

# 血液成分对光吸收规律的实验研究

陈祖林 续正瑞 聂慧芳\*

(解放军兰州医学高等专科学校外科, 兰州 730020)

**提要** 本实验研究不同血液成分对 240~800 nm 波长光的吸收规律, 结果表明: 1) A, B, AB 和 O 型血对光的吸收、透射规律相似; 2) 全血、红细胞、血浆和血清在 600~800 nm 时吸收率小于 5%, 而透射率达 95% 以上; 3) 全血、红细胞、淋巴细胞在  $416.57 \pm 1.90, 542.71 \pm 1.80, 578.57 \pm 1.81$  nm 出现了典型吸收峰, 血浆、血清仅在  $416.57 \pm 1.90$  nm 处出现明显吸收峰。

**关键词** 光, 激光, 血液成分, 吸收率

## 1 引言

光和激光在心血管、肿瘤、血液等疾病方面的应用已相当广泛, 尤其对血管内栓塞的再通、动脉硬化斑的清除、心肌血管重建术(Myocardial Revascularization)等取得了令人鼓舞的结果。但激光对血液不同成分的影响如何, 国内外许多作者在心血管疾病激光应用中发现, 激光与血液相互有影响<sup>[1,2]</sup>, 而具体如何影响, 对哪些成分影响大, 哪些波段影响大, 还是一个值得研究的课题。光的生物效应与生物组织对光的吸收量有直接关系, 本实验从研究血液不同成分对不同波长光的吸收规律角度, 探讨光和激光对血液的影响, 为激光在心血管疾病、光动力学疗法(PDT), 紫外线照射自血回输疗法(UBI)等临床应用以及血液的光学性质提供某些参数和依据, 得到了一些有意义的结果。

## 2 材料与方法

2.1 样品 随机从献血的正常人中选择 20 例, 男女均等, 年龄 20~45 岁, A, B, AB 和 O 型血各 5 例, 采用静脉血, 用枸橼酸-枸橼酸盐-葡萄糖溶液(ACD)抗凝。

2.2 血液成分分离方法应用美国 Beckman 离心机和 LD-5 型离心机, 在 SW-CJ-IC 标准型双人净化工作台上进行操作。

2.2.1 血清、血浆和洗涤红细胞(RBC): 按常规的成分输血分离方法分离<sup>[3]</sup>。

2.2.2 淋巴细胞(Lym)、粒细胞: 将含 ACD 血 20 ml, 轻轻加入有 20 ml 聚蔗糖-泛影钠分离液(Ficoll-corary)的离心管上层, 放入 LD-5 型离心机, 离心速度 1800~2000 转/分, 时间

\* 甘肃省红十字血液中心。参加本工作的还有兰州军区医学研究所张汝学同志和中国科学院兰州化物所金嗣芳同志。

收稿日期: 1991年9月5日, 收到修改稿日期: 1993年1月2日

15',取出即可分为 Lym,RBC,粒细胞和血浆层。

2.3 稀释与吸收率测定 全部样品均用生理盐水(NS)稀释,12小时内用日本岛津产的UV-365型带积分球的分光光度计,测出吸收率和透射率,波长240~800 nm,精度 $\pm 0.1$  nm,该仪器由计算机控制。

2.4 对照组 血浆、RBC用样品浓度一致的NS和ACD液作对照;血清用NS为其对照;淋巴细胞、粒细胞用相应样品浓度的NS,ACD,Ficoll-corary混合液为对照参比。

### 3 实验结果

3.1 在240~800 nm波段,A,B,AB和O四个血型红细胞、淋巴细胞、血浆和血清对光各自的吸收、透射规律没有明显差异,各自的变化趋势和峰值出现波长位置相同。说明不同血型之间,血液各成分的吸收(图1)透射(图略)规律相似,仅在量上存在一些差异。

