· 综述 ·

高血压人群献血:风险机制、国际实践与未来展望

赵丽洲 李萌 李莹 陈雪 王克芬 王一淑 傅雪梅
(成都市血液中心,四川 成都 610020)

摘要:高血压是全球最常见的慢性非传染性疾病之一,其患病率持续上升,对无偿献血人群结构与血液供应安全产生重要影响。高血压人群能否安全献血及其筛查管理策略,长期以来在输血医学领域存在争议。本文系统综述了高血压的流行病学特征、献血相关生理变化及潜在风险机制,并整合国际多中心研究证据与部分国家管理实践,对高血压人群献血的安全性与准入标准进行了综合分析。现有研究表明,在血压控制稳定、无严重心脑肾并发症及靶器官损伤的前提下,高血压人群献血后不良反应发生率与健康人群总体相当,血压水平与血管迷走反应之间未显示明确相关性。当前国际主流管理模式逐步由基于单一血压阈值的筛查,转向"风险分级与个体化动态评估"相结合的策略,重点关注血压长期控制情况、药物使用稳定性及并发症状态。与此同时,人工智能、动态血压监测及可穿戴设备等新兴技术为献血风险评估与全过程管理提供了新的技术路径。基于现有证据,未来应进一步完善多维风险分层体系,推动智能化筛查与连续监测技术的应用,并加强高血压人群的健康宣教与随访管理,以在保障献血安全的前提下合理扩大合格献血者来源,从而实现血液安全与供给能力的协同提升。

关键词:高血压;献血安全;风险评估;血压筛查;降压药物
中图分类号:R457.1 R193.3 **文献标识码**:A **文章编号**:1004-549X(2026)6-0799-10
DOI:10.13303/j.cjbt.issn.1004-549x.2026.06.015

Blood donation in hypertensive populations: risk mechanisms, international practices, and future perspectives

ZHAO Lizhou, LI Meng, LI Ying, CHEN Xue, WANG Kefen, WANG Yishu, FU Xuemei.
Chengdu Blood Center, Chengdu 6111020, *China.*
*Corresponding author: FU Xuemei, Email: xuemeifucdbc@*163.*com*

Abstract: Hypertension ranks among the most prevalent chronic non-communicable diseases worldwide, with its prevalence rising steadily and exerting substantial impacts on the demographic composition of voluntary blood donors and the safety of blood supply. The eligibility of hypertensive individuals for safe blood donation and the relevant screening and management strategies have long remained controversial in transfusion medicine. This article systematically reviews the epidemiological characteristics of hypertension, donation-related physiological alterations and underlying risk mechanisms. By synthesizing evidence from international multicenter studies and regulatory practices across major nations, it conducts a comprehensive analysis of blood donation safety and donor admission criteria for hypertensive patients. Available evidence demonstrates that for hypertensives with well-stabilized blood pressure and no severe cardiac, cerebral or renal complications or target organ damage, the overall incidence of adverse reactions following blood donation is comparable to that in healthy donors, and no definitive correlation has been identified between blood pressure levels and vasovagal responses. Current mainstream international management frameworks are gradually shifting from screening reliant on a single blood pressure cutoff value toward an integrated strategy combining stratified risk classification and individualized dynamic assessment, with core focus on long-term blood pressure control, consistency of medication regimens and complication status. Meanwhile, emerging technologies including artificial intelligence, ambulatory blood pressure monitoring and wearable devices have opened innovative avenues for blood donation risk evaluation and full-cycle donor management. In light of existing clinical evidence, future efforts should further refine the multi-dimensional risk stratification system, facilitate the implementation of intelligent screening and continuous monitoring technologies, and scale up health education and follow-up management for hypertensive populations. Such measures aim to appropriately expand the pool of eligible blood donors while safeguarding donation safety, ultimately achieving coordinated improvement in blood safety and blood supply capacity.

Key words: hypertension; blood donation safety; risk assessment; blood pressure screening; antihypertensive drugs

---

基金项目:中国预防医学会 2025 年血液安全科研项目(YFYXH-2025-XYAQ-1)
第一作者简介:赵丽洲(1996-),男,技师,Email:Lizhouzhaogg@163.com;**通信作者**:傅雪梅,邮箱:xuemeifucdbc@163.com

1　引言

高血压(hypertension, HTN)是全球最常见的慢性病之一,目前已成为重大公共卫生问题。据世界卫生组织(WHO)统计,2024 年,全球估计有 14 亿 30~79 岁的成年人患有高血压,然而其中只有不到五分之一的人病情得到了充分控制[1-2],有 99 个国家的高血压全国控制率低于 20%。未确诊和未受控制的高血压仍是导致心脏病发作、中风、慢性肾病和痴呆等疾病的最重要的可预防因素之一[3]。与此同时,随着全球高血压患病率的持续攀升,这一庞大群体在献血者招募中的潜在价值与安全性日益受到关注。

充足的血液供应是维系全球医疗卫生体系运转的重要基石。在急诊抢救、复杂手术、孕产妇救治以及血液病患者治疗中,输血都发挥着不可替代的关键作用。每年,输血治疗挽救了数以百万计的生命[4]。然而,献血不足是全球近三分之二国家面临的健康问题,尤其是在撒哈拉以南非洲、大洋洲和南亚的中低收入国家[5]。扩大健康人群参与献血,优化供血队伍结构,是许多国家公共卫生战略的重要方向,高血压人群因此也成为输血治疗领域的关注焦点。

然而,高血压人群是否可以安全献血、如何筛选与管理,一直存在较大争议。部分国家和地区依据血压数值设限(如中国大陆,收缩压:90 mmHg≤收缩压<140 mmHg,60 mmHg≤舒张压<90 mmHg),而许多国家允许血压控制良好(如过去 4 周内未调整降压药,血压波动小等)的高血压患者献血。但献血导致的血容量和血流动力学变化,可能增加晕厥、低灌注及心脑事件的风险。药物控制下的高血压患者,药物本身对循环系统的影响亦需关注。例如,β 受体阻滞剂可能削弱低血压反应的代偿能力,使得平均动脉压和心率反应降低[6-7]。

为此,准确评估高血压人群献血的风险、总结已发表的流行病学及临床数据、梳理主要国际管理共识,对于完善献血者遴选标准、优化血液安全策略具有重要意义。本文通过系统综述相关高质量研究与权威指南,探讨高血压人群献血的流行病学、风险机制、现行管理标准及未来展望,旨在为献血工作者、临床医师和政策制定者提供循证支持。

