

• 临床探讨 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2023.12.031

椎旁肌间隙入路 Dynesys 内固定系统置入治疗单节段
腰椎间盘突出症患者的短期随访研究

陈 辉¹, 王建法², 李志磊²

1. 河南省郑州阳城医院脊柱外科, 河南郑州 452470; 2. 河南省郑州市中心医院神经脊柱外科, 河南郑州 450000

摘 要:目的 探讨椎旁肌间隙(Wiltse)入路 Dynesys 内固定系统置入在单节段腰椎间盘突出症(LDH)患者中的应用效果。**方法** 收集 2020 年 4 月至 2021 年 4 月郑州阳城医院收治的 92 例单节段 LDH 患者,按手术方案不同分成 A 组和 B 组,每组 46 例。A 组接受 Wiltse 入路 Dynesys 内固定系统置入治疗,B 组接受椎间孔腰椎椎间融合术(TLIF)治疗。对比两组手术效果、围术期指标(术中失血量、术后引流量、手术时长),手术前后腰腿疼痛视觉模拟评分法(VAS)、腰椎功能(JOA)评分,手术前后手术节段及上、下位节段活动度(ROM),以及组织创伤指标[磷脂酶 A2(PLA2)、6-酮前列腺素 E1α(6-keto-PGE1α)、M 型脑钠肽(M-ENK)]水平。**结果** A 组手术优良率为 97.83%,高于 B 组的 82.61%($P<0.05$)。与 B 组相比,A 组术中失血量、术后引流量更少,手术时长更短,差异均有统计学意义($P<0.05$)。与 B 组相比,术后 1、3 个月 A 组腰腿部 VAS 评分更低,JOA 评分更高,差异均有统计学意义($P<0.05$);与 B 组相比,术后 1、3 个月 A 组上、下位节段 ROM 降低,差异均有统计学意义($P<0.05$)。与 B 组相比,术后 1、3 d A 组血清 M-ENK 水平更高,血清 PLA2、6-keto-PGE1α 水平更低,差异均有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 与 TLIF 治疗单节段 LDH 患者相比,应用 Wiltse 入路 Dynesys 内固定系统置入治疗在提升手术效果、优化手术指标、提高腰椎功能、减轻疼痛感方面更具优势,且能有效保留部分 ROM,更具微创特点。

关键词:内固定; 腰椎间盘突出症; 组织创伤; 疼痛

中图法分类号:R681.5+3 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9455(2023)12-1806-04

腰椎间盘突出症(LDH)为骨科常见病症,好发于中老年群体,近年来,青壮年 LDH 发病率亦呈上升趋势^[1-3]。多数 LDH 经卧床休息、药物、理疗等保守治疗后可有效缓解病情,但针对治疗效果不理想者,需手术治疗。椎间孔腰椎椎间融合术(TLIF)是临床针对 LDH 患者常用的治疗术式,具有术中出血少、术后恢复快等优势,但易导致邻近关节退变、假关节形成。椎旁肌间隙(Wiltse)入路 Dynesys 内固定系统置入属非融合技术型手术,减压效果显著,同时能降低邻近关节退变程度,其疗效得到临床认可^[4]。有研究指出,磷脂酶 A2(PLA2)、6-酮前列腺素 E1α(6-keto-PGE1α)、M 型脑钠肽(M-ENK)等因子水平与 LDH 炎症机制关系密切^[5]。而手术对机体带来的组织创伤又可于短时间内加重机体炎症状态。但应用 Wiltse 入路 Dynesys 内固定系统置入治疗单节段 LDH 对患者血清 PLA2、6-keto-PGE1α、M-ENK 的影响少见报道。基于此,本研

究收集郑州阳城医院收治的 92 例单节段 LDH 患者进行分析,探讨 Wiltse 入路 Dynesys 内固定系统置入治疗的临床应用价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2020 年 4 月至 2021 年 4 月郑州阳城医院收治的 92 例单节段 LDH 患者,按手术方案不同分成 A 组和 B 组,每组 46 例。纳入标准:均经影像学(CT、MRI 等)检查证实为单节段 LDH;临床资料完整;保守治疗至少 12 周效果欠佳。排除标准:脊柱感染性(脊柱结核、椎间盘炎等)病症;腰椎肿瘤;有腰椎手术史;依从性差;严重器质性(心、肝、肾等)病症;凝血功能不全;腰椎管狭窄、腰椎峡部裂、畸形、滑脱;精神类病症;过敏体质。A 组和 B 组一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,见表 1。本研究经郑州阳城医院医学伦理会批准;所有患者签署知情同意书。

