

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2023.21.012

椎旁肌退变与短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动的相关性分析*

廖培基¹ 蔡东岭^{2Δ} 郭伟俊² 陈晓峰² 魏其鹏¹ 范宇澄¹

(1 广州中医药大学 广东 广州 510006; 2 广州市番禺区中医院脊柱外科 广东 广州 511400)

摘要 目的:分析椎旁肌退变与短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动的相关性。**方法:**回顾性分析 2018 年 6 月至 2020 年 6 月广州市番禺区中医院行短节段腰椎融合内固定术治疗的 251 例腰椎退行性疾病患者的临床资料,根据术后螺钉松动情况分为松动组($n=47$)和对照组($n=204$)。收集患者的临床资料,对比两组椎间植骨融合情况、螺钉直径、螺钉长度、螺钉椎内长度、椎旁肌的肌肉相对总横截面积(rtCSA)和脂肪浸润程度(FI)。应用多因素 logistic 回归分析短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动发生的危险因素,并描绘受试者工作特征(ROC)曲线检验危险因素预测短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动的效能。**结果:**251 例患者平均随访时间(24.16 ± 7.28)个月,其中 47 例患者在最终随访时发生螺钉松动,总体松动率 18.73%。两组性别、骨密度比较差异有统计学意义($P<0.05$)。与对照组相比,松动组的多裂肌 FI 增高($P<0.05$)。与对照组相比,松动组的竖脊肌 rtCSA 减少,竖脊肌 FI 增高($P<0.05$)。多因素 logistic 回归分析显示竖脊肌 FI 较高是短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动发生的独立危险因素,而竖脊肌 rtCSA 较高、骨密度较高则是保护因素($P<0.05$)。ROC 曲线分析显示:骨密度、竖脊肌 rtCSA、竖脊肌 FI 等 3 指标单独及联合应用时:ROC-AUC(0.95CI)分别为 0.708(0.446~0.971)、0.736(0.495~0.951)、0.648(0.335~0.965)、0.842(0.719~0.957)。联合应用预测效能较高。**结论:**竖脊肌的退变是短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动的危险因素。当骨密度 $<-3.00 \text{ g/cm}^2$ 、竖脊肌 rtCSA $<1.45\%$ 及 FI $>35.00\%$ 时,提示术后发生螺钉松动的可能性大,可作为短节段腰椎融合内固定术后评价螺钉松动风险的参考指标。

关键词:椎旁肌;椎弓根螺钉松动;腰椎融合内固定术;影响因素;预测效能

中图分类号:R681.53 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2023)21-4065-06

Correlation Analysis between Paravertebral Muscle Degeneration and Screw Loosening after Short Segment Lumbar Fusion Internal Fixation Surgery*

LIAO Pei-ji¹, CAI Dong-ling^{2Δ}, GUO Wei-jun², CHEN Xiao-feng², WEI Qi-peng¹, FAN Yu-cheng¹

(1 Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou, Guangdong, 510006, China;

2 Department of Spine Surgery, Guangzhou Panyu District Traditional Chinese Medicine Hospital, Guangzhou, Guangdong, 511400, China)

ABSTRACT Objective: Analysis of the correlation between paravertebral muscle degeneration and screw loosening after short segment lumbar fusion internal fixation surgery. **Methods:** Retrospective analysis of clinical data of 251 patients with lumbar degenerative diseases who underwent short segment lumbar fusion internal fixation surgery at Guangzhou Panyu District Traditional Chinese Medicine Hospital from June 2018 to June 2020, they were divide into the loosening group ($n=47$) and the control group ($n=204$) based on postoperative screw loosening. Collect clinical data of patients, Compare the intervertebral bone graft fusion, screw diameter, screw length, screw intravertebral length, relative total cross-sectional area (rtCSA) of the paravertebral muscle, and fat infiltration (FI) between two groups. Multivariate logistic regression analysis was used to determine the risk factors for screw loosening after short segment lumbar fusion internal fixation surgery, and the receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to test the efficacy of risk factors in predicted screw loosening after short segment lumbar fusion internal fixation surgery. **Results:** The average follow-up time of 251 patients was (24.16 ± 7.28) months, of which 47 cases had screw loosening at the final follow-up, with an overall loosening rate of 18.73%. There were significant differences in gender and bone mineral density between the two groups ($P<0.05$). Compared with the control group, The FI of multifidus in the loosening group was increased ($P<0.05$). Compared with the control group, the loosening group showed showed a decrease in rtCSA of erector spinae and an increase in FI of erector spinae ($P<0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that higher FI of erector spinae were risk factors for screw loosening after short segment lumbar fusion internal fixation surgery, while the higher rtCSA of erector spinae and higher bone mineral density were protective factors ($P>0.05$). ROC curve analysis showed that when used alone or in combination, the ROC-AUC (0.95CI) of bone mineral density, erector spinae rtCSA, and erector spinae FI were 0.708

