

PLIF术后手术部位感染发生影响因素的 Meta分析

赵泽宇^{1*}, 杜志才^{2#}, 王磊¹, 于海洋¹

¹内蒙古医科大学研究生院, 内蒙古 呼和浩特

²内蒙古医科大学第二附属医院脊柱外科, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2026年1月10日; 录用日期: 2026年2月4日; 发布日期: 2026年2月12日

摘要

目的: 系统评价后路腰椎间融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF)后患者发生手术部位感染的影响因素。方法: 广泛检索了PubMed、Web of Science、Embase、Cochrane Library等国际知名数据库, 以及中国知网、万方、维普等国内权威数据库, 时间跨度自各数据库建立至2024年4月1日。由两名独立的研究人员分别进行文献的初步筛选和资料提取, 采用Newcastle-Ottawa Scale (NOS)对纳入的文献进行质量评分, 利用RevMan 5.4和Stata 15.1两款专业统计软件, 我们对提取的数据进行了深入的Meta分析。结果: 最终共纳入21项研究, 涉及的总样本达13,257例。结论: 后路腰椎间融合术后患者发生手术部位感染的独立危险因素包括年龄 ≥ 60 岁($RR = 1.73, 95\% CI: 1.27, 2.35$)、手术时间 ≥ 3 h ($RR = 2.37, 95\% CI: 1.83, 3.08$)、术后脑脊液漏($RR = 2.62, 95\% CI: 1.29, 5.33$)、糖尿病($RR = 1.97, 95\% CI: 1.68, 2.30$)、吸烟($RR = 1.50, 95\% CI: 1.16, 1.95$)、饮酒($RR = 1.51, 95\% CI: 1.04, 2.19$)、融合节段 ≥ 3 个($RR = 2.65, 95\% CI: 1.59, 4.43$)、术后白蛋白水平 < 3.5 g/dl ($RR = 3.35, 95\% CI: 1.71, 6.56$)、术前停留时间($RR = 1.13, 95\% CI: 1.05, 1.21$)。后路腰椎间融合术后患者发生手术部位感染的独立保护因素为男性($RR = 0.69, 95\% CI: 0.52, 0.92$)。

关键词

后路腰椎间融合术, 感染, 影响因素, Meta分析

Meta-Analysis of Influencing Factors for the Occurrence of Surgical Site Infection after PLIF

Zeyu Zhao^{1*}, Zhicai Du^{2#}, Lei Wang¹, Haiyang Yu¹

¹Graduate School of Inner Mongolia Medical University, Hohhot Inner Mongolia

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 赵泽宇, 杜志才, 王磊, 于海洋. PLIF术后手术部位感染发生影响因素的Meta分析[J]. 临床医学进展, 2026, 16(2): 2393-2405. DOI: 10.12677/acm.2026.162643

²Department of Spinal Surgery, The Second Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Hohhot Inner Mongolia

Received: January 10, 2026; accepted: February 4, 2026; published: February 12, 2026

Abstract

Objective: To systematically evaluate the influencing factors of surgical site infection in patients after posterior lumbar interbody fusion (PLIF). **Methods:** We searched PubMed, Web of Science, Embase, Cochrane Library and other internationally renowned databases, as well as domestic authoritative databases such as CNKI, Wanfang, and VIP, from the establishment of each database to April 1, 2024. Two independent researchers conducted preliminary screening and data extraction, Newcastle-Ottawa Scale (NOS) was used to score the quality of the included studies, and RevMan 5.4 and Stata 15.1 were used to conduct in-depth Meta-analysis of the extracted data. **Results:** A total of 21 studies were included, with a total sample of 13,257 cases. **Conclusion:** Independent risk factors for surgical site infection in patients after posterior lumbar interbody fusion include age ≥ 60 years ($RR = 1.73$, 95% $CI: 1.27, 2.35$), operative time ≥ 3 hours ($RR = 2.37$, 95% $CI: 1.83, 3.08$), postoperative cerebrospinal fluid leak ($RR = 2.62$, 95% $CI: 1.29, 5.33$), diabetes mellitus ($RR = 1.97$, 95% $CI: 1.68, 2.30$), cigarette smoking ($RR = 1.50$, 95% $CI: 1.16, 1.95$), alcohol consumption ($RR = 1.51$, 95% $CI: 1.04, 2.19$), fusion segments ≥ 3 ($RR = 2.65$, 95% $CI: 1.59, 4.43$), postoperative albumin level < 3.5 g/dl ($RR = 3.35$, 95% $CI: 1.71, 6.56$), and length of stay before surgery ($RR = 1.13$, 95% $CI: 1.05, 1.21$). Male sex was an independent protective factor for surgical site infection after posterior lumbar interbody fusion ($RR = 0.69$, 95% $CI: 0.52, 0.92$).

Keywords

Posterior Lumbar Interbody Fusion, Infection, Influencing Factors, Meta-Analysis

Copyright © 2026 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

后路腰椎间融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF)作为应对腰椎退行性病变、腰椎不稳及脊柱畸形等疾病的有效疗法,其疗效显著。但术后感染作为其主要并发症之一,常会引起内固定失败、脓毒败血症、神经损伤甚至死亡[1]。据研究报道,初次接受 PLIF 手术的患者,其术后感染率高达 8.5%,翻修手术感染率则高达 12.2% [2]。这一并发症不仅会导致患者住院时间延长,还会引发医疗费用的提升,削弱患者的生活质量。随着手术技术的持续进步与临床病例数量的不断累积,深入探究并总结影响 PLIF 术后感染发生的相关因素,已成为当前研究的重点与迫切需求。研究究竟哪些因素对 PLIF 手术的术后感染起决定性作用至关重要,为临床医生预防 PLIF 手术的术后感染提供循证医学数据。

2. 资料与方法

2.1. 纳入与排除标准

纳入标准:

研究对象: 年龄大于 18 岁, 行后路腰椎间融合术的患者。研究指标: 以 PLI 术后感染为观察指标,

研究报告至少 1 项 PL 术后感染的独立危险因素/相关因素及其比值比(*OR*)或相对危险度(*RR*)值、95%置信区间(*CI*)等数据。研究类型：国内外公开发表的病例对照研究、队列研究。研究语言：英文和中文。

排除标准：

1) 前路/侧向/斜向腰椎间融合术，或者混合手术的患者；2) 无法获取全文或缺失；3) 动物实验(如药理或药代动力学研究)缺乏可用统计数据的研究；4) 单个的病例报道、信函、文摘及会议论文等非论著文献、综述、Meta 分析；5) 重复发表的文献。

