

不同硬脊膜缝合修补方法预防脑脊液漏的动物实验研究

叶嘉靖, 洪正华, 褚斌祥, 陈 遥, 王章富, 朱 忠, 陈忠义, 陈海啸

(浙江省台州医院骨科 317000 台州临海)

【摘要】目的:通过动物实验研究,探讨不同的硬脊膜缝合修补方法预防脑脊液漏的效果。**方法:**选用猪的脊柱作为实验对象,获取完整的硬脊膜,将硬脊膜腔一端闭合,另一端连接输液器,通过调节输液器不同高度,可以获得 30、50、70、90cmH₂O 的压力,在硬脊膜上切开一个 15mm 长的切口,分别选择 PDS、Vicryl、Prolene 三种缝线(其中 PDS 缝线设为 A 组, Vicryl 缝线设为 B 组, Prolene 缝线设为 C 组),各缝线包括三种规格(4-0、5-0、6-0),分别使用间断缝合、普通连续缝合及锁边缝合方法进行缝合,缝合完成后打开输液器的滴管,计算渗透率[渗透率(ml/min)=每分钟从滴管流出的水滴容积],比较不同缝合线及缝合方法对硬脊膜的闭合效果,最后在缝线周围喷洒生物蛋白胶,再测量渗透率,进行比较。**结果:**在动物实验研究中, A 组和 C 组进行组内三种不同规格缝线比较,通过测量渗透率,结果差异无统计学意义($P>0.05$), PDS、Vicryl、Prolene 这三种缝线间比较,结果显示 Vicryl 5-0 比 PDS 5-0 和 Prolene 5-0 具有更低的渗透率,结果有统计学意义($P<0.05$),使用 Vicryl 5-0 缝线分别用间断缝合、普通连续缝合及锁边连续缝合方法缝合,结果显示三种缝合方法间比较差异无统计学意义($F=1.586, P>0.05$),使用生物蛋白胶后可以显著降低渗透率,对硬脊膜可以获得更好的密封效果,结果具有统计学意义($F=39.66, P<0.05$)。**结论:**使用 Vicryl 5-0 缝线修补硬脊膜可以降低脑脊液漏的发生率,三种缝合方法(间断缝合、普通连续缝合及连续锁边缝合)无显著差异,硬脊膜缝合后在其表面喷洒生物蛋白胶可以显著提高硬脊膜的密封效果。

【关键词】硬脊膜修补;脑脊液漏;并发症;生物蛋白胶;缝线;动物实验

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.06.11

中图分类号: R619 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2019)-06-0549-07

Experimental study on prevention of cerebrospinal fluid leakage by different dural suture methods in animals/YE Jiajing, HONG Zhenghua, CHU Binxiang, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2019, 29(6): 549-555

【Abstract】 Objectives: To explore the effect of different dural suture techniques in preventing cerebrospinal fluid leakage (CSFL) through animal experiments. **Methods:** The spine of pig was used as an experimental object. The intact spinal cord and dura were harvested. One end of the dura cavity was closed and the other end was connected to the infusion device which could adjust the pressure by different heights (30, 50, 70, 90cmH₂O). A 1.5cm durotomy was made by using a scalpel blade, then PDS(group A), Vicryl(group B) and Prolene(group C)(4-0, 5-0, 6-0, expectively) were selected to close the incision. Then, the drip tube of infusion set was opened. The flow rate of the fluid was measured by counting drops per minute from the drip chamber of the reservoir. The difference of the leakage flow rate by using different types of suture and different suture methods, including continuous locked versus, interrupted suture and running suture, and the effectiveness of fibrin glue. **Results:** In animal studies, there was no statistical difference between using PDS 4-0, 5-0, 6-0 and Prolene 4-0, 5-0, 6-0 suture. 5-0 vicryl was found to have significantly decreased leakage flow rate than 5-0 Prolene and 5-0 PDS II. There was no significant difference in the flow rate between the interrupted, running and continuous locked sutures ($F=1.586, P>0.05$). In most cases, leakage

基金项目:浙江省医药卫生科技计划项目(2019RC307)

第一作者简介:男(1987-),主治医师,医学硕士,研究方向:脊柱外科

电话:(0576)85120120 E-mail:yejiajing3535@126.com

通讯作者:洪正华 E-mail:hongzh@enzemed.com

occurred from the needle holes around sutures. The use of sealants could significantly reduce the leakage rate ($F=39.66$, $P<0.05$). **Conclusions:** The using of Vicryl suture to repair the dura can significantly reduce the leakage flow rate, there is no significant difference in the flow rate between the interrupted, running and continuous locked sutures. The using of fibrin glue can improve the sealing effect of dural.

