

· 临床研究 ·

# 有氧运动联合抗阻训练对腹膜透析患者运动功能及心血管事件相关因素的影响

牛铁明<sup>1</sup> 栾迅飞<sup>1</sup> 董庆泽<sup>1</sup> 付畅<sup>1</sup> 于文晴<sup>1</sup> 黄添翼<sup>1</sup> 王欢<sup>1</sup> 赵亮<sup>2</sup> 李德天<sup>3</sup>

<sup>1</sup>沈阳市红十字会医院肾病科,沈阳 110013; <sup>2</sup>沈阳市红十字会医院康复科,沈阳 110013;

<sup>3</sup>中国医科大学附属盛京医院肾病科,沈阳 110004

通信作者:牛铁明,Email:tieming\_niu@163.com

**【摘要】 目的** 观察有氧运动联合抗阻训练对持续不卧床腹膜透析患者运动功能及心血管事件相关因素的影响。**方法** 采用随机数字表法将 60 例腹膜透析患者分为观察组及对照组,每组 30 例。2 组患者均规律进行不卧床腹膜透析治疗,观察组在此基础上辅以有氧运动及抗阻训练,每次训练 30~60 min,每周训练 3 次,共持续训练 24 周。于干预前、干预 24 周后观察 2 组患者静息心率、血压、血脂、心功能及机体运动功能变化。**结果** 干预后观察组静息心率[(80.16±6.23)次/分]、血压[静息收缩压为(137.23±14.94)mmHg、静息舒张压为(86.06±8.29)mmHg]、血脂水平均较干预前及同期对照组明显降低( $P<0.05$ );心脏射血分数[(55.19±7.28)%]、心脏指数[(3.36±0.85)L/min/m<sup>2</sup>]、6 分钟步行试验[(323.53±34.08)m]、1 分钟坐立试验[(24.18±5.67)次]及握力水平[(26.49±5.83)kg]均较干预前及同期对照组明显改善( $P<0.05$ )。**结论** 有氧运动联合抗阻训练能提高腹膜透析患者机体运动功能,降低患者静息心率、血压及血脂水平,改善心功能,有助于患者生活质量提高。

**【关键词】** 有氧运动; 抗阻训练; 腹膜透析; 运动功能; 心血管事件; 危险因素

**基金项目:**沈阳市科技计划项目(19-112-4-030);沈阳市卫生健康委科研项目(2018-015)

**Funding:** Research Foundation Program in Shenyang Science and Technology System(19-112-4-030); Research Foundation Program in Shenyang Health System(2018-015)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.06.014

尿毒症腹膜透析(peritoneal dialysis, PD)患者通常身体功能较差、体质虚弱,容易摔倒或需住院干预<sup>[1]</sup>。尽管近年来透析技术不断进步,维持性透析患者其预期寿命相对延长,但由于患者多伴有肌肉萎缩、心肺耐力及运动功能持续下降等情况,对其生活质量及临床预后均造成严重影响<sup>[2]</sup>。有研究显示,导致 PD 患者死亡的首位原因是心血管疾病,而运动训练(包括有氧运动、抗阻运动)对慢性肾脏病患者心血管系统具有积极影响,能改善患者生理功能、心肺耐力及健康相关生活质量<sup>[3]</sup>。基于此,本研究拟观察有氧运动联合抗阻训练对尿毒症腹膜透析患者运动功能及心血管事件相关因素的影响。

## 对象与方法

### 一、研究对象

选取 2018 年 6 月至 2020 年 6 月期间在沈阳市红十字会医院及中国医科大学附属盛京医院腹膜透析中心治疗的终末期肾脏病腹膜透析患者 60 例,患者纳入标准包括:①年龄 20~60 岁;②均符合《慢性肾脏病临床实践指南》关于慢性肾脏病第 5 期的诊断标准<sup>[4]</sup>;③进行维持性规律透析时间超过 6 个月;④患者生

