

# 术中甲状旁腺激素测定在继发性甲状旁腺功能亢进手术中的临床应用价值

陈安举<sup>1</sup> 王田田<sup>1</sup> 薄少军<sup>1</sup> 李洪跃<sup>1</sup> 张聪<sup>1</sup> 杨晓琦<sup>1</sup> 徐先发<sup>1</sup>

**[摘要]** **目的:**研究术中甲状旁腺激素测定在继发性甲状旁腺功能亢进(SHPT)患者手术中的临床应用价值。**方法:**回顾性分析 100 例首次手术和 14 例再次手术的 SHPT 患者资料。预测手术成功标准为最后一枚甲状旁腺切除后 20 min 时,检测全段甲状旁腺激素(iPTH)较术前下降超过 80%。统计分析手术前后 iPTH、血钙以及血磷。**结果:**112 例(首次手术 98 例,再次手术 14 例)达到手术治愈,手术治愈率为 98.2%。109 例(首次手术 97 例,再次手术 12 例)术中甲状旁腺激素测定达标,预测手术成功的敏感度分别为 97.0% 和 85.7%。术后患者骨关节疼痛、皮肤瘙痒等临床症状明显改善或消失,术后 iPTH、血钙以及血磷较术前改变显著,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。**结论:**术中甲状旁腺激素测定对 SHPT 患者手术有重要的临床指导价值,能够显著提高手术的成功率。最后一枚甲状旁腺切除后 20 min 时测定 iPTH 较术前下降超过 80% 是预测手术成功的良好指标。

**[关键词]** 甲状旁腺功能亢进;全段甲状旁腺激素;敏感度

**doi:**10.13201/j.issn.1001-1781.2019.12.013

**[中图分类号]** R582 **[文献标志码]** A

## Clinical value of intraoperative parathyroid hormone determination in secondary hyperparathyroidism operation

CHEN Anju WANG Tiantian BO Shaojun LI Hongyue  
ZHANG Cong YANG Xiaoqi XU Xianfa

(Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Peking University Civil Aviation School of Clinical Medicine, Civil Aviation General Hospital, Beijing, 100123, China)

Corresponding author: XU Xianfa, E-mail: xuxianfa2012@163.com

**Abstract Objective:** To investigate the clinical value of intraoperative parathyroid hormone monitoring in operation of patients with secondary hyperparathyroidism(SHPT). **Method:** A retrospective analysis was carried out and enrolled, including 100 primary surgery and 14 second surgery. The data of 100 patients with primary surgery and 14 patients with reoperation were retrospectively analyzed. The criterion, predicting the success of surgery, is that the measured iPTH level declines by more than 80% compared with that before surgery, 20 minutes after the last parathyroid gland removed. Serum calcium, serum phosphorus and iPTH tested pre-and post-operation were statistically analyzed. **Result:** 112 cases(98 cases in the first operation and 14 cases in the second operation) were cured by operation and the cure rate is 98.2%. In 109 cases(97 cases of first operation and 12 cases of reoperation), the intraoperative determination of parathyroid hormone was up to standard, and the sensitivity of predicting the success of surgery was 97.0% and 85.7%, respectively. Postoperative clinical symptoms such as joint pain and skin itching, etc. were significantly improved or disappeared. Postoperative iPTH, serum calcium and serum phosphorus were significantly different from those before surgery, and the difference was statistically significant( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** Intraoperative parathyroid hormone monitoring has vital clinical guiding value for SHPT, and can improve the success rate significantly. A more than 80% reduction in iPTH at 20 min after the last parathyroidectomy was a good predictor of successful surgery.

