

高胆固醇血样的红外吸收光谱研究

姚红兵¹, 叶霞¹, 赵志敏²

1. 江苏大学机械工程学院光学系, 江苏 镇江 212013

2. 南京航空航天大学理学院, 江苏 南京 210016

摘要 红外光谱法及其相关技术的应用研究, 促进了光测技术的迅猛发展。文章针对血液的红外光谱分析这一重要课题, 提出了血液的红外吸收光谱分析新技术, 通过在一定的频谱范围内对正常血样与异常血液的红外吸收光谱进行实验测量和分析, 可以判断血样是否异常, 其实验和分析方法具有一定的先进性。文章中研究了正常血样和高胆固醇血样的红外吸收光谱之间的差别, 并给出了人的正常血清与高胆固醇血清的红外吸收光谱以及分析结果, 研究结果表明它们的吸收率、吸收峰位置以及吸收率之比之间的差别可以作为检验正常血样与异常血样的依据, 从而为应用于疾病诊断方面提供了重要的参考。

关键词 高胆固醇; 血液; 红外吸收光谱

中图分类号: O433.4 **文献标识码**: A

文章编号: 1000-0593(2007)06-1090-03

引言

红外光谱法及其相关技术的迅猛发展, 进一步促进了光测技术的发展^[1-5]。本文针对血液红外光谱分析这一重要课题, 在一定的频谱范围内对正常与异常血样的红外吸收光谱进行了实验测量和分析, 研究结果表明它们的吸收率、吸收峰位置及吸收率之比之间的差别可以作为检验正常血样与异常血样的依据, 从而为将其应用于疾病诊断方面提供了重要的参考。

1 实验系统

血样的红外吸收光谱测试系统为日本生产的 HITACHI 270-30 型红外分光光度计, 该分光光度计波数范围为 $4\ 000 \sim 400\ \text{cm}^{-1}$, 最小分辨率是 $1\ \text{cm}^{-1}$ 。光源为特殊线圈光源, 探测器为双重窗型高灵敏度真空热电偶, 单色器是光栅单色器。

实验时, 探测器将探测到的透过血样的红外光信号传输至计算机, 经处理后可通过打印机打印输出。

2 实验结果与分析

实验中选用两种典型样品进行研究: 第一组为人体正常

血清, 第二组选取两例人体高胆固醇血清, 其胆固醇含量分别为 6.4 和 $7.0\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。所测得各样品的红外吸收光谱图通过计算机处理后分别如图 1 至图 3 所示。光谱曲线中横轴表示波数, 纵轴表示透过率 T , 其中所测得的波数范围是 $4\ 000 \sim 2\ 300\ \text{cm}^{-1}$, 主要集中在红外光谱的特征频率区。

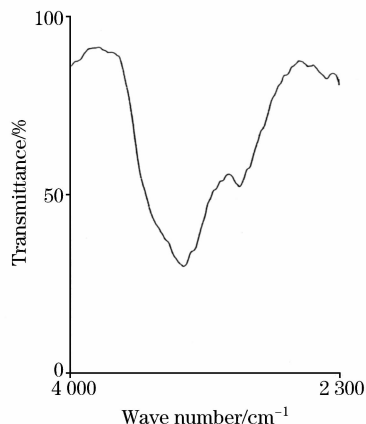


Fig. 1 Normal blood serum infrared absorption spectrum

图 1 是正常血清的红外吸收光谱。从图中可以看到, 正常血清在波数 $3\ 298\ \text{cm}^{-1}$ 处有最小的透过率, 由于 $A = 1 - T$ (A : 吸收率, T : 透过率), 也就是在 $3\ 298\ \text{cm}^{-1}$ 处有最大的吸收率, 即 $3\ 298\ \text{cm}^{-1}$ 为其最大的吸收峰。为了分析的方便, 以下讨论中都使用吸收率。此外由图可见, 在 $2\ 920\ \text{cm}^{-1}$ 处