【Key words】 Dural repair; Cerebral spinal fluid leak; Complication: Fibrin glue; Suture; Experiments on animals

【Author's address】 Taizhou Hospital of Zhejiang Province, Taizhou Enze Medical Center(Group), Taizhou, 317000, China

脑脊液漏(cerebrospinal fluid leakage, CSFL)是脊柱手术较常见的并发症,是由硬脊膜破损致脑脊液从手术切口或引流管流出。近年来,随着脊柱手术、特别是翻修手术及高龄患者的增多,CSFL 的发生率也逐渐增加。因此如何预防 CSFL 及降低 CSFL 的发生率具有重要意义。脊柱手术中硬脊膜损伤的发生率为 1%~17%^[1],脊柱术后 CSFL 发生率为 2.31%~9.37%^[2],Wang 等^[3]报道了 641 例各种腰椎手术患者,结果发生 CSFL 者 57 例,发生率为 14%,而翻修手术的发生率更高。在脊柱全椎体切除术中,CSFL 发生率高达 23.6%^[4]。而且 CSFL 的发生也给患者造成极大的经济及身体的创伤,Weber 等^[5]报道发生 CSFL 患者住院费用增加 50%以上,住院时间也明显延长。因此如何预防 CSFL 及降低 CSFL 的发生率就显得尤为重要。硬脊膜损伤是术后 CSFL 的直接原因,仔细修补硬脊膜损伤是预防 CSFL 发生的关键。相对于自身筋膜覆盖修补、生物蛋白胶封闭、止血材料覆盖等修补方式,缝合修补以其成本低、排斥反应小、粘连轻、并发症少等优点,成为硬脊膜破裂治疗的首选方法^[6],但在缝合修补治疗上尚缺乏统一及系统的治疗原则,从而导致相关的并发症也增多^[7]。因此本研究主要通过对实验动物(猪)的硬脊膜进行缝合,通过选择不同种类的缝合线、同一种类不同规格的缝合线、不同缝合方法及使用粘合剂后对硬脊膜闭合的效果进行分析,从而获得最佳缝线及缝合方法,为硬脊膜的缝合提供实验和理论依据,最终达到降低 CSFL 的目的。

1 材料和方法

1.1 材料

(1)实验动物:小型猪(普通级 CV)共 24 只,动物年龄 6 个月龄到 1 岁,平均体重为 24.5 ± 0.7 kg,雌雄不限,实验动物来自上海斯莱克实验动物有限责任公司[SCXK(沪)2012-0002],实验

场所在浙江省台州医院公共实验室[动物使用许可证号:SYXK(浙)2014-0020]。动物实验经过医院伦理委员会的同意。动物实验过程中应充分遵循动物福利。

(2)实验所选择的缝线包括:PDS II(普迪丝)(4-0、5-0、6-0)、Vicryl(薇乔)(4-0、5-0、6-0)、Prolene(普理灵)(4-0、5-0、6-0),三种缝线均为美国强生公司产品。各种缝线的详细参数见表 1。

(3)生物蛋白胶(α -氰基丙烯酸正丁酯医用胶)-北京康派特医疗器械有限公司。

(4)500ml 0.9%生理盐水、输液器(滴系数=15 滴/ml)、显微镜、持针器、15# 手术刀片、剪刀、可调节高度的输液架等。

1.2 方法

①实验动物猪随机分为 3 组,每组 8 只,使用戊巴比妥钠麻醉后将实验猪俯卧位放置在实验操作台上,实验区域备皮后常规消毒铺巾,操作过程中注意保留完整的脊柱及周围软组织,去除一侧椎板后保留完整的脊髓和硬脊膜;特别注意在去除椎板的过程中仔细操作,确保硬脊膜完整,如硬脊膜损伤则将损伤部分的硬脊膜去除。

②将获取的完整硬脊膜一端用缝线结扎,另一端接到输液器(滴系数=15 滴/ml),输液器连接 500ml 0.9%生理盐水,输液架上可调节 30~90cm 范围高度,如图 1。

