

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.10.018

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20240115.1413.013\(2024-01-15\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20240115.1413.013(2024-01-15))

颅脑血管重建术后切口并发症的影响因素分析

杨洪超¹, 周 通¹, 黎传清¹, 闫一九¹, 谢满意^{2△}

(1. 徐州医科大学第一临床医学院, 江苏徐州 221004; 2. 徐州医科大学附属医院神经外科, 江苏徐州 221000)

[摘要] **目的** 探讨颅脑血管重建术后切口并发症的危险因素。**方法** 回顾性纳入 2018 年 1 月至 2022 年 12 月徐州医科大学附属医院收治的因颅脑血管疾病接受血管重建术的患者, 将患者分为有切口并发症组和无切口并发症组。记录患者人口统计学、颅脑血管重建术后切口并发症的临床资料, 将可能的影响因素纳入二元 logistic 回归分析, 分析可能导致颅脑血管重建术后发生切口并发症的影响因素。**结果** 共纳入 117 例行颅脑血管重建术的患者, 有切口并发症组 25 例(21.4%), 其中 7 例(28.0%)为脂肪液化, 4 例(16.0%)为切口裂开, 7 例(28.0%)为切口感染, 7 例(28.0%)为皮肤坏死; 无切口并发症组 92 例(78.6%)。单因素分析显示: 患者颅脑血管重建术后有切口并发症组性别、年龄、高血压、高脂血症、吸烟、饮酒、疾病类型、血管重建类型与无切口并发症组比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。有切口并发症组糖尿病及损失颞浅动脉额支比例高于无切口并发症组。有切口并发症组 BMI、头皮厚度、手术时间均大于无切口并发症组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。多因素分析显示: 头皮厚度大($OR = 1.484, 95\%CI: 1.024 \sim 2.149, P = 0.037$)、BMI 高($OR = 1.323, 95\%CI: 1.042 \sim 1.680, P = 0.021$)、损失颞浅动脉额支($OR = 3.582, 95\%CI: 1.146 \sim 11.190, P = 0.028$)是发生切口并发症的主要危险因素($P < 0.05$)。**结论** BMI 高、头皮厚度大、损失颞浅动脉额支是颅脑血管重建术后发生头皮切口并发症的独立危险因素。

[关键词] 颅脑血管重建术; 切口并发症; 体重指数; 头皮厚度

[中图分类号] R651.12 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)10-1543-05

Analysis of Influencing factors of incision complications after craniocerebrovascular reconstruction

YANG Hongchao¹, ZHOU Tong¹, LI Chuanqing¹, YAN Yijiu¹, XIE Manyi^{2△}

(1. The First Clinical College of Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu 221004, China;

2. Department of Neurosurgery, the Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu 221000, China)

[Abstract] **Objective** To explore the risk factors of incision complications after cerebral revascularization. **Methods** The patients who underwent vascular reconstruction for craniocerebral vascular diseases in the Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University who underwent revascularization for cerebrovascular diseases from January 2018 to December 2022 were retrospectively included, and the patients were divided into the incision complications group and the no incision complications group. Among them, this study documented the delayed complications following incision healing after cerebral revascularization. The baseline clinical data of patients' demographics and incisional complications after cerebral revascularization were recorded, and possible influencing factors were included in a binary logistic regression analysis to analyze the influencing factors that may contribute to the occurrence of incisional complications after cerebral revascularization. **Results** A total of 117 patients who underwent cerebral revascularization were included, including 25 cases (21.4%) in the group with incision complications, including 7 cases (28.0%) of fat liquefaction, 4 cases (16.0%) of incision dehiscence, 7 cases (28.0%) of incision infection, and 7 cases (28.0%) of necrosis, while 92 cases (78.6%) in the group without incisional complications. Univariate analysis showed that there was no statistically significant difference in gender, age, hypertension, hyperlipidemia, smoking, drinking, disease type, and vascular reconstruction type between the patients with incision complications after cerebral revascularization and those without incision complications ($P > 0.05$). The proportion of patients with diabetes mellitus and the

△ 通信作者, E-mail: xiemanyi0413@163.com.

