

“清华大学体育与健康科学研究中心”

健康系列

红细胞聚集与 健康风险

张
冰
◎
主
编

ERYTHROCYTE AGGREGATION
AND EARLY WARNING OF
HEALTH RISK

 科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

“清华大学体育与健康科学研究中心”

健康系列

红细胞聚集与 健康风险

主编
副主编

张冰
彭庆文

孙忠伟

王纬

ERYTHROCYTE AGGREGATION
AND EARLY WARNING OF
HEALTH RISK



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

红细胞聚集与健康风险 / 张冰主编. —北京: 科学技术文献出版社, 2018. 6
ISBN 978-7-5189-4439-2

I . ①红… II . ①张… III . ①红细胞—关系—健康状况—研究 IV . ①R322.2
②R197.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 085371 号

红细胞聚集与健康风险

策划编辑: 王黛君 责任编辑: 张凤娇 责任校对: 张叫噪 责任出版: 张志平

出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路15号 邮编 100038
编 务 部 (010) 58882938, 58882087 (传真)
发 行 部 (010) 58882868, 58882875 (传真)
邮 购 部 (010) 58882873
官 方 网 址 www.stdp.com.cn
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 北京德富泰印务有限公司
版 次 2018年6月第1版 2018年6月第1次印刷
开 本 710×1000 1/16
字 数 200千
印 张 16
书 号 ISBN 978-7-5189-4439-2
定 价 45.00元



版权所有 违法必究

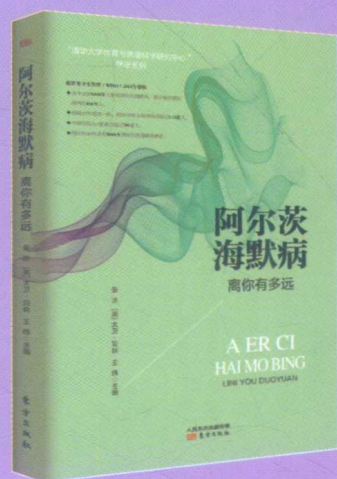
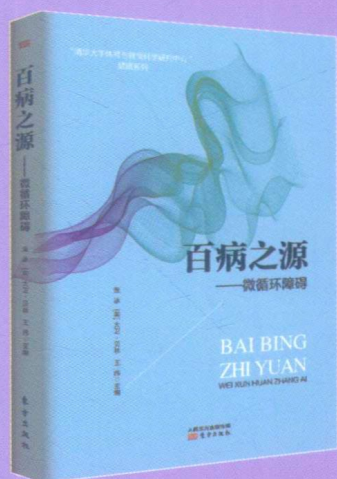
购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

张冰，运动生理学博士，教授、博士生导师。现任“清华大学体育与健康科学研究中心”主任。研究方向为：运动抗衰老与智慧健康管理。张冰领导的“清华大学体育与健康科学研究中心”是经清华大学1993—1994年度第20次校务委员会批准成立、由10个院系联合组成的“跨学科、跨院系交叉研究类校级科研机构”，先后取得过“国家科技进步二等奖”一项，“国家科技进步三等奖”两项。

彭庆文，博士，教授。主要从事高等教育管理和大学体育的研究，在《中国体育科技》《北京体育大学学报》等国内核心期刊上发表研究论文40余篇。

孙忠伟，博士，副教授，清华大学信息技术研究院博士后，经纬泰和智慧健康管理研究院副院长，美国运动医学会会员（ACSM），国际运动人体测量学一级（ISAK），微软认证系统工程师（MCSE），国家高级健康管理师，国家一级社会体育指导员。共主持和参与国家社会科学基金项目、教育部人文社会科学项目、国家体育总局哲学社会科学项目等15项。发表学术论文30余篇，出版专著2部，开发软件并获著作权6项。

王伟，经纬泰和智慧健康管理研究院院长。长期致力于“互联网+”功能医学无创检测手段与方法的研究，运用体适能训练的手段和营养膳食、心理调适、中医养生等方法，创建了以预防为主，临床治疗为辅的全方位智慧健康管理服务新模式。



策 划: 经纬泰和智慧健康管理研究院

责任编辑: 张凤娇

封面设计: 

