

T/CSSS

中国体育科学学会团体标准

T/CSSS XXXX—XXXX

运动员贫血筛查与诊断指南

Guidelines for screening and diagnosis of anemia in athletes

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2022-04-20）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国体育科学学会 发布

目 次

前 言 II

引 言 III

1 范围 4

2 规范性引用文件 4

3 术语和定义 4

4 总则 6

5 筛查对象 6

6 筛查时间 7

7 筛查和诊断指标 7

8 指标判定方法..... 8

 8.1 贫血筛查指标

 8.2 贫血原因诊断指标..... 9

 8.3 筛查诊断指标常用检测方法、参考范围及质量控制要求..... 11

附 录 A （资料性） 筛查诊断指标常用检测方法、参考范围及质量控制要求..... 12

 A.1 筛查指标常用检测方法及参考范围 12

 A.2 诊断指标常用检测方法及参考范围..... 12

参 考 文 献 14

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国家体育总局体育科学研究所提出。

本文件由中国体育科学学会归口。

本文件起草单位：国家体育总局体育科学研究所、北京体育大学、北京市体育科学研究所、贵州省体育科学研究所、广东省体育科学研究所。

本文件主要起草人：杨星雅、何子红、李燕春、裴怡然、宗磊、官凌菊。

引 言

运动员长期进行大负荷训练，又受到体重管理能量摄入不足或者营养不均衡等因素的影响，贫血或者低血红蛋白的风险较高。当运动员出现贫血时，由于血红蛋白降低，影响运氧能力，在运动中或运动后出现心悸、气促、心跳加快、严重影响运动能力和运动成绩，并严重危害运动员身体健康；贫血是一种慢性疾病，纠正贫血状态并不是一朝一夕能够完成的。所以大赛备战时期，如何更早地筛查和诊断运动员贫血，进而及时采取纠正措施是备战工作的重要内容之一。

