

野战

输血史研究

YEZHAN SHUXUESHI YANJIU

主编 雷二庆 李 芳 栾建凤



野战输血史研究

主 审 孙 海
主 编 雷二庆 李 芳 栾建凤
编 者 (以姓氏笔画为序)
叶 东 朱培元 严京梅
李 芳 张 洁 张雪燕
单文戈 栾建凤 蒋腾芳
游黎清 雷二庆 蔡 辉

军事医学科学出版社

· 北 京 ·

内容提要

本书由多年从事军队输血情报、野战输血史研究、血液管理和临床输血的专家共同编写,共分四部分,分别为战时血液保障、野战输血技术、野战输血人物、野战输血图片,另附有输血医学大事记(1492~1999年)和野战输血相关术语。本书内容丰富、数据翔实、形式生动、实用性强;能显著加深对输血医学和野战血液保障卫勤活动本质与规律的理解和认识,帮助读者提高野战输血知识的系统化程度。适合军队血液管理相关的科研、教学、保障人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

野战输血史研究/雷二庆,李芳,栾建凤主编.

—北京:军事医学科学出版社,2013.7

ISBN 978-7-5163-0273-6

I. ①野… II. ①雷… ②李… ③栾… III. ①输血—
军事医学—医学史—研究 IV. ①R826.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第162196号

责任编辑:孙宇 李霞 易凌

出版人:孙宇

出版:军事医学科学出版社

地址:北京市海淀区太平路27号

邮编:100850

联系电话:发行部:(010)66931051,66931049,63827166

编辑部:(010)66931039,66931038,66931053

传真:(010)63801284

网址:<http://www.mmsp.cn>

印装:中煤涿州制图印刷厂北京分厂

发行:新华书店

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:15.25

字数:379千字

版次:2014年2月第1版

印次:2014年2月第1次

定价:80.00元

本社图书凡缺、损、倒、脱页者,本社发行部负责调换

序

与数千年的医学发展史相比,历经百年的野战输血史虽然短暂,但是同样精彩。1900年,奥地利生理学家K. 兰德斯坦发现,人类红细胞与血清间有同种凝集反应,并据此将人类红细胞血型分为A型、B型和O型;1902年,他的学生A. V. 德卡斯特罗等又发现AB型,完善了ABO血型系统的分类,这些发现使得输血技术获得真正临床意义上的突破,1914年开始的第一次世界大战则开创了野战输血的历史。

野战输血史具有三个方面的重要价值。一是知识价值。在事物发展过程中,总有一些内在的、稳定的、决定性因素,即本质属性和基本规律。学习研究野战输血史,能够显著加深对输血医学与战时血液保障活动本质与规律的理解和认识,提高野战输血知识的系统化程度。二是借鉴价值。第一次世界大战以来,经历了历次战争的考验,以美军为代表的一些国家战时血液保障体系成熟完善、血液保障行动迅捷高效,其组织模式、保障机制、保障方式很值得参考借鉴。三是创新价值。继往与开来的关系是辩证统一的,历史不是创新的包袱和阻力,而是创新的前提和基础,野战输血勤务创新、技术创新、装备创新和标准创新都离不开对相关历史经验的学习与研究。

军队血液情报、血液管理与军地临床输血专家精诚协作,共同编撰了本书,内容丰富、数据详实、图文并茂、形式生动、实用性强,适合血液管理和输血医学科研、教学、保障人员学习使用。

总后勤部卫生部副部长



二〇一四年一月二十日

目 录

历史的启示	(1)
I. 战时血液保障	(9)
1 美国战时血液保障	(11)
2 前苏联及俄罗斯战时血液保障	(35)
3 英国战时血液保障	(47)
4 法国战时血液保障	(49)
II. 野战输血技术	(63)
5 早期的血液输注技术	(65)
6 早期的野战输血实践	(73)
7 大量输血时新鲜全血的使用(2006 年)	(91)
III. 野战输血人物	(97)
8 加拿大输血医学奠基人劳伦斯·罗伯逊(Lawrence Bruce Robertson)	(99)
9 血库创始人奥斯瓦尔德·罗伯逊(Oswald Hope Robertson)	(103)
10 白求恩及其对战时输血的贡献	(107)
11 白求恩在中国的三次献血	(113)
12 易见龙与中国战时血库的发展	(119)
13 萧星甫与中国的野战输血	(123)
IV. 野战输血图片	(133)
14 美国《第二次世界大战中的血液保障》图片集	(135)
附录 A 输血医学大事记(1492 ~ 1999 年)	(223)
附录 B 野战输血相关术语	(227)
跋	(235)

