

抗运动性疲劳中药及其复方的研究进展

肖婷婷¹, 郭倩², 田成旺³, 张铁军^{3*}

1. 天津中医药大学, 天津 300193

2. 天津医科大学, 天津 300070

3. 天津药物研究院, 天津 300193

摘要: 运动性疲劳属于中医学“劳”、“虚劳”的范畴, 介绍了中医对运动性疲劳的认识及补益和调理相结合的治则, 从调节能源物质代谢、调节代谢产物、对自由基消除等方面总结多种中药抗疲劳的作用机制, 并总结了一些抗疲劳复方的配伍依据和抗疲劳现代药理研究进展, 为开发延缓和消除运动性疲劳药物提供参考。

关键词: 运动性疲劳; 能源物质代谢; 自由基消除; 作用机制

中图分类号: R287 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-5515(2013)03-0446-06

DOI: 10.7501/j.issn.1674-5515.2013.03.047

Research progress in Chinese material medica and their compounds for treatment of exercise-induced fatigue

XIAO Ting-ting¹, GUO Qian², TIAN Cheng-wang³, ZHANG Tie-jun³

1. Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300193, China

2. Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China

3. Tianjin Institute of Pharmaceutical Research, Tianjin 300193, China

Abstract: Exercise-induced fatigue belongs to the “overstrain”, “consumptive disease” in traditional Chinese medicine (TCM), this article expounds the understanding of TCM on the exercise-induced fatigue and the therapeutic principle of the combination of regulation and tonification, summarizes a variety of TCM anti-fatigue mechanism from the regulation of energy metabolism and metabolites, elimination of free radicals, and the modern pharmacological research progress in the compatibility of basis and fatigue resistance in some anti-fatigue prescriptions, so as to provide the references for the development of delaying and eliminating the drugs against the exercise-induced fatigue.

Key words: exercise-induced fatigue; energy metabolism; elimination of free radicals; mechanism

运动性疲劳在中医学属于“劳”、“虚劳”的范畴,《内经·素问·举痛论》言:“劳则气耗”,即劳动或运动可导致机体阳气不足而引发肢软乏力、神疲倦怠等气虚症候,形成体力性疲劳。运动过程中,汗出,伤津耗液,又至阴液不足,能量物质不能及时补足,因此,亦显阴虚之证。另一方面,由于运动后的气虚无力运血,而致血行不畅,不通则酸痛,运动性疲劳除存在“气虚血瘀”外,又有湿热内生、口燥咽干、烦热难眠等阴虚内热症。

人体是否能够顺利迅速补充劳作中所耗之精气,排除运动过程中产生的代谢产物,使气机出入

升降恢复平衡是机体抗运动性疲劳能力的有效方法,从而形成了使用中药抗体力疲劳以补气助阳为主,兼以调补气血、佐以清热养阴、活血利水等“清法”的研究与应用思路。

1 抗运动性疲劳的单味中药

抗疲劳主要延缓疲劳的产生和对疲劳的消除,中药抗运动性疲劳主要治则是补益和调理,其中补益包括补阳、补阴、补气、补血,调理主要起到理气、活血的作用。

1.1 红景天

红景天能补肾、理气养血,有活血止血、清肺

收稿日期: 2013-03-24

作者简介: 肖婷婷 (1988—), 女, 中药学专业, 硕士研究生。Tel: (022)23006843 E-mail: 15900214216@163.com

*通信作者 张铁军 Tel: (022)23006848 E-mail: tiejunzh2000@yahoo.com.cn

止咳、解热的功效。现代研究发现红景天能够显著延长小鼠负重游泳的运动时间,证实了红景天对机体运动能力的提高有明显作用^[1-3]。红景天可以通过加强肝脏糖异生作用,升高小鼠肝糖原含量;能够增加肝糖原、肌糖原这些能源物质的贮备,通过提高肌糖原水平延缓运动中疲劳的产生^[4]。其机制可能是能够影响对肝脏及肌肉中糖原、琥珀酸脱氢酶、乳酸脱氢酶(LDH)的含量及活性,从而促进训练鼠机体的糖代谢,提高代谢酶活性和糖原储备,使肝糖原及时分解补充血糖,从而保证了运动肌肉的氧化供能^[5]。同时补充红景天可以减轻大鼠血睾酮、皮质酮受高强度运动量的影响,维持在正常生理水平^[4];促进蛋白质合成,抑制氨基酸和蛋白质分解,提高血红蛋白含量,明显减少小鼠游泳结束后血清尿素氮值,调节尿素氮水平,增加糖和脂肪在运动中的功能,减少肌肉中蛋白质参与供能的比例,维持肌肉中能量平衡,促进运动后疲劳的消除^[6]。

