

网络出版时间:2013-01-14 16:29

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20130114.1629.020.html>

女贞子提取物对大强度耐力训练大鼠 脑组织氧化损伤的保护作用

戚世媛¹, 熊正英²

(1 西安石油大学 体育系, 陕西 西安 710065; 2 陕西师范大学 体育学院, 陕西 西安 710062)

【摘要】【目的】探讨女贞子提取物(*Ligustrum lucidum* extract)对大强度耐力训练大鼠脑组织的保护作用及其运动能力的影响。【方法】将 24 只 6 周龄健康 SD 大鼠随机分为安静对照组、运动对照组和运动加女贞子提取物组(简称运动加药组),每组 8 只,运动对照组进行 6 周大强度跑台训练,运动加药组除大强度跑台训练外,每天灌服 500 mg/L 女贞子提取物,给药剂量 20 mL/kg,安静对照组和运动对照组灌服同体积 Tween-80 溶液。6 周后将试验大鼠麻醉断髓提取脑组织,测定脑组织总抗氧化能力(T-AOC),总超氧化物歧化酶(T-SOD),铜、锌超氧化物歧化酶(Cu, Zn-SOD),锰超氧化物歧化酶(Mn-SOD),谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px),过氧化氢酶(CAT)活性和谷胱甘肽(GSH),丙二醛(MDA)含量。【结果】运动对照组大鼠脑组织 T-AOC、T-SOD、Cu, Zn-SOD、Mn-SOD、GSH-Px、CAT 活性和 GSH 含量较安静对照组分别下降 21.57%, 12.01%, 8.43%, 19.76%, 29.09%, 39.62% 和 19.17%, 而 MDA 含量较安静对照组上升 26.15%, 运动至力竭时间比安静对照组延长 29.01% ($P < 0.01$)。运动加药组大鼠脑组织 T-AOC、T-SOD、Cu, Zn-SOD、Mn-SOD、GSH-Px、CAT 活性和 GSH 含量较运动对照组分别升高 20.00%, 11.35%, 26.46%, 33.87%, 25.81%, 23.61% 和 19.27%, 而 MDA 含量较运动对照组下降 18.04%, 运动至力竭时间比运动对照组延长 23.09% ($P < 0.01$)。【结论】补充女贞子提取物可以提高大鼠脑组织中抗氧化酶活性和还原物质含量,防止脑组织氧化损伤,减少 MDA 生成,对脑组织结构和功能有良好的维护作用,可以提高大鼠运动能力。

【关键词】 女贞子提取物; 脑组织; 抗氧化酶; 氧化损伤; 运动能力; 大鼠

【中图分类号】 G804.7

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2013)02-0030-05

Effects of *Ligustrum lucidum* extract on brain tissue oxidative damage of rats taking high-intensity endurance training

QI Shi-yuan¹, XIONG Zheng-ying²

(1 Department of Physical Education, Xi'an Petroleum University, Xi'an, Shaanxi 710065, China;

2 College of Physical Education, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

Abstract: 【Objective】The study was to explore protection of *Ligustrum lucidum* extract on the brain tissue damage of rats taking endurance training and its effects on the exercise performance. 【Method】24 6-week-old healthy SD rats were randomly divided into quiet control group, exercise control group and exercise drug group. The exercise control group and exercise drug group attended a 6-week high-intensive treadmill exercise. The exercise drug group were also fed with 20 mL/kg weight *Ligustrum lucidum* extract with concentration of 500 mg/L orally every day. The quiet control group and the exercise control group were fed with same volume of Tween-80 solution. Six weeks later, the rats were anesthetized before

【收稿日期】 2012-05-26

【基金项目】 陕西省自然科学基金项目(2003C137)

