

物理治疗对预防脑卒中后下肢深静脉血栓形成的应用现状*

侯金君 李雪萍**

南京医科大学附属南京医院 南京市第一医院康复医学科, 南京 210006

[摘要] 脑卒中是一种高发病率的脑血管疾病, 是导致我国居民致残以及死亡的首位病因, 现患病人数高居世界首位。下肢深静脉血栓 (DVT) 是脑卒中常见并发症之一, 脑卒中患者由于长期卧床, 血流缓慢, 血液处于高凝状态, 容易诱发血栓形成, 严重者甚至可能发生血栓脱落而致肺栓塞、猝死。目前已有多种物理治疗方法可预防 DVT 形成, 主要包括物理因子治疗和运动疗法。其中物理因子治疗中的梯度压力袜和间歇性充气加压泵的预防效果较好。与药物预防相比, 物理治疗的预防作用可以降低出血率, 安全性相对较高。本文从脑卒中 DVT 发生的机制及其危险因素、物理预防方案及其适应证、优缺点作一综述, 以期为临床预防 DVT 提供更多思路。

[关键词] 脑卒中; 深静脉血栓; 梯度压力袜; 间歇性充气加压泵

doi: 10.3969/j.issn.1674-7593.2024.03.021

Physical Therapy Interventions for Lower Limb Deep Vein Thrombosis in Stroke Patients

Hou Jinjun, Li Xueping**

Department of Rehabilitation Medicine, Nanjing First Hospital/Nanjing Medical University Affiliated Nanjing Hospital, Nanjing 210006

** Corresponding author: Li Xueping, email: lixueping6504@163.com

[Abstract] Stroke is a prevalent kind of cerebrovascular illness that has a high occurrence rate. It is the leading cause of disability and death among Chinese citizens, and now, China has the highest number of stroke patients globally. Lower limb deep vein thrombosis (DVT) often occurs as a consequence of stroke. Stroke patients have an increased susceptibility to thrombosis as a result of prolonged immobilization, sluggish blood circulation, and a tendency towards excessive blood clotting. In more severe situations, this may lead to pulmonary embolism and abrupt death. Currently, several physical techniques have been devised to mitigate the occurrence of DVT. These treatments include physical factor therapy and exercise therapy. The graduated compression stockings and intermittent pneumatic compression may enhance venous return in the lower extremities and decrease the likelihood of blood clot development. Physical prevention is more effective than pharmacological prevention in reducing the bleeding rate of patients and is considered to be a safer option. The prevalence and intensity of DVT in stroke patients are exceedingly elevated, thereby making the prevention of DVT a primary therapeutic concern. This study aims to give a comprehensive review of the latest literature on DVT in stroke patients. It will outline the mechanisms and risk factors of DVT, as well as the physical preventive schemes, including their indications, benefits, and drawbacks. The findings of this review will serve as valuable insights for clinical practice.

[Key words] Stroke; Deep vein thrombosis; Graduated compression stockings; Intermittent pneumatic compression

脑卒中是一种常见的脑血管疾病, 具有高发病率、高致残率和高死亡率特征, 是导致我国居民致残以及死亡的首位病因, 患者的生活质量明显下降, 严重增加了家庭及社会负担^[1-3]。下肢深静脉血栓 (Deep vein thrombosis, DVT) 形成是脑卒中的常见并发症, 因为急性脑卒中患者意识障碍, 需长时间卧床, 由于脱水治疗或合并其他脏器损伤等均易形成 DVT, 严重者甚至可能发生血栓脱落而

致肺栓塞、猝死^[4]。物理治疗通过促进下肢静脉回流, 可减少血栓形成的危险因素, 起到预防作用, 相比形成 DVT 后再治疗, 预防更为重要。本文就 DVT 的发生机制及危险因素, 物理预防方案的选择及其适应证、优缺点作一综述, 以期为临床提供治疗思路。

1 脑卒中下肢 DVT 的发生机制及危险因素

下肢 DVT 形成的 3 个主要因素是: 血流动力学

* 国家自然科学基金 (82272596)

** 通讯作者: 李雪萍, 电子邮箱 lixueping6504@163.com

改变、血管内皮损伤和血液高凝状态。这些因素通过破坏凝血和纤溶系统的平衡而导致血凝块的形成。脑卒中发生 DVT 的可能机制是: ①患者活动能力下降, 需长期卧床, 血流动力学改变增加血栓形成的风险; ②昏迷或者吞咽困难的患者, 进食受限, 血液浓缩, 出现高凝的状态; ③脑组织缺血缺氧导致血管内皮损伤, 释放内皮细胞因子和凝血因子。

