doi:10.11659/jjssx.09E019015

·基础研究·

创面放射性沾染的处置效果研究

李 娟,赵雅贞,冉永红,王 双,郝玉徽 (陆军军医大学军事预防医学系复合伤研究所,重庆 400038)

[摘 要] **目的** 探讨不同药物对创面放射性沾染的治疗与洗消效果。**方法** 使用SD大鼠建立放射复合伤模型,建模后将SD大鼠随机均分为4组(对照组、复合中药膏组、纳米银组、负压引流敷料组)。对照组不敷药,创面用碘伏酒精擦拭后用纱布包扎;负压引流敷料组采用自适性负压引流敷料覆盖创面包扎,其余2组分别敷药后用纱布包扎。4组连续7 d换药,并分别在7、14、21 d取材,制作病理切片,观察创面愈合情况。**结果** 建模后21 d,与对照组相比,其余3组所使用药物对创面愈合均有促进作用,差异有统计学意义($P<0.01$),其中复合中药膏组愈合最快最好。除对照组外的3个组创口放射性均降低,差异有统计学意义($P<0.01$),其中负压引流敷料组创口的放射性最小,说明负压引流敷料块对放射性沾染物的吸附作用高于纱布块的吸附作用。**结论** 复合中药膏与负压引流敷料联合应用对于创面放射性沾染的处理既能更好地降低放射性,也能促进创口的愈合。

[关键词] 皮肤创面;放射;沾染;复合中药膏;负压引流敷料
[中图分类号] R818 [文献标识码] A [收稿日期] 2019-09-16

Treatment effect of wound radioactive contamination

LI Juan, ZHAO Ya-zhen, RAN Yong-hong, WANG Shuang, HAO Yu-hui (Burns and Combined Injury, Institute of Combined Injury, College of Preventive Medicine, Army Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To explore the effects of various drugs on the treatment and decontamination of radioactive contamination of wounds. **Methods** SD rats were used to establish the model of radiation complex injury, which were randomly divided into 4 groups (control group, compound Chinese medicine cream group, nano-silver group, negative pressure drainage dressing group). In the control group, no dressing was applied, and the wounds were wiped with iodophor and then wrapped with gauze. In the negative pressure drainage dressing group, the wound was covered with adaptive negative pressure drainage dressing, and the other groups were covered with gauze after application. The dressing was changed every day until 7 days later. Pathological sections were made from rat tissues on 7, 14, 21 days respectively to observe the wound healing. **Results** On the 21st day of the experiment, compared with the control group, the drugs used in the other groups could promote and accelerate the wound healing, the differences were statistically significant ($P<0.01$), and the compound Chinese medicine

[基金项目] 军队后勤重大项目(AWS13J002;AWS14J002);陆军军医大学军事医学科研课题(2018XYY02);军队医学科技青年培训计划拔尖项目(19QNP006);火箭军后勤部应用基础研究项目(CEP17J011)

