将患者分为: 低尿碘水平组(校正后尿碘水平 $\leq 100 \mu\text{g/gCr}$)、中尿碘水平组(校正后尿碘水平 $101 \sim 249 \mu\text{g/gCr}$)、高尿碘水平组(校正后尿碘水平 $\geq 250 \mu\text{g/gCr}$)。检查前对患者近 2 周食用海产品情况进行问诊, 根据问诊情况将其分为海产品食用组和无海产品食用组。

1.3 尿碘和尿肌酐浓度的检测

留取患者中段随机尿液(之前嘱患者避免大量饮水)样本 5 mL 左右, 密封于聚乙烯离心管后冻存于 -20°C 冰箱, 在 2 个月内完成尿碘及尿肌酐的检测。依据国家卫生行业标准 WS/T 107.2-2016《尿中碘的测定 第 2 部分: 电感耦合等离子体质谱法》^[8], 应用 7700 Series 电感耦合等离子体质谱仪(美国安

捷伦公司)进行尿碘浓度检测,应用 Cobas 8000-C701 型全自动生化分析仪(德国罗氏公司)进行尿肌酐浓度检测,按照肌酐检测试剂盒[罗氏诊断产品(上海)有限公司]说明书中的步骤进行,仪器自动计算样本溶液的浓度均值。

1.4 图像采集及 T/C 比值的测定

采用德国 SIEMENS 公司 Symbia T2 型双探头 SPECT/CT 进行显像, $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4^-$ 由中国原子能科学研究院原子高科股份有限公司提供,其剂量为 111 MBq,放射性化学纯度>90%。患者静脉注射显像剂 20 min 后进行甲状腺显像,图像采集时患者头部过伸位仰卧于检查床以充分暴露甲状腺,前位采集,颈部皮肤与探头保持尽可能近的距离,采集条件:矩阵 256×256, ZOOM 2.0,选用低能高分辨率平行孔准直器,能峰 140 keV,窗宽±10%,采集静态图像。采集计数 300 k 或采集时间 4 min,以先到的为准。本研究采用比值法反映患者甲状腺摄碘量^[9],选取颈部软组织为本底,本底位于甲状腺与唾液腺之间,以甲状腺放射性计数(T)与颈部软组织放射性计数(C)的比值,即 T/C 比值来评价患者甲状腺摄碘功能^[10]。

1.5 统计学分析

采用 SPSS19.0 软件对数据进行统计学分析。符合正态分布的数据用 $\bar{x}\pm s$ 表示,在方差齐的条件下,两组间比较采用独立样本 *t* 检验;多组间两两比较采用 *LSD-t* 检验,采用 *Pearson* 检验进行相关性分析,多组间比较采用单因素方差分析。非正态分布数据用 M(P25, P75)表示,两组间比较采用 *Mann-Whitney U* 检验。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床资料

由表 1 可见,20 例男性和 80 例女性患者尿碘水平分别为(125.98±45.62)、(269.51±300.17) μg/gCr,男性患者尿碘水平显著低于女性患者,且差异有统计学意义(*t*=-2.12, *P*=0.036);男性患者的 T/C 比值明显高于女性患者,且差异有统计学意义(*t*=2.97, *P*=0.030);全部患者尿碘水平、T/C 比值分别为(240.80±275.01) μg/gCr、19.66±6.88。

2.2 不同尿碘水平组 T/C 比值的比较

低、中、高尿碘水平组的患者数分别为 10、61、

表 1 100 例 Graves 甲亢患者的临床资料($\bar{x}\pm s$)

Table 1 General information of 100 patients with Graves' hyperthyroidism ($\bar{x}\pm s$)

性别	例数	年龄(岁)	尿碘水平 (μg/gCr)	T/C 比值
男性	20	40.00±13.44	125.98±45.62 ^a	23.59±9.06 ^a
女性	80	40.41±11.52	269.51±300.17	18.68±5.89
合计	100	40.33±11.85	240.80±275.01	19.66±6.88