表 1 两组基线资料对比[n/n 或 $\bar{x}\pm s$ 或 n(%)]

组别	n	性别 (女/男)	年龄 (岁)	体质量指数 (kg/m ²)	病程 (年)	突出节段		
						L _{3~4}	L _{4~5}	L ₅ ~S ₁
A 组	46	19/27	65.42±6.53	22.36±1.60	8.94±2.56	12(26.09)	10(21.74)	24(52.17)
B 组	46	21/25	66.03±5.92	22.57±1.47	8.77±2.38	13(28.26)	8(17.39)	25(54.35)
χ^2 或 t		0.177	-0.469	-0.656	0.330		0.047	
P		0.674	0.640	0.514	0.742		0.481	

1.2 方法

1.2.1 A 组 接受 Wiltse 入路 Dynesys 内固定系统

置入治疗,俯卧位,垫高腹部外缘,悬空腹部,全身麻醉,X 线透视明确手术节段、范围等,并在背部标记,做手术切口于手术节段,切开皮肤及组织,沿椎板剥离(朝外缘方向实施),显露横突及小关节,Wiltse 入路下开窗减压,处理突出髓核,探查神经根并减压,止血;取适宜螺钉,置于横突根部与上关节突交汇处,X 线下明确螺钉置入满意后,取适宜 PCU 套管,经 PET 连接绳连接套管、头侧螺钉及尾侧螺钉,螺帽固定;冲洗创口,止血,负压引流,关闭创口。术后行常规治疗(消肿、抗感染、止痛等)。

1.2.2 B 组 接受 TLIF 治疗,手术切口方法同 A 组,置入螺钉,切除关节突,显露椎间孔并实施减压(以椎板咬骨钳实施,操作同 A 组),处理软骨终板及软组织(以刮刀实施),自体骨及椎间融合器自椎间隙置入,X 线透视明确满意后,加压固定双侧(以钛棒实施),取自体髂骨,处理至小骨块,填充至骨床,完成植骨融合;其余操作同 A 组。术后行常规治疗(消肿、抗感染、止痛等)。

1.3 观察指标 (1)两组手术效果,均于术后 3 个月依照 MacNab 标准^[6]进行评估。优:无活动受限、腰痛,临床症状消失;良:偶有腰腿痛,临床症状明显改善,无间歇性疼痛;可:临床症状有所缓解,但伴间歇性疼痛,可对正常工作、生活产生影响;差:未及上述标准。优良率=(优例数+良例数)/总例数×100%。(2)两组围术期手术指标(术中失血量、术后引流量、手术时长)。(3)两组术前、术后 1 个月、术后 3 个月腰腿疼痛视觉模拟评分法(VAS)^[7]、腰椎功能(JOA)^[8]评分。VAS 评分共 10 分,分值与腰腿疼痛程度呈正相关;JOA 评分共 29 分,分值与腰椎功能呈正相关。(4)术前、术后 1 个月、术后 3 个月手术节段及上、下位节段活动度(ROM),过伸位角度-过屈位角度=腰椎 ROM。(5)两组术前、术后 1 d、术后 3 d 组织创伤指标(PLA2、6-keto-PGE1α、M-ENK)水平。于术前、术后 1 d、术后 3 d 分别采集所有患者静脉血 3 mL,离心(半径 8 cm,3 500 r/min 离心 9 min),取血清,采用双抗体夹心酶联免疫法测定 PLA2、6-keto-PGE1α、M-ENK 水平。

1.4 统计学处理 采用 SPSS22.0 软件进行数据分析。呈正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用 t 检验;计数资料以例数、百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组手术效果比较 A 组手术优良率为 97.83%,高于 B 组的 82.61%($P < 0.05$)。见表 2。

2.2 两组围术期手术指标比较 与 B 组相比,A 组术中失血量、术后引流量更少,手术时长更短,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 3。

2.3 两组手术前后 VAS、JOA 评分比较 与术前相比,术后 1、3 个月两组腰部、腿部 VAS 评分均明显降低,JOA 评分均明显升高,差异均有统计学意义($P < 0.05$);与 B 组相比,术后 1、3 个月 A 组腰、腿部 VAS

