

## 论著·临床研究

## 速度向量成像技术评价尘肺病患者右心室收缩功能研究\*

孙进波, 刘益坤, 吕 斌, 付金平, 张菲晏

(重庆市医药高等专科学校第一附属医院超声科, 重庆 400060)

**[摘要]** **目的** 研究速度向量成像技术(VVI)测量右心室壁变化与尘肺病患者右心室收缩功能降低的相关性,并寻找早期预测右心室收缩功能降低的指标。**方法** 选取 2020 年 12 月至 2021 年 11 月该院收治的 148 例尘肺病患者,采用常规超声心动图测量右心室心肌做功指数——Tei 指数[Tei(TDI)]、三尖瓣反流速度、三尖瓣环收缩期位移(TAPSE)等,使用 VVI 测量右心室壁变化相关参数,收集尘肺病分期、脑利钠肽(BNP)等信息,比较不同分期患者各项参数的差异性,分析 BNP、肺动脉高压与各项参数的关系。**结果** 与 I、II 期患者比较,III 期患者 Tei(TDI)、TAPSE、右心室长轴曲线平均应变速度(TVC)、右心室长轴节段平均位移(TDS)、右心室长轴曲线平均位移(TDC)比较,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );不同分期患者 BNP、频谱多普勒测量右心室做功指数——Tei 指数[Tei(PW)]、右心室面积变化率(FAC)、右心室长轴节段平均应变速度(TVS)、右心室长轴节段平均应变(TSS)、右心室长轴曲线平均应变(TSC)、右心室整体纵向应变(GLS)、右心室长轴节段平均应变率(TSRs)、右心室长轴曲线平均应变率(TSRC)比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。各项参数均与 BNP 明显相关,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );其中 TSRC 及 FAC 相关性较高。有无肺动脉高压患者 TVS、TVC、GLS、TDS、TDC、TAPSE、Tei(PW)、FAC、BNP 比较,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。**结论** III 期尘肺病患者 VVI 的应变速度、位移与 I、II 期尘肺病患者差异明显,表明 VVI 是一种能评估尘肺病患者右心室收缩功能的有效方法。

**[关键词]** 速度向量成像技术; 尘肺病; 右心室; 收缩功能

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2023.08.007 中图法分类号:R445.1

文章编号:1009-5519(2023)08-1300-05 文献标识码:A

**Evaluation of right ventricular systolic function in pneumoconiosis patients by velocity vector imaging\***

SUN Jinbo, LIU Yikun, LV Bin, FU Jinping, ZHANG Feiyan

(Department of Ultrasound, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical and Pharmaceutical College, Chongqing 400060, China)

**[Abstract]** **Objective** To study the correlation between the changes of right ventricular wall measured by velocity vector imaging (VVI) and the decrease of right ventricular systolic function in patients with pneumoconiosis, and to find the early index to predict the decrease of right ventricular systolic function. **Methods** The right ventricular myocardial work index——Tei index [Tei (TDI)], tricuspid regurgitation velocity and tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) were measured by conventional echocardiography in 148 patients with pneumoconiosis at different stages who were diagnosed in this hospital from December 2020 to November 2021. The parameters related to the changes of right ventricular wall were measured by VVI. The information of pneumoconiosis stages and brain natriuretic peptide (BNP) were collected. The differences of various parameters in patients with different stages were compared, and the relationship between BNP, pulmonary hypertension and various parameters was analyzed. **Results** Compared with patients in stage I and II, patients in stage III had statistically significant differences in Tei(TDI), TAPSE, mean strain velocity (TVC),

\* 基金项目:重庆市卫生健康委员会医学科研项目(2022WSJK106)。

作者简介:孙进波(1984—),本科,主治医师,主要从事心血管超声、超声介入、浅表器官超声研究工作。

mean segmental displacement(TDS) and mean displacement(TDC) of right ventricular long axis curve( $P < 0.05$ ). There were no differences in BNP, right ventricular work index—Tei index[Tei(PW)], right ventricular fractional area change(FAC), mean strain velocity(TVS), mean strain of right ventricular long-axis segment(TSS), mean strain of right ventricular long-axis curve(TSC), total longitudinal strain(GLS), mean strain rate of right ventricular long-axis segment(TSRs) and the mean strain rate of right ventricular long-axis curve(TSRC) between patients with different stages( $P > 0.05$ ). All the parameters were obviously related to BNP, and the differences were statistically significant( $P < 0.05$ ). Among them, TSRC and FAC had high correlation. There were significant differences in TVS, TVC, GLS, TDS, TDC, TAPSE, Tei(PW), FAC and BNP between patients with and without pulmonary hypertension( $P < 0.05$ ). **Conclusion** The strain rate and displacement of VVI technology in stage III pneumoconiosis patients are significantly different from those in stage I and II pneumoconiosis patients, indicating that VVI is an effective method for evaluating right ventricular systolic function in pneumoconiosis patients.