和手术用血两个方面的需求,需要考虑输血率和平均输血量两个指标。

(一)复苏用血的需求预计

战伤流行病学统计表明,在伤后 24 小时内的失血性休克是主要伤死原因,因而伤后 24 小时内的输血为复苏用血。伤后 24 小时内的输血不仅能够抗休克、降低伤死率,还有利于延长伤员救治的时机,便于伤员接受后续治疗。

复苏用血的输血率。伤后 24 小时内输血率的确定应考虑伤死率、休克率和重伤员比例,复苏用血的输血率应高于伤死率,接近休克率,但不应超过重伤员比例。常规武器战争中,伤员伤后 24 小时内的伤死率通常不超过 5%,休克发生率为 10% ~ 15%,重伤员比例为 25% ~ 30%。未来战争高速高能爆炸性武器使用广泛,休克发生率会有可能增高。战伤伤员处于高度应激状态,即使失血量不多,但仍会发生较严重的休克,因而需要输血的伤员会较平时多。但另一方面,新型战伤止血技术的应用会减少出血量,伤员的机械化后送能够大大缩短伤员到达确定性救治机构所需的时间,从而对复苏用血的需求会有所降低。综合考虑上述因素,复苏用血的输血率可初步确定为 15%。

复苏用血的平均输血量。首先,需要进行失血量的判断并确定相应的治疗措施。循环血量约占人体重的 7%,即一个 70 kg 体重的人约有 5 L 的血量,青壮年对失血的耐受能力较强。失血后早期的血液循环变化是代偿性改变,如血管收缩、血液分流和流量改变等,其目标是要使重要器官的血管床保持充足的血液灌注。随着失血量增加或休克加重,人体对失血的反应也变得更加错综复杂。战创伤的失血量可这样估算并采取相应的救治策略:① I 度失血:循环血量减少 15%,相当于 70 kg 的人失血 500 ml,临床上除轻度的心动过速外没有其他变化。血压、呼吸、尿量和意识状态都在正常范围之内。微循环变白试验正常,在 2 秒内就能再充盈。这类伤员应输注晶体液。② II 度失血:循环血量减少 15% ~ 30%,相当于 70 kg 的人失血 750 ~ 1500 ml,临床可见脉搏超过 100 次/分,血压轻度降低,微循环变白试验改变,中枢神经系统出现细微改变如忧虑或恐惧,尿量只是最小限度的改变。这类伤员同样应输注晶体液。③ III 度失血:循环血量减少 30% ~ 40%,相当于 70 kg 的人失血 1500 ~ 2000 ml,临床可见心动过速(脉搏超过 120 次/分),呼吸急促,舒张压收缩压过低,尿量明显不足。这类伤员的复苏除输注晶体液外,还需要输血。④ IV 度失血:循环血量减少 40% 以上,这是危及生命的失血,相当于 70 kg 的人失血超过 2000 ml,临床可见所有的休克体征,皮肤冰冷、湿黏、苍白,意识能力明显下降。这类伤员不仅需要输注晶体液和大量血液,还常常需要紧急手术干预。这类伤员是需要手术复苏,而不是复苏后手术。

复苏用血量的估算。人体对失血有较强的代偿能力与耐受能力,正常青年男子安静状态下能够耐受失血 1500 ~ 2000 ml。再者,失血性伤员救治时一般先输晶体液、平衡盐液、胶体液、血浆,最后需要纠正红细胞减少造成组织供氧不足时才需要输血。人体组织得到充分的灌注,除一定的血氧饱和度及氧分压外,较高的心输出量也非常重要。当红细胞比积维持在 0.3 左右时,左心的后负荷最小,每搏心输出量最高,复苏抗休克的效果最好。体重 70 kg、血容量 5000 ml、红细胞比积 0.45、血红蛋白 120 g/L 的正常人,III 或 IV 度 2000 ml 左右的失血将使其红细胞比积降到 0.27 左右,血红蛋白降到 72 g/L 左右,不能满足组织供氧的需要。成人输新鲜全血 400 ml,约可提升血红蛋白 10 g/L、血浆蛋白 0.5 g/L。那么,失血 2000 ml 的成人,输 800 ml 的新鲜全血,就可提升其血红蛋白 20 g/L,达到 90 g/L 左右,红细胞比积约为 0.3,基本能够满足其生理需求,且复苏效果最佳。因此,复苏用血的平均血液需求量可初步确

