· 临床研究 ·

腰椎终板 Modic 改变相邻结构的磁共振脂肪定量比较

蔡铭圳　蔡建忠　田青松　李伟瞳　邱志平

【摘　要】　目的　对腰椎终板 Modic 改变相邻结构的磁共振（MR）脂肪定量进行比较。**方法**　（1）以终板 Modic 改变发生率最高的 L_5～S_1 椎间盘为研究对象，收集腰椎终板 Modic 改变患者 55 名，在常规腰椎 MRI 扫描后加用脂肪分析计算技术（FACT）序列扫描；（2）测量各终板 Modic 改变上椎体脂肪分数面积加权值（SFFaw）、下椎体脂肪比面积加权值（IFFaw）、邻近双侧腰大肌和多裂肌的脂肪分数面积加权值（FFaw）、髓核 T2 信号强度（SI）值及 Pfirrmann 评分；（3）比较 L_5～S_1 各终板 Modic 改变的 SFFaw、IFFaw、腰大肌和多裂肌的 FFaw 及 Pfirrmann 评分的差异；（4）分析 L_5～S_1 椎间盘 Modic1 型、2 型的 SFFaw、IFFaw、腰大肌和多裂肌的 FFaw 与髓核 T2 信号 SI 值的相关性；（5）分析 L_5～S_1 椎间盘所有终板 Modic 改变的 SFFaw、IFFaw、腰大肌 FFaw、多裂肌 FFaw 与 Pfirrmann 评分值的相关性。**结果**　（1）L_5～S_1 椎间盘 Modic 1、Modic 2、Modic 3 的 SFFaw、IFFaw、多裂肌 FFaw、腰大肌 FFaw、髓核 T2 信号 SI 值、Pfirrmann 评分值的差异有统计学意义（$P<0.05$）。（2）L_5～S_1 椎间盘 Modic 1、Modic 2 的 SFFaw、IFFaw、多裂肌 FFaw、腰大肌 FFaw 值与髓核 T2 信号 SI 值呈 Spearman 负相关，$P<0.05$，有统计学意义；（3）L_5～S_1 椎间盘所有终板 Modic 改变的 SFFaw、IFFaw、腰大肌 FFaw、多裂肌 FFaw 与椎间盘的 Pfirrmann 评分呈正相关，$P<0.05$，有统计学意义。**结论**　L_5～S_1 椎间盘各终板 Modic 改变相邻结构的脂肪含量比较有差异，并与椎间盘的退变存在一定的相关性。

【关键词】椎间盘；终板 Modic 改变；脂肪定量

【中图分类号】R681.5+2　**【文献标识码】**B　**【文章编号】**1002-2600(2024)06-0006-05

MR fat quantification comparison on adjacent structures of lumbar endplate Modic change

CAI Mingzhen, CAI Jianzhong, TIAN Qingsong, LI Weitong, QIU Zhiping

Department of Radiology, Shishi Hospital, Shishi, Fujian 362700, *China*

Corresponding author: CAI Jianzhong, Email: 86857804@qq.com

【Abstract】　Objective　To compare fat quantification in adjacent structures of lumbar endplate Modic change. **Methods**　The L_5-S_1 intervertebral disc with the highest incidence of Modic was taken as the research object, 55 patients with endplate Modic change were collected, and the FACT sequence scan was added after the routine lumbar MRI scan; The area-weighted value of fat fraction in the upper vertebral body (SFFaw), the area-weighted value of fat ratio in the lower vertebral body (IFFaw), the area-weighted value of fat fraction in the adjacent bilateral psoas major muscle and multifidus (FFaw), the T2 signal SI value of the nucleus pulposus and the Pfirrmann score were measured; The differences in SFFaw, IFFaw, FFaw of psoas major muscle and multifidus, and Pfirrmann score of each Modic of L_5-S_1 intervertebral disc were compared; The correlations between SFFaw, IFFaw, FFaw of psoas major muscle and multifidus of Modic1 and 2 of L_5-S_1 intervertebral disc and the T2 signal SI value of the nucleus pulposus were analyzed; The correlations between SFFaw, IFFaw, FFaw of psoas major muscle and multifidus of all endplate Modic change of L_5-S_1 intervertebral disc and the Pfirrmann score were analyzed. **Results**　There were statistically significant differences in SFFaw, IFFaw, FFaw of multifidus, FFaw of psoas major, T2 signal SI value of nucleus pulposus, and Pfirrmann score among Modic 1, Modic 2, and Modic 3 of L_5-S_1 intervertebral disc ($P<0.05$). The values of SFFaw, IFFaw, FFaw of multifidus, and FFaw of psoas major in Modic 1 and Modic 2 of L_5-S_1 intervertebral disc were negatively correlated with the T2 signal SI value of the nucleus pulposus ($P<0.05$), which was statistically significant. The SFFaw, IFFaw, FFaw of psoas major, and FFaw of multifidus of all endplate Modic change of L_5-S_1 intervertebral disc were positively cor-