2　高血压流行病学及疾病现状

2.1　高血压定义与分级

高血压是全球心血管疾病和过早死亡的主要危险因素之一。根据 2017 年美国心脏病学会(ACC)/美国心脏协会(AHA)高血压指南,成人高血压定义为收缩压(SBP)≥130 mmHg 或舒张压(DBP)≥80 mmHg[8]。欧洲心脏病学会/高血压学会(ESC/ESH 2018)则维持传统阈值为 140/90 mmHg[9]。中国的高血压防治指南将高血压又细分为 1 级高血压(轻度):140 mmHg≤收缩压≤159 mmHg 和/或 90 mmHg≤舒张压≤99 mmHg;2 级高血压(中度):160 mmHg≤收缩压≤179 mmHg 和/或 100 mmHg≤舒张压≤109 mmHg;3 级高血压(重度):收缩压≥180 mmHg 和/或舒张压≥110 mmHg,分别对应不同的血压范围和干预策略[10]。

2.2　全球流行病学特征

高血压是诱发冠心病、脑卒中、终末期肾病的首要可控危险因素,也是全球范围内患病率最高、疾病负担最重的慢性非传染性疾病,近半个世纪以来其流行病学特征发生了深刻变迁,成为全球公共卫生体系面临的核心挑战之一。最新数据显示,当前全球 18 岁以上成年人群高血压患病率已超过 30%,患病人数从 1975 年的 5.94 亿攀升至 2024 年的 14 亿,增幅超过 135%,预计 2025 年全球高血压患病总人数将突破 15.6 亿[2]。

从流行分布来看,全球高血压负担已呈现清晰的梯度差异与转移趋势:20 世纪中后期高血压曾以高收入国家流行率更高,而随着全球人口结构转变与生活方式变迁,目前 76%的高血压患者集中在中低收入国家[11];WHO 最新统计数据显示,非洲区域高血压患病率高达 30.8%,为全球各区域最高,而美洲区域患病率约为 18%[2,12]。整体呈现出中低收入地区流行增速远高于高收入地区的特征[13]。这种差异一方面源于中低收入国家快速城镇化进程中,高盐摄入、静坐生活方式、肥胖、有害饮酒等可改变危险因素的流行率快速升高;另一方面也与这类地区高血压筛查覆盖率不足、诊疗可及性差密切相关[14]。

除了区域分布差异,全球高血压流行还呈现明确的年轻化趋势。基于全球疾病负担(GBD)2021 数据库的研究显示,过去 30 年间全球 15~39 岁青年人群高血压相关疾病负担显著上升,患病率增幅高于中老年人群[15];值得警惕的是,青年高血压多为轻度升高、症状不典型,全球约半数高血压患者对自身血压情况不知情,早发高血压会显著增加终生心血管不良事件发生风险,为全球各国卫生系统埋下了远期疾病负担隐患。即使在公共卫生体系完善的高收入国家,受人群肥胖率持续攀升影响,高血压防控形势依然严峻,进一步凸显了全球高血压防控的紧迫性[2-3]。

2.3　血压药物治疗与目标达成率

高血压的药物规范治疗是降低远期心血管不良事件发生风险的核心干预措施。现阶段主流指南均推荐传统的降压药如噻嗪类利尿剂和 β 受体阻滞剂等,以及较新的降压药如钙通道阻滞剂(CCB)、血管紧张素转换酶抑制剂(ACEI)、血管紧张素Ⅱ受体拮抗剂(ARB)作为初始降压治疗一线用药,优先推荐起始联合治疗或使用长效单片复方制剂,以提升治疗依从性[16]。但全球药物使用格局存在显著差异:高收入国家降压药规范治疗率及药物可及性较高,四类主要降压药的可及性可达 90%以上;而中低收入国家则普遍面临一线药物可及性不足的困境,在低收入国家,拥有全部四类一线降压药的社区比例仅约 13%,且近三分之一的家庭无法负担两种降压药的费用[17]。同时,受限于实验室检测条件、采购机制及临床惯性等因素,这些地区仍存在老一代非推荐药物(如短效钙通道阻滞剂、大剂量中枢性降压药)的不合理使用问题,而循证的、需实验室监测的药

物(如 ACEI/ARB 类)则推广受阻[18-19]。

目前,高收入国家高血压人群知晓率已接近 70%,治疗率超过 60%,控制率达 33%以上;而多数中低收入国家高血压知晓率不足 42%,控制率仅为 8%~15%,疾病漏诊漏治问题极为突出[2,11,20]。全球范围内,接受治疗的高血压患者中仍有超过 54%血压未得到有效控制,其中非洲区域和东地中海区域的未控制率分别高达 59.4%和 60.0%[21]。降压治疗覆盖率不足、患者长期依从性差、规范一线药物尤其是长效复方制剂可及性低,是制约全球降压目标达成率提升的核心共性问题。

2.4 高血压人群对献血队伍的影响

高血压流行已成为全球无偿献血事业发展中不可忽视的负面影响因素:依据 WHO 及各国无偿献血健康筛查规范,未控制的高血压为明确的献血禁忌。一些国家出于对献血者安全(避免诱发心血管意外、低血压反应)考量,即使血压控制达标的高血压人群也通常不纳入合格献血者范围。随着全球高血压患病率攀升至成年人群的 30%以上,直接压缩了合格献血人群的整体基数[2]。

值得关注的是,当前高血压已呈现明确的年轻化趋势,青年群体作为无偿献血的核心供给主力。调查发现,全球 18~39 岁年轻成人的高血压患病率估计为 3.7%~8.6%[22],而美国青年高血压患病率达 22.6%(95% CI:19.5%~25.7%)[23]。在献血人群中,血压异常已成为青年献血者的主要淘汰原因之一:一项针对学生献血者的研究显示,血压异常导致的献血淘汰率为 3.30%(95% CI:3.06%~3.55%),且总体献血淘汰率呈现显著上升趋势[24]。年龄分层数据显示,25~39 岁献血者中因血压异常被淘汰的比例(8.3%)显著高于 18~24 岁组(4.2%)[25]。青年人群高血压患病率的升高及其对献血资格的影响,已成为保障献血队伍稳定供给需要关注的重要问题。

此外,全球约四分之三的高血压患者生活在中低收入国家,而这些国家的高血压知晓率仅约三分之一[26]。同时,中低收入国家普遍面临卫生人力短缺、基本药物可及性不足、医疗保障覆盖有限等系统性障碍。在此背景下,高血压相关的心血管疾病负担持续加重,进一步挤占了本已紧张的临床资源,包括血液供应在内的急救医疗体系承受着巨大压力,成为制约无偿献血队伍扩增的重要公共卫生因素。

