

• 论著—研究报告 •

智慧化高血压远程管理模式的实例分析*

夏阳¹ 王庆航^{1,2} 周碧蓉¹

[摘要] 目的:探讨智慧化高血压远程管理模式在高血压患者管理中的实用效果。方法:研究对象为2022年2月—2023年11月在安徽医科大学附属第一医院就诊的高血压患者,分为对照组和实验组,对照组采用普通血压管理模式,实验组采用智慧化高血压远程管理模式,各管理3个月。评价项目包括血压、血糖、血脂、尿酸、肌酐、体重指数(body mass index, BMI)、药物依从性、肱踝脉搏波传导速度(brachial-ankle pulse wave velocity, baPWV)及血流介导的血管扩张功能(flow mediated dilation, FMD)的变化。结果:与管理前比较,管理后两组收缩压下降、舒张压下降、FMD升高、baPWV下降($P < 0.05$)。与对照组管理后比较,实验组管理后收缩压下降、舒张压下降、总胆固醇下降、尿酸下降、LDL-C下降、血糖下降、baPWV下降、FMD升高、药物依从性升高($P < 0.05$)。结论:智慧化高血压远程管理模式可有效提高血压控制效果,提高患者服药依从性,改善高血压患者baPWV及FMD指标。

[关键词] 高血压;远程管理;脉搏波传导速度;血管内皮功能

DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2024.04.014

[中图分类号] R544.1 **[文献标志码]** A

Example analysis of the intelligent remote management mode of hypertension

XIA Yang¹ WANG Qinghang^{1,2} ZHOU Birong¹

(¹Department of Cardiology, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei, 230000, China; ²Department of Cardiology, Luán Hospital Affiliated to Anhui Medical University)

Corresponding author: ZHOU Birong, E-mail: ahmubr@163.com

Abstract Objective: To explore the practical effect of intelligent remote hypertension management mode in the management of hypertension patients. **Methods:** The subjects were hypertension patients who were treated in the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University from February 2022 to November 2023. They were divided into control group and experimental group. The control group adopted the general blood pressure management mode, and the experimental group adopted the intelligent remote hypertension management mode, and each was managed for 3 months. Evaluation items included blood pressure, blood glucose, lipids, uric acid, creatinine, body mass index(BMI), medication adherence, brachial-ankle pulse wave velocity(baPWV) and flow mediated dilation(FMD). **Results:** Compared with before management, systolic blood pressure decreased, diastolic blood pressure decreased, FMD increased and baPWV decreased in both groups after management($P < 0.05$). Compared with the control group, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, total cholesterol, uric acid, LDL-C, blood glucose, baPWV were decreased, FMD and medication adherence were increased in the experimental

*基金项目:安徽省卫生计生适宜技术推广项目(No:2018-TG03);安徽省学术技术带头人科研活动项目(No:2021D279)

¹安徽医科大学第一附属医院心内科(合肥,230000)

²安徽医科大学附属六安医院心内科

通信作者:周碧蓉, E-mail: ahmubr@163.com

引用本文:夏阳,王庆航,周碧蓉.智慧化高血压远程管理模式的实例分析[J].临床心血管病杂志,2024,40(4):323-328. DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2024.04.014.

[31] 陈冬生,栾献亭,杨进刚,等.中国急性心肌梗死不同Killip分级患者的临床特征、治疗和预后情况分析[J].中国循环杂志,2016,31(9):849-853.

[32] Wang Y, Wang XD, Yao JW, et al. The Impact of the Duration of Cardiac Troponin I Elevation on the Clinical Prognosis as Well as Incidence of New-Onset Atrial Fibrillation Respectively in Elderly Non-ST-Elevation Acute Myocardial Infarction Patients without PCI [J]. J Inflamm Res, 2021, 14: 6907-6916.