**[Key words]** Velocity vector imaging; Pneumoconiosis; Right ventricle; Systolic function

尘肺病是最常见的职业病之一,是由于在职业活动中中长期吸入生产性粉尘并在肺内滞留而引起的以肺组织弥漫性纤维化为主的全身性疾病<sup>[1]</sup>。2019 年全国共报道各类职业病新病例 19 428 例<sup>[2]</sup>。尘肺病患者因其疾病特征,严重影响患者的生活质量,更给患者带来了沉重的经济及心理负担。部分尘肺病患者因肺动脉高压会引发肺源性心脏病(肺心病),尘肺病患者伴发肺心病的概率为 11.3%<sup>[3]</sup>,而后者成为尘肺病患者死亡的部分原因,肺心病死亡原因比例约占 12.5%<sup>[4]</sup>,早期发现患者右心功能异常尤为重要,有利于及时采取早期干预措施。超声是一种简便、实用的检查方法,能评价右心功能。目前,主要评价右心室收缩功能的指标为三尖瓣环收缩期位移(TAPSE)、组织多普勒测量右心室心肌做功指数——Tei 指数 [Tei(TDI)]、三尖瓣环收缩期峰值速度  $s'$ 、右心室面积变化分数、右心室长轴应变等<sup>[5]</sup>。而近年来,随着速度向量成像技术(VVI)的发展,右心室游离壁各节段应变、应变率及应变速度、位移均可进行测量并用于评价右心室收缩功能<sup>[6]</sup>。目前,尚少见尘肺病患者运用 VVI 进行右心室收缩功能评价的文献。本研究探讨了右心室游离壁各节段应变、应变率、应变速度、位移在不同分期尘肺病患者中的变化,并同时与 TAPSE 及 Tei(TDI)进行对比分析,试图寻找能早期分辨右心室功能降低的指标,旨在为临床早期决策提供帮助。

## 1 资料与方法

### 1.1 资料

**1.1.1 一般资料** 选取 2020 年 12 月至 2021 年 11 月本院收治的尘肺病患者 148 例,其中男 144 例,

女 4 例;年龄 31~81 岁,平均(56.2±9.1)岁。

**1.1.2 纳入标准** (1)有二氧化硅粉尘接触史,尘肺病诊断通过《职业性尘肺病的诊断》(GBZ 70-2015)标准诊断为矽肺、煤工尘肺等;(2)高千伏胸部 X 线片或 CT 检查提示肺内存在大于或等于 1 cm 的实性结节。

**1.1.3 排除标准** (1)诊断为先天性心脏病、心脏瓣膜病、心肌病、冠心病等;(2)患有严重慢性阻塞性肺疾病;(3)患有甲状腺功能亢进症、贫血、全身系统性疾病、癌症等。

**1.1.4 仪器** 西门子 SC2000 超声诊断仪,4V1C 探头,频率为 1.7~3.3 MHz。

### 1.2 方法

**1.2.1 超声心动图检查** 根据患者情况选取左侧卧位或平卧位,连接心电图。规范测量患者 TAPSE,三尖瓣环组织多普勒测量右心室 Tei(TDI),脉冲多普勒利用肺动脉及三尖瓣瓣尖频谱测量右心室 Tei(TDI),测量右心室舒张末期前后径,观察有无三尖瓣反流,记录反流速度及反流压差。三尖瓣反流速度大于 2.8 m/s 或右心室增大( $\geq 26$  mm)认为存在肺动脉高压<sup>[7]</sup>。

**1.2.2 右心室 VVI 分析** 选择图像良好的心尖四腔心切面,帧频大于 50 Hz,连续采集 3 s 动图存图,启动 VVI 模式分析,选取描记右心室条件,仔细描记舒张末期右心室壁心内膜、心外膜结构,描记点位大于 12 个。启用软件分析,获得右心室游离壁各节段纵向速度、位移、应变等,应变率取平均值,记录右心室整体纵向应变(GLS)及右心室面积变化率(FAC)<sup>[8]</sup>。

