

· 循证医学 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.12.019

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240221.1525.010\(2024-02-22\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240221.1525.010(2024-02-22))

有氧联合抗阻运动对血液透析患者干预效果的 meta 分析*

刘一秀¹, 邓思妍¹, 罗细菊¹, 胡化刚¹, 刘进华^{2△}

(1. 苏州大学苏州医学院护理学院, 江苏苏州 215006; 2. 上海交通大学医学院苏州九龙医院, 江苏苏州 215127)

[摘要] **目的** 系统评价有氧联合抗阻运动对血液透析(HD)患者步行能力、心肺耐力、透析充分性和生活质量的干预效果。**方法** 检索 PubMed、Cochrane Library、Embase、Ovid、Web of Science、中国知网、维普、万方与中国生物医学文献服务系统(SinoMed)数据库公开发表的关于有氧联合抗阻运动对 HD 患者干预效果的随机对照试验;检索时间为建库起至 2021 年 5 月 28 日;纳入的文献采用 RevMan5.4 软件进行分析。**结果** 共纳入 24 项研究,1 086 例研究对象;结果显示,与对照组(采用常规护理或进行无阻力肢体活动)比较,干预组(有氧联合抗阻运动)HD 患者步行能力、心肺耐力和部分生活质量维度明显改善;HD 过程中干预组患者透析充分性较对照组明显改善。**结论** 有氧联合抗阻运动能够提升 HD 患者身体功能、生活质量和透析充分性,建议结合具体情况,鼓励患者进行有氧联合抗阻运动。

[关键词] 有氧联合抗阻运动;血液透析;身体功能;透析充分性;生活质量;meta 分析

[中图分类号] R692.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)12-1856-08

Meta analysis of interventional effect of aerobic combined resistance exercise on hemodialysis patients*

LIU Yixiu¹, DENG Siyan¹, LUO Xiju¹, HU Huagang¹, LIU Jinhua^{2△}

(1. School of Nursing, Suzhou Medical College, Soochow University, Suzhou, Jiangsu 215006, China; 2. Suzhou Jiulong Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiaotong University, Suzhou, Jiangsu 215127, China)

[Abstract] **Objective** To systematically assess the interventional effects of aerobic combined resistance exercise on walking ability, cardiorespiratory endurance, dialysis adequacy and quality of life in the patients with hemodialysis (HD). **Methods** The published randomized controlled trials on the interventional effects of aerobic combined resistance exercise in HD patients were retrieved from the databases of PubMed, Cochrane Library, Embase, Ovid, Web of Science, CNKI, VIP, Wanfang and China Biomedical Literature Service System (SinoMed). The retrieval time was from the database establishment to May 28, 2021; the included literatures were analyzed by using RevMan 5.4 software. **Results** A total of 24 studies with 1 086 research subjects were included. The results showed that compared with the control group (adopting the usual care or conducting no-resistance limb movement), the walking ability, cardiopulmonary endurance and the dimensions of partial quality of life in the HD patients of the intervention group (aerobic combined resistance exercise) were significantly improved. The dialysis adequacy during dialysis in the intervention group was significantly improved compared with that in the control group. **Conclusion** Aerobic combined resistance exercise could improve the physical function, quality of life and dialysis adequacy in HD patients, and it is recommended that the patients are encouraged to conduct the aerobic combined resistance exercise by combining with the specific situation.

[Key words] aerobic combined resistance exercise; hemodialysis; physical function; dialysis adequacy; quality of life; meta analysis

在全球范围内,由于终末期肾脏疾病而需要进行肾脏替代治疗的患者数逐年增加,预计将从 2010 年的 261.8 万增长至 2030 年的 543.9 万^[1]。血液透析(hemodialysis, HD)是最主要的肾脏替代治疗方式,

占有接受透析治疗患者的 91.0%^[2]。

随着 HD 技术的进步,HD 患者的生存期明显延长,但由于贫血和营养不良等伴发疾病^[3],其身体功能和健康相关生活质量(health-related quality of

life, HRQOL) 明显下降^[4]。峰值摄氧量(peak oxygen uptake, VO_{2peak})是身体在运动过程中传输和利用氧气的最大速率,是评价 HD 患者身体功能中心肺耐力的“金标准”^[5]。6 分钟步行距离(six-minute walk distance, 6-MWD)是目前评价 HD 患者身体功能中步行能力的最常用指标^[6]。据报道,HD 患者的 VO_{2peak} 和 6-MWD 明显低于健康人群,且随着 VO_{2peak} 和 6-MWD 的降低,HD 患者的死亡风险明显增加^[7]。血清尿素清除率(Kt/V)是最常用的评价透析充分性的指标之一^[8]。HD 能够清除患者体内滞留的水分和尿毒症毒素,但并不能完全取代肾脏的生理功能^[8]。HD 患者往往存在透析不充分的现象,而透析不充分是患者不良结局(如高住院率、高死亡率)的关键预测因子^[8]。对于 HD 患者而言,提高 HRQOL 与提高生存率同样重要。近年来 HRQOL 越来越受到患者和研究者重视^[9]。据报道,HD 患者 HRQOL 明显低于健康人群,且随着 HRQOL 的降低,患者死亡率上升^[9]。

