

腰椎术后脑脊液漏治疗的研究进展

范毅峰^{1,2,3}, 李新志^{1,2,3}

¹三峡大学附属仁和医院, 湖北 宜昌

²三峡大学肿瘤微环境与免疫治疗湖北省重点实验室, 湖北 宜昌

³三峡大学健康医学院, 湖北 宜昌

收稿日期: 2023年12月23日; 录用日期: 2024年1月17日; 发布日期: 2024年1月23日

摘要

由于脊柱手术的复杂性, 硬脑膜撕裂导致脑脊液(CSF)渗漏的患病率很高。许多研究集中在硬脑膜撕裂的缝合修复上, 以阻止脑脊液渗漏。现在, 一些新的治疗策略已经显示出有希望的效果, 如下所示: 1) 在硬脑膜替代材料的帮助下创建水密硬脑膜闭合以阻止脑脊液渗漏; 2) 通过改变压差来延缓脑脊液渗漏, 包括降低蛛网膜下腔液体压力、增加硬膜外腔压力等。事实上, 上面提到的几种方法通常结合起来治疗脑脊液漏。然而, 没有更新的综述总结近年来实施的相关研究。本文将总结常用的治疗脑脊液漏的方法, 并介绍最新的治疗方法和机制。

关键词

脑脊液漏, 脊柱, 治疗方法

Research Progress in the Treatment of Cerebrospinal Fluid Leakage after Lumbar Spine Surgery

Yifeng Fan^{1,2,3}, Xinzhi Li^{1,2,3}

¹Affiliated Renhe Hospital of China Three Gorges University, Yichang Hubei

²Hubei Key Laboratory of Tumor Microenvironment and Immunotherapy, China Three Gorges University, Yichang Hubei

³College of Medical and Health Science, China Three Gorges University, Yichang Hubei

Received: Dec. 23rd, 2023; accepted: Jan. 17th, 2024; published: Jan. 23rd, 2024

Abstract

Due to the intricacies of spinal surgery, there is a high incidence of dural tear leading to cerebrospinal fluid (CSF) leakage. Much research has focused on the suture repair of dural tears to prevent CSF leakage. Now, some novel therapeutic strategies have shown promising effects, including: 1) creating an impermeable dural closure with the aid of dural substitute materials to prevent CSF leakage; 2) slowing the CSF leakage by altering pressure differentials, such as reducing subarachnoid fluid pressure and increasing epidural pressure. In practice, these methods are often combined to treat CSF leakage. However, there is no updated review summarizing the relevant studies conducted in recent years. This article will summarize the commonly used methods for treating CSF leakage and introduce the latest treatment methods and mechanisms.

Keywords

Cerebrospinal Fluid Leakage, Spine, Therapeutics

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

脑脊液漏是脊柱外科手术中的一种常见并发症。其发病率从原发性腰椎手术的 5.5%至 9%逐渐增加至腰椎翻修手术的 13.2%至 21%不等[1] [2]。该并发症的主要根源在于手术中硬膜的破裂,导致脑脊液的异常流出。脑脊液漏的典型症状包括头痛、头晕、恶心、呕吐以及切口渗液等。如果处理不好脑脊液的渗漏,可能会导致切口难以长时间愈合,出现局部感染,甚至会出现脊髓感染、脑膜炎等严重并发症[3]。腰椎间盘突出症髓核摘除术中手术节段定位错误发生率为 2.1%~2.7%;原手术节段椎间盘再突出的发生率为 5%~11%;单纯椎间盘髓核摘除术后感染率高达 6.9%;术后脑脊液漏与术中硬脊膜损伤密切相关,发生率为 1.8%~14.0% [4]。值得注意的是,脑脊液漏患者的医疗费用相较于非患者高出 120%,住院时间增加了 200% [5],再次入院的概率更是增加了两倍($P < 0.0001$) [6]。因此,对手术中出现的脑脊液渗漏及时处理,术后积极治疗,对于长期预后的腰椎手术患者意义重大。

本文对国内外近年来关于腰椎术后脑脊液漏的相关文献进行了综述,总结了对腰椎手术中和术后脑脊液漏的处理及治疗方法,并提出了相应的预防措施。通过这一综述,我们旨在为降低腰椎手术患者发生脑脊液漏的风险提供有效的指导。

