

## <sup>131</sup>I治疗甲状腺疾病对甲状旁腺功能的影响

### Effect of <sup>131</sup>I therapy on parathyroid function in thyroid diseases

Chen Ziwei, Munire Abuduwaili, Wu Zhujuan, Su Anping

引用本文:

陈紫巍, 木尼热·阿不都外力, 吴竹娟, 等. <sup>131</sup>I治疗甲状腺疾病对甲状旁腺功能的影响[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2023, 47(7): 430-434. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202210006-00319

Chen Ziwei, Munire Abuduwaili, Wu Zhujuan, et al. Effect of <sup>131</sup>I therapy on parathyroid function in thyroid diseases[J]. *International Journal of Radiation Medicine and Nuclear Medicine*, 2023, 47(7): 430-434. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202210006-00319

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202210006-00319>

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### Graves甲亢<sup>131</sup>I治疗后甲状腺功能的变化特点及其与治疗前抗体水平的关系

Characteristics of thyroid function change after <sup>131</sup>I treatment of Graves hyperthyroidism and correlation with level of antibodies before treatment

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(1): 18-23 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202003035-000015>

#### <sup>131</sup>I治疗对早期甲状腺乳头状癌女性患者健康相关生存质量的影响

Impact of <sup>131</sup>I treatment on health-related quality of life in female patients with early stage papillary thyroid cancer

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(1): 10-17 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202004010-00006>

#### 甲状腺球蛋白抗体与分化型甲状腺癌<sup>131</sup>I治疗效果的关系研究

Studies on the relationship between thyroglobulin antibody and the therapeutic effect of <sup>131</sup>I in patients with differentiated thyroid carcinoma

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(9): 545-551 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202007044-00094>

#### Graves病<sup>131</sup>I治疗的预后因素分析

Analysis of prognosis factors on radioactive <sup>131</sup>I treatment of Graves disease

国际放射医学核医学杂志. 2019, 43(3): 268-273 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.03.012>

#### 分化型甲状腺癌骨转移大剂量<sup>131</sup>I治疗后出现重度骨髓抑制一例

A case of severe bone marrow inhibition in the treatment of differentiated thyroid cancer by radionuclide <sup>131</sup>I

国际放射医学核医学杂志. 2019, 43(1): 88-90 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.01.015>

#### 综合干预措施下评估首次<sup>131</sup>I清甲治疗对分化型甲状腺癌患者唾液腺的慢性损伤

Assessment of the chronic injury of salivary glands in patients with differentiated thyroid cancer who underwent comprehensive intervention measures with first <sup>131</sup>I clearing therapy

国际放射医学核医学杂志. 2018, 42(1): 30-35 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.01.006>

## ·综述·

## <sup>131</sup>I 治疗甲状腺疾病对甲状旁腺功能的影响

陈紫巍 木尼热·阿不都外力 吴竹娟 苏安平

四川大学华西医院甲状腺外科, 成都 610041

通信作者: 苏安平, Email: [suanpingping@126.com](mailto:suanpingping@126.com)

**【摘要】** <sup>131</sup>I 常用于甲状腺疾病的治疗, 但其是否会与甲状腺毗邻的甲状旁腺的功能改变尚存争议。目前, 部分研究结果显示 <sup>131</sup>I 治疗会增加甲状旁腺腺瘤的发生、引起甲状旁腺功能改变, 但也有研究结果显示 <sup>131</sup>I 治疗对甲状旁腺功能无明显影响。笔者对既往 <sup>131</sup>I 治疗与甲状腺疾病相关性的研究进行综述, 对相关研究的不足之处进行分析, 为进一步开展更加深入的研究奠定基础。

**【关键词】** 碘放射性同位素; 甲状腺疾病; 甲状旁腺; 放射疗法

**基金项目:** 四川省卫生健康委员会科研项目(20PJ057); 四川省科技厅资助项目(2021YFS0103); 中国健康促进基金会项目(HX22-228HX-H2204083)

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202210006-00319](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202210006-00319)

### Effect of <sup>131</sup>I therapy on parathyroid function in thyroid diseases

Chen Ziwei, Munire Abuduwaili, Wu Zhujuan, Su Anping

Department of Thyroid Surgery, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Corresponding author: Su Anping, Email: [suanpingping@126.com](mailto:suanpingping@126.com)

**【Abstract】** <sup>131</sup>I is commonly used in the treatment of thyroid diseases, but there is no unified conclusion whether radiation will cause changes in the function of adjacent parathyroid gland. Some studies have shown that <sup>131</sup>I therapy will increase the risk of parathyroid adenoma and cause changes in parathyroid gland function, but other studies have shown that <sup>131</sup>I therapy will not affect parathyroid gland function. This article reviews the previous studies on the correlation between <sup>131</sup>I therapy and parathyroid diseases, and analyzes the shortcomings of the relevant literatures to provide a basis for further research.

