

临床医师必读

高分子在临床各科的应用

[美] HENRY LEE 著
KRIS NEVILLE

陈慧英 朱锡莹 等 编译
冯新德 黄信孚 侯助存 审校

人民卫生出版社

内 容 提 要

本书根据美国《Handbook of Biomedical Plastics》编译（由 Henry Lee 和 Kris Neville 所著）并予补充而成。内容包括高分子的理论和应用，细胞与膜、止血与凝血、控制感染以及如何选择高分子材料来治疗或修复心、肺、肾、血管系统和气管、食管、胃肠道、胆管、输尿管等各种管道以及眼、耳、口腔、骨与关节、颅脑的疾病与缺损；还有高分子材料制做的人造皮、合成脂肪、乳房和肺等的应用。内容十分丰富、实用，共 15 章 452 页，附图 212 幅。是临床各科医师必读的参考书，也适合材料和技术人员、教学研究人员参考，也可供高分子化学、高分子材料、生物医学工程学、医疗等各专业的教师和学生参考阅读。

高分子在临床各科的应用

陈慧英 朱锡莹等编译

人民卫生出版社出版

(北京市崇文区天坛西里 10 号)

北京医科大学印刷厂印刷

北京医科大学发行

787×1092 毫米 16 开本 285 印张 728 千字

1991 年 3 月第 1 版 1991 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

印数：1-500

统一书号：ISBN 7-117-01427 -X/R.1428

定价：25 元

前 言

生物医用高分子(或称医用有机高聚物)是涉及医学、化学、生物、物理等学科领域的一门边缘学科。它是一门既重理论又重实践的科学。当今高分子化学的发展为生物学、医学及药学等学科的发展提供了坚实的物质基础。高分子材料在医学上的应用如人工心肺机、人工心脏、人工心瓣膜、人工血管、心导管等在外科方面的应用;义齿、替换牙齿的修复体以及可移植的牙齿等在口腔方面的应用等等,为人们延续生命和维护健康开辟了新的通道。但这方面的应用在我国还不十分普遍,尤其是有关的信息资料和专著极少,即便有一些,也仅仅在一些生物医学工程专业研究人员和大城市的较大的医疗教学研究机构教研人员中传递,而广大临床医务人员对此都较陌生。为推广使用生物医用高分子材料,并便于各有关专业的生产、教学、科研人员熟悉这项边缘学科,解决当前的实际及理论问题,我们把1972年美国出版的Henry Lee和Kris Neville编著的“Handbook of Biomedical Plastics”一书翻译、删节、补充和编辑成为这本《高分子在临床各科的应用》,作为一本高级科普读物提供医学基础、临床医务人员和生物医学工程、化学、材料等专业人员阅读和参考。

尽管这本书的原著是1972年出版的,引进我国也已有10多年了,但可惜的是据我们了解没有几个临床医师看到过它,且至今国内外也没有第二本这样的专著出版。目前临床应用的生物医用高分子材料基本上仍然是这本书中所介绍的那些材料。因此我们认为这本书仍然值得临床医师、特别是外科医师、口腔科、眼科、耳科、血管外科医师们阅读和参考,以便大家放心地使用这些高分子材料。为力求编译得好一些,我们请北京大学化学系、北京医科大学、武汉医科大学和军事医学科学院等单位的20多位高分子化学方面和临床医学各科的专家、教授协同工作,并请北京市肿瘤防治研究所的赵孟莲研究员、王代树副研究员为本书第二章补充了近年来有关细胞膜的研究进展;由北京大学化学系高分子教研室陈慧英教授补充了1972年以来国内外有关生物医用高分子材料研究的文献目录。由于当前出版书刊的种种困难,此书编译脱稿多年迟迟未能出版。最近幸得河南省地质矿产厅宋国耀同志、上海市青浦区博物馆馆长朱习理及胡荣、齐乃芬、马万钧、胡德荣、朱万里等同志的帮助,才得以出版,特此表示感谢!

北京医科大学健康教育学研究员
中国健康教育协会第二届理事会理事 朱锡莹
中华医学科普工作委员会第三届委员会委员

1989年5月20日

原书前言

发展人工脏器以辅助或代替人体的心、肾、肺及其它器官是人类最伟大的任务之一。藉助于这些器件，不但可以显著地延长人的寿命，而且也很有希望使病人的生活能力接近于器官健全的人们。

发展人工脏器不但需要应用现有的知识，而且还需要在化学、生理学、细胞学、工程、物理及材料科学等众多复杂的领域里产生新的知识。应该把所有这些知识都很好地相互联系起来，并向学术团体进行交流和广为传播，以便它们能得到有益的应用。本书就是组织、综合和传播这些知识的一个示例，这个工作是必须做的，目的在使那种更为引人入胜的制品能成为现实。我们相信本书对于在这个领域工作的人、或刚进入这个领域的人，都将是有帮助的。

医学博士 Frank W. Hastings

美国国家心肺研究所所长 (National Heart and Lung Institute)