运动员贫血筛查与诊断指南

1 范围

本文件提供了运动员贫血筛查的总则、对象、时间，筛查和诊断指标，指标判定等方面的指导和建议。

本文件适用于运动员贫血的筛查和诊断。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

WS/T 225 临床化学检验血液标本的收集与处理

WS/T 348 尿液标本的收集及处理指南

WS/T 400 血液运输要求

WS/T 441 人群贫血筛查方法

WS/T 465 人群铁缺乏筛查方法

WS/T 804 临床化学检验基本技术标准

3 术语和定义

WS/T 441界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

网织红细胞 reticulocyte; Ret

反映骨髓红系造血功能以及判断贫血、未完全成熟的红细胞。

3.2

促红细胞生成素 erythropoietin; EPO

调节红细胞生成的一种人体内源性糖蛋白激素。

3.3

铁蛋白 ferritin; Fer

一种存在于几乎所有身体组织尤其是肝细胞和网状内皮细胞内储铁蛋白。

3.4

可溶性转铁蛋白受体 soluble transferrin receptor; sTfR

位于细胞膜表面转铁蛋白受体的水解形式。

注：血清中的可溶性转铁蛋白受体与细胞膜表面的转铁蛋白受体含量成正比。

3.5

铁调素 hepcidin; HEPC

调节机体铁状态和肠道铁吸收的关键调节因子的抗菌多肽。

3.6

叶酸 folic acid; FA

维生素B₉

维生素M

合成血红素必需的水溶性维生素。

3.7

维生素B₁₂ vitamin B₁₂; Vit B₁₂

钴胺素

氰钴素

一种由含钴的卟啉类化合物组成的B族维生素。

3.8

维生素B₆ vitamin B₆; Vit B₆

吡哆素

在体内以磷酸酯的形式存在的一种水溶性维生素。

3.9

血小板 platelet count; Plt

从骨髓成熟的巨核细胞胞浆裂解脱落下来的小块胞质。

注：血小板对机体的止血功能极为重要。

3.10

血糖 glucose; Glu

血液中的葡萄糖。

注：血糖是红细胞的唯一能量来源。

3.11

超敏 C 反应蛋白 hypersensitive C-reactive protein, hs-CRP

机体受到微生物入侵或组织损伤等炎性刺激时肝细胞合成的急性时相蛋白，用于反映机体的炎症状态的一种非特异性炎症标志物。

3.12

尿比重 urine specific gravity; USG

反映运动员长期的水合状态、表示肾脏排泄尿内全部溶质的微粒总数量。

3.13

渗透压 osmolality

每千克溶液中溶质的数量。

4 总则

4.1 运动员贫血宜早筛查，早诊断，早干预。

4.2 筛查指标选择以实用性为主要原则，可根据实际情况分级分类进行筛查和诊断，在指标检测方面以规范性为主要原则，保证测试数据的真实可靠，指标评价方面以共性和个性评价相结合的原则，在参考共性评价标准的同时关注运动员的个体变化规律。

5 筛查对象

筛查对象包括：

- a) 长距离耐力项目运动员；
- b) 功能性消化不良的运动员；
- c) 既往有贫血史的运动员；
- d) 既往有运动员三联征（即低能量摄入、闭经和早发骨质疏松）的运动员；
- e) 近1月体重下降 $\geq 3\text{kg}$ 的运动员；
- f) 膳食结构不合理的运动员，如不吃红肉、蔬菜、水果或主食等的运动员。

6 筛查时间

筛查时间包括：

- a) 日常训练：每月1次；
- b) 大训练负荷期间：每周1次；
- c) 赛前训练（赛前8周起）：每周1次指标；
- d) 高原训练（前4-6周起）。

7 筛查和诊断指标

7.1 筛查和诊断指标根据对贫血鉴别和诊断、检测方法的难易程度、经济等因素分为一级指标、二级指标、三级指标。一级指标为基础指标，简单易测，成本较低，能够对运动员贫血有初步的鉴别和产生原因诊断作用，二级指标更为准确、但检测费用和方法难度较高；三级指标为高级指标，检测难度和成本最高。使用者可根据实际情况选择适当级别的指标进行检测。

7.2 筛查和诊断指标见表 1。

表 1 运动员贫血筛查指标

指标分类		一级指标	二级指标	三级指标
筛查指标		血红蛋白、 红细胞平均指数、 低血红蛋白密度	网织红细胞、 促红细胞生成素	TMPRSS6(rs4820268)、 TFR2(rs7385804)、 TF(rs3811647)
排除误判的指标	脱水	尿比重、渗透压		

表 2 运动员贫血原因诊断指标

指标分类		一级指标	二级指标	三级指标
贫血原因	铁缺乏	铁蛋白	可溶性转铁蛋白受体	铁调素
	维生素缺乏	叶酸 维生素 B ₁₂	维生素 B ₆	—

	凝血异常	血小板	—	—
	能量缺乏	血糖	总能量摄入	—
排除误判的 指标	炎症	超敏C反应蛋白		

8 指标判定方法

8.1 贫血筛查指标

8.1.1 一级指标

8.1.1.1 血红蛋白（Hb）

在海平面地区，若成年男性血红蛋白浓度低于130g/L，成年女性低于120g/L，则可认为发生贫血，判定时注意血液浓缩时可能发生假性升高。

8.1.1.2 红细胞平均指数

8.1.1.2.1 红细胞平均指数包括：平均红细胞体积（mean corpuscular volume; MCV）、平均红细胞血红蛋白量（mean corpuscular hemoglobin; MCH）、平均红细胞血红蛋白浓度（mean corpuscular hemoglobin concentration; MCHC），可用于初步判断贫血原因以及对贫血进行鉴别诊断。

8.1.1.2.2 MCV增高，MCH正常，MCHC正常，常见于叶酸、维生素B₁₂缺乏或吸收障碍；MCV降低，MCH降低，MCHC降低，常见于铁、维生素B₆缺乏或吸收障碍。

8.1.1.3 低血红蛋白密度（LHD）

低血红蛋白密度（LHD）的计算公式见公式（1）：

$$LHD = \sqrt{1 - [1/(1 + e^{1.8(30-MCHC)})]} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