[通信作者] 郝玉徽,E-mail:haoyuhui123@sina.com

[9] 李飞栋,覃巧云. 超声引导下经皮肝胆管穿刺引流术治疗恶性梗阻性黄疸的应用价值[J]. 山西医药杂志,2016,45(11):1256-1258. doi:10.3969/j.issn.0253-9926.2016.011.004.
[10] 李悦悦,刘 毅,李艳君, 等. 101例恶性梗阻性黄疸行经皮肝脏穿刺胆道引流术后胆道感染及抗感染治疗分析[J]. 药学实践杂志,2016,34(6):556-559. doi:10.3969/j.issn.1006-0111.2016.06.018.
[11] 朱玉胜,黄太满,田德名,等. 单纯X线引导与联合超声定位导向PTCD介入治疗梗阻性黄疸的临床研究[J]. 蚌埠医学院学报,2018,43(8):1076-1079. doi:10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2018.08.031.
[12] 陈杰桓,张伟娜,莫志康,等. 超声引导下PTCD并发症的防治策略[J]. 中华肝脏外科手术学电子杂志,2019,8(4):344-348. doi:10.3877/cma.j.issn.2095-3232.2019.04.015.
[13] 李 广,李 宁,张宪峰,等. 超声定位联合PTCD治疗低位恶性梗阻性黄疸的临床价值分析[J]. 东南大学学报(医学版),2019,38(5):824-829. doi:10.3969/j.issn.1671-6264.2019.05.011.
[14] 陈永坚,詹祖亮. 超声引导下PTCD联合外科保守治疗恶性梗阻性黄疸分析体会[J]. 中外医疗,2017,36(19):7-9. doi:10.16662/j.cnki.1674-0742.2017.19.
[15] 李发旺. 阻塞性黄疸行PTCD术后发生感染影响因素分析与对策[J]. 影像研究与医学应用,2019,3(1):141-142. doi:10.3969/j.issn.2096-3807.2019.01.091.
[16] 石明涛,余宇潇,赵开飞,等. PTCD/PTBS治疗恶性梗阻性黄疸所致并发症及其防治的研究进展[J]. 海南医学,2018,29(11):1564-1567. doi:10.3969/j.issn.1003-6350.2018.11.025.
[17] Iwano H, Ryozawa S, Ishigaki N, et al. Unilateral versus bilateral drainage using self-expandable metallic stent for unresectable hilar biliary obstruction[J]. Dig Endosc, 2011, 23(1):43-48. doi:10.1111/j.1443-1661.2010.01036.x.
[18] Wu J, Song L, Zhang Y, et al. Efficacy of percutaneous transhepatic cholangiodrainage (PTCD) in patients with unresectable pancreatic cancer[J]. Tumour Biol, 2014, 35(3):2753-2757. doi:10.1007/s13277-013-1363-1.

(编辑:魏 源)

cream group healed fastest. The wound radioactivity in all three groups except the control group decreased, the differences were statistically significant ($P<0.01$), and the wound radioactivity in the negative pressure drainage dressing group was the least, which shows that the adsorption effect of the negative pressure drainage dressing block on radioactive contamination is higher than gauze. **Conclusion** The combination of compound Chinese medicinal cream and negative pressure drainage dressing for treating radioactive contamination of wounds can not only reduce radioactivity, but also promote wound healing.

Keywords: skin wound;radiation;contamination;compound Chinese medicine cream;dressing combined with negative pressure drainage

放射性物质越来越广泛地运用在核能、军事、医疗、科研等领域,但同时核事故、核爆炸、核恐怖袭击等也可导致放射性污染的发生。放射性物质泄漏和释放对人员造成污染时,最常见的是体表沾染,可引起放射性皮肤损伤,若不及时清除,放射性核素还可能通过伤口、食管、呼吸道和毛孔等途径进入机体,引起体内污染及内照射损伤,也可能引起放射性物质扩散,造成环境污染和其他人员的损伤[1]。贫铀(depleted uranium,DU)通常被认为是一种新兴污染物[2],是比天然铀包含的裂变同位素 235U 少的铀,是去除浓缩铀后剩下的残余物,也可能是由核反应堆燃料的后处理产生的[3]。DU 进入体内的途径包括呼吸道吸入、消化道吸收、弹片嵌入和伤口沾染等。DU 中毒可能产生辐射损伤和化学损伤,造成机体病变,如果 DU 在体内常年蓄积,则会给人体带来长期的危害[4]。肾是最易受 DU 损害的部位,DU 可能导致肾小管坏死[2]。DU 暴露还与某些癌症的发生有关[5]。海湾战争后,伊拉克地区乳腺癌、肺癌、白血病及淋巴瘤的发病率比战前高了 2~3 倍[6]。目前有研究已经合成了多种化合物并测试了其与 DU 螯合的适用性,但是其中许多化合物显示出较差的组织特异性和高毒性,从而未在临床应用,其他化合物如乙烷-1-羟基-1,1-双膦酸酯(Ethane-1-hydroxy-1,1-bisphosphonate,EHBP)、3,4,3-LI(1,2-HOPO)等显示出良好的疗效,但仍处于临床前阶段[3]。而多种原因导致的皮肤破损创面的治疗是临床常见的问题,如何促进创面的愈合并提高愈合质量是人们关注的焦点,因此,本研究结合创面与放射性沾染,探讨不同药物对其处置的效果,以期为创面放射性沾染的治疗促愈提供新方法。