采用3个时间点的血乳酸值,并结合血乳酸曲线下面积进行评价可知红景天对静止状态下的小鼠血乳酸值没有影响,但可以降低运动后的血乳酸值,小鼠休息20 min后血乳酸值下降,疲劳得以缓解^[7]。红景天抑制无氧糖酵解,使细胞利用氧的效率提高,从而增强机体的有氧代谢,增加机体产生的能量物质,加快机体清除代谢产物速度。自由基攻击细胞膜及线粒体等其他生物膜,影响膜的流动性并使其受到损伤,造成离子和能量代谢机能紊乱,使肌肉工作能力下降,最终导致运动性疲劳的产生。红景天苷作为红景天的主要有效成分,能够增加运动后大鼠唾液酸、过氧化氢酶、超氧化物歧化酶(SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶的含量,降低丙二醛(MDA)含量。通过减少运动疲劳大鼠红细胞膜结构的改变及纠正红细胞自由基代谢失衡,显著减少运动对大鼠红细胞膜的损伤,提高运动疲劳大鼠的耐力^[8]。红景天苷还可以降低小鼠肌酸激酶及肌酸激酶同工酶MB活性,拮抗长时间运动导致的血浆LDH、肌酸激酶及肌酸激酶同工酶MB活性升高。红景天苷可明显升高小鼠血浆超氧化物歧化酶及谷胱甘肽过氧化物酶活性,显著降低小鼠血浆MDA含量;还可拮抗长时间运动导致的小鼠血浆超氧化物歧化酶活性降低并能够减轻长时间耐力运动后骨骼肌和心肌超微结构出现明显的损伤^[9]。红景天具有类似抗氧化剂的作用,清除过多的代谢产物,发挥抗运动性疲劳的作用。

另外红景天中其他单体成分如酪醇、没食子酸等都有不同程度的提高心肌细胞活力,对抗心肌缺氧损伤和保护心肌细胞^[10]。实验证明西藏红景天能促进中枢神经递质的合成和储备^[11],高山红景天有效提高大鼠脑组织多巴胺、去甲肾上腺素的质量比,降低大脑中5-羟色胺(5-HT)、5-羟吲哚乙酸的质量比,并能维持机体内某些中枢神经系统介质如多巴胺、去甲肾上腺素和脑干的5-HT在正常水平内^[12]。菱叶红景天中含有多种氨基酸、维生素和丰富的微量元素钙、铁、锌等^[13],这些物质能够参与脑内神经突触部位的某些生理生化变化过程,为多方面的功能协调提供了条件。作为亲缘植物,大花红景天是否具有类似对运动性疲劳大鼠中枢单胺类神经递质作用,仍待进一步的研究。

1.2 人参

人参是五加科人参 *Panax ginseng* C. A. Meyer 的干燥根,具有大补元气、复脉固脱、补脾益肺、生津止渴、安神益智的功效。利用人参提取液对小鼠耐力进行研究^[14],实验结果发现人参提取液能显著延长小鼠负重游泳时间和力竭游泳时间。实验表明人参能够减少肌糖原的消耗,减少糖酵解^[15]。且通过增强LDH活性,促进机体通过糖酵解途径获取ATP,加速乳酸转化成丙酮酸,减少乳酸的积累^[16-17]。血红蛋白是血液中运输O₂和CO₂的主要分子,血红蛋白含量增高既有利于在剧烈运动中向肌组织提供更多的氧,加强有氧代谢供能,乳酸产生减少,同时加速乳酸的清除,还能及时将肌组织中产生的CO₂转运到肺并排出,避免由于pH值下降造成的肌肉疲劳。用提取的人参有效成分人参总皂苷ig 7 d,可增加小鼠红细胞中血红蛋白的含量,中剂量组最为明显,能显著增加小鼠每次呼吸对氧的利用度^[18]。