* 基金项目:广州市番禺区科技计划重大医疗卫生项目重点学科项目(2022-Z04-112);

广州市中医药和中西医结合科技项目(2022A010078);广东省中医药局面上科研课题项目(20191262)

作者简介:廖培基(1997-),男,在读硕士研究生,研究方向:脊柱脊髓,E-mail: spineliaopei@163.com

Δ 通讯作者:蔡东岭(1971-),男,硕士,主任医师,研究方向:中西医结合治疗脊柱脊髓,E-mail: panyucaidongling@126.com

(收稿日期:2023-05-08 接受日期:2023-05-31)

(0.446~0.971), 0.736 (0.495~0.951), 0.648 (0.335~0.965) and 0.842 (0.719~0.957), respectively, Predicted higher efficacy in combination.

Conclusion: Degeneration of the erector spinae is one of the risk factors for screw loosening after short segment lumbar fusion internal fixation surgery, When the bone mineral density is less than -3.00 g/cm^2 , erector spinae rtCSA is less than 1.45%, and FI is greater than 35.00%, it indicates a high possibility of postoperative screw loosening, can serve as a reference indicator for evaluating the risk of screw loosening after short segment lumbar fusion internal fixation surgery.

Key words: Paravertebral muscle; Pedicle screw loosening; Short segment lumbar fusion internal fixation; Influence factors; Predicted efficacy

Chinese Library Classification(CLC): R681.53 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2023)21-4065-06

前言

腰椎退行性疾病(LDD)包括腰椎滑脱、腰椎椎管狭窄、腰椎间盘突出等,是临床中常见的脊柱病变,是导致患者腰背疼痛甚至残疾的病因之一^[1]。腰椎融合内固定术是治疗 LDD 的常用术式,可有效稳定退变节段,提供充分的神经减压、恢复前凸及矫正畸形等^[2,3]。而螺钉松动是腰椎融合内固定术后最常见的并发症之一,相关报道显示其发生率为 0.60%~27.00%^[4],可导致腰背部疼痛、活动受限等临床不良预后,部分患者甚至还需进行翻修手术^[5],严重影响患者的生活质量。椎旁肌群由竖脊肌、多裂肌、腰大肌、腰方肌、腰髂肋肌等组成,是维持脊柱稳定、协助机体运动的重要结构^[6]。多项研究证实椎旁肌群的退变与多种腰椎退行性疾病及术后并发症相关^[7-9],且这些研究的目标对象为多节段融合内固定或脊柱侧弯矫形患者^[10-12]。目前临床尚无关于椎旁肌群退变与短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动是否存在关联的研究。本研究回顾性分析广州市番禺区中医院行后正中入路腰椎融合内固定术治疗的 251 例 LDD 患者的临床资料,探讨短节段腰椎融合内固定术后发生螺钉松动的危险因素,明确椎旁肌退变与螺钉松动的关系及诊断价值,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2018 年 6 月至 2020 年 6 月广州市番禺区中医院行短节段腰椎融合内固定术治疗的 251 例腰椎退行性疾病患者的临床资料。纳入标准:(1)确诊为腰椎退行性疾病;(2)具有明确的手术治疗指征并接受短节段融合内固定手术治疗,手术均由同一组医师操作完成;(3)年龄 ≥ 18 岁;(4)固定节段 ≤ 2 个;(5)随访时间 ≥ 1 年。排除标准:(1)既往先天性脊柱畸形、脊柱肿瘤、强直性脊柱炎病史及脊柱手术史;(2)术前有明确的碰撞、扭伤等对腰椎肌肉产生影响的外伤史;(3)术中运用骨水泥强化钉道等预防螺钉松动技术;(4)术后因外伤或脊柱感染出现螺钉松动;(5)合并代谢性骨病或长期服用影响骨代谢药物史;(6)随访资料不全者。其中男性 90 例,女性 161 例;年龄 50~88 岁,平均 64.16 ± 7.48 岁;病因:腰椎滑脱 88 例,腰椎椎管狭窄 92 例,腰椎间盘突出 71 例。

1.2 方法

1.2.1 螺钉松动评估标准 由 2 名高年资脊柱外科医师对患者末次随访时腰椎正侧位 X 线或腰椎 CT 平扫的影像学资料进行评估,当意见不一致时,经双方协商确定最终结果。螺钉松动的诊断标准:螺钉周围存在 1 mm 或者更宽的透亮区^[10]。根据

术后螺钉松动情况将患者分为松动组和对照组。

1.2.2 治疗方法 所有患者均接受后正中入路腰椎融合内固定术,由广州市番禺区中医院同一组脊柱外科高年资脊柱外科医师实施手术,术中采用临床常规内固定器械,均未采取特殊的肌肉保留技术、骨水泥强化钉道等干预措施。术后均在医师指导下规律佩戴腰围活动 4-6 周。