试读结束: 需要全本请在线购买

序 言

细胞是生物体结构和功能的基本单位。其中，红细胞是血液中含最多的血细胞，主要任务是通过血红蛋白把吸入肺泡中的氧气运送给各个组织；再把组织中新陈代谢产生的二氧化碳回输到肺部排出体外。为了提升执行力，红细胞把自己塑造成了周围凸起、中间部分凹陷的圆盘状，通过增加表面积，缩短表面到中心的距离，为气体进出打开方便之门。红细胞的柔韧性支持其拥有很好的变形能力，可以轻松通过比自己的直径还狭窄的毛细血管，以保证血液循环的速率。

红细胞是人体不可或缺的“红色军团”，一旦发生“内变”，就会给我们的身体造成各种灾难性的损害：一是当红细胞数量减少时，由于运输氧气的生产力下降，会使人体处于缺氧状态，产生贫血，严重时还会有生命危险。但如果增加过多，血液也会变浓，不易流动，容易阻塞血管；二是红细胞产生畸形时，其变形能力下降，加大了通过毛细血管时的困难；三是当红细胞形成大大小小的聚集体时，会使血液黏度升高，造成整体性血液流变学指标的改变，导致血液循环的阻力加大，流动性减弱，甚至造成毛细血管、微小静脉的堵塞，使循环血液灌注量不足，引起一些组织或器官缺血、缺氧、组织中酸性代谢产物增加，并形成恶性循环。我们讲微循环障碍是百病之源，如果身体血液循环不好，必然导致微循环障碍，使很多组织、器官和系统因为氧气和营养不足，出现各种状况，形成功能性病变。当这种情形得

不到遏制时，就会生成各种与慢性病有关的健康风险，如未加有效干预，就会罹患以心脑血管疾病为代表的各种慢性疾病。

红细胞的质量问题是生命质量的晴雨表，尽管它的寿命一般只有短短的 120 天，能否保证红细胞以正常状态步入死亡，关系到我们整个身体与死亡的距离。因此，维护红细胞健康意义重大。

现在，越来越多的科研人员、医务工作者、健康管理从业者开始关注血细胞和血液对人体健康的影响。人体血管网四通八达并充满血液，血细胞和血液对血管寿命的影响与现代人的生活方式有着密切的关系。许多研究表明“血浊致百病，血净病自消”，很多血管问题的解决，需要靠血细胞和血液质量的改善来支持，这对一些已经出现血管硬化、阻塞的患者来说尤为重要。血液与健康有着千丝万缕的联系，改善血细胞和血液质量可以改善和缓解许多疾病的发生。很多做了血管支架的朋友，如果不注意血细胞和血液质量的维护，支架也会成为滋生新的拥堵的温床。

过去，我们在医疗机构血流变指标检验中，很少触及对红细胞聚集度、变形性的检查，这一方面是认识问题；另一方面也是技术局限问题。现在好了，随着健康管理，健康风险评估，疾病早期筛查、早期干预等理念逐渐深入人心，相关创新技术的不断进步，我们有了实时观测红细胞形态的专业仪器，也有了有效改善和修复红细胞功能状态的先进技术，我们只需用更好的模式，把血液检测与血细胞黏稠、聚集及风险评估的创新技术利用好，让更多的人享受到现代科学技术对人们的健康管理和疾病早期筛查预警所起到的保驾护航作用。

我们相信，通过大家的努力，一定会有越来越多的人加入到与血细胞和血液“论剑”的队伍中来；一定能打赢这场优化人体红细胞功能，提升血液清纯度，向慢性病说“不”的战役。胜利属于支持健康维护的人！

