

• 综述 •

餐后低血压的最新研究进展

许彦琳¹ 赵衍昊¹ 贺雨真¹ 夏宽宇¹ 袁见野¹ 赵舒羽¹ 江莎莉¹ 彭礼明² 莫龙²

[摘要] 餐后低血压是指进食后出现的低血压现象,在老年人中常见,在糖尿病、高血压、帕金森等中同样高发,使上述群体罹患跌倒、晕厥和卒中的风险增加。餐后低血压与饮食密切相关,高糖饮食、热食都可能成为发病的危险因素。主流的学说认为餐后内脏血液灌流增多、胃肠道激素分泌增加和自主神经功能障碍是餐后低血压的主要发病机制。餐后低血压可以通过餐前饮水、改变饮食习惯、餐后恰当运动等非药物手段进行有效预防,而在药物治疗方面,目前已发现许多降血糖药物对餐后低血压具有很好的疗效。本文主要从流行病学、病理生理学机制和防治措施等方面对餐后低血压的研究进展进行综述,以期能找出目前对于餐后低血压防治的不足,使临床工作者重视餐后低血压的潜在危险性,并为今后的研究指明方向。

[关键词] 餐后低血压;饮食;胃排空;胃肠激素;药物

DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2023.05.005

[中图分类号] R544 **[文献标志码]** A

Advances in postprandial hypotension

XU Yanlin¹ ZHAO Yanhao¹ HE Yuzhen¹ XIA Kuanyu¹ YUAN Jianye¹
ZHAO Shuyu¹ JIANG Shali¹ PENG Liming² MO Long²

(¹Xiangya Medical College of Central South University, Changsha, 410006, China; ²Department of Cardiology, Xiangya Hospital, Central South University)

Corresponding author: MO Long, E-mail: diagnostics@126.com

Abstract Postprandial hypotension refers to the phenomenon of hypotension after eating, which is common in the elderly, and also occurs frequently in patients with diabetes, hypertension and Parkinson, so that the risks of falls, syncope and stroke in these groups increase. Postprandial hypotension is closely related to diet. High-sugar diet and hot food may both be risk factors. The mainstream theory holds that the main pathogenesis of postprandial hypotension is growing visceral hemoperfusion, increased gastrointestinal hormone secretion and autonomic nerve dysfunction. Postprandial hypotension can be effectively prevented by non-drug means such as drinking water before meals, changing eating habits, proper exercise after meals, etc. As for drug treatment, many hypoglycemic drugs have been found clinically to have good curative effect on postprandial hypotension. This article mainly reviews the research progress of postprandial hypotension from the aspects of epidemiology, pathophysiological mechanism and prevention and treatment measures, hoping to find out the deficiency of prevention and treatment of postprandial hypotension at present, enhance the importance of postprandial hypotension and point out the direction for future research.

Key words postprandial hypotension; diet; gastric emptying; gastrointestinal hormones; drugs

餐后低血压是指进食后出现的低血压现象,在老年人中发病率高,在其他患有基础疾病的人群中也较常见,但由于其往往作为其他疾病的伴随现象出现,且无明显的临床症状而未能引起人们足够的重视。但研究表明餐后低血压是跌倒、晕厥、卒中和许多心脑血管不良事件的独立危险因素。近年来对餐后低血压的防治措施研究丰富,但对餐后低

血压的发病机制研究尚不十分明晰。本文对餐后低血压的流行病学、病理生理学机制和防治措施的最新研究进展综述如下。

1 餐后低血压的定义和诊断

1.1 定义

餐后低血压指进食后出现的低血压现象,通常以饭后2 h内收缩压降低20 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)或收缩压从100 mmHg以上降至90 mmHg以下作为诊断标准。如果收缩压的最大减少范围在饭后2 h不符合上述标准,但临床症状如

¹中南大学湘雅医学院(长沙,410006)

