

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2019.13.022

文章编号: 1005-8982 (2019) 13-0113-06

甲状腺功能异常者摄碘率与血液中NIS-Ag 甲状腺过氧化物酶的相关性研究*

王利强¹, 郝永强², 徐尚福², 陈院朝³, 周邵娟⁴, 刘文君¹

(濮阳市安阳地区医院 1. 精准医学科, 2. 核医学科, 3. 血液病实验室,
4. 体检中心, 河南 安阳 455000)

摘要:目的 探讨甲状腺功能减退(甲减)和甲状腺功能亢进(甲亢)患者治疗前后摄碘率(RAIU)与甲状腺钠/碘同向转运体抗原(NIS-Ag)、甲状腺过氧化物酶(TPO)含量变化的相关性。**方法** 选取2015年2月—2016年8月濮阳市安阳地区医院36例健康体检人员和108例甲状腺疾病就诊患者做为研究对象。电化学发光法检测血清中游离三碘甲状腺素原氨酸(FT3)、游离甲状腺素原氨酸(FT4)和促甲状腺激素(TSH)含量。用甲状腺摄碘功能仪分别检测各组的3h RAIU、24h RAIU, 用酶联免疫吸附试验测定血浆中NIS-Ag、TPO含量, 比较各组别RAIU、NIS-Ag、TPO含量, 并分析患者药物治疗前后RAIU与NIS-Ag、TPO相关性。**结果** FT3、FT4、TSH含量, 除甲减摄碘率增高组和减低组之间比较无差异外, 其余各组含量比较, 差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。甲减摄碘率增高组和减低组FT3、FT4含量最低, TSH最高; 甲亢组FT3、FT4含量最高, TSH最低。各组治疗前3h RAIU、24h RAIU、NIS-Ag及TPO含量比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。24h RAIU、3h RAIU、NIS-Ag及TPO在甲减甲状腺摄碘率减低组中最低, 而在甲亢组中最高。各患病组3h RAIU、24h RAIU与NIS-Ag、TPO均呈正相关, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 但在正常组该指标间无相关性($P > 0.05$)。各组治疗后24h RAIU、3h RAIU、NIS-Ag及TPO值均较治疗前降低, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。各患病组治疗后3h RAIU、24h RAIU与NIS-Ag、TPO均呈正相关, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 甲减患者和甲亢患者RAIU与NIS-Ag、TPO存在正相关性; 药物治疗能降低RAIU、NIS-Ag及TPO。

关键词: 甲状腺功能减退(甲减); 甲状腺功能亢进(甲亢); 甲状腺摄碘率; 钠/碘同向转运体抗原; 甲状腺过氧化物酶; 相关性

中图分类号: R581

文献标识码: A

Correlation between iodine uptake rate and NIS-Ag thyroid peroxidase in blood of patients with thyroid dysfunction*

Li-qiang Wang¹, Yong-qiang Qie², Shang-fu Xu², Yuan-chao Chen³, Shao-juan Zhou⁴, Wen-jun Liu¹
(1. Department of Precision Medicine, 2. Department of Nuclear Medicine, 3. Hematology laboratory,
4. Medical examination center, Anyang District Hospital, Anyang, Henan 455000, China)

Abstract: Objective To investigate the iodine uptake rate (RAIU) and thyroid sodium/iodine symporter antigen (NIS-Ag) and thyroid peroxidase (TPO) before and after treatment in patients with hypothyroidism (hypothyroidism) and hyperthyroidism (hyperthyroidism). **Methods** From February 2015 to August 2016, 36 healthy medical examiners and 108 thyroid disease patients from Anyang District Hospital were selected as subjects. The levels of free triiodothyronine (FT3), free thyroxine (FT4) and thyroid stimulating hormone (TSH) in serum were