**【Key words】** Iodine radioisotopes; Thyroid diseases; Parathyroid glands; Radiotherapy

**Fund programs:** Sichuan Provincial Health Commission Research Project (20PJ057); Project Supported by Department of Science and Technology in Sichuan Province (2021YFS0103); China Health Promotion Foundation Project (HX22-228HX-H2204083)

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202210006-00319](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202210006-00319)

<sup>131</sup>I 是一种 β 衰变的放射性同位素, 可释放 β 射线(99%) 和 γ 射线(1%)<sup>[1]</sup>。前者射程短、穿透力弱, 后者射程长、穿透力强。由于甲状腺滤泡上皮细胞具有摄碘功能, 因此 <sup>131</sup>I 被广泛应用于各种甲状腺疾病的治疗(发挥作用的主要是 β 射线), 如原发性甲状腺功能亢进症(简称甲亢)的治疗和 DTC 术后的清甲、清灶治疗<sup>[2]</sup>。在 <sup>131</sup>I 治疗甲状腺疾病的过程中, <sup>131</sup>I 可对其他组织或器官造成影响, 引起颈部肿胀、咽部不适、味觉改变、唾液腺损伤、龋齿、鼻泪管阻塞、胃肠道反应、骨髓抑制、白血病、继发性肿瘤、泌尿

道损伤、肾功能异常等。部分不良反应与这些组织或器官存在钠碘转运体表达及轻度碘摄取有关<sup>[2-7]</sup>。关于 <sup>131</sup>I 治疗是否会影响甲状旁腺功能尚存争议。目前未见甲状旁腺细胞中是否存在钠碘转运体表达的相关报道。部分学者认为, 甲状旁腺细胞不具备摄碘能力, <sup>131</sup>I 治疗不会对其功能造成影响<sup>[8]</sup>; 而另一些学者认为, 由于解剖部位毗邻, <sup>131</sup>I 治疗可能通过对邻近细胞的非靶向电离辐射效应(即“旁观者效应”)引起甲状旁腺的功能改变<sup>[9]</sup>。本文对 <sup>131</sup>I 治疗甲状腺疾病是否对甲状旁腺功能造成影响作一综述, 为开展进一步

的深入研究奠定基础。

## 1 $^{131}\text{I}$ 治疗与甲状旁腺腺瘤的关系

由于 $^{131}\text{I}$ 治疗可引起白血病及继发性肿瘤,其是否可导致甲状旁腺腺瘤一直是临床及科研工作者思考的问题。Triggs和Williams<sup>[10]</sup>早期进行了动物实验,对成年小鼠进行 $1.85\times 10^5\text{ Bq}$ 或 $3.70\times 10^5\text{ Bq}$   $^{131}\text{I}$ 照射,15个月后,接受 $^{131}\text{I}$ 照射的小鼠中61%(26/48)发生了甲状旁腺腺瘤,而在未接受 $^{131}\text{I}$ 照射的小鼠中未观察到甲状旁腺腺瘤的发生。该实验结果提示,由于小鼠甲状旁腺是部分嵌入或埋入甲状腺组织中的,因此 $^{131}\text{I}$ 照射会明显增加其患甲状旁腺腺瘤的风险。Cundiff等<sup>[11]</sup>报道了1例 $^{131}\text{I}$ 治疗多结节性甲状腺肿患者6年后发生甲状旁腺功能亢进的个案,并通过手术及组织病理学检查结果证实其为甲状旁腺腺瘤。Esselstyn等<sup>[12]</sup>报道了4例曾因Graves病接受过 $^{131}\text{I}$ 治疗的甲状旁腺功能亢进患者,手术及组织病理学检查结果提示,3例患者为单个腺体的甲状旁腺腺瘤,1例患者的4个腺体均均匀增生。Wei等<sup>[13]</sup>报道了21例既往诊断为Graves病的甲状旁腺腺瘤患者,根据既往是否接受 $^{131}\text{I}$ 治疗分组,结果显示 $^{131}\text{I}$ 治疗可导致甲状旁腺腺瘤的发生风险增加。Bondeson等<sup>[14]</sup>的研究结果显示, $^{131}\text{I}$ 治疗时的年龄可能是引起甲状旁腺腺瘤的重要因素。而另一些学者则提出不同观点,Vieira等<sup>[8]</sup>纳入12例因Graves病需接受 $^{131}\text{I}$ 治疗的甲状旁腺功能正常的患者作为试验组,并将6例接受乙二胺四乙酸(EDTA)输注的患者作为对照组,在2h试验期内,2组患者血钙和甲状旁腺激素(parathyroid hormone, PTH)水平的差异均无统计学意义,故认为 $^{131}\text{I}$ 治疗对甲状旁腺的分泌储备功能没有影响。Law等<sup>[15]</sup>纳入469例因原发性甲状旁腺功能亢进接受甲状旁腺手术的患者,根据既往是否接受 $^{131}\text{I}$ 治疗分组,发现 $^{131}\text{I}$ 治疗并不会增加原发性甲状旁腺功能亢进的风险,但是可能会导致复发率的增高(7.4%对1.2%, $P=0.012$ )。笔者认为,不同研究得出的结论不同,其可能原因有以下4点:(1) $^{131}\text{I}$ 治疗剂量或累计剂量不同;(2)甲状旁腺位置差异;(3)治疗时机不同;(4)随访时间不同。因此, $^{131}\text{I}$ 治疗甲状腺疾病后可随访PTH及血钙水平,警惕甲状旁腺腺瘤的发生。

