XXXX DOI:

HCM患者运动康复的研究与进展

马成东[1],张 宏[1],马仲杰[2],杞红梅[3]
(1.云南省第一人民医院心内科,昆明 650000;2.云南省工人疗养院超声科,昆明 650000;
3.云南中医药大学第二附属医院老年病科,昆明 650000)

【摘 要】肥厚型心肌病(hypertrophic cardiomyopathy,HCM)是一种常见的常染色体显性遗传性疾病,主要特征为左室壁的异常增厚,其发病率约为1∶500~1∶200[1]。心脏性猝死(sudden cardiac Death,SCD)已成为HCM患者面临的最为严重的临床后果,也是运动员猝死的主要原因,相关研究表明,在年轻运动员的心脏性猝死中,HCM占30%以上,这也导致了一些国家建立了一些适当的参加运动训练的指引。在当前的医学领域,针对HCM患者是否应当增加运动强度的问题,仍然是一个颇具争议的议题。然而,随着2017年《中国成人肥厚型心肌病诊断与治疗指南》[2]发表和2023年《中国成人肥厚型心肌病诊断与治疗指南》[3]相继更新后,这一争议目前已趋于明朗。本文就目前HCM患者运动康复的最新国内外研究与进展作一综述。

【关键词】肥厚型心肌病;心脏性猝死;运动康复
【中图分类号】R114 【文献标志码】A

Research and advances in exercise rehabilitation for patients with hypertrophic cardiomyopathy

Ma Chengdong[1], Zhang Hong[1], Ma Zhongjie[2], Qi Hongmei[3]
(*1.Department of Cardiology, The First People's Hospital of Yunnan Province; 2.Department of Ultrasound Medicine, Yunnan Workers' Sanatorium; 3.Department of Geriatrics, The Second Affiliated Hospital of Yunnan University of Chinese Medicine*)

【**Abstract**】Hypertrophic cardiomyopathy(HCM) is a common autosomal dominant genetic disease characterized by abnormal thickening of the left ventricular wall, with an incidence rate of about 1∶500 to 1∶200. Sudden cardiac death(SCD) has become the most serious clinical consequence faced by HCM patients, and it is also the main cause of sudden death in athletes. Related studies have shown that HCM accounts for more than 30% of SCD cases in young athletes, and therefore, some countries have established appropriate guidelines for participating in exercise training. In the current medical field, there are still controversies over whether to increase the intensity of exercise for HCM patients. However, with the release of the Chinese Adult Hypertrophic Cardiomyopathy Diagnosis and Treatment Guidelines in 2017 and the subsequent update of the Chinese Adult Hypertrophic Cardiomyopathy Diagnosis and Treatment Guidelines in 2023, this controversial issue has tended to become clear. This article reviews the latest research and advances in exercise rehabilitation for HCM patients in China and globally.

【**Key words**】hypertrophic cardiomyopathy; sudden cardiac death; exercise rehabilitation

肥厚型心肌病(hypertrophic cardiomyopathy,HCM)是一种常见的常染色体显性遗传性疾病,随着诊疗手段的不断发展,HCM患者的检出率呈现逐年增长的趋势;心脏性猝死(sudden cardiac death,SCD)仍然是HCM患者面临的最为严重的临床后果,这也导致了HCM患者的运动明显受限。随着相关指南及中国专家共识关于HCM患者运动方案的推荐,不仅为临床医生提供了严谨的诊疗依据,同时也为HCM患者制定了科学的运动方案,这也标志着我国在HCM临床治疗及患者生活管理方面迈出了重要一步。这一研究成果的发布,对于优化HCM患者的长期预后,提升其生活质量,具有重要的现实意义和深远的学术影响。

作者介绍:马成东,Email:619014463@qq.com,
研究方向:心血管疾病基础与临床研究。
通信作者:杞红梅,Email:1005019950@qq.com。
基金项目:国家自然科学基金资助项目(编号:81960065)。

1 相关概念

1.1 肥厚型心肌病

肥厚型心肌病是一种典型的常染色体显性遗传性心脏疾病，其主要病理表现为左心室或右心室的异常肥厚。根据安静及负荷状态下左心室腔与主动脉瓣下压力阶差，HCM可分为梗阻性肥厚型心肌病、非梗阻性肥厚型心肌病和隐匿梗阻性肥厚型心肌病。