注:表中, T/C 比值即甲状腺与颈部软组织的放射性计数比值,^a:与女性患者比较, *t*=-2.12、2.97, *P*=0.036、0.030

29 例,其 T/C 比值分别为 24.18±8.43、20.35±6.94、16.81±4.93,组间差异有统计学意义(*F*=5.40, *P*=0.006);低、中尿碘水平组 T/C 比值均高于高尿碘水平组,差异均有统计学意义(*t*=3.05、2.38, *P*=0.003、0.019);低、中尿碘水平组的差异无统计学意义(*t*=1.70, *P*=0.092)。100 例患者尿碘水平与 T/C 比值呈负相关(*r*=-0.24, *P*=0.023)。

2.3 食用海产品对尿碘水平及 T/C 比值的影响

海产品食用组患者 31 例,其中低、中、高尿碘水平的患者分别为 2、16、13 例。无海产品食用组患者 69 例,其中低、中、高尿碘水平的患者分别为 8、45、16 例。海产品食用组与无海产品食用组尿碘水平的 M(P25, P75)分别为 229.20(163.06, 400.16)、178.97(118.86, 245.54) μg/gCr,前者高于后者,且差异有统计学意义(*Z*=2.87, *P*=0.004);海产品食用组与无海产品食用组的 T/C 比值分别为 16.65±6.41、21.03±6.73,前者高于后者,且差异有统计学意义(*t*=3.10, *P*=0.003)。

3 讨论

甲状腺显像是诊断甲状腺疾病的重要检查手段之一,在临床上被广泛应用。 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4^-$ 是甲状腺显像最常用的显像剂,文献报道提示过量的碘摄入是抑制甲状腺摄碘功能的重要因素^[11-13]。甲状腺显像通过给患者静脉注射 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4^-$,注射后 15~20 min 其在甲状腺的浓聚达到顶峰,在体外利用 γ 相机对其发射的射线进行采集,可以得到反映甲状腺功能、大小和位置等的图像信息。患者检查前体内碘营养水平过高可能会抑制其甲状腺摄碘功能,这会干扰疾病诊断及治疗。

24 h 尿碘排泄量是评估个体碘营养水平的“金标准”,但是 24 h 尿液样本收集较困难。随机尿液样本收集简便,但其尿碘浓度由于受尿液浓缩和

稀释等因素影响,不同时间点测定的尿碘浓度都不同^[14],所以不适用于个体碘营养水平评价。尿肌酐由肾小球滤过而不被肾小管重吸收,且每日排泄量稳定,因此被用于校正随机尿液的尿碘浓度^[15],经尿肌酐校正的尿碘浓度可以用于个体碘营养水平的评估^[16]。本研究留取患者随机尿液样本,采用公认的“金标准”电感耦合等离子体质谱法进行尿碘浓度测定,并利用尿肌酐浓度对其校正,较准确地评估了患者体内碘营养水平。

Reinhardt等^[17]对1069例Graves病、单纯性甲状腺肿和毒性结节性甲状腺肿患者的尿碘水平及甲状腺摄碘功能进行分析,结果发现,患者尿碘水平与其甲状腺摄碘功能呈负相关。研究结果显示,术后DTC患者进行放射性碘治疗前,校正后尿碘水平低于100 μg/gCr时,可以耗尽体内碘池,排除体内多余碘对治疗效果的影响,而当患者校正后尿碘水平高于250 μg/gCr时,体内碘过量抑制了放射性碘的摄取,患者放射性碘治疗成功率明显下降^[6-7]。本研究根据尿碘水平将Graves甲亢患者分为低、中、高尿碘水平组,对3组患者T/C比值进行比较,结果发现,不同尿碘水平组患者的T/C比值差异有统计学意义。低、中尿碘水平组患者的T/C比值均高于高尿碘水平组,且差异有统计学意义;低、中尿碘水平组患者的T/C比值差异无统计学意义,并随着尿碘水平的升高患者的T/C比值呈下降趋势。相关性分析结果提示,患者尿碘水平与T/C比值呈负相关,这与上述研究结果一致,但本研究未对非Graves甲亢患者进行对照研究。本研究还对不同性别患者的尿碘水平及T/C比值进行了比较,男性患者尿碘水平、T/C比值均低于女性患者,且差异均有统计学意义,这也提示高尿碘水平抑制了患者甲状腺摄碘功能。