**Key words** hyperparathyroidism; intact parathyroid hormone; sensitivity

继发性甲状旁腺功能亢进(secondary Hyperparathyroidism, SHPT)是终末期肾病长期血液透析的常见并发症,临床上常以骨关节疼痛、骨质疏松、皮肤瘙痒、失眠、乏力和肌肉酸痛等为主要表现,严重影响血液透析患者的生活质量<sup>[1-2]</sup>。目前对于早期的 SHPT 患者指南推荐采用以拟钙剂、

磷酸盐结合剂以及维生素 D 类似物为主的药物治疗,但是对于晚期药物抵抗性难治性 SHPT 患者手术切除甲状旁腺为最有效的治疗方法之一。目前较推荐的术式为全甲状旁腺切除术和全甲状旁腺切除术+自体移植术,两者都需要寻找到并切除所有的甲状旁腺腺体,而额外和异位的甲状旁腺是导致手术难以成功的重要因素。术中甲状旁腺激素测定(intraoperative parathyroid hormone, IOPTH)作为术中辅助的功能性诊断工具,已常规

<sup>1</sup>北京大学民航临床医学院 民航总医院耳鼻咽喉头颈外科(北京,100123)

通信作者:徐先发, E-mail: xuxianfa2012@163.com

应用于原发性甲状旁腺功能亢进(primary Hyperparathyroidism, PHPT)的手术中并已建立相应标准,然而在 SHPT 手术中虽然已经提出几种标准,但尚未达成共识<sup>[3-7]</sup>。因此,本研究对我科收治的 114 例 SHPT 患者进行回顾性分析,评估 IOPTH 在 SHPT 患者甲状旁腺切除术中的临床应用价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

2013-01—2018-06 民航总医院耳鼻咽喉头颈外科收治 114 例长期血液透析的并发 SHPT 患者,其中 100 例为首次手术(首次手术组),14 例为再次手术(再次手术组)。导致患者终末期肾病血液透析的原发疾病包括高血压(29 例)、糖尿病(8 例)、慢性肾小球肾炎(29 例)、药物性肾损害(16 例)、泌尿系感染(2 例)以及其他不明原因(30 例)。所有患者均有钙剂、骨化三醇、碳酸镧以及西那卡塞等药物治疗控制钙磷紊乱不佳病史。2 组患者的性别、年龄、透析时间及实验室检查结果见表 1。术前所有患者均出现至少一种不同严重程度的临床症状,其中骨关节疼痛 87 例(76.3%),骨骼畸形 6 例(5.3%),退缩人综合征 7 例(6.1%),全身皮肤瘙痒 91 例(79.8%),失眠 32 例(28.1%),肌无力 66 例(57.9%)。

### 1.2 手术指征

手术指征:①出现持续性血清全段甲状旁腺激素(intact parathyroid hormone, iPTH) $>800$  pg/ml;②出现骨关节疼痛、骨折/畸形、皮肤瘙痒等明显临床症状;③西那卡塞、碳酸镧等药物保守治疗无效;④B 超等影像学检查发现至少一个明显增生的甲状旁腺。

### 1.3 iPTH 测定

iPTH 检测仪器为 UniCel DXI 800 免疫分析仪,采用酶联免疫化学发光法定量检测,iPTH 检测时间为 20 min,医学参考值为 12~88 pg/ml。于特定时间点采集 3 ml 静脉血,置于乙二胺四乙酸抗凝管中,立即送我院核医学科进行 iPTH 检测。iPTH 采血时间点:①手术切口前(iPTH-0);②最后一枚甲状旁腺切除后 20 min(iPTH-20);③术后 1 d(iPTH-D1);④术后 3 d(iPTH-D3)。

### 1.4 疗效判定标准

最后一枚甲状旁腺切除后 20 min 检测 iPTH 较术前下降超过 80%(iPTH-20/iPTH-0 $\leq$ 20%)

预测手术成功,即可终止手术探查。根据 K/DOQI 指南所推荐,术后 1 周内 iPTH $<300$  pg/ml 表明手术成功治愈。本研究将术后第 3 天 iPTH $<300$  pg/ml 定义为手术治愈。对手术失败者进行密切随访,必要时予以药物控制或者再次手术。