1.2 心脏性猝死

心脏性猝死作为一种典型的临床急症，指的是患者在急性心血管事件作用下，心脏功能发生严重障碍，从而导致意识丧失及生命终止的病理过程。

2 HCM相关流行病学

自1958年病理学家首次对左心室肥厚现象进行详细描述至今，HCM已在临床上被广泛认知。作为一种常染色体显性遗传性心肌病，HCM在一般人群中的发病率约为1∶500~1∶200[1]。值得注意的是，HCM患者面临的最严峻风险为心脏性猝死(SCD)，该风险在运动员群体中尤为突出。近年来，随着诊疗手段的不断发展，HCM的检出率亦呈现逐年增长的趋势。

3 HCM最新诊疗进展

3.1 HCM诊断标准

通过对心脏影像学技术的深入应用，HCM的诊断得以不断提升。对于成年人来说，左室壁≥15 mm诊断左室肥厚；对于儿童来说，左室厚度超过同龄、性别或身体指数的儿童左室厚度平均值2个标准差可诊断为左室肥厚；对于HCM的一级亲属来说，存在其它不可解释的左室厚度在1个或多个心肌节段≥13 mm时，可认定为左室肥厚。当主动脉瓣下压力阶差达到或超过30 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)，伴随左室腔内压力的升高，提示流出道阻力的增加，这对于评估HCM患者的病理生理学状态和预后至关重要。

3.2 HCM诊断方法

约40%~60%的HCM患者有家族性倾向，临床表现个体差异较大，症状可出现于病变的任何时期。在临床医学研究中，部分患者呈现隐匿性心脏病理特征。

3.2.1 心电图 心电图的临床表现缺乏特异性，约75%~95%的HCM患者心电图表现异常，心电图异常的程度和超声心动图诊断的心肌肥厚之间并无关联[4]。HCM的常见心电图表现有：ST-T改变；深而倒置的巨大T波，类似“冠状T波”；左室高电压；异常Q波的存在(儿童深Q波较成人更具特异性和敏感性)；左心房波形异常；部分合并预激综合征。电压与肥厚程度无关联。心律失常很常见，25%~30%有短阵室性心动过速，10%~15%有持续性心房纤颤，30%~35%有阵发性心房纤颤或室上速，5%有右束支传导阻滞，多数有室内差异性传导。

3.2.2 胸部X线 HCM患者胸部X线检查可见左心室增大，但亦可在正常范围内；肺部常有肺部淤血，但严重肺水肿少见。

3.2.3 超声心动图检查 超声心动图检查为HCM患者最重要的无创诊断方法，是诊断HCM的金标准之一。所有HCM患者均应行全面的经胸超声心动图检查(包括二维超声、彩色多普勒、频谱多普勒、组织多普勒等)；其诊断标准为：对于成年人来说，左室壁≥15 mm诊断左室肥厚；对于儿童来说，左室厚度超过同龄、性别或身体指数的儿童左室厚度平均值2个标准差可诊断为左室肥厚；对于HCM的一级亲属来说，存在其它不可解释的左室厚度在1个或多个心肌节段≥13 mm时，可认定为左室肥厚。超声心动图的主要表现为左室壁(任何节段或多个节段)、室间隔异常增厚、室间隔运动幅度明显降低、室间隔厚度/左室后壁厚度≥1.5∶1，左心室收缩末内径变小，收缩起始时室间隔与二尖瓣前叶的距离常明显缩小；二尖瓣前叶收缩期前向运动(SAM征)阳性。

3.2.4 心脏磁共振成像检查 超声心动图虽然是诊断HCM快速、简捷及实用的首选影像学方法，但是在少数声窗较差的病例中并不能提供完整、确切的诊断。钆对比剂延迟强化(late gadolinium enhancement，LGE)是心脏磁共振成像时识别心肌纤维化最有效的方法。在临床诊断中，针对HCM患者，心脏磁共振成像(cardiovascular magnetic resonance，CMR)检查已成为一种高度推荐的辅助手段。心脏磁共振成像在揭示HCM患者的病理生理机制及血流动力学变化方面发挥着至关重要的作用，有助于提升对该病综合特征的理解和临床管理。

3.2.5 心导管和造影检查 在特定临床情境下，对于疑似HCM的患者，若呈现一些特殊情况，心导管术及心血管造影检查则成为诊断与鉴别诊断的重要手段。其旨在提升患者诊断的精确度，为患者提供更为个体化和优化的治疗方案。

3.2.6 其他检查 对于超声心动图图像显示不清或心脏磁共振成像有检查禁忌者可选择行核素心肌扫描或心脏CT检查，二者均可显示心肌肥厚的部位和程度[5-9]。心肌活检是诊断HCM的金标准之一，并可为鉴别诊断提供重要的依据[10-12]，但因其有创性和操作风险仅限于准备心脏移植者。