收稿日期: 2018-12-05

* 基金项目: 濮阳市普通科技攻关计划 (No: 150625)

detected by electrochemiluminescence. The thyroid iodine function meter was used to detect the 3 h RAIU and 24 h RAIU of each group. The content of NIS-Ag and TPO in plasma was determined by enzyme-linked immunosorbent assay. The correlation between RAIU and NIS-Ag and TPO content in each group was analyzed. Sex, and analyze whether there is any difference or correlation between RAIU and NIS-Ag and TPO levels in patients before and after drug treatment. **Results** The levels of thyroid function FT3, FT4, and TSH were not significantly different between the group with the decrease of iodine reduction and the group with the reduction of iodine. The difference was statistically significant ($P < 0.05$). The levels of FT3 and FT4 were the lowest and the TSH was the highest in the iodine reduction group and the reduction group. The acetaminophen group had the highest FT3 and FT4 content and the lowest TSH. There were significant differences in the levels of RAIU, 24 h RAIU, NIS-Ag and TPO between the three groups before treatment ($P < 0.05$). The 24 h RAIU, 3 h RAIU, NIS-Ag and TPO values were lowest in the hypothyroidism thyroid iodine reduction group, and highest in the hyperthyroidism group. The 3 h RAIU and 24 h RAIU of each disease group were positively correlated with NIS-Ag and TPO ($P < 0.05$), but there was no correlation between the indicators in the normal group ($P > 0.05$). The RAIU, 3h RAIU, NIS-Ag and TPO values of the 24 h after treatment were lower than those before treatment, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). RAIU and 24 h RAIU were positively correlated with NIS-Ag and TPO at 3 h after treatment in each diseased group, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusions** There is a positive correlation between RAIU and NIS-Ag and TPO levels in patients with hypothyroidism and hyperthyroidism. Drug therapy can reduce RAIU, NIS-Ag and TPO.

Keywords: hypothyroidism (hypothyroidism); hyperthyroidism (hyperthyroidism); thyroid iodine uptake rate; sodium/iodine symporter antigen; thyroid peroxidase; correlation

甲状腺摄碘率 (radioactive iodine uptake, RAIU) 是鉴别甲状腺疾病的一种重要的辅助检查, 甲状腺摄碘合成甲状腺激素与钠 / 碘同向转运体抗原 (sodium/iodide transporter antigen, NIS-Ag)、甲状腺过氧化物酶 (thyroid peroxidase, TPO) 有关^[1-7], 钠 / 碘同向转运体 (NIS) 是表达于甲状腺基底膜外侧的一种糖化膜蛋白, 作为一种抗原, 可介导胞外碘进入甲状腺细胞^[2-3, 7]。TPO 在碘的摄取、活化和氧化过程中起着重要作用, 使摄取的无机碘 (I^-) 转化为活性碘 (I^0), 才能参与甲状腺激素的合成, 因此在甲状腺摄碘转化过程中起重要作用^[4-7]。甲状腺功能亢进 (以下简称甲亢) 患者一般摄碘率呈增高状态, 甲状腺功能减退 (以下简称甲减) 患者摄碘率一般呈减低状态, 在实际工作中, 发现部分甲减患者摄碘率不减低, 反而增高, 推测其原因可能与 NIS-Ag、TPO 有关, 甲亢患者摄碘率增高也可能与 NIS-Ag、TPO 有关, 查阅国内外文献, 对该原因的研究报告甚少, 因此, 本研究探索甲状腺摄碘率与 NIS-Ag、TPO 的关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2015 年 2 月—2016 年 8 月自濮阳市安阳地区医院 36 例健康体检人员和就诊的甲状腺疾病患者