评分更低,JOA 评分更高,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 4。

表 2 两组手术效果比较[n(%)]						
组别	n	差	可	良	优	优良
A 组	46	0(0.00)	1(2.17)	17(36.96)	28(60.87)	45(97.83)
B 组	46	3(6.52)	5(10.87)	20(43.48)	18(39.13)	38(82.61)
χ^2						4.434
P						0.035

表 3 两组围术期手术指标比较($\bar{x} \pm s$)				
组别	n	术中失血量(mL)	术后引流量(mL)	手术时长(min)
A 组	46	139.23±7.17	49.51±5.36	108.06±8.11
B 组	46	202.38±10.09	60.94±7.25	162.49±13.20
t		-34.602	-8.598	-23.829
P		<0.001	<0.001	<0.001

表 4 手术前后两组 VAS、JOA 评分比较($\bar{x} \pm s$,分)					
时间	组别	n	腰部 VAS 评分	JOA 评分	腿部 VAS 评分
术前	A 组	46	7.08±0.55	14.73±1.29	6.42±0.71
	B 组	46	7.26±0.61	15.08±1.27	6.28±0.74
	t		-1.730	-1.311	0.926
	P		0.087	0.193	0.357
术后 1 个月	A 组	46	3.24±0.36 ^a	22.64±1.61 ^a	2.74±0.47 ^a
	B 组	46	3.96±0.42 ^a	19.25±1.43 ^a	3.61±0.52 ^a
	t		-8.828	10.677	-8.418
	P		<0.001	<0.001	<0.001
术后 3 个月	A 组	46	1.37±0.27 ^a	24.57±1.78 ^a	1.22±0.36 ^a
	B 组	46	1.81±0.38 ^a	21.24±1.60 ^a	1.73±0.50 ^a
	t		-6.402	9.436	-5.614
	P		<0.001	<0.001	<0.001

注:与同组术前比较,^a $P < 0.05$ 。

2.4 两组手术前后手术节段及上、下位节段 ROM 比较 与术前相比,术后 1、3 个月 A 组手术节段 ROM 均明显降低,上、下位节段 ROM 升高,差异均有统计学意义($P < 0.05$);与术前相比,术后 1、3 个月 B 组上、下位节段 ROM 明显升高,差异均有统计学意义($P < 0.05$);与 B 组相比,术后 1、3 个月 A 组上、下位节段 ROM 降低,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 5。

表 5 手术前后两组手术节段及上、下位节段 ROM 比较($\bar{x} \pm s$,°)					
时间	组别	n	上位节段	手术节段	下位节段
术前	A 组	46	7.25±0.33	7.64±0.65	7.32±0.29
	B 组	46	7.36±0.30	7.41±0.63	7.29±0.28
	t		-1.673	1.723	0.505
	P		0.098	0.088	0.615
术后 1 个月	A 组	46	7.84±0.42 ^a	6.41±0.31 ^a	7.82±0.32 ^a
	B 组	46	9.24±0.57 ^a	—	8.51±0.44 ^a
	t		-13.411	—	-8.602
	P		<0.001	—	<0.001
术后 3 个月	A 组	46	7.86±0.41 ^a	6.38±0.30 ^a	7.85±0.33 ^a
	B 组	46	9.33±0.54 ^a	—	8.60±0.46 ^a
	t		-14.705	—	-8.985
	P		<0.001	—	<0.001

注:与同组术前比较,^a $P < 0.05$;—表示无数据。

2.5 两组手术前后组织创伤指标比较 与术前相比,术后 1、3 d 两组血清 M-ENK 水平均明显降低,血清 PLA2、6-keto-PGE1 α 水平明显升高,差异均有统计学意义($P<0.05$);与 B 组相比,术后 1、3 d A 组血清 M-ENK 水平更高,血清 PLA2、6-keto-PGE1 α 水平更低,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 6。