MDA是体内脂质过氧化代谢产物,MDA含量是反映组织细胞自由基多少的重要指标。正常情况下骨骼肌MDA的含量在大强度运动中随着肌细胞有氧能力的增加而降低,表征机体疲劳的推迟。Voces等^[19]对大鼠ig人参后进行力竭运动试验,发现肝SOD活性增强,表明人参皂苷有可能通过增加组织中SOD的含量从而使SOD活性增强,进而增强对自由基的清除作用。人参皂苷Rb₁具有对抗大强度运动时所产生的自由基、减缓运动性骨骼肌疲劳的作用。徐君伟等^[20]采用中等强度的跑台运动建立动物模型,ig人参皂苷Rb₁后运动连续实验两周后,发现人参皂苷Rb₁能抑制骨骼肌细胞内钙稳

态失衡和线粒体膜电位降低,降低骨骼肌细胞 MDA 含量、增强 SOD 活性、增加从血液摄取的葡萄糖含量,从而抑制运动所致骨骼肌细胞损伤、发挥抗运动性疲劳作用。

关于中枢疲劳机制的一个重要学说是长时间运动时中枢神经递质改变以及不同递质(兴奋性和抑制性)之间相对平衡的破坏诱导了疲劳的发生^[21]。人参皂苷 Rg₁、人参皂苷 Rb₁ 和人参皂苷 Re 能有效降低下丘脑 5-HT 和 γ -氨基丁酸(GABA)的含量,提高多巴胺和乙酰胆碱的含量。说明人参皂苷能通过不同靶点具有不同程度的改善运动疲劳后中枢神经递质紊乱的情况,达到抗运动性疲劳的效果^[22-23]。而且王晓英等^[24]研究发现,人参皂苷 Rb₁ 可以通过增加乙酰胆碱转移酶活性,抑制乙酰胆碱酯酶活性,使脑内乙酰胆碱合成、含量增加,从而缓解大鼠中枢疲劳状态。

1.3 黄芪

黄芪为豆科蒙古黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. var. *mongholicus* (Bge.) Hsiao 或膜荚黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. 的干燥根,有益气固表、敛汗固脱、托疮生肌、利水消肿之功效,为补益佳品。其具有改善微循环,降低血液黏度,改善红细胞的变形能力,增加携氧能力^[25],清除氧自由基,增强机体抗缺氧,抗疲劳的作用。小鼠 ig 黄芪注射液,在强化运动结束 30 min、3 h 时小鼠大脑海马组织中的 Glu/GABA 比值明显降低,而安静态略高,由此可知,黄芪注射液可调节因运动而引起的应激状态,使运动后动物的兴奋性经迅速降低的过程后恢复到运动前的状态,从而有利于机体内环境的调整及体力的恢复。在运动过程中,可使机体迅速处于应激状态,使物质代谢增强,有利于肌肉的持续运动。运动结束后,可使机体内环境迅速调整,有利于运动后疲劳的消除^[26]。

黄芪水提取液大、中、小剂量组小鼠血清中尿素氮含量、肌酐含量明显低于对照组,腓肠肌中肌糖原含量明显高于对照组,乳酸含量差异无统计学意义^[27]。也有实验证明小鼠游泳 45 min 后肝糖原的含量明显增加、乳酸含量明显减少,与对照组比较差异均有显著性;黄芪水提取液大剂量组小鼠 5 min 耗氧量和血红蛋白含量明显增多,并延长存活时间^[28]。黄芪水提取液大剂量组小鼠 5 min 耗氧量和血红蛋白含量明显增多,并延长存活时间^[27]。通过肌糖原的储备增加运动时能量供应,减少磷酸肌酸和蛋白质代