2.2. 文献检索策略

通过主题词和自由词，检索 PubMed、Web of Science、Embase、Cochrane Library，以及中国知网、万方、维普。收集关于后路腰椎间融合术后患者手术部位感染影响因素的相关文献。检索时间范围从各数据库建立之初至 2024 年 4 月 1 日的所有文献。中文检索词为后路腰椎间融合术、感染、危险因素、影响因素、相关因素等；英文检索词为 Posterior Lumbar Interbody Fusion、PLIF、Posterior Lumbar Spinal Fusion、Infection、Risk Factor 等。以 PubMed 为例，检索策略如下表所示。

```
#1 Posterior Lumbar Interbody Fusion [Title/Abstract] OR PLIF [Title/Abstract] OR Posterior Lumbar Spinal Fusion [Title/Abstract]
#2 "Infection" [Mesh] OR Infection [Title/Abstract] OR Infestation [Title/Abstract] OR Infestation [Title/Abstract] OR Infection [Title/Abstract] OR Infections [Title/Abstract] OR Infestations [Title/Abstract] OR Infestations [Title/Abstract] OR Infections [Title/Abstract]
#3 Risk Factors [Mesh] OR influencing factor [Title/Abstract] OR relative factor [Title/Abstract] OR Health Correlates [Title/Abstract] OR Correlates, Health [Title/Abstract] OR Population at Risk [Title/Abstract] OR Risk Score [Title/Abstract] OR Score, Risk [Title/Abstract] OR Risk Factor Score [Title/ Abstract] OR Score, Risk Factor [Title/Abstract]
#4 #1 AND #2 AND #3
```

2.3. 文献筛选与资料提取

由两名独立的研究者依据纳入与排除标准，分别执行文献筛选、数据提取任务，并进行交叉核对，以确保筛选与提取的准确性。在筛选过程中，首先通过阅读文献的文题和摘要进行初步筛选，排除那些明显不符合主题的文题。随后，进一步深入阅读全文，以确定是否最终纳入。在研究过程中，若遇到分歧，通过讨论来解决。若讨论后仍无法达成一致，将寻求第三方专家的意见。提取文献的第一作者姓名、发表的具体年份、国家、样本量、影响因素。

2.4. 纳入研究的偏倚风险评价

由两名独立的研究者采用纽卡斯尔 - 渥太华量表(Newcastle-Ottawa Scale, NOS)对纳入的文献进行质量评价，以确保评价的客观性和准确性。在遇到评价不一致的情况时，研究者将通过讨论或邀请第三名研究者参与，以协商解决分歧。NOS 量表分为两部分，分别用来评估病例对照研究以及队列研究。病例对照研究量表包括研究人群的选择、组间可比性以及暴露因素的测量三个方面，共 8 个条目，总分最高为 9 分。根据 NOS 的评分标准，0 至 4 分表示文献质量较低，存在较高的偏倚风险；5 至 6 分代表中等质量，偏倚风险适中；7 至 9 分则表明文献质量较高，偏倚风险较低[3]。

2.5. 统计学分析

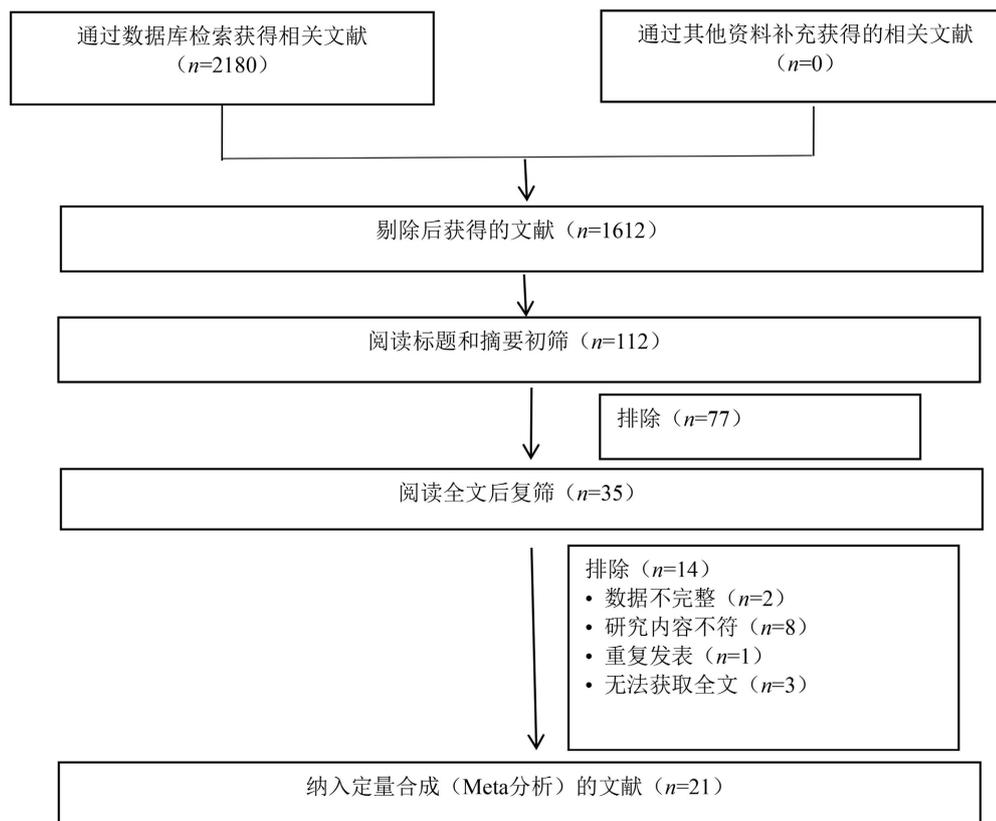
利用 RevMan 5.4 和 Stata 15.1，对纳入的研究进行了 Meta 分析。统计结果以比值比(Odds Ratio, *OR*)及其 95%可信区间(Confidence Interval, *CI*)的形式表示，有助于量化不同研究间的关联强度。在 Meta 分

析过程中, 首先使用 χ^2 检验(设定显著性水平 $\alpha = 0.1$)结合 I^2 统计量来判断纳入研究之间的异质性。若 $I^2 \leq 50\%$ 且 $P \geq 0.10$, 表明各研究间异质性较小, 采用固定效应模型进行 Meta 分析; 反之, 若异质性较大, 则选择随机效应模型。为深入探究异质性的来源, 进行 Meta 回归分析。同时, 为了检验结果的稳定性, 实施了敏感性分析。为评估是否存在发表偏倚, 绘制了漏斗图进行直观判断。进一步使用 Stata 15.1 软件进行 Begg's 检验, 以 $P < 0.05$ 作为判断差异具有统计学意义的标准。这一系列分析步骤有助于我们全面、准确地评估后路腰椎间融合术后手术部位感染的影响因素, 并为后续的临床实践和研究提供可靠的依据。本 Meta 分析遵循系统评价与 Meta 分析优先报告条目(PRISMA)声明开展。由于研究仅对已公开发表的二手数据进行整合分析, 未开展任何新的涉及人体的研究, 且所有纳入研究均已获得原始伦理批准, 因此本研究无需经过伦理审查。