LHD——低血红蛋白密度，%；

MCHC——平均血红蛋白浓度，单位为克每分升（g/dL）。

LHD越高，表示机体铁缺乏越严重。当铁状态相关指标无法检测时，可作为简易指标使用。

8.1.2 二级指标

8.1.2.1 网织红细胞（Ret）

网织红细胞百分比大于1.5%，表示骨髓红系增生旺盛，常见于溶血性、急性失血和缺铁导致的贫血，可作为运动员贫血的预警指标使用；低于0.5%表示骨髓造血功能障碍。

8.1.2.2 促红细胞生成素（EPO）

促红细胞生成素升高表示红细胞生成旺盛，常见于缺铁性贫血、珠蛋白生成障碍性贫血、缺氧等，降低常见于慢性感染或营养不良导致的贫血。

8.1.3 三级指标

8.1.3.1 TMPRSS6基因(rs4820268位点)

TMPS6是一种铁调素基因，在其rs4820268位点携带GG基因型的运动员易发生低铁状态。

8.1.3.2 TFR2 (rs7385804位点)

TFR2是一种转铁蛋白受体基因，在其rs7385804位点携带CC基因型的运动员易发生低铁状态。

8.1.3.3 TF (rs3811647位点)

TF是一种转铁蛋白基因，在其rs3811647位点携带AA基因型的运动员易发生低铁状态。

8.1.4 排除误判的指标

8.1.4.1 尿比重 (USG)

尿比重若高于1.030，表明运动员长期处于缺水状态，血容量降低，血液被浓缩，可导致血红蛋白浓度假性升高；尿比重降低表示血容量增加，血液被稀释，会导致血红蛋白假性降低。

8.1.4.2 渗透压

渗透压计算公式见公式（2）：

$$\text{Osmolality} = 2 \times (c_{\text{Na}} + c_{\text{BUN}}/2.8 + c_{\text{Glu}}/18) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Osmolality——渗透压，单位为毫渗透摩尔每千克（mOsm/kg）；

c_{Na} ——血清钠的浓度，单位为毫摩尔每升（mmol/L）；

c_{BUN} ——血尿素的浓度，单位为毫克每分升（mg/dL）；

c_{Glu} ——血糖的浓度，单位为毫克每分升（mg/dL）。

当血清渗透压>300 mOsm/kg表示运动员有明显的缺水，血液可能被浓缩，需要补水后重新检测血红蛋白指标。

8.2 贫血原因诊断指标

8.2.1 一级指标

8.2.1.1 铁蛋白 (Fer)

8.2.1.1.1 铁蛋白可用于判定运动员铁储备状况，与炎症指标配合使用。

8.2.1.1.2 按WS/T 465-2015的规定，大于或等于5岁的人群，CRP≤5 mg/L且α-酸性糖蛋白（AGP）≤1 g/L时铁蛋白<25 μg/L作为铁缺乏的判定标准，当CRP>5 mg/L或AGP>1 g/L时，铁蛋白<32 μg/L作为铁缺乏的判定标准，当CRP>5 mg/L且AGP>1 g/L时，铁蛋白<46 μg/L即认为出现铁缺乏。而15岁以上健康男女运动员铁蛋白值<15 μg/L表示铁储量为空，15 ~ 30 μg/L表示铁储量较低。

8.2.1.1.3 铁蛋白不是越多越好，当铁蛋白高于300μg/L（男性）或200μg/L（女性），则被认为发生了铁过载。过多的铁会沉积在肝脏或心脏等脏器，导致多脏器功能损害。

8.2.1.2 叶酸 (FA)

