

本文引用:李婷婷,李珊,侯栋,等.普通电刀钳夹凝闭技术在兔甲状腺切除术中的应用效果及安全性[J].新乡医学院学报,2024,41(3):209-213. DOI:10.7683/xyxyxb.2024.03.003.

【基础研究】

普通电刀钳夹凝闭技术在兔甲状腺切除术中的应用效果及安全性

李婷婷,李珊,侯栋,宋阳,王艺豪,王雷,薛会朝

(新乡医学院第一附属医院普外科,河南 卫辉 453100)

摘要: **目的** 探讨普通电刀钳夹凝闭技术在兔甲状腺切除术中的应用效果及安全性。**方法** 按照随机数字表法将12只新西兰兔分为钳夹凝闭组和超声刀组,每组6只。钳夹凝闭组兔行普通电刀钳夹凝闭技术离断甲状腺中部,超声刀组兔行超声刀电凝离断甲状腺中部。观察2组兔术后一般情况。取切除后甲状腺组织行苏木精-伊红(HE)染色,光学显微镜下观察热损伤后甲状腺组织病理学,并测定热损伤范围;分别于术后第1、3、7天,抽取2组兔的耳缘静脉血,应用酶联免疫吸附测定法检测血清中白细胞介素-6(IL-6)、C反应蛋白(CRP)水平;术后第7天,处死2组兔,取残余甲状腺,行HE染色,光学显微镜下观察病理学变化及炎症细胞浸润情况。**结果** 2组兔术后均存活良好,术区愈合良好,残腔未见明显积液、凝血块,无术后出血、切口感染等并发症。光学显微镜下,甲状腺切缘表面可见明显损伤区域;损伤区域部分细胞结构受损,出现凝固性坏死,部分滤泡破裂,内容物呈固体浓缩和深染;滤泡旁细胞的胞质嗜酸性增加,核固缩、碎裂,甚至核溶解。超声刀组和钳夹凝闭组兔甲状腺组织的热损伤范围分别为 (0.72 ± 0.10) 、 (0.88 ± 0.11) mm;钳夹凝闭组兔甲状腺组织的热损伤范围显著大于超声刀组($t = -2.740, P < 0.05$)。术后第1、3、7天,钳夹凝闭组与超声刀组兔血清中CRP、IL-6水平比较差异无统计学意义($P > 0.05$);2组兔术后第1、3、7天血清中CRP水平比较差异无统计学意义($P > 0.05$);2组兔术后第3、7天血清中IL-6水平显著高于术后第1天($P < 0.05$);术后第3天与第7天血清中IL-6水平比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。2组兔的残余甲状腺断面均可见部分甲状腺腺体滤泡萎缩,胶质减少,滤泡上皮增生,间质纤维胶原化、增生,未见明显的炎症细胞浸润。**结论** 在兔甲状腺切除术中应用普通电刀钳夹凝闭技术离断甲状腺较为安全;在预防热损伤方面,超声刀优于普通电刀钳夹凝闭技术,但普通电刀钳夹凝闭技术导致的甲状腺组织热损伤范围在安全操作范围内。

关键词: 钳夹凝闭技术;超声刀;甲状腺切除;热损伤

中图分类号: R653 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-7239(2024)03-0209-05

Effect and safety of common electric knife clamp coagulation technique in thyroidectomy in rabbits

LI Tingting, LI Shan, HOU Dong, SONG Yang, WANG Yihao, WANG Lei, XUE Huichao

(Department of General Surgery, the First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University, Weihui 453100, Henan Province, China)