序 言

第一章

绪论

- 第一节 血液的组成 //2
- 第二节 血液学检验的作用与价值 //6

第二章

认识红细胞

- 第一节 红细胞的构造 //10
- 第二节 红细胞的功能 //17
- 第三节 红细胞的代谢 //22
- 第四节 红细胞的生死 //30

第三章

血红蛋白

- 第一节 血红蛋白的构成 //46
- 第二节 血红蛋白的工作原理 //48
- 第三节 血红蛋白的作用 //50
- 第四节 血红蛋白异常 //52

第四章

红细胞病

- 第一节 红细胞疾病的范围 //56
- 第二节 红细胞疾病的诊治 //57
- 第三节 红细胞与微循环障碍 //62

目 录

第五章

红细胞功能障碍的发现

第一节 红细胞滚动和变形能力 //66

第二节 红细胞聚集 //77

第三节 红细胞相关指标 //109

第六章

红细胞检测

第一节 红细胞检测方法研究 //124

第二节 常用红细胞检测技术 //125

第七章

红细胞功能干预和修复

第一节 红细胞聚集物理干预 //132

第二节 红细胞聚集运动干预 //137

第三节 红细胞聚集膳食营养建议 //144

第四节 抗红细胞聚集的药物 //147

第八章

红细胞聚集与慢性病相关性研究

第一节 红细胞聚集与心脑血管疾病 //150

第二节 红细胞聚集与脑卒中 //170

第三节 红细胞聚集与冠心病 //180

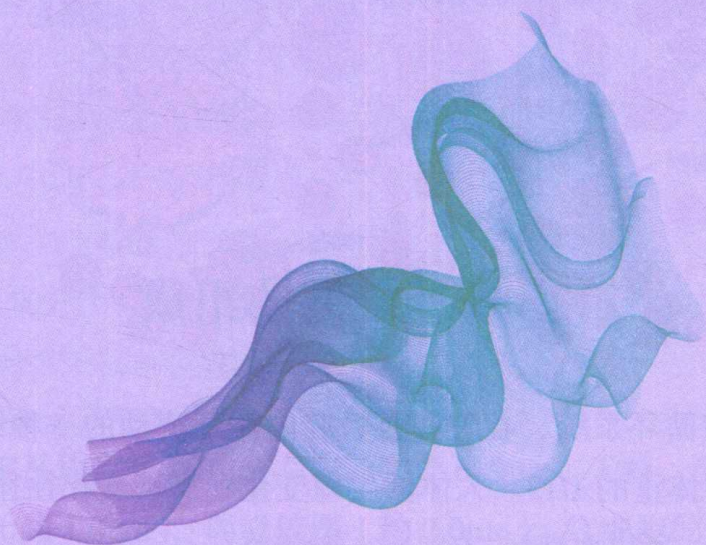
第四节 红细胞聚集与高血压、高血脂 //201

第五节 红细胞聚集与肺心病和肺栓塞 //218

第六节 红细胞聚集与糖尿病 //227

第七节 红细胞聚集与牙周病 //235

参考文献



第一章

绪论

第一节 血液的组成

血液是在循环系统、心脏和血管腔内循环流动的一种结缔组织，成人血液约占体重的 1/13。人体的生理变化和病理变化往往会引起血液成分的改变，所以血液成分的检测有重要的临床意义。血液的有形成分是血细胞，包括红细胞、白细胞和血小板。血细胞执行着多种生理功能，并不断地消亡和更新，其在外周血中的数量保持在一定的范围内，这依赖于血细胞生成、需求的动态平衡及机体的完善调控系统。血液的无形成分是血浆（或血清），其中溶入了大量的蛋白质和其他成分，与血细胞一起在机体中不停地循环运行，对维持机体的内环境具有重要作用。

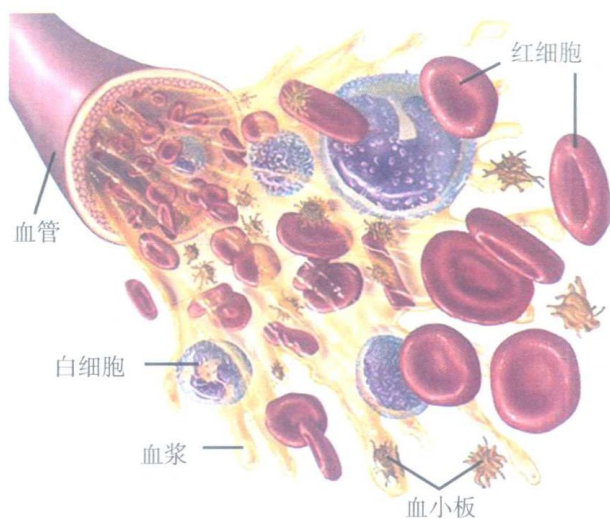


图 1-1 血液的组成

一、血细胞

血细胞又称“血球”，存在于血液中，能随血液的流动遍及全身，人体和其他哺乳动物的血液中有三种不同功能的血细胞——红细胞、白细胞和血小板，其产生来源于造血组织和器官。