**1.2.3 资料收集** 收集患者尘肺分期信息<sup>[9]</sup>,查询病例资料收集患者脑利钠肽(BNP)数值。

**1.3 统计学处理** 应用 SPSS22.0 统计软件进行数据分析, 计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 采用独立样本 *t* 检验及单因素方差分析; 计数资料以率或构成比表示, 采用  $\chi^2$  检验; BNP 与测量数值的相关性采用 Pearson 相关分析法。  $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

**2 结 果**

**2.1 不同分期患者肺动脉高压发生情况比较** 不同分期患者肺动脉高压发生率比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 1。

**2.2 不同分期患者各项参数比较** 与 I、II 期患者比较, III 期患者 Tei(TDI)、TAPSE、右心室长轴曲线平均应变速度 (TVC)、右心室长轴节段平均位移 (TDS)、右心室长轴曲线平均位移 (TDC) 比较, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 不同分期患者 BNP、频谱多普勒测量右心室做功指数——Tei 指数 [Tei (PW)]、FAC、右心室长轴节段平均应变速度 (TVS)、右心室长轴节段平均应变 (TSS)、右心室长轴曲线平

均应变 (TSC)、GLS、右心室长轴节段平均应变率 (TSRS)、右心室长轴曲线平均应变率 (TSRC) 比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 2。

表 1 不同分期患者肺动脉高压发生情况比较 [n (%)]

分期	无肺动脉高压	有肺动脉高压	合计
1 期	24(77.4)	7(22.6)	31(20.9)
2 期	20(76.9)	6(23.1)	26(17.6)
3 期	62(68.1)	29(31.9)	91(61.5)
合计	106(71.6)	42(28.4)	148(100.0)

**2.3 BNP 与各项参数的相关性** 各项参数均与 BNP 明显相关, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 其中 TSRC 及 FAC 相关性较高。见表 3。

**2.4 有无肺动脉高压患者各项参数比较** 有无肺动脉高压患者 TVS、TVC、GLS、TDS、TDC、TAPSE、Tei(PW)、FAC、BNP 比较, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 4。

表 2 不同分期患者各项参数比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

分期	BNP(pg/mL)	Tei(TDI)	Tei(PW)	TAPSE(mm)	FAC(%)	TVS(cm/s)
I 期	775.96±586.00	0.41±0.13	0.37±0.16	19.86±3.24	40.24±10.38	5.03±1.19
II 期	156.80±61.00	0.40±0.13	0.34±0.19	19.99±3.30	38.27±7.93	4.87±1.07
III 期	668.96±214.00	0.49±0.18	0.40±0.15	17.64±3.30	35.77±11.32	4.49±1.48
<i>t</i>	0.542	4.562	1.872	8.479	1.975	2.175
<i>P</i>	0.583	0.012	0.157	<0.001	0.143	0.117

分期	TVC(cm/s)	TDS(mm)	TDC(mm)	TSS(%)	TSC(%)	GLS(%)	TSRS(1/s)	TSRC(1/s)
I 期	4.21±1.20	4.83±3.59	4.41±3.61	19.09±9.43	19.17±8.07	10.85±8.15	1.77±0.70	1.23±0.37
II 期	3.82±1.36	3.44±3.27	2.90±2.42	20.80±9.22	19.94±7.73	8.05±2.85	1.77±0.69	1.24±0.37
III 期	3.41±1.55	3.06±2.41	2.62±2.40	17.36±9.12	17.25±7.86	9.03±3.12	1.87±0.62	1.12±0.39
<i>t</i>	3.720	4.496	4.510	1.580	1.529	0.888	0.457	1.545
<i>P</i>	0.027	0.013	0.013	0.210	0.220	0.414	0.634	0.217

表 3 BNP 与各项参数的相关性

项目	TVS	TVC	TSS	TSC	GLS	TSRS	TSRC	TAPSE	Tei (TDI)	Tei (PW)	FAC	TDS	TDC
<i>r</i>	-0.346	-0.273	-0.357	-0.393	-0.208	-0.347	-0.441	-0.298	-0.271	-0.318	-0.449	-0.313	-0.284
<i>P</i>	0.001	0.007	<0.001	<0.001	0.041	0.001	<0.001	0.003	0.007	0.002	<0.001	0.002	0.007