Abstract: **Objective** To investigate the effect and safety of common electric knife clamp coagulation technique in rabbit thyroidectomy. **Methods** According to the random number table method, 12 New Zealand rabbits were divided into the clamp coagulation group and the ultrasonic scalpel group, with 6 rabbits in each group. The middle part of the thyroid gland in the clamp coagulation group was severed by common electric knife clamp coagulation, while that in the ultrasonic scalpel group was severed by ultrasonic scalpel electrocoagulation. The postoperative conditions of rabbits in the two groups were observed. The severed thyroid tissue was stained with hematoxylin-eosin (HE), and its histopathology after thermal damage was observed under the light microscope. The scope of thermal damage was determined. On the 1st, 3rd and 7th day after operation, the auricular venous blood of all rabbits was collected to assess the serum interleukin-6 (IL-6) and C-reactive protein (CRP) levels by enzyme-linked immunosorbent assay. The rabbits were killed on the 7th day after operation, and the residual thyroid glands were removed and stained by HE. The pathological changes and inflammatory cell infiltration were observed under the light microscope. **Results** The rabbits in the 2 groups survived well after operation, and the operative area healed well. No obvious effusion, blood clot, bleeding, incision infection or other complications were found in the residual cavity. Under the light microscope, the surface of the incisal margin of the thyroid gland showed obvious lesions. In the injured area, some cell structures were damaged with coagulated necrosis, some follicles were ruptured, and the contents inside were solidly concentrated and deeply stained. The cytoplasmic eosinophils in parafollicular cells increased, and nuclear pyknosis, fragmentation, and even dissolution occurred. The thermal damage ranges of thyroid tissues in the ultrasonic scalpel and clamp coagulation groups were (0.72 ± 0.10) mm and (0.88 ± 0.11) mm, respectively. The range of thermal damage in the clamp coagulation group was significantly greater than that in the ultrasonic scalpel group ($t = -2.740, P < 0.05$). On the 1st, 3rd and 7th day after surgery, there was no

DOI: 10.7683/xyxyxb.2024.03.003

收稿日期: 2023-08-29

基金项目: 河南省高等学校重点科研项目(编号: 21A320021)。

作者简介: 李婷婷(1997-), 女, 河南濮阳人, 硕士研究生在读, 研究方向: 甲状腺乳腺基础与临床。

通信作者: 薛会朝(1971-), 男, 河南滑县人, 硕士, 主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向: 甲状腺乳腺基础与临床; E-mail: xuehuichao@126.com。

significant difference in the levels of serum CRP and IL-6 between the two groups ($P>0.05$). The serum IL-6 levels in both groups on the 3rd and 7th day after surgery were significantly higher than those on the 1st day after surgery ($P<0.05$). There was no significant difference in serum IL-6 level on the 3rd and 7th day after surgery in the two groups ($P>0.05$). Thyroid follicular atrophy, glia reduction, follicular epithelial hyperplasia, collagenization and hyperplasia of interstitial fibers were observed in the residual thyroid sections of both groups. No obvious inflammatory cell infiltration was observed. **Conclusion** In rabbit thyroidectomy, it is safe to remove the thyroid gland using the common electric knife clamp coagulation technique. In terms of preventing thermal damage, the ultrasonic scalpel is better than the common electric knife clamp coagulation technique, but the thermal damage to thyroid tissues caused by the common electric knife clamp coagulation technique is within the safe operating range.