## 2 $^{131}\text{I}$ 治疗原发性甲亢后甲状旁腺功能的改变(除甲状旁腺腺瘤外)

$^{131}\text{I}$ 是原发性甲亢的有效治疗方式,既无抗甲状腺药物引起的不良反应和治疗疗程长的缺点,又避免了潜在的手术并发症。原发性甲亢患者甲状腺滤泡上皮细胞表面钠碘转运体过度表达,对 $^{131}\text{I}$ 的摄取明显高于正常甲状腺组织,因此可能会对邻近组织造成影响。有学者研究了 $^{131}\text{I}$ 治疗原

发性甲亢后甲状旁腺功能在短期内的变化。1963年,Harden等<sup>[16]</sup>率先报道了740 MBq  $^{131}\text{I}$ 治疗原发性甲亢后暂时性甲状旁腺功能低下的发生率为7.7%。后来相似的研究报道其发生率为11.7%~23.5%<sup>[17-18]</sup>。然而,Ross和Nussbaum<sup>[19]</sup>发现 $^{131}\text{I}$ 治疗原发性甲亢时,无论患者最后出现甲状腺功能减退症(简称甲减)或者甲状腺功能正常,PTH水平都会出现暂时性升高(甲减时更明显),而血钙水平无明显变化。甲减患者给予左旋甲状腺素治疗后,PTH水平逐渐恢复正常。其可能的原因如下:甲亢患者处于负钙平衡状态,骨密度降低,血钙水平相对升高(20%~30%会出现轻或中度的高钙血症),因此PTH的分泌相对受到抑制。 $^{131}\text{I}$ 治疗后,患者骨质吸收增加,血钙水平相对降低,而PTH水平则反馈性升高。当甲状腺功能及骨密度恢复正常时,PTH水平也逐渐恢复正常。Szumowski等<sup>[20]</sup>对接受 $^{131}\text{I}$ 治疗的325例患者(220例毒性结节性甲状腺肿、80例原发性甲亢、25例非毒性结节性甲状腺肿)进行分析发现, $^{131}\text{I}$ 治疗可导致PTH水平暂时性升高(10个月内),升高的PTH水平不会对血钙及血磷水平造成明显影响。同时,甲状腺吸收 $^{131}\text{I}$ 的剂量与PTH水平升高呈正相关。其分析PTH水平暂时性升高的原因与甲状腺功能无关,而是因放射性炎症导致甲状旁腺主细胞部分受损,储存在细胞中的PTH短期内大量释放入血造成的。后期未受损的主细胞分泌大量的PTH,同时受损的主细胞逐渐修复,从而使PTH恢复正常水平。血钙水平无变化的可能原因包括升高的PTH作用时间太短及其他调节机制维持了钙的稳态。丁翠爽等<sup>[21]</sup>和宋奉阳<sup>[22]</sup>的相关研究结果也显示,甲亢患者接受 $^{131}\text{I}$ 治疗3个月后PTH水平会出现上升,支持了上述的分析。由此可见, $^{131}\text{I}$ 治疗原发性甲亢可导致甲状旁腺功能的暂时性波动,但对于血钙水平的影响不大。笔者认为,在诊断过程中,短期内行 $^{131}\text{I}$ 治疗应被列为PTH水平升高的潜在原因之一。

$^{131}\text{I}$ 治疗原发性甲亢后甲状旁腺功能长期的变化也是研究的重点。Mortensen等<sup>[23]</sup>进行的一项关于原发性甲亢患者接受 $^{131}\text{I}$ 治疗的回顾性研究中,单次PTH和血钙水平检测以及PTH和血钙刺激试验结果均提示用于甲状腺良性疾病治疗的 $^{131}\text{I}$ 剂量对于甲状旁腺是安全的。吴庆超<sup>[24]</sup>纳入的76例甲亢患者中, $^{131}\text{I}$ 和抗甲状腺药物治疗前后,患者的PTH水平均无明显变化。由此可见, $^{131}\text{I}$ 治疗原发性甲亢对甲状旁腺的长期功能无明显影响。

