

便携式膀胱压力监测装置对脊髓损伤 低顺应性膀胱压力的动态监测

刘灵峰¹, 赵康², 陈凡², 吴剑¹, 杨照峰¹, 陈铭¹, 毛林波¹, 韩玖荣²

【摘要】 目的:设计便携式动态膀胱压力监测装置,对脊髓损伤神经源性低顺应性膀胱患者通过自然充盈来进行膀胱容量压力的测定。方法:装置由软硬件部分共同实现。硬件部分主要由液体压力传感器、电桥放大电路、时钟模块、SD卡存储电路,液晶显示电路,触控电路,控制器电路等七部分组成。软件的主程序包括系统初始化、数据获取、存储、显示、报警等。配套的耗材有膀胱测压管、直肠测压管、连接管以及外置压力传感器。使用移动电源供电。应用便携式动态膀胱压力监测装置对30例脊髓损伤神经源性低顺应性膀胱患者通过自然充盈来进行膀胱容量压力的测定,观察膀胱类型、逼尿肌稳定性和膀胱安全容量,并与常规尿动力学生理盐水灌注法测试比较。结果:两种方法在膀胱类型判断方面结果一致,均为低顺应性膀胱。便携式微型动态膀胱压力监测装置测定发现较多逼尿肌不稳定病例($P<0.01$)。便携装置测定的膀胱安全容量为(314.0 ± 33.6)ml,尿动力学测定的膀胱安全容量为(194.7 ± 43.2)ml,有显著性统计学差异($P<0.01$)。结论:应用便携式动态膀胱压力监测装置进行脊髓损伤神经源性膀胱容量压力测定能更好地反映逼尿肌稳定性、膀胱顺应性和安全容量。

【关键词】 脊髓损伤;尿动力学检查;膀胱压力监测;便携式

【中图分类号】 R49;R683.2 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2016.06.018

神经源性膀胱功能障碍是脊髓损伤最常见的合并症。部分神经源性膀胱逼尿肌反射亢进、顺应性下降,或伴有逼尿肌-括约肌协同失调,常引起上尿路损伤,尿毒症是患者晚期死亡的主要原因^[1-2]。目前多使用常规尿动力学进行膀胱压力容量测定来评估膀胱功能,包括膀胱感觉、逼尿肌稳定性、膀胱顺应性和膀胱容量等^[3-4]。但存在一些缺陷,如患者心理因素影响、非生理状态下生理盐水灌注、设备固定等^[5]。除了常规尿动力学检查,还有自制简易膀胱容量与压力测定技术,但其只能测膀胱压力,选择的普通尿管管壁有弹性,导管与导管连接时有明显的内径变化,这些不符合尿动力学指南的要求。自然充盈膀胱测压(natural filling cystometry, NFC)是通过自然生成尿液充盈膀胱进行膀胱压力评估。此法在生理状态完成测试,能更准确地反映膀胱的功能^[6]。研究者们探究压力传感器膀胱植入进行压力监测,但因长期植入引起较多并发症及结果的准确性问题,研究还处于实验阶段^[7]。装置的便携化是动态膀胱测压的基础,本研究研制了便携式膀胱压力动态监测装置,选取脊髓损伤神经源性低顺应性膀胱患者通过自然充盈来进行膀胱容量压

力的测定,并和常规尿动力学进行比较。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择我院2014年1月~2016年1月经常规尿动力学分析仪检查为低顺应性膀胱患者30例,其中男21例,女9例;颈髓损伤6例,胸髓损伤17例,腰髓损伤7例;完全性脊髓损伤12例,不完全性脊髓损伤18例;年龄28~61岁,平均(45.7 ± 10.3)岁;病程为6~60个月,平均(33.5 ± 19.7)个月。入选标准:诊断符合美国脊髓损伤学会(American Spinal Injury Association, ASIA)2011年修订的《脊髓损伤神经学分类国际标准》;伴有膀胱功能障碍,如尿潴留、尿失禁。排除标准:有严重心、脑、肺、肝、肾等重要脏器疾病者;有膀胱造瘘术、尿道括约肌手术史等。

