

· 调查报告 ·

新装修房屋室内空气污染对人体血液流变学影响的调查*

刁奇志¹,董林玲²,李 远¹,王贵学³,王廷玲⁴,廖 娟¹

(1. 重庆医科大学附属永川医院,重庆 402160;2. 三峡医药专科学校,重庆万州 404000;

3. 重庆大学生物学院 400030;4. 重庆市荣昌县人民医院 402460)

摘要:目的 探讨新装修房屋室内空气污染与人体血液流变学各指标的影响关系及其影响机制。方法 对新装修房屋室内空气进行甲醛、苯、甲苯、二甲苯(苯系物)的测定,对住户进行血液流变学、血常规、血糖检测,同时进行既往病史和现病史问卷调查。筛选无糖尿病、肾病、肝病、血液病病史且血液流变学指标增高的人群作为研究对象,统计分析其血液流变学各指标增高与所居住的房屋空气中甲醛、苯系物浓度的关系。结果 研究对象全血黏度的增高与甲醛、二甲苯有关,血浆黏度与污染物无相关性。甲醛对全血黏度超标的发生的贡献大于二甲苯。甲醛浓度与全血黏度增高呈正相关关系。结论 甲醛超标是人体全血黏度增高的主要原因,其机制可能与其对红细胞膜脂质的过氧化损伤有关。

关键词:空气污染,室内;血液流变学;新装修房;相关性分析

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2012.06.029

文献标识码:A

文章编号:1671-8348(2012)06-0593-03

Study on influence of air pollution of new decoration house on human hemorheology*

Diao Qizhi¹, Dong Lingling², Li Yuan¹, Wang Guixue³, Wang Tingling⁴, Liao Juan¹

(1. Affiliated Yongchuan Hospital, Chongqing Medical University, Chongqing 402160, China; 2. Three Gorges

Medical College, Chongqing 404000, China; 3. Biology College, Chongqing University, Chongqing 400030, China;

4. Rongchang County People's Hospital, Chongqing 402460, China)

Abstract: Objective To research the influence of air pollution of new decoration house on the indicators of human hemorheology and to analyse its influencing mechanism. **Methods** Formaldehyde and benzene, toluene, xylene (benzene series) in air of new decoration house were detected. Hemorheology, blood routine and plasma glucose in the inhabitants were detected. The past and present medical history in the inhabitants were investigated by questionnaire survey. The crowds with normal detection results of blood routine, plasma glucose and without diabetes mellitus, kidney disease, liver disease and hematological disease were screened out for the study subjects. The relation between the concentration of formaldehyde and benzene series in the air of new decoration houses with the increased indicators of hemarheology was statistically analyzed. **Results** The rise of whole blood viscosity in the study subjects was related to formaldehyde and xylene. The plasma viscosity was not related to formaldehyde and benzene series. Formaldehyde's contribution to the exceeding standard of whole blood viscosity was more than xylene's. There was a positive correlation between the whole blood viscosity and concentration of formaldehyde. **Conclusion** The exceeding standard of formaldehyde is the main reason for whole blood viscosity rising. The mechanism of whole blood viscosity rising could be related to the peroxidation harm of erythrocyte membrane lipid.

Key words: indoor air pollution; hemorheology; new decoration house; relativity analysis

血液是人体运送氧气和营养成分的载体,血液的黏滞性是影响血液载体功能实施的重要因素,血液黏滞性增高会直接导致组织缺血、缺氧及头晕等系列症状的发生,影响生活和工作质量。血液流变学是评价血液黏滞性的重要指标。国内外相继报道了甲醛、苯系物在致癌及在神经性、生殖性、遗传性毒性等方面的危害^[1-4],但对人体血液流变学方面的影响目前尚未见报道。本文研究甲醛、苯系物对人体血液流变学的影响,分析探讨其影响机制,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

1.1.1 调查对象 重庆市永川地区 2009 年 8 月至 2011 年 3 月装修的 72 户新房及其住户,空气污染检测对象为卧室,入住后不良反应调查对象为该房间常住人口。

1.1.2 试剂与仪器

1.1.2.1 苯、甲苯、二甲苯检测试剂与仪器 恒流采样器(型号:LZB-4WB,常州成丰公司生产),活性炭采样管,苯、甲苯、二甲苯色谱纯标准液,分析纯级二硫化碳,聚乙二醇担体(北京瑞利生产),气相色谱仪(型号:SP-2020,北京瑞利生产)。

