

合成樹脂与塑料应用丛书

第 四 册

塑料在医学中的应用

[苏] P. A. 瓦尔塔亞 著

化学工业出版社

塑料工业是較新的一門化学工业。为了介绍塑料在国民經济各个部門中的应用，我社陸續出版一套“合成树脂与塑料应用丛书”，分別叙述各种塑料在机器制造业、电气工业、建筑工业和医学上的应用，供有关人員参考和閱讀。

本書是介绍各种塑料在医学上，如外科、内科、口腔科上的应用，以及用塑料制造医学装备用的設備、仪器和工具等，供从事塑料工业和医学事业人員閱讀参考。

本書由北京化学工业研究院技术經济研究室譯自“化学科学与工业”中 *Применение полимеров в медицине* 一文。

合成树脂与塑料应用丛书

第四册

塑料在医学上的应用

北京化学工业研究院技术經济研究室 譯

化学工业出版社出版 北京安定門外和平北路

北京市書刊出版业营业許可証出字第092号

化学工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

开本：787×1092公厘1/32 1959年4月第1版

印张： $\frac{12}{32}$

1959年4月第1版第1次印刷

字数：9千字

印数：1—5,000

定价：(10)0.09元

書号：15063·0486

塑料在医学上的应用

近几年来，合成聚合物在医学上和医药工业上开始获得重要的实际意义。目前医学科学正在不断地进步和发展，它对聚合材料的需要逐年上升。显然，由于聚合材料具有各方面的性能和其它材料不能替代的性质，在不久的将来，它会在医学和医药工业上所用的材料中，将占显著的地位。决定聚合材料在医学上应用的基本性能有下列几点：

1) 化学稳定性 医学上所采用的主要聚合物是：(1)与血相互作用，不引起溶血(红血球的破坏)；(2)在组织液的影响下不起变化和不会引起有机体发炎；(3)不具有致癌性质(某些聚合物)；(4)无毒性；(5)能经受一般常用的灭菌操作(如煮沸或冷法——用二酸，青霉素、甲醛液、升汞)。

2) 机械强度 在比重小的情况下有很高机械强度的、并且容易加工的材料，对制造医学用品有着重要的意义。

3) 光学性能 某些种类聚合物，由于具有高度的透明性，无色和有综合的光学性能，是制造一系列医学用品的非常贵重材料。它们的外观亦很重要。塑料在医学上的应用，使医学用品美观，表面坚硬而光滑，并且在一般的气压条件下不起变化，因此塑料制品通常不需要任何防护性涂层。

合成塑料在医学上的应用，不仅作为其它材料的代用品，而主要它是一种独立的构造材料，并在许多情况下都不能被任何其它材料和金属所替代。

合成塑料在整形外科、神经外科、胸部和腹部外科上，愈来愈获得广泛的应用。塑料可以用于修复食管，修补心脏房室中隔膜缺损，修补血管、关节、四肢以及牙齿和上颌。此外，塑料在医学上还有特殊的用途。例如，在制作解剖标本时用作血液代替品，用于制

作超薄切片以及当作 X 光射线造影材料。

虽然，最近在医学上对塑料的兴趣增加，但是塑料的应用还是有限的，因为大多数医疗用品的使用条件是非常严格的，再加上缺乏关于某些塑料对活的有机体各种介质的稳定性的综合性报导，就使塑料在医学上的应用，发生了困难。例如合成树脂对有机体来说是不发生作用的，但可能在合成树脂中含有最初未反应的剩余物，如固化剂、增塑剂、稳定剂、填料等等，这些东西可能与有机体组织起反应。