Key words: clamp coagulation; ultrasonic scalpel; thyroidectomy; thermal damage

甲状腺癌是常见的头颈部肿瘤,根据统计,2020 年全球甲状腺癌约有 58.6 万新增病例^[1],全球发病率不断增加^[2]。甲状腺全切除或部分切除是大多数甲状腺疾病(包括 Graves 病、甲状腺腺瘤和甲状腺癌)的最佳选择^[3-4]。随着外科技术的发展,电刀、超声刀、Ligasure 血管切割闭合系统等不同作用原理的手术器械已经广泛应用于甲状腺手术;但是,各种能量器械均会对周围组织产生热损伤,导致喉返神经、喉上神经、甲状旁腺、气管、食管等周围临近组织损伤^[5]。超声刀极大地缩短了手术时间,减小了对周围组织的损伤,但是价格相对昂贵。普通电刀钳夹凝闭技术是应用高频电刀通过外科蚊式钳(10 cm 弯全齿)来凝闭血管或组织的一项间接电凝技术。该技术是将电刀与血管钳相结合的方法,用蚊式钳钳夹要切除的组织或血管,将电刀置于血管钳齿槽床的尖端,利用金属的热传导性,将电刀的热量传导至蚊式钳齿槽床的头端,释放热量,引起组织蛋白变性,起到使组织变形的效果。在当下医保实行国家医疗保障按病种分值付费环境下,控制医疗成本成为诊疗过程中的重要环节,普通电刀钳夹凝闭技术具有成本较低的优势。但是,目前普通电刀钳夹凝闭技术尚未在临床中应用。基于此,本研究通过比较普通电刀钳夹凝闭技术和超声刀处理兔甲状腺组织的热损伤范围及术后 C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、白细胞介素-6(interleukin- 6, IL-6)水平,评估 2 种方法的安全性及优缺点,以期普通电刀钳夹凝闭技术在临床中的应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 实验动物

健康新西兰兔 12 只,周龄 23 ~ 25 周,体质量 2.5 ~ 3.5 kg,雌雄不限,购自河南斯克贝斯生物科技有限公司;饲养于河南省精神病重点实验室,室内温度 22 ~ 26 ℃,相对湿度为 40% ~ 70%。动物的饲养、手术和取材等环节均严格遵守新乡医学院第一附属医院实验动物的使用与管理的相关规定,并通过新乡医学院第一附属医院伦理委员会审核批准(伦理号:EC-023-092)。

1.2 主要试剂与仪器

苏木精-伊红(hematoxylin-eosin, HE)染色试剂盒

购自广州康凯信生物科技有限公司,酶联免疫吸附测定(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)试剂盒购自广州铎焱生物科技有限公司;手术器械、医用普通高频电刀(威力电刀 Force FX)、超声刀(美国强生 GEN11), WE-7075P 型动物实验专用显微镜购自宏业医用仪器有限公司, A1600 型石蜡包埋机和 S3452 型石蜡切片机购自美国 GE 公司, K-S3347 型烤片机和 P-S0071 型漂片机购自德国 Leica 公司, Spectra Max plus 384 全波长酶标仪购自美国 MD 公司, 85-3 型烘箱购自上海精宏实验设备有限公司。

1.3 实验兔分组及手术方法

按随机数字表法将 12 只兔分为钳夹凝闭组和超声刀组,每组 6 只。2 组兔术前禁食水 8 h,用戊巴比妥钠(30 mg · kg⁻¹)于兔一侧耳缘静脉缓慢注射进行麻醉。2 组兔麻醉成功后,取仰卧位,固定实验兔的四肢,颈部过伸位,将舌拉向一侧,防止手术中误吸;用剪刀剪去颈部毛发,碘伏消毒,常规铺单,行颈部正中切开,长 3 ~ 5 cm,切开颈部皮肤及皮下组织,显露左右两侧甲状腺,充分游离甲状腺右侧叶周围组织。超声刀组:连接超声刀,调至 3 档;提起甲状腺右侧叶,用超声刀钳夹右侧甲状腺中间部位,待甲状腺组织出现发白,组织液化即可停止电凝,并于电凝处剪断甲状腺组织,用纱布擦拭甲状腺断面,观察电凝断端是否出血^[6]。钳夹凝闭组:兔右臀部粘贴负极板,连接普通高频电刀,将普通高频电刀调至 15 kW;用蚊式钳钳夹兔甲状腺右侧叶的中部,普通高频电刀置于蚊式钳的尖端,待甲状腺组织出现发白,组织液化即可停止电凝,于电凝处剪断甲状腺组织。

