

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2022.12.019

❖ 临床研究 ❖

# 实时剪切波弹性成像技术在评价盆底肌肉功能中的效能初探

陈艳<sup>1</sup>, 陈梅<sup>2</sup>, 王竞宇<sup>1</sup>, 彭利<sup>1</sup>, 魏瑶<sup>3</sup>, 何莲<sup>1</sup>, 明媛<sup>1</sup>, 钟岚雨<sup>1</sup>

(四川大学华西医院龙泉医院·成都市龙泉驿区第一人民医院, 1. 超声影像科; 2. 运营管理科; 3. 产科, 四川 成都 610100)

**【摘要】目的:** 探讨实时剪切波弹性成像技术(SWE)在评价盆底肌肉功能中的效能。**方法:** 选取 61 例女性患者为研究对象, 均接受问卷调查、盆底超声检查、盆底肌力测试及耻骨直肠肌(PR)剪切波弹性成像检查。以肌力是否正常分为肌力正常组( $n=22$ )和肌力异常组( $n=39$ )。利用 SWE 获取两侧 PR 静息状态及最大收缩状态耻骨下支附着处和中部的剪切波速度值(SWV)及杨氏模量值(YM), 取其平均值, 分别计算两种状态所得 SWV 及 YM 的差值, 分析盆底肌力变化与 PR 不同状态的 SWV、YM 及其差值的关系。**结果:** 女性患者 PR 相同部位最大收缩状态 SWV 及 YM 大于静息状态, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。静息状态下, 肌力正常组 PR 相同部位 SWV 及 YM 与肌力异常组比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。最大收缩状态下, 肌力正常组 PR 两侧耻骨下支附着处及左侧中部 SWV、YM 与肌力异常组比较, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。两组间 PR 相同部位比较, 肌力正常组 PR 两侧耻骨下支附着处两种状态 SWV 及 YM 的差值较肌力异常组大, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。两组 PR 中部 SWV 及 YM 的差值比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。**结论:** SWE 能够敏感探测到 PR 力量的改变, PR 两侧耻骨下支附着处弹性值的变化对评价盆底肌肌力变化更有价值。

**【关键词】** 剪切波弹性成像; 耻骨直肠肌; 盆底肌力; 剪切波速度值; 杨氏模量值

**【中图分类号】** R445.1; R711 **【文献标志码】** A

## Preliminary study on the efficacy of real-time shear wave elastography in evaluating pelvic floor muscle function

CHEN Yan<sup>1</sup>, CHEN Mei<sup>2</sup>, WANG Jing-yu<sup>1</sup>, PENG Li<sup>1</sup>, WEI Yao<sup>3</sup>, HE Lian<sup>1</sup>, MING Yuan<sup>1</sup>, ZHONG Lan-yu<sup>1</sup>

(1. Department of Ultrasound Imaging; 2. Department of Operation management; 3. Department of Obstetrics, West China Longquan Hospital Sichuan University/The First People's Hospital of Longquanyi District, Chengdu 610100, Sichuan, China)

**【Abstract】Objective:** To investigate the application value of real-time shear-wave elastography (SWE) in the evaluation of pelvic floor muscle function. **Methods:** 61 female patients who volunteered to participate in this research project and met the conditions were selected as the research objects. All patients received a questionnaire survey, pelvic floor ultrasonography, pelvic muscle strength test, and shear wave elastography of puborectalis (PR). They were divided into normal group ( $n=22$ ) and abnormal group ( $n=39$ ) according to whether the muscle strength was normal. SWE was used to obtain the shear wave velocity (SWV) and Young's modulus (YM) the attachment site of puborectalis (PR) to inferior ramus of pubis and the middle of PR in the resting and maximum contraction states bilaterally, calculated the average value. The difference between SWV and YM of the two states was calculated respectively. The relationship between the changes of pelvic floor muscle strength and SWV, YM and their differences in different states of PR were analyzed. **Results:** The SWV and YM of the same part of PR in female patients in the maximal contraction state were significantly higher than those in the resting state ( $P < 0.05$ ). There was no statistically significant difference in SWV and YM in the same position at the resting state of PR between normal muscle strength group and abnormal muscle strength group ( $P > 0.05$ ). In the contractile state, the SWV and YM of the attachment of the inferior ramus of PR bilaterally and middle part of left PR in the normal muscle strength group were compared with the abnormal muscle strength group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). The difference of SWV and YM in the same part of PR at the two states between the two groups were compared, and the difference values of SWV and YM of the attachment of the inferior pubic rami on both sides of PR in the normal muscle strength group was greater than the abnormal muscle strength group significantly ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference in SWE and YM between the two groups in the middle of PR ( $P > 0.05$ ). **Conclusion:** SWE can detect the changes of PR strength sensitively. The change of elastic value at the attachment of

