

· 新进展 ·

肺癌相关心血管疾病的研究进展

马佳瑞¹, 牛雅妮¹, 万敬强², 谢萍²扫描二维码
查看更多

【摘要】 肺癌是中国死亡率最高的癌症, 近年随着治疗方式的不断更新, 肺癌患者的生存率得到提高, 但肺癌幸存者罹患心血管疾病的风险不断增加。目前关于癌症患者心血管疾病发生风险的研究大多数集中于乳腺癌, 但我国肺癌的发病率仅次于乳腺癌。本文就肺癌与心血管疾病的共同危险因素和共同病理生理机制、肺癌治疗导致的心血管疾病及肺癌患者心血管疾病的治疗做一总结, 以期对肺癌患者的心脏管理提供参考, 从而最大限度地提高肺癌幸存者的生活质量。

【关键词】 肺肿瘤; 心血管疾病; 危险因素; 化疗药物

【中图分类号】 R 734.2 R 54 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2022.00.303

Research Progress of Lung Cancer Related Cardiovascular Diseases MA Jiarui¹, NIU Yani¹, WAN Jingqiang², XIE Ping²

1.School of Clinical Medicine, Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, China

2.First Department of Cardiology, Gansu Provincial Hospital, Lanzhou 730000, China

Corresponding author: XIE Ping, E-mail: pingxie66@163.com

【Abstract】 Lung cancer is the most deadly cancer in China. With the continuous update of treatment methods in recent years, the survival rate of lung cancer patients has been improved, but the risk of cardiovascular disease in cancer survivors has been increased. At present, most studies on cardiovascular disease risk of cancer patients focus on breast cancer, but the incidence of lung cancer in China is second only to breast cancer. This article summarizes the common risk factors and pathophysiological mechanism of lung cancer and cardiovascular disease of lung cancer patients, the cardiovascular disease caused by lung cancer treatment, and the treatment of cardiovascular disease of lung cancer patients, in order to provide reference suggestions for the cardiac management of lung cancer patients, and maximize the quality of life of lung cancer survivors.

【Key words】 Lung neoplasms; Cardiovascular diseases; Risk factors; Chemotherapy drugs

癌症是严重危害人类健康的疾病, 在世界范围内癌症发病率和死亡率正在迅速增加, 其中女性乳腺癌发病率最高, 占11.7%, 其次是肺癌(占11.4%)、大肠癌(占10.0%)、前列腺癌(占7.3%)和胃癌(占5.6%), 肺癌死亡率最高, 达18.0%^[1]。一项关于肺癌幸存者的长期随访研究发现, 肺癌患者非癌症死亡的最常见原因是心血管疾病(28.0%的非癌症死亡)^[2]。这一现象与两种疾病有许多共同危险因素、肺癌治疗药物的心脏毒性以及临床医生对潜在心血管风险因素的识别和干预不足密切相关。近期一项纳入16万例癌症患者长达40年的随访研究发现, 青少年癌症幸存者心血管疾病的累积死亡率是普通人群的1.4倍^[3]。所以对于肺癌患者应该尽早关注其心血管疾病危险因素并进行早期干预, 尤其是合并心血管疾病的肺癌患者。本文从肺癌与心血管疾病的共同危险因素、共同病理生理机制和肺癌治疗导致的心血管疾病以及肺癌患者心血管疾病的治疗几个方面阐述肺癌与心血管疾

病的关系, 旨在更深入地揭示两者之间的关系, 从而为预防肺癌患者发生心血管疾病提供临床参考。

1 肺癌和心血管疾病的共同危险因素

肺癌与心血管疾病有许多共同危险因素。心血管疾病的危险因素包括年龄、性别、高血压、高脂血症、糖尿病、吸烟、肥胖、饮食不健康、久坐、遗传易感性等, 上述危险因素同时也被认为是癌症的危险因素, 虽然每个危险因素对疾病发生发展的作用相对较小, 但这些危险因素同时存在就会增加肺癌或心血管疾病的发病率^[4-6]。