定为 800 ml。

(二) 手术用血的需求预计

手术用血的输血率。伤员后送到达较优良的救治机构时,一般是在伤后 24 小时以上,此时的输血主要用于保障手术需要,手术率和重伤员比例应是计算输血率的主要依据,另外既往战争中的输血率也是重要的参考。战争经验表明,一线医院手术率约为 50%,但其中一半以上为不需要输血的中、小手术治疗。在此阶段,重伤员一般需要输血救治,重伤员一般占伤员总数的 25% 左右。抗美援朝战争中,志愿军卫生部要求总的输血率为 25%。两山作战战役后方区输血率约为 21%。美军也认为大部分伤员不需要输血,只有 20% ~ 25% 的伤员需要输血。综合考虑这些因素,手术用血的输血率可初步确定为 25%。

手术用血的平均输血量。影响手术用血平均输血量的因素很多,因而难以确定。基于与复苏用血近似的考虑,手术用血的平均输血量也可暂定为 800 ml 全血或由其制成的压积红细胞。

(三) 战伤救治总体血液需求预计

战伤救治的血液需求量等于复苏用血需求量和手术用血需求量之和,设发生伤员总数为 N ,则战伤救治总体血液需求量为:

$$N \times 15\% \times 800 + N \times 25\% \times 800 = N \times 40\% \times 800 = N \times 320$$

即平均每名战伤伤员需要血液 320 ml。据此,如果预计一次军事行动将发生伤员 1000 名,则总体血液需求为 320 000 ml,折合每单位 200 ml 的血液 1600 U。

在战伤救治血液需求量的基础上可以对战时血液动员的总量进行预计。需要明确的是,战时血液的动员量不等于血液需求量,血液动员量必须多于血液需求量。确定血液动员量需要考虑的主要因素有:①由于作战行动的不确定性,储备血存在过期或浪费等可能;②在储存、运输、供应等环节有一定的血液损耗,如美军历次战争的损耗为 9% ~ 50%,平均为 29%,我军对越自卫还击战的血液损耗近 20%;③现代高性能武器可能造成大批伤员同时发生,血液需求集中;④个别伤员救治用水量巨大;⑤血液偏型造成血源相对紧张。因此,血液动员量为血液需求量的 2 倍较为稳妥。按中国每单位 200 ml 的标准,如果救治 1000 名伤员,则从理论上需要动员 3200 U 血液。

总体上,战伤救治血液需求量可按每名伤员 1.6 U (200 ml/U) 预计,血液动员量可按每名伤员 3.2 U 预计。战伤救治血液需求受战争样式、战伤类型、卫勤保障水平诸多因素的影响,很难精确预计,需战伤救治血液保障实践的不断检验和修正,而且还要特别注意借鉴战争实践最为充分的美军的战伤救治经验。

三、血液的战略储备

世界上真正实施了血液战略储备的国家只有美国,其理念源于美军在冷战时期的思维。了解美军实施血液战略储备的背景与现状能够加深对血液战略储备的理解与认识。

冷战时期,虽然从未发生过大规模的战争,但其思维模式一直深刻影响着 1948 ~ 1991 年间的军事领导人。冷战时期,占主导地位的战争场景构想是在北欧平原上的坦克战,有四五个前苏联坦克军与规模稍小但装备精良的北约部队作战。美军的空地作战条例预想是在开战的第 1 周,每天将会产生 10 万名伤员,血液需求总量为 16 万 U。预计的血液需求量是美国供血能力的 4 倍以上,而且超过了军方的转运能力和医务人员的血液输注能力。

1980年之后,美国国防部设想在战区解决血液短缺问题。主要的策略是提高空运运血能力,达到每天14 000 U;将伤员救治任务转交给北约盟国;研发可部署的血液处置设备、基于血红蛋白的血液代用品、冰冻血液。即使这些都能实现,但仅有3周保存期的血液还是难以实现有效的保障。

考虑到上述困难,美军与英国皇家陆军医务队(RAMC)合作,开展了一个冰冻血液项目。自19世纪50年代中期至今一直开展的这个项目,主要是由美海军资助。在越南战争、海湾战争期间的示范性项目,以及在意大利和日本冲绳建立的规模为10 000 U的冰冻血储备库,都明确显示了这项技术的局限性。美军曾最多储备了6万U冰冻血,并计划总共冰冻40万U血。但是,就如何在短时间内实施大规模的复苏并运送血液,对美军而言一直是一个需要破解的难题。