### 1.5 手术及术后病理诊断

所有患者术前均行彩色多普勒超声、CT、核磁以及<sup>99m</sup>Tc-MIBI 显像对甲状旁腺进行术前影像学定位。手术均由我科具有丰富临床经验的同一耳鼻咽喉头颈外科专家实施,术式为全甲状旁腺切除术+自体移植术,术中根据影像学检查所提示的甲状旁腺位置寻找甲状旁腺。对于术前影像学检查和术中探查怀疑存在异位或难以分辨甲状旁腺者,依据中央区+上纵隔区域性清扫的外科理念行清扫式切除术。具体手术操作过程如下:静脉复合全身麻醉成功后,垫肩颈过伸位,采取颈部领式切口。按常规甲状腺手术操作暴露甲状腺,断扎甲状腺中静脉和峡部,切断甲状腺韧带,分离甲状腺下极。解剖出喉返神经并断扎甲状腺下动静脉,沿喉返神经分离至入喉处,将甲状腺向前上牵起暴露气管食管沟。若甲状腺伴有结节性病变或较大难以充分暴露气管食管沟,则先切除结节和部分甲状腺腺体。根据术前影像学检查结果探查并切除增生的甲状旁腺,沿喉返神经入喉处周围寻找上甲状旁腺,清扫气管前、气管食管沟及上纵隔淋巴脂肪组织和可疑甲状旁腺组织,寻找下甲状旁腺及纵隔异位甲状旁腺。整个手术过程中注意保护双侧喉返神经,术中谨慎、精细操作。在最后一枚甲状旁腺切除后 20 min 时行 IOPTH,若 iPTH 较术前下降超过 80%,停止寻找甲状旁腺,否则继续探寻。选择增生程度低、外观最接近正常的甲状旁腺组织约 1/2 黄豆大小,剁碎至匀浆状,包埋种植于右侧胸锁乳突肌中 1/3 处。切除的所有标本送冷冻切片,样本病理由我院经验丰富的同一病理科大夫阅片诊断并给出报告。术后对所有患者预防性静脉补充 10%葡萄糖酸钙。

### 1.6 统计学方法

采用 SPSS 20.0 统计学软件对数据进行统计分析。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,符合正态分布的计量资料两组间采用 *t* 检验,非正态分布的计量资料两组间采用 Wilcoxon 符号秩检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

表 1 2 组患者性别、年龄、透析时间和实验室检查结果

组别	例数	性别		年龄/岁	透析时间/月	实验室检查			
		男	女			iPTH/ (pg·ml <sup>-1</sup> )	Ca/ (mmol·L <sup>-1</sup> )	P/ (mmol·L <sup>-1</sup> )	ALP/ (U·L <sup>-1</sup> )
首次手术组	100	53	47	53.47±12.26	88.91±44.19	1592.51±873.15	2.45±0.20	2.12±0.55	327.21±423.46
再次手术组	14	10	4	53.57±11.29	136.21±55.13	888.21±463.97	2.37±0.23	2.23±0.50	225.33±338.57

2 结果

纳入研究的 114 例患者,112 例(首次手术 98 例,再次手术 14 例)达到手术治愈,手术治愈率为 98.2%;未治愈的 2 例患者术中仅找到 3 个甲状旁腺,密切随访必要时予以药物或再次手术治疗。109 例患者(首次手术 97 例,再次手术 12 例)IOPTH 达标;5 例患者(首次手术 3 例,再次手术 2 例)术中 IOPTH 未达标。术后继续监测 iPTH,4 例未达标患者(首次手术 2 例,再次手术 2 例) iPTH 水平继续下降,达到手术治愈标准。1 例 IOPTH 达标的首次手术患者出现 iPTH 持续升高超过 300 pg/ml,未达到手术治愈标准。根据术中 IOPTH 达标和术后治愈情况统计真阳性(TP)、真阴性(TN)、假阳性(FP)和假阴性(FN)例数,计算敏感度、特异度和准确度,见表 2。

