

论著·临床研究

高海拔与低海拔地区人群血常规参数的差异分析

朱咏臻¹, 唐树珍^{2△}

(1. 上海交通大学医学院附属瑞金医院北院检验科, 上海 201801;
2. 迪庆藏族自治州人民医院检验科, 云南香格里拉 674000)

摘要:**目的** 分析长期生活在高海拔地区和低海拔地区人群的血常规参数的差异。**方法** 回顾性分析 966 例香格里拉地区(平均海拔 3 280 m)和 961 例上海地区(平均海拔 4 m)年龄在 21~40 岁男性体检者的血常规参数,按年龄分为 4 组:21~25 岁组、26~30 岁组、31~35 岁组和 36~40 岁组,比较高海拔地区和低海拔地区人群血常规参数的差异。**结果** 高海拔地区人群的红细胞相关参数红细胞计数(RBC)、血红蛋白浓度(Hb)、血细胞比容(HCT)、红细胞平均体积(MCV)、红细胞平均血红蛋白含量(MCH)、红细胞平均血红蛋白浓度(MCHC)及红细胞分布宽度(RDW)分别为 $(5.63 \pm 0.41) \times 10^{12}/L$ 、 $(172 \pm 11)g/L$ 、 $(0.504 \pm 0.032)\%$ 、 $(89.7 \pm 3.7)fL$ 、 $30.6(29.7 \sim 31.4)pg$ 、 $341(336 \sim 346)g/L$ 和 $[13.1(12.7 \sim 13.6)\%]$,均高于低海拔地区人群的 $(5.21 \pm 0.33) \times 10^{12}/L$ 、 $(156 \pm 8)g/L$ 、 $(0.459 \pm 0.026)\%$ 、 $(88.1 \pm 3.4)fL$ 、 $[29.9(29.2 \sim 30.7)pg]$ 、 $[340(336 \sim 344)g/L]$ 和 $[12.9(12.6 \sim 13.3)\%]$,差异有统计学意义($P=0.001$ 、 0.001 、 0.001 、 0.001 、 0.001 、 0.003 、 0.001)。高海拔地区人群的血小板计数(PLT)低于低海拔地区人群,差异有统计学意义 $[199(174 \sim 229) \times 10^{12}/L$ vs. $215(187 \sim 224.5) \times 10^{12}/L$, $P=0.001$),两地的白细胞计数(WBC)差异无统计学意义 $[6.4(5.5 \sim 7.4) \times 10^9/L$ vs. $6.23(5.41 \sim 7.28) \times 10^9/L$, $P=0.09]$ 。按年龄分组统计后,发现高海拔地区和低海拔地区 21~25 岁组和 26~30 岁组人群 MCHC 差异无统计学意义 $[340(335 \sim 345)g/L$ vs. $341(336 \sim 344)g/L$, $P=0.484$; $340(336 \sim 346)g/L$ vs. $340(337 \sim 344)g/L$, $P=0.061]$,其他红细胞参数在高海拔地区和低海拔地区人群中的差异与整体数据相似。在各项指标数据中,与年龄存在一定相关性的是:高海拔地区人群 MCV($P=0.046$, $r=0.064$)、MCH($P=0.003$, $r=0.094$)、MCHC($P=0.001$, $r=0.104$);低海拔人群 MCV($P=0.001$, $r=0.158$)、MCH($P=0.001$, $r=0.132$)、RBC($P=0.023$, $r=-0.074$)。**结论** 高海拔地区由于氧浓度低,导致人群的红细胞相关参数均高于低海拔地区人群,PLT 显著低于低海拔地区人群,而两者间 WBC 差异无统计学意义。

关键词: 海拔; 血常规; 参数; 差异
DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2019.12.012 **中图法分类号:**R446.11
文章编号:1673-4130(2019)12-1458-05 **文献标识码:**A

Variance analysis of blood routine parameters between people in high altitude and low altitude

