·临床研究·

透析中运动对老年维持性透析患者透析充分性及机体机能的影响

温佳婕[1],赖小惠[1*],陈建东[2],谢葵欢[1]
(南方医科大学第十附属医院·东莞市人民医院:[1]血液净化中心,[2]康复科,广东 东莞 523000)

【摘 要】 **目的** 研究透析中运动(IDE)对维持性透析(MHD)患者透析充分性及机体机能的影响。**方法** 选取2022年1月至2024年6月南方医科大学第十附属医院收治的168例老年MHD患者为研究对象,采用随机数字表法将患者分为试验组与对照组,每组各84例,其中对照组接受常规透析干预,试验组在此干预基础上进行IDE。对试验组患者IDE退出率及退出原因进行统计描述,在剔除试验组IDE退出者后,对比试验组及对照组干预前后透析充分性、睡眠质量、疲乏状态以及机体体能的差异。采用SPSS 27.0软件进行数据分析。根据数据类型,组间比较分别采用t检验或χ^2检验。**结果** 试验组84例老年MHD患者中,有7例中途退出,退出率为8.33%;干预前后对比结果显示,试验组患者单室尿素清除率(Kt/V)、6 min步行试验(6MWT)、正常步速及最大步速均较干预前显著上升,匹兹堡睡眠质量指数(PSQI)量表得分及Piper疲乏量表(PFS)得分均较干预前显著下降($P<0.05$)。干预后,试验组Kt/V、6MWT、正常步速及最大步速水平均显著高于对照组,PSQI、PFS量表得分均显著低于对照组($P<0.05$)。**结论** IDE能有效提高老年MHD患者透析充分性,改善睡眠质量与机体体能,减轻患者疲劳感。

【关键词】 老年人;维持性血液透析;透析中运动;运动依从性;透析充分性
【中图分类号】 R459.5;R592 【文献标志码】 A 【DOI】 10.11915/j.issn.1671-5403.2026.08.123

Effect of intradialytic exercise on dialysis adequacy and physical function in elderly maintenance dialysis patients

Wen Jiajie[1], Lai Xiaohui[1*], Chen Jiandong[2], Xie Kuihuan[1]
([1]Blood Purification Centre, [2]Department of Rehabilitation, The Tenth Affiliated Hospital of Southern Medical University, Dongguan People's Hospital, Dongguan 523000, Guangdong Province, China)

【**Abstract**】 **Objective** To investigate the effect of intradialytic exercise (IDE) on dialysis adequacy and physical function in elderly patients undergoing maintenance dialysis (MHD). **Methods** A total of 168 elderly MHD patients admitted to the Tenth Affiliated Hospital of Southern Medical University between January 2022 and June 2024 were enrolled. These patients were randomly divided into a trial group and a control group, with 84 patients in each group. The control group received routine conventional dialysis intervention, while the trial group additionally underwent IDE. The withdrawal rate and reasons for withdrawal from IDE in the trial group were statistically described. After excluding the withdrawal patients in the trial group, the differences in dialysis adequacy, sleep quality, fatigue status, and physical fitness were compared before and after intervention and between two groups. SPSS statistics 27.0 was used for statistical analysis. Intergroup comparisons were performed using t test or *Chi*-sqaure test depending on data type. **Results** Among the 84 elderly MHD patients in the trial group, 7 were withdrawn, with a withdrawal rate of 8.33%. After intervention, the trial group exhibited significantly higher single-pool urea clearance (Kt/V), longer distance in 6 min walking test (6MWT), and faster step speed and maximum step speed, and obviously lower scores of Pittsburgh sleep quality index (PSQI) and Piper fatigue scale (PFS) than the pre-intervention levels ($P<0.05$). After intervention, the Kt/V, 6MWT, normal step speed and maximum step speed were obviously higher while the scores of PSQI and PFS were significantly lower in the trial group than in the control group ($P<0.05$). **Conclusion** IDE can effectively improve dialysis adequacy, sleep quality and physical fitness, and alleviate fatigue in elderly MHD patients.

