

• 基础研究 •

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.10.008

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250509.1040.007\(2025-05-09\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250509.1040.007(2025-05-09))烧伤痂皮组织活细胞提取回植联合人工真皮支架
覆盖治疗深Ⅱ度烧伤创面的实验研究^{*}陈 蕾¹,方高丰²,高特生^{1△}

(嘉兴市中医医院:1.麻醉科;2.烧伤整形科,浙江嘉兴 314000)

[摘要] **目的** 探讨烧伤痂皮组织活细胞提取回植联合人工真皮支架覆盖治疗深Ⅱ度烧伤创面的可行性。**方法** 将4头7~8月龄雌性巴马小型猪麻醉成功后于脊柱两侧各建立3个边长50 mm正方形皮肤深Ⅱ度烧伤创面模型(每个创面分为4个边长25 mm正方形部分),共24个创面。同侧创面分为真皮组和联合组,提取痂皮中的活细胞回植于联合组创面后再覆盖人工真皮支架,真皮组创面单纯覆盖人工真皮支架。分别于实验第7、14、21、28天麻醉后依次同时环钻切取各创面对应中央部分直径5 mm组织。行HE染色观察创面表皮覆盖率,Masson染色观察组织胶原含量,采用免疫组化比较Ki-67和CD31计数以了解创面细胞增殖速度,并观察创面毛细血管新生情况。**结果** 实验第7天两组创面均未见表皮覆盖,第14、21、28天联合组创面覆盖率高于真皮组,且联合组创面覆盖率随实验时间延长而增加($P<0.05$)。实验第7天联合组创面组织胶原含量高于真皮组($P<0.05$)。实验第7~28天联合组创面组织Ki-67表达水平平均高于真皮组($P<0.05$)。实验第7~28天两组CD31表达水平比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 烧伤痂皮组织活细胞提取回植联合人工真皮支架覆盖可部分修复深Ⅱ度烧伤创面。

[关键词] 深度烧伤;烧伤痂皮组织;活细胞提取;回植;人工真皮支架**[中图法分类号]** R644**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2025)10-2282-07Experimental study on extraction and transplantation of live cells from burn
scab tissue combined with artificial dermal scaffold coverage
for treating deepⅡ-degree burn wounds^{*}CHEN Lei¹,FANG Gaofeng²,GAO Tesheng^{1△}(1. Department of Anesthesiology;2. Department of Burn and Plastic Surgery, Jiaying
Hospital of Traditional Chinese Medicine, Jiaying, Zhejiang 314000, China)

[Abstract] **Objective** To explore the feasibility of extracting and transplanting the live cells from burn scab tissue combined with artificial dermal scaffold coverage for the treatment of deepⅡ-degree burn wounds. **Methods** Four female Bama miniature pigs aged 7 to 8 months were successfully anesthetized and 3 square skin deepⅡ-degree burn wound models with a side length of 50 mm were established on each side of the spine (each wound is divided into four parts of a square with a side length of 25 mm). A total of 24 wounds were established. The ipsilateral wounds were divided into the dermis group and the combination group. After the live cells from the scabs were extracted and replanted on the wound surface of the combined group, an artificial dermal scaffold was covered. The wound surface of the dermis group was simply covered with an artificial dermal scaffold. On 7, 14, 21, 28 d of the experiment, 5 mm diameter tissues corresponding to the central part of each wound surface after anesthesia were successively and simultaneously cut by circular drilling. The HE staining was performed to observe the coverage rate of wound epidermis, the Masson staining was used to observe the tissue collagen content, Ki-67 antigen was used to observe the proliferation rate of wound cells, and CD31 count was used to observe the neovascularization of wound capillaries. **Results** On 7 d of the experiment, no wound epidermis coverage was observed in both groups. The wound coverage rate on 14, 21, 28 d in the combination group was higher than that in the dermis group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$), moreover, the wound coverage rate in the combination group was increased with the

^{*} 基金项目:浙江省医药卫生科技计划项目(2023KY1225)。 [△] 通信作者, E-mail: hyw252678@163.com。

experimental time was extended ($P<0.05$). The collagen content on 7 d of experiment in the combination group was higher than that in the dermis group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). The Ki-67 expression level of the wound tissue on 7–28 d in the combination group was higher than that in the dermis group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in the CD31 expression level during 7–28 d of experiment between the two groups ($P>0.05$).

Conclusion The extraction and transplantation of live cells from deep burn scab tissue combined with artificial dermal scaffolds coverage could partially repair burn deep II-degree wound.

