·临床研究·

影响脊髓损伤患者排尿功能的多因素分析*

常　鸣[1]　孙秀彬[2]　岳寿伟[1]　张　杨[1,3]

摘要

目的：分析影响脊髓损伤患者排尿的因素，构建其Logistic预警模型。

方法：2017年1月—2019年6月在山东大学齐鲁医院康复中心住院的脊髓损伤患者，采用简易膀胱尿压测定评定系统测量膀胱安全容量、初始尿意膀胱内压力值、膀胱内最终压力值等指标，利用Logistic回归分析筛选排尿的影响因素。

结果：骶以上损伤者，有排尿的患者最终膀胱压力值明显高于无排尿的患者（$P<0.05$），而膀胱安全容量明显低于无排尿的患者（$P<0.05$）。同时，病程也明显较无排尿的患者更长（$P<0.05$）。骶以下损伤者，各指标无明显显著性意义（$P>0.05$）。单因素 Logistic 回归分析筛选出年龄、初始尿意膀胱内压力值、膀胱内最终压力值、膀胱安全容量和病程为排尿相关因素。多因素Logistic逐步回归分析显示，膀胱内最终压力值和病程为有显著性意义的影响因素。膀胱最终压力值高的患者其排尿的可能性是膀胱压力低患者的8.745倍（$P<0.05$），而病程越长，患者排尿的可能性越大（$P<0.05$）。利用上述危险因素所构建 Logistic 预警模型的接受者工作特征（receiver operator characteristic curve，ROC）曲线下面积为0.787，假设检验结果为z=5.787。

结论：脊髓损伤后排尿功能的相关因素较多，应综合考虑各种因素，进行综合性干预和治疗，尽快建立平衡膀胱，提高患者的生活质量。

关键词　脊髓损伤；排尿功能；简易膀胱尿压测定；影响因素；预警模型

中图分类号：R651.2，R493　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1001-1242(2021)-03-0310-05

Multiple factor analysis for urination function after spinal cord injury/CHANG Ming, SUN Xiubin, YUE Shouwei, et al.//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine，2021，36(3)：310—314

Abstract

Objective: To study the influence factors of urination function after spinal cord injury and establish the logistic early warning model.

Method: From January 2017 to June 2019, data of 71 spinal cord injury patients with neurogenic bladder from the rehabilitation center of Qilu Hospital, Shandong University were collected. Bladder urinary pressure evaluation system was used to evaluate the bladder function. The Logistic regression was used to identify the influence factors.

Result: For patients with injury above the sacral level, the final bladder pressure value of patients able to urinate was significantly higher than that of patients without urination ($P<0.05$), and the safety bladder capacity was significantly lower than that of the patients without urination ($P<0.05$). Meanwhile, the course of disease was also significantly longer than that of patients without urination ($P<0.05$). However, there were not statistically significant in the patients with injury below the sacral level ($P>0.05$). The factors such as age, first desire to void pressure, safety bladder capacity, the final bladder pressure and the course of disease were defined as the urination related factors by single factor Logistic regression analysis. The final bladder pressure and the

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2021.03.010

*基金项目：山东省重点研发计划项目（2017G006014）

1　山东大学齐鲁医院康复科，山东省济南市，250012；2　山东大学公共卫生学院流行病与卫生统计学研究所；3　通讯作者

第一作者简介：常鸣，女，住院医师；收稿日期：2019-08-09

course of disease were confirmed to be significant influence factors with urination function by multiple factors Logistic stepwise regression analysis. The patients with higher final bladder pressure and the longer course of disease had more possibilities to recover urination (P<0.05). The area under receiver operator characteristic curve of early warning model was 0.787 and the hypothesis test results was z=5.787.

Conclusion: The biological factors of urination function after spinal cord injury is complex. Thus, comprehensive interventions and treatments should be taken into account to establish a balanced bladder as soon as possible and improve the quality of life of patients.