3. 结果

3.1. 文献筛选流程及结果

初步检索得到 2180 篇相关文献, 经过多轮仔细筛选, 最终确定了 21 篇文献用于研究, 包括 15 篇中文文献(参考文献编号为[4]-[18])和 6 篇英文文献(参考文献编号为[19]-[24])。文献筛选的具体流程参见图 1。其中 PubMed 21 篇、Web of Science 699 篇、Embase 139 篇、Cochrane Library 27 篇、知网 21 篇、维普 946 篇和万方 327 篇。



注: 所检索的数据库及检出文献数具体如下: PubMed (n = 21)、Web of Science (n = 699)、Embase (n = 139)、Cochrane Library (n = 27)、知网(n = 21)、维普(n = 946)和万方(n = 327)。

Figure 1. Literature screening process and results

图 1. 文献筛选流程及结果

3.2. 纳入研究的基本特征与质量评价结果

筛选出 21 项研究共包括 13,257 例患者。绝大多数研究来自中国。21 篇文献中, 4 篇为队列研究, 17 篇为病例对照研究; 15 篇为高质量文献, 其余为中质量文献, 研究发表时间为 2014~2024 年, 其基本特征及质量评分见表 1。

Table 1. Basic characteristics of included studies

表 1. 纳入文献的基本特征

纳入研究	年份	地区	研究类型	样本量	影响因素	NOS 评分
洪海南[4]	2022	中国	病例对照研究	177	w, i, g, h	7
贺国宇[5]	2022	中国	病例对照研究	72	g, i	6
吴积[6]	2019	中国	病例对照研究	373	j, i, g	6
王如来[7]	2020	中国	病例对照研究	330	m, g, i	8
向渝[8]	2021	中国	病例对照研究	300	i, w, t	7
张树东[9]	2023	中国	队列研究	228	i, m, w, o	8
刘春[10]	2019	中国	病例对照研究	296	z, i	6
林文杰[11]	2021	中国	病例对照研究	1168	m, i, g, n	8
杨明[12]	2021	中国	队列研究	324	m, w, r, t, o, g	7
袁世民[13]	2018	中国	病例对照研究	96	z, m, g, i, h	8
潘军伟[14]	2024	中国	队列研究	468	v, i, d, k, o	7
李光秀[15]	2021	中国	病例对照研究	440	z, g, k, p	8
李贺[16]	2014	中国	病例对照研究	1138	m, q, k	7
刘斌[17]	2020	中国	队列研究	184	i, n, g, x, k, o	8
桑朝辉[18]	2018	中国	病例对照研究	2904	v, w, n	6
Kaisorn L. Chaichana [19]	2014	美国	病例对照研究	817	z, n, i, p	8
Zhonghai Li [20]	2019	中国	病例对照研究	448	w, r, t, k	6
Honglei Pei [21]	2021	中国	病例对照研究	1269	r, p, i	7
Shaozheng Qu [22]	2022	中国	病例对照研究	905	i, a	8
Zhongyuan He [23]	2020	中国	病例对照研究	554	o, t, p	7
Yi-Fan Yang [24]	2023	中国	病例对照研究	766	w	6

注: a: 高血压; b: 合并骨质疏松症; c: 激素使用史; d: 合并泌尿系统感染; e: 性别; f: 年龄 ≥ 60 岁; g: 手术时间; h: 术后脑脊液漏; i: 糖尿病; j: 吸烟; k: 引流管放置时间; l: 饮酒; m: BMI; n: 融合节段; o: 术后白蛋白水平; p: 术前停留时间; q: 输血; r: 术前 ASA 分级 ≥ 3 ; s: 切口部位使用万古霉素; t: 术前白蛋白; u: 高血压; v: 男性; w: 皮下脂肪厚度; x: 术后引流量; z: 年龄。

3.3. Meta 分析结果

3.3.1. 术后感染的危险因素的 Meta 分析

结果显示, 年龄 ≥ 60 岁($RR=1.73, 95\% CI: 1.27, 2.35$)、手术时间 ≥ 3 h($RR=2.37, 95\% CI: 1.83, 3.08$)、术后脑脊液漏($RR=2.62, 95\% CI: 1.29, 5.33$)、糖尿病($RR=1.97, 95\% CI: 1.68, 2.30$)、吸烟($RR=1.50, 95\% CI: 1.16, 1.95$)、饮酒($RR=1.51, 95\% CI: 1.04, 2.19$)、融合节段 ≥ 3 个($RR=2.65, 95\% CI: 1.59, 4.43$)、术后

白蛋白水平 < 3.5 g/dl ($RR = 3.35, 95\% CI: 1.71, 6.56$)、术前停留时间($RR = 1.13, 95\% CI: 1.05, 1.21$)是术后感染的独立危险因素, $P < 0.05$ 。森林图见图 2~10。

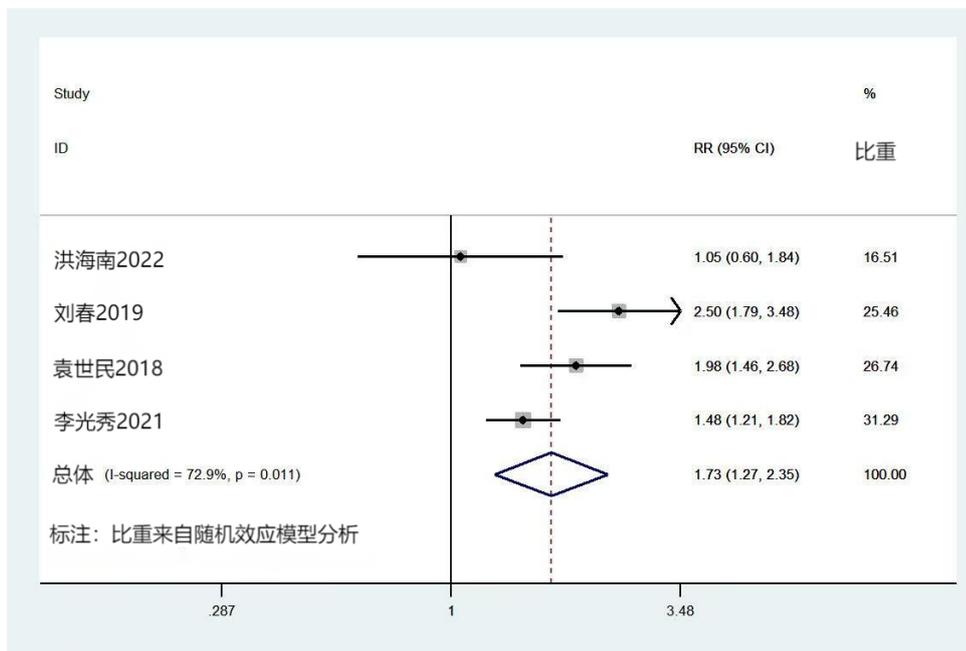


Figure 2. Age ≥ 60
图 2. 年龄 ≥ 60

异质性分析显示(图 2), $I^2 = 72.9\%$, $P = 0.011$ 。总体相对风险(RR)为 1.73 ($95\% CI: 1.27, 2.35$), 表明处理或暴露与结果之间存在统计学意义的正向关联。