《改善全球肾脏病预后组织 2012 临床实践指南》^[10]提出,运动是透析治疗的基石,应鼓励慢性肾脏病患者进行与其心血管功能和耐受性相适应的运动。多项研究表明,运动能够改善 HD 患者的心肺耐力和步行能力,提高透析充分性和 HRQOL 等^[4,11-12]。已有报道显示,运动干预包括有氧运动、抗阻运动和有氧联合抗阻运动,且不同运动方式对提高 HD 患者各项结局指标的有效性不同。目前有氧联合抗阻运动对 HD 患者步行能力、心肺耐力、透析充分性和 HRQOL 的干预效果尚无一致可靠的结果^[12]。因此,本研究旨在进一步探讨有氧联合抗阻运动对 HD 患者心肺耐力、步行能力、透析充分性及 HRQOL 的干预效果,为临床 HD 患者提供恰当的运动干预方式提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 检索策略

检索 PubMed、Cochrane Library、Embase、Ovid、Web of Science 英文数据库,以及中国知网、维普、万方、中国生物医学文献服务系统(SinoMed)中文数据库公开发表的关于有氧联合抗阻运动对 HD 患者干预效果的研究,同时追溯纳入文献的参考文献。数据库检索时间为建库至 2021 年 5 月 28 日。检索词为“end-stage kidney disease, chronic kidney failure”“renal dialysis, dialysis, hemodialys *”“exercise, resistance training, aerobic exercise, exercise therapies”“血液透析、血液净化、血透、透析”“运动锻炼、活动、有氧、拉伸、牵拉、抗阻、踏车”。检索策略使用主题词和自由词相结合的方式,通过多次预检索后确定。本研究方案已在 PROSPERO(international prospective register of systematic reviews)完成注册(CRD420 22345082)。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准,(1)研究类型:随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)。(2)研究对象:HD 患者,HD 时间 ≥ 3 个月,年龄 ≥ 18 岁。(3)干预措施:对照组采用常规护理或进行无阻力肢体活动(limb stretching exercise, LSE)。干预组在对照组的基础上采用有氧联合抗阻运动训练。运动可于 HD 过程中或非 HD 过程中开展,共 4 种情况:HD 过程中有氧运动(intradialytic aerobic exercise, IAE)、HD 过程中抗阻运动(intradialytic resistance exercise, IRE)、非 HD 过程中有氧运动(non-intradialytic aerobic exercise, NAE)、非 HD 过程中抗阻运动(non-intradialytic resistance exercise, NRE)。本研究将 HD IAE + IRE 归为 HD 过程中有氧联合抗阻运动(intradialytic combined aerobic and resistance exercise, ICE);将其他形式(IAE + NRE, IRE + NAE, NAE + NRE)归为非 HD 过程中有氧联合抗阻运动(non-intradialytic combined aerobic and resistance exercise, NCE)。(4)结局指标及测量:选用 VO_{2peak} 、6-MWD、Kt/V 和 HRQOL 作为结局指标。HRQOL 使用健康调查简表(the medical outcomes study short form-36, SF-36)进行测量,包含生理功能(physical functioning, PF)、生理职能(role limitations caused by physical problems, RP)、躯体疼痛(bodily pain, BP)、一般健康状况(general health, GH)、精力(vitality, VT)、精神健康(mental health, MH)、情感职能(role limitations caused by mental health/emotional problems, RE)和社会功能(social functioning, SF)8 个维度,以及生理总评分(physical composite summary, PCS)和心理总评分(mental composite summary, MCS)^[13]。(5)语言:中文和英文。排除标准:(1)综述、系统评价、meta 分析文献;(2)会议摘要等无法获得全文的文献;(3)相关数据无法获取的文献;(4)重复发表的文献。

1.3 文献质量评价

由两名研究者采用 Cochrane Handbook 5.1 软件^[14]推荐的文献质量评价方法对纳入文献的质量进行独立评价,交叉核对,意见不统一时,邀请第 3 位研究者仲裁。评价内容包括随机方法、分配方案隐藏、评价者盲法、结果数据完整性、选择性报告、其他偏倚 6 个方面。以“低风险”“高风险”或“不清楚”作为评价标准。6 个方面全部满足“低风险”标准,评价为 A 级文献; ≥ 1 个方面满足“高风险”标准,评价为 C 级文献;其他情况评价为 B 级文献^[14]。本研究仅纳入质量评价为 A 级或 B 级的文献。

1.4 文献筛选与数据提取

由两名研究者独立按照纳入和排除标准筛选文献并进行数据提取,如遇分歧,邀请第 3 位研究者讨论解决。提取资料内容包括作者、发表年、国家、样本量、透析龄、干预措施、干预时间和运动频率等。

