

·激光生物医学·

弱激光的生物学效应 及对红细胞变形性的改善作用*

陈 敏^{1,2} 骆清铭¹

(1. 华中科技大学生物医学光子学研究所, 中国湖北 武汉 430074 ;

2. 华中科技大学医院内科, 中国湖北 武汉 430074)

摘 要 简要叙述激光生物效应和弱激光生物刺激作用。概括阐述激光照射血液所产生的生物学效应。叙述了弱激光对红细胞变形性的改善作用并探讨其可能的作用机理。

关键词 弱激光 ; 生物学效应 ; 红细胞变形性

中图分类号 Q318.51

文献标识码 : A

文章编号 : 1007 - 7146(2002)01 - 0055 - 03

Biologic Effect of Low Level Laser and its Improving Action on Red Blood Cell Deformability

CHEN Min^{1,2} , LUO Qing - ming¹

(1. Institute of Biomedical Photonics , Huazhong University of Science and Technology ;

2. Department of internal medicine , Hospital of Huazhong University of Science and Technology , Wuhan 430074 , Hubei , China)

Abstract : A brief description of biologic effect of laser and biology activating effect of low level laser is presented. The biologic effect induced by blood irradiation with lasers quanta is explained generally. The improving action on red blood cell deformability of low level laser is depicted , and its potential function mechanism is discussed.

Key word : Low level laser ; Biologic effect ; Red blood cell deformability

激光技术作为当代一个最重大的科技新成就, 不仅为研究生命科学和疾病发生、发展开辟了新的途径, 而且为临床诊治疾病提供了崭新的手段。弱激光尤其是 He - Ne 激光辐照血液疗法在治疗多种临床疾病尤其是缺血性心脑血管病方面显示了良好的临床效果, 人们对于低强度 He - Ne 激光的生物学效应尤其是对弱激光改善红细胞变形性的作用方面做了大量的研究。

1 弱激光的生物学效应

激光具多种生物效应。根据激光作用后所引起的组织反应水平的强弱分为强激光治疗和弱激光治疗。强激光治疗可致靶组织发生不可逆性损伤, 而

弱激光治疗不会使靶组织直接发生不可逆损伤。

激光生物效应总的可分为光效应、电磁场效应、热效应及压力效应。强激光具有上述四种作用, 而弱激光, 特别是 He - Ne 激光另有一种作用, 称激光生物刺激作用。激光生物刺激作用对生物体不会产生不可逆损伤, 且其生物效应直接产生于辐射而不是热效应。这种特殊作用可产生多种良性生物学效应。

激光生物刺激作用具有如下特点 (1) 刺激或抑制: 激光照射小剂量起刺激作用, 而大剂量反而起抑制作用; 大小剂量的划分则随生物体的结构和机能的不同而不同。(2) 累积作用: 小剂量 He - Ne 激光有累积作用, 即以一次大剂量照射或将该剂量分成

小剂量多次照射,所起的生物效应一样大。(3)抛物线效应:即照射次数有阈值,效应不随次数成正比增大,有一极大值,达极大值后,再增加照射次数,刺激作用反而减弱,甚至变成抑制作用。

激光与血液成份(主要是细胞成份)相互作用的结果是激光照射血液的全身性作用的基础,在机体的这一内环境中存在着大量游离的和固定的可以吸收不同波长激光辐射的结合受体,其中最常见有过氧化氢酶、核黄素、磷酸烟酰胺腺嘌呤核苷酸、细胞色素、细胞色素氧化酶等物质,他们对细胞代谢和保持内稳态起重要作用,而且在很多方面与激光照射血液时发生的变化特性相类似,正是这些变化使该疗法具有高度生物学活性和治疗作用^[1]。这些变化使激光照射血液具有以下两大类生物学效应:

1.1 改善血液流变学参数、活血抗凝、改善微循环

血液流变学参数的变化最终集中表现在血液粘度的改变,而影响血液流变性质的主要是红细胞。低强度 He-Ne 激光可改善多种缺血性疾病患者的红细胞变形性^[2,3],改善微循环。激光还可激活纤溶系统,致血浆纤维蛋白原水平下降,降低血小板聚集功能,使血沉减慢^[4,5]。红细胞和血小板的变化可导致血液粘度的降低,血液流变学参数的改善。

1.2 激活多种酶活性

弱激光血管内照射可显著降低过氧化脂质(LPO)浓度,明显提高超氧化物歧化酶(SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSHpx)及过氧化氢酶(CAT)的活性,增强机体清除自由基能力^[6,7],清除脑缺血局部产生的大量氧自由基,抗脂质过氧化^[8],改善局部脑组织的功能。激光照射还能激活包括糖代谢及线粒体呼吸链需要酶类如琥珀酸脱氢酶、细胞色素氧化酶、NADPH 氧化酶、磷酸化酶等促进糖的利用和 ATP 产生,进而恢复膜 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶活性,并产生有关的生物效应^[9]。

