


# 静脉输液

## 治疗学

主编 吴玉芬 彭文涛 罗 斌

 人民卫生出版社

# 静脉输液



## 治疗学

第 1 章 静脉输液



# 静脉输液



## 治疗学

主 编 吴玉芬 彭文涛 罗 斌

副主编 李 刚

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 迎	邓 静	史 铀	邢 红	向国平	孙 宁
李 刚	李 蓉	肖静蓉	吴玉芬	何 屹	何纯芝
沈小钢	林 嘉	罗 斌	官真水	孟宪东	胡兴伟
贾 平	陶莲德	彭文涛	蒋文春	曾 丽	熊 健

人民卫生出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

静脉输液治疗学/吴玉芬等主编. —北京: 人民卫生出版社, 2012.12

ISBN 978-7-117-16333-0

I. ①静… II. ①吴… III. ①静脉-注射-输液疗法  
IV. ①R457.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 238384 号

人卫社官网	<a href="http://www.pmph.com">www.pmph.com</a>	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	<a href="http://www.ipmph.com">www.ipmph.com</a>	医学考试辅导, 医学数据库服务, 医学教育资源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

## 静脉输液治疗学

主 编: 吴玉芬 彭文涛 罗 斌

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: [pmph@pmph.com](mailto:pmph@pmph.com)

购书热线: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 三河市宏达印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 32

字 数: 759 千字

版 次: 2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-16333-0/R·16334

定 价: 99.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: [WQ@pmph.com](mailto:WQ@pmph.com)

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

## 主编简介

**吴玉芬**,主任护师,从事临床护理管理工作 30 年,具有丰富的临床实践经验,2010 年获得四川省静疗专科护士合格证书。

现任:

四川省护理学会静脉输液专委会主任委员

成都市护理学会静脉输液专委会副主任委员

四川省护理学会静疗专科护士培训基地主任

四川省医学科学院·四川省人民医院普外科护士长

四川省医学科学院·四川省人民医院静疗小组组长

参与成立 PICC 中心,并开展 PICC 门诊,成功穿刺

PICC 千例次以上;参与院内、外静疗会诊数百例,解决了静脉输液并发症及置管困难等疑难问题。领导四川省人民医院静疗小组开展全院静疗改革与人员培训,且成功举办了四川省护理学会静脉输液专委会继续教育培训班 4 期,完成了全省静疗专科护士培训 6 期。在护理核心期刊发表论文数十篇;主编专著 1 部;拥有 11 项国家级实用新型专利,其中精确计量引流袋、分合式输液器、扣合式造口袋已在临床广泛应用,深受临床护士和患者的好评;主持科研课题多项。





**彭文涛**,副主任护师,从事临床护理工作 23 年,具有丰富的临床实践经验。2010 年获得护理学博士学位,毕业于清华大学北京协和医学院,曾留学美国 Johns Hopkins 大学。

现任:

四川省护理学会儿科专委会主任委员  
成都市护理学会儿科专委会副主任委员  
美国国际护理博士协会(INDEN)会员  
《中华现代护理杂志》审稿专家

对护理人力资源管理及儿科护理有较深入的研究,在静疗管理及人员培训方面具有较丰富的经验。主持和参与 10 余项国家级及四川省继续教育项目,承担四川省专科护士培训及护理院校课程授课。近年来,主持并参与教育部及省厅级课题 10 余项,获国家实用新型专利 5 项,撰写专著及教材 5 部,在专业期刊发表论文 30 余篇。



**罗斌**,外科学博士,主治医师,主要从事普外及胃肠外科临床、科研与教学工作。从事循证医学研究和临床实践十余年,完成多个系统评价及卫生技术评估,发表论文十余篇。并参编 2011 年人民卫生出版社出版的《静脉输液实用手册》。

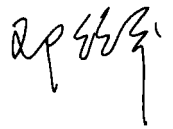
于 2007 年加入四川省医学科学院·四川省人民医院静疗小组,长期致力于静疗相关的理论研究、科研设计与管理等工作。同时作为四川省静疗专科护士培训基地师资,每年参与专科护士培训工作,主要讲授“静脉营养治疗”、“肿瘤病人静脉治疗”、“输液微粒的危害与预防”、“静脉输液与循证实践”等课题。并多次受邀为四川省护理学会举办的各类学术会议授课。