③硬脊膜腔一端闭合后,另一端连接输液器,通过调节输液器不同高度,检测硬脊膜腔的密闭性,如果硬脊膜腔在未切开时发生渗漏,则此时标记为基础渗漏率,并记录,基础渗漏率=硬脊膜闭合情况下每分钟从滴管流出的水滴容积。

对硬脊膜的一端使用双道缝线进行结扎,并且结扎后进行全程观察(包括硬脊膜切开后与切开后),如果密封线结扎处出现渗漏则再加一道缝线结扎,确保密封处不出现渗漏。

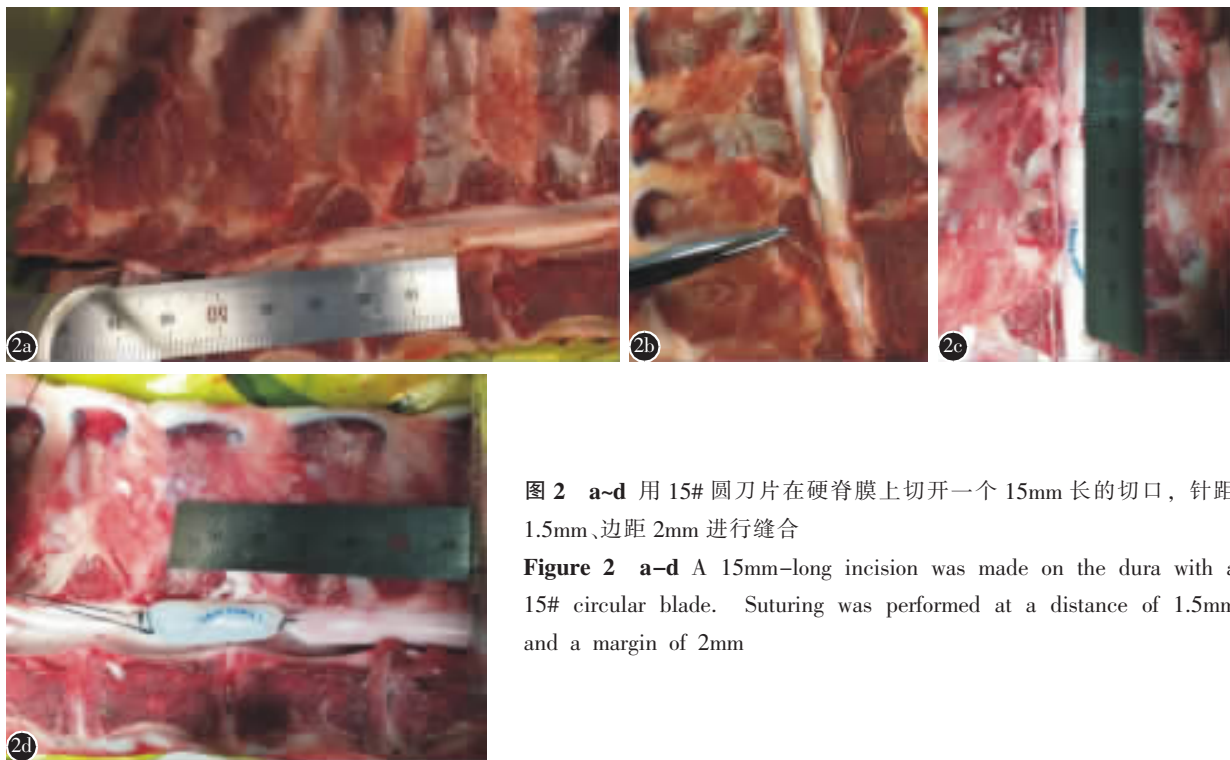


图 2 a~d 用 15# 圆刀片在硬脊膜上切开一个 15mm 长的切口, 针距 1.5mm、边距 2mm 进行缝合

Figure 2 a~d A 15mm-long incision was made on the dura with a 15# circular blade. Suturing was performed at a distance of 1.5mm and a margin of 2mm

别对 PDS II、Vicryl 及 Prolene(4-0、5-0、6-0) 进行组间比较, 测量渗透率, 研究同一种类、不同大小的缝线对硬脊膜缝合的效果, 进行统计分析; 使用同一缝线对硬脊膜分别进行间断缝合、普通连续缝合、连续锁边缝合; 测量渗透率; 观察不同缝合方法的缝合效果, 进行统计分析; 对硬脊膜进行缝合后, 在缝线周围喷洒生物蛋白胶, 测量渗透率, 观察修补效果, 进行统计分析。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计软件, 符合正态分布的计量资料采用均数 $\pm$ 标准差表示, 组间比较采用 t 检验; 计数资料组间比较采用单因素方差分析; 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