【作者简介】 戚世媛(1964—),女,安徽寿县人,副教授,主要从事运动人体科学研究。E-mail: shyqi@xsyu.edu.cn

【通信作者】 熊正英(1952—),男,陕西商南人,教授,主要从事运动生物化学、运动营养学研究。E-mail: xzy5201@yahoo.com.cn

their myeloids were broken. The brain tissues were taken and the total antioxidant ability(T-AOC),total superoxide dismutase (T-SOD),copper,zinc superoxide dismutase (Cu,Zn-SOD),manganese superoxide dismutase (Mn-SOD),GSH-Px,CAT activities and GSH,MDA contents were measured.【Result】Compared with the quiet control group,the T-AOC,T-SOD,Cu,Zn-SOD,Mn-SOD,GSH-Px,CAT and GSH activity of the exercise control group decreased by 21.57%,12.01%,8.43%,19.76%,29.09%,39.62% and 19.17%,respectively while the MDA content increased by 26.15%. The exercise exhaustion time of the exercise control groups was 29.01% ($P<0.01$) longer than that of the quiet control groups. The T-AOC,T-SOD,Cu,Zn-SOD,Mn-SOD,GSH-Px,CAT and GSH activity of the exercise drug group increased by 20.00%,11.35%,26.46%,33.87%,25.81%,23.61% and 19.27%,respectively,while the MDA content decreased by 18.04% compared to that of exercise control group,the exercise exhaustion time of the exercise drug group increased by 23.09% ($P<0.01$).【Conclusion】The *Ligustrum lucidum* extract could improve brain antioxidant enzyme activities in the drug group,restore the material and prevent oxidative damage in brain tissue. It can reduce MDA formation,maintain brain structure as well. Therefore,it can raise the movement skills of rats.

Key words: *Ligustrum lucidum* extract; brain tissue; antioxidant enzyme; oxidative damage; exercise capacity; rat

生物体内的抗氧化系统(抗氧化剂和自由基清除酶类)能及时清除体内氧化代谢产生的少量自由基,维持自由基的代谢平衡。但当机体处在运动胁迫条件下,由于耗氧量增加,还原当量下降,机体自由基消除能力下降,从而导致氧化和抗氧化的失衡,而过多的自由基会对脑组织产生氧化损伤,进而引发机体产生运动性疲劳^[1-4]。女贞子含有齐墩果酸等三萜类脂溶性活性物质,裂环环烯醚萜苷类和对羟基苯乙醇苷类等水溶性物质,以及磷脂、多糖、挥发油、微量元素等多种化学成分,具有多种药理作用^[5-7]。女贞子提取物(*Ligustrum lucidum* extract)^[8]的药用价值多有报道,而有关其对运动训练大鼠脑组织氧化损伤的保护及运动能力的影响研究尚未见报道。本试验研究了女贞子提取物对大强度耐力训练大鼠脑组织的保护作用,并探讨了总抗氧化能力(T-AOC),总超氧化物歧化酶(T-SOD),铜、锌超氧化物歧化酶(Cu,Zn-SOD),锰超氧化物歧化酶(Mn-SOD),谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px),过氧化物酶(CAT),谷胱甘肽(GSH)和丙二醛(MDA)对大鼠运动能力影响的机制,旨在为女贞子提取物在运动医学中的应用提供试验依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试剂及仪器 T-AOC、T-SOD、Cu,Zn-SOD、Mn-SOD、GSH-Px、CAT、GSH 和 MDA 测定试剂盒由南京建成生物研究所提供。

仪器:电动跑台,中国杭州段氏制作;TGL-16G 台式高速冷冻离心机,上海安亭科学仪器厂;721B 型分光光度计、751B 型紫外分光光度计,上海第三分析仪器厂。

1.1.2 女贞子提取物的制备 女贞子提取物由陕西昌岳植化技术有限公司提供。冬季采摘成熟女贞子果实晒干,按质量比 10:1 制备全水溶提取物,经光谱及化学分析鉴定含有女贞子甙(nuzhenide)、橄榄苦甙(oleuropein)、齐墩果酸(oleanolic acid)、4-羟基-B-苯乙基-B-D-葡萄糖甙、桦木醇(betulin)等抗氧化成分。

1.1.3 试验动物 雄性 Sprague-Dawley(SD)健康大鼠,鼠龄 6 周,体质量 180~220 g,由西安交通大学医学院实验动物中心提供,动物等级为二级(许可证号:SCXK2007-001)。