²中南大学湘雅医院心血管内科

通信作者:莫龙, E-mail: diagnostics@126.com

头晕、晕厥已出现,也可诊断为餐后低血压^[1]。

1.2 诊断

餐后低血压确诊需要依靠动态血压检测,特别是监测早餐和午餐之后的血压变化情况。血压下降的最大值通常发生在饭后 35 min~1 h 之间^[2],但血压和症状的监测应持续至饭后 2 h,因为在餐后 2 h 血压可能达到最低点^[3]。诊断餐后低血压时可以令受试者食用标准葡萄糖溶液(75 g 葡萄糖/300 mL 水)。因每天同一时间的血压的餐后反应相似,因此只需 1 次异常检查就可以诊断为餐后低血压。

1.3 危害

餐后低血压会出现头晕乏力甚至晕厥的症状,并且往往伴随自主神经功能的紊乱和心脑血管的异常。研究显示大多数餐后低血压的患者核磁共振成像显示有脑血管的损伤。而在另一项纵向研究中,47 例餐后低血压患者有 30 例在 36 个月后出现心血管疾病^[4]。因此,餐后低血压现象的出现实际上是心脑血管疾病的一个危险信号,为此我们应高度警惕。

2 流行病学、高危人群和危险因素

2.1 发病率和死亡率

尚未有全人群的餐后低血压发病率报告。但在住院的老年患者中,餐后低血压的发病率达 25%~46%^[5]。在 1 项针对保健机构中 179 例长期接受护理的居民的调查中,餐后低血压患者的死亡率为 14.5%,而未患该疾病个体的死亡率为 9.85%^[6]。因此餐后低血压可以作为全因死亡率的独立预测因子。

2.2 老年人

餐后低血压在一些特殊人群中高发,在老年人中很常见,是老年人晕厥、跌倒、骨折、卒中的高危因素。一项针对晕倒诊所中的老年患者的调查显示,有 45% 的晕倒患者是由于直立性低血压或餐后低血压^[7],因此任何有晕厥或跌倒症状的老年患者都应怀疑有餐后低血压。在这种情况下,临床医生应询问是否出现餐后低血压症状,特别是对那些同时患有帕金森病、糖尿病或终末期肾病的老年人^[8]。与年龄相关的疾病如高血压、糖尿病是发生餐后低血压的关键。

2.3 基础疾病患者

餐后低血压在糖代谢紊乱的患者中普遍存在,发病率在 20%~50%^[9]。1 项对老年糖尿病住院患者的调查显示餐后低血压的发病率甚至高达 76.9%。这可能是与长期血糖控制不理想导致自主神经功能障碍有关。糖尿病伴原发性自主神经功能障碍的患者餐后低血压程度往往更加严重。一项研究显示,只患糖尿病的患者在餐后 2 h 血压恢复,而伴有自主神经功能障碍的患者在餐后 2 h

仍维持低血压状态^[10]。另外,由于胰岛素抵抗造成的胰岛素过度分泌也可能是糖尿病患者中餐后低血压高发的原因之一。

在其他一些和自主神经功能障碍有关的疾病中,餐后低血压高发,如帕金森。餐后低血压最初正是于 1977 年在帕金森患者中首次报道^[11],发病率高达 83%^[12];超过 90% 的直立性低血压患者患有餐后低血压^[13]。而在 1/3 的病例(12/35)中,餐后低血压患者同时患有直立性低血压^[7];此外,原发性高血压患者也应警惕餐后低血压^[14]。

有胃动力障碍的患者也易发生餐后低血压^[15],因为胃排空速度与餐后低血压密切相关。

2.4 接受某些特殊医疗措施患者

正在进行肾透析的患者^[16]、接受鼻胃管肠内营养的老年患者^[17]同样是餐后低血压的高危人群,其发病率在 70% 以上。ICU 患者出院后 3 个月时餐后低血压的发生率为 29%,12 个月后发生率为 10%^[18],因此危重患者在出院后也仍应密切检测餐后血压情况。

2.5 食物成分和温度

食物的成分决定了餐后血压下降的程度。富含糖类的食物最容易造成餐后低血压,可能是因为胰岛素分泌增加及其血管降压的效应。食用甜食对健康年轻人的血压影响甚微,但在老年人中,葡萄糖会造成血压大幅下降。蔗糖也会产生降压效应,但程度稍轻且出现较晚,可能是因为单糖的降压作用依赖于对葡萄糖转运体的亲和力,因此蔗糖必须被消化成葡萄糖和果糖才能触发这一反应^[18]。其他单糖如果糖和木糖对餐后血压的影响明显小于葡萄糖^[19]。这提示在甜食中用其他单糖替代葡萄糖或许能减少餐后低血压的发生。而蛋白质和脂肪对血压的影响较小,血压即使下降,出现的时间也较晚,这可能是因为蛋白质和脂肪能延缓胃排空^[20]。