3 高血压人群献血的风险机制

3.1 血液循环变化与献血生理基础

健康个体的全血单次采集量相当于整体血容量的 8%~10%。献血引起的急性容量丢失会引发一过性体循环血量减少。在正常生理状态下,机体可通过交感-肾上腺素能系统的快速激活进行代偿:通过缩窄外周血管、提高外周阻力,并伴随心率及心输出量的代偿性增加,以维持重要靶器官的血流灌注[27-28]。大部分健康献血者仅表现为轻度口渴、轻度乏力或一过性心悸等轻微不适,极少数献血者可因代偿不全出现面色苍白、大汗,或反射性低血压表现[29]。

德国的一项研究显示,健康成人捐献 450 mL 全血后,肱动脉收缩压显著降低,而舒张压和心率无显著波动。这种"收缩压特异性下降"可能与容量敏感的压力反射机制有关。血容量减少初期主要影响收缩期压力,而舒张压受外周血管阻力代偿性调节维持稳定。可见人体面对急性失血时,具有强大的神经体液代偿能力,且这种适应调节与年龄、性别、BMI 或血红蛋白无关[30]。此外,荷兰一项研究显示,献血导致的 500 mL 血容量丢失会引发系统性血管阻力指数(SVRI)显著升高和心脏指数(CI)下降,但平均动脉压(MAP)维持稳定[31]。可见血压正常的人在献血后,呈现"中枢稳定,外周调节"的状态。

3.2 高血压献血的潜在风险

献血是一个涉及循环系统急性血容量减少的生理应激过程。对于健康个体,机体能够通过一系列代偿机制,如心率增快、外周血管收缩,迅速恢复血流动力学稳定。然而,对于高血压人群,尤其是血压控制不佳或伴有靶器官损害的患者,这一过程可能诱发特定的风险。这些风险主要源于高血压病理生理改变与献血应激之间的相互作用。

3.2.1 心脑血管急性事件

高血压人群在献血过程中心脑血管急性事件风险增加,其核心机制涉及以下几个方面:交感-肾上腺素能系统异常激活、压力感受器敏感性下降、血压变异性加剧、心肌耗氧变化及脑灌注自动调节障碍。正常健康个体在急性血容量减少时,窦房结与主动脉弓压力感受器通过反射机制促使外周阻力血管收缩,从而维持重要脏器的灌注。但长期高血压状态使压力感受器敏感性病理性下调,交感神经呈不适当亢进状态[32]。Zöllei 等在健康成年人中的研究证实,献血过程中交感反射性激活导致血压波动明显增加,这是一种对轻微血容量减少的敏感反应[33]。当血容量锐减时,这种已激活的交感反应可能被进一步放大,在高血压患者中呈现为交感爆发性放电与血浆儿茶酚胺急剧升高,从而诱发反常性高血压、恶性心律失常或严重血管迷走反应(突发低血压与心动过缓),使心脑灌注压骤降。献血后外周收缩压虽常见短暂轻度降低,但在高血压人群中,血压的节律性波动可使动脉斑块上的应力分布发生显著改变。数值模拟研究表明,血压变异性的增加可显著影响斑块上的血流速度和剪切应力,且应力/应变分布对血压变异性高度敏感[30]。这种中心与外周动脉动力学的错配,加之心率代偿性加快,导致心肌耗氧量上升。若合并潜在冠状动脉粥样硬化,急性血流动力学波动可增加易损斑块破裂及血栓形成风险[34]。

与此同时,长期高血压会促使脑血管发生重构,脑血流自动调节曲线右移,即患者需更高的平均动脉压以维持正常脑灌注。研究表明,在高血压患者中,血压调控能力下降与左心室功能障碍和心血管事件风险增加有关[35-36]。献血诱发的短暂低血压容易使脑灌注压降至调节阈值以下,若患者合并使用影响血管收缩能力的药物,则急性缺血性脑卒中或短暂性脑缺血发作(TIA)的风险进一步升高[37-38]。

此外,具有高血压的人大多合并血脂异常等代谢问题,献血过程中血流速度一过性减慢,会提升血栓形成风险,进而诱发心肌缺血、脑梗死等严重不良并发症[39]。德国一项研究显示,骨科患者在自体献血后的 24 h 血压监测中,发现献血个体血压波动显著,夜间平均血压显著下降。尽管有无高血压对其没有显著影响,也未观察到献血不良反应,但部分高血压患者的夜间血压降幅超 20%[40]。Kario 团队的数据显示,60 岁以上的持续高血压患者,从白天到夜间,平均收缩压下降超过 20%的无症状脑血管损伤频率增加[41-42]。

需要指出的是,上述风险机制主要基于病理生理学的理论推演。一项纳入 16 项研究的系统综述指出,现有研究证据总体有限,但尚未发现血压升高或高血压治疗者献血后不良事件风险增加的明确证据[43]。这可能归因于目前已实施的献血者筛选标准(如血压控制在稳定范围)及样本量限制,实际临床风险尚需更多前瞻性研究加以验证。

3.2.2　降压药物的影响

降压药物的使用情况,是高血压献血者在献血前应当征询的重要内容,便于充分了解献血者的病理情况及血压控制情况。根据 WHO 2012 年发布的《献血者选择评估指南》,高血压患者若血压通过药物稳定控制且无并发症,可以接受献血;若近期开始服用抗高血压药物或调整药物剂量,需暂缓 28 d 待血压稳定[44]。

在临床实践中,大多数允许高血压献血的国家都没有强制要求降压药的使用种类,只侧重当下的血压控制状态。新加坡要求高血压病情稳定、无相关并发症,且仅通过不超过两种降压药物(例如一种固定剂量复方制剂,或两种单一成分药物)即可有效控制,则具备献血资格。此前曾因服用两种及以上抗高血压药物而被永久延期的献血者,现无需再提供主治医生的书面许可,即可重新评估献血资格。若已出现高血压相关并发症(如心脏疾病或肾脏疾病),则仍将被永久延期。此外,近期刚开始服药或药物剂量有所调整,建议在开始用药或剂量稳定满 4 周后再献血[45]。

挪威自 2015 年起,制定了一套降压药物的安全选择标准:考虑到服用血管紧张素转换酶抑制剂(ACEi)、血管紧张素Ⅱ受体拮抗剂(AIIAs)的献血者存在缓激肽轴介导的过敏反应及低血压潜在风险,该类人群暂不允许参与机采献血,但仍可进行全血捐献。针对服用钙通道抑制剂的献血者,要求在献血前后分别排查水肿与脉搏节律异常,两类异常均为该类降压药物最常见的不良反应。针对正在接受 α 受体和(或)β 受体阻滞剂治疗的献血者,无论 2015 年指南修订前后均执行暂缓献血规则,该规定主要基于这类药物不属于原发性高血压一线治疗药物的临床考量[46]。与此同时,经过多中心回顾性质量研究发现,服用降压药的献血者中仅 0.46%出现轻微不良反应,与未服用降压药的献血者(0.44%)无显著差异,且未观察到严重不良反应。该研究提示,在严格筛选低风险献血者的前提下,服用降压药的人群献血并不增加严重不良反应的风险[47-48]。

