



血液样本处理方式对 Wistar 大鼠血液生化指标检测结果的影响

朱科燕, 蔡月琴, 徐孝平, 陈 诚, 马全鑫, 陈民利

(浙江中医药大学动物实验研究中心, 杭州 310053)

【摘要】 目的 观察血液样本处理方式对大鼠血液生化指标检测结果的影响。方法 取体重 180 ~ 220 g 的 SPF 级 Wistar 大鼠 40 只, 雌雄各半, 禁食不禁水 12 h 后, 用 3% 戊巴比妥钠麻醉后取全血和肝素抗凝血各 3 mL。将每种血样分别置于 3 个 1.5 mL 的离心管和肝素抗凝管中各 1 mL, 并分别在室温放置 1 h、2 h、4 h 后进行离心, 测定血糖、血脂、蛋白、肝功能、肾功能、心肌酶等指标。结果 血液样本类型和采集后离心前的放置时间对 Wistar 大鼠的血清或血浆 TC、TG、TP、ALB、ALT、ALP、BUN 和 CREA 等指标均无明显影响 ($P > 0.05$)。但血浆的 GLU 值显著高于血清 ($P < 0.05, P < 0.01$), 并随着采集后离心前放置时间的延长持续下降。血清 AST 和 CK、LDH 值则均显著高于血浆 ($P < 0.05, P < 0.01$), 且随采集后离心前放置的延长呈现持续显著的上升 ($P < 0.05, P < 0.01$)。而采集后离心前放置时间对 Wistar 大鼠血浆 AST 和 CK、LDH 值均无明显影响 ($P > 0.05$)。结论 血液样本类型对血脂、蛋白和肾功能指标无明显影响, 但对 GLU、AST、CK、LDH 等检测结果有一定影响。采集后离心前的放置时间延长可导致血清血浆 GLU 下降, 血清 AST、CK、LDH 升高, 但对血浆 AST、CK、LDH 指标无明显影响。

【关键词】 Wistar 大鼠; 血清; 血浆; 血液生化指标

【中图分类号】 R-332 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2016)11-0080-05

doi: 10.3969/j.issn.1671-7856.2016.11.015

Effects of different sample process modes on blood biochemical indicator detection in Wistar rats

ZHU Ke-yan, CAI Yue-qin, XU Xiao-ping, CHEN Cheng, MA Quan-xin, CHEN Min-li

(Experimental Animal Research Center, Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310053, China)

【Abstract】 **Objective** To observe the effects of different sample process modes on blood biochemical indicator detection in Wistar rats. **Methods** 40 Wistar rats of specific pathogen free (SPF) level, weighing 180 ~ 220 g, were took with half males and half females. After 12 h fasting, rats were anaesthetized by 3% pentobarbital sodium, blood was collected and divided into two samples. One of the samples was for whole blood and another for anticoagulation, with 3 mL per serving. Each blood sample was put into three 1.5 mL centrifuge tubes and three heparin anticoagulative tubes with 1 mL per, and centrifuged after putting 1 h, 2 h and 4 h in room temperature for testing blood glucose, blood lipid, protein, myocardial enzymes, indexes of liver and renal function. **Results** The types of blood samples and the standing time after collection and before centrifugation had no significant effect on TC, TG, ALB, ALT, ALP, BUN and CREA in serum or in plasma of Wistar rats ($P > 0.05$). But the value of GLU in serum was significantly higher than that in plasma ($P < 0.05, P$

[基金项目] 浙江省教育厅科研项目 (Y201329481), 浙江中医药大学比较医学创新团队 (XTD201301)。

[作者简介] 朱科燕 (1982 -), 女, 研究方向为动物医学检验检测。

[通讯作者] 陈民利 (1963 -), 女, 教授, 研究方向为实验动物与比较医学。E-mail: cml991@aliyun.com。

<0.01)。With the extension of storage time after collection and before centrifugation, the value of GLU continued to decline. The values of AST, CK, LDH in serum were significantly higher than that in plasma ($P < 0.05$, $P < 0.01$)。With the extension of storage time after collection and before centrifugation, the value of AST, CK, LDH continued to increase. However, there was no significant effect on the values of AST, CK, LDH by placing different time after collection and before centrifugation ($P > 0.05$)。Conclusion Types of blood samples had no significant effect on blood lipid, protein and indexes of renal function. However, detection value of GLU, AST, CK and LDH would be influenced on a certain degree. The extension of standing time after collection and before centrifugation resulted in plasma GLU decreasing and plasma AST, CK and LDH increasing, but has no obvious effect on the serum AST, CK and LDH.