气态氯乙烯在有机体内能引起与麻醉剂作用相似的症状，使人体运动失去平衡和协调，而在某些情况下完全失去知觉。聚氯乙烯有憎水性，因此它对有机体无毒性作用。为了减少血液凝结，把聚氯乙烯制品涂上一层聚硅氧。用白鼠作试验证明制品无毒。根据药理学的观点，很难找到一种对有机体完全没有害的聚合物，尤其当与血液接触时。在最近几年，无论苏联或者其他国家都在使用由聚乙烯、聚氯乙烯、乙烯醇、聚甲基丙烯酸甲酯、聚酰胺等制成制品，它们对有机体完全没有害处。经过细致的研究，证明这些制品具有无毒性和对周围介质有化学稳定性。关于个别塑料具有毒性问题的资料，尚未进行系统分类，因此必须对于各种合成塑料进行系统的研究，以便找出对有机体无害的材料。例如，酚醛树脂有时能引起内瘤；聚氨基甲酸酯与皮肤组织粘连得很结实，因此都不是很理想的；丙烯酸酯能逐渐磨损，耐纶的抗磨性较好，但是否无毒仍属疑问。

本文准备介绍的聚合物或者已在医学实践中使用或可能被采用。这些聚合物是：聚乙烯、聚异丁烯、聚氯乙烯、乙烯醇及乙烯醇缩醛、聚甲基丙烯酸甲酯、聚酰胺、聚硅氧、离子交换树脂和橡胶等。

塑料在外科上的应用

很多医生曾企图利用从其它动物身体上或从尸体上移置的方法来代替损坏了的或丧失的器官，但到目前为止，由于存在着組織的不相合性，大多数都没有成功。因此很自然地期待着寻找解决这一问题的新途径。很早就有过利用别的材料和金属代替有机体原有的組織的嘗試，可是这些嘗試又都失败了，一部分是由于制品昂贵和制造复杂，同时也由于未找到能够长期满足組織相合性和机械强度要求的物件。在20世紀30年代以前，在外科上曾經采用了金属、石蜡、蜂蜡、硬脂、琥珀、玻璃等等。但这些物质有一定的缺点，即作为异物对周围組織有刺激；同时为了使这些物质无菌还必须加入杀菌药物，这样更加剧了它们的刺激作用。用上述物质在技术上很复杂，因为大多数都不能完全符合所需的粘性与可塑性。

19世紀下半年代最先发明了用赛璐珞修补头顱的缺损。以后发现赛璐珞对組織有剧烈的刺激作用，有时还在邻近部位的結締組織中发生癌病。用赛璐珞作假牙也同样不合适，因为它不能长期保持原有的形状，且其强度和光泽坚固度都不够。

目前在神經外科上使用聚甲基丙烯酸甲酯修补头顱缺损很成功，無論是实验研究，还是临床研究，都証明以丙烯酸和甲基丙烯酸衍生物为基础的塑料，对头顱軟膜骨头和大脑都不引起反应。这些組織的结构，在連續观察下(达6年)很多症例(96~98%)均未变化。用聚甲基丙烯酸甲酯来修补头盖骨的缺损，可以保护大脑不受第二次外伤，使患者在以后不需要进行再次的整形手术。在临床研究的基础上，很多作者建議把甲基丙烯酸甲酯作为修补头顱大的骨缺损和修补前額——眼眶部位骨缺损的材料使用，此时为了美容必須把材料作好模型。在手腕的整形外科上，可以使用作为整形材料。

为了达到靜止的和官能的目的，曾經長時間采用金属修补物替代切去的骨块。由于金属修补物不够完善，最近开始改用丙烯酸树脂

作的修补物来代替。假的大腿、人造肱骨小头都广泛被采用。尤其应当提出的是用聚甲基丙烯酸甲酯脩补物作膝盖骨和下颌骨效果良好。索耶和巴基 (Coye 和 Baz) 用丙烯树脂修补物代替了因粉碎性骨折而截断的距骨。出奇的是修补物还使用于手腕的疾病。