1.4 HE 染色观察热损伤后甲状腺组织病理学及热损伤范围测定

2 组兔术区冲洗,逐层缝合切口,不留残腔;留取切除后的甲状腺组织,40 g · L⁻¹多聚甲醛溶液固定 24 h,明确损伤面,垂直于损伤面方向进行石蜡包埋,将预冷的蜡块固定在石蜡切片机上,使蜡块的切面与刀口成平行方向,连续切片(厚 4 μm),进行常规 HE 染色,脱蜡、脱水;在光学显微镜下观察甲状腺组织的病理学改变;并在光学显微镜下测量组织切片热损伤的最大距离,单一标本同一作用处取 3 张典型切片计算均值,同组各标本均值相加后取均值。

1.5 ELISA 法检测外周血中 IL-6、CRP 水平

分别于术后第 1、3、7 天,抽取 2 组兔耳缘静脉血,静置 30 min,3 500 r · min⁻¹ 离心 10 min,分离血清;应用 ELISA 法检测血清中 IL-6、CRP 水平,严格按照试剂盒说明书进行操作。

1.6 HE 染色观察残余甲状腺组织中炎症细胞浸润情况

于术后第 7 天,采用空气栓塞处死 2 组兔,观察颈部甲状腺残腔,取残余甲状腺,40 g · L⁻¹ 多聚甲醛溶液固定 24 h,脱水、浸蜡、石蜡包埋,连续切片(厚 4 μm),进行常规 HE 染色,脱蜡、脱水;光镜下观察甲状腺断端组织的病理学变化及炎症细胞浸润情况。

1.7 统计学处理

应用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,2 组间比较采用 *t* 检验,*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

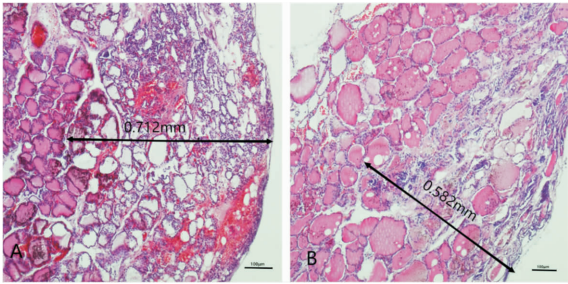
2 结果

2.1 2 组兔术后一般情况

2 组兔术后均存活良好,术区愈合良好,残腔未见明显积液、凝血块,无术后出血、切口感染等并发症。

2.2 2 组兔热损伤后的甲状腺组织病理学变化

光学显微镜下,甲状腺切缘表面可见明显损伤区域;损伤区域部分细胞结构受损,出现凝固性坏死,部分滤泡破裂,内容物呈固体浓缩和深染;滤泡旁细胞的胞质嗜酸性增加,核固缩、碎裂,甚至核溶解。结果见图 1。



A:钳夹凝固组;B:超声刀组。
图 1 2 组兔热损伤后的甲状腺组织病理学变化 (HE 染色, ×100)

Fig.1 Histopathological changes of thyroid gland after thermal damage of rabbits in the two groups (HE staining, ×100)

2.3 2 组兔甲状腺组织热损伤范围比较

超声刀组与钳夹凝固组兔甲状腺组织的热损伤范围分别为(0.72 ± 0.10)、(0.88 ± 0.11) mm;钳夹凝固组兔甲状腺组织的热损伤范围显著大于超声刀组,差异有统计学意义(*t* = -2.740, *P* < 0.05)。

2.4 2 组兔血清中 CRP 和 IL-6 水平比较

术后第 1、3、7 天,钳夹凝固组与超声刀组兔血清中 CRP、IL-6 水平比较差异无统计学意义(*P* > 0.05);2 组兔术后第 1、3、7 天血清中 CRP 水平比较差异无统计学意义(*P* > 0.05);2 组兔术后第 3、7 天血清中 IL-6 水平显著高于术后第 1 天,差异有统计学意义(*P* < 0.05);术后第 3 天与第 7 天血清中 IL-6 水平比较差异无统计学意义(*P* > 0.05)。结果见表 1。