[33] Flores CH, Díez-Delhoyo F, Sanz-Ruiz R, et al. Micro-

vascular dysfunction of the non-culprit circulation predicts poor prognosis in patients with ST-segment elevation myocardial infarction [J]. Int J Cardiol Heart Vasc, 2022, 39: 100997.

[34] de Waard GA, Hollander MR, Teunissen PF, et al. Changes in coronary blood flow after acute myocardial infarction: insights from a patient study and an experimental porcine model [J]. JACC Cardiovasc Int, 2016, 9(6): 602-613.

(收稿日期:2023-10-19)

group after management ($P < 0.05$). **Conclusion:** Intelligent remote hypertension management model can effectively improve the effect of blood pressure control, improve patients' medication compliance, and improve the indexes of baPWV and FMD in hypertensive patients.

Key words hypertension; remote management; pulse wave velocity; vascular endothelial function

高血压作为常见的心血管疾病,是目前我国发病率最高的慢性病。中国疾病预防控制中心研究显示^[1],中国成人高血压的知晓率、治疗率和控制率分别为41.0%、34.9%和11.0%,仍低于发达国家水平。

随着“互联网+”医疗服务模式兴起、远程医疗、信息化数据管理等全面普及^[2],国内学者不断探索高血压管理的新方式,相继推出了移动记录APP、“互联网+”门诊业务、社区的家庭医生签约和电子健康档案等,提高了服务效率,降低了服务成本;但在实践过程中,仍存在患者参与度低、产品未能满足个性化健康需求、无法有效衔接慢性病管理的监测、危险评估和行为干预等问题,高血压慢病院外管理工作道阻且长。

研究发现,大部分高血压患者虽无临床表现,但已存在血管结构和功能的异常^[3-4];其中血管功能异常主要表现为内皮功能受损和动脉硬化增加,可通过肱动脉血流介导的扩张和踝肱动脉脉搏波传导速度来评估^[5-6]。血管功能障碍在高血压引起心脑血管事件及靶器官损害等发病机制中起着重要作用。

本实验通过远程血压监测、服药提醒、高血压知识推送、医患实时沟通等功能集于一体的智慧化高血压远程管理模式实现对高血压患者连续性、智慧化管理,探讨一种切实有效的高血压慢病管理新

方式,研究该模式在实际应用中的效果,为以后的推广总结经验。

1 对象与方法

1.1 对象

选取2022年2月—2023年11月在安徽医科大学第一附属医院就诊的172例高血压患者作为研究对象。通过随机数表法分为对照组86例,实验组86例。纳入标准:①年龄 ≥ 18 岁;②3次血压收缩压 ≥ 140 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa)和(或)舒张压 ≥ 90 mmHg;或者目前正在服药高血压确诊患者;③患者或家属能使用智能手机;④自愿参加并签署知情同意书。

排除标准:①合并精神方面的障碍或老年性痴呆;②合并肝肾疾病、恶性肿瘤;③合并妊娠或哺乳;④合并先天性心脑血管疾病;⑤怀疑或被证实的继发性高血压;⑥与研究小组成员沟通后拒绝参与本研究,或依从性差,或正在参与其他临床试验;⑦近期有急性心脑血管疾病病史。

本研究经安徽医科大学伦理委员会的批准(No: PJ2023-05-26)。

1.2 样本量计算

根据相关研究的文献检索^[7],预估实验组的血压达标率为64.3%,对照组达标率为33.3%。根据两样本率比较所需样本量计算公式^[8]:

$$N = \left[\frac{Z_{\alpha/2} \sqrt{p_c(1-p_c)(Q_1^{-1} + Q_2^{-1})} + Z_{\beta} \sqrt{p_1(1-p_1)/Q_1 + p_2(1-p_2)/Q_2}}{p_1 - p_2} \right]^2$$