# 序

在护理实践领域中,静脉输液治疗是应用最多的一项实践活动。静脉输液治疗作为临床治疗与营养支持的重要手段,从单纯的技术操作逐渐发展为涉及多学科、多层面的知识与技能。二十世纪下半叶护理专科化得到快速发展,在欧美许多国家兴起高级护理实践活动,形成更独立地行使职能的静疗专科护士和临床护理专家群体,静脉输液治疗转向注重需要专业知识和技能的特定操作范围模式,逐渐形成一套完整的体系,成为备受关注的专业学科。

为了进一步适应我国静脉输液治疗专业化发展,提高医护人员的静脉输液治疗综合能力,我们根据临床工作实际需要编写了《静脉输液治疗学》。本书凝结了当今一批从事临床护理和护理教学资深医护人员的心血,他们扎实的理论知识和丰富的临床经验在书中展露无遗。《静脉输液治疗学》汇集国内外静脉输液治疗的新理论、新技术,结合临床静脉输液治疗实践和体会,内容全面、图文并茂,具有较高学术性和实用价值,实属指导广大医护人员临床输液实践的一本好书。希望本书的出版对提高静脉输液治疗质量、规范静脉输液操作技术、提供静脉输液优质护理服务能有所裨益,为深入推进我国静脉输液治疗发展提供有用的信息资源。

四川省医学科学院·四川省人民医院副院长  
四川省输血质量控制中心主任  
中国医院协会护理管理专委会常务委员



2012年8月

# 前 言

静脉输液治疗经历了近 500 年的发展,在静脉输液理论、技术、工具和设备等方面都获得了长足发展,在患者的治疗和抢救中发挥着不可替代的作用,成为临床治疗、护理的日常工作。为了提高静脉输液的安全性、有效性,规范静脉输液操作技术,实施成功的静脉穿刺并有效留置、减轻患者痛苦、减少相关并发症,静脉输液治疗专业护士必须通过不断学习,更新观念,提高静脉输液技术水平及相关领域的管理水平,才能更好地为患者提供高质量的服务。

即使在医学科学和医疗技术迅猛发展的今天,静脉输液仍是主要的临床治疗手段之一。在我国,大约 90% 住院患者需要接受输液治疗。既往静脉输液治疗由注册护士进行操作,缺乏系统的培训及专业认证,输液相关并发症时有发生。据统计,与静脉输液相关的医疗纠纷高达 30%。随着医学专业的发展、疾病谱的变化及人们保健意识的提高,世界各国相继掀起护理专科化浪潮,静疗小组及静疗专科护士应运而生。静疗小组及静疗专科护士的出现显著提高了医院静脉输液治疗质量,降低了静脉输液相关并发症,减轻了患者痛苦,同时也节省了大量医疗耗材。然而静疗护士的培养又是缓慢且艰巨的。静脉输液涉及十几个相关学科,要成为一名合格的静疗护士,除了过硬的临床操作技能外,还必须掌握血管解剖学、生理学、心理学、药理学、静脉输液治疗科研及循证实践等大量基础知识,以及英语、计算机检索等相关学科知识。

目前国内静脉输液相关的专著较少。两年前本书主编组织四川省医学科学院·四川省人民医院静疗小组成员及国内知名静疗专家编写的《静脉输液实用手册》,经临床应用反馈具有较好实用性及参考价值,但作为系统理论学习及学术参考仍有所欠缺。因此,《静脉输液实用手册》编写团队进一步充实静脉输液治疗领域的理论知识及最新进展而编撰本书。