谢供能,并通过增加血红蛋白含量,提高携氧能力是黄芪水提取液抗运动性疲劳的机制之一。

黄芪水提取液大、中剂量使小鼠负重游泳力竭时间延长,使血清 SOD 活性增强,MDA 值显著下降^[29-30],血清心房钠尿肽(ANP)含量显著增加^[31]。黄芪提取物可以通过加快代谢产物和氧自由基的清除延长大鼠力竭的时间,黄芪水提取液能提高小鼠的抗疲劳能力,其作用与增加 ANP 分泌和提高抗自由基能力有关。

腹腔注射黄芪注射液,小鼠的中枢、神经-肌接头和肌出现疲劳的时间明显延长,降低了 Na⁺-K⁺-ATP 酶和 Ca²⁺-Mg²⁺-ATP 酶活性,而 Na⁺-K⁺-ATP 酶活性的改变直接影响骨骼肌兴奋性的改变^[32]。黄芪注射液降低神经和肌兴奋性以及延缓小鼠中枢、神经-肌接头和肌疲劳,保护性的抑制骨骼肌 ATP 酶活性可能是黄芪抗疲劳的机制之一。

1.4 刺五加

刺五加为五加科植物刺五加 *Acanthopanax senticosus* (Rupr. et Maxim.) Harms 的干燥根和根茎或茎,能祛风湿、补肝肾、强筋骨、活血脉。通过转棒疲劳实验观察刺五加对小鼠抗疲劳能力的影响,给予刺五加的小鼠游泳时间和转棒时间均显著延长^[33]。实验表明刺五加提取物能提高肝糖元的储备,延长游泳时间,降低血乳酸的量^[34]。刺五加果实不同剂量组小鼠负重游泳时间明显延长,运动小鼠 LDH 活力显著提高,血乳酸及血尿素氮水平降低,运动后小鼠肝糖原和肌糖原储备量显著提高,有氧运动糖供给增加,运动小鼠 SOD 活力增高^[35],由此可见刺五加可以增加机体对肌糖原和肝糖原的贮备,通过调节机体的代谢,加强机体的适应能力,从而提高运动能力;降低定量负荷运动后的血乳酸值,增加机体有氧供能能力,有助于消除运动中积累的乳酸,促进运动后乳酸水平恢复正常,从而提高机体耐乳酸能力;清除氧自由基,减少过氧化脂质生成,促进肝脏 SOD 合成,通过抗氧化作用减缓疲劳。

1.5 黄精

黄精为百合科植物滇黄精 *Polygonatum kingianum* Coll. et Hemsl.、黄精 *Polygonatum sibiricum* Red. 或多花黄精 *Polygonatum cyrtonema* Hua 的干燥根茎。能补气养阴、健脾、润肺、益肾。实验证明黄精多糖能增强小鼠游泳耐力、延长爬杆时间,降低血乳酸、血中尿素氮含量,提高肝糖原

含量和肌糖原含量^[36]。黄精粗多糖可显著延长小鼠负重游泳时间、降低运动后小鼠血清尿素氮含量及增加小鼠肝糖原含量,并呈剂量相关性;黄精粗多糖可显著降低溴苯所致小鼠肝损伤的脂质过氧化产物 MDA 含量、增加小鼠肝组织的过氧化物歧化酶 GSH-Px 含量,并呈剂量相关性。黄精粗多糖具有明显的抗疲劳和抗氧化作用^[37]。但其抗疲劳的机制尚不明确,由其养阴健脾的功效推测,黄精能够提高胰高血糖素水平,帮助机体有效地利用糖和脂肪作为能量来源,改善运动疲劳机体的部分特异和非特异免疫功能,提高机体免疫力,由其补气润肺功效,推测可增加红细胞水平和血液携氧能力,增加肌肉供氧量,促进代谢产物消除,延缓肌疲劳产生;由其益肾的功效,推测可能会通过下丘脑-垂体-肾上腺轴调节机体,以达到内环境平衡。黄精抗疲劳的机制仍待实验进一步的证实和确定。

2 抗运动性疲劳的中药复方

中药复方可通过配伍、随症加减等,从多角度、多层次灵活调节,充分利用其多途径、多靶点的整合效应,既能对症治疗,又能改善身体的整体状况。

2.1 补气活血方^[38]