3.3 HCM相关治疗

在心血管医学领域，HCM患者呈现出多种临床表现，其治疗方案需依据个体差异进行调整。尽管目前以内科药物作为主要治疗手段，然而，有相当比例的患者对药物治疗的反应并不理想[13-21]。在此背景下，积极探索并采用包括但不限于外科手术、酒精消融、双腔起搏、经皮心肌内室间隔消融术(Liwen术式)等辅助治疗方法，显得尤为重要。

3.3.1 药物治疗 在针对HCM患者的治疗策略中，推荐采用β受体阻滞剂以减轻胸部疼痛和呼吸困难症状，提高患者的运动耐力同时降低最大氧耗量。预防性治疗仅推荐用于高危室性心动过速性猝死（SCD）风险的HCM患者。

3.3.2 非药物治疗 在当前针对HCM的治疗领域，非药物治疗方法已取得显著进展，其中，室间隔心肌切除术、起搏器置入术、经皮室间隔化学消融术以及Liwen术式等创新技术占据重要地位。这些方法为HCM患者提供了多样化的治疗选择，显著提高了临床治疗效果。

外科手术：在当前心血管外科领域，Morrow手术及其改良技术已成为治疗HCM患者流出道梗阻的有效手段[22]。该手术主要针对那些经过连续多普勒超声检测，在静息或负荷状态下流出道压力阶差达到或超过50 mmHg，伴有严重胸痛、劳力性呼吸困难以及纽约心脏病协会（NYHA）心功能分级Ⅲ～Ⅳ级的患者。该外科手术已被广泛认为是缓解和解除流出道梗阻的标准治疗方式，尤其在儿童和成人药物难治性HCM的治疗中，已成为首选方法。手术应在经验丰富的医疗中心进行。

双腔起搏：在考虑到距离优质手术中心较远、术后监护治疗不便或对手术治疗持保留态度的患者群体时，置入双腔起搏器作为一种替代性治疗策略逐渐受到关注。尽管双腔起搏器在治疗HCM患者方面的应用尚处于相对早期阶段，且相关研究资料分布较为零散，现有证据表明，该技术能够持续有效地降低患者的压力阶差，并对其症状产生积极影响[23-25]。

酒精消融：酒精消融术作为一种治疗难治性HCM患者的前沿手段，其病例筛选标准与外科手术相仿。该技术依托超声或X线精准引导，通过导管将1~3 mL的无水酒精注入至冠状动脉间隔支，作用于肥厚的心肌区域，诱发局部心肌坏死，进而缓解室间隔肥厚及降低心室内压力阶差。研究表明，在降低死亡率、改善临床症状以及减少压力阶差等方面，酒精消融与外科手术具有相仿的治疗效果[26-28]。此外，酒精消融以其便捷性、实用性、经济性以及较小的创伤性，在临床治疗中显示出其独特的优势。

Liwen术式：2016年6月由西京医院超声医学科牵头完成世界首例超声引导下Liwen术式，截至目前，已经有非常多的梗阻性HCM患者接受了该项手术治疗，均取得了良好的临床效果，这一微创手术的运用将造福更多HCM患者[29]。

4 HCM相关运动康复

虽然几十年来人们直觉的知道体育活动与健康利益之间的联系，但缺乏体育活动仍然是一个主要的健康问题。美国每年大约有200 000人死于久坐不动的生活方式，相反，观察性研究表明，定期运动会给生存带来很大的好处[30]。习惯性运动可显著降低冠心病、心脏事件及心血管死亡的风险，并且能够改善已建立的冠心病患者的预后[31]。

耐力运动训练显著降低总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇，并且不依赖于饮食、基础体脂或体脂的变化从而来提高高密度脂蛋白胆固醇[32]。与单独的减肥饮食相比，长期有氧运动还能降低全身血压，减少体内脂肪和保持体重，并且能够预防糖尿病[33]。此外，有规律的锻炼可以减轻压力、焦虑和抑郁症。大量的研究已经证明了运动训练对心衰患者的安全性和有效性[34]。随机对照试验表明，运动训练比ACEI和β受体阻滞剂等传统药物治疗更能减轻症状，提高运动能力，提高生活质量，减少住院，提高患者生存率[35-36]。运动也会降低心力衰竭患者的终生风险[37]。鉴于这些令人信服的数据，了解HCM患者如何安全地获得定期运动所确立的终身健康益处是当务之急。