基金项目: 四川省成都市医学科研课题(2020091)

作者简介: 陈艳(1981-), 女, 副主任医师。E-mail: 15197825@qq.com

通信作者: 彭利。E-mail: 912435936@qq.com

inferior pubic ramus on both sides of PR is more valuable for evaluating the change in pelvic muscle strength.

**【Key words】** Shear wave elastography; Puborectal muscle; Pelvic floor muscle strength; Shear wave velocity; Young's modulus

盆底功能障碍性疾病 (pelvic floor dysfunction, PFD) 是由于盆底形态结构及功能异常引起的一系列疾病的总称<sup>[1]</sup>, 现已成为威胁女性健康的 5 种常见慢性疾病之一<sup>[2]</sup>。相关生物力学研究<sup>[3]</sup>表明, PFD 的发生机制可能是盆底支持系统与腹腔压力相抗衡后的失衡, 盆底肌是 PFD 的第一道防线。盆底肌中发挥支持作用的主要是肛提肌, 肛提肌群是一组骨骼肌复合体, 由耻骨直肠肌 (puborectals, PR)、耻骨尾骨肌和髂尾肌组成, 其中 PR 是肛提肌群最强大的部分。肛提肌特别是 PR 的松弛和损伤, 盆腔器官将难以维持在正常的位置, 从而出现盆腔器官脱垂等一系列盆底功能障碍性疾病<sup>[4-6]</sup>。因此, 对 PR 结构及支持功能的有效评估, 对 PFD 的诊疗非常重要。超声成像技术已逐渐优于磁共振成像技术及 X 线成像技术成为近年来 PFD 的首选影像学检查, 目前广泛应用的二维、三维或四维超声可以对 PR 的形态结构进行成像, 对损伤进行评估, 其通过测量不同状态肛提肌裂孔前后径及裂孔面积的变化来间接反映肛提肌的收缩功能, 但并不能直接对肛提肌的力学性能改变进行评价, 更没有量化的标准。近年来, 实时剪切波弹性成像技术 (shear wave elastography, SWE) 因其可定量测量软组织的弹性而逐渐应用于肌骨疾病的研究中<sup>[7-10]</sup>。本研究拟应用 SWE 获取 PR 不同状态的剪切波速度值 (shear wave velocity, SWV) 及杨氏模量值 (Young's modulus, YM), 并计算其差值, 探讨其与盆底肌力分级的相关性, 分析 SWE 在评价 PR 收缩功能异常及盆底功能障碍性疾病的价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2021 年 3 月至 2022 年 2 月成都市龙泉驿区第一人民医院收治的 61 例女性患者为研究对象。患者年龄 (36.2 ± 7.4) 岁; 根据盆底肌力是否正常分为肌力正常组 (n = 22) 和肌力异常组 (n = 39)。本研究经院伦理委员会批准, 患者知情同意, 两组患者年龄、身高、体重、体重指数 (BMI) 比较, 差异无统计学意义 (P > 0.05)。见表 1。纳入标准: (1) 有性生活史; (2) 年龄 18 ~ 50 岁。排除标准: (1) 既往有盆底功能障碍性疾病相关手术史; (2) PR 撕裂或断裂。