丙烯酸酯的修补物也用在結締外科上(上臂关节外科)，此时能保证在水平面上具有近于正常的肌肉力量的关节运动。所得到的結果，比藉助于单切去一个肱骨小头所得到的結果要好得多。耿蔡氏 (Гейнце) 为了检查用聚合物代替金属的可能性，在动物实验中把各种塑料移植至結締組織，用聚甲基丙烯酸甲酯作的結合銷当尺寸小时，强度不够，而相同尺寸的聚酰胺則具有高的强度。玻命銷 (пермоновый штифт) 的表面稍有弹性，它比硬金属容易适应于周围組織，此外它很容易用普通的手术刀刨平。经过全面研究証明，玻命銷对周围組織不起明显的物理、化学或生物学作用。

用塑料来治疗骨折，大大减少了手术的危險。

某些研究者指出，聚氨基甲酸乙酯作的修补物易磨损并与表皮組織粘連很結实。这种在有机体組織中的不穩定性的原因到现在还未查明。此外，聚氨基甲酸酯的致癌性問題，到现在尚未肯定解决。但是还有一些医生在用聚氨基甲酸酯作的修补物，不过在其主要的負荷面上作了一个鋼帽。

为了确定聚氨基甲酸酯的有害程度和組織不相合性，在动物实验中(家兔)，在皮下束里埋藏了一块聚氨基甲酸酯薄膜。进行了七个月的观察。研究材料証明，聚氨基甲酸酯薄膜未消散，它沒有毒性，除了形成平滑的薄的結締組織被膜外，并未引起周围組織任何的反应性变化。沒有全面的試驗和長時間的研究，未必可以提出聚氨基甲酸酯在临床上用于修补軟組織缺損的建議，因为发炎过程往往在2~3年之后才开始(而有时延长更久)，何况外科使用聚氨基甲酸酯的适应症又是非常矛盾的。

关于在外科采用聚己內酰胺作軟組織缺損的修补材料和作縫綫

材料用的問題，在我国或国外都沒有引起医生的怀疑。

在面部整形外科上，在修补面部缺損时采用塑料有重要意义。到目前为止，在面部整形手术中广泛应用了各种貴重金属合金、骨組織、石蜡、賽璐珞、尸体軟骨和骨头以及人自体組織。但是在上述材料中沒有一种能满足所提出的要求。用金属制成的移植物和修补物重而笨，制造工艺十分复杂。用病人自体組織造形，必須进行多次手术；病人要經受附加的外伤，有时这种外伤对病人比主要手术还严重的多，因为要切取肋軟骨或一小块骨头等。用尸体軟骨或骨头造形容易得多，可是由于組織的不相合性，所作的手术不能經常成功。此外，实际上这种办法不能經常行得通，因为很难找到这种材料，并且材料再生性能的保存时期也有限，尤其在末稍的条件下更甚；同时人軟骨的大小和形状，对修补大的缺損，也不經常能合适。所有这些情况都导致在面部整形外科上开始广泛采用塑料，主要是聚甲基丙烯酸甲脂，作为移植物和修补物。

现在很多外科医生有大量对于在成形手术时采用塑料的个人观察材料。有很多的著作証明，用聚甲基丙烯酸甲脂作的移植物对活的有机体組織完全无害。塑料移植物对于脩补脸部骨骼的缺損最适宜；它們可用来修补鼻梁、上下眼眶和額骨的缺損，制作眼球，下脸部的修补物，以及治疗下頷骨关节强硬。

由于聚甲基丙烯酸甲脂的光学性能很好，可以用人造晶体来代替内障病人渾浊的晶体。用聚甲基丙烯酸甲脂作的透鏡片可以满足提出的要求，它們透明，具有比玻璃小的比重，对眼睛不起有害反应。腊德烈 (Ридль) 指出，从所作的63个手术中，有56个成功了。临床观察証明，人造聚甲基丙烯酸甲脂的透鏡完全可以代替天然晶体的功能。用聚甲基丙烯酸甲脂制的假眼，与瓷制的和玻璃制的区别是，由塑料制成的假眼容易加工并容易把假眼装在眼眶中，这常常能使病人无需再进行附加的手术，同时还比较坚固。