IOPTH 达标的 97 例首次手术患者的 iPTH-20/iPTH-0 比值为(6.6±3.2)%,术后 20 min、术后 1 d 和术后 3 d 的 iPTH 均较术前显著下降,Z 值均为-8.551,差异有统计学意义(P<0.05);术后 1 d 和术后 3 d 血钙均较术前显著下降,t 值分别为 13.736、15.778,差异有统计学意义(P<0.05);术后 1 d 和术后 3 d 血磷均较术前显著下降,Z 值分别为-5.979、-7.955,差异有统计学意义(P<0.05)。IOPTH 达标的 12 例再次手术患

者的 iPTH-20/iPTH-0 比值为(9.6±4.2)%,术后 20 min、术后 1 d 和术后 3 d 的 iPTH 均较术前显著下降,Z 值均为-3.059,差异有统计学意义(P<0.05);术后 1 d 和术后 3 d 血钙均较术前显著下降,t 值分别为 4.171、5.807,差异有统计学意义(P<0.05);术后 1 d 和术后 3 d 血磷均较术前显著下降,Z 值分别为-2.227、-2.825,差异有统计学意义(P<0.05)。见表 3。

术后临床症状均有明显改善,术后 1 d 82 例(94.3%)患者骨关节疼痛消失,82 例(90.1%)患者皮肤瘙痒明显改善甚至消失,术后 1 周 32 例失眠和 66 例肌无力患者症状明显改善。91 例首次手术和 14 例再次手术患者出现术后低钙血症,静脉补充 10%葡萄糖酸钙和口服钙剂治疗。两组患者均未出现永久性喉返神经损伤。

根据术后病理结果回报,共切除 416 枚甲状旁腺,356 枚(85.6%)腺体位于常规位置;60 枚(14.4%)腺体出现异位,结合术中探查结果,其中 20 枚(4.8%)位于上纵隔,35 枚(8.4%)位于胸腺,4 枚(1.0%)位于食管沟,1 枚(0.2%)位于颈鞘。1 例再次手术患者出现甲状旁腺异位位于右上纵隔头臂干下方约 3 cm 处。100 例首次手术的患者中 15 例(15.0%)出现额外甲状旁腺(第 5 个腺体)。

表 2 两组患者的敏感度、特异度及准确度比较

组别	TP	TN	FP	FN	合计	敏感度/%	特异度/%	准确度/%
首次手术组	96	1	1	2	100	97.0	50.0	97.0
再次手术组	12	0	0	2	14	85.7	—	85.7
合计	108	1	1	4	114	96.4	50.0	95.6

敏感度=TP/(TP+FN),特异度=TN/(TN+FP),准确度=(TP+TN)/(TP+TN+FP+FN)。

表 3 手术前后两组 IOPTH 达标患者实验室指标变化

指标	$\bar{x} \pm s$			
	术前	术后 20 min	术后 1 d	术后 3 d
iPTH/(pg·ml <sup>-1</sup> )				
首次手术组	1612.63±877.38	97.98±65.12 <sup>1)</sup>	15.28±30.97 <sup>1)</sup>	17.77±46.56 <sup>1)</sup>
再次手术组	867.80±468.18	77.83±45.63 <sup>1)</sup>	14.57±15.62 <sup>1)</sup>	14.86±19.36 <sup>1)</sup>
血钙/(mmol·L <sup>-1</sup> )				
首次手术组	2.46±0.20	—	2.02±0.32 <sup>1)</sup>	1.85±0.36 <sup>1)</sup>
再次手术组	2.36±0.25	—	2.04±0.41 <sup>1)</sup>	1.96±0.36 <sup>1)</sup>
血磷/(mmol·L <sup>-1</sup> )				
首次手术组	2.11±0.55	—	1.72±0.47 <sup>1)</sup>	1.46±0.50 <sup>1)</sup>
再次手术组	2.19±0.53	—	1.86±0.61 <sup>1)</sup>	1.54±0.72 <sup>1)</sup>