[Key words] deep burns; burn scab tissue; extraction of live cells; replanting; artificial dermis scaffold

大面积深度烧伤后常面临自身皮源严重不足的问题,导致创面修复困难^[1],成为临床治疗的主要难点之一。目前,微粒皮移植^[2]和Meek微型皮片移植^[3]等方法可在一定程度上利用有限的自体皮修复较大范围的深度烧伤创面。然而,对于自体皮源极度匮乏的特大面积烧伤患者,此类治疗策略仍显不足^[4]。值得注意的是,烧伤切削痂手术所去除的组织中实际上含有大量活细胞,包括部分上皮细胞^[5],但这些细胞在手术过程中常被废弃。若能有效提取这些细胞并回植至切痂创面,再配合理想的覆盖物(如人工真皮支架)为其提供良好的生存微环境^[6],将有助于细胞的分化与增殖,最终实现创面的有效覆盖^[7]。因此,本研究旨在探讨烧伤痂皮组织活细胞提取回植联合人工真皮支架覆盖治疗深度烧伤创面的可行性,现报道如下。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 实验动物

7~8月龄雌性巴马小型猪4头,体重20~25 kg/头,购自及时马(上海)实验动物设备有限公司,室温23~28℃适应性饲养2周。本实验通过滂立检测技术(上海)有限公司实验动物伦理委员会批准(审批号:PLJC24-0004-1),遵循国家有关实验动物管理和

使用的相关规定。

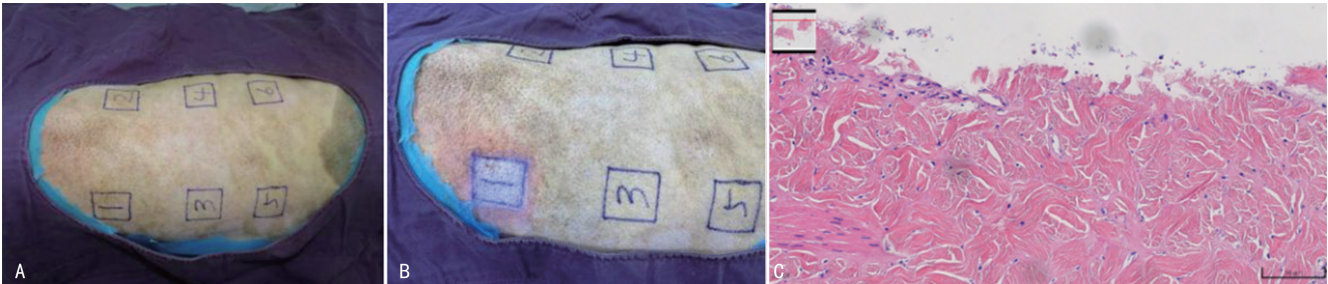
1.1.2 试剂与仪器

PBS、anti-ki67、anti-cd31、平滑肌肌动蛋白多克隆抗体购自杭州艾廷生物科技有限公司,Dispase分散酶II型、Collagenase胶原酶I型、Trypsin1:250胰蛋白酶购自翌圣生物科技(上海)股份有限公司;一次性表皮细胞分离器购自河南振德医疗用品股份有限公司;人工真皮支架(国械注进20163142717,生产批号210119,规格型号PN-R82060)购自郡是医疗器材(深圳)有限公司。

1.2 方法

1.2.1 猪深II度烧伤创面造模

实验前8 h禁食、2 h禁饮并行脱毛、备皮,异氟烷气管插管吸入麻醉,将猪俯卧位固定于动物实验操作台,以脊柱为分界线,每侧各设计3个边长50 mm正方形创面(每个创面分为4个边长25 mm正方形),各创面间隔80 mm。同侧创面分为单纯人工真皮支架覆盖创面组(真皮组)和活细胞提取回植联合人工真皮支架覆盖创面组(联合组),4头猪共24个创面。恒温烫伤仪加热至92℃,与背部皮肤垂直接触10 s,压力为1 kg^[8],制作深II度烧伤创面模型,病理学切片证实皮肤深II度烧伤模型建立成功,见图1。



A:猪俯卧位固定于动物实验操作台,以脊柱为分界线,每侧各设计3个边长50 mm正方形创面;B:1号创面完成深II度烧伤创面造模,局部痂皮形成;C:HE染色检查示表皮层损伤及脱落,真皮层胶原化,部分附属器坏死及缺失,少量炎症细胞浸润,符合深II度烧伤创面(40×)。