此外研究显示热餐比冷餐更能降低餐后血压,因为饮食温度能影响胃排空速度^[21]。

2.6 用餐时间

与晚餐相比,早餐和午餐后血压下降更明显,可能是因为早餐和午餐前血压升高,而饭后由于压力感受性反射失调不能恢复正常血压。饭前高收缩压和患餐后低血压的概率呈正相关^[11,22]。还有研究显示,与吃早餐相比,不吃早餐的人午餐后颈总动脉的血流量减少^[23],有出现餐后低血压的风险。

2.7 药物使用

在 1 项对 499 例长期健康保健机构中的老年人的研究显示,接受血管紧张素转换酶抑制剂、钙通道阻滞剂、利尿剂、硝酸盐、地高辛等心血管药物和精神类药物治疗的居民餐后收缩压的平均最大

降幅明显大于未接受这些药物治疗的居民^[24]。而在另一项研究中,在研究对象所服用的所有基础药物中, α 受体阻滞剂是最显著的出现餐后低血压的危险因素^[15]。因此,对已出现餐后低血压的患者要谨慎使用这些药物。

3 病理生理学机制

目前有很多针对餐后低血压的假说,下面列出几个主要的学说。

3.1 内脏血流灌注增多

研究显示,餐后肠系膜上动脉血流大约增加1倍,而外周的血流量减少,血管阻力下降,这是出现餐后低血压的重要原因。但正常人餐后血压只是轻微下降,这是因为正常机会通过一系列神经-体液调节来增加外周血管阻力、心率和心输出量来维持全身血压^[1]。

3.2 自主神经功能障碍

如前所述,由于进餐后内脏血液灌注增加,外周血压呈下降的趋势,但交感神经对低血压的调节能力不足应是导致餐后低血压的直接原因。高龄和疾病相关的变化可能会减弱交感神经激活^[25],这应该是老年人高发餐后低血压的一个原因。研究显示营养物质输送到小肠的速度(即胃排空速度)显著影响餐后的心血管反应,这是因为进入胃内的食物会牵张胃壁,引发胃膨胀反射,刺激胃的压力感受器从而激活交感神经,升高血压,而在老年人中明显观察到胃血管反应的减弱。Madden等^[26]的研究显示,餐后低血压的患者压力感受性反射的敏感性与正常人相比实际上无很大差异,但压力感受性反射的有效性显著降低。此外,随年龄增加而出现的动脉硬化也使得老年人对交感神经作用的反应能力下降^[27]。

3.3 胃肠道激素的分泌

胃肠道会产生许多血管活性肽/激素,包括腺苷、神经降压素、血管活性肠肽、P物质、降钙素基因相关肽等具有强烈舒血管作用的物质。但这些物质是否参与了餐后低血压的发生尚不清楚,因为在一些研究中并未观察到这些物质在餐后的含量有明显的增加^[3]。但有趣的是,生长抑素作为一种对包括血管活性肠肽在内的几乎所有胃肠激素都有抑制作用的一种激素,被证实对于治疗餐后低血压有效,这在一定程度上提示胃肠肽与餐后低血压的出现有关。

此前研究已发现,在服用葡萄糖后血压的下降最为明显,而口服果糖、脂肪和水对血压的影响不大,由于服用葡萄糖后血液中胰岛素含量升高,而胰岛素能拮抗去甲肾上腺素的缩血管作用、促使内皮释放舒血管物质,这些发现均表明,餐后胰岛素释放增加对于餐后血压降低中起着一定作用。但1型糖尿病患者也容易出现餐后低血压,而1型糖

