

外科生理学

[美] Leo M. 秦麦曼 主編
R. 雷 汶

上海科学技术出版社

外 科 生 理 学

Leo M. Zimmerman

Rachmiel Levine

主編

譯 者

王 历 啣	計 苏 华	李 家 忠	楊 克 勤	高 浴
謝 荣	唐 淑 之	李 殿 柱	聞 穎 梅	叶 应 嫵
戴 士 銘	吳 蔚 然	蔣 国 彦	池 芝 威	刘 国 振
張 惠 芬	庚 維 仁	陈 宝 兴	高 日 新	金 静 仁
周 人 厚	張 之 虎	朱 成	邱 文 陞	陶 大 剛

校 者

王 历 啣	陈 宝 兴	李 家 忠	計 苏 华	刘 梓 荣
楊 克 勤	叶 应 嫵	池 芝 威	曾 宪 九	吳 阶 平
刘 振 国	張 惠 芬	李 殿 柱	高 浴	許 秉 責

上 海 科 学 技 术 出 版 社

内 容 提 要

外科生理学是外科学的基础。本书是一本集体写作,原著由 50 位著名外科医师及生理学家分别执笔,两人主編。全书共分三十六章,按系統讲述,对于发病机制及发生症状的原因,均能深入浅出的闡明与解釋,內容新穎,实验与临床相結合,可供医学院外科教师及临床医师参考。

外 科 生 理 学

PHYSIOLOGIC PRINCIPLES
OF SURGERY

編 者 Leo M. Zimmerman,
Rachmiel Levine

原出版者 W. B. Saunders Co.;
U. S. A.; 1957

譯 者 王 历 駢 等

*

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

上海市书刊出版业营业许可证出 093 号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

中华书局上海印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/18 印张 31 8/18 插页 14 字数 793,000

1960 年 9 月第 1 版 1960 年 9 月第 1 次印刷

印数 1—5,000

統一书号: 14119·962

定 价: (十四) 5.60 元

出版說明

这本《外科生理学》是根据 Zimmerman 和 Levine 主編的 Physiologic Principles of Surgery (1957) 翻譯的。本书的主要特点是将实验外科和临床实践结合起来叙述，对于现代外科临床上的某些重要问题，以及外科疾病的病因和发病机制，都有所阐释。这些学术内容，有一定的参考价值，这是一方面。另一方面，本书内容中也有某些错误以至反动的观点。例如，作者不止一次地称颂战争是促进科学发展的动力，并利用第二次世界大战中的某些历史资料，肆意夸张原子武器的杀伤作用；把一个为美国帝国主义侵略和战争政策服务的美国原子能委员会，说成是推动医学科学发展的机构；他们还动辄以科学研究为名，在健康的青年身上进行毫无人道的“实验”，从未成年的孩子身上取血，说是“志愿供血者”，等等。凡此种种，都希望读者在阅读过程中，慎加分析和批判。

原 书 序

临床外科早已越过了单纯注意于解剖紊乱的时期，而重视机能的障碍。机体损伤和疾病所致的生理化学改变，麻醉和手术所产生的效果，以及一个最适当的内在环境的保持，这些都成为外科医师每日所应密切注意的事项。近来对于实验外科研究的热潮，几乎完全都是针对着外科生理学领域里的问题。基本外科问题的论坛在美国外科学会临床年会上成为重要的现象，显示全国各实验室中的热情的青年外科医师们，正努力以实验外科来解决外科实践中所遇到的生理和化学问题。

虽然在近代外科迅速迈进的前线上，有很多证据说明应用生理学的重要性，但是关于这方面的书籍却是异常的缺少。除了极少数的例外，没有一本书从头到尾能找到一句关于外科生理学各种问题目前情况的确定论点。专业鉴定证明书的申请者、住院医师和临床医师都感到缺乏这种书籍。作者们编写此书的目的就是希望能够满足这个需要。我们责成自己和我们的同工，不但要严格地鉴定我们目前生理学的知识，同时还要把这个鉴定建立在临床基础上，使它的论点在外科应用上具有真实的意义。我们相信知识的发展已经到了这样的时机，使我们有可能将实验室的基本贡献推广到每天应用的常规外科操作中去。

为了满足临床外科医师的需要，似乎首先需要外科医师和生理学家的共同努力。第二，为了使这本书能够符合上面所举的条件，它必然是一本集体创作。没有一个人有那样渊博的学问，能在外科方面包罗万象。还有，如果一个人编写这样一本书，由于各种知识进展迅速，后半本还没有写完，前半本的材料早已成为明日黄花了。