ZHU Yongzhen¹, TANG Shuzhen^{2△}

(1. Department of Clinical Laboratory, North Hospital of Ruijin Hospital Affiliated to Medical School of Shanghai Jiaotong University, Shanghai 201801 China; 2. Department of Clinical Laboratory, People's Hospital of Diqing Tibetan Autonomous Prefecture, Xianggelila, Yunnan 674000, China)

Abstract:**Objective** To analyze the differences in blood routine parameters of people living in high altitude areas and low altitude areas for a long time. **Methods** The blood routine parameters of 966 males from Shangri-La (average altitude of 3 280 meters) and 961 males from Shanghai (average altitude 4 meters) at ages of 21—40 years old were retrospectively analyzed. All males were divided into four groups based on ages: group in age of 21—25, group in age of 26—30, group in age of 31—35, and group in age of 36—40. The differences in blood routine parameters between people in high-altitude areas and low-altitude areas were compared. **Results** The RBC-related parameters red blood cell count (RBC), hemoglobin concentration (Hb), hematocrit (HCT), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin content (MCH), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) and red blood cell distribution width (RDW) in high-altitude population respectively were $(5.63 \pm 0.41) \times 10^{12}/L$, $(172 \pm 11)g/L$, $(0.504 \pm 0.032)\%$, $(89.7 \pm 3.7)fL$, $30.6(29.7 \sim$

作者简介:朱咏臻,男,检验技师,主要从事医学检验方向的研究。 △ 通信作者, E-mail:415536079@qq.com。
本文引用格式:朱咏臻,唐树珍.高海拔与低海拔地区人群血常规参数的差异分析[J].国际检验医学杂志,2019,40(12):1458-1462.

31.4)pg,341(336—346)g/L and 13.1(12.7—13.6), which were significantly higher than $(5.21 \pm 0.33) \times 10^{12}/L$, $(156 \pm 8)g/L$, $(0.459 \pm 0.026)\%$, $(88.1 \pm 3.4)fL$, $29.9(29.2—30.7)pg$, $340(336—344)g/L$ and $12.9(12.6—13.3)$ in low-altitude population, respectively, and the differences were statistically significant ($P=0.001, 0.001, 0.001, 0.001, 0.001, 0.003, 0.001$). Platelet count (PLT) of high-altitude population were significantly lower than those in low-altitude population, and the difference was statistically significant [$199(174—229)$ vs. $215(187—224.5)$, $P=0.001$]. There was no significant difference in white blood cell counts (WBC) [$6.40(5.5—7.4)$ vs. $6.23(5.41—7.28)$, $P=0.09$]. The results based on age grouping showed that there was no significant difference in MCHC between the group in age of 21—25 and group in age of 26—30 at both high altitude and low altitude [$340(335—345)$ vs. $341(337—344)$, $P=0.484$, $340(336—346)$ vs. $340(337—344)$, $P=0.061$]. The difference of other red cell parameters of people in high-altitude and low-altitude areas was similar to those in the whole group. Among the indicators, there were correlations between age and MCV ($P=0.046, r=0.064$), age and MCH ($P=0.003, r=0.094$), age and MCHC ($P=0.001, r=0.104$), age and MCV ($P=0.001, r=0.158$), age and MCH ($P=0.001, r=0.132$), age and RBC ($P=0.023, r=-0.074$). **Conclusion** Due to the low oxygen concentration in high altitude areas, red cell parameters of high-altitude population are higher than those of low-altitude population, while PLT is significantly lower than that of low-altitude population, and there is no significant difference in WBC between the two groups.