补气活血方是由党参、黄芪、田七、当归、白芍、牡丹皮组成。大运动负荷训练时会明显耗气伤血,导致阳气不足而引发神疲倦怠,肢软乏力等阳虚证,同时大量消耗津液,汗出涔涔,伤津耗液,致阴液不足引起机体出现气血不畅之证。方中党参、黄芪补气升阳,当归、白芍养血活血,田七、牡丹皮活血之中兼可凉血,共奏补气养血之功,体现了标本兼治的法则。实验证明补气活血方能恢复运动后小鼠骨骼肌 SOD、肌酸激酶、LDH、血清肌酸激酶等参与骨骼肌能量代谢的酶活性,并延缓体力性疲劳、促进体能的恢复。

2.2 理气调补汤^[39]

理气调补方是由柴胡、枳壳、人参、黄芪、炒酸枣仁、白芍、五味子、丹参、当归、川芎组成。肝藏血,主气机疏泄;心主神明血脉,为君主之官,参与运动疲劳的发生、发展。长期大强度训练使精血、脏腑耗损很大,神志劳伤也较突出。方中柴胡、枳壳疏肝调气,理顺机体上下气机,协调脏腑功能;人参、黄芪补气固表,白芍、五味子酸甘化阴,敛耗散之肺气;丹参、当归、川芎补血活血,酸枣仁养心安神。诸药合用,既可弥补过度运动疲劳所耗伤的阴血,收敛耗散之肺气,又可于补益之中疏通

脏腑气机,以免壅滞之虞,又可安定心神,促进疲劳恢复。实验证明理气调补汤可以延长大鼠游泳力竭的时间,提高血清睾酮含量,降低血清 β 内啡肽含量,维持下丘脑-垂体-肾上腺轴的正常功能。

2.3 升阳益胃汤^[40]

升阳益胃汤由黄芪、人参、半夏、炙甘草、羌活、独活、防风、白芍、陈皮、白术、茯苓、泽泻、柴胡、黄连组成。强度运动后,阳气不举,脾胃运化失调,食欲降低,湿热内生,苑陈渐积。升阳益胃方可消补兼施,扶正祛邪。实验证明能明显延长小鼠游泳运动时间,提高小鼠的运动耐力,能显著降低小鼠游泳运动 10 min 后血乳酸升高值,减少血清尿素氮的产生。通过调节物质代谢,增加运动耐力,减少血乳酸的生成,减少小鼠在大量运动负荷下的蛋白质与氨基酸的分解,从而减少血清尿素氮的产生而增强小鼠身体对负荷的适应性,起到抗疲劳的作用。

2.4 益气生津方^[41]

益气生津方由黄精、麦冬、山楂等组成。运动过劳可耗肺主之气、脾胃运化之精微,又可耗肾所藏之精、肝所藏之血。黄精能补中气而益心,调五脏而补肾阴,补血补阴而养脾胃是其专长。麦冬滋阴养心,具有良好的养阴益气作用,为治疗心肺气虚、心气不足、血脉不畅的常用药。山楂能消食化滞,用于帮助脾胃消化水谷精微。诸药合用具有益气生津之功效,且益气而不燥,酸甘化阴,增补津液而不腻,从而增强机体抗体力疲劳的能力。实验证明益气生津方可以提高胰高血糖素水平,帮助机体有效地利用糖和脂肪,减少对蛋白质的消耗,促进运动后疲劳的消除;增加红细胞水平和血液携氧能力,增加肌肉供氧量,提高能量供应能力;促进代谢产物消除,延缓肌疲劳产生;降低 IL-6 和皮质酮水平,减少机体对运动疲劳的应激反应及损伤;改善运动疲劳机体的部分特异和非特异免疫功能,提高机体免疫力。益气生津方能从多靶点多方位对抗运动性疲劳。

3 结语

疲劳作为一个极其复杂的身体变化综合反应过程,从中枢到外周、从整体水平、组织器官水平至细胞分子水平都可能是疲劳产生的部位和原因,因此中药抗疲劳及其机制研究也应从不同角度、不同层次进行。对于单味药抗疲劳机制研究以补益药人参、黄芪等为主,对于其他如活血化瘀药川芎(行