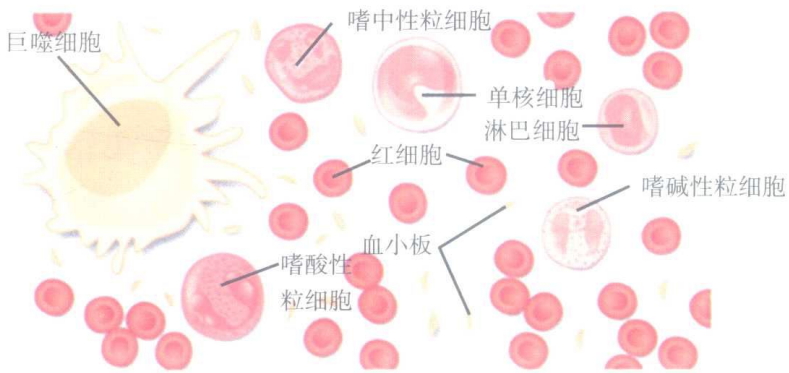


图 1-2 血细胞组成

红细胞平均直径为 $7\mu\text{m}$ 左右，介于 $6\sim 9\mu\text{m}$ ，无核，呈双凹圆盘状，中央较薄（约 $1.0\mu\text{m}$ ），周缘较厚（约 $2.0\mu\text{m}$ ）。红细胞的这种形态使它具有较大的表面积，从而能最大限度地适应其携带氧气和部分二氧化碳的功能。红细胞的平均寿命约 120 天，衰老的红细胞虽无形态上的特殊表现，但其功能和理化性质都有变化，如酶活性降低，血红蛋白（Hb）变性，细胞膜脆性增大，以及表面电荷改变等，因而细胞与氧结合的能力降低且容易破碎。衰老的红细胞多在脾、骨髓和肝等处被巨噬细胞吞噬，同时由红骨髓生成和释放同等数量的红细胞进入外周血液，维持红细胞数的相对恒定。

白细胞为有核的球形细胞，具有防御和免疫功能，白细胞分粒细胞（包括中性粒细胞、嗜酸性粒细胞和嗜碱性粒细胞）、单核细胞和淋巴细胞 3 类，粒细胞的生存期限一般不超过 10 天，单核细胞和淋巴细胞的生存期长短不等，从几小时直到几年。

血小板体积小，有质膜，没有核结构。血小板具有特定的形态结构和组成，在正常血液中有较恒定的数量，在止血、伤口愈合、炎症反应、血栓形成及器官移植排斥等生理和病理过程中有重要作用。

血细胞来源于骨髓的造血多功能干细胞。干细胞除具有增殖能力外，在一定的情况下还能从骨髓造血组织中迁出，随着血流到达髓外组织，形成造血细胞小结，称为集落形成单位。每一个小结由许多同类型分化的细胞组成，这些细胞是由一个干细胞分裂分化而来的。干

细胞虽有自身复制和分化为各种血细胞的能力，但在一般情况下，并不处于增殖状态，而是处于休止的 G₀ 期。

原始干细胞可分化为两大分支：一支是集落形成单位细胞 (CFU-C)，又称骨髓干细胞，它是分化成红细胞、中性粒细胞、嗜酸性粒细胞和血小板等系的多功能干细胞。集落形成单位细胞主要来源于骨髓，在发育为红细胞、粒细胞与巨核细胞之前，要经过各系列的定向干细胞阶段；另一支为淋巴样干细胞，又称淋巴干细胞，是高等动物免疫系统的发源地，其分化和发育过程，与抗原的刺激作用密切相关。淋巴干细胞也是多功能干细胞，可分化为两种不同的定向干细胞：一种为胸腺衍生的 T 淋巴细胞或称 T 细胞；一种为骨髓依赖的 B 淋巴细胞或称 B 细胞。这两种细胞经过相应抗原的再刺激，分别转化为原淋细胞和原浆细胞，然后逐步发育成熟，分别成为淋巴细胞和浆细胞。

总之，血细胞来源于骨髓的造血多功能干细胞，首先由多功能干细胞分化为集落形成单位细胞（骨髓干细胞）与淋巴样干细胞，再由骨髓干细胞分化为各系列的定向干细胞，经过原始、幼稚等阶段发育、增殖，最后成熟为红细胞、粒细胞和单核细胞及血小板。淋巴样干细胞则经过原始、幼稚二阶段发育、增殖而成熟，在抗原的刺激下，再分别转化为原淋细胞和原浆细胞，并增殖、成熟为具有免疫活性的淋巴细胞和浆细胞。