### 1.2 方法

1.2.1 超声检查 采用法国 Super Sonic Aixplorer。使用 SE12-3 腔内探头, 频率 3 ~ 12 MHz; 所有检查

表 1 两组患者一般资料比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	年龄 (岁)	身高 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/cm <sup>2</sup> )
肌力异常组 (n = 39)	36.6 ± 6.4	157.1 ± 4.9	55.7 ± 9.4	22.5 ± 3.5
肌力正常组 (n = 22)	35.5 ± 8.9	157.6 ± 4.1	54.5 ± 6.4	22.0 ± 2.7
t 值	0.538	-0.416	0.51	0.665
P 值	0.593	0.679	0.612	0.509

均由同一副主任医师完成。患者取截石位, 经会阴超声获取盆底正中矢状切面, 分别向左右侧动探头, 清晰完整显示一侧带状稍高回声的 PR; 调整探头及图像深度, 使 PR 长轴尽量与声束垂直, 深度约 1.0 ~ 2.5 cm, 排除肌肉的各向异性伪像。弹性范围设定为 180 kPa, 启动 SWE 模式, 使扇形取样框覆盖 PR, 双幅实时观察二维及对应弹性图像, 待图像稳定后冻结图像, 感兴趣区 (ROI) 统一设置为 4 mm × 4 mm 的圆形, 在可信区间内分别于静息状态下和最大收缩状态下获取两侧 PR 耻骨下支附着处及中部的 SWV 及 YM。同种状态下同一部位测量 3 次, 取其平均值。并计算两种状态所得 SWV 及 YM 的差值, 即同一受试者 PR 同部位最大收缩状态 SWV/YM-静息状态 SWV/YM。见图 1。

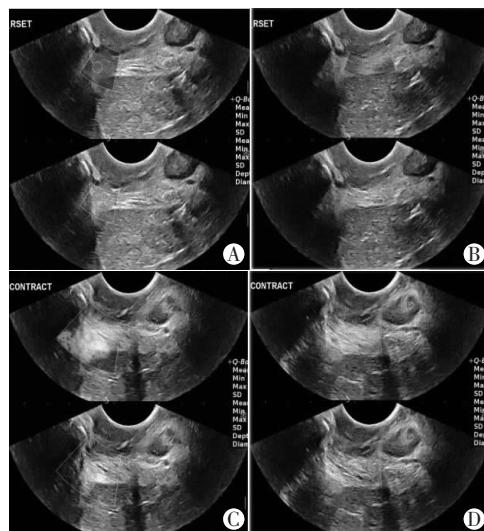


图 1 耻骨直肠肌弹性图

A. 静息状态 PR 耻骨下支附着处; B. 静息状态 PR 中部; C. 最大收缩状态 PR 耻骨下支附着处; D. 最大收缩状态 PR 中部。

1.2.2 盆底肌力测试 采用国内外通用的分类型盆底肌力测试方法<sup>[11]</sup>; 受试者排空膀胱后, 取膀胱截石位。测试者带无菌手套, 食指和中指蘸取润滑剂后轻轻放入阴道后壁一侧的耻骨直肠肌的下 1/2 段, 受试者收缩肛门感觉肛提肌的收缩确定其位置, 然后将两指分开放在肛提肌两侧, 嘱受试者最大用

力收缩肛门,记录最大用力收缩所持续时间,同时将另一只手置于腹部,确定腹部肌肉处于放松状态。所有检查均由同一副主任护师完成。根据盆底肌力收缩强度及持续时间把盆底肌力分为0~5级。0~3级为肌力减弱,4~5级为肌力正常<sup>[12]</sup>。见表2。

表2 盆底肌肌力分级

分级	收缩质量	I型肌保持时间(s)	II型肌收缩次数(次)
0级	无	0	0
1级	颤动	1	1
2级	不完全收缩	2	2
3级	完全收缩,没有抵抗	3	3
4级	完全收缩,具有轻微抵抗	4	4
5级	完全收缩,具有持续抵抗	5	>5