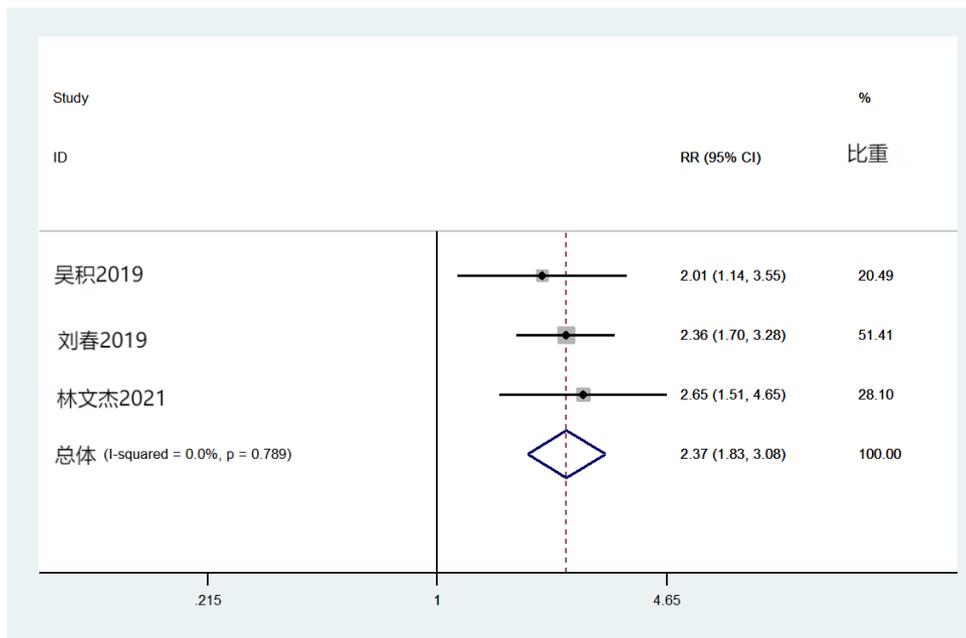


Figure 3. Surgery time ≥ 3 hours
图 3. 手术时间 ≥ 3 h

异质性分析显示(图 3), $I^2 = 0.0\%$, $P = 0.789$ 。总体相对风险(RR)为 2.37 (95% CI: 1.83, 3.08), 表明处理或暴露与结果之间存在统计学意义的正向关联。

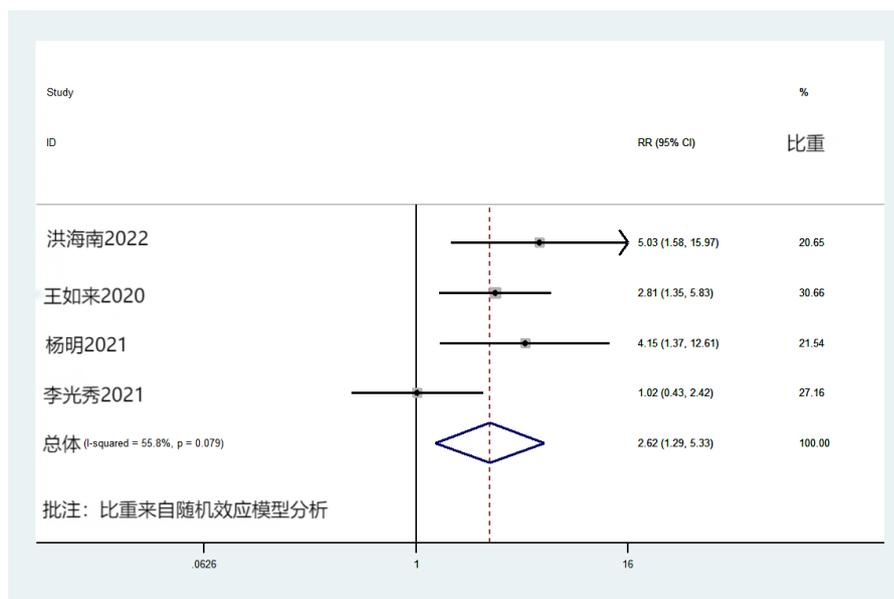


Figure 4. Postoperative cerebrospinal fluid leak
图 4. 术后脑脊液漏

异质性分析显示(图 4), $I^2 = 55.8\%$, $P = 0.079$ 。总体相对风险(RR)为 2.62 (95% CI: 1.29, 5.33), 表明处理或暴露与结果之间存在统计学意义的正向关联。

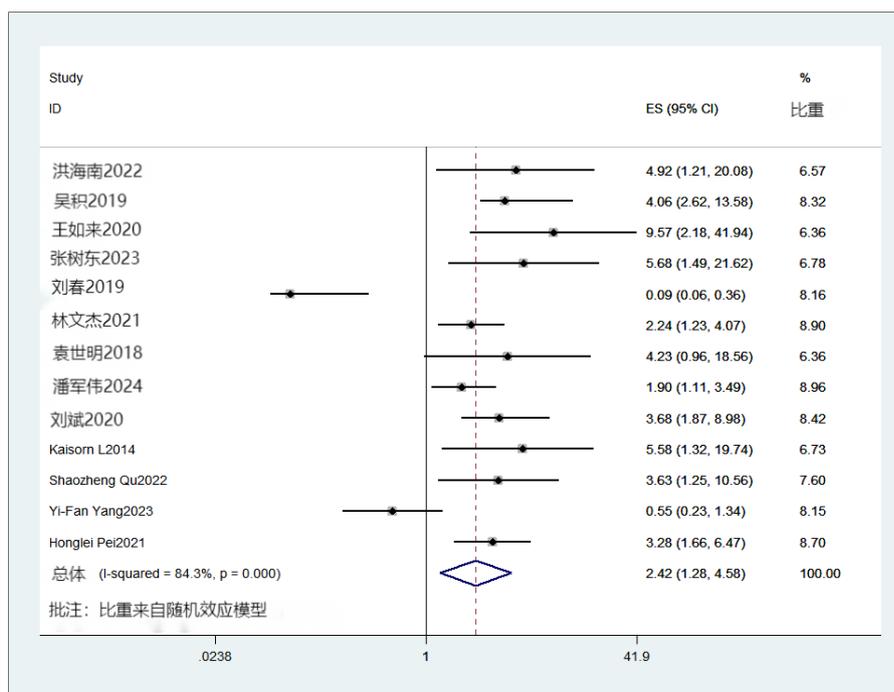


Figure 5. Diabetes
图 5. 糖尿病

异质性分析显示(图 5), $I^2 = 84.3\%$, $P = 0.000$ 。总体效应量 OR 为 2.42 (95% CI : 1.28, 4.58), 表明处理或暴露与结果之间有统计学意义的正向关联。

