

文章编号: 1001-3806(2011)05-0664-03

红外线照射对大鼠血脂和小鼠血糖水平的影响

张亚美, 李斌, 庞小峰*

(电子科技大学 生命科学与技术学院, 成都 610054)

摘要: 为了研究红外线照射对高血脂和高血糖的作用机制, 采用建立高血脂和高血糖模型的方法, 对红外线照射治疗后大鼠血脂水平、小鼠血糖水平和血清超氧化物歧化酶活力、丙二醛浓度等指标进行了对比分析。结果表明, 红外线照射能降低总胆固醇浓度 ($P < 0.01$), 能降低血糖浓度并恢复到正常水平 ($P > 0.05$), 对高血脂大鼠和高血糖小鼠的自由基有一定影响, 具有增强超氧化物歧化酶活力、降低丙二醛浓度的作用, 但对正常小鼠自由基未产生明显影响。这表明红外线照射治疗对高血脂和高血糖等疾病有良好的治疗效果和预防作用。

关键词: 医用光学与生物技术; 红外线; 血脂; 血糖; 超氧化物歧化酶; 丙二醛

中图分类号: Q691 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1001-3806.2011.05.024

Effects of infra-red rays on blood lipid in rats and blood glucose in mice

ZHANG Ya-mei, LI Bin, PANG Xiao-feng

(School of Life Science and Technology, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China)

Abstract: Infra-red ray can regulate the nervous system and endocrine system, promote metabolism and protein synthesis, speedup blood circulation to improve microcirculation. To explore the effects of exposing rats to infra-red on hyperlipemia and hyperglycemia, the hyperlipemia rat models and hyperglycemia mouse models were established. After Infrared rays irradiation, the levels of blood lipid in rats, the levels of blood glucose in mice, superoxide dismutase (SOD) activity and malondialdehyde (MDA) content in serum were measured. The results show that Infrared rays improves the blood circulation, the levels of blood lipid in hyperlipemia rats ($P < 0.01$) and blood glucose in hyperglycemia mice ($P > 0.05$) are significantly decreased, the SOD activity is enhanced and the serum of hyperlipemia rats and hyperglycemia mice is decreased by MDA content. However, there are few changes in the normal mice exposed to Infrared ray. These results indicate that Infrared ray is favorable to preventing the hyperlipemia and hyperglycemia diseases.

Key words: medical optics and biotechnology; infra-red; blood lipid; blood glucose; superoxide dismutase; malondialdehyde

引言

红外线是电磁波谱的一部分, 由于红外线照射副作用小, 对机体不造成危害, 辐射引起的皮肤表面升温可以随时调节, 患者易于接受, 近年来, 这一体外照射理疗手段越来越受到人们的重视。

30多年来, 中国在红外线疗法的临床应用经验证明, 红外线辐射治疗对临床各科疾病疗效确切, 适应症广。研究发现, 红外线特别是中波红外线能促进胚胎的生长并对环磷酰胺 (cyclophosphamide, CP) 引起的胚

胎发育障碍有一定的缓解作用^[1-2]。红外线可减轻慢性萎缩性胃炎模型大鼠胃黏膜变薄和炎细胞浸润的程度, 并有一定的治疗效果^[3]。联合应用红外线和磁场能有效地减轻骨关节炎的软骨破坏, 并可缩短病程, 提高疗效, 起到相互协同作用; 对提高兔膝关节骨关节炎的关节活动度和关节局部的抗氧化能力有较好疗效^[4-5]。临床资料证明, 适宜的红外线照射可调节机体的神经系统和内分泌系统, 促进机体的新陈代谢和蛋白质合成, 扩张毛细血管, 改善微循环, 增强红细胞的流动性和变形能力, 具有去肿消炎, 加速脂肪分解, 缓解高血糖症, 提高机体免疫力等多种医用功效^[6-8]。

红外多源治疗仪 (infra-red multi-source therapeutic, IRMT) 是根据电磁波辐射理论研制的一种中远红外治疗保健仪器, 它采用稳定性强、使用寿命长的直热式辐射元件, 元件表面呈弧形, 使电磁波在空间的交叉和叠加得到强化。作者通过建立高血脂大鼠模型和高血糖小鼠模型, 检测大鼠血脂水平、小鼠血

基金项目: 国家九七三重点基础研究发展计划资助项目 (212011CB503701); 电磁辐射危害健康的机理及医学防护的基础研究资助项目 (212011CB503701)