成形物也适用上呼吸道的整形外科，其中包括治疗喉头狭窄和

气管狭窄，同时也适用于胸外科。近年来外科治疗先天性心脏病病人（心膈畸形主动脉狭窄）的可能性，由于采用塑料移植物而有了增大。塑料移植物比同种移植物方便，因为塑料修补物可以作成需要的物状、直径和数量；此外也容易消毒。

在修补心室或心房中隔缺损时，塑料修补物是非常有用的。许多医生用各种不同的塑料材料作修补物。

移植物由聚乙烯醇、聚乙烯、聚氯乙烯制成；最近发现聚酰胺（貝命 перлон）也可用来制作移植物。应用修补物可以大大增加改善先天性心脏病病人血液循环的可能性。可以使血流由这一根血管导入另一根血管中，甚至当这两根血管在解剖学上本来不能彼此相接通时，由于修补方法的研究成功，象切除常常长达6厘米或更长的胸主动脉或腹主动脉狭窄部位的这些手术才有可能进行。心脏外科最近采用塑料带来固定机能不全的瓣膜。在瓣膜机能不全的实验中，用塑料制人工瓣膜已经成功。很多学者的研究证明塑料修补物良好地完成相应血管的功能。

在外科上，当结扎重要的动脉而极为危险的时候，也出现代替下肢血管的必要性。直至目前为止所采用的材料仍未达到要求。邱弗耶（Тюфье）用内面涂一层石蜡的银管；但这种管子在第四昼夜常常就被血栓堵塞住。美尔烈（Меррей）和德伊斯（Джейнс）在动物实验中采用了玻璃管，但不过三昼夜它就不通了。

胡弗纳格耳（Хуфнагель）在实验中成功地使用了由聚甲基丙烯酸甲酯制成的经过专门磨光的管子。这种管子很坚硬，因而使用起来较复杂。聚乙烯的物理机械性能使它适宜于代替血管。此外聚乙烯不刺激组织，易切割和在预先加热后可以弯成各种需要的形状。最近为了用聚氯乙烯的管子代替血管，进行了许多动物实验，并且得到良好的效果。

最近很多医生在试作食管修补。1957年12月（在А.В.維什聶夫斯基外科研究所紀念会上）特.特.达烏罗娃（Даурова）給大家看了

一位女病人，他的食管經用聚乙烯醇修补过的。可是聚乙烯醇的食管不够硬，很难使修补物固定。目前在實驗中使用聚氯乙烯和聚乙烯作修补物，据初步研究，証明这些修补物是适用的。

类似制造血管用的修补物，也可作其它外科需要的物件，例如缝合神經用的管子、引流导管、导管和連接腸的修补物。

很多医生在十九世紀末期曾想在將肺切除后仍然保存腔。不久以前，为此目的用石蜡、蜂蜡、硬脂等等作了外科填补术，可是这些物质作为导物有刺激周围組織的缺点，并且使用的技术也复杂。此外，脂肪組織或肌肉組織也被利用了。有时这些手术获得了成功，但它們仍然未被广泛采用。自从塑料出現以后，外科填补术在医学上才获得广泛和有效的应用，塑料的特点是对組織无刺激性和具有无反应性的特性。列恩(Рен)在进行纵隔制动脉时使用了聚乙烯醇塑料，結果頗为成功，也未引起并发症。列恩和湯姆遜(Томсен)以后又指出由聚乙烯醇作的填充物可用来填充肺部空洞。在洞中，填充物作为一种无作用的物体存在，且其大小不改变。注入两星期后，在填充物周围形成了結締組織束；束中开始了被細胞消散的过程，然后結締組織机化和脂肪組織发展，一直到把填充物完全代替为止。后来填充物也用丙烯树脂，聚乙烯海綿和聚醯胺来制作。