与术前比较,<sup>1)</sup>P<0.05。

3 讨论

SHPT 是慢性肾脏病终末期维持性血液透析的常见并发症,因体内钙磷代谢紊乱刺激甲状旁腺腺体增生、PTH 过度分泌所致。临床可累及机体

多个系统,大大降低了患者的生活质量,增加了心血管死亡率和全因死亡率<sup>[8-10]</sup>。对于早期 SHPT 患者,西那卡塞等药物能够有效控制,而对于难治性 SHPT,唯一有效的治疗手段是外科手术。与



PHPT 明显不同,SHPT 患者的所有腺体均为病理性增生,因此无论哪种术式都需要探查出所有腺体并予以切除,避免出现复发性或持续性甲状旁腺功能亢进。全部切除异位和额外的甲状旁腺是手术成功的关键。彩色多普勒超声和<sup>99m</sup>Tc-MIBI 显像对原发性甲状旁腺腺瘤的术前定位具有高度敏感性和特异性,但在 SHPT 患者中的术前定位价值明显下降<sup>[11]</sup>。IOPTH 作为一种功能性辅助诊断工具,能够帮助外科医生判断术中甲状旁腺切除的彻底性,从而预测手术成功与否。PHPT 外科治疗的 IOPTH 标准和价值已经确立,而 SHPT 外科治疗的 IOPTH 标准尚未达成共识。本研究将最后一枚甲状旁腺切除后 20 min 时检测 iPTH 较术前下降超过 80% 作为预测手术成功的标准,手术治愈率为 98.2%。术后结果分析表明,该标准的敏感度为 96.4%,特异度为 50.0%,准确度为 95.6%。

甲状旁腺激素(parathyroid Hormone,PTH)由多种长度的 PTH 片段组成,包括具有生物活性的 1-84PTH 和 7-84PTH、C 末端区等多个无活性非 1-84PTH 片段,并且后者半衰期较长。非 1-84PTH 片段在肾衰竭患者中因清除减少而异常升高,并且竞争性抑制 1-84PTH 片段。单抗体测定(第 1 代)因受多种片段竞争性交叉反应的影响导致 PTH 测得值较实际值偏离过大,且耗时过长,现已淘汰;iPTH 测定(第 2 代)采用双抗体检测法,通过使用 C 末端和 N 末端针对性抗体显著提高了检测的敏感性和特异性,耗时显著缩短至 15~20 min;1-84PTH 测定(第 3 代)特异性靶向结合整个 1-84PTH 片段肽链,结果更加真实可靠。对比研究发现第 3 代与第 2 代 PTH 测定具有良好的相关性,仅在较高 PTH 水平时才表现出明显差异。研究报道,SHPT 患者术中 PTH 的代谢规律为先快后慢,不同 PTH 片段的下降速度也有着明显差异。本研究采用第 2 代 iPTH 测定检测手术前后的 PTH 水平,并在此基础上将术中 iPTH 测定时间延迟到术后 20 min,从而有效降低了 IOPTH 的假阴性率。

IOPTH 测定已常规应用在 PHPT 手术过程中,并且已建立相应的 Halle 标准、Miami 标准、Rome 标准和 Vienna 标准,准确度分别可达 72%、97%、84% 和 92%<sup>[12]</sup>。有学者认为在使用 iPTH 测定的情况下,SHPT 患者可以和 PHPT 患者应用相同的 Miami 标准<sup>[13]</sup>。但不同于 PHPT 患者的微创手术和正常肾功能,SHPT 患者需行双侧颈部探查以及严重的肾功能衰竭导致 PTH 清除时间延长,因此,有必要在 Miami 标准基础上适当延长采样时间、提高下降阈值从而提高 IOPTH 标准的敏感度和特异度。Freriks 等<sup>[14]</sup>对 42 例 SHPT 患