但是集体写作也可能产生一些缺点：缺乏一致的认知和统一的体裁，有些材料缺漏，有些又患重复。这些缺点在编辑时已经尽量纠正，但是同时仍保存各个作者的思想风格和。有些章节之后附有简短的按语，说明在本书何处可以找到与本题有关材料。为了提高读者的兴趣，我们曾经请求各位作者尽量删去长篇累牍的历史引言，避免广泛引证文献。我们所选的作者都是各个专题的专家，他们对材料的评价和所下断语都是可以相信的。

此书的作者大多工作繁忙，从事于医疗、研究、教学和写作。我们深深地感谢他们的合作。这本书如有任何价值，都是和他们的努力分不开的。我们同时也感谢出版社的耐心、鼓励和很多宝贵的建议。

L. M. Zimmerman, R. Levine, 1957年3月

(计苏华译)

譯 者 序

外科生理学一书由 L. M. Zimmerman 及 R. Levine 二人主編，全书共分三十六章，由五十位作者执笔。此书内容新穎，实验結合临床，对发病机制、发生症状的原因，均能深入浅出的闡明与解釋。国内現正缺乏这类书籍，經本院及其他兄弟医院三十位医师的支持，历时十六个月才初步完成譯本。书中第三十六章神經系統原著与巴甫洛夫学說頗有出入，希望讀者們以批判的有选择性的态度接受它。

本书的譯者多半忙于教学工作、医疗工作和行政或研究工作，現在匆忙出版，一定有許多錯誤，希望讀者們指正。

王 历 昉 識 1959年8月于北京

目 录

原书序		肾脏	56
译者序		内分泌腺	57
第一章 损伤时的代谢变化	1	第五章 出血与休克	59
损伤的代谢性反应	2	导言	59
代谢反应对损伤的意义	15	背景	59
严重损伤病人的营养管理	20	血量	60
结论	21	血量减少的后果	61
第二章 感染及抗菌素	22	感染与休克	66
感染发生的前驱条件	22	治疗	67
身体对细菌感染的防御	23	第六章 输血	70
外科感染的主要细菌	24	正常的及储存的血液	70
临床上使用的主要抗菌素	25	血液免疫学	74
抗菌素作用的方式	26	血库规程	77
抗菌素可能损伤病人的机制	27	放血引起的反应	81
影响抗菌素的使用及其治疗结果的 一些因素	29	输血的技术	81
外科感染的治疗原则	33	输血反应及由输血传播疾病	83
第三章 热损伤和放射损伤	34	血液成分的应用	87
热能和放射能的物理转移	34	低蛋白血症	89
热损伤	34	恢复期血清	89
由热所致的烧伤	36	第七章 体液和电解质	90
冻伤	43	体内水分	91
放射损伤	45	电解质	94
第四章 组织移植	49	治疗	103
历史	49	第八章 外科中的营养	111
同种异体移植	50	脂肪与碳水化合物节省蛋白质的作 用	111
皮肤	50	能的需要量	112
软骨	53	外科病人热量的需要	113
血管	53	热量的限制	116
骨	54	不正常的营养损失	117
神经	55	特殊的营养问题	118
角膜	55	胃肠外的营养	118