【**Key words**】 aged; maintenance hemodialysis; intradialytic exercise; exercise compliance; dialysis adequacy
This work was supported by the Project of Social Science and Technology Development of Dongguan (202050715001827).
Corresponding author: *Lai Xiaohui*, *E-mail*: *13509013090@163.com*

收稿日期:2025-08-01;**接受日期**:2025-09-23
基金项目:东莞市社会科技发展项目(202050715001827)
通信作者:赖小惠,E-mail:13509013090@163.com

运动锻炼是维持性血液透析(maintenance hemodialysis, MHD)患者生活处方中的重要内容,MHD患者的运动疗法可分为非透析日运动与透析中运动(intradialytic exercise, IDE),其中非透析日运动主要为居家运动,既往调查显示,由于居家运动普遍缺乏专业指导与锻炼工具,MHD患者非透析日运动依从性较低[1]。IDE是指在透析期间开展的运动锻炼,与非透析日运动相比,IDE在专业人士的监护下进行,更为安全,患者的运动依从性也更高[2]。但当前IDE方案并不确定,缺乏安全性监督机制,IDE是否能为MHD患者带来获益尚存在争议。同时由于医护人员对IDE的重要性认识不足,不少医院尚未开展IDE[3]。基于上述背景,本研究团队根据多年临床诊疗经验制定了IDE方案,并对老年MHD患者IDE干预效果及依从性进行调查,旨在为IDE的临床推广提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象

前瞻性选取2022年1月至2024年6月南方医科大学第十附属医院收治的168例老年MHD患者作为研究对象,采用随机数字表法将患者分为试验组与对照组,每组各84例,其中干预对照组接受常规透析干预,试验组在此基础上进行IDE。本研究经南方医科大学第十附属医院伦理委员会批准(伦理批号:2022-DGH0457),所有受试者均在参与研究前签署书面知情同意书。研究符合《赫尔辛基宣言》。

纳入标准:年龄≥60岁;接受规律MHD治疗超过3个月;能独立行走;病情稳定;意识清楚,沟通能力正常,可配合完成相关研究。排除标准:躯体残疾;合并严重肾性骨病或关节活动障碍;急性全身性疾病;脑血管疾病急性期;合并充血性心力衰竭、不稳定心绞痛等其他心脏病变。

1.2 方法

1.2.1 样本量计算 采用两样本均数比较样本量计算公式:$n=2\times[(Z_{\alpha}+Z_{\beta})^2\times\sigma^2]/\delta^2$,其中$n$为各组最少样本量,检验水准$\alpha$取0.05,检验效能$1-\beta$取0.9,查表得$Z_{\alpha}$为1.96,$Z_{\beta}$为1.28,$\sigma$为合并标准差,$\delta$为预期均数差值,预实验得$\sigma=6.01$,$\delta=3.29$,计算得出$n=70$,考虑到20%脱落,每组样本量为84,共纳入168例患者作为研究对象。

1.2.2 透析方法 由同一位临床经验丰富的血液净化中心医师制定患者透析方案,所有患者均使用同一型号的血液透析仪(瑞典金宝公司,型号:AK96)进行常规碳酸氢盐血液透析,透析液流量500 ml/min,血流量为200~300 ml/min,透析频率4 h/次,3次/周。

1.2.3 IDE干预方案 (1)患者机体条件评估。由康复科医师及接受过专业培训的护士,参照《维持性血液透析患者透析中运动锻炼最佳证据总结》[4],并根据临床经验及院内条件,共同制定IDE方案。首先在非透析日评估患者机体条件:通过运动负荷试验、6 min步行试验(6 minute walking test,6MWT)、30 s坐立试验评估患者运动能力,同时收集患者美国纽约心脏病学会(New York Heart Association,NYHA)心功能分级、基础性疾病、透析年限、透析相关并发症、意识状态、日常活动量及各项实验室检查指标。同时满足以下条件者建议进行卧位体操康复联合阻抗运动:①NYHA分级1~2级;②血红蛋白≥100 g/L;③血压<140/90 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa);④运动时血压正常上升;⑤10次坐立试验均为阴性。不能同时满足以上条件者仅进行卧位体操康复运动。(2)运动方案。①卧位体操康复运动:除动静脉内瘘侧手外的其余肢体进行锻炼,锻炼项目包括抓握运动、上肘关节屈伸运动、上肢抬起及落下运动、膝关节屈伸运动、弹簧圈上肢肌力运动、下肢肌力运动,每个锻炼项目重复8次,用时15~20 min,每周≥3次,根据患者训练情况调整运动强度及时间。②阻抗运动:非动静脉内瘘侧手与双下肢以弹力带负重,进行抬臂、前臂旋前/旋后、直腿抬高、蹬腿及踝泵练习及桥式锻炼,每个动作重复3次为一组,训练8~10组,用时15~20 min,每周≥3次,根据患者训练情况调整运动强度及时间。(3)运动监测。运动强度以Borg主观劳累评分法11~13分、靶心率=(220-年龄)×(50%~70%)为宜。运动过程中观察内瘘侧肢体有无肿胀、渗血、穿刺针滑脱等现象,观察患者是否出现胸闷气短、头晕头痛、心律失常等异常表现,一旦出现不良反应立即停止运动。方案执行期间,每隔4~6周重新评估患者机体条件,调整运动方案。连续训练6个月,观察干预效果。