Author's address Department of Physical Medicine & Rehabilitation, Qilu Hospital, Shandong University, Jinan, Shandong, 250012

Key word spinal cord injury; urinary function; bladder urinary pressure evaluation system; influence factors; warning model

脊髓损伤可损害患者正常排尿功能,伤及的部位和程度不同所造成的膀胱尿道功能异常也表现各异[1],而且随着伤后的病程变化,患者的临床表现也不尽相同。我们在实际的临床工作中观察到,神经源性膀胱患者的表现与传统神经学分类并不能完全对应,且关于因脊髓损伤造成的患者排尿功能异常的影响因素研究较少。本研究的目的是通过观察分析排尿的相关影响因素,为调整临床治疗方法及预后评估提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择2017年1月—2019年6月在山东大学齐鲁医院康复中心住院治疗的脊髓损伤后神经源性膀胱患者71例为研究对象。

纳入标准:①所有病例均被临床检查及相关影像学资料所证实;②患者伤前均为排尿功能正常,伤后均出现不同程度的排尿障碍;③知情同意并签署同意书。

排除标准:①脊髓休克期者;②膀胱内任何时间压力超过60cmH_2O。

共纳入71例患者,其中男性47例,女性24例;年龄2.2—82 (37.56±17.2)岁;病程0.4—25 (3.29±4.64)月;完全性的脊髓损伤29例,非完全性的脊髓损伤42例;骶及骶以上61例,骶以下10例。

1.2 评估方法

患者预先进行泌尿系超声检查及尿常规化验,排除泌尿系急性感染、肾积水等检查禁忌证。检查前2h禁止饮水,使用膀胱尿压测定系统进行评定,将生理盐水缓慢注入受检患者膀胱,全程检测膀胱内压力值,如检查过程中出现以下情况,则停止注入:500ml生理盐水全部注入完毕,膀胱内压力高于40cmH_2O,患者不能耐受检查继续[2]。观察指标主要包括膀胱安全容量、出现初始尿意时压力值、检查结束时最终压力值等。采用国际前列腺症状评分(international prostate symptom score, IPSS)评价下尿路症状严重程度。

1.3 统计学分析

数值变量资料采用均数±标准差表示,分类变量资料用构成比表示,两组间均数比较采用t检验。对所有可能的影响因素先进行单因素Logistic回归分析,对分析得出的有意义变量再行多因素逐步Logistic回归分析,筛选出影响脊髓损伤患者排尿的因素后,建立Logistic预警模型,通过ROC曲线下面积评价其预警效果。采用SAS 9.0软件进行统计分析,检验水准α=0.05。

2 结果

2.1 一般情况

本研究共收集神经源性膀胱患者71例,骶以上61例,其中8例完全排尿,不需要导尿(13%);35例部分排尿,仍需要间歇导尿(57%);18例无排尿,完全需要间歇导尿(30%)。骶及骶以下10例,其中3例完全排尿,不需要导尿(30%);3例部分排尿,仍需要间歇导尿(30%);4例无排尿,完全需要间歇导尿(40%)。

2.2 膀胱尿压测定评定结果

骶以上损伤者,有排尿的患者最终膀胱压力值明显高于无排尿的患者,而膀胱安全容量明显低于无排尿的患者(P<0.05),同时,病程也明显较无排尿

的患者更长（$P<0.05$）。骶以下损伤者，各指标与骶以上损伤者趋势相同，但无显著性意义（$P>0.05$）。见表1。

2.3 排尿功能单因素Logistic回归分析结果

分别以脊髓损伤患者年龄、性别、脊髓损伤部位等指标为自变量，以患者是否排尿为因变量，进行单因素非条件Logistic回归分析，筛选对排尿功能有意义的指标。分析前各变量及其赋值见表2。由临床医师和统计学专业人员对Logistic回归筛选出的因素进一步检查，删除某些伴随变量和不合理变量，最终筛选出为年龄，初始尿意膀胱内压力值，最终膀胱内压力值，膀胱安全容量和病程为影响因素（表3）。

2.4 排尿功能多因素Logistic逐步回归分析结果

在单因素Logistic回归基础上，对有显著性意义的影响因素进行Logistic逐步回归分析，变量选入和剔出水平均为0.05，结果显示最终压力值和病程为有显著性意义的影响因素。膀胱最终压力值高的患者其排尿的可能性是膀胱压力低患者的8.745倍（$P<0.05$），而随病程逐渐延长，患者排尿的可能性也逐渐增大（$P<0.05$），表4。

2.5 多因素Logistic回归模型的ROC分析

以入组患者能否排尿为因变量y（y=1为发病，y=0为未发病），膀胱最终压力值（x_1）和病程（x_2）为自变量，所得Logistic预警模型为：

$$\ln\frac{P(y=1)}{1-P(y=1)}=-1.1289+2.1685\times\text{最终膀胱内压力值}+2.7407\times\text{病程}$$

以上述模型的预测概率P为诊断变量，是否发生排尿的实际结果为金标准，对上述影响因素所建模型的预测效果进行ROC曲线分析。结果见图1，ROC曲线下面积为0.787，95%可信区间为[0.725, 0.750]，标准误为0.0198，假设检验Z=5.787，P<0.0001，表明利用上述影响因素所建logistic预警模型的效果较好。