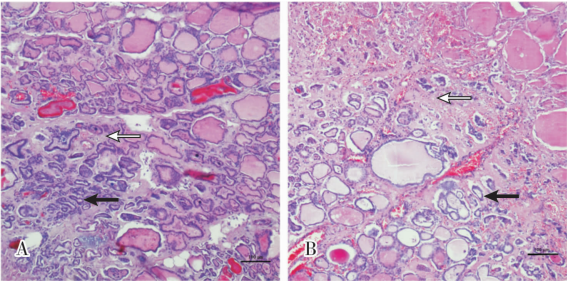
表 1 2 组兔血清中 CRP 和 IL-6 水平比较
Tab.1 Comparison of CRP and IL-6 levels in serum of rabbits between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	CRP/(mg · L ⁻¹)			IL-6/(ng · L ⁻¹)		
		术后第 1 天	术后第 3 天	术后第 7 天	术后第 1 天	术后第 3 天	术后第 7 天
超声刀组	6	1.77 ± 0.12	1.78 ± 0.01	1.78 ± 0.01	15.76 ± 2.53	24.64 ± 2.00 ^a	24.42 ± 1.35 ^a
钳夹凝固组	6	1.77 ± 0.04	1.78 ± 0.02	1.78 ± 0.02	16.63 ± 3.63	22.78 ± 2.69 ^a	24.53 ± 1.57 ^a
<i>t</i>		0.051	-1.259	0.792	-0.481	1.357	-0.133
<i>P</i>		0.960	0.249	0.447	0.641	0.205	0.897

注:与术后第 1 天比较^a*P* < 0.05。

2.5 2 组兔残余甲状腺组织病理学变化

2 组兔残余甲状腺断面均可见部分甲状腺腺体滤泡萎缩,胶质减少,滤泡上皮增生,间质纤维胶原化、增生,未见明显的炎症细胞浸润;结果见图 2。



A:钳夹凝固组;B:超声刀组。◀◀:甲状腺腺体滤泡萎缩,胶质减少,滤泡上皮增生拥挤;◀:间质纤维胶原化、增生。

图 2 2 组兔残余甲状腺断端的病理变化 (HE 染色, ×100)
Fig.2 Pathological changes of residual thyroid stump of rabbits in the two groups (HE staining, ×100)

3 讨论

在进行甲状腺全切除或部分切除手术中,由于甲状腺血管丰富,其被膜紧邻甲状旁腺和喉返神经,易导致术后出血、喉返神经及喉上神经损伤、甲状旁腺损伤和淋巴漏等并发症的发生^[7-9]。术后出血是最严重的并发症,出血的原因为止血不充分、线结脱落、术后血压升高等^[10-11]。喉返神经损伤是甲状腺手术常见并发症之一^[12]。单侧喉返神经损伤可导致声音嘶哑,双侧喉返神经损伤可导致失音或严重的呼吸困难,甚至窒息^[13]。据统计,喉返神经麻痹的发生率为 5% ~ 10%,根据症状持续时间可分为暂时性喉返神经麻痹和永久性喉返神经麻痹;术后 6 个月内声带功能未恢复的为永久性喉返神经麻痹,术后 6 个月声带功能恢复为暂时性喉返神经麻

痹。暂时性和永久性喉返神经损伤的发生率分别为 5.0% 和 0.2% ~ 2.0%。大多数术后短暂喉返神经损伤的患者在 6 个月内可恢复正常的声带活动能力^[14]。目前,喉返神经损伤有 3 种可能机制:喉返神经过度牵拉;用线结扎、血管钳、镊子钳夹喉返神经;或热损伤直接损伤喉返神经^[15]。因此,精细解剖显露喉返神经、提高术中甲状腺离断技术可以减少喉返神经损伤及术后出血等并发症的发生^[15-16]。