原书序

本书是从职业化学家的观点对外科文献的述评。本书试图简明扼要地阐明与作体内植入物用的塑料的性能有关的外科技术与步骤，同时也试图描述这些材料对临床效果有有利影响或不利影响的那些属性。

本书对于在生物医学工程新领域中工作的化学设计工程师特别有用。因为他可以从本书中获知组织对植入物的生动反应，并且也能略为感知外科学上的问题。据我所知，还没有任何其它的书能为在其它专业工作的人提供如此简要的、对外科实践的述评。

本书对于那些希望对其它专业中近年来所获得的总的进展有一概括了解的开业外科医师，也将是很有帮助的。因为书中这些资料可以使他自己放心地使用高聚物，同时也向他提供了不能直接从其本专业的文献中得到的见识。关于这一点，应当指出的是，本书编入的资料来源于近 2500 篇分散的文章、专题论文集等。从本书中可以很快测出任何一种特定材料在各种不同植入部位以及各种不同条件下的前途如何。

书中内容还包括在人体上的外科临床经验，以及大量的动物实验，成功的和失败的都有。因为这样，本书作为一种综述才将证明有助于直接从事进一步实验以及改进现有技术和材料的工作人员。作者的结论和意见当然只能代表他们自己的看法，但是对他人的结论和意见也作了鉴别并注明了资料来源，因此，读者如遇到有争论的观点时，可查阅原始文献。

鉴于在医学中使用高聚物日益增多以及一般科研机构对医学问题的兴趣的日益增长，为了更快地攻破那些迄今尚未解决的具有重大意义的课题，像这样一种综合多种学科的书是十分必要的。本书就是为达到这个目的的一种贡献。

医学博士 Thomas Berne
南加利福尼亚大学外科系

高分子在临床各科的应用

目 录

前言	1	血浆代用品	51
原书前言	2	胶体血浆代用品 (52):	
原书序	3	聚乙烯吡 (52), 改性明胶 (52),	
第一章 绪论	1	羟乙基淀粉 (52), 葡聚糖 (53)	
文献	2	人工血液	53
材料选择	2	结论	53
参考文献	4	参考文献	54
第二章 细胞与膜	6	第四章 缝合线, 外科胶	
合成膜	6	布及组织粘合剂	64
透析膜 (6): 讨论 (6),		用于控制感染的聚合物	64
主要研究 (11), 湿强的增进 (12),		缝合线	65
选择渗透性 (13), 金属离子的吸附		可吸收性缝合线 (65)	
(16),		非吸收性缝合线 (67)	
透氧膜 (18): 讨论 (18),		外科胶布	70
主要研究 (19)		组织粘合剂	73
其它应用 (22):		氰基丙烯酸甲酯 (73)	
人工细胞	23	要求 (76):	
结论	25	可湿润性 (76), 共价结合 (76)	
补充材料 (26): 参考文献 (28)		快速膜聚合 (77), 生物降解性 (77)	
第三章 血液	33	高烷基类化合物 (78):	
止血	33	其它粘合剂 (83):	
凝血因子 (33):		结论	83
内部途径 (33), 外部途径 (34)		参考文献	84
止血剂 (35):		第五章 管道修复术、	
血液外理的问题	36	导管和造管术	92
血液凝结的抑制 (36):		高分子材料在血管系统方面的应用	
凝血实验 (37), 非血栓形成性表面		92 应用塑料修捕动脉 (92):	
(40)		应用高分子治疗动脉瘤 (93):	
肝素化 (40), 其它非血栓形成性表面		静脉替换 (94):	
(44)		动脉替换 (95):	
理论上的考虑 (44).		动脉修捕物的构造 (97),	
抑制溶血 (46):		组织对多孔血管修捕物的反应 (98),	
变性的抑制 (49):		用作动脉修捕物的材料 (100),	
免疫反应的抑制 (49):		缝合问题 (104), 问题的主要所在	
血液过滤器	50	(106)	

其他管道方面的问题 (107):	
聚合物用作诊断辅助物 (107):	
副鼻窦引流管 (108):	
气管方面的应用 (109):	
再造手术 (109)	
喉部应用 (112):	
食管的再造 (113):	
人造胃肠道 (114):	
胆管修复和替换 (114):	
输尿管方面的应用 (115):	
引流管、导管和插管术 (116)	
引流管 (116):	
导管 (117):	
插管术 (117):	
结论 120	
参考文献 121	
第六章 心脏 141	
心脏疾病 141	
先天性心脏病 (141):	
后天性疾病 (141):	
心包炎 (141), 心肌损伤 (142)	
冠状动脉狭窄 (142), 心脏传导阻滞 (142),	
心脏瓣膜狭窄及 / 或关闭不全 (142),	
心肌衰竭 (142), 充血性心衰竭 (143),	
暂时性分流 (143)	
人工心肺机 143	
血泵 (143):	
氧合器械 (146):	
鼓泡式氧合器 (147),	
膜式氧合器 (150),	
被动性灌流氧合 (152),	
结论 (153):	
心脏暂时性辅助装置 154	
分流与反搏动装置 (155):	
其他辅助装置 (158):	
材料问题 (159):	
(2)	