表1 膀胱尿压测定评定结果 （$\bar{x}\pm s$）

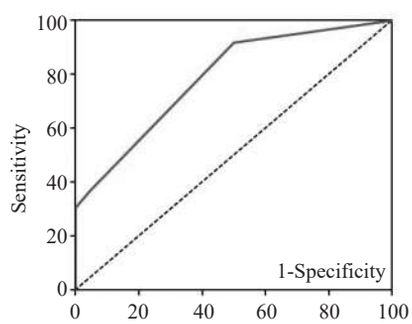
组别	初始尿意膀胱内压力值（cmH_2O）	最终膀胱内压力值（cmH_2O）	膀胱安全容量（ml）	病程（月）
骶以上有排尿组	27.44±15.61	32.05±15.03	375.63±161.37	3.75±4.64
骶以上无排尿组	20.54±14.04	23.70±15.18①	449.78±111.05①	1.71±1.31①
骶以下有排尿组	29.48±15.18	29.78±15.08	346.67±182.80	6.17±9.49
骶以下无排尿组	17.10±11.12	18.70±11.18	485.00±59.72	1.00±1.00

注：①与相同损伤部位有排尿组相比，$P<0.05$。

表2 变量及其赋值

变量名	变量取值	赋值
损伤部位	骶以上	0
	骶以下	1
损伤节段	颈椎	1
	胸椎	2
	腰椎	3
	骶	4
性别	男	1
	女	0
年龄	≤45岁	0
	>45岁	1
初始尿意膀胱内压力值（cmH_2O）	≤15	0
	>15	1
膀胱内最终压力值（cmH_2O）	≤15	0
	>15	1
膀胱安全容量（ml）	≤325	0
	>325	1
IPSS评分	≤16	0
	>16	1
损伤程度	完全损伤	1
	不完全损伤	0
病程（月）	≤3	0
	>3	1
能否漏尿或排尿	是	1
	否	0

图1 多因素Logistic回归模型概率诊断试验的ROC曲线



3 讨论

排尿由多个神经支配，是一个涉及多系统和靶器官的复杂过程。整个排尿过程中，膀胱的逼尿肌收缩和尿道的括约肌松弛处于动态平衡[3]。多数脊髓损伤都会造成膀胱功能异常，其症状可为尿潴留或尿失禁。临床上对神经源性膀胱有数种不同的分类方法，如Nesbit分类法，依据排尿异常的表现、脊

表3 单因素Logistic回归分析结果

变量	参数估计	Wald χ^2	P值	OR(95%CI)
损伤部位	-0.4654	0.4372	0.5085	0.628(0.158—2.495)
损伤节段—颈椎	0.3831	0.2074	0.6488	1.467(0.282—7.627)
损伤节段—胸椎	0.4156	0.3154	0.5744	1.515(0.355—6.462)
损伤节段—腰椎	0.8469	0.6770	0.4106	2.332(0.310—17.534)
损伤节段—骶椎	ref	ref	ref	ref
性别	-0.4371	0.6029	0.4375	0.646(0.214—1.947)
年龄	-1.6074	8.4642	0.0036	0.200(0.068—0.592)
初始尿意膀胱内压力值	1.4937	7.4775	0.0062	4.454(1.527—12.993)
膀胱内最终压力值	1.9741	11.1342	0.0008	7.200(2.258—22.957)
膀胱安全容量	-2.0149	6.4103	0.0113	0.133(0.028—0.634)
损伤程度	-0.2744	0.2797	0.5969	0.760(0.275—2.102)
病程	2.5006	5.5086	0.0189	12.190(1.510—98.377)

注:ref指参照组

表4 多因素逐步筛选Logistic回归分析结果

变量	参数估计	Wald χ^2	P值	OR(95%CI)
常数项	-1.1289	3.7849	0.0517	
膀胱内最终压力值	2.1685	10.3522	0.0013	8.745(2.334—32.770)
病程	2.7407	5.8210	0.0158	15.497(1.672—143.609)

