

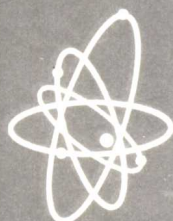
放射医学系列专著



辐射血液学 - 基础与临床

FUSHE XUEYEXUE JICHU YU LINCHUANG

主编 陈家佩 毛秉智



军事医学科学出版社

放射医学系列专著

辐射血液学 - 基础与临床

主 编 陈家佩 毛秉智

军事医学科学出版社

·北 京·

内 容 简 介

《辐射血液学—基础与临床》为放射医学系列专著之一,该书系统论述血液系统辐射损伤及修复的规律和机理以及与急性放射病防治的关系。全书主要包括:概论、放射生物学基础、从造血干细胞到成熟血细胞的血细胞生成各阶段造血细胞及造血调控因素的辐射效应,辐射血液学在急性放射病防治的关系、中医药对辐射血液学的认识和防治等。资料新颖,内容翔实。

本书可供放射医学、临床血液学、临床肿瘤学以及相关学科研究、教学、医务人员及研究生参考。

* * *

图书在版编目(CIP)数据

辐射血液学—基础与临床/陈家佩,毛秉智主编. —北京:军事医学科学出版社,2002
(放射医学系列丛书)

ISBN 7-80121-348-3

I. 辐… II. ①陈… ②毛… III. 放射病—血液疗法 IV. R818.052

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 010406 号

* *

军事医学科学出版社出版

(北京市太平路 27 号 邮政编码:100850)

新华书店总店北京发行所发行

潮河印刷厂印刷 春园装订厂装订

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:17.25 字数:427 千字

2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月第 1 次印刷

印数:1-3000 册 定价:29.00 元

(购买本社图书,凡有缺、损、倒、脱页者,本社发行部负责调换)

放射医学系列专著

组织委员会、编辑委员会名单

组委会 贺福初 沈廷才 刘雅珠 陈惠鹏
徐天昊 李世彦 张铭芳 周正鸣
周平坤 毛秉智 胡向军

编委会 吴德昌 毛秉智 陈家佩 龚诒芬
王德文 金瑾珍 郭 勇 王秉伋

《辐射血液学 – 基础与临床》

编辑委员会

主 编 陈家佩 毛秉智

编 者 (以姓氏笔画为序)

从玉文 王立生 毛秉智

陈肖华 陈家佩 高 月

总 序

我所于 1958 年建立。40 多年来,在总后党委、院党委的关怀和正确领导下,全所几代科技工作者齐心协力,艰苦奋斗,拼搏创新,获得了包括国家科技进步特等奖在内的 23 项国家奖和 82 项军队科技进步二等奖以上的成果奖。通过对放射病防、诊、治系统的研究,建立了急性放射病早期分类诊断和临床诊断的方法,提出了重度骨髓型急性放射病综合治疗原则,放射病治疗达到了国际先进水平;研究出一批具有我国特色、国际先进的抗辐射药物;开展了放射防护学、辐射剂量研究和核事故医学应急、环境放射性水平调查与卫生评价研究,解决了部队放射防护的主要问题;在急性放射病基础研究方面,实验血液学、微循环、辐射损伤病理、生物化学研究取得了很大进展,促进和推动了急性放射病防、诊、治水平的提高,带动了一批相关学科的发展,培养了一批放射医学研究人才。

我所 40 年的辉煌,40 年的发展,是老一代科技工作者艰苦创业、开拓奋斗的结晶,他们为放射医学研究贡献了毕生精力,在各自的研究领域为放射医学研究事业作出了历史性的贡献。进入 20 世纪 90 年代,建所初期入所的老科技人员陆续到了离、退年龄,他们在放射医学研究领域辛勤耕耘数十载,积累了丰富的经验,这是一笔十分宝贵的财富。在 21 世纪,我所肩负着新的历史使命的年轻一代科技工作者面临着新的机遇和挑战,因此,将老一代科技工作者几十年积累的宝贵知识财富继承和发展,完成老新传承,是促进我所在新的世纪创造新的业绩,步入新的辉煌的重要措施。