1.2.4 观察指标 收集患者资料主要包括以下内容。(1)基线资料:年龄、性别、体质量指数(body mass index, BMI)、婚姻状态、医疗支付方式、家庭月收入、基础性疾病、原发病等。(2)血生化指标:从血管通路动脉端采集患者透析前血液标本;完成透析后停止超滤,将血液流速控制在50 ml/min,等待15 s后再次从动脉端采集患者透析后血液标本。检测患者透析前血红蛋白、血清白蛋白水平,患者透析前后尿素氮及血肌酐水平,计算干预前残余肾功能,

其中残余肾功能=(尿素氮清除率+肌酐清除率)/2,尿素氮清除率=(透析前尿素氮-透析后尿素氮)/透析前尿素氮,肌酐清除率=[(140-年龄)×体质量(kg)]/[72×血肌酐(mg/dl)],女性肌酐清除率在此基础上×0.85。(3)透析参数:包括平均泵控血流量、超滤量、透析器膜面积。

对试验组患者 IDE 退出率及退出原因进行统计描述。在剔除试验组 IDE 退出者后,对比试验组及对照组干预前后各种指标的差异情况,具体指标包括如下。(1)透析充分性:采用单室尿素清除率(single-pool urea clearance, Kt/V)评估患者透析充分性。$Kt/V=-\ln(R-0.008\times t)+(4-3.5\times R)\times \triangle BW/BW$,其中 R 为透析后尿氮素与透析前尿素氮比值,t 为透析时间,△BW 为超滤量,BW 为透析后体质量。(2)睡眠质量、疲乏状态及体能状况:采用匹兹堡睡眠质量指数(Pittsburgh sleep quality index, PSQI)量表[6]评估患者睡眠质量,采用 Piper 疲乏量表(Piper fatigue score, PFS)[7]评估患者疲乏水平;采用 6MWT 结果[8]、正常步速及最大步速评估患者体能。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 27.0 统计软件进行数据分析。计量资料用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,两组间比较采用独立样本 t 检验,干预前后比较采用配对样本 t 检验;计数资料用例数(百分率)表示,采用 χ^2 检验。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 试验组患者退出率及退出原因

试验组 84 例老年 MHD 患者中,有 7 例中途退出,退出率为 8.33%,因主观原因退出者共 5 例,退出原因包括:自觉运动后饮水量增多,担心透析效果 1 例;认为运动方案不适合自己 1 例;认为运动无益 1 例;认为运动后疲劳感加重,感到不适 1 例;更喜欢在透析中卧床休息 1 例。因客观原因退出者共 2 例,退出原因包括:运动后肌肉痉挛、肌肉疼痛难以耐受 1 例;透析过程中头痛 1 例。

2.2 两组患者基线资料

两组患者基线资料比较,差异无统计学意义(均 $P>0.05$;表 1)。

2.3 两组患者透析相关参数

两组患者平均泵控血流量、超滤量及透析器膜面积等指标比较,差异均无统计学意义(均 $P>0.05$;表 2)。

2.4 两组患者 Kt/V、PSQI 及 PFS 量表评分

干预后,试验组患者 Kt/V 水平较同组干预前上升,PSQI 及 PFS 量表评分均较干预前下降,且试验组干预后 Kt/V 水平高于对照组,PSQI 及 PFS 量表得分均低于对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$;表 3)。