1.5 统计学处理

采用 RevMan5.4 软件对文献进行 meta 分析。采用均数差(mean difference, MD)作为效应指标,同时计算其 95% 置信区间(confidence interval, CI)。通过 Q 检验和 I^2 对研究资料进行异质性检验,若 $P > 0.1, I^2 < 50\%$, 选择固定效应模型计算合并量;若 $P \leq 0.1, I^2 \geq 50\%$, 选择随机效应模型计算合并量。对临床异质性通过亚组分析(ICE 与 NCE)进一步探讨,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 文献检索流程

通过检索各数据库,共获得英文文献 2 581 篇,中文文献 2 947 篇,其中 Cochrane Library 323 篇、Embase 413 篇、Ovid 186 篇、PubMed 1 266 篇、Web of Science 393 篇、中国知网 815 篇、维普 729 篇、万方 731 篇、SinoMed 672 篇,合计文献 5 528 篇。去重排除 738 篇,阅读题名及摘要排除 4 612 篇,剩余 178 篇。178 篇文章中,排除 156 篇(包括无法获取全文 12 篇,会议论文 19 篇,无可数据 16 篇,非 RCT 22 篇,干预措施不明确 3 篇,研究对象非 HD 患者 20 篇,干预组非有氧联合抗阻运动干预 47 篇,对照组非常规护理或无阻力肢体活动干预 6 篇,不相关文献 7 篇,语言非中文或英文 4 篇),剩余 22 篇,另通过参考文献补充获得 2 篇,最终纳入 24 篇文献^[15-38]。

2.2 纳入文献基本特征及质量评价

24 篇文献中英文文献 20 篇^[15-34],中文文献 4 篇^[35-38]。研究开展于 11 个国家,样本量共计 1 086 例,其中干预组 554 例,对照组 532 例。文献质量评价 A 级的文献 2 篇,其余均为 B 级。纳入文献的基本资料见表 1,文献质量评价结果见表 2。

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 合并效应分析

meta 分析结果表明,干预组 HD 患者的 VO_{2peak} ($I^2 = 71\%, P < 0.01, MD = 4.24, 95\% CI: 2.74 \sim 5.73$)、6-MWD ($I^2 = 24\%, P = 0.23, MD = 49.15, 95\% CI: 35.98 \sim 62.33$)、PCS ($I^2 = 0, P = 0.44, MD = 4.00, 95\% CI: 1.84 \sim 6.15$)、PF ($I^2 = 31\%, P = 0.19, MD = 7.97, 95\% CI: 5.90 \sim 10.04$)、GH ($I^2 = 56\%, P = 0.05, MD = 6.85, 95\% CI: 1.21 \sim 12.49$)、MH ($I^2 = 0, P = 0.89, MD = 3.86, 95\% CI: 1.26 \sim 6.47$)、BP ($I^2 = 0, P = 0.75, MD = 4.25, 95\% CI: 1.38 \sim 7.12$)、VT ($I^2 = 39\%, P = 0.14, MD = 8.42, 95\% CI: 6.03 \sim 10.81$)、RP ($I^2 = 0, P = 0.91, MD = 9.91, 95\% CI: 7.40 \sim 12.42$)、RE ($I^2 = 0, P = 0.96, MD = 12.02, 95\% CI: 8.87 \sim 15.17$)较对照组明显提高。而 Kt/V、MCS 和 SF 两组比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

表 1 纳入文献基本资料

纳入文献	发表年 (年)	国家	透析龄(干预组/ 对照组,月)	样本量(干预组/ 对照组,n/n)	干预措施		干预时间 (周)	运动频率 (次/周)	结局指标
					对照组	干预组			
DELIGIANNIS 等 ^[15]	1999	希腊	78±62/79±86	16/12	UC	NCE;NAE+NRE	24	3	①
DELIGIANNIS 等 ^[16]	1999	希腊	76±36/74±43	30/30	UC	NCE;NAE+NRE	24	3	①
DEPAUL 等 ^[17]	2002	加拿大	50±58/55±54	15/14	LSE	NCE;IAE+NRE	12	3	⑤
FRIH 等 ^[18]	2017	突尼斯	73±13/74±13	21/20	UC	NCE;NAE+NRE	48	4	⑤
HUANG 等 ^[19]	2020	中国	26(30)/43(89) ^a	16/16	LSE	ICE;IAE+IRE	24	3	④⑤
JAMSHIDPOUR 等 ^[20]	2019	伊朗	38±32/41±33	15/13	UC	ICE;IAE+IRE	8	3	②③⑤
KONSTANTINIDOU 等 ^[21]	2002	希腊	72±66/79±86	10/12	UC	ICE;IAE+IRE	24	3	①
KOPPLE 等 ^[22]	2007	美国	38±29/51±79	12/14	UC	NCE;IAE+NRE	18	3	④
KOUIDI 等 ^[23]	2009	希腊	76±44/74±47	30/29	UC	ICE;IAE+IRE	40	3	①
KOUIDI 等 ^[24]	2010	希腊	73±55/76±59	24/20	UC	ICE;IAE+IRE	48	3	①
LEE 等 ^[25]	2020	韩国	91±71/65±37	12/13	UC	ICE;IAE+IRE	12	3	③⑤
MARCHESAN 等 ^[26]	2014	巴西		11/11	UC	ICE;IAE+IRE	17	3	②⑤
MOLSTED 等 ^[27]	2004	丹麦	37±33/23±19	11/9	UC	NCE;NAE+NRE	20	2	①②③
MYERS 等 ^[28]	2021	美国	51±47/49±47	13/15	UC	NCE;NAE+NRE	12	7	①⑤
OUZOUNI 等 ^[29]	2009	希腊	92±84/103±72	19/14	UC	ICE;IAE+IRE	40	3	①③
PETRAKI 等 ^[30]	2008	希腊	76±7/73±5	22/21	UC	ICE;IAE+IRE	28	3	①