Key words: altitude; blood routine; parameters; difference

随着海拔高度的增加,大气压会逐渐降低,空气中氧含量也变得稀薄,势必引起人体生理改变。了解高海拔地区和低海拔地区人群的血常规参数差异有助于疾病诊断。香格里拉地处青藏高原东南缘横断山脉三江纵谷区东部,总人口约 17 万,平均海拔 3 280 m,空气含氧量约为 15.67%。上海是低海拔地区,平均海拔仅 4 m,空气含氧量约为 20.95%。低氧环境会对机体产生一系列代偿反应,其中血液系统最为敏感^[1-2]。本文拟通过比较香格里拉地区与上海地区体检的男性人群的血常规参数差异,探讨海拔对血常规各参数的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 分别选择久居香格里拉地区和久居上海地区的 21~40 岁男性体检者 966 例和 961 例。香格里拉地区体检者平均年龄 (28.4 ± 5.4) 岁,上海地区体检者平均年龄 (29.9 ± 4.9) 岁,经团体 t 检验显示两组年龄差异无统计学意义($P>0.05$)。所有体检者均排除慢性心、肺功能疾病。两组人群再依据年龄细分为 4 组:21~25 岁组、26~30 岁组、31~35 岁组和 36~40 岁组。

1.2 仪器与试剂 香格里拉地区个体血常规测定在云南迪庆藏族自治州人民医院检验科进行,上海地区个体血常规测定在上海交通大学医学院附属瑞金医院北院检验科进行。两家实验室均使用贝克曼库尔特 LH 750 血液分析仪及配套试剂测定,结果具有可比性。

1.3 方法 体检者清晨空腹抽静脉血 2 mL 置于乙二胺四乙酸二钾(EDTA- K_2)的抗凝真空管内(BD 公司),使用已校准的血液分析仪检测,并用配套质控物进行质量控制。检测指标包括白细胞计数(WBC)、红

细胞计数(RBC)、血红蛋白浓度(Hb)、血细胞比容(HCT)、红细胞平均体积(MCV)、红细胞平均血红蛋白含量(MCH)、红细胞平均血红蛋白浓度(MCHC)、红细胞分布宽度(RDW)、血小板计数(PLT)。

1.4 统计学处理 应用 SPSS19.0 对血常规参数进行统计学分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,正态分布的数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用 t 检验,非正态分布的数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示,两组间比较采用秩和检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 高海拔地区人群的红细胞相关参数均显著高于低海拔地区人群 在血常规 9 个主要参数中,RBC、HCT、HB 及 MCV 4 个参数为正态分布数据,WBC、MCH、MCHC、RDW、PLT 5 个参数为非正态分布数据。统计发现,高海拔地区人群的红细胞相关参数 RBC、Hb、HCT、MCV、MCH、MCHC 及 RDW 均高于低海拔地区人群,而高海拔地区人群的 PLT 低于低海拔地区人群,差异有统计学意义($P<0.05$),两组人群的 WBC 差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

2.2 高海拔地区人群各年龄段与低海拔地区人群相应年龄段的血常规相关参数比较 按年龄分组统计后,发现高海拔地区和低海拔地区 21~25 岁组和 26~30 岁组人群 MCHC 差异无统计学意义 [$340(335 \sim 345)$ vs. $341(337 \sim 344)$, $P=0.484$; $340(330 \sim 346)$ vs. $340(337 \sim 344)$, $P=0.061$],其他红细胞参数在高海拔地区和低海拔地区人群中的差异与不分组相似,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2~5。

表 1 高海拔地区人群与低海拔地区人群血常规参数				
参数	高海拔(<i>n</i> =966)	低海拔(<i>n</i> =961)	<i>t</i> / <i>U</i>	<i>P</i>
RBC($\times 10^{12}/L$, $\bar{x}\pm s$)	5.63±0.41	5.21±0.33	24.578	0.001
HCT(% , $\bar{x}\pm s$)	0.504±0.032	0.459±0.026	33.938	0.001
Hb(g/L, $\bar{x}\pm s$)	172±11	156±8	34.810	0.001
MCV(fL, $\bar{x}\pm s$)	89.7±3.7	88.1±3.4	9.472	0.001
MCH[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅),pg]	30.6(29.7~31.4)	29.9(29.2~30.7)	335 517.0	0.001
MCHC[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅),g/L]	341(336~346)	340(336~344)	428 503.5	0.003
RDW[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅),%]	13.1(12.7~13.6)	12.9(12.6~13.3)	377 567.5	0.001
PLT[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅), $\times 10^9/L$]	199(174~229)	215(187~244.5)	373 835.0	0.001
WBC[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅), $\times 10^9/L$]	6.4(5.5~7.4)	6.23(5.41~7.28)	443 199.0	0.086