frontal branches of superficial temporal artery not preserved in the incision complications group was higher than in the no incision complications group. BMI, scalp thickness, and operation time in the group with incision complications were higher than those in the no incision complications group, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). Multifactorial analysis showed that scalp thickness ($OR = 1.484, 95\% CI: 1.024 - 2.149, P = 0.037$), BMI ($OR = 1.323, 95\% CI: 1.042 - 1.680, P = 0.021$), and the absence of the frontal branch of the superficial temporal artery ($OR = 3.582, 95\% CI: 1.146 - 11.190, P = 0.028$), were the main risk factors for incisional complications ($P < 0.05$). **Conclusion** BMI, scalp thickness, and failure to preserve the frontal branch of the superficial temporal artery are independent risk factors for scalp incision complications after cerebral revascularization.

[Key words] cerebral revascularization; incision complications; body mass index; scalp thickness

颅脑血管重建手术是治疗脑血管疾病(包括烟雾病、颅内主要动脉狭窄或闭塞)的一项重要显微外科手术,也用于治疗复杂颅内动脉瘤和脑肿瘤^[1]。手术过程包括直接搭桥颞浅动脉至大脑中动脉;间接搭桥即硬脑膜翻转+颞肌贴敷;联合搭桥颞浅动脉与大脑中动脉分支吻合+硬脑膜翻转+颞肌贴敷^[2]。颅脑血管重建手术的特点是将颅外血流引入颅内改善大脑血液供应。手术虽然促进了大脑血液流动,但影响了头皮的血液供应^[3]。由于头皮供血不足导致的皮肤坏死、切口裂开、感染或脂肪液化等切口愈合障碍是颅脑血管重建手术的常见切口并发症^[4]。这些并发症对患者产生一定的影响,如切口处疼痛、延长平均住院时间、增加患者负担等。更加严重的切口并发症如大面积皮瓣坏死累及颅骨、颅内甚至发生全身性感染时可导致患者死亡^[5]。与常规开颅手术相比,颅脑血管重建术后切口相关并发症的发生率更高。但是目前关于术后切口并发症影响因素的研究并不是很多。本研究回顾了徐州医科大学附属医院进行颅脑血管重建手术患者术后切口并发症发生情况,并分析切口并发症的可能独立危险因素,为脑血管疾病患者的治疗及预后提供指导。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性纳入 2018 年 1 月至 2022 年 12 月徐州医科大学附属医院收治的因大脑中动脉、颈内动脉闭塞或狭窄的脑血管疾病和烟雾病接受颅脑血管重建的患者(术均由同一位手术者完成),用于微血管吻合的供体动脉是颞浅动脉的顶支。纳入标准:(1)接受颅脑血管重建术;(2)术前手术区域无既往开颅手术史或头皮肿瘤切除术史等原因导致的疤痕、头皮溃烂及影响术后评估头皮切口并发症情况的皮肤病变等;(3)临床及随访数据完整;排除标准:(1)存在凝血功能障碍或合并其他严重疾病(如心、肺功能不全);(2)严重脑血管畸形、大面积脑梗死、静脉窦血栓形成、自身免疫性疾病;(3)存在影像学检查禁忌证的患者。

1.2 头皮切口并发症的诊断标准

(1)脂肪液化:敷料上有黄色渗液,按压切口皮下

有较多渗液,皮下组织游离,渗液中可见飘浮的脂肪滴,渗液涂片镜检可见大量脂肪滴。(2)切口裂开:闭合皮肤切口边缘分离,伴(或不伴)颅骨暴露及脑脊液漏,可能发生在单个或多个区域,或涉及整个切口部位,并可能影响部分或全层组织切口^[6]。(3)切口感染:切口出现红肿热痛,并伴有血性或者脓性的渗出物,体温通常也会产生变化,出现低热甚至是高热的情况;切口部分可能会出现跳动感,化脓时触摸也会出现波动感,分泌物细菌培养阳性^[7]。(4)皮肤坏死:皮肤发紫、发黑或呈溃疡样改变,触摸皮温低;皮肤出现剧烈疼痛症状,随着皮肤坏死程度逐渐增加,会出现局部麻木,甚至完全没有感觉,皮肤失去弹性,无光泽。