热量問題.....	118	分流的計算.....	213
維生素.....	119	先天性心脏畸形的外科分类.....	216
維生素 B ₁	120	动脉导管开放症.....	218
烟酸.....	120	心房中隔缺损.....	219
核黄素.....	120	主动脉狭窄症.....	222
B組的其他組成分子.....	120	主动脉肺动脉中隔缺损.....	224
維生素 C.....	121	肺动脉瓣狭窄.....	225
維生素 K.....	121	异常的冠状动脉瘻.....	227
第九章 血浆蛋白在外科应用中的		心室中隔缺损.....	228
意义.....	122	主动脉瓣的动脉瘤破裂.....	230
蛋白质特性鉴定的最近发展情况.....	122	血管环.....	231
現代血浆蛋白知識的临床应用.....	137	主动脉瓣狭窄.....	232
第十章 新生儿的外科	152	法魯氏四联症.....	233
心脏血管系統.....	152	三尖瓣閉鎖.....	236
呼吸系統.....	155	动脉导管开放并有倒流.....	238
消化系統.....	156	大血管变位.....	238
泌尿系統.....	158	永存动脉干.....	240
其他意見.....	159	第十四章 后天性心脏病.....	243
第十一章 疼痛.....	161	縮窄性心包炎; 被压迫的心脏.....	243
周圍神經系統.....	162	风湿性心脏病.....	244
中樞神經系統.....	164	冠状动脉心脏病; 心肌缺血.....	247
疼痛閾.....	166	第十五章 外科治疗高血压的	
某些特殊的疼痛問題.....	166	基本原理.....	250
疼痛的处理.....	171	血压水平.....	250
第十二章 麻醉.....	177	高血压的影响.....	250
全身麻醉.....	177	周圍阻力增高的机制.....	252
中樞神經系統与全身麻醉.....	177	頸动脉竇.....	252
呼吸系統与全身麻醉.....	181	头部气压感受器.....	252
心脏血管系統与全身麻醉.....	188	加压机制.....	253
內脏与全身麻醉.....	191	腎上腺素.....	254
內分泌腺与全身麻醉.....	193	交感神經系統的肿瘤.....	255
全身麻醉时的反射.....	193	交感神經切除术.....	256
区域麻醉.....	194	血压的內分泌素控制.....	257
麻醉时应用的輔助药物.....	200	腎原性高血压.....	257
第十三章 先天性心脏病.....	204	腎加压机制.....	257
先天性心脏病的一般征象.....	204	单側腎脏疾患及高血压.....	260
心脏血管造影术.....	209	主动脉狭窄.....	260
心脏导管术.....	210	非特异性“衰竭”.....	260

內科治疗	261
第十六章 周圍动脉血管疾患	263
动脉系統的一般解剖及生理	263
有彈性的大动脉	263
小动脉	263
动靜脉分流	263
毛細血管	264
交感神經系統的作用	266
維持交感神經活动的中樞及路徑	267
正常血管舒縮張力	269
血管痙攣	271
血管擴張	272
交感神經切除術	273
后天性四肢动靜脉瘻	275
动靜脉瘻形成后所产生的血管变化	275
瘻切除后的血管变化	278
肺动靜脉瘤	278
动脉瘤	279
由栓子引起主要动脉的突然閉塞	279
第十七章 靜脉及淋巴系統	281
正常的靜脉循环	281
靜脉系統的病理生理	282
淋巴系統的外科生理學	289
第十八章 呼吸道	291
胸的生理學	291
正常呼吸的生理學	291
肺彈性失却的生理學	293
开放性气胸的生理學	294
常見的生理改变	298
肺机能試驗在胸外科中的应用	304
呼吸机能不全	305
呼吸机能不全的生理學	305
机能与病理的关系	315
呼吸机能不全的診斷	316
慢性肺原性心脏病	319
对胸部手术病人的估計	321
外科手术的生理效果	321
在临界綫上病人的手术选择及其危險性	

的估計	325
第十九章 食管	327
檢察方法	327
正常生理學	328
不正常的生理學	331
不常見的X綫形象	341
第二十章 胃	343
胃的分部	343
胃的正常生理學	343
十二指腸潰瘍外科治疗的生理原則	347
減少酸和胃蛋白酶的分泌	347
將胃內容物从潰瘍处引开	352
腸粘膜对胃酸及胃蛋白酶損害易感性的 遞增度	352
胃潰瘍外科治疗的生理原則	353
胃切除术后症候群	353
傾倒症候群	353
过多大便中营养的喪失	355
体重減輕	356
貧血	356
低血糖症	357
第二十一章 大腸与小腸	358
腸道的正常解剖学与生理學	358
腸梗阻的病理生理學	364
腸瘻与其他大量腸液喪失有关的来 源	367
非机械性腸塞痙攣	368
腸切除術	369
有关腸道神經分布的外科問題	370
腸道的異常吸收問題	372
第二十二章 肝脏	374
肝脏的机能	374
肝脏的构造	374
肝脏的血液供給	375
門靜脉高压症	378
腹水形成的因素	380
肝脏的淋巴管	381
肝脏的神經	381