命体征稳定,能积极配合运动训练;⑤患者对本研究知晓并签署知情同意书,同时本研究经沈阳市红十字会医院医学伦理委员会审批(2018-01-015)。患者排除标准包括:①患有骨关节疾病影响运动功能;②合并心、肺、脑、肝及造血系统等重要脏器功能不全;③合并恶性肿瘤;④近 3 个月存在感染、创伤、手术等情况;⑤近 3 个月发生心肌梗死、严重心律失常、脑梗死等疾病。采用随机数字表法将上述 60 例腹膜透析患者分为观察组及对照组,每组 30 例。2 组患者一般资料情况(详见表 1)经统计学比较,发现组间差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性。

### 二、治疗方法

2 组患者均规律进行不卧床腹膜透析治疗,使用双联系统管路及 1.5%或 2.5%低钙葡萄糖腹膜透析液(Baxter)2000 ml,每日 4 次规律换液,夜间留腹;常规使用维持钙磷代谢平衡药物,积极纠正贫血、控制血压及治疗原发疾病;每周进行 1 次电话随访以确定患者病情平稳。

观察组患者在上述治疗基础上辅以有氧运动及抗阻训练,具体运动处方如下:每次运动前 5 min 进行热身运动,包括肌肉拉伸、关节活动等,有氧运动包括散步、快走、慢跑等,步行速度

表 1 入选时 2 组患者一般资料情况比较

| 组别  | 例数 | 性别(例) |    | 年龄<br>(岁, $\bar{x}\pm s$ ) | 透析龄<br>(年, $\bar{x}\pm s$ ) | 原发疾病(例)      |             |           |            |           |             |
|-----|----|-------|----|----------------------------|-----------------------------|--------------|-------------|-----------|------------|-----------|-------------|
|     |    | 男     | 女  |                            |                             | 高血压肾<br>动脉硬化 | 慢性肾<br>小球肾炎 | 糖尿病<br>肾病 | 慢性<br>肾盂肾炎 | 梗阻性<br>肾病 | 慢性间质性<br>肾炎 |
| 对照组 | 30 | 15    | 15 | 56.9±9.1                   | 2.1±2.2                     | 10           | 8           | 3         | 3          | 3         | 3           |
| 观察组 | 30 | 15    | 15 | 57.1±8.7                   | 2.3±2.1                     | 11           | 8           | 3         | 3          | 3         | 2           |

从 30~40 m/min 逐渐加快至 80~100 m/min,或踩踏功率自行车 10~20 min;抗阻运动为使用弹力带及哑铃进行训练 5~10 min。上述运动强度以患者主观不感到疲劳为宜,其心率控制在 100~120 次/min 范围,60%最大心率(220-年龄)为运动强度上限;待运动结束后指导患者进行冥想、呼吸调整等放松训练。每次运动锻炼时长控制在 30~60 min,每锻炼 5 min 则休息 2~3 min,每周锻炼 3 次,持续训练 24 周。上述运动注意事项包括:当患者出现未控制的高血压或低血压、血糖低于 5.5 mmol/L 或高于 13.9 mmol/L 时避免运动训练;避免空腹时进行运动锻炼,如糖尿病患者运动前未下调降糖药量,在运动过程中需注意补充糖分。

三、疗效观察分析

于入选时、干预 24 周后检查 2 组患者血生化、血红蛋白、甲状旁腺素等变化;采用 6 min 步行试验(6-minute walking test, 6MWT)检测患者运动功能情况,嘱患者沿一条长 30 m 坚硬平坦跑道尽可能快速往返行走 6 min,记录其行走总距离;采用 1 min 坐立试验(one minute sit-to-stand test, 1-min STST)及握力测试评估患者功能性运动能力,1-min STST 指计数患者 1 min 内尽可能完成的坐立次数(即 1 min 内患者尽可能快速从椅子上站起并再次坐下,重复上述动作且不使用上肢辅助);检测患者静息心率、血压、血脂(包括总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白、脂蛋白 a 等)及心功能(包括射血分数、心脏指数、心输出量、每搏输出量)等指标。记录治疗期间 2 组患者发生骨骼、关