在当前学术领域，针对HCM患者的心脏康复研究尚处于起步阶段，尽管研究成果有限，但已取得显著进展。现有的科学证据显示，通过运动训练的方式能够对HCM患者的临床症状及身体机能产生积极的改善效果。据此，可以认为，运动疗法在HCM患者的综合管理中发挥着至关重要的作用，值得深入探讨和临床应用。有令人信服的动物数据支持适度的自愿锻炼不仅安全，而且可以预防甚至逆转HCM的许多病理特征这一概念。表达突变肌球蛋白重链的转基因小鼠在6~8个月大时会发展成病理状态[38]。与人类HCM一样，这些小鼠的心脏与体质量之比和组织病理学变化（如肌原纤维紊乱和纤维化）均表现出增加。转基因小鼠表现出与非转基因小鼠（non-transgenic，NTG）相似的运动表现和生理适应性。HCM和NTG运动小鼠之间的死亡率没有差异，证明了中等强度运动在HCM小鼠中的安全性。对扩张型心肌病（DCM）的转基因小鼠模型的另一项研究表明，长期游泳训练可显著改善生存率和心脏功能，抑制心脏肥大标志物的表达，并增强参与有效代谢能量处理的信号通路[39]。这些数据表明运动作为一种治疗策略，可以起到预防或延迟疾病的发生。

HCM占运动员SCD病例的30%以上。在诸如篮球和足球等高强度运动中，其发生率要高得多。然而，对任何形式运动的安全性的高度关注促使人们制定了国家准则，从而阻碍了几乎所有竞技体育的参与。尽管尚无娱乐活动安全性的数据，但专家意见一致认为，许多中度有氧强度的娱乐活动（即步行，骑自行车，轻慢跑，游泳）通常是安全的[30,40-44]。

尽管不能将HCM患者剧烈运动引起的SCD风险降到最低，但在考虑对HCM患者进行运动干预的风险时，记住以下3点也很重要。首先，这种习惯性运动大大降低了普通人群突然死亡的相对风险。其次，过去十年来针对慢性稳定型心力衰竭患者的几项大型临床研究表明，习惯性运动具有安全性和许多益处。最后，HCM患者在症状受限运动期间发生室性心律失常极为罕见[45]。

在当前心血管病治疗领域，运动康复已逐渐成为提高

HCM患者生存质量的重要干预措施[46]。根据最新的临床研究,这种干预策略显著提升了患者的心肺耐力、运动机能、生理状态以及日常生存质量。运动康复治疗已被证实能够通过增加每搏输出量、优化骨骼肌血管内皮功能及促进心肌结构的良性重构,从而有效提升患者的运动能力,并显著降低死亡率与住院率。

在实施运动康复治疗之前,针对HCM患者,必须进行细致的安全评估和严谨的风险筛查,同时应依据权威指南对药物治疗方案进行优化。根据欧洲心脏病学会(ESC)的指南,HCM患者的运动康复评估体系已相对完善,其初步评估内容涵盖了个体及家族病史、患者年龄、病发前的运动经历时长、HCM的表型特征,以及包括SCD/心脏骤停在内的常见风险因素。

在制定个性化的运动康复方案之前,进行康复风险评估是不可或缺的步骤。一些特定的心律失常,均被视为运动康复的禁忌症。对于HCM患者,若出现未控制的自发性心室颤动、心房颤动或频繁的非持续性室性心动过速(在24~48 h内发生频率≥3 次,心率≥200 次/min),在此情况下应避免进行康复治疗。因此,在实施运动康复计划前,对患者的整体风险进行全面评估,并根据具体病情制定适宜的治疗策略,对于确保治疗安全性和有效性至关重要。

平板运动试验与心肺运动试验(cardiopulmonary exercise testing,CPET)已被广泛认为是评估HCM患者心肺功能的有效工具,其安全性、客观性与准确性已得到临床验证[47-48]。研究显示,在HCM患者中,若运动测试过程中或恢复阶段出现室性心律失常、心绞痛、晕厥、呼吸困难等症状,尤其是心电图显示ST段压低≥2 mm的严重心肌缺血,以及异常血压反应,均表明患者处于高风险状态。此外,在CPET中,呼吸效率的降低(表现为二氧化碳通气当量斜率升高)与振荡通气的出现,已被证实与患者猝死风险的提高及运动耐受能力的下降具有显著相关性。