表 2 高海拔地区人群与低海拔地区 21~25 岁组血常规参数				
参数	高海拔(<i>n</i> =364)	低海拔(<i>n</i> =202)	<i>t</i> / <i>U</i>	<i>P</i>
RBC($\times 10^{12}/L$, $\bar{x}\pm s$)	5.51±0.37	5.23±0.33	12.225	0.001
HCT(% , $\bar{x}\pm s$)	0.502±0.001	0.459±0.026	17.555	0.001
Hb(g/L, $\bar{x}\pm s$)	171±10	156±9	17.217	0.001
MCV(fL, $\bar{x}\pm s$)	89.6±3.4	87.8±3.3	6.174	0.001
MCH[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅),pg]	30.5(29.6~31.3)	29.9(29.2~30.6)	25 722.0	0.001
MCHC[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅),g/L]	340(335~345)	341(337~344)	35 460.5	0.484
RDW[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅),%]	13.1(12.8~13.5)	13.0(12.6~13.3)	31 008.5	0.002
PLT[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅), $\times 10^9/L$]	201(173~228)	215(188.8~241.3)	28 920.5	0.001
WBC[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅), $\times 10^9/L$]	6.30(5.43~7.3)	6.24(5.45~7.37)	35 985.0	0.676

表 3 高海拔地区人群与低海拔地区 26~30 岁组血常规参数				
参数	高海拔(<i>n</i> =295)	低海拔(<i>n</i> =354)	<i>t</i> / <i>U</i>	<i>P</i>
RBC($\times 10^{12}/L$, $\bar{x}\pm s$)	5.67±0.40	5.24±0.30	15.611	0.001
HCT(% , $\bar{x}\pm s$)	0.506±0.032	0.458±0.025	21.271	0.001
Hb(g/L, $\bar{x}\pm s$)	173±11	156±8	22.266	0.001
MCV(fL, $\bar{x}\pm s$)	89.3±3.3	87.6±3.2	6.816	0.001
MCH[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅),pg]	30.5(29.6~31.4)	29.8(29.1~30.5)	35 801.0	0.001
MCHC[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅),g/L]	340(336~346)	340(337~344)	47 771.5	0.061
RDW[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅),%]	13.1(12.7~13.6)	12.9(12.6~13.3)	44 586.0	0.001
PLT[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅), $\times 10^9/L$]	203(180~234)	217(186~246)	44 260.5	0.001
WBC[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅), $\times 10^9/L$]	6.30(5.6~7.5)	6.22(5.39~7.34)	49 567.0	0.266

表 4 高海拔地区人群与低海拔地区 31~35 岁组血常规参数				
参数	高海拔(<i>n</i> =167)	低海拔(<i>n</i> =253)	<i>t</i> / <i>U</i>	<i>P</i>
RBC($\times 10^{12}/L$, $\bar{x}\pm s$)	5.62±0.48	5.19±0.34	10.729	0.001
HCT(% , $\bar{x}\pm s$)	0.504±0.035	0.459±0.026	15.016	0.001
Hb(g/L, $\bar{x}\pm s$)	172±13	156±8	16.067	0.001
MCV(fL, $\bar{x}\pm s$)	89.9±4.5	88.6±3.5	3.361	0.001
MCH[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅),pg]	30.6(29.8~31.7)	30.1(29.2~31.0)	15 739.5	0.001
MCHC[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅),g/L]	341(336~346)	339(335~344)	17 206.5	0.001
RDW[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅),%]	13.10(12.70~13.60)	12.90(12.55~13.30)	16 798.5	0.001
PLT[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅), $\times 10^9/L$]	193(171~223)	211(185~246)	16 399.0	0.001
WBC[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅), $\times 10^9/L$]	6.50(5.5~7.60)	6.28(5.31~7.26)	19 029.0	0.085