我们不仅要保证献血者的生命安全,也要考虑血液残留药物对受血者的影响。尽管目前尚无证据显示献血者体内的药物会引发受血者出现输血相关不良反应,但此类潜在事件仍存在未被识别的可能。针对降压药物残留对受血者构成的潜在风险,塞尔维亚开展了一项观察性研究,研究纳入 2017 年期间 450 名自报使用降压药物的志愿献血者。所有献血者在献血前均按要求暂停服用降压药 24 h,随后对其血液样本采用液相色谱-质谱联用技术(LCMS)进行药物残留检测。结果显示,在 203 份检出降压药物阳性的样本中,有 81 份检测出 β 受体阻滞剂。其中 58%的 β 受体阻滞剂阳性样本药物浓度超过定量限,所含美托洛尔与比索洛尔的浓度已达到可能对受血者产生治疗效应的水平。基于上述发现,研究者建议建立常规的 LCMS 筛查程序,用于检测服用药物献血者的血液质量。尽管该做法在资源充足的血站中具备技术可行性,但若推广至所有献血者的常规筛查,仍需进一步评估其成本效益[49]。

3.2.3　血管迷走神经反应

现有证据表明,献血者基线血压水平与血管迷走神经反应(VVR)发生风险之间存在负相关关系。Wu 等人开展的荟萃分析(纳入 71 项研究,近 1 900 万次献血)显示,收缩压最高的三分之一人群发生 VVR 的风险是收缩压最低的三分之一人群的 0.71 倍;舒张压最高的三分之一人群发生 VVR 的风险是舒张压最低的三分之一人群的 0.67 倍[50]。然而,TrouernTrend 等的多中心病例对照研究在调整年龄、体重及首次献血状态后指出,血压本身并非 VVR 的独立预测因子,真正发挥作用的是伴随低血压出现的低体重、低龄及无献血经历等混杂因素[51]。进一步地,Stainsby 等针对已接受治疗的高血压或 2 型糖尿病献血者的系统综述发现,即便收缩压高达 180~200 mmHg,献血不良反应率亦未升高;高基线血压反而呈现保护效应。多项原始研究均显示,服用抗高血压药物的重复献血者,其不良反应发生率与无高血压者无显著差异[43]。

现有研究均表明,在临床实践中,需严格区分两种本质不同的血压升高情形:献血现场筛查所得的一过性血压升高(如“白大褂效应”)绝不能等同于慢性高血压的病理状态。年轻、首次献血者在应激状态下常出现交感神经亢进导致的血压与心率暂时性升高,而该群体恰恰是 VVR 的最高风险人群。研究表明,16~18 岁首次献血者的晕厥伴损伤发生率高达 5.9/10 000,为 20 岁以上献血者的 14 倍[52]。因此,正确的临床解读应为:稳定长期存在的高基础血压与 VVR 风险降低相关;而由情绪驱动的急性血压升高,反而是 VVR 即将发生的警示信号。

4　不同国家献血健康筛查的血压准入标准

几乎所有国家的献血者健康筛查体系都将血压测量列为必测核心项目。绝大多数国家明确设定了高血压准入上限与下限,核心循证依据在于:控制不佳的高血压是冠心病、脑卒中等心血管不良事件的独立危险因素[53]。献血过程中的血容量波动可能进一步提升献血者的潜在健康风

险。按照现行通用筛查流程,血压测量需安排在献血当日、血液采集前完成,测量结果符合对应国家设定的准入标准即判定为血压合格,不同国家和地区的具体准入要求整理见表 1。

表 1 部分国家或地区献血者血压准入标准

Table 1 Blood pressure admission criteria for blood donors in selected countries

	收缩压(mmHg)	舒张压(mmHg)
欧盟国家	不测量	不测量
美国	90~180[a]	50~100[a]
意大利	≤180	≤100
加拿大	不测量	不测量
法国	<180[b]	<100[b]
日本	91~179	51~109
英国	不测量	不测量
挪威	<180	<100
中国(除港澳台外)	90~140[c]	60~90[c]
中国台湾省	90~160[d]	50~95[d]
香港特别行政区	90~180[e]	50~100[e]
澳门特别行政区	90~180	50~100

[a]2024 年 7 月 FDA 新规:血压超标的献血者,经主治医生通过电话或远程医疗等咨询方式确认并记录献血不影响健康后,可允许献血;主治医生不得委托他人判定。[b] 若不合格,则延迟 1 d;[c] 脉压差:≥30 mmHg/4.0 kPa;[d] 如脉压差<30 mmHg 或>90 mmHg 须经医生许可;[e] 患有高血压时,建议先向家庭医生了解并跟进当前的身体状况;一般情况下,如果没有并发症,血压稳定且控制良好,在献血前 4 周内正服用的降血压药物种类及其剂量没有任何改变,可以献血。

4.1 世界卫生组织(WHO)

根据 WHO2012 年发布的《献血者选择:献血者适宜性评估指南》,高血压患者的献血资格应基于个体化评估而非一概禁止。该指南明确指出,经药物治疗后血压控制良好、无高血压性心脏病或肾脏疾病等靶器官损害,且满足其他献血者筛选标准的个体,可被接受为献血者。对于近期开始服用降压药或药物剂量调整者,建议在血压稳定后暂缓 28 d 献血。此外,献血前需现场检测血压等生命体征,以动态评估当日的献血适宜性。这一标准取代了既往对高血压病史“一刀切”禁止的做法,体现了基于风险分层与个体健康状态的科学管理原则[54]。

4.2 美国献血管理标准

美国对献血者的血压管理采取“现场实测达标”原则,由美国食品药品监督管理局(FDA)统一规定标准:收缩压需在 90~180 mmHg 之间,舒张压需在 50~100 mmHg 之间,只要献血当天的实测血压达标,无论是否有高血压病史,均符合血压要求。对于确诊高血压的献血者,降压药物本身并不构成献血障碍,常见的 ACEI 类、β 受体阻滞剂、钙通道阻滞剂、利尿剂等均可接受,关键在于血压是否通过药物得到有效控制。对于血压测量值超出上述规定范围的献血者,在主治医生进行电话或其他场外咨询(例如远程医疗)并确定和记录献血者的健康不会因献血而受到不利影响时允许献血者献血。主治医生不得委托他人对献血者的健康状况进行判定[55]。