【Key words】 Wistar rats; Serum; Plasm; Blood biochemical index

血液生化指标是实验动物最常用的生理学指标,不仅对动物正常生理状态的判定及其饲养有指导意义,而且也是食品、药品、以及化学物质等毒理学安全评价及人类疾病研究中探讨发病机制、选择动物的重要依据和指标。血液生化检测结果易受诸多因素的影响,如动物品种、来源、年龄、体重、饲养环境、检测试剂等^[1-4]。我们在动物实验研究中发现不同的血液样本处理方式对大鼠的生化指标检测有一定影响,为进一步证实这一现象,本文观察了 40 只 Wistar 大鼠的血浆和血清以及采集后不同放置时间对血样生化指标的影响,为生物医药研究中进行动物实验的生化指标检测提供参考。

1 材料与方 法

1.1 实验动物及饲养条件

体重 180 - 220 g 的 SPF 级 Wistar 大鼠 40 只,雌雄各半,购于上海斯莱克实验动物有限公司【SCXK(沪)2012-0002】。饲养于浙江中医药大学动物实验研究中心【SYXK(浙)2013-0184】,温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$,相对湿度 50% ~ 60%,光照 12 h 明暗交替。

1.2 实验试剂与仪器

1.2.1 实验试剂:血糖(GLU)、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、丙氨酸转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)、碱性磷酸酶(ALP)、尿素氮(BUN)、肌酐(CREA)、肌酸激酶(CK)及乳酸脱氢酶(LDH)等检测试剂盒,批号分别为 07183/00001768、07129/00001506、07134/00001690、231068/50002194、022063/50002146、07167/00001867、07131/00001508、07186/00001857、07188/00001886、171035/50002289、19958/00001976、07146/00001670,由德国 DiaSys Diagnostics Systems 生产。

1.2.2 实验仪器:全自动生化分析仪(HITACHI 7020),冷冻高速离心机(BeckmanX-15R)。

1.3 方 法

取体重为 180 ~ 220 g 的 Wistar 大鼠 40 只,雌雄各半,适应饲养一周后,禁食不禁水 12 h,用 3% 戊巴比妥钠麻醉后取血 6 mL,分为 2 份血样,一份为全血,置于 3 个 1.5 mL 的离心管中各 1 mL,用于分离血清;另一份为肝素抗凝血,置于 3 个 1.5 mL 的肝素抗凝管中各 1 mL,用于分离血浆。每份血样的 3 个管分别在室温($20^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}$)放置 1 h、2 h、4 h 后进行离心,日立 7020 全自动生化分析仪测定 GLU、TC、TG、TP、AL、ALT、AST、ALP、BUN、CREA、CK、LDH 等生化指标。其中,TP 为双缩脲法,ALB 为溴甲酚氯法,ALT、AST 为紫外连续监测法,ALP 为速率法,BUN 为谷氨酸脱氢酶法,CREA 为苦味酸法,GLU 为葡萄糖氧化酶法;TC、TG 为酶试剂法,CK 为 IFCC 连续监测法,LDH 为乳酸底物法。

1.4 统计学方法

所有数据均采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间均数比较采用单因素方差分析和多重比较, $P < 0.05$ 为差异显著, $P < 0.01$ 为差异极显著。