作者简介: 张亚美 (1981-), 女, 博士研究生, 现主要从事生物物理与生物电磁学的研究。

* 通讯联系人。E-mail: pangxf2006@yahoo.com.cn

收稿日期: 2010-12-24; 收到修改稿日期: 2011-01-27

糖水平和血清中总超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)活力、丙二醛(malondialdehyde, MDA)浓度的变化等各项指标,观察多源治疗仪对高血脂大鼠、高血糖小鼠自由基代谢的影响,旨在探索红外线作用于机体的生物效应,评价其对高血脂和高血糖疾病的疗效,以期为高血脂及高血糖的预防和治疗提供新的思路和理论依据。

1 材料与方法

1.1 动物及分组

180g~200g健康成年Wistar大鼠和20g~25g清洁级BALB/C小鼠由成都市达硕生物公司提供。大鼠雌雄各半,随机分为正常组(I)、高血脂模型组(II)和高血脂红外治疗组(III),每组12只。I组用正常饲料,II组和III组用高脂饲料(正常饲料中添加质量分数为0.1的熟猪油,0.15的胆固醇,0.5的猪胆盐)饲养。小鼠雌雄各半,随机分为正常组(A)、正常红外照射组(B)、高血糖模型组(C)和高血糖红外治疗组(D),每组12只。C组和D组小鼠禁食16h后腹腔注射四氧嘧啶生理盐水(80mg/kg),建立高血糖模型。大鼠和小鼠均在标准条件下饲养,其中III组和B组、D组每天进行两次红外线照射,照射温度为42℃,时间为30min。治疗12d后测定大鼠血脂水平、小鼠血糖水平、血清超氧化物歧化酶活力和丙二醛浓度指标。

1.2 主要仪器及试剂

IRMT治疗仪(兴运实业成都有限公司研制)、四氧嘧啶(ALLOXAN, SIGMA公司);葡萄糖测定试剂盒、SOD活力测定和MDA测定试剂盒(南京建成生物工程研究所)。

1.3 指标测定

大鼠采血前12h禁食,予以45mg/kg戊巴比妥钠麻醉,晨间采空腔静脉血,肝素钠抗凝后分别采用CHOD-PAP, GPO-POD, PTA-Mg²⁺方法测定总胆固醇(cholesterin, CHOI)、三酰甘油(triglycerides, TG)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein, LDL-C);乙二胺四乙酸(ethylenediaminetetraacetic acid, EDTA)抗凝后分离血清,黄嘌呤氧化法测定SOD活力,硫代巴比妥酸法测定MDA浓度,测定和计算均按试剂盒说明书进行。小鼠采血前禁食16h,尾部采血,EDTA抗凝后分离血清,葡萄糖氧化酶法测定葡萄糖含量;以45mg/kg戊巴比妥钠麻醉小鼠,心脏取血,EDTA抗凝后分离血清,测定SOD活力和MDA含量。

参考文献[9]~参考文献[11]中确定空腹血糖值大于10mmol/L为高血糖造模成功大鼠,进行统计分析。应用SPSS16.0进行统计分析,采用单因素方差分析,以P<0.05认为差异有显著性意义。

1.4 统计分析

参考文献[9]~参考文献[11]中确定空腹血糖值大于10mmol/L为高血糖造模成功大鼠,进行统计分析。应用SPSS16.0进行统计分析,采用单因素方差分析,以P<0.05认为差异有显著性意义。

2 实验结果

2.1 红外线照射对血脂的影响

由大鼠血脂测定结果(见表1)分析得出,高血脂模型组的CHOI, TG, LDL-C与正常组相比,显著升高, HDL-C浓度显著降低(P<0.01);红外治疗高血脂组与高血脂模型组相比,各项指标均有显著性差异,其中CHOI, LDL-C浓度显著降低, HDL-C浓度显著升高(P<0.01)且接近正常水平,与正常组比较无显著性意义(P>0.05), TG浓度显著降低(P<0.01),与正常组相比有显著差异(P<0.05),表明红外线照射治疗具有降低高血脂大鼠血脂水平的作用。