鉴于此,所党委决定由一批放射医学研究领域的知名专家牵头,利用 2~3 年时间撰写出放射病治疗、抗辐射药物、生物剂量诊断、物理剂量诊断、放射病理学、放射毒理学等汇集我所几十年研究成就,同时启迪后人的放射医学系列专著。这套专著将系统地总结我所 40 多年的研究成就,并前瞻性地提出本学科领域的前沿问题和最新进展。据我所知,这套放射医学系列专著为我国第一套系统介绍放射医学研究进展的专业著作,希望这套专著的出版对于推进我国放射医学研究将产生积极影响。

军事医学科学院
放射医学研究所所长

贺福初

二〇〇〇年十月

序

辐射血液学是放射医学的重要学科分支,也是实验血液学和临床血液学的组成部分。辐射血液学主要研究造血系统的辐射生物效应及其与急性放射病病情和防诊治的关系。在国民经济各领域广泛应用核能和核技术并取得巨大经济和社会效益、推动人类社会和文明进步的同时,电离辐射对人体的损伤作用也更被人们所认识。造血系统对电离辐射高度敏感,辐射后造血系统的损伤效应的大小常与整体放射效应的强弱、病情重轻及预后劣佳平行;造血功能低下所诱发的感染、出血和严重贫血是急性放射病致死的重要原因;减轻造血功能损伤更是急性放射病防诊治的关键环节。撰写辐射血液学专著以增强对造血系统辐射病理生理学基础及其临床的了解十分必要。

本书内容涵盖血细胞生成的生理学基础,造血器官的辐射损伤,造血干祖细胞的辐射损伤,骨髓前体细胞和外周血细胞的辐射损伤,造血微环境的辐射损伤,辐射造血损伤的临床表现和远后效应,血液学指标在急性放射病诊治中的应用,辐射损伤的血液学治疗及中医学对辐射造血损伤的认识和防治等十一章。资料新颖丰富,内容翔实,注意了理论和实践的结合,基础与临床的结合,分子基因水平与整体水平的结合,是一本对研究、教学和临床工作者都有参考价值的专著。书中提出的辐射血液学研究现状及不足为今后辐射血液学的发展及应用提供了很好的思路。

在当今血液学领域中理论知识不断更新,高新技术不断涌现的年代,写一本辐射血液学基础与临床的专著是一项庞杂的工作。本书编者都是长期从事辐射血液学工作的人员。他们在总结了自己的实践经验,汇集了国内外有关资料,参考了以往类似著作的基础上,撰写了本书以飨读者。我相信这本书的出版将会有助于辐射血液学的学科发展及急性放射病诊治知识的普及和提高。

中国科学院院士

吴祖泽

2001年6月

前 言

造血系统对辐射高度敏感。造血系统辐射损伤是急性放射病中感染、出血、贫血等并发症发生的重要基础,与急性放射病病情的轻重、病程的长短、恢复的快慢以及结局的好坏关系密切,是在急性放射病防治研究中的关键问题。本书在血液生理的基础上,重点阐述了血液系统辐射损伤在器官、组织、细胞、分子乃至基因水平的变化规律和发生机理以及辐射血液学在放射损伤防治中的作用和意义。全书共分十一章。第一、二章介绍了与辐射血液学密切相关的放射生物学基础知识。第三章为血细胞生成的生理学基础及其新进展。第四章到第七章叙述了造血器官、血细胞生成各发育阶段细胞及其调控因素的辐射损伤及恢复。第八章到第十章涉及血液学在放射损伤防治中的重要意义。专设第十一章介绍中医对放射损伤的认识和中医理论及中药在改善辐射后造血功能中的作用。上述内容虽独立成章。但仍具内在联系。书中函括了国内外最新资料 and 观点,提出了本领域研究现状和存在的问题,内容丰富,资料新颖,注重了理论和实践的结合及基础与临床的联系。可供从事放射医学、实验血液学和临床血液学及肿瘤学研究、教学和临床医生参考。