基金项目：泉州市重点科技基金项目（2022NS021）

作者单位：福建省石狮市医院影像科，石狮 362700

通信作者：蔡建忠，Email：86857804@qq.com

DOI：10.20148/j.fmj.2024.06.002

related with the Pfirrmann score of the intervertebral disc ($P<0.05$). **Conclusion**　There are differences in the fat content of adjacent structures of each endplate Modic change of L_5-S_1 intervertebral disc, and there is certain correlation with the degeneration of the intervertebral disc.

【Key words】 intervertebral disc；endplate Modic change；fat quantification

腰椎的椎体终板 Modic 改变影响椎间盘的营养供应，加剧椎间盘的退变。许多文献报道，终板 Modic 改变与椎间盘变性 Pfirrmann 评分相关[1]，同时磁共振（MR）定量技术可研究 Modic 改变与椎间盘髓核信号强度（signal intensity，SI）值的关系[2-3]。近年有研究表明，软骨终板与邻近椎间盘和脊柱旁肌在脊柱退变中应作为一个“整体器官”来对待[4-5]，但目前同时研究腰椎终板 Modic 改变与相邻椎间盘、椎旁骨骼肌的 MR 定量关系鲜有报道。故本研究的目的是利用磁共振脂肪分析计算技术（fat analysis calculation technique，FACT）检测腰椎终板 Modic 改变相邻结构脂肪定量并进行比较，以期较全面地了解软骨终板、椎间盘和脊柱旁骨骼肌的关系。

1　材料与方法

1.1　一般资料　2022 年 6 月至 2024 年 3 月，对福建省石狮市医院行腰椎 MR 扫描的患者共 2 368 名进行筛选。纳入标准：（1）年龄小于 50 周岁；（2）BMI 小于 25 kg/m^2；（3）腰椎常规 MRI 检查发现 L_5～S_1 椎间盘终板发生 Modic 改变；（4）用 FACT 序列对患者腰椎加扫矢位、横断位，影像质量满意。下列 3 种情况的患者不被纳入：（1）有磁共振检查禁忌证者；（2）有可能导致脊柱或椎间盘病变的其他相关病史，如肿瘤、脊柱滑脱、腰椎侧凸、腰椎外伤或骨折、手术、脊柱感染性疾病、血液病、代谢性骨病等；（3）各种原因导致成像数据不完整者。最后纳入研究的患者共 55 例，男性 29 例，女性 26 例，年龄（35.1±13.2）岁。本研究经我院伦理委员会批准。

1.2　仪器与方法　（1）仪器与参数：采用上海联影 uMR560 1.5T MR 扫描仪，24 通道脊柱线圈。患者平静呼吸，取仰卧位。先行腰椎 MRI 常规扫描矢状位 T1WI、T2WI 及横断位 T2WI 扫描，而后进行矢状位、横断面 FACT 序列腰椎扫描。扫描序列参数：TR 10.94 mes，TE 1.73 mes/3.24 mes/4.69 mes/6.18mes/7.67 mes/9.16 mes，翻转角 4°，带宽 125 Hz，扫描层厚 4 mm，视野 30 cm×24 cm，矩阵 288×288，激励次数 2，回波链长度 3，扫描时长 2 min 58 s；横断面 T2WI 序列参数：TR 3 200 mes，TE 96，带宽 170 kHz，激励次数 2，回波链长度 14，层厚 3 mm，层间距 0.3 mm，视野 24 cm×20 cm，矩阵 384×288，扫描时长 2 min 37 s；矢状位 T1WI 序列参数：TR 556 mes，TE 9.5，带宽 200 kHz，激励次数 2，回波链长度 3，层厚 4 mm，层间距 0.4 mm，视野 30 cm×24 cm，矩阵 288×288，扫描时长 2 min 7 s。（2）图像分析方法：对 L_5～S_1 终板 Modic 改变按 Modic 标准分型。Modic 1 型为稍长 T1 稍长 T2；Modic 2 型为短 T1 等或稍高 T2；Modic 3 型为长 T1 短 T2。原始图像传到后处理工作站，选择 L_5～S_1 间隙正中矢状位（图 2）及横断面上的图像，对上、下椎体终板 Modic 改变病灶感兴趣区（region of interest，ROI）进行测量，记录 L_5 椎体下缘、S1 椎体上缘的脂肪分数比（fat fraction，FF）及其面积，然后计算上椎体（L_5 椎体下缘）脂肪分数面积加权值（superior fat fraction of area weighting，SFFaw）、下椎体（S_1 椎体上缘）脂肪比面积加权（inferior fat fraction of area weighting，IFFaw）（图 1）。在横断面上测量双侧腰大肌脂肪分数面积加权值（fat fraction of area weighting，FFaw）、多裂肌 FFaw（图 3）。在横断位 T2WI 测量 L_5～S_1 椎间盘髓核的 SI 值，面积 2 cm^2（图 4）。腰椎常规 T2WI 序列矢状位，根据 Pfirrmann 标准进行分级[6]，由两名肌骨影像学主治医师在矢状位 T2WI 序列上分别对腰椎间盘退变程度进行分级。