Table 1 Effects of infra-red rays on blood lipid in rats

group	CHOI/(mmol·L ⁻¹)	TG/(mmol·L ⁻¹)	HDL-C/(mmol·L ⁻¹)	LDL-C/(mmol·L ⁻¹)
normal (I)	1.274 ± 0.196	0.782 ± 0.092	1.903 ± 0.219	1.081 ± 0.204
hyperlipemia (II)	2.164 ± 0.209**	1.207 ± 0.094**	1.345 ± 0.147**	1.412 ± 0.146**
hyperlipemia treatment (III)	1.351 ± 0.219▲▲	0.884 ± 0.118▲▲*	1.821 ± 0.194▲▲	1.198 ± 0.139▲▲

*: P<0.01, vs. normal group; **: P<0.05, vs. normal group; ▲▲: P<0.01, vs. hyperglycemia group

2.2 红外线照射对高血脂大鼠自由基的影响

由大鼠血清SOD活力和MDA浓度测定结果(见表2)分析得出,高血脂模型组大鼠血清SOD活力显著降

Table 2 Effects of infra-red rays on free radicals in rats

group	MDA/(nmol·mL ⁻¹)	SOD/(U·mL ⁻¹)
normal (I)	48.387 ± 8.450	59.237 ± 14.993
hyperlipemia (II)	56.581 ± 11.177*	38.073 ± 7.821**
hyperlipemia treatment (III)	42.719 ± 8.150▲	60.218 ± 10.541▲

*: P<0.01, vs. normal group; **: P<0.05, vs. normal group; ▲: P<0.05, vs. hyperglycemia group

低(P<0.01)而MDA浓度显著升高(P<0.05)。高血脂红外治疗组与高血脂组相比,大鼠血清SOD活力显著升高(P<0.05),而MDA浓度显著降低(P<0.05),且接近正常水平,与正常组比较无显著性意义(P>0.05),表明红外线照射治疗可以提高高血脂大鼠血清中SOD活力,降低MDA浓度,有助于减轻病症。

2.3 红外线照射对血糖的影响

实验观察高血糖建模后小鼠出现不同程度的多饮、多食、多尿和体重减轻等症状,部分小鼠在实验不

Table 3 Effects of infra-red rays on blood glucose and free radicals in mice

group	GLU/(mmol · L ⁻¹)	SOD/(U · mL ⁻¹)	MDA/(nmol · mL ⁻¹)
normal (A)	4.300 ± 0.895	160.922 ± 25.708	29.326 ± 4.682
normal treatment (B)	4.472 ± 0.423	151.811 ± 13.703	30.667 ± 6.556
hyperglycemia (C)	15.430 ± 2.493	114.834 ± 14.044**	43.457 ± 5.074**
hyperglycemia treatment (D)	4.546 ± 0.127	148.682 ± 24.319▲▲	30.455 ± 2.617▲▲

** : $P < 0.01$, vs. normal group; ▲▲ : $P < 0.01$, vs. hyperglycemia group; CLU: blood glucose

同时期死亡。分析小鼠血糖测定结果(见表3)可知,模型组血糖值范围(15.430 ± 2.493) mmol/L 均达到预期目标,符合高血糖模型条件,建模成功。红外线照射治疗后,高血糖小鼠血糖浓度显著降低,且接近正常水平,与正常组比较无显著性意义($P > 0.05$),表明红外线照射治疗具有降低高血糖小鼠血糖水平的作用,但照射对正常小鼠血糖水平无显著影响($P > 0.05$)。

2.4 红外线照射对高血糖小鼠自由基的影响

由小鼠血清 SOD 活力和 MDA 浓度测定结果(见表3)分析得出,高血糖小鼠与正常组小鼠相比,血清 SOD 活力显著降低,MDA 浓度显著增加($P < 0.01$)。高血糖红外治疗组与高血糖组相比,小鼠血清 SOD 活力显著升高而 MDA 浓度显著降低($P < 0.01$),且接近正常水平,与正常组比较无显著性意义($P > 0.05$)。红外线照射对正常小鼠自由基无显著影响,正常治疗组与正常小鼠相比,SOD 活力与 MDA 浓度无显著性意义($P > 0.05$),表明红外线照射治疗可以提高高血糖小鼠血清中 SOD 活力,降低 MDA 浓度,有助于减轻高血糖对机体产生的危害。