据有关网络资料,美军在海外有4个重要的战备血库(blood products depots, BPDs),部署在陆军Carroll基地(韩国)、陆军Humphries基地(韩国)、海军冲绳医院(日本)和海军Sigonella医院(意大利)。

隶属于太平洋和欧洲战区司令部的这4个战备血库(太平洋司令部3个,欧洲司令部1个)储备了大量的冰冻血液制品,以保障美军在解决武装冲突和应对突发事件的需要。战备血库主要用于保障美军武装行动初期的血液供应。随着武装行动的延续,从美国本土各血液中心采集的血液就能通过武装部队全血加工所(armed services whole blood processing laboratory, ASWBPL)和血液转运中心(blood transshipment centers, BTCs)运到战场,保障血液的持续供应。

战备血库独立运行,其血液储备计划由联合血液计划局(joint blood program office, JBPO)通过战区联合血液计划处(area joint blood program office, AJBPO)实施管理。战备血库的主要任务,一是冰冻储备血液制品,二是根据由联合血液计划局通过战区联合血液计划处下达的指示分发血液制品,三是进行冰冻红细胞复温、脱甘油后分配给血液供应分队(blood supply unit, BSU)。战备血库目前只储存冰冻红细胞和新鲜冰冻血浆(冰冻血小板技术尚未获得FDA批准)。

联合司令部将指定军种有关部门组建和管理各战备血库,其具体数量和位置可与联合司令部所属联合血液计划局、联合参谋部和战区联合血液计划处协商决定。战备血库储备的血液制品属战区物资,由联合血液计划局或战区联合血液计划处调配使用。

联合司令部下属的有关指挥机构负责战备血库的正常运转,提供必要的经费、设备和补给品。各军种负责为各战备血库提供人员及经费保障,并对战备血库工作人员进行冰冻红细胞脱甘油、应付紧急情况的训练。

战备血库工作人员的编配较灵活,有些是从美国陆军的后勤保障营中抽调的,有些是从血液供应分队或MTF选派的。大多数战备血库平时配备的人员不足100人。在应急作战的最初7~10天,战备血库的工作最为繁重,所以需要事先物色和训练好后备人员。

从已经掌握的资料看,美军以冰冻形式储备的血液规模有限,实际应用也有限。但是,美军毕竟掌握了一整套与其全球军事战略相适应的长期大规模储备血液方案,而且相应的技术、装备、标准、训练均已具备较高的成熟度,形成了一个值得参考与借鉴的模式。需要说明的是,美军模式并不是唯一的血液战略储备模式,各个国家的军队应当根据自己的实际情况确定适宜的模式。

四、血液的战略转运

将战伤救治所必需的血液从血液采集地域转运到伤员发生地域是一项非常具有挑战性的工程。在血液战略转运方面,美军最有经验,同样具备一整套的方案可借鉴。在血液战略转运的方案与模式之外,有一个更重要的问题值得高度关注,这就是血液战略转运的能力标准问题。

根据目前的血液保存技术能力、军事交通运输能力和卫勤机构救治能力,单纯从学术角度考虑,血液战略转运的能力标准应当是能够在 3000 分钟内将 3000 U 血液转运 3000 km,即 3 个 3000。

——3000 分钟。等于 50 小时,或 2 天又 2 小时。就目前血液的保存技术而言,使用不同的保存液配方,全血或红细胞悬液一般能够保存 21、35 或 42 天。大批量血液的采集、检验、加工一般需要 3 天的时间,如果能够再用 2 天左右的时间将血液转运到需求区域,那么血液就能够在需求区域保留较长的有效期,达到 16、30 或 37 天。美军有一个基本的能力标准,即战区血液保障机构提出的供血申请应当在 5 天内得到满足,确有其技术与勤务依据。

——3000 U。若只考虑全血或红细胞悬液,依据前述每名伤员 1.6 U 的血液供应理论标准,约能保障救治 1875 名伤员。若以传统战争中师救护所 1 昼夜通过 400 ~ 500 名伤员的最大能力计算,3000 U 血液约能够保障 4 个师救护所 1 昼夜的最大需求。现代战争特别是信息化条件下的局部战争,其伤员发生的特点与规律将与传统战争有很大的不同。根据近几场战争的战伤数据,预计战伤伤员的总量会有所降低,但重伤员的比例会有所增加,对血液需求的影响是一减一增,因而总的血液需求量预计暂不宜做过大的调整。因此,3000 U 的战略血液转运规模仍有其一定的现实意义。