人工心脏 159	
球囊设计 (162):	
血液相容性 (163):	
人工心瓣膜 164	
瓣膜狭窄及 / 或关闭不全 (165),	
人工瓣膜 (167):, 笼架型瓣 (170)	
笼架型瓣的并发症 (170),	
笼架型瓣的种类 (179)	
人工器官体内安装术 180	
在胸腔内的安装 (180):	
与血管树的连接 (181):	
在软组织内的安装 (183)	
在骨骼上的安装 (184)	
结论 187	
参考文献 188	
第七章 肾脏 216	
肾功能衰竭的治疗 216	
血液透析设备 217	
历史 (217): 讨论 (218),	
商品透析器 (221),	
家庭透析器 (223),	
透析液 (224),	
其它类型的人工肾 (225),	
淋巴透析 (226):	
经皮的管道 (226):	
经皮植入的组织学 (232)	
其它的经皮结构 (233):	
牙及塑料牙的植入 (233),	
托牙指入 (234), 脑探针 (234),	
皮肤中的透明小室 (234),	
眼摘出后假眼的植入 (234)	
腹膜透析装配 235	
结论 236	
参考文献 237	
第八章 脑和神经系统 255	
开颅术 255	
止血 256	
治疗性损伤 257	
硬膜代替物 257	

神经缝合术	257	抗降解性 (317), 热传导性 (317),	
脊椎固定术	258	表面特性 (318), 美观 (318)	
血管外科	259	替换牙齿的修复体	320
脑积水的矫正	260	可移植的牙齿 (320)	
手术中的分流术	263	冠类 (321)	
结论	264	固定桥和可摘桥 (321):	
参考文献	264	冠和桥 (321),	
第九章 耳	269	冠和桥粘固剂 (324),	
耳部疾病	269	可摘修复体 (324)	
传导性耳聋的矫正	269	各种修复法 (324):	
鼓膜成形术 (269):		义齿	325
鼓室成形术 (269)		制作义齿 (325): 义齿材料 (326),	
耳的通气道	274	基托材料 (326), 造牙材料 (330)	
外耳的修复性替代物	275	义齿稳定性 (330): 义齿材料	
结束语	277	(331),	
参考文献	277	重衬材料 (331), 软衬材料 (332)	
第十章 眼	283	预防牙医学	333
角膜移植	283	结论	333
人工上皮 (284):		参考文献	333
水输送的屏障 (284)		第十二章 骨与关节	341
人工内皮 (285)		骨与有关组织的疾病及损伤	341
人工角膜 (286)		骨折的修复	341
人工晶状体	290	关节重建	342
视网膜手术	291	髋关节	344
玻璃体混浊	293	韧带换置	346
眼眶骨折	294	肌腱修复	346
引流管	295	假肢	347
植入式义眼	299	支架与夹板	350
眼肌的应用	300	结论	352
结论	301	参考文献	353
参考文献	301	第十三章 整形与再造外科	359
第十一章 口腔	309	引言	359
塑料在口腔外科的应用	309	人造皮	359
龋齿的治疗	309	头部和颈部的再造	361
充填 (309):		腭护板 (363)	
芳香核热固丙烯酸酯 (310),		声门闭合不全的矫治 (364)	
调和和固化 (311), 物理强度		可配戴的修复体 (364)	
(311),		其他软组织的增大和修复	365
修复体的固位 (313),		乳房 (365)	

肺 (367)		消毒 (402)	
合成脂肪 (367)		致癌作用	404
胸腹壁缺损及疝的修复	368	结论	407
膀胱修复体	371	参考文献	408
输尿管瓣膜 (371)		第十五章 外科用的高分子材料 ...	418
阴道尿道括约肌的增强 (372)		性质	418
肛门括约肌的加固	372	现代应用	423
子宫	373	展望	423
阴道修复体	373	蛋白质的合成 (424)	
人口阴茎口和睾丸	374	抗生素的组成 (424)	
结论	374	抗病毒聚合物 (424):	
参考文献	374	干扰素的产生 (424),	
第十四章 聚合物在生物环		聚电解质对病毒的吸附 (424),	
境中的稳定性	386	利用合成的聚合物引起细胞生长的改	
组织反应	386	变 (426)	
标准和试验方法 (386)		加聚物	427
组织学 (389)		乙稀类聚合物 (427):	
植入部位 (389)		丙烯酸酯类 (428),	
腹腔内植入物 (390)		聚甲基丙烯酸甲酯 (428),	
预防粘连 (390)		丙烯酸酯类水凝胶 (428),	
皮下植入物 (390)		α 烷基氰基丙烯酸酯 (428),	
经皮植入物 (391)		聚乙烯 (429), 聚丙烯 (429),	
缝合线 (391)		聚四氟乙烯 (429), 聚氯乙烯 (430)	
其它部位 (392)		聚乙烯醇 (430)	
植入物和容器的血液反应 (394)		环氧树脂 (430):	
植入物的形式 (394)		聚氨酯 (431)	
原位固化系统 (395)		缩聚物	431
α -氰基丙烯酸酯 (395)		聚酰胺 (432)	
液体 (497)		饱和聚酯 (433)	
泡沫 (497): 特殊表面 (399)		聚硅氧烷	434
降解作用	399	结论	435
植入物材料学	401	参考文献	435
感染和消毒	402	索引	444
感染 (402)			