1 材料与方法

1.1 材料准备与制备

本研究 80 只雄性 SD 大鼠,体质量(200±20)g,购于陆军军医大学第三附属医院;过滤细菌后的 50 mmol/L 的 DU 溶液、纳米银、复合中药膏、便携式辐射测量仪(Thermo,B20-ER)由陆军军医大学预防医学系提供;二亚乙基三胺五乙酸(pentetic caid,DTPA)购于上海生工生物工程股份有限公司;维思迪自适性负压引流敷料(鲁青械备 20172640792 号)、德维可医用杀菌液体敷料(鲁青械备 201600652)购于陆军军医大学第一附属医院;3% 戊巴比妥钠、灭菌纱布、75% 酒精、碘伏、灭菌手术剪、一次性医用灭菌手套、帽子和口罩等耗材购于国润平台。复方中药膏由地榆、当归、桃仁、白芷、血竭、冰片、罂粟壳、紫草、金银花、五倍子、黄连、黄柏、红花、大黄、苦参、苍术、黄芩、赤芍等中药经浸泡、煎煮、浓缩、收膏后以麻油混合而成,呈半流体状,置于 4 ℃封存备用。

1.2 方法

本实验采用切除性伤口模型[7]。SD 大鼠用 3% 戊巴比妥钠按照 30 mg/kg 体质量肌肉注射麻醉,麻醉起效后用宠物剃毛器剃去背部大于 2 cm×2 cm 面积的毛发,固定背部,用边长 2 cm 的正方形图章在背部印出印记,在无菌操作台下用碘伏和酒精进行皮肤消毒,用手术刀沿印记切出边长 2 cm 的方形创口,深度及全层皮肤,不伤及皮下筋膜层,在创面滴加涂抹 50 mmol/L的 DU 溶液 500 μL。待 DU 溶液完全被创面吸收后,用便携式辐射测量仪在距离创面 1~2 cm 处读取 αβ 总值,重复 3 次,1 h 后用 500 μL DTPA 冲洗。将 80 只 SD 大鼠随机均分为 4 组,每组 20 只,即对照组、纳米银组、复合中药膏组和负压引流敷料组。每组大鼠分笼饲养,自由进食水,自建模用 DTPA 冲洗后 4 h 开始敷药治疗,每天对大鼠背部的创面进行处理,用酒精棉球,沾去创面上的粉尘、木屑,最后按不同分组(对照组不敷药),将相应的药物均匀涂于创面表面,除负压引流敷料组用维思迪自适性负压引流敷料包扎,其余 3 组均用灭菌纱布包扎,每日换药包扎 1 次,连续 7 d。在第 2 天换药时,用便携式辐射测量仪对各组创面和拆下来的纱布或敷料块进行 αβ 总值测量,重复 3 次。创面愈合面积分析在建模后 3、7、14、21 d 进行,固定大鼠背部,对创面进行拍照,并进行创面面积描绘,用软件 Image J 计算伤口面积,创面愈合率=(原创面面积-现创面面积)/原创面面积×100%。分别于建模后 7、14、21 d 观察各组大鼠伤口愈合情况,每组随机取 5 只处死,描记伤口面积并拍照,取创面皮肤组织冻存备用。大鼠背部创面皮肤标本置于 4% 甲醛溶液固定,经脱水、透明、浸蜡、包埋及切片后行苏木精伊红(HE)常规组织学染色,光镜观察拍照。检测肉芽组织内羟脯氨酸含量。

1.3 统计学处理

应用统计软件 SPSS 21.0 对所测实验数据进行分析,统计数据采用均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。组间差异比较采用单因素方差分析(one way ANOVA),组间两两比较采用 q 检验(LSD 法)。$P<0.01$ 代表差异有统计学意义。