1.1.2.2 甲醛检测试剂与仪器 酚试剂,碘化钾,1%硫酸铁氨溶液,甲醛标准液,分光光度计(型号:72S,上海菁华生产)。

1.2 方法

1.2.1 室内空气污染检测

1.2.1.1 甲醛的测定 采样点距墙面 0.5 m,距地面 0.8~1.0 m。5 mL 浓度为 0.05 g/L 的酚试剂作为吸收液,气体流量为 0.5 L/min,恒流采样器采样 20 min。吸收液避光保存,24 h 内测定。测定具体步骤严格参照国家标准 GB/T18204.

* 基金项目:重庆市卫生局科研基金资助项目(2008-2-345)。

26-2000 执行。

1.2.1.2 苯系物的测定 在以上同一房间,采样点选择同上,活性炭采样管插入恒流采样器采样口,气体流量为 0.5 L/min,采样 20 min,避光保存,24 h 内使用气相色谱仪进行测定。具体步骤严格参照国家标准 GB11737-89 执行。

1.2.2 问卷调查 自行设计调查问卷,内容包括:年龄、性别、既往病史及现病史。

1.2.3 血液流变学测定

1.2.3.1 筛选研究对象 筛选血常规、血糖正常、无糖尿病、肾病、肝脏疾病、血液病现病史且血液流变学指标增高的人群作为研究对象,其中男性 45 人,女性 48 人,覆盖老(>60 岁)、中(40~60 岁)、青(<40 岁)各年龄段。

1.2.3.2 血液流变学测定 使用血液流变学测定仪(型号:MDK-3200KS,重庆麦迪克公司生产)对以上筛选出的研究对象血液标本进行血液流变学各参数的测定。

1.3 统计学处理 采用 SPSS17.0 统计软件进行数据分析。把研究对象血液流变学各指标值超过相应正常参考范围^[5]的赋值为 1,未升高者赋值为 0,对甲醛、苯系物浓度与血液流变学各指标测定值进行 logistic 回归分析。筛选出对血液流变学各指标测定值升高有统计学意义的污染物。对筛选出的污染物浓度和其相关的血液流变学指标进行一元直线回归分析。

2 结 果

2.1 室内空气污染物与血液流变学各指标的关系 将所有研究对象的全血黏度、血浆黏度与其居住的房屋室内空气中的甲醛、苯系物浓度进行 logistic 回归分析,经计算机筛选自变量,回归方程: $\text{logistic } P = -13.993 + 132.485X_1 + 6.519X_2$, X_1 为甲醛浓度, X_2 为二甲苯浓度,甲醛对研究对象全血黏度增高的贡献大于二甲苯。苯、甲苯对全血黏度和血浆黏度增高均无统计学意义($P > 0.05$)。

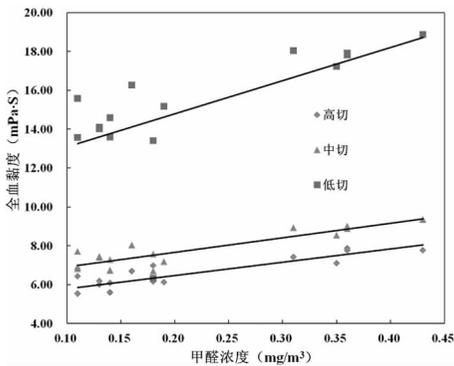


图 1 男性组(<40 岁)甲醛浓度与全血黏度的线性图

2.2 甲醛浓度与不同年龄段、不同性别研究人群全血黏度的线性相关性 由于不同年龄段、不同性别人群的血液流变学参考值范围不同^[5],故在进行直线回归时应分不同的组别。由于大于 60 岁的男、女组调查人数太少(均为 4 人),且符合本实验研究对象标准的分别为 1 人和 2 人,故不对此两组人员进行统计分析。

2.3 不同年龄段、不同性别的人群全血黏度与甲醛浓度的直线回归结果 男性组(<40 岁,40~60 岁)和女性组(<40 岁,40~60 岁)甲醛浓度和全血黏度的线性相关系数见表 1。男性组(<40 岁,40~60 岁)和女性组(<40 岁,40~60 岁)甲醛浓