### 1.3 统计学分析

采用SPSS 24.0软件对数据进行分析与处理。

表3 两种状态下SWV及YM比较( $\bar{x} \pm s$ )

状态	SWV(m/s)				YM(kPa)			
	右侧		左侧		右侧		左侧	
	耻骨下支附着处	中部	耻骨下支附着处	中部	耻骨下支附着处	中部	耻骨下支附着处	中部
最大收缩状态	5.2 ± 0.5	5.2 ± 0.5	5.0 ± 0.7	4.8 ± 0.6	82.7 ± 15.5	82.8 ± 15.7	76.6 ± 21.1	72.1 ± 17.8
静息状态	3.4 ± 0.7	3.5 ± 0.6	3.2 ± 0.8	3.4 ± 0.7	36.4 ± 13.7	38.7 ± 13.4	32.7 ± 16.4	36.5 ± 15.1
<i>t</i> 值	19.989	19.015	18.613	16.288	20.613	19.803	18.549	16.551
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表4 两组患者PR静息状态下SWV及YM比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	SWV(m/s)				YM(kPa)			
	右侧PR		左侧PR		右侧PR		左侧PR	
	耻骨下支附着处	中部	耻骨下支附着处	中部	耻骨下支附着处	中部	耻骨下支附着处	中部
肌力异常组( <i>n</i> = 39)	3.5 ± 0.7	3.5 ± 0.6	3.2 ± 0.8	3.3 ± 0.8	38.2 ± 14.5	38.4 ± 13.0	33.3 ± 16.6	35.0 ± 16.4
肌力正常组( <i>n</i> = 22)	3.2 ± 0.6	3.5 ± 0.7	3.1 ± 0.8	3.5 ± 0.6	33.3 ± 11.9	39.2 ± 14.5	31.6 ± 16.5	39.2 ± 12.5
<i>t</i> 值	1.303	-0.065	0.418	-1.198	1.338	-0.226	0.386	-1.021
<i>P</i> 值	0.198	0.949	0.677	0.236	0.186	0.822	0.701	0.312

表5 两组患者PR最大收缩状态下SWV及YM比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	SWV(m/s)				YM(kPa)			
	右侧PR		左侧PR		右侧PR		左侧PR	
	耻骨下支附着处	中部	耻骨下支附着处	中部	耻骨下支附着处	中部	耻骨下支附着处	中部
肌力异常组( <i>n</i> = 39)	5.1 ± 0.5	5.1 ± 0.5	4.8 ± 0.7	4.7 ± 0.6	78.9 ± 14.5	80.2 ± 15.9	70.5 ± 19.6	67.5 ± 17.5
肌力正常组( <i>n</i> = 22)	5.4 ± 0.5	5.3 ± 0.4	5.3 ± 0.6	5.1 ± 0.5	89.3 ± 15.4	87.5 ± 14.5	87.4 ± 19.8	80.3 ± 15.5
<i>t</i> 值	-2.464	-1.970	-3.264	-2.739	-2.625	-1.771	-3.221	-2.851
<i>P</i> 值	0.017	0.054	0.002	0.008	0.011	0.082	0.002	0.006

### 2.3 两组患者PR最大收缩状态与静息状态SWV差值及YM差值比较

肌力正常组PR双侧耻骨下支附着处两种状态SWV及YM的差值大于肌力异常组,差异有统计学

意义( $P < 0.05$ );肌力正常组PR双侧中部两种状态SWV及YM的差值与肌力异常组比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表6。

## 2 结果

### 2.1 两种状态下SWV及YM比较

女性患者PR相同部位最大收缩状态SWV及YM大于静息状态,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表3。

### 2.2 两组患者不同状态下SWV及YM比较

静息状态下,肌力正常组PR相同部位SWV及YM与肌力异常组比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。最大收缩状态下,肌力正常组PR两侧耻骨下支附着处及左侧中部SWV及YM与肌力异常组比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表4及表5。