第一章 绪 论

在航空、航天、海洋探测和无数工商业应用方面向高分子化学家提出的技术要求是人们比较熟悉的。如要求发展重量轻、强度高、从低温到 400℃ 以上都能使用的材料。人们的兴趣还集中在具有独特的粘附性能、以及能耐受外来化学药品的材料，并能以高度的技巧来制造预定规格的电绝缘体和导体。在降低价格和改进产品方面，也已取得了划时代的进展。因此，通常用以修饰“塑料”一词的贬义形容词“便宜货”这三个字，也逐渐销声匿迹。简而言之，近代的聚合物已越来越能模拟那些已知的、和人们所熟知的材料，如钢和石头等。只要有恰当的工程设计，就可以很成功地应用它们。

比所有这些更为值得引起注意而迄今还很少为高分子化学家接触过的领域是：由上皮组织所围绕和隔离的、容积较小的机体内部空间。在这个体内环境中，连续不断的动力学反应相互作用着以驱逐那些原来不是属于那里的东西，或是不屈不挠地致力于吞没、摧毁或彻底地孤立那些高分子化学家和内、外科医生希望能用以满意地代替有缺陷的器官的东西，或是用以修补、维持或增强身体一部分功能的东西。就是这些东西，驱使动力学系统以前所未有的方式作出反应，或者虽然是按老的方式反应，但效率却提高了。

由于复杂的反馈机制，人们对这种环境比对任何其他环境——高分子化学家必须使他的材料与之相适应的环境，包括火星表面或尚未探测的大洋深处——都不十分了解。不论体外的试验做得如何周到，仍是不能准确地预见体内的结果。同样，花了不少钱、花了不少时间所做的动物实验，也不能保证在人体上可以取得相仿的效果。

人们注意到已经出现了很有希望的样品，虽然如此，到目前为止，对体内修复器件的研究工作的数量几乎是微不足道的。研究工作主要有五方面：

(1) 在一些只有用外科修补术才有希望立刻保住生命的应用中，工作的进展是经验性的，但是很迅速。经常是不少系统早期报告的结果非常好，但随后报告的结果仍然是好的就很少，甚至没有。根据近来不满意的结果，更换了修复材料，改变了设计，改进了技术。结果，在整个治疗过程中，手术校正就做得越来越早，因为这样做的成功率比在病人不治之症的晚期做要高。只在此时，才能有足够的统计数据来充分评价材料和设计的作用。

(2) 当能预见到病人的状况可以用自体组织或异体同种移植等步骤来控制时，就会有一种很自然的保守倾向来反对采用高聚物修复。感染是经常会发生的危险，使百分之几的病例必须因此而拆除修补的东西。人们必须把这种感染的危险和所有其它靠不住的因素来和正常情况下有希望获得的早期成功相权衡。这样，进展就比较慢，而且与在移植及自体移植后期所遇到的失败是成比例的。

(3) 当常规技术抢救的效果总是不行时，因此进行的实验虽然并不直接与抢救生命相关，但是在一定范围内受到鼓励，并且在各种专业里有少数开业医生在积极地从事这种实验。这些实验所遇到的伦理学的问题是很麻烦的，并且在文献中日益受到重视[6]。

(4) 不论高分子材料理论上的好处是什么，在有些病例中，原有的较成熟的技术的成功率就相当高，因此只要有一点点会冒风险的怀疑之处，就足以使人放弃使用高聚物。除非经过十年或十年以上的时间，在动物身上做了充分的试验以后。

(5) 又在另外一些病例中，必须把使用高聚物后能预期得到的一些比较平常的效果与

所有关心此问题的人们所提到的可以想像到的风险相权衡。

因此，不可避免的，在某些专业中使用高聚物要比在另外一些专业中进展得更快些。在某些专业中，文献落后于实践总有两年，而且充满了积极热情；而在另外一些情况中，实践落后于文献也大约有两年或更长一些时间，而且又犹豫又悲观。经常是随着时间的推移，向前进展了的研究工作会否定它自己早些时候的结论，这就使情况更为复杂化了。而且因为某些和高分子本身无关的技术改进的结果，一些实际上已被忘却的或几乎在头天晚上还是黯淡无光的操作步骤却又会热切地获得新生，这种情况也不是少见的。