表 5 高海拔地区人群与低海拔地区 36~40 岁组血常规参数

参数	高海拔(<i>n</i> =140)	低海拔(<i>n</i> =152)	<i>t</i> / <i>U</i>	<i>P</i>
RBC($\times 10^{12}$ /L, $\bar{x}\pm s$)	5.58 $\pm$ 0.41	5.16 $\pm$ 0.35	9.279	0.001
HCT(%, $\bar{x}\pm s$)	0.503 $\pm$ 0.034	0.460 $\pm$ 0.027	11.968	0.001
Hb(g/L, $\bar{x}\pm s$)	172 $\pm$ 12	157 $\pm$ 9	12.205	0.001
MCV(fL, $\bar{x}\pm s$)	90.3 $\pm$ 4.3	89.2 $\pm$ 3.2	2.435	0.015
MCH[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅),pg]	30.9(30.0~31.9)	30.4(29.5~31.1)	7 970.0	0.001
MCHC[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅),g/L]	342(338~347)	341(336~345)	9 109.0	0.033
RDW[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅),%]	13.3(12.8~13.7)	12.9(12.6~13.3)	7 468.0	0.001
PLT[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅), $\times 10^9$ /L]	196(166~231)	212(189~245)	8 229.0	0.001
WBC[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ ~ <i>P</i> ₇₅), $\times 10^9$ /L]	6.50(5.60~7.40)	6.19(5.38~7.00)	9 638.5	0.165

2.3 不同海拔年龄与血常规参数的相关性 高海拔地区人群,MCH、MCHC、MCV 可能与年龄呈正相关($P<0.05,r<0.3$);低海拔地区人群 MCH、MCV 同样与年龄呈正相关($P<0.05,r<0.3$),但与高海拔地区不同的是,MCHC 与年龄不相关,同时 RBC 呈负相关($P<0.05,r<0.3$)。见表 6。

表 6 年龄与血常规参数的相关性

项目	高海拔地区		低海拔地区	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
WBC	0.046	0.152	-0.017	0.600
MCH	0.094	0.003	0.132	0.001
MCHC	0.104	0.001	-0.049	0.130
RDW	0.054	0.094	-0.022	0.499
PLT	-0.034	0.298	-0.025	0.430
RBC	-0.013	0.694	-0.074	0.023
Hb	0.049	0.131	0.015	0.652
HCT	0.023	0.466	0.023	0.479
MCV	0.064	0.046	0.158	0.001

3 讨 论

血液中的血细胞主要包括红细胞、白细胞和血小板。

红细胞是人体运送氧气最主要的载体。红细胞中的血红蛋白能和空气中的氧结合,因此红细胞能通过血红蛋白将吸入肺泡中的氧运送给全身各组织。

本研究结果显示,RBC、血红蛋白含量、红细胞压积、RDW 以及红细胞相关参数(MCV、MCH、MCHC),在不同海拔人群中存在着显著差异性。世居高海拔地区人群的各项指标结果均显著高于低海拔地区人群。当人进入高原低氧环境后,血氧饱和度递减^[3],肾脏氧感受器受到低氧刺激后,肾小管间质纤维细胞分泌红细胞生成素,后者可刺激更多骨髓干细胞向红系分化^[4],促进有核红细胞的分裂,从而加速红细胞生成和成熟,增加携氧能力,改善组织缺