人们日常生活会摄入许多含碘丰富的食物与药物,如海产品、胺碘酮和复合维生素等,导致机体碘营养水平高于正常^[18]。Javadi等^[19]对沿海地区摄入海产品频繁的单毒性甲状腺肿患者进行了前后对照研究,结果发现,限制患者摄入含碘丰富食物及药物2~3周后,甲状腺摄碘功能较限制前得到明显提升,这提示患者进行甲状腺显像前摄入含碘丰富的食物及药物可能会抑制其甲状腺摄碘功能,但该研究未测定患者的尿碘水平。本研究排除了含碘药物使用史的患者,根据患者检查前2周内是否食

用海产品,将其分为海产品食用组和无海产品食用组,比较两组患者的T/C比值,结果提示海产品食用组的T/C比值低于无海产品食用组,且差异有统计学意义,这与上述研究结果类似。本研究还对两组患者的尿碘水平进行了比较,结果显示海产品食用组患者的尿碘水平高于无海产品食用组,且差异有统计学意义。这提示患者在进行甲状腺显像前2周食用海产品会升高其尿碘水平,进而抑制其甲状腺摄碘功能。值得注意的是,我们还发现虽然海产品食用组患者整体尿碘水平高于无海产品食用组,但有2例食用海产品患者的尿碘处于较低水平,16例未食用海产品患者的尿碘处于较高水平。这提示单纯的饮食问诊调查并不能准确地评估患者体内碘营养水平,在有条件的情况下,应对患者进行尿碘浓度的测定。

本研究不足之处:未对患者检查前饮食进行干预,纳入低、高尿碘水平组的患者较少,仅问诊调查了患者检查前是否食用海产品,对患者食用的海产品未进行定量,摄入多少量的海产品会影响患者甲状腺摄碘功能并不清楚,本研究仅纳入Graves甲亢患者作为研究对象,而未将非Graves甲亢患者进行对照研究,今后需要纳入更大样本量、更多类型的患者进一步研究。

综上所述,本研究结果发现,Graves甲亢患者的尿碘水平升高会显著抑制其甲状腺摄碘功能,患者进行甲状腺显像前2周食用海产品,其尿碘水平会升高并抑制甲状腺摄碘功能。有必要对甲状腺显像患者近期饮食情况进行问诊,避免海产品摄入抑制患者甲状腺摄碘功能,从而影响疾病的诊断及治疗。在条件允许的情况下,可以测定患者的尿碘浓度,对其体内碘营养水平进行评估,以确定患者是否适合进行检查。本研究对临床上患者甲状腺显像前是否需要避免摄入含碘丰富食物具有一定指导意义。

利益冲突 本研究由署名作者按以下贡献声明独立展开,不涉及任何利益冲突。

作者贡献声明 陈克负责研究课题的实施、数据的收集与分析、论文的撰写;崔燕负责论文的校对;李亚明负责研究命题的设计、研究的实施指导、论文的审阅。

参 考 文 献

- [1] Robinson SM, Crozier SR, Miles EA, et al. Preconception Maternal Iodine Status Is Positively Associated with IQ but Not