随着手术设备的发展,基于能量的手术设备,包括电刀、超声刀和 Ligasure 血管切割闭合系统已被广泛应用于甲状腺手术^[17]。高频电刀的原理就是利用高频电流在微小的面积下瞬时产生高热,使组织和血液干燥汽化,从而实现切割和凝血。超声刀基于高频机械振动,使刀头尖端产生高频的纵向机械振动,从而实现对组织的切割和止血。与高频电刀比较,超声刀具有术中出血少、手术用时少、术后并发症少等优势^[18-19]。但是,这些设备也会对周围组织造成损伤。OWAKI 等^[20]研究报道,在甲状腺手术中使用超声刀后会发生喉返神经麻痹,这可能与周围甲状腺组织的热损伤有关。手术部位邻近组织的热损伤范围取决于手术装置使用时间和组织与手术装置的距离,手术装置距离组织越近及使用时间越长造成的损伤越严重。在甲状腺解剖过程中清晰地识别喉返神经是避免神经损伤的金标准^[21]。因此,在甲状腺手术中使用基于能量的外科设备时,应与喉返神经保持适当安全距离并考虑应用时间。SHIN 等^[22]研究报道,距离喉返神经 1 mm 处是超声刀的安全操作范围;YANG 等^[5]、曹键等^[23]研究显示,15 kW 普通高频电刀对甲状腺组织的热损伤范围为(0.95 ± 0.06) mm,超声刀对甲状腺组织的热损伤范围为(0.76 ± 0.07) mm;因此,推荐 15 kW 普通高频电刀和超声刀的安全操作范围均为距离喉返神经 1 mm。本研究结果显示,超声刀组和钳夹凝闭组兔甲状腺组织的热损伤范围分别为(0.72 ± 0.10)、(0.88 ± 0.11) mm,钳夹凝闭组兔甲状腺组织的热损伤范围显著大于超声刀组;这与 YANG 等^[5]、曹键等^[23]研究报道相似。这说明,在预防热损伤方面,超声刀优于普通电刀钳夹凝闭技术,但普通电刀钳夹凝闭技术导致的甲状腺组织的热损伤范围在安全操作范围内。

术后应激反应对甲状腺切除患者并发症的发生有重要影响。不同手术设备诱导甲状腺切除患者的应激反应不同,严征远等^[24]研究显示,超声刀组甲

状腺肿瘤患者的血清 CRP 水平显著低于普通高频电刀组;YILMAZ 等^[25]研究表明,超声刀组乳房切除患者的血清 IL-6 水平低于普通高频电刀组;表明,与普通高频电刀相比,超声刀可有效减少术后应激反应,从而减少并发症的发生,促进患者的恢复。本研究结果显示,术后第 1、3、7 天,钳夹凝闭组与超声刀组兔血清中 CRP、IL-6 水平比较差异无统计学意义;2 组兔术后第 1、3、7 天血清中 CRP 水平比较差异无统计学意义;2 组兔术后第 3、7 天血清中 IL-6 水平显著高于术后第 1 天,术后第 3 天与第 7 天血清中 IL-6 水平比较差异无统计学意义;这提示,普通电刀钳夹凝闭技术与超声刀在术后造成的炎症反应方面相似,产生的应激反应也相似。另外,本研究结果显示,2 组兔术后甲状腺组织残腔均未见明显积液、凝血块,残余甲状腺断面无活动性出血;残余甲状腺断面可见部分甲状腺腺体滤泡萎缩,胶质减少,滤泡上皮增生拥挤,间质纤维胶原化、增生,未见明显的炎症细胞浸润;这表明,普通电刀钳夹凝闭技术与超声刀导致的残余甲状腺断面组织病理变化及炎症反应均较轻,普通电刀钳夹凝闭技术应用于兔甲状腺切除术中是安全的。

随着医疗体系的改革,按病种付费诊断模式的实行^[26]压缩了医疗成本,因此,减少双极电凝及超声刀等高值耗材的应用成为各个医疗单位的目标任务。为了保障手术安全进行,目前医疗单位需要寻找一种可以降低高值耗材使用并且安全可靠的新技术应用临床工作。相较于价格较昂贵的双极电凝和超声装置,普通电刀在临床上广泛应用且价格低廉,如若在临床上使用普通电刀钳夹凝闭技术,可以一定程度上达到降耗增效的目的。

