

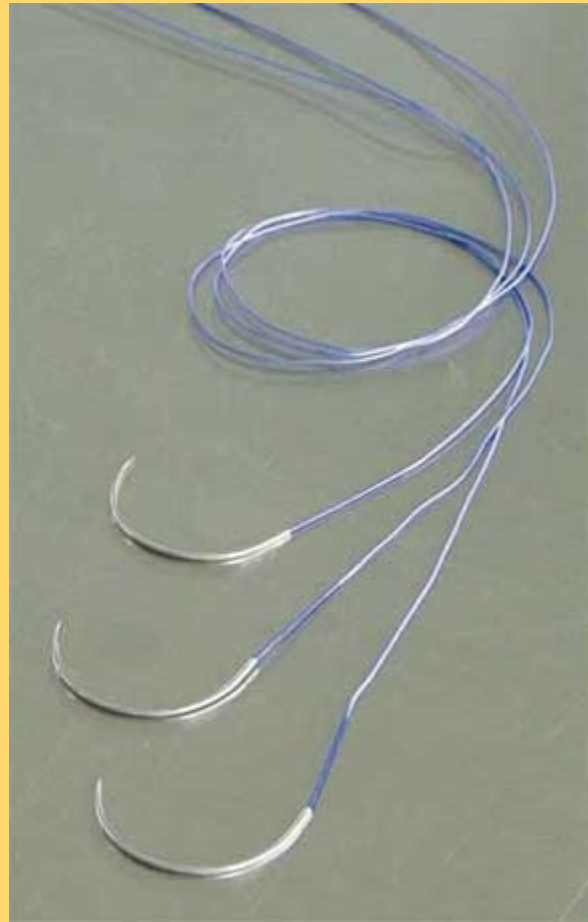
# 第九章生物医用高分子材料

# 生物医用材料

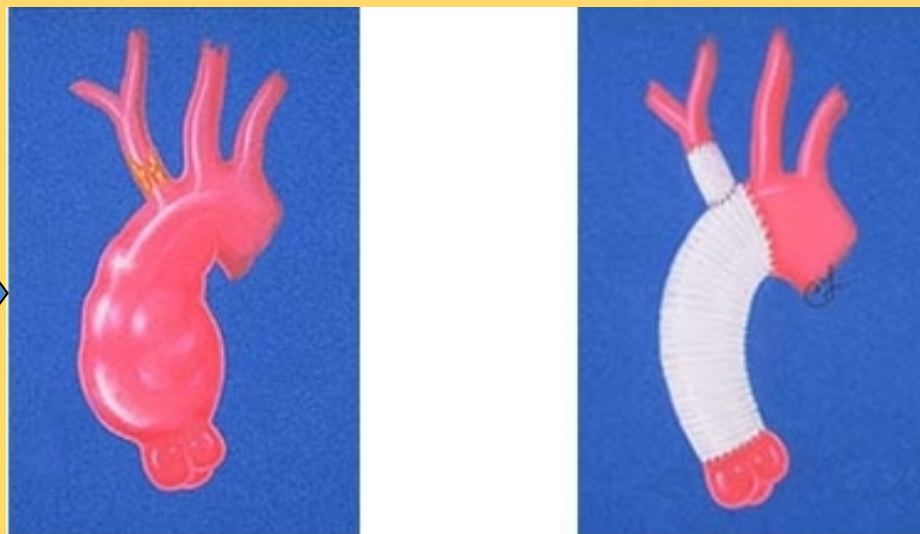
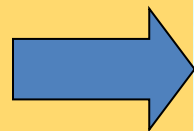
- (1) **医用金属和合金**。主要用于承力的骨、关节和牙等硬组织的修复和替换。不锈钢、钴基合金、钛及钛合金是目前医用合金的三大支柱。医用合金还有钽、铌和贵金属等。
- (2) **医用无机陶瓷**。有惰性生物陶瓷和活性生物陶瓷（羟基磷灰石陶瓷、可吸收磷酸三钙陶瓷等）
- (3) **医用高分子生物材料**。高分子化合物是构成人体绝大部分组织和器官的物质，医用高分子生物材料包括合成（如：聚酯、硅橡胶）和天然高分子（如：胶原、甲壳素）。近来，生物降解高分子材料得到重视。
- (4) **医用生物复合材料**。如羟基磷灰石涂复钛合金，碳纤维或生物活性玻璃纤维增强聚乳酸等高分子材料。



