·临床研究·

新疆高龄老年人血红蛋白分布特征及参考值范围

杨星雨[1],王红梅[2*]

([1]石河子大学医学院,新疆 石河子 832003;[2]新疆维吾尔自治区人民医院综合保健内科,乌鲁木齐 830001)

【摘 要】 目的 探讨新疆高龄老年人血红蛋白(Hb)的分布特征及参考值范围。**方法** 采用简单随机抽样法在新疆开展横断面研究,自2019年1月至12月,在调查点随机招募≥80岁健康高龄老年人完成问卷调查和血样采集。采用百分位数法确定Hb的参考范围,分析Hb的年龄、性别、海拔、地区分布特征。采用SPSS 26.0统计软件进行数据分析。利用箱式图去除Hb数据中的离群值,采用K-S检验对Hb数据进行正态性检验。Hb参考值范围采用百分位数法确定($P2.5$, $P97.5$)。**结果** 本研究共招募≥80岁常住居民14554名,最终纳入13073例进行数据分析。新疆高龄男性Hb参考区间为108.0~173.0 g/L,高龄女性Hb参考区间为103.1~160.0 g/L,参考值下限均低于我国成年人水平,且参考值范围较宽。新疆高龄老年人Hb分布特征为男性高于女性(143.0和132.0 g/L;$P<0.001$),80~90岁年龄段高于≥90岁年龄段($P<0.001$),高海拔地区高于低海拔地区($P<0.001$),南疆高于北疆和东疆($P<0.001$)。**结论** 本研究首次建立了新疆地区≥80岁老人Hb的参考区间,新疆高龄老年人Hb存在性别、海拔、年龄、地区差异。

【关键词】 新疆;高龄;血红蛋白;参考区间

【中图分类号】 R552 **【文献标志码】** A **【DOI】** 10.11915/j.issn.1671-5403.2025.03.044

Distribution characteristics and reference range of hemoglobin in the elderly in Xinjiang

Yang Xingyu[1], Wang Hongmei[2*]

([1]School of Medicine, Shihezi University, Shihezi 832003, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China; [2]Comprehensive Health Department, People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830001, China)

【Abstract】 Objective To investigate the distribution characteristics and reference range of hemoglobin (Hb) in the elderly in Xinjiang. **Methods** A cross-sectional study was conducted in Xinjiang using simple random sampling. From January to December 2019, healthy elderly individuals aged ≥ 80 years were randomly recruited at survey sites to participate in a questionnaire survey and provide blood samples. The reference range of hemoglobin was established using the percentile method, and the age, gender, altitude, and regional distribution characteristics of Hb were analyzed. SPSS 26.0 was used for statistical analysis. Box plots were used to remove outliers in the Hb data, and the Kolmogorov Smirnov test (K-S test) was used for normality verification of Hb data. The range of Hb reference range was determined using the percentile method ($P2.5$, $P97.5$). **Results** A total of 14 554 permanent residents aged ≥ 80 years were recruited in this study, with 13 073 included in the data analysis. The Hb reference range was 108.0–173.0 g/L for elderly males and 103.1–160.0 g/L elderly females in Xinjiang, showing both lower limits of the reference values lower than that for Chinese adults and a wide reference range itself. The distribution of hemoglobin among elderly people in Xinjiang was characterized by a higher value in males than in females (143.0 *vs* 132.0 g/L; $P<0.001$), a higher value in the 80–90 years age group than the ≥ 90 years age group ($P<0.001$), higher Hb levels in the high-altitude areas than in the low-altitude areas ($P<0.001$), and higher Hb levels in the southern Xinjiang than in the northern and eastern Xinjiang ($P<0.001$). **Conclusion** This study is the first to establish a Hb reference range in the elderly aged ≥ 80 years in Xinjiang, revealing significant differences in gender, altitude, age, and region in hemoglobin levels among this population.