1.2.3 临床资料收集 收集患者的临床资料包括性别、年龄、身体质量指数(body mass index, BMI)、糖尿病史、骨密度、最下端固定椎位置、术中是否反复置钉、螺钉直径、螺钉长度等。

1.3 评价指标

(1)骨密度测量:骨密度采用双能 X 线吸收测定法测量(DXA),测量部位选用 L1~L4,记录 T 值作为骨密度数值。(2)脊柱的融合状态判定:由 2 名高年资脊柱外科医师根据患者末次随访的影像资料判断植骨融合情况,当判定结果存在差异时,协商取一致性结果。未融合诊断标准:腰椎伸屈侧位 X 线中椎间动态成角 $\geq 5^\circ$ 或滑移 $\geq 3 \text{ mm}$ 或融合区未见连续骨小梁形成^[13]。(3)肌肉参数测量:选取对脊柱稳定性影响程度最大的三组肌肉:多裂肌、竖脊肌和腰大肌。通过医疗影像管理系统(PACS 系统),在患者术前 1 月内于广州市番禺区中医院完成的腰椎核磁共振成像(MRI)平扫影像上勾勒出感兴趣区域(ROI)依次测量椎体横截面积、肌肉的横截面积(CSA),见图 1。肌肉的脂肪浸润程度(FI)的测量则需导出影像资料保存为 DICOM 格式文件,转移至图像处理软件 ImageJ Fiji(1.53vt),利用阈值技术测量分析,见图 2。该技术基于肌肉组织和脂肪组织之间信号强度的差异分离两种组织^[14]。对于腰大肌,由于肌内脂肪及软组织边界不清晰,故只测量腰大肌的横截面积。考虑各患者间存在体型、体重、身高等差异,选取双侧肌肉总横截面积与同一层面的椎体横截面积的比值作为肌肉相对总横截面积(rtCSA),双侧肌肉脂肪总横截面积与肌肉的总横截面积的比值反映肌肉的 FI。此次研究统一选取平行于椎体上终板处的轴位图像进行测量,测量最上端固定椎(UIV)与最下端固定椎(LIV)的肌肉参数,得出平均值以反映该固定节段的椎旁肌肌肉质量水平。上述肌肉参数由 2 名接受系统培训的脊柱外科医师分别测量分析,为了保证评估测量的可靠性,1 个月后随机抽取测量员 A 测量的其中 50 例患者,由 2 名测量员对所有肌肉参数资料重新再测量一次。

1.4 统计学方法

采用 SPSS26.0 软件进行统计学分析。选取先后测量的随机 50 例患者肌肉参数资料,以组内相关系数(ICC)评估两名测量员之间和同一测量者 2 次测量间的一致性,ICC >0.75 代表

一致性高。计数资料以例数及百分比显示,采用 χ^2 检验或校正 χ^2 检验;计量资料以($\bar{x} \pm s$)显示,组间比较行 t 检验。对有统计意义的指标进行多因素 Logistic 回归确定危险因素,并构建多因子联合应用之回归预测模型(Log P 模型)。受试者工作特征(ROC)曲线检验危险因素预测螺钉松动的效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 随访情况

251 例患者平均随访时间(24.16 ± 7.28)个月,其中共有 47 例患者发生螺钉松动,短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动总体发生率 18.73%(47/251)。其中,螺钉松动发生在最上端固定椎有 15 例,发生在最下端固定椎的有 38 例,同时存在上下端椎螺钉发生松动的有 6 例,无中间椎体发生螺钉松动。

2.2 一般资料比较

两组性别、骨密度比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。两组年龄、糖尿病、BMI、LIV 位置、术中反复置钉及椎间植骨融合比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

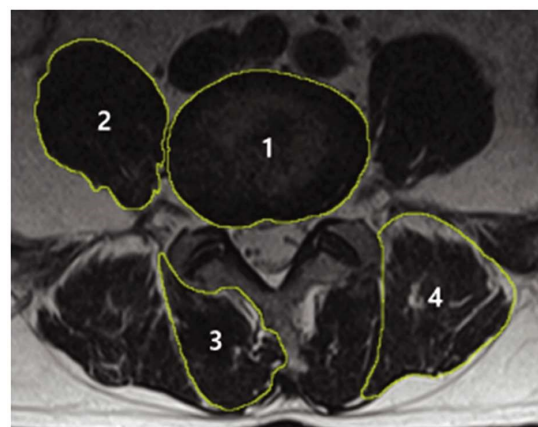


图 1 椎旁肌群的测量

Fig.1 Measurement of paravertebral muscle group

注:(1)椎体的横截面积;(2)腰大肌的横截面积;(3)多裂肌的横截面积;(4)竖脊肌的横截面积。

Note: (1)Cross sectional area of vertebral body; (2) Cross sectional area of psoas major muscles; (3) Cross sectional area of multifidus; (4) Cross sectional area of erector spinae.