2 肺癌和心血管疾病的共同病理生理机制

目前, 在癌症研究领域“以癌细胞为中心”的观点正在发生改变, 癌细胞可以与由成纤维细胞、血管细胞和炎症免疫细胞组成的基质细胞网络共同形成肿瘤微环境。肿瘤可以导致炎症递质的上调和其他免疫细胞的募集, 同时, 炎症反应和组织修复免疫反应也会促进肿瘤的发生发展^[7]。炎症因子可通过核苷酸结合寡聚化结构域样受体蛋白3(NOD-like receptor protein 3, NLRP3)炎症小体激活衰老相关的分泌表型(senescence-associated secretory phenotype, SASP), 从而导致动脉粥样硬化、高血压等心血管疾病^[8]。除此之外, 氧化应激、神经激素激活等也是癌症和心血管疾病的共同病理生理机制。既往文献报道, 脂肪组织可产生白介素6、肿瘤坏死

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(81860047)

作者单位: 1.750004宁夏回族自治区银川市, 宁夏医科大学临床医学院

2.730000甘肃省兰州市, 甘肃省人民医院心内一科

通信作者: 谢萍, E-mail: pingxie66@163.com

因子 (tumor necrosis factor, TNF)、瘦素、血管紧张素、C反应蛋白等因子, 其中有致癌因子, 也有参与冠状动脉粥样硬化形成的因子^[9]。糖尿病可通过多种机制参与心血管疾病及肿瘤的发生发展, 包括高胰岛素血症、高血糖和炎症。高血压可通过激活氧化应激反应导致动脉粥样硬化的发生, 也可以通过升高血管内皮生长因子水平促进肿瘤的发生发展^[9]。

3 肺癌治疗导致的心血管疾病

肺癌的主要治疗方式有手术治疗、化学治疗、放射治疗、分子靶向治疗及免疫治疗, 其相关的心脏毒性损伤主要包括心功能不全和心力衰竭、冠状动脉疾病、心脏瓣膜病、心律失常 (特别是QT间期延长)、高血压、血栓栓塞疾病、外周血管疾病、卒中、肺动脉高压、心包疾病等。

3.1 化学治疗 肺癌的化学治疗药物主要包括铂类、紫杉烷类、其他 (如培美曲塞、依托泊苷等) 药物, 而以顺铂为基础的化疗会导致7%~32%的患者发生心血管疾病, 尤其是心肌梗死和心绞痛^[10]。WANG等^[11]研究发现, 顺铂可以激活cGAS-STING通路、STING-TNF- α -激活蛋白1 (activator protein 1, AP-1) 轴, 从而触发心肌细胞凋亡, 进而诱导心脏毒性损伤的发生。紫杉烷类药物心脏毒性的发生率为3%~20%^[10], 其引起的心脏毒性损伤包括QT间期延长、心动过缓和心房颤动。目前, 对于紫杉烷类药物诱导心脏毒性损伤的机制并不清楚, 有研究者认为是超敏反应伴随大量组胺释放导致传导系统紊乱和心律失常, 也有研究者认为是药物对亚细胞器的作用导致心肌细胞损伤^[10]。

3.2 放射治疗 放射性心脏损伤指心脏受到1次或短时间内受到多次外照射的剂量达10 Gy, 或分次受到局部外照射的累积剂量达45 Gy而引起的损伤, 包括心包损伤、心肌损伤、冠状动脉损伤和心内膜损伤等, 其中以放射性心肌损伤最常见。放射性心脏损伤的病理改变表现为心肌细胞凋亡和心肌纤维化。心肌细胞减少会引起心肌壁变薄、心脏重构、进行性心室纤维化, 导致心肌收缩功能降低, 最终导致心力衰竭^[12]。也有文献报道, 放射性心肌损伤是辐射诱导的急性炎症通路激活的结果, 也可导致慢性致病级联反应^[13]。

3.3 分子靶向治疗 原癌基因ErbB家族有4个成员, 分别为ErbB1、ErbB2、ErbB3和ErbB4^[14]。分子靶向治疗的主要靶点是ErbB, 目前ErbB靶向治疗包括ErbB靶向单克隆抗体、ErbB激酶抑制剂、多靶点酪氨酸激酶抑制剂^[10]。(1) ErbB靶向单克隆抗体。曲妥珠单抗是一种靶向ErbB2的单克隆抗体, 其单药治疗时有2%~5%的患者会发生心脏毒性损伤^[15]。有研究报道, ErbB2可通过抑制内皮型一氧化氮合酶表达来增加活性氧的产生^[16], 抑制ErbB2可改变Bcl-x的剪接, 诱导内源性凋亡信号^[17], 也可以导致Bcl-xS/Bcl-xL比值升高, 激活Caspase-9和Caspase-3, 导致细胞凋亡^[17-18]。曲妥珠单抗通过Ras/Raf/MEK/ERK、PI3K/Akt和黏着斑激酶依赖途径抑制ErbB2二聚体的能力, 从而抑制细胞存活^[19]。