节或肌肉损伤、心血管事件(如不稳定心绞痛、心衰加重、心律失常等)或其他任何不良事件情况。

四、统计学方法

本研究所得计量资料以( $\bar{x}\pm s$ )表示,采用 SPSS 19.0 版统计学软件包进行数据分析,计量资料组间比较采用独立样本  $t$  检验,组内比较采用配对样本  $t$  检验,计数资料比较采用  $\chi^2$  检验,  $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

干预前、后 2 组患者血红蛋白、肾功能、电解质、甲状旁腺素水平均无显著变化( $P>0.05$ ),组间差异也无统计学意义( $P>0.05$ ),具体数据见表 2。

干预前 2 组患者 6MWT、1-min STST、握力水平及各项心功能指标组间差异均无统计学意义( $P>0.05$ );干预后观察组 6MWT、1-min STST、握力水平及各项心功能指标均较干预前及同期对照组明显改善( $P<0.05$ );对照组上述指标均无显著变化( $P>0.05$ ),具体数据见表 3。

干预前 2 组患者心率、血压及血脂水平组间差异均无统计学意义( $P>0.05$ );干预后观察组患者心率、血压及血脂水平均较干预前及同期对照组明显降低( $P<0.05$ ),对照组上述指标均无显著变化( $P>0.05$ ),具体数据见表 4。

在 24 周干预期间观察组共有 3 例患者出现了中等程度以下的关节肌肉酸痛,经调整运动参数后缓解,尚未观察到其他

表 2 干预前、后 2 组患者血红蛋白、肾功能、电解质及甲状旁腺素水平比较( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别  | 例数 | 血红蛋白<br>(g/L)    | 肌酐<br>( $\mu$ mol/L) | 尿素氮<br>(mmol/L)  | 钾 (mmol/L)      | 钙 (mmol/L)      | 磷 (mmol/L)      | 甲状旁腺素<br>(ng/L)    |
|-----|----|------------------|----------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| 对照组 |    |                  |                      |                  |                 |                 |                 |                    |
| 入组时 | 30 | 10.18 $\pm$ 3.98 | 698.58 $\pm$ 66.07   | 26.41 $\pm$ 8.43 | 4.11 $\pm$ 0.98 | 1.96 $\pm$ 0.76 | 1.90 $\pm$ 0.86 | 235.67 $\pm$ 41.89 |
| 干预后 | 26 | 10.35 $\pm$ 4.41 | 701.32 $\pm$ 67.15   | 27.12 $\pm$ 7.49 | 4.29 $\pm$ 1.02 | 1.95 $\pm$ 0.85 | 1.87 $\pm$ 0.85 | 239.71 $\pm$ 43.26 |
| 观察组 |    |                  |                      |                  |                 |                 |                 |                    |
| 入组时 | 30 | 9.97 $\pm$ 4.41  | 696.67 $\pm$ 67.13   | 25.89 $\pm$ 8.78 | 4.21 $\pm$ 0.97 | 1.97 $\pm$ 0.98 | 1.89 $\pm$ 0.93 | 241.20 $\pm$ 44.58 |
| 干预后 | 26 | 11.73 $\pm$ 5.02 | 706.02 $\pm$ 66.19   | 26.98 $\pm$ 7.97 | 4.35 $\pm$ 1.28 | 2.01 $\pm$ 0.89 | 1.86 $\pm$ 0.87 | 236.79 $\pm$ 48.92 |