《静脉输液治疗学》分为上、下两篇,共十二章,内容翔实,图文并茂,理论和实践相结合。包含静脉输液简史、相关解剖及生理学、药理学、器材管理、质量安全、各种输液技术



及并发症处理、导管穿刺操作流程及操作质量评分标准、导管维护、质量管理与风险管理、输血治疗及管理、相关法律、职业防护、特殊人群输液护理、静疗科研及循证实践等部分。汇聚当前静脉输液治疗护理的最新理论和技术,可作为提高和加强静疗专科护士的指导用书和操作指南,同时可供静疗专科护士培训理论教材及在校护理学生、医学生和医生阅读参考。

在本书的编写过程中,四川省医学科学院·四川省人民医院院领导及护理部给予了大力支持,本书的编者均为具有丰富临床静脉输液治疗护理实践经验的护理专家,他们在百忙之中抽出宝贵的时间并投入大量的精力,临床相关科室和护理同仁也提供了不少帮助,在此深表谢意。

因本书涉及内容广泛,编写时间有限,可能存在的不足及缺陷敬请广大读者斧正。

主 编

2012年11月



## 上篇 静脉输液治疗基础篇

<b>第一章 静脉输液治疗的专业化发展</b> .....	2
第一节 静脉输液治疗的发展.....	2
第二节 静脉输液治疗专科护士.....	21
第三节 静脉输液治疗小组运作模式.....	28
<b>第二章 静脉输液治疗器材及 PIVAS 管理</b> .....	37
第一节 静脉输液治疗器材种类及特点.....	37
第二节 静脉输液治疗器材的管理.....	51
第三节 PIVAS 的建设与管理.....	55
<b>第三章 静脉输液质量管理与风险管理</b> .....	68
第一节 静脉输液治疗的质量管理.....	68
第二节 静脉输液治疗的风险管理.....	73
第三节 静脉输液治疗患者、环境与设施准备 .....	90
第四节 静脉输液治疗相关法律及伦理问题.....	95
第五节 静脉输液治疗职业防护 .....	108
<b>第四章 静脉输液治疗的解剖学与生理学</b> .....	130
第一节 心脏解剖学.....	130
第二节 血管解剖学.....	138
第三节 血液的组成和理化特性.....	150
第四节 水、电解质、酸碱平衡.....	157
第五节 血管生理功能与静脉输液治疗.....	170
<b>第五章 静脉输液治疗的药理学</b> .....	175
第一节 静脉输液治疗药物性质与静脉输液治疗.....	175
第二节 静脉输液治疗原则及注意事项.....	178
第三节 调节水、电解质及酸碱平衡的药物及注意事项 .....	181
第四节 抗菌药物指导原则及注意事项.....	183

第五节	其他特殊药物的输液注意事项	193
第六节	静脉营养支持及注意事项	198
第七节	化疗药物的输液原则及注意事项	202
第八节	患者自控镇痛药物的管理	210
<b>第六章</b>	<b>输血治疗及管理</b>	<b>215</b>
第一节	输血发展史	215
第二节	输血治疗技术	217
第三节	血液成分与输血	221
第四节	红细胞血型与输血相容性检测	224
第五节	输血治疗护理技术	227
第六节	输血不良反应的防范及护理	238
第七节	经血传播疾病的防控策略	249
第八节	输血护理风险管理	251