表 4 有无肺动脉高压患者各项参数比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	TVS(cm/s)	TVC(cm/s)	TSS(%)	TSC(%)	GLS(%)	TSRS(1/s)	TSRC(1/s)
无肺动脉高压	4.82±1.33	3.79±1.48	19.15±8.50	18.89±7.05	10.21±5.48	1.93±0.72	1.26±0.54
有肺动脉高压	4.27±1.37	3.26±1.41	15.91±8.76	16.04±9.51	6.90±3.09	1.71±0.81	1.14±0.75
<i>t</i>	2.280	2.010	1.930	1.990	2.240	1.620	1.080
<i>P</i>	0.001	0.001	0.085	0.084	0.017	0.106	0.278

续表 4 有无肺动脉高压患者各项参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	TDS(mm)	TDC(mm)	TAPSE(mm)	Tei (TDD)	Tei (PW)	FAC(%)	BNP(pg/mL)
无肺动脉高压	3.91±1.09	3.45±2.11	18.90±3.39	0.44±0.15	0.37±0.13	38.28±10.00	139.95±30.22
有肺动脉高压	2.41±1.03	2.02±1.06	17.50±3.43	0.49±0.19	0.42±0.16	33.75±11.79	1 782.00±543.22
t	2.910	2.730	2.190	1.450	2.070	2.010	3.010
P	0.023	0.009	0.029	0.115	0.024	0.031	<0.001