2 结 果

2.1 对血糖血脂和蛋白指标的影响

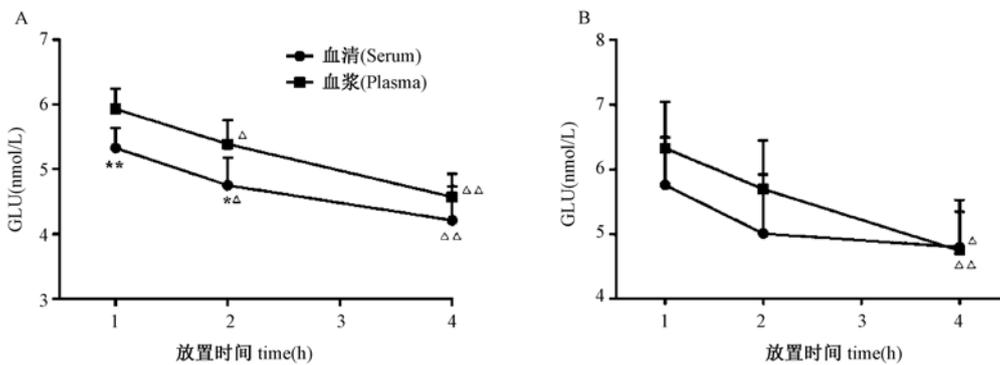
由表 1 可见,血液样本类型和采集后离心前的放置时间对雄性和雌性 Wistar 大鼠的血清或血浆 TC、TG、TP、ALB 等指标均无明显影响($P > 0.05$),但对血糖检测结果有不同程度的影响。从图 1A-B 可以看出,雌性 Wistar 和雄性 Wistar 大鼠的血浆的 GLU 值均高于血清 GLU 值,其中血样在采集后离心前放置 1 h、2 h 后,血浆 GLU 显著高于血清($P < 0.05$, $P < 0.01$)。且血清和血浆的 GLU 值均随着采集后离心前放置时间的延长而呈持续下降($P < 0.05$, $P < 0.01$),其中,雄性 Wistar 大鼠的血浆的 GLU 值下降速度较快,血样在采集后离心前放置 4 h 后,降至血清 GLU 同一水平值。

表 1 血液样本处理方式对血糖血脂和蛋白指标的影响($\bar{x} \pm s$)
Tab.1 Effects of different sample process modes on blood glucose, lipid and protein

指标 Indexes	性别 Sex	采集后离心前放置 1h Standing 1h after collection and before centrifugation		采集后离心前放置 2h Standing 2h after collection and before centrifugation		采集后离心前放置 4h Standing 4h after collection and before centrifugation	
		血清 Serum	血浆 Plasma	血清 Serum	血浆 Plasma	血清 Serum	血浆 Plasma
		GLU (mmol/L)	♀	5.33 ± 0.31**	5.93 ± 0.31	4.75 ± 0.42* [△]	5.39 ± 0.37 [△]
	♂	5.76 ± 0.74	6.33 ± 0.72	5.01 ± 0.91	5.70 ± 0.75	4.80 ± 0.73 [△]	4.75 ± 0.60 ^{△△}
TC (mmol/L)	♀	1.34 ± 0.08	1.32 ± 0.07	1.32 ± 0.08	1.34 ± 0.07	1.36 ± 0.07	1.38 ± 0.07
	♂	5.76 ± 0.74	6.33 ± 0.72	5.01 ± 0.91	5.70 ± 0.75	4.80 ± 0.73	4.75 ± 0.60
TG (mmol/L)	♀	0.31 ± 0.04	0.29 ± 0.04	0.31 ± 0.04	0.28 ± 0.04	0.33 ± 0.04	0.25 ± 0.05
	♂	0.47 ± 0.12	0.45 ± 0.12	0.46 ± 0.12	0.44 ± 0.12	0.48 ± 0.13	0.38 ± 0.11
TP (g/L)	♀	51.62 ± 0.92	51.88 ± 0.81	51.06 ± 1.26	51.38 ± 0.79	51.43 ± 0.88	51.31 ± 0.87
	♂	52.02 ± 0.48	52.16 ± 0.52	51.10 ± 0.85	51.80 ± 0.64	52.35 ± 0.69	52.28 ± 0.31
ALB (g/L)	♀	28.87 ± 0.41	28.44 ± 0.69	28.68 ± 0.86	28.37 ± 0.43	28.84 ± 0.59	28.18 ± 0.50
	♂	27.99 ± 0.40	27.58 ± 0.34	27.47 ± 0.61	27.52 ± 0.24	28.08 ± 0.32	27.83 ± 0.33