——3000 km。具备大规模血液采集、加工、处理能力的血液中心通常位于大城市,而且大城市具备良好的交通运输基础设施,因而战时血液的战略转运应当以大城市为基点和起点。以大城市为圆心,以 3000 km 为半径画圆,将能够覆盖 2826 万 km^2 的面积。如果通过合理布局,将 3 ~ 5 个大城市组合起来,构成战略血液转运网络,就将能够覆盖更大的血液保障范围。就目前的交通运输能力而言,3000 km 的距离如果乘飞机需要用 3 小时左右,乘高铁列车需要 10 ~ 15 小时。再考虑包装、装载、卸载等环节需要的时间,在 3000 分钟内将 3000 U 血液转运到 3000 km 之外是能够实现的。

将血液战略转运的能力内涵界定清楚具有重要意义。以能力标准为目标,就能够进一步确定血液战略转运的基本模式、总体方案和适用装备。例如,美军就具备将 3200 U 血液在 2 天内转运到全球任一作战区域的能力。需要说明的是,血液战略转运能力的确定应当以军事战略为依据、以卫勤保障整体能力水平为准绳,3000 分钟、3000 U、3000 km 的提法仅为便于记忆与解读的学术性观点。

五、血液的应急采供

与其他战救物资相比,血液还有一个独特的优势,即每个人身上都有 5000 ~ 7000 ml 的血液,占体重的 7% ~ 8%,献血 400 ml 对机体不会有任何不良影响,机体完全能够代偿。因此,每个人实际上都是一个活的血库,在紧急情况下,是可以从这个“活血库”中抽取一定数量血液用于战伤救治的。医务人员献血、轻伤员献血的情况在百年野战输血史上相当常见。

在航空母舰、远洋舰船等特殊作战平台上,常规陆基血液保障模式不再适用,就需要在舰员、艇员之间建立互助性的献血链,发生伤员需要输血时即可应急采血。此外,还有一种情况需要实施应急采血,即出现需要大量输血救治的伤员时,为预防其因过量输入缺乏凝血因子的库存血而可能出现的凝血功能障碍,通常需要输入一定比例和数量的新鲜全血,这只能通过现场采集才能实现。

除了血液成分,美军在最近的几次战争中仍然坚持使用新鲜全血对战伤伤员实施复苏。2004~2005年驻扎在巴格达的第31战斗支援医院(31st CSH)就对其新鲜全血的使用情况进行了深入研究。美军的该项研究认为,基于后勤负荷、输血安全性和疗效方面的考虑,在大多数情况下不宜使用全血,但是在救治酸中毒、体温过低和凝血功能障碍的伤员过程中,新鲜全血具有比成分血更突出的一些优点。新鲜全血应当作为重要的补充物整合到临床输血方案中。

美军的该份研究报告认为,在需要大量输血的极端情况下,应当适当使用新鲜全血。大量输血通常被定义为在24小时内输注10 U以上的红细胞。然而,大量输血还有其他的定义,设定范围从48小时内输50 U到24小时内输20 U、3小时内输全部血容量的50%、4小时内需要输4 U压积红细胞的持续出血、血液流失超过150 ml/min,达到这些输血标准的都是危及生命的临床伤病类型。

全血不仅能够替代了成分血,还增强了野战医院的血库储备。当大量重伤伤员同时到达医疗队时,成分血的数量将变得相对不足。在这种情况下使用全血,能够增加血库的血液保障能力。例如,1993年10月,在索马里的摩加迪沙,24小时之内有125人受伤。当时血库没有血液制品,通过采集120 U的新鲜全血,救治才得以实施。

据美军第31战斗支援医院的报道,当群体伤员到达后,创伤外科医生评估伤情开始救治,血库立即发放不需交叉配血的O型血。一旦得到伤员的血液样品,立即配型,准备好一套由4 U红细胞、4 U新鲜冰冻血浆以及1个10小包冷沉淀组成的“大量输血包”,通常在30~45分钟内完成。此后,每30分钟追加1个输血包(减去冷沉淀),直到医生不再要求。预防性使用新鲜冰冻血浆未能明显减少输血量,但它的价值在于早期使用可以预防出凝血功能障碍。同理,准备冷沉淀是因为它能够快速得到。