更进一步说，做外科手术看来并无一种“直截了当”的方法。几乎在所有病例中，尤其需做体内修复的，更是如此。外科医生根据经验可能有几种可供选择的方案。当做手术时必须下决心要根据病人的情况选择最合适的方案。一旦下决心要做体内修复时，主要考虑的就不是选择材料了：外科医生对他自己要用的材料的局限性是了解的。简言之，材料的作用并不神秘，而外科医生最终必须对付的却是组织的反应，这却是和很多可变因素有关。因此，外科医生就和化学家不一样。化学家一旦找出一种合成步骤后，所有别的化学家都可以采用它，最多略为修正一下。但在外科手术中，在许多病例中，这种细微修正的性质却能影响到手术的成功或失败。

於是，高分子化学家所面临的就不止是不熟悉的技术及陌生的辞汇，而是他不得不在一种最多只了解了一点点的环境中，去从事那些不是用他所熟悉的、按常规发展的思路来指导的研究工作，而且这些实验结果充其量不过是模棱两可的，可以有各种各样的解释，还受各种其他尚未掌握的可变因素的支配。

因此，不但是他们的科学才能受到别的领域无与伦比的挑战，而且整个研究方法本身也常要经历又长又有点痛苦的重新调正的过程。

文 献

无论何人想在某一外科手术中使用高聚合物时，最好先详尽地把有关此应用的文献回顾一下。通常在多数研究论文中能看到粗略的介绍性的总结，但最好还是自己按年代顺序去查阅原始文献，这比依赖外科医生的印象要好，因为他们最关心的不是高聚物的组成，而是应用的技术及临床的适应性。从按年代顺序总结的文献中可以看出发展的过程；此外在早期论文中还可以看到不少比较有价值的观点，尽管没有触及问题实质，后来也未被重复，但在最新的知识繁星中却愈加显示出它们的重要性。

1956年，H.R.Gran着手准备“修复外科中的外来的植入物”的连续性文献目录。最早的文献目录刊登在1956年7月到1957年7月的Transplantation Bulletin上，从9月份开始，每隔2个月刊登一次，然后逐渐补充，到1964年共收入2350篇以上[3]。本书多少也以这些早期的文献为基础，但是我们详细地查找了1965年到1969年中列在医学索引(Index Medicus)上的约150篇文献，随后又补充了几篇更新的文献。

材料的选择

20世纪50年代中期以前，很少在外科中应用高聚物。较早的文献中更是充满了谨慎

及疑虑：“看来特别重要的是，当这些富有创造性的外科医生感到迫切需把某些新的外来物体加到我们这套医疗设备中去时，他应该先停下来想想是否他那光辉的设想，即使它真正是个好的想法，在当时当地就真是找不出别的生理学上的方法来代替了”[1]。50年代中的塑料技术很少能使人对在外科中应用这些材料会有高度的信任。这种状况直到60年代早期也很少改善。例如，“有关植入心脏起搏器的最早的想法是有很多误解的，因为他们以为电池及电线按照制造商的说法至少能经受3-5年。事实上，大多数早期的起搏器(1961-1963)在3-24个月内就丧失功能了”[5]。

为许多病例的临床结果所证实了的这种怀疑是可以理解的。尤其是因为根据这样的事实，即很少几种金属（钴基及钛合金，奥氏不锈钢）是能适当地与人体组织相容的，更不用说高聚物了。

查阅和高聚物技术有关的医学文献后，可以明显地看出，直到60年代末期，选择高聚物仍是根据它们是否能得到，和一般地感觉它们是否适用，然后做动物实验来取得经验。在首次用于病人之前，还须要做更多的体外试验以使外科医生放心。对于有充分临床历史的材料，这些步骤有时就可以省略了。

这和塑料工艺中所采用的方法是不同的，在塑料工艺中是通过对所有特殊要求的项目的测试来决定能否应用，然后按照这些要求来制作塑料，或者更一般地说，当塑料本身发展后，为它设立的市场就不会去考虑那些低容量用途的部门，因而自然就排除了医用外科的领域。

因此，在这种状况下，外科医生没有能够充分地利用塑料技术也就不足为奇了，即使塑料虽然是在用着，却不是像人们所希望的那么令人满意，而他们能应用到临床的许多场合，最多也只是刚刚合格。

不幸的是，文献不太能够减轻某些人的困惑，也不太能激发市场研究专家的兴趣。在不少情况下，确实不清楚对高聚物真正的要求究竟是什么——这不是指那些描述性的术语，这些是不能做为化学合成的根据的。再进一步说，在许多情况下，也不清楚为什么一时又偏向于喜欢选用某一种高聚物。例如，聚四氟乙烯就常常被用来代替其它材料，但是从文献中也看不出有什么明显的理由必须做这种选择。在实际应用中当涤纶(Dacron)比尼龙(非特殊等级的)显得优越时，仍可以怀疑可能有别的尼龙品种会和它一样，甚至还可能超过它。由于早期研究人员不顺利的实验，对聚氨酯的评价就低得不合理。再普遍地说，硅橡胶[2]及聚丙烯酸酯类之所以被很广泛地采用，看来不是因为它们对特殊应用的独特适应性，而是根据它们比较顺利的发展历史，因而有时候就导致试图在这两种高聚物很不能适应的场合去使用它们。就是这里也还存在着某些混乱，因为在某些应用中，刚性的聚丙烯酸酯类和韧性的聚硅氧烷被互相替换着用，而最终是按照个人的偏爱来作出选择，商品高聚物缝合线就是这样的例子。