隐形眼镜



手术缝合线



**聚四氟乙烯**

人工血管治疗动脉瘤

# 人工关节

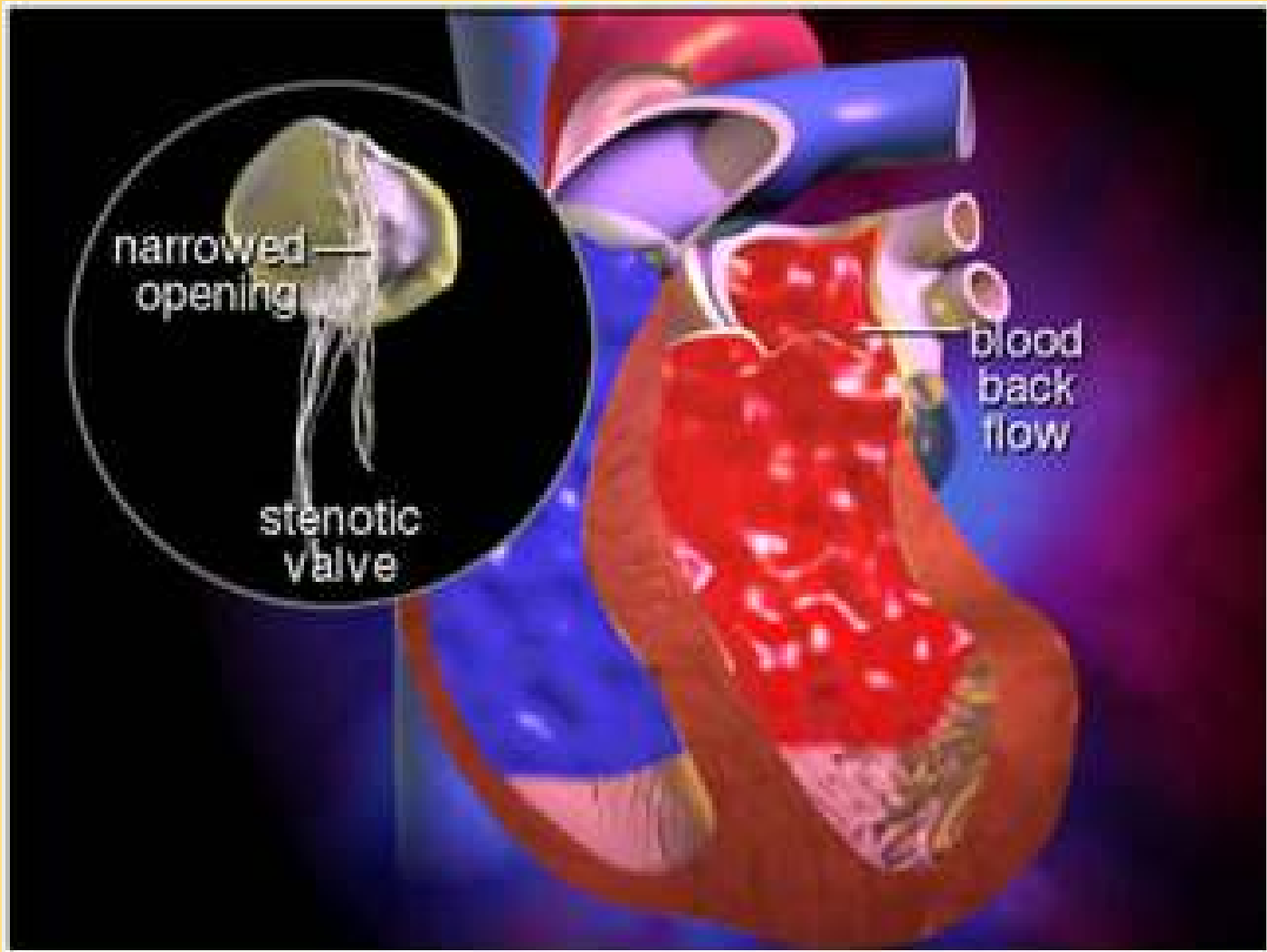
例如：

德国产品 UHMWPE材料

- ISO5834-2
- ASTM F648
- 可作为人工关节、人工骨骼植入人体
- 极低的能耗
- .....