- with Measures of Executive Function in Childhood[J]. *J Nutr*, 2018, 148(6): 959–966. DOI: [10.1093/jn/nxy054](https://doi.org/10.1093/jn/nxy054).
- [2] Katagiri R, Asakura K, Uechi K, et al. Iodine Excretion in 24-Hour Urine Collection and Its Dietary Determinants in Healthy Japanese Adults[J]. *J Epidemiol*, 2016, 26(12): 613–621. DOI: [10.2188/jea.JE20150245](https://doi.org/10.2188/jea.JE20150245).
- [3] Lee H, Kim JH, Kang YK, et al. Quantitative single-photon emission computed tomography/computed tomography for technetium pertechnetate thyroid uptake measurement[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95(27): e4170. DOI: [10.1097/MD.0000000000004170](https://doi.org/10.1097/MD.0000000000004170).
- [4] 孙金菊, 李亚明. 碘过量摄入对大鼠甲状腺摄碘功能的影响及其机制[J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2019, 39(5): 283–286. DOI: [10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.05.006](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.05.006).
Sun JJ, Li YM. Effect of excessive iodine intake on the ^{99m}Tc -pertechnetate uptake function of thyroid and the related mechanism[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2019, 39(5): 283–286. DOI: [10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.05.006](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.05.006).
- [5] 中华医学会核医学分会. ^{131}I 治疗格雷夫斯甲亢指南(2013版)[J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2013, 33(2): 83–95. DOI: [10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013.02.002](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013.02.002).
Chinese Society of Nuclear Medicine. Guideline for ^{131}I treatment of Graves' hyperthyroidism, The 2013 edition[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2013, 33(2): 83–95. DOI: [10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013.02.002](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013.02.002).
- [6] Sohn SY, Choi JY, Jang HW, et al. Association Between Excessive Urinary Iodine Excretion and Failure of Radioactive Iodine Thyroid Ablation in Patients with Papillary Thyroid Cancer[J]. *Thyroid*, 2013, 23(6): 741–747. DOI: [10.1089/thy.2012.0136](https://doi.org/10.1089/thy.2012.0136).
- [7] Parkii JT, Hennessey JV. Two-Week Low Iodine Diet Is Necessary for Adequate Outpatient Preparation for Radioiodine rhTSH Scanning in Patients Taking Levothyroxine[J]. *Thyroid*, 2004, 14(1): 57–63. DOI: [10.1089/105072504322783858](https://doi.org/10.1089/105072504322783858).
- [8] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. WS/T 107.2–2016《尿中碘的测定 第2部分: 电感耦合等离子体质谱法》[EB/OL]. (2016-04-28) [2019-03-14]. <http://www.nhc.gov.cn/ewebeditor/uploadfile/2016/05/20160511114543644.pdf>.
National Health Commission of the People's Republic of China. WS/T 107.2–2016 Determination of iodine in urine-Part 2: inductively coupled plasma mass spectrometry method[EB/OL]. (2016-04-28) [2019-03-14]. <http://www.nhc.gov.cn/ewebeditor/uploadfile/2016/05/20160511114543644.pdf>.
- [9] 章英剑, 邵鹏, 王俊玲, 等. 用 ^{99m}Tc -过锝酸盐甲状腺/本底比值快速诊断甲状腺功能亢进[J]. *核技术*, 1994, 17(11): 672–676.
Zhang YJ, Shao P, Wang JL, et al. Rapid diagnosis of hyperthyroidism with 30min- ^{99m}Tc pertechnetate thyroid uptake ratio[J]. *Nucl Tech*, 1994, 17(11): 672–676.
- [10] 汪长银. 甲状腺摄碘率的一种比值测定方法[J]. *中国体视学与图像分析*, 2010, 15(2): 76–182. DOI: [10.13505/j.1007-1482.2010.02.017](https://doi.org/10.13505/j.1007-1482.2010.02.017).