在一种手艺性很强的职业中，其间选出的病人及外科手术是用还没有完全评价的高聚物做手术的，由此存在某些混乱是很可以理解的。然而，在动物实验中，虽然能够更密切地控制那些可变因素，情况仍然是很模糊的。所列的情报可能是比较好的，足以让别的开业医师把所描述的步骤重复出来，但要使这项研究作为有意义的积累进入大量的文献宝库则尚嫌不够。

高分子工作者本身对于目前的技术状况不是无可责难的。他们总是给这个领域定个并

不恰当的方向，但从历史发展上看也是可以理解的。过去生产的聚合物都是比较简单的，而且主要是根据它们的物理性质及加工特点来评价的。仅仅从 50 年代起，才开始阐明比较复杂的天然聚合物的结构，并且也只是在 60 年代中，技术才充分发展到可以合成天然高分子的简单类似物。但是很少例外地，外科医生们的主要兴趣不在於工程性质，而是在於组织相容性—此处表面特性以及和天然聚合物的相似性就比本体性质要重要得多。因而外科医生们常常会因为塑料工艺所提供的数据、特别是不适合他们要求的流行观点而表现出明显的不耐烦。

於是，理所当然的，外科医生的主要倾向就是要抵制发展什么标准材料，认为制作这种标准品是不成熟的，而且它们的强加於人倒反极为阻碍发展，对病人却没有什么显著的好处。这种标准品即使发展了也往往只能是供参考的，“所有有关的人都曾反复说明，并没有，也决不当有什么强制使用标准品的打算”[4]。

组织接受性及血液相容性的中心课题尚待解决。目前最好的组织接受性的材料是一种（在很多场合下）不太受欢迎的纤维性变的包囊，而在多数应用中，对付血液相容性问题的办法是鼓励发展让天然组织生长在血液—高分子界面上和使用长效的抗凝血剂，这比使用抗凝血的高分子表面要好。在这些领域里尚待解决的研究工作数量大概和发展一支月球火箭是在同一数量级的，但不幸是不一样的。

目前采用的初级的、粗糙而又繁琐的修复和将来的相比是微不足道的。它们最多只能作为技术向前发展时所能遵循的一般方向。我们以前已经看到过这种发展，如果过去的经验作为借鉴的话，我们可以预言发展的主要方向是从粗糙的工作模型过渡到逐渐变小、但又效率更高的设计，最后到达的顶点是整套极其精细复杂、可靠、用途广的组合，在精确地控制质量的操作下能够大量生产。从技术上，我们现在可以用生产出来的器件来重现人体任何一种器官的功能，只要不限制大小，不考虑维修问题，不考虑费用就行。我们已经在制作原始的大脑，也许我们还需制造原始的肺、心、肾、肝及胆囊—以及生产模型，然后再把它们缩小到最后能实用的尺寸。

因为现代技术发展的速度非常之快，而且在理论上也没有什么障碍，所以完全可能在不远的将来，医学科学工作者及外科医生能有各种精致复杂和高度可靠的修复器件，用来代替大多数一般损伤的人体器官。这种乐观预测的重要假定是，塑料技术终将以它倾注於年消耗量为几亿磅的材料工业的同样的那种献身的热情来关心如何将高聚物应用於人体。

（陈慧英译，候助存校）

参考文献

1948

1. Gallie, W.C.: Address of the President, Ann Surg 128: 321-331.

1964

2. Braley, S.A.: Commentary on silicones, Plast Reconstr Surg 34: 632.

3. Grau, H. R.: Bibliography of foreign substance implants in reconstructive

surgery, Transplantation 2: 306.

1965

4.Scales, J.T.: The development of British standards for Surgical implants, J Bone Joint Surg (Brit.) 47B: 111–117.

1967

5.Morse, D.P.et al: Comparative study of pacemakers, Dis Chest 51: 74–90.

1968

6.Nyhus, L.M.: Human experimentation and the surgeon, Surgery 64: 701–705.