2 结果

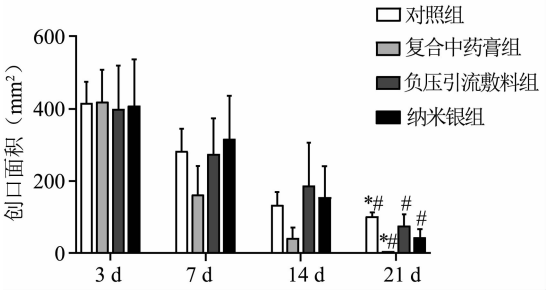
2.1 创口面积描绘

纳米银组、复合中药膏组、负压引流敷料组创口面积愈合在建模后 21 d 均优于对照组($P<0.01$),建模后 7 d 复合中药膏组伤口面积减少最多,建模后 21 d 完成伤口闭合,差异有统计学意义($P<0.01$)。建模后 3 d 各组包扎后创口干燥无渗出,创面无明显缩小;建模后 7 d,对照组结痂破裂有炎性渗出,复合中药膏组出现肉芽组织,创面明显缩小,负压引流敷料组和纳米银组创面无明显变化;建模后 14 d 各组创面干燥,无感染,面积明显缩小,被肉芽组织填充;建模后 21 d,复合中药膏组创面完全愈合,且瘢痕不明显,其余组均未完全愈合,对照组创面面积最大,其次是负压引流敷料组;建模后 21 d 各组分别与建模后 3 d 进行同组对比,差异有统计学意义($P<0.01$),见表 1、图 1 和图 2。

表 1 各组创面面积及愈合率比较($\bar{x} \pm s$, $n=20$)

组别	创面面积(mm²)				愈合率(%)		
	3 d	7 d	14 d	21 d	7 d	14 d	21 d
对照组	418.25 ± 58.03	286.18 ± 58.49	134.11 ± 35.16	103.10 ± 10.32	31.58 ± 3.12	53.14 ± 5.21	23.12 ± 3.78
复合中药膏组	421.10 ± 88.37	163.93 ± 77.18 *	43.41 ± 27.48 *	2.68 ± 1.72 *	37.32 ± 4.45	83.55 ± 6.76	93.82 ± 5.64
负压引流敷料组	410.82 ± 117.86	276.21 ± 97.01 *	188.13 ± 118.85 *	78.00 ± 28.21 *#	32.76 ± 2.43	31.89 ± 3.34	58.54 ± 4.57
纳米银组	408.00 ± 127.77	319.54 ± 118.62 *	157.11 ± 84.99 *	45.25 ± 21.78 *#	21.68 ± 2.65	50.83 ± 5.08	71.20 ± 5.95

*:与对照组对比,$P<0.01$;#:与复合中药膏组对比,$P<0.01$



*:与同时间点其他组比较,$P<0.01$;#:与各自所在组第 3 天比较,$P<0.01$

图 1 各组皮肤创口面积变化

2.2 HE 染色

建模后 7 d,对照组出现炎性细胞浸润,肉芽组织较薄;复合中药膏组新生肉芽组织较厚,大量炎性细胞浸润,出现新生血管;负压引流敷料组出现炎性细胞浸润,肉芽组织较薄;纳米银组肉芽组织较厚,出现成纤维细胞。建模后 14 d,对照组成纤维细胞增多;复合中药膏组肉芽组织继续变厚,出现大量成纤维细胞;负压引流敷料组炎性细胞减少,出现少量的成纤维细胞;纳米银组肉芽组织增厚,出现少量成纤维细胞。建模后 21 d,对照组创面新生表皮较薄且层次较为凌乱,有较多成纤维细胞;复合中药膏组新生表皮较厚且层次分明,出现较多毛囊;负压引流敷料组和纳米银组新生表皮较薄且层次不分明,有少量成纤维细胞(图 3)。