胆汁	381
黄疸病	385
肝功能和肝試驗	389
肝脏病的异常征象	394
結論	397
第二十三章 胆道	399
胆囊和胆管的构造	399
正常生理学	401
异常生理学	404
第二十四章 胰腺	409
胰腺外分泌的机制	409
胰腺炎的病原学	411
临床病理学	414
胰腺疾病的诊断	418
胰腺疾病的治疗	429
第二十五章 血液及造血器官	434
紅血球的生成及血紅蛋白的代謝	434
紅血球的破坏	437
脾脏的机能	438
白血球	440
血容量	441
止血	441
抗凝剂治疗	444
第二十六章 甲状腺	448
碘的代謝	448
携带甲状腺素的血浆蛋白的性质; 甲状腺激素和血浆蛋白的結合 及其生物作用	451
血浆内碘化合物的性质	451
甲状腺激素的代謝	452
控制甲状腺的各种因素	455
甲状腺疾病的病理生理及其处理	456
甲状腺机能亢进	456
甲状腺机能不足	459
甲状腺炎	460
結节性甲状腺肿	461
甲状腺癌	463
甲状腺疾病的檢驗方法	464

第二十七章 甲状旁腺	466
历史	466
生理学与生物化学	467
诊断与治疗的一点意見	470
第二十八章 肾上腺	472
肾上腺皮质的解剖和生理	472
肾上腺皮质类固醇及其衍生物的作用	473
肾上腺皮质类固醇疗法	475
肾上腺皮质机能試驗	476
肾上腺症候群的治疗	477
第二十九章 兰格罕氏小島: 胰島	
素过多症	479
胰島素过多症	480
对胰腺切除术的生理反应	483
第三十章 肾脏	485
正常肾功能	485
腎的清除率	488
腎机能的激素控制	490
腎机能的神經調节	490
酸硷控制	491
腎机能試驗	492
麻醉对于腎机能的影响	492
手术后腎机能的改变	494
急性腎衰竭	494
第三十一章 下尿路	496
輸尿管	496
膀胱	497
尿道	509
第三十二章 男生殖器	511
辜丸	511
附辜	516
輸精管	518
前列腺与精囊	518
尿道	521
阴茎	523
阴囊	524
第三十三章 子宫与卵巢	526

第三十四章 乳房	535
丘脑下部的作用	536
内分泌腺的作用	536
类固醇代谢中肝的作用	542
神经机制	543
临床讨论	543
第三十五章 从动力观点看运动	
系统的生理	550
组织的抵抗力	550
关节和肌肉作用的力学	557

身体平衡	561
人体运动的测量与计算	561
第三十六章 中枢神经系统	565
感觉系统	565
运动系统	566
皮质定位	567
意识	568
脑脊液和颅内压	570
创伤	573
疼痛	576

第一章 损伤时的代谢变化

图 1 示一严重外伤后约八周的青年，住院时病情严重。在拍照时其体重为 100 磅；但在受伤前其体重是 175 磅。严重损伤（手术或外伤）的病人有此急剧营养恶化时，结果会引起重要的并发症——衰弱，容易疲劳，对麻醉、休克及感染的感受性增加，胃肠及肝机能改变，以及伤口愈合的延迟。在这类病人中，手术死亡较无急剧营养恶化的病人更为常见，其恢复期延长，死亡率增高。

损伤后的营养问题在平时是重要的，在战时其重要性则更加显著。1952~1953 年美国侵朝战争时所治疗的重症战伤伴有肾衰竭的一组病人中，于 2~4 周内体重减轻 20~30 磅是常见的，并且在同一期间有减轻达 45 磅者。死亡率高达 50%。下列病例即可说明此问题的复杂性。

美军兵士，26 岁，严重炮弹弹片伤。其外伤包括头皮裂伤，脑震荡，腹部贯通伤，右大腿外伤性截肢及多处软组织损伤。虽然曾输入 2500 毫升血液，25% 白蛋白液 350 毫升及等渗盐溶液 1500 毫升，但在受伤后 3 小时内病人仍处于严重休克状态。在急诊室做右小腿截肢，未用麻醉，其后 4 小时又附加输血 2500 毫升，其血压才逐渐升至正常，但其后脉搏仍快。因病人意识尚未恢复故将手术又向后延迟了 3 小时，在此期间内又输血 1000 毫升，其血压才稳定在 130/80 左右。

于阿托品、喷妥撒钠、氧化亚氮麻醉下，在受伤后 10 小时开始手术。病人的血压立即下降，虽然又输血 3500 毫升，但在手术过程的大部时间内血压一直很低。手术的失血量估计为 3000 毫升，手术历经 3 小时，包括开腹探查术，肝脏及肾脏穿孔引流术，大腿的再截肢术及多处软组织损伤的扩创术。



图 1 营养变坏的严重损伤病人在受伤后 8 周

手术后期間合并了严重及持久的腎衰竭，黃疸，肺炎，創口感染，体重的显著減輕。由于血鉀过多症及尿毒症の繼續发展，在第五、第九和第十五天曾使用 Kolf 型人工腎脏施行体外血液滲析。在每次滲析之后即有暂时好转，但其經過逐漸恶化，病人于受伤后第十九天死亡。