## 3 $^{131}\text{I}$ 治疗 DTC 后甲状旁腺功能的改变

美国甲状腺协会(ATA)指南中推荐高危和部分中危的DTC患者术后需接受 $^{131}\text{I}$ 治疗<sup>[25]</sup>。而在实际应用过程中, $^{131}\text{I}$ 的使用剂量(低剂量或高剂量)取决于肿瘤风险分层、术后疾病状态评估及成功治疗的定义。在DTC的治疗中,



$^{131}\text{I}$  治疗包括 2 种目的<sup>[2]</sup>。第 1 种是清甲治疗,即术后给予  $^{131}\text{I}$  以破坏正常的残余功能性甲状腺组织。第 2 种是清灶治疗,包括清除原发灶治疗及清除转移灶治疗:前者利用  $^{131}\text{I}$  来杀伤潜在的残留的甲状腺肿瘤细胞,以降低复发和转移率;后者利用  $^{131}\text{I}$  来破坏局部或远处转移灶,以降低肿瘤的复发和病死率。

DTC 术后  $^{131}\text{I}$  治疗是否对甲状旁腺功能造成影响也尚无定论<sup>[26-28]</sup>。近年来有研究报道甲状腺乳头状癌患者术后行  $^{131}\text{I}$  治疗,在甲状旁腺移植区出现  $^{131}\text{I}$  假阳性摄取,研究者分析认为是手术后炎症反应所致<sup>[29]</sup>。一些学者发现,DTC 术后行  $^{131}\text{I}$  治疗对甲状旁腺功能有影响,其影响程度可能与残余甲状腺体积相关。Wu 等<sup>[30]</sup> 在一项 137 例 DTC 患者的前瞻性队列研究中,根据术后残余甲状腺体积将其分为 4 级(0~3 级), $^{131}\text{I}$  治疗剂量为  $(3.70\sim 5.55)\times 10^3$  MBq,结果显示,残余甲状腺体积为 0 或 1 级的患者的 PTH 平均值在治疗后第 7 天,1、3 和 6 个月均显著高于残余甲状腺体积为 2 或 3 级的患者( $P=0.011$ )。另一些学者虽未根据残余甲状腺体积进行分组,但在研究中纳入了术后有甲状腺残余的患者,研究结果也显示  $^{131}\text{I}$  对甲状旁腺功能存在影响。钱明理等<sup>[31]</sup> 分析比较了 DTC 患者  $^{131}\text{I}$  治疗前及治疗后 3、6、9 个月的甲状旁腺功能,发现  $^{131}\text{I}$  治疗导致各个阶段的 PTH 水平均降低(均  $P<0.05$ )。葛舒曼<sup>[32]</sup> 的研究对纳入的 44 例 DTC 患者予以  $3.70\times 10^3$  MBq 的  $^{131}\text{I}$  治疗,随访 6 个月后观察到治疗前后患者血清 PTH 水平有明显差异,血钙水平只是上下波动。类似的,李文亮等<sup>[33]</sup> 的研究结果也显示,DTC 患者在  $^{131}\text{I}$  治疗后 PTH 水平明显下降,血钙水平轻微下降,但是没有出现低血钙症状。Guvén 等<sup>[34]</sup> 纳入 19 例接受甲状腺全切或近全切的 DTC 患者,根据是否接受  $^{131}\text{I}$  治疗进行分组,治疗剂量为  $(3.70\sim 5.55)\times 10^3$  MBq,对比分析 2 组患者治疗后第 1、3、6、12 个月的血钙和 PTH 水平,结果显示接受  $^{131}\text{I}$  治疗的 DTC 患者的 PTH 水平在治疗后第 6 个月显著下降。同时,部分学者发现对于无甲状腺残留的 DTC 患者,接受  $^{131}\text{I}$  治疗不会对甲状旁腺功能造成影响。Wen 等<sup>[35]</sup> 纳入了 53 例接受甲状腺全切且术后无残留的 DTC 患者,其中 24 例接受了  $6.66\times 10^3$  MBq  $^{131}\text{I}$  治疗,随访 3 个月未发现 PTH 水平的显著改变。申沛于等<sup>[36]</sup> 对 60 例术后行  $^{131}\text{I}$  治疗(治疗剂量为  $2.96\times 10^3\sim 3.70\times 10^3$  MBq)的儿童及青少年 DTC 患者治疗前后的 PTH 水平进行回顾性分析,研究结果显示,与治疗前比较,治疗后 3、6 个月的 PTH 水平的差异均无统计学意义(均  $P>0.05$ )。Zhang 等<sup>[37]</sup> 的研究比较了 DTC 患者在接受  $3.70\times 10^3$  MBq  $^{131}\text{I}$  治疗后,3 个月内各个时间点的 PTH 及钙镁磷水平,结果显示只有镁的水平在治疗后持续上升,他们认为这是患者术后恢复的原因,并认为  $3.70\times 10^3$  MBq 的  $^{131}\text{I}$  治疗对甲状旁腺功能是安全