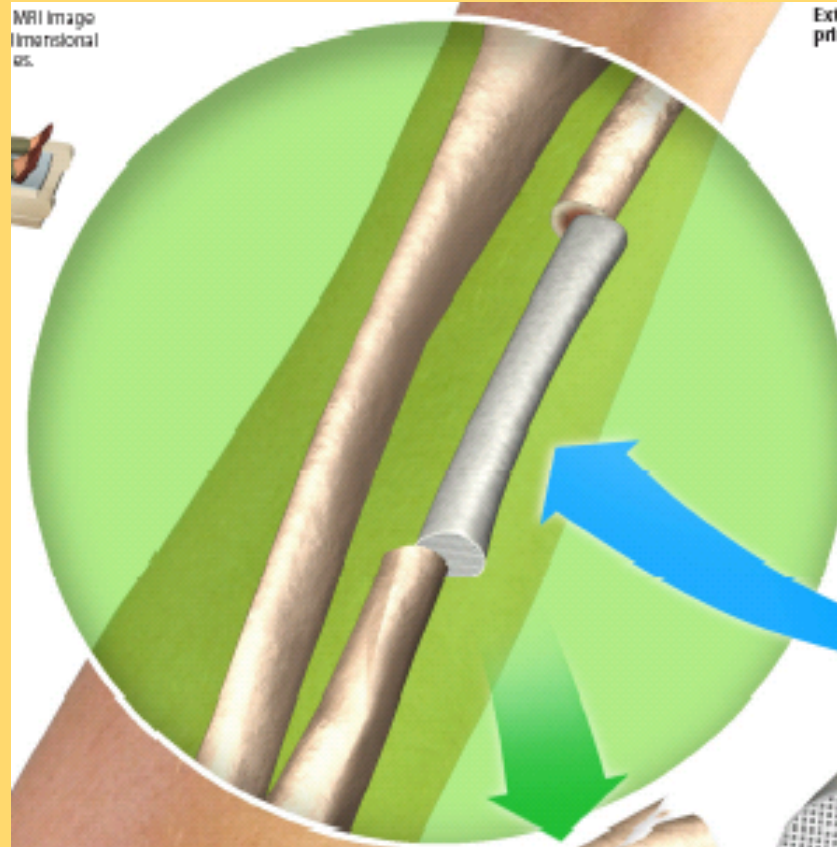
# 人工心脏瓣膜



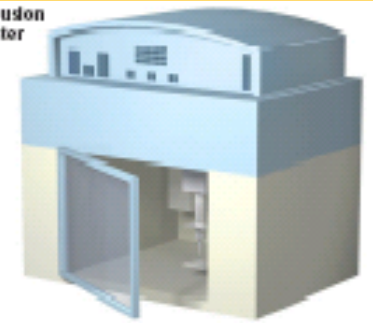
# 组织工程人工骨缺损修复示意图



MRI image  
dimensional  
os.

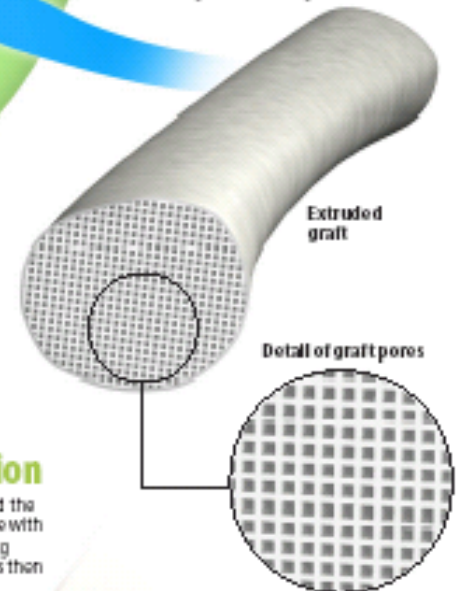


Extrusion  
printer



## Step 3: Creating the graft

The measurements are sent to a 3D extrusion machine that "prints" a ceramic-polymer graft at the rate of about an hour per one-half inch. The graft, called a "template," is coated with a thin layer of calcium phosphate and contains tiny, interconnected pores that will allow the bones on either end to grow into the graft.



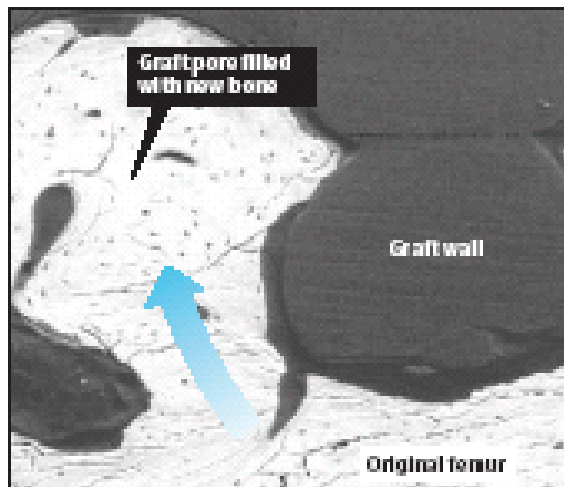
## Step 4: Surgical implantation

The damaged bone pieces are surgically removed and the sterilized graft is implanted. The graft is glued into place with a ceramic paste that is harmless to the body yet strong enough to eliminate the need for support pins. A cast is then placed over the limb to keep it immobile.