续表 1 纳入文献基本资料

纳入文献	发表年 (年)	国家	透析龄(干预组/ 对照组,月)	样本量(干预组/ 对照组,n/n)	干预措施		干预时间 (周)	运动频率 (次/周)	结局指标
					对照组	干预组			
SUHARDJONO 等 ^[31]	2019	印度尼西亚	60(5~240)/48(4~192)	35/36	UC	ICE;IAE+IRE	12	2	②③
THOMPSON 等 ^[32]	2016	加拿大	27±8/42±17	8/8	LSE	ICE;IAE+IRE	12	3	③⑤
VILSTEREN 等 ^[33]	2005	荷兰	39±49/47±53	53/43	UC	NCE;IAE+NRE	12	2~3	①②③④
ZHAO 等 ^[34]	2020	中国	39±21/29±18	15/15	UC	ICE;IAE+IRE	12	3	②④
常平等 ^[35]	2020	中国	18±3/18±3	40/40	UC	ICE;IAE+IRE	12	3	②
唐东兴 ^[36]	2011	中国		33/33	UC	NCE;NAE+NRE	10	2~3	④
徐甜甜 ^[37]	2016	中国	25±10/26±7	40/41	UC	NCE;NAE+IRE	12	2~3	⑥
朱礼阳等 ^[38]	2020	中国	13±6/15±5	53/53	UC	NCE;NAE+NRE	12	7	①

UC:常规护理;LSE:无阻力肢体活动;①:VO_{2peak};②:SF-36 的 PF、RP、BP、GH、VT、MH、RE 和 SF 8 个维度;③:SF-36 的 PCS 和 MCS;④:Kt/V;⑤:6-MWD;⑥:SF-36 的 PF。^a:中位数(四分位数间距差值)。

表 2 文献质量评价结果

纳入文献	发表年 (年)	随机 方法	分配方案 隐藏	评价者 盲法	结果数据 完整性	选择性 报告	其他 偏倚	证据质量 级别
DELIGIANNIS 等 ^[15]	1999	不清楚	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	不清楚	B
DELIGIANNIS 等 ^[16]	1999	不清楚	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	不清楚	B
DEPAUL 等 ^[17]	2002	低风险	低风险	低风险	低风险	低风险	低风险	A
FRIH 等 ^[18]	2017	低风险	不清楚	低风险	低风险	低风险	不清楚	B
HUANG 等 ^[19]	2020	不清楚	不清楚	低风险	低风险	低风险	不清楚	B
JAMSHIDPOUR 等 ^[20]	2019	低风险	不清楚	低风险	低风险	低风险	不清楚	B
KONSTANTINIDOU 等 ^[21]	2002	不清楚	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	不清楚	B
KOPPLE 等 ^[22]	2007	低风险	低风险	不清楚	低风险	低风险	不清楚	B
KOUIDI 等 ^[23]	2009	不清楚	不清楚	低风险	低风险	低风险	不清楚	B
EVANGELIA 等 ^[24]	2010	不清楚	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	不清楚	B
LEE 等 ^[25]	2020	不清楚	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	不清楚	B
MARCHESAN 等 ^[26]	2014	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	低风险	不清楚	B
MOLSTED 等 ^[27]	2004	不清楚	低风险	低风险	低风险	低风险	不清楚	B
MYERS 等 ^[28]	2021	不清楚	不清楚	低风险	低风险	不清楚	不清楚	B
OUZOUNI 等 ^[29]	2009	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	低风险	不清楚	B
PETRAKI 等 ^[30]	2008	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	低风险	不清楚	B
SUHARDJONO 等 ^[31]	2019	低风险	不清楚	不清楚	低风险	低风险	不清楚	B
THOMPSON 等 ^[32]	2016	低风险	低风险	低风险	低风险	低风险	低风险	A
VILSTEREN 等 ^[33]	2005	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	低风险	不清楚	B
ZHAO 等 ^[34]	2020	不清楚	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	不清楚	B
常平等 ^[35]	2020	不清楚	不清楚	低风险	不清楚	低风险	不清楚	B
唐东兴 ^[36]	2011	不清楚	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	不清楚	B
徐甜甜 ^[37]	2016	低风险	不清楚	不清楚	低风险	低风险	不清楚	B
朱礼阳等 ^[38]	2020	低风险	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	不清楚	B