依据最新研究进展,针对HCM患者,建议其规避剧烈或竞技性体育锻炼,转而采取低至中等强度的休闲运动方式。此类运动方式已被证实能够在维护患者心肺功能、提升身体机能及增强生活质量方面发挥积极作用,同时对其整体健康状况的保持亦具有重要价值[3]。深入探讨不同运动强度对HCM患者的影响,有助于为临床治疗和康复指导提供更为科学的理论依据[49]。

在针对HCM患者的运动疗法中,有氧运动应作为核心组成部分,同时配合柔韧性训练以优化整体运动效果。对于高风险患者群体,抗阻训练的引入需尤为谨慎[50-51]。此外,在运动过程中,密切监测患者的临床症状、血压、心率及心电图变化至关重要。若出现任何异常,应立即详细记录,并根据情况对运动方案进行重新评估和调整,以确保治疗的安全性和有效性。

在当代康复医学领域,居家运动康复作为一种创新的远程监控指导模式,正日益显示出其重要性。该模式不仅拓展了患者健康教育的广度,而且强化了康复咨询与监督的深度,从而在确保患者能够维持既定运动习惯的同时,有效降低运动相关的风险。

在针对HCM患者的临床管理中,建议对于维持规律性身体活动的患者群体,实施年度的系统性随访措施。特别是针对那些有较高风险的青少年及年轻成人群体,临床医生应考虑将随访频率增加至每6个月1次。若在规律锻炼期间患者出现新的临床症状,应立即暂停运动活动,并对其进行及时的重新评估,以确保患者安全并优化治疗策略。

5 小结与展望

HCM作为最常见的常染色体显性遗传性心血管疾病,目前发病率正在逐年上升,SCD作为HCM患者最为严重的结局,一直困扰着HCM患者及临床医生,随着科学技术的发展,目前以药物治疗为主的各种微创手术为HCM患者带来了全新的希望,随着HCM患者基因诊疗技术的不断发展,坚信总有一天能找到缓解直至治愈HCM的有效方法。对于HCM患者,在经过相关专业诊疗中心的评估后,许多中等强度的有氧运动通常是安全的。在当前的医疗实践中,针对HCM患者的运动指导大多局限于对潜在高风险活动的警示,如高强度锻炼等。然而,关于这一特殊群体如何科学地维持健康生活方式,特别是在适宜的运动量和强度方面,尚缺乏精确而有效的临床建议。研究显示,超过半数的HCM患者由于缺乏适宜的运动指导,误认为自己应完全避免运动,导致其未能满足基本的身体活动要求。在此背景下,HCM患者在中等至高强度的体力工作及娱乐性活动方面的参与度明显较低。为此,迫切需要针对这一患者群体制定既安全又高效的体育活动指南,以优化其生活质量和心血管健康。大量的研究表明,规律的运动康复是安全并且益处颇多。相信,随着本课题组对HCM患者运动康复的深入了解,在不久的将来,一套相对完善的关于HCM患者的运动方案将会被制定并且会造福更多的HCM患者。

参 考 文 献

[1] 杜明昭,康连鸣,宋 雅. 成人肥厚型心肌病康复和运动管理中国专家共识[J]. 中国循环杂志,2024,39(1):29-40.
Du MZ, Kang LM, Song Y. Chinese expert consensus on rehabilitation and exercise management in adults with hypertrophic cardiomyopathy [J]. Chin Circ J, 2024, 39(1): 29-40.

[2] 中华医学会心血管病学分会中国成人肥厚型心肌病诊断与治疗指南编写组,《中华心血管病杂志》编辑委员会. 中国成人肥厚型心肌病诊断与治疗指南[J]. 中华心血管病杂志,2017,45(12):1015-1032.
The Writing Committee of the Guidelines for the Diagnosis and Treat-

ment of Hypertrophic Cardiomyopathy in Chinese Adults, under the Chinese Society of Cardiology, Chinese Medical Association, in collaboration with the Editorial Committee of the Chinese Journal of Cardiovascular Diseases. Guidelines for the diagnosis and treatment for Chinese adult patients with hypertrophic cardiomyopathy[J]. Chinese Journal of Cardiology, 2017, 45(12):1015-1032.

[3] 国家心血管病中心心肌病专科联盟、中国医疗保健国际交流促进会心血管病精准医学分会"中国成人肥厚型心肌病诊断与治疗指南"专家组. 中国成人肥厚型心肌病诊断与治疗指南2023[J/OL]. 中国分子心脏病学杂志, 2023: 1-35. (2023-02-16). https://link.cnki.net/doi/10.16563/j.cnki.1671-6272.2023.02.001.