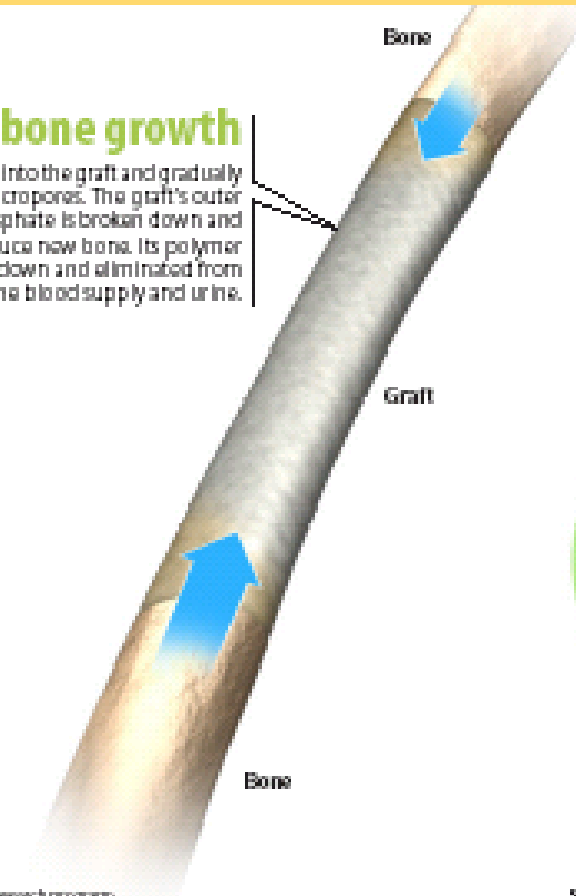
## Step 5: New bone growth

As the bone heals, it grows into the graft and gradually fills the template's micropores. The graft's outer coating of calcium phosphate is broken down and used by the body to produce new bone. Its polymer inner structure is broken down and eliminated from the body through the blood supply and urine.



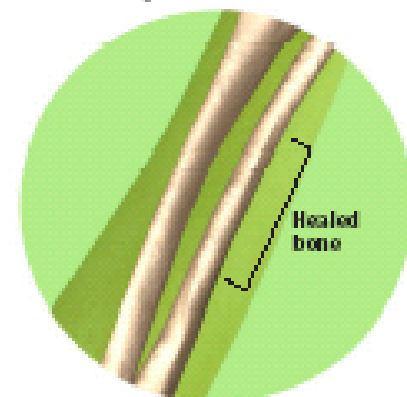
## Promising lab trials

This highly magnified image shows a cross-section of an artificial graft that was implanted into a rat's femur. After four months the femur has absorbed a portion of the graft and begun filling the graft pores with new bone.



## Step 6: Complete absorption

ACR scientists say the body should completely absorb the template within about 18 months of the implantation, leaving nothing but a perfectly-healed bone that is as strong as it was before it was damaged.



The Plast-I-Bone is currently being tested in rats and soon will be tested on dogs. The technique must be approved by the FDA before it is eligible for human trials.



高分子材料虽然不是万能的，不可能指望它解决一切医学问题，但**通过分子设计的途径**，合成出具有生物医学功能的理想医用高分子材料的前景是十分广阔的。有人预计，在21世纪，医用高分子将进入一个全新的时代。**除了大脑之外，人体的所有部位和脏器都可用高分子材料来取代。**仿生人也将比想象中更快地来到世上。

# 本章内容

医用高分子材料概述

生物惰性高分子材料

生物降解高分子材料

用于人造器官的功能高分子材料

药用高分子材料

# 9.1 医用高分子材料概述

## 一、医用高分子材料的定义和分类

**医用高分子材料**：指符合特殊**医用要求**，在医学领域应用到**人体**上，以医疗为目的，具有**特殊要求**的功能高分子材料。

# 9.1 医用高分子材料概述

## 一、医用高分子材料的定义和分类

### 分类

按用途分类

按原材料分类

按功能分类



# 9.1 医用高分子材料概述

## 一、医用高分子材料的定义和分类

### 按用途分类

- **治疗用高分子材料**

缝合线，黏胶剂，止血剂，各种导管，引流管，一次性输血输液器材

- **高分子药用材料**

靶向性高分子载体（肝靶向性，肿瘤靶向性），高分子药物（干扰素，降胆敏），高分子控制释放载体（胶囊，水凝胶，脂质体）

- **人造器官用材料**

人造皮肤，血管，骨，关节，肠道，心脏，肾等

# 9.1 医用高分子材料概述

## 一、医用高分子材料的定义和分类

### 按原材料分类

#### 常见医用高分子的原材料

材 料 分 类		品 种
天然高分子医用材料	多糖类	纤维素衍生物、淀粉衍生物、甲壳质衍生物、海藻酸钠、琼脂多糖等
	蛋白质类	胶原蛋白、动物胶、白蛋白、丝、绢等
	生物组织类	硬膜、肠线、动物皮、异种脏器类
合成高分子医用材料	惰性高分子类	硅油、聚丙烯腈、聚氨酯、聚甲基丙烯酸酯、聚四氟乙烯、聚烯烃类、聚碳酸酯、聚苯乙烯、聚酰胺、聚乙烯醇等
	可降解高分子类	聚乙醇酸、聚乳酸、聚环内酯、聚缩醛、聚氨基酸等
医用复合高分子材料		有机/无机复合材料、合成/天然复合材料、高分子/金属复合材料等