(2) ErbB激酶抑制剂。ErbB激酶抑制剂包括吉非替尼、阿法替尼、奥克替尼等。虽然ErbB激酶抑制剂引起心脏毒性损伤的发生率很低, 但其对心肌细胞的直接作用可导致心力衰竭、心肌病、心电传导异常和QT间期延长, 有时可导致恶

性心律失常甚至心脏停搏; 除心脏效应外, ErbB激酶抑制剂还可引起血管效应, 导致高血压、动脉损伤和静脉血栓栓塞等^[14]。ALHOSHANI等^[20]通过体内和体外研究表明, 吉非替尼通过调节心脏磷酸酶、PTEN/Akt/FoxO3a通路和细胞色素P450同工酶1A1介导的反应性代谢物的形成来诱导心脏毒性损伤。但由于吉非替尼引起心脏毒性损伤机制的相关研究尚不完善, 所以其确切机制仍需进一步研究。(3) 多靶点酪氨酸激酶抑制剂。多靶点酪氨酸激酶抑制剂包括舒尼替尼、索拉非尼、伊马替尼和尼罗替尼, 其很少应用于肺癌的治疗。伊马替尼是一种抑制BCR-ABL融合蛋白、酪氨酸激酶受体和血小板衍生生长因子受体的酪氨酸激酶抑制剂, 主要用于治疗慢性粒细胞白血病和胃肠道间质瘤。研究表明, 伊马替尼导致的心脏毒性损伤发生率非常低, 只有不到1%的患者发生心力衰竭^[10]。

免疫检查点抑制剂主要包括程序性死亡受体1 (programmed death receptor 1, PD-1) 抑制剂和程序性死亡配体1 (programmed death-ligand 1, PD-L1) 抑制剂。PD-1和PD-L1可以通过诱导免疫调节性细胞活化而抑制T淋巴细胞介导的细胞免疫反应, 进而促使肿瘤细胞凋亡, 并促进外周血T淋巴细胞凋亡^[21]。有学者对两万多例肺癌患者进行随访发现, 接受免疫检查点抑制剂治疗的肺癌患者1年后发生心血管事件的绝对风险为9.7%^[22]。GIL-CRUZ等^[23]研究证实, 自身免疫性心肌炎向致命性心脏病发展取决于心肌肌球蛋白特异性T辅助性细胞在肠内的印迹, 这些细胞是由一种共生拟杆菌属肽模拟物所产生的, 而共生拟杆菌属肽模拟物可以促进炎症性心肌病的发生, 常见的有心肌炎、心包炎/心包积液、心肌病、高血压和心律失常。

4 肺癌患者心血管疾病的防治

随着抗癌治疗的方法及涉及的机制和药物靶点不断增加, 早期和晚期心脏毒性损伤患者不断增多。目前使用 β -受体阻滞剂、肾素-血管紧张素-醛固酮系统抑制剂、钠-葡萄糖协同转运蛋白2抑制剂、他汀类药物等预防肺癌治疗相关心脏毒性损伤尚存在争议^[24], 而指南推荐的心脏毒性损伤的主要监测指标为左心室射血分数和左心室全轴纵向应变, 且仅右雷佐生是萘环类药物所致心脏毒性的1A类推荐, 而其他药物对心脏毒性的治疗证据不足^[25]。

一项关于8 002例成年人的队列研究发现, 运动具有广泛的全身性作用, 包括抗炎、改善代谢和内皮功能、维持正常体质量及降低心血管疾病、糖尿病、癌症发病率^[26]。所以, 针对癌症合并心血管疾病患者可以采取饮食、运动、药物三种治疗方式相结合的综合治疗方式。