氧^[5]。同时有报道证实,红细胞总数随着居住高原时间的延长,先升高后逐渐下降,并维持在一定水平^[1]。本研究中,各年龄组的红细胞参数差异情况(MCHC 除外)与整体数据相似;MCHC 在 21~25 岁组和 26~30 岁组中差异无统计学意义,但在 31~35 岁组和 36~40 岁组中差异有统计学意义,这表明 MCHC 可能与年龄存在一定的关联性。

白细胞是人体免疫防御功能的主要效应细胞,正常情况下其数目是相对稳定的,但在应激或炎症反应情况下会发生明显变化。因而通过观察白细胞数量,可一定程度了解高海拔低氧环境对机体免疫功能的影响。有研究报道,急进高海拔地区人员,白细胞总数显著增高,随着在高海拔地区居住时间的延长,白细胞总数转而下降^[6]。本文研究结果显示世居高海拔地区人群白细胞总数与低海拔地区比较,差异无统计学意义($P>0.05$),这表明与急进高海拔地区人员不同,高海拔地区世居者因长期生活在高原,可能因“遗传适应”或“自然习服”,其机体免疫功能适应了低氧环境,以保证适应高海拔地区的生存活动^[7]。

血小板的主要功能是止血。本文研究结果显示高海拔地区血小板总数显著低于平原地区比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。这可能是因为红细胞和血小板的前体细胞存在着竞争关系,即干细胞竞争,低氧环境使得红细胞增多的同时,竞争性抑制了血小板的产生^[8-9]。马俊龙等^[10]的研究显示高海拔使机体红细胞和血红蛋白增加的同时,也导致血液黏滞度增大,血流缓慢,血液淤积,使血小板易于黏附聚集,致外周血中血小板数量降低。此外,多项研究证明,高海拔环境与视网膜出血有密切关系^[11],高海拔低氧环境会引起血小板减少症^[12]。

在各项指标中,与年龄存在一定相关性的是 MCH(高海拔与低海拔均呈正相关)、MCV(高海拔与低海拔均呈正相关)、MCHC(高海拔呈正相关)、RBC(低海拔呈负相关)。

MCV、MCH、MCHC 通常用于鉴别临床贫血疾

病,本研究结果表明,随着年龄的增长,机体内的红细胞存在体积逐渐变大,血红蛋白含量逐渐增加的现象,致使这种现象出现的原因尚不得而知。此外 MCHC 还常用于异常血常规标本的监控,但也有研究指出,最大摄氧量与 MCHC 呈正相关^[13]。最大摄氧量是指在人体进行最大强度运动,机体出现无力继续支撑运动时,所能摄入的氧气含量,它是反映人体有氧运动能力的重要指标。高水平最大摄氧量是反映高水平有氧运动能力的指标。本文研究结果提示高海拔地区人群年龄与 MCHC 指标具有一定的相关性,随着年龄的增长,MCHC 逐渐升高,最大摄氧量随之逐渐增加,有氧运动能力有一定的提升;而对于低海拔地区人群两者并不相关。同时在低海拔地区出现了随着年龄增长,机体红细胞数量一定程度下降的情况。

4 结 论

高海拔地区由于氧浓度低,导致人群的红细胞相关参数均高于低海拔地区人群,PLT 低于低海拔地区人群,而两者间白细胞数量并无差异。

参考文献

[1] 王艳艳,吴丽娟.高原低氧环境对驻训人员外周血细胞的影响[J].国际检验医学杂志,2015,36(19):2817-2818.
[2] 林静,赵晋,秦晋,等.急进高原人群的血常规指标分析[J].解放军预防医学杂志,2016,34(6):809-811.
[3] 白谊涵,马全福,张永青,等.高原低氧环境对呼吸系统影响的研究[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2012,7