1.3 资料收集

通过病历系统查找和电话随访的方式收集患者资料。包括切口并发症情况、性别、年龄、高血压史、糖尿病史、高脂血症、吸烟、饮酒史、BMI、头皮厚度(根据磁共振成像,在外耳道垂直上方的顶骨上颞上线的后部测量头皮的厚度)、手术时间、疾病类型、血管重建类型、是否损失颞浅动脉额支等。

1.4 统计学处理

采用 SPSS26.0 进行统计分析。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;非正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例数或百分比表示,无序分类资料组间比较采用 χ^2 检验,有序分类资料组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。将单因素分析中 $P < 0.05$ 的指标纳入 logistic 回归模型(Forward 法)以确定颅脑血管重建术后切口并发症的影响因素。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者基本情况比较

共纳入符合条件的患者 117 例,无切口并发症组 92 例(78.6%),有切口并发症组 25 例(21.4%)。在这 25 例并发症中,7 例(28.0%)为脂肪液化,4 例(16.0%)为切口裂开,7 例(28.0%)为切口感染,7 例(28.0%)为皮肤坏死。单因素分析结果显示:患者颅脑血管重建术后有切口并发症组与无切口并发症组

性别、年龄、高血压、高脂血症、吸烟、饮酒、疾病类型、血管重建类型等比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。有切口并发症组糖尿病及损失颞浅动脉额支患者比例高于无切口并发症组。有切口并发症组 BMI、头皮厚度及手术时间均大于无切口并发症组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 1。

2.2 颅脑血管重建术后头皮切口并发症的二元 logistic 回归分析

BMI 高、头皮厚度大、损失颞浅动脉额支为颅脑血管重建术后头皮切口并发症的危险因素($P<0.05$),见表 2。

表 1 颅脑血管重建术后有切口并发症组与无切口并发症组的患者基本情况比较

项目	无切口并发症($n=92$)	有切口并发症($n=25$)	$t/Z/\chi^2$	P
年龄[$M(Q_1, Q_3)$, 岁]	51.5(40.3, 59.5)	53(46.5, 55.5)	-0.037	0.097
男[$n(\%)$]	42(45.70)	13(52.0)	0.318	0.573
高血压[$n(\%)$]	47(51.10)	11(44.0)	0.395	0.530
糖尿病[$n(\%)$]	19(20.70)	13(52.0)	9.722	0.002
高脂血症[$n(\%)$]	21(22.8)	3(12.0)	1.413	0.235
吸烟[$n(\%)$]	18(19.6)	6(24.0)	0.237	0.626
饮酒[$n(\%)$]	12(13.0)	5(20.0)	0.766	0.381
BMI[$M(Q_1, Q_3)$, kg/m^2]	24(22.3, 26.0)	27(26.0, 28.0)	-4.643	<0.001
头皮厚度($\bar{x} \pm s$, mm)	8.00 \pm 1.57	9.56 \pm 2.00	-4.082	<0.001
手术时间[$M(Q_1, Q_3)$, min]	257(212.5, 300.0)	305(267.5, 336.0)	-2.931	0.003
疾病类型[$n(\%)$]			3.435	0.488
烟雾病	57(62.0)	19(76.0)		
大脑中动脉闭塞	20(21.7)	3(12.0)		
大脑中动脉狭窄	6(6.5)	0(1.3)		
颈内动脉闭塞	7(7.6)	2(8.0)		
颈内动脉狭窄	2(2.2)	1(4.0)		
血管重建类型[$n(\%)$]			2.852	0.240
直接	27(29.3)	7(28.0)		
间接	22(23.9)	10(40.0)		
联合	43(46.7)	8(32.0)		
损失颞浅动脉额支[$n(\%)$]	31(33.7)	16(64.0)	7.512	0.006

表 2 影响患者术后切口并发症的二元 logistic 回归分析

因素	B	SE	$Wald$	P	$OR(95\%CI)$
BMI	0.280	0.122	5.297	0.021	1.323(1.042~1.680)
头皮厚度	0.395	0.189	4.360	0.037	1.484(1.024~2.149)
糖尿病	-0.845	0.574	2.169	0.141	0.430(0.140~1.323)
损失颞浅动脉额支	1.276	0.581	4.819	0.028	3.582(1.146~11.190)
手术时间	0.006	0.003	3.103	0.078	1.006(0.999~1.013)