尸体剖檢时显示全身极度消耗。在右大腿截肢处有皮瓣、肌肉及筋膜的广泛坏死和感染，并有严重的細菌性心包炎，心肌的限局性水肿及坏死，細支管性肺炎，严重的肝脏中心性坏死，腎单位下部腎病，甲状腺肥大及脑皮质枕叶的坏死。

任何有严重外伤的病人均可发生营养障碍，这是由于严重外伤所引起的剧烈代謝变化所致。較輕外伤所引起的变化亦輕，并发症也較少，但是基本上代謝变化的性质是相似的。

我們將首先提出关于損伤的代謝反应的一些已知事实(特別着重于所謂“分解代謝”期)，然后指出那些反应的意义及我們現代还没有能够了解的机制，并且希望激起大家的兴趣，对这个領域进行研究。

損伤的代謝性反应

在健康的年輕成人身体中进行着一系列复杂而互相关联的代謝反应，使机体維持在比較平稳而又有动力的状态。虽然我們慣于将蛋白质、碳水化合物及脂肪代謝分別討論，这不过是为了以往在应用上的慣例。蛋白质、脂肪及碳水化合物是如此密切的互相关联着，任何区分均会感到是人为的。再則，他們的反应都在液体中进行着，并且受維生素、內分泌素及矿物质的影响。損伤后机体內的某些变动，扰乱了它們之間的上述正常关系，由此引起健康成人的稳定代謝状态的改变。在我們所研究过的代謝物中均有广泛的性质上的改变。一般来讲，在有各种損伤及疾病的病人中，这些变化的性质是相似的。

代謝障碍的强度及時間受很多因素的影响，这些因素中有損伤的范围及病人在受伤时的情况。在以往健康的青年男子才有最强烈的反应；在女人、小儿、老人及营养不良者反应則較小。虽然我們已經积累了各种代謝物在血浆中的濃度及其在尿中的排出量的数字，有过許多叙述，但在現有材料中尚有許多明显的缺陷，并且許多基本問題至今尚未解决。

蛋白质代謝 吾人对蛋白质代謝曾特別做过广泛的研究，健康成年男子普通每日摄入 2500~3000 卡及 60~100 克的蛋白质。以氮来讲，这相当于 10~15 克。每日由大便排出 1~2 克氮，由尿中排出 9~13 克；这样，可以說此人是处于氮的平衡状态。受伤后粪中氮的排泄不变(除非在胃腸道有特殊的損伤)，但是尿中氮的排泄量增加，有时最高每日可达 45 克。尿素常是其主要成分；假若患者无腎脏疾病則尿中蛋白质极少。尿氮排泄量的增加，在受伤后不久即开始，約在 5~7 天达最高峰，并且可持續 3~7 周。此时受伤患者是处于氮的負平衡状态，并且有体内蛋白质的逐漸消耗，此后当病人恢复时，尿氮排泄减少，并且常于此时病人营养摄入量提高，氮因而处于正平衡。这种情况持續到病人完全痊愈及身体各組織的恢复。代謝平衡失常的程度大致与受伤的輕重相符合，如前已指出在以往健康的青年男性变化最为明显。

烧伤患者最常被作为研究对象之一，在平时所遇到的广泛外伤中烧伤占一大部分，同时这类病人在任何使用核武器的战争中也占伤员中的最大部分（在广岛及长崎因烧伤致死的占死亡的 1/2 以上，占全部受伤的 3/4）。烧伤病人除在尿中损失大量的氮以外，按（1）烧伤的深度、（2）烧伤的范围、（3）感染，也可由烧伤部位损失不同量的氮化合物。

在分泌物很多的浅表烧伤的早期，由受伤表皮损失大量的血浆样液体。此液体的蛋白质含量很高。同样，在表浅及深部烧伤时，渗透出的蛋白质暂时停留在皮内及皮下的水肿液体中。如果烧伤较深，表面比较干燥时，在最初几天由皮肤损失的氮化合物较损失于皮下的为少。以后在深部烧伤的坏死组织脱落及肉芽期，即由表面不断的损失大量蛋白质。其损失的量和烧伤范围及感染的程度成正比。在坏死组织脱落及脓性分泌物分泌最多时期的伤口，由表面损失的氮占总损失量的 25~30%。这种损失一直持续到伤口完全愈合。