PDS 和 Prolene 缝线进行组内 3 种不同大小型号比较, 差别无统计学意义 ($P>0.05$, 表 2), 说明 PDS 4-0、5-0、6-0 对硬脊膜的缝合效果无显著差别, Prolene 4-0、5-0、6-0 对硬脊膜的缝合效果无显著差别, Vicryl(薇乔) 缝线在 90cmH₂O 压力时 3 种大小型号间比较无统计学意义 ($P>0.05$), 在其他压力时, Vicryl 5-0 比 4-0 和 6-0 具有更小的渗透率, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。

用 prolene 5-0、vicryl 5-0、PDS 5-0 三种缝线对硬脊膜进行缝合后从 30~90cmH₂O 升高后渗透率的变化, 可以看出 vicryl 5-0 具有更小的渗透率, 差异具有统计学意义(图 3、表 3)。

用 prolene 5-0、vicryl 5-0、PDS 5-0 三种缝线对硬脊膜进行缝合后的 8h、12h、24h 不同时间组内, 进行渗透率的比较, 发现 vicryl 5-0 具有更小的渗透率, 差异具有统计学意义(表 4)。

使用 Vicryl(薇乔) 缝线对硬脊膜分别进行间断缝合、普通连续缝合、连续锁边缝合及在连续锁边的缝线切口及周围喷洒生物蛋白胶(康派特医用胶— α 氰基丙烯酸正丁酯), 分别测量渗透率, 可以看出, 在使用生物蛋白胶后, 平均渗透率明显下降(图 4), 结果具有统计学意义 ($F=39.66, P<0.001$)。而三种缝合方法间比较差异无统计学意义 ($F=1.586, P=0.220$)。

3 讨论

脊柱手术并发 CSFL 是脊柱手术较常见的并发症, 而硬脊膜损伤是术后 CSFL 的直接原因, 对于硬脊膜修补有很多方法, 常用的方法包括: ①直接缝合修补法, 对于硬脊膜损伤较小且无明显缺损者, 多适合直接缝合修补法^[6]; ②自体组织修补法, 对于硬脊膜损伤较大或伴硬脊膜缺损时, 单纯

表 2 在 30~90cmH₂O 压力范围内分别测量三种缝线对硬脊膜缝合的渗透率 ($\bar{x}\pm s, n=12$)Table 2 Permeability measurements of three kinds of sutures for dural suturing at a pressure range of 30~90 cmH₂O

		30cmH ₂ O	50cmH ₂ O	70cmH ₂ O	90cmH ₂ O
Prolene	4-0	0.341±0.035	0.614±0.048	0.955±0.076	1.496±0.044
	5-0	0.329±0.045	0.589±0.111	0.949±0.056	1.496±0.033
	6-0	0.324±0.056	0.625±0.066	0.927±0.048	1.485±0.048
Vicryl	4-0	0.223±0.033	0.480±0.048	0.742±0.054	1.139±0.057
	5-0	0.184±0.303 ^①	0.424±0.044 ^①	0.666±0.039 ^①	1.111±0.053
	6-0	0.223±0.033	0.447±0.059	0.666±0.103	1.139±0.495
PDS	4-0	0.352±0.042	0.625±0.051	0.966±0.078	1.513±0.045
	5-0	0.346±0.063	0.600±0.015	0.960±0.052	1.502±0.035
	6-0	0.329±0.060	0.641±0.060	0.944±0.053	1.506±0.041

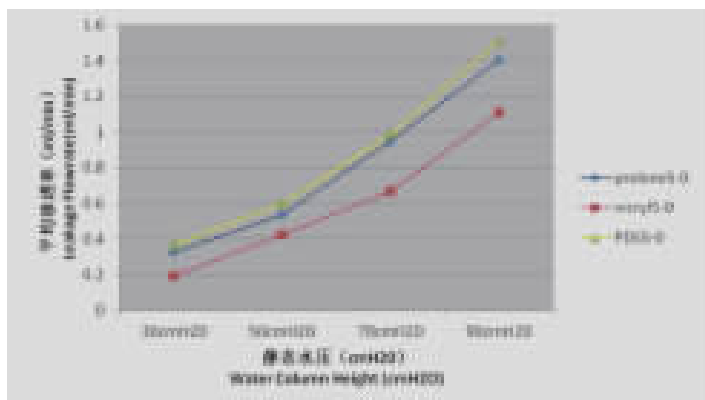
注:①与 Vicryl 其他两组比较, $P<0.05$ Note: ①Compared with other two Vicryl groups, $P<0.05$ 