The Joint Committee of Cardiomyopathy Specialty Alliance, National Center for Cardiovascular Diseases/Cardiovascular Precision Medicine Branch of China International Exchange and Promotive Association. 2023 guideline for diagnosis and treatment of patients with hypertrophic cardiomyopathy[J/OL]. Mol Cardiol China, 2023: 1-35. (2023-02-16). https://link.cnki.net/doi/10.16563/j.cnki.1671-6272.2023.02.001.

[4] Finocchiaro G, Sheikh N, Biagini E, et al. The electrocardiogram in the diagnosis and management of patients with hypertrophic cardiomyopathy[J]. Heart Rhythm, 2020, 17(1): 142-151.

[5] 熊 思, 秦 蕾, 阮 坚, 等. 心肌声学造影联合心脏MRI对肥厚性心肌病的诊断价值[J]. 临床超声医学杂志, 2021, 23(6): 445-449.

Xiong S, Qin L, Ruan J, et al. Myocardial contrast echocardiography combined with cardiac MRI in the diagnosis of hypertrophic cardiomyopathy[J]. J Clin Ultrasound Med, 2021, 23(6): 445-449.

[6] Bhasin D, Sharma A, Sharma YP, et al. Utility of cardiac computed tomography in the diagnosis of apical hypertrophic cardiomyopathy: a case series[J]. Heart Views, 2024, 25(2): 86-91.

[7] Funabashi N, Akaza S, Shukuya A, et al. Abstract 18374: effective atomic number and electron density number acquired using latest spectral CT enable the differentiation of infarcted myocardium and hypertrophied myocardium from normal myocardium[J]. Circulation, 2023, 148(Suppl_1): A18374-A18374.

[8] Aoki S, Takaoka H, Asada K, et al. Abstract 16623: extra-cellular volume fraction analysis on cardiac CT is useful for predicting the prognosis of hypertrophic cardiomyopathy[J]. Circulation, 2023, 148(Suppl_1): A16623-A16623.

[9] Khalil M, Benjamin MM, Munir MS, et al. Abstract 12158: left atrial volumes and strain by cardiac magnetic resonance are associated with long term outcomes in patients with hypertrophic cardiomyopathy[J]. Circulation, 2022, 146(Suppl_1): A12158 - A12158.

[10] Han C, Zhou MY, Hu R, et al. Trans-septal myocardial biopsy in hypertrophic cardiomyopathy using the liwen procedure: an introduction of a novel technique[J]. J Interv Cardiol, 2021, 2021: 1905184.

[11] Shintani Y, Nakayama T, Masaki A, et al. Clinical impact of the pathological quantification of myocardial fibrosis and infiltrating T lymphocytes using an endomyocardial biopsy in patients with hypertrophic cardiomyopathy[J]. Int J Cardiol, 2022, 362: 110-117.

[12] Saleem M, Balla S, Amin MS, et al. Hereditary apolipoprotein A-I-associated cardiac amyloidosis: importance of endomyocardial biopsy when suspicion remains high[J]. JACC Case Rep, 2021, 3(7): 1032-1037.

[13] Shang EH, Tan HM. Comparison of drug therapy efficacy in patients with hypertrophic cardiomyopathy: a network meta-analysis[J]. Am J Cardiol, 2024, 226: 97-107.

[14] Ma SL, Song L. Research progress on anti-myocardial fibrosis drugs for hypertrophic cardiomyopathy[J]. Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi, 2024, 52(12): 1452-1457.

[15] Butzner M, Papademetriou E, Potluri R, et al. Differences in healthcare resource use and cost by pharmacotherapy among patients with symptomatic obstructive hypertrophic cardiomyopathy: real-world analysis of claims data[J]. Am J Cardiovasc Drugs, 2024, 24(6): 801-811.

[16] Mazur M, Braksator W, Popjes E. Hypertrophic cardiomyopathy: from medical treatment to advanced heart failure therapies[J]. Curr Cardiol Rep, 2024, 26(9): 985-994.

[17] Gaballa A, Jadam S, Desai MY. Promising therapies for adults with symptomatic obstructive hypertrophic cardiomyopathy: 2023 and beyond[J]. Expert Opin Pharmacother, 2024, 25(7): 915-924.

[18] Hutt E, Desai MY. Medical treatment strategies for hypertrophic cardiomyopathy[J]. Am J Cardiol, 2024, 212S: S33-S41.