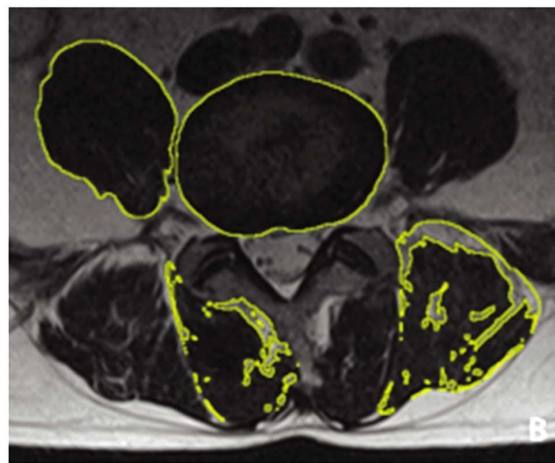


图 2 阈值技术测量肌肉参数

Fig.2 Measurement of muscle parameters using threshold technology

注:调整阈值区分出脂肪组织,椎旁肌中红色区域代表肌内脂肪组织(图 A),黑色代表肌肉功能区域(图 B);勾勒出脂肪组织 ROI 计算面积。

Note: Adjusting the threshold to distinguish adipose tissue, the red area in the paraspinal muscles represents intramuscular adipose tissue (figure A), black represents muscle functional areas (figure B); Outline the ROI calculation area of adipose tissue.

2.3 螺钉参数比较

两组 LIV 及 LIV 处的椎弓根螺钉直径、螺钉长度及螺钉椎内长度比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

2.4 椎旁肌肉参数比较

各肌肉参数的测量者内一致性和测量者间一致性均大于 0.75,具有较好的一致性。与对照组相比,松动组的多裂肌 FI 增高($P < 0.05$),而两组多裂肌 rtCSA 比较差异无统计学意义($P > 0.05$);与对照组相比,松动组的竖脊肌 rtCSA 减少,竖脊肌 FI 增高($P < 0.05$),而两组腰大肌 rtCSA 比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 3。

2.5 短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动的多因素分析

采用非条件 Logistic 回归,以短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动为因变量,赋值(否=0,松动=1)。表 1~3 中 $P < 0.05$ 的指标/因素为自变量。赋值见下表。回归过程采用逐步后退

法, $\alpha_{剔除}=0.10$, $\alpha_{入选}=0.05$ 。结果显示,竖脊肌 FI 较高是短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动发生的独立危险因素,而竖脊肌 rtCSA 较高、骨密度较高则是保护因素($P < 0.05$)。见表 4。

2.6 预测螺钉松动的效能评估

由上述回归结果知,骨密度、竖脊肌 rtCSA、竖脊肌 FI 等 3 因子/指标均是螺钉松动的显著影响因素,现进一步探讨其对短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动的预测价值:以松动组($n=47$)为阳性样本,以对照组($n=204$)为阴性样本,建立 ROC 预测分析模型。单独应用时,3 个指标均参考临床实践划分成若干个组段,再以软件拟合之 ROC 曲线读取约登指数最大值点,对应计算理论阈值(适当取整)和各项参数。并按实测样本计算敏感度、特异度、准确度。联合应用采用 LogP 模型:以上述 Logistic 回归结果,建立骨密度、竖脊肌 rtCSA、竖脊肌 FI 等 3 因子联合应用预测螺钉松动的风险评估/预测模型,以其 Ln

(P/1-P)=-0.088-0.416× 骨密度 -0.973× 竖脊肌 rtCSA+0.082× 0.971)、0.736 (0.495 ~0.951)、0.648 (0.335 ~0.965)、0.842 竖脊肌 FI 为联合应用的虚拟概率量指标,再行 ROC 分析。分 (0.719~0.957),联合应用预测效能较高,AUC 及灵敏度、特异 析结果显示:骨密度、竖脊肌 rtCSA、竖脊肌 FI 等 3 个指标单独 度、准确度均较各单独应用指标有明显提升。见表 5 和图 3。 及联合应用时:ROC-AUC (0.95CI) 分别为. 0.708 (0.446~

表 1 一般资料比较
Table 1 Comparison of general data

Data	Loosening group (n=47)	Control group (n=204)	χ^2/t	P
Gender [n(%)]			3.899	0.048
Male	11(23.40)	79(38.73)		
Femal	36(76.60)	125(61.27)		
Age (years, $\bar{x} \pm s$)	65.32± 8.57	63.89± 7.20	1.183	0.238
Diabetes [n(%)]				
Yes	11(23.40)	35(17.16)	0.996	0.318
No	36(76.60)	169(82.84)		
BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	24.38± 1.13	24.47± 1.15	-0.485	0.628
Bone mineral density (g/cm ² , $\bar{x} \pm s$)	-3.44± 0.71	-2.56± 1.09	6.841	0.000
LIV position [n(%)]				
S1	21(44.68)	74(36.27)	1.148	0.284
No S1	26(55.32)	130(63.73)		
Multiple intraoperative nail placement [n(%)]				
Yes	9(19.15)	25(12.25)	1.550	0.213
No	38(80.85)	179(87.75)		
Intervertebral bone graft fusion [n(%)]				
Yes	43(91.49)	191(93.63)	0.277	0.599
No	4(8.51)	13(6.37)		