8.2.1.2.1 血清叶酸低于4.0 ng/mL，红细胞叶酸低于151 ng/mL可判定为叶酸缺乏。

8.2.1.2.2 若同时出现平均红细胞体积大于100fL，且有贫血症状出现可诊断为叶酸缺乏的巨幼细胞贫血。

8.2.1.3 维生素B₁₂ (Vit B₁₂)

8.2.1.3.1 维生素B₁₂低于133 pmol/L可判定为维生素B₁₂缺乏，若同时伴有贫血症状则可认为出现了维生素B₁₂缺乏的巨幼细胞贫血。

8.2.1.3.2 补充叶酸恢复造血期间会大量消耗维生素B₁₂，若不同时补充维生素B₁₂，也可造成维生素B₁₂降低。

8.2.1.4 血小板 (Plt)

8.2.1.4.1 健康人血小板在 $(125\sim350)\times10^9/L$ 的范围内。

8.2.1.4.2 若血小板升高，多见于急性或慢性炎症，急性大失血、急性溶血、缺铁性贫血等；血小板降低表示有出血倾向。

8.2.1.4.3 应注意血小板随时间和生理状态会产生生理性波动，通常午后略高于清晨，冬季高于春季，运动、饱餐后增高，休息后恢复。

8.2.1.5 血糖 (Glu)

血糖低于3.9 mmol/L表示机体能量不足，运动员长期能量不足易发生贫血。

8.2.2 二级指标

8.2.2.1 可溶性转铁蛋白受体 (sTfR)

8.2.2.1.1 血清中的sTfR水平是骨髓红细胞生成活性的指标，表示铁の利用状态。sTfR升高常见于缺铁性贫血和溶血性贫血，sTfR在铁缺乏的早期就会出现升高，sTfR可作为缺铁性贫血的早期预警指标；sTfR降低常见于再生障碍性贫血。

8.2.2.1.2 sTfR不受炎症等因素的干扰。

8.2.2.2 维生素B₆ (Vit B₆)

维生素B₆小于5.0ng/mL即认为缺乏。缺乏维生素B₆会使血红蛋白合成减少，长期缺乏会导致贫血的发生。

8.2.2.3 总能量摄入

总能量摄入小于126kJ (约30 kcal) / (kg去脂体重·d)，即认为是相对能量不足。

8.2.3 三级指标

8.2.3.1 铁调素 (HEPC)

铁调素是调节机体铁状态和肠道铁吸收的关键调节因素。机体铁负荷过高或在炎症状态下，铁调素的合成增加；当机体铁含量不足时，铁调素的合成减少。铁调素水平存在着日间变异，清晨较低，下午较高。

8.2.4 排除误判的指标

8.2.4.1 超敏C反应蛋白 (hs-CRP)

hs-CRP是判断血清(血浆)铁蛋白水平是否假性升高的参考指标，大于5.0 mg/L表示机体发生炎症反应，炎症状态会导致铁蛋白假性升高，掩盖铁储备不足的情形。

8.3 筛查诊断指标常用检测方法、参考范围及质量控制要求

见附录A。

附 录 A

附 录 B（资料性）

附 录 C 筛查诊断指标常用检测方法、参考范围及质量控制要求

C.1 筛查指标常用检测方法及参考范围

见表 A.1。

表A.1 贫血筛查指标常用检测方法及参考范围

指标层级	检测指标	检测方法	参考范围
一级指标	血红蛋白（Hb）	血细胞分析仪法	男性：130 g/L ~175 g/L 女性：115 g/L ~150 g/L
	红细胞平均指数	血细胞分析仪法	MCV:82 fL~100 fL MCH:27 pg~34 pg MCHC: 316 g/L~354 g/L
	低血红蛋白密度（LHD）	计算法	无
二级指标	网织红细胞（Ret）	血细胞分析仪法	Ret比例： 0.005~0.015 Ret绝对数：（24~84）×10 ⁹ /L
	促红细胞生成素（EPO）	化学发光法	2.59 mIU/mL~18.50 mIU/mL
三级指标	TMPRSS6(rs4820268)	PCR- RFLP或质谱法	无
	TFR2（rs7385804）	PCR- RFLP或质谱法	无
	TF（rs3811647）	PCR- RFLP或质谱法	无
排除误判的指标	尿比重（USG）	尿比重计法或尿十项法	1.003~1.030
	渗透压	计算法	275 mOsm/kg~290 mOsm/kg*
注：标*的参考范围来自于文献、本实验室试剂说明书或实验室自建参考值，其它参考范围均来源于现行的卫生行业标准或《全国临床检验操作规程》（第4版），在使用时应加以验证或建立个性化的参考范围。			