2.3.2 亚组分析

亚组分析结果显示,ICE 与 NCE 对 HD 患者的

VO_{2peak}、6-MWD、PF 和 VT 均能明显改善,对 HD 患者的 SF 改善不明显。ICE 能够明显改善 HD 患者的

Kt/V, NCE 能够明显改善 HD 患者的 GH、MH、BP、 RP 和 RE, 见表 3。

表 3 meta 分析结果

结局指标	文献数(篇)	异质性检验		效应模型	meta 分析结果	
		I^2 (%)	P		MD(95%CI)	P
VO _{2peak}	11 ^[15-16, 21, 23-24, 27-30, 33, 38]	71	<0.01	随机	4.24(2.74~5.73)	<0.01
ICE	5 ^[21, 23-24, 29-30]	0	0.95		5.15(4.03~6.28)	<0.01
NCE	6 ^[15-16, 27-28, 33, 38]	72	<0.01		3.43(1.21~5.65)	<0.01
6-MWD	9 ^[17-20, 25-26, 28, 32, 36]	24	0.23	固定	49.15(35.98~62.33)	<0.01
ICE	5 ^[19-20, 25-26, 32]	0	0.76		45.17(22.41~67.93)	<0.01
NCE	4 ^[17-18, 28, 36]	65	0.04		51.16(35.01~67.31)	<0.01
Kt/V	4 ^[19, 22, 33-34]	59	0.06	随机	0.10(-0.00~0.21)	0.05
ICE	2 ^[19, 34]	0	0.83		0.18(0.09~0.26)	<0.01
NCE	2 ^[22, 33]	59	0.12		-0.03(-0.28~0.23)	0.82
PCS	7 ^[19-20, 25, 27, 29, 31-32]	0	0.44	固定	4.00(1.84~6.15)	<0.01
ICE	6 ^[19-20, 25, 29, 31-32]	0	0.49		4.39(2.15~6.64)	<0.01
MCS	7 ^[19-20, 25, 27, 29, 31-32]	0	0.47	固定	0.59(-1.94~3.13)	0.65
ICE	6 ^[19-20, 25, 29, 31-32]	9	0.36		0.69(-2.00~3.38)	0.61
PF	7 ^[20, 26-27, 33-35, 37]	31	0.19	固定	7.97(5.90~10.04)	<0.01
ICE	3 ^[20, 26, 34]	0	0.53		13.13(5.72~20.54)	<0.01
NCE	4 ^[27, 33, 35, 37]	44	0.14		7.53(5.38~9.68)	<0.01
GH	6 ^[20, 26-27, 33-35]	56	0.05	随机	6.85(1.21~12.49)	0.02
ICE	3 ^[20, 26, 34]	74	0.02		5.19(-8.62~19.00)	0.46
NCE	3 ^[27, 33, 35]	26	0.26		8.63(4.13~13.14)	<0.01
MH	6 ^[20, 26-27, 33-35]	0	0.89	固定	3.86(1.26~6.47)	<0.01
ICE	3 ^[20, 26, 34]	0	0.56		2.85(-5.64~11.35)	0.51
NCE	3 ^[27, 33, 35]	0	0.79		3.97(1.23~6.70)	<0.01
BP	6 ^[20, 26-27, 33-35]	0	0.75	固定	4.25(1.38~7.12)	<0.01
ICE	3 ^[20, 26, 34]	0	0.66		3.38(-5.36~12.13)	0.45
NCE	3 ^[27, 33, 35]	0	0.40		4.35(1.31~7.39)	<0.01
VT	6 ^[20, 26-27, 33-35]	39	0.14	固定	8.42(6.03~10.81)	<0.01
ICE	3 ^[20, 26, 34]	59	0.08		9.74(0.73~18.75)	0.03
NCE	3 ^[27, 33, 35]	38	0.20		8.32(5.85~10.80)	<0.01
RP	6 ^[20, 26-27, 33-35]	0	0.91	固定	9.91(7.40~12.42)	<0.01
ICE	3 ^[20, 26, 34]	0	0.88		6.83(-4.90~18.57)	0.25
NCE	3 ^[27, 33, 35]	0	0.60		10.06(7.48~12.63)	<0.01
RE	6 ^[20, 26-27, 33-35]	0	0.96	固定	12.02(8.87~15.17)	<0.01
ICE	3 ^[20, 26, 34]	0	0.82		8.45(-1.58~18.49)	0.10
NCE	3 ^[27, 33, 35]	0	0.96		12.41(9.09~15.73)	<0.01
SF	6 ^[20, 26-27, 33-35]	0	0.44	固定	0.66(-2.10~3.42)	0.64
ICE	3 ^[20, 26, 34]	0	0.56		-0.38(-9.24~8.47)	0.93
NCE	3 ^[27, 33, 35]	44	0.17		0.78(-2.13~3.68)	0.60