图 2 描述一个 41 岁严重烧伤的病人的记录，烧伤面积占体面积的 35% 其中第三度占 25%，其最初 7 周中，平衡研究测量氮的摄入量及尿和粪的氮排泄量，得知氮的损失很少，约为 250 克。此量相当于 1.6 公斤蛋白质或约等于 7 公斤不含脂肪的身体组织的损失。由烧伤部位损失的氮未经测量。在第五十天之后，病人进入氮的正平衡，在第一百天体内已储留与早期损失相等的氮量。如图 2 所示，在其后两周病人持续保持着氮量（100 克）；这就反映出以前由烧伤表面损失的氮，前已提出，此氮量并未直接测量。此后，病人即恢复了受伤前的体重。

受伤后在尿中增加氮排泄的特征，早在 25 年前即被 Cuthbertson 记载过，但是我们始终未能完全明了其根本机制。尿的氮量增加是由于组织分解的增加呢？还是由于组织生成的减少呢？包括何种组织及其范围如何？Madden 及其同事在数年前对此问题即感到兴趣，并用 S^{35} 标记的甲硫丁氨酸（蛋氨酸）研究松节油脓肿如何影响尿中硫排出量及其对狗血浆蛋白和其他各种组织蛋白与硫的结合。有机氮和硫的摄入量不变（损伤前口服；损伤后用注射法），在注射松节油后一天给以示踪的甲硫丁

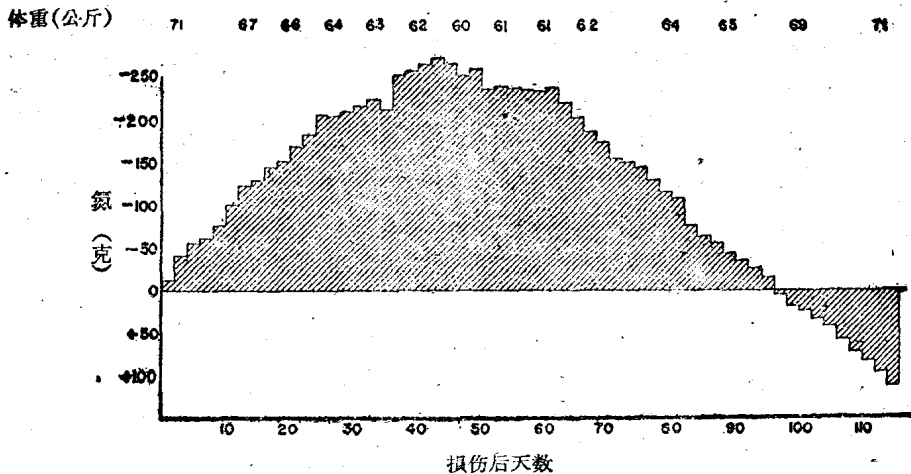


图 2 烧伤后蓄积氮平衡

氨酸, 在 24 小时后将狗杀死与对照組相比硫及氮的排出量增加, 但在尿中 S^{35} 的排出量并未增加。 S^{35} 在各种組織蛋白质中的出現 (按特殊性活动度來說) 在有膿腫及正常的动物中是差不多的, 虽然在有膿腫的狗血浆蛋白中的强度显然較高。

Levenson, Braash, Crowley 及 Mueller 等在正常和燒伤的小白鼠用 N^{15} 标记的甘氨酸做过相同的研究。当小白鼠受到超过体表面积約三分之一的深度燒伤, 即发生尿中氮的排泄量增加, 在受伤后 3~4 天达到頂点, 然后約在 14~16 天内逐渐恢复到正常。此反应与在受伤病人中所見者相似, 但为时較短。

图 3 示体重約 300 克受燒伤的雄性大白鼠氮平衡的記錄。由飲食所摄入的氮量是由零点綫向下画, 由基底水平綫表示, 在基底水平綫的直接上方所画的黑色区域是粪便的氮量, 在其上的斜綫是尿的氮量, 紧接零綫之下的空白区是表示氮的正平衡, 在零綫之上的斜綫是負平衡。利用管飼使大白鼠的摄入量不变。在此控制时期, 大白鼠如所期望的是稍呈正平衡。在燒伤后粪氮的排泄量未变, 但尿氮排泄量增加, 大白鼠处于氮負平衡。在此負平衡的頂点时期口服极微量的 N^{15} 甘氨酸, 在 12 小时后杀死大白鼠。将各种組織蛋白分离, 并且測量其 N^{15} 的含量。对燒伤組和对照組的大白鼠同时进行了研究。