同时,战斗支援医院采用了“流动血库”的方式启动新鲜全血的采集工作。当出现大批伤员或在大量输血情况下,立即从医院内全体人员或从“轻伤员”(身体健康且住在医院附近)中选择献血者。选择那些被定期筛查传染病、检测HIV、接种疫苗为最新的美国军队/政府的人员作为献血人群。献血者的血液样品随后被运回美国进行“正式”检测并跟踪结果,以保障全血输注的安全。

全血的采集按4 U来分组,这样每组4 U全血能够代替1个大量输血包(4 U压积红细胞和4 U新鲜冰冻血浆),并且在其他状况下也保持类似的操作。血液成分比例这一因素在其他大量输血的方案中起积极作用,但在这次全血方案的设计中不再是一个要考虑的因素。重要的是输全血的时机,当需要输血小板时计划提供2~3个大量输血包(预期于复苏开始后大约1小时启动),当输完这些血液后,将由输红细胞和新鲜冰冻血浆转为输全血。

六、血液的科技创新

科技创新对于战时血液保障水平的提升具有重要价值,野战输血理论与技术的进步具有

军用和民用双重效益。兰德斯坦就因为发现了人类红细胞 ABO 血型系统而获得了诺贝尔奖；第一次世界大战中最主要的医学科技进步就是输血技术的成熟；第二次世界大战中，强大的军事需求极大地驱动了军事输血医学的创新发展；当前输血医学的技术进步仍得益于不断进行的战争实践。回顾野战输血发展史，军队血液保障的科技创新主要围绕安全性、有效性、经济性三个主题展开，其创新历程就是三个主题之间趋于动态平衡的过程。

——安全性。输血的本质是组织移植，即将献血者的血液移植给受血者，与器官移植、皮肤移植有相似性，都必须防止免疫排斥反应或血液凝集反应，因而安全性是输血必须首先要考虑的问题。除了 ABO 血型系统，人类还存在其他血型系统，交叉配血在平时临床输血中必须严格实施；然而在战时，为适应野战条件，通常需要输注不需要交叉配血的 O 型血，因而对经血型转换获得的红细胞和通过干细胞技术获得的红细胞就有其现实需求。第二次世界大战中，美军发现血浆的复苏效果明显且保存期较全血及红细胞长，就向欧洲战场大量供应冻干血浆，但后来发现多人份血浆混合制备而成的冻干血浆存在严重的安全隐患，这驱使美军从血浆中提取了复苏效果相当但安全性更高的白蛋白用于战场救治。

——有效性。血液及其制品在战伤救治中的价值在于降低伤死亡率、提高治愈归队率。因此，战伤救治的效果就是衡量野战输血理论、技术、装备、标准、勤务的基准。例如，成分血的应用确能提高输血救治的安全性和针对性，但正如前文所述美军的经验，新鲜全血在多种情况下仍有其实用价值，要实现输血救治的有效性就仍然需要新鲜全血。再比如，新的战伤复苏理论是有限复苏而非充分复苏，以防止已经止血的受伤部位因充分复苏造成二次出血，这就对野战输血基本理论提出了一个新的挑战。

——经济性。军事后勤保障活动的实质是资源转化活动，即将社会资源转化为军事后勤保障能力，转化为军队战斗力。转化活动的效率、效益和效果，即转化活动的经济性是必须考虑的问题，因为相对于战争需求而言，资源总是有限的。战时血液保障活动同样也是资源转化活动，也必须考虑其经济性，要力争利用有限的血液资源实现血液保障效能的最优化。例如，经血型转换获得的 1 U 普通 O 型血或者是由干细胞技术获得的 1 U 普通红细胞，与经采集获得的 1 U 红细胞相比，由于增加了若干中间环节，其经济性就显然不够好。但是，如果通过干细胞技术获得的是 1 U 稀有血型红细胞，则其经济性就会好得多。同理，冰冻保存红细胞的，经济性就不如 4℃ 保存的红细胞，但如果冰冻保存的是稀有血型红细胞，则其经济性就会大大提高。再比如，安全性确有保证的冻干血浆，虽然其制备成本要高于冰冻血浆，但考虑到保存、运输、使用等因素，其总体成本要低于冰冻血浆，因而经济性反而要高一些。

展望未来，在现代科学技术的推动下，野战输血技术将面临一系列突破性进展，血细胞冻干保存技术将使血液可以在常温下长期保存，血液代用品的应用将大大减少人血液的采集与储备量，干细胞技术的成熟将使血液生产成为可能。野战输血理论与技术的突破将促使战时血液勤务与储运血装备发生深刻的变革，进而整体提升战时血液保障水平。