[19] Zhu M, Reyes KRL, Bilgili G, et al. Medical therapies to improve left ventricular outflow obstruction and diastolic function in hypertrophic cardiomyopathy[J]. JACC Adv, 2023, 2(8): 100622.

[20] Desai MY, Owens A, Wang A. Medical therapies for hypertrophic cardiomyopathy: Current state of the art[J]. Prog Cardiovasc Dis, 2023, 80: 32-37.

[21] Rosenzveig A, Garg N, Rao SJ, et al. Current and emerging pharmacotherapy for the management of hypertrophic cardiomyopathy[J]. Expert Opin Pharmacother, 2023, 24(12): 1349-1360.

[22] 李晓艺, 吴宏祥, 王若冰, 等. 改良Morrow术治疗儿童肥厚型梗阻性心肌病远期疗效的单中心回顾性研究[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2024, 31(7): 985-990.

Li XY, Wu HX, Wang RB, et al. Long-term effect of modified Morrow surgery on hypertrophic obstructive cardiomyopathy in children: A retrospective study in a single center[J]. Chin J Clin Thorac Cardiovasc Surg, 2024, 31(7): 985-990.

[23] Subramanian M, Shekar V, Krishnamurthy P, et al. Optimizing diastolic filling by pacing in nonobstructive hypertrophic cardiomyopathy[J]. Heart Rhythm, 2023, 20(9): 1307-1313.

[24] Lin MX, Huang SF, Huang XY, et al. Left bundle branch pacing improved the outcome of end-stage hypertrophic cardiomyopathy: a case report[J]. Ann Noninvasive Electrocardiol, 2025, 30(3): e70073.

[25] Wojtkowska A, Zarczuk R, Brzozowski W, et al. 113 Echocardiographic assessment of right ventricular outflow tract obstruction in hypertrophic cardiomyopathy-efficacy of dual chamber pacing in reducing of gradient[J]. Eur Heart J Cardiovasc Imag, 2020, 21(Supplement_1): jez319.029.

[26] Veselka J, Hansvenclova E, Tesarkova KH, et al. Comparable outcomes in single versus multiple septal branches alcohol ablation for obstructive hypertrophic cardiomyopathy[J]. Int J Cardiol, 2025, 429:

133145.

[27] Matsuda J, Tokita Y, Hoshika L, et al. Optimal ablation pattern on intraprocedural echocardiography is associated with favorable clinical outcomes of alcohol septal ablation for hypertrophic obstructive cardiomyopathy[J]. J Cardiol, 2025, 86(1): 64-72.

[28] Sato R, Sakamoto A, Suwa K, et al. Alcohol septal ablation in drug-refractory hypertrophic obstructive cardiomyopathy patient with multiple comorbidities[J]. J Cardiol Cases, 2025, 31(1): 5-8.

[29] 廖福顺,游宇光.经皮心肌内室间隔射频消融治疗肥厚型梗阻性心肌病进展[J].中国介入影像与治疗学,2024,21(4):247-251.
Liao FS, You YG. Progresses of percutaneous intramyocardial septal radiofrequency ablation of hypertrophic obstructive cardiomyopathy[J]. Chin J Interv Imag Ther, 2024, 21(4): 247-251.

[30] Wasserstrum Y, Barbarova I, Lotan D, et al. Efficacy and safety of exercise rehabilitation in patients with hypertrophic cardiomyopathy[J]. J Cardiol, 2019, 74(5): 466-472.

[31] Li M, Zhuo XJ, Shao LH, et al. The effect of cardiac rehabilitation prescription on medication complications and ET-1, WMSI in elderly patients with coronary heart disease[J]. J Cardiothorac Surg, 2024, 19(1): 630.

[32] 邢坤权.运动训练对血脂代谢影响的研究进展[J].当代体育科技,2021,11(32):40-43.
Xing KQ. Research progress of the effect of exercise training on lipid metabolism[J]. Contemp Phys Technol, 2021, 11(32): 40-43.

[33] de Almeida JA, Batalha APDB, de Oliveira Santos CV, et al. Acute effect of aerobic and resistance exercise on glycemia in individuals with type 2 diabetes: Systematic review and meta-analysis[J]. Braz J Phys Ther, 2025, 29(1): 101146.

[34] Baral R, Ho JSY, Soroya AN, et al. Exercise training improves exercise capacity and quality of life in heart failure with preserved ejection fraction: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Eur Heart J Open, 2024, 4(4): oeae033.