3 讨 论

本研究结果表明 BMI 高、头皮厚度大、损失颞浅动脉额支是颅脑血管重建术后头皮切口并发症的独立危险因素。在不涉及头皮血管获取的神经外科手术中,大约 5% 的患者会发生切口并发症^[8]。在 KATSUTA 等^[9]的研究中,17.6% 接受颅脑血管重建手术的患者出现皮肤坏死,本研究中 28.0% 的患者出

现皮肤坏死。总的来说,本研究有 21.4% 的患者发生切口并发症。因此,对于颅脑血管重建术后切口并发症的关注尤为重要。首先,头皮具有独特的血管解剖结构,有 5 对主要的动脉^[10]。颞浅动脉、枕动脉和耳后动脉来自颈外动脉系统,覆盖颞、顶、额(颞浅)和枕(枕上和耳后)头皮区域;眶上动脉和滑车上动脉(从颈内动脉系统发出的眼动脉的终末分支)将血液分配

到前额和顶骨头皮区域。这 5 条动脉在相互吻合的同时向皮肤、皮下和帽状腱膜层供血^[11]。其中,颞浅动脉的供应区最大^[12]。手术中切断颞浅动脉额支会明显减少颞部皮肤的血液供应^[13],因此损失颞浅动脉额支(直接、间接或联合颅脑血管重建术时牺牲了额支)会导致更严重的切口并发症。对于从头皮获取血管的手术,皮肤切口、帽状腱膜切口和血管剥离线的设计应尽量减少对血供的影响。一些研究表明,不完整的 Y 形切口或线性切口的切口并发症低于完整的 Y 型切口^[14]。改变开颅方案是避免损伤皮肤血供的最佳选择。另外,在内窥镜下使用由内到外的分离方法分离颞浅动脉,尽可能在对毛囊损伤最小的情况下保留纤维间隔,并逐层封闭手术切口,避免皮下脂肪层损伤或坏死,可减少术后切口并发症。这样就能最大限度损伤颞浅动脉,能最大程度预防切口并发症的发生。因此,分离颞浅动脉时应注意选择合适的手术切口并掌握熟练的手术技巧,应尽量保护好颞浅动脉额支,尽可能预防术后切口并发症的发生。

此外,BMI 高和头皮厚度大也是切口并发症的独立危险因素。LANZETTI 等^[15]对 90 例外科手术治疗踝关节骨折患者进行 logistic 回归分析,发现 BMI 较高可以延缓切口愈合。颅脑血管重建术后切口并发症与肥胖有关。肥胖会影响愈合反应,进而导致切口难以愈合。BMI 增加会影响皮肤的生理功能,使身体对感染的反应变迟钝,并增加皮肤细菌感染的发生率^[16]。另外肥胖患者手术部位感染发生率高,可能是由于皮下脂肪组织相对灌注不足和缺血,导致抗生素递送减少引起的。肥胖患者手术切口边缘张力增加也会导致切口裂开,切口张力增加组织压力,减少微灌注造成灌注不良更容易使组织受到损伤。此外,肥胖个体难以或无法调整体位,进一步增加了压力相关损伤的风险。另一方面,患者头皮较厚,脂肪组织较多,容易造成脂肪液化、脂肪坏死,产生过多的渗液导致皮肤坏死,容易感染,阻碍切口愈合。较厚的头皮皱褶中含有微生物,这些微生物在潮湿的地方大量繁殖会导致感染和组织分解。皮肤接触引起的摩擦会导致切口并发症的发生^[17]。最近的研究发现,脂肪组织分泌大量的生物活性物质,统称为脂肪因子。脂肪细胞本身和脂肪组织内的巨噬细胞都能产生生物活性分子,包括细胞因子、趋化因子和激素样因子(如瘦素、脂联素和抵抗素)^[18]。脂肪因子对免疫和炎症反应有较大的影响。脂肪因子对全身免疫反应的负面影响可能导致切口并发症的发生。因此,对于 BMI 较高及头皮较厚的患者时,应该经常更换敷料。有研究指出,过低的 BMI 可能会使切口愈合延迟甚至受损,因为营养不良不能满足细胞增殖及蛋白质合成的需求^[19]。但本研究中,没有 BMI < 19 kg/m² 的患者。因此无法佐证低 BMI 是切口愈合不