有关辐射血液学专著国外在 20 世纪 70 年代曾出版过一本。国内在 90 年代初由刘及主编了《辐射血液学》,本书作者参与撰写了该书。自该书出版后的 10 余年中,实验血液学、放射生物学及辐射血液学领域内有了很多新进展。本书参考了这些专著,汇集了新资料,由陈家佩、毛秉智主编,从玉文、王立生、陈肖华、高月等参与编写而成。

本书为放射医学系列专著之一。编写中得到军事医学科学院放射医学研究所系列专著编写领导小组的指导和支持,吴祖泽院士作序,夏寿萱教授参与审改、张东蕾助理协助出版事宜,在此一并表示感谢。

本书内容广泛,涉及学科专业很多,不足之处实难避免,恳请读者批评指正。

编 者

2001.4

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 辐射血液学的内容	(1)
第二节 辐射血液学研究历史	(2)
一、造血系统形态学研究阶段	(2)
二、造血系统功能学研究阶段	(2)
三、造血系统调控研究阶段	(2)
四、造血系统细胞分子生物学研究阶段	(2)
第三节 辐射血液学研究现状与不足	(3)
第二章 辐射血液损伤的放射生物学基础	(5)
第一节 电离辐射的种类和作用	(5)
一、电离辐射的种类	(5)
二、电离辐射的直接作用与间接作用	(7)
三、电离辐射作用的靶学说和靶分子	(9)
第二节 电离辐射的生物学效应	(11)
一、电离辐射的分子生物学效应	(11)
二、电离辐射的细胞学效应	(13)
三、电离辐射对机体各系统的效应	(21)
第三节 影响辐射生物效应的主要因素	(21)
一、辐射的因素	(21)
二、机体的因素	(23)
第三章 血细胞生成的生理学基础	(30)
第一节 造血干细胞和造血祖细胞	(30)
一、造血干细胞存在的根据	(30)
二、造血干细胞的特征及分离纯化	(31)
三、造血干细胞的检测方法	(33)
四、成造血-血管细胞	(34)
五、造血干细胞可塑性	(35)
六、造血祖细胞及其测试	(35)
第二节 造血微环境	(37)
一、造血微环境的基本结构	(37)
二、造血微环境的功能	(39)
第三节 造血调控	(41)
一、体液因子的调控作用	(41)
二、造血微环境的调节作用	(43)
三、造血调控中转录因子的作用	(44)
第四节 血细胞生成的动力学	(47)

一、血细胞生成的动力学分析	(47)
二、粒细胞生成的动力学特点	(48)
三、红细胞生成的动力学特点	(49)
四、巨核细胞及血小板生成的动力学特点	(52)
五、其他血细胞生成的动力学特点	(53)
第五节 个体发育中造血活动的变迁	(53)
一、造血干细胞的发生和迁移	(54)
二、造血干细胞迁移的分子机制	(56)
第四章 造血器官的辐射损伤	(59)
第一节 骨髓的辐射损伤	(60)
一、骨髓的正常结构	(60)
二、骨髓的辐射后变化	(61)
第二节 胸腺的辐射损伤	(62)
一、胸腺的正常结构	(62)
二、胸腺的辐射后变化	(63)
第三节 脾脏的辐射损伤	(64)
一、脾脏的正常结构	(64)
二、脾脏的辐射后变化	(65)
第四节 淋巴结的辐射损伤	(66)
一、淋巴结的正常结构	(66)
二、淋巴结的辐射后变化	(67)
第五节 肝脏的辐射损伤	(68)
一、肝脏的正常结构	(68)
二、肝脏的辐射后变化	(69)
第五章 造血干/祖细胞的辐射损伤	(71)
第一节 造血干细胞的辐射损伤	(72)
一、造血干细胞的辐射敏感性	(73)
二、造血干细胞的剂量-存活曲线	(78)
三、造血干细胞的即刻(辐射)效应和照射后效应	(82)
四、造血干细胞辐射损伤的变化动态	(83)
第二节 造血祖细胞的辐射损伤	(89)
一、造血祖细胞的辐射敏感性	(89)
二、造血祖细胞的剂量-存活曲线	(94)
三、造血祖细胞辐射损伤的变化动态	(96)
第三节 低剂量率连续照射的血液学效应	(99)
第六章 骨髓前体细胞和外周血细胞的辐射效应	(107)
第一节 骨髓前体细胞的辐射损伤	(107)
一、辐射后骨髓像的变化	(107)
二、各系骨髓前体细胞的辐射效应	(111)