108 例, 根据临床诊断和实验室检测指标分为 4 组。甲减摄碘率异常增高组 36 例: 男性 16 例, 女性 20 例, 平均年龄 (40.12 ± 14.13) 岁; 甲减摄碘率减低组 36 例: 男性 17 例, 女性 19 例; 平均年龄 (41.18 ± 13.63) 岁; 甲亢组 36 例: 男性 15 例, 女性 21 例; 平均年龄 (41.15 ± 14.11) 岁。选取健康体检者 36 例作为正常组: 男性 18 例, 女性 18 例; 平均年龄 (42.35 ± 13.25) 岁。各组性别和年龄分布, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。纳入标准: ①患者诊断依据为典型的临床体征和实验室检测结果。②无肿瘤、糖尿病、乙型肝炎、结核等其他病史。均知情同意并签署同意书, 研究经医院医学伦理委员会许可 (批准文号 15020107)。

1.2 仪器、试剂和药物

甲状腺摄碘功能仪 (西安核仪器厂), 酶标仪 Multishan Mk3 (上海赛默飞世尔仪器有限公司), 电化学发光仪 Cobas 601 (日本日立, 德国、美国罗氏公司合作生产)。NIS-Ag、TPO 检测试剂盒 (上海博研生物公司), ^{131}I 口服液 (北京原子高科有限公司), 左甲状腺素 (优甲乐, 德国默克公司), 游离三碘甲状腺素原氨酸 (free triiodotinin, FT3)、游离甲状腺素 (free thyroxine, FT4)、促甲状腺激素 (thyroid-stimulating hormone, TSH) 试剂盒 (德国罗氏公司)。

1.3 方法

1.3.1 甲减和甲亢患者 RAIU 检测 受检者停用含碘的食物及影响甲状腺功能的药物 1 周后(碘在甲状腺内有效半衰期为 3.5 d 左右, 甲硫咪唑在体内代谢半衰期约 3 h, 左甲状腺素有效半衰期约 6 ~ 7 d), 空腹口服 ^{131}I 溶液 5 μCi , 服药后继续禁食 3 和 24 h 后用摄碘功能仪测定 RAIU, 以 3 和 24 h RAIU 作为观察指标。

1.3.2 NIS-Ag、TPO 和 FT3、FT4、TSH 检测 选取治疗前甲减和甲亢患者和正常组静脉血液 4 ml, 肝素钠抗凝后 3 500 r/min, 离心 5 min, 取血浆 2 ml, 立即用酶联免疫吸附试验(ELISA)测定 NIS-Ag、TPO 含量, 不能立即检测者, 血浆置入 -20°C 冰箱保存 1 周, 成批后再检测。FT3、FT4、TSH 含量检测采用罗氏电化学发光仪 Cobas601 测定, 所有标本都严格按照试剂和仪器说明书操作。

1.3.3 治疗后的 NIS-Ag、TPO 含量和 RAIU 检测 甲减摄碘率增高组、甲减摄碘率减低组患者治疗前的 RAIU 测定完毕后, 根据 FT3、FT4、TSH 检测结果和临床体征用药, 嘱患者每日一次性空腹服用左甲状腺素钠 75 μg , 3 个月后分别用 ELISA 检测血浆 NIS-Ag、TPO 含量, 摄碘功能仪测定 RAIU; 甲亢患者组根据检测结果和临床体征, 给予一次性服用 ^{131}I 口服液 6.0 mCi, 3 个月后, 用 ELISA 测定血浆 NIS-Ag、TPO 含量, 摄碘功能仪测定 RAIU。患者疗效标准: 治疗后甲状腺功能 FT3、FT4、TSH 含量正常, 临床体征恢复正常。

1.4 统计学方法

数据分析采用 SPSS 16.0 统计软件。计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 采用 t 检验, 多个样本均数比较采用方差分析, 进一步两两比较采用 LSD- t

检验; 相关性分析采用 Pearson 法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组 FT3、FT4、TSH 含量比较

FT3、FT4、TSH 含量比较, 除甲减摄碘率减低组与甲减摄碘率增高组差异无统计学意义外 ($P > 0.05$), 各组间 FT3、FT4、TSH 含量比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。FT3、FT4 含量甲减摄碘率减低组最低, TSH 最高。FT3、FT4 含量甲亢组最高, TSH 含量最低。见表 1。