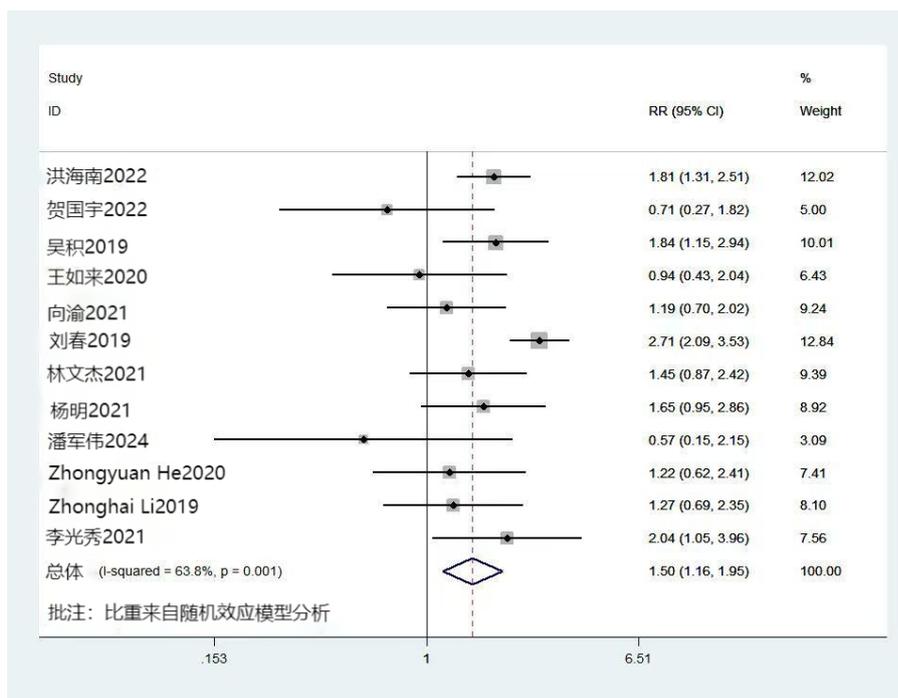


Figure 6. Smoking
图 6. 吸烟

异质性分析显示(图 6), $I^2 = 63.8\%$, $P = 0.001$ 。总体相对风险(RR)为 1.50 (95% CI : 1.16, 1.95), 表明处理或暴露与结果之间有统计学意义的正向关联。

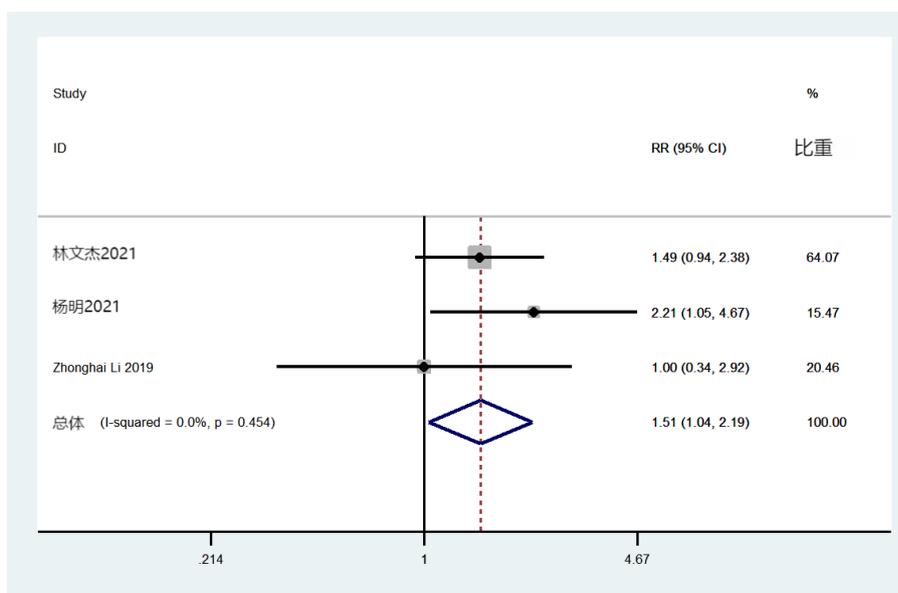


Figure 7. Drinking
图 7. 饮酒

异质性分析显示(图 7), $I^2 = 0.0\%$, $P = 0.454$ 。总体相对风险(RR)为 1.51 (95% CI: 1.04, 2.19), 表明处理或暴露与结果之间有统计学意义的正向关联。

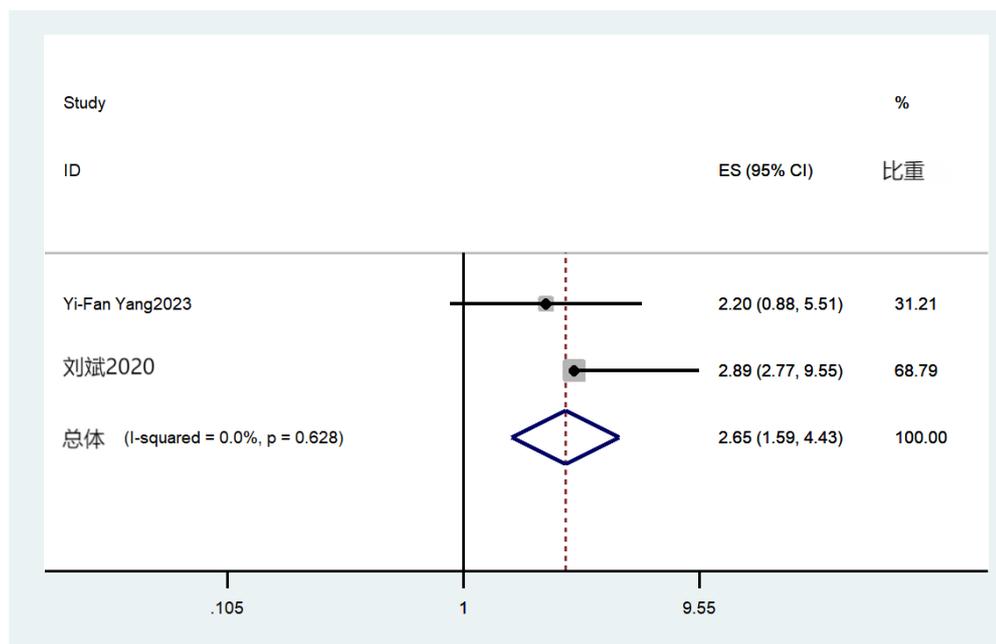


Figure 8. Whether the number of fused segments is ≥ 3
图 8. 融合节段是否 ≥ 3 个

异质性分析显示(图 8), $I^2 = 0.0\%$, $P = 0.628$ 。总体效应量 OR 为 2.65 (95% CI: 1.59, 4.43), 表明处理或暴露与结果之间有统计学意义的正向关联。