其中,取 $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.1$,则 $Z_{\alpha/2} = 1.96$, $Z_{\beta} = 1.28$; $p_1 = 0.643$, $p_2 = 0.333$, $p_c = 0.488$, $Q_1 = Q_2 = 0.5$,代入公式得 $N = 104.96$,故两组共需105例,考虑失访率控制在10%以内,每组患者最低要求58例,本研究中每组例数为86例。

1.3 资料收集

1.3.1 一般资料收集 收集患者个人信息(性别、年龄、BMI)、药物依从性[Morisky用药依从性问卷(MMAS-8)]、生活及行为习惯(包括吸烟饮酒、饮食偏好、运动)。

1.3.2 血压测量 患者在测量血压前静坐至少5 min,不可进食或饮用咖啡、茶水等饮品,端坐位,要求左上手臂与心脏处在同一水平线上,使用电子血压计(HEM-9200T)进行血压测量,连续3次,取平均值作为研究的血压值。

1.3.3 生化指标采集 清晨空腹采集静脉血标本,检验科应用贝克曼全自动生化分析仪(AU5831)进行以下指标的检测;总胆固醇(TC)检测使用胆固醇氧化酶-过氧化物酶耦联法,高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)检测均采用酶法,空腹血糖检测采用己糖激酶法,尿酸检测采用尿酸酶终点法,肌酐检测采用苦味酸法。

1.3.4 血管功能检测 ①FMD采用血管内皮功能检测仪(OMRON UNEX)检测,患者平躺,固定超声探头于肱动脉处加压阻断血流,记录袖带加压至放气,得出肱动脉内径的变化率。②baPWV使用动脉硬化检测装置(BP-203RPE)检查,患者取平仰卧位,将4个标准袖带分别缚于双上臂肱动脉和下肢脚踝处,贴心电感应器、电极片,本研究取左右两侧平均值进行分析。

1.3.5 用药依从性评分 Morisky 用药依从性问卷(MMAS-8)内容:①您是否有时忘记服药? ②在过去的2周内,是否有一天或几天您忘记服药? ③治疗期间,当您觉得症状加重或出现其他症状时,您是否未告知医生而自行减少药量或停止服药? ④当您外出旅行或长时间离家时,您是否有时忘记随身携带药物? ⑤昨天您服药了吗? ⑥当您觉得自己的血压已经得到控制时,您是否停止过服药? ⑦您是否觉得要坚持治疗计划有困难? ⑧您觉得要记住按时按量服药很困难吗? 前7个条目的选项为“是”和“否”,选“是”记0分,选“否”记1分,其中第5个条目反向计分;第8个条目的选项为“从不”、“偶尔”、“有时”、“经常”、“所有时间”,分别记1分、0.75分、0.5分、0.25分和0分。

1.3.6 相关指标定义 吸烟定义为近1年平均吸烟 ≥ 1 支/d; 饮酒定义为近1年平均饮酒 ≥ 100 mL/d^[9]; 低盐饮食定义为每日食盐量不超过6 g, 高盐饮食为每日食盐量超过10.5 g, 介于两者之间为适中饮食^[10]; 运动达标定义为每周至少150 min的中等强度身体活动量,有时运动为每周运动但总时长 < 150 min, 不运动或极少运动定义为不运动^[11]。

1.4 管理方法

对照组患者接受门诊医师的常规管理,根据个人习惯测量血压,不定期至门诊复诊及调整药物治疗方案,门诊医生予以口头宣教;实验组患者除了接受常规管理外,还接受智慧化高血压远程管理平台(图1)提供的指导支持,高血压患者接受的智慧化高血压远程管理包括:①建立个人档案:收集患者的基本情况,包括用药记录、既往史,生活习惯、体检报告等。②制定健康计划:根据《中国高血压健康管理规范(2019)》及患者个人情况制定,包括监测血压、合理膳食、适量运动、戒烟限酒;在健康助手小程序上设置服药提醒、测压提醒。③血压智慧监测:患者使用电子血压计测量血压后,通过健康助手小程序将血压值上传云端,实时接受反馈指导;血压异常报警时通知亲友及医生,及时采取措施。④远程管理:1)医生每月查看患者血压数据,结合患者健康计划执行情况提醒患者至门诊复诊调整用药或沟通调整健康计划。2)医生每周通过医生端进行至少2次的线上患教推送,涵盖了高血压相关知识、专家讲座、健康生活方式等内容。3)患者在干预期间利用健康助手微信小程序及微信的通信功能辅助实现与医生之间的线上实时沟通。