度和全血黏度线性图,见图 1~4。

表 1 各年龄、性别组全血黏度与甲醛浓度的相关系数

r 值	男性组		女性组	
	<40 岁	40~60 岁	<40 岁	40~60 岁
全血高切黏度	0.883	0.841	0.878	0.723
全血中切黏度	0.908	0.852	0.848	0.769
全血低切黏度	0.851	0.841	0.843	0.714

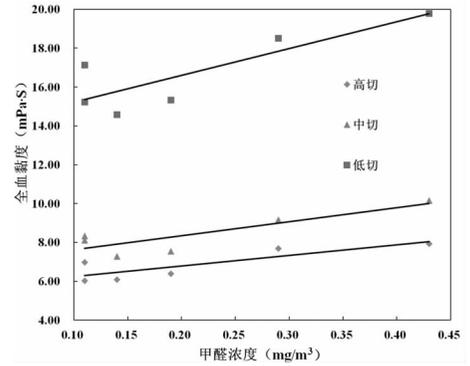


图 2 男性组(40~60 岁)甲醛浓度与全血黏度的线性图

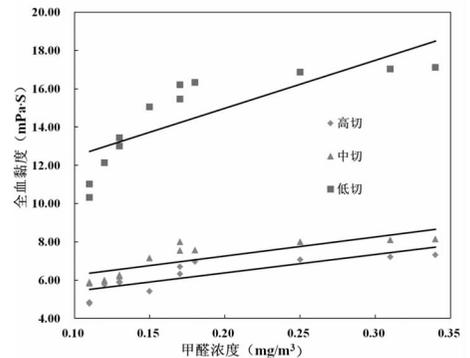


图 3 女性组(<40 岁)甲醛浓度与全血黏度的线性图

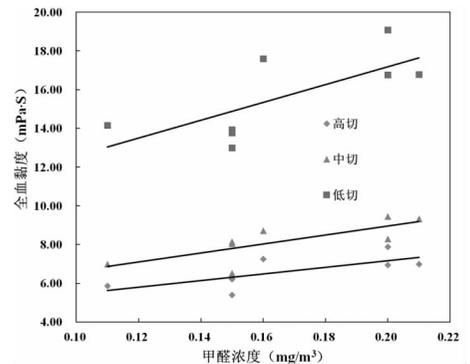


图 4 女性组(40~60 岁)甲醛浓度与全血黏度的线性图

3 讨 论

血液流变学中的全血高切黏度与红细胞的变形性有关,高切黏度越高代表红细胞变形性越差,低切黏度与红细胞的聚集性及红细胞自身性质(如形状、变形性、膜脂质结构成分)相关,当红细胞自身性质正常时,低切黏度代表红细胞聚集性^[6];血浆黏度与血浆中纤维蛋白原、血浆蛋白有关。

从本文 logistic 回归结果可知甲醛及二甲苯与调查对象全

血黏度增高有关,与血浆黏度无相关性,苯及甲苯与全血黏度增高无关。根据甲醛、二甲苯与全血黏度回归方程得知:甲醛的偏回归系数估计值远大于二甲苯,说明在甲醛对研究对象全血黏度增高的贡献远大于二甲苯,这可能与调查房屋室内空气中的二甲苯浓度均较低,几乎都处于国家标准范围内有关。因此引起本研究对象全血黏度增高的主要因素是室内空气中甲醛超标。

甲醛是一种广义上的自由基,强氧化剂,对细胞有氧化损伤作用^[7]。它进入人体后攻击的首要靶器官是肝脏及红细胞^[8]。杜青平等^[9]研究表明,SO₂对大鼠红细胞存在氧化损伤效应,导致红细胞膜流动性和功能的改变。红细胞膜是由膜脂质双分子及膜骨架蛋白组成的三维结构,该结构赋予了红细胞的稳定性和变形性。因此,甲醛导致全血高切黏度增高机制可能与红细胞膜脂质过氧化有关。甲醛作为一种强氧化剂可导致红细胞膜脂质过氧化,使不饱和脂肪酸变成饱和脂肪酸,红细胞膜流动性降低,同时脂质过氧化损伤使红细胞膜 Na⁺-K⁺ ATP 酶及 Ca²⁺-ATP 酶活性降低,导致红细胞渗透性发生改变及细胞内钙离子存积,两方面的因素导致红细胞变形性降低^[10-11],引起全血高切黏度增高。