DVT 形成的危险因素包括高龄、肢体麻痹、脱水, 最重要的是脑卒中严重程度^[5]。其他危险因素还包括: 卧床时间、高血糖、高血压、高血脂、高敏 C-反应蛋白、血小板聚集^[6]。高龄的脑卒中患者通常合并有冠心病、高脂血症、高血压以及糖尿病等, 其血管壁弹性减弱, 易出现动脉粥样硬化和血管腔狭窄, 同时整体的血液黏稠度不断增加。另外, 凝血系统失衡, 血小板活化黏附聚集, 也是形成 DVT 的危险因素^[7]。

2 物理治疗对脑卒中下肢 DVT 的预防作用

物理治疗脑卒中下肢 DVT 的方法主要包括物理因子治疗和运动疗法。物理因子治疗方案主要有梯度压力袜、间歇性充气加压泵、足底静脉泵、神经肌肉电刺激、超声治疗和热疗, 运动疗法主要有踝泵运动和直腿抬高。

2.1 物理因子的预防作用

2.1.1 梯度压力袜的预防作用 梯度压力袜 (Graduated compression stockings, GCS) 是弹性较好的压缩袜, 在足踝处弹力最大, 压力最大, 自肢体远端到近端压力逐级减小而形成梯度压力差, 这种梯度压力差通过挤压深静脉, 增加下肢静脉血的流量及流速, 促进静脉血回流, 从而达到对静脉系统的保护^[16]。一项涉及 1 800 例中等静脉血栓栓塞症 (Venous thromboembolism, VTE) 风险的荟萃分析表明, 与对照组相比, 使用 GCS 的 DVT 发生率降低了 68%^[8]。另一项研究表明, GCS 治疗组 DVT 发生率为 13%, 而对照组 DVT 发生率为 27%^[9]。2016 年普外科血栓预防管理指南提出, 围手术期以及各种急慢性疾病使得患者卧床制动超过 72 h, 例如脑卒中、肿瘤等 DVT 高度危险的患者均是 GCS 的适应证^[10]。但也有研究指出, 对于中度或高风险的 DVT 需进行择期手术的患者, 单独给予药物预防术后血栓复发并不逊色于药物 + GCS 的组合^[11]。说明 GCS 可能是不必要的。因此, 还需要更多研究证明 GCS 预防 DVT 的益处。

GCS 主要有膝长型和腿长型两种, 对预防血栓形成后综合征的效果无明显差别, 由于膝长型 GCS 舒适度高更受患者青睐^[12]。GCS 压力分级主要依据足踝部的压力划分为 3 级, 对于应用哪种压力的 GCS 尚无定论, 美国胸科医师学会指南更推荐使用足踝部压力为 3 级的 GCS^[13]。由于 GCS 连续、持

久地对下肢造成压力, 很容易出现皮肤缺血、破溃、感觉异常等严重的皮肤并发症, 建议患者每 12 h 脱下 1 次, 每次脱下 20 min^[14]。

2.1.2 间歇性充气加压泵的预防作用 间歇充气加压泵 (Intermittent pneumatic compression, IPC) 是物理机械预防 DVT 的代表, 国内外指南均推荐缺血性卒中患者使用 IPC^[15-16]。因其对于下肢肿胀、疼痛等不适的缓解疗效较好, 还可以循环使用, 目前作为物理治疗的一线方案。IPC 改善肢体外血流动力学的同时可促进代谢废物、肌间酸性物质清除, 改善内环境, 防止血液淤积。脑卒中患者因限制使用抗凝药, 其 VTE 的发生率更高。美国心脏协会/美国卒中协会关于急性缺血性卒中早期管理的指南建议“使用间歇性外压装置治疗不能接受抗凝剂的患者是合理的”^[15]。一项大型多中心的研究表明, 应用 IPC 相比未应用 IPC, 在卒中后 1 个月能明显降低 VTE 的发生率达 4.4%, 而且可显著提高脑卒中患者 6 个月生存率^[17]。一项共纳入 10 项研究的荟萃分析发现, 与无血栓预防组相比, IPC 组显著降低了 VTE 发病率^[18]。美国胸科医师协会以及我国的普外科血栓预防指南均要求 IPC 的使用时间应 ≥ 18 h/d^[13,19]。但在临床工作中因各种原因如 IPC 设备不足、舒适度、依从性等, 无法保证使用时间。因此, 对 IPC 预防 DVT 最短有效使用时间、持续使用时间等问题还应进一步开展研究。