图1 猪背部创面设计及深II度烧伤创面造模

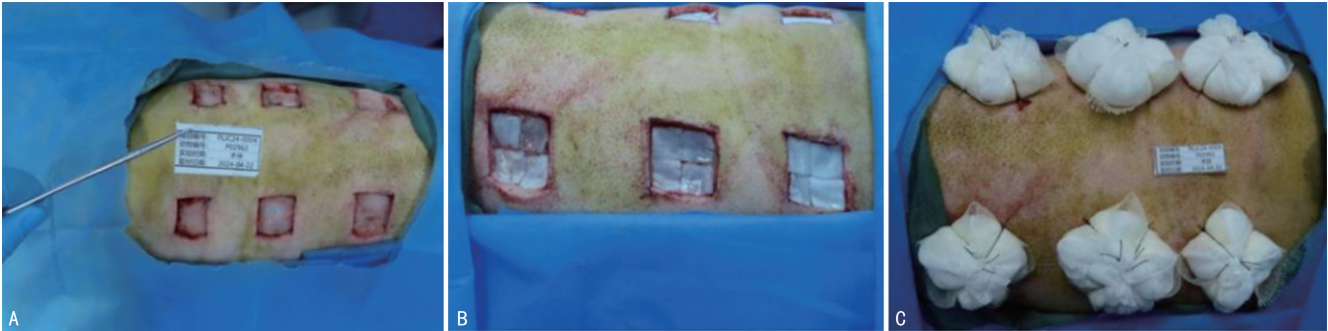
1.2.2 创面处理

0.5%聚维酮碘消毒背部3遍,铺无菌单。手术刀深筋膜上切取猪背部深度创面痂皮,切取组织剪除

皮下脂肪组织,手术刀刮除创面坏死痂皮,PBS清洗3遍,将组织修剪为1 mm×1 mm大小后放入含有100 U青霉素、100 U链霉素的PBS中,先后加入0.25%

胰蛋白酶、Dispase II 分解酶 II、0.1% Collagenase I 胶原酶,使用一次性表皮细胞分离器提取痂皮中的活细胞回植于联合组创面,再覆盖人工真皮支架,真皮

组创面直接覆盖人工真皮支架。局部覆盖凡士林纱布、无菌纱布包扎固定。术后每 3 天更换外层敷料,观察创面情况,见图 2。



A:猪麻醉后行背部深Ⅱ度创面切痂,图为切痂后背部创面;B:联合组创面痂皮活细胞提取移植后覆盖人工真皮支架,真皮组直接覆盖人工真皮支架,每个创面各分为 4 个小创面,便于后期标本提取;C:猪背部创面覆盖人工真皮支架后局部外敷凡士林纱布打包加压包扎,防止人工真皮移位。

图 2 猪背部烧伤创面切痂、人工真皮支架覆盖及包扎

1.2.3 组织标本的收集及处理

分别于实验第 7、14、21、28 天麻醉后依次同时环钻切取各创面对应中央部分 5 mm 组织^[9],浸泡于 100 mL/L 中性甲醛溶液中用于病理切片的制备。

1.2.4 HE 染色

创面组织乙醇和二甲苯中脱水后石蜡包埋,切为 4 μm 切片行常规 HE 染色,显微镜观察横断面表皮覆盖率。表皮修复评分标准:未见覆盖率为 0 分,覆盖率≤20%为 1 分,覆盖率>20%~50%为 2 分,覆盖率>50%~70%为 3 分,覆盖率>70%为 4 分。

1.2.5 Masson 染色

将切片铁苏木素染色液染 5~10 min,流水冲洗 3 次;使用酸性乙醇分化液及 Masson 蓝分化液分化和反蓝,并用流水冲洗数秒;丽春红品红染色液染色 5~10 min,流水冲洗;乙酸工作液洗片;依次用磷钼酸溶液、弱酸工作液、苯胺蓝染色液染色,无水乙醇脱水 3 次,二甲苯透明 3 次,镜下观察胶原纤维形成情况及胶原含量的变化。胶原含量评分标准:无为 0 分,>0~20%为 1 分,>20%~50%为 2 分,>50%~70%为 3 分,>70%为 4 分。

1.2.6 免疫组化

将烘干后的组织切片依次放入二甲苯 I、II 溶液中浸泡各 10 min 进行脱蜡;脱蜡后的组织切片依次放入无水乙醇、95%乙醇、80%乙醇、70%乙醇中浸泡各 5 min,流水冲洗 5 min;将组织置于 EDTA pH 9.0 缓冲液中煮沸 15 min,自然冷却至室温;PBS 冲洗 3 次;3%过氧化氢 37℃孵育 10 min;蒸馏水冲洗 3 次;PBS 冲洗 3 次;加入相应的一抗,4℃过夜;PBS 冲洗 3 次;室温下孵育 30 min;PBS 冲洗 3 次,蒸馏水洗;DAB 显色 5 min,自来水冲洗 10 min;苏木素复染 2

min,盐酸乙醇分化;自来水冲洗 10 min;无水乙醇脱水、二甲苯透明,中性树胶封片,待树胶完全凝固后,显微镜下观察。增殖细胞核抗原 Ki-67 免疫组化评估细胞增殖情况:在 40 倍镜下每张切片选择 5 个视野,对表达阳性信号的细胞计数取平均值。采用 CD31 免疫组化观察新生血管情况:颜色为淡黄、棕黄或黄褐色的单个内皮细胞及其簇,都作为 1 个血管进行统计。先在低倍镜下(40×)寻找富含微血管的区域,再利用 200 倍光镜观察创面,选择 5 个视野统计微血管数量,以微血管密度表示,微血管密度(个/mm²)=200 倍视野血管数/0.739^[10]。