表 1 两组患者基线资料比较

Table 1 Comparison of baseline data between two groups

Item	IDE group (n=77)	Control group (n=84)	χ^2/t	P value
Gender[n(%)]			0.263	0.608
Male	50(64.94)	45(53.57)		
Femal	37(44.16)	39(46.43)		
Age(years, $\bar{x}\pm s$)	70.15±5.44	69.43±6.03	0.793	0.429
BMI(kg/m^2, $\bar{x}\pm s$)	21.65±2.29	21.23±3.02	0.987	0.325
Marital status[n(%)]			0.082	0.775
Married	60(77.92)	67(79.76)		
Unmarried/divorced/widowed	17(22.08)	17(20.24)		
Treatment payment method[n(%)]			0.530	0.767
Medical insurance	40(51.95)	39(46.43)		
New rural cooperative medical system	35(45.45)	43(51.19)		
Others	2(2.60)	2(2.38)		
Monthly income[n(%)]			3.786	0.151
<3 000 yuan	12(15.59)	10(11.90)		
3 000-6 000 yuan	30(38.96)	23(27.38)		
≥6 000 yuan	35(45.45)	51(60.72)		
Types of coexisting diseases[n(%)]			0.301	0.583
≤3	40(51.95)	40(47.62)		
>3	37(48.05)	44(52.38)		
Primary disease[n(%)]			0.779	0.855
Chronic glomerulonephritis	23(29.87)	30(35.72)		
Diabetic nephropathy	27(35.06)	25(29.76)		
Hypertensive nephropathy	24(31.17)	26(30.95)		
Others	3(3.90)	3(3.57)		
NYHA grading[n(%)]			0.771	0.380
Grade Ⅰ-Ⅱ	42(54.55)	40(47.62)		
Grade Ⅲ	35(45.45)	44(52.38)		
SBP(mmHg, $\bar{x}\pm s$)	126.78±10.69	125.33±11.07	0.844	0.400
DBP(mmHg, $\bar{x}\pm s$)	82.59±6.48	83.19±7.05	0.561	0.576
Hb(g/L, $\bar{x}\pm s$)	121.36±12.33	122.43±10.89	0.585	0.560
Serum albumin(g/L, $\bar{x}\pm s$)	38.46±2.94	39.01±3.11	1.151	0.252
Residual renal function (ml/min, $\bar{x}\pm s$)	1.53±0.19	1.54±0.21	0.316	0.753

IDE: intradialytic exercise; BMI: body mass index; NYHA: New York Heart Association; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; Hb: hemoglobin. 1 mmHg=0.133 kPa.

表 2 两组患者透析相关参数比较

Table 2 Comparison of dialysis-related parameters between two groups ($\bar{x}\pm s$)

Group	n	Mean pump-controlled blood flow(ml/min)	Ultrafiltration volume(L)	Dialyzer membrane area(m^2)
IDE	77	271.15±30.67	2.07±0.46	1.57±0.32
Control	84	269.88±31.13	2.09±0.51	1.55±0.33
t		0.260	0.260	0.390
P value		0.795	0.795	0.697

IDE: intradialytic exercise.

表3 两组患者Kt/V、PSQI及PFS量表评分比较

Table 3 Comparison of Kt/V, PSQI and PFS socre between two groups ($\bar{x}\pm s$)

group	n	Kt/V		PSQI		PFS	
		Before intervention	After intervention	Before intervention	After intervention	Before intervention	After intervention
IDE	77	1.03±0.17	1.36±0.32*	7.25±1.29	6.03±1.41*	4.96±1.15	2.95±0.36*
Control	84	1.05±0.21	1.04±0.27	7.45±1.36	7.53±1.65	5.23±1.26	5.19±1.27
t		0.661	6.876	0.955	6.174	1.416	14.933
P value		0.510	<0.001	0.341	<0.001	0.159	<0.001

IDE: intradialytic exercise; Kt/V: single-pool urea clearance; PSQI: Pittsburgh sleep quality index; PFS: Piper fatigue score. *Compared with before intervention.