## 下篇 静脉输液治疗实践篇

<b>第七章</b>	<b>静脉输液治疗相关技术</b>	<b>256</b>
第一节	头皮钢针静脉输液	256
第二节	留置针静脉输液	259
第三节	中等长度导管静脉输液	266
第四节	CVC 静脉输液	270
第五节	输液港静脉输液	278
第六节	PICC 穿刺技术及维护	286
第七节	塞丁格技术	303
第八节	动脉导管穿刺技术及维护	314
第九节	透析导管穿刺技术及维护	325
第十节	脐带导管穿刺技术及维护	338
<b>第八章</b>	<b>静脉输液治疗相关并发症</b>	<b>346</b>
第一节	静脉输液相关导管感染	346
第二节	静脉炎	355
第三节	渗出与浸润	365
第四节	静脉输液中的微粒污染	370
第五节	静脉输液常见问题及合并症	373
第六节	静脉置入输液导管相关性静脉血栓形成	385
<b>第九章</b>	<b>静脉输液治疗的相关应急预案</b>	<b>391</b>
第一节	静脉输液致空气栓塞的应急预案	391
第二节	静脉输液致急性肺水肿的应急预案	392
第三节	静脉输血反应的应急预案	394
第四节	静脉输液反应的应急预案	397

第五节	静脉输液过敏反应的应急预案	399
第六节	化疗药物外渗的应急预案	402
第七节	PICC 导管断裂的应急预案	404
<b>第十章</b>	<b>血标本的采集</b>	<b>407</b>
第一节	血标本采集前准备	407
第二节	常用血标本采集部位及方法	411
第三节	不同检验项目的血液采集要求	414
第四节	影响血标本检验结果的因素及对策	424
<b>第十一章</b>	<b>特殊人群患者的静脉输液护理</b>	<b>427</b>
第一节	儿科患者的静脉输液护理	427
第二节	老年患者的静脉输液护理	436
第三节	肿瘤化疗患者的静脉输液护理	440
第四节	传染性疾病患者的静脉输液护理	446
<b>第十二章</b>	<b>静脉输液治疗科研及循证实践</b>	<b>448</b>
第一节	静脉输液治疗科研实践	448
第二节	静脉输液治疗的循证实践	459
第三节	静脉输液治疗的卫生经济学	462
<b>附录</b>		<b>465</b>
附录 1	静脉置管知情同意书	465
附录 2	PICC 操作记录	466
附录 3	B 超引导下 PICC 操作记录	467
附录 4	经外周静脉穿刺中心静脉置管(PICC)出院健康教育	469
附录 5	静疗小组文件体系	470
附录 6	护理人员输液操作行为规范管理程序示例	473
附录 7	作业指导书示例	474
附录 8	记录表单示例	475
附录 9	导管相关血流感染预防与控制技术指南(试行)	476
附录 10	抗生素的皮试液配制及注意事项	478

---

上 篇

静脉输液治疗基础篇

---

# 第一章

## 静脉输液治疗的专业化发展

静脉输液治疗(intravenous therapy)指通过静脉途径注入液体、药物、营养支持及输血治疗,是一项具有高度技术性和专业性的治疗方法。早期仅用于危重患者,如今静脉输液已成为临床治疗与营养支持的重要手段,甚至扩展到家庭、护理机构、医生诊所及社区等。随着科学技术的创新、临床实践的深入和护理服务的发展,静脉输液治疗从单纯的护理技术操作逐渐涉及多学科、多层面的知识与技能,成为备受关注的专业领域。

### 第一节 静脉输液治疗的发展

静脉输液治疗始于17世纪,历经近500年的波折,在20世纪逐渐形成一套完整的体系,在输液治疗理论、技术、工具、设备等方面取得长足进步,静脉输液的安全性、科学性和有效性得到极大提升。

#### 一、国外静脉输液治疗的发展历程

##### (一) 静脉输液治疗的早期实践(17世纪)

人类输血史上最早的记载出现于1492年罗马教皇英诺森八世病危,意大利一名叫卡鲁达斯的医生将三名童男的热血直接给教皇口服,结果并未挽救教皇生命,反而导致三名儿童因大量失血而死亡。虽然从现代观点来看,这样的输血无异于谋杀,但它毕竟是人对人输血的开端,具有重要历史意义。

1615年,德国化学家 Libavious 将输血方法著书立传,重新提出人对人输血的概念,但当时还不能进行实际操作。输血概念是静脉输液治疗的开端,经过几个世纪之后,人对人输血才成为可能,又经过了更长时间才出现安全的输血技术。