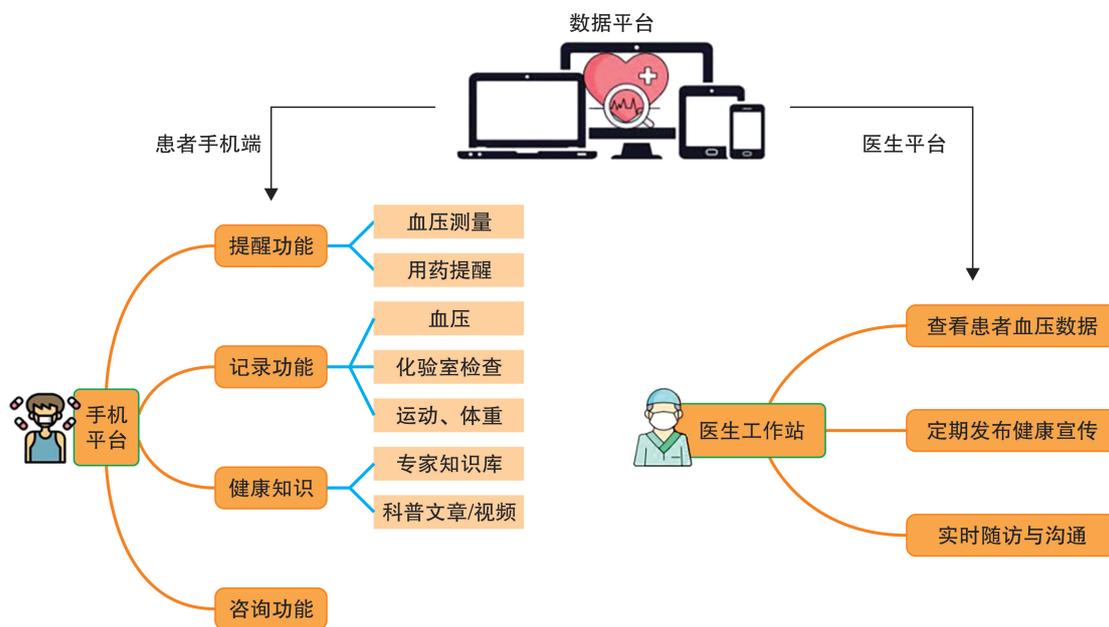


图1 智慧化高血压远程管理平台介绍
Figure 1 Introduction to the intelligent remote hypertension management platform

1.5 统计学处理

采用 SPSS 25.0 进行统计分析。计量资料符合正态分布的以 $\bar{X} \pm S$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验,干预前后比较使用配对 t 检验;不符合正态分布采用 $M(IQR)$ 表示,组间比较采用秩和检验,干预前后比较采用配对设计符号秩检验。计数

资料用例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基线资料

两组患者在年龄、BMI、血压值、降压药物使用、生活及行为习惯方面差异无统计学意义,见

表 1。

2.2 两组管理前后血压、代谢、血管功能和药物依从性比较

与管理前比较,管理后两组收缩压下降、舒张压下降、FMD 升高、baPWV 下降($P < 0.05$)。

与对照组比较,实验组管理后收缩压下降、舒张压下降、TC 下降、尿酸下降、LDL-C 下降、血糖下降、FMD 升高、baPWV 下降、药物依从性升高($P < 0.05$)。HDL-C、肌酐、BMI 差异无统计学意义。见表 2。