表 6 两组患者 PR 最大收缩状态与静息状态 SWV 差值及 YM 差值比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	SWV 差值(m/s)				YM 差值(kPa)			
	右侧		左侧		右侧		左侧	
	耻骨下支附着处	中部	耻骨下支附着处	中部	耻骨下支附着处	中部	耻骨下支附着处	中部
肌力异常组 (n=39)	1.6 ± 0.7	1.6 ± 0.6	1.6 ± 0.7	1.4 ± 0.7	40.8 ± 17.1	41.8 ± 16.2	37.2 ± 16.8	32.5 ± 16.7
肌力正常组 (n=22)	2.1 ± 0.6	1.8 ± 0.8	2.2 ± 0.6	1.6 ± 0.6	56.0 ± 14.0	48.3 ± 18.9	55.8 ± 15.4	41.2 ± 15.9
t 值	-3.153	-1.365	-3.558	-1.042	-3.561	-1.407	-4.275	-1.985
P 值	0.003	0.177	0.001	0.302	<0.001	0.165	<0.001	0.052

### 3 讨论

SWE 操作简便、安全无创,能实时动态地反映组织内生物力学信息,并进行定量测量,已广泛应用于临床<sup>[13]</sup>。Koo 等<sup>[14]</sup>研究表明,SWE 是一种高度可靠的肌肉弹性测量技术,可以作为肌肉力量的定量评估。因此,SWE 可弥补现有二维、三维盆底超声无法直接对盆底肌肉进行生物力学特征评价的不足。

临床对盆底肌肉评估的方法主要包括触诊、阴道内压力测试、肌电图测试等,应用较多的是通过阴道触诊感受收缩的肌力大小并对肌肉的收缩能力进行分级。本研究应用 SWE 获取 PR 静息状态及最大收缩状态的弹性值,分析其与临床肌力分级之间的相关性,进而探讨 SWE 在评价盆底肌肉功能的应用价值。有研究<sup>[15-16]</sup>认为,对于肌腱、肌肉或周围神经等存在明显各向异性和异质性的组织,SWV 更优于 YM 表示组织硬度。因此,本研究同时记录了 SWV 及 YM。

本研究结果显示,无论是 PR 耻骨下支附着处还是中部,最大收缩状态 SWV 及 YM 大于静息状态 ( $P < 0.05$ ),提示 SWE 能敏感探测到 PR 力量的改变,随着肌肉收缩力量的增加,肌肉硬度也在逐渐增加,SWE 可用于 PR 收缩功能的评价,与王玥等<sup>[17]</sup>研究一致。同时静息状态下肌力正常组 PR 相同部位 SWV 及 YM 与肌力异常组差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ),说明静息状态下 PR 的硬度不能反映肌肉收缩功能的改变。而最大收缩状态下肌力正常组 PR 两侧耻骨下支附着处及左侧中部 SWV 及 YM 与肌力异常组比较,差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。两组间两种状态所得差值进行比较发现,肌力正常组 PR 两侧耻骨下支附着处 SWV 及 YM 差值较肌力异常组增大 ( $P < 0.05$ ),但两组 PR 中部所得差值差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ),表明随着盆底肌肉收缩力量的增大,PR 双侧耻骨下支附着处弹性值的增大较中部更为明显,与 Krofta 等<sup>[18]</sup>利用有限元分析方法对盆底肌肉生物力学的研究结果相似。无论是在收缩状态还是在张力状态,肛提肌最大的应力

出现的位置都一样,均位于双侧耻骨下支附着处。因此,PR 双侧耻骨下支附着处所得弹性值变化较中部更能反映盆底肌力的改变。同时肌肉力量的改变是一个动态差异性的比较,本研究认为两种状态弹性值的差值有可能比单一最大收缩状态所得弹性值对评价盆底肌肌力变化更有价值。本研究还发现,收缩状态时 PR 耻骨下支附着处不同位置所得弹性值差异较大,前部弹性值最大,中部次之,后部最小。因此测量尽量应放置于耻骨下支附着处的中部。本研究的局限性在于:(1)收缩状态下,PR 变形移位,需尽量使声束保持垂直于 PR 长轴;(2)指导受试者完成有效收缩运动以达到 PR 的最大收缩状态,才能准确获取最大收缩状态 PR 的弹性值;(3)样本量较小。