【Key words】 aged; Xinjiang; hemoglobin; reference range

Corresponding author: *Wang Hongmei*, *E-mail*: *whmdoctor@163.com*

我国是老龄化速度最快的国家之一[1]。随着我国老龄化加速及人均寿命的延长,高龄老年人已成为我国老龄化阶段的一个重要群体。高龄老年人是贫血的高危人群[2],贫血是老年人肌肉力量下降、认知能力下降及死亡率增加的危险因素[3-5],可导致老年人情感-功能-营养状态受损和共病风险增加[6,7]。有研究指出Hb>120 g/L和全因死亡低风险相关,120 g/L<Hb≤130 g/L和急性心肌梗死

收稿日期:2023-11-25;**接受日期**:2024-02-18

通信作者:王红梅,E-mail:whmdoctor@163.com

低风险相关[8]。因此,早期预防、诊断和纠正高龄老年人血红蛋白(hemoglobin, Hb)降低具有重要意义。Hb 是一种红细胞内运输氧和二氧化碳的特殊蛋白质,是临床上常见和重要的检测指标之一。参考区间是介于参考上限与参考下限之间的值,是疾病诊断的重要工具,Hb 参考区间是通过计算健康人群 Hb 的 95%*CI* 确定的。当人体外周血 Hb 含量低于正常范围下限时可诊断贫血,并可通过 Hb 水平来评估贫血严重程度。Hb 水平受性别、年龄、居住地海拔、气候、种族、吸烟行为以及怀孕阶段等因素的影响[9,10],不同人群的 Hb 水平有差异。目前世界卫生组织制定了儿童、妊娠期妇女、成年男女的 Hb 参考值[9],但缺乏高龄老年人的参考值范围。老年人的 Hb 临界值低于成人的参考值[11],且不同地区的老年人 Hb 参考范围也不同[12,13]。截至 2020 年,新疆≥80 岁老年人有 37.7 万[1],有必要探讨新疆健康高龄老年人 Hb 的分布特征和参考值范围。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究招募久居新疆的健康高龄老人。所有招募对象均签署知情同意书。本研究通过新疆维吾尔自治区人民医院伦委员会(KY2023052414)审查。纳入标准和排除标准均基于临床和实验室标准协会(clinicaland laboratory standards institute, CLSI)C28-A3 文件《临床实验室参考区间的定义、建立和确认》制定[14]。

纳入标准:(1)年龄≥80 岁;(2)新疆地区居住≥10 年的居民;(3)签署知情同意书。排除标准:(1)既往部分胃切除、血液系统疾病、慢性肾脏病、恶性肿瘤病史、呼吸系统或心血管系统严重功能障碍;(2)过去 2 周内口服叶酸或铁剂治疗;(3)过去 4 个月内有出血性或血栓性疾病;(4)采用简易精神状态检查量表(mini-mental state examination, MMSE)评估受试者认知功能,该量表总分 30 分,评定时间约为 5~10 min,并根据患者的文化程度划分认知障碍的标准,其中一般文盲 MMSE≤17 分、小学文化 MMSE≤20 分、中学文化 MMSE≤24 分,在标准分数以下考虑存在认知功能障碍。

1.2 方法

1.2.1 问卷调查 在医师的指导下,完成一组标准化的调查问卷。调查问卷内容包括研究对象的社会人口学特征、健康状况、药物使用情况、认知情况等。由培训合格的专业人员按标准方法完成调查。

1.2.2 样本量确定 根据 CLSI C28-A3 文件《临床实验室参考区间的定义、建立和确认》确定受性别影响的参数的参考值区间,至少需要 240 名参考个体(120 名女性和 120 名男性)[14]。本研究采用多阶段随机抽样方法选取调查点,在调查点随机招募≥80 岁高龄老年人为调查对象。第一阶段在北疆、南疆、东疆分别随机抽取 2 个地级行政区;第二阶段在每个地级行政区随机抽取 2 个市;第三阶段在每个市随机抽取 2 个县;第四阶段在每个县随机抽取 2 个乡镇;第五阶段在每个乡镇分别招募 300 名年龄≥80 岁的健康老年人为调查对象,共招募 14 400 名老年人,足以保证统计学效率,样本量符合 CLSI 建议。

1.2.3 血标本收集及处理 所有标本均在北京时间上午 7:00~9:00 收集,要求被采血者侧身坐,上身与地面垂直,将手臂置于稳固的操作台面上,肘关节置于垫巾上,使上臂与前臂呈直线,手掌略低于肘部,充分暴露手臂肘前区静脉,由统一培训并且培训合格的医护人员采血。所有研究对象采血前 24 h 不宜剧烈运动,采血当天患者避免情绪激动,采血前静息至少 5 min。选用一次性采血设备抽取晨起空腹(至少空腹 10 h)外周静脉血,立即离心(转速 3 000 转/min,离心 10 min),分离血浆(血清)及血细胞,2 h 内将标本送往当地市医院检验中心使用自动化血液分析仪测量 Hb 浓度。