2.1.3 足底静脉泵的预防作用 足底静脉泵 (Venous foot pump, VFP) 可以与正常行走一样有效地维持静脉循环, 减少创伤后疼痛、肿胀和腔室压力。VFP 利用脉冲气体冲击足底, 加速血液从足底静脉丛内快速回流入下肢深静脉, 促进下肢血液循环, 减轻下肢血液瘀滞, 同时可刺激内源性纤溶酶活性, 产生抗凝作用, 降低 DVT 发生率, 还可以消除下肢肿胀。

2.1.4 神经肌肉电刺激的预防作用 神经肌肉电刺激 (Neuromuscular electrical stimuli, NMES) 通过经皮电极应用电脉冲, 直接引起肌腹本身或间接地通过刺激神经引起肌肉群收缩, 从而促进下肢血液、淋巴循环。小腿 NMES 相较于无 NMES 的患者, 其回心血量明显改善^[20]。后续的多项研究表明, 使用 NMES 激活下肢肌肉的脉平均流速、静脉最大流速以及平均时间最大流速的增加均优于 IPC^[21-22]。此外, 电刺激可促进肌肉力量恢复, 因为 NMES 能增加患者自身肌肉的活动, 而不是被动压缩肌肉^[23]。另一项研究提出, 骨骼肌的收缩促进肌细胞分泌细胞因子, 可产生类激素样作用起到间接抗炎的作用, 此外, NMES 可能影响周围神经从而对下肢 DVT 起到预防作用^[24]。不仅如此,

NMES 的使用还可以增强与其他预防性方法联用的效果。NMES 的其他优点是, 预防卒中后血栓形成, 且不增加出血风险, 容易操作, 能够弥补 GCS 或 IPC 的不足。但需要明确电刺激时间与频率的最佳参数, 因此, 目前不作为临床物理疗法的一线选择。目前尚无使用 NMES 发生并发症风险的报道。

2.1.5 超声治疗的预防作用 超声治疗是利用超声波的机械效应和热效应改善血液循环和溶解血栓的预防兼具治疗的方法。机械效应可以改善血液流动性, 促进血栓的溶解和吸收; 热效应可以提高局部温度, 促进血管扩张和血流增加。使用高频、低功率超声可能会改变纤维蛋白和胶原蛋白潜伏层的局部结构, 增强其通透性, 从而加速血栓的溶解^[25]。最近有一种基于超声和激光相结合的新型治疗技术, 即光介导超声治疗, 可有效去除静脉内的血凝块, 可作为 DVT 的治疗选择。

2.1.6 热疗的预防作用 热疗通过提高局部温度促进血液循环预防 DVT 形成。较为常用的有磁热疗法、蜡疗和微波热疗。磁热疗法是通过在患者体表或体腔内放置磁场源, 利用磁场产生的热效应来治疗和预防 DVT 形成。蜡疗通过热熔蜡浸渍的方法治疗 DVT, 患者将下肢浸入预先加热的蜡中, 蜡的热量传导渗透到组织深部。微波热疗是利用微波电磁波的特性, 将微波能量传递到人体组织中, 产生局部加热效应。当皮肤表面温度在 37℃ ~ 45℃ 时, 组织导热系数随温度的增加而缓慢增加, 而在剧烈热刺激下, 血流量和平均剪切速率较静息状态下增加 3 ~ 5 倍^[26]。热刺激一方面能增强血管内皮细胞活动能力, 扩张血管、减小血液流动阻力; 另一方面可直接诱发生物体内组胺和神经肽释放, 舒张血管平滑肌, 最终有效促进血液循环。

2.2 运动预防 DVT

在进行抗凝治疗或同时接受压迫治疗后, 运动康复是必要和安全的。早期活动是最基本的预防 DVT 的措施, 通过主动活动可以加速下肢静脉血液流动, 预防血栓形成。《中国血栓性疾病防治指南》认为, 在无明确的禁忌证, 保障充分的情况下, 推荐急性 DVT 的患者早期下地活动^[27]。常用的运动预防 DVT 的方式有踝泵运动和直腿抬高。