第二节 外周血细胞的辐射效应	(115)
一、白细胞的辐射效应	(116)
二、淋巴细胞的辐射效应	(123)
三、血小板的辐射效应	(128)
四、红细胞的辐射效应	(130)
第七章 造血微环境辐射损伤	(136)
第一节 造血微环境辐射损伤	(136)
一、两次照射法检测造血微环境辐射损伤	(136)
二、皮下埋骨检测造血微环境辐射损伤	(138)
三、局部照射法检测造血微环境辐射损伤	(138)
第二节 造血器官中微血管系统的辐射损伤	(139)
一、造血器官微血管系统的特点	(140)
二、造血器官微血管系统的辐射损伤	(142)
三、造血器官微血管系统辐射损伤的意义	(145)
第三节 造血基质细胞的辐射损伤	(146)
一、造血基质细胞的辐射敏感性	(146)
二、造血基质细胞的剂量-存活曲线	(148)
三、造血基质细胞辐射损伤的变化动态	(149)
第四节 造血细胞因子的辐射损伤	(152)
一、造血细胞因子与造血调控	(153)
二、造血细胞因子的消长规律	(154)
三、照射机体对造血细胞因子的需求	(159)
四、照射造血因子变化的可能机制	(164)
第八章 辐射造血损伤的临床表现和远后效应	(167)
第一节 辐射造血损伤的临床表现	(167)
一、造血功能障碍和全血细胞减少	(167)
二、感染并发症	(173)
三、出血并发症	(175)
四、物质代谢紊乱	(178)
第二节 辐射造血损伤的影响因素	(178)
一、照射剂量	(178)
二、照射条件	(179)
三、照射剂量率	(180)
四、治疗技术进展的影响	(180)
第三节 辐射造血损伤的远后效应和可能机制	(181)
一、贫血	(181)
二、白血病	(181)
三、骨髓增生异常综合征	(183)
四、免疫功能低下或偏低	(184)

第九章 血液学指标在急性放射病诊断中的应用	(186)
第一节 血液学指标在急性放射病早期分类诊断中的应用	(186)
一、照后早期血红蛋白含量的变化	(186)
二、白细胞数的早期变化	(187)
三、淋巴细胞数的变化	(187)
第二节 血液学指标在急性放射病临床诊断中的应用	(187)
一、照后白细胞总数的动态变化	(188)
二、照后血小板数的动态变化	(189)
三、照后血红蛋白含量和红细胞数的动态变化	(190)
第三节 其他血液学相关指标的诊断学意义	(190)
一、染色体畸变分析	(191)
二、淋巴细胞微核检查	(195)
三、红细胞膜血型糖蛋白 A(GPA)基因突变	(196)
四、次黄嘌呤磷酸核糖基转移酶基因突变	(197)
第四节 血液学指标在急性放射病治疗上的指导意义	(199)
一、白细胞总数的变化	(199)
二、血小板数量的变化	(200)
三、血红蛋白含量的变化	(200)
四、血栓弹力图及出凝血指标	(200)
五、免疫球蛋白含量的变化	(200)
第五节 影响血液学指标的因素	(201)
一、药物的影响	(201)
二、输血及其有形成分的影响	(201)
三、造血生长因子的影响	(201)
第十章 辐射损伤的血液学治疗	(204)
第一节 保障和促进造血恢复的一般对症措施	(204)
一、控制并发症的措施	(204)
二、促进造血功能恢复的一般治疗措施	(206)
第二节 血液成分的输注—替代治疗	(206)
一、全血的输注	(206)
二、白细胞悬液的输注	(207)
三、血小板悬液输注	(209)
四、血浆或血浆成分的输注	(210)
第三节 造血生长因子的应用	(212)
一、主要造血生长因子简介	(212)
二、造血生长因子防治急性放射病的实验研究	(214)
三、造血生长因子在急性放射病临床治疗中的应用	(215)
四、造血生长因子应用中的几个问题	(216)
第四节 造血干细胞移植	(218)