很明显的不是所有的組織蛋白都在同一速度轉化(表 1)。在对照組动物中皮肤与軀干蛋白結合 N^{15} 最少, 而肝、胃腸道、血浆蛋白則結合 N^{15} 最多。在燒伤組的結合也是与以上所观察到的多少順序大致相同。在每例燒伤动物中 N^{15} 与組織蛋白的結合与对照組的相应組織大体相同, 或稍多。假設我們认为 N^{15} 与組織蛋白的結合意味着合成, 那么在燒伤鼠体内必定在进行着合成代謝, 而尿氮排泄量的增加就不能仅仅用抗合成代謝来解釋。

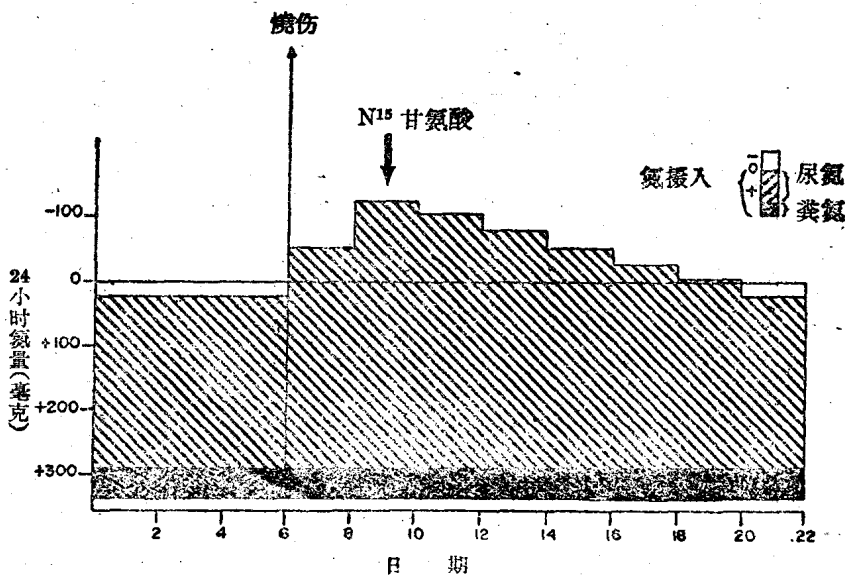


图 3 燒伤鼠的氮代謝

表 1 对照鼠及烧伤鼠的氮代谢

組織	原子数 N ¹⁵ 超过量		
	对照组	烧伤组	蛋白质值
皮肤	0.031	0.029	0.7
軀干	0.031	0.032	0.7
心	0.050	0.058	0.01
腎上腺	0.086	0.108	0.001
腎	0.097	0.123	0.01
肝	0.116	0.142	0.01
胃腸	0.139	0.169	0.05
血浆蛋白	0.236	0.426	0.001

在另一个試驗中，烧伤前四天，每天都給鼠以 N¹⁵ 甘氨酸。用此法即可將組織蛋白帶以標記，从而其下降率即可被追踪。由表 2 所列举的血浆蛋白数字可以看出在烧伤組內下降較速。此試驗同时也提供了資料說明尿外氮 (Extra-urinary nitrogen) 的最終来源。从計算多种組織內氮的含量，我們发现內脏如肝脏的蛋白含量变化极少，尽管在烧伤动物中它的轉化率有显著的提高。相反，軀干蛋白的轉化率虽然减低，但其含量减少，实际是在数量上恰等于尿外氮的損失。这就是說，某些重要器官之得以保持完整，是依靠活动力比較少的其他身体部分的支援；例如骨骼的肌肉。直接受损伤組織的自溶及吸收也可能是尿氮增加的一部分来源。

表 2 对照鼠和烧伤鼠的氮代谢

日数	血浆蛋白原子 N ¹⁵ 超过量		
	对照组	烧伤组	蛋白质值
0	0.319		
1	0.258	0.205	
3.5	0.146	0.119	0.001
6.5	0.103	0.083	0.01

这些同位素試驗暗示在受伤的鼠与狗的体内合成代謝与分解代謝是同时在进行着，而分解代謝占优势；并非所有的組織都同样的参加这个反应。可以推测，当一个人受伤后，其情况大体也是如此，不过在这方面現有的材料是很不够的。Blocker 及其同事，观察到早期烧伤病人的血清蛋白結合用硫³⁵標記的L-甲硫丁氨酸 (S³⁵ labeled l-methionine) 的速度增加。他們认为此即合成代謝增加的表现。同时又认为分解代謝也在进行着，而且比前者还快一些，其最終結果是尿氮排出量的增多。