3 讨论

研究发现,大多数糖尿病患者都有胰岛素分泌相对不足的情况,而胰岛素具有促进脂蛋白分解的作用^[12]。当胰岛素分泌不足或体内产生胰岛素抵抗时,血液中的甘油三酯、低密度脂蛋白都会明显升高,引起脂质代谢异常,而过高的血脂则非常容易通过损伤的血管内膜,进入血管壁并在内膜下沉着,从而导致动脉粥样硬化。红外线照射主要是利用中红外辐射对人体产生的热效应和非热生物学效应以及近红外光对人体的光化学作用。本实验表明,红外线照射对高血糖大鼠和高血糖小鼠具有一定的治疗作用,其血脂和血糖水平大有改善,趋于正常。这可能与红外辐射使人体产生热效应有关,热效应可以引起血管扩张,血流加快,血液中有形物质的轴流效应也相应增强,减少了 COHI 和 TG 进入流向血管内皮并沉着的机会,减轻高血糖状态下对血管壁的损害。

SOD 是生物体内主要的自由基清除剂,它能使超氧

阴离子歧化成过氧化氢,并经氧化物水解酶作用成为水分子,可清除多种来源的自由基,对机体起保护作用,正常情况下,SOD 生成与清除保持动态平衡并维持在一定的水平。MDA 是脂质过氧化物的分解产物,其水平反映了机体细胞受自由基攻击的程度,通过对 MDA 的测定可以了解组织的脂质过氧化水平。本实验表明,红外线照射治疗可使高血糖大鼠和高血糖小鼠血清中 SOD 活力下降幅度减少,有提高抗氧化酶活力的作用;红外线照射治疗后高血糖大鼠和高血糖小鼠血清中的 MDA 浓度均较正常对照组显著降低,表明红外线照射治疗具有降低体内脂质过氧化物生成的作用,从而抑制 MDA 浓度的升高幅度。本实验中只观察到红外多源仪照射治疗对高血糖大鼠和高血糖小鼠血清中 SOD 活力和 MDA 浓度有影响,但对正常小鼠血清的自由基没有影响。国外 ERDAL 等人^[13]研究表明,长期暴露于极低频磁场对大鼠的肝脏组织 MDA 浓度无显著影响。由此认为,磁生物效应的机制复杂,对机体自由基的影响不尽相同,可能与磁场类型、作用时间和生物阈值等多种因素有关。红外多源照射对高血糖大鼠和高血糖小鼠治疗效应还有无其它机制? 这有待于进一步的深入探讨。本实验结果为进一步开展红外多源治疗仪临床应用提供了实验依据,有重要的参考价值。

4 结论

通过制作动物模型进行红外线照射治疗发现,红外线照射能降低血脂和血糖指标,提高血液流动性,具有增强超氧化物歧化酶活力、降低丙二醛浓度的作用,对高血糖大鼠和高血糖小鼠具有良好的治疗效果和预防作用。说明红外线物理疗法的研究和使用可为高血糖和高血糖的保健治疗开辟一条新的途径,值得应用和推广。

参考文献

- [1] KOU S R, LIU S Z, LIU J Z. Studies on the effects of different Infra-red rays radiation in mouse embryo development[J]. Maternal and Child Health Care of China, 2006, 21(11): 1526-1528 (in Chinese).
- [2] KOU S R, DUAN F, MA Y M. Effects of infrared radiation on the testicles in rats[J]. Academic Journal of PLA Postgraduate Medical School, 2006, 27(1): 42-43 (in Chinese).

(下转第 695 页)

了该型激光器的稳定热模型,分别利用热传导方程和数值有限元法讨论了布喇格光纤激光器的温度分布特性,并且研究了其温度分布的主要影响因素。研究结果对于大功率布喇格光纤激光器的散热设计具有重要参考价值。