4 结论

在兔甲状腺切除术中应用普通电刀钳夹凝闭技术离断甲状腺较为安全;在预防热损伤方面,超声刀优于普通电刀钳夹凝闭技术,但普通电刀钳夹凝闭技术导致的甲状腺组织的热损伤范围在安全操作范围内;普通电刀钳夹凝闭技术无需增加成本,从卫生经济学方面考虑可以在临床甲状腺切除术中应用普通电刀钳夹凝闭技术。

参考文献:

[1] SUNG H, FERLAY J, SIEGEL R L, *et al.* Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71

- (3):209-249.
- [2] HORGAN D, FÜHRER-SAKEL D, SOARES P, *et al.* Tackling thyroid cancer in Europe: the challenges and opportunities [J]. *Healthcare*, 2022, 10(9):1621.
- [3] ASBAN A, ANUE A, XIE R, *et al.* Increasing use of thyroidectomy as definitive treatment for hyperthyroidism [J]. *J Surg Res*, 2020, 246:435-441.
- [4] PACILLI M, TARTAGLIA N, GERUNDO A, *et al.* Energy based vessel sealing devices in thyroid surgery: a systematic review to clarify the relationship with recurrent laryngeal nerve injuries [J]. *Medicina*, 2020, 56(12):651.
- [5] YANG X, CAO J, YAN Y, *et al.* Comparison of the safety of electrotome, Harmonic scalpel, and LigaSure for management of thyroid surgery [J]. *Head Neck*, 2017, 39(6):1078-1085.
- [6] 何严法, 葛步军. 钨辅助电凝技术凝闭血管的病理改变及止血效果 [J]. *广东医学*, 2012, 33(6):752-754.
- HE Y F, GE B J. Pathological changes and hemostatic effect of forceps-assisted electrocoagulation technique in coagulation of blood vessels [J]. *Guangdong Med J*, 2012, 33(6):752-754.
- [7] CANU G L, MEDAS F, PODDA F, *et al.* Thyroidectomy with energy-based devices: surgical outcomes and complications-comparison between harmonic focus, ligasure small jaw and thunderbeat open fine jaw [J]. *Gland Surg*, 2020, 9(3):721-726.
- [8] KONISHI T, FUJIOGI M, NIWA T, *et al.* Comparison of outcomes after differentiated thyroid cancer surgery performed with and without energy devices: a population-based cohort study using a nationwide database in Japan [J]. *Int J Surg*, 2020, 77:198-204.
- [9] PAPALEONTIOU M, HUGHES D T, GUO C, *et al.* Population-based assessment of complications following surgery for thyroid cancer [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2017, 102(7):2543-2551.
- [10] LUKINOVIĆ J, BILIĆ M. Overview of thyroid surgery complications [J]. *Acta Clin Croat*, 2020, 59(Suppl 1):81-86.
- [11] 周榆腾, 黄亚兰, 林鸿国, 等. 甲状腺术后出血的防治策略 [J]. *中国现代药物应用*, 2022, 16(10):72-75.
- ZHOU Y T, HUANG Y L, LIN H G, *et al.* Prevention and treatment strategy of hemorrhage after surgery for thyroid gland [J]. *Chin J Mod Drug Appl*, 2022, 16(10):72-75.
- [12] 贺亮, 程维刚. 甲状腺再次手术特点及并发症分析 [J]. *新乡医学院学报*, 2016, 33(1):55-57.
- HE L, CHENG W G. Analysis of clinical characteristics of reoperation for thyroid disease and its complications [J]. *J Xinxiang Med Univ*, 2016, 33(1):55-57.
- [13] 张旋, 张文忠, 马荣龙, 等. 显露喉返神经的甲状腺腺叶切除术 386 例 [J]. *新乡医学院学报*, 2000, 17(2):128-129.
- ZHANG X, ZHANG W Z, MA R L, *et al.* Lobectomy of thyroid with exposure recurrent nerve in 386 patients [J]. *J Xinxiang Med Univ*, 2000, 17(2):128-129.