4.3 欧盟捐献标准

根据 EDQM(欧洲药品质量与健康保健理事会)2025 年发布的《血液成分制备、使用与质量保证指南》第 22 版,欧洲在高血压献血者管理方面作出了具有循证依据的重要调整。新版指南明确,测量血压或脉搏不再是确定献血者资格的必要条件,因为大量研究表明,血压水平与献血不良反应之间无明确关联,血压测量反而成为导致献血者暂缓的主要原因之一,却缺乏充分的科学支持[56-60]。但结合各国政策与合格值界定,特定情况开展上述测量可获益,例如正在接受降压治疗的献血者、首次献血者以及 60 岁以上的献血者。

对于高血压患者,指南区分了同种异体献血与自体献血的不同管理原则:在同种异体献血中,若血压控制良好、无严重心血管并发症,可不作为禁忌;但在预存式自体献血中,未控制的高血压被明确列为禁忌证,因其可能增加血流动力学波动风险[61]。

4.4 英国

英国的献血筛查政策针对高血压人群设定了精细化的准入标准。明确列为禁忌的情形包括:血压异常病因尚在追溯中;近四周内经历过降压药物种类或剂量的调整;伴有眩晕、晕厥等临床症状。此外,合并心力衰竭、需透析或促红细胞生成素治疗的严重肾功能损害,以及有大动脉手术史或截肢病史的个体均被排除在外。相对而言,可获准献血的情况涵盖:处于临床观察期且无需药物干预的潜在献血者;降压方案已稳定维持四周以上且全身状况良好的服药者。值得注意的是,对于非血管病变或糖尿病引起的坏疽(如低温冻伤或脑膜炎所致),若伤口已完全愈合,即使存在截肢史亦不影响献血资格[62]。

5 高血压献血血压筛查未来方向与改进建议

5.1 完善筛查标准:从“单一阈值”转向“精准风险分层”

当前,多数血站普遍采用“静态血压临界值”作为判定献血资格的主要依据。虽然这种同质化的标准在实操中具有简便性,但其局限性日益凸显:一方面可能导致血压控制良好、身体机能健康的低风险人群被“误伤”而流失;另一方面,单纯的瞬时血压读数难以精准评估个体在采血过程中的稳态调节能力。为平衡血液资源的可及性与献血安全,未来应推动筛查逻辑从“一刀切的准入机制”向“多维度的风险分层管理”转变,将评估重心从“即时读数”转向“血压长期稳定性与整体器官功能”。

建议:结合高血压的疾病分期与治疗转归,建立“低、中、高”三级风险评估体系:

低风险(准予献血):血压长期控制平稳,近 4 周内降压方案(种类与剂量)未作调整,且无高血压相关靶器官损伤(如心、脑、肾、眼底病变)。此类人群在充分知情同意的前提下,可视为合格献血者。

中风险(动态评估):献血当日血压处于临界水平,但既往动态血压监测(ABPM)显示整体波动较小;或正在接受

多联用药治疗但无并发症者。此类人群应由医师进行个案评估,结合其健康档案进行综合判定。

高风险(暂缓或拒绝):血压控制欠佳,或合并严重心血管疾病(如冠心病、心衰)、脑血管遗留症、肾功能不全及代谢紊乱(如需胰岛素治疗的糖尿病)。应明确将其列入暂缓或永久屏蔽名单,以维护献血者健康安全。

5.2 数字化赋能:智能化监测技术与数据驱动决策

随着可穿戴设备、物联网与人工智能(AI)技术的成熟,献血安全管理正迎来数字化转型。AI 技术正在为输血医学带来系统性变革,尤其在献血者招募预测、精准筛查及血液需求平衡方面展现出巨大潜力[63]。通过机器学习算法分析大规模数据集,血站可更精准地预测献血行为趋势,并利用 AI 驱动的交互工具提高献血者保留率[64]。

实践案例:浙江省血液中心开发的 mHealth 移动健康管理系统[65],通过数字化手段实现了献血者健康指标的长期追踪;北京红十字血液中心联合中国移动推出的"千兆光网+AI"平台[66],通过智能可穿戴设备实时监测采血现场献血者的生命体征,实现了不良反应的早期识别与预警。此外,美国明尼苏达大学开发的高血压风险计算器[67],通过整合年龄、eGFR、BMI、血糖及家族史等多维指标,实现了对高血压风险的高精度预测,其建模思路对献血风险评估具有重要的借鉴意义。

建议:推动高血压献血者智能化监测体系建设。首先,在采血环节引入无创连续血压与心率变异性(HRV)监测技术,识别自主神经功能异常风险;其次,整合病史、用药与实时体征数据,构建个体化风险评分模型;最后,结合可解释人工智能技术,开发临床决策支持系统(CDSS),辅助医护人员进行科学判定,提升筛查的精准度与效率。

5.3 优化健康宣教:建立参与型自我管理模式

高血压献血者的管理正经历从"严格排除"向"风险共担与参与管理"的范式转变。现有研究表明,传统的纸质告知材料在信息传递效率上存在明显瓶颈。调查显示,超过半数的献血者未完整阅读献血后指导,对关键风险处理(如头晕、瘀伤)的知晓率普遍偏低[68]。

优化路径包括:1)增强自主性支持:研究显示,包含自主性支持的干预措施能有效增强献血意愿并缓解焦虑[69]。应通过互动式宣教终端提供个性化风险反馈,提升献血者的自我效能感。2)媒介创新与精准推送:开发针对性的短视频宣教内容,可视化展示降压药管理要点及献血后自我监测方法。利用移动应用(APP)建立服药献血者随访机制,推送个性化的健康建议。3)循证动态更新:建立基于证据的政策定期评估机制,消除不必要的限制性规定[59]。通过简短且高质量的教育手册,显著提升献血者的信心与依从性[70],实现从被动遵从到主动自我健康管理的跨越。

6 结论

高血压作为全球流行率最高的慢性疾病之一,其庞大的患病基数已成为血液资源保障领域不可忽视的挑战。美国红十字会每年有近 5 万名捐献者被暂时推迟接受高血压治疗,然而,许多捐赠者随后会顺利回归献血,且没有潜在病理[59]。同样,北京血液中心调查发现,曾因一过性血压异常导致暂缓的返回献血者不良反应发生率为 0.09%,显著低于同期总献血不良反应发生率(0.20%);且为 A1 类局部反应(穿刺部位疼痛或青紫),无全身性血管迷走神经反应(VR)或严重不良反应发生[71]。