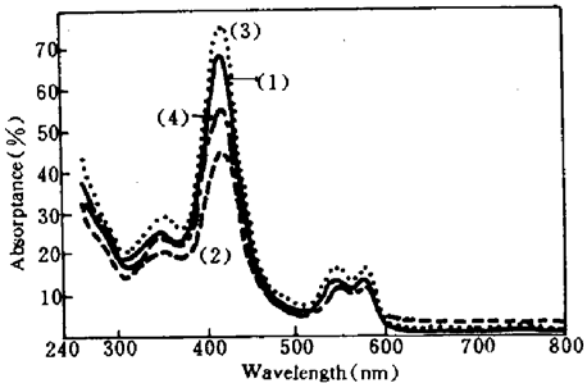


Fig. 1 Absorption spectrum of the erythrocyte of Groups A, B, O and AB

(1) Group A; (2) Group B; (3) Group O; (4) Group AB

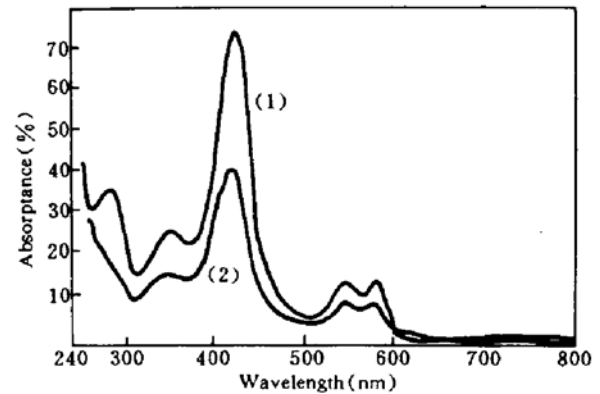


Fig. 2 Absorption spectrum of the whole blood and erythrocyte

(1) the whole blood, (2) erythrocyte

3.2 RBC的吸收曲线在 $416.57 \pm 1.90$ ,  $542.71 \pm 1.80$ ,  $578.57 \pm 1.81$  nm处出现明显的吸收峰;在 $345 \pm 1$  nm也出现了吸收峰;在600~800 nm其吸收率小于5%,且无特征吸收峰。全血的吸收规律与RBC吸收规律趋势相似(图2),只在240~300 nm出现了一些差异,即全血在 $260 \pm 1$  nm处多了一吸收波谷, $282 \pm 2$  nm处多了一波峰。

3.3 淋巴细胞的吸收规律(图3)。它们的变化趋势相似,在 $416.57 \pm 1.90$  nm处都出现了明显的吸收峰,淋巴细胞尤为明显,且在 $542.71 \pm 1.80$ ,  $578.57 \pm 1.81$  nm处也出现了两个小吸收峰,而粒细胞在此处无明显吸收峰;在240~350 nm,Lym和粒细胞的吸收率达100%。

3.4 血浆、血清吸收规律(图4),两者有较大差异,血清在 $416.57 \pm 1.90$  nm出现了高尖的吸收峰,在 $578.57 \pm 1.81$ ,  $542.71 \pm 1.80$  nm处出现微小的吸收峰;而血浆在 $416.57 \pm 1.90$  nm处也出现了比较圆钝的吸收峰,在485 nm附近还出现了一肩峰,在 $542.71$ ,  $578.57$  nm处无吸收峰。血浆和血清原浆在240~350 nm全部被吸收;降低血清浓度,可在255 nm处有一吸收波谷,在282 nm出现明显波峰。

3.5 血液各成分透射规律,如图5所示。

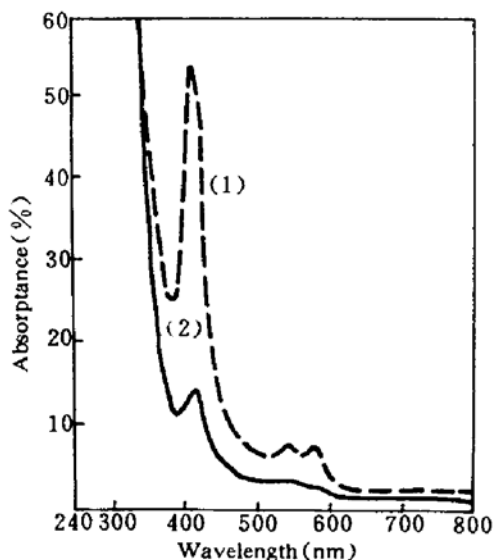


Fig. 3 Absorption spectrum of the lymphocyte and granulocyte. (1) lymphocyte; (2) granulocyte