良的危险因素。

糖尿病患者切口并发症发生率增加,是因为糖尿病患者身体长期处于高血糖的环境,细胞介导的免疫功能会降低,高糖环境下白细胞趋化性下降,吞噬作用就会减弱,对病原体的杀伤力下降;而且高血糖是致病微生物良好的培养基,在人体免疫功能下降的情况下,细菌、病毒就会乘虚而入,进而引起切口并发症发生^[20]。糖尿病患者体内的胰岛素分泌调节功能发生了异常,就会导致糖代谢紊乱。另外糖尿病患者的微循环也受到损害,大多数病程较长的糖尿病患者,由于血糖水平升高导致糖基化终末产物增加,干扰和损害组织蛋白的正常结构和功能,加之氧化应激反应引起组织损害和大量的细胞死亡,进一步诱发糖尿病大血管病变、微血管病变及神经病变,血管硬化阻塞使局部组织血液循环不好,发生微循环障碍^[21]。皮肤组织供血不足切口自然难以愈合,本研究结果显示糖尿病病史与术后切口并发症之间无相关性,但是有研究表明糖尿病是切口并发症的风险因素之一^[22]。因此对于糖尿病患者不仅要在切口的处理上要更加注意,而且在术前一定控制好血糖,这样才能更好地预防切口并发症的发生。

有文献报道,手术时间过长对切口并发症有影响,因为切口暴露在环境中的时间长,增加了细菌污染的风险。手术时间越长,切口越容易干燥,这也可能增加污染的可能性。另外,随着手术时间的延长,患者免疫力下降、抗生素的组织浓度降低最终导致切口感染^[23]。但本研究结果显示手术时间与术后切口并发症之间不存在相关性。考虑原因可能是:统计切口并发症例数是通过病历资料和随访获得,同一切口的并发症情况病历记录可能不同;另外,电话随访的主观性较大;最主要的是样本量相对较小,因此可能影响数据统计和最终结论。

对于颅脑血管重建术后切口并发症患者的治疗,除了及时更换敷料外,还需要通过其他外科手段。首先,应该尽量保证皮瓣的血液流动性和覆盖性。例如,KWON 等^[24]设计了一种枕部带蒂的 V-Y 推进皮瓣来修复手术切口,皮瓣应无张力地旋转或推进,保持原有的发际线,利用血供丰富的头皮组织,避免瘢痕形成,减少供区损伤,有效地代替颅脑血管重建术后缺损的皮瓣,长期随访显示皮瓣感染、坏死及缺损复发等不良事件明显减少。SANADA 等^[25]认为在不影响吻合血管的前提下,设计锯齿状手术切口使用简单,斜角切口容易使用显微镜,以最大限度地减少对毛囊的损伤,可获得长期的美学效果。此外,JAYA-PAUL 等^[26]建议在脑血管重建术后,如果出现大面积的手术切口区域皮肤坏死无法采用传统的旋转皮瓣修复时,唯一的替代方法是植皮。最后考虑采用对侧旋转推进皮瓣修复宽头皮瓣。为获得柔软、松弛、