5 小结与展望

目前, 抗癌治疗所致心脏毒性损伤的发生机制尚不明确, 肺癌患者心血管疾病的防治仍存在争议, 且心脏毒性损伤已成为影响肺癌患者生存质量的关键问题。因此, 尽早干预危险因素、早期发现心脏毒性损伤、及时给予心脏保护药物, 对预防肺癌患者发生心血管疾病至关重要。所以, 未来还需要解决的问题有: (1) 探索可以早期预测肺癌患者发生心血管疾病的生物学指标, 以便早期发现心脏毒性损伤;

(2) 进一步研究化疗药物所致心脏毒性损伤的机制; (3) 研发更多的心脏保护药物; (4) 提倡多学科联合、多中心合作, 完善交叉学科的建设。

作者贡献: 马佳瑞进行文章的构思与设计、可行性分析, 撰写、修订论文; 马佳瑞、牛雅妮进行文献/资料收集; 马佳瑞、万敬强进行文献/资料整理; 谢萍负责文章的质量控制及审校, 并对文章整体负责、监督管理。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] SUNG H, FERLAY J, SIEGEL R L, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71 (3): 209-249. DOI: 10.3322/caac.21660.
- [2] ABDEL-RAHMAN O. Causes of death in long-term lung cancer survivors: a SEER database analysis [J]. *Curr Med Res Opin*, 2017, 33 (7): 1343-1348. DOI: 10.1080/03007995.2017.1322052.
- [3] WANG L, WANG F J, CHEN L Y, et al. Long-term cardiovascular disease mortality among 160 834 5-year survivors of adolescent and young adult cancer: an American population-based cohort study [J]. *Eur Heart J*, 2021, 42 (1): 101-109. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa779.
- [4] KOENE R J, PRIZMENT A E, BLAES A, et al. Shared risk factors in cardiovascular disease and cancer [J]. *Circulation*, 2016, 133 (11): 1104-1114. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.020406.
- [5] TOYA T, SARA J D, CORBAN M T, et al. Assessment of peripheral endothelial function predicts future risk of solid-tumor cancer [J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2020, 27 (6): 608-618. DOI: 10.1177/2047487319884246.
- [6] HASIN T, IAKOBISHVILI Z, WEISZ G. Associated risk of malignancy in patients with cardiovascular disease: evidence and possible mechanism [J]. *Am J Med*, 2017, 130 (7): 780-785. DOI: 10.1016/j.amjmed.2017.02.024.
- [7] GRETEN F R, GRIVENNIKOV S I. Inflammation and cancer: triggers, mechanisms, and consequences [J]. *Immunity*, 2019, 51 (1): 27-41. DOI: 10.1016/j.immuni.2019.06.025.
- [8] LIU D L, RICHARDSON G, BENLI F M, et al. Inflammation in the cardiovascular system: mechanisms, emerging targets, and novel therapeutic strategies [J]. *Clin Sci (Lond)*, 2020, 134 (17): 2243-2262. DOI: 10.1042/CS20191213.
- [9] 关旭敏. 肿瘤心脏病学相关危险因素分析及早期预警模型的探索研究 [D]. 大连: 大连医科大学, 2019.
- [10] MORELLI M B, BONGIOVANNI C, DA PRA S, et al. Cardiotoxicity of anticancer drugs: molecular mechanisms and strategies for cardioprotection [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 847012. DOI: 10.3389/fcvm.2022.847012.
- [11] WANG L T, ZHANG S Y, HAN J B, et al. Activation of STING pathway contributed to cisplatin-induced cardiac dysfunction via promoting the activation of TNF- α -AP-1 signal pathway [J]. *Front Pharmacol*, 2021, 12: 711238. DOI: 10.3389/fphar.2021.711238.
- [12] 余洁, 马丽, 谢萍. 曲美他嗪联合辅酶Q10治疗对放射性心肌损伤预防作用的研究进展 [J]. *临床内科杂志*, 2021, 38 (3): 213-215. DOI: 10.3969/j.issn.1001-9057.2021.03.023.