二、血细胞增殖

血细胞的增殖是以分裂的方式进行的，但只有幼稚细胞才有分裂能力，一旦发育成熟到一定阶段后，增殖就宣告停止了。

一般细胞分裂的形式有两种：

（一）有丝分裂（间接分裂）

在细胞分裂时，有特殊的丝体出现，故称为有丝分裂。有丝分裂

是血细胞增殖的主要形式。正常人循环血中不出现有丝分裂细胞。有丝分裂细胞在造血组织中的数量，反映其增殖的程度和状态。分裂过程可分为4期，主要表现在核的变化上：

1. 前期（又称单丝球期）

细胞开始分裂时，胞体变成球形，胞核膨大，核染色质聚集成单个柱状的染色体，核膜及核小体消失，形如丝球。细胞质染色变浅，细胞器及包含物暂时隐匿，中心体显示。

2. 中期（又称单星状期）

中心体开始分裂，逐渐向两极伸展，其间连有丝状体，形如纺锤，称纺锤体。细胞核染色体排列在纺锤中部，似星状或菊花状。

3. 后期（又称双星状期）

每个染色体均匀分裂为二，丝状体收缩，使分裂后的染色体随中心体趋向细胞两端，分别排列为两个星状。细胞质开始收缩。

4. 末期（又称丝球期）

趋于细胞两端的染色体开始聚集为丝球状，进而分散为染色质，构成两个新核的小细胞核，此时胞质可形成哑铃状，最后胞质分开，细胞分裂为二。

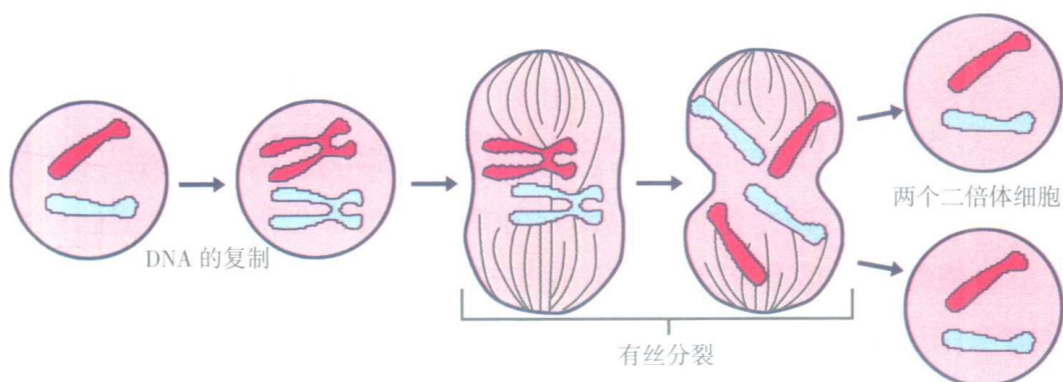


图 1-3 细胞有丝分裂过程

（二）无丝分裂（直接分裂）

该分裂过程的表现形式比较简单，通常是细胞的核小体首先开始分开，然后胞核表面出现收缩，随之逐渐加深而分解为二，继之胞质分开，从而直接形成2个子细胞。

三、血浆和血清

血浆和血清都是指血液的非细胞成分。血浆是血液加抗凝剂之后离心分离出的上清液，血清是离体的血液（不加抗凝剂）凝固之后自然凝释出的液体。血浆与血清的成分基本相同，血清只是缺少部分凝血因子如纤维蛋白原等。血浆的主要作用是运载血细胞，运输维持人体生命活动所需的物质和体内产生的废物等。血浆相当于结缔组织的细胞间质。血浆是血液的重要组成部分，呈淡黄色液体。血浆的化学成分中，水分占90%~92%，其他10%以溶质血浆蛋白为主，并含有电解质、营养素、酶类、激素类、胆固醇和其他重要组成部分。血浆的各种化学成分常在一定范围内不断地变动，其中以葡萄糖、蛋白质、脂肪和激素等的浓度最易受营养状况和机体活动情况的影响，而无机盐浓度的变动范围较小。血浆的理化特性相对恒定是内环境稳态的首要表现。

第二节 血液学检验的作用与价值

血液学检验的作用与价值首先表现在对血液病诊断及疗效观察的决定性作用与价值。血液学检验是临床检验的一个重要分支，它利用细胞生物学技术、病理学技术，生物化学技术、免疫学技术、遗传学技术、分子生物学技术等对因血液系统疾病导致的血液学异常提供诊断依据，也为其他系统疾病的诊断和鉴别诊断提供许多重要信息，是