表 6 手术前后两组组织创伤指标比较($\bar{x}\pm s$)					
时间	组别	<i>n</i>	PLA2 (%)	6-keto-PGE1 α ($\mu\text{g/L}$)	M-ENK (ng/mL)
术前	A 组	46	20.93 $\pm$ 4.25	52.11 $\pm$ 6.13	132.21 $\pm$ 15.23
	B 组	46	20.26 $\pm$ 4.47	50.86 $\pm$ 7.28	134.08 $\pm$ 17.02
	<i>t</i>		0.737	0.891	-0.555
	<i>P</i>		0.463	0.375	0.580
术后 1 d	A 组	46	29.41 $\pm$ 5.26 ^a	69.37 $\pm$ 8.32 ^a	115.52 $\pm$ 13.92 ^a
	B 组	46	35.78 $\pm$ 7.02 ^a	78.20 $\pm$ 10.19 ^a	90.31 $\pm$ 11.27 ^a
	<i>t</i>		-4.925	-4.552	9.547
	<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001
术后 3 d	A 组	46	25.15 $\pm$ 4.34 ^a	59.73 $\pm$ 7.04 ^a	123.31 $\pm$ 14.76 ^a
	B 组	46	30.77 $\pm$ 5.02 ^a	71.13 $\pm$ 9.38 ^a	110.44 $\pm$ 13.13 ^a
	<i>t</i>		-5.744	-6.593	4.419
	<i>P</i>		<0.001	<0.001	0.004

注:与同组术前比较,^a $P<0.05$ 。

3 讨 论

LDH 属于慢性消耗性疾病,多因机械性压迫和化学性炎症刺激引发,自身免疫、炎症刺激、机械压迫等因素均会致使患者产生剧烈疼痛感^[9-11]。目前,临床针对 LDH 患者多通过 TLIF 治疗,可保留脊柱后方复合体结构,缓解患者病情,减轻痛苦,但易导致融合器移位,引发假关节形成,给患者术后恢复带来困难^[12]。Wiltse 入路 Dynesys 内固定系统置入可保留腰椎后纵韧带、棘突间韧带及棘突,维持脊柱中线结构,在摘除髓核后,无须大规模减压、大范围组织剥离及上下终板处理,极大减少因椎旁肌过度牵拉、剥离所致术后腰背疼痛,同时,减少手术烦琐操作步骤,节约手术时间,减少术中出血;另外,该术式通过结合 Wiltse 入路,能更好地维持脊柱稳定性,无须植骨融合,可避免因代偿融合节段的邻近节段 ROM 增加,防止假关节形成,更有助于患者术后恢复,保留固定节段部分功能,进一步提升手术效果。本研究中,与 B 组相比,A 组手术优良率更高,术中失血量、术后引流量更少,手术时长更短,术后腰腿部 VAS 评分、上、下位节段 ROM 降低,JOA 评分更高,差异均有统计学意义($P<0.05$),可见,应用 Wiltse 入路 Dynesys 内固定系统置入治疗单节段 LDH 患者在提升手术效果、优化手术指标、提高腰椎功能、减轻疼痛感方面更具优势,且能有效保留部分 ROM。

炎症可参与 LDH 的发生、发展,而手术对机体带来的二次损伤可在短时间内加剧机体炎症反应,造成 PGE2、6-keto-PGE1 α 、M-ENK 等因子紊乱表达。其中 PGE2 为退行性变髓核组织致炎物质,可加重炎症反应程度,促进血栓素、前列腺素合成;6-keto-PGE1 α

是 PGE2 的稳定代谢产物,其水平能反映体内前列腺素水平;而 M-ENK 属内源性止痛物质,在神经病理性疼痛中占比主导作用^[13]。本研究中,与 B 组相比,术后 A 组血清 M-ENK 水平更高,血清 PLA2、6-keto-PGE1 α 水平更低,差异均有统计学意义($P<0.05$),由此客观证实,应用 Wiltse 入路 Dynesys 内固定系统置入治疗单节段 LDH 患者更具微创特点。考虑与该术式中无须大规模减压、大范围组织剥离及上下终板处理,继而能减少组织创伤所致炎症应激有关。

综上所述,应用 Wiltse 入路 Dynesys 内固定系统置入治疗单节段 LDH 患者更具微创优势,且能进一步提升手术效果,优化手术相关指标,提高腰椎功能、减轻疼痛感。

参考文献

[1] 许海委,徐宝山,胡永成,等.胸腔镜辅助下侧前路减压融合术治疗腰椎间盘突出症伴椎体后缘骨软骨病[J].中华骨科杂志,2021,41(7):405-411.

[2] 李宗霖,雷龙鸣,潘波洋.不同直腿抬高扳腿法对推拿治疗腰椎间盘突出症临床疗效的影响[J].现代中西医结合杂志,2020,29(4):343-346.