尿病患者的定义是胰岛素缺乏,这也提示除胰岛素外,还存在其他导致餐后低血压发生的机制^[27]。

4 防治

对于餐后低血压的防治包括药物和非药物两种方法。

4.1 非药物

4.1.1 餐前饮水 餐前饮水 350~500 mL 左右被证明能够提高患者餐后的血压,但在正常人中却未观察到血压的明显变化。这可能是因为饮水后胃膨胀引发了胃血管反射,并且由于患者的自主神经调节功能减退,饮用大量水后血压不能很快调节,所以有明显升高的趋势^[28]。

4.1.2 改变饮食习惯 研究表明,在原发性自主神经功能衰竭患者中,少食多餐可以促进更高的能量和液体摄入,减少胃肠道相关症状(包括呕吐、腹胀和饱胀),并预防餐后低血压。以每天6顿小餐为最佳^[29]。

因研究显示吃早餐的人在午餐后的血流量明显高于不吃午餐的人,这提示了早餐的重要性^[28]。对于用鼻胃管供给肠内营养的患者,将导管放置在幽门较远端^[30]、延长供给营养的速度(进食时间从1 h延长至2 h)并且在进食前避免给抗高血压的药,可以减轻餐后血压下降的程度^[31]。

4.1.3 改变饮食成分 餐后低血压的患者应注重饮食的成分,尽量选择低碳水高脂的食谱搭配。脂肪由于其高热量能显著减缓胃排空。在健康受试者中进行试验发现,在土豆泥餐中添加玉米油也可以延缓胃排空。还有瓜尔胶、果胶、蝗虫豆胶、车前草、发酵牛奶和丙酸钠^[32]也被证明可以通过增加膳食黏度来减缓胃排空和小肠吸收。而若要食用甜食,尽量用其他糖类代替葡萄糖和蔗糖^[33]。有试验证实服用70 g乳清蛋白后,老年人的血压下降明显^[34]。因此,老年餐后低血压患者应避免食用牛奶等富含乳清蛋白的食物。

4.1.4 餐后运动 对于餐后通过运动来调节血压的效果一直众说纷纭,虽然有研究显示餐后运动(如步行)能改善餐后低血压,但在该研究中受试者一旦停止运动,血压仍会下降^[10]。但在另一项研究中,餐前20 min以正常速度步行30 m,在餐后30~120 min每30 min步行1次,可以减轻摄食后收缩压的下降,并且效应能持续至少120 min。这模拟了生活中在用餐前后以平常的速度进行低强度间歇性步行的状态,可操作性强。运动可减弱餐后收缩压下降的机制为血液从内脏循环重新分配到骨骼肌有助于增加心输出量,并且静脉血管收缩增加了总外周阻力^[35]。

4.2 药物

4.2.1 GLP-1受体激动剂 由于糖代谢紊乱与餐后低血压密切相关,故目前许多降血糖的药物被证

实能有效治疗餐后低血压。胰高血糖素样肽-1 (glucagon-like peptide-1, GLP-1) 是一种肠促激素,由肠道 L 细胞产生,促进胰岛素和生长抑素的释放,抑制胰高血糖素分泌。在动物实验中,外源性给予 GLP-1 可使血压升高。GLP-1 目前作为 2 型糖尿病药物治疗的主要靶点,对于餐后低血压的治疗同样适用,因为 GLP-1 被发现还有减慢胃排空、减少肠系膜上动脉血流和增加心率的作用^[36]。研究发现在心房的窦房结和房室结处也存在着 GLP-1 的受体^[37],因此 GLP-1 可能对心脏起搏器细胞有直接影响。生理释放的 GLP-1 可以作为一种负反馈机制,以防止因进食后肠系膜上动脉血液的大量增加而导致的低血压反应。

依克那肽。在一项随机对照试验中,对 9 例患 2 型糖尿病的受试者静脉注射艾塞那肽能增加十二指肠内葡萄糖输注期间的舒张压、平均动脉血压和心率。舒张压和平均动脉压曲线下面积的增加与依克那肽抑制十二指肠运动指数直接相关^[38]。

利西拉肽。一项研究对 15 例健康人和 15 例 2 型糖尿病患者均进行随机对照试验,试验结果显示在两种人群中,利西拉肽均能减缓胃排空、减小肠系膜上动脉(SMA)血流量的上升并显著减弱收缩压的降低^[39]。