临床检验中最常用、最重要的基本内容之一。

例如，贫血的诊断过程如下：应先仔细进行体格检查、一般筛选检查，再进行确诊检查。如提示贫血的患者可先查血常规、网织红细胞、大便常规、尿常规、胆红素；如提示红细胞生成不良则可做骨髓检查，以确定是否是生成障碍所致贫血；如提示有溶血，可做 Coombs 试验、Ham 试验等检查，可确定是否为溶血性贫血。

白细胞升高的诊断过程如下：外周血白细胞异常升高常提示有可能为严重感染、类白血病反应或急、慢性白血病，应进一步进行骨髓穿刺检验以排除白血病。若确诊为白血病，应进行流式细胞术（FCM）检查、融合基因及染色体检查进行白血病分型，必要时还要进行预后相关基因的检查推测病人的可能疗效及用药策略。

正确诊断是血液病治疗的基本保障，只有正确诊断才能正确治疗。完整的病史、体检、检验是正确诊断的三个步骤。

血液学检验也为非血液的其他系统疾病的诊断和疗效观察提供许多信息，具有辅助作用。例如，肿瘤的药物治疗和化疗是常用的方法。大多数化疗药难免会有各种不良反应，常见的是消化道反应、局部刺激、骨髓抑制、皮肤黏膜的毒性、器官损害，免疫抑制等。其中骨髓抑制表现往往首先是白细胞降低，然后血小板降低，严重时血红蛋白亦降低，且药物不同对骨髓抑制的程度和恢复的快慢均不相同，如环磷酰胺氮芥对骨髓抑制出现快，恢复亦快，而有些药物如阿霉素、丝裂霉素等对骨髓抑制出现晚、抑制深，恢复亦比较慢。因此，在肿瘤化疗过程中，临床上常结合血液学检验项目对药物的疗效和产生的不良反应进行跟踪观察，以保证治疗的有效性并促使不良反应的最小化。

血液学检验在特定血液、生物制品应用及用前评估与效果观察中也起着不可估量的作用。医疗水平不断发展，器官移植术、外周血干细胞移植、心肺手术、各种血液病的治疗、恶性肿瘤大剂量放疗、化疗等都需要大量血液，临床医师根据临床的不同需要，可以选择有针

对性的血液成分进行输注，以达到挽救病人生命和治疗的目的。

对于急性大失血的病人，可输全血、红细胞悬液或血浆；对于血小板重度减少的患者，可以做血小板输注；对于免疫缺陷病人，可以静脉输注丙种球蛋白；对于肝脏疾病出血和手术出血的病人可以输注凝血酶原复合物等。这种补充（替代）治疗可获得显著疗效，已广泛应用于临床。

另外，输血有着各项指征，例如悬浮红细胞的外科手术输注指征包括：患者需要提高血液携氧能力，如血红蛋白 $> 100\text{g/L}$ 可以不输，血红蛋白 $< 70\text{g/L}$ 考虑输，血红蛋白在 $70\sim 100\text{g/L}$ 需根据患者贫血程度、心肺代偿功能，有无代谢率增高及年龄等因素决定；而悬浮红细胞的内科输注指征为：红细胞破坏过多、丢失或生成障碍引起的慢性贫血并伴缺氧症状，血红蛋白 $< 60\text{g/L}$ 或血细胞比容 < 0.2 时可考虑输注。血小板内科手术输注指征为：血小板计数 $> 50 \times 10^9/\text{L}$ 一般不需输注，血小板在 $10\sim 50 \times 10^9/\text{L}$ 根据临床出血情况决定，血小板计数 $< 5 \times 10^9/\text{L}$ 应立即输血小板，防止出血。

为了防止临床输血中有可能发生的输血不良反应或输血传播性疾病，必须对血液制品进行应用前检验与评估。输血前严格进行传染病、血型检查及交叉配血。输血前检验、评估与输血后效果观察均需要结合相关血液学项目的检查来进行。

与血液细胞有关的细胞因子和单克隆抗体作为治疗药物在临床逐渐增多，使用条件的评估和使用后的效果观察也需要血液学检验手段作支撑。

如临床治疗用于提升红细胞的促红细胞生成素（EPO），用于提升粒细胞的粒细胞集落刺激因子（G-CSF）、粒-巨噬细胞集落刺激因子（GM-CSF），会直接影响血液学指标。

随着血液学的发展和科学技术的不断进步，血液学检验也在不断赋予新的内涵，实验项目逐渐增多，检测手段科技含量越来越高，信息数量成倍增长，血液学检验在血液病及其他系统疾病诊断和治疗监测中发挥着越来越重要的作用。