图 3 Prolene5-0、vicryl5-0、PDS II 5-0 3 种缝线对硬脊膜缝合后在不同压力时平均渗透率的变化

Figure 3 Changes of the average permeability of three kinds of sutures, Prolene 5-0, Vicryl 5-0, and PDS II 5-0 after dural suture at different pressures

表 3 prolene5-0、vicryl5-0、PDS II 5-0 3 种缝线使用普通连续缝合方法对硬脊膜缝合后在不同压力时平均渗透率的变化 ($\bar{x}\pm s, n=12$)

Table 3 Changes of average permeability of Prolene 5-0, Vicryl 5-0 and PDS II 5-0 sutures were sutured by running suture method after dural suture at different pressures

	30cmH ₂ O	50cmH ₂ O	70cmH ₂ O	90cmH ₂ O
prolene 5-0	0.329±0.045	0.589±0.111	0.949±0.056	1.496±0.033
Vicryl 5-0	0.184±0.303 ^①	0.424±0.044 ^①	0.666±0.039 ^①	1.111±0.053 ^①
PDS II 5-0	0.346±0.063	0.600±0.015	0.960±0.052	1.502±0.035

注:①Vicryl5-0 和其他两组比较, $P<0.05$ Note: ①Vicryl5-0 sutures comparison with other two groups, $P<0.05$ 表 4 prolene5-0、vicryl5-0、PDS II 5-0 3 种缝线使用普通连续缝合方法对硬脊膜缝合后在不同时间组平均渗透率的变化 ($\bar{x}\pm s, n=12$)

Table 4 Changes of average permeability of Prolene 5-0, Vicryl 5-0 and PDS II 5-0 sutures were sutured by running suture method after dural suture in different time groups

	8h(ml)	12h(ml)	24h(ml)
Prolene 5-0	118.13±10.56	176.46±16.95	280.63±17.32
vicryl 5-0	95.22±4.67 ^①	158.06±13.32 ^①	247.47±14.70 ^①
PDS II 5-0	121.55±14.16	175.72±9.56	279.05±10.92

注:①Vicryl5-0 和其他两组比较, $P<0.05$ Note: ①Vicryl5-0 sutures comparison with other two groups, $P<0.05$

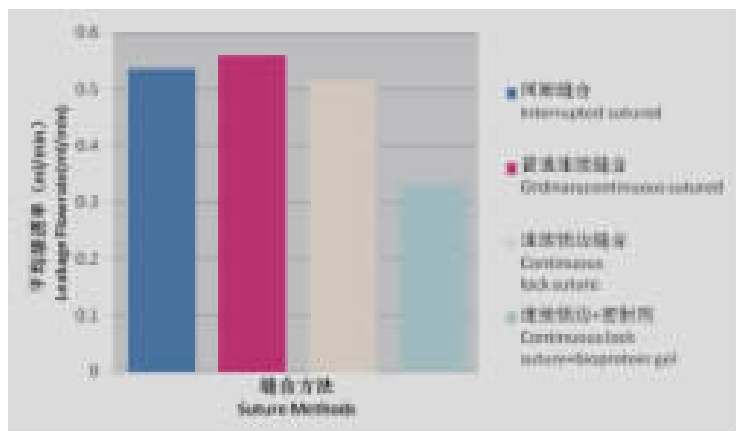


图 4 使用同一缝线对硬脊膜分别进行间断缝合、普通连续缝合、连续锁边缝合及在连续锁边的缝线切口及周围喷洒生物蛋白胶,分别测量渗透率

Figure 4 Using the same sutures to perform interrupted sutures, ordinary continuous sutures, continuous lock sutures on the spinal dura and spray bioprotein gel at suture incisions and peripheral of continuous lock sutures, respectively, to measure permeability

的缝合修补难以达到修补目的,可以采用自体组织修补法,自体修补组织主要包括脂肪、肌肉和筋膜,具有可避免异物反应的优点,但难以达到严密的防水性,且术后易形成瘢痕组织^[9,10];③人工合成材料修补法,近些年来,越来越多的人工材料应用于硬脊膜损伤的修补,它们具有很好的防水性且能耐受脑脊液的压力,但防漏效果仍不理想^[11,12]。而缝合修补以其成本低、排斥反应小、粘连轻、并发症少等优点,成为硬脊膜破裂治疗的首选方法,但在选择何种缝线缝合及使用何种方法上目前还缺乏统一的原则。