髓伤及的位置、膀胱内容量等,分为感觉神经麻痹性膀胱、运动神经麻痹性膀胱、反射性膀胱、无抑制性膀胱和自律性膀胱[1];Bors分类法,根据损伤部位及植物神经—阴部神经反射弧是否完整,将骶以上脊髓损伤所导致的排尿功能障碍称为上运动神经元膀胱,其反射弧完整;而骶髓损伤所导致的排尿功能异常称为下运动神经元膀胱,其反射弧减弱或者消失[4]。由于病变所累及神经及其范围存在差别、神经受损严重性不同,按照传统神经学分类法常不易精确判定损伤位置和功能异常之间的对应关系[5]。而且,患者是否能够排尿或者排尿的方式与病变部位也并不完全对应。因此,找出与排尿有关的因素,对判断患者的预后,确定排尿策略,至关重要。

上运动神经元损伤后,交感神经和骶上脊髓的调节功能受损,可能会导致排空期非自愿充盈期膀胱逼尿肌收缩和不协调的括约肌收缩。在充盈过程中,逼尿肌过度活动会产生膀胱内压力周期性升高和漏尿,而在排尿过程中,逼尿肌—外括约肌功能的协同失调导致膀胱内压力过大,残余尿增加。下运动神经元损伤后,副交感神经和躯体神经的功能同时受到影响,产生逼尿肌反射性低/无反射、尿道外括约肌张力减退/弛缓等障碍,可导致膀胱顺应性升高、膀胱内容积扩大、残余尿增加、持续漏尿。在动物模型中也类似[6]。但是,脊髓损伤患者的躯体神经学表现或脊髓影像学表现与尿动力学表现之间的相关性并不确切。有学者报道,36例骶上损伤患者中有26例(72.2%)膀胱反射亢进/过度活跃,顺应性正常9例(25%)。14例骶部损伤患者中,反射障碍6例(42.8%),膀胱反射亢进/过度活跃2例(14.3%),顺应性正常6例(42.8%)[7]。我们的结果发现,损伤部位、是否完全性损伤并不是排尿的影响因素,更加证实了尿控的复杂性,需要通过观察其他的指标来判断患者排尿的预后。

在骶髓以上部位损伤的人或动物,C纤维介导的脊髓节段性排尿反射可同时触发逼尿肌和括约肌的收缩,而慢性、持续性的膀胱内压力升高反过来会导致膀胱排空效率低下、残余容积高、膀胱过度膨胀和逼尿肌肥大[8—9]。我们的结果显示,骶以上损伤者,有排尿的患者最终膀胱压力值明显高于无排尿的患者,而膀胱安全容量明显低于无排尿的患者。骶以下损伤者,趋势与骶以上损伤者相类似,但由于患者例数较少,统计学上无明显差异。这些结果提示,尿意压力值、最终压力值、膀胱安全容量均等为排尿的影响因素。

除少数损伤不完全的患者能实现自主性排尿,多数患者的排尿方式为尿失禁,即漏尿。本研究结果显示,膀胱最终压力值为排尿的影响因素,膀胱最终压力值高的患者其排尿的可能性是膀胱压力低患者的8.745倍,而且能够排尿的患者,膀胱最终压力值明显高于不能排尿的患者($P<0.05$),但膀胱安全容量却明显低于不能排尿的患者($P<0.05$)。可能的原因为能够排尿的患者,其逼尿肌兴奋性较高,导致膀胱内压力较高,大于尿道外括约肌的压力,从而可以产生漏尿。但由于膀胱内压力较高,故膀胱安全容量较小,产生返流的可能性更大。研究显示,骶髓以上损伤的患者中有95%和68%分别可能出现逼尿肌过度活跃和逼尿肌—括约肌功能协同失调,这些功能性改变可以导致并发症,如膀胱输尿管反流,继发性压力导致的上尿路损伤,尿路感染风险增加[6]。目前多数研究聚焦于探讨关于神经源性膀胱引起患者上尿路损害的尿流动力学危险因素,膀胱顺应性、

逼尿肌漏尿点压力值、尿道最大闭合压力值、逼尿肌最大压力值、残余尿量、相对安全容量等指标均被认为是相关危险因素[10]。经膀胱尿道造影成像联合尿流动力学检测发现，与逼尿肌无反射组相比，表现为逼尿肌反射亢进组的患者在膀胱漏尿点和输尿管返流点的膀胱容量明显降低，而输尿管返流点的膀胱逼尿肌压力明显升高[11]。这些研究结合我们的结果，证实虽然膀胱最终压力值为排尿的影响因素，但产生排尿时患者并不一定建立了平衡膀胱，需根据膀胱内压力、漏尿量等，进行控制饮水和导尿。