表 1 两组基线数据比较

Table 1 General data		例(%), $\bar{X} \pm S$		
项目	对照组(86 例)	实验组(86 例)	t/χ^2	P
年龄/岁	45.76 ± 10.84	42.94 ± 10.87	1.700	0.091
BMI/(kg/m ²)	25.78 ± 3.19	25.99 ± 3.29	-0.438	0.662
收缩压/mmHg	139.85 ± 10.81	141.73 ± 13.23	-1.023	0.308
舒张压/mmHg	88.59 ± 9.11	90.08 ± 11.66	-0.933	0.352
药物				
ACEI/ARB	44(51.2)	50(58.1)	0.845	0.358
β受体阻滞剂	23(26.7)	21(24.4)	0.122	0.727
钙离子拮抗剂	49(57.0)	46(53.5)	0.212	0.646
利尿剂	10(11.6)	13(15.1)	0.452	0.502
吸烟	16(18.6)	17(19.8)	0.037	0.846
饮酒	25(29.1)	28(32.6)	0.245	0.620
饮食			0.459	0.795
高盐	37(43.0)	41(47.7)		
适中	38(44.2)	36(41.9)		
低盐	11(12.8)	9(10.4)		
运动			0.489	0.783
不运动	42(48.8)	44(51.2)		
有时运动	35(40.7)	31(36.0)		
达标	9(10.5)	11(12.8)		

注: BMI: 体重指数, ACEI: 血管紧张素转换酶抑制剂; ARB: 血管紧张素受体拮抗剂。

表 2 两组管理前后血压、代谢、血管功能和药物依从性比较

Table 2 Blood pressure, metabolism, vascular function and medication compliance before and after management

项目	管理前				管理后			
	对照组(86 例)	实验组(86 例)	t/Z	P	对照组(86 例)	实验组(86 例)	t/Z	P
收缩压/mmHg	139.85 ± 10.81	141.73 ± 13.23	-1.023	0.308	134.87 ± 11.53 ¹⁾	127.92 ± 11.17 ²⁾	4.016	<0.01
舒张压/mmHg	88.59 ± 9.11	90.08 ± 11.66	-0.933	0.352	84.98 ± 8.86 ¹⁾	79.73 ± 8.42 ²⁾	3.979	<0.01
TC/(mmol/L)	4.78 ± 0.78	4.80 ± 0.67	-0.158	0.875	4.75 ± 0.72	4.22 ± 0.70	4.858	<0.01
尿酸/(μmol/L)	370.21 ± 90.02	369.31 ± 71.31	0.072	0.942	362.94 ± 91.56	323.71 ± 63.12	3.272	0.001
LDL-C/(mmol/L)	2.90 ± 0.69	2.96 ± 0.64	-0.568	0.571	2.86 ± 0.72	2.47 ± 0.60	3.803	<0.01
HDL-C/(mmol/L)	1.17 ± 0.19	1.14 ± 0.25	0.716	0.475	1.26 ± 0.24	1.33 ± 0.25	-1.891	0.060
血糖/(mmol/L)	5.40 ± 0.62	5.55 ± 0.61	-1.597	0.112	5.46 ± 0.57	5.17 ± 0.61	3.243	0.001
肌酐/(μmol/L)	69.52 ± 12.86	73.12 ± 12.94	-1.833	0.068	67.83 ± 13.97	66.83 ± 11.51	0.512	0.609
BMI/(kg/m ²)	25.78 ± 3.19	25.99 ± 3.29	-0.438	0.662	25.67 ± 3.19	25.79 ± 3.20	-0.243	0.808
FMD/%	4.38(2.12)	4.50(2.23)	-0.159	0.873	4.82(1.75) ¹⁾	5.68(2.30) ²⁾	-2.940	0.003
baPWV/(cm/s)	1565.51(249.50)	1561.86(207.63)	-0.292	0.770	1502.66(250.13) ¹⁾	1401.80(234.13) ²⁾	-3.300	0.001
药物依从性/分	5.48(2.06)	5.39(2.25)	-0.333	0.739	5.90(1.81)	7.16(1.25)	-6.244	<0.01