GLP-1 受体激动剂类药物被证实可通过诱导内皮依赖的血管舒张和利钠作用发挥降压的作用(但不降低正常人血压),因此对于高血压并发餐后低血压的患者,该类药能起到较好的治疗作用^[40]。

4.2.2 酶抑制剂类药物 阿卡波糖是一种 α -葡萄糖苷酶抑制剂,通过抑制小肠刷状缘水平的蔗糖酶和淀粉酶起作用,能减缓蔗糖和淀粉的消化,并能减缓胃排空和抑制肠道血管活性肽的分泌,是联合治疗餐后低血压与糖代谢紊乱的最佳药物,使用最为广泛。建议使用低剂量(25 mg)阿卡波糖开始治疗,并逐渐增加剂量至 100 mg,每日 1~2 次,直到症状缓解。虽然这类药物疗效佳,但容易出现肠道副作用,约 31% 的患者经历腹泻,大多数出现胀气。对于患有糖尿病酮症酸中毒、肝硬化、炎症性肠病、溃疡性结肠炎、肠梗阻或任何可能破坏消化吸收的慢性肠道疾病的患者,阿卡波糖禁忌使用^[17]。

西格列汀是一种二肽基肽酶-4 抑制剂,可以抑制 GLP-1 被该酶降解,使 GLP-1 持续发挥作用。在一项随机对照双盲试验中,15 例健康人和 15 例 2 型糖尿病患者在饮用 75 g 葡萄糖溶液前 30 min 皮下注射 10 μ g 的西格列汀,试验结果显示在两种人群中,西格列汀均能减缓胃排空、减小肠系膜上动脉(SMA)血流量的上升并显著减少收缩压的下降^[41]。在一项病例报告中,1 例患路易体痴呆的患

者也运用了西格列汀进行治疗,服用该药后,患者出现的餐后低血压和高血糖症状得到了有效改善,交感神经系统异常和直立性低血压的状况也有所缓解^[42]。

4.2.3 二甲双胍 二甲双胍是一种经典的治疗 2 型糖尿病的药物,通过增加周围组织对胰岛素的敏感性和对葡萄糖的利用,抑制肝糖原异生及肠壁细胞摄取葡萄糖等多种机制发挥降血糖的作用。一项新的随机对照试验发现,10 例诊断 2 型糖尿病患者食用 50 g 葡萄糖溶液前 1 h 服用了 1 g 二甲双胍,3 h 后检测显示,二甲双胍能显著减小餐后收缩压下降程度、促进 GLP-1 分泌,并减缓胃排空^[43]。

研究显示,GLP-1 受体激动剂类药物和二甲双胍都能降低心衰的风险,因餐后低血压的患者往往伴随心脑血管的异常,因此临床上对于合并心衰风险的患者应优先考虑使用上述两类药物^[44]。

4.2.4 其他药物 奥曲肽是较早用于治疗餐后低血压的一种药物,为生长抑素类似物,具有与生长抑素相似地减缓胃排空、抑制消化液的分泌和减少内脏血流量的作用,因其半衰期长于生长抑素,作用持续时间长,更适合于作为药物使用。但使用者容易出现腹痛、腹胀、腹泻、恶心、呕吐等不良反应,而且因其成本较高、需要皮下注射且注射部位短时间内会出现刺痛感,其使用受到一定限制^[17]。

瓜尔胶常被用于减肥,它可以通过减缓葡萄糖的吸收来防止餐后低血压,但瓜尔胶也会产生腹泻、胀气和腹痛等不良反应^[45]。

咖啡因是一种腺苷受体拮抗剂,早在 20 世纪 90 年代,就有许多研究人员发现了咖啡因对餐后低血压的疗效,试验显示 60~200 mg 的咖啡因对治疗餐后低血压有一定效果^[46]。因在许多常用饮品如咖啡、茶中均含有一定浓度的咖啡因,这为缓解餐后低血压提供了一种十分便利的疗法。但不同咖啡、茶中咖啡因含量差别较大,疗效很难评估,并不能完全代替药物进行治疗。