2.2 各组治疗前 RAIU 和 NIS-Ag、TPO 含量比较

各组治疗前 3 h RAIU、24 h RAIU、NIS-Ag 及 TPO 含量比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。各组两两间比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 3 个患病组中 24 h RAIU、3 h RAIU、NIS-Ag 及 TPO 值甲减摄碘率减低组最低, 而甲亢组最高。见表 2。

2.3 治疗前 3 h RAIU、24 h RAIU 与 NIS-Ag、TPO 含量的相关性

除正常组无相关外, 其余各组 3 h RAIU、24 h RAIU 与 NIS-Ag、TPO 呈正相关 ($P < 0.05$)。见表 3。

2.4 各组患者治疗前后 24 h RAIU、3 h RAIU 和 NIS-Ag、TPO 含量比较

各组治疗后 24 h RAIU、3 h RAIU、NIS-Ag 及 TPO 值均较治疗前降低, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 4。

2.5 各组患者治疗后 3 h RAIU、24 h RAIU 与 NIS-Ag、TPO 相关性

各组治疗后 3 h RAIU、24 h RAIU 与 NIS-Ag、TPO 呈正相关, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 5。

表 1 各组 FT3、FT4、TSH 含量比较 ($n=36, \bar{x} \pm s$)

组别	FT3/ (pmol/L)	FT4/ (pmol/L)	TSH/ ($\mu\text{IU/ml}$)
甲减摄碘率增高组	1.96 \pm 0.61 ⁽¹⁾²⁾	4.86 \pm 1.69 ⁽¹⁾²⁾	169.55 \pm 67.13 ⁽¹⁾²⁾
甲减摄碘率减低组	1.78 \pm 0.89 ⁽¹⁾²⁾	4.76 \pm 2.64 ⁽¹⁾²⁾	171.66 \pm 69.25 ⁽¹⁾²⁾
甲亢组	16.89 \pm 9.63	85.30 \pm 45.63	0.14 \pm 0.12
正常组	3.56 \pm 1.27 ⁽¹⁾	12.01 \pm 3.89 ⁽¹⁾	2.77 \pm 1.05 ⁽¹⁾
F 值	231.788	281.112	415.673
P 值	0.000	0.000	0.000

注: 1) 与甲亢组比较, $P < 0.05$; 2) 与正常组比较, $P < 0.05$

表 2 各组治疗前 24 h RAIU、3 h RAIU、NIS-Ag 及 TPO 含量比较 ($n=36, \bar{x} \pm s$)

组别	24 h RAIU/%	3 h RAIU/%	NIS-Ag/ (pg/ml)	TPO/ (mIU/ml)
甲减摄碘率增高组	47.86 ± 10.52	26.94 ± 2.30	906.56 ± 86.83	296.59 ± 31.24
甲减摄碘率减低组	18.58 ± 3.59 ¹⁾	6.14 ± 1.23 ¹⁾	282.68 ± 26.66 ¹⁾	203.93 ± 42.39 ¹⁾
甲亢组	55.02 ± 13.89 ¹⁾²⁾	34.21 ± 1.83 ¹⁾²⁾	1 228.62 ± 189.84 ¹⁾²⁾	349.75 ± 51.86 ¹⁾²⁾
正常组	31.75 ± 3.15 ¹⁾²⁾³⁾	12.39 ± 1.29 ¹⁾²⁾³⁾	306.28 ± 15.41 ¹⁾²⁾³⁾	116.63 ± 5.81 ¹⁾²⁾³⁾
F 值	73.275	489.344	1344.000	519.451
P 值	0.000	0.000	0.000	0.000