1.2 动物运动模型的建立

试验动物适应性饲养 7 d 后,以 5 min/d 的运动量对动物进行为期 3 d 的筛选,淘汰个别不适应跑台训练者。将剩余大鼠随机分为安静对照组、运动对照组和运动加药组 3 组,每组 8 只。每天训练前以 15 m/min 的速度做适应运动,5 min 后正式训练,训练模型基于 Bedford 功率脚踏车试验改为跑台试验并加坡度,每天大强度耐力训练后记录力竭时间,为期 6 周。饲养、训练在陕西师范大学动物房(国家二级)内。动物房温度(23 ± 5)℃,相对湿度 40%~70%,12 h/12 h 明暗交替照明。国家标准啮齿类动物干燥饲料喂养,自由进食和饮水。饲养笼

垫料使用高压灭菌消毒垫料,每周更换 2 次。第 6 周最后 1 天进行力竭运动,记录力竭时间,力竭判定标准:动物跟不上预定速度,大鼠臀部压在笼具后壁,后肢随转动皮带后拖达 30 s,毛刷刺激驱赶无效;行为特征为呼吸深急、幅度大,神情疲倦,俯卧位,垂头,刺激后无反应。

1.3 给药方法

将女贞子提取物用 3.82 mmol/L Tween-80 溶解,运动加药组给药剂量 20 mL/kg,药物质量浓度为 500 mg/L,灌胃时间在大强度耐力训练之前,即每天 08:00—10:00,其他 2 组灌服相同量的 Tween-80(3.82 mmol/L)作为对照。

1.4 取材及样品制备

1.4.1 取材 第 6 周最后 1 天,在记录 3 组的力竭时间后,将 3 组试验大鼠用 2.25 mol/L 乌拉坦(0.5 mL/kg)腹腔麻醉后,断髓迅速提取脑组织,置于预冷的生理盐水中洗净血污,再用滤纸吸干后,置于-20℃冰箱保存备用。

1.4.2 组织匀浆的制备 称取适量大鼠脑组织(0.2~1 g)于研钵中,按 1:9 的比例(1 g 脑组织加 9 mL 匀浆介质)加入预冷的匀浆介质(8 g/L NaCl 溶液),在冰浴条件下制备匀浆后,3 000 r/min 低温(4℃)下离心 10~15 min,取上清液,4℃冰箱冷藏或-20℃冰箱冰冻备用。

1.5 测试指标及方法

总抗氧化能力(T-AOC)采用 Fe²⁺-菲啉络合法测定,超氧化物歧化酶(SOD)活性采用黄嘌呤氧化酶法测定,谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性采

用谷胱甘肽氧化法测定,总超氧化物歧化酶(T-SOD)、过氧化氢酶(CAT)活性采用钼酸铵法测定,谷胱甘肽(GSH)含量采用比色定量法测定,丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥(TBA)法测定,蛋白质含量采用双缩脲法测定。以上各指标测试与计算均按南京建成生物研究所提供的试剂盒说明书进行。酶的比活以每 mg 蛋白质中的酶活性单位表示(U/mg)。

1.6 统计学处理

应用 SPSS12.0 统计软件进行试验数据处理。计量资料以“均值±标准差”表示;组间比较进行 *t* 检验,*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 女贞子提取物对大强度耐力训练大鼠脑组织总抗氧化能力及 SOD 活性的影响

由表 1 可知,运动对照组大鼠脑组织 T-AOC、T-SOD、Cu,Zn-SOD、Mn-SOD 活性均显著(*P*<0.05)或极显著(*P*<0.01)低于安静对照组,较安静对照组分别下降了 21.57%,12.01%,8.43%和 19.76%;运动加药组大鼠脑组织 T-AOC、T-SOD 活性低于安静对照组,较安静对照组下降了 6.88%和 2.03%,Cu,Zn-SOD、Mn-SOD 活性高于安静对照组,较安静对照组升高 16.15%和 7.41%,但差异均不显著;运动加药组大鼠脑组织 T-AOC、T-SOD、Cu,Zn-SOD、Mn-SOD 活性显著(*P*<0.05)或极显著(*P*<0.01)高于运动对照组,较运动对照组分别升高 20.00%,11.35%,26.46%和 33.87%。

表 1 女贞子提取物对大强度耐力训练大鼠脑组织总抗氧化能力及 SOD 活性的影响(*n*=8)
Table 1 Effect of *Ligustrum lucidum* extract on the total antioxidant capacity of brain tissue and SOD activity in rats with high-intensive endurance training(*n*=8)