与对照组管理前比较,¹⁾ $P < 0.05$;与实验组管理前比较,²⁾ $P < 0.05$ 。LDL-C: 低密度脂蛋白胆固醇, HDL-C: 高密度脂蛋白胆固醇。

收缩压管理前后差值中,实验组高于对照组 [(13.81±11.55) mmHg vs (4.98±13.13) mmHg, $t = -4.687, P < 0.01$]。舒张压管理前后差值中,实验组高于对照组 [(10.35±9.80) mmHg vs (3.62±9.79) mmHg, $t = -4.508, P < 0.01$]。

FMD管理前后差值中,实验组高于对照组 [1.18(1.70)% vs 0.45(1.95)%, $Z = -3.341, P = 0.001$]。

baPWV管理前后差值中,实验组高于对照组 [(160.06±147.06) cm/s vs (62.85±201.17) cm/s, $t = -3.618, P < 0.01$]。

药物依从性管理前后差值中,实验组高于对照组 [1.77(1.50)分 vs 0.42(2.00)分, $Z = -5.272, P < 0.01$]。

3 讨论

高血压是心脑血管疾病主要危险因素之一,心力衰竭、冠心病、脑卒中以及死亡的发生风险会随着血压水平的下降而降低,因此有效控制血压非常重要。McManus等^[12]在血压控制不佳的患者中进行的HOME BP研究结果显示,借助互联网技术管理血压是一种更有效、更便捷、更经济的方式。邵彦铭等^[13]的研究提示,远程血压监测管理模式可更好地指导和改善高血压病的治疗。本研究使用的智慧化高血压远程管理模式运用互联网技术解除了时间与空间对于患者管理的限制,对患者的个人资料数据进行实时的跟踪记录,使用物联网等技术提高患者自测血压自觉性和健康生活的依从性,实现高血压患者的有效管理。与国内外的其他研究结果一致^[13-15],本研究显示相较于传统的门诊医师常规管理,采用智慧化高血压远程模式管理3个月后,患者血压下降的幅度更大,服药依从性明显提高,同时血脂、血糖、尿酸等代谢指标有所改善,使高血压相关危险因素可控可防。然而管理3个月后两组患者BMI水平无统计学差异,可能与减重是一个长期的过程有关,对于超重患者的饮食与运动需要更严格的控制实现体重的管理。

FMD原理是血管加压状态下高速血流对血管壁的切力作用,FMD数值越大提示血管内皮功能越好^[6]。baPWV是反映动脉僵硬度的指标^[16];高血压可促进动脉硬化的进展,而动脉僵硬度的增加可使压力相关性微血管损伤,使大动脉的缓冲功能下降,从而导致血压升高^[17-18]。一项基于动脉硬化的中国人群研究^[19]结果显示,35岁以下成年人亚临床动脉硬化主要表现为baPWV异常,异常比例为4.71%,血压是影响baPWV的第1危险因素。本研究也发现,两组高血压患者在基线时baPWV、FMD数值明显低于正常值;而经过3个月的管理后,两组患者baPWV及FMD水平较入组时均有改善,但实验组患者baPWV下降值、FMD升高值

更显著,且血管功能接近正常值。考虑可能的原因是与对照组比较,实验组患者在3个月的管理中血压下降的幅度更大;同时实验组对患者进行药物及生活方式的综合管理,及时对患者进行指导,培养了患者低盐饮食及运动等行为习惯。因此,使用智慧化高血压远程管理模式可在短期内实现血管功能的有效改善,从而减少和延缓并发症和心血管事件的发生^[20],具有重要临床意义和实用价值。