注: 1) 与甲减摄碘率增高组比较, $P < 0.05$; 2) 与甲减摄碘率减低组比较, $P < 0.05$; 3) 与甲亢组比较, $P < 0.05$

表 3 各组治疗前 3 h RAIU、24 h RAIU 与 NIS-Ag、TPO 的相关性

组别	指标	NIS-Ag		TPO	
		r 值	P 值	r 值	P 值
甲减摄碘率增高组	3 h RAIU	0.991	0.000	0.992	0.000
	24 h RAIU	0.901	0.000	0.985	0.000
甲减摄碘率减低组	3 h RAIU	0.981	0.000	0.989	0.000
	24 h RAIU	0.925	0.000	0.942	0.000
甲亢组	3 h RAIU	0.992	0.000	0.986	0.000
	24 h RAIU	0.853	0.000	0.821	0.000
正常组	3 h RAIU	0.196	0.389	-0.194	0.387
	24 h RAIU	0.418	0.060	0.167	0.466

表 4 各组治疗前后 24 h RAIU、3 h RAIU、NIS-Ag 及 TPO 含量比较 ($n=36, \bar{x} \pm s$)

组别	24 h RAIU/%	3 h RAIU/%	NIS-Ag/ (pg/ml)	TPO/ (mIU/ml)
甲减摄碘率增高组				
治疗前	47.86 ± 10.52	26.94 ± 2.30	906.56 ± 86.83	296.59 ± 31.24
治疗后	36.55 ± 5.54	22.26 ± 5.14	726.53 ± 132.12	208.23 ± 21.55
t 值	7.965	2.793	9.836	5.315
P 值	0.000	0.047	0.000	0.000
甲减摄碘率减低组				
治疗前	18.58 ± 3.59	6.14 ± 1.23	282.68 ± 26.66	203.93 ± 42.39
治疗后	16.35 ± 2.26	5.04 ± 1.03	216.45 ± 58.28	152.32 ± 31.52
t 值	11.693	9.882	4.458	5.790
P 值	0.000	0.000	0.000	0.000
甲亢组				
治疗前	55.02 ± 13.89	34.21 ± 1.83	1 228.62 ± 189.84	349.75 ± 51.86
治疗后	34.55 ± 4.59	28.41 ± 4.25	987.26 ± 132.53	269.33 ± 34.51
t 值	6.184	2.551	32.12	5.859
P 值	0.021	0.000	0.000	0.000

表 5 各组患者治疗后 3 h RAIU、24 h RAIU 与 NIS-Ag、TPO 含量的相关性

组别	指标	NIS-Ag		TPO	
		r 值	P 值	r 值	P 值
甲减摄碘率异常组	3 h RAIU	0.985	0.000	0.982	0.000
	24 h RAIU	0.964	0.000	0.992	0.000
甲减摄碘率减低组	3 h RAIU	0.986	0.000	0.965	0.000
	24 h RAIU	0.987	0.000	0.976	0.000
甲亢组	3 h RAIU	0.912	0.000	0.965	0.000
	24 h RAIU	0.968	0.000	0.981	0.000

3 讨论

本研究发现甲减摄碘率增高患者和甲减摄碘率减低患者 RAIU 与 NIS-Ag 和 TPO 呈正相关, 健康人群 RAIU 和 NIS-Ag、TPO 无相关性, 呈随机分布状态。有研究表明^[8-12], 大部分甲减患者 RAIU 呈减低状态, 大多数甲亢患者 RAIU 呈增高状态, 健康人群 RAIU 呈正常状态。本研究发现, 甲减摄碘率增高患者和甲亢患者的 NIS-Ag、TPO 含量偏高, 甲减摄碘率减低患者和健康人群的 NIS-Ag、TPO 含量偏低, 说明不同甲状腺疾病 NIS-Ag、TPO 含量不同。