组别 Groups	T-AOC	T-SOD	Cu,Zn-SOD	Mn-SOD
安静对照组 Quiet control group	0.51±0.05	103.54±7.75	18.27±2.09	10.12±2.05
运动对照组 Exercise control group	0.40±0.02▲▲	91.10±19.24▲	16.78±2.66▲	8.12±2.66▲▲
运动加药组 Exercise drug group	0.48±0.02*	101.44±7.88**	21.22±2.13*	10.87±1.26*

注:与安静对照组相比,▲表示差异显著(*P*<0.05),▲▲表示差异极显著(*P*<0.01);与运动对照组相比,*表示差异显著(*P*<0.05),**表示差异极显著(*P*<0.01)。下表同。

Note:Compared with the control group ▲Indicates significant difference *P*<0.05,▲▲Shows a significant difference *P*<0.01;And compared with exercise control group * Indicates significant difference *P*<0.05,** Shows a significant difference *P*<0.01. The following table is the same.

2.2 女贞子提取物对大强度耐力训练大鼠脑组织 GSH-Px、CAT 活性的影响

由表 2 可知,运动对照组大鼠脑组织 GSH-Px、CAT 活性极显著(*P*<0.01)低于安静对照组,较安静对照组分别下降 29.09%和 39.62%;运动加药

组大鼠脑组织 GSH-Px、CAT 活性均低于安静对照组,较安静对照组下降 10.78%和 25.37%,但差异均不显著;运动加药组大鼠脑组织 GSH-Px、CAT 活性显著(*P*<0.05)或极显著(*P*<0.01)高于运动对照组,较运动对照组分别升高 25.81%和 23.61%。

表 2 女贞子提取物对大强度耐力训练大鼠脑组织 GSH-Px、CAT 活性的影响($n=8$)

Table 2 Effect of *Ligustrum lucidum* extract on the GSH-Px,CAT activity of brain tissue in rats with high-intensive endurance training ($n=8$)

组别 Groups	GSH-Px	CAT
安静对照组 Quiet control group	56.76±2.68	4.77±2.32
运动对照组 Exercise control group	40.25±2.08▲▲	2.88±1.65▲▲
运动加药组 Exercise drug group	50.64±2.88* *	3.56±1.44*

2.3 女贞子提取物对大强度耐力训练大鼠脑组织 GSH、MDA 含量的影响

由表 3 可知,运动对照组大鼠脑组织 GSH 含量极显著($P<0.01$)低于安静对照组,较安静对照组下降 19.17%;MDA 含量极显著($P<0.01$)高于安静对照组,较安静对照组上升 26.15%。运动加药组大鼠脑组织 GSH 含量低于安静对照组,较安

静对照组下降 3.60%;MDA 含量高于安静对照组,较安静对照组升高 3.40%,但差异均不显著。运动加药组大鼠脑组织 GSH 含量极显著($P<0.01$)高于运动对照组,较运动对照组升高 19.27%;MDA 含量显著($P<0.05$)低于运动对照组,较运动对照组下降 18.04%。

表 3 女贞子提取物对大强度耐力训练大鼠脑组织 GSH、MDA 含量的影响($n=8$)

Table 3 Effect of *Ligustrum lucidum* extract on the GSH,MDA content of brain tissue in rats with high-intensive endurance training($n=8$)

组别 Groups	GSH/(mg · g ⁻¹)	MDA/(nmol · mg ⁻¹)
安静对照组 Quiet control group	52.78±2.09	11.78±1.31
运动对照组 Exercise control group	42.66±2.16▲▲	14.86±1.11▲▲
运动加药组 Exercise drug group	50.88±5.48* *	12.18±1.02*

2.4 女贞子提取物对大强度耐力训练大鼠运动能力的影响

运动对照组大鼠运动至力竭时间((105.34±10.22) min)极显著($P<0.01$)高于安静对照组((81.65±3.96) min),较安静对照组延长29.01%;运动加药组大鼠运动至力竭时间((129.66±32.78) min)极显著($P<0.01$)高于运动对照组,较运动对照组延长 23.09%。