2.5 两组患者体能状况

干预后,试验组患者6MWT、正常步速及最大步速均较同组干预前上升,且试验组干预后6MWT、正常步速及最大步速均高于对照组,差异有统计学意义(均$P<0.05$;表4)。

3 讨 论

MHD患者体力活动水平普遍较正常人下降,而体力活动下降已被证实为导致MHD患者死亡的一个重要的危险因素[9,10],适当合理的运动在改善MHD患者预后中的价值已得到公认。相对于非透析日运动,IDE能提高MHD患者时间利用率,同时在专业人员的监督下进行也更为安全,更易坚持。但目前开展IDE的医院较少,且缺乏统一的运动方案。本研究由康复科医师及接受过专业培训的护士,参照《维持性血液透析患者透析中运动锻炼最佳证据总结》[4],并根据临床经验及院内条件,共同制定了一套IDE方案,患者根据自身条件进行卧位体操康复或再联合阻抗运动。研究结果显示,试验组84例患者中有7例中途退出,退出率为8.33%,其中有5例患者因主观因素退出,2例因客观因素退出。根据患者退出原因,建议临床通过管理运动后饮水量,普及运动相关健康知识,建立患者运动信心,减少患者对IDE的不适感,提高其运动效能;同时与患者积极沟通,根据患者运动反馈及时调整IDE方案,减少运动带来的不良反应,以提高患者运动坚持率。

当前,各研究报道所制定的运动方案、干预时间及观察指标各不相同,故关于IDE对MHD患者的益处仍处于研究阶段。透析充分是保障MHD患者预后的关键,透析不充分会降低透析效果,增加后期病死风险。前期相关研究指出,IDE能提高MHD患者透析充分性[11,12]。Kt/V是反映透析充分性最为常见的指标,本研究分析结果显示,两组患者在平均泵控血流量、超滤量、透析器膜面积、透析液流速等指标水平相似的情况下,MHD患者经IDE干预6个月后,其Kt/V水平均较干预前显著上升,且干预后试验组患者Kt/V水平均高于对照组,说明IDE能有效提高透析充分性。分析其原因可能为运动挤压作用促进了血液循环,加快了溶质运转速度,可提高透析时溶质清除量,使组织中的溶质提前进入血液循环,缩小各室间溶质浓度梯度差,降低透析后溶质反弹,提高透析效率[13]。

此外,本研究结果还显示IDE能有效改善老年MHD患者PSQI、PFS量表评分,显著提高6MWT试验结果、正常步速及最大步速,说明IDE能减轻MHD患者疲乏感,提高患者机体体能。这与IDE能有效锻炼上肢及下肢肌群组织,进而提高机体体能相关,体能的提升又会在一定程度上改善患者情绪及睡眠。此外还有研究提示,IDE能改善机体微炎症状态,减轻机体负担,进而改善个体疲劳状态[14,15]。

表4 两组患者体能状况比较

Table 4 Comparison of physical fitness status between two groups ($\bar{x}\pm s$)

group	n	6MWT(m)		Normal step speed(cm/s)		Maximum step speed(cm/s)	
		Before intervention	After intervention	Before intervention	After intervention	Before intervention	After intervention
IDE	77	336.15±43.15	384.15±51.29*	85.46±13.58	91.52±14.39*	131.25±16.89	141.25±18.07*
Control	84	341.02±44.63	336.74±40.52	86.37±15.26	85.12±14.87	133.07±17.09	130.36±19.84
t		0.703	6.535	0.398	2.770	0.679	3.630
P value		0.483	<0.001	0.691	0.006	0.498	<0.001

IDE: intradialytic exercise;6MWT: 6 min walking test. *Compared with the same group before intervention.

综上,IDE 能有效提高老年 MHD 患者透析充分性,改善睡眠质量与机体体能,减轻患者疲劳感,但中途依然有部分患者退出,建议临床通过加强健康宣教、提高患者对 IDE 的认知、及时优化患者运动方案提高运动安全性等方面,提高患者运动参与率。但本研究为单中心研究,样本量较小且均来源于同一所医院,研究未能遵循随机对照试验的意向性原则,在进行数据分析时将试验组中退出者排除在外,故所得结论可能存在一定偏倚,后续研究将针对以上不足改进试验方案,以进一步验证 IDE 在 MHD 患者中的应用价值。

【参考文献】

[1] Bansal N, Artinian NT, Bakris G, *et al*. Hypertension in patients treated with in-center maintenance hemodialysis: current evidence and future qpportunities: a scientific statement from the American Heart Association[J]. Hypertension, 2023, 80(6): e112-e122. DOI: 10.1161/HYP.0000000000000230.