的。然而,也有部分文献报道了相反的结论。Xiao 等<sup>[38]</sup> 前瞻性纳入 259 例接受  $^{131}\text{I}$  治疗的 DTC 患者(无甲状腺残留),治疗剂量为  $3.70\times 10^3\sim 7.40\times 10^3$  MBq,在治疗前和治疗后第 5 天、6 周和 6 个月评估 PTH、血钙水平,结果表明  $^{131}\text{I}$  治疗后第 5 天 PTH、血钙水平显著降低,20% 的患者在治疗后第 5 天发生低钙血症,至治疗后第 6 个月恢复至治疗前水平。因此,笔者推断甲状腺全切后  $^{131}\text{I}$  治疗出现 PTH 的改变可能与甲状旁腺中存在钠碘转运体相关,这为进一步研究  $^{131}\text{I}$  治疗是否对甲状旁腺功能造成影响提供了方向。

大多数甲状腺术后患者甲状旁腺功能减退可在 4~6 周内恢复,但是部分患者可能需要更长的时间,有研究报道最长恢复时间达术后 16 年<sup>[39]</sup>。目前大量研究结果显示,与甲状旁腺功能恢复关系最密切的 2 个因素为原位保留的具有良好血供的甲状旁腺数量及甲状旁腺自体移植数目<sup>[40-41]</sup>。然而,这些研究者几乎没有考虑  $^{131}\text{I}$  治疗对甲状旁腺功能恢复的影响。一般情况下, $^{131}\text{I}$  治疗在 DTC 术后 1~3 个月进行,个别研究结果显示,在接受  $^{131}\text{I}$  治疗 DTC 后 6 个月左右,患者的 PTH 水平才出现短暂下降<sup>[30]</sup>。由此可见, $^{131}\text{I}$  治疗 DTC 后的随访时间对于结果的判断极其重要。DTC 患者术后  $^{131}\text{I}$  治疗不仅可能会导致甲状旁腺功能低下,而且可能延长甲状旁腺功能的恢复时间。因此,笔者建议  $^{131}\text{I}$  治疗 DTC 后应长期随访甲状旁腺功能,为进一步了解  $^{131}\text{I}$  治疗对甲状旁腺功能的影响提供更多数据支持。

#### 4 小结与展望

$^{131}\text{I}$  治疗甲状腺疾病对甲状旁腺功能的影响存在较多干扰因素,如甲状腺疾病类型、 $^{131}\text{I}$  治疗剂量、治疗时机、随访时长等。因此,为了进一步研究其是否存在影响,可考虑设计大样本的前瞻性随机对照试验,并进行长期的随访,这样才可能得到相对准确的结果。若存在影响,也可作为下一步对影响机制的研究奠定基础。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 陈紫巍负责命题的提出与设计、文献的收集与分析、综述的起草与修改;木尼热·阿不都外力、吴竹娟负责文献的收集与分析;苏安平负责命题的提出与设计、综述的审阅

#### 参 考 文 献

- [1] Rasmuson T, Tavelin B. Risk of parathyroid adenomas in patients with thyrotoxicosis exposed to radioactive iodine[J]. *Acta Oncol*, 2006, 45(8): 1059-1061. DOI: [10.1080/0284186050116618](https://doi.org/10.1080/0284186050116618).
- [2] Orloff LA, Wiseman SM, Bernet VJ, et al. American thyroid association statement on postoperative hypoparathyroidism: diagnosis, prevention, and management in adults[J]. *Thyroid*,