（雷二庆 李 芳 栾建凤）

I . 战时血液保障

1 美国战时血液保障

1.1 美军在历次战争中的血液保障^[1]

第一次世界大战

1915~1916年间,美国洛克菲勒研究所的佩同·劳斯(Peyton Rous)及其同事的研究使枸橼酸抗凝血技术、ABO血型交叉配血技术更加成熟并实用。劳斯的博士后、陆军预备役中尉奥斯瓦尔德·罗伯逊(Oswald Robertson)在1917年将这些输血技术带到了战场。当1918年3月大量美军医院和医生到达战场时,他们已经认识到输血是一种重要的复苏手段。

没有明确记载一战期间到底进行了多少次输血。战争末期,多数美军医院都开展了输血治疗活动,罗伯逊所发表的论文就描述了200例以上的输血治疗活动。罗伯逊还开设了一个输血技术培训班,每周能够训练6个小组。外科顾问哈维·卡什英(Harvey Cushing)记述在他的医院每天要输50 U血。据此可以估算,1918年的前三个季度共输注了1万U左右的血,这提示仅有一小部分伤员得到了输血治疗。

第二次世界大战

继承第一次世界大战的经验,英军在参加第二次世界大战时就具备了一个保障有效的、基于罗伯逊输血模式的血液供应系统。美国参战是在战争开始两年之后。由于在世界范围内的血液保障过于困难和危机,美国决定提供血浆(后来是白蛋白)用于治疗失血性休克。在北非、印度和南太平洋英军医院工作的美国军医很快发现,对于伤情相近的伤员,英国军医通过输注血液通常能救治成功,而自己却经常失败。由此,美军在1942~1943年间为每一支野战军建立了血液保障体系。1944年8月,由于欧洲战场和太平洋战场的血液需求巨大,美军不得不从美国本土空运血液到战场。

第二次世界大战的最后一年,美军在13个月间向战区共约运送了50万U血液。1945年3月达到峰值,为62 000 U,平均每天2000 U,是美军血液储运史上的最高值(图1-1)。当时,美军有1200万名军人,约占总人口的9%。美军的6个野战军部署在4个主战场,当月发生伤员约3000名。

在1944年12月和1945年1月,美军参加了极为激烈的“突出部战役”。在该次战役中,美

[1] JR Hess, MJG Thomas. Blood use in war and disaster: lessons from the past century. Transfusion, 2003, 43(11): 1622-1633

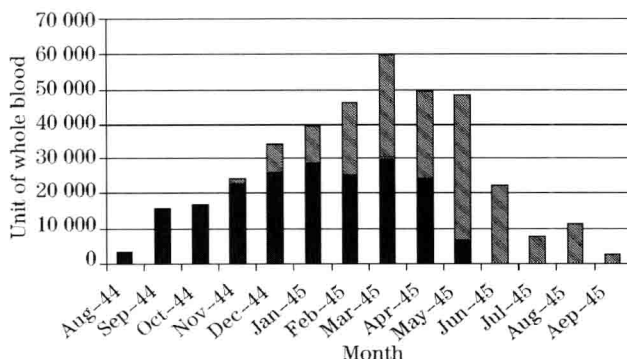


图 1-1 美军二战时从本土向欧洲(■)和太平洋战区(▨)转运的血液情况

军共发生 81 000 名伤员,从美国本土向战场运送了 45 000 U 血。寒冷的天气和缓慢的后送使许多伤员在后送途中死亡,有机会获得输血救治的伤员数量减少,进而降低了血液需求量。同时,战区野战医院也动员当时在法国境内的 200 多万名美国人采集了相当数量的血液。但是与总量相比,就地采血的数量还是较小,因为当时一个大型的野战医院也仅拥有 100 只可重复使用的血瓶。

二战期间,根据与军方的合同,美国红十字会至少采集了 1300 万品脱的全血用于制备冻干血浆、白蛋白(表 1-1)。美国红十字会自一战起就与军方保持着良好的关系。在其所采集的血液中,有一部分被用于制备血浆,一部分被运至前线医院,相当一部分用于民用,还有约 4% 被运至海外(表 1-2)(表 1-3)。考虑到当时人口不及现在的一半,而且大量消耗血液的老龄人口也不及现在多,所以按人均来算,当时每年采集的 400 万 U 血液,相当于现在每年要采集 1200 万 U 血液。