2.3 放射性检测结果

创口敷药后,各组 αβ 总值均降低,纳米银组、复合中药膏组、负压引流敷料组均小于对照组,其中负压引流敷料组降低最多,差异有统计学意义($P<0.01$),见图 4。创口治疗包扎后,对各组敷料或纱布进行放射检测,结果显示,纱布及敷料组的放射性均升高,其中自适性负压引流敷料的放射性最高,差异有统计学意义($P<0.01$),见图 5,说明此敷料能更多地吸附创口的放射性。

2.4 羟脯氨酸水平比较

各组治疗后肉芽组织内羟脯氨酸水平均随时间推移有所上升,其中纳米银组、复合中药膏组和负压引流敷料组的上升幅度均大于对照组,复合中药膏组肉芽组织内羟脯氨酸水平最高,差异有统计学意义($P<0.01$),见图 6。

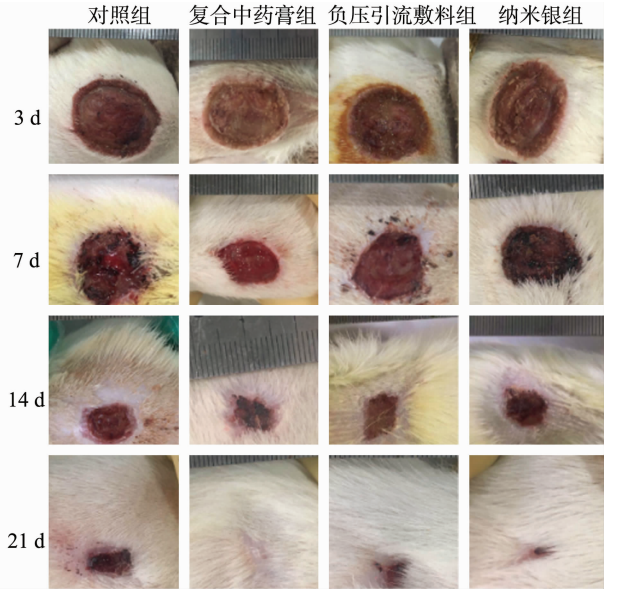


图 2 切创后不同时间皮肤创面愈合情况

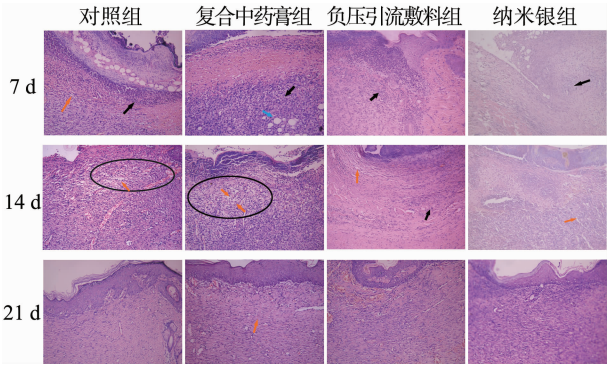
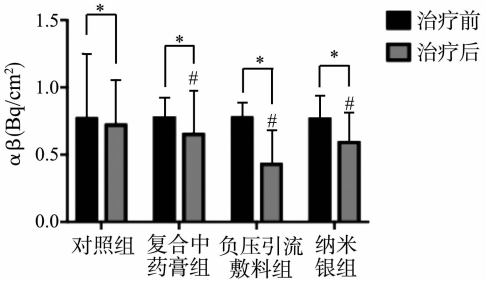
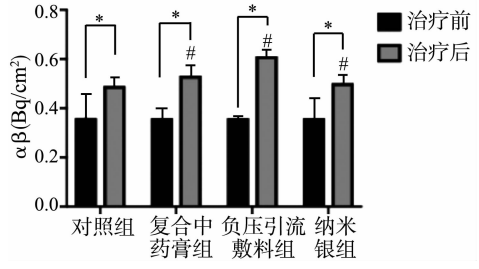


图 3 切创后皮肤组织 HE 染色结果(HE ×200)