本研究显示, 甲减患者和甲亢患者在药物治疗后, 其 RAIU 和 NIS-Ag、TPO 含量降低。甲减患者大多数实验指标中, FT3、FT4 呈减低状态, TSH 呈增高状态, 左甲状腺素钠 (优甲乐) 是代替甲状腺分泌的甲状腺素, 通过抑制 TSH, 促进 TSH 下降, 可以导致甲状腺聚碘功能减低, 其摄碘率也下降。因而推测, 甲减患者在服用优甲乐一定时间后, 甲状腺功能逐渐恢复正常, 通过负反馈机制, 导致 TSH 下降或恢复正常, 所以在服用左甲状腺素一定时间后, 其摄碘率呈下降趋势, 同时很可能还与药物治疗后, 其 NIS-Ag 和 TPO 含量下降, 致使甲状腺细胞摄取无机碘和无机碘转为有机碘功能下降, 与摄碘率降低有关。

甲减摄碘率增高患者治疗前呈增高状态, 治疗后呈下降状态, 说明药物治疗有效, 原因可能是, 治疗前, 该患者甲状腺处于碘饥渴状态^[13], 测其摄碘率时, 甲状腺细胞暂时大量摄取外源的¹³¹I, 同时钠泵、钠-钾-ATP 酶、NIS、TPO 代偿性功能表达增强, 以适应外来的¹³¹I, 从而使其摄碘率增高。同时, 甲减患者, 可能是本身缺碘, 造成体内机体甲状腺激素缺乏, 甲状腺代偿性功能增强吸收体内的碘, 以最大程度合成

体内需要的甲状腺激素, 测其摄碘率时, 甲状腺由于碘不足而大量摄取外来的碘, 暂时用于合成体内不足的甲状腺激素, 所以其摄碘率会增高。用左甲状腺素药物治疗后, 碘饥渴状态受到抑制, 功能改善, TSH 下降, TSH 具有促进甲状腺细胞增多、肥大, 使甲状腺细胞聚碘的能力增强, 减少 TSH 促进甲状腺细胞摄碘功能, 同时药物治疗后, 其 NIS-Ag 和 TPO 含量下降, 致使甲状腺细胞摄取无机碘和无机碘转为有机碘功能下降, 所以摄碘率降低。

甲减摄碘率减低患者摄碘率治疗后呈水平下降状态, 其机制可能同上所述, 只是该患者未处于碘饥渴状态, 可能是其他原因, 甲减患者本身不缺碘, 而是机体内其他因素, 譬如 NIS、TPO、钠泵、钠-钾-ATP 酶等功能改变有关, 造成摄碘率减低。

甲亢患者, 由于机体处于高合成和高代谢状态, 甲状腺细胞大量摄取体内吸收的碘和大量合成甲状腺激素, 与钠泵、钠-钾-ATP 酶、NIS、TPO 功能表达增强有关^[11-7, 14-15], 合成的大量甲状腺激素通过下丘脑-腺垂体-甲状腺轴负反馈抑制 TSH 的释放, 使 TSH 降低, 以反馈性减少甲亢患者的摄碘率进一步增高。甲亢患者服用¹³¹I 治疗后, ¹³¹I 通过释放 β 射线, 使部分甲状腺细胞死亡, 从而达到治疗甲亢的目的, 部分甲状腺细胞破坏后, 其甲状腺摄取碘的细胞数量大量减少, 其摄碘能力下降, 甲状腺所含 NIS-Ag、TPO 的含量也必然会下降, 因此, 决定甲亢用¹³¹I 治疗后其 RAIU、NIS-Ag 和 TPO 含量也呈下降状态, 本研究通过甲状腺 RAIU、NIS-Ag、TPO 的变化, 初步论证该理论的可靠性。

本研究发现, 甲减摄碘率减低患者组 TPO 含量高于健康人群组, 原因可能是甲减患者甲状腺摄碘率减少, FT3、FT4 降低, TSH 增高, 引起甲状腺功能代偿