- 2018, 28(7): 830–841. DOI: [10.1089/thy.2017.0309](https://doi.org/10.1089/thy.2017.0309).
- [ 3 ] Thomusch O, Machens A, Sekulla C, et al. The impact of surgical technique on postoperative hypoparathyroidism in bilateral thyroid surgery: a multivariate analysis of 5846 consecutive patients[J]. *Surgery*, 2003, 133(2): 180–185. DOI: [10.1067/msy.2003.61](https://doi.org/10.1067/msy.2003.61).
- [ 4 ] Edafe O, Antakia R, Laskar N, et al. Systematic review and meta-analysis of predictors of post-thyroidectomy hypocalcaemia[J]. *Br J Surg*, 2014, 101(4): 307–320. DOI: [10.1002/bjs.9384](https://doi.org/10.1002/bjs.9384).
- [ 5 ] Betterle C, Garelli S, Presotto F. Diagnosis and classification of autoimmune parathyroid disease[J]. *Autoimmun Rev*, 2014, 13(4/5): 417–422. DOI: [10.1016/j.autrev.2014.01.044](https://doi.org/10.1016/j.autrev.2014.01.044).
- [ 6 ] Puziello A, Rosato L, Innaro N, et al. Hypocalcemia following thyroid surgery: incidence and risk factors. A longitudinal multicenter study comprising 2,631 patients[J]. *Endocrine*, 2014, 47(2): 537–542. DOI: [10.1007/s12020-014-0209-y](https://doi.org/10.1007/s12020-014-0209-y).
- [ 7 ] Lima K, Abrahamsen TG, Wolff AB, et al. Hypoparathyroidism and autoimmunity in the 22q11.2 deletion syndrome[J]. *Eur J Endocrinol*, 2011, 165(2): 345–352. DOI: [10.1530/EJE-10-1206](https://doi.org/10.1530/EJE-10-1206).
- [ 8 ] Vieira JG, Brandão CM, Kasamatsu TS, et al. Parathyroid hormone secretory reserve in patients submitted to 131-iodine therapy for hyperthyroidism[J]. *Braz J Med Biol Res*, 1991, 24(11): 1103–1105.
- [ 9 ] Morgan WF, Sowa MB. Non-targeted bystander effects induced by ionizing radiation[J]. *Mutat Res*, 2007, 616(1/2): 159–164. DOI: [10.1016/j.mrfmmm.2006.11.009](https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2006.11.009).
- [ 10 ] Triggs SM, Williams ED. Irradiation of the thyroid as a cause of parathyroid adenoma[J]. *Lancet*, 1977, 309(8011): 593–594. DOI: [10.1016/s0140-6736\(77\)92017-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(77)92017-7).
- [ 11 ] Cundiff JG, Portugal L, Sarne DH. Parathyroid adenoma after radioactive iodine therapy for multinodular goiter[J]. *Am J Otolaryngol*, 2001, 22(5): 374–375. DOI: [10.1053/ajot.2001.26504](https://doi.org/10.1053/ajot.2001.26504).
- [ 12 ] Esselstyn CB Jr, Schumacher OP, Eversman J, et al. Hyperparathyroidism after radioactive iodine therapy for Graves disease[J]. *Surgery*, 1982, 92(5): 811–813.
- [ 13 ] Wei SZ, Baloch ZW, LiVolsi VA. Parathyroid adenoma in patients with Graves' disease: a report of 21 cases[J]. *Endocr Pathol*, 2015, 26(1): 71–74. DOI: [10.1007/s12022-014-9349-0](https://doi.org/10.1007/s12022-014-9349-0).
- [ 14 ] Bondeson AG, Bondeson L, Thompson NW. Hyperparathyroidism after treatment with radioactive iodine: not only a coincidence? [J]. *Surgery*, 1989, 106(6): 1025–1027.
- [ 15 ] Law RH, Quan DL, Stefan AJ, et al. Hyperparathyroidism subsequent to radioactive iodine therapy for Graves' disease[J]. *Head Neck*, 2021, 43(10): 2994–3000. DOI: [10.1002/hed.26786](https://doi.org/10.1002/hed.26786).
- [ 16 ] Harden RM, Harrison MT, Alexander WD. Phosphate excretion and parathyroid function after radioiodine therapy and thyroidectomy[J/OL]. *Clin Sci*, 1963, 25: 27–36[2022-10-08]. <https://europepmc.org/article/MED/14058241>. DOI: [10.1007/BF00786733](https://doi.org/10.1007/BF00786733).