2.4 发表偏倚分析

以 MD 为横坐标, SE(MD) 为纵坐标, 绘制 VO_{2peak} 漏斗图, 图中散点分布对称性较差, 提示该指标可能存在一定的发表偏倚, 见图 1。

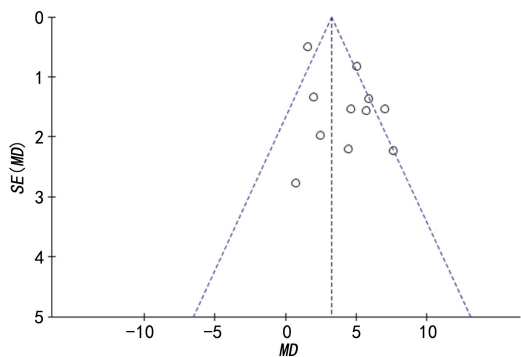


图 1 VO_{2peak} 漏斗图

3 讨论

本研究结果显示, 有氧联合抗阻运动能改善 HD 患者的多项躯体功能和 HRQOL。本研究纳入的有氧联合抗阻运动干预方案中, 在运动前后大多有热身和放松过程; 有氧运动形式多为踏车运动或步行, 而抗阻运动大多为在非动静脉内瘘测上肢、下肢及腹部使用弹力带或附加重量进行训练。根据患者自我感知疲劳评分对个体运动强度进行相应调整(以中-低强度运动为主), 并对运动过程进行监督和生命体征实时监测。

3.1 有氧联合抗阻运动可以改善 HD 患者的心肺耐力

本研究结果表明, 有氧联合抗阻运动能够明显改善 HD 患者的 VO_{2peak} , 有氧联合抗阻运动可通过增加肌纤维毛细血管和线粒体密度, 从而提高肺通气效率和氧气利用率, 改善 HD 患者心肺耐力^[5]。

3.2 有氧联合抗阻运动可以提高 HD 患者的步行能力

有研究表明, 有氧联合抗阻运动能够明显改善 HD 患者 6-MWD, 这与徐琴娟等^[6]研究结果一致。有氧联合抗阻运动通过带动大肌肉群参与运动, 缓解肌肉萎缩, 增加肌肉质量和肌肉力量^[39]。同时, 灵活丰富的动作设计, 能够提升关节协调性和稳定度^[40], 进而改善肢体功能, 促进患者步行能力恢复。

3.3 ICE 可以改善 HD 患者的透析充分性

本研究结果表明, ICE 明显改善 HD 患者的 Kt/V, NCE 改善效果不明显。原因可能在于, ICE 可以促进血液循环及增加组织灌注量, 加快组织细胞内肌酐、尿素、尿酸等代谢产物的转运, 使其更多排出体外, 提升了 Kt/V^[41]。溶质不断进入血液循环也进一步缩小了浓度梯度差, 纠正了各室间溶质分布不均匀的情况, 从而减少了透析后溶质的反弹, 有利于提高 Kt/V^[41]。此外, Kt/V 是一个即刻指标, 计算和测定是通过采集患者透析前、后的血液标本来完成的, 因

此 ICE 更容易对 Kt/V 产生影响。

3.4 有氧联合抗阻运动可以提高 HD 患者 HRQOL 的多个维度

本研究结果表明, 有氧联合抗阻运动能够明显改善 HD 患者的 PF、GH、MH、BP、VT、RP、RE 和 PCS, 但对改善 SF 和 MCS 效果不明显。大部分患者的社会支持处于中等水平, 与家人、朋友、医护人员等都保持良好交往, 且有氧联合抗阻运动以踏车、散步、弹力带抗阻等个人项目居多, 可能较少增加额外的人际交往, 因此有氧联合抗阻运动对 SF 维度改善效果不明显。有氧联合抗阻运动可以改善患者身体状况, 增强活动能力, 从而一定程度提升了患者的信心、活力和精神状态, 以更积极饱满的情绪、更充足的体力参与社会活动, 因此有氧联合抗阻运动对 PF、RP、VT 等维度改善效果明显。本研究结果与 SF-36 构建的理论模型相符, 即 PCS 和与之相关度较高的 4 个维度 (PF、RP、RE、GH) 更容易被一些能够提高患者体力活动能力的干预所改善; 而 MCS 和与之相关度较高的 4 个维度 (VT、MH、RE、SF) 可能需要通过认知行为疗法、放松技术、社会支持及透析方面健康宣教等措施协同改善^[13]。本研究结果中, RP 和 RE 有明显改善, 与王苏苏等^[42]的结论不一致, 分析原因, 可能是由于本研究的运动方式是有氧联合抗阻运动, 包含 ICE 与 NCE, 而王苏苏等的运动方式是 IAE 或 IRE。患者在非透析日身体状态较好, 自由度高, 运动种类和场地的选择更多, 因此能够更大强度地完成运动, 与周边环境交流沟通和舒缓情绪, 从而提升 RP 与 RE。

本研究存在一定的局限性: (1) 文献质量评价发现, A 级质量文献数量较少; (2) 纳入研究的运动干预措施在实施的频率、强度、持续时间和类型等方面存在差异, 可能影响研究结果的可靠性与稳定性; (3) 本文纳入的研究以国外研究居多, 期待国内更多高质量有氧联合抗阻运动相关原始研究提供更加适应国情的结论。

本研究结果显示, 有氧联合抗阻运动能够有效改善 HD 患者的身体功能(心肺耐力、步行能力)与 HRQOL, ICE 能够有效改善 HD 患者的透析充分性, 因此鼓励 HD 患者运动时将有氧运动与抗阻运动联合。ICE 可以利用透析时间, 在医护人员的指导和监督下实施, 依从性好、安全性高。NCE 患者状态较好、自由度高、运动方式选择多。因此, 选择何时运动, 应结合透析中心资源和患者个体情况。期待更多研究关注干预长期效应, 同时也期待网状 meta 分析进一步探讨不同干预之间的区别, 探索最佳的运动方案。

参考文献

[1] LIYANAGE T, NINOMIYA T, JHA V, et al.