1.2 方法 ①尿动力学分析仪测定:采用莱博瑞UDS-120XLT尿动力学分析仪对30例受试者进行尿动力学测试。从灌注管注入生理盐水(速度50ml/min,液体温度为室温下的温度),观察阶段性逼尿肌不稳定情况;当压力持续超过40cm H₂O,则停止测压,灌注量即膀胱的安全容量。②便携式动态膀胱压力监测装置测定:将上述测试30例受试者在完成尿动力学测试后1周内采用自行研制的便携式动态膀胱压力监测装置进行膀胱压力容量测定。见图1。患者取仰卧位,导出残余尿,排空膀胱内尿液后,将膀胱测压管和直肠测压管用无菌技术分别置入膀胱和直肠中,

基金项目:江苏省卫生厅科研项目(YG201417)

收稿日期:2016-04-06

作者单位:1. 靖江市人民医院康复医学科,江苏 靖江 214500;2. 扬州大学物理科学与技术学院,江苏 扬州 225002

作者简介:刘灵峰(1982-),男,主治医师,主要从事脊髓损伤康复方面的研究。

使用连接管将其分别与相应压力传感器相连,将压力传感器与压力监测装置相连。本装置设置周围环境的大气压为压力零点,压力传感器与耻骨联合处在同一水平面。将管路内注满生理盐水,定期咳嗽来验证检测信号,以确定膀胱压和腹压传导是否正常。患者10min内至少进水或者饮料500ml,自然生成尿液。观察逼尿肌不稳定情况;观察逼尿肌压力变化,如果压力持续超过40cm H₂O,则停止测压,导出膀胱内尿液,尿量即膀胱的安全容量。

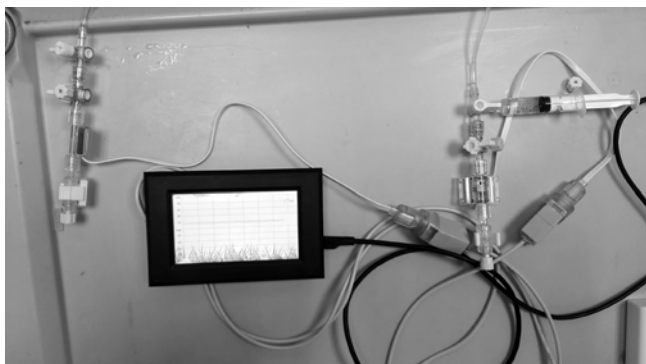


图1 便携式膀胱压力监测装置

1.3 评定标准 ①出现逼尿肌不稳定例数。②膀胱安全容量。

1.4 统计学方法 所有数据采用SPSS 17.0统计软件分析,计数资料用百分率表示, χ^2 检验;计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, t 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

便携式膀胱压力监测装置进行自然充盈法膀胱测压发现所有被检者仍均为低顺应性膀胱。两种方法都出现逼尿肌不稳定的10例,都未出现逼尿肌不稳定的5例,仅便携装置测定出现逼尿肌不稳定的14例(46.7%),仅尿动力学测定出现逼尿肌不稳定的1例(3.3%),便携式膀胱压力监测装置测定比尿动力学测定发现更多逼尿肌不稳定病例($P < 0.01$)。便携装置测定的膀胱安全容量为(314.0 ± 33.6)ml,尿动力学测定的膀胱安全容量为(194.7 ± 43.2)ml,前者测定的膀胱安全容量值明显较后者测得的值大($P < 0.01$)。

3 讨论

3.1 便携式膀胱压力监测装置的设计 ①原理简介:膀胱压力监测装置硬件部分主要由电桥放大电路、时钟模块、SD卡存储电路,液晶显示电路,触控电路,控制器电路等七部分组成。测压管的压力信号通过压力传感器拾取,转换为电信号,电信号通过差分放大电路