- [ 17 ] Adams PH, Chalmers TM. Parathyroid function after 131-I therapy for hyperthyroidism[J/OL]. *Clin Sci*, 1965, 29(2): 391–395[2022-10-08]. <https://europepmc.org/article/MED/4953950>.
- [ 18 ] Better OS, Garty J, Brautbar N, et al. Diminished functional parathyroid reserve following I-131 treatment for hyperthyroidism [J/OL]. *Isr J Med Sci*, 1969, 5(3): 419–422[2022-10-08]. <https://europepmc.org/article/MED/5821829>.
- [ 19 ] Ross DS, Nussbaum SR. Reciprocal changes in parathyroid hormone and thyroid function after radioiodine treatment of hyperthyroidism[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 1989, 68(6): 1216–1219. DOI: [10.1210/jcem-68-6-1216](https://doi.org/10.1210/jcem-68-6-1216).
- [ 20 ] Szumowski P, Abdelrazek S, Mojsak M, et al. Parathyroid gland function after radioiodine (<sup>131</sup>I) therapy for toxic and non-toxic goitre[J]. *Endokrynol Pol*, 2013, 64(5): 340–345. DOI: [10.5603/EP.2013.0015](https://doi.org/10.5603/EP.2013.0015).
- [ 21 ] 丁翠爽, 钟海蓉, 邱智萍. 甲亢<sup>131</sup>I治疗干预后甲状腺功能状态与血清PTH水平的相关性分析[J]. *标记免疫分析与临床*, 2017, 24(5): 534–537. DOI: [10.11748/bjmy.issn.1006-1703.2017.05.015](https://doi.org/10.11748/bjmy.issn.1006-1703.2017.05.015).
- Ding CS, Zhong HR, Qiu ZP. A study of the effect of iodine-131 therapy on the treatment of hyperthyroidism and the association between thyroid function and serum PTH level[J]. *Labeled Immunoassays Clin Med*, 2017, 24(5): 534–537. DOI: [10.11748/bjmy.issn.1006-1703.2017.05.015](https://doi.org/10.11748/bjmy.issn.1006-1703.2017.05.015).
- [ 22 ] 宋奉阳. Graves病患者大剂量<sup>131</sup>I治疗后性激素和甲状旁腺激素早期动态监测及临床分析[D]. 南宁: 广西医科大学, 2020. DOI: [10.27038/d.cnki.ggxyu.2020.000244](https://doi.org/10.27038/d.cnki.ggxyu.2020.000244).
- Song FY. Early dynamic monitoring and clinical analysis of sex hormone and parathyroid hormone in patients with graves disease after high-dose <sup>131</sup>I treatment[D]. Nanning: Guangxi Medical University, 2020. DOI: [10.27038/d.cnki.ggxyu.2020.000244](https://doi.org/10.27038/d.cnki.ggxyu.2020.000244).
- [ 23 ] Mortensen LS, Smidt K, Jørgensen A, et al. Long-term parathyroid- and c-cell function after radioiodine for benign thyroid diseases[J]. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*, 2005, 97(1): 22–28. DOI: [10.1111/j.1742-7843.2005.pto\\_97104.x](https://doi.org/10.1111/j.1742-7843.2005.pto_97104.x).
- [ 24 ] 吴庆超. <sup>131</sup>I治疗甲亢对甲状旁腺功能的影响研究[J]. *中国社区医师*, 2019, 35(1): 70, 73. DOI: [10.3969/j.issn.1007-614x.2019.01.048](https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-614x.2019.01.048).
- Wu QC. Study on the effect of <sup>131</sup>I treatment on parathyroid function in hyperthyroidism[J]. *Chin Comm Doc*, 2019, 35(1): 70, 73. DOI: [10.3969/j.issn.1007-614x.2019.01.048](https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-614x.2019.01.048).
- [ 25 ] Haugen BR, Alexander EK, Bible KC, et al. 2015 American thyroid association management guidelines for adult patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer: the American thyroid association guidelines task force on thyroid nodules and differentiated thyroid cancer[J]. *Thyroid*, 2016, 26(1): 1–133. DOI: [10.1089/thy.2015.0020](https://doi.org/10.1089/thy.2015.0020).
- [ 26 ] Glazebrook GA. Effect of decicurie doses of radioactive iodine 131 on parathyroid function[J]. *Am J Surg*, 1987, 154(4): 368–373. DOI: [10.1016/0002-9610\(89\)90006-8](https://doi.org/10.1016/0002-9610(89)90006-8).