- [13] BANFILL K, GIULIANI M, AZNAR M, et al. Cardiac toxicity of thoracic radiotherapy: existing evidence and future directions [J]. *J Thorac Oncol*, 2021, 16 (2): 216-227. DOI: 10.1016/j.jtho.2020.11.002.
- [14] 古力尼尕尔·麦麦提吐尔孙, 付真彦. 肺癌靶向治疗药物 EGFR-TKIs 与其心脏毒性的研究进展 [J]. *心血管病学进展*, 2022, 43 (2): 128-132. DOI: 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2022.02.009.
- [15] LIN M M, XIONG W P, WANG S Y, et al. The research progress of trastuzumab-induced cardiotoxicity in HER-2-positive breast cancer treatment [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8: 821663. DOI: 10.3389/fcvm.2021.821663.
- [16] TIMOLATI F, OTT D, PENTASSUGLIA L, et al. Neuregulin-1 beta attenuates doxorubicin-induced alterations of excitation-contraction coupling and reduces oxidative stress in adult rat cardiomyocytes [J]. *J Mol Cell Cardiol*, 2006, 41 (5): 845-854. DOI: 10.1016/j.yjmcc.2006.08.002.
- [17] YANG Z Y, WANG W, WANG X J, et al. Cardiotoxicity of epidermal growth factor receptor 2-targeted drugs for breast cancer [J]. *Front Pharmacol*, 2021, 12: 741451. DOI: 10.3389/fphar.2021.741451.
- [18] DE LORENZO C, PACIELLO R, RICCIO G, et al. Cardiotoxic effects of the novel approved anti-ErbB2 agents and reverse cardioprotective effects of ranolazine [J]. *Onco Targets Ther*, 2018, 11: 2241-2250. DOI: 10.2147/OTT.S157294.
- [19] DEMPSEY N, ROSENTHAL A, DABAS N, et al. Trastuzumab-induced cardiotoxicity: a review of clinical risk factors, pharmacologic prevention, and cardiotoxicity of other HER2-directed therapies [J]. *Breast Cancer Res Treat*, 2021, 188 (1): 21-36. DOI: 10.1007/s10549-021-06280-x.
- [20] ALHOSHANI A, ALANAZI F E, ALOTAIBI M R, et al. EGFR inhibitor gefitinib induces cardiotoxicity through the modulation of cardiac PTEN/Akt/FoxO3a pathway and reactive metabolites formation: in vivo and in vitro rat studies [J]. *Chem Res Toxicol*, 2020, 33 (7): 1719-1728. DOI: 10.1021/acs.chemrestox.0c00005.
- [21] ZARIFA A, ALBITTAR A, KIM P Y, et al. Cardiac toxicities of anticancer treatments: chemotherapy, targeted therapy and immunotherapy [J]. *Curr Opin Cardiol*, 2019, 34 (4): 441-450. DOI: 10.1097/HCO.0000000000000641.
- [22] D'SOUZA M, NIELSEN D, SVANE I M, et al. The risk of cardiac events in patients receiving immune checkpoint inhibitors: a nationwide Danish study [J]. *Eur Heart J*, 2021, 42 (16): 1621-1631. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa884.
- [23] GIL-CRUZ C, PEREZ-SHIBAYAMA C, DE MARTIN A, et al. Microbiota-derived peptide mimics drive lethal inflammatory cardiomyopathy [J]. *Science*, 2019, 366 (6467): 881-886. DOI: 10.1126/science.aav3487.
- [24] BATRA A, SHEKA D, KONG S Y, et al. Impact of pre-existing cardiovascular disease on treatment patterns and survival outcomes in patients with lung cancer [J]. *BMC Cancer*, 2020, 20 (1):