收稿日期: 2005-03-16, 修订日期: 2005-06-28

基金项目: 江苏大学高层次人才创新基金项目(1283000118)资助

作者简介: 姚红兵, 1976 年生, 江苏大学机械工程学院光学系讲师

e-mail: alenyao76@yahoo.com.cn

也有一吸收峰。两者吸收率之比 $A_{3\ 298}/A_{2\ 920}$ 为 1.49。

图 2 和图 3 是高胆固醇血清的红外吸收光谱曲线, 将它们与正常血清的吸收光谱图 1 相比, 可见与正常血清的红外吸收光谱相比较, 高胆固醇血清的红外吸收光谱在波数 $3\ 600\sim 2\ 500\ \text{cm}^{-1}$ 范围内要复杂。

胆固醇含量为 $6.4\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的血清对红外光的吸收在整个波数内与正常血清相比, 差别不大, 然而, 当胆固醇含量达到 $7.0\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 其对红外光的吸收则大大增强。两图在 $3\ 298$ 和 $2\ 920\ \text{cm}^{-1}$ 处的吸收率之比 $A_{3\ 298}/A_{2\ 920}$ 分别为 1.60 和 1.51, 都要比正常血清的高。并且胆固醇含量越高, $A_{3\ 298}/A_{2\ 920}$ 的值也越大。

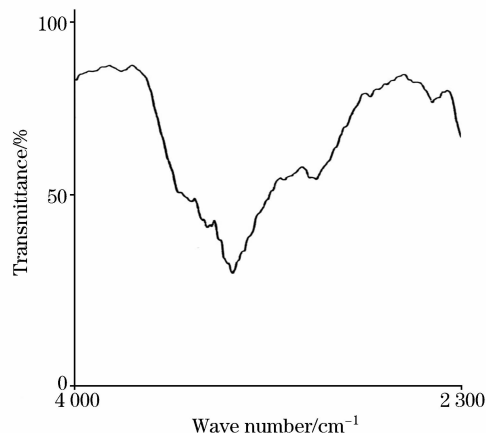


Fig. 2 Infrared absorption spectrum of high cholesterol blood sample (cholesterol: $6.4\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)

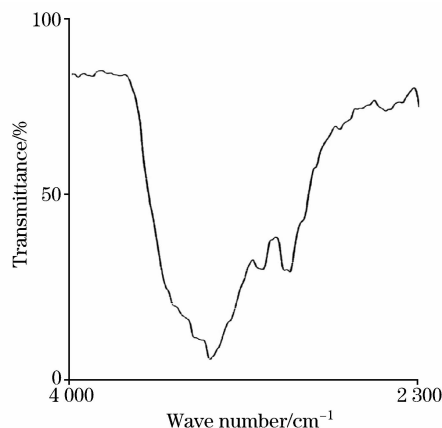


Fig. 3 Infrared absorption spectrum of high cholesterol blood sample (cholesterol: $7.0\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)

与正常血清的较光滑的吸收曲线不同, 高胆固醇血清在波数 $3\ 480$, $3\ 400$ 和 $3\ 060\ \text{cm}^{-1}$ 处有小的吸收峰, 尤其在 $3\ 060\ \text{cm}^{-1}$ 处比较明显。

3 结 论

通过比较在一定的频谱范围内正常与异常血样的红外吸收光谱之间的差异, 可以判断血样是否异常, 同时它们的吸收率、吸收峰位置及吸收率之比之间的差别可以作为检验正常血样与异常血样的依据, 进一步研究可将其用于疾病的诊断。

参 考 文 献

- [1] Petrich W, Staib A, Otto M, et al. *Vibrational Spectroscopy*, 2002, 28(1): 117.
- [2] WANG Le-xin, ZHAO Zhi-min, YAO Hong-bing, et al (王乐新, 赵志敏, 姚红兵, 等). *Spectroscopy and Spectral Analysis*(光谱学与光谱分析), 2002, 22(6): 980.
- [3] ZHANG Hong-yan, DING Dong, SONG Li-qiang, et al (张洪艳, 丁 东, 宋立强, 等). *Spectroscopy and Spectral Analysis*(光谱学与光谱分析), 2005, 25(6): 882.
- [4] Xu Heng, Springett Roger, et al. *Applied Optics*, 2005, 44(11): 2177.
- [5] Ding Qing, Small Gary W, Arnold Mark A. *Applied Spectroscopy*, 1999, 53(4): 402.