1.3 质量控制

(1)选择公共卫生专业且从业 3 年以上、能够熟练使用方言的人员作为调查人员,对调查人员进行统一的培训,合格者参加调查;(2)统一、规范使用由专业人员校正的仪器收集相关数据;(3)根据数据双盲录入原则,由 2 名专业人员平行录入数据,核对无误后,再进行统计学分析。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析。利用箱式图去除 Hb 数据中的离群值,采用 K-S 检验(Kolmogorov-Smirnov test)对 Hb 数据进行正态性检验。Hb 参考值范围采用百分位数法确定($P2.5$,$P97.5$)。符合正态分布的计量资料用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,两组比较采用 t 检验,多组比较采用单因素方差分析;非正态分布的计量资料,用中位数(四分位数间距)[$M(Q_1, Q_3)$]表示,两组比较采用 Mann-Whitney U 检验,多组比较 Kruskal-Wallis H 检验。计数资料用例数(百分率)表示,采用 χ^2 检验。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 人口统计学特征

本研究在新疆随机选取的调查点为北疆(阿勒泰、塔城)、南疆(和田、喀什)、东疆(哈密、吐鲁番),共招募 14 554 名研究对象。使用 SPSS 剔除 Hb 离群值、不符合纳入标准以及 Hb 值缺失的对象后,

最终纳入13 073名年龄≥80岁常住高龄居民进行数据分析，年龄(83.68±3.85)岁。其中男性6 712名，年龄(83.69±3.81)岁；女性6 361名，年龄(83.66±3.89)岁。均以汉族和维吾尔族、已婚、农牧民、不吸烟、不饮酒、小学文化为主(表1)。其中平均海拔0～<500 m的地区为吐鲁番，平均海拔500～<1 000 m的地区包括阿勒泰、哈密与塔城，平均海拔在1 000～<1 500 m的地区包括和田与喀什；不吸烟包括从不吸烟和戒烟人群，不饮酒包括从不饮酒和戒酒人群。

表1 参与研究的高龄老年人社会人口统计学特征

Table 1 Socio-demographic characteristics of the subjects

[n(%)]

Item	n	Male	Female
Age			
80–<90 years	11 932	6 119(91.2)	5 813(91.4)
≥90 years	1 141	593(8.8)	548(8.6)
Nationality			
Han	5 851	2 985(44.5)	2 866(45.1)
Kazakh	641	287(4.3)	354(5.6)
Uyghur	5 920	3 128(46.6)	2 792(43.9)
Hui	338	166(2.5)	172(2.7)
Others	323	146(2.2)	177(2.8)
Regions			
Southern Xinjiang	4 990	2 720(40.5)	2 270(35.7)
Northern Xinjiang	4 636	2 365(35.2)	2 271(35.7)
Eastern Xinjiang	3 447	1 627(24.2)	1 820(28.6)
Altitude			
0–<500 m	2 304	1 093(16.3)	1 211(19.0)
500–<1 000 m	5 779	2 899(43.2)	2 880(45.3)
1 000–<1 500 m	4 990	2 720(40.5)	2 270(35.7)
Marital status			
Married	8 631	5 505(82.1)	3 126(49.2)
Widowed	4 111	1 029(15.3)	3 082(48.5)
Unmarried	123	73(1.1)	50(0.8)
Divorced	200	100(1.5)	100(1.6)
Occupation			
Farmers and herdsmen	6 653	3 242(48.9)	3 411(54.5)
Individual	2 592	1 153(17.4)	1 439(23.0)
Retired officials	1 922	1 312(19.8)	610(9.7)
Retired workers	1 723	920(13.9)	803(12.8)
Smoking			
Yes	11 682	5 732(86.8)	5 950(99.2)
No	915	869(13.2)	46(0.8)
Alcohol drinking			
Yes	11 987	6 026(91.3)	5 961(99.4)
No	614	575(8.7)	39(0.7)
Level of education			
Uneducated	3 997	1 494(22.3)	2 503(39.4)
Primary school	6 030	3 141(46.8)	2 889(45.4)
Middle school	1 977	1 339(20.0)	638(10.0)
High school and above	1 066	737(11.0)	329(5.2)

In the data, the marital status of 8 subjects, the occupation of 183 subjects, the smoking status of 476 subjects, the alcohol consumption of 472 subjects, and the education level of 3 subjects were not provided.