1004.DOI: 10.1186/s12885-020-07487-9.

[25] LYON A R, LÓPEZ-FERNÁNDEZ T, COUCH L S, et al.2022 ESC guidelines on cardio-oncology developed in collaboration with the European Hematology Association (EHA), the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO) and the International Cardio-Oncology Society (IC-OS) [J].Eur Heart J, 2022, 43 (41): 4229-4361.DOI: 10.1093/eurheartj/

ehac244.

[26] GILCHRIST S C, HOWARD V J, AKINYEMIJU T, et al.Association of sedentary behavior with cancer mortality in middle-aged and older US adults [J].JAMA Oncol, 2020, 6 (8): 1210-1217.DOI: 10.1001/jamaoncol.2020.2045.

(收稿日期: 2022-08-20; 修回日期: 2022-10-21)

(本文编辑: 张浩)

· 指南 · 标准 · 共识 ·

《认知衰退老年人非药物干预临床实践指南：身体活动》 要点简介

近期，由中国老年护理联盟牵头，组织国内专家遵照循证指南制订的方法和步骤，系统且全面地总结现有关于认知衰退〔主观认知下降（SCD）和轻度认知障碍（MCI）〕老年人身体活动的研究证据，并考虑中国该人群的价值观与偏好，制定了《认知衰退老年人非药物干预临床实践指南：身体活动》，其主要内容如下。

推荐意见概要表

类别	推荐意见描述	证据质量等级	推荐强度等级
主题1: 身体活动总则	1推荐所有认知衰退（SCD和MCI）老年人进行身体活动，减少卧床和久坐时间，身体活动主要包括日常活动和体育锻炼	中	强推荐
	时间：推荐认知衰退（SCD和MCI）老年人除日常活动外，在身体耐受的前提下，每周累计身体活动总时间至少达中等强度150~300 min或高强度75~150 min或相当运动量的结合	GPS	强推荐
	频率：每周3~5 d	GPS	强推荐
	强度：中等强度（RPE：5~6分）及以上	中	强推荐
	类型：身体活动以有氧运动为主，推荐有氧运动、抗阻运动、综合性身体活动或多种运动方式的组合	GPS	强推荐
主题2: 有氧运动	2推荐认知衰退（SCD和MCI）老年人进行有氧运动，并将其作为日常主要运动方式	低	强推荐
	时间：每周累计运动时间中等强度150 min以上或高强度75 min以上，或相当运动量的结合	中	强推荐
	频率：每周至少5 d中等强度或3 d较高强度的有氧运动，或相当运动量的结合	GPS	强推荐
	强度：中等（RPE：5~6分）到较高（RPE：7~8分）强度，在身体耐受的前提下可循序渐进增加运动强度	极低	强推荐
主题3: 抗阻运动	类型：建议快走、慢跑、打乒乓球、骑自行车、游泳等，快走是最常见且可及的运动方式	GPS	弱推荐
	3推荐认知衰退（SCD和MCI）老年人开展抗阻运动，最初使用器材或者利用自身重量开展抗阻运动时，建议由专业人士或受培训的家属进行监督和指导	低	强推荐
	频率：每周至少2 d	低	强推荐
主题4: 综合性身体活动	强度：建议中等（RPE：5~6分）到较高（RPE：7~8分）强度。在身体耐受的前提下，循序渐进从低强度增加阻力、重复次数或频率，避免受伤	GPS	弱推荐
	类型：建议爬楼梯、使用弹力带、哑铃、沙袋或其他大肌肉群参与的抗阻运动	GPS	弱推荐
	4推荐认知衰退（SCD和MCI）老年人进行综合性身体活动，身心运动作为一种多模式的综合性身体活动，可提高身体的平衡性、稳定性和协调性等	中	强推荐
	时间：每次至少30 min，干预时长至少持续3个月	中	强推荐
主题5: 运动管理	频率：每周3次及以上	低	强推荐
	类型：太极拳、八段锦等	极低	强推荐
	5.1运动前咨询：建议运动前咨询专业医疗保健人员，由其综合身体素质、疾病情况、运动环境及资源等各方面因素给出专业运动处方	GPS	弱推荐
	5.2运动过程：建议将热身运动-正式运动-拉伸运动（柔韧性运动）作为运动关键环节，必要时需要照护者监督。采用器械运动前，需进行培训指导和监督。拉伸运动：上下肢肌肉拉伸训练，每个部位30~60 s，强度以有牵拉感觉但不感觉疼痛为宜，每个动作重复5次，总时间10 min左右	GPS	弱推荐
	5.3运动后：建议缓慢停止运动，采取逐渐减少用力降低强度和适当拉伸运动的整理运动，使得心率缓慢下降，运动后拉伸可以舒缓肌肉酸痛	GPS	弱推荐
5.4运动安全：建议通过拉伸、热身、放松、逐步提高运动强度和增加运动量等方式来减少运动性伤害。在身体耐受的范围内运动，运动过程中应预防心脑血管疾病及跌倒等不良事件的发生，若运动过程中出现不适，应缓慢停止运动进行休息	GPS	弱推荐	

注：“证据质量等级”分类中，“高/中/低/极低”证据划分参照GRADE具体分级标准；GPS=良好实践声明，为证据来源基于非直接证据或经专家经验/共识形成的推荐；RPE=主观疲劳量表，SCD=主观认知下降，MCI=轻度认知障碍

(原文见: <https://www.chinagp.net/CN/10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0073>)