进行信号调整和放大,放大后的模拟信号进入24位A/D转换器,转化成数字信号传送给单片机微控制器。单片机将此数字信号进行转换得到真实的压力数值后实时的显示。液晶显示模块接收来自单片机的显示信息,同时将触控信号回传给单片机进行判断处理。②设计研究:使用液体压力传感器,通过运算放大电路以及AD采样电路将压力数据传送到单片机处理器。使用了显示屏和SD存储卡等数据输出设备进行数据的显示和采集。单片机通过连接了基本的外围电路、SD卡存储电路、串口屏控制接口、液体压力传感器以及LCD1602液晶显示器实现了整个系统的功能。软件的主程序包括系统初始化、数据获取、存储、显示、报警等。③装置及配套耗材:开机后进入操作界面,手指轻触“开始监测”按钮,系统开始监测。配套耗材选用直径F6膀胱测压管、直径F10直肠气囊测压管、连接管,以及外置式美国42584-05压力传感器。

3.2 便携式膀胱压力监测装置对脊髓损伤患者低顺应性膀胱压力的作用 对于脊髓损伤低顺应性膀胱,了解膀胱的绝对容量大小并无多大意义,最重要的是要了解膀胱的安全容量,即逼尿肌压力达到40cm H₂O时的膀胱容量。脊髓损伤低顺应性膀胱的治疗包括降低膀胱压力、抑制逼尿肌过度活动,同时配合间歇导尿排空膀胱。不能简单依据尿意或时间来排空膀胱,必须依据安全容量来确定排尿的时间点。常规尿动力学检查进行非生理状态下生理盐水灌注,不能准确反映膀胱的情况。自然充盈膀胱测压在生理状态下评估膀胱功能,此方法更真实、可靠。本研究设计的便携式手持设备,方便进行自然充盈膀胱测压,实现动态膀胱测压。

本装置选配的膀胱测压管、直肠测压管、连接管与常规尿动力选配的一样,具有柔韧,管壁无弹性等优点,保证了测量的准确性。美国42584-05压力传感器具有以下特点:体积小,便于携带;传感器接头与连接管接头匹配,且管径一致;有三通阀开关,便于检查管路;市场占有率高,购买方便。本装置使用MicroUSB接口连接标准DC5V/1A电源,可使用移动电源供电。14cm × 9cm × 2.5cm大小,形似手机,便于携带,可在病房、门诊、家庭等地方检测,利于动态监测。使用液晶可触控屏,操作方便。本装置具有数据的实时阅读、储存及监控报警功能,它能实时显示压力的变化;也可提取存储数据进行分析;当超出了预设的压力值时,出现报警,保护上尿路功能。本装置设计原理及操作流程遵循尿动力学检查操作规范的要求,人为影响因素小,数据科学可靠。本装置压力的最大精度为±1cm H₂O,压力范围为0~250cm H₂O。或许便携式动态

膀胱压力监测装置将成为每位脊髓损伤神经源性膀胱患者的必备工具。

在膀胱类型方面,两种方法检查结果一致,均为低顺应性膀胱。便携式动态膀胱压力监测装置进行自然充盈法膀胱测压发现18例膀胱安全容量 $\geq 300\text{ml}$,测得的膀胱安全容量值明显大于常规尿动力方法测得值。Ko等^[8]认为在神经源性膀胱逼尿肌反射亢进特点上,自然充盈法膀胱测压提供的信息比传统尿动力生理盐水灌注法更可靠。生理盐水灌注法引起的膀胱激惹可能与神经过度反射及逼尿肌改变有关。使用自然充盈法膀胱测压发现更多的逼尿肌不稳定病例,Robertson^[9]认为可能的原因是快速的生理盐水灌注引起逼尿肌纤维拉伸在一定程度上抑制他们的自发活动。研究认为较多的残余尿、膀胱低顺应性、逼尿不稳定等是脊髓损伤患者上尿路功能损害的危险因素^[10]。这些研究更加支持使用自然充盈法膀胱测压,真实反映膀胱功能。本研究便携式动态膀胱压力监测装置自然充盈法进行脊髓损伤神经源性膀胱容量压力测定能更好地反映逼尿肌稳定性、膀胱顺应性和安全容量。

本研究不足之处在于仍需要测压管进行侵入性操作,活动时测压管对尿路有损伤的风险,以及不能实现长期监测。微型内置压力传感器的膀胱测压是我们今后的研究方向。

【参考文献】

[1] Frankel HL, Coll JR, Charlifue SW, et al. Long-term survival in spinal cord injury: a fifty year investigation[J]. Spinal Cord, 1998, 36(4): 266-274.