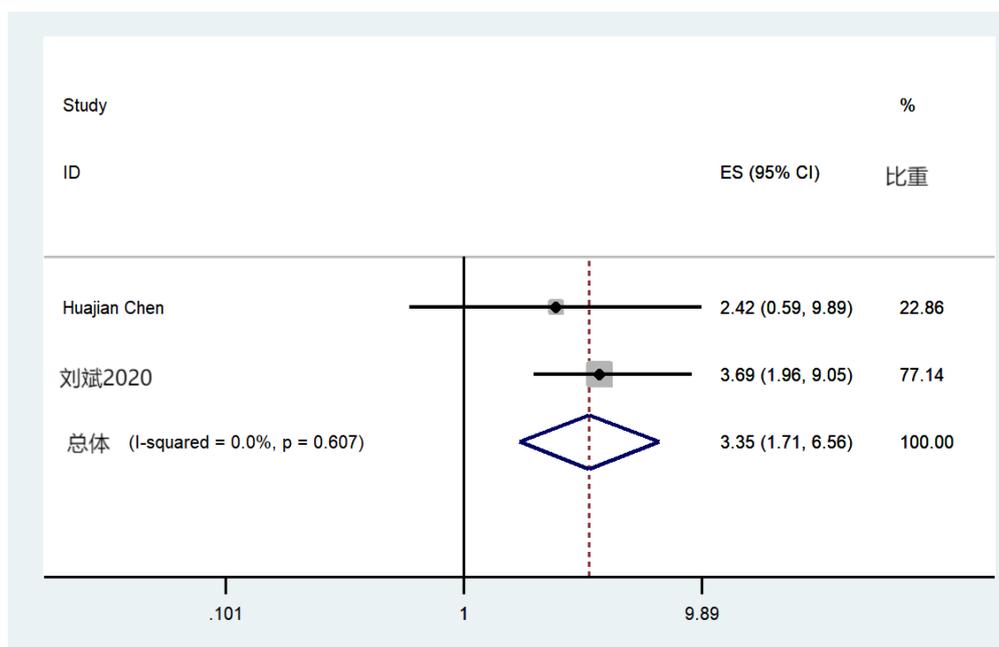


Figure 9. Postoperative albumin level < 3.5 g/dl
图 9. 术后白蛋白水平 < 3.5 g/dl

异质性分析显示(图 9), $I^2=0.0\%$, $P=0.607$ 。总体效应量 OR 为 3.35 (95% CI : 1.71, 6.56), 表明处理或暴露与结果之间有统计学意义的正向关联。

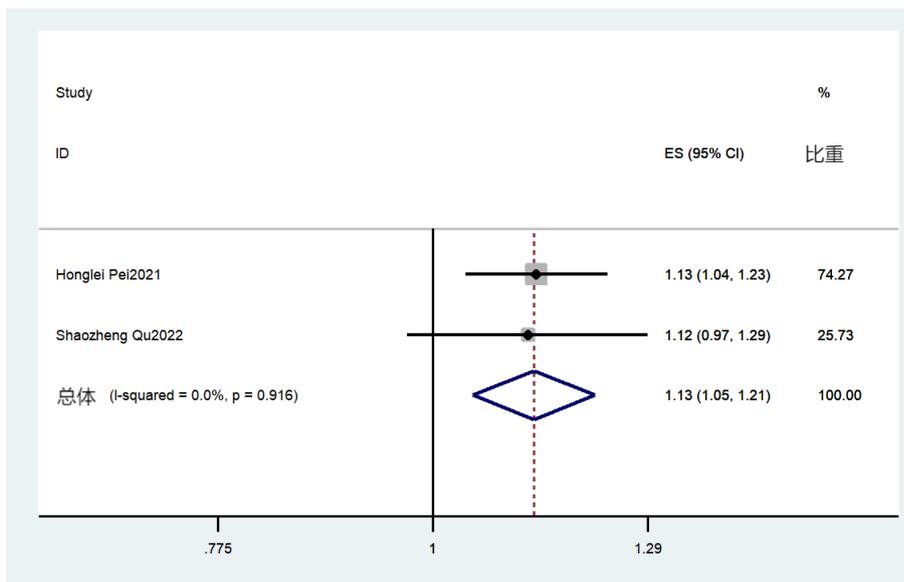


Figure 10. Preoperative stay duration
图 10. 术前停留时间

异质性分析显示(图 10), $I^2=0.0\%$, $P=0.916$ 。总体效应量 OR 为 1.13 (95% CI : 1.05, 1.21), 表明处理或暴露与结果之间有统计学意义的正向关联。

3.3.2. 术后感染的保护因素的 Meta 分析

结果显示, 男性($RR=0.69$, 95% CI : 0.52, 0.92)是术后感染的独立保护因素, $P<0.05$ 。森林图见图 11。

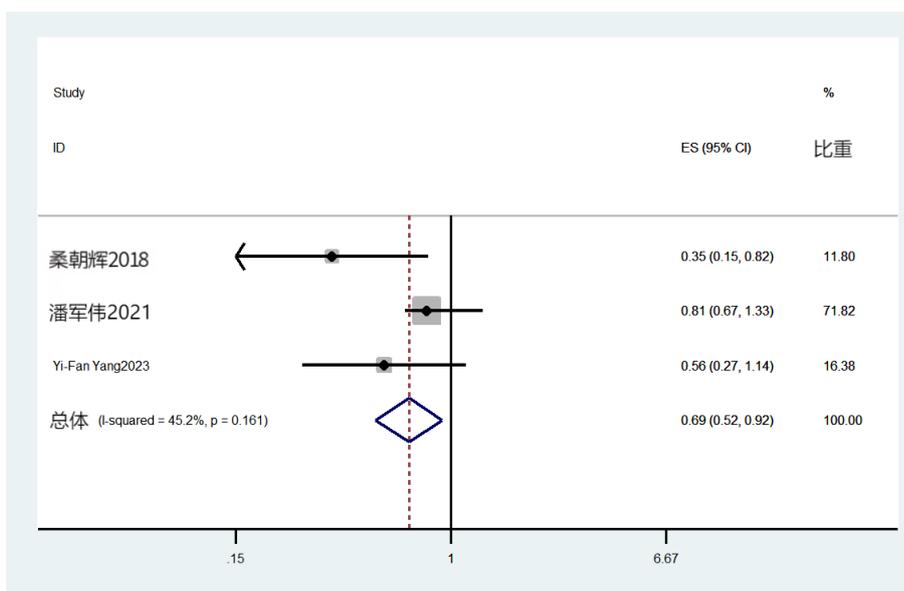


Figure 11. Gender (male)
图 11. 性别(男性)

异质性分析显示, $I^2 = 45.2\%$, $P = 0.161$ 。总体效应量 OR 为 0.69 ($95\% CI: 0.52, 0.92$), 表明处理或暴露与结果之间有统计学意义的负向关联。