# 9.1 医用高分子材料概述

## 一、医用高分子材料的定义和分类

### 按功能分类

- 生物相容性高分子材料 （血液+组织）
- 生物降解高分子材料 （被降解吸收）
- 生物功能性高分子材料 （模仿人体器官功能）

# 9.1 医用高分子材料概述

## 二、医用高分子材料的特殊要求

材料学要求 → 机械强度、稳定性、外观效果

医学要求 → 药物的控制释放、  
人造血液的粘度、渗透压、  
人造皮肤的促进愈合作用

生物学要求 → 与生物活体长期和平共处



# 9.1 医用高分子材料概述

## 二、医用高分子材料的特殊要求

### 生物学要求

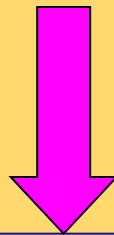
共性——相容性（血液+组织）

特性——生物惰性或可生物降解性

# 9.1 医用高分子材料概述

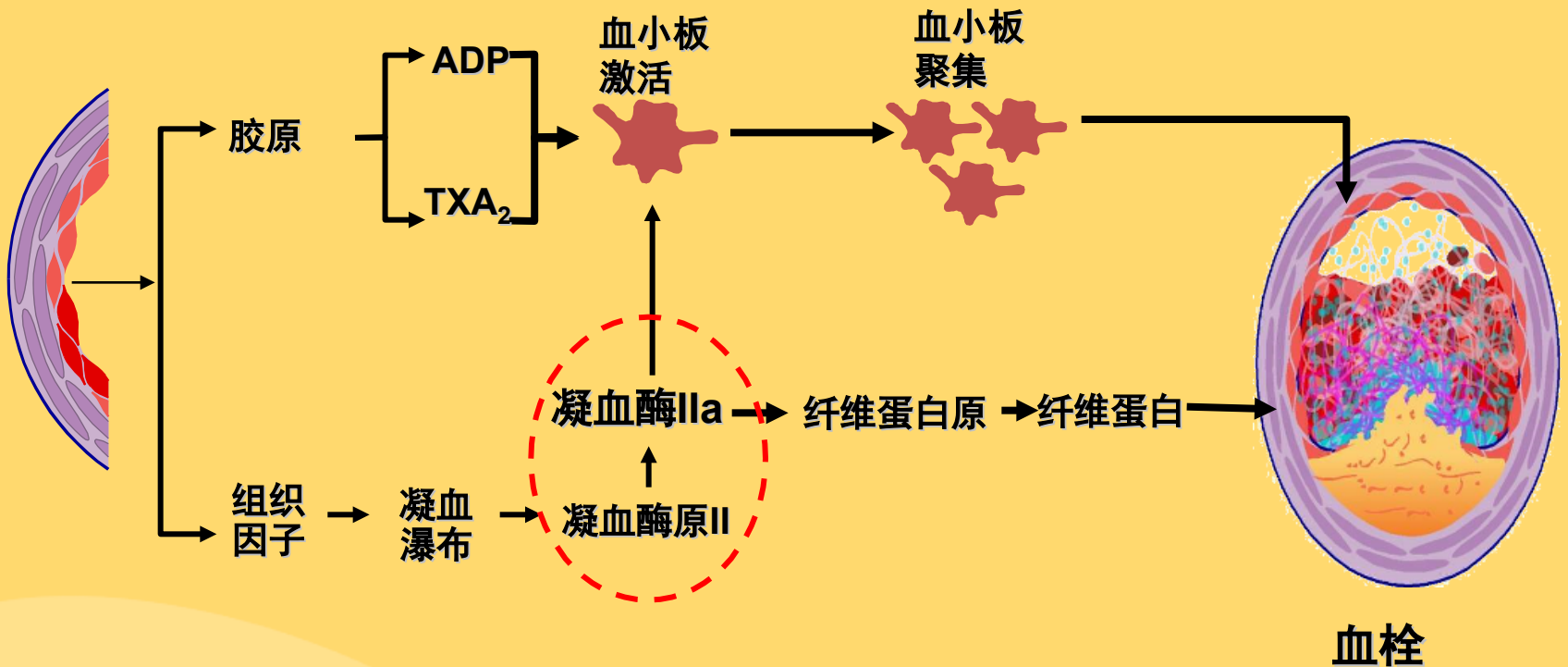
- **良好的血液相容性**

当高分子材料用于人工脏器植入人体后，必然要长时间与体内的**血液接触**。因此，医用高分子对血液的相容性是所有性能中最重要的。



**血液相容性：**材料在体内与血液接触后不发生凝血、溶血现象，不形成**血栓**。

**血栓：** 当人体的表皮受到损伤时，流出的血液会自动凝固。



内皮损伤诱发血栓形成示意图

# 9.1 医用高分子材料概述

**材料界面性质与血液相容性的关系：**

**具有血液相容性的材料的特点**

- **低界面能**
- **表面具有亲水或疏水性质**
- **材料界面具有负电荷（血液中多组分呈负电性）**
- **表面附着抗凝血物质（如肝素）**

# 9.1 医用高分子材料概述

- **良好的组织相容性**

有些高分子材料本身对人体有害，不能用作医用材料；有些高分子材料本身对人体组织并无不良的影响，但在合成、加工过程中不可避免地会残留一些单体，或使用一些添加剂。当材料植入人体以后，这些单体和添加剂会慢慢从内部迁移到表面，从而**对周围组织发生作用，引起炎症或组织畸变**，严重的可引起全身性反应。

**组织相容性**是指材料在与肌体组织接触过程中不发生不利的刺激性，不发生炎症，不发生排斥反应，没有致癌作用，不发生钙沉积。

# 9.1 医用高分子材料概述

提高高分子材料的组织相容性的解决方法：