A.2 诊断指标常用检测方法及参考范围

见表A.2。

表A.2 诊断指标常用检测方法及参考范围

指标层级	检测指标	检测方法	参考范围
一级指标	铁蛋白（Fer）	化学发光法	男性：30 μg/L ~400 μg/L 女性：13 μg/L~150 μg/L
	叶酸（FA）	化学发光法	血清：>4 ng/mL 红细胞：>151 ng/mL

	维生素 B ₁₂ (VitB ₁₂)	化学发光法	133 pmol/L~675 pmol/L
	血小板 (Plt)	血细胞分析仪法	(125~350) ×10 ⁹ /L (静脉血)
	血糖 (Glu)	葡萄糖氧化酶法	3.9 mmol/L~6.1 mmol/L
二级指标	可溶性转铁蛋白受体 (sTfR)	化学发光法	12.16 nmol/L~27.25 nmol/L*
	维生素 B ₆ (VitB ₆)	质谱法	5.0 ng/mL~50.0 ng/mL*
	总能量摄入	24小时膳食回顾调查	无
三级指标	铁调素 (HEPC)	ELISA或质谱法	无
排除误判的指标	超敏C反应蛋白 (hs-CRP)	胶乳免疫比浊法	≤5.0mg/L*
注：标*的参考范围来自于文献、本实验室试剂说明书或实验室自建参考值，其它参考范围均来源于现行的卫生行业标准或《全国临床检验操作规程》（第4版），在使用时应加以验证或建立个性化的参考范围。			

A. 3 质量控制要求

A. 3. 1 样本采集与处理

血液标本的采集与处理方法宜符合WS/T 225的要求；尿液样本的采集与处理宜符合WS/T 804中关于尿液标本采集的要求及WS/T 348尿液标本的处理要求。

A. 3. 2 样本运输

宜符合WS/T 400的要求。

A. 3. 3 检测方法

严格按照仪器使用规范及试剂说明书进行实验室质量控制和检测。

A. 3. 4 复检原则

检验过程中出现一以下情况时，分析原因后进行复检：

- a) 检测结果出现反应异常等警告提示符号；
- b) 超出试剂盒分析的测量范围高限，应用生理盐水稀释后进行复检，复检结果乘以稀释倍数作为最终结果报告；
- c) 检测结果与样本信息不符；
- d) 定量项目出现负值或非数字型符号；
- e) 同一检测仪器上不同样本的结果出现系统性趋势性变化。

参 考 文 献

- 【1】尚红，王毓三，申子瑜. 全国临床检验操作规程（第4版）. 北京：人民卫生出版社, 2014.
- 【2】WS/T 600-2018 人群叶酸缺乏筛查方法
- 【3】WS_T 404.9-2018 临床常用生化检验项目参考区间 第9部分：血清C-反应蛋白、前白蛋白、转铁蛋白、 β 2-微球蛋白
- 【4】WHO guideline on use of ferritin concentrations to assess iron status in individuals and populations [Internet]Geneva: World Health Organization, 2020.
- 【5】Clénin G, Cordes M, Huber A, et al. Iron deficiency in sports—Definition, influence on performance and therapy. Swiss Med Wkly, 2015, 145:w14196.
- 【6】Reber E, Gomes F, Dähn IA, et al. Management of Dehydration in Patients Suffering Swallowing Difficulties. J Clin Med, 2019, 8(11):1923.
-