表 2 螺钉参数比较($\bar{x} \pm s$)
Table 2 Comparison of screw parameters ($\bar{x} \pm s$)

Groups	UIV screws diameter (mm)	UIV screw length (mm)	UIV screw intravertebral length (mm)	LIVscrews diameter (mm)	LIVscrew length (mm)	LIVscrew intravertebral length (mm)
Loosening group (n=47)	6.77± 0.25	40.53± 5.03	30.41± 4.14	6.78± 0.25	41.06± 4.03	31.01± 4.72
Control group (n=204)	6.69± 0.34	39.34± 5.18	30.49± 4.04	6.69± 0.36	39.78± 5.86	30.87± 4.60
t	1.837	1.427	-0.122	1.553	1.384	0.187
P	0.070	0.155	0.903	0.122	0.168	0.852

3 讨论

腰椎融合内固定术后椎弓根螺钉松动的发生是多因素造成,既往研究指出常见的危险因素包括高龄、骨质疏松等患者自身因素;植骨融合失败或者未进行融合、不同术式等手术因素;螺钉直径小、椎内螺钉长度短等螺钉因素^[5]。关于椎旁组织退变在腰椎融合内固定术后的影响作用却鲜有报道。本研究首

次研究了不同椎旁肌肉组织在短节段腰椎融合内固定术后发生螺钉松动的相关性及诊断价值。通过回顾性分析研究,测量椎旁肌的面积和 FI 两个评价椎旁肌退变的关键参数^[6],结果显示松动组患者的骨密度较低、竖脊肌 rtCSA 较小和 FI 较高,当骨密度<-3.00 g/cm²、竖脊肌 rtCSA<1.45%或 FI>35.00%时,提示术后发生螺钉松动的可能性大。

在既往对椎旁肌退变对椎弓根螺钉松动影响的研究中,

表 3 椎旁肌肉参数比较($\bar{x} \pm s$)Table 3 Comparison of paravertebral muscle parameters ($\bar{x} \pm s$)

Groups	Multifidus rtCSA(%)	Multifidus FI(%)	Erector spinae rtCSA(%)	Erector spinae FI(%)	Psoas major muscles rtCSA(%)
Loosening group (n=47)	0.67± 0.19	36.24± 11.67	1.32± 0.41	38.10± 8.80	0.86± 0.19
Control group (n=204)	0.71± 0.19	31.87± 8.14	1.71± 0.39	30.21± 6.75	0.91± 0.26
t	-1.301	2.434	-6.121	5.768	-1.508
P	0.194	0.018	0.000	0.000	0.135

表 4 短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动的多因素分析

Table 4 Multifactor analysis of screw loosening after short segment lumbar fusion internal fixation surgery

Indicators / factors	Assignment	β	Se	Wald χ^2	P	OR	OR 0.95CI
Constant	-	-0.088	0.044	4.046	0.044	-	-
Bone mineral density	Continuous numerical prototype input	-0.416	0.154	7.265	0.007	0.660	0.488~0.892
Erector spinae rtCSA	Continuous numerical prototype input	-0.973	0.276	12.442	0.000	0.378	0.220~0.649
Erector spinae FI	Continuous numerical prototype input	0.082	0.027	9.495	0.002	1.085	1.030~1.144

表 5 3 个指标单独或联合对短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动的预测价值分析结果

Table 5 Analysis results of the predictive value of three indicators alone or in joint for screw loosening after short segment lumbar fusion internal fixation surgery

Index	AUC(0.95CI)	Cut-off	Sensitivity	Specificity	Youden index	Accuracy
Bone mineral density	0.708(0.446~0.971)	-3.0 g/cm ²	0.745)	0.681	0.426	0.693
Erector spinae rtCSA	0.736(0.495~0.951)	1.45%	0.702	0.721	0.423	0.717
Erector spinae FI	0.648(0.335~0.965)	35%	0.681	0.632)	0.313	0.641
The Joint (log P)	0.842(0.719~0.957)	2.60	0.851	0.828	0.679	0.833

Note: The thresholds are rounded appropriately according to clinical practice. The threshold for joint application of virtual indicators is calculated based on the Log (P/1-P) model (including constant terms).