- ①提高材料的**纯度**——材料中的有害杂质会加速材料的老化并加剧组织与材料之间的生物化学反应。
- ②材料本身具有良好的**化学稳定性**——在体内环境下不易老化和分解。
- ③有良好的**机械强度**和**光滑表面**——使用过程中不对组织产生破坏和刺激。
- ④采用与组织相容性好的材料进行**表面复合**，改进组织相容性。

# 9.1 医用高分子材料概述

- **良好的生物惰性**

生物惰性是指材料在生物内部环境下自身不发生有害的化学反应和物理破坏。

- 化学变化——酶、酸、碱等造成
- 物理变化——渗透、溶解、吸附等造成

# 9.1 医用高分子材料概述

- **良好的生物降解性**

- 与生物惰性的要求相反，在某些场合需要医用高分子材料具有可生物降解性，即材料仅有有限的使用寿命，使用期过后材料可以被生物体分解和吸收。
- 如手术用的缝合线和固定骨骼的骨水泥、骨钉等，采用可降解材料可以防止二次疼痛。



# 生物惰性医用高分子材料

## 9.2 生物惰性高分子材料

### 基本特点：

- 良好的生物相容性（血液+组织）
- 材料在生物环境下表现出的惰性即非生物降解性：  
不老化、不降解、不干裂、不溶解

### 医学应用：

人体植入材料（人工骨和骨关节材料、器官修复材料）

人造组织

人造器官

## 9.2 生物惰性高分子材料

### 改善材料生物相容性的途径

- ① 强亲水或强疏水表面
- ② 亲水或疏水微相分离的聚合物
- ③ 表面引入生物相容性物质（肝素、白蛋白）
- ④ 引入负离子（血液中多组分呈负电性）
- ⑤ 生成伪内膜

## 9.2 生物惰性高分子材料

### ① 改善高分子材料表面亲水性

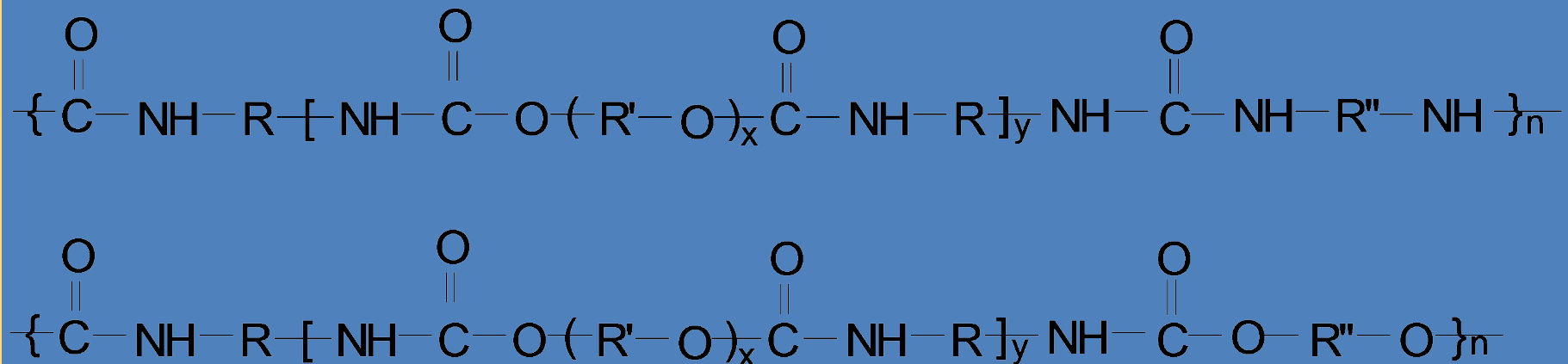
- **强疏水**：对血液成分吸附能力小，因此血液相容性好。如：**聚四氟乙烯**
- **强亲水**：吸水后与血液表面性能接近，减小对蛋白质的吸附。如：**聚氧化乙烯（非常重要的抗凝血材料）**——添加聚氧化乙烯（分子量6000）于凝血酶溶液中，可防止凝血酶对玻璃的吸附。

