
第八章

设计参数

- 8.1 生物材料:相关特质
- 8.2 宏观（机械的）性质和表面性质
- 8.3 反应性:分子之交互作用
- 8.4 生物黏着性（组织键结）:物理和化学机制
- 8.5 影响生物材料的因素

8.1生物材料:相关特质

<u>金属</u>	<u>优点</u>	<u>缺点</u>
不锈钢	强度够 制造容易 可用性	有被腐蚀的可能 高弹性系数
钴-铬合金 长期影	强度够	钴和铬离子对身体造成的 响仍未知
	抗腐蚀 相对程度的抗磨耗	高的弹性系数
钛（6铝-4钒）	强度够 低弹性系数 抗腐蚀	不耐磨
<u>陶瓷</u>		
矾土	抗化学退化 可湿性 抗磨耗	低张力、低弹力
磷酸钙（稍微溶解和吸收）		
羟基磷灰石	骨头黏结剂 些微可溶	低张力、低弹力 些微可溶

白磷钙矿	骨头黏结剂	低张力、低弹力
	可溶	可溶
天然物（可吸收的）		
骨头磷灰石	骨头黏结剂	低强度
	具吸收能力	
聚合物		
合成物		
热塑性塑料		
聚四氟乙烯（铁氟龙）	具抵抗化学退化的能力	低磨损抵抗力
	恐水症	恐水症
	低摩擦力的热对流现象	没有表现典型
超高分子量聚乙烯	相对的高抗磨损	氧化作用的对象
聚对苯二甲酸乙二醇酯（达克龙）		材质会被水解
		低分子量污染物
聚甲基丙烯酸甲酯	体内聚合	低疲劳强度（负载量应用）
聚合硫酸铁 度衰退）	高强度热塑性塑料	