一、骨髓造血干细胞移植	(219)
二、胎肝造血干细胞移植	(231)
三、外周血造血干细胞移植	(233)
四、脐带血造血干细胞移植	(234)
第五节 基因治疗	(237)
一、基因治疗概念	(237)
二、基因治疗的实验研究	(239)
三、基因治疗的临床应用概况	(242)
四、急性放射病基因治疗的可能性	(247)
第十一章 中医学对辐射造血损伤的认识和防治	(255)
第一节 中医对辐射造血损伤的认识	(255)
一、病因	(255)
二、病机	(255)
第二节 辐射造血损伤的辨证施治	(257)
一、卫气营血辨证	(257)
二、六经辨证	(258)
第三节 历年军事医学科学院放射病研究所辐射造血防护药物研究经验及 研究现状	(258)
一、积累经验	(258)
二、药物筛选	(259)
三、筛选途径	(259)
四、辨证施治	(260)
五、研究现状	(260)
第四节 中药现代化与辐射造血防护药物研究	(261)
附录	(262)

第一章 概 论

1895 年 Roentgen WC、Becquerel H 以及 Curie 夫妇相继发现 X 射线、铀和镭。其物理学成就推动了辐射生物效应的研究并逐渐形成并发展了放射生物学这一学科分支。

在各种哺乳动物包括人在内的辐射生物效应中比较有特征性的效应之一就是电离辐射所引起的造血和淋巴组织的损伤。1903 年 Heineke H 首先注意到全身照射对动物造血组织的损伤。随后,又陆续获得了有关辐射对各系造血细胞形态、功能和数量影响的资料。随着科学技术的进步和发展,人们对血细胞生成及其调节的认识不断深化,估计辐射血液损伤程度的指标不断推新,辐射血液学亦应运而生。它既是放射生物学的重要组成部分,也是实验血液学的分支之一。它为放射医学和辐射防护学的不断发展提供科学支撑;又吸取血液学、免疫学、细胞生物学、分子生物学、基因蛋白质学等的最新成就而丰富发展了本学科。它为急性放射损伤的防治水平的提高提供了线索和思路,也从临床相关疾病的防治中获得实践的验证并得到开拓崭新研究领域的启迪。

现今,科学技术的进展日新月异,环境辐射的可能有所增加。核武器爆炸造成的环境污染、核能利用各环节(如铀矿开采、矿石加工、核燃料生产、反应堆动力生产、核燃料后处理、放射性物质的贮存运输和废物处理)的环境污染、大小型核设施发生事故时的环境辐射、用于诊断或治疗的医疗性照射所致的辐射等都可超过阈值剂量而引起包括造血系统和器官在内的全身各系统和器官的形态和功能改变。其中,人类受到的电离辐射 94% 以上来自医学领域。随着人民健康水平的提高,接受放射诊疗的频率和人数逐年增长,CT、伽玛刀、医用加速器、单光子发射扫描仪、正电子扫描仪等新的放射成像和治疗设备的不断问世和应用,来自医学领域的辐射可能随之增多。加强该领域中的放射防护、降低辐射剂量、减少辐射危害的研究甚受关注。与此同时,电离辐射所致造血、免疫、胃肠损伤及其机理和防治措施的研究也随着科学技术的进步而不断深入和系统。在人群、个体、系统、器官、组织、细胞、亚细胞、分子和基因等不同水平上已广泛探讨了各系统器官损伤和修复的规律与机理,及其相互关系的影响。业已公认,可按不同受照剂量引起不同的关键病变而把急性放射病分为脑型、肠型和骨髓型 3 型和不同的分度。也一致认识到,机体各器官组织的辐射敏感性有较大差异,但造血系统对辐射的敏感性应列高位。各型急性放射病都有造血系统的破坏和抑制并由此可诱发感染、出血等致死性并发症。造血系统辐射损伤的轻重和恢复的快慢在相当程度上影响放射病的病情和转归。基于这些共识,辐射血液学的研究受到普遍关注,几十年来取得了较大进展,至今仍在放射医学、放射生物学的发展中起着重要推动作用。