[35] Kim T, Jin Y, Cho J, et al. Impact of exercise training on survival rate and neural cell death in sepsis through the maintenance of redox equilibrium[J]. Int Neurourol J, 2024, 28(1): 22-32.

[36] Ommen SR, Mital S, Burke MA, et al. 2020 AHA/ACC guideline for the diagnosis and treatment of patients with hypertrophic cardiomyopathy: executive summary: a report of the American college of cardiology/American heart association joint committee on clinical practice guidelines[J]. J Am Coll Cardiol, 2020, 76(25): 3022-3055.

[37] Kambič T, Feuerstein A, Tran PT, et al. Exercise training in left ventricular assist device patients: Protocol of an individual participant data meta-analysis[J]. ESC Heart Fail, 2025, 12(1): 649-656.

[38] Hegde SM, Lester SJ, Solomon SD, et al. Effect of mavacamten on echocardiographic features in symptomatic patients with obstructive hypertrophic cardiomyopathy[J]. J Am Coll Cardiol, 2021, 78(25): 2518-2532.

[39] Olivotto I, Oreziak A, Barriales-Villa R, et al. Mavacamten for treatment of symptomatic obstructive hypertrophic cardiomyopathy (EXPLORER-HCM): a randomised, double-blind, placebo-controlled, phase 3 trial[J]. Lancet, 2020, 396(10253): 759-769.

[40] Alghadir AH, Gabr SA, Iqbal A. Enhancing cognitive performance and mitigating dyslipidemia: the impact of moderate aerobic training on sedentary older adults[J]. BMC Geriatr, 2024, 24(1): 678.

[41] Schumann CL, Nealy ZB, Mathew RC, et al. Pilot study of supervised exercise and intensive medical therapy in patients with ischemia with No evidence of obstructive coronary artery disease and coronary microvascular dysfunction[J]. Am J Cardiol, 2024, 214: 142-143.

[42] Fonseca EG, Araújo-Ferreira AP, Berger M, et al. Preconditioning by moderate-intensity exercise prevents gentamicin-induced acute kidney injury[J]. Int J Sports Med, 2024, 45(12): 884-896.

[43] Basu J, Malhotra A, Papadakis M. Exercise and hypertrophic cardiomyopathy: Two incompatible entities?[J]. Clin Cardiol, 2020, 43(8): 889-896.

[44] Pelliccia A, Solberg EE, Papadakis M, et al. Recommendations for participation in competitive and leisure time sport in athletes with cardiomyopathies, myocarditis, and pericarditis: position statement of the Sport Cardiology Section of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC)[J]. Eur Heart J, 2019, 40(1): 19-33.

[45] Kantenwein V, Pavaci H, Haller B, et al. Ventricular arrhythmias and the role of antitachycardia pacing in patients with electrical heart disease and hypertrophic cardiomyopathy[J]. Int J Cardiol Congenit Heart Dis, 2025, 19: 100562.

[46] Verma A, Anand A, Patel VA, et al. Redefining management in hypertrophic cardiomyopathy: the role and challenges of exercise rehabilitation[J]. Cardiol Rev, 2024.

[47] 胡小莹,乔树宾,孙兴国,等.肥厚型心肌病患者的心肺功能评估和相关因素研究[J].中国循环杂志,2021,36(4):372-378.
Hu XY, Qiao SB, Sun XG, et al. Assessment of cardiopulmonary exercise capacity in patients with hypertrophic cardiomyopathy[J]. Chin Circ J, 2021, 36(4): 372-378.

[48] 中国康复医学会心血管病专业委员会.中国心脏康复与二级预防指南:2018版[M].北京:北京大学医学出版社,2018.
Cardiovascular disease professional committee of the chinese association of rehabilitation medicine. Chinese guideline for cardiac rehabilitation and secondary prevention[M]. Beijing: Peking University Medical Press, 2018.

[49] Sharma S, Pelliccia A, Gati S. The 'ten commandments' for the 2020 ESC guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease[J]. Eur Heart J, 2020: ehaa735.

[50] Toval A, Solis-Urra P, Bakker EA, et al. Exercise and brain health in patients with coronary artery disease: study protocol for the HEART-BRAIN randomized controlled trial[J]. Front Aging Neurosci, 2024, 16: 1437567.

[51] Bozkurt B, Fonarow GC, Goldberg LR, et al. Cardiac rehabilitation for patients with heart failure: JACC expert panel[J]. J Am Coll Cardiol, 2021, 77(11): 1454-1469.

(收稿:2025-07-07;修回:2025-09-09;录用:2025-09-15)
(责任编辑:李青颖)