3.3.3. 次要结果的 Meta 分析

以术后感染组为实验组, 术后未感染组为对照组, 我们对连续性数据进行 Meta 分析, 结果显示, 相对于术后未感染的患者, 术后感染的患者 BMI ($WMD = 1.58, 95\% CI: 0.21, 2.94$) 显著更大, 手术时间显著更长 ($WMD = 0.44, 95\% CI: 0.17, 0.72$), 皮下脂肪厚度 ($WMD = 4.2, 95\% CI: 1.44, 6.96$) 显著更深, 术后引流量 ($WMD = 43.91, 95\% CI: 16.67, 71.14$) 更多。

然而, 相对于术后未感染的患者, 术后感染的患者术前白蛋白浓度 ($WMD = -0.68, 95\% CI: -1.11, -0.24$)、术后血清白蛋白 ($WMD = -2.08, 95\% CI: -3.05, -1.10$) 显著更低。

3.4. 敏感性分析

为了评估每个纳入研究的影响, 进行了敏感性分析。排除每项研究后, 观察到相似的结果。

3.5. 发表偏倚

文献发表偏倚检验、Egger 检验、Begg 检验发现, 吸烟可能存在发表偏倚, 见表 2。分析原因可能与研究异质性以及样本分布不均匀相关。其他指标未见发表偏倚。

Table 2. Publication bias test, Egger's test, and Begg's test

表 2. 发表偏倚检验、Egger 检验、Begg 检验

指标	n	Begg's z	Begg's P	Egger's bias	Egger's P
合并糖尿病	14	-0.71	0.48	-1.27	0.12
吸烟	12	-2.88	0.01	-3.13	0.01
年龄 ≥ 60	4	0.68	0.5	0.26	0.95
性别(男性)	3	-1.57	0.12	-2.74	0.17
手术时间 ≥ 3 小时	3	-0.52	0.6	-0.19	0.92
术后脑脊液漏	4	1.36	0.17	3.18	0.53
饮酒	3	-0.52	0.6	-0.39	0.89

4. 讨论

本研究旨在探讨后路腰椎间融合术(PLIF)后并发感染的危险因素及保护因素, 以期为临床预防和治疗提供科学依据。

研究结果显示, 多种因素与 PLIF 术后感染密切相关。具体而言, 年龄 ≥ 60 、手术时间 ≥ 3 h、术后脑脊液漏、糖尿病、吸烟、饮酒、融合节段 ≥ 3 个、术后白蛋白水平 < 3.5 g/dl、术前停留时间较长被识别为术后并发感染的重要独立危险因素。这些因素不仅直接关联到患者的手术耐受性和术后恢复能力, 也提示了临床实践中应重点关注这些高风险环节, 采取针对性的预防措施以降低感染发生率。

年龄是术后发生手术部位感染的常见危险因素, 与高龄患者免疫力低下、抵抗力弱、机体耐受能力差、创面修复能力减弱、活动能力弱有关[6]。高龄患者常合并基础疾病(如动脉粥样硬化、慢性阻塞性肺病), 进一步削弱组织修复能力, 增加感染易感性。手术时间延长会导致内置物接触空气的时间过长, 使得空气中的细菌吸附在内置物或伤口上。同时, 手术时间会进而导致出血量变大、抗生素浓度变低。术中长期拉钩也会导致局部组织缺血缺氧, 进而导致感染[5]。手术节段和手术时间、术中出血量密切相

关,已有研究表明,只要术者注意无菌操作,单纯手术时间和术中出血量轻微增加不会导致感染率增加,而是与多节段手术有关。本研究指出,大于等于3h的手术时间才会导致感染率增加,更加印证这一观点[18]。术后脑脊液漏可能会导致手术伤口的渗液,形成利于细菌定植的湿润环境,破坏局部防御机制并进一步导致手术伤口的延迟愈合,继而增加细菌进入手术伤口,引发感染[4]。糖尿病的微血管病变会影响组织的血供及营养以及白细胞的黏附、吞噬等免疫功能,进而导致感染。高血糖还会影响成纤维细胞的增殖以及胶原合成,从而延缓手术伤口愈合[17]。吸烟通过尼古丁诱导血管收缩、一氧化碳介导的缺氧环境,直接损害组织氧合及免疫细胞功能。Kong等[25]进行的一项Meta分析显示:吸烟是脊柱手术后发生感染的危险因素。放置引流管是清除切口内部积血的有效手段,然而引流管作为异物使得伤口内部与外部相同,研究表明,术后引流管每多放置一天,术后感染率增加63%倍[14],但本文结果显示,引流管放置时间大于两天不是PLIF手术的独立危险因素。本研究发现,饮酒会增加后路腰椎间融合术后感染的风险,可能原因如下。长期饮酒可能会削弱免疫系统,降低白细胞功能,增加感染风险。此外,饮酒可能影响伤口愈合,因为酒精会干扰血液循环,减少组织修复所需的营养和氧气供应。饮酒也会增加手术部位的细菌定植,影响抗生素的有效性。饮酒者可能有其他健康问题,如肝病、心血管疾病,这些本身可能增加手术风险,包括感染。因此,饮酒可能作为混杂因素,与其他健康问题共同作用,提高感染概率。融合节段多会导致手术时间变长,手术出血量大,会导致患者全身状况变差,影响局部切口的微环境,进而影响伤口愈合[17]。多节段手术也会导致手术切口变长,肌肉损伤大,更容易导致死腔的形成。低白蛋白血症不仅是营养不良的标志物,更直接反映炎症反应强度及组织修复潜力不足,与感染风险呈剂量依赖性关联。术后白蛋白水平可以很好地反映患者的营养状况,术后白蛋白低的患者发生感染的概率高。术前停留时间过长易导致感染,可能的原因是,医院是易感环境[26][27],而且患者术前卧床会导致免疫力下降[28]。男性性别被确认为术后感染的独立保护因素,这一发现可能与性别相关的生理差异或行为模式有关,如男性对术后康复指令依从性更高,如戒烟、早期活动等,女性腰椎管矢状径较小,相同手术操作可能导致更显著的局部创伤,值得进一步探索。

本研究仍存在一定局限性。首先,由于PLIF手术术后发生感染的影响因素因素繁多,本研究只对符合纳入标准的研究进行了分析,存在不全面的问题,未来研究应进一步探索其他可能的影响因素,如患者营养状况、手术室环境、术后护理等,并将其纳入分析;其次,绝大多数纳入的研究来自中国,可能导致地域性偏倚。不同地区或国家的医疗条件、手术技术、患者特征(如种族、生活习惯)等可能存在差异,从而影响结果的普适性。未来研究应纳入更多国家和地区的数据,以提高结果的外部效度。

综上所述,本研究揭示了PLIF术后并发感染的多种危险因素及保护因素,为临床预防和治疗提供了有价值的参考。未来研究可进一步探讨这些因素之间的相互作用机制,以及开发更为精准的预测模型,以指导临床实践并改善患者预后。