在受伤的早期常可能有血浆蛋白濃度的改变，这是由于水分、电解质及血浆蛋白等的移动或損失。一般說来，白蛋白部分的減少最多。烧伤严重的病人其改变最突出。如果休克严重，凝血酶原、纤维蛋白原的濃度也常减少。

在受伤的晚期,因为全身組織蛋白的消耗可能产生低蛋白血症,此时,白蛋白部分的减少是主要的;其他蛋白部分的改变不一,此与感染的存在及肝机能的好坏有关。

受伤不甚严重的病人,往往只伴有暂时性的氮质血症及少尿症。此现象大概是因为肾脏的血流在休克时暂时减少和非蛋白氮化合物产量增加(最广义的說)之故。重伤患者的肾脏有一期間持續的严重缺血,致成急性腎机能衰竭,有时可产生持久的氮质血症。Levenson, Howard 及 Rosen 等在研究这种病人时,发现他們的血浆氨基酸(分別的用离子交換法定量測定)的变化情况与血浆中其他非蛋白氮物质的显然不同。虽然血浆尿素氮和非蛋白氮的总量可以高到每 100 毫升含 300 ~ 400 毫克,但是游离氨基酸总量的水平常是正常的,甚至比正常值还低。这种比較不变的血浆氨基酸总值,不是因为每个氨基酸的濃度都不改变;实际上它們有的是增高了,有的是減低了,有的則不变。但任何一种氨基酸濃度的波动比起其他非蛋白氮物质的变动則极其微小。严重休克时或严重休克后,病人血浆氨基酸的水平并非一致上升,因此有人想到前人所报告的在严重休克时血浆氨基酸总量的上升,可能是由游离氨基酸以外的物质,例如氨基接合(Amino conjugates)的化合物所致。在休克时,偶而見到的血浆氨基酸总量的异常增加,有人用組織产生氨基酸量的增加及肝脏机能减低来解釋。从休克动物取下的肝块,对某些氨基酸,例如丙氨酸的脫氨基作用的能力减低。但是在患肝脏疾患的病人中除非到了末期,即肝机能衰竭期,一般說来,很少看到血浆里个别氨基酸濃度的异常。

碳水化合物代謝 受伤后,不但蛋白质的代謝形成紊乱,水、維生素、电解质、脂肪及碳水化合物的代謝也有显著的改变。血浆丙酮酸增加,乳酸血症,血糖过多,酸中毒,都可能在受伤后不久产生而且要延續几天。关于受伤病人的葡萄糖耐量和胰島素耐量的材料不多,現有的材料告訴我們对葡萄糖的耐量有些減低,对胰島素的抗力有些增加。这种改变反映着糖原新生的增加和外圍碳水化合物的分解。

脂肪代謝 同样的体内脂肪的轉化也有增加。Moore 及其同事曾指出在受伤后的早期,体内脂肪急剧消失(可能由于氧化作用的增强)。Braasch 及其同事发现用甲基标记的醋酸鈉(Methyl-labeled sodium acetate)注入腹腔时,燒伤組鼠的腎周圍脂肪吸收 C^{14} 比对照組增多。

維生素代謝 关于維生素代謝,曾經有人描写过,在受伤后早期,关于抗坏血酸即有血浆中的濃度减低,尿中的排出量减少及用負荷試驗(Load test)所測知的“組織飽和量”(Tissue saturation)减少,受伤愈严重其改变也愈大。最大的改变是在受伤后的早期,但在某些情况下这种改变可延續到恢复期。关于硫胺、烟醯胺的尿中排出量及組織飽和量的改变与抗坏血酸相同。在受伤的早期,核黃素的尿中排出量也有减少,有时在减少之后又出現一个短時間的排出量增加。到恢复期,当病人处于氮正平衡时,核黃素也就趋于正平衡。关于脂溶性維生素的材料現尚缺如。

水与电解质的代謝 受伤后水与电解质的急剧紊乱可能非常显著。这里只能簡單的叙一下,因在他处將詳加闡明。人們很早就注意到受伤处水分分布的变化,例如水分可以向受伤处移动,或者只移动到受伤部位的周圍,也可以从受伤处向外移动。細胞外間隙可能有普遍性的水分增多。在受伤的早期,血清中鈉与氯化物的濃度是