第二章 细胞与膜

细胞是生命的基本单位。它的外面是一层细胞膜，里面包裹着细胞内液和细胞核。细胞核里又有细胞的主要特征 DNA。

细胞膜是一种复杂的片层胶粒形成的膜，它的厚度为 50—100 Å。体细胞就是靠这样一层膜与围绕着它的间质环境隔开的。而在细胞和围绕着它的间质液之间，又通过细胞膜进行着不间断的化学物质交换。这种交换是通过两种过程进行的：一种是借助压力差，不用化费能量的被动过程；另一种是克服压力梯度的主动过程。这种交换是依靠细胞膜的特性而进行的。

有时也合成高分子膜来代替天然膜的这种功能，本章将介绍这方面的研究，在末了几节还涉及了有关体液体外循环的应用。此外，也正在发展一些聚合物的制品来模拟细胞的特殊功能，虽然目前还处于非常不成熟的阶段。这将在人工细胞的标题下进行讨论。

合成膜

制备复杂的片层胶粒式的膜，是超越目前化学家的能力的。但是，对于根据分子之立体定向特性、电子特性及溶解特性有区别的膜制作已在提出建议。自我修复体系的发展也不是不可能实现的。一个与肾小球有关的膜自愈的假设机制发展了理论基础（又见第 7 章）。这种假设认为，在超滤过程中（逆渗透）膜的脆弱部位被透明质酸（还可能有其它粘多糖）所复盖，这个部位在并合前是借助于过滤压力使之维持在一起。一种透明质酸的改性聚乙烯醇类似物在超滤条件下能沉积在滤器上，形成具有足够自粘合性的薄膜，能够从滤器上揭下来，并且试用于透析试验[42]。

如果要得到有效而复杂的膜，就需克服现在所用的膜的固有缺陷，这对于证实血中特异化学药物与临床症状以及代谢紊乱之间的关系的研究上将是有用的。改进的膜还可用于发展可植入的生物燃料电池上[65]。有朝一日将会有像现在用来分离某些药物一样的选择性膜用于模仿自然的方式来合成与生产有治疗作用的复杂高分子。更进一步看来，发展具有高效氧与二氧化碳廓清率的膜，可用手术植入能在海水中满意地工作的人工肺。极端复杂的膜技术能够模拟构成感觉器官和人工肝。曾有人建议从它们可发展在功能上类似人脑的人工器官[54]。

在目前的技术条件下，合成膜在临床应用上尚局限于用在体外透析血液式淋巴以除去代谢的与外来的毒物；用于专为心脏外科手术用的气体交换装置（人工肺）上；以及用于内植药物及麻醉性气体的控制释放上。

（一）、透析膜

透析装置上所用膜（第 7 章）的基本概念是在体外循环中将透析液与体液隔开而使有毒的化合物跨过浓度梯度而被除去。

尽管纤维素（赛路玢 cellophane）膜还不令人满意，仍被选用作血透析膜，它已被连续使用了 25 年，患者能长期使用它来保持生命。

因此可以说，纤维素膜在临床应用上是满意的，但距理想还很远。

完善的透析膜应设计得能除去与肾衰竭有关的所有代谢废物，这大概是目前纤维素膜还做不到的。膜的研究在某种程度上受到医学研究者对于有关的特异产物不能肯定的影响。目前，改进的膜应具有足够的湿润强度，以便在超滤时没有明显的尺寸变化，能使低分子量物质通过而不使血浆蛋白通过。这种膜不应从透析液有选择地吸留物质，应具血液相容性而不需使用肝素来防止凝血，这种膜应尽量地薄，并配合其它必要的要求以发挥最大的效能。

在所有的要求中，临床工作者最欢迎的是在不牺牲纤维膜的其它性能下增进强度。

较新的膜已在一两个性质上超过赛路玢纤维素膜，并且广泛地得到些体外数据，然而由于没有可能把数据明确地作出比较，因此这些文献就很混乱。廓清速率取决于测试单元的几何形状、流速、温度、压力、膜的厚度、以及其它因素[10]。例如透析液体的搅拌速度对尿素通过膜的扩散速度有明显的影响。在 500rpm 的搅拌速度下，除去一半尿素的时间（半寿期）是 175 分钟，而搅拌速度为 1000rpm 时半寿期则为 112 分钟这一差异指出，限定的条件可以意外地增进膜的边界层现象，以阻止血液在界面上的混合，因而限制了膜的透析效率而不考虑膜的负荷量。在文献中，使用了许多不同的测试槽，试验条件也因研究者而大不相同。

由于这些混乱，国家标准局最后在 1968 年提出了标准测试槽[46]。但是，还不断地提出改进的方案[58]。

医用级纤维素膜物理特性

表 2-1

材料	湿重 克 / 100 厘米 ²	干重 克 / 100 厘米 ²	湿厚 毫米	100 厘米 ² 的体积 干·毫升	孔面积 分数湿膜	伸长度 厘米长 / 100 克	破裂点 毫米汞
标 准	1.19 [±] / .01	.25 [±] / .005	0.009 [±] / .002	1.60 [±] / .0.03	5.87	2.83	176.5 [±] / .81.6
试样 A	1.11 [±] / .02	.19 [±] / .010	0.007 [±] / .006	1.60 [±] / .0.03	5.77	2.54	152.5 [±] / .47.4
试样 B	.79 [±] / .02	.17 [±] / .001	0.065 [±] / .001	0.92 [±] / .0.06	6.71	3.56	122.5 [±] / .33.2
超 薄	.96 [±] / .03	.24 [±] / .003	0.090 [±] / .004	1.16 [±] / .11	6.21	3.22	144.5 [±] / .33.2
铜纤膜	.44 [±] / .01	.14 [±] / .001	0.035 [±] / .001	0.66 [±] / .0.09	4.58	0.83	95.0 [±] / .1.6
不透体	.86 [±] / .01	.35 [±] / .003	0.64 [±] / .001	2.00 [±] / .0.06	2.56	0.32	62.5 [±] / .10.0