1.3 统计学处理

采用 SPSS26.0 软件进行数据分析,计量资料以 M(Q₁,Q₃)表示,比较采用 Wilcoxon 秩和检验;重复测量分析采用 Friedman 检验,事后两两比较采用 Bonferroni 法校正,以 P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组创面组织表皮修复评分比较

实验第 7 天两组创面均未见表皮覆盖,第 14、21、28 天联合组创面修复评分高于真皮组,差异有统计学意义(P<0.05),且联合组创面修复评分随实验时间延长而增加(P<0.05),见表 1 和图 3、4。

表 1 两组创面组织表皮修复评分比较[M(Q ₁ ,Q ₃),分]							
组别	n	第 7 天	第 14 天	第 21 天	第 28 天	H	P
真皮组	12	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,1)	12.000	0.007
联合组	12	0(0,0)	1(1,1) ^a	2(1,2) ^a	2(2,2) ^{ab}	32.632	<0.001
Z		<0.001	4.707	4.529	4.255		
P		>0.999	<0.001	<0.001	<0.001		

^a:P<0.05,与同组第 7 天比较;^b:P<0.05,与同组第 14 天比较。

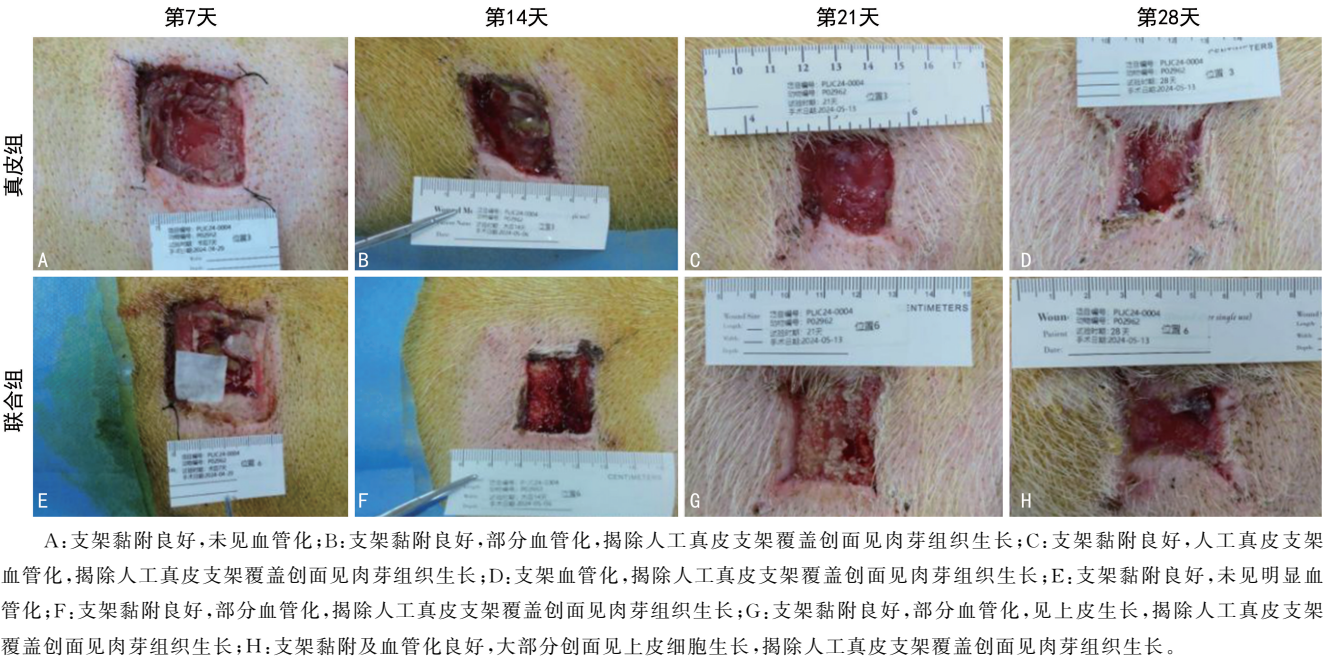


图 3 猪背部实验创面大体观

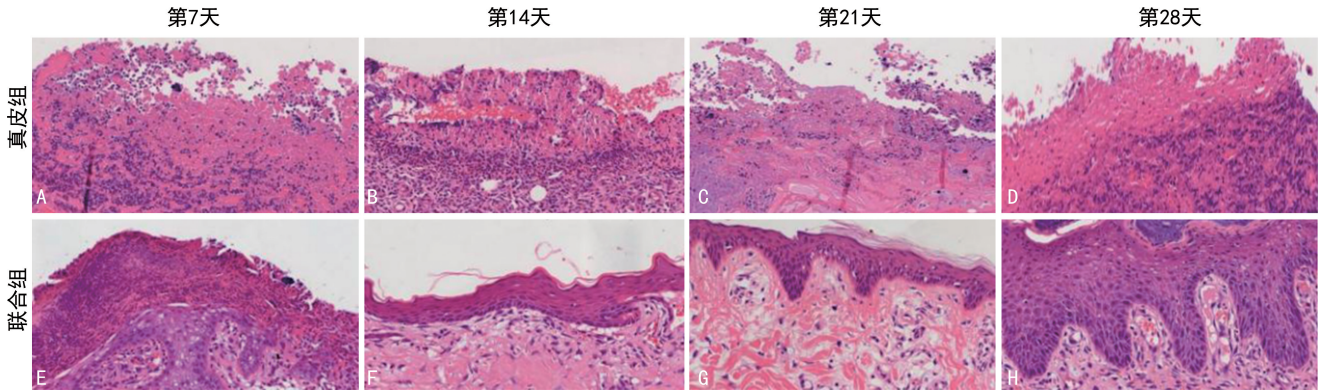


图 4 创面组织活检(HE 染色,40×)

2.2 两组创面组织胶原含量比较

实验第 7 天联合组创面组织胶原含量高于真皮组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 2。

表 2 两组创面组织胶原含量比较[$M(Q_1, Q_3)$, mg]					