表 3 干预前、后 2 组患者运动功能及心功能指标比较( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别  | 例数 | 6MWT(m)                          | 1-min STST<br>(次)              | 握力测试<br>(kg)                   | 射血分数<br>(%)                    | 心脏指数<br>(L/min/m <sup>2</sup> ) | 每搏输出量<br>(ml)                 | 心输出量<br>(L/min)                |
|-----|----|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 对照组 |    |                                  |                                |                                |                                |                                 |                               |                                |
| 入组时 | 30 | 301.78 $\pm$ 33.16               | 20.47 $\pm$ 5.31               | 23.91 $\pm$ 5.73               | 50.89 $\pm$ 7.21               | 3.08 $\pm$ 0.82                 | 3.75 $\pm$ 1.31               | 55.78 $\pm$ 9.92               |
| 干预后 | 26 | 303.71 $\pm$ 32.91               | 21.32 $\pm$ 5.23               | 23.56 $\pm$ 5.68               | 51.74 $\pm$ 7.98               | 3.17 $\pm$ 0.79                 | 3.89 $\pm$ 1.27               | 57.29 $\pm$ 10.95              |
| 观察组 |    |                                  |                                |                                |                                |                                 |                               |                                |
| 入组时 | 30 | 302.01 $\pm$ 32.97               | 19.82 $\pm$ 6.09               | 23.16 $\pm$ 6.02               | 51.12 $\pm$ 7.09               | 3.04 $\pm$ 0.89                 | 3.81 $\pm$ 1.35               | 55.95 $\pm$ 8.91               |
| 干预后 | 26 | 323.53 $\pm$ 34.08 <sup>ab</sup> | 24.18 $\pm$ 5.67 <sup>ab</sup> | 26.49 $\pm$ 5.83 <sup>ab</sup> | 55.19 $\pm$ 7.28 <sup>ab</sup> | 3.36 $\pm$ 0.85 <sup>ab</sup>   | 4.38 $\pm$ 1.22 <sup>ab</sup> | 58.26 $\pm$ 8.43 <sup>ab</sup> |

注:与入组时相同组比较,<sup>a</sup> $P<0.05$ ;与干预后对照组比较,<sup>b</sup> $P<0.05$

表 4 干预前、后 2 组患者心率、血压及血脂水平比较( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别  | 例数 | 静脉心率<br>(次/分)                  | 静息收缩压<br>(mmHg)                  | 静息舒张压<br>(mmHg)                | 甘油三酯<br>(mmol/L)              | 胆固醇<br>(mmol/L)               | 低密度脂蛋白<br>(mmol/L)            | 载脂蛋白<br>(mmol/L)                 |
|-----|----|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 对照组 |    |                                |                                  |                                |                               |                               |                               |                                  |
| 入组时 | 30 | 85.51 $\pm$ 7.68               | 150.61 $\pm$ 10.26               | 90.29 $\pm$ 10.26              | 5.26 $\pm$ 1.71               | 2.80 $\pm$ 0.87               | 3.76 $\pm$ 1.12               | 251.71 $\pm$ 31.21               |
| 干预后 | 26 | 86.71 $\pm$ 7.16               | 148.27 $\pm$ 13.67               | 91.37 $\pm$ 9.21               | 5.07 $\pm$ 1.56               | 2.69 $\pm$ 0.86               | 3.65 $\pm$ 1.09               | 245.09 $\pm$ 26.56               |
| 观察组 |    |                                |                                  |                                |                               |                               |                               |                                  |
| 入组时 | 30 | 86.47 $\pm$ 8.71               | 148.39 $\pm$ 13.72               | 91.02 $\pm$ 8.98               | 5.12 $\pm$ 1.60               | 2.70 $\pm$ 0.75               | 3.61 $\pm$ 0.93               | 248.62 $\pm$ 25.39               |
| 干预后 | 26 | 80.16 $\pm$ 6.23 <sup>ab</sup> | 137.23 $\pm$ 14.94 <sup>ab</sup> | 86.06 $\pm$ 8.29 <sup>ab</sup> | 4.71 $\pm$ 1.62 <sup>ab</sup> | 2.11 $\pm$ 0.73 <sup>ab</sup> | 3.17 $\pm$ 1.17 <sup>ab</sup> | 231.78 $\pm$ 25.21 <sup>ab</sup> |

注:与入组时相同组比较,<sup>a</sup> $P<0.05$ ;与干预后对照组比较,<sup>b</sup> $P<0.05$

与运动锻炼相关的严重不良事件,1 例患者在非训练期间出现心绞痛,1 例患者因肺炎入院,2 例患者因特殊原因不能到院接受训练,共计 4 例患者退出。对照组共有 3 例患者分别发生心绞痛、心衰及脑梗死,1 例患者诊断为肺癌并入院治疗,共计 4 例患者退出。