- [27] Burch WM, Posillico JT. Hypoparathyroidism after I-131 therapy with subsequent return of parathyroid function[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 1983, 57(2): 398-401. DOI: [10.1210/jcem-57-2-398](https://doi.org/10.1210/jcem-57-2-398).
- [28] Winslow CP, Meyers AD. Hypocalcemia as a complication of radioiodine therapy[J]. *Am J Otolaryngol*, 1998, 19(6): 401-403. DOI: [10.1016/s0196-0709\(98\)90045-x](https://doi.org/10.1016/s0196-0709(98)90045-x).
- [29] 贺嵩, 谢来平, 黄定德, 等. <sup>131</sup>I 治疗后甲状腺移植区假阳性摄取 1 例 [J]. *中国医学影像技术*, 2022, 38(7): 1119-1120. DOI: [10.13929/j.issn.1003-3289.2022.07.044](https://doi.org/10.13929/j.issn.1003-3289.2022.07.044).  
He S, Xie LP, Huang DD, et al. False positive uptake of parathyroid transplantation area after <sup>131</sup>I treatment: case report [J]. *Chin J Med Imaging Technol*, 2022, 38(7): 1119-1120. DOI: [10.13929/j.issn.1003-3289.2022.07.044](https://doi.org/10.13929/j.issn.1003-3289.2022.07.044).
- [30] Wu Y, Fang QG, Jin QF, et al. Parathyroid hormone level changes following radioiodine therapy for thyroid cancer: a prospective observational study[J]. *Endocr Pract*, 2021, 27(4): 342-347. DOI: [10.1016/j.eprac.2020.09.013](https://doi.org/10.1016/j.eprac.2020.09.013).
- [31] 钱明理, 杜学亮, 傅宏亮. 分化型甲状腺癌术后<sup>131</sup>I 清甲治疗对甲状旁腺功能的影响[J]. *放射免疫学杂志*, 2012, 25(4): 369-372. DOI: [10.3969/j.issn.1008-9810.2012.04.004](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-9810.2012.04.004).  
Qian ML, Du XL, Fu HL. Effect of radioiodine remnant ablation on function of parathyroid in post-surgical differentiated thyroid cancer patients[J]. *J Radioimmunol*, 2012, 25(4): 369-372. DOI: [10.3969/j.issn.1008-9810.2012.04.004](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-9810.2012.04.004).
- [32] 葛舒曼. 分化型甲状腺癌术后碘-131 治疗对甲状旁腺功能的影响 [D]. 石家庄: 河北医科大学, 2020. DOI: [10.27111/d.cnki.ghyku.2020.000616](https://doi.org/10.27111/d.cnki.ghyku.2020.000616).  
Ge SM. Effect of <sup>131</sup>I treatment after surgery on the function of parathyroid in differentiated thyroid carcinoma[D]. Shijiazhuang: Hebei Medical University, 2020. DOI: [10.27111/d.cnki.ghyku.2020.000616](https://doi.org/10.27111/d.cnki.ghyku.2020.000616).
- [33] 李文亮, 杨辉, 王森. <sup>131</sup>I 治疗对分化型甲状腺癌患者甲状旁腺素的影响[J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2021, 37(6): 554-557. DOI: [10.3760/cma.j.cn311282-20200707-00499](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn311282-20200707-00499).  
Li WL, Yang H, Wang S. Influence of <sup>131</sup>I therapy on parathyroid hormone in patients with differentiated thyroid cancer[J]. *Chin J Endocrinol Metab*, 2021, 37(6): 554-557. DOI: [10.3760/cma.j.cn311282-20200707-00499](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn311282-20200707-00499).
- [34] Guven A, Salman S, Boztepe H, et al. Parathyroid changes after high dose radioactive iodine in patients with thyroid cancer[J]. *Ann Nucl Med*, 2009, 23(5): 437-441. DOI: [10.1007/s12149-009-0270-4](https://doi.org/10.1007/s12149-009-0270-4).
- [35] Wen Q, Ma QJ, Bai L, et al. Glycidazole sodium combined with radioiodine therapy for patients with differentiated thyroid carcinoma (DTC)[J/OL]. *Int J Clin Exp Med*, 2015, 8(8): 14095-14099[2022-10-08]. <https://europepmc.org/article/MED/26550375>.
- [36] 申沛于, 韦智晓, 李俊红, 等. <sup>131</sup>I 治疗儿童及青少年分化型甲状腺癌对血常规、肝功能及甲状旁腺的短期影响[J]. *实用医学杂志*, 2019, 35(19): 3067-3070. DOI: [10.3969/j.issn.1006-5725.2019.19.019](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-5725.2019.19.019).  
Shen PY, Wei ZX, Li JH, et al. Effect of <sup>131</sup>I treatment on routine blood test, liver function and parathyroid glands in children and adolescents with differentiated thyroid carcinoma[J]. *J Prac Med*, 2019, 35(19): 3067-3070. DOI: [10.3969/j.issn.1006-5725.2019.19.019](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-5725.2019.19.019).
- [37] Zhang AM, Li PL, Liu QF, et al. Effect of post-surgical RAI therapy on parathyroid function in patients with differentiated thyroid cancer[J]. *Endocr Pract*, 2020, 26(4): 416-422. DOI: [10.4158/EP-2019-0398](https://doi.org/10.4158/EP-2019-0398).
- [38] Xiao L, Zhang WJ, Zhu HM, et al. Parathyroid changes after RAI in patients with differentiated thyroid carcinoma[J/OL]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2021, 12: 671787[2022-10-08]. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fendo.2021.671787/full>. DOI: [10.3389/fendo.2021.671787](https://doi.org/10.3389/fendo.2021.671787).
- [39] Cusano NE, Anderson L, Rubin MR, et al. Recovery of parathyroid hormone secretion and function in postoperative hypoparathyroidism: a case series[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2013, 98(11): 4285-4290. DOI: [10.1210/jc.2013-2937](https://doi.org/10.1210/jc.2013-2937).
- [40] Lorente-Poch L, Sancho JJ, Ruiz S, et al. Importance of *in situ* preservation of parathyroid glands during total thyroidectomy[J]. *Br J Surg*, 2015, 102(4): 359-367. DOI: [10.1002/bjs.9676](https://doi.org/10.1002/bjs.9676).
- [41] Wang B, Zhu CR, Liu H, et al. The effectiveness of parathyroid gland autotransplantation in preserving parathyroid function during thyroid surgery for thyroid neoplasms: a meta-analysis [J/OL]. *PLoS One*, 2019, 14(8): e0221173[2022-10-08]. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0221173>. DOI: [10.1371/journal.pone.0221173](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221173).

(收稿日期: 2022-10-09)



微信公众号



官网二维码



微信服务号(微平台)