* ± 标准差

关于新膜的临床评价并没有跟上研究的步伐。部分原因可能是没有一种膜具有明显的超过纤维素膜的优点，部分原因需要大量的病例才能作出临床评价，同时在得出肯定的比较结果之前，必须持续长时间的实验。许多实验性的新膜不能满足这么大的用量。再者，临床用透析装置是按纤维素膜的性能设计的，对于新膜来说，并不一定是最合宜的装置。“这些膜的最理想的使用，有待专为它们设计的新装置”[70]。

1. 讨论

对于纤维素膜以及以后提出的许多其它薄膜来说，膜的作用要服从化学物质的输送的

速度，这又依赖于薄膜厚度以及孔的大小和分布。从空间定向性的考虑，只有当分子体积接近于孔的大小时，才能表现出选择性[6]。

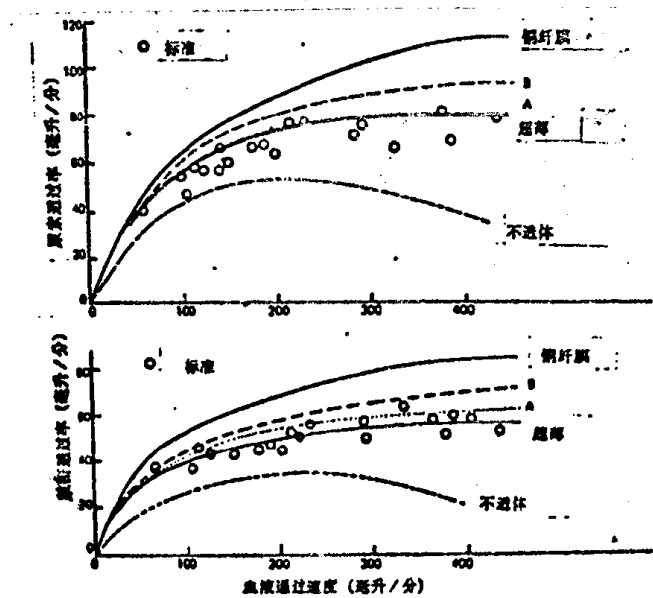


图 2-1 尿素、肌酐透过率与血液通过速度的关系[23]

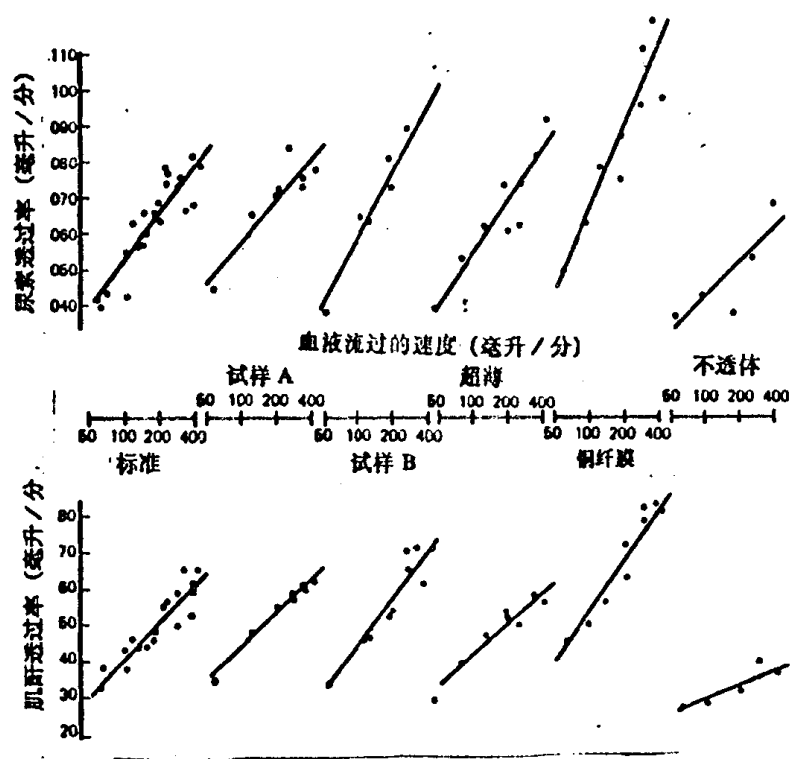


图 2-2 尿素肌酐透过率与血液流过速度对数的关系 (23)

在早期所用工业赛路玢膜的缺点是含有如甘油、尿素、“填料”，以及使血压大幅度下降的水溶性血管减压剂等杂质[2]。