[2] Hargrove N, El Tobgy N, Zhou O, *et al*. Effect of aerobic exercise on dialysis-related symptoms in individuals undergoing maintenance hemodialysis: a systematic review and meta-analysis of clinical trials[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2021, 16(4): 560-574. DOI: 10.2215/CJN.15080920.

[3] Battaglia Y, Amicone M, Mantovani A, *et al*. Home-based exercise in patients on maintenance dialysis: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials[J]. Nephrol Dial Transplant, 2023, 38(11): 2550-2561. DOI: 10.1093/ndt/gfad102.

[4] 孙佳佳,顾勤,薛冬群,等. 维持性血液透析患者透析中运动锻炼的最佳证据总结[J]. 护理学杂志, 2022, 37(13): 9-12. DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2022.13.009.

[5] Mi J. Deep learning-based digital subtraction angiography characteristics in nursing of maintenance hemodialysis patients[J]. Contrast Media Mol Imaging, 2022: 9356108. DOI: 10. 1155/2022/9356108.

[6] Tian H, Wang L, He Q, *et al*. Association between sleep quality and cardiovascular disease in maintenance hemodialysis patients: a prospective cohort study[J]. Ren Fail, 2023, 45(2): 2278310. DOI: 10.1080/0886022X.2023.2278310.

[7] Zhao R, Zhang W, Sun M, *et al*. Analysis of factors influencing the trajectory of fatigue in maintenance haemodialysis patients: a longitudinal study[J]. Int Urol Nephrol, 2024, 56(12): 3825-3833. DOI: 10.1007/s11255-024-04129-y.

[8] Sun J, Xu Q, Zhang Q, *et al*. Six-minute walk test distance does not reflect oxygen uptake in patients undergoing maintenance hemodialysis[J]. Clin Nephrol, 2022, 97(5): 281-288. DOI: 10.5414/CN110556.

[9] Verrelli D, Sharma A, Alexiuk J, *et al*. Effect of intradialytic exercise on cardiovascular outcomes in maintenance hemodialysis: a systematic review and meta-analysis[J]. Kidney360, 2024, 5(3): 390-413. DOI: 10.34067/KID.0000000000000361.

[10] 赵均棠, 潘艳艳, 葛益飞, 等. 老年维持性血液透析患者生存质量现状及其影响因素[J]. 中华老年多器官疾病杂志, 2025, 24(5): 336-340. DOI: 10.11915/j.issn.1671-5403.2025.05.070.

[11] 于新涛, 曹松梅, 吉小静, 等. 透析中运动干预对维持性血液透析患者的影响[J]. 护理学杂志, 2021, 36(17): 5-8. DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2021.17.005.

[12] 尹丽霞, 胡晓艳, 张海林, 等. 透析中运动对维持性血液透析患者透析充分性及睡眠质量的影响[J]. 中国护理管理, 2017, 17(11): 1478-1481. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1756.2017.11.008.

[13] 吕慧彧, 李现文, 黄浩. 不同运动方式对维持性血液透析患者透析充分性影响的网状 Meta 分析[J]. 军事护理, 2023, 40(8): 82-87. DOI: 10.3969/j.issn.2097-1826.2023.08.020.

[14] Takamatsu K, Shike T, Kaneda Y, *et al*. Physical and psychological effects of a long-term supervised self-exercise program during hemodialysis in elderly dialysis patients: a single-site pilot study in a Japanese community setting[J]. Medicine (Baltimore), 2024, 103(29): e38963. DOI: 10.1097/MD.0000000000038963.

[15] Lu X, Yang J, Bai D, *et al*. Effect of exercise on fatigue in patients receiving maintenance hemodialysis treatment: a systematic review and network meta-analysis[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2024, 103(4): 293-301. DOI: 10.1097/PHM.0000000000002348.

(编辑:龚志忠)