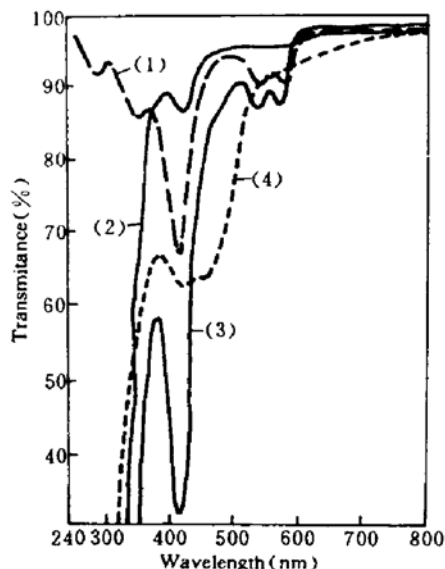


Fig. 4 Absorption spectrum of the plasma and serum. (1) serum; (2) a dilute serum; (3) plasma

### 4 讨 论

4.1 不同血型仅仅是 RBC, WBC 膜上细微的含四个糖基的寡糖链(糖蛋白)不同,而其主体结构(血红蛋白 Hb)是相同的,故对光的吸收、透射没有明显差别。据此,有以下推论: 1)在 240~800 nm,四个血型的光学吸收、透射性质相同,即不同的四个糖基的寡糖链不产生特异吸收峰; 2)主体结构 Hb 的光学吸收、透射性强而掩盖了细微结构不同显示的光吸收透射差异; 3)本研究在 240~800 nm 内无差别,但是否在其它光谱范围内存在差异,有待进一步研究。另从图 1 可看出,曲线图在量上存在一些差异,主要是血液浓度不同所致,本实验证实:如把浓度控制一致,此不同可减到无显著差别。

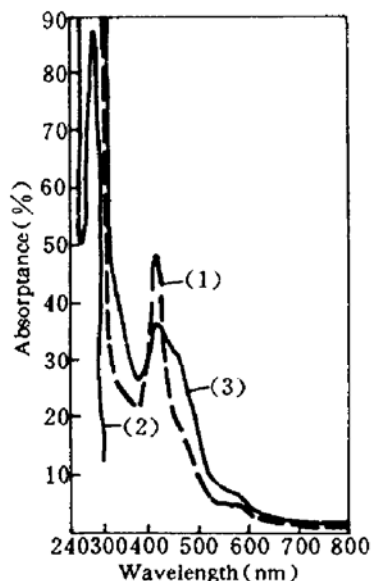


Fig. 5 Transmission spectrum of the blood components (1) RBC; (2) Granulocyte; (3) Lym; (4) Plasma

4.2 据 G. S. Thomas<sup>[4]</sup> 等人对卟啉环作的光谱分析,其特征峰在 415, 540, 578 nm,血细胞的主要成分为 Hb,其主要化学结构为血叶啉环,因此本实验所得 416.57 ± 1.90, 542.71 ± 1.80, 578.57 ± 1.81 nm 三个吸收峰,可能为血液中 Hb 的特征吸收峰,该吸收峰国内外报道结果有些误差。

4.3 血液各成分在 600~800 nm 均有很高的通透性,且吸收很少(图 5)。如利用该波段光治疗心血管疾病,则血液各成分吸收少,对血液影响也小,而利用 240~300 nm, 416.57 ± 1.90 nm 波长光,血液吸收多,特别是对 RBC、Lym、粒细胞影响则更大。H. S. Steven<sup>[1]</sup> 在心血管内使用激光探头治疗时易在探头上形成凝血块,主要原因是血液吸收了较多的光能量,从吸收角度考虑,采用血液成分吸收少的波长光,形成血块可能性就会减小。本实验结果系统统计值 ( $\bar{X} \pm SD$ )。