性增强, TSH 刺激甲状腺滤泡细胞合成较多的 TPO, 具体原因需要进一步研究。通过本研究不同甲状腺疾病摄碘率与 NIS-Ag、TPO 的相关性和 RAIU、NIS-Ag、TPO 含量差异, 可以为临床诊治甲状腺疾病提供帮助。

本研究初步论证甲减和甲亢患者 RAIU 与 NIS、TPO 有相关性, 由于标本量较少, 需要进一步扩大样本量进行验证。至于与钠泵、钠-钾-ATP 酶的功能和 RAIU、NIS、TPO 的关系, 有待进一步研究。

参 考 文 献:

- [1] 薛靓, 刘丽香, 文达, 等. 高碘对哺乳期甲状腺疾病患者外周血促甲状腺激素受体和蛋白激酶 A 及钠碘同向转运体 mRNA 表达的影响 [J]. 中华地方病学杂志, 2015, 34(9): 641-645.
- [2] 王利强, 郜凤丽, 刘淑娟, 等. 自身免疫性甲状腺疾病钠 / 碘同向转运体的相关性研究 [J]. 中外医疗, 2014(35): 43-44.
- [3] 石凌峰. NIS 与甲状腺疾病的关系研究进展 [J]. 重庆医学, 2018, 47(6): 836-840.
- [4] 黄永兰, 谭敏沂, 蒋翔, 等. 疑似甲状腺素合成障碍性永久性先天性甲状腺功能减低症患儿 TPO、DUOX2 及 DUOX2 基因突变分析 [J]. 中华儿科杂志, 2017, 55(3): 210-214.
- [5] 李海飞, 董国庆, 苏月月, 等. 109 例先天性甲状腺功能减低症患儿甲状腺过氧化物酶基因突变检测 [J]. 中国优生与遗传杂志, 2018, 26(9): 15-18.
- [6] 刘雪松, 万义增, 刘新宇, 等. L-TH4 对妊娠亚临床甲减糖代谢影响与过氧化物酶的关系研究 [J]. 中国生化药物杂志, 2017, 37(8): 85-87.
- [7] CARVALHO D P. Thyroid hormone biosynthesis and release [J]. Mol Cell Endocrinol, 2017(458): 6-15.
- [8] 严春雷, 顾凯凯, 李冬娟, 等. 核医学检查在甲状腺炎诊断中的应用价值探讨 [J]. 世界最新医学信息文摘, 2016, 16(41): 50-51.
- [9] 袁丽莉. 血清促甲状腺激素与代谢综合征的研究进展 [J]. 医药前沿, 2017, 7(34): 8-9.
- [10] 王越, 晋建华, 李思进, 等. 甲状腺 24 h 摄碘率与 ¹³¹I 治疗 Graves 甲亢疗效相关性研究 [J]. 国际放射医学核医学杂志, 2015, 39(6): 442-446.
- [11] 刘苑红, 蒋宁一. 24 小时甲状腺摄碘率对甲亢患者 ¹³¹I 治疗效果的相关性研究 [J]. 中国医药科学, 2018, 8(13): 231-233.
- [12] 周晓莉, 饶一武. 核医学检查在甲状腺炎诊断中的临床意义 [J]. 职业与健康, 2015, 31(3): 426-429.
- [13] 李卓朝, 王德芹. 原发性甲状腺功能减退患者的甲状腺高摄 ¹³¹I 碘率 (附 8 例报告) [J]. 中国地方病防治杂志, 1991, 6(2): 107-108.
- [14] ABBASI A A, CHANDAR P, SHANKAR S, et al. Thyrotoxic periodic paralysis and cardiomyopathy in a patient with graves' disease [J]. Cureus, 2018, 10(6): e2837.
- [15] RASHEED E, SEHEULT J, GIBNEY J. Does thyrotoxic periodic paralysis have a genetic predisposition? A case report [J]. Annals of Clinical Biochemistry, 2018, 55(6): 713-716.

(王荣兵 编辑)