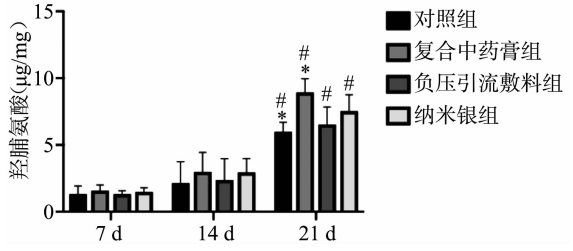
*:各组治疗前后对比,$P<0.01$;#:与对照组治疗后对比,$P<0.01$

图 4 各组治疗前后创口放射剂量变化



*:各组治疗前后对比,$P<0.01$;#:与对照组治疗后对比,$P<0.01$

图 5 各组敷料吸附的放射性变化



*:与同时间点其他组比较,$P<0.01$;#:与各自所在组第 7 天比较,$P<0.01$

图 6 各组羟脯氨酸含量变化

3 讨论

在发生重大核事故或放射性事故时,皮肤是最有可能被污染的部位[3]。并且,在核工业研究实验室和核医学部门中也可能发生涉及放射性核素污染皮肤的事故[8]。研究发现,完整和破损皮肤对铀的吸收率分别约为 0.4% 和 38%[3],因此,破损皮肤是进行核沾染实验建模的首要选择。DU 通过破损的皮肤进入机体后,可达到全身循环并扩散[3],因此,将 DU 建立核沾染模型。在去除放射性沾染方面 DTPA 比较常用。DTPA 是一种螯合剂,用于促进受污染个体的放射性核素的消除[3]。Tazrart 等[9]研究放射性污染在冷冻猪皮和新鲜猪皮中的浓度及其分布中推荐使用 DTPA 去除皮肤表面的放射性沾染,该研究认为这是特别有效的方法,即使皮肤长时间(24 h)沾染放射性核素,DTPA 仍然是最有效的去污方法。因此,本研究在对 SD 大鼠建模(受贫铀放射性沾染)1 h 后,用 DTPA 进行冲洗,可初步有效减少创面放射性沾染。不仅如此,许多其他螯合剂已经合成,并且研究人员评估了其在体内对 DU 的脱附效率,其中具有较低组织特异性和高毒性的药物已被改性为令人满意的螯合剂。例如:聚氨基羧酸由 DTPA 和乙二胺四乙酸(EDTA)合成,EDTA 是用于体内铀脱除的原始配体,DTPA 则被认为是体内螯合铀的金标准,通常用作阳性对照;还有碳酸氢盐能更容易与铀酰离子形成络合物,且碳酸氢盐具有较小的肾毒性,在体内更稳定,可以经肾迅速过滤[3]。

创面修复是一个复杂而有序的生物学过程,主要经过炎症期、增殖期、组织重构 3 个阶段[10]。研究显示,中药具有改善创面愈合的巨大潜力[11]。在中药的研究中很多处方取得较好的效果。如 Lv 等[12]采用中药与西药结合治疗深度烧伤,结果显示,在中药浴的基础上,中西药组合治疗残留烧伤创面明显优于仅用中药膏(磺胺嘧啶银霜),具有愈合快、疼痛轻、无明显疤痕、住院时间短的优点;Liu 等[13]在研究中药水疗结合磁疗对儿童深Ⅱ度烧伤创面愈合后瘢痕的治疗作用中发现,在局部使用抗瘢痕形成药物和加压疗法的基础上,将水疗与中药和磁疗相结合可以显著降低儿童深Ⅱ度烧伤创面愈合后形成的增生、疼痛及瘙痒程度,改善儿童的生活质量,促进功能恢复,并减少畸形的发生;Zhao 等[14]在研究中药膏对皮肤损伤的愈合作用和抗炎作用中发现,中药膏可以促进受损皮肤的愈合并减轻创面炎症,还对创面的病原菌有很强的抑制作用,可以明显改善创面的愈合,并有效地治疗皮炎、湿疹等皮肤病;Martein-Granados 等[15]发现,电刺激具有有效治疗创面的潜力;Farzadinia 等[16]在研究蜂蜜和芦荟软膏的抗菌性和促创面愈合性中发现,传统的芦荟软膏富含治疗性生物材料和矿物质,可以通过增加血管生成,促进核细胞和成纤维细胞的分化和增殖等多种愈合作用来加快创面愈合的速度。因此,本研究采用中药膏治疗放射性创面,以期促进创面愈合,降低创面放射性沾染。本研究采用的复合中药膏是由五倍子、黄连、黄柏、红花、大黄、苦参、苍术、黄芩、赤芍等组成,其中黄柏主要含有小檗碱和黄柏碱,具有消炎、抗真