2.2.1 踝泵运动 踝泵运动通过增加下肢静脉回流, 释放抗凝血酶复合物、组织纤溶酶原激活物等因子, 减少静脉渗出, 改善肢体肿胀, 是预防脑卒中后下肢 DVT 形成的有效方法。由踝关节主动运动引起的股静脉和腘静脉血流速度的增加可以刺激骨骼肌泵的功能, 而骨骼肌泵在促进静脉回流中起着至关重要的作用^[28]。同样, 踝关节运动不仅可以增加静脉血流的循环, 还可以预防肢体肿胀^[29]。踝泵运动主要包括踝关节跖屈、背屈, 内翻、外翻

和联合环转, 不同的运动形式对下肢血液回流速度有不同影响。对 130 例受试者进行的自我对照研究发现, 吸气引导下的主动踝关节 30° 背屈运动可增加股静脉血流动力学, 这种踝泵运动协同深呼吸的干预能更有效地促进静脉回流, 是目前预防下肢 DVT 形成更好的选择。该运动方法简单易行, 不增加经济负担, 可广泛应用于临床预防 DVT。

2.2.2 直腿抬高 方法是患者仰卧, 患肢伸直, 足趾向上勾起, 抬离床面 30°, 即抬高患肢高于心脏水平 20 ~ 30 cm, 至力竭, 放下。直腿抬高的情况下, 股四头肌为非负重锻炼, 可使高凝状态下的血液流动加快, 预防血栓形成。增加静脉回流, 降低 VTE 风险。急性脑卒中后, 鼓励患者卧床期间定时变换体位, 做膝关节屈伸运动, 可有效预防 DVT 的形成。

3 小结

物理方法已成为预防脑卒中后下肢 DVT 的重要手段。与药物预防相比, 其安全性高。常用的物理预防方法包括梯度压力袜及加压泵, 但神经肌肉电刺激、静脉泵、超声、热疗和运动疗法也有其预防效果。在选择接受物理治疗时除关注治疗效果以外, 也应考虑该方法的不良反应, 确保治疗的安全和有效性。踝泵运动与直腿抬高简易、经济、安全, 但应在规范指导下进行。运动康复在 DVT 预防中的应用是一个新兴领域, 运动性护理可能是预防 DVT 的一个新的研究方向。

参考文献

- [1] 《中国脑卒中防治报告》编写组. 《中国脑卒中防治报告 2020》概要 [J]. 中国脑血管病杂志, 2022, 19 (2): 136 - 144.
Group Rospati CW. Brief report on stroke prevention and treatment in China, 2020 [J]. Chin J Cerebrovasc Dis, 2022, 19 (2): 136 - 144.
- [2] Wang ZF, Li Y, Gao Y, et al. Global, regional, and national burden of asthma and its attributable risk factors from 1990 to 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. Respir Res, 2023, 24 (1): 169.
- [3] Truelsen T, Bonita R. Epidemiological transition of stroke in China [J]. Stroke, 2008, 39 (6): 1653 - 1654.
- [4] Adams HP Jr, del Zoppo G, Alberts MJ, et al. Guidelines for the early management of adults with ischemic stroke: a guideline from the American Heart Association/American Stroke Association Stroke Council, Clinical Cardiology Council, Cardiovascular Radiology and Intervention Council, and the Atherosclerotic Peripheral Vascular Disease and Quality of Care Outcomes in Research Interdisciplinary Working Groups: the American Academy of Neurology affirms the value of this guideline