此外,研究显示,具有高血压遗传风险的人群由于压力反射敏感性改变,发生昏厥或严重血管迷走神经反应的概率较低。但这种高血压遗传史与血管迷走神经反应之间的关联会受到献血经验与性别因素的调节。在缺乏献血经验的群体中,无高血压家族史的献血者其座椅被护士调整至平卧状态的概率,显著高于有高血压家族史者或具有献血经验者,尤其是无经验的无高血压家族史女性[72]。此外,加拿大的一项涉及 189 329 名献血者的研究表示,99%的血管迷走神经反应(VVR)发生于符合规定血压的供体(90 mmHg≤收缩压≤180 mmHg,50 mmHg≤舒张压≤100 mmHg),且 94.8%为轻度。在调整年龄、性别、首次/重复状态后,发现献血前血压和 VVR 发生率无关联[73]。

国内外多中心循证医学证据一致表明,血压控制平稳且无严重靶器官损害的献血者,其捐献安全性与健康人群并无显著差异。当前,国际献血管理政策正经历从"同质化静态拦截"向"精准风险分层"的范式转变。WHO、AABB 等主流机构的共识进一步验证了科学纳入稳定高血压人群的必要性与安全性。国际实践显示,血压准入标准的适度放宽乃至部分国家取消常规血压筛查,反映了献血管理从"行政合规"向"健康获益"的理念进化。

展望未来,依托人工智能算法、连续无创监测及移动健康(mHealth)随访等数字技术的深度整合,高血压献血者的管理将迈入智能化与个体化的新阶段。通过持续更新临床证据链、强化医务人员专业培训及献血者自主健康管理,构建动态、韧性且基于证据的政策框架,将在确保血液安全与献血者健康的前提下,最大程度释放社会供血潜力,保障全球血液供应链的可持续性。

利益冲突说明/Conflict of Interests

所有作者均声明不存在利益冲突。

伦理批准及知情同意/Ethics Approval and Patient Consent

本文不涉及伦理批准及知情同意。

作者贡献/Authors' Contribution

赵丽洲:论文构思与撰写;李萌:文献查阅与论文修改;李莹:论文修改及审阅;陈雪:论文修改;王克芬:论文修改、王一淑:文献整理;傅雪梅:文章整体设计与修改。

[参考文献]

[1] GELDSETZER P, MANNE-GOEHLER J, MARCUS M

E, et al. The state of hypertension care in 44 low-income and middle-income countries: a cross-sectional study of nationally representative individual-level data from 1 · 1 million adults[J]. Lancet (London, England), 2019, 394(10199):652-662.

[2] World Health Organization. WHO Global report on hypertension 2025-High stakes: turning evidence into action [EB/OL]. (2025-09-23)[2026-06-02]. https://www.who.int/publications/i/item/9789240115569.

[3] FARRAR J, FRIEDEN T. WHO global report on hypertension 2025[J]. The Lancet, 2025, 406(10517): 2318-2319.

[4] JACOBS J W, BATES I, M'BAYA B, et al. Ensuring a safe and sufficient global blood supply[J]. The New England journal of medicine, 2024, 391(12): 1079-1081.

[5] LIU Y, PAN Y, ZHENG Z, et al. Impact of shifting blood donation policy from gift to honour model: staggered difference-in-differences analysis in China[J]. BMJ (Clinical research ed), 2026, 392:e084999.

[6] PAGNESI M, RICCARDI M, SACCO A, et al. Pre-admission beta-blocker therapy and outcomes in cardiogenic shock:Insights from the Altshock-2 Registry[J]. ESC heart failure, 2025, 12(4):2565-2577.

[7] SNEDDEN W, FERNANDEZ P G, VASDEV S, et al. Hemodynamic and adrenergic responses of bevantolol and propranolol in hypertensives[J]. The Canadian journal of cardiology, 1989, 5(1):37-41.

[8] WHELTON P K, CAREY R M, ARONOW W S, et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: a report of the american college of cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines[J]. Journal of the American College of Cardiology, 2018, 71(19):e127-e248.

[9] 2018 Practice Guidelines for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension and the European Society of Cardiology:ESH/ESC Task Force for the Management of Arterial Hypertension:Erratum[J]. Journal of hypertension, 2019, 37(2):456.

[10] WANG Z, CHEN Z, ZHANG L, et al. Status of hypertension in china:results from the china hypertension survey, 2012-2015[J]. Circulation, 2018, 137(22): 2344-2356.

[11] O'CONNELL S, WHELTON P, HE H, et al. Abstract MP12:global disparities of hypertension prevalence and control:a systematic analysis of population-based studies [J]. Circulation, 2025, 151(Suppl_1).

[12] MOLORO A H, SEID A A, JALETA F Y. A systematic review and meta-analysis protocol on hypertension prevalence and associated factors among bank workers in Africa [J]. SAGE open medicine, 2023, 11: 20503121231172001.

[13] MAHATARA E, MOHAMED F, TEFERI H, et al. Strategies to curb the rising burden of hypertension in sub-Saharan Africa:insights from the WHO global hypertension report 2025[J]. Journal of hypertension, 2026, 44(4):575-578.

[14] NWANKWO M, MAKENA W, IDRIS A, et al. Hypertension in West Africa:a systematic review and meta-analysis of prevalence and associated risk factors[J]. BMC public health, 2025, 25(1):3269.

[15] NIU C, ZHANG P, WEI L, et al. The global burden of hypertension and its epidemiological impacts on adolescents and young adults:projections to 2050[J]. Front Cardiovasc Med,2025,12:1619445.

[16] REA F, SAVARé L, FRANCHI M, et al. Adherence to treatment by initial antihypertensive mono and combination therapies[J]. American journal of hypertension, 2021, 34(10):1083-1091.

[17] ATTAEI M W, KHATIB R, MCKEE M, et al. Availability and affordability of blood pressure-lowering medicines and the effect on blood pressure control in high-income, middle-income, and low-income countries:an analysis of the PURE study data[J]. The Lancet Public health, 2017, 2(9):e411-e419.

[18] MORAN A E, SAHOO S K, BANIGBE B, et al. Calcium channel blockers:key medicine to drive global hypertension control[J]. Global heart, 2025, 20(1):61.

[19] MURPHY A, MBUTHIA D, WILLIS R, et al. Improving implementation of NCD care in low- and middle-income countries:the case of fixed dose combinations for hypertension in Kenya[J]. Health systems and reform, 2025, 11(1):2448862.

[20] METZ M, SUFRA R, OGYU A, et al. Improvements in blood pressure control and the hypertension care continuum over 2 years in urban Haiti Amidst Civil Unrest[J]. Journal of clinical hypertension (Greenwich, Conn), 2025, 27(9):e70153.

[21] CHERAGHI Z, AZMI-NAEI B, CHERAGHI P, et al. The global prevalence of uncontrolled hypertension: a systematic review and meta-analysis[J]. BMC public health, 2025, 25(1):4259.