2.2 Hb的分布特征和参考区间

新疆高龄老年人Hb不服从正态分布。新疆高龄老年人Hb分布特点呈男性高于女性，80～<90岁年龄段高于≥90岁年龄段，南疆高于北疆、北疆高于东疆、高海拔地区高于低海拔地区，差异有统计学意义(均P<0.001)。高龄男性中，汉族及维吾尔族血红蛋白分别高于哈萨克族和回族(P<0.001)；高龄女性中，汉族血红蛋白高于哈萨克族(P<0.001)、维吾尔族和回族(P<0.05)，维吾尔族高于哈萨克族和回族(表2)。

表3展示了不同年龄组、民族、地区和海拔的新疆高龄老年人Hb参考区间。新疆高龄男性和高龄女性Hb参考区间分别为108.0～173.0 g/L，103.1～160.0 g/L(图1)，较成年人Hb参考范围变宽，且参考值下限均低于成年人。

3 讨 论

新疆坐落于中国西北边陲、亚洲大陆中心，具有独特的地理位置和地形特点；同时新疆属于多民族聚居地，具有独特的人群分布特征，以汉族和维吾尔族为主。而Hb浓度通常受性别、年龄、海拔、地域和民族等因素的影响[15-17]。这些因素可能造成当前Hb参考值不适用于疆内人群，特别是疆内高龄人群。

新疆地区高龄老年人Hb低于世界卫生组织和我国的成年人标准，且随年龄增加逐渐降低，参考区间较成年人变宽。哥德堡地区81岁男性和女性的Hb参考区间分别为127～164 g/L和117～157 g/L，而88岁男性和女性的Hb参考区间分别为116～162 g/L和114～167 g/L，低于81岁人群的Hb下限值[18]。海南省≥80岁男性和女性的Hb参考区间分别为89.1～173.5 g/L和94.4～146.0 g/L，高于百岁老人Hb下限值[19]。此外，朔州、上海和北京等地区的高龄老年人Hb参考区间与本研究结果一致，表现为参考区间下限随年龄增加而降低[20-22]。这一现象可能受年龄相关的生理变化影响，包括胃排空变慢、激素反应改变、基础代谢率下降以及味觉和嗅觉改变，这些因素均可能导致老年人能量摄入量减少[23]。老年人口腔健康差、牙齿脱落也可能导致食物摄入量减少，继而导致老年人铁、钙、维生素B_{12}和蛋白质等摄入减少，导致Hb水平降低。

居住地海拔对Hb水平有显著影响，新疆高龄老年人Hb水平随居住地海拔的升高而升高(P<0.001)，这与目前研究结果一致[16,17,24]，这可能是为适应高海拔环境，机体发生了Hb生理性升高。在环境缺氧条件下，机体为适应低氧环境需提高有氧运动能力，Hb升高有助于机体维持足够的组织氧气输送、提高有氧运动能力[25]，由此可以推测，高海

表 2 按性别分组的 Hb 分布特征

Table 2 Distribution characteristics of Hb by gender [g/L, $M(Q_1, Q_3)$]

Item	Male	Female	Z	P value
Age				
80-<90 years	144.0(132.0,154.0)	133.0(124.0,142.0)	-35.36	<0.001
≥90 years	139.0(126.0,152.0) *	130.0(122.0,140.0) *	-8.42	<0.001
Nationality				
Kazakh	137.0(125.0,148.3)	127.0(117.0,136.3)	-6.86	<0.001
Hui	137.5(125.0,149.0)	128.5(122.0,135.8)	-5.18	<0.001
Uyghur	143.0(132.0,154.0) #△	133.0(125.0,143.0) #△	-23.36	<0.001
Han	144.0(132.0,154.0) #△	132.0(124.0,141.0) #△▲	-26.06	<0.001
Region				
Southern Xinjiang	146.0(135.0,156.0)	137.0(128.0,145.0)	-21.06	<0.001
Northern Xinjiang	143.0(131.0,153.0) ★	131.0(122.0,141.0) ★	-22.78	<0.001
Eastern Xinjiang	139.0(127.0,150.0) ★&	129.0(120.0,138.0) ★&	-17.46	<0.001
Altitude				
0-<500 m	135.0(125.0,145.0)	127.0(120.0,136.0)	-12.20	<0.001
500-<1 000 m	144.0(132.0,154.0) @	132.0(123.0,141.0) @	-26.83	<0.001
1 000-<1 500 m	146.0(135.0,156.0) @ $	137.0(128.0,145.0) @ $	-21.06	<0.001
Total	143.0(132.0,154.0)	132.0(124.0,142.0)	-36.22	<0.001