综上,超声有望通过 SWE 对盆底肌的生物力学特征进行定量评价,今后本研究仍需扩大样本量,以期得到 PR 弹性值的医学参考值范围,对盆底肌肌力正常与否做出初步判定,在疾病状态前期提早预测盆底肌功能改变,为临床早期防患和诊治盆底功能障碍疾病提供一种新的有参考价值的检查手段。

### 参考文献

- [1] 王竞宇,陈艳,张恩荣,等.经会阴超声在女性盆底功能障碍性疾病中的应用[J].西部医学,2013,25(12):1869-1871.
- [2] Haylen BT, De Ridder D, Freeman RM, et al. An International Urogynecological Association (IUGA) / International Continence Society (ICS) joint report on the terminology for female pelvic floor dysfunction [J]. International Urogynecology Journal, 2010, 21(1):5-26.
- [3] 单淑芝,石彬.盆底功能障碍性疾病及相关生物力学研究进展[J].中国实用妇科与产科杂志,2010,26(4):304-306.
- [4] Abdool Z, Shek KL, Dietz HP. The effect of levator avulsion on hiatal dimension and function [J]. Am J Obstet Gynecol, 2009, 201(1):89.e1-e5.
- [5] Model AN, Shek KL, Dietz HP, et al. Levator defects are associated with prolapse after pelvic floor surgery [J]. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol, 2010, 153(2):220-223.
- [6] Dietz HP, Shek C. Levator avulsion and grading of pelvic floor muscle strength [J]. International Urogynecology Journal, 2008, 19(5):633-636.
- [7] 姜滨,王学梅,王云忠,等.实时剪切波弹性成像测量胸锁乳突

- 肌杨氏模量时声束平面与肌束不同角度对测量值的影响[J]. 中国医学影像技术,2014,30(2):269-272.
- [8] Hatta T, Giambini H, Uehara K, *et al.* Quantitative assessment of rotator cuff muscle elasticity: reliability and feasibility of shear wave elastography[J]. J Biomech, 2015, 48(14):3853-3858.
- [9] Wu CH, Ho YC, Hsiao MY, *et al.* Evaluation of post-stroke spastic muscle stiffness using shear wave ultrasound elastography[J]. Ultrasound Med Biol, 2017, 43(6):1105-1111.
- [10] 文晶,王月香,罗淦昆,等. 剪切波超声弹性成像定量评估腓肠肌和比目鱼肌硬度的初步研究[J]. 中国医学影像学杂志, 2017, 25(7):536-540,542.
- [11] 杨丽,刘华,史宏晖,等. 产后6周手法盆底肌力测试的可靠性及与 sEMG 的相关性[J]. 中国妇幼保健, 2017, 32(22):5527-5530.
- [12] 隋春. 产后康复护理对产妇产后盆底肌力及性生活质量的影响[J]. 国际护理学杂志, 2021, 40(7):1260-1262.
- [13] 刘博姬,徐辉雄. 剪切波弹性成像在肌肉、肌腱、周围神经病变生物力学定量评估中的应用进展[J]. 肿瘤影像学, 2022, 31(1):11-15.
- [14] Koo TK, Guo JY, Cohen JH, *et al.* Relationship between shearelastic modulus and passive muscle force: An ex-vivo study[J]. J Biomech, 2013, 46(12):2053-2059.
- [15] Morrow DA, Haut DTL, Odegard GM, *et al.* Transversely isotropic material properties of skeletal muscle tissue[J]. J Mech Behav Biomed Mater, 2010, 3(1):124-129.
- [16] 朱家安. 弹性成像在肌骨超声中的应用[J]. 临床超声医学杂志, 2021, 23(7):481-482.
- [17] 王玥,曲侠,刘俐. 实时剪切波弹性成像评价肛提肌收缩状态与静息状态弹性模量值的差异[J]. 中国医学影像学杂志, 2017, 25(12):944-945.
- [18] Krofta L, Havelková L, Urbánková I, *et al.* Finite element model focused on stress distribution in the levator ani muscle during vaginal delivery[J]. Int Urogynecol J, 2017, 28(2):275-284.

