

文章编号: 0258-7025(2002)Supplement-0669-03

## 红细胞的光子中医学研究\*

刘承宜<sup>1,2</sup> 角建瓴<sup>2</sup> 陈敏<sup>1</sup> 赵燕平<sup>2</sup> 陈英华<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 生物医学光子学教育部重点实验室和华中科技大学激光技术国家重点实验室, 武汉 430074  
<sup>2</sup> 华南师范大学传输光学实验室和量子电子学研究所, 广州 510631  
<sup>3</sup> 广东医学院物理教研室, 湛江 524023

**摘要** 红细胞变形性在心脑血管疾病中起着非常重要的作用。根据中医阴阳的时间理论,界定了低强度激光和与红细胞阴阳,并根据阴阳平行原理和细胞协同转导光信号理论提出了低强度激光调整红细胞变形性的生物信息模型。这一模型得到大量实验数据的支持。根据细胞协同转导光信号理论讨论了红细胞初始状态对低强度激光效应的影响以及低强度激光与药物联合对红细胞变形性的调整作用。

**关键词** 红细胞, 光信号转导, 低强度激光, 中医学

**中图分类号** R331.1<sup>+</sup>41; R245 **文献标识码** A

### Photon Traditional Chinese Medicine Research on Red Blood Cells

LIU Timon Cheng-yi<sup>1,2</sup> JIAO Jian-lin<sup>1</sup> CHEN Min<sup>1</sup> ZHAO Yan-ping<sup>2</sup> CHEN Yin-hua<sup>3</sup>

<sup>1</sup> The Key Laboratory of Biomedical Photonics of Ministry of Education of China, The Key Laboratory of Laser Technology of China and Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074  
<sup>2</sup> Laboratory of Light Transmission Optics and Quantum Electronics Institute, South China Normal University, Guangzhou 510631  
<sup>3</sup> Physical Department, Guangdong Medical College, Zhanjiang 524023

**Abstract** Red blood cell (RBC) deformability plays an important role in angiocardopathy. In this paper, the Yin and Yang of low intensity laser irradiation (LIL) and RBC were defined according to the time theory of Yin and Yang, and the biological information model of the effect of LIL on RBC deformability was put forward in terms of Yin-Yang parallel principle and cellular collective phototransduction theory as following: For LIL at dose 1, cold color such as green, blue or violet reduces RBC deformability, and hot color such as red, orange or yellow improves RBC deformability; for LIL at dose 2, hot (cold) color reduces (improves) RBC deformability;……; the effects of LIL at dose 2n is the same as the ones at dose 2; the effects of LIL at dose 2n + 1 is the same as the ones at dose 1. This model was verified by many experimental data. The initial state effect of RBC on LIL effects and the union effects of LIL and drug on RBC deformability were also discussed in terms of the cellular collective phototransduction theory.

**Key words** red blood cell, phototransduction, traditional Chinese medicine

## 1 引言

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。冠心病不同程度冠状动脉狭窄时红细胞变形性下降,且红细胞变形性降低程度与冠状动脉狭窄程度有关。在各种病理情况下,红细胞变形性

的改变更加受到重视,很多疾病如高血压、糖尿病、脑梗塞、冠心病、心肌梗塞、高脂血症都伴有红细胞变形性的下降,使血液与组织间气体交换受阻,从而影响微循环的灌注,引起组织缺血和缺氧。细胞和临床研究表明,低强度 He-Ne 激光可以调整红细胞的变形性。研究低强度激光对红细胞变形性的调整机制,对于相关疾病的治疗有重要的指导意义。本文根据刘承宜等人提出的低强度激光的中医理论<sup>[1]</sup>来研究低

\* 激光技术国家重点实验室开放基金和广东省自然科学基金及团队项目资助课题。

强度激光对红细胞变形性的调整机制。

## 2 细胞阴阳

根据细胞阴阳的研究结果<sup>[1,2]</sup>,信号转导路径<sup>[3]</sup>可以分为两类:1)属阴的信号途径为Gs蛋白介导的信号通路:cAMP↑;2)属阳的信号途径为Gq蛋白,Gi蛋白或受体关联酶介导的信号通路:cAMP↓。研究发现,细胞内的钙含量对红细胞变形性有显著影响。当胞外钙浓度大于200 μM并用A23187(一种钙离子载体,能将胞外钙离子带入胞内)处理红细胞时,增加了胞内钙浓度,使红细胞从双凹圆盘形向棘形改变<sup>[4]</sup>,同时细胞的表面积也减小<sup>[5]</sup>,红细胞在剪切力下变形部分的恢复时间有所减慢<sup>[6]</sup>,因此,胞内钙含量的增加将导致红细胞变形性的下降。红细胞内钙离子参与的信号通路归属于途径2)属阳。实验表明cAMP的升高有助于提高红细胞的变形性<sup>[7-9]</sup>。因此红细胞变形性的改善属阴,变形性的降低属阳。