- [14] JOLIAT G R, GUARNERO V, DEMARTINES N, *et al.* Recurrent laryngeal nerve injury after thyroid and parathyroid surgery: incidence and postoperative evolution assessment [J]. *Medicine*, 2017, 96(17):e6674.
- [15] MIZUNO K, TAKEUCHI M, KANAZAWA Y, *et al.* Recurrent laryngeal nerve paralysis after thyroid cancer surgery and intraoperative nerve monitoring [J]. *Laryngoscope*, 2019, 129(8):1954-1960.
- [16] SHRESTHA D, REGMI D, SHRESTHA S, *et al.* Distance of recurrent laryngeal nerve in relation to superior parathyroid gland during thyroid surgery [J]. *J Nepal Health Res Counc*, 2021, 19(3):494-497.
- [17] YU X, LIU C, YAN M, *et al.* Hyperthermal liquid, spray, and smog may be potential risk factors for recurrent laryngeal nerve thermal injury during thyroid surgeries [J]. *Endocrine*, 2021, 72(1):198-207.
- [18] RUGGIERO R, DOCIMO G, BOSCO A, *et al.* Update on sutureless thyroidectomy [J]. *G Chir*, 2018, 39(1):45-50.
- [19] JIANG J, SHEN M, LU H. Ultrasonic scalpel with knot tying protects parathyroid function for total thyroidectomy with central neck dissection [J]. *Gland Surg*, 2020, 9(2):192-199.
- [20] OWAKI T, NAKANO S, ARIMURA K, *et al.* The ultrasonic coagulating and cutting system injures nerve function [J]. *Endoscopy*, 2002, 34(7):575-579.
- [21] WU C W, CHIANG F Y, RANDOLPH G W, *et al.* Transcutaneous recording during intraoperative neuromonitoring in thyroid surgery [J]. *Thyroid*, 2018, 28(11):1500-1507.
- [22] SHIN S C, SUNG E S, CHOI S W, *et al.* Feasibility and safety of nerve stimulator attachment to energy-based devices: a porcine model study [J]. *Int J Surg*, 2017, 48:155-159.
- [23] 曹键, 杨晓东, 叶颖江, 等. 甲状腺手术中能量器械热损伤的对比研究 [J]. *中华内分泌外科杂志*, 2018, 12(4):278-281.
- CAO J, YANG X D, YE Y J, *et al.* Comparison of the thermal damage of energy-based surgical devices during thyroid surgery [J]. *Chin J Endocr Surg*, 2018, 12(4):278-281.
- [24] 严征远, 冯连吉, 陈大敏. 超声刀与高频电刀甲状腺切除术对甲状腺肿瘤患者 CRP 水平及并发症的影响 [J]. *当代医学*, 2020, 26(35):182-183.
- YAN Z Y, FENG L J, CHEN D M. The effect of ultrasonic scalpel and high frequency electrosurgical thyroidectomy on CRP level and complications in patients with thyroid tumor [J]. *Contemp Med*, 2020, 26(35):182-183.
- [25] YILMAZ K B, DOGAN L, NALBANT H, *et al.* Comparing scalpel, electrocautery and ultrasonic dissector effects: the impact on wound complications and pro-inflammatory cytokine levels in wound fluid from mastectomy patients [J]. *J Breast Cancer*, 2011, 14(1):58-63.
- [26] 陶芸, 陈驰昂, 韩勇. 我国按病种分值付费实施效果分析及对 DRG 试点医院的启示 [J]. *中国医院*, 2021, 25(6):16-19.
- TAO Y, CHEN C A, HAN Y. Study on the effect of Diagnosis-Intervention Packet and its enlightenment to DRG pilot hospitals in China [J]. *Chin Hosp*, 2021, 25(6):16-19.