[3] 李伟,邱龙顺,黄新,等.经椎间孔镜椎间盘切除术与经椎间孔椎体间融合术治疗腰椎间盘突出合并椎管狭窄症疗效对比研究[J].陕西医学杂志,2021,50(3):319-322.

[4] 邓剑锋,李广章,刘然,等.经 Wiltse 入路置入 Dynesys 内固定系统治疗单节段腰椎间盘突出症的疗效观察[J].实用医院临床杂志,2020,17(3):78-81.

[5] 郑明岳,吴耀持.委中穴对腰椎间盘突出症急性期的镇痛效应及对 TNF- α 、CD62P 的影响[J].世界中医药,2019,14(9):2464-2468.

[6] 杨傲飞,王鑫,连小峰.经椎间孔镜采用 45°进针手术技术与 TESSYS 技术治疗腰椎间盘突出症的疗效比较[J].中国骨与关节损伤杂志,2022,37(3):225-228.

[7] 白永乐,王智龙.单节段腰椎间盘突出症患者髓核摘除术治疗的临床效果及对患者视觉模拟评分 Oswestry 功能障碍指数的影响[J].山西医药杂志,2021,50(7):1157-1159.

[8] 宋甲威,侯小燕,王志敏,等.独活寄生汤联合针刺夹脊穴治疗对腰椎间盘突出症患者症状积分、Oswestry 功能障碍指数反 JOA 评分的影响[J].四川中医,2021,39(9):142-145.

[9] 翟炳生,王朝鲁.药物罐联合夹脊穴深刺治疗腰椎间盘突出症疗效及对 M-JOA 评分、ODI 指数、生活质量的影响[J].现代中西医结合杂志,2019,28(7):692-696.

[10] 焦锋,唐望,黄荷,等.消肿镇痛剂治疗急性腰椎间盘突出症 90 例临床观察及对肿瘤坏死因子- α 、 α -颗粒膜糖蛋白、白细胞介素-1 β 、MMP-3 的干预作用[J].辽宁中医杂志,2020,47(2):117-120.

[11] 李业,王建华.针刺郄穴合推拿对腰椎间盘突出症患者腰椎活动功能及血液流变学指标的影响[J].中国中医急症,2019,28(10):1829-1831.

[12] 段大鹏,卫文博,范亚一,等.融合与非融合治疗腰椎间盘突出症的早期疗效比较[J].临床骨科杂志,2019,22(1):

35-38.

临床杂志, 2020, 36(11): 17-21.

[13] 公不见, 戴文娟, 于荣鑫. 热敏灸联合推拿对腰椎间盘突出症患者 TXB₂、PGE₂ 水平及腰椎功能的影响[J]. 针灸

(收稿日期: 2022-10-14 修回日期: 2023-03-31)

• 临床探讨 • DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2023.12.032

亚抑菌浓度抗菌药物联合对铜绿假单胞菌生物膜的体外作用*

徐 荣, 王乃群, 谭 为, 胡小雄, 吴 雯, 袁 航

江西省宜春市人民医院检验科, 江西宜春 336000

摘 要:目的 比较在 1/2 最低抑菌浓度(MIC)即亚抑菌浓度, 哌拉西林/他唑巴坦(TZP)、头孢他啶(CAZ)、氨曲南(ATM)、亚胺培南(IPM)、左氧氟沙星(LVX)和庆大霉素(GEN)联合使用对铜绿假单胞菌(PA)生物膜的抑制效果。**方法** 收集 2020 年 10 月至 2021 年 3 月该院临床分离的黏液型多重耐药 PA 6 株, 确定菌株多位点序列分型(MLST), 并测定 TZP、CAZ、ATM、IPM、LVX 和 GEN 6 种抗菌药物的 MIC。在聚苯乙烯 96 孔板上构建生物膜, 在 1/2 MIC 抗菌药物作用 48 h 后, 采用结晶紫染色洗脱法定量检测残留生物膜, 计算生物膜抑制指数。**结果** 6 株黏液型多重耐药 PA 的 MLST 均为 ST 235 型。在 1/2 MIC, 抗菌药物联合使用的生物膜抑制指数均值都大于 50.0%。其中 LVX+IPM 和 LVX+ATM 对菌株的生物膜抑制指数均值大于 70.0%, 与其他药物联用相比, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。TZP、CAZ、ATM、IPM、LVX 和 GEN 6 种抗菌药物单独作用的抑制指数都小于 50.0%, 且都显著低于 6 种抗菌药物中任意 2 种联用的组合($P < 0.05$)。**结论** 临床在治疗 PA 生物膜相关感染时, 应尽量选择联合用药。在相同的耐药水平下, 氟喹诺酮类和碳青霉烯类或单环 β -内酰胺类抗菌药物联用对于生物膜具有更好的抑制效果。