本研究发现,管理3个月后,实验组血压下降的幅度较对照组更大,同时实验组血管功能的改善较对照组也更为明显。在横断面研究和干预研究中^[21-23],体育运动与大动脉硬化之间的关联已经被证实;有氧运动可显著降低脉搏波速度,可提高机体血管内皮修复和再生能力,使FMD水平逐步升高。本研究使用的智慧化高血压远程模式利用高血压知识的宣教、个性化指导,加强医患之间的沟通,提高了患者健康饮食、运动及服药行为习惯的自觉性,最终实现对高血压患者血压及血管功能的有效管理。

高血压防治管理指南提出所有高血压患者一旦诊断,建议在生活方式干预的同时立即启动药物治疗^[24]。高血压患者通过服药减轻血压的波动,达到血压控制标准,从而降低心脑血管疾病的风险^[25];其中药物依从性是决定患者血压控制效果的关键。本研究中,通过智慧化高血压远程管理模式进行管理的高血压患者较常规管理组3个月后药物依从性得分提高更明显。药物依从性的改善在高血压患者的长期管理中有重要意义。首先,高血压患者遵医嘱按时、按量、按疗程的服用药物,能够发挥药物的最大疗效,有助于更好控制血压,进而改善患者健康状况和生活质量。其次,目前高血压药物种类繁多,而大部分患者对药物的适应证及禁忌证不甚了解,提高患者的药物依从性可以减少药物的不当使用,降低不良反应的发生。此外,药物依从性的提高可以减少重复就医、因严重并发症而导致的住院等支出,从而降低医疗资源的浪费^[26]。因此在高血压管理中医患双方需共同努力,加强干预措施促进药物依从性的提高。

本研究的局限性:首先,样本量偏小且为单中心临床研究,可能存在抽样误差;其次,仅进行了3个月的临床疗效观察,高血压患者的长期预后、心脑血管事件随访需要延长随访时间,后续将进行进一步的随访研究。

综上所述,本研究实现了高血压慢病管理的模式创新,通过一种程序综合了血压远程监测和管理、生活方式干预、医患实时沟通、健康宣教等多种功能,实现远程、持续、实时、个性化的高血压管理。同时通过检测baPWV、FMD对高血压患者早期血管功能进行评估,进行及时的干预,可达到改善早