治疗餐后低血压的药物的药理作用机制主要为减缓胃排空、减慢葡萄糖的吸收和抑制或促进某些胃肠激素的分泌。近年来已发现一些胃肠肽能调节餐后血压,如 GLP-1,上述提到的许多药物如依克那肽、利西拉肽都是通过激活 GLP-1 受体而发挥降低餐后血压的作用。最近发现 GIP 可以作为治疗餐后低血压的新的药物靶点,研究发现,GIP 和 GLP-1 一样具有促进胰岛素分泌的作用,但不能抑制胃排空,并且增加了内脏血液灌流,在大多时候表现出降血压的效果,使用 GIP 受体拮抗剂或和 GLP-1 受体激动剂联合用药或许能起到缓解餐后血压降低的作用,为餐后低血压的治疗提供了新的思路。

5 结论

餐后低血压的临床表现大多为餐后头晕、乏力,往往不能引起人们的重视,但在老年人、糖尿病、帕金森、高血压和一些患有心血管疾病的患者中,餐后低血压可能会导致严重的后果,如晕厥、跌倒、卒中等,因此医院和卫生保健机构在症状出现前就应对这些患者的餐后血压进行密切的检测。

针对餐后低血压的研究从20世纪80年代兴起,研究与临床贴合紧密,主要针对餐后低血压的防治措施。餐前饮水、减少葡萄糖的摄入、改变饮食习惯等是较为有效的预防方式。近年来一些有关餐后低血压的研究聚焦于对某些正在接受特殊医疗处理患者的护理,如对那些无法自主吞咽而需鼻胃管供给肠内营养的患者,研究显示将导管放置在距幽门较远处、将供给营养的时间从1h延长到2h可降低餐后低血压的发生风险,对临床具有一定的指导意义。

餐后低血压的早期治疗药物为奥曲肽和瓜尔胶,但副作用较大、治疗效果欠佳。近年来因发现在糖尿病人中餐后低血压高发,许多研究人员用治疗糖尿病的药物如阿卡波糖、西格列汀、二甲双胍、依克那肽、利西拉肽在糖尿病人和一部分正常人中进行了随机双盲对照试验,结果显示这些药物能缓解餐后低血压的症状。但由于许多试验规模较小,因此这些药物的推广(尤其在不患糖尿病的人群中)亟待进一步研究。