[22] SHIN D, CHOI J, LEE H Y. Suboptimal control status of young hypertensive population[J]. Clinical hypertension, 2023, 29(1):13.

[23] ALEXANDER T J, GAUEN A M, PETITO L C, et al.

Hypertension in young adults: social determinants of prevalence, awareness, treatment, and control[J]. American journal of hypertension, 2026, 39(3): 425-431.

[24] FENG W, YUN W, LE W, et al. The influence of demographic and lifestyle factors on blood donation delay among student population: a retrospective study [J]. Frontiers in public health, 2023, 11: 1297472.

[25] AGNIHOTRI N. Whole blood donor deferral analysis at a center in Western India[J]. Asian journal of transfusion science, 2010, 4(2): 116-122.

[26] SCHUTTE A E, SRINIVASAPURA VENKATESHMURTHY N, MOHAN S, et al. Hypertension in Low- and Middle-Income Countries [J]. Circulation research, 2021, 128(7): 808-826.

[27] FORTRAT J O, NASR O, DUVAREILLE M, et al. Human cardiovascular variability, baroreflex and hormonal adaptations to a blood donation [J]. Clinical science (London, England: 1979), 1998, 95(3): 269-275.

[28] ZöLLEI É, PAPRIKA D, MAKRA P, et al. Human autonomic responses to blood donation [J]. Autonomic Neuroscience, 2004, 110(2): 114-120.

[29] GILCHRIST P T, DITTO B. Sense of impending doom: Inhibitory activity in waiting blood donors who subsequently experience vasovagal symptoms [J]. Biological Psychology, 2015, 104: 28-34.

[30] YAZDANI B, YüCEL G, SCHULZ K, et al. Changes in central and peripheral hemodynamic parameters during blood donation [J]. Frontiers in cardiovascular medicine, 2025, 12: 1628366.

[31] NICIA S B, VAN VEELEN T A, STENS J, et al. Detection of volume loss using the Nexfin device in blood donors[J]. Anaesthesia, 2016, 71(2): 163-170.

[32] IZZO J L, Jr., TAYLOR A A. The sympathetic nervous system and baroreflexes in hypertension and hypotension [J]. Current hypertension reports, 1999, 1(3): 254-263.

[33] ZöLLEI E, PAPRIKA D, MAKRA P, et al. Human autonomic responses to blood donation [J]. Autonomic neuroscience: basic & clinical, 2004, 110(2): 114-120.

[34] ROTHWELL P M, HOWARD S C, DOLAN E, et al. Prognostic significance of visit-to-visit variability, maximum systolic blood pressure, and episodic hypertension [J]. Lancet (London, England), 2010, 375(9718): 895-905.

[35] TALISHINSKY A, AJIJOLA O A, KHALSA S S. Autonomic imbalance in cardiomyopathy and heart failure: from neurobiology to precision neuromodulation [J]. Current cardiology reports, 2025, 27(1): 144.

[36] PATEL M, BRAUN J, LAMBERT G, et al. Central mechanisms in sympathetic nervous dysregulation in obesity[J]. Journal of neurophysiology, 2023, 130(6): 1414-1424.

[37] WILLIE C K, TZENG Y C, FISHER J A, et al. Integrative regulation of human brain blood flow[J]. The Journal of physiology, 2014, 592(5): 841-859.

[38] XING C Y, TARUMI T, MEIJERS R L, et al. Arterial pressure, heart rate, and cerebral hemodynamics across the adult life span [J]. Hypertension (Dallas, Tex: 1979), 2017, 69(4): 712-720.

[39] THORPE R, MASSER B, COUNDOURIS S P, et al. The health impacts of blood donation: a systematic review of donor and non-donor perceptions[J]. Blood transfusion = Trasfusione del sangue, 2024, 22(1): 7-19.

[40] WEISBACH V, SCHNABEL L, ZIMMERMANN R, et al. A pilot study of continuous ambulatory monitoring of blood pressure in repeated preoperative autologous blood donation[J]. Transfusion, 2006, 46(6): 934-941.

[41] KARIO K, MATSUO T, KOBAYASHI H, et al. Nocturnal fall of blood pressure and silent cerebrovascular damage in elderly hypertensive patients. Advanced silent cerebrovascular damage in extreme dippers[J]. Hypertension (Dallas, Tex: 1979), 1996, 27(1): 130-135.

[42] KARIO K, PICKERING T G, MATSUO T, et al. Stroke prognosis and abnormal nocturnal blood pressure falls in older hypertensives [J]. Hypertension (Dallas, Tex: 1979), 2001, 38(4): 852-857.

[43] STAINSBY D, BRUNSKILL S, CHAPMAN C E, et al. Safety of blood donation from individuals with treated hypertension or non-insulin dependent type 2 diabetes - a systematic review[J]. Vox sang, 2010, 98(3 Pt 2): 431-440.

[44] World Health Organization Blood donor selection: guidelines on assessing donor suitability for blood donation. World Health Organization, Geneva, 2012[J].

[45] Health Sciences Authority. Check the criteria that may affect your eligibility to donate blood[EB/OL]. (2026-05-25) [2026-6-2]. https://www.hsa.gov.sg/blood-donation/can-i-donate.

[46] NISSEN-MEYER L S H, SEGHATCHIAN J. Donor health assessment - When is blood donation safe? [J]. Transfusion and apheresis science: official journal of the World Apheresis Association: official journal of the European Society for Haemapheresis, 2019, 58(1): 113-116.

[47] JOHNSEN K M N, MAGNUSSEN K, ERSTAD C, et al. Safe blood donation from donors using antihypertensive

medication. a multi-center retrospective quality study from south-east Norway[J]. Journal of blood medicine, 2023, 14:337-343.

[48] PISCIOTTO P, SATARO P, BLUMBERG N. Incidence of adverse reactions in blood donors taking antihypertensive medications[J]. Transfusion, 1982, 22(6):530-531.

[49] BUDAKOV OBRADOVIC Z, LAZAREVIC S, DANIC M, et al. Antihypertensive drugs in blood donations in Serbia - Observational study[J]. Transfusion and apheresis science:official journal of the World Apheresis Association: official journal of the European Society for Haemapheresis, 2023, 62(6):103790.

[50] WU Y, QI H, DI ANGELANTONIO E, et al. Risk factors for vasovagal reactions in blood donors:A systematic review and meta-analysis[J]. Transfusion, 2025, 65(1):211-223.

[51] TROUERN-TREND J J, CABLE R G, BADON S J, et al. A case-controlled multicenter study of vasovagal reactions in blood donors:influence of sex, age, donation status, weight, blood pressure, and pulse[J]. Transfusion, 1999, 39(3):316-320.