组别	n	第 7 天	第 14 天	第 21 天	第 28 天
真皮组	12	0(0,1)	1(1,2)	2(2,2)	3(2,3)
联合组	12	1(1,2)	2(1,2)	3(2,3)	3(2,3)
Z		3.135	1.621	1.696	0.811
P		0.002	0.105	0.090	0.418

2.3 两组创面组织 Ki-67 表达水平比较

实验第 7~28 天联合组创面组织 Ki-67 表达水平均高于真皮组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 3、图 5。

2.4 两组 CD31 表达水平比较

实验第 7~28 天两组 CD31 表达水平比较,差异

无统计学意义($P>0.05$),见表 4、图 6。

表 3 两组创面组织 Ki-67 表达水平比较 [M(Q₁,Q₃),个/低倍镜]

组别	n	第 7 天	第 14 天	第 21 天	第 28 天
真皮组	12	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,51)
联合组	12	37(33,45)	75(70,78)	78(76,82)	76(70,84)
Z		4.446	4.447	4.454	4.060
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 4 两组 CD31 表达水平比较[M(Q₁,Q₃),个/mm²]

组别	n	第 7 天	第 14 天	第 21 天	第 28 天
真皮组	12	99(96,105)	56(50,62)	36(32,44)	22(20,26)
联合组	12	98(96,107)	56(52,60)	35(32,43)	23(19,26)
Z		0.058	0.175	0.406	0.058
P		0.954	0.861	0.685	0.953

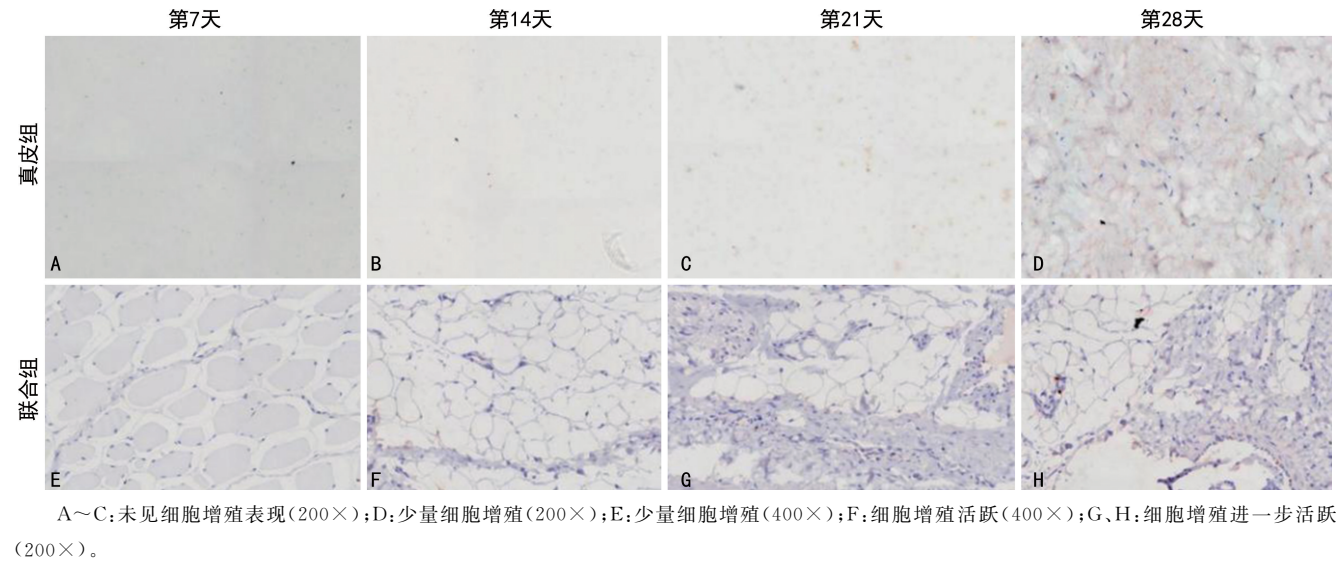


图 5 创面组织活检(Ki-67 免疫组化染色)