目标患者群体、研究方法及研究结果存在差异。当骨密度较低时,螺钉易发生松动,骨密度与螺钉的轴向拔出力有关,骨质正常者其椎弓根螺钉平均轴向拔出强度明显高于骨质疏松者,骨密度每降低 10 mg/cm³,螺钉最大拔出力降低 60 N,因此骨密度降低可以在一定程度上导致螺钉松动的发生。Kim 等^[10]发现在腰骶融合内固定术后的患者中,较低 L5-S1 水平的竖脊肌 CSA 是 S1 螺钉的危险因素。Leng 等^[11]回顾性分析 137 名因退行性脊柱侧凸行长节段融合内固定术患者的资料,发现当固定节段水平 ≥ 6 个时,螺钉松动患者竖脊肌 rtCSA 与相对功能横截面积明显小于非松动组,但固定节段数在 4-5 个时,椎旁肌退变与螺钉松动无关。Wang 等^[12]对 93 例退行性脊柱侧凸患者进行分析,发现松动组患者 L5 水平的竖脊肌 rtCSA 明显小于对照组。与他们研究结果相似,本研究同样发现椎旁肌退变与螺钉松动相关,但本研究针对的是临床中更常见的短节段腰椎融合内固定患者群体,并且先前的研究中未发现肌肉 FI 与螺钉相关,而我们的研究结果分析提示肌肉的 FI 同样是螺钉松动的独立危险因素。针对与先前研究的结果差异,笔者分析认

为主要可能与两个方面相关,一方面是因为我们研究当中纳入的是短节段手术治疗患者,与长节段不同,短节段患者的病情相对简单,混杂因素较少,脊柱-骨盆矢状位失衡等对短节段融合术后螺钉松动的影响程度相对较小^[17],螺钉受到的生物力学应力较低,当椎旁肌退变程度达一定程度才足以对螺钉稳定性产生足够的影响,故可见松动组 FI 明显增高。另一方面,则是与不同的测量技术有关。在我们的研究中,我们使用 ImageJ Fiji 图像处理软件中的阈值技术测量椎旁肌的脂肪浸润情况,该技术已经证实具有良好的可靠性^[14]。Kim 等^[10]和 Leng 等^[11]则是通过测量肌肉的信号强度来反映肌肉脂肪含量。

椎旁肌退变与内固定术后螺钉松动发生之间的关联尚未完全明确,笔者分析认为与椎旁肌退变导致脊柱稳定失衡相关。脊柱稳定系统被认为是由神经为主的控制系统、肌肉为主的主动系统以及骨关节韧带为主的被动系统三个亚系统组成^[18]。脊柱的稳定性是由椎体、韧带、关节突和关节囊等结构提供的内部稳定以及椎旁肌肉、感觉运动神经系统的控制提供的外部稳定组成^[19]。目前相关研究已证实,当椎旁肌发生退变时,会导致

脊柱稳定性下降而引起相关疾病的发生,包括下腰痛、腰椎滑脱、骨质疏松性骨折等^[7-9],螺钉松动同样如此。肌肉横截面积、FI 反映着肌肉强度的变化^[18-20],强度下降则导致脊柱稳定系统的失稳,增加螺钉的生物力学应力。

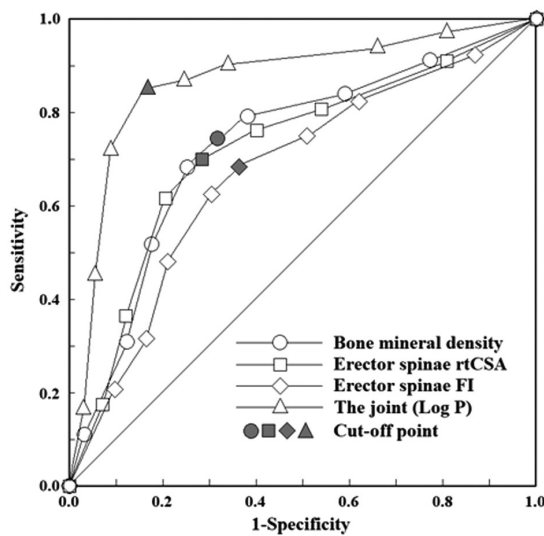


图3 3个指标单独或联合对短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动的预测价值的ROC曲线

Fig.3 ROC curve of the predictive value of three indicators alone or in joint for screw loosening after short segment lumbar fusion internal fixation surgery

短节段腰椎融合内固定术是我们在临床中的常规术式,结合竖脊肌退变是短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动危险因素这一研究结果,临床中除了运用特殊类型椎弓螺钉、骨水泥强化钉道、抗骨质疏松治疗等有效措施预防螺钉松动外^[21-23],可根据患者术前MRI肌肉参数的测量值,针对螺钉松动高危患者,可在术后进行腰背肌核心肌群的锻炼,有效改善椎旁肌的退变程度^[24,25],提高肌肉的量与质,有效增加脊柱稳定性减少螺钉应力,进一步降低螺钉松动的发生率。