对于餐后低血压发病机制的研究尚不十分明晰,例如是否有更多的肠道激素参与到了餐后血压的调节。明确餐前餐后分泌的胃肠肽的具体心血管效应及其信号通路可能会改进餐后低血压的治疗方法。此外,目前已发现的餐后低血压的发病机制之一为自主神经功能调节的功能减弱,明确发生障碍的具体环节也可为药物的开发或应用提供潜在的新靶点。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Jansen RW, Lipsitz LA. Postprandial hypotension: epidemiology, pathophysiology, and clinical management [J]. *Ann Intern Med*, 1995, 122: 286-295.
- [2] Aronow WS, Ahn C. Postprandial hypotension in 499 elderly persons in a long-term health care facility [J]. *J Am Geriatr Soc*, 1994, 42: 930-932.
- [3] Grodzicki T, Rajzer M, Fagard R, et al. Ambulatory blood pressure monitoring and postprandial hypotension in elderly patients with isolated systolic hypertension. Systolic Hypertension in Europe (SYSTEUR) Trial Investigators [J]. *J Hum Hypertens*, 1998, 12: 161-165.
- [4] Jang A. Postprandial hypotension as a risk factor for the development of new cardiovascular disease: a prospective cohort study with 36 month follow-up in community-dwelling elderly people [J]. *J Clin Med*, 2020, 9(2): 345.
- [5] Schoevaerdt D, Iacovelli M, Toussaint E, et al. Prevalence and risk factors of postprandial hypotension among elderly people admitted in a geriatric evaluation and management unit: an observational study [J]. *J Nutr Health Aging*, 2019, 23(10): 1026-1033.
- [6] Fisher AA, Davis MW, Srikusalanukul W, et al. Postprandial hypotension predicts all-cause mortality in older, low-level care residents [J]. *J Am Geriatr Soc*, 2005, 53: 1313-1320.
- [7] de Ruiter SC, Wold JFH, Germans T, et al. Multiple causes of syncope in the elderly: diagnostic outcomes of a Dutch multidisciplinary syncope pathway [J]. *Europace*, 2018, 20(5): 867-872.
- [8] Luciano GL, Brennan MJ, Rothberg MB. Postprandial hypotension [J]. *Am J Med*, 2010, 123(3): 281. e1-6.
- [9] Kitae A, Ushigome E, Hashimoto Y, et al. Asymptomatic postprandial hypotension in patients with diabetes: The KAMOGAWA-HBP study [J]. *J Diabetes Investig*, 2021, 12(5): 837-844.
- [10] Hashizume M, Kinami S, Sakurai K, et al. Postprandial blood pressure decrease in patients with type 2 diabetes and mild or severe cardiac autonomic dysfunction [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2019, 16(5): 812.
- [11] Seyer-Hansen K. Postprandial hypotension [J]. *Br Med J*, 1977, 2: 1262.
- [12] Mehagnoul-Schipper DJ, Boerman RH, Hoefnagels WH, et al. Effect of levodopa on orthostatic and postprandial hypotension in elderly Parkinsonian patients [J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2001, 56: M749-755.
- [13] Shiba CA, Biaggioni I. Management of orthostatic hypotension, postprandial hypotension, and supine hypotension [J]. *Semin Neurol*, 2020, 40(5): 515-522.
- [14] Madden KM, Feldman B, Meneilly GS. Characteristics associated with the postprandial hypotensive response in falling older adults [J]. *Can J Aging*, 2019, 38(4): 434-440.
- [15] Furukawa K, Suzuki T, Ishiguro H, et al. Prevention of postprandial hypotension-related syncope by caffeine in a patient with long-standing diabetes mellitus [J]. *Endocr J*, 2020, 67(6): 585-592.
- [16] Zhang J, Guo L. Effectiveness of acarbose in treating elderly patients with diabetes with postprandial hypotension [J]. *J Investig Med*, 2017, 65(4): 772-783.
- [17] Sato K, Sugiura T, Ohte N, et al. Postprandial hypotension in older people receiving tube feeding through gastrostomy [J]. *Geriatr Gerontol Int*, 2018, 18(10): 1474-1478.
- [18] Pham H, Phillips LK, Jones KL. Acute effects of nutritive and non-nutritive sweeteners on postprandial blood pressure [J]. *Nutrients*, 2019, 11(8): 1717.