期血管功能的效果;加强了患者对于疾病的自我管理能力和智慧化高血压远程管理模式值得在临床上进一步研究和推广。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 张梅,吴静,张笑,等. 2018年中国成年居民高血压患病与控制状况研究[J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(10):1780-1789.
- [2] Stokes K, Oronti B, Cappuccio FP, et al. Use of technology to prevent, detect, manage and control hypertension in sub-Saharan Africa: a systematic review [J]. *BMJ Open*, 2022, 12(4): e058840.
- [3] Gallo G, Volpe M, Savoia C. Endothelial dysfunction in hypertension: current concepts and clinical implications [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2021, 8: 798, 958.
- [4] Tomiyama H. Vascular function: a key player in hypertension [J]. *Hypertens Res*, 2023, 46(9): 2145-2158.
- [5] Tomiyama H, Shiina K. State of the art review: Brachial-Ankle PWV [J]. *J Atheroscler Thromb*, 2020, 27(7): 621-636.
- [6] Huang XD, Lin JY, Huang XW, et al. A nomogram based on endothelial function and conventional risk factors predicts coronary artery disease in hypertensives [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2023, 23(1): 217.
- [7] 杨云净,潘东,常静,等. 基于“互联网+”的高血压管理服务模式对高血压患者血压管理效果观察 [J]. 中国心血管病研究, 2020, 18(5): 430-434.
- [8] 李晓松. 卫生统计学 [M]. 8版. 北京: 人民卫生出版社, 2017: 298-299.
- [9] 刘凤玲,商黔惠,王晓春,等. 原发性高血压患者血清碱性磷酸酶与颈动脉脉搏波传导速度的关系 [J]. 中华高血压杂志, 2023, 31(4): 360-366.
- [10] 中国高血压防治指南修订委员会. 中国高血压防治指南(2018年修订版) [J]. 中国心血管杂志, 2019, 24(1): 24-56.
- [11] 顾东风,翁建平,鲁向锋. 中国健康生活方式预防心血管代谢疾病指南 [J]. 中国循环杂志, 2020, 35(3): 209-230.
- [12] McManus RJ, Little P, Stuart B, et al. Home and online management and evaluation of blood pressure (HOME BP) using a digital intervention in poorly controlled hypertension: Randomised controlled trial [J]. *BMJ*, 2021, 372: m4858.
- [13] 邵彦铭,张世宇,张文强,等. 远程血压监管模式在高血压患者中的多中心前瞻性应用研究 [J]. 临床心血管病杂志, 2023, 39(7): 528-535.
- [14] 孙广华,沈明志,徐文焕,等. 远程“互联网+”交互模式在新冠疫情常态化防控期间高血压患者管理中的应用 [J]. 中华心血管病杂志, 2021, 49(11): 1089-1093.
- [15] Kario K, Nomura A, Harada N, et al. Efficacy of a digital therapeutics system in the management of essential hypertension: the HERB-DH1 pivotal trial [J]. *Eur Heart J*, 2021, 42(40): 4111-4122.
- [16] 孙梓宜,王子涵,陈颖,等. TyG指数联合血管功能指标对冠状动脉狭窄程度的预测价值 [J]. 临床心血管病杂志, 2022, 38(1): 17-21.
- [17] Tomiyama H, Shiina K. State of the art review: brachial-ankle PWV [J]. *J Atheroscler Thromb*, 2020, 27(7): 621-636.
- [18] Boutouyrie P, Chowienczyk P, Humphrey JD, et al. Arterial stiffness and cardiovascular risk in hypertension [J]. *Circ Res*, 2021, 128(7): 864-886.
- [19] 刘括,郭秀花,杨昆,等. 北京市 35 岁以下成年人亚临床动脉粥样硬化情况及影响因素研究 [J]. 中国全科医学, 2018, 21(28): 3495-3499.
- [20] Sequi-Domínguez I, Cavero-Redondo I, Álvarez-Bueno C, et al. Accuracy of pulse wave velocity predicting cardiovascular and all-cause mortality. a systematic review and meta-analysis [J]. *J Clin Med*, 2020, 9(7): 2080.
- [21] Saz-Lara A, Cavero-Redondo I, Álvarez-Bueno C, et al. What type of physical exercise should be recommended for improving arterial stiffness on adult population? A network meta-analysis [J]. *Eur J Cardiovasc Nurs*, 2021, 20(7): 696-716.
- [22] Kollet DP, Marengo AB, Bellé NL, et al. Aerobic exercise, but not isometric handgrip exercise, improves endothelial function and arterial stiffness in patients with myocardial infarction undergoing coronary intervention: a randomized pilot study [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2021, 21(1): 101.
- [23] 陈晓可,何辉,王文荣. 12周有氧运动对绝经女性血管内皮功能和内皮祖细胞的影响 [J]. 中国体育科技, 2022, 58(6): 67-73.
- [24] 国家基本公共卫生服务项目基层高血压管理办公室. 国家基层高血压防治管理指南 2020 版 [J]. 中国循环杂志, 2021, 36(3): 209-220.
- [25] 郑静,胡欢欢,郑晓红,等. 健康管理网络平台在卒中合并高血压患者院外延续性健康管理中的应用 [J]. 第二军医大学学报, 2022, 43(1): 100-104.
- [26] 许日祥,沐婷玉,倪晓莉,等. 中国高血压患者用药依从性的 meta 分析 [J]. 中国现代应用药学, 2020, 37(19): 2383-2389.

(收稿日期: 2023-11-06)