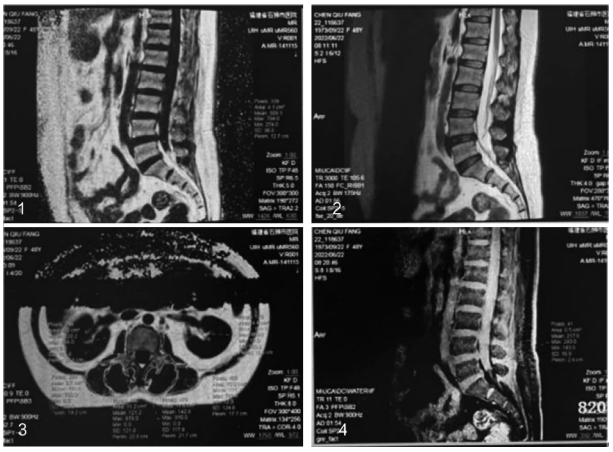

图 1　矢状位 FF 图上测量 SFFaw　图 2　矢状位 T2WI
图 3　横断位 FF 图上测量腰大肌、多裂肌 FFaw
图 4　横断位 T2WI 上测量椎间盘髓核 SI

1.3　统计学分析　对计量数据进行正态性检验及 Levene 方差齐性检验；采用 Kruskal-Wallis H 非参数检验比较 L_5～S_1 间盘各 Modic 的 SFFaw、IFFaw、腰大肌 FFaw、多裂肌 FFaw 值及 T2 信号 SI 值、Pfirrmann 评分值；采用 Spearman 相关分析各 Modic 的 SFFaw、IFFaw、腰大肌 FFaw、多裂肌 FFaw 值与 SI 值、Pfirrmann 评分值的相关性。所有数据用 SPSS 23.0 统计学软件处理，检验水准 $\alpha=0.05$。

2　结果

2.1　L_5～S_1 椎间盘各组 Modic 改变的邻近结构各测量值比较

2.1.1　L_5～S_1 椎间盘各组终板 Modic 改变的 SFFaw、IFFaw、腰大肌 FFaw、多裂肌 FFaw、髓核 T2 信号 SI 值比较　结果如表 1，Modic 1、Modic 2、Modic 3 组各指标组间差异均有统计学意义。两两比较，（1）SFFaw：Modic 2 组高于 Modic 1 组、Modic 3 组，差异有统计学意义；Modic 1 组和 Modic 3 组差异无统计学意义。（2）IFFaw：Modic 2 组高于 Modic1 组、Modic 3 组，差异有统计学意义；Modic 1 组高于 Modic 3 组，差异有统计学意义。（3）多裂肌 FFaw：Modic 2 组、Modic 3 组高于 Modic 1 组，差异有统计学意义；Modic 2 组和 Modic 3 组差异无统计学意义。（4）腰大肌 FFaw：Modic 2 组、Modic 3 组高于 Modic 1 组，差异有统计学意义；Modic 2 组和 Modic 3 组差异无统计学意义。