脊髓损伤造成的排尿功能异常表现为动态的演变过程[12]，脊髓损伤之后，其内在的可塑性导致一些改变。正常情况下，A类纤维传导储尿期膀胱感觉；而损伤后，C类纤维的自发性放电较前增多。在慢性脊柱损伤猫上，C纤维高兴奋性可引起逼尿肌自发性收缩和脊髓节段反射性排尿[13]。我们发现，病程越长，患者出现漏尿的可能性也相对更大。但是应注意，患者膀胱容量及膀胱内压力可能会相应发生变化。因此应该多次进行尿动力学检查，一般推荐在脊髓损伤发生1年以内，至少每一季度复查1次，此后至少每年进行1次随访。

及时评价膀胱功能对指导患者采用适当的排尿方式至关重要，传统方法测定残余尿量，并以此为依据制定导尿计划，存在较大的盲目性，不但可能增加泌尿系感染的发生率，还容易出现膀胱逼尿肌的肌源性损伤[14]。因此，膀胱尿压测定结果有助于医师进一步了解患者膀胱内情况，避免尿液反流和残余尿过多，降低感染几率[15]。我们在临床中使用简易膀胱尿压测定的方法，对患者排尿影响因素等进行评价尚属初探，存在许多问题，但对我国普遍缺乏尿流动力学相关检测，导致该部分患者不能早期进行检查的现状来说，不失为一种有效的补充。但本研究的检测指标较少，未能检测尿道外括约肌的压力，而且骶以下患者的病例数较少，均可能影响研究的结果，本课题组将在之后进行的研究中进一步完善和补充。

综上所述，脊髓损伤后的排尿控制是由多因素共同影响造成，是一个复杂的过程。因此在对其评估和确定预后时，应综合考虑各种因素后进行干预和治疗，尽快建立平衡膀胱，提高患者的生活质量。

参考文献

[1] Golabek T, Kiely E, O'Reilly B. Detrusor overactivity in diabetic and non-diabetic patients: Is there a difference[J]. Int Braz J Urol, 2012, 38(5):652—659.

[2] 王桂荣, 吴蔚, 杨凤翔, 等. 膀胱尿压测定评定系统在糖尿病神经源性膀胱护理中的应用[J]. 中华现代护理杂志, 2014, 20(28):3641—3643.

[3] 朱红军, 张大伟, 昝云强, 等. 脊髓损伤患者逼尿肌厚度与下尿道功能的关系[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2014, 36(3):344—345.

[4] Wyndaele JJ. Investigating afferent nerve activity from the lower urinary tract: highlighting some basic research techniques and clinical evaluation methods[J]. Neurourol Urodyn, 2010, 29(1):56—62.

[5] 双卫兵, 刘强, 王东文. 脊髓损伤排尿功能障碍患者的尿动力学分析[J]. 中华泌尿外科杂志, 2011, 32(8):546—549.

[6] Weld K, Dmochowski RR. Association of level of injury and bladder behavior in patients with post-traumatic spinal cord injury[J]. Adult Urol, 2000, 55:490—494.

[7] Erol B, Koçak T, Kadioğlu A, et al. The relationship between level of injury and bladder behavior in patients with post-traumatic spinal cord injury[J]. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg, 2009, 15(4):377—382.

[8] de Groat WC, Wickens C. Organization of the neural switching circuitry underlying reflex micturition[J]. Acta Physiol, 2013, 207(1):66—84.

[9] William C, de Groat WC, Griffiths D. Neural control of the lower urinary tract[J]. Compr Physiol, 2015, 5(1):327—396.

[10] 杜岳峰, 张琳, 康党鹏, 等. 239例下尿路排尿功能障碍患者影像尿动力学特点分析[J]. 第三军医大学学报, 2015, 37(61):510—514.

[11] 沈峰. 尿流动力学分析在胸腰段脊髓损伤所致神经源性膀胱功能评估中的应用及意义[J]. 国际泌尿系统杂志, 2015, 35(3):384—386.

[12] 廖利民, 吴娟, 鞠彦合, 等. 脊髓损伤患者泌尿系管理与临床康复指南[J]. 中国康复理论与实践, 2013, 19(4):301—317.

[13] Waleed AT, Raouf S. Neurogenic bladder in spinal cord injury patients[J]. Res Rep Urol, 2015, 7:85—99.

[14] Gomelsky A, Lemack GE, Castano Botero JC, et al Current and future international patterns of care of neurogenic bladder after spinal cord injury[J]. World J Urol, 2018, 36(10):1613—1619.

[15] Hamid R, Averbeck MA, Chiang H, et al. Epidemiology and pathophysiology of neurogenic bladder after spinal cord injury[J]. World J Urol, 2018, 36(10):1517—1527.