2. 脑脊液漏的诊断

1) 术后观察到硬脊膜破损是脑脊液漏出的直接证据。手术后,符合下列条件之一,即可作为诊断脑脊液外泄的基础:

- 2) 出现与体位有关的恶心、呕吐、头痛、头昏,引流管排出清亮或淡红色带血的液体;
- 3) 术中证实存在硬脊膜、神经根袖损伤和脑脊液渗漏,术后引流管排出清亮或淡红色液体;
- 4) 术后引流管排出清亮或淡红色液体;
- 5) 术后伤口局部出现包块,穿刺可抽出淡红色血性或清亮色液体;

- 6) 切口渗出淡红色带血液或颜色鲜艳的液体;
- 7) 脊髓造影明确显示存在脑脊液漏。

对切口局部形成包块的病人, 可送检穿刺液体或引流液, 检测 β -2 转铁蛋白。 β -2 转铁蛋白仅存在于脑脊液和外淋巴液中, 对诊断脑脊液渗漏的敏感性可达 94%~100%, 特异性可达 98%~100%, 可作为辅助诊断脑脊液渗漏的药物[7]。必要时进行 CT 或核磁共振检查, 进一步明确情况[8]。这一系统的诊断方法有助于及时准确地确认脑脊液漏的存在[8]。

3. 脑脊液漏的治疗

3.1. 术中修补

在手术过程中, 及时修补硬膜破裂是防止术后脑脊液渗漏的主要方法, 大部分学者认为, 一期缝合修补是目前治疗的首选[9]。硬脊膜损伤分为五度, 其中 1 度表示硬膜撕裂无缺损, 2 度表示缺损小于 1/4 周径, 3 度表示缺损大于 1/4 周径小于 2/4 周径, 4 度表示缺损大于 2/4 周径但不完全缺损, 5 度表示完全缺损。对于较大的硬膜缺损, 很难直接缝合。肌肉/筋膜移植, 明胶海绵, 人造硬膜, 纤维蛋白胶等都可以考虑使用来加强闭合[8] [9]。对于微创手术导致的脑脊液外泄, 通常一期修复采用植入物或密封剂。2017 年, 《循证临床诊治脊柱外科硬脊膜破裂及术后脑脊液渗漏指南》在术中建议选用人工脊膜补片修补、皮下筋膜肌肉筋膜覆盖、纤维蛋白胶封闭等方法进行硬膜破裂修补。

3.1.1. 直接缝合法

硬脊膜缺损 1 度可用 6-0 或 7-0 丝线直接间断或连续缝合修复, 缝针间距 $< 3\text{ mm}$, 边距 1 mm [10]。对于 2、3 度的硬脊膜缺损, 可选择脂肪、肌肉、筋膜片等自体组织修复, 取缺损面积稍大于 6-0 或 7-0 丝线的自体组织, 对缺损区进行间断或连续缝合, 针距 $< 3\text{ mm}$, 边距 1 mm 。对于 4 度的硬脊膜缺损面积较大, 筋膜片与硬脊膜不能直接缝合, 可以在缺损区覆盖稍大的筋膜片, 上下缘与硬膜缝合紧密缝合与椎旁组织。研究发现, 以 6-0 的可吸收缝合线作间断或连续的锁边缝合, 其水密性优于硬脊膜缝合后的不吸收缝合线[11]。缝合硬脊膜时需注意避免缝合到神经部位, 经破口修补后, 可在筋膜片修补处喷涂生物蛋白胶, 同时常规切口旁保留引流管, 逐层进行严密缝合。研究发现, 经过硬脊膜的修补、填塞、深筋膜的严密缝合以及引流管口的封闭后, 术后可以采取正常体位, 不必采取头低脚高位和延长正压引流的处理方式[12]。

3.1.2. 自体组织修补法

自体组织的优点是“取材方便, 排异反应小”, 是临床上修补材料中最常用的一种。通过将患者手术部位的皮下稍微大一点的整块脂肪组织取出, 就能将露出的硬脊膜全部覆盖。需要将脂肪组织修剪成薄片, 防止神经根受到压迫, 塞入侧面的隐窝中, 然后用不吸收的 6-0 缝线进行紧密的缝合[13]。随后, 可在脂肪表面喷上防止脂肪浮动的生物蛋白胶[14]。有研究表明, 脂肪组织不透水, 是理想的封闭剂。间充质干细胞存在于脂肪组织中, 可能有助于手术后加速愈合, 减少脑脊液继续渗漏的风险。