随着17世纪实验科学的兴起,人体生理解剖学有了许多重要发现。1628年,英国医生 William Harvey 经过长期研究,用动物实验阐明了血液在体内的循环方向,建立了血液循环理论,澄清了人们对血液的错误概念,引起了医学界的极大震动。这一发现不仅为以后的输血奠定了基础,而且也启发人们往血管内注射药物,借助流动的血液把药物带到全身,从而起到治疗作用。William Harvey 被称为现代静脉输液治疗的鼻祖。

1656年,英国著名建筑师 Christopher Wren 朋友家的一条爱犬不幸患了重病,Wren 获悉后自告奋勇充当医生进行救治。他尝试将狗膀胱作为输液容器,把吗啡溶液装入狗膀胱内,然后连接一根削尖的羽毛管,将吗啡通过羽毛管注入病犬的前腿静脉里,以减轻

病犬的痛苦。1662年, Johann Major 首次成功将未纯化的液体化合物输入人体静脉内,由于输液部位感染,患者未能存活。1665年,欧洲勃兰登堡侯国御医约翰·西吉斯蒙德·埃尔斯霍尔茨在他出版的《新灌药法及方式方法》一书中提及: Wren 当初使用的尖头羽茎就像一个空心针。无疑, Wren 开创了静脉输液治疗的先河,遗憾的是, Wren 的这项发明并没有被广泛应用于临床实践中。初始的静脉注射操作由于缺乏无菌技术的保障,药品本身也难以达到今天的纯度和要求,因此这项发明就此“夭折”。

1665年,英国医生 Richard Lower 对濒死的狗进行成功输血,通过银管连接两狗的颈动脉和颈静脉,从而证实了输血理论。成功的试验坚定了他将动物血液输入人体的信念。《旧约全书》提出,血液即生命力、情感、遗传,古代人认为这些特性会通过输血进行传播,由于动物血液不会被热情、恶习和其他人类特质所破坏,因此将动物血液用于治疗人类疾病。人们认为羊性情温顺、圣洁,故而羊血是最合适的血源。1667年11月23日, Lower 受皇家协会邀请为一名自觉“不平衡”、“脑子热”的青年男子输入少量羊血以求改变其行为,输血后患者无任何不良反应。当6天后患者在英国皇家协会报告自我感觉,其结果震动了当时的社会。在医学史上, Lower 被公认为最早试行输血的先行者之一。

1667年,法国皇帝路易十四的医生 Jean Baptiste Denis 为一位长期发热昏睡、经多次治疗性放血仍无好转的15岁男孩输入羊血,患者身体有所恢复。Denis 的成功引发人们纷纷尝试动物与人体之间的输血。从一些17世纪的油画上可以看见用羊血对人输血的情景: 健壮的公羊被缚在凳子上,颈部的毛发被剃光,割破的颈动脉内插有一根管子。管子的另一端是较细的针头,刺入患者腕部的血管中。羊缚在高处,患者躺在低处,羊血向患者的血管不断流去。但是,许多患者发生窒息、血液凝集,羊和人一起死去。动物与人体之间输血的混乱应用导致了诸多灾难性后果,教堂和法国国会于1687年敕令禁止将动物血输入人体,输血从此中断了一个半世纪之久(图1-1)。



图 1-1 早期的人与动物输血实验

## (二) 静脉输液治疗发展的里程碑(19世纪)

1. 输血治疗 1818年,英国生理学家及产科医生 James Blundell 发现濒死的狗若能及时输入另一只狗的血液即可获救,由此产生了将人的血液输给分娩大出血产妇以挽救其生命的设想。1834年,他先后给11位分娩大出血的产妇输入人血,其中5例产妇成功获救。Blundell 证实动物血液不适合输入人体,只有人血才是安全的。Blundell 成为第一位同种输血的成功者,他的成功再一次激起医学界对输血的兴趣,但是由于当时对血型缺乏了解,输血并发症的发生率极高,输血的成功或失败缺乏科学解释,只能被认为是运气(图1-2)。