Study on Infrared Absorption Spectra of High Cholesterol Blood Sample

YAO Hong-bing¹, YE Xia¹, ZHAO Zhi-min²

1. Department of Optics, School of Mechanical Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China

2. College of Science, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China

Abstract The research on the technology of infrared absorption spectrum and its application plays an important role in the development of technology of optical measurement. The analysis technology of blood infrared absorption spectrum is presented in the present paper. By comparison between and analyzing the infrared absorption spectra of the normal blood sample and the high cholesterol blood sample, the differences were obtained. The infrared absorption spectra of normal blood serum and high cholesterol blood serum were detected, and the differences between the spectra are presented. The analysis results indicate that the differences of the absorptivity, the absorption peak position and the absorptivity ratio between the normal blood sample and the

high cholesterol blood sample can be taken as a criterion to check the normal and abnormal blood sample. This work, valuable for application, provides an important reference for the diagnosis of diseases.

Keywords High cholesterol; Blood; Infrared absorption spectrum

(Received Mar. 16, 2005; accepted Jun. 28, 2005)

推荐吴征铠院士新著

书名：“我的一生”

著者：吴征铠

出版：原子能出版社，2006 年 12 月出版 <http://www.aep.com.cn>

定价：80 元，大 32 开精装，390 页

吴征铠先生 1913 年 8 月 8 日出生于上海，出身书香门第，是扬州吴道台之后。吴征鉴、吴征铠、吴征镒兄弟三人同为中国科学院院士，分别在医学、物理化学、植物学领域成就卓著。吴氏三兄弟曾在 1980 年同时参加全国科学大会。

该书是吴征铠先生自传体文集。吴征铠先生是我国光谱泰斗、著名物理化学家、分子光谱家、严谨出色的教育家，更是一位爱国爱党的知识分子。他曾攻克同位素铀分离技术难关，保证了我国第一颗原子弹研制的顺利进行。他刚直不阿，把毕生精力都献给中华民族的教育和科研事业。吴先生桃李满天下，一大批物理化学、分子光谱和放射化学方面的教授、专家、学者都受过他的教诲，其中已有 10 多位成为中国科学院院士、中国工程院院士。

吴先生在书法和古诗词方面已达到颇高境界，造诣很深。这在当代科学家，尤其是自然科学家中是极其难得的。

吴先生历任全国政协第五、第六、第七届委员，参政议政，体察民情反映社情民意。吴先生在 1982~1992 年间曾任两届中国光谱学会理事长，1987 年率团出席第 25 届国际光谱大会，会后访问加拿大 NRC，受到诺贝尔奖金获得者 G. Herzberg 热情接待；然后又到美国 Perkin-Elmer 公司总部参观，应邀作了一场学术报告。1988 年率团出席中日双边光谱研讨会。从 1984 年起至今历任 BCEIA(北京分析测试学术报告会及展览会)学术顾问。

该书由中国科学院院士张存浩、刘广均，中国工程院院士钱皋韵、陈念念作序。还有卢嘉锡、苏步青、楼南泉、张存浩、郭可信、秦启宗等名家的贺词。书中有 66 页彩页。彩页中有很多名家学术研讨的合影，很多图片是从来没有发表过的，很珍贵。和谐、温馨的家庭聚会照，也是世人学习的楷模。该书是了解、研究吴征铠先生的重要历史资料，图文并茂，极富收藏价值。

书中内容：

- 一、自述
- 二、简历和重要活动年表
- 三、流金岁月(影像集萃)
- 四、书法手迹
- 五、诗词选辑(共 54 首)
- 六、主要学术论文、论述和书信
- 七、忆往事、师生情——友人和学生的论述
- 半个多世纪的师生情谊——编后记

(孟广政)