Wang CY. A ratio method for calculation of ^{99m}Tc -pertechnetate thyroid uptake rate[J]. *Chin J Stereol Image Anal*, 2010, 15(2): 76–182. DOI: [10.13505/j.1007-1482.2010.02.017](https://doi.org/10.13505/j.1007-1482.2010.02.017).
- [11] Bahre M, Hilgers R, Lindemann C, et al. Physiological aspects of the thyroid trapping function and its suppression in iodine deficiency using ^{99m}Tc pertechnetate[J]. *Acta Endocrinol (Copenh)*, 1987, 115(2): 175–182. DOI: [10.1530/acta.0.115.0175](https://doi.org/10.1530/acta.0.115.0175).
- [12] 王玉华, 李妍, 李亚明, 等. 不同质量浓度高碘饮食对小鼠甲状腺摄碘功能的影响[J]. *中华核医学杂志*, 2009, 29(1): 16–18. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0253-9780.2009.01.007](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0253-9780.2009.01.007).
Wang YH, Li Y, Li YM, et al. Effects of different amounts of iodine on $^{99m}\text{TcO}_4^-$ uptake of thyroid in mice[J]. *Chin J Nucl Med*, 2009, 29(1): 16–18. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0253-9780.2009.01.007](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0253-9780.2009.01.007).
- [13] 张新, 李亚明, 王玉华, 等. 急性碘过量对甲状腺摄碘功能影响的实验研究[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2009, 20(7): 557–559. DOI: [10.3969/j.issn.1008-1062.2009.07.017](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-1062.2009.07.017).
Zhang X, Li YM, Wang YH, et al. Experimental study in effects of acute iodide administration on thyroid uptake of ^{99m}Tc -pertechnetate[J]. *J Chin Clin Med Imaging*, 2009, 20(7): 557–559. DOI: [10.3969/j.issn.1008-1062.2009.07.017](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-1062.2009.07.017).
- [14] Chen W, Wu YL, Lin LX, et al. 24-Hour Urine Samples Are More Reproducible Than Spot Urine Samples for Evaluation of Iodine Status in School-Age Children[J]. *J Nutr*, 2016, 146(1): 142–146. DOI: [10.3945/jn.115.215806](https://doi.org/10.3945/jn.115.215806).
- [15] Chen W, Li X, Guo XH, et al. Urinary iodine excretion (UIE) estimated by iodine/creatinine ratio from spot urine in Chinese school-age children[J]. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2017, 86(4): 628–633. DOI: [10.1111/cen.13282](https://doi.org/10.1111/cen.13282).
- [16] Padovani RP, Maciel RMB, Kasamatsu TS, et al. Assessment of the Effect of Two Distinct Restricted Iodine Diet Durations on Urinary Iodine Levels (Collected over 24 h or as a Single-Spot Urinary Sample) and Na^+/I^- Symporter Expression[J]. *Eur Thyroid J*, 2015, 4(2): 99–105. DOI: [10.1159/000433426](https://doi.org/10.1159/000433426).
- [17] Reinhardt MJ, Högerle S, Trupkovic T, et al. Influence of urinary iodine excretion on thyroid technetium-99m pertechnetate uptake with and without TSH suppression: what happens when iodine supply increases?[J]. *Eur J Nucl Med*, 1998, 25(11): 1475–1481. DOI: [10.1007/s002590050324](https://doi.org/10.1007/s002590050324).
- [18] Giassa T, Mamali I, Gaki E, et al. Iodine intake and chronic autoimmune thyroiditis: a comparative study between coastal and mainland regions in Greece[J]. *Hormones*, 2018, 17(4): 565–571. DOI: [10.1007/s42000-018-0057-x](https://doi.org/10.1007/s42000-018-0057-x).
- [19] Javadi H, Neshandarasi I, Mogharrabi M, et al. The Effect of an Iodine Restricted Including No Sea Foods Diet, on technetium-99m Thyroid Scintigraphy: A Neglected Issue in Nuclear Medicine Practice[J]. *Hell J Nucl Med*, 2012, 15(1): 40–42.