[52] EDER A F, HILLYER C D, DY B A, et al. Adverse reactions to allogeneic whole blood donation by 16- and 17-year-olds[J]. Jama, 2008, 299(19):2279-2286.

[53] LEWINGTON S, CLARKE R, QIZILBASH N, et al. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality:a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies[J]. Lancet (London, England), 2002, 360(9349):1903-1913.

[54] World Health Organization. Blood donor selection:guidelines on assessing donor suitability for blood donation. (2012-05)[2026-06-02]. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK138205/.

[55] FDA. Blood pressure and pulse donor eligibility requirements -compliance policy[S/OL]. (2024-07-01)[2026-06-02]. https://www.fda.gov/vaccines-blood-biologics/guidance-compliance regulatory-information-biologics/biologics-guidances.

[56] DONALD S J, MCINTYRE W F, DINGWALL O, et al. Is donating blood for the faint of heart? a systematic review of predictors of syncope in whole blood donors[J]. Transfusion, 2019, 59(9):2865-2869.

[57] SALVADORI U, SANDRI M, CEMIN R, et al. Effect of a liberal versus a restrictive pre-donation blood pressure policy on whole-blood donor adverse reactions[J]. Vox sang, 2019, 114(4):317-324.

[58] GERMAIN M, DELAGE G, GRéGOIRE Y, et al. Donation by donors with an atypical pulse rate does not increase the risk of cardiac ischaemic events[J]. Vox sanguinis, 2013, 104(4):309-316.

[59] EDER A. Evidence-based selection criteria to protect blood donors[J]. Journal of clinical apheresis, 2010, 25(6):331-337.

[60] PAUWELS N S, CUSACK L, DE BUCK E, et al. The effect of pre-donation hypotension on whole blood donor adverse reactions:a systematic review[J]. Journal of the American Society of Hypertension:JASH, 2014, 8(6):429-436.

[61] EDQM. Guide to the preparation,use and quality assurance of blood components[M]. 22th ed. Strasbourg: EDQM, 2025:307[J].

[62] Joint United Kingdom (UK) Blood Transfusion and Tissue Transplantation Services Professional Advisory Committee. Blood pressure, high[S/OL]. (2024-10-07)[2026-06-02]. https://www.transfusionguidelines.org/dsg/wb/guidelines/bl005-blood-pressure-high.

[63] COGNASSE F, AVRIL S, FLECK J L, et al. Artificial Intelligence in transfusion medicine:a paradigm shift on the horizon[J]. Blood transfusion = Trasfusione del sangue, 2025, 23(6):558-561.

[64] BADAWI M A. Artificial intelligence in blood donor management:A narrative review[J]. Vox sanguinis, 2025.

[65] 浙江省血液中心. 全生命周期视角下基于人工智能技术的固定成分献血 mHealth 系统的构建及应用[EB/OL]. (2025-04-15)[2026-06-02]. https://www.zjb.org.cn/index.php?s=/Home/Women/psp_detail/id/6329.html.
Zhejiang Blood Center. Construction and application of an mHealth system for regular apheresis donation based on artificial intelligence from a full-life-cycle perspective[EB/OL]. (2025-04-15)[2026-06-02]. https://www.zjb.org.cn/index.php?s=/Home/Women/psp_detail/id/6329.html

[66] 北京市红十字血液中心. 千兆光网+人工智能采供血服务平台[EB/OL]. (2025-06-24)[2026-06-02]. https://www.brcbc.org/index.php/site/page/index/791/category_id/10152/news_id/200352/ct_id/265/okcode/fa4f3faaaffcc0555326b0c7f6e892df3ff2f225302ec862921594641d03d2ce.
Beijing Red Cross Blood Center. Gigabit optical network + artificial intelligence-based blood collection and supply service platform[EB/OL]. [2026-06-02]. https://www.brcbc.org/index.php/site/page/index/791/category_id/10152/news_id/200352/ct_id/265/okcode/fa4f3faaaffcc0555326b0c7f6e892df3ff2f225302ec862921594641d03d2ce.

[67] HELGESON E S, VEMPATI S, PALZER E F, et al. Development and validation of a hypertension risk calculator for living kidney donors [J]. Transplantation, 2023, 107(6):1373-1379.

[68] CROWDER L A, EDER A F, STEELE W R. Effectiveness of the post-donation instruction sheet in conveying information to repeat blood donors[J]. Vox sanguinis, 2021, 116(3):305-312.

[69] FRANCE C R, FRANCE J L, HIMAWAN L K, et al. Results from the blood donor competence, autonomy, and relatedness enhancement (blood donor CARE) randomized trial [J]. Transfusion, 2021, 61(9):2637-2649.

[70] FRANCE C R, FRANCE J L, KOWALSKY J M, et al. Education in donation coping strategies encourages individuals to give blood:further evaluation of a donor recruitment brochure[J]. Transfusion, 2010, 50(1):85-91.

[71] 杨锦, 孙莉, 毕岐勇, et al. 献血者初筛体检血压异常导致暂缓献血及返回献血影响因素分析[J]. 中国输血杂志, 2026, 39(1):56-61.
YANG J, SUN L,BI Q,et al. Analysis of factors influencing temporary deferral and return to donation due to abnormal blood pressure in pre-donation screening [J]. Chin J Blood Transfusion, 2026,39(1):56-61.

[72] DITTO B, ADLER P S, FRANCE C, et al. Family history of hypertension and vasovagal symptoms during blood donation[J]. Journal of behavioral medicine, 1995, 18(4):331-340.

[73] THIBEAULT C, LEWIN A, RABUSSEAU I, et al. Deferring blood donors with out-of-range blood pressure:Does it decrease the risk of adverse reactions? [J]. Transfusion, 2025, 65(6):1083-1091.

(2026-04-13 收稿,05-08 修回,06-17 接收)

本文编辑:李宜博

(上接第 798 页)

[10] SCHWARTZ S H, SILVA J, BURSTEIN D, et al. Large-scale comparative analysis of splicing signals and their corresponding splicing factors in eukaryotes[J]. Genome Res,2008, 18(1):88-103.

[11] WONG M S, KINNEY J B, KRAINER A R. Quantitative activity profile and context dependence of all human 5' splice sites[J]. Mol Cell, 2018, 71(6):1012-1026. e3.

[12] VALENZUELA-PALOMO A, SANOGUERA-MIRALLES L, BUENO-MARTÍNEZ E, et al. Splicing analysis of 16 $PALB_2$ ClinVar variants by minigene assays:identification of six likely pathogenic variants [J]. Cancers (Basel),2022, 14(18):4541.

(2026-05-08 收稿,05-19 修回,05-29 接收)

本文编辑:李宜蔓