红细胞聚集性决定于红细胞膜特性及膜表面负电荷,还与微血管壁及血浆因素有关^[12]。正常情况下,红细胞膜带负电荷,由于带有相同的负电荷相斥,每个红细胞在血管内游离游动。甲醛对红细胞膜过氧化损伤还可能导致红细胞的表面电荷降低,增加了红细胞的聚集性。此外,甲醛可能对血管内皮细胞造成氧化损伤,造成血管内皮不光滑,增加了红细胞流动时与血管内壁的摩擦力,促进红细胞聚集。本研究对象的血浆黏度几乎处于正常水平,因此,可排除血浆因素导致低切黏度增高的可能性。因此,甲醛通过对红细胞膜过氧化损伤导致红细胞膜变形性降低,促进红细胞聚集两方面因素协同影响全血低切黏度,导致其值升高。

因为空气污染的定义为污染物浓度超过国家标准,所以本实验筛选出所居住的房屋室内空气甲醛超标的人员作为甲醛浓度与全血黏度的直线回归统计分析对象。从直线回归结果显示:甲醛浓度和全血黏度存在正相关关系,随着甲醛浓度升高,对红细胞膜的氧化损伤越重;同年龄女性组甲醛浓度和全血黏度的相关程度小于男性组,同性别<40岁组的相关程度大于40~60岁组,这可能是不同的性别,不同年龄段对甲醛的耐受存在差异有关,其具体原因有待于进一步研究。二甲苯对全血黏度的影响是否与二甲苯对红细胞膜存在脂质过氧化损伤有关^[13],还有待于进一步研究。

综上所述,室内空气中甲醛浓度超标会导致人体全血黏度

增高,二者呈直线正相关关系,其影响机制与红细胞过氧化损伤有关,同年龄女性的相关程度低于男性。

(志谢:重庆市永川区疾病预防控制中心张正江同志在本研究测定室内空气甲醛、苯、甲苯、二甲苯浓度过程中,给予了极大的帮助,在此深表谢意。)

参考文献:

- [1] 刘晓丽,原福胜,张文珍,等. 甲醛和苯单独及联合染毒对小鼠神经系统的毒性作用[J]. 环境与职业医学,2010,27(5):299-300.
- [2] 张文珍,原福胜,刘晓丽,等. 甲醛和苯联合吸入致雄性小鼠骨髓细胞的遗传毒性[J]. 环境与职业医学,2010,27(5):296-297.
- [3] 潘艳,李纯颖,杨双波,等. 苯对大鼠的生殖毒性和胚胎发育毒性研究[J]. 实用预防医学,2010,17(6):1044-1045.
- [4] Emri G, Schaefer D, Held B, et al. Low Concentrations of formaldehyde induce DNA damage and delay DNA repair after UV irradiation in human skin cell [J]. Exp Dermatol,2004,13(5):305-315.
- [5] 刁奇志,王廷玲. 重庆市渝西地区健康成年人血液流变学的正常参考值范围调查研究[J]. 中国老年学杂志,2011,31(8):1398-1399.
- [6] 严宗毅. 血液低切黏度能否作为反应红细胞聚集性的指标[J]. 中国血液流变学杂志,1998,8(3):23.
- [7] 冯丫娟,翟金霞. 甲醛对机体氧化损伤效应影响的研究进展[J]. 环境与健康杂志,2008,25(4):364-365.
- [8] 张瑾. 甲醛毒性的研究进展[J]. 职业与健康,2006,12(22):2042-2043.
- [9] 杜青平,贾晓珊,李适宇,等. 二氧化硫对大鼠红细胞膜流动性及酶活性的影响[J]. 环境科学学报,2007,27(9):1507-1509.
- [10] 钟庆,唐显玲. 脓毒症微循环障碍的红细胞流变性改变[J]. 医学综述,2010,16(10):1643-1644.
- [11] 李静,刘班,刘成玉. 红细胞膜脂质过氧化损伤及其作用机制[J]. 青岛大学医学院学报,2006,42(1):92-93.
- [12] 曾昭炜. 微血管内红细胞聚集与临床[J]. 微循环学杂志,2008,18(3):2-4.
- [13] 唐德成,徐雷. 接触苯、甲苯、二甲苯对工人脂质过氧化作用的影响[J]. 中国职业医学,2005,32(2):40-42.

(收稿日期:2011-10-14 修回日期:2011-11-18)

启事:本刊对院士及 863、973 项目文章开通绿色通道,欢迎投稿。