现在外科上使用的縫合材料沒有完全滿足所提出的要求。聚合物材料也用来制造縫合材料。为此曾采用了聚乙烯醇(синтофил)的高聚物。与羊腸綫比較起来，聚乙烯醇具有很多优点：綫的表面平滑无結，而强度超过絲綫和羊腸綫好几倍，这样可以使使用比較細的綫。表面平滑能保証在牽引綫时組織損伤最小。由聚乙烯醇制成的綫可以用在臨床实践工作中，伯兰吉斯(Брандис)在135次无菌手术中采用了聚乙烯醇的綫，而克尼格(Кениг)在150次各种器官手术中采用了这种綫。这些作者以及普彼耳(Пупель)均証实，用聚乙烯醇的效果很好——一次也沒有发现縫綫伤口化膿。

在瘻瘻部位沒有发现任何能够对組織有刺激性以及瘻瘻中存在疼痛結节等等的变化。此外在外科上也使用聚醯胺的綫（卡普隆、耐綫、玻綫）作縫合材料。在德意志民主共和国卡尔-馬克恩湖只用玻綫縫合材料作的 20000 次手术中，一次也未发现有結节的缺点。由于玻綫有这样的特性——在組織內不脹大——因此它最适用于美容手术。

塑料在口腔学上的应用

到最近，沒有一种材料适合于作口腔的修补物。例如橡胶，大家都知道，能吸附口腔中的食物残渣和微生物，刺激粘膜，它的棕紅顏色与口腔粘膜的顏色显著不同。此外，用橡胶作的修补物有股不愉快的气味，且其机械强度也不够。

不久，在口腔的实际工作中試用金属合金以及某些种类的塑料以完全或部分代替橡胶。可是这些材料，不論在本身的性能上或者由于工艺上的困难，都不适用。最近几年，在制造假牙中，广泛采用了丙烯基树脂的塑料。

在矫形口腔科中采用 AKP-7 制剂最多。根据所进行过的研究，确定 AKP-7-10-9 在实践过程中，对活的有机体无作用。

人造牙在牙的修补术中具有很大意义。目前广泛采用塑料做的人造牙。当給先天性腭裂的儿童作修补术时。在作填补术和治疗牙髓发炎的病人时，都采用塑料作固定的矫形修补术。

塑料在內科上的应用

1946年曾經有人第一次建議，在內科上利用离子交換树脂，以調节有机体的离子組成。这种調节在內科上，特别是对于心脏和血管系統疾病高血压、肝脏和腸胃道疾病等有很大的意义。用阳离子交換树脂排除有机体内多余的鈉（引起水肿和高血压的鈉）就不必采用无盐飲食，这是有很大意义的。因为長時間使用无盐飲食是非常

困难的，并且病人也很难忍受。

近年来出现了很多关于对心脏血管系统病人和高血压病人，使用阳离子交换树脂问题的著作。也指出了利用阴离子交换树脂排除肠液中一定量氮和磷的可能性。

在医学实践中采用离子交换树脂的经验证明，以前需要严格遵守饮食制度和每星期利尿剂注射次数不得少于二次的、严重的心脏机能不全的病人，在采用阳离子交换树脂和阴离子交换树脂时，水肿可以消除，因此可能增加病人饮食中的钠量。在某些情况下，采用树脂能促使心脏病人痊愈。几乎对所有症例都放宽了饮食限制。

1950年曾提倡用离子交换树脂，作为一种诊断方法去测定胃液的酸度，以免除用探针采取病人胃液的痛苦。为此，建议用指示阳离子交换制剂，这种制剂的每1克羧基型阳离子交换树脂含20—28毫克奎宁。

也曾有人建议用其它指示阳离子交换制剂（带有亚甲基蓝和偶氮着色剂的指示离子交换器，指示离子交换器-色尿红-滤砂-II）。除阳离子交换制剂以外，也利用指示阴离子交换制剂（带有荧光素的阴离子交换器）。