(7):601-603.
[4] LI P, HUANG J, TIAN H J, et al. Regulation of bone marrow hematopoietic stem cell is involved in high-altitude erythrocytosis[J]. Exp Hematol, 2011, 39(1): 37-46.
[5] 邹在秋,易梅,任用坤,等.拉萨市 1024 例健康藏、汉族儿童静脉血细胞参数正常参考范围调查[J].高原医学杂志,2000,10(4):22-24.
[6] 石晓天,王珏,黄君富,等.高原藏区不同海拔血常规分析[J].国际检验医学杂志,2015,36(15):2265-2266.
[7] 安文静,高芬.慢性高原病发病机制研究进展[J].医学综述,2009,15(14):2153-2154.
[8] 邱义稳,宋航,赵婕,等.高原环境血小板的变化及其作用机制探讨[J].西南国防医药,2015,25(10):1146-1148.
[9] MCDONALD T P, SULLIVAN P S. Megakaryocytic and erythrocytic cell lines share a common precursor cell[J]. Exp Hematol, 1993, 21(10): 1316-1320.
[10] 马骏龙,乐家新,冯东方,等.西藏地区健康成人血细胞检测值调查[J].标记免疫分析与临床,2009,16(5):300-304.
[11] MAHESH S P, MATHURA J R. Images in clinical medicine. Retinal hemorrhages associated with high altitude [J]. N Engl J Med, 2010, 362(16): 1521.
[12] VIJ A G. Effect of prolonged stay at high altitude on platelet aggregation and fibrinogen levels[J]. Platelets, 2009, 20(4): 421-427.
[13] 盛佳智.久坐不运动的男性最大摄氧量与 MCH、MCHC 参数的关系[J].科技视界,2014(23):48-48.

(收稿日期:2018-12-08 修回日期:2019-02-19)

(上接第 1457 页)

[10] CORDER G, TAWFIK V L, WANG D, et al. Loss of μ -opioid receptor signaling in nociceptors, and not spinal microglia, abrogates morphine tolerance without disrupting analgesic efficacy[J]. Nat Med, 2017, 23(2): 164-173.
[11] 李颖,李翔,罗欢,等.基因多态性对阿片类药物疼痛治疗影响的研究进展[J].中国医院药学杂志,2018,12(2):203-208.
[12] 秦永章,肖丽霞,柯瑞琼,等.5-HTTLPR 基因多态性与糖尿病周围神经性疼痛疗效的关系[J].中国当代医药,2016,23(32):44-46.
[13] SJAARDA C P, HECHT P, MCNAUGHTON A J, et al. Interplay between maternal Slc6a4 mutation and prenatal stress: a possible mechanism for autistic behavior development[J]. Sci Rep, 2017, 7(1): 8735.
[14] GRUENBLATT E, MARINOVA Z, ROTH A, et al. Combining genetic and epigenetic parameters of the serotonin transporter gene in obsessive-compulsive disorder

[J]. J Psychiatr Res, 2018, 96(4): 209-217.
[15] LOGGIA M L, JENSEN K, GOLLUB R L, et al. The Catechol-O-Methyltransferase (COMT) val (158) Met polymorphism affects brain responses to repeated painful stimuli[J]. PLoS One, 2011, 6(11): e27764.
[16] 肖智,文松.中脑导水管周围灰质 5-HT₇ 受体在神经病理性疼痛中的镇痛作用研究[J].中国疼痛医学杂志,2014,20(12):861-865.
[17] ARENDT-NIELSEN L, PEDERSEN P, POULSEN L, et al. A 5-HT Antagonist (UP 26-91) versus Codeine and Placebo in a Human Experimental Pain Study[J]. Pain Res Manag, 2016, 5(2): 135-140.
[18] XU Z F, YANG B, ZHANG J H, et al. The regulation of sGC on the rat model of neuropathic pain is mediated by 5-HT_{1A} Rs and NO/cGMP pathway[J]. Am J Transl Res, 2016, 8(2): 1027-1036.

(收稿日期:2018-12-24 修回日期:2019-03-16)