排除异种输血后,为解决血液凝固的抗凝问题,英国产科医生 Hicks 首次使用磷酸钠

抗凝剂,随后瑞士生理学教授 Arshus 改用草酸盐作抗凝剂,最终选择了无毒的柠檬酸盐。

输血的抗凝完成后,溶血反应无疑是最大难题。德国病理学家 Ponfik 和 Landois 进行了系列研究。1874 年, Ponfik 提出血红蛋白尿源于供血者的血细胞破坏。Landois 于 1875 年发表关于大量输血病例分析研究的论文,认为输血失败是“血液不合”或“血液相异”导致溶血反应。至此,安全输血曙光初露。



图 1-2 人体同种输血试验

2. 静脉输液治疗 1831 年的欧洲霍乱流行是静脉输液治疗发展史上的一个

重要事件。霍乱自印度传入欧洲,少有英国医生见过此疾病。爱丁堡大学毕业的医生 William Brooke O'Shaughnessy 发现霍乱患者的血液中丧失了大量的钾、钠及体液,建议通过静脉补充盐水。这一在当时被认为是天方夜谭般的设想被英格兰医生 Thomas Latta 次年付诸实践,Latta 经静脉给霍乱患者输入大量煮沸后的盐水,使患者的症状得到显著改善,被认为是第一位成功奠定人体静脉输液治疗模式的医生。而且,Latta 在为患者输液的过程中还观察到由此产生的“注射热”,即现代医学所说的“输液反应”,然而当时还无法解释其中原因。由于当时的医学界盛行“毒血症”一说,苏格兰人的治疗并未得到主流肯定,霍乱患者 2/3 的死亡率也使其备受质疑。此后人们对静脉输液治疗进行了更多尝试,采用糖、蜂蜜、牛奶、蛋清、鱼肝油等进行输注,但极少获得成功。从 1835 年至 1890 年,静脉输液技术发展缓慢。

19 世纪后期出现无菌术及麻醉技术,为 20 世纪实施更安全的外科手术奠定了基础。重大的外科手术常常需要保持体液平衡,因此,静脉补液逐渐成为术后患者治疗方案的重要组成部分。关于渗透作用的首次报道出现于 1822 年,随后于 1877 年发现渗透压原理。1876 年,英国生理学家 Sidney Ringer 率先提出复方电解质溶液的概念,配制了含有钠、氯、钾和钙等电解质的静脉注射生理溶液。后来人们根据 Ringer 的溶液配方研制了林格液。虽然早在 1890 年就有医学文献强调对注射器和溶液进行灭菌,但是当时液体引起的发热反应仍然十分常见,成为静脉输液治疗的最大障碍。

3. 输液相关的感染控制 19 世纪中后期,对细菌学、药学、病理学的不断了解促进了新方法的产生。维也纳产科医生 Ignaz Semmelweis 首次发现洗手与预防感染之间的相关性,被认为减少了 1846 年至 1848 年期间 90% 的产妇死亡。德国病原细菌家罗伯特·科赫分离出多种病原微生物,人类对疾病的认识进入全新时代,无菌技术日益受到重视。过去静脉注射后出现的种种问题也得到了有力解释:经静脉注射的液体可能受到病原菌的污染。

1860 年,Louis Pasteur 创建了疾病的细菌理论,证实细菌生长导致谷氨酸发酵和化脓。在此理论基础上,格拉斯哥大学的外科学教授 Joseph Lister 提出细菌引起伤口化脓的假说,并首次使用消毒剂控制输血感染。他推测,通过杀灭微生物、阻止污染空气接触伤口