充分的头皮皮瓣,可在头皮下置入组织扩张器。采用对侧头皮带血管蒂皮瓣推进修复,可使供受区瘢痕隐蔽于发际线后,具有良好的美容效果。

综上所述,BMI 高、头皮厚度大、损失颞浅动脉额支是影响切口并发症的危险因素。因此,临床上应该预防这些危险因素,减少切口并发症的发生。

参考文献

- [1] TAKANARI K, ARAKI Y, OKAMOTO S, et al. Operative wound-related complications after cranial revascularization surgeries[J]. *J Neurosurg*, 2015, 123(5): 1145-1150.
- [2] TEO M K, MADHUGIRI V S, STEINBERG G K. Editorial: direct versus indirect bypass for moyamoya disease: ongoing controversy[J]. *J Neurosurg*, 2017, 126(5): 1520-1522.
- [3] DONG Y, CAO L, SUN K, et al. Hemodynamic changes of donor artery after combined revascularization in adult Moyamoya disease[J]. *Heliyon*, 2022, 8(12): e12159.
- [4] WANG C, LI H, DONG Y, et al. Risk factors for wound healing complications after revascularization for MMD with complete Y-shaped incision[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 3251.
- [5] CHUNG Y, LEE S H, CHOI S K. Fundamental basis of scalp layering techniques to protect against wound infection: a comparative study between conventional and in-to-out dissection of the superficial temporal artery[J]. *World Neurosurg*, 2017, 97: 304-311.
- [6] SHANMUGAM V K, FERNANDEZ S J, EVANS K K, et al. Postoperative wound dehiscence: Predictors and associations[J]. *Wound Repair Regen*, 2015, 23(2): 184-190.
- [7] O'DONNELL S, CREEDON M, WALSH J, et al. Bone flap infections after craniotomy: a review of 63 cases and the implications for definitions, classification and surveillance methodologies[J]. *J Hosp Infect*, 2023, 136: 14-19.
- [8] ARAKI Y, UDA K, YOKOYAMA K, et al. Surgical designs of revascularization for moyamoya disease: 15 years of experience in a single center[J]. *World Neurosurg*, 2020, 139: e325-334.
- [9] KATSUTA T, INOUE T, ARAKAWA S, et al. Cutaneous necrosis after superficial temporal artery-to-middle cerebral artery anastomosis: is it predictable or avoidable? [J]. *Neurosurgery*, 2001, 49(4): 879-884.
- [10] CHUNG Y, LEE S H, CHOI S K. Fundamental basis of scalp layering techniques to protect against wound infection: a comparative study between conventional and in-to-out dissection of the superficial temporal artery[J]. *World Neurosurg*, 2017, 97: 304-311.
- [11] GULER T M, COMERT A, GUNGOR Y, et al. Topographical anatomy of the superficial temporal artery[J]. *Turk Neurosurg*, 2023, 33(2): 302-307.
- [12] YOKOYAMA R, MIKAMI T, UKAI R, et al. Interdisciplinary prevention and management of wound-related complications in extracranial-to-intracranial bypass surgery[J]. *World Neurosurg*, 2018, 115: 247-253.
- [13] BERRY J, MIULLI D E, LAM B, et al. The neurosurgical wound and factors that can affect cosmetic, functional, and neurological outcomes[J]. *Int Wound J*, 2019, 16(1): 71-78.
- [14] ACKER G, SCHLINKMANN N, FEKONJA L, et al. Wound healing complications after revascularization for moyamoya vasculopathy with reference to different skin incisions[J]. *Neurosurg Focus*, 2019, 46(2): E12.
- [15] LANZETTI R M, LUPARIELLO D, VENDITTO T, et al. The role of diabetes mellitus and BMI in the surgical treatment of ankle fractures[J]. *Diabetes Metab Res Rev*, 2018, 34(2): e2954.
- [16] HIRT P A, CASTILLO D E, YOSIPOVITCH G, et al. Skin changes in the obese patient[J]. *J Am Acad Dermatol*, 2019, 81(5): 1037-1057.
- [17] ALMA A, MARCONI G D, ROSSI E, et al. Obesity and wound healing: focus on mesenchymal stem cells[J]. *Life (Basel)*, 2023, 13(3): 717.
- [18] VILLANUEVA-CARMONA T, CEDO L, MADEIRA A, et al. SUCNR1 signaling in adipocytes controls energy metabolism by modulating circadian clock and leptin expression[J]. *Cell Metab*, 2023, 35(4): 601-619.
- [19] AVISHAI E, YEGHIAZARYAN K, GOLUBNITSCHAJA O. Impaired wound healing: facts and hypotheses for multi-professional considerations in predictive, preventive and personalised medicine[J]. *EPMA J*, 2017, 8(1): 23-33.