## 讨 论

本研究结果显示,干预后观察组患者静息心率、血压、血脂均较干预前明显降低且优于同期对照组,射血分数、心脏指数、6MWT、1-min STST 及握力水平均较干预前及同期对照组明显改善,表明有氧运动联合抗阻训练能提高腹膜透析患者机体运动功能,降低患者静息心率、血压及血脂水平,改善心功能,有助于患者生活质量提高。

腹膜透析患者因存在营养不良、活动量减少、代谢性酸中毒等情况容易引起肌肉萎缩、躯体活动障碍,严重影响其独立生活能力及生活质量<sup>[5-6]</sup>。相关研究表明,有氧运动有助于改善机体心肺功能,提高耐力<sup>[7]</sup>;抗阻训练能增加肌肉容积,防止骨骼和肌肉组织流失<sup>[8]</sup>;有氧运动联合抗阻训练能促进慢性肾脏病患者骨骼肌纤维数量及肌肉力量、强度显著增加,改善关节灵活性,预防跌倒,降低心血管疾病发生风险<sup>[9]</sup>。腹膜透析患者多伴有不同程度高血压,而心血管事件是腹膜透析患者死亡的首要原因。由于葡萄糖透析液的应用及容量超负荷,容易导致患者胰岛素抵抗、血糖控制不理想、血压升高,增加了患者住院率及死亡率。有氧运动可通过增强内皮细胞介导的血管舒张效应、抑制血小板聚集、调节自主神经紊乱、降低交感神经活性、减轻外周血管阻力及改善血管重构,从而降低透析患者静息心率、血压,促使心血管功能改善<sup>[10]</sup>。本研究结果显示,观察组患者经有氧运动及抗阻训练 24 周后,其收缩压、舒张压、静息心率均表现出不同程度下降,进一步证明有氧运动能降低腹膜透析患者心血管事件风险。血脂异常也是尿毒症透析患者发生心血管疾病的主要原因及独立危险因素,本研究观察组患者经有氧运动及抗阻训练后,其血脂及各项心功能指标均明显改善,有助于降低心力衰竭及不稳定心绞痛发生率,与既往报道结果基本一致<sup>[11]</sup>。另外有研究还发现,有氧运动联合抗阻训练能缓解机体微炎症状态,增强免疫功能,减少氧化应激终产物含量,有利于提高透析充分性,促使患者生理功能、总体健康水平、躯体疼痛及运动功能等明显改善<sup>[12-14]</sup>。

心血管意外事件是维持性透析患者最严重的运动风险,本研究结果显示观察组患者对运动干预的耐受性良好,提示控制运动强度的个体化运动干预更容易被腹膜透析患者接受,且安全性较好。但在实施过程中有以下问题需注意:①运动干预前应进行充分评估并制订个体化运动处方,运动强度循序渐进;②对于有潜在心律失常、心绞痛、血压不稳定患者须避免因长时间或高强度运动造成心脏负荷过大;③训练过程中注意监测患者并及时调整运动处方,如出现较严重的胸闷、气短、交谈困难、头晕、无力、与运动相关的肌肉痉挛、关节疼痛等情况时应停止运动;④避免过度用力或引起腹压增高的运动方式;⑤运动训练应尽量在两次换液之间、透析液排空时进行。

综上所述,有氧运动联合抗阻训练能有效改善不卧床腹膜透析患者机体运动功能,降低静息心率、血压及血脂水平,增强心功能,提高患者生活质量;需要指出的是,本研究还存在诸多

不足,包括样本量较小、入选患者身体状态相对较好(无法反映维持性腹膜透析患者整体情况,故结果可能存在偏倚)、运动方式、强度、训练时间及频率等有待优化、未进行长期随访等,后续研究将针对上述不足进一步完善。