关键词: 铜绿假单胞菌; 生物膜; 抗菌药物; 亚抑菌浓度

中图分类号: R446.5

文献标志码: A

文章编号: 1672-9455(2023)12-1809-03

铜绿假单胞菌(PA)是临床最重要的条件致病菌之一, 可以引起肺部、皮肤软组织、血液和泌尿系统等多个部位的感染。全国和本院 2019 年的细菌耐药监测报告都显示, PA 的临床分离率在革兰阴性致病菌中排第 3 位, 约占 12%^[1-2]。随着抗菌药物的广泛使用, 强大的环境选择压力导致了 PA 的耐药机制越来越复杂和多样, 包括产酶、药物作用靶位改变、主动外排机制、膜通道蛋白缺失和生物膜形成等^[3]。其中生物膜一旦形成, PA 就很难被彻底清除, 这是导致临床出现难治性、慢性感染病例的重要原因^[4]。治疗生物膜相关感染时, 医生往往会联合使用敏感且膜渗透性能好的抗菌药物, 除了及时清除播散性细菌, 还可以降低感染部位的生物膜负载^[5-6]。但是由于细菌耐药性的增加, 尤其是多重耐药菌株的逐渐增多, 抗菌药物在体内的浓度常常达不到最低抑菌浓度(MIC), 即处于亚抑菌浓度状态。此状态下, 对于临床常用抗菌药物联合对 PA 生物膜的作用效果还缺少系统性评价。本研究旨在以临床黏液型多重耐药 PA 菌株为对象, 比较在 1/2 MIC 亚抑菌浓度时, 6 种临床常用抗菌药物联合使用对其生物膜的体外抑制效果。

1 材料与方法

1.1 菌株收集 收集 2020 年 10 月至 2021 年 3 月本院临床微生物室分离的黏液型多重耐药 PA 菌株 6 株。细菌鉴定和药敏试验采用法国生物梅里埃 VITEK 2 Compact 全自动细菌鉴定及药敏分析系

统, 多重耐药的判定标准为对 3 类或 3 类以上临床常用抗菌药物不敏感^[7]。菌株使用含 15% 甘油的无菌肉汤-80℃保存。

1.2 方法

1.2.1 细菌 MIC 测定 复苏 PA 菌株, 统一采用 CLSI 推荐的微量肉汤稀释法检测哌拉西林/他唑巴坦(TZP)、头孢他啶(CAZ)、氨曲南(ATM)、亚胺培南(IPM)、左氧氟沙星(LVX)和庆大霉素(GEN)6 种抗菌药物的 MIC, 质控菌株为铜绿假单胞菌 ATCC 27853。TZP 购自海南通用三洋药业有限公司(批号: 210801-2), CAZ 购自海南海灵化学制药有限公司(批号: 2110211), ATM 购自山东罗欣药业有限公司(批号: 321063008), IPM 购自杭州默沙东制药有限公司(批号: u025798), LVX 购自华夏生生药业有限公司(批号: 210815307), GEN 购自瑞阳制药有限公司(批号: 21052611)。

1.2.2 菌株多位点序列分型(MLST) 将 6 株 PA 送浙江天科高新技术发展有限公司做全基因组测序, 提取管家基因 *acsA*、*aroE*、*guaA*、*mutL*、*nuoD*、*ppsA* 和 *trpE* 的序列放在 PAMLST 数据(<https://pubmlst.org/organisms/pseudomonas-aeruginosa>)中比对得到序列型(ST)。

1.2.3 构建 PA 生物膜 使用肉汤活化黏液型 PA, 并调整浓度至 0.5 麦氏比浊度。吸取 30 μ L 菌液加入到含 200 μ L 肉汤的聚苯乙烯 96 孔板中, 常温条件

* 基金项目: 江西省宜春市科技计划项目(JXYC2020KSB003)。