可以预防伤口感染。1867年, Lister 报道了关于应用石碳酸(苯酚)喷雾作为杀菌剂的研究,人们开始在外科手术时使用消毒技术,对与患者接触的所有物品进行消毒成为当时的普遍实践。

1889年, Johns Hopkins 医院的 William Halsted 因其手术室护士的双手对术前使用的洗手液(升汞)过敏,于是让固特异橡胶公司为该护士制作了一双橡胶手套。此后,手套逐渐在临床推广应用,从而消除了外科手术中最重要的感染源。今天,橡胶手套不仅为患者也为医护人员提供保护,制造手套的材料也不再仅限于橡胶,出现了各种各样的合成材料。

### (三) 静脉输液治疗的快速发展(20世纪)

1. 输血治疗 1900年,奥地利维也纳大学病理解剖研究所助教 Landsteiner 研究了22份人的血清和红细胞,发现有些人的血清会与某些人的红细胞发生凝集,确定了人类最初的三种血型,即A型、B型、O型,首次宣告开辟了现代输血的道路, Landsteiner 因此荣获1930年的诺贝尔医学奖,被誉为“血型之父”。1902年,捷克医生 John Jansky 发现人的第四种血型(AB型),从而确立 ABO 血型分类,使得经静脉输液成为安全的急救手段。1907年, Ludvig Hektoen 建议通过献血者和受血者之间的交叉配血以提高输血安全性。1911年, Reuben Ottenberg 完成了首例采用血型和交叉配血的输血实验,提出采用供血者的血清与受血者的红细胞发生凝集反应的安全输血是可行的,而使用供血者的红细胞与受血者的血清发生凝集反应的输血是危险的。此外, Ottenberg 还观察到血型的孟德尔遗传,并认识到O型血的通用性。1908年开始在临床应用血液配型方法。1912年,美国麻省总医院的客座医师罗杰·李和怀特博士共同阐述并发展了“李-怀特”凝固时间。罗杰·李还进一步证明了各种类型的血液均可输给AB型患者。

法国外科医生亚历克西斯·卡雷尔于1908年设计了一种防凝血方法,用外科缝合线将献血者的动脉和受血者的血管相缝合。他首次使用该技术挽救了朋友儿子的生命,这一并不可行的输血方法为后来成功的器官移植奠定了基础,卡雷尔因此获得1912年的诺贝尔医学奖。

1939年, Levine 等发现1例O型血妇女在输入其丈夫的O型血后,她的血清可凝集其丈夫的红细胞。后来这名妇女分娩死胎,胎儿解剖发现存在严重溶血。他们推测该胎儿通过遗传从其父获得了一种其母缺乏而能形成某种抗原的物质,使其母在妊娠时产生与此相对应的抗体,此抗体再通过胎盘进入胎儿体内导致胎儿红细胞破坏。1940年, Landsteiner 和 Winer 将恒河猴的红细胞注入家兔体内,使其产生抗恒河猴红细胞抗体,进一步发现该孕妇的血不与兔抗恒河猴血清凝集,而其丈夫的血则发生凝集。这说明其丈夫的红细胞膜上具有恒河猴红细胞膜上同样的抗原,故称Rh阳性血型,不凝集者则为Rh阴性血型。1939年, Levine 和 Stetson 发现了抗Rh抗原,1940年又发现了Rh因子。Rh因子的鉴别继ABO血型系统之后成为输血界的又一重大突破,抗Rh抗原对妊娠异体免疫的作用阐明了新生儿溶血症的发生机制,对于安全输血具有重要意义。

奠定现代输血事业基础的外部因素是第一次世界大战的爆发。在第一次世界大战期间,3个国家的4名科学家几乎在同一时间段独立地发表了解决血液凝固的方法。1914年比利时的A. Hustin、1915年阿根廷的L. Agote、美国的Richard Lweisohn和R. Weil同时发现了采用枸橼酸钠抗凝的方法。1916年,弗朗西斯·路斯和特纳采用柠檬酸盐的葡萄