(收稿日期:2022-06-01

修回日期:2022-08-11)

### (上接第 1585 页)

综上,对 PD 患者予以百令胶囊治疗,可以改善其细胞免疫功能,减轻炎症反应,改善蛋白质缺乏和贫血,且无明显不良反应,安全性较好,值得临床推广。

### 参考文献

- [1] Lin E, Chertow GM, Bhattacharya J, *et al.* Early delays in insurance coverage and long-term use of home-based peritoneal dialysis[J]. Medical Care, 2020, 58(7):632-642.
- [2] Chen HL, Tarn DC, Huang LH. Risk factors associated with outcomes of peritoneal dialysis in Taiwan: An analysis using a competing risk model[J]. Medicine, 2019, 98(6):e14385.
- [3] 韦传娃,钟良宝,梁海琴,等. 单中心慢性肾脏病 5 期患者腹膜透析置管术后出血的影响因素分析[J]. 中华肾脏病杂志, 2019, 35(1):48-52.
- [4] 陈威,余学清. 慢性肾脏病透析患者高磷血症管理的挑战与进展[J]. 中华肾脏病杂志, 2018, 34(11):867-871.
- [5] 张海静,赵黎,张妮娜,等. 协同护理模式在预防腹膜透析患者导管相关感染中的研究[J]. 中国中西医结合肾病杂志, 2020, 21(8):79-81.
- [6] 苗荟,赵启文. 左氧氟沙星联合百令胶囊对慢性肾衰竭血液透析患者下呼吸道感染的治疗观察[J]. 实用临床医药杂志, 2020, 24(7):31-33.
- [7] 顾乡,方向华. 老年人慢性肾脏病诊断标准和分期以及流行病学研究现状[J]. 中华老年医学杂志, 2016, 35(5):556-559.
- [8] 《国外医学:内分泌学分册》编辑部. 慢性肾脏病蛋白营养治疗专家共识[J]. 国外医学(内分泌学分册), 2005, 25(6):437-438.
- [9] 田振玮,崔晓倩,李美娜,等. 巨噬细胞在急性肾损伤中的作用[J]. 国际老年医学杂志, 2020, 41(5):335-338.
- [10] 张悦,廖玉梅,何艳,等. 持续性非卧床腹膜透析患者营养状态与生存质量的相关性[J]. 广东医学, 2020, 41(10):1010-1014.
- [11] 胡国强,钟雪莺,石晓峰,等. 老年腹膜透析患者氧化应激与细胞免疫功能的相关性[J]. 中国中西医结合肾病杂志, 2019, 20(7):618-620.
- [12] Amadou S, Johann M, Nicolas H, *et al.* Mechanisms of acid-base regulation in peritoneal dialysis[J]. Nephrol Dial Transplant, 2018, 33(5):864-873.
- [13] 倪约翰,马伟明,谷红苹,等. 肾衰宁胶囊联合百令胶囊治疗慢性肾衰竭伴血液透析疗效及对肾功能指标的影响[J]. 中华中医药学刊, 2020, 38(1):236-239.
- [14] 郑鑫,陈熠,邓跃毅. 不同剂量百令胶囊对慢性肾脏病 3~4 期患者肾功能及细胞免疫的影响[J]. 天津中医药大学学报, 2020, 39(4):417-423.
- [15] 李如意,宋厚盼,林也,等. 冬虫夏草对免疫抑制模型小鼠免疫功能调节作用的研究[J]. 湖南中医药大学学报, 2017, 37(12):1316-1319.
- [16] 张鹏,王小勇. 百令胶囊对慢性肾脏病 3,4 期患者营养不良情况及肾功能的影响[J]. 陕西中医, 2021, 42(1):54-56.

(收稿日期:2022-05-03

修回日期:2022-07-05)