综上所述,椎旁肌退变与短节段腰椎融合内固定术后发生螺钉松动相关,竖脊肌FI较高是螺钉松动的危险因素,而竖脊肌rtCSA较高、骨密度较高则是保护因素。因此,竖脊肌参数可作为短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动风险的参考指标,术前评估椎旁肌及术后康复开展腰背部核心肌群锻炼具有重要意义。本研究存在一定的局限性,首先该研究关于肌肉参数的测量为人工进行,包括肌肉范围的勾勒、阈值技术的运用具有主观性。其次,本文仅从现象层面发现椎旁肌退变与短节段腰椎融合内固定术后螺钉松动之间的关系,未进一步深入研究揭露具体作用机制。最后本研究为回顾性分析,具有回顾性研究中的偏倚。

参考文献(References)

[1] Reid PC, Morr S, Kaiser MG. State of the union: a review of lumbar fusion indications and techniques for degenerative spine disease [J]. J Neurosurg Spine, 2019, 31(1): 1-14

[2] 范大鹏, 张解元, 张经纬, 等. MIS-TLIF 与 TLIF 治疗单节段腰椎退行性疾病近期疗效的对比分析 [J]. 现代生物医学进展, 2022, 22(7): 1243-1247

[3] Zhang D, Gao X, Jiang J, et al. Safe placement of pedicle screw in

lumbar spine with minimum three year follow-up: a case series and technical note[J]. Int Orthop, 2018, 42(3): 567-573

[4] 刘攀杰, 张顺聪, 袁凯, 等. 椎弓根螺钉插入扭矩的影响因素研究进展[J]. 实用骨科杂志, 2021, 27(7): 619-624

[5] Bredow J, Boese CK, Werner CM, et al. Predictive validity of preoperative CT scans and the risk of pedicle screw loosening in spinal surgery[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2016, 136(8): 1063-1067

[6] Ranson CA, Burnett AF, Kerslake R, et al. An investigation into the use of MR imaging to determine the functional cross sectional area of lumbar paraspinal muscles[J]. Eur Spine J, 2006, 15(6): 764-773

[7] Ranger TA, Cicuttini FM, Jensen TS, et al. Paraspinal muscle cross-sectional area predicts low back disability but not pain intensity [J]. Spine J, 2019, 19(5): 862-868

[8] 刘鹏辉, 郑燕平, 阎峻, 等. 退变性腰椎滑脱患者多裂肌萎缩与滑脱程度相关性研究[J]. 中华骨科杂志, 2020, 40(2): 82-87

[9] 刘斌, 刘向阳, 王国平, 等. 腰椎骨质疏松性骨折患者椎旁肌肉MRI指标测量及临床意义[J]. 中国组织工程研究, 2019, 23(4): 578-583

[10] Kim JB, Park SW, Lee YS, et al. The Effects of Spinopelvic Parameters and Paraspinal Muscle Degeneration on S1 Screw Loosening[J]. J Korean Neurosurg Soc, 2015, 58(4): 357-362

[11] Leng J, Han G, Zeng Y, et al. The Effect of Paraspinal Muscle Degeneration on Distal Pedicle Screw Loosening Following Corrective Surgery for Degenerative Lumbar Scoliosis [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2020, 45(9): 590-598

[12] Wang W, Li W, Chen Z. Risk factors for screw loosening in patients with adult degenerative scoliosis: the importance of paraspinal muscle degeneration[J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1): 448

[13] Glaser J, Stanley M, Sayre H, et al. A 10-year follow-up evaluation of lumbar spine fusion with pedicle screw fixation [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2003, 28(13): 1390-1395

[14] Fortin M, Yuan Y, Battie MC. Factors associated with paraspinal muscle asymmetry in size and composition in a general population sample of men[J]. Phys Ther, 2013, 93(11): 1540-1550

[15] 袁磊, 陈仲强, 曾岩, 等. 胸腰椎椎弓根螺钉内固定术后螺钉松动的研究进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2017, 27(8): 756-762

[16] 李大川, 卢泉, 徐广宇, 等. 椎旁肌萎缩及关节突关节形态改变与腰椎融合术后邻近节段疾病的相关性[J]. 中华骨科杂志, 2022, 42(19): 1292-1300

[17] 邹达, 李危石, 陈仲强, 等. 椎体CT值在腰椎短节段内固定术后螺钉松动预测中的应用[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2018, 28(5): 447-455

[18] Nizard RS, Wybier M, Laredo JD. Radiologic assessment of lumbar intervertebral instability and degenerative spondylolisthesis[J]. Radiol Clin North Am, 2001, 39(1): 55-71

[19] Borghuis J, Hof AL, Lemmink KA. The importance of sensory-motor control in providing core stability: implications for measurement and training[J]. Sports Med, 2008, 38(11): 893-916

[20] Yu BS, Zhuang XM, Zheng ZM, et al. Biomechanical comparison of 4 fixation techniques of sacral pedicle screw in osteoporotic condition [J]. J Spinal Disord Tech, 2010, 23(6): 404-409