- as an educational tool for neurologists [J]. *Stroke*, 2007, 38 (5): 1655–1711.
- [5] Wang Y, Shi Y, Dong Y, et al. Clinical risk factors of asymptomatic deep venous thrombosis in patients with acute stroke [J]. *Clin Appl Thromb Hemost*, 2019, 25: 1076029619868534.
- [6] Lavallée PC, Labreuche J, Faille D, et al. Circulating markers of endothelial dysfunction and platelet activation in patients with severe symptomatic cerebral small vessel disease [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2013, 36 (2): 131–138.
- [7] Arcelus JJ, Caprini JA, Hoffman KN, et al. Modifications of plasma levels of tissue factor pathway inhibitor and endothelin-1 induced by a reverse Trendelenburg position: influence of elastic compression – preliminary results [J]. *J Vasc Surg*, 1995, 22 (5): 568–572.
- [8] Wells PS, Lensing AW, Hirsh J. Graduated compression stockings in the prevention of postoperative venous thromboembolism. A Meta-analysis [J]. *Arch Intern Med*, 1994, 154 (1): 67–72.
- [9] Sachdeva A, Dalton M, Amaragiri SV, et al. Elastic compression stockings for prevention of deep vein thrombosis [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2010, (7): CD001484.
- [10] 刘凤林, 张太平, 等. 中国普通外科围手术期血栓预防与管理指南 [J]. *中国实用外科杂志*, 2016, 36 (5): 469–474.
Liu FL, Zhang TP, et al. Guidelines for prevention and management of perioperative thrombosis in general surgery in China [J]. *Chin J Pract Surg*, 2016, 36 (5): 469–474.
- [11] Shalhoub J, Lawton R, Hudson J, et al. Compression stockings in addition to low-molecular-weight heparin to prevent venous thromboembolism in surgical inpatients requiring pharmacoprophylaxis: the GAPS non-inferiority RCT [J]. *Health Technol Assess*, 2020, 24 (69): 1–80.
- [12] Prandoni P, Noventa F, Quintavalla R, et al. Thigh-length versus below-knee compression elastic stockings for prevention of the postthrombotic syndrome in patients with proximal-venous thrombosis: a randomized trial [J]. *Blood*, 2012, 119 (6): 1561–1565.
- [13] Kearon C, Akl EA, Comerota AJ, et al. Antithrombotic therapy for VTE disease: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines [J]. *Chest*, 2012, 141 (2 Suppl): e419S–e496S.
- [14] Hill J, Treasure T. Guideline Development Group. Reducing the risk of venous thromboembolism (deep vein thrombosis and pulmonary embolism) in patients admitted to hospital: summary of the NICE guideline [J]. *Heart*, 2010, 96 (11): 879–882.
- [15] Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. 2018 Guidelines for the Early Management of Patients with Acute Ischemic Stroke: a Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association [J]. *Stroke*, 2018, 49 (3): e46–e110.
- [16] 曹勇, 张谦, 于洮, 等. 中国脑血管病临床管理指南 (节选版) ——脑出血临床管理 [J]. *中国卒中杂志*, 2019, 14 (8): 809–813.
Cao Y, Zhang Q, Yu T, et al. Chinese Guidelines for Clinical Management of Cerebrovascular Diseases (Excerpted edition) —Clinical management of cerebral hemorrhage [J]. *Chin J Stroke*, 2019, 14 (8): 809–813.
- [17] Dennis M, Sandercock P, Reid J, et al. Effectiveness of intermittent pneumatic compression in reduction of risk of deep vein thrombosis in patients who have had a stroke (CLOTS 3): a multicentre randomised controlled trial [J]. *Lancet*, 2013, 382 (9891): 516–524.
- [18] Wang Y, Huang D, Wang M, et al. Can intermittent pneumatic compression reduce the incidence of venous thrombosis in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Appl Thromb Hemost*, 2020, 26: 1076029620913942.
- [19] Pour AE, Keshavarzi NR, Purtill JJ, et al. Is venous foot pump effective in prevention of thromboembolic disease after joint arthroplasty: a meta-analysis [J]. *J Arthroplasty*, 2013, 28 (3): 410–417.
- [20] Doran FS, Drury M, Sivyer A. A simple way to combat the venous stasis which occurs in the lower limbs during surgical operations [J]. *Br J Surg*, 1964, 51: 486–492.
- [21] Williams KJ, Moore HM, Davies AH. Haemodynamic changes with the use of neuromuscular electrical stimulation compared to intermittent pneumatic compression [J]. *Phlebology*, 2015, 30 (5): 365–372.
- [22] Jawad H, Bain DS, Dawson H, et al. The effectiveness of a novel neuromuscular electrostimulation method versus intermittent pneumatic compression in enhancing lower limb blood flow [J]. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*, 2014, 2 (2): 160–165.
- [23] Karatzanos E, Gerovasili V, Zervakis D, et al. Electrical muscle stimulation: an effective form of exercise and early mobilization to preserve muscle strength in critically ill patients [J]. *Crit Care Res Pract*, 2012, 2012: 432752.
- [24] Kropp AT, Meiss AL, Guthoff AE, et al. The efficacy of forceful ankle and toe exercises to increase venous return: a comprehensive Doppler ultrasound study [J]. *Phlebology*, 2018, 33 (5): 330–337.