3.1.3. 人工材料修补法

硬脊膜修复常用的人工材料有生物蛋白胶、聚乙醇酸[15]、明胶海绵[16]等。这些材料具有良好的水密性和耐受脑脊液压力的特点, 克服了自体组织难以达到紧密水密性的缺点, 同时也容易形成疤痕组织。生物蛋白胶中含有多种凝血因子, 闭合性好, 安全性也比较好。聚乙醇酸具有可吸收性和可塑性的特点, 但单独使用很容易和蛛网膜发生粘连。通过将聚乙醇酸网片与生物蛋白胶相结合, 可以获得较好的效果[15] [17]。可吸收性明胶海绵在手术中通常用于止血和防止脑脊液外泄, 虽然其体积在完全吸收后并没有

增大, 但单独使用效果有限。研究表明, 将生物蛋白胶与明胶海绵联合应用于脑脊液漏的治疗中, 效果较单独使用明胶海绵更好[16] [18]。具体操作是将生物蛋白胶均匀地喷涂在硬脊膜缝合口及其周缘缝合线等部位, 待硬脊膜紧密缝合后, 再将明胶海绵修剪成椎板咬合范围的大小, 将硬脊膜缝合口完全覆盖, 再用生物蛋白胶将明胶海绵表面喷涂至完全密封。研究发现, 采用覆盖硬脊膜破裂后的微纤维止血胶原, 使硬脊膜保持完整, 减少术后脑脊液渗漏的发生率近 30%, 比使用明胶海绵、生物蛋白胶等方法效果更并发症更少, 临床治疗效果更佳[19]。

3.1.4. 其他材料修补法

Mammadkhanli 等通过应用动脉瘤夹子成功治疗了 5 例硬脊膜切开患者, 所有患者术后均未发生脑脊液渗漏, 认为动脉瘤夹子在不带来额外风险的情况下, 提供了一种安全、快速的夹闭硬脊膜[20]。Faulkner 等在牛脊椎模型实验中证实, 在相同的水压下, 钛金属夹层的缝合线的密封性要好得多, 并且这种差异随着水压的升高而增大[21]。虽然血管夹主要是用来夹闭微血管的, 但是随着外科手术的不断进步, 钛合金夹的应用范围会更广, 包括修补硬脊膜的破裂[22]。优越的水密性对于预防脑脊液渗漏, 减少相关并发症的必不可少的[23] [24]。

3.2. 术后治疗

在过去的处理腰椎术后脑脊液漏的方法中, 通常采用头低脚高位、正压引流、延长引流时间以及补充蛋白等措施。

3.2.1. 体位调节

对于胸腰部脑脊液渗漏症状较轻的病人, 可采用去枕平卧位, 症状较重的病人则可选择 30°头低脚高的姿势[25]。在临床实践中, 常采用仰卧与俯卧交替的姿势。脑脊液的循环依赖于脑脊液压强差, 应用乙酰唑胺可以抑制脑脊液分泌[26], 降低颅内压, 配合脱水药物如甘露醇的使用, 虽然能有效减少脑脊液的渗漏, 但同时电解质等营养物质的平衡也要及时维持。

3.2.2. 延长切口引流时间并夹闭引流管

针对确诊脑脊液漏的患者, 自发现术后脑脊液漏开始, 每日持续夹闭引流管, 每次间断开放 4~5 次, 每次开放 30 分钟, 每次引流不超过 100 ml。同时口服乙酰唑胺 250 mg, 每天 2 次[26] [27]。有研究结果显示, 采用夹闭引流管的脊柱术后的脑脊液渗漏, 平均拔管时间可以缩短到 4~5 天。减轻低颅压症状, 缩短住院降低住院费用[28]。