我们使用猪的硬脊膜设计制作了测量脑脊液渗透率的模型,国外也有人使用牛的脊柱模型。Erica 等^[13]发现,使用小牛脊柱模型修补硬脊膜,测量渗透率,发现 6-0 Prolene (聚丙烯)与 5-0 surgilon (非吸收尼龙缝线)相比显著降低渗漏率,间断和连续锁缝合无显著差异,在大多数情况下,泄漏主要发生在针孔周围缝线。Ghobrial 等^[14]通过对体外的模型研究发现 Gore-tex (聚四氟乙烯) (4-0,5-0) 与 Nurolon™ 缝线 (非吸收尼龙缝线) (4-0,5-0,6-0) 相比具有更高的渗透压力,而 Nurolon 缝线 4-0,5-0 与 6-0 相比无显著差别,使用间断缝合、普通连续缝合及连续锁边缝合方法缝合硬脊膜,Gore-tex™ 缝线均比 Nurolon™ 缝线具有更高的渗透压力,三种缝合方法比较无显著差异。本研究分别对 PDS II、Vicryl 及 Prolene 缝线进行对比研究,发现 PDS 与 Prolene 缝线不同大小型号间无显著差别,这与 Ghobrial 的研究相似,三种缝合方法(间断缝合、普通连续缝合及连续锁边缝合)间比较无显著差别,这也与上述两位学者的研究一致。

本研究使用 PDS II (普迪丝)、Vicryl (薇乔)、

Prolene (普理灵) 缝线进行硬脊膜缝合,从这三种缝线的参数上,我们发现缝合线的直径均小于缝合针的直径,而在使用缝合针对硬脊膜缝合后会在硬脊膜表面形成针孔,而这个针孔不能完全被缝线填充,因此脑脊液会从残余的针孔中渗出,导致 CSFL。因此硬脊膜缝合后脑脊液从针孔渗漏才是导致 CSFL 的主要原因,这与 Erica^[13,15]的研究一致。本研究中 5-0 Vicryl 的线针直径比最高 (0.748),线和针的横断面面积差异最小 (0.025mm²),因此在相同压力下渗透率会最低,这也与本实验的研究结果相一致。

本实验研究结果发现,vicryl 缝线比其他缝线具有更好地降低 CSFL 的发生率,这与 vicryl 缝线的本身结构相关,该缝线由 90% 的乙交酯和 10% 的左旋丙交酯合成的可吸收聚合物,其表面有涂层,涂层是丙交酯和乙交酯共聚物的混合剂,加上硬脂酸钙所制成。这种涂层具有显著的可吸收性、粘附性及不致剥脱的润滑性,该缝线缝合后可以在针孔周围与硬脊膜粘附,从而减少了穿刺针孔对硬脊膜修补效果的影响。该缝线通过水解而不是蛋白酶裂解而被吸收;能支持硬脊膜切口达 28~35d,从而在硬脊膜愈合的关键时期提供足够的支撑,之后人工合成的材料被迅速吸收;编织成缝线的多股纤维能增强缝线强度,涂层纤维可以减少缝线的粗糙边缘,对组织的拖带和损伤很小;织成缝线的每根纤维分开涂层能防止缝线在有液体的情况下涂层脱落。

Erica 等^[13]发现,使用小牛脊柱模型修补硬脊膜,测量渗透率,发现使用水凝胶和氰基丙烯酸密封胶后泄漏区域下降了 80%,使用纤维蛋白胶后下降了 38%。说明使用闭合胶后可以有效减少渗漏区域,这与本研究使用生物蛋白胶后可以显著

降低渗透率的研究结果相似。Cain 等^[16]对狗的硬脊膜单纯缝合和使用生物蛋白胶相比较发现,使用生物蛋白胶后可以达到更好的密封效果,Hisashi Kawai^[17]、Privratsky^[18]、Neill^[19]均发表了相似的观点。