## 2.5 典型病例

**2.5.1 病例 1** I 期尘肺病患者。右心室壁平均纵向节段速度为 4.8 cm/s, 平均纵向曲线速度为 3.7 cm/s, 平均纵向节段位移为 8.6 mm, 平均纵向曲线位移为 7.9 mm。见图 1。

**2.5.2 病例 2** II 期尘肺病患者。右心室壁平均纵向节段速度为 4.4 cm/s, 平均纵向曲线速度为 3.4

cm/s, 平均纵向节段位移为 4.1 mm, 平均纵向曲线位移为 3.8 mm。见图 2。

**2.5.3 病例 3** III 期尘肺病患者。右心室壁平均纵向节段速度为 3.9 cm/s, 平均纵向曲线速度为 2.7 cm/s, 平均纵向节段位移为 0.6 mm, 平均纵向曲线位移为 0.1 mm。见图 3。

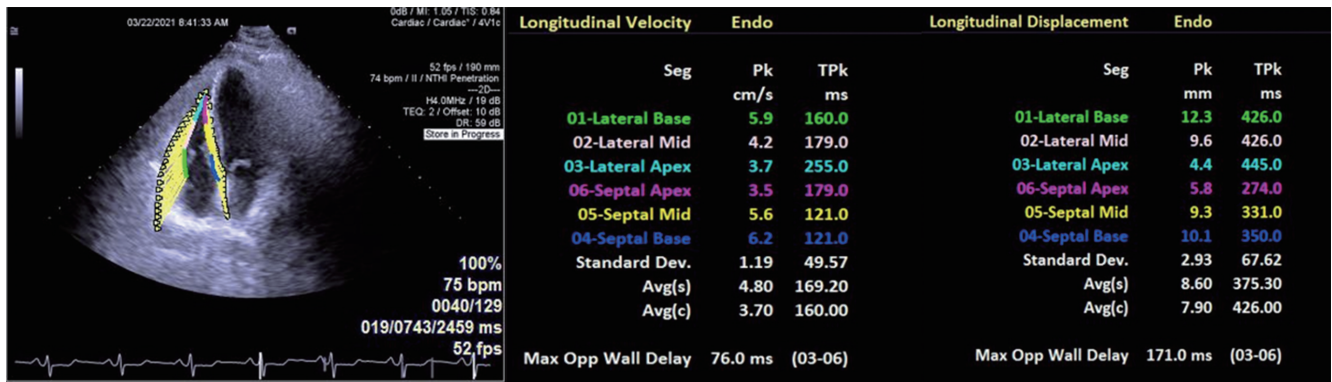


图 1 I 期尘肺病患者检测结果

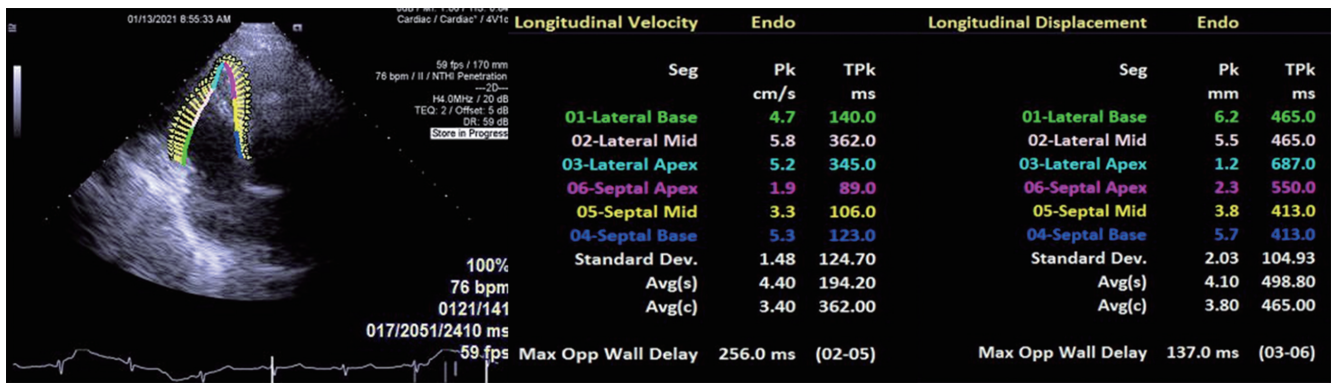


图 2 II 期尘肺病患者检测结果

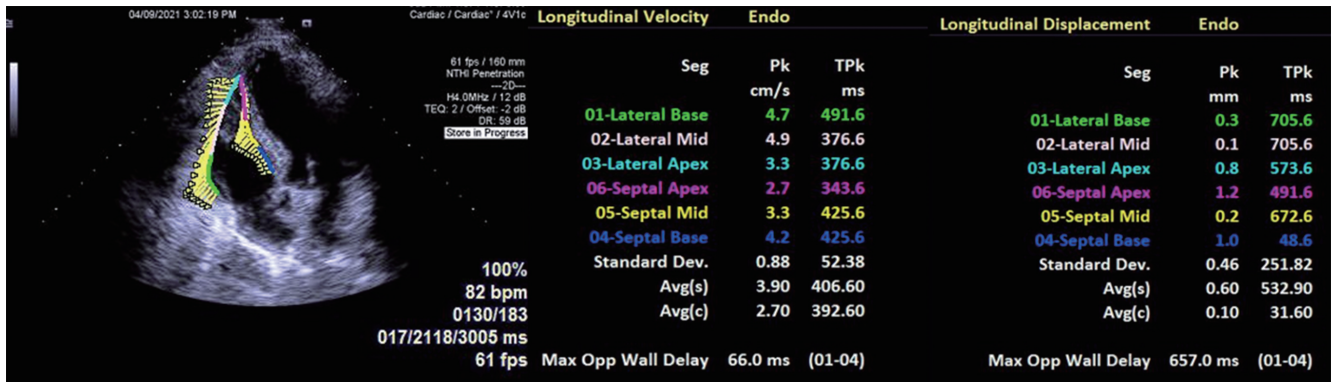


图 3 III 期尘肺病患者检测结果

### 3 讨 论

尘肺病患者伴有的右心功能降低通常原因为肺动脉高压,本研究中Ⅲ期尘肺病患者肺动脉高压发生率更高,但差异无统计学意义( $P>0.05$ ); I、II 期尘肺病患者也存在肺动脉高压情况,说明早期尘肺病就存在肺动脉高压,这是使右心室后负荷增高的因素。