参考文献

- [1] Radcliff, K.E., Neusner, A.D., Millhouse, P.W., Harrop, J.D., Kepler, C.K., Rasouli, M.R., et al. (2015) What Is New in the Diagnosis and Prevention of Spine Surgical Site Infections. *The Spine Journal*, **15**, 336-347. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2014.09.022>
- [2] Kurtz, S.M., Lau, E., Ong, K.L., Carreon, L., Watson, H., Albert, T., et al. (2012) Infection Risk for Primary and Revision Instrumented Lumbar Spine Fusion in the Medicare Population. *Journal of Neurosurgery: Spine*, **17**, 342-347. <https://doi.org/10.3171/2012.7.spine12203>
- [3] 陈曾丽, 蒋运兰, 彭寒梅, 等. 胃癌根治术后并发肺部感染危险因素的Meta分析[J]. 医学新知, 2023, 33(4): 252-263.
- [4] 洪海南, 潘文俊, 郭宇华. 腰椎后路融合内固定术后手术切口感染的危险因素分析[J]. 临床骨科杂志, 2022, 25(6): 787-790.
- [5] 贺国宇, 季兴华, 冯皓宇, 等. 老年腰椎退行性疾病患者后路融合和内固定术后切口感染的危险因素分析[J]. 中

- 华老年医学杂志, 2022, 41(12): 1502-1507.
- [6] 吴积, 王彬彬, 于晨, 等. PLIF 手术部位早期感染的危险因素[J]. 西部医学, 2019, 31(3): 393-395, 402.
- [7] 王如来, 熊敏, 周升. 腰椎后路融合术后急性手术部位感染的危险因素分析[J]. 骨科, 2020, 11(1): 13-18.
- [8] 向渝, 刘明永, 殷翔, 等. 腰椎退行性疾病行后路内固定融合术后早期感染清创的危险因素分析[J]. 局解手术学杂志, 2021, 30(2): 108-113.
- [9] 张树东, 黄一琳, 李继洋. 腰椎退行性病变患者行后路腰椎椎体间融合术后手术部位感染危险因素分析[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2023, 37(12): 1245-1248.
- [10] 刘春, 钱志刚, 孙启才. 腰椎滑脱术后伤口感染危险因素分析[J]. 中国骨伤, 2019, 32(10): 882-885.
- [11] 林文杰, 魏波, 符莉莉, 等. PLIF 老年患者手术部位感染的病原学特点及危险因素分析[J]. 广东医科大学学报, 2021, 39(5): 575-578.
- [12] 杨明, 张文涛, 柯嵩, 等. 腰椎后路融合术后手术部位感染的相关危险因素分析[J]. 中国骨与关节杂志, 2021, 10(4): 248-254.
- [13] 袁世民, 丘青中. 腰椎后路融合术后感染的危险因素分析[J]. 岭南急诊医学杂志, 2018, 23(3): 268-271.
- [14] 潘军伟, 铁博然, 张凯博, 等. 初次后路腰椎间融合早期手术部位感染的相关因素[J]. 中国矫形外科杂志, 2024, 32(5): 392-396.
- [15] 李光秀. 后路腰椎椎间融合内固定病人术后切口感染的影响因素分析[J]. 全科护理, 2021, 19(7): 951-954.
- [16] 李贺, 王宸, 吴小涛, 等. 腰椎后路椎间融合术后伤口感染的相关因素分析[J]. 江苏医药, 2014, 40(7): 794-796.
- [17] 刘斌, 甘维, 王华富, 等. 腰椎后路融合内固定术后感染的多因素 logistic 回归分析[J]. 临床骨科杂志, 2020, 23(6): 788-791.
- [18] 桑朝辉, 任海龙, 孟湛东, 等. 后路腰椎融合内固定术后感染的危险因素分析[J]. 南方医科大学学报, 2018, 38(8): 969-974.
- [19] Chaichana, K.L., Bydon, M., Santiago-Dieppa, D.R., Hwang, L., McLoughlin, G., Sciubba, D.M., *et al.* (2014) Risk of Infection Following Posterior Instrumented Lumbar Fusion for Degenerative Spine Disease in 817 Consecutive Cases. *Journal of Neurosurgery: Spine*, **20**, 45-52. <https://doi.org/10.3171/2013.10.spine1364>
- [20] Li, Z., Liu, P., Zhang, C., Xu, G., Zhang, Y., Chang, Y., *et al.* (2019) Incidence, Prevalence, and Analysis of Risk Factors for Surgical Site Infection after Lumbar Fusion Surgery: ≥ 2 -Year Follow-Up Retrospective Study. *World Neurosurgery*, **131**, e460-e467. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.07.207>
- [21] Pei, H., Wang, H., Chen, M., Ma, L., Liu, G. and Ding, W. (2021) Surgical Site Infection after Posterior Lumbar Interbody Fusion and Instrumentation in Patients with Lumbar Degenerative Disease. *International Wound Journal*, **18**, 608-615. <https://doi.org/10.1111/iwj.13562>
- [22] Qu, S., Sun, M., Sun, H. and Hu, B. (2022) C-Reactive Protein to Albumin Ratio (CAR) in Predicting Surgical Site Infection (SSI) Following Instrumented Posterior Lumbar Interbody Fusion (PLIF). *International Wound Journal*, **20**, 92-99. <https://doi.org/10.1111/iwj.13843>
- [23] He, Z., Zhou, K., Tang, K., Quan, Z., Liu, S. and Su, B. (2020) Perioperative Hypoalbuminemia Is a Risk Factor for Wound Complications Following Posterior Lumbar Interbody Fusion. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **15**, Article No. 538. <https://doi.org/10.1186/s13018-020-02051-4>
- [24] Yang, Y., Yu, J., Xiao, Z., Kang, Y. and Zhou, B. (2023) Role of Pre-Operative Nutrition Status on Surgical Site Infection after Posterior Lumbar Interbody Fusion: A Retrospective Study. *Surgical Infections*, **24**, 942-948. <https://doi.org/10.1089/sur.2023.051>
- [25] Kong, L., Liu, Z., Meng, F. and Shen, Y. (2017) Smoking and Risk of Surgical Site Infection after Spinal Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Surgical Infections*, **18**, 206-214. <https://doi.org/10.1089/sur.2016.209>
- [26] Okuda, S., Fujimori, T., Oda, T., Yamasaki, R., Maeno, T., Yamashita, T., *et al.* (2016) Patient-Based Surgical Outcomes of Posterior Lumbar Interbody Fusion: Patient Satisfaction Analysis. *Spine*, **41**, E148-E154. <https://doi.org/10.1097/brs.0000000000001188>
- [27] Shrestha, S., Wenju, P., Shrestha, R. and Karmacharya, R.M. (2016) Incidence and Risk Factors of Surgical Site Infections in Kathmandu University Hospital, Kavre, Nepal. *Kathmandu University Medical Journal*, **14**, 107-111.
- [28] 金军伟, 赵刚, 和桓德, 等. 腰椎后路术后感染的治疗体会[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2017, 32(11): 1195-1196.