- [25] Atar S, Luo H, Nagai T, et al. Arterial thrombus dissolution in vivo using a transducer - tipped, high - frequency ultrasound catheter and local low - dose urokinase delivery [J]. *J Endovasc Ther*, 2001, 8 (3): 282 - 290.
- [26] Chiesa ST, Trangmar SJ, González - Alonso J. Temperature and blood flow distribution in the human leg during passive heat stress [J]. *J Appl Physiol* (1985), 2016, 120 (9): 1047 - 1058.
- [27] 《中国血栓性疾病防治指南》专家委员会. 中国血栓性疾病防治指南 [J]. *中华医学志*, 2018, 98 (36): 2861 - 2888.
- Expert Committee on Prevention and Treatment of Thrombotic Diseases in China. Guidelines for Prevention and Treatment of Thrombotic Diseases in China [J]. *Chin Med J*, 2018, 98 (36): 2861 - 2888.
- [28] Nagaya S, Hayashi H, Fujimoto E, et al. Passive ankle movement increases cerebral blood oxygenation in the elderly: an experimental study [J]. *BMC Nurs*, 2015, 14: 14.
- [29] Cesarone MR, Belcaro G, Pellegrini L, et al. Treatment of ankle sprain in patients with vascular diseases of the lower limbs [J]. *Minerva Cardioangiol*, 2008, 56 (5 Suppl): 39 - 46.

(2023 - 11 - 02 收稿)

片语健康

反脆弱

生命是个过程，强壮且脆弱。在生命过程中，人和动物会不断经历各种袭扰子（Insult）的袭扰。袭扰子有生物的（如病毒）、物理的（如辐射）、化学的（如致癌剂）和精神的（如应激子）等。袭扰子的长期或重度袭扰会损害人的健康使其进入疾病的轨道。袭扰子的短时和非重度袭扰会使人进入反脆弱（Antifragile）状态，促进健康，即所谓的“生于忧患”。无或少被袭扰子袭扰，使人处于脆弱状态，看似平顺祥和，实际正在积累突然崩陷的可能，即所谓的“死于安乐”。

2012年，Taleb提出了“反脆弱”观念，在《Antifragile》这本书中创造了“Antifragility（反脆弱）”一词，并将“反脆弱”的观念引入了健康维系^[1]。

“反脆弱”延伸、扩展了“复元（Resilience）”或“元（Perfect robustness）”的概念。复元是指在受到袭扰后恢复到原来的状态。反脆弱是指在受到袭扰后变得更强健^[1]。

反脆弱是增壮反应（Hormetic responses）^[2]。低剂量电离辐射、低水平缺氧和低浓度毒性化合物可能增强干细胞的修复能力，有助于提高它们在修复心血管或神经损伤方面的治疗潜力。低剂量电离辐射可以延长昆虫和小鼠的寿命，刚感染过流感病毒的个体可能对新冠病毒有更强的抵抗力。间断禁食可能激动自噬而促进致病性异常蛋白的清除。

概括来讲，低强度/浓度的袭扰子可使人体发生系列的适应性反应，获得更强的抵抗力和耐受力，从而处于反脆弱状态。处于反脆弱状态的个体有更多的机会抵抗住更高强度/浓度的袭扰子而维持健康（Fitness）状态。反脆弱是一种生活态度，具有这种态度的人会乐观、主动接受低强度/浓度袭扰子的袭扰。

适度、经常性的体育锻炼可使人处于反脆弱状态，对老龄个体的过度保护容易使其进入脆弱状态，如帮年老者拎包会使其失去一个强健肌肉的锻炼机会。肌肉丢失是衰老的表现，同时也促进衰老。生活起居都需人侍候的年老者更易进入脆弱状态，即所谓的“少运动丢骨质，不操心易痴呆”。

参考文献

- [1] Taleb N N. *Antifragile* [M]. London: Penguin Books Ltd, 2012.
- [2] López - Otín C, Kroemer C. Hallmarks of health [J]. *Cell*, 2021, 184 (7): 1929 - 1939.
- [3] Bucciantini M, Leri M, Scuto M, et al. Xenohormesis underlies the anti - aging and healthy properties of olive polyphenols [J]. *Mech Ageing Dev*, 2022, 202: 111620.

(作者: 于永利)