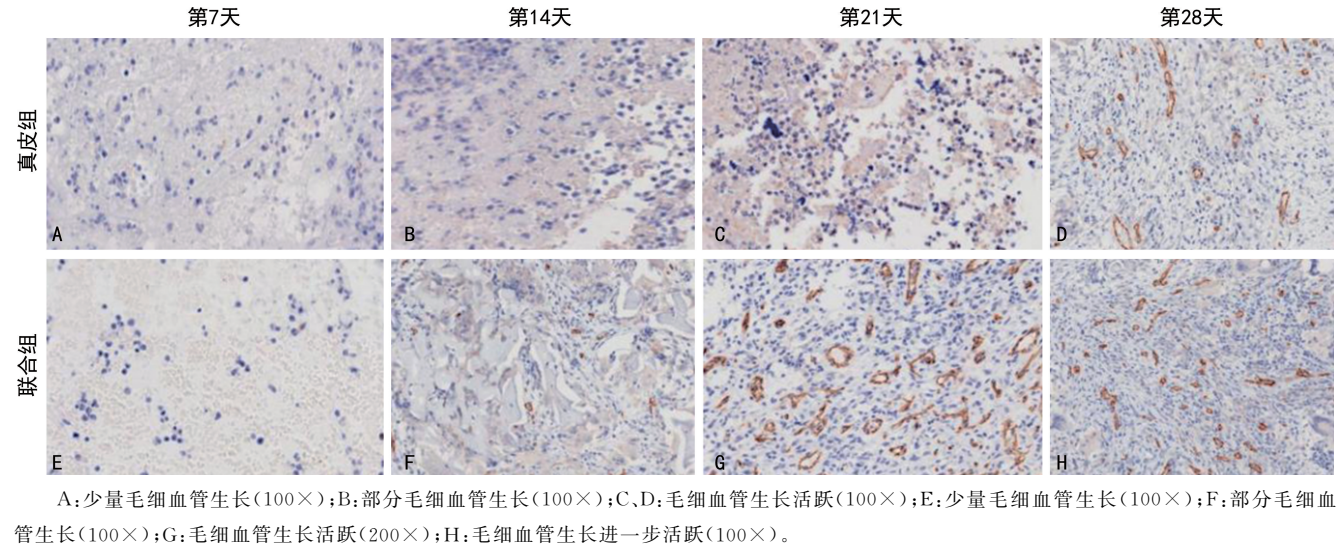


图 6 创面组织活检(CD31 免疫组化染色)

3 讨 论

在自体供皮区匮乏的情况下修复深度烧伤创面，是大面积深度烧伤救治过程中亟待解决的关键难题，因此寻找可替代的自体再生皮源成为重要研究方向。LIU 等^[11-12]采用重组人胶原水凝胶作为微粒皮移植植物覆盖物以促进全层皮肤缺损重建，还利用人工真皮支架作为覆盖材料发挥类似作用。然而，上述方法仍依赖从健康皮肤区域获取微粒皮。表皮干细胞作为皮肤及其附属器再生修复的关键功能细胞^[13]，具备体外扩增能力强、多向分化潜能等优势，能够促进汗腺、皮脂腺等皮肤附属器再生，并参与表皮重建过程^[14-15]。AMINI-NIK 等^[16]尝试从烧伤创面提取干细胞，经体外诱导分化为上皮层、血管化真皮层和皮下层结构用于创面修复，但该策略存在培养周期长、移植后存活率低、真皮结构不完整导致机械性能差等问题。

随着生物材料与制造技术的进步，多种人工真皮

支架已应用于临床^[17]。这些支架具有良好的组织相容性^[18]和无免疫原性^[19]，其疏松的三维多孔结构有利于血管长入和组织再生^[20]，并能促进血管生成，为细胞迁移、增殖及局部组织重建提供适宜的微环境，最终逐步被宿主组织替代^[21]，实现缺损组织的生理性结构与功能重建。此外，真皮支架可快速封闭创面，降低感染风险，并改善修复后皮肤的机械性能如柔韧性与黏弹性，目前已广泛应用于临床^[22-24]。

基于烧伤切痂手术对组织去除缺乏选择性，手术废弃组织中仍含有大量具有活力的皮肤细胞，本研究尝试从废弃烧伤痂皮中提取活细胞，回植至深Ⅱ度烧伤切痂创面，并覆盖人工真皮支架。实验结果显示，与真皮组比较，联合组随时间延长创面表皮修复评分明显增加，提示回植的上皮细胞在支架提供的适宜微环境中增殖活跃，并沿孔隙向上迁移覆盖创面。此外，第 28 天真皮组部分创面出现表皮覆盖，可能来源于创缘正常上皮细胞的迁移。Ki-67 作为核增殖标志