- [19] Robinson TG, Potter JF. Postprandial and orthostatic cardiovascular changes after acute stroke[J]. *Stroke*, 1995, 26: 1811-1816.
- [20] Mehagnoul-Schipper DJ, Boerman RH, Hoefnagels WH, et al. Effect of levodopa on orthostatic and postprandial hypotension in elderly Parkinsonian patients [J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2001, 56: M749-M755.
- [21] Kuipers HM, Jansen RW, Peeters TL, et al. The influence of food temperature on postprandial blood pressure reduction and its relation to substance-P in healthy elderly subjects[J]. *J Am Geriatr Soc*, 1991, 39: 181-184.
- [22] Hu H, Qiao W, Wang X, et al. Effect of blood insulin level on postprandial hypotension in elderly people [J]. *Blood Press Monit*, 2020, 25(4): 201-205.
- [23] Ishizeki A, Kishino T, Ogura S, et al. Influence of breakfast on hemodynamics after lunch—a sonographic evaluation of mesenteric and cervical blood flows[J]. *Clin Physiol Funct Imaging*, 2019, 39(3): 226-229.
- [24] Aronow WS, Ahn C. Postprandial hypotension in 499 elderly persons in a long-term health care facility[J]. *J Am Geriatr Soc*, 1994, 42: 930-932.
- [25] Gabutti L, Del Giorno R. Vascular aging processes accelerate following a cubic kinetic: pulse wave velocity as an objective counterpart that time, as we age, goes by faster[J]. *Clin Interv Aging*, 2018, 13: 305-307.
- [26] Madden KM, Feldman B, Meneilly GS. Baroreflex function and postprandial hypotension in older adults [J]. *Clin Auton Res*, 2021, 31(2): 273-280.
- [27] Gentilcore D, Jones KL, O'Donovan DG, et al. Postprandial hypotension—novel insights into pathophysiology and therapeutic implications[J]. *Curr Vasc Pharmacol*, 2006, 4(2): 161-171.
- [28] Grobóty B, Grasser EK, Yepuri G, et al. Postprandial hypotension in older adults: Can it be prevented by drinking water before the meal? [J]. *Clin Nutr*, 2015, 34(5): 885-891.
- [29] Dashti HS, Mogensen KM. Recommending small, frequent meals in the clinical care of adults: a review of the evidence and important considerations [J]. *Nutr Clin Pract*, 2017, 32(3): 365-377.
- [30] Zhang X, Jones KL, Horowitz M, et al. Effects of proximal and distal enteral glucose infusion on cardiovascular response in health and type 2 diabetes[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2020, 105(8): 341.
- [31] Sato K, Sugiura T, Ohte N, et al. Postprandial hypotension in older people receiving tube feeding through gastrostomy[J]. *Geriatr Gerontol Int*, 2018, 18(10): 1474-1478.
- [32] Darwiche G, Ostman EM, Liljeberg HG, et al. Measurements of the gastric emptying rate by use of ultrasonography: studies in humans using bread with added sodium propionate[J]. *Am J Clin Nutr*, 2001, 74: 254-258.
- [33] Pham H, Phillips LK, Jones KL. Acute effects of nutritive and non-nutritive sweeteners on postprandial blood pressure[J]. *Nutrients*, 2019, 11(8): 1717.
- [34] Giezenaar C, Oberoi A, Jones KL, et al. Effects of age on blood pressure and heart rate responses to whey protein in younger and older men[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2021, 69(5): 1291-1299.
- [35] Nair S, Visvanathan R, Gentilcore D. Intermittent walking: a potential treatment for older people with postprandial hypotension[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2015, 16(2): 160-164.
- [36] Trahair LG, Horowitz M, Stevens JE, et al. Effects of exogenous glucagon-like peptide-1 on blood pressure, heart rate, gastric emptying, mesenteric blood flow and glycaemic responses to oral glucose in older individuals with normal glucose tolerance or type 2 diabetes[J]. *Diabetologia*, 2015, 58: 1769-1778.
- [37] Wu T, Rayner CK, Horowitz M. Incretins[J]. *Handb Exp Pharm*, 2016, 233: 137-171.
- [38] Thazhath SS, Marathe CS, Wu T, et al. Acute effects of the glucagon-like peptide-1 receptor agonist, exenatide, on blood pressure and heart rate responses to intraduodenal glucose infusion in type 2 diabetes[J]. *Diab Vasc Dis Res*, 2017, 14(1): 59-63.
- [39] Jones KL, Rigda RS, Buttfield MDM, et al. Effects of lixisenatide on postprandial blood pressure, gastric emptying and glycaemia in healthy people and people with type 2 diabetes[J]. *Diabetes Obes Metab*, 2019, 21(5): 1158-1167.
- [40] 周子华. 新型降糖药物的降压作用[J]. *临床心血管病杂志*, 2021, 37(8): 692-694.
- [41] Saito Y, Ishikawa J, Harada K. Postprandial and orthostatic hypotension treated by sitagliptin in a patient with dementia with Lewy Bodies[J]. *Am J Case Rep*, 2016, 17: 887-893.
- [42] Saito Y, Ishikawa J, Harada K. Postprandial and orthostatic hypotension treated by sitagliptin in a patient with dementia with lewy bodies[J]. *Am J Case Rep*, 2016, 17: 887-893.
- [43] Borg MJ, Jones KL, Sun Z, et al. Metformin attenuates the postprandial fall in blood pressure in type 2 diabetes[J]. *Diabetes Obes Metab*, 2019, 21(5): 1251-1254.
- [44] 张义朋, 何奔. 2型糖尿病中降糖药与心力衰竭风险[J]. *临床心血管病杂志*, 2021, 37(1): 16-21.
- [45] O'Donovan D, Feinle-Bisset C, Chong C, et al. Intraduodenal guar attenuates the fall in blood pressure induced by glucose in healthy older adults[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2005, 60: 940-946.
- [46] Jansen RW, Lipsitz LA. Postprandial hypotension: epidemiology, pathophysiology, and clinical management [J]. *Ann Int Med*, 1995, 122: 286-295.