注:血清与血浆比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; 与采集后离心前放置时间 1h 比, $\Delta P < 0.05$, $\Delta\Delta P < 0.01$ 。

Note: Compared between serum and plasma, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; compared with samples standing 1h after collection and before centrifugation, $\Delta P < 0.05$, $\Delta\Delta P < 0.01$.



注:A:雌性大鼠,B:雄性大鼠。血清与血浆比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; 与采集后离心前放置时间 1h 比, $\Delta P < 0.05$, $\Delta\Delta P < 0.01$ 。

图 1 血液样本处理方式对 GLU 的影响

Note: A: female rats, B: male rats. Compared between serum and plasma, * $P < 0.05$,

** $P < 0.01$; compared with samples standing 1h after collection and before centrifugation, $\Delta P < 0.05$, $\Delta\Delta P < 0.01$.

Fig.1 Effects of different sample process modes on GLU

2.2 对肝肾功能指标的影响

由表 2 可见,血液样本类型和采集后离心前放置时间对雄性和雌性 Wistar 大鼠的血清 ALT、ALP、BUN 和 CREA 等指标均无明显 ($P > 0.05$),但对 AST 有一定的影响。从图 2A-B 可以看出,雄性 Wistar 大鼠和雌性 Wistar 大鼠的血清 AST 均显著高于血浆 AST 水平 ($P < 0.01$),且随采集后离心前放置时间的延长,血清 AST 值持续明显上升 ($P < 0.05, P < 0.01$),而采集后离心前放置时间对 Wistar 血浆 AST 值无明显影响 ($P > 0.05$)。

2.3 对心肌酶指标的影响

由表 3 可见,血液样本类型和采集后离心前放置时间对雄性和雌性 Wistar 大鼠的血清 CK、LDH 值有明显影响。从图 3A-D 可以看出,采集后离心前放置时间 1 h、2 h、4 h 后,雌性 Wistar 和雄性 Wistar 大鼠的血清 CK、LDH 值均显著高于血浆 CK、LDH 值 ($P < 0.01$),且随采集后离心前放置的延长血清 CK、LDH 值呈现持续显著的上升 ($P < 0.01$),而采集后离心前放置时间对 Wistar 血浆 AST 值无明显影响 ($P > 0.05$)。

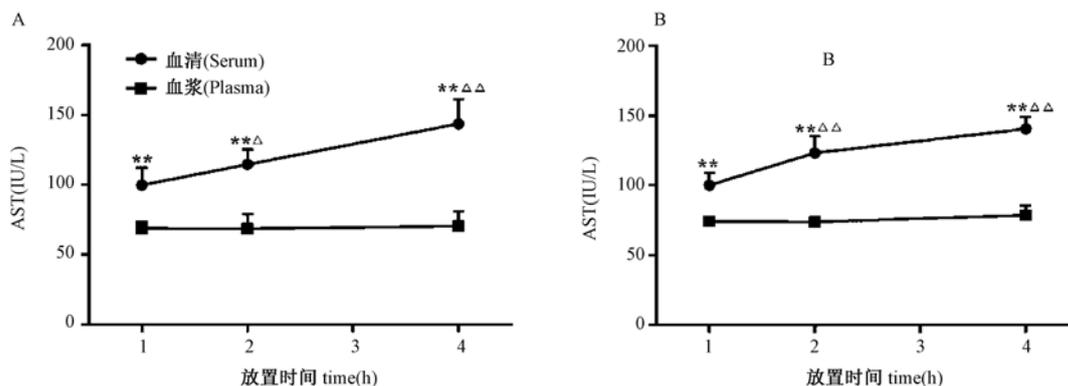
表 2 血液样本处理方式对肝肾功能指标的影响 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 2 Effects of different sample process modes on indexes of liver and renal function