- Worldwide access to treatment for end-stage kidney disease: a systematic review[J]. *Lancet*, 2015, 385(9981):1975-1982.
- [2] WANG F, YANG C, LONG J, et al. Executive summary for the 2015 annual data report of the china kidney disease network (CK-NET)[J]. *Kidney Int*, 2019, 95(3):501-505.
- [3] COBO G, GALLAR P, GAMA-AXELSSON T, et al. Clinical determinants of reduced physical activity in hemodialysis and peritoneal dialysis patients[J]. *J Nephrol*, 2015, 28(4):503-510.
- [4] SHENG K, ZHANG P, CHEN L, et al. Intradialytic exercise in hemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis [J]. *Am J Nephrol*, 2014, 40(5):478-490.
- [5] 周方, 赵志刚, 王磊. 中等强度有氧运动对慢性肾病患者峰值摄氧量和无氧阈的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2017, 32(5):525-529.
- [6] 徐琴娟, 胡雁飞, 胡化刚. 不同运动方式对改善维持性血液透析患者步行能力的网状 meta 分析[J]. *解放军护理杂志*, 2021, 38(7):1-5.
- [7] PAINTER P. Physical functioning in end-stage renal disease patients: update 2005[J]. *Hemodial Int* 2005, 9(3):218-235.
- [8] 刘文虎, 孙雪峰, 林洪丽, 等. 中国血液透析充分性临床实践指南[J]. *中华医学杂志*, 2015, 95(34):2748-2753.
- [9] PEI M, AGUIAR R, PAGELS A A, et al. Health-related quality of life as predictor of mortality in end-stage renal disease patients: an observational study[J]. *BMC Nephrol*, 2019, 20(1):1-10.
- [10] Kidney International Supplement. KDIGO 2012 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease [EB/OL]. [2023-07-28]. <https://www.sciencedirect.com/journal/kidney-international-supplements/vol/3/issue/1>.
- [11] ZHANG F, ZHOU W, SUN Q, et al. Effects of intradialytic resistance exercises on physical performance, nutrient intake and quality of life among haemodialysis people: a systematic review and meta-analysis [J]. *Nursing Open*, 2021, 8(2):529-538.
- [12] SCAPINI K B, BOHLKE M, MORAES O A, et al. Combined training is the most effective training modality to improve aerobic capacity and blood pressure control in people requiring haemodialysis for end-stage renal disease: systematic review and network meta-analysis[J]. *J Physiother*, 2019, 65(1):4-15.
- [13] WARE J J. SF-36 health survey update[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2000, 25(24):3130-3139.
- [14] HIGGINS J P T, ALTMAN D G, GÖTZSCHE P C, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials[J]. *BMJ*, 2011, 343:1-9.
- [15] DELIGIANNIS A, KOUIDI E, TASSOULAS E, et al. Cardiac effects of exercise rehabilitation in hemodialysis patients[J]. *Int J Cardiol*, 1999, 70(3):253-266.
- [16] DELIGIANNIS A, KOUIDI E, TOURKANTONIS A. Effects of physical training on heart rate variability in patients on hemodialysis[J]. *Am J Cardiol*, 1999, 84(2):197-202.
- [17] DEPAUL V, MORELAND J, EAGER T, et al. The effectiveness of aerobic and muscle strength training in patients receiving hemodialysis and EPO: a randomized controlled trial[J]. *Am J Kidney Dis*, 2002, 40(6):1219-1229.
- [18] FRIH B, JAAFAR H, MKACHER W, et al. The effect of interdialytic combined resistance and aerobic exercise training on health related outcomes in chronic hemodialysis patients: the tunisian randomized controlled study[J]. *Front Physiol*, 2017, 8:288.
- [19] HUANG M, LV A, WANG J, et al. The effect of intradialytic combined exercise on hemodialysis efficiency in end-stage renal disease patients: a randomized-controlled trial [J]. *Int Urol Nephrol*, 2020, 52(5):969-976.
- [20] JAMSHIDPOUR B, BAHREPEYMA F, KHATAMI M. The effect of aerobic and resistance exercise training on the health related quality of life, physical function, and muscle strength among hemodialysis patients with type 2 diabetes [J]. *J Bodyw Mov Ther*, 2020, 24(2):98-103.
- [21] KONSTANTINIDOU E J, KOUKOUVOU G, KOUIDI E, et al. Exercise training in patients with end-stage renal disease on hemodialysis: comparison of three rehabilitation programs [J]. *J Rehabil Med*, 2002, 34(1):40-45.
- [22] KOPPLE J D, WANG H, CASABURI R, et al. Exercise in maintenance hemodialysis patients induces transcriptional changes in genes favoring anabolic muscle [J]. *J Am Soc Nephrol*, 2007, 18(11):2975-2986.
- [23] KOUIDI E J, GREKAS D M, DELIGIANNIS A P. Effects of exercise training on noninvasive