中细胞缺氧时间相对较长,一旦恢复慢运动或停止运动,复氧时大量产生超氧自由基并超出体内自由基清除系统的负荷而造成损伤^[10]。因此,疲劳性运动损伤与缺血再灌注损伤一样,都存在缺氧—复氧的过程,都可产生大量自由基,运动引起自由基增加的机制,一方面是因为剧烈运动时耗氧量剧增,氧代谢的结果必然产生自由基;另一方面,局部组织缺氧及代谢产物的堆积影响了线粒体氧化的功能,同时氧气大量消耗产生了大量的单线态氧,从而激发一系列的自由基反应。研究表明,大强度力竭性运动可引起丙二醛(MDA)含量的明显升高,并伴随着运动时间的延长而进一步提高^[11]。自由基的产生与运动时间和强度有关,运动时间和强度是引起自由基产生增多的因素之一^[12]。

3 讨 论

3.1 力竭运动状态下运动对照组大鼠脑组织生物化学指标的变化

本研究结果显示,在力竭运动状态下,运动对照组大鼠脑组织有利于自由基消除的生物化学指标均有所降低,T-AOC、T-SOD、Cu、Zn-SOD、Mn-SOD、GSH-Px、CAT 活性和 GSH 含量较安静对照组分别下降 21.57%,12.01%,8.43%,19.76%,29.09%,39.62%和 19.17%,而机体自由基脂质过氧化代谢产物 MDA 含量较安静对照组上升 26.15%。适量运动对提高机体抗氧化酶活性有一定的促进作用^[9],而力竭运动时,机体清除自由基的能力不足以平衡运动应激情况下产生的自由基,造成抗氧化和氧化失去平衡,引起机体内氧自由基产生增多,脂质过氧化增加。研究表明,急性剧烈运动

3.2 力竭运动状态下运动加药组大鼠脑组织生物化学指标的变化

女贞子提取物含有女贞子甙、洋橄榄苦甙、齐墩果酸、4-羟基-B-苯乙基-B-D-葡萄糖甙、桦木醇等抗氧化成分,它们可以增加还原性物质的含量,维护SOD、GSH-Px、CAT 等抗氧化酶活性和正常生理环境等。在力竭运动训练时,外源性补充抗氧化物质,可以保护抗氧化酶的结构与活性,促进自由基的清除,降低机体氧化损伤程度,维护机体组织、细胞结构与生物学功能^[13-14]。

研究表明,女贞子提取物对自由基显示出较强的清除能力,具有一定的抗脂质过氧化能力和还原能力,其总体抗氧化能力也较强,女贞子提取物具有较强的抗氧化活性,可以作为潜在的天然抗氧化剂开发利用^[15]。抗氧化剂可以缓解由于力竭运动造成的自由基生成增加和对抗氧化酶的不利影响,促进抗氧化酶活性的回升,这对维持大脑的自由基代谢稳定十分重要^[16]。补充女贞子提取物可以提高大强度耐力训练大鼠脑组织中抗氧化酶活性和还原物质含量,防止脑组织氧化损伤,减少 MDA 生成,对脑组织结构和功能有良好的维护作用,可以提高大鼠运动能力。

本研究结果显示,在力竭运动状态下,补充女贞子提取物后大鼠脑组织有利于自由基消除的生物化学指标均有所上升,如 T-AOC、T-SOD、Cu、Zn-SOD、Mn-SOD、GSH-Px、CAT 活性和 GSH 含量较运动对照组分别升高 20.00%,11.35%,26.46%,33.87%,25.81%,23.61%,19.27%,而 MDA 含量较运动对照组下降 18.04%。

[参考文献]

- [1] 张平,李明学,李岚. 锌对力竭运动时大鼠肝脑组织自由基代谢的影响 [J]. 体育科学,2005,25(5):63-64.
Zhang P, Li M X, Li L. Influence of zinc on free radical mechanism of liver and brain in rat during exhaustive exercise [J]. China Sport Science, 2005, 25(5): 63-64. (in Chinese)
- [2] 熊正英. 运动自由基生物学研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2010:69-102.
Xiong Z Y. Biological study of exercise in free radical [M]. Beijing: Science Press, 2010:69-102. (in Chinese)
- [3] 唐量,熊正英. 芦荟对运动训练小鼠脑组织自由基代谢的影响 [J]. 陕西师范大学学报:自然科学版,2003,30(2):99-101.
Tang L, Xiong Z Y. Aloe effect on exercise performance and free radical metabolism in brains of trained mice [J]. Journal of Shaanxi Normal University: Natural Science Edition, 2003, 30(2):99-101. (in Chinese)
- [4] 董改宁,熊正英,刘海英. 槲皮素对运动训练大鼠脑组织自由基代谢的影响 [J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2006,34(3):29-32.
Dong G N, Xiong Z Y, Liu H Y. Effect of quercetin on exercise performance and free radical metabolism in tissue of trained rats [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2006, 34(3): 29-32. (in Chinese)
- [5] 张兴辉,石力夫. 中药女贞子化学成分的研究(Ⅰ) [J]. 第二军医大学学报,2004,25(3):333-334.
Zhang X H, Shi L F. Studies on chemical constituents of *Fructus Ligustri lucidi* (Ⅰ) [J]. Academic Journal of Second Military Medical University, 2004, 25(3): 333-334. (in Chinese)