第一节 辐射血液学的内容

辐射血液学是 70 年代初随着放射生物学、血液学(含实验血液学和临床血液学)及细胞、分子生物学的发展而形成并发展的学科分支。它主要研究电离辐射作用后机体血液系统损伤修复的表现及其发病机理、血液系统在放射损伤的防治的地位和作用等。因此,辐射血液学

的内容包括:造血器官的辐射损伤,造血实质细胞各发育阶段及其所处造血微环境的辐射损伤和修复,临床辐射造血系统近期和远期损伤的表现,血液学指标和血液制品在放射损伤诊断和治疗中应用的重要意义等。

第二节 辐射血液学研究历史

辐射血液学随放射医学的形成而形成,因实验血液学及相关学科的发展而发展。辐射血液学的研究历史大致可分4个阶段。

一、造血系统形态学研究阶段

自20世纪初起到20世纪30年代止,多数学者在血液系统遭电离辐射作用后的形态学变化规律方面积累了不少认识,获得了辐射剂量与血细胞数量和形态学变化的量效和时效关系的丰富资料,并达到了共识。

二、造血系统功能学研究阶段

自20世纪40年代到60年代中,实验血液学工作者和临床医生开始重视各系血细胞生理功能在辐射后的变化及意义的认识。对粒系细胞、淋巴系细胞和巨核血小板系细胞受辐射作用后的吞噬功能、免疫功能和在出凝血中的作用做了系统的观察,并对所见结果与其在临床感染出血等并发症发生发展中的意义进行了分析。粒细胞悬液和血小板悬液的应用进入放射医学临床。

随着对血细胞生成过程和各发育阶段造血细胞的认识,以及1961年以后在造血干细胞和各系造血祖细胞测试方法的问世,对不同发育阶段的造血细胞、尤其是造血干、祖细胞在电离辐射影响下增殖分化等功能的损伤和修复的研究报道颇多。骨髓移植开始用于急性放射病治疗。

三、造血系统调控研究阶段

20世纪70年代至80年代间,细胞因子被相继发现。与造血系统相关的细胞因子就有白细胞介素类、集落刺激因子类及其他种类。造血微环境对造血的调控影响的揭示并定名以后,造血器官微血管系统、造血基质细胞、细胞因子等造血微环境成分在血液系统辐射损伤及恢复中的意义和作用的探讨倍受重视。《辐射微循环学》等一批有关造血微环境辐射损伤和修复规律的专著和文献相继出现。淋巴细胞染色体畸变和微核率普遍用于辐射生物剂量的估算。骨髓移植已作为急性放射病实验和临床治疗的常用措施。对其严重不良反应也有了足够的认识,相关研究甚多。其他来源的造血干细胞用于急性放射病病人,特别是肿瘤放、化疗患者以重建造血的例数也不断增加。细胞因子与造血干细胞移植伍用或作为动员剂的尝试初见端倪并取得成效。

四、造血系统细胞分子生物学研究阶段

进入20世纪90年代以后,放射医学和辐射血液学与细胞生物学、分子生物学、基因蛋白质学等新兴学科交叉渗透,引入了相应技术和方法,促使辐射血液学进一步向纵深发展。随着

血细胞生成的调控示意图由平面树枝状图演变为立体网络状图形之后,辐射血液学研究也开拓了新的领域。如辐射后细胞因子的消长规律、辐射后造血系统细胞凋亡以及相关基因变化情况、辐射后细胞因子基因表达及机体对细胞因子需求的改变、细胞因子受体及其信号传导的异常及机理等的研究日趋增多。