此外，利用离子交换树脂可以粘结肠内于腐败过程中形成的有毒化合物，或和食物一起进入肠的有毒物质。

离子交换树脂，作为吸附物质可用于当有机体内进入放射性物质时、血液去钙时（为了防止血液在保存时发生凝固）以及抗菌素生产等。

用塑料制造医学装备用的器械、仪器和工具

某些聚合物，由于具有可贵的物理机械、化学、电学、和工艺特性，是制造一系列医学器械、仪器和工具的最珍贵材料。

最近几年与在外科上取得显著成就的同时，心脏外科也有很大的进展。显然，如果能够暂时解除心脏的压血功能，则心脏的任何

手术就会进行得更好。目前有一些人工血液循环器的实际模型(“人工心肺”；图1示出其中的一个模型)。所有这些器械的生理部分(血液接触的零件)都用塑料(有机玻璃、聚乙烯、聚氯乙烯)制成。为防止溶血和凝固，用聚氯乙烯制成的零件上都涂一层聚硅氧。

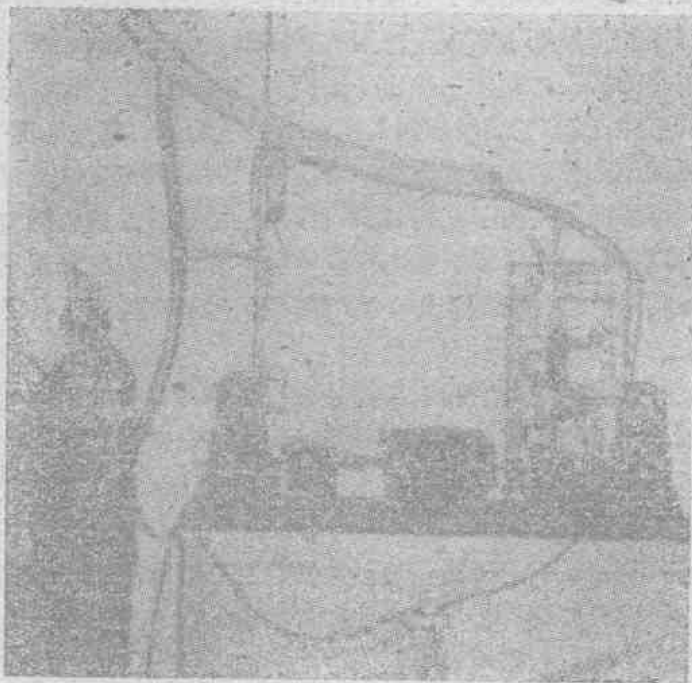


图1 人工血液循环器械“人工心肺”

1. 聚异丁烯作的人工肺脏；2. 有机玻璃的人工心脏；
3. 聚氯乙烯作的输血管。

从1957年开始，A.B. 维什聶夫斯基外科研究所成功地应用了苏联制造的(由实验外科器械及工具科学研究所设计和制造)人工血液循环(心肺)器，人工血液循环器的使用，为心脏外科开辟了无限的前途。

“人工肾”器械制造成功对现代外科和内科有重要的意义。最近

临床上采用很多“人工肾”器械的模型(图2示出一个“人工肾”的模型)。该器械的用途是去除循环血液内的氮代谢最终产物(尿素、肌酸、肌酐及其它),保持离子平衡(钾、钠等)以及排除某些由于中毒后在血液内循环的有毒物质。“人工肾”器械的生理部分都由塑料(有机玻璃、聚乙烯、聚氯乙烯)制成。

人工血液循环器和“人工肾”器械的血液导管和导液管都利用由聚氯乙烯制成的管。



图2 设备“人工肾”

1. 由有机玻璃和聚乙烯制成的渗析器;
2. 有机玻璃作的心室。

用塑料可制成各种医疗器械,例如带有手术区域照明设备的伤口扩张器,注射软管,膀胱镜和上颌用的匙形钳子等。塑料可以用来制造血液贮存器(聚乙烯、聚氯乙烯)和制药工业的药物贮存器,可用于包装某些药物和制剂,作保护面具、医学粘膏,各种不透X

綫的医疗零件，以及其它各种輔助用途。

在不断发现能够滿足医学要求的塑料新品种的条件下，塑料的应用范围便显著扩大。为了完成这个任务，化学家和医学家必須共同进行专门的研究工作。