指标 Indexes	性别 Sex	采集后离心前放置 1h Standing 1h after collection and before centrifugation		采集后离心前放置 2h Standing 2h after collection and before centrifugation		采集后离心前放置 4h Standing 4h after collection and before centrifugation	
		血清 Serum	血浆 Plasma	血清 Serum	血浆 Plasma	血清 Serum	血浆 Plasma
		ALT (IU/L)	♀ ♂	30.48 ± 4.17 36.08 ± 3.33	28.92 ± 5.66 34.12 ± 2.52	26.06 ± 4.36 37.06 ± 2.95	24.98 ± 5.99 32.78 ± 3.33
AST (IU/L)	♀ ♂	99.58 ± 12.47** 99.96 ± 9.22**	68.96 ± 4.93 74.44 ± 3.52	114.42 ± 10.70** [△] 123.16 ± 12.25** ^{△△}	68.78 ± 10.57 74.02 ± 3.74	143.50 ± 17.58** ^{△△} 140.46 ± 8.71** ^{△△}	70.70 ± 10.73 78.68 ± 7.28
ALP (IU/L)	♀ ♂	56.25 ± 3.91 148.53 ± 16.75	53.76 ± 4.19 141.50 ± 16.79	53.51 ± 4.23 143.33 ± 15.84	52.79 ± 4.29 138.41 ± 15.76	54.17 ± 4.35 148.05 ± 16.98	52.70 ± 3.68 142.11 ± 16.88
BUN (mmol/L)	♀ ♂	7.23 ± 1.03 6.29 ± 0.30	7.01 ± 0.93 6.12 ± 0.40	7.24 ± 0.92 6.35 ± 0.41	7.09 ± 0.94 6.20 ± 0.31	7.30 ± 0.97 6.33 ± 0.47	7.10 ± 0.92 6.19 ± 0.36
CREA (umol/L)	♀ ♂	51.35 ± 1.83 47.35 ± 3.87	48.64 ± 0.53 46.17 ± 4.69	50.30 ± 1.15 46.29 ± 4.83	49.12 ± 1.70 47.23 ± 4.32	52.06 ± 1.22 48.41 ± 3.69	50.88 ± 2.27 46.64 ± 3.16

注:血清与血浆比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; 与采集后离心前放置时间 1h 比, $\Delta P < 0.05$, $\Delta\Delta P < 0.01$ 。

Note: Compared between serum and plasma, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; compared with samples standing 1h after collection and before centrifugation, $\Delta P < 0.05$, $\Delta\Delta P < 0.01$ 。



注:A:雌性大鼠,B:雄性大鼠。血清与血浆比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; 与采集后离心前放置时间 1h 比, $\Delta P < 0.05$, $\Delta\Delta P < 0.01$ 。

图 2 血液样本处理方式对 AST 的影响

Note: A: female rats, B: male rats. Compared between serum and plasma, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; compared with samples standing 1h after collection and before centrifugation, $\Delta P < 0.05$, $\Delta\Delta P < 0.01$ 。