脐带血造血干细胞移植已有先例,脐带血库已建立。造血干、祖细胞分离浓集和体外扩增、定向扩增方法已趋成熟,使造血干/祖细胞的移植来源更为丰富、疗效将更趋满意。上百家中外公司将基因工程生产的细胞因子投放市场,其中G-CSF、GM-CSF、IL-11等的批准进入临床,使细胞因子在急性放射病和肿瘤放疗化疗时的应用更趋普遍。基因治疗已列入辐射血液学的研究范畴。

基因突变和缺失的检测已成为辐射生物剂量估算的辅助手段。荧光原位杂交(FISH)技术已用于染色体畸变检测,成为辐射细胞遗传学研究中回顾性生物剂量测算的重要手段之一。

上述辐射血液学研究历史的阶段划分完全是人为的,是为了了解辐射血液学近百年的发展和进步而作的。实际上,形态学、功能学、造血调控和细胞分子生物学的研究在各阶段都在进行,都是不断在进展的。前一阶段的发现为后一阶段的研究奠定了基础,并启示了研究方向和重点;后一阶段的研究为前一阶段的结果持续提供新的诠释和补充、修正,最后促使辐射血液学这一学科的形成和发展。

第三节 辐射血液学研究现状与不足

血液系统辐射损伤及恢复研究虽已近百年,其研究水平也因引入相关学科的知识 and 技能而有不少提高,但仍存在不尽人意之处。

血液系统包括造血实质细胞和其造血微环境。就辐射后的变化规律及机理而言,对造血实质细胞的研究深度和广度都优于对造血微环境的研究。即使如此,对造血实质细胞的辐射损伤的研究来说也有薄弱环节。如辐射后发生的全血细胞减少,虽对其变化时相、与辐射的量效和时效关系有较好认识,但由于迄今尚缺乏直接辨认造血干细胞和造血祖细胞的方法,无法富集纯化得单一细胞成分,无法确切了解辐射损伤后造血干细胞群或各造血祖细胞群的细胞周期紊乱、细胞凋亡、相关基因表达等的变化。只能在小鼠观察的造血干细胞自我更新和 multilineage 分化潜能的数据是否适用于人放射损伤的实际不得而知。一些能观测较接近于造血干细胞的造血幼稚细胞增殖分化特性的检测方法需时过久,难以在判断病情和预测结局中发挥作用,以致在辐射血液学研究中还没列入日程而至今尚属空白。对较晚期造血祖细胞的辐射敏感性和损伤修复规律虽有较多认识,但毕竟非代表长期或永久性造血重建的标志,而且对其中巨核系造血祖细胞和淋巴系造血祖细胞的研究仍偏少。

造血微环境辐射损伤的研究更为薄弱。在80年代时虽形成并发展了辐射微循环学,丰富了整个微循环学的内容,也提高了对放射损伤诸多病变发病机理的认识并指导了临床诊疗实践,但其后研究未见继续,近年来鲜有新报道。造血微环境中其他与造血调控相关的组成成分如造血基质细胞、细胞外基质、粘附分子、神经成分等辐射后变化及分子机理的资料更匮乏。细胞因子的研究在实验血液学和分子生物学及基因蛋白质学领域内进展迅猛,新因子不断被认识推出,其作用途径及相互关系和调控不断有新资料新观点涌现。在放射医学中却主要只作为一类防治措施而加以关注,其他方面的观察还开始不久、涉足不深。

除骨髓造血干细胞移植外,其他来源造血干细胞移植在急性放射病患者中应用例数甚少。对移植效率、移植物抗宿主病、间质性肺炎等严重并发症防治的研究也不够。

由此可见,辐射血液学的研究大有可为且意义重大,引入各学科的进展,应用高新技术,更进一步在细胞分子和基因水平上阐明血液系统辐射损伤的机理,了解其损伤后恢复的始动机制和影响因素,不仅能揭示其奥秘、澄清其疑团,也必将给急性放射病防治的新突破以及临床肿瘤病人放疗化疗时疗效的提高提供依据和思路。

(陈家佩)