通过接枝改性调节高分子材料表面分子结构中的亲水基团与疏水基团的比例，使其达到一个最佳值，也是改善材料血液相容性的有效方法。

## 9.2 生物惰性高分子材料

### ② 采用亲水-疏水微相分离的嵌段共聚的方法

研究发现，具有微相分离结构的高分子材料对血液相容性有十分重要的作用。它们基本上是**嵌段共聚物和接枝共聚物**。其中研究得较多的是**聚氨酯嵌段共聚物**，即由**软段和硬段**组成的多嵌段共聚物，其中软段一般为聚醚、聚丁二烯、聚二甲基硅氧烷等，形成连续相；硬段包含脲基和氨基甲酸酯基，形成分散相。

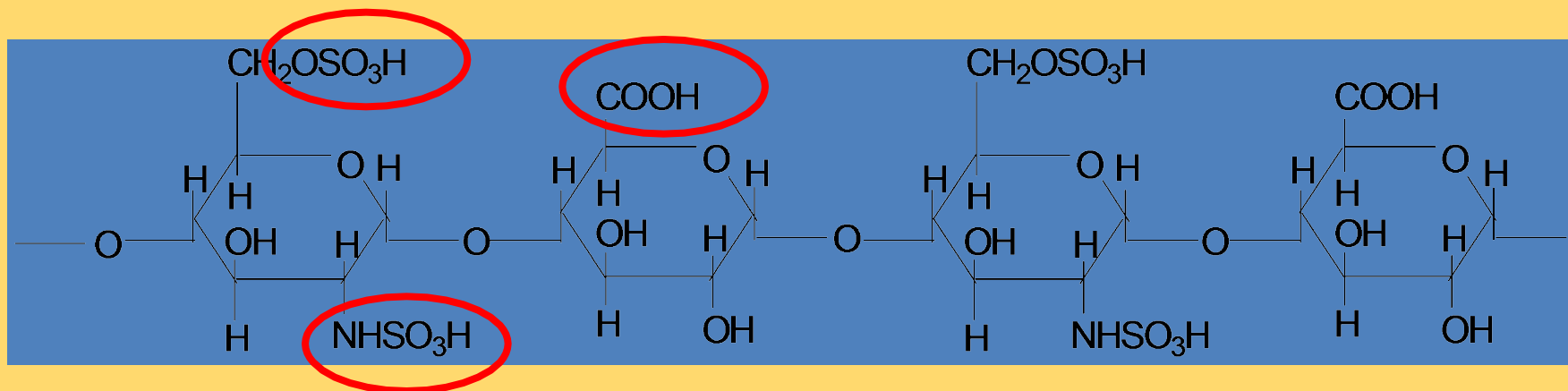


美国Ethicon公司推荐的四种**医用聚醚氨酯**：  
**Biomer, Pellethane, Tecoflex**和**Cardiothane**  
 基本上都属于这一类聚合物。

- 原因被认为是亲水和疏水的蛋白质被**吸附**于不同的微相区间，**不会激活血小板表面**的糖蛋白，血小板的特异识别功能表现不出来。

## 9.2 生物惰性高分子材料

### ③ 在材料表面引入生物相容性物质



肝素是一种硫酸多糖类物质，含有 $-\text{SO}_3^-$ 、 $-\text{COO}^-$ 及 $-\text{NHSO}_3^-$ 等功能基团。最早被认识的天然抗凝血产物之一。