本研究结果显示,Ⅲ期尘肺病患者 TAPSE、TVC、TDS、TDC 较 I、II 尘肺病患者明显降低,Tei (TDI) 较 I、II 患者明显增高。VVI 是基于斑点追踪技术,能较为准确地追踪室壁的运动及应变情况,能反映右心室壁的活动信息<sup>[6]</sup>,可反映右心室收缩功能降低的情况。本研究中,VVI 的参数主要反映在 TVC、TDS、TDC 中,表现为Ⅲ期尘肺病患者上述指标明显降低的情况,但 TDS、TDC 由于标准差较大,难以形成较为稳定可靠的数值,所以,本研究中 TVC 为主要代表 VVI 中测量右心室收缩功能的指标。本研究中,I、II 期尘肺病患者 TVC 似乎存在一定差异,但可能受限于本研究样本量较少,差异尚无统计学意义( $P>0.05$ ),还需要更大的样本量进行验证,而 I、II 期尘肺病患者 TAPSE、Tei (TDI) 无明显差异。I、II 期尘肺病患者各项参数均无明显差异,可能为早期尘肺病患者由于右心房辅泵功能增加及右心室活动代偿<sup>[10]</sup>,维持右心室的正常活动泵血功能,晚期尘肺病患者的持续肺动脉高压所致的右心室后负荷代偿不全,右心室开始出现活动明显降低的情况。本研究中不同分期尘肺病患者 GLS 根据指南评价<sup>[5]</sup>均存在异常,而不同分期尘肺病患者 GLS、TSS、TSC、TSRS、TSRC 无差异,主要反映的是右心室壁应变及应变率信息,在体现右心室功能降低程度方面的作用可能有限。

本研究结果显示,各项参数与 BNP 均明显相关,说明这些参数均与右心功能相关,能反映右心功能的情况,与相关研究结果相似<sup>[11-12]</sup>。本研究结果还显示,有无肺动脉高压患者 TVS、TVC、GLS、TDS、TDC、TAPSE、Tei(PW)、FAC、BNP 比较,差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),提示肺动脉高压确实能影响右心功能,而这些参数均能反映因肺动脉高压导致的右心功能降低的情况。

本研究的局限性:(1)未设置年龄相似无冠心病、肺心病的正常对照组。(2)主要针对的是既往研究中的 TAPSE、Tei(TDI) 及着重研究的 VVI 测量参数,对反映右心室功能的右心室内径、右心室面积、右心室游离壁厚度、右心房大小、E/A 比值、E/e' 比值、E 峰减速时间等未进行详细记录,结果并不全面,这些参数的不同分期尘肺病患者的变化还需以后的研究进

行分析。(3)本研究依赖右心室壁的确切描记,对图像质量较差的患者无法做到全周期准确自动追踪。

综上所述,TAPSE、Tei(TDI) 及 VVI 能较好地反映尘肺病患者的右心功能情况,其中 VVI 中较为有意义的测量数值为 TVC、TDS、TDC,其中 TVC 能较准确地反映Ⅲ期尘肺病患者右心功能降低的情况,但在早期尘肺病患者(I、II 期)中的作用仍然较为有限。

### 参考文献

- [1] 李德鸿. 尘肺病概述[C/OL]//中华预防医学会,中国煤炭工业协会. 2010 尘肺病影像诊断新进展研讨会,北京,2010[2022-05-23]. [https://www.zhangqiaokeyan.com/academic-conference-cn\\_meeting-12363\\_thesis/02022625703.html](https://www.zhangqiaokeyan.com/academic-conference-cn_meeting-12363_thesis/02022625703.html).
- [2] 2019 年全国职业病报告情况[J]. 中国职业医学,2020,47(3):378.
- [3] ZHANG Z, WU Z, XU Y, et al. Vascular endothelial growth factor increased the permeability of respiratory barrier in acute respiratory distress syndrome model in mice[J]. Biomed Pharmacother,2019,109:2434-2440.
- [4] 崔凤涛,许洁,沈福海,等. 某矿业集团 1977 例尘肺病患者死因分析[J]. 职业与健康,2014,30(22):3196-3198.
- [5] RUDSKI L G, LAI W W, AFILALO J, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: A report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography[J]. J Am Soc Echocardiogr,2010,23(7):685-713.
- [6] BOBS L N, TRAHEY G E. A novel method for angle independent ultrasonic imaging of blood flow and tissue motion[J]. IEEE Trans Biomed Eng,1991,38(3):280-286.
- [7] GALIÈ N, HUMBERT M, VACHIER Y J L, et al. 2015 ESC/ERS guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension[J]. Rev Esp Cardiol(Engl Ed),2016,69(2):177.
- [8] CHO I J, SHIM C Y, YANG W I, et al. Assessment of mechanical properties of common carotid artery in Takayasu's arteritis using velocity vector imaging[J]. Circ J,2010,74(7):1465-1470.