表 1-1 第二次世界大战中美军的血液来源¹

单位	总采血量 (品脱)	运至欧洲战区 血量 ² (品脱)	运至太平洋战区 血量 ² (品脱)	运至美国本土军队 医院血量 ³ (品脱)
美国红十字会	13 326 242	205 907	181 555	310 135
美陆军欧洲战区血库 ⁴	130 635			

1:统计时间范围为 1941 年 2 月 4 日~1945 年 9 月 15 日

2:O 型血

3:全部血型、血浆及全血

4:European Theater of Operations, U. S. Army; 基本为 O 型血;统计时间范围为 1944 年 4 月~1945 年 6 月

引自:AD-779 626. Military Blood Banking 1941~1973:35(Table 1)

表 1-2 送至欧洲战区美陆军医院的全血(1944 年 4 月~1945 年 6 月)

战区后勤地域(品脱)	美陆军区 ¹ (品脱)	总计 ² (品脱)
50 561	266 238	316 799

1:作战区只使用 O 型血

2:总损耗率为 15%

引自:AD-779 626. Military Blood Banking 1941~1973:35(Table 2)

表 1-3 送至欧洲战区美陆军前线医院血量与受血伤员比
(1944 年 4 月 ~ 1945 年 6 月)

受血伤员数	供血量(品脱)	血/伤比
340 351	266 238	1:1.33

引自:AD-779 626. Military Blood Banking 1941 ~ 1973:36(Table 3)

美红十字会所采血液中,有 697 579 U 送至军队医疗机构,有 10 299 470 品脱的血液被用于制成 3 147 744 U 红细胞(每单位 250 ml)和 3 049 636 U 血浆(每单位 500 ml)。1945 年 9 月 1 日开始用血浆生产白蛋白,所生产的 569 014 U 白蛋白共消耗了 2 329 175 品脱血浆。白蛋白被送到美海军医疗物资库。使用白蛋白时,建议每名伤病员 48 小时内不要超过 10 U,即 250 g。(引自:AD-779 626. Military Blood Banking 1941 ~ 1973:36)

在 1944 年 1 月时,人们还不太了解使用冻干血浆会传播肝炎的风险。随着认识的深入,在朝鲜战争中,美军将供应血浆替换为供应白蛋白。(引自:AD-779 626. Military Blood Banking 1941 ~ 1973:36)

表 1-1 和表 1-2 表明,在 1941 年 4 月 ~ 1945 年 6 月期间,欧洲战场使用了大量的 O 型血。这是人类战争史上第一次大规模使用全血。

二战期间,美国军方在血液保障方面的主要工作就是建立了一个全国性的血液保障体系,并从中提取一小部分供自己使用。随着战争的结束,全国性的血液保障体系也随之解体,其后建立的则是支离破碎的民间血液供应体系。

朝鲜战争

第二次世界大战结束 5 年后,朝鲜战争爆发。战争初始阶段,美军并无血液保障计划,前 70 天内没有向朝鲜战场运送任何血液。一切均处于无序状态,部队高度分散,最大的医疗救治机构是旅包扎站。直到 1950 年 9 月 6 日,第一批血液才随着第一个外科医院的部署到达朝鲜战场。血液保障计划的缺失只是总体战备不充分的一个具体体现。评价军队血液战备程度,可与地方血液保障水平进行比较。

美军为了满足战时的需求,与美国医院协会、美国卫生协会、红十字会和美国血库协会签订了合同,从民间获得血液供应,几乎 100% 的血液都从红十字会购买。美军根据第二次世界大战的经验,预计了血液的需求量。每 1 名存活的伤病员平均使用 1 U 全血、1 U 血浆或白蛋白。只使用鉴定为 Rh(D)阴性的 O 型血。血液在美国本土采集,由美国的加利福尼亚州特拉维斯空军基地和日本东京的 406 综合医疗实验室两个地方运往南朝鲜(当时不称韩国)。后来,淘汰玻璃瓶,改用塑料血袋。

医生喜欢使用 Rh(D)阴性 O 型血。使用的所有血液都是万能血。其优点是不用交叉配血;不需特殊的实验室技术;在前线较小的医疗救治机构也可以使用。在 1952 年的 50 000 次输血中,只有 4 次严重的溶血反应,造成急性肾衰竭。而这 4 例都是由于用了在当地采集的血液。使用塑料血袋后,败血症和栓塞并发症的发生率显著降低,血液的储藏时间也得到了明显延长。