## 参 考 文 献

- [1] Kamijo Y, Kanda E, Ishibashi Y, et al. Sarcopenia and frailty in PD: impact on mortality, malnutrition, and inflammation [J]. *Perit Dial Int*, 2018, 38(6): 447-454. DOI: 10.3747/pdi.2017.00271.
- [2] Lee SY, Yang DH, Hwang E, et al. The prevalence, association, and clinical outcomes of frailty in maintenance dialysis patients [J]. *J Ren Nutr*, 2017, 27(2): 106-112. DOI: 10.1053/j.jrn.2016.11.003.
- [3] Afsar B, Siripol D, Aslan G, et al. The impact of exercise on physical function, cardiovascular outcomes and quality of life in chronic kidney disease patients: a systematic review [J]. *Int Urol Nephrol*, 2018, 50(5): 885-904. DOI: 10.1007/s11255-018-1790-4.
- [4] Webster AC, Nagler EV, Morton RL, et al. Chronic kidney disease [J]. *Lancet*, 2017, 389(10075): 1238-1252. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)32064-5.
- [5] 沈亦蔚, 苏新珂, 刘苗, 等. 腹膜透析患者肌少症的发生率和危险因素 [J]. *中华肾脏病杂志*, 2019, 35(4): 268-273. DOI: 10.3760/cma.j.igsn.1001-7097.2019.04.005.
- [6] Abro A, Delicata LA, Vongsanin S, et al. Differences in the prevalence of sarcopenia in peritoneal dialysis patients using hand grip strength and appendicular lean mass: depends upon guideline definitions [J]. *Eur J Clin Nutr*, 2018, 72(7): 993-999. DOI: 10.1038/s41430-018-0238-3.
- [7] Pinillos PY, Herazo BY, Ctano GJ, et al. Association of physical activity with quality of life in patients with chronic kidney diseases [J]. *Rev Med Chil*, 2019, 147(2): 153-160. DOI: 10.4067/s0034-98872019000200153.
- [8] Chan D, Cheema BS. Progressive resistance training in end-stage renal disease: systematic review [J]. *Am J Nephrol*, 2016, 44(1): 32-45. DOI: 10.1159/000446847.
- [9] Watson EL, Gould DW, Wilkinson TJ, et al. Twelve-week combined resistance and aerobic training confers greater benefits than aerobic training alone in nondialysis CKD [J]. *Am J Physiol Renal Physiol*, 2018, 314(6): 1188-1196. DOI: 10.1152/ajp-renal.00012.2018.
- [10] Wilkinson TJ, Mcadams DM, Bennett PN, et al. Advances in exercise therapy in predialysis chronic kidney disease, hemodialysis, peritoneal dialysis, and kidney transplantation [J]. *Curr Opin Nephrol Hypertens*, 2020, 29(5): 471-479. DOI: 10.1097/MNH.0000000000000627.
- [11] Hargrove N, Tays Q, Storsley L, et al. Effect of an exercise rehabilitation program on physical function over 1 year in chronic kidney disease: an observational study [J]. *Clin Kidney*, 2020, 13(1): 95-104. DOI: 10.1093/ckj/sfz037.
- [12] Moraes C, Marinho SM, da Nobrega AC, et al. Resistance exercise: a strategy to attenuate inflammation and protein-energy wasting in hemodialysis patients [J]. *Int Urol Nephrol*, 2014, 46: 1655-1662.
- [13] Wilund KR, Viana JL, Perez LM. A critical review of exercise training in hemodialysis patients: personalized activity prescriptions are needed [J]. *Exerc Sport Sci Rev*, 2020, 48(1): 28-39. DOI: 10.1249/JES.0000000000000209.
- [14] Manfredini F, Mallamaci F, D'Arrigo G, et al. Exercise in patients on dialysis: a multicenter, randomized clinical trial [J]. *J Am Soc Nephrol*, 2017, 28(4): 1259-1268. DOI: 10.1681/ASN.2016030378.

(修回日期: 2022-03-15)

(本文编辑: 易 浩)