Hb: hemoglobin. Compared with 80-<90 years group, * P<0.001; compared with the Kazakh ethnic group, # P<0.001; compared with the Hui ethnic group, △ P<0.001; compared with the Uyghur ethnic group, ▲ P<0.05; compared with the Southern Xinjiang group, ★ P<0.001; compared with the Northern Xinjiang group, & P<0.001; compared with the 0-<500 m group, @ P<0.001; compared with the 500-<1 000 m group, $ P<0.001.

表 3 按性别分组的 Hb 参考区间

Table 3 Reference range of Hb by gender (g/L)

Variable	Male	Female
Age		
80-<90 years	108.0-173.0	104.0-160.0
≥90 years	105.0-173.2	100.7-159.0
Nationality		
Han	109.0-174.0	104.0-158.0
Kazakh	97.4-169.6	95.9-157.1
Uyghur	110.0-173.0	105.0-161.0
Hui	100.4-173.5	102.0-161.7
Regions		
Southern Xinjiang	111.0-174.0	110.0-162.0
Northern Xinjiang	105.0-173.0	101.0-159.0
Eastern Xinjiang	108.0-170.0	102.0-156.0
Altitude		
0-<500 m	107.0-166.0	100.0-156.7
500-<1 000 m	106.0-173.0	102.0-158.0
1 000-<1 500 m	111.0-174.0	110.0-162.0

Hb: hemoglobin.

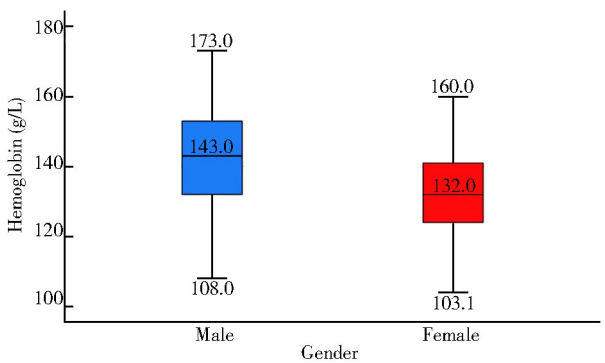


图 1 新疆高龄老年人的血红蛋白参考区间

Figure 1 Reference range of hemoglobin in elderly people in Xinjiang region

拔地区 Hb 较高,原因在于高海拔地区氧分压较低,体内循环氧含量较少,肾组织在缺氧条件下代偿性表达促红细胞生成素刺激红细胞生成。此外,Hb 生成增加这一过程需要充足的铁供应,机体处于高海拔环境时通过抑制铁调素的表达来增加铁的利用率[26],这可能是高海拔地区 Hb 水平较高的另一原因。

南疆高龄老年人 Hb 中位数高于北疆、高于东疆(P<0.001)。此研究中南疆高龄老年人居住在和田、喀什地区,北疆高龄老年人居住在阿勒泰、塔城地区,东疆高龄老年人居住在哈密、吐鲁番市,平均海拔为南疆高于北疆和东疆,因此 Hb 差异可能与海拔差异相关。此外,据 2021 年新疆统计年鉴公示,和田和喀什地区生产总值为 1 536.5 亿元、阿勒泰和塔城地区生产总值为 1072.1 亿元、哈密和吐鲁番市生产总值为 981.3 亿元,地区间经济差距较大,可能影响 Hb 水平。