者的分析发现,在 Miami 标准基础上将 PTH 下降阈值从 50% 提高到 70% 后,特异度从 8% 显著提高到 50%;Kim 等<sup>[5]</sup>通过分析受试者工作特征曲线(ROC 曲线),建议将术后 40 min 时 iPTH 下降超过 85% 作为预测手术成功的标准;而 Zhang 等<sup>[7]</sup>对 501 例患者的分析研究发现,术后 20 min 检测 iPTH 下降超过 88.9% 能够更加有效地评估手术治愈(敏感度 78.6%,特异度 88.5%)。本研究将最后一枚甲状旁腺切除后 20 min 时采血检测 iPTH 所得值较术前下降超过 80% 作为预测手术成功的标准,预测首次手术和再次手术成功的敏感度分别为 97.0% 和 85.7%。因此可认为该标准无论对于首次手术还是再次手术患者都更加可靠有效,目的是保持高度敏感性且减少不必要的术中过度探查,降低随之而来的神经损伤、出血等并发症的风险,且提高了 IOPTH 测定的准确度。

SHPT 患者行甲状旁腺自体移植术的最终目的是保证全甲状旁腺切除后 iPTH 水平维持在尽可能低的水平,从而刺激移植物恢复并发挥合成和分泌 PTH 的功能。本研究中异位和额外甲状旁腺的发生率分别为 14.4% 和 15.0%,且主要异位于胸腺和上纵隔,这与文献报道基本一致<sup>[15]</sup>。同时有研究报道,15.5%(140/902)的 SHPT 患者在胸腺中发现额外第 5 腺体。本研究常规行上纵隔清扫和胸腺切除术,14 例初次手术患者因此避免了不必要的手术探查,因此有必要在 IOPTH 监测的同时常规行胸腺切除术以确保手术成功,该术式和理念与 Shan 等<sup>[16]</sup>所提出的观点相一致。

总之,IOPTH 能够有效提高 SHPT 患者的手术成功率。术后 20 min 时测定 iPTH 较术前基线下降超过 80% 是预测手术成功的良好指标,但仍存在一定的假阴性率,需要前瞻性分析和大样本研究进一步验证。

#### 参考文献

- [1] KIDNEY DISEASE; IMPROVING GLOBAL OUTCOMES (KDIGO) CKD-MBD UPDATE WORK GROUP. KDIGO 2017 Clinical Practice Guideline Update for the Diagnosis, Evaluation, Prevention, and Treatment of Chronic Kidney Disease-Mineral and Bone Disorder (CKD-MBD) [J]. *Kidney Int Suppl* (2011), 2017, 7; 1-59.
- [2] KOMABA H, TANIGUCHI M, WADA A, et al. Parathyroidectomy and survival among Japanese hemodialysis patients with secondary hyperparathyroidism [J]. *Kidney Int*, 2015, 88; 350-359.
- [3] 韩树坤. 继发性甲状旁腺功能亢进手术中快速甲状旁腺激素测定 33 例临床分析 [J]. *中国实用医药*, 2015, 10(7): 59-60.
- [4] HIRAMITSU T, TOMINAGA Y, OKADA M, et al. A Retrospective Study of the Impact of Intraoperative Intact Parathyroid Hormone Monitoring During Total