## 3 低强度激光的阴阳

低强度激光的阴阳属性与作用的对象和激光的剂量有关。

如果光的波长正好是作用对象吸收光谱的峰值波长,光与作用对象为共振作用。例如,可见光与视觉细胞膜中视色素的作用。如文献[2]所指出的,暖色为阳,冷色为阴。

低强度激光与非视觉细胞的作用是细胞膜介导的。由于细胞膜中蛋白质分子吸收光谱的峰值波长在紫外区,可见光激光与细胞膜的作用只能是非共振作用。激光波长越短,越容易作用于细胞膜。根据中医阴阳的时间理论<sup>[1,2]</sup>,暖色激光难于与细胞膜作用,因此属阴,冷色激光容易与细胞膜作用,因此为阳。即

$$\text{暖色兴奋途径为 cAMP} \uparrow \quad (1a)$$

$$\text{冷色兴奋途径为 cAMP} \downarrow \quad (1b)$$

为方便讨论,我们将这个结论称为BIML1。

以上讨论的是最低剂量段激光的阴阳属性。随着激光强度的提高,细胞的阴阳属性会发生改变。例如,当暖色激光对cAMP的升高超过细胞内所允许的cAMP的最高水平时,细胞内部的平衡机制会启动与升高cAMP相拮抗的信号系统,从而引起cAMP的降低,暖色便由阴性转化为阳性<sup>[1,10]</sup>。因此,在第二个剂量段,暖色属阳,冷色属阴。根据阴

阳平行原理<sup>[2]</sup>可知,

$$\text{冷色兴奋途径为 cAMP} \uparrow \quad (2a)$$

$$\text{暖色兴奋途径为 cAMP} \downarrow \quad (2b)$$

我们将这个结论称为BIML2。这是临床应用<sup>[11]</sup>中的低剂量段。

随着剂量的进一步升高,由于阴阳转化的二元性,只要低强度激光不损伤细胞,可以给出一个一般性的结论,即第 $2n$ 剂量段的结论BIML( $2n$ )与BIML2相同;第 $2n+1$ 剂量段的结论BIML( $2n+1$ )与BIML1相同。

从以上讨论可知,低强度激光的阴阳属性转换与药物是不同的。药物的阴阳属性只能转换一次,但低强度激光的阴阳属性可以转化 $n$ ( $n>1$ )次。这是因为药物对细胞膜的作用是特异性的(相当于共振作用),而低强度激光与细胞膜的作用是非特异性的。

临床研究中发现<sup>[12-14]</sup>,第三剂量段的He-Ne激光(属阴)血管内照射(HN-ILIB)可以改善红细胞的变形性(属阴)。这与阴阳平行原理<sup>[2]</sup>是一致的。

## 4 红细胞的协同光信号转导

低强度He-Ne激光可以调整红细胞的变形性。根据Karu对其他细胞的研究<sup>[15]</sup>,低强度激光可以与细胞线粒体的细胞色素作用,促进ATP的合成。然而,成熟的红细胞没有线粒体。根据刘承宜等人的研究<sup>[10,16,17]</sup>,本文认为细胞膜上化学配体的受体可以介导低强度He-Ne激光的作用。由于受体的光谱吸收峰在紫外区,激光只能与受体发生非共振作用。单个受体与激光的非共振作用可以忽略不计。只有当细胞膜表面受体处于一种称为超辐射态的协同状态时,单个受体与激光的非共振作用才能被受体的数目非线性放大。只有病理状态下的红细胞膜受体才处于超辐射态。Iijima等人研究了He-Ne激光(8.5 mW)对人红细胞变形性的调整作用<sup>[18]</sup>。从健康人体内获得的红细胞分成四组,第一组立即用He-Ne激光照射,第二和第三组分别放置24 h和36 h。第一组红细胞不受He-Ne激光照射的影响。第二和第三组的红细胞因放置而受到损伤,其变形性可以被He-Ne激光照射显著改善。实验表明,低能量He-Ne激光照射对正常人红细胞膜抽运功能无明显影响( $P>0.05$ );而低能量激光照射可显著恢复IDDM患者红细胞膜抽运功能( $P<0.05$ 或 $P<0.01$ ),使之正常或趋于正常<sup>[19]</sup>。