新疆高龄男性 Hb 水平高于高龄女性,与成年男性 Hb 高于成年女性结果相似。Hb 受雄激素和促红细胞生成素(erythropoietin,EPO)影响,睾酮通过刺激 EPO、重新校准 EPO 与 Hb 关系的设定点和增加铁利用,最终刺激红细胞生成[27]。成年男性睾酮浓度可达到女性的 15 倍[28],尽管老年男性生物可利用睾酮和游离睾酮浓度较青年男性降低[29],但睾酮浓度仍高于女性。因此老年男性促 EPO 和增加铁利用的优势仍大于女性,导致高龄男性 Hb 水平仍高于高龄女性。

本研究的优势在于这是首次在新疆地区开展

Hb的大型横断面研究,首次探讨新疆高龄老年人的Hb分布特征和参考值范围;采用多阶段随机抽样方法,研究结果具有科学性、准确性。不足之处在于无法控制炎症、铁和维生素B_{12}缺乏对Hb的影响,因为在收集血标本后未测定以上相关指标。其次,本研究高海拔地区为1 000~1500 m,未收集更高海拔地区数据,无法完成更丰富的海拔亚组分析。

综上,新疆地区高龄老年人Hb较成年人低,继续沿用成年人Hb参考值,易导致高龄老年人贫血的过度诊疗。因此,建议进一步建立新疆高龄老年人Hb参考值范围,为新疆高龄老年人临床预防、诊断和治疗相关疾病提供参考,提高高龄老年人的生命质量,助力健康老龄化的进展。

【参考文献】

[1] 国务院第七次全国人口普查领导小组办公室. 中国人口普查年鉴-2020[M]. 中国统计出版社, 2022: 1915-1916.

[2] Safiri S, Kolahi Aa, Noori M, *et al*. Burden of anemia and its underlying causes in 204 countries and territories, 1990-2019: results from the Global Burden of Disease Study 2019[J]. J Hematol Oncol, 2021, 14(1): 185. DOI: 10.1186/s13045-021-01202-2.

[3] Gao Q, Hu K, Yan C, *et al*. Associated factors of sarcopenia in community-dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis[J]. Nutrients, 2021, 13(12): 4291. DOI: 10.3390/nu13124291.

[4] Qin, T, Yan M, Fu Z, *et al*. Association between anemia and cognitive decline among Chinese middle-aged and elderly: evidence from the China health and retirement longitudinal study[J]. BMC Geriatr, 2019, 19(1): 305. DOI: 10.1186/s12877-019-1308-7.

[5] Ren J, Wang Z, Zhang Y, *et al*. Is hemoglobin concentration a linear predictor of mortality in older adults from Chinese longevity regions?[J]. Front Public Health, 2021, 9: 787935. DOI: 10.3389/fpubh.2021.787935.

[6] Salis F, Locci G, Mura B, *et al*. Anemia in elderly patients — the impact of hemoglobin cut-off levels on geriatric domains[J]. Diagnostics, 2023, 13, 191. DOI: 10.3390/diagnostics13020191.

[7] Zhang Z, Pereira Sl, Luo M, *et al*. Evaluation of blood biomarkers associated with risk of malnutrition in older adults: a systematic review and meta-analysis[J]. Nutrients, 2017, 9(8): 829. DOI: 10.3390/nu9080829.

[8] 郑鹏飞, 敖强国, 程庆砾. 血红蛋白水平对老年男性住院患者预后影响的回顾性队列研究[J]. 中华老年多器官疾病杂志, 2023, 22(6): 422-427. DOI: 10.11915/j.issn.1671-5403.2023.06.088.

[9] World Health Organization. Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity[EB/OL]. [2023-11-25]. https://iris.who.int/handle/10665/85839.

[10] Sharma Aj, Addo Oy, Mei Z, *et al*. Reexamination of hemoglobin adjustments to define anemia: altitude and smoking[J]. Ann N Y Acad Sci, 2019, 1450(1): 190-203. DOI: 10.1111/nyas.14167.

[11] Jorgensen Jm, Crespo-Bellido M, Dewey KG. Variation in hemoglobin across the life cycle and between males and females[J]. Ann N Y Acad Sci, 2019, 1450(1): 105-125. DOI: 10.1111/nyas.14096.

[12] Chen S, Liu Y, Cai L, *et al*. Erythropoiesis changes with increasing age in the elderly Chinese[J]. Int J Lab Hematol, 2021, 43(5): 1168-1173. DOI: 10.1111/ijlh.13615.