菌[16]、清热燥湿的作用[17];金银花味甘,性寒,能清热解毒;黄连具有清热燥湿、凉血解毒的功效。黄芩苷能去除氧化自由基,改变局部组织的氧供环境,增强免疫力,减轻局部炎症反应;当归则具有活血养血的功效[18]。细胞因子在创伤修复中起着重要的作用,不仅有助于炎症细胞的趋化,还能促进成纤维细胞和血管内皮细胞增殖,有利于基质的形成。而中药(尤其是清热类中药)可通过增强或抑制巨噬细胞的分泌,刺激巨噬细胞产生炎症反应的促进剂——细胞因子,抑制白细胞向炎区游走,提高血中淋巴细胞转化值来促进淋巴细胞转化以及影响抗体生成等的免疫调节作用,促进创伤修复[19]。创伤后瘢痕是必然的结果,复合中药膏使羟脯氨酸的含量明显下降,瘢痕的纤维化明显减轻,诱导瘢痕细胞凋亡。综上,复合中药膏不仅能促进创面肉芽组织成纤维细胞的生成,体现中医"生肌"功效,还能通过免疫调节等功能达到促愈作用,体现中医药的"清热解毒"等功效。因此,复合中药膏较其他3组更能显著促进创面愈合。

传统的创面敷料主要是纱布、绷带、棉花等,作用仅限于为创面提供治疗药物,止血和防止水、电解质以及其他外源物质刺激,以加速创面愈合[20]。纱布作为创面敷料也存在很多缺点,如易与创面粘连,换药时会产生二次损伤,加重患者疼痛感,另外,纱布无法阻挡外界细菌感染等[21]。而德维可则是一种应用较为广泛的一种杀菌液,具有消毒杀菌、冲洗清洁和润滑保湿等作用[22]。德维可结合维思迪自适性负压引流敷料的负压引流敷料组在吸附创面放射性方面明显优于其他3组,所以我们可以合理地结合维思迪自适性负压引流敷料与复合中药膏应用于创面放射性沾染,既能更好地降低放射性,也能加速促进创面的愈合。但本课题组未进一步观察体内核素沾染情况,下一步将研究药物促进体内核素排放的效果。

[参考文献]

[1] 原维鸿,沈先荣,刘 琼,等.钴锰放射性核素皮肤沾染去污剂的初步研制[J].解放军医学志,2018,43(1):69-74. doi:10.11855/j.issn.0577-7402.2018.01.14.

[2] Faa A,Gerosa C,Fanni D,et al. Depleted uranium and human health[J]. Curr MedChem,2018,25(1):49-64. doi:10.2174/0929867324666170426102343.

[3] Yue YC,Li MF,Wang HB ,et al. The toxicological mechanisms and detoxification of depleted uranium exposure[J]. Enviro Health Pre Med,2018,23(1):18. doi:10.1186/s12199-018-0706-3.

[4] 刘玉龙,李明华,孙晓亮,等.贫铀的毒性及解毒促排药物研究进展[J].解放军药学学报,2014,30(5):454-458. doi:10.3969/j.issn.1008-9926.2014.05.024.

[5] Cappello F,Macario Alberto JL. Depleted uranium induces human carcinogenesis involving the immune and chaperoning systems:realities and working hypotheses[J]. Med Hypotheses,2019,124:26-30. doi:10.1016/j.mehy.2019.01.018.

[6] 岳永超,李明华,冀 楠,等.贫铀的体内外毒性及流行病学研究进展[J].现代生物医学进展,2018,18(14):2784-2787. doi:10.13241/j.cnki.pmb.2018.14.041.