物可准确反映细胞增殖活性^[25-26]。本研究中,第 7~28 天联合组创面组织中 Ki-67 表达水平均高于真皮组($P<0.05$),表明回植细胞在支架保护下保持较高增殖能力,进一步证实活细胞移植联合支架覆盖对创面修复具有积极促进作用。

CD31 广泛表达于血管内皮细胞,其免疫组化检测常用于评估血管生成^[27-28]。人工真皮支架的成功修复关键在于早期血管化。本实验显示,第 7~28 天两组 CD31 表达水平比较差异无统计学意义($P>0.05$),说明活细胞回植未干扰支架的血管化过程,保障了治疗方案的可行性。皮肤胶原主要由成纤维细胞合成与分泌。实验第 7 天联合组胶原含量高于真皮组($P<0.05$),可能与回植细胞中含成纤维细胞并主动分泌胶原有关^[29-30];但随着时间延长,两组胶原含量趋于一致,具体机制有待进一步探讨。

综上所述,采用烧伤痂皮来源的活细胞回植联合人工真皮支架覆盖治疗深Ⅱ度烧伤创面,可促进部分创面上皮化,为特大面积烧伤患者皮源短缺问题提供一种缓解途径。本研究尚存在一定局限性:实验期内未见创面完全愈合,可能与回植细胞数量有限及观察时间较短有关,今后可探索增加自体表皮细胞数量或延长观察时间以优化效果。由于实验条件限制,未使用流式细胞术对提取细胞进行分型与计数,亦未探讨不同细胞比例移植的影响,后续需深入研究。此外,实验周期较短,未能评估远期瘢痕增生情况,这些均为未来研究需完善的方向。

参考文献

- [1] JESCHKE M G,VAN BAAR M E,CHOUDHRY M A,et al. Burn injury[J]. Nat Rev Dis Primers, 2020,6(1):11.
- [2] 肖仕初. 微型皮移植的创新与应用[J/CD]. 中华损伤与修复杂志(电子版),2023,18(2):184.
- [3] 闫甜甜,肖荣,王影,等. 人脐带间充质干细胞联合自体 Meek 微型皮片移植在大面积烧伤患者中应用的前瞻性研究[J]. 中华烧伤与创面修复杂志,2023,39(2):114-121.
- [4] 赵小红,郭熠城,陈泓豪,等. 复合人表皮干细胞的猪脱细胞真皮基质对裸鼠全层皮肤缺损创面愈合的影响[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2022,38(1):45-56.
- [5] 陈宏泽,刘晟,陈旭林. 水动力清创系统在大面积深Ⅱ度烧伤创面清创中的应用效果[J/CD]. 中华损伤与修复杂志(电子版),2024,19(4):314-318.

- [6] 孙佳辰,宋垚垚,申传安,等. 表皮和表皮干细胞衰老的研究进展[J/CD]. 中华损伤与修复杂志(电子版),2022,17(6):531-534.
- [7] 石志远,张博涵,孙佳辰,等. 表皮干细胞在皮肤创面修复中的作用与机制研究进展[J]. 中华烧伤与创面修复杂志,2022,38(9):854-858.
- [8] 张永存,王亮,鲁晋,等. 动物模型在烧伤研究中的应用及研究进展[J]. 中华烧伤杂志,2019,35(9):692-696.
- [9] 刘龙灿,鲜华,敖贤,等. 环钻切除术在治疗胸部多发性瘢痕疙瘩中的临床应用[J]. 中华整形外科杂志,2023,39(12):1277-1283.
- [10] CHAWLA N,KATARIA S P,AGGARWAL K,et al. Significance of vascular endothelial growth factor and CD31 and morphometric analysis of microvessel density by CD31 receptor expression as an adjuvant tool in diagnosis of psoriatic lesions of skin[J]. Indian J Pathol Microbiol, 2017, 60(2): 189-195.
- [11] LIU T,QIU C,LU H,et al. A novel recombinant human collagen hydrogel as minced split-thickness skin graft overlay to promote full-thickness skin defect reconstruction[J]. Burns, 2023, 49(1): 169-181.
- [12] LIU T,QIU C,BEN C,et al. One-step approach for full-thickness skin defect reconstruction in rats using minced split-thickness skin grafts with Pelnac overlay[J]. Burns Trauma, 2019, 7:19.
- [13] 季超,马艺程,贾倩倩,等. 自体表皮细胞扩增体系创新与临床应用[J/CD]. 中华损伤与修复杂志(电子版),2024,19(1):92.
- [14] 甄妙,李婧婷,王鹏,等. 对表皮干细胞外泌体影响增生性瘢痕成纤维细胞作用的观察[J/CD]. 中华损伤与修复杂志(电子版),2023,18(2): 134-143.
- [15] 高春辰,陈金安,王爱萍. 成体干细胞在糖尿病足治疗中的机制和应用研究进展[J]. 中华糖尿病杂志,2023,15(4):372-376.
- [16] AMINI-NIK S,DOLP R,EYLERT G,et al. Stem cells derived from burned skin:the future of burn care[J]. EBioMedicine, 2018, 37: 509-520.
- [17] 中国老年医学学会烧创伤分会. 天然真皮基质应用于创面修复的全国专家共识(2020 版)[J]. 中华烧伤杂志,2020,36(10):895-900.