Fig. 2 Effects of different sample process modes on AST

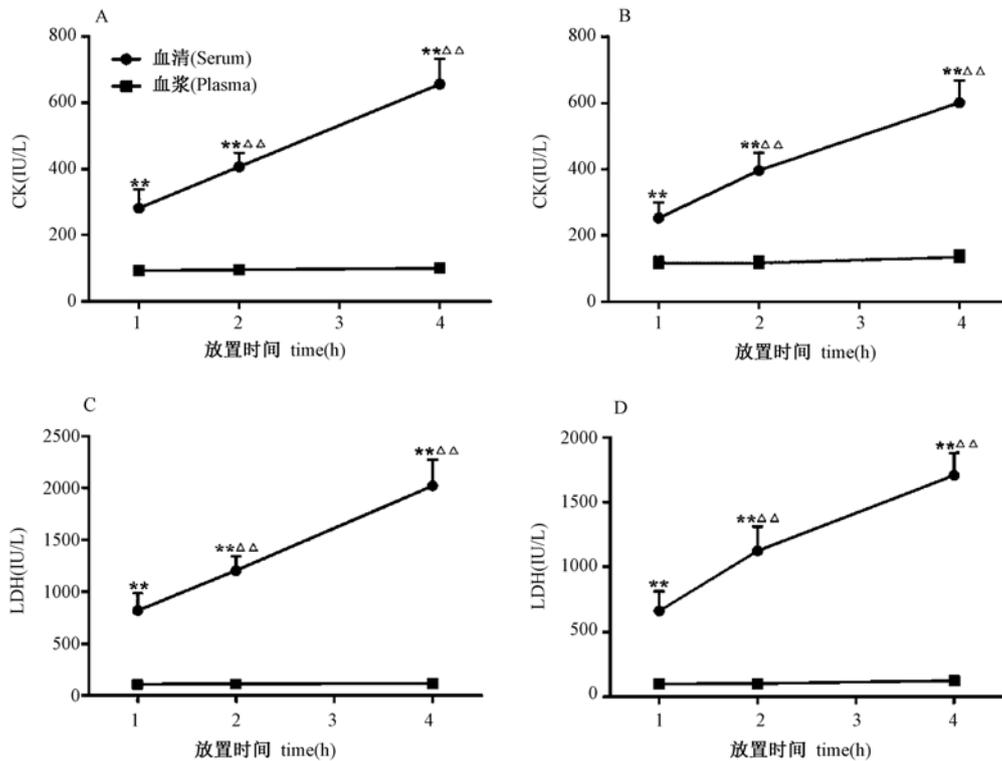
表 3 血液样本处理方式对心肌酶的影响 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 3 Effects of different sample process modes on myocardial enzymes

指标 Indexes	性别 Sex	采集后离心前放置 1h Standing 1h after collection and before centrifugation		采集后离心前放置 2h Standing 2h after collection and before centrifugation		采集后离心前放置 4h Standing 4h after collection and before centrifugation	
		血清 Serum	血浆 Plasma	血清 Serum	血浆 Plasma	血清 Serum	血浆 Plasma
		CK (IU/L)	♀ ♂	281.58 ± 56.25** 253.23 ± 46.96**	93.79 ± 6.38 116.39 ± 18.51	406.68 ± 43.07** ^{△△} 397.18 ± 53.67** ^{△△}	95.40 ± 7.62 117.28 ± 19.94
LDH (IU/L)	♀ ♂	820.37 ± 168.24** 662.79 ± 151.01**	109.15 ± 8.44 100.16 ± 10.75	1205.93 ± 138.05** ^{△△} 1125.48 ± 184.96** ^{△△}	110.92 ± 25.05 102.58 ± 13.08	2021.07 ± 252.45** ^{△△} 1707.68 ± 174.02** ^{△△}	118.14 ± 20.98 124.04 ± 11.17

注:血清与血浆比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; 与采集后离心前放置时间 1h 比, $\Delta P < 0.05$, $\Delta\Delta P < 0.01$ 。

Note: Compared between serum and plasma, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; compared with samples standing 1h after collection and before centrifugation, $\Delta P < 0.05$, $\Delta\Delta P < 0.01$ 。



注:A,C:雌性大鼠,B,D:雄性大鼠。血清与血浆比较,* $P < 0.05$,** $P < 0.01$;与采集后离心前放置时间1h比, $\Delta P < 0.05$, $\Delta\Delta P < 0.01$ 。

图3 血液样本处理方式对CK、LDH的影响

Note: A: female rats, B: male rats. Compared between serum and plasma, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; compared with samples standing 1h after collection and before centrifugation, $\Delta P < 0.05$, $\Delta\Delta P < 0.01$.