气活血,补而不滞)、收涩药五味子、山茱萸(涩精敛阴)、利水渗湿药茯苓(可补可泻,为古代养生常服之药)、泽泻(肾之引经药,可泻肾间湿浊)抗疲劳药材研究较少,由于非补益药的功效有别于补益药,现行的抗疲劳研究指标是否适用仍待商榷。对于抗疲劳中药相须配伍的机制研究有待进一步发展,进而指导中药复方的开发。

参考文献

- [1] 张桂霞,李立,张杰,等.红景天缓解体力疲劳作用的实验研究[J].医药论坛杂志,2005,26(23):48-49.
- [2] 万磊,符宏宇,施琼,等.红景天口服液对小鼠游泳存活时间的影响[J].徐州医学院学报,2005,25(3):240-241.
- [3] 王永新,詹皓,魏日胞,等.复方红景天醇提物提高运动耐力(抗疲劳)的作用[J].中国实验方剂学杂志,2010,16(13):172-173.
- [4] 周海涛,曹建民,林强,等.红景天对运动训练大鼠睾酮含量、物质代谢及抗运动疲劳能力的影响[J].天然产物研究与开发,2012,24(12):1808-1812.
- [5] 庄剑青,施建蓉,曾兆麟,等.红景天及其复方对小鼠运动能力和能量代谢影响的研究[J].中国运动医学杂志,1998,17(2):124-125.
- [6] 张岚.红景天提取物抗运动性疲劳的研究[J].吉林农业,2010(7):35.
- [7] 陈玉满,蔡德雷,陈江.红景天抗疲劳作用研究[J].浙江预防医学,2006,18(4):12-13.
- [8] 耿欣,汲晨锋,季宇彬.红景天苷对运动疲劳大鼠红细胞膜的影响[J].中药药理与临床,2008,24(1):49-51.
- [9] 马莉,蔡东联,黎怀星,等.红景天苷对疲劳小鼠氧化损伤的保护作用[J].中西医结合学报,2009,7(3):237-241.
- [10] 龙怡,李佳川,孟宪丽.红景天有效成分对缺氧缺糖心肌细胞损伤的保护作用研究[J].中药药理与临床,2010,26(1):24-25.
- [11] 关骏良,吴钊华.西藏红景天提取物抗衰老作用的实验研究[J].中药材,2004,27(5):365-367.
- [12] 王昊,季宇彬,汲晨锋.红景天苷对运动疲劳大鼠神经递质影响研究[J].哈尔滨商业大学学报:自然科学版,2011,27(1):1-4.
- [13] 刘志伟,吴谋成,陈平.菱叶红景天对小鼠学习记忆影响及耐缺氧实验[J].营养学报,2003,25(1):101-104.
- [14] 张爱民.人参提取物对小鼠耐力影响的初步研究[J].聊城师院学报:自然科学版,2001,14(3):51-53.
- [15] Avakian E V, Sugimoto R B, Taguchi S, et al. Effect of *Panax ginseng* extract on energy metabolism during exercise in rats[J]. *Planta Med*, 1984, 50(2): 151-154.
- [16] 唐晖,汪保和,贺洪,等.人参皂甙 Rg₁ 促进小鼠力竭游泳后体能恢复的作用[J].中国运动医学杂志,2002,21(4):375-377.
- [17] 刘红.竹节人参提取物抗疲劳的实验研究[J].湖北民族学院学报:医学版,2001,18(3):4-6.
- [18] 王斌,张声华,李晓莉,等.人参总皂甙的耐缺氧效应机理研究[J].食品科学,2002,23(8):270-272.
- [19] Voces J, Alvarez A I, Vila L, et al. Effects of administration of the standardized *Panax ginseng* extract G115 on hepatic antioxidant function after exhaustive exercise[J]. *Comp Biochem Physiol C Pharmacol Toxicol Endocrinol*, 1999, 123(2): 175-184.
- [20] 徐君伟,周艳,王东,等.人参皂甙 Rb₁ 对抗运动性骨骼肌疲劳的实验研究[J].辽宁医学院学报,2010,31(2):111-113,125.
- [21] 乔德才,张蕴琨,邓树勋.运动人体科学研究进展与应用[M].北京:人民体育出版社,2008:130.
- [22] 冯毅翀,潘华山,卞伯高,等.人参皂甙 Rg₁ 和 Rb₁ 抗运动性中枢疲劳的实验研究[J].军事体育进修学院学报,2010,29(3):112-115.
- [23] 冯毅翀,潘华山,赵自明,等.运动性疲劳大鼠中枢神经递质改变及人参皂甙 Rb₁ 和 Re 抗疲劳的实验研究[J].湖北中医杂志,2009,31(3):5-7.
- [24] 王晓英,陈霁,张均田.人参皂苷 Rg₁ 对 β -淀粉样肽(25-35)侧脑室注射所致小鼠学习记忆障碍的改善[J].药科学报,2001,36(1):1-4.
- [25] 崔玉民.黄芪注射液对血液流变学的影响[J].齐齐哈尔医学院学报,2002,23(4):388.
- [26] 李建龙.黄芪注射液对运动性疲劳大鼠海马组织中 Glu 和 GABA 的影响[J].体育科学,2005,25(2):73-75.
- [27] 李成福,李香兰,许青松,等.黄芪水提取液抗运动性疲劳作用的部分机制[J].中国现代医学杂志,2012,22(23):58-61.
- [28] 朱华野,朴龙.黄芪提取物抗炎、镇痛、耐缺氧及抗疲劳作用的研究[J].时珍国医国药,2007,18(5):1156-1157.
- [29] 梁仁哲,贺永贵,尹明浩,等.黄芪水提液对小鼠的抗疲劳作用研究[J].陕西中医,2009,30(4):500-501.
- [30] 武云,吴大正,胡之璧.黄芪提取物对大鼠负重耐力游泳的抗疲劳作用[J].上海中医药大学学报,2008,22(1):36-39.
- [31] 李大勇,贺永贵,刘丽萍,等.黄芪水提取液对小鼠抗疲劳作用及 ANP 分泌的影响[J].吉林体育学院学报,2011,27(2):77-78.
- [32] 田吉梅,蔺艳,李先华,等.黄芪对小鼠中枢、神经(神经-肌接头)和肌兴奋性及疲劳性的影响[J].云南中医中药杂志,2006,27(1):38-39.
- [33] 许光辉,吴艳萍,罗友华,等.刺五加增强小鼠睡眠剥夺模型免疫功能和抗疲劳能力的实验研究[J].中国实