- [6] 邱蓉丽,李 璘. 中药女贞子化学与药理研究进展 [J]. 中药材,2007,30(7):891-894.
Qiu R L, Li L. Chinese medicine of *Ligustrum* chemical and pharmacological research progress [J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2007, 30(7): 891-894. (in Chinese)
- [7] 李 阳,孙文基. 女贞子的药理作用研究 [J]. 陕西中医学院学报,2006,29(5):58-60.
Li Y, Sun W J. *Ligustrum lucidum* of the pharmacological effects [J]. Journal of Shaanxi College of Traditional Chinese Medicine, 2006, 29(5): 58-60. (in Chinese)
- [8] 吴喜凤,韩淑英,朱丽莎,等. 女贞子提取物对小鼠免疫功能的影响 [J]. 华北煤炭医学院学报,2008,10(3):303-304.
Wu X F, Han S Y, Zhu L S, et al. The effects of privet extraction on immune system of mice [J]. Journal of North China Coal Medical College, 2008, 10(3): 303-304. (in Chinese)
- [9] 赵 丽,熊开宇,龚丽景. 运动诱导机体对氧应激系统性适应的分子机制 [J]. 中国医疗前沿,2009,4(9):46-48.
Zhao L, Xiong K Y, Gong L J. Molecular mechanism of systemic adaptation to oxidative stress induced by regular exercise [J]. China Healthcare Frontiers, 2009, 4(9): 46-48. (in Chinese)
- [10] 许弟群,曹 芳. 运动对自由基代谢影响的研究 [J]. 漳州师范学院学报:自然科学版,2005,2(2):118-121.
Xu D Q, Cao F. The study of effects for exercise on privet supersession [J]. Journal of Zhangzhou Teachers College: Natural Science, 2005, 2(2): 118-121. (in Chinese)
- [11] 刘 军. 运动、自由基与细胞凋亡研究进展 [J]. 南京体育学院学报:自然科学版,2007,6(3):11-14.
Liu J. Summary of the research on the exercise free radical and apoptosis [J]. Journal of Nanjing Institute of Physical Education: Natural Science, 2007, 6(3): 11-14. (in Chinese)
- [12] 万 利. 自由基的产生对运动疲劳的影响及其恢复机制 [J]. 河北体育学院学报,2004,18(1):21-22.
Wan L. The influence of free radical sproduction on sports fatigue and its recovery mechanism [J]. Journal of Hebei Institute of Physical Education, 2004, 18(1): 21-22. (in Chinese)
- [13] 蔡曦光,张振明,许爱霞,等. 女贞子多糖与菟丝子多糖清除氧自由基及抗衰老协同作用 [J]. 医学研究杂志,2007,36(8):74-75.
Cai X G, Zhang Z M, Xu A X, et al. *Ligustrum lucidum* polysaccharides and seed polysaccharide clear experimental study of oxygen free radicals and anti-aging synergy [J]. Journal of Medical Research, 2007, 36(8): 74-75. (in Chinese)
- [14] 盛 玮,薛建平,高 翔. 女贞子多糖超声提取工艺及抗氧化性的研究 [J]. 淮北煤炭师范学院学报:自然科学版,2009,29(3):28-31.
Sheng W, Xue J P, Gao X. Study on uirtasonic extraction of polysaccharide in *Ligustrum lucidum* ait and its antioxida-tional effects [J]. Journal of Huaibei Coal Industry Teachers College: Natural Science Edition, 2009, 29(3): 28-31. (in Chinese)