Fig.3 Effects of different sample process modes on CK and LDH

3 讨论

血液生化指标是反映实验动物状态的重要并且敏感的指标,实验过程中发生的许多病变在病理组织与分子生物学指标变化未完全表现出来时,可能提前在血液学及生化指标中反映出来^[5]。因此,可以根据血液学及其生化指标的变化,来衡量受试药物对动物的影响程度,是动物实验中重要的基础数据。

血糖、血脂、蛋白、肝功能、肾功能和心肌酶等指标是动物实验中常用的重要血液生化指标。我们在本次检测中发现,不同的血液样本处理方式对血脂、蛋白、肾功能的影响不大。不管在血清还是血浆样本中,室温放置不同的时间,TC、TG、TP、ALB、ALT、ALP、BUN和CREA含量均比较稳定,没有显著性差异,并且血清中与血浆中的含量也比较一致。随着血液样本放置时间的延长,白细胞降解、红细胞对能量的消耗及葡萄糖的酵解,都可以使血液中的葡萄糖分解,从而降低血液中葡萄糖的

浓度^[6]。在本次研究中,我们发现随着血液放置时间的延长,血清、血浆中的GLU含量持续降低,血浆中GLU显著高于血清,相对血清,血浆的GLU下降较快,这可能与血浆样本在离心前,抗凝全血中的白细胞和红细胞会消耗GLU有关。

不同的血液样本处理方式对酶类指标的影响较大,有文献表明,血液标本的保存时间过长,红细胞中的物质就会发生外渗透,使得血浆内外浓度分布不均,从而导致酶类的测定结果异常^[7]。有临床资料表明LDH只能存放于室温下,标本置于4℃时LDH反而不稳定,-20℃下过夜LDH₄、LDH₅将丧失全部活性^[8]。在血清中,随着血液放置时间的延长,AST、CK和LDH含量持续增加,与临床资料相一致^[9]。但是在血浆中,血浆中AST、CK和LDH含量均显著低于血清,不同时间组的AST、CK含量无显著性差异,说明血浆中这些酶的活性比较稳定。

总之,血液样本类型对血脂、蛋白和肾功能指标无明显影响,但对GLU、AST、CK、LDH等检测结

(上转第94页)

- [J]. 现代免疫学. 2009(02): 165-168.
- [13] Binder E B, Bradley R G, Liu W, *et al.* Association of FKBP5 polymorphisms and childhood abuse with risk of posttraumatic stress disorder symptoms in adults[J]. JAMA. 2008, 299(11): 1291-1305.
- [14] Castro-Vale I, van Rossum E F, Machado J C, *et al.* Genetics of glucocorticoid regulation and posttraumatic stress disorder-What do we know? [J]. Neurosci Biobehav Rev. 2016, 63: 143-157.
- [15] Mehta D, Gonik M, Klengel T, *et al.* Using polymorphisms in FKBP5 to define biologically distinct subtypes of posttraumatic stress disorder: evidence from endocrine and gene expression studies[J]. Arch Gen Psychiatry. 2011, 68(9): 901-910.
- [16] Kang H, Sayner S L, Gross K L, *et al.* Identification of amino acids in the tetratricopeptide repeat and C-terminal domains of protein phosphatase 5 involved in autoinhibition and lipid activation[J]. Biochemistry. 2001, 40(35): 10485-10490.
- [17] Yehuda R, Cai G, Golier J A, *et al.* Gene expression patterns associated with posttraumatic stress disorder following exposure to the World Trade Center attacks[J]. Biol Psychiatry. 2009, 66(7): 708-711.
- [18] Segman R H, Shefi N, Goltser-Dubner T, *et al.* Peripheral blood mononuclear cell gene expression profiles identify emergent posttraumatic stress disorder among trauma survivors [J]. Mol Psychiatry. 2005, 10(5): 500-513, 425.
- [19] 安书成, 安锋利. 5-羟色胺与应激反应及其抑郁症的关系 [J]. 陕西师范大学继续教育学报. 2006(01): 122-124.
- [20] Binder E B, Salyakina D, Lichtner P, *et al.* Polymorphisms in FKBP5 are associated with increased recurrence of depressive episodes and rapid response to antidepressant treatment[J]. Nat Genet. 2004, 36(12): 1319-1325.
- [21] Touma C, Gassen N C, Herrmann L, *et al.* FK506 binding protein 5 shapes stress responsiveness: modulation of neuroendocrine reactivity and coping behavior [J]. Biol Psychiatry. 2011, 70(10): 928-936.
- [22] Hartmann J, Wagner K V, Liebl C, *et al.* The involvement of FK506-binding protein 51 (FKBP5) in the behavioral and neuroendocrine effects of chronic social defeat stress [J]. Neuropharmacology. 2012, 62(1): 332-339.
- [23] 张汝学, 马海港, 周珺, 等. 慢性应激对大鼠糖代谢的影响及初步机制[J]. 西北国防医学杂志. 2013(03): 201-204.
- [24] Shibata M, Banno R, Sugiyama M, *et al.* AgRP Neuron-Specific Deletion of Glucocorticoid Receptor Leads to Increased Energy Expenditure and Decreased Body Weight in Female Mice on a High Fat Diet[J]. Endocrinology. 2016; n20151430.
- [25] Holsboer F. The corticosteroid receptor hypothesis of depression [J]. Neuropsychopharmacology. 2000, 23(5): 477-501.
- [26] Tamashiro K L. Metabolic syndrome: links to social stress and socioeconomic status[J]. Ann N Y Acad Sci. 2011, 1231: 46-55.
- [27] Balsevich G, Uribe A, Wagner K V, *et al.* Interplay between diet-induced obesity and chronic stress in mice: potential role of FKBP51[J]. J Endocrinol. 2014, 222(1): 15-26.
- [28] 张曼, 邱彬, 曹勇, 等. 共伴侣蛋白 FKBP51 在高脂诱导肥胖中的作用[J]. 中国比较医学杂志. 2015, 25(7): 53-58.
- [29] Stechschulte L A, Hinds T J, Khuder S S, *et al.* FKBP51 controls cellular adipogenesis through p38 kinase-mediated phosphorylation of GRalpha and PPARgamma [J]. Mol Endocrinol. 2014, 28(8): 1265-1275.