4.2 据 G. S. Thomas<sup>[4]</sup> 等人对卟啉环作的

4.4 本实验选择的波长范围内,全血、RBC 对光的吸收、透射变化趋势与我们过去所作的新鲜肿瘤组织、体表皮肤对光的吸收规律<sup>[5]</sup>有许多相似之处。新鲜肿瘤和体表皮肤都出现了明显的血液吸收峰,总体变化趋势也有许多相似之处。这提示我们,在对肿瘤、皮肤病进行光和激光治疗时,必须考虑到血液的影响。在 UBI 治疗中,主要采用 248~578 nm 光,本实验表明,血液各成分在此波段吸收最多,RBC、Lym、粒细胞的特征吸收峰  $416.57 \pm 1.90$  nm 也在这个范围,即该三种成分可吸收大量光子,从而对血液及有关疾病产生积极的疗效。

4.5 血清的成分只比血浆少纤维蛋白质,它们的光吸收性质也有些差别,但在  $542.71 \pm 1.80$ ,  $578.57 \pm 1.81$  nm 处出现了很微弱的血卟啉吸收峰,可能由于有少许 RBC 破坏溶解在血清和血浆中而造成的,因它们本身无此成分。但它们在  $416.57 \pm 1.90$  nm 有一吸收波峰,且血浆还在 485 nm 处有一肩峰。若把浓度进一步降低,血清在  $260 \pm 1$ ,  $282 \pm 2$  nm 分别出现一波谷和波峰,可能为蛋白质吸收峰,与全血出现的峰值相对应。

4.6 在 240~800 nm,对常用激光器,我们通过实验得出一组全血的吸收率和透射率统计值,以期为临床应用提供选择激光波长的参考,本值由于随血液浓度变化较大,故绝对值意义不大,只是对互相波长激光器的比较有一定价值,见表 1。

Table 1 Absorbance and transmittance of some common lasers

Laser	Wavelength (nm)	Absorbance (%)	Transmittance (%)
XeCl	308	16.0	70.1
XeF	351	27.5	53.8
He-Cd	442	23.5	58.6
Ar <sup>+</sup>	488	8.1	86.0
Ar <sup>+</sup>	515	6.7	88.8
Doubled Nd : YAG	532	12.5	78.1
Cu	578	15.5	70.4
He-Ne	633	1.2	97.2
Ruby	694	1.1	97.3

### 参 考 文 献

- 1 H. S. Steven *et al.*. *Laser in Surg and Med*, 1989, 9 : 17~21
- 2 G. S. Abela *et al.*. *J. Am. Coll Cardiol*, 1985, 5 : 231~237
- 3 M. UDA *et al.*. *Transfusion*, 1985, 25(4) : 325~329
- 4 G. S. Thomas *et al.*. *J. Am. Chem. Soc.*, 1976, 98(18) : 5482~5489
- 5 唐建民等. 中国激光, 1987, 14(7) : 440~443

## Experimental Study on Absorption Laws of the Blood Components to Light

Chen Zulin Xu Zhengrui Nie Huifang

(Department of Surgery, Lanzhou Military Medical School, Lanzhou 730020)

**Abstract** This experiment studies the light absorption laws of the blood components between 240~800 nm. The results show; 1) The absorbance and transmittance laws resemble each other in blood of Group A, B, AB and O. 2) Between 600~800 nm, absorbances of the whole blood, erythrocyte, leukocyte, plasma and serum are less than 5 percent, while the transmittances of them are more than 95 percent. 3) To erythrocyte and lymphocyte, typical absorption peaks appear at  $416.57 \pm 1.90$ ,  $542.71 \pm 1.80$ ,  $578.57 \pm 1.81$  nm.

**Key words** light, laser, blood components, absorbance