对弱激光治疗作用的机理研究,人们提出了很多假说:如 Gurvich 生物场理论,Anyushin 的生物等离子体学说;Mester 的线偏振光定向电场力改变细胞膜的构想假说;H. X. РаМа лея 的光色素吸收激光能量调节生命过程假说;A. A. прохрнчуков 的细胞膜受体作用导致细胞的光照活化效应假说等,遗憾的是没有一种假说能得到普遍接受^[6]。但这方面的研究方兴未艾,相信其微观机理将逐渐被人们所认识。

2 弱激光改善红细胞变形性及机理探讨

血液的重要功能是向机体各种组织和器官输送氧气和营养物质,同时清除体内代谢废物,以维持细

胞的正常代谢。上述功能是在毛细血管内完成的。红细胞是氧的携带者,是体内重要的气体交换单元。人红细胞直径为 $7 \sim 8 \mu\text{m}$,毛细血管的平均直径为 $6 \mu\text{m}$ 。虽然毛细血管的直径小于红细胞本身的直径,但是在一定的压差推动下,红细胞能够自由通过毛细血管,这表明红细胞具有一定的变形能力。红细胞变形能力又称为红细胞变形性。红细胞变形能力对于微循环血流的维持起着至关重要的作用。红细胞变形性的下降会导致红细胞通过毛细血管受阻,而影响血液与组织间的气体交换,导致组织缺血缺氧,这正是缺血性心脑血管疾病的病理基础。

红细胞变形能力受多种因素影响,但主要取决于:①红细胞的立体形态;②红细胞内胞浆粘度;③红细胞的膜脂流动性,它对红细胞的变形能力起主要作用。而膜脂流动性又取决于红细胞膜的成份结构和代谢功能。

临床观察多种缺血性心脑血管疾病都伴有红细胞变形性的下降。有研究显示:多种疾病如冠心病、高血压、糖尿病、脑梗塞、心肌梗塞、高脂血症等都伴有红细胞变形性的下降^[10~12],使血液与组织间气体交换受阻,从而影响微循环的灌流,引起组织缺血和缺氧。

大量的临床资料表明:低强度 He-Ne 激光可改善缺血性心脑血管病患者的红细胞变形性。侯靖边等报导 He-Ne 激光能改善脑缺血患者红细胞膜脂代谢、膜流动性及红细胞变形性^[2],陶艳梅等报导低强度 He-Ne 激光能提高小鼠红细胞中 SOD 活性,提高离体神经细胞的细胞内钙浓度^[13],曹文新等报导低强度 He-Ne 激光能提高缺氧家兔红细胞内 ATP 含量^[3],这些变化都可使红细胞胆固醇/磷脂比值正常化,使膜稳定性提高,从而恢复红细胞变形能力^[9]。

低强度 He-Ne 激光改善红细胞变形性的机理,有学者认为^[14]红细胞的变形性的维持,依赖于 ATP 能源供应,因红细胞没有细胞器,不能进行有氧氧化,只能通过葡萄糖酵解获得能量,体内这一过程缓慢,需多种酶参与。在病理状态下,酶来源受到影响,ATP 产生很少,红细胞因缺少能量而肿胀变形,变形性降低。当红细胞在激光辐照下,葡萄糖酵解的中间产物,如 1,6-二磷酸果糖吸收 He-Ne 激光光子有可能打断其中间键,形成磷酸二羟丙酮和三磷酸甘油醛,因打断此键只需不到 1 eV 能量,而 He-Ne 激光光子有 1.96 eV。因而激光光子代替促酶使葡萄糖酵解顺利进行。1 克分子葡萄糖变成 2 克分子乳糖并获得 2 克分子 ATP,保证红细胞有足够能源,维持细胞形态结构与变形能力。但这一观点

尚未得到实验证实。其确切的微观机制有待于进一步深入研究。

目前研究发现,细胞内的钙含量对红细胞变形性有显著影响。认为胞内钙含量的增加导致红细胞变形性的下降^[15,16]。Tadahiro Oonishi 等人^[17]认为红细胞变形性受体内钙离子和 cAMP 两条主要途径的胞内信号转导系统的调节。但其确切的细胞学及分子学调控机制仍未完全阐明。