[7] 高富雷,王丹茹,张余光.创伤愈合动物模型的研究进展[J].中国美容医学杂志,2007,16(2):278-281. doi:10.3969/j.issn.1008-6455.2007.02.057.

[8] Nishad DK,Bhalla S,Khanna K,et al. Decontamination of Rat and Human skin experimentally contaminated with 99mTc,201Tl & 131I radionuclides using 'Dermadecon'—a skin decontamination kit:an efficacy study[J]. Cutan Ocular Toxicol,2018,37(1):1-8. doi:10.1080/15569527.2017.1315127.

[9] Tazrart A,Bolzinger MA,Moureau A,et al. Penetration and decontamination of americium-241 ex vivo using fresh and frozen pig skin[J]. Chem Biol Interact,2017,267:40-47. doi:10.1016/j.cbi.2016.05.027.

[10] 霍双枝,施 萍,庞希宁.人羊膜负载人羊膜间充质干细胞对SD大鼠皮肤创面愈合的影响[J].中国医学科学院学报,2011,33(6):611-614. doi:10.3881/j.issn.1000-503X.2011.06.005.

[11] Chen L,Hou Q,Zhou ZZ,et al. Comparative proteomic analysis of the effect of the four-herb chinese medicine ANBP on promoting mouse skin wound healing[J]. Int J Low Extrem Wounds,2017,16(3):154-162. doi:10.1177/1534734617720623.

[12] Lv G,Cai L,Yu J. Effectiveness of traditional Chinese medicine and Western medicine in treating residual deep burn wound[J]. Chin J Surg Integr Tradit West Med,2010,24(8):937-939. doi:10.3969/j.issn.1007-6948.2011.06.007.

[13] Liu R,Cao WH,Liu HL,et al. Effects of hydrotherapy with traditional Chinese medicine and magnetotherapy on treatment of scars after healing of deep partial-thickness burn wounds in children[J]. Chin J Burns,2018,34(8):516-521. doi:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.08.007.

[14] Zhao W,Zhang R,Ma C,et al. Study on the wound healing ,anti-inflammation and anti-bacterial activities of Jinjianling cream:a Chinese herbal compound[J]. Pak J Pharm Sci,2019,32(3 Special):1361-1370.

[15] Martin-Granados C,McCaig CD. Harnessing the electric spark of life to cure skin wounds[J]. Adv Wound Care,2014,3(2):127-138. doi:10.1089/wound.2013.0451.

[16] Farzadinia P,Jofreh N,Khatamsaz S,et al. Anti-inflammatory and wound healing activities of aloe vera,honey and study on the wound healing,anti-inflammation and anti-bacterial activities of Jinjianling cream:a Chinese herbal compound milk ointment on second-degree burns in rats[J]. Int J Low Extrem Wound,2016,15(3):241-247. doi:10.1177/1534734616645031.

[17] 姚 俊,赵 霞.复方黄柏液最新临床应用进展[J].中国新药杂志,2014,23(3):308-312.

[18] 张硕峰,贾占红,吴金英,等.复方黄柏液对家兔皮肤破损创口愈合的影响及其抗菌活性[J].中国新药杂志,2014,23(11):1330-1332.

[19] 陈朝晖.复方紫归膏在大鼠创口皮肤愈合中的作用及机理研究[D].成都:成都中医药大学,2010.

[20] Anitha A,Sowmya S,Sudheesh Kumar PT,et al. Chitin and chitosan in selected biomedical applications[J]. Prog Polym Sci,2014,9(9):1644-1667. doi:10.1016/j.progpolymsci.2014.02.008.

[21] 张永勤,田 敏,张 捷,等.壳聚糖及其衍生物在创口敷料中的应用研究新进展[J].青岛科技大学学报(自然科学版),2016(6):591-598. doi:10.16351/j.1672-6987.2016.06.001.

[22] 辛月颖.德维可治疗糖尿病足的疗效观察[J].中国医药指南,2018,16(36):83. doi:10.15912/j.cnki.gocm.2018.36.058.

(编辑:左艳芳)