- [6] 李灿. 超声造影指导下射频消融治疗肝癌的效果观察[J]. 临床合理用药杂志, 2020, 13(28): 156-157.
- [7] 李季, 詹韵韵, 郜玉峰, 等. 超声造影定位引导下肝癌射频消融治疗的临床价值[J]. 安徽医药, 2017, 21(2): 290-293.
- [8] 吴新财, 薛玉, 陈宝定, 等. 超声造影在肝癌病灶诊断及引导射频消融治疗中的应用价值[J]. 实用医学影像杂志, 2013, 14(6): 408-410.
- [9] 张明, 赵恒军, 王楠娅, 等. 实时超声造影技术在肝癌射频消融治疗中的临床应用[J]. 中国老年学杂志, 2014(8): 2091-2093.
- [10] 张瑶, 贾哲, 何楠, 等. 超声造影辅助超声引导下射频消融术治疗原发性肝癌疗效分析[J]. 中国超声医学杂志, 2021, 37(8): 892-896.
- [11] DOHMEN T, KATAOKA E, YAMADA I, et al. Efficacy of contrast-enhanced ultrasonography in radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma[J]. Intern Med, 2012, 51(1): 1-7.
- [12] LIU Z, WANG X, XING L, et al. The application comparison of contrast-enhanced ultrasound and contrast-enhanced computed tomography in radiofrequency ablation treatment for hepatocellular carcinoma [J]. Cancer Biother Radiopharm, 2019, 34(10): 621-625.
- [13] SUN Q, WANG A, CHANG H. Contrast-enhanced ultrasound guidance improves the therapeutic efficacy of radiofrequency ablation in liver cancer patients [J]. Am J Transl Res, 2023, 15(6): 3856-3863.
- [14] QI X, TANG Y, AN D, et al. Radiofrequency ablation versus hepatic resection for small hepatocellular carcinoma: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. J Clin Gastroenterol, 2014, 48(5): 450-457.
- [15] FENG K, YAN J, LI X, et al. A randomized controlled trial of radiofrequency ablation and surgical resection in the treatment of small hepatocellular carcinoma[J]. J Hepatol, 2012, 57(4): 794-802.
- [16] 戴晴, 姜玉新. 超声造影的临床应用[J]. 中国医学科学院学报, 2008, 30(1): 1-4.
- [17] PISCAGLIA F, BOLONDI L, Italian Society for Ultrasound in Medicine and Biology (SIUMB) Study Group on Ultrasound Contrast Agents. The safety of Sonovue in abdominal applications: retrospective analysis of 23 188 investigations[J]. Ultrasound Med Biol, 2006, 32(9): 1369-1375.

(收稿日期: 2023-10-15 修回日期: 2024-03-03)

(编辑: 唐 璞)

(上接第 1547 页)

- [20] YU M, HUANG J, ZHU T, et al. Liraglutide-loaded PLGA/gelatin electrospun nanofibrous mats promote angiogenesis to accelerate diabetic wound healing via the modulation of miR-29b-3p[J]. Biomater Sci, 2020, 8(15): 4225-4238.
- [21] PATEL S, SRIVASTAVA S, SINGH M R, et al. Mechanistic insight into diabetic wounds: Pathogenesis, molecular targets and treatment strategies to pace wound healing [J]. Biomed Pharmacother, 2019, 112: 108615.
- [22] CHEN V Y, SIEGFRIED L G, TOMIC-CANIC M, et al. Cutaneous changes in diabetic patients: primed for aberrant healing? [J]. Wound Repair Regen, 2023, 31(5): 700-712.
- [23] CHENG H, CHEN B P, SOLEAS I M, et al. Prolonged operative duration increases risk of surgical site infections: a systematic review[J]. Surg Infect (Larchmt), 2017, 18(6): 722-735.
- [24] KWON H, KIM H J, YIM Y M, et al. Reconstruction of scalp defect after Moyamoya disease surgery using an occipital pedicle V-Y advancement flap [J]. J Craniofac Surg, 2008, 19(4): 1075-1079.
- [25] SANADA Y, YABUUCHI T, YOSHIOKA H, et al. Zigzag skin incision effectively camouflages the scar and alopecia for moyamoya disease: technical note [J]. Neurol Med Chir (Tokyo), 2015, 55(3): 210-213.
- [26] JAYAPPAUL P, LEE J H, PARK I S. Large scalp defect repair with flap reconstruction using tissue expander after combined bypass in case of moyamoya disease [J]. World Neurosurg, 2018, 120: 185-189.

(收稿日期: 2023-05-08 修回日期: 2024-01-11)

(编辑: 石 芸)