表 1　L_5～S_1 椎间盘各组终板 Modic 改变 SFFaw、IFFaw、腰大肌 FFaw、多裂肌 FFaw、髓核 T2 信号 SI 值

指标	Modic 1（n=19）		Modic 2（n=28）		Modic 3（n=8）		H 值	P 值
	中位数	P_{25}，P_{75}	中位数	P_{25}，P_{75}	中位数	P_{25}，P_{75}		
SFFaw	139.2	110.3 145.0	308.0	159.3 36.9	119.9	76.5 163.4	61.5	0.001
IFFaw	139.2	71.7 170.0	342.0	185.2 452.5	102.5	77.3 127.8	72.7	0.001
多裂肌 FFaw	48.2	30.8 62.6	62.4	43.9 65.2	229.3	71.0 387.7	30.9	0.001
腰大肌 FFaw	28.2	20.9 39.9	35.0	30.5 42.3	66.5	45.7 69.4	40.1	0.001
髓核 T2 信号 SI 值	123.0	88.5 158.0	114.5	88.5 155.0	103.5	98.5 108.5	12.1	0.002

2.1.2　L_5～S_1 椎间盘各组终板 Modic 改变 Pfirrmann 评分值比较　Modic 1、Modic 2、Modic 3 组 Pfirrmann 评分比较，差异有统计学意义（表 2）。

表 2　L_5～S_1 椎间盘各组终板 Modic 改变 Pfirrmann 评分结果（例）

组别	Pfirrmann 分级			
	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
Modic 1（n=19）	4	7	5	3
Modic 2（n=28）	5	10	8	5
Modic 3（n=8）	0	0	2	6
H 值	10.255			
P 值	0.006			

2.2　L_5～S_1 椎间盘 Modic 1 型、2 型的 SFFaw、IFFaw、多裂肌 FFaw、腰大肌 FFaw 值与 T2WI 上椎间盘髓核 SI 值的相关性

结果如表 3。Modic 1 型、2 型椎旁肌的脂肪分数面积加权值与椎间盘髓核信号 SI 值呈中度到弱负相关。

表 3　L_5～S_1 椎间盘 Modic 1 型、2 型各脂肪分数面积加权值与椎间盘髓核 SI 值的相关性

组别	SFFaw		IFFaw		多裂肌 FFaw		腰大肌 FFaw	
	r_s	P	r_s	P	r_s	P	r_s	P
Modic1	−0.385	0.002	−0.285	0.001	−0.199	0.023	−0.271	0.001
Modic2	−0.467	0.002	−0.229	0.003	−0.149	0.009	−0.123	0.032

注：r_s，秩相关系数。

2.3　L_5～S_1 椎间盘 Pfirrmann 评分值与椎旁肌的脂肪分数面积加权值的相关性

L_5～S_1 椎间盘按 Pfirrmann 评分值分为 4 组，Pfirrmann 评分与 SFFaw、IFFaw、多裂肌 FFaw、腰大肌 FFaw 相关性分别为 $r_s=0.159$（$P=0.021$）、$r_s=0.177$（$P=0.010$）、$r_s=0.134$（$P=0.020$）、$r_s=0.189$（$P=0.001$），呈弱相关。见图 2。

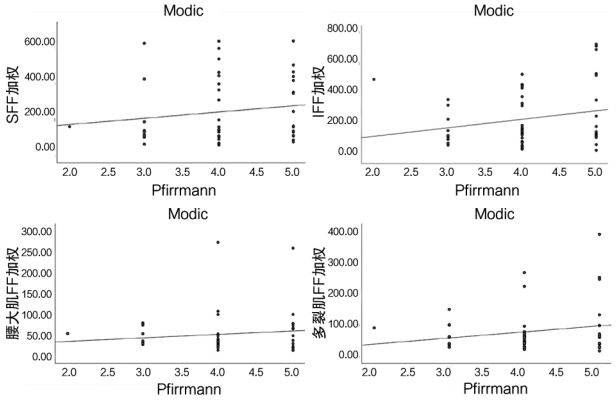

图 2　L_5～S_1 椎间盘 Pfirrmann 评分值与椎旁肌的脂肪分数面积加权值的相关性

3　讨论

本研究应用的 FCAT 序列技术是利用水和脂肪在磁场中存在的进动频率差异，小角度采集 6 个梯度回波，通过多种衰减校正技术，结合区域增强算法，一次扫描可同时获得多种对比图像，包括 FF（脂肪分数）、R^2 *、T2 *、IP（同相）、OP（反相）、water（水相或叫作压脂相）、fat（脂相），利用脂肪分数 FF 图，可以直接计算出感兴趣区的 FF 值，以往多用于肝脏和骨髓脂肪定量评价[7-8]，宋宇等[9-10]应用此技术评估腰椎椎体脂肪含量是可靠的。本研究在前述文献基础上，对 FACT 序列进行调整后应用于腰椎。腰椎 Modic 改变、椎间盘 Pfirrmann 分级、椎旁骨骼肌脂肪含量与患者的年龄、BMI、性别、间盘的序号是相关的，为尽可能剔除其影响，本研究经过 20 个月对 2 368 名患者进行筛选，将 L_5～S_1 椎间盘患终板 Modic 改变者纳入研究，且患者年龄小于 50 周岁，BMI 小于 25 kg/m^2，最后纳入研究的患者共 55 名，男性 28 名，女性 24 名，全部患者年龄范围（35.1±13.2）岁。