3.2.3. 经皮蛛网膜下腔引流

术后 4 小时内, 如术区引流量超过 250 ml, 引流液为稀薄血性, 经皮蛛网膜下腔可考虑引流。通过在腰部放入麻醉导管细管, 进入蛛网膜下腔, 可分别在椎间部 L2~3、L3~4、L4~5 的位置引流。通过三通管与引流管完全封闭连接, 可以通过调整引流袋的高度来控制脑脊液的引流速度和引流量, 确保引流量控制在 100~200 ml/d。在脑脊液漏完全消失 5 天后, 可以拔除引流管。在引流口和切口完全愈合后, 可以拔除蛛网膜下腔导管。然而, 一项回顾性研究对比了延长切口引流时间和经皮蛛网膜下腔引流两种方法, 发现它们在处理脊柱术后脑脊液漏时无统计学差异, 表明延长切口引流时间法可能是一种简便有效的方法[22]。

4. 预防措施

在进行腰椎手术前, 有必要针对可能导致硬脊膜破裂的高危因素采取一系列预防措施。根据 Ronen Blecher 的研究, 涉及融合与减压的腰椎手术患者更容易出现脑脊液漏。高龄、手术复杂性[29]、翻修手

术[30]、外科医生经验水平下降等都是独立的高危因素。高龄患者可能存在骨赘、黄韧带骨化[31]、硬脊膜瘢痕或肥厚等易感因素。翻修手术中脑脊液漏高发率也与硬脊膜瘢痕的易感因素相关。微创手术方式较传统开放手术明显降低了脑脊液漏出率[32], 这可能是因为微创手术选择的病例通常包括初次手术、解剖清晰、手术节段较少的患者, 而对于翻修手术难度较大、手术节段较多的患者则通常采用开放手术。此外, 腰椎术后发生脑脊液外泄的高危因素还有肥胖、糖尿病、吸烟、慢性咳嗽等。因此, 术前通过围术期的潜在病因或诱因的准备, 如血糖体重的控制、戒烟、感冒的预防等, 可以减少脑脊液的术后发生。术前的影像学检查要完善, 保证对手术的选择和风险有充分的认知和估计。对于年龄较大、手术复杂、难度较大的病人, 建议由经验丰富的医生实施。在翻修手术中, 建议先从无粘连的组织区域入手进行解剖, 逐渐向有疤痕的可能区域移动[6]。

5. 结语与展望

作为脊柱外科常见的并发症, 腰椎术后脑脊液漏的发生率在人口老龄化、手术量和难度增加、翻修手术比例增加等趋势上升趋势[2]。脑脊液外泄的发生可引起相关并发症, 使住院时间延长。因此, 治疗要采取一系列综合性的措施, 但更有效的办法是实行预防性措施。在术前通过影像检查准确定位, 认真评估, 制定合理手术方案的基础上, 术中应小心操作, 降低医源性硬膜损伤, 从而有效减少脑脊液外泄的出现。术后治疗的目的是为了硬膜自身修复创造合适的局部环境。通过体位调整、延长引流时间、局部加压包扎等方式为硬膜的自我修复提供支持。然而, 由于解剖变异、退变、粘连等因素, 手术过程中很难避免硬膜破裂, 所以术后及时修补对脑脊液渗漏现象的明显减少意义重大。