红细胞膜上有各种受体。对于具体的激光参数,究竟何种受体介导激光的作用,目前还无法确定。根据介导激光作用的细胞膜受体(简称激光受体)必须处于超辐射状态,可以利用化学配体与激光联合作用来确定激光受体。如果化学配体的受体与激光受体相同,则化学配体的作用将破坏激光受体之间的协同状态,激光与激光受体的非共振作用无法得到放大,因此,激光再也无法产生效应。如果化学配体的受体与激光受体不同,则化学配体的作用与激光作用将产生协同效应。目前实验中还没有发现前一种情况。但已经发现激素或药物与激光的协同作用。关于红细胞的变形性,研究表明<sup>[8]</sup>,第二剂量段的低强度 He-Ne 激光(属阳)与肾上腺素(属阴)相互拮抗。可以预见,第三剂量段的低强度 He-Ne 激光(属阴)与肾上腺素(属阴)将相互加强,当然这有待实验的进一步证实。

### 参 考 文 献

- Liu T C Y, Duan R, Li Y *et al.*. Yin-Yang law of low intensity laser irradiation effects on cells. *China Journal of Basic Medicine In Traditional Chinese Medicine*(中国中医基础医学杂志), 2000, **6S**:241~246 (in Chinese)
- Liu T C Y. Time theory on the Yin and Yang of traditional Chinese medicine. *China Journal of Basic Medicine In Traditional Chinese Medicine*(中国中医基础医学杂志), 1999, **5**(2):55~59 (in Chinese)
- Conn P M, Means A R. Principles of Molecular Regulation. Humana Press, Totowa, NJ. 2000
- Anderson R A, Lovrien R E. Erythrocyte membrane sidedness in lectin control of the  $Ca^{2+}$ -A23187-mediated discocyte-echinocyte conversion. *Nature*, 1981, **292**:158
- Shu Chien. Red cell deformability and its relevance to blood flow. *Ann. Rev. Physiol.*, 1987, **49**:177
- Eaton J W *et al.*. Anion channel blockade: Effects upon erythrocyte membrane calcium response. *Am J. Heatol*, 1980, **9**:391
- Lukjan H, Ro D, Chyring R *et al.*. The effect of HR (O-Beta-Hydroxyethyio-Rutoside, Venoruton) on the deformability of erythrocytes in patients with arteriosclerosis obliterans of lower limbs. *Folia Haematol Int Mag Klin Morphol Blutforsch*, **112**(1):191~196
- Yova D, Haritou M, Koutsouris D. Antagonistic effects of epinephrine and helium-neon (He-Ne) laser irradiation on red blood cells deformability. *Clinical Hemorheology*, 1994, **14**(3):369~378
- Oonishi T, Sakashita K, Uyesaka N. Regulation of red blood cell filterability by  $Ca^{2+}$  influx and cAMP-mediated signaling pathways. *Am J. Physiol*, 1997, **273** (6 Pt 10):C1828~C1834
- Liu T C Y, Zhao Y P. Information Biology on Low Intensity Laser. *Proc. SPIE*, 1999, **3863**:444~451
- Yan X C, Liu B Y. Applied Laser Blood Therapy of Traditional Chinese Medicine. Beijing: Ancient Book Publishing House of Traditional Chinese Medicine. 1999 (Chinese)
- Hou B, Zhu H, Tian X *et al.*. The effects of intravascular low intensity He-Ne laser irradiation of blood on membrane fat metabolism, membrane fluidity, deformability of erythrocytes of cerebral infarction. *Laser Journal*(激光杂志), 1998, **19**(3):58~60(in Chinese)
- Wang Z, Shi H, Song L *et al.*. The effect of intravascular low intensity laser irradiation of blood on hemorheologic properties in diabetic rabbits. *Acta Laser Biology Sinica*(激光生物学报), 1997, **6**:961~966(in Chinese)
- Wang Y, Shi H, Yu C *et al.*. The dose effects and time effects of intravascular low intensity laser irradiation of blood on erythrocyte deformability of diabetic rabbits. *Chinese Journal of Medical Physics*(中国医学物理杂志), 1996, **13**:217~219(in Chinese)
- Karu T. The Science of Low-Power Laser Therapy. Amsterdam: Gordon and Breach Science Publishers. 1998
- Liu T C Y, Duan R, Yin P J *et al.*. Membrane mechanism of low intensity laser Biostimulation on a cell. *Proc. SPIE*, 2000, **4224**:186~192
- Duan R, Liu T C Y, Y Li *et al.*. Signal transduction pathway involved in low intensity He-Ne laser-enhanced respiratory burst in bovine neutrophils: A potential mechanism of low intensity laser biostimulation. *Lasers Surg. Med.*, 2001, **29**:174~178
- Iijima K, Shimoyama N, Shimoyama M *et al.*. Effect of low-power He-Ne laser on deformability of stored human erythrocytes. *J Clin. Laser Med. Surg.*, 1993, **11**(4):185~189