L_5～S_1 椎间盘 Modic 1、Modic 2、Modic 3 型的 SFFaw、IFFaw、多裂肌 FFaw、腰大肌 FFaw、髓核 T2 信号 SI 值的差异有统计学意义，两两比较后，Modic 2 组的 SFFaw、IFFaw 均显著高于 Modic 1、Modic 3 组，这与 Modic 2 以终板周围骨质脂肪沉积为主的病理改变相符合；Modic 1 组和 Modic 3 组的 SFFaw 差异无统计学意义，本文推测其原因是 Modic 1 周围椎体骨质以血管纤维化为主，脂肪沉积相对少，而 Modic 3 以椎体骨质硬化为主，其内黄骨髓含量亦较少；而 Modic 1 组的 IFFaw 高于 Modic 3 组，可能与纳入本研究的 Modic 3 患者数量较少（n＝8）致统计学误差有关。Modic 2、Modic 3 组的多裂肌 FFaw、腰大肌 FFaw 均显著高于 Modic 1 组，而 Modic 2 组和 Modic 3 组相比，其多裂肌 FFaw、腰大肌 FFaw 差异无统计学意义，提示 Modic 2、Modic 3 组的多裂肌、腰大肌单位面积内的脂肪变性程度较 Modic 1 组严重。本文通过对脂肪分数面积加权对邻近骨骼肌进行比较研究，结合形态及脂肪退变，更合理简易，符合近年来很多研究持有的应把软骨终板与相邻近的椎间盘和脊柱旁肌在脊柱退变中作为一个“整体器官”来对待的观点。本文以发病率最高的 Modic 2 型终板改变的研究数据揭示终板炎、椎间盘退变、椎旁骨骼肌脂肪变性三者的关系，Modic 2 型终板炎的 SFFaw、IFFaw、多裂肌 FFaw、腰大肌 FFaw 与髓核 T2WI 上 SI 值呈中度到弱负相关，结果同相关文献类似。同时，本文对所有 L_5～S_1 椎间盘终板 Modic 改变病例按 Pfirrmann 评分值分 4 组，Pfirrmann 评分与椎旁骨骼肌脂肪变性的相关性结果显示呈弱相关，和部分文献提示它们有强相关性的结果不同，笔者估计这与个体生长差异、身体重力负荷锻炼不同有关。

本研究不足之处：（1）病例条件的筛选，除年龄、性别、BMI、疾病情况外，还应考虑到患者身体重力负荷锻炼情况等影响腰椎旁骨骼肌脂肪变性的因素。（2）本研究各类 Modic 改变病例数量有待进一步增加。

综上所述，L_5～S_1 间盘各终板 Modic 改变相邻结构的脂肪分数面积加权值比较有差异，Modic 改变、椎间盘退变、椎旁骨骼肌脂肪变性三者有一定的相关性，为临床进一步研究 Modic 改变与相邻椎间盘、椎旁骨骼肌的 MR 影像定量关系提供思路。

参考文献

[1] 龚静山，梅东东，朱进，等. 腰椎终板 Modic 改变与椎间盘退变的相关性的定量 MRI 研究 [J]. 磁共振成像，2017，8（7）：514-518.

[2] 贝晶晶，肖华平，邱敏华，等. 磁共振 T2mapping 成像定量检测肥胖人群椎间盘早期退变的应用研究 [J]. 中国基层医药，2020，27（2）：138-141.

[3] 毕俊英，刘良进，李圣洪，等. MRI 多定量序列评估下腰痛与疼痛评分的相关性 [J]. 国际医药卫生导报，2022，28（9）：1212-1217.

[4] FARSHAD-AMACKER N A，HUGHES A，HERZOG R J，et al. The intervertebral disc，the endplates and the vertebral bone marrow as a unit in the process of degeneration [J]. Eur Radiol，2017，27（6）：2507-2520.