参考文献

- [1] Hanna, G., Pando, A., Saela, S. and Emami, A.P. (2022) Cerebrospinal Fluid (CSF) Leak after Elective Lumbar Spinal Fusion: Who Is at Risk? *European Spine Journal*, **31**, 3560-3565. <https://doi.org/10.1007/s00586-022-07383-9>
- [2] Jesse, C.M., Schermann, H., Goldberg, J., et al. (2022) Risk Factors for Postoperative Cerebrospinal Fluid Leakage after Intradural Spine Surgery. *World Neurosurgery*, **164**, e1190-e1199. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2022.05.129>
- [3] Lu, X., Zhong, C., Chen, H., et al. (2022) Treatment of Central Nervous System Infection Caused by Multi-drug-Resistant *Klebsiella pneumoniae* with Colistin Sulfate Intravenously and Intrathecally: A Case Report. *Pharmaceuticals*, **15**, Article 1482. <https://doi.org/10.3390/ph15121482>
- [4] 阮狄克. 脊柱外科医师需重视防范腰椎手术并发症[J]. 临床误诊误治, 2015(1): 31-33.
- [5] Charalambous, L.T., Rajkumar, S., Liu, B., et al. (2022) Treatment Patterns and Health Care Resource Utilization of Iatrogenic Spinal Cerebrospinal Fluid Leaks in the United States. *Clinical Spine Surgery*, **35**, E725-E730. <https://doi.org/10.1097/BSD.0000000000001363>
- [6] Melcher, C., Paulus, A.C., Roßbach, B.P., et al. (2022) Lumbar Spinal Stenosis—Surgical Outcome and the Odds of Revision-Surgery: Is It All Due to the Surgeon? *Technology and Health Care*, **30**, 1423-1434. <https://doi.org/10.3233/THC-223389>
- [7] Kumar, K.K., Parikh, B., Jabarkheel, R., et al. (2021) Fluoroscopic versus CT-Guided Cortical Bone Trajectory Pedicle Screw Fixation: Comparing Trajectory Related Complications. *Journal of Clinical Neuroscience*, **89**, 354-359. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2021.05.048>
- [8] Malhotra, A., Kalra, V.B., Wu, X., et al. (2015) Imaging of Lumbar Spinal Surgery Complications. *Insights Imaging*, **6**, 579-590. <https://doi.org/10.1007/s13244-015-0435-8>
- [9] Mihlon, F., Kranz, P.G., Gafton, A.R., et al. (2014) Computed Tomography-Guided Epidural Patching of Postoperative Cerebrospinal Fluid Leaks. *Journal of Neurosurgery: Spine*, **21**, 805-810. <https://doi.org/10.3171/2014.7.SPINE13965>
- [10] Ruparelia, J. and Kumar, V.R.R. (2023) Arachnoid Welding—A Simple and Economical Method of Arachnoid Closure to Prevent Cerebrospinal Fluid Leak. *World Neurosurgery*, **180**, 91-96. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2023.09.047>
- [11] Chen, F., Shao, Q.Q., Hu, J.H., et al. (2019) Treatment Experience for Full-Thickness Wound Dehiscence with Cerebrospinal Fluid Leakage following Posterior Primary Spine Surgery: Three Case Reports. *Medicine*, **98**, e15126. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000015126>