失严重,在此过程中若不允许进食则有可能影响能量的供应,从而发生低血糖,而普通饮食难以达到均衡营养的目的,需制定合理的膳食结构方式才能达到有效的营养摄入。本研究结果显示,2 组患者干预 4 周后营养指标、钙磷代谢与肾功能比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),表明量化餐包改善机体整体营养的效果有限,但对钙磷代谢与肾功能无明显不良影响。量化餐包是由医院营养科针对患者透析生命体征等制定的饮食计划,充分保证营养摄入,有利于供能,减少营养物质的大量流失,降低胃肠消化负担及消化道血液循环,增加外周血容量,稳定血压,提升透析效果,但对钙磷水平与肾功能改善无积极作用。

综上所述,在血液透析过程中给予量化餐包可有效稳定血压,减少进食相关低血压的出现,且对营养生化指标、钙磷代谢与肾功能无明显不良影响。由于本研究样本量较少,上述结果或许存在一定偏差,后期将扩大样本量进一步研究。

### 参考文献

[1] 林丽桑,何丽芳,应秀红. 维持性血液透析患者透析中低血压风险预测模型的构建[J]. 中华护理杂志,2021,56(10):1466-1471.

[2] 范春琴,夏志银,马玉华,等. 左卡尼汀治疗顽固性血液透析相关性低血压的时机研究[J]. 护理研究,2021,35(2):366-368.

[3] 宿宇坤,武政华,康彦,等. 间断性血液透析滤过治疗血液透析患者低血压的临床研究[J]. 中国药物与临床,2021,21(13):2334-2336.

[4] 《中国居民膳食指南》(2007)(续)特殊人群膳食

指南(续)[J]. 营养学报,2008,30(2):121-122.

[5] 中国中西医结合学会肾脏疾病专业委员会. 慢性肾衰竭中西医结合诊疗指南[J]. 河北中医,2016,38(2):313-317.

[6] 杨仁梅,费利燕,朱慧平,等. 维持性血液透析患者透析中低血压管理的持续质量改进[J]. 中国血液净化,2020,19(2):138-141.

[7] 孙茂秋. 分层护理干预应用于维持性血液透析患者对低血压及负性情绪的影响[J]. 山西医药杂志,2020,49(10):1309-1311.

[8] 刘寻,王晓菲,张婷,等. 血液透析中低血压临床分析[J]. 中国血液净化,2021,20(1):50-53.

[9] 黄佩佩,张静,胡旦翔,等. 老年营养风险指数的年度变化对血液透析患者死亡率的影响[J]. 中国血液净化,2022,21(6):418-422.

[10] 姚为华,刁宗礼,李霞,等. 糖尿病患者血液透析中低血压的影响因素分析[J]. 中国血液净化,2022,21(5):346-349.

[11] 黄海英,张永芳,郭鹏,等. 联合营养管理路径在维持性血液透析患者中的应用[J]. 护士进修杂志,2022,37(9):851-856.

[12] 罗平平,张红梅. 透析前血浆渗透压对血液透析患者频发性透析中低血压的预测价值[J]. 中国血液净化,2022,21(2):103-106.

[13] 郭雪梅,朱朕男,罗佳懿,等. 维持性血液透析患者透析中低血压风险预测模型的构建及验证[J]. 中国血液净化,2022,21(6):408-412.

(收稿日期:2022-11-25 修回日期:2023-01-28)

(上接第 1304 页)

[9] 李卫平. 煤工尘肺大阴影的 X 线片与螺旋 CT 检查对比分析[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志,2010,8(4):29-31.

[10] 刘娟娟,宁红霞,白洋,等. 斑点追踪技术评价结缔组织病相关肺动脉高压患者右心房功能变化与心功能关系的研究[C/OL]//中国超声医学工程学会第十四届全国超声心动图学术会议论文汇编,天津(2018-12-07)[2022-05-23]. <https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=3uoqIhG8C467SBiOvrai6TdxYiSzCnOEqtMlMqZJXLLeUh6QF>

M0rx2Vf94ZpScnf9Mfzd77D Dvtv92e9hquAm LAIyF 7B05z8rKNwDe\_KdvWs%3d & uniplatform=NZKPT.

[11] 张晓华,胡玉凤,罗光明,等. Tei 指数对尘肺病合并肺心病患者右心功能的评价作用[J]. 重庆医学,2020,49(6):914-917.

[12] 石耀辉,陈百灵,刘雪梅,等. 尘肺患者右心室收缩功能的三尖瓣环收缩期位移评价[J]. 中华劳动卫生职业病杂志,2015,33(5):382-383.

(收稿日期:2022-07-17 修回日期:2022-12-30)