参 考 文 献

- [1] LI K, WANG Y, ZHAO W, *et al.* High-power double-clad large-mode area photonic crystal fiber laser[J]. SPIE, 2005, 6028 : 60280/1-60280/6.
- [2] CHEN Z L, HOU J, JIANG Z F. Theoretical study on thermal effect in Yb-doped double-clad high power fiber laser[J]. *Leaser Technology*, 2007, 31(5) : 544-550 (in Chinese).
- [3] YE H P, YARIV A, MAROM E. Theory of Bragg fiber[J]. *Journal of the Optical Society of America*, 1978, 68(9) : 1196-1201.
- [4] FVRIER S, GAPONOV D D, ROY P, *et al.* High-power photonic-bandgap fiber laser [J]. *Optics Letters*, 2008, 33(9) : 989-991.
- [5] CHENG X, XU J. Thermal and thermal-optical effects in high-power photonic crystal fiber lasers [J]. *Optical Engineering*, 2006, 45(12) : 124204/1-124204/5.
- [6] LIMPERT J, SCHMIDT O, ROTHHARDT J, *et al.* High-power rod-type photonic crystal fiber laser[J]. *Optics Express*, 2005, 13(4) : 1055-1058.
- [7] SU H, LI Y, LU K, *et al.* Wavelength tunable Yb³⁺-doped double-clad photonic crystal fiber laser[J]. SPIE, 2007, 6823 : 682318/1-682318/7.
- [8] ORTA B, LECAPLAIN C, HIDEUR A, *et al.* High-power femtosecond Yb-doped single-polarization photonic crystal fiber laser [J]. SPIE, 2008, 6873 : 687321/1-687321/6.
- [9] BOULLET J, ZAOUTER Y, DESMARCHELIER R, *et al.* 94W ytterbium-doped single-mode rod-type photonic crystal fiber laser operating at 977nm[J]. SPIE, 2008, 7195 : 719504/1-719504/10.
- [10] YANG H J, HU Y, LIU J X, *et al.* Research for light propagation characteristics of Bragg fiber [J]. *Journal of Optoelectronics · Laser*, 2008, 18(12) : 1410-1413 (in Chinese).
- [11] CHEN H T, YANG H J, LIU P Sh, *et al.* Optimum design of low-loss hollow OmniGuide fibers [J]. *Optik*, 2010, 121(23) : 2113-2116.
- [12] ZHU H T, LOU H Q, ZHOU J, *et al.* Experimental and theoretical study on designing of cooling device for the kilowatt-level double cladding fiber laser [J]. *Acta Physica Sinica*, 2008, 57(8) : 4966-4971 (in Chinese).
- [3] SHOU X H, WANG J G, YANG Y P, *et al.* Effects of infrared rays on chronic atrophic gastritis in rats[J]. *Journal Clinical Rehabilitative Tissue Engineering Research*, 2008, 12(4) : 775-778.
- [4] SUN J L, FAN J Z, SONG F Z, *et al.* Infrared radiation and magnetic field therapy ameliorates cartilage damage in rabbits with knee osteoarthritis[J]. *Journal of Southern Medical University*, 2007, 27(12) : 1851-1855 (in Chinese).
- [5] SUN J L, FAN J Z, ZHANG J H, *et al.* The influence of infrared radiation and magnetic fields in oxidation process of rabbit's knee osteoarthritis[J]. *Chinese Journal of Rehabilitation Medicine*, 2006, 21(11) : 971-972 (in Chinese).
- [6] CHENG S J, WANG D, ZHANG G Y. The effects of infrared radiation on hyperglycemia in experimental diabetic rabbits and the regulating mechanism [J]. *Chinese Journal of Rehabilitation Medicine*, 2000, 22(3) : 165-167 (in Chinese).
- [7] YANG W Q, WU Z Y, HU M. The effects of infrared radiation on the immunological function of tumor-bearing mice[J]. *Chinese Journal of Clinical Rehabilitation*, 2002, 6(8) : 1178-1178 (in Chinese).
- [8] CAO Z R, MA Y J, CHEN S L. Influence of various waveband infrared radiation lymphocyte proliferation in mice[J]. *Chinese Journal of Medical Physics*, 2000, 17(2) : 108-109 (in Chinese).
- [9] VANNUCCI R C, BRUCKLACHER R M, VANNUCCI S J. The effect of hyperglycemia on cerebral metabolism during hypoxia-ischemia in the immature rat [J]. *Journal of Cerebral Blood Flow Metabolism*, 1996, 16(5) : 1026-1033.
- [10] SHELDON R A, PARTRIDGE J C, FERRIERO D M. Postischemia hyperglycemia is not protective to the neonatal rat brain[J]. *Pediatric Research*, 1992, 32(4) : 489-493.
- [11] YAGER J Y, HEITJAN D F, TOWFIGHI J. Effect of insulin-induced and fasting hypoglycemia on perinatal hypoxia-ischemic brain damage[J]. *Pediatric Research*, 1992, 31(2) : 138-142.
- [12] DHAHBI J M, MOTE PL, CAO S X, *et al.* Hepatic gene expression profiling of streptozotocin-induced diabetes[J]. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 2003, 5(3) : 411-420.
- [13] ERDAL N, GURGUL S, TAMER L. Effects of long-term exposure of extremely low frequency magnetic field on oxidative/nitrosative stress in rat liver[J]. *Journal of Radiation Research*, 2008, 49(2) : 181-187.

(上接第 666 页)