[2] Goldmark E, Niver B, Ginsberg DA. Neurogenic bladder: from diagnosis to management[J]. Curr Urol Rep, 2014, 15(10): 448-448.

[3] Yllidz N, Akkoc Y, Erhan B, et al. Neurogenic bladder in patients with traumatic spinal cord injury: treatment and follow-up[J]. Spinal Cord, 2014, 52(6): 462-467.

[4] Shin JC, Lee Y, Yang H, et al. Clinical significance of urodynamic study parameters in maintenance of renal function in spinal cord injury patients[J]. Ann Rehabil Med, 2014, 38(3): 353-359.

[5] Kim KS, Song CG. Availability of a newly devised ambulatory urodynamics monitoring system based on personal device assistance in patients with spinal cord injury[J]. Comput Methods Programs Biomed, 2012, 106(3): 260-273.

[6] Webb RJ, Styles RA, Griffiths CJ, et al. Ambulatory monitoring of bladder pressures in patients with low compliance as a result of neurogenic bladder dysfunction[J]. Br J Urol, 1989, 64(2): 150-154.

[7] Wille S, Schumacher P, Paas J, et al. Catheterless long-term ambulatory urodynamic measurement using a novel three-device system[J]. PLoS One, 2014, 9(5): e96280.

[8] Ko HY, Lee JZ, Park HJ, et al. Comparison between conventional cystometry and stimulated filling cystometry by diuretics in a neurogenic bladder after spinal cord injury[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2002, 81(10): 731-735.

[9] Robertson AS. Behaviour of the human bladder during natural filling: the Newcastle experience of ambulatory monitoring and conventional artificial filling cystometry[J]. Scand J Urol Nephrol Suppl, 1999, 201: 19-24.

[10] Seki N, Akazawa K, Senoh K, et al. An analysis of risk factors for upper urinary tract deterioration in patients with myelodysplasia[J]. BJU Int, 1999, 84(6): 679-682.

· 近期国外期刊文摘 ·

脊髓损伤后的长期肾功能损害

脊髓损伤(SCI)患者存在肾功能损害及尿路并发症的风险相对较高。本研究探讨了45年跟踪随访期间脊髓损伤患者肾脏损害的程度。

本研究回顾了1944年至1975年,在丹麦霍恩巴克镇 Rigshospitalet 医院脊柱门诊就诊的所有创伤性脊髓损伤患者的医疗记录。大多数患者在随访检查期间每隔一年检测肾功能。20世纪80年代前,检查项目包括血浆肌酐和腹部X片。20世纪80年代起,CT平扫和肾脏显影也列入常规检查项目。研究的主要变量是肾脏损害程度,基于肾脏显影及性别校准后的相对GFR来评估。

在随访的第45年,肾功能中度损害的发生率是58%,肾功能重度损害的发生率是29%。第20年、30年、40年肾功能中度损害的发生率分别为14.5%、30%和47.5%。第20年、30年、40年肾功能重度损害的发生率分别为3.4%、13.6%和21.1%。因肾/输尿管结石导致切除的病史与GFR下降显著相关。

结论:本研究中116例患者脊髓损伤45年后严重肾功能损害的累计发生率为29%。

Elmelund M, Oturai PS, Toson B, et al. Forty-Five Year Follow-Up on the Renal Function after Spinal Cord Injury. Spinal Cord, 2016, 54(6): 445-451.

中文翻译由浙江大学医学院附属邵逸夫医院李建华主任主译编