总的来说,目前对于硬脊膜的缝合修补方式因操作者对缝合习惯、熟悉程度及需根据硬脊膜破裂的程度而有较大的差别,术者大多数情况是采用自己较为熟悉的缝合方式。目前国内外对硬脊膜缝合的缝线选择及缝合方法选择的研究,不管是动物模型还是临床研究均没有统一结论。研究如何合理、有效地缝合硬脊膜破裂口,达到临床上降低 CSFL 的目的,对缩短患者的卧床时间、减少住院费用、减少因长期卧床而导致的并发症的发生及对脊柱、脊髓相关疾病的治疗均有重要意义,有进一步研究的价值。

4 参考文献

1. Tosun BI, Ilbay K, Kim MS. Management of persistent cerebrospinal fluid leakage following thoraco-lumbar surgery [J]. Asian Spine J, 2012, 6(3): 157-162.
2. Waisman M, Schweppe Y. Postoperative cerebrospinal fluid leak after lumbar spine operation, conservative treatment [J]. Spine, 1991, 16(1): 52-53.
3. Wang JC, Bohlman HH, Riew KD. Dural tears secondary to operations on the lumbar spine. Management and results after a two-year-minimum follow-up of eighty-eight patients [J]. J Bone Joint Surg Am, 1998, 80(12): 1728-1732.
4. Yokogawa N, Murakami H, Demura S, et al. Postoperative cerebrospinal fluid leakage associated with total en bloc spondylectomy [J]. Orthopedics, 2015, 38(7): e561-566.
5. Weber C, Piek J, Gunawan D. Health care costs of incidental durotomies and postoperative cerebrospinal fluid leaks after elective spinal surgery [J]. Eur Spine J, 2015, 24(9): 2065-2068.
6. 吕志刚. 脊柱后路手术并发硬脊膜破裂的综合处理研究 [J]. 中外医疗, 2015, 34(27): 17-19.
7. Papavero L, Engler N, Kothe R. Incidental durotomy in spine surgery: first aid in ten steps [J]. Eur Spine J, 2015, 24(9): 2077-2084.
8. Huh J. Burr hole drainage: could be another treatment option for cerebrospinal fluid leakage after unidentified dural tear during spinal surgery? [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2013, 53(1): 59-61.
9. Yokota H, Yokoyama K, Nishioka T, et al. Active cerebrospinal fluid leakage after resolution of postdural puncture headache [J]. J Anesth, 2012, 26(2): 318-319.
10. Sun X, Sun C, Liu X, et al. The frequency and treatment of dural tears and cerebrospinal fluid leakage in 266 patients with thoracic myelopathy caused by ossification of the ligamentum flavum [J]. Spine, 2012, 37(12): E702-707.
11. Amano K, Kawamata T, Hori T, et al. Repair of cerebrospinal fluid leakage in transsphenoidal surgery [J]. No Shinkei Geka, 2010, 38(7): 599-611.
12. Ahn JY, Kim SH. A new technique for dural suturing with fascia graft for cerebrospinal fluid leakage in transsphenoidal [J]. Neurosurgery, 2009, 65(1): 65-71.
13. Dafford EE, Anderson PA. Comparison of dural repair techniques [J]. Spine J, 2015, 15(5): 1099-1105.
14. Ghobrial GM, Maulucci CM, Viereck MJ, et al. Suture choice in lumbar dural closure contributes to variation in leak pressures: experimental model [J]. J Spinal Disord Tech, 2017, 30(6): 272-275.
15. Ito K, Aoyama T, Horiuchi T, et al. Utility of nonpenetrating titanium clips for dural closure during spinal surgery to prevent postoperative cerebrospinal fluid leakage [J]. J Neurosurg Spine, 2015, 23(6): 812-819.
16. Cain JE Jr, Dryer RF, Barton BR. Evaluation of dural closure techniques. Suture methods, fibrin adhesive sealant, and cyanoacrylate polymer [J]. Spine, 1988, 13(7): 720-725.
17. Kawai H, Nakagawa I, Nishimura F, et al. Effectiveness of a new gelatin sealant system for dural closure [J]. Neurol Res, 2014, 36(10): 866-872.
18. Privratsky JR, McCartney ML, Allen TK, et al. Management of persistent cerebrospinal fluid leak using tissue adhesive [J]. Int J Obstetric Anesthesia, 2015, 24(1): 87-88.
19. Neill MW, Jon P, John M. et al. Spinal sealant system provides better intraoperative watertight closure than standard of care during spinal surgery [J]. Spine, 2015, 40(8): 505-513.

(收稿日期:2019-02-10 修回日期:2019-04-18)

(英文编审 郑国权/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)