虽然至今对于弱激光照射治疗多种缺血性疾病的确切机制尚未完全阐明,但它显著的临床效果已引起医学界的广为重视,相信弱激光的作用机制将逐渐被人们所认识。

References

- [1] SUN Xin-jong, HUANG bin. Clinic application and prospect of some blood physical therapy methods[J]. Foreign Medical Sciences - Physical Medicine And Rehabilitation Eng, 2000, 20(2): 39(in Chinese).
- [2] HOU Jing-bian, ZHU Hui, TIAN Xin-ya, et al. Effect of intravascular irradiation with He - Ne laser on grease metabolize, fluidness and deformability of red blood cell membrane for cerebral infarction patients[J]. Laser Journal, 1998, 19(3): 58(in Chinese).
- [3] CAO Wen-xing, WU Shin-ming. Effect of He - Ne Laser Irradiation on the rheological property of erythrocyte and its Mechanism[J]. Laser Journal, 1996, 17(5): 265(in Chinese).
- [4] WEI Xing-chang, LIU Kai-xiang, FENG Jun-ling, et al. Intravascular Low Level Laser Irradiation on Blood Therapy[J]. Chinese Journal of Physical Therapy, 1995, 18(1): 45(in Chinese).
- [5] LIU Shu-xiao, HOU Jing-bian, WANG Wen-fu, et al. Contrast Study and Basic Searching on the Cure for Cerebral Infarction with ILIB and Urokinase[J]. Journal of Optoelectronics. Laser, 1999, 10(2): 148(in Chinese).
- [6] XU Chuan-shan, LIU Zhi-jun, TANG Jian-ming, Some new progress about biologic stimulating effect of low level laser[J]. Laser Journal, 1999, 20(2): 32(in Chinese).
- [7] JING Chen, DAI Cheng-xiang, LIU Rui-yun, et al. Therapy of 60 case patients with coronary heart disease by Intravascular Irradiation with low level He - Ne Laser[J]. Chinese Journal of Physical Therapy, 1997, 20: 89(in Chinese).
- [8] TIAN Wei-yi. New progress of clinical applications of physics factors(part 2) [J]. Foreign Medical Sciences - Physical Medicine And Rehabilitation Eng. 1999, 19(2): 49(in Chinese).
- [9] HUANG Zhuo-zheng, LI Jun-heng. Advanced laser medicine. Guangxi Science and Technology Press, 1996. 85(in Chinese).
- [10] TIAN Jun, HE Zuo-yun, FENG Bing. The changes of erythrocyte deformability and aggregation congregate in coronary heart disease with various extents coronary straitness and its significance[J]. Chinese Journal of Biomedicine Engineering, 1999, 18(2): 238(in Chinese).
- [11] WU Han-qing, CHEN Zhuo, HUANG Wei, et al. Blood rheology analysis of 214 cases cardiovascular and cerebral - vascular disease[J]. Chinese Journal of Microcirculation, 1998, 4(in Chinese).
- [12] JIUYANG Ai-gui. Observation of blood rheology index for 30 case patients with cerebral artery porridge sclerosis[J]. Chinese Journal of blood rheology, 1999, 9(2): 3(in Chinese).
- [13] TAO Yan-mei, WU Juan, WANG Yu, et al. Effect of Low Level He - Ne Laser Irradiation on Intracellular Free Calcium Concentration and SOD Activity in Vitro and in Vivo Study[J]. Applied Laser, 1997, 17(2): 89.
- [14] ZHOU Xiao-nan, GENG Zhao-lian. Laser Irradiation Blood Therapy and Laser Irradiation Magnetized Blood Therapy[J]. ACTA Laser Biology Sinica, 2001, 10(2): 153(in Chinese).
- [15] Friederichs E, Farley R A and Meiselman H J. Influence of calcium permeabilization and membrane-attached hemoglobin on erythrocyte deformability[J]. Am J Hemato, 1992, 41: 170.
- [16] Friederichs E and Meiselman H J. Effects of calcium permeabilization on RBC rheologic behavior[J]. Biorthology, 1994, 31(2): 207.
- [17] Tadahiro Oonishi, Kanako Sakadshita, and Nobuhiro Uyesaka. Regulation of red blood cell filterability by Ca²⁺ influx and cAMP-mediated signaling pathways[J]. Am J Physiol, 1997, 273: C1828.

作者简介

陈敏:女,1963年生,安徽合肥人。1986-1998年在合肥市第一人民医院肾内科工作,主治医师,后调入华中科技大学医院内科工作。1999年起在华中科技大学(原华中理工大学)生命科学与技术学院生物医学光子学研究所攻读硕士学位。现从事激光与生物组织相互作用的研究。

Biography

CHEN Min (female), born on Oct, 1963, in Hefei Anhui. She worked at the First People's Hospital of Hefei from 1986 to 1998. Since 1999, She has been a graduated student at Institute of Biomedical Photonics, School of Life Science and Technology, Huazhong University of Science and Technology. Her research focus on interactive effect of laser and biologic tissue.