[13] 李宝玲, 朱宏丽, 翟冰, 等. 老年人血常规参考值范围[J]. 中华保健医学杂志, 2019, 21(5): 411-413. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3245.2019.05.005.

[14] Defining, Establishing, and Verifying Reference Intervals in the Clinical Laboratory; Approved Guideline-Third Edition[S/OL]. [2023-11-25]. https://max.book118.com/html/2022/0710/7161105132004141.shtm.

[15] 高亮, 李彬, 李年华, 等. 帕米尔高原塔吉克族健康成人血常规参考区间的建立[J]. 国际检验医学杂志, 2018, 39(1): 81-83. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2018.01.023.

[16] García-Erce JA, Lorente-Aznar T, Rivilla-Marugán L. Influence of gender, age and residence altitude on haemoglobin levels and the prevalence of anaemia[J]. Med Clin (Barc), 2019, 153(11): 424-429. DOI: 10.1016/j.medcli.2019.02.002.

[17] Guo Y, Liu X, Zihao Z, *et al*. Blood routine reference value range should be adjusted according to regional and ethnic characteristics[J]. Front Public Health, 2022, 10: 934101. DOI: 10.3389/fpubh.2022.934101.

[18] Nilsson-Ehle H, Jagenburg R, Landahl S, *et al*. Blood haemoglobin declines in the elderly: implications for reference intervals from age 70 to 88[J]. Eur J Haematol, 2000, 65(5): 297-305. DOI: 10.1034/j.1600-0609.2000.065005297.x.

[19] 贾王平, 杨姗姗, 王盛书, 等. 海南高龄及百岁老人贫血相关检测指标的参考值范围探讨[J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(1): 94-98. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200424-00640.

[20] 霍爱枝. 朔州市70岁以上老年人血红蛋白的正常参考区间分析[J]. 临床医药实践, 2013, 22(9): 675, 700. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8631.2013.09.016.

[21] 马星晨, 刘渊, 方磊, 等. 上海地区老年人群血红蛋白参考区间建立的初探[J]. 老年医学与保健, 2020, 26(5): 750-751, 775. DOI: 10.3969/j.issn.1008-8296.2020.05.012.

[22] 江虹, 陈思, 蔡力力, 等. 中国老年健康人群血常规检测结果多中心调查[J]. 中华检验医学杂志, 2021, 44(1): 25-31. DOI: 10.3760/cma.j.cn114452-20200821-00678.

[23] Drewnowski A, Shultz JM. Impact of aging on eating behaviors, food choices, nutrition, and health status[J]. J Nutr Health Aging, 2001, 5(2): 75-79.

[24] Alkhaldy HY, Awan ZA, Abouzaid AA, *et al*. Effect of altitude on hemoglobin and red blood cell indices in adults in different regions of Saudi Arabia[J]. Int J Gen Med, 2022, 15: 3559-3565. DOI: 10.2147/IJGM.S358139.

[25] Storz JF, Bautista NM. Altitude acclimatization, hemoglobin-oxygen affinity, and circulatory oxygen transport in hypoxia[J]. Mol Aspects Med, 2022, 84: 101052. DOI: 10.1016/j.mam.2021.101052.

[26] Hennigar SR, Berryman CE, Kelley AM, *et al*. High-altitude acclimatization suppresses hepcidin expression during severe energy deficit[J]. High Alt Med Biol, 2020, 21(3): 232-236. DOI: 10.1089/ham.2019.0109.

[27] Bachman E, Travison TG, Basaria S, *et al*. Testosterone induces erythrocytosis *via* increased erythropoietin and suppressed hepcidin: evidence for a new erythropoietin/hemoglobin set point[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2014, 69(6): 725-735. DOI: 10.1093/gerona/glt154.

[28] Handelsman DJ, Hirschberg AL, Bermon S. Circulating testosterone as the hormonal basis of sex differences in athletic performance[J]. Endocr Rev, 2018, 39(5): 803-829. DOI: 10.1210/er.2018-00020.

[29] Frost M, Wraae K, Nielsen TL, *et al*. Similar reference intervals for total testosterone in healthy young and elderly men: results from the Odense Androgen Study[J]. Clin Endocrinol (Oxf), 2013, 78(5): 743-751. DOI: 10.1111/cen.12042.

(编辑: 温玲玲)