- cardiac measures in patients undergoing long-term hemodialysis: a randomized controlled trial[J]. *Am J Kidney Dis*, 2009, 54(3): 511-521.
- [24] KOUIDI E, KARAGIANNIS V, GREKAS D, et al. Depression, heart rate variability, and exercise training in dialysis patients[J]. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 2010, 17(2): 160-167.
- [25] LEE J, BAEK S, LEE Y, et al. The effect of a 12-week intradialytic exercise on patients' blood indices, physical performance, and quality of life[J]. *J Med Imaging Health Inform*, 2020, 10(6): 1429-1435.
- [26] MARCHESAN M, NUNES V G D S, ROMBALDI A J. Physical training improves physical fitness and the quality of life of patients on hemodialysis [J]. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 2014, 16(3): 702-705.
- [27] MOLSTED S, EIDEMAK I, SORENSEN H T, et al. Five months of physical exercise in hemodialysis patients: effects on aerobic capacity, physical function and self-rated health [J]. *Nephron Clin Pract*, 2004, 96(3): c76-81.
- [28] MYERS J, CHAN K, CHEN Y, et al. Effect of a home-based exercise program on indices of physical function and quality of life in elderly maintenance hemodialysis patients[J]. *Kidney Blood Press Res*, 2021, 46(2): 196-206.
- [29] OUZOUNI S, KOUIDI E, SIOULIS A, et al. Effects of intradialytic exercise training on health-related quality of life indices in haemodialysis patients[J]. *Clin Rehabil*, 2009, 23(1): 53-63.
- [30] PETRAKI M, KOUIDI E, GREKAS D, et al. Effects of exercise training during hemodialysis on cardiac baroreflex sensitivity[J]. *Clin Nephrol*, 2008, 70(9): 210-219.
- [31] SUHARDJONO, UMAMI V, TEDJASUKMANA D, et al. The effect of intradialytic exercise twice a week on the physical capacity, inflammation, and nutritional status of dialysis patients: a randomized controlled trial[J]. *Hemodial Int*, 2019, 23(4): 486-493.
- [32] THOMPSON S, KLARENBACH S, MOLZ-AHN A, et al. Randomised factorial mixed method pilot study of aerobic and resistance exercise in haemodialysis patients: DIALY-SIZE! [J]. *BMJ Open*, 2016, 6(9): 1-13.
- [33] VAN VILSTEREN M C, DE GREEF M H, HUISMAN R M. The effects of a low-to-moderate intensity pre-conditioning exercise programme linked with exercise counselling for sedentary haemodialysis patients in The Netherlands: results of a randomized clinical trial[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2005, 20(1): 141-146.
- [34] ZHAO J, QI Q, XU S, et al. Combined aerobic resistance exercise improves dialysis adequacy and quality of life in patients on maintenance hemodialysis[J]. *Clin Nephrol*, 2020, 93(6): 275-282.
- [35] 常平平, 贺凯, 李恒. 抗阻训练结合有氧运动对维持性血液透析患者疲乏状况及生活质量的影响[J]. *医学理论与实践*, 2020, 33(9): 1530-1532.
- [36] 唐东兴. 康复运动对维持性血液透析患者心功能和生活质量的影响[D]. 衡阳: 南华大学, 2011.
- [37] 徐甜甜. 有氧-抗阻运动对维持性血液透析患者躯体功能和生活质量的干预研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2016.
- [38] 朱礼阳, 鲁美苏, 王红林, 等. 透析间期计划性有氧-抗阻运动对患者营养状态及透析低血压的影响[J]. *中华现代护理杂志*, 2020, 26(14): 1894-1898.
- [39] 李萍, 孔海霞, 李洪娟. 有氧运动对脑卒中后慢性偏瘫患者下肢运动功能、血趋化素及代谢危险因素的影响[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2017, 25(4): 393-397.
- [40] 董欣, 莫懿晗, 王秀华, 等. 抗阻运动对老年肌少症危险人群肌肉量、肌力和活动能力的影响[J]. *中国护理管理*, 2021, 21(8): 1190-1195.
- [41] FERREIRA G D, BOHLKE M, CORREA C M, et al. Does intradialytic exercise improve removal of solutes by hemodialysis? A systematic review and meta-analysis [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2019, 100(12): 2371-2380.
- [42] 王苏苏, 李涓涓, 胡化刚. 透析中运动对提高维持性血液透析病人生存质量效果的 meta 分析[J]. *护理研究*, 2021, 35(6): 987-995.

(收稿日期: 2023-12-28 修回日期: 2024-03-21)

(编辑: 姚 雪)