[21] Chen YL, Chen WC, Chou CW, et al. Biomechanical study of expandable pedicle screw fixation in severe osteoporotic bone comparing with conventional and cement-augmented pedicle screws [J]. Med Eng Phys, 2014, 36(11): 1416-1420 (下转第 4025 页)

- 作用[J]. 中成药, 2020, 42(8): 2037-2042
- [13] Peng L, Li Y, Li X, et al. Extracellular Vesicles Derived from Intermittent Hypoxia-Treated Red Blood Cells Impair Endothelial Function Through Regulating eNOS Phosphorylation and ET-1 Expression[J]. Cardiovasc Drugs Ther, 2021, 35(5): 901-913
- [14] Ramzy D, Rao V, Tumiaty LC, et al. Elevated endothelin-1 levels impair nitric oxide homeostasis through a PKC-dependent pathway [J]. Circulation, 2006, 114(1 Suppl): I319-26
- [15] Bourque SL, Davidge ST, Adams MA. The interaction between endothelin-1 and nitric oxide in the vasculature: new perspectives[J]. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 2011, 300(6): R1288-95
- [16] Yu J, Wang S, Shi W, et al. Roxadustat prevents Ang II hypertension by targeting angiotensin receptors and eNOS [J]. JCI Insight, 2021, 6(18): e133690
- [17] 张新磊, 陈晨, 徐兢, 等. 缬沙坦氢氯噻嗪对高血压合并心力衰竭患者 Ang II、NT-ProBNP 及 CTGF 的作用分析 [J]. 现代生物医学进展, 2021, 21(2): 269-273
- [18] 杨东, 骆昌云, 刘川, 等. 急性心力衰竭合并房颤患者 sST2、BNP、Ang II 的表达及意义[J]. 解放军医药杂志, 2022, 34(2): 79-82
- [19] 甄晓敏, 王培伟, 崔金钢, 等. 清肝益肾祛风方干预血管紧张素 II 诱导的小鼠高血压及神经炎症的作用研究 [J]. 世界科学技术 - 中医药现代化, 2021, 23(2): 462-467
- [20] Úri K, Fagyas M, Mátyás S, et al. New perspectives in the renin-angiotensin-aldosterone system (RAAS) IV: circulating ACE2 as a biomarker of systolic dysfunction in human hypertension and heart failure[J]. PLoS One, 2014, 9(4): e87845
- [21] Kim HS, Kim HY. Hypertensive effects of transforming growth factor- β 1 in vascular smooth muscles cells from spontaneously hypertensive rats are mediated by sulfatase 2[J]. Cytokine, 2022, 150: 155754
- [22] Blyszczuk P, Müller-Edenborn B, Valenta T, et al. Transforming growth factor- β -dependent Wnt secretion controls myofibroblast formation and myocardial fibrosis progression in experimental autoimmune myocarditis[J]. Eur Heart J, 2017, 38(18): 1413-1425
- [23] 刘晓萍, 赖香茂, 欧阳资章, 等. 依普利酮对血管紧张素 II 诱导心脏成纤维细胞增殖的影响 [J]. 中国医院药学杂志, 2021, 41(7): 700-704
- [24] 赵倩茹, 曹梦菲, 孙侠, 等. Yes 相关蛋白在血管紧张素 II 诱导的心肌纤维化中的作用及机制研究 [J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2022, 24(3): 306-310
- [25] Infante T, Costa D, Napoli C. Novel Insights Regarding Nitric Oxide and Cardiovascular Diseases[J]. Angiology, 2021, 72(5): 411-425
- [26] 彭子敬, 吕春美, 邹海林, 等. 非阻塞性冠状动脉微血管病患者血浆内皮素-1 和一氧化氮水平的变化及临床意义[J]. 中国心血管病研究, 2022, 20(6): 517-521

(上接第 4070 页)

- [22] El Saman A, Meier S, Sander A, et al. Reduced loosening rate and loss of correction following posterior stabilization with or without PMMA augmentation of pedicle screws in vertebral fractures in the elderly[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2013, 39(5): 455-460
- [23] Ohtori S, Inoue G, Orita S, et al. Comparison of teriparatide and bisphosphonate treatment to reduce pedicle screw loosening after lumbar spinal fusion surgery in postmenopausal women with osteoporosis from a bone quality perspective [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2013, 38(8): E487-92
- [24] 徐彬, 李志钢, 吴恒, 等. 椎弓根螺钉内固定术治疗胸腰椎骨折术后螺钉松动的相关因素分析 [J]. 华南国防医学杂志, 2021, 35(6): 412-416, 445
- [25] Lescher S, Bender B, Eifler R, et al. Isometric non-machine-based prevention training program: effects on the cross-sectional area of the paravertebral muscles on magnetic resonance imaging [J]. Clin Neuroradiol, 2011, 21(4): 217-22