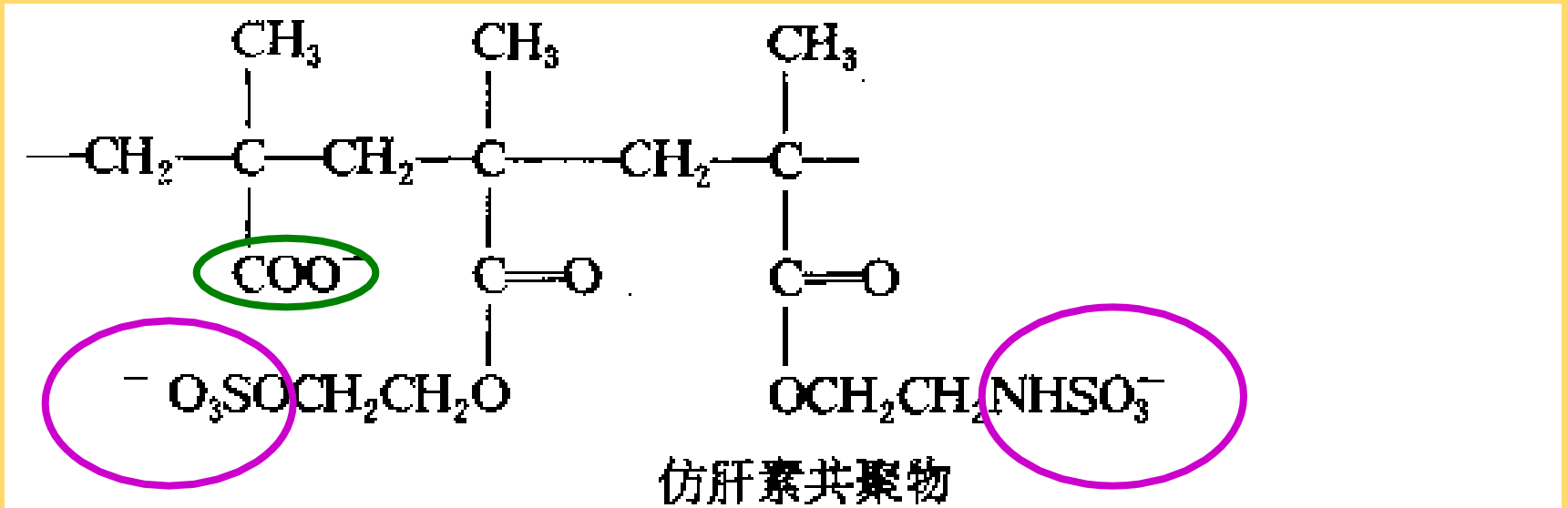


## 9.2 生物惰性高分子材料

---

将**肝素**通过接枝方法固定在高分子材料表面上以提高其**抗凝血性**，是使材料的抗凝血性改变的重要途径。在高分子材料结构中引入肝素后，在使用过程中，肝素慢慢地释放，能明显提高抗血栓性。

## 9.2 生物惰性高分子材料

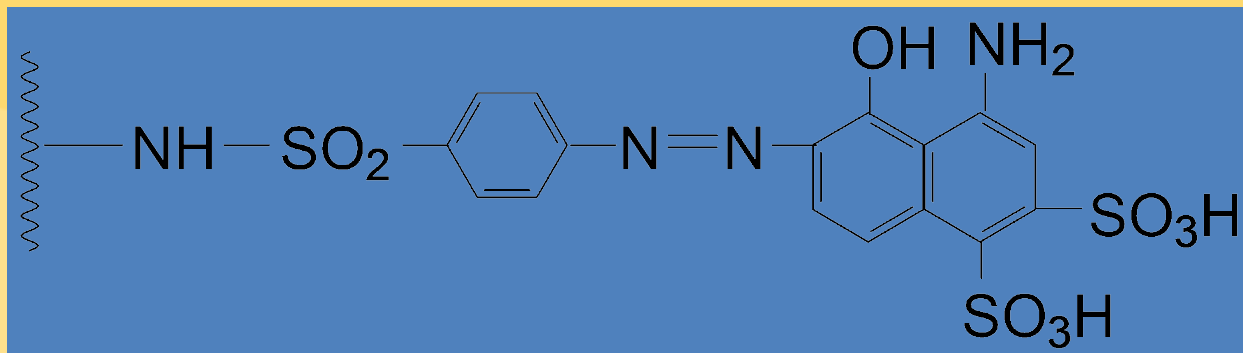


人工合成的仿肝素共聚物，同样具有较好的抗凝血功能

## 9.2 生物惰性高分子材料

### ④ 在材料表面引入负离子

例如：将芝加哥酸（1-氨基-8-萘酚-2, 4-二磺酸萘）（见下式）引入聚合物表面后，可**减少**血小板在聚合物表面上的**粘附量**，抗凝血性提高。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/478017131033006050>