- Parathyroidectomy for Secondary Hyperparathyroidism: STARD Study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94:e1213.
- [5] KIM W Y, LEE J B, KIM H Y. Efficacy of intraoperative parathyroid hormone monitoring to predict success of parathyroidectomy for secondary hyperparathyroidism[J]. *J Korean Surg Soc*, 2012, 83:1-6.
- [6] EL-HUSSEINI A, WANG K, EDON A, et al. Value of Intraoperative Parathyroid Hormone Assay during Parathyroidectomy in Dialysis and Renal Transplant Patients with Secondary and Tertiary Hyperparathyroidism[J]. *Nephron*, 2018, 138:119-128.
- [7] ZHANG L, XING C, SHEN C, et al. Diagnostic accuracy study of intraoperative and perioperative serum intact PTH level for successful parathyroidectomy in 501 secondary hyperparathyroidism patients[J]. *Sci Rep*, 2016, 6:26841.
- [8] YAMAMOTO S, FUKAGAWA M. Uremic toxicity and bone in CKD[J]. *J Nephrol*, 2017, 30:623-627.
- [9] ZHANG Y, ZHANG D Z. Circulating parathyroid hormone and risk of hypertension: A meta-analysis[J]. *Clin Chim Acta*, 2018, 482:40-45.
- [10] 田文, 贺青卿, 姜可伟, 等. 慢性肾功能衰竭继发甲状旁腺功能亢进外科临床实践专家共识[J]. *中国实用外科杂志*, 2016, 36(5):481-486.
- [11] 宁玉东, 王田田, 薄少军, 等. 三种影像学检查联用在继发性甲状旁腺功能亢进症术前定位的诊断价值研究[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2017, 31(18):1408-1411.
- [12] 曹坤, 张翊伦. 术中监测甲状旁腺素对继发性甲状旁腺功能亢进患者的应用价值[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2015, 50(12):1045-1048.
- [13] SOHN J A, OLTSMANN S C, SCHNEIDER D F, et al. Is intraoperative parathyroid hormone testing in patients with renal insufficiency undergoing parathyroidectomy for primary hyperparathyroidism accurate? [J]. *Am J Surg*, 2015, 209:483-487.
- [14] FRERIKS K, HERMUS A R, DE SEVAUX R G, et al. Usefulness of intraoperative parathyroid hormone measurements in patients with renal hyperparathyroidism[J]. *Head Neck*, 2010, 32:1328-1335.
- [15] TATERRA D, WONG LM, VIKSE J, et al. The prevalence and anatomy of parathyroid glands: a meta-analysis with implications for parathyroid surgery[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2019, 404:63-70.
- [16] SHAN C X, QIU N C, ZHA S L, et al. A novel surgical strategy for secondary hyperparathyroidism: Purge parathyroidectomy[J]. *Int J Surg*, 2017, 43:112-118.

(收稿日期:2019-03-23)

(上接第 1167 页)

- [15] KNOBLOCH K, TOMASZEK S, BUSCH K H, et al. Palmar microcirculation does not deteriorate 2 years after radial artery harvesting-implications for reconstructive free forearm flap transfer[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2007, 392:315-322.
- [16] 杨果凡, 陈宝驹, 高玉智, 等. 前臂皮瓣游离移植修复术[J]. *中华医学杂志*, 1981, 61(2):139-141.
- [17] 毛驰, 俞光岩. 游离桡侧前臂皮瓣及桡侧前臂骨皮瓣在头颈缺损修复中的应用[J]. *现代口腔医学杂志*, 2007, 21(4):420-423.
- [18] 毛驰, 俞光岩, 彭歆, 等. 头颈部游离组织瓣移植术后的血管危象及其处理[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2005, 40(6):415-418.
- [19] KAO H K, ABDELRAHMAN M, CHANG K P, et al. Choice of flap affects fistula rate after salvage laryngopharyngectomy[J]. *Sci Rep*, 2015, 6:9180.
- [20] 吴双江, 夏德林, 明华伟, 等. 修薄的股前外侧皮瓣修复颊癌术后缺损[J]. *中华整形外科杂志*, 2016, 32(5):339-342.
- [21] CHO A, HALL F T. Review of perforator flaps in head and neck cancer surgery[J]. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 2016, 24:440-446.
- [22] 陈曦, 李进让, 郭红光, 等. 游离桡侧前臂皮瓣在头颈部肿瘤切除术后缺损修复中的应用[J]. *中国耳鼻咽喉颅底外科杂志*, 2015, 21(1):35-38.

(收稿日期:2019-06-14)