- 验方剂学杂志, 2012, 18(23): 173-175.
- [34] 丛登立, 王浩天, 高笑一, 等. 刺五加果的抗疲劳作用 [J]. 吉林大学学报: 医学版, 2010, 36(5): 891-894.
- [35] 徐 峰, 赵江燕, 刘天硕. 刺五加提取物抗疲劳作用的研究 [J]. 食品科学, 2005, 26(9): 453-456.
- [36] 刘诗琼, 秦晓群, 李世胜. 黄精多糖对小鼠抗疲劳作用的实验研究 [J]. 中国当代医药, 2005, 16(10): 31-32.
- [37] 石 娟, 赵 煜, 雷 杨. 黄精粗多糖抗疲劳抗氧化作用的研究 [J]. 时珍国医国药, 2011, 22(6): 1409-1410.
- [38] 李 丽. 补气活血方抗运动性疲劳的实验研究 [J]. 中医药信息, 2006, 23(3): 65-66.
- [39] 王丛笑, 方素萍, 马丽华, 等. 理气调补汤对运动性疲劳大鼠下丘脑-垂体-肾上腺轴的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(5): 139-141.
- [40] 冯玉华, 阎润红, 段剑飞. 升阳益胃汤抗疲劳的实验研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2008, 14(8): 60-62.
- [41] 张华莹. 益气生津法抗体力性疲劳作用机理研究 [D]. 北京: 中国中医科学院, 2009.