[修回日期]2016-07-06

(下接第 84 页)

果有一定影响。采集后离心前的放置时间延长可导致血清血浆 GLU 持续下降, 血清 AST、CK、LDH 升高, 但对血浆 AST、CK、LDH 指标无明显影响。

参考文献:

- [1] 吴晓燕, 王冬平, 等. 不同日龄 SPF 级 Wistar 大鼠血液生化参考值的建立[J]. 中国比较医学杂志, 2008, 18(7): 28-32.
- [2] 王刚, 黄少琼, 等. 性别、年龄等对 SPF 级近交系 Wistar 大鼠血常规值的影响[J]. 中国比较医学杂志, 2007, 17(3): 147-150.
- [3] 胡雄飞, 杨秀鸿, 陈志莲. 不同周龄、雌雄 SD 大鼠血液生理生化指标比较分析[J]. 实用预防医学, 2013, 20(10): 1173-1176.
- [4] 王冬平, 隋丽华, 尚世臣, 等. 清洁级 SD 大鼠血液生理生化指标的测定[J]. 中国比较医学杂志, 2009, 19(9): 44-46.
- [5] 樊军, 秦俊, 刘春霞, 等. 建立 Wistar 大鼠血液及生化指标正常参考值范围的探讨[J]. 公共卫生与预防医学, 2010, 21(6): 50-52.
- [6] 郑红芬. 血液标本处理方式对生化检验结果的干预作用[J]. 医药前沿, 2016, 6(2): 349-350.
- [7] 梁贵昌. 溶血标本对常规生化检验结果的影响[J]. 当代医学, 2012, 18(32): 102-102.
- [8] 赵来, 鲍淑银, 董宇. 标本前处理对生化检测的影响[J]. 临床合理用药, 2010, 3(2): 124-125.
- [9] 张庆侠, 张然蓉, 周天祥, 等. 标本放置时间和温度对血清乳酸脱氢酶活性的影响[J]. 实用医技杂志, 2008, 15(13): 1847-1848.

[修回日期]2016-07-01