[5] TEICHTAHL A J，URQUHART D M，WANG Y，et al.

Lumbar disc degeneration is associated with Modic change and high paraspinal fat content：a 3.0 T magnetic resonance imaging study［J］. BMC Musculoskelet Disord，2016，17（1）：439-458.

［6］李若禹，丁文元. 磁共振影像标志物对椎间盘退变及盘源性下腰痛诊断的研究进展［J］. 中华骨科学杂志，2020，40（13）：880-886.

［7］CHIANG H J，LIN L H，LI C W，et al. Magnetic resonance fat quantification in living donor liver transplantation［J］. Transplant Proc，2014，46（3）：666-668.

［8］HU L，ZHA Y F，WANG L，et al. Quantitative evaluation of vertebral microvascular permeability and fat fraction in alloxan-induced diabetic rabbits［J］. Radiology，2018，287（1）：128-136.

［9］SONG Y，SONG Q W，ZHANG H N，et al. 3D mDixon Quant based on compressed SENSE for quantitative study of lumbar vertebral body fatcontent［J］. Chin J Magn Reson Imaging，2021，12（4）：51-56.

［10］刘娜，张浩南，张煜堃，等. 磁共振 IDEAL-IQ 与 mDixon Quant 技术对腹部、椎体脂肪定量的对比分析［J］. 磁共振成像，2022，13（3）：49-53.

· 临床研究 ·

初始血清白蛋白水平对成人吸入性肺炎住院死亡的预测价值

蔡　累　李　毅　秦逸辉　余　研　冯　茜　钟　素　徐明娜　许细萍　翁友飞　梁　萌

【摘　要】　目的　探讨血清白蛋白对成人吸入性肺炎住院死亡的预测价值。**方法**　采用回顾性队列研究方法对中国人民解放军陆军第七十三集团军医院近 4 年成人吸入性肺炎住院患者的数据进行分析，评估急诊初始血清白蛋白水平对吸入性肺炎患者住院死亡率的影响，分析其与住院死亡率的相关性。**结果**　入选患者 248 例，其中死亡 51 例（20.6%）。所有患者平均血清白蛋白水平为（3.4±0.7）g/dL，非存活组明显低于存活组［（3.0±0.6）g/dL 对比（3.5±0.6）g/dL］。在多变量 logistic 回归模型中，白蛋白水平与住院死亡率呈负相关。血清白蛋白预测住院死亡的受试者工作特征曲线下面积（AUROC）为 0.72，Youden 指数为 35.10%，敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值、阳性和阴性似然比分别为 68.6%、66.5%、34.7%、89.1%、2.05 和 0.47。白蛋白水平为 4.0 g/dL 时灵敏度最高（98.0%），白蛋白水平为 2.5 g/dL 时特异度最高（94.9%）。**结论**　成人吸入性肺炎住院患者中，初始血清白蛋白水平与住院死亡率负相关，其对临床医师预测成人吸入性肺炎住院死亡具有重要意义，也为判断此病的预后转归提供一定的参考。

【关键词】白蛋白；死亡率；吸入性肺炎

【中图分类号】R446.11+2　**【文献标识码】**B　**【文章编号】**1002-2600(2024)06-0010-05

Predictive value of initial serum albumin levels for in-hospital mortality in adults with aspiration pneumonia

CAI Lei，LI Yi，QIN Yihui，YU Yan，FENG Qian，ZHONG Su，XU Mingna，XU Xiping，WENG Youfei，LIANG Meng

The 73rd Army Group Hospital of the PLA Army，Xiamen，Fujian 361001，*China*

Corresponding author：LIANG Meng，Email：13959210067@163. com

【Abstract】　Objective　To explore the predictive value of serum albumin for in-hospital mortality in adults with aspiration pneumonia. **Methods**　The data of adult inhalation pneumonia inpatients in the 73rd Army Group Hospital of the PLA Army over the past four years were collected using a retrospective cohort study method，the impact of initial serum albumin levels in mergency departments on in-hospital mortality in patients with aspiration pneumonia was assessed，and its correlation with in-hospital mortality was analyze. **Results**　A total of 248 patients were enrolled，of whom，51 patients（20.6%）died. The mean

基金项目：福建卫健委科技计划项目（20210N0100129）

作者单位：中国人民解放军陆军第七十三集团军医院，厦门 361001

通信作者：梁　萌，Email：13959210067@163. com

DOI：10. 20148/j. fmj. 2024. 06. 003