[18] 吴晴晴,肖贵喜,贾立平,等.脱细胞猪小肠黏膜下层与猪脱细胞真皮基质作为真皮支架的对比研究[J].中国美容医学,2022,31(7):114-118.

[19] 王新刚,张惟,余朝恒,等.脱细胞真皮基质联合负压治疗修复深度皮肤缺损的临床疗效观察[J].中华急诊医学杂志,2022,31(6):828-830.

[20] 张晨晨,沈谦,李恭驰,等.3D打印脱细胞真皮基质皮肤复合支架及其与血管内皮细胞的体外生物相容性研究[J].中华实验外科杂志,2022,39(12):2349-2352.

[21] 陈继秋,朱世辉.基于生物材料构建人工真皮支架的研究进展[J].中华烧伤与创面修复杂志,2022,38(10):968-972.

[22] 蔡臻诚,林雪松,台运成.55例人工真皮支架联合自体大张刃厚皮片移植在创面修复体会[J].浙江创伤外科,2024,29(5):933-935.

[23] 吴磊,周济宏,杨婷,等.人工真皮替代物应用于伤口护理的研究进展[J].护理学报,2022,29(5):42-46.

[24] 刘慧丽,靳三丁.人工真皮支架植入联合自体刃厚皮移植术与自体中厚皮片移植术修复儿童四肢烧伤后瘢痕挛缩近期效果比较研究[J].河南外科学杂志,2024,30(6):102-104.

[25] MOULART F,OLEMANS C,DE SAINT AUBAIN N,et al. Squamous cell carcinoma of the nail apparatus: histopathology and immunohistochemistry correlation study[J]. J Cutan Pathol,2024,51(9):714-723.

[26] SATO N,TSUJIMOTO M,NAKATSUJI M, et al. Flow cytometric analysis for Ki67 assessment in formalin-fixed paraffin-embedded breast cancer tissue[J]. BMC Biol, 2024, 22(1):181.

[27] 魏雪,张万芳,王尤,等.心脏血管肉瘤 1 例并文献复习[J].国际肿瘤学杂志,2023,50(4):252-254.

[28] 董成功,陶园,李嘉庆,等.乳腺原发性血管肉瘤 2 例临床病理分析[J].中华普通外科杂志,2022,37(6):458-460.

[29] 刘高雨,罗鹏,史春梦,成纤维细胞重编程与创面修复的研究进展[J/CD].中华损伤与修复杂志(电子版),2024,19(2):176-179.

[30] 陈玲,李俊,李景云,等.低浓度皮肤组织肽对瘢痕疙瘩成纤维细胞功能及胶原蛋白表达的影响[J].中华预防医学杂志,2024,58(9):1397-1403.

(收稿日期:2025-02-28 修回日期:2025-06-29)
(编辑:袁皓伟)

(上接第 2281 页)

[25] 李尧,梁健,张春,等.恩替卡韦联合聚乙二醇干扰素-α2b 治疗代偿期乙型肝炎肝硬化患者疗效研究[J].实用肝脏病杂志,2024,27(2):226-229.

[26] 姚路远,刘云,杨茜,等. Wnt2/β-catenin 通路在 C57BL/6 小鼠肝再生修复中的变化[J].安徽医科大学学报,2023,58(5):753-759.

[27] 张鹏,陈昆,宋登辉,等.麦冬皂苷介导 Wnt/β-catenin 通路对大鼠肝部分切除后肝再生的影响[J].中华实用诊断与治疗杂志,2024,38(6):552-556.

[28] NISHIKAWA K,OSAWA Y,KIMURA K. Wnt/β-catenin signaling as a potential target for the treatment of liver cirrhosis using antifibrotic drugs[J]. Int J Mol Sci,2018,19(10):134-141.

[29] 林玉培,刘晓萍,罗银冰,等. Wnt 信号通路与肝再生的关系及其在肝脏疾病中的作用[J].临床肝胆病杂志,2024,40(5):1050-1056.

[30] ZHAO B,YE Z,GAO X,et al. Diwu Yanggan modulates the Wnt/β-catenin pathway and inhibits liver carcinogenesis signaling in 2-AAF/PH model rats[J]. Curr Med Sci,2019,39(6):913-919.

[31] 王晓玲. β-catenin/TCF、β-catenin/FOXO1 转录因子调控肝星状细胞改善肝脏纤维化的机制研究[D].太原:山西医科大学,2021.

[32] 郝少东,刘彩萍,李月廷,等.肝星状细胞活化相关信号通路在肝纤维化中的研究进展[J].胃肠病学和肝病杂志,2022,31(2):131-135.

(收稿日期:2025-02-25 修回日期:2025-06-11)
(编辑:姚雪)