- [12] Papavero, L., Engler, N. and Kothe, R. (2015) Incidental Durotomy in Spine Surgery: First Aid in Ten Steps. *European Spine Journal*, **24**, 2077-2084. <https://doi.org/10.1007/s00586-015-3837-x>
- [13] Policicchio, D., Boccaletti, R., Dipellegrini, G., *et al.* (2021) Pedicled Multifidus Muscle Flap to Treat Inaccessible Dural Tear in Spine Surgery: Technical Note and Preliminary Experience. *World Neurosurgery*, **145**, 267-277. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.09.070>
- [14] Jankowitz, B.T., Atteberry, D.S., Gerszten, P.C., *et al.* (2009) Effect of Fibrin Glue on the Prevention of Persistent Cerebral Spinal Fluid Leakage after Incidental Durotomy during Lumbar Spinal Surgery. *European Spine Journal*, **18**, 1169-1174. <https://doi.org/10.1007/s00586-009-0928-6>
- [15] Goodwin, C.R., Recinos, P.F., Zhou, X., *et al.* (2014) Evaluation of Complication Rates of Pediatric Spinal Procedures in Which a Polyethylene Glycol Sealant Was Used. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, **13**, 315-318. <https://doi.org/10.3171/2013.12.PEDS13456>
- [16] Mizuno, Y. and Taguchi, T. (2021) Fish Gelatin-Based Absorbable Dural Sealant with Anti-Inflammatory Properties. *ACS Biomaterials Science & Engineering*, **7**, 4991-4998. <https://doi.org/10.1021/acsbmaterials.1c00734>
- [17] Epstein, N.E. (2014) Hemostasis and Other Benefits of Fibrin Sealants/Glues in Spine Surgery beyond Cerebrospinal Fluid Leak Repairs. *Surgical Neurology International*, **5**, S304-S314. <https://doi.org/10.4103/2152-7806.139615>
- [18] Wang, H.R., Cao, S.S., Jiang, Y.Q., *et al.* (2012) A Comparison between “Sandwich” and Conventional Methods of Repairing Spinal Dura Rupture. *Orthopaedic Surgery*, **4**, 233-240. <https://doi.org/10.1111/os.12005>
- [19] 刘大朋, 张永兴, 张海涛, 等. 微纤维止血胶原在腰椎手术脑脊液漏防治中的应用效果[J]. 临床医学研究与实践, 2019, 4(3): 49-50, 60.
- [20] Mammadkhanli, O., Elbir, C., Hanalioglu, S. and Canbay, S. (2020) Subfascial Drainage and Clipping Technique for Treatment of Cerebrospinal Fluid Leak following Spinal Surgery. *Neurosciences*, **25**, 50-54. <https://doi.org/10.17712/nsj.2020.1.20190048>
- [21] Shenoy, K., Donnally, C.J., Sheha, E.D., *et al.* (2021) An Investigation of a Novel Dural Repair Device for Intraoperative Incidental Durotomy Repair. *Frontiers in Surgery*, **8**, Article 642972. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2021.642972>
- [22] Aljuboori, Z., Archer, J., Huff, W., *et al.* (2018) Placement of Baclofen Pump Catheter through a C1-2 Puncture: Technical Note. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, **21**, 389-394. <https://doi.org/10.3171/2017.9.PEDS17289>
- [23] Raffa, S.J., Benglis, D.M. and Levi, A.D. (2009) Treatment of a Persistent Iatrogenic Cerebrospinal Fluid-Pleural Fistula with a Cadaveric Dural-Pleural Graft. *Spine Journal*, **9**, e25-e29. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2008.07.002>
- [24] Fouda, M.A., Seltzer, L.A., Zappi, K., *et al.* (2023) Posterior Cranial Vault Distraction in Children with Syndromic Craniosynostosis: The Era of Biodegradable Materials—A Comprehensive Review of the Literature and Proposed Novel Global Application. *Child's Nervous System*. <https://doi.org/10.1007/s00381-023-06221-7>
- [25] Verma, K., Freelin, A.H., Atkinson, K.A., *et al.* (2022) Early Mobilization versus Bed Rest for Incidental Durotomy: An Institutional Cohort Study. *Journal of Neurosurgery: Spine*, **37**, 384-394. <https://doi.org/10.3171/2022.1.SPINE211208>
- [26] Abdelfatah, M.A.R. (2023) Acetazolamide, Short Bed Rest, and Subfascial Off-Suction Drainage in Preventing Persistent Spinal Fluid Leaks from Incidental Dural Tears. *Journal of Neurological Surgery Part A*, **84**, 558-561. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1760228>
- [27] Ferrante, E., Arpino, I., Citterio, A. and Savino, A. (2009) Coma Resulting from Spontaneous Intracranial Hypotension Treated with the Epidural Blood Patch in the Trendelenburg Position Pre-Medicated with Acetazolamide. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, **111**, 699-702. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2009.06.001>
- [28] Kögl, N., Schenk, L., Preuss-Hernandez, C., *et al.* (2023) Bed Rest after Incidental Durotomy in Lumbar Surgery: A Redundant Measure in Case of Watertight Dural Repair. *Journal of Neurosurgical Sciences*, **67**, 206-212. <https://doi.org/10.23736/S0390-5616.20.05143-7>
- [29] Phan, K., Xu, J., Maharaj, M.M., *et al.* (2017) Outcomes of Short Fusion versus Long Fusion for Adult Degenerative Scoliosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Orthopaedic Surgery*, **9**, 342-349. <https://doi.org/10.1111/os.12357>
- [30] Phan, A., Shah, S., Joo, P. and Mesfin, A. (2022) Can Cervical and Lumbar Epidural Blood Patches Help Avoid Revision Surgery for Symptomatic Postoperative Dural Tears? *World Neurosurgery*, **164**, e877-e883. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2022.05.060>
- [31] Joseph, V., Kumar, G.S.S. and Rajshekhar, V. (2009) Cerebrospinal Fluid Leak during Cervical Corpectomy for Ossified Posterior Longitudinal Ligament: Incidence, Management, and Outcome. *Spine*, **34**, 491-494. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318195d245>
- [32] Oertel, J.M. and Burkhardt, B.W. (2017) Full Endoscopic Treatment of Dural Tears in Lumbar Spine Surgery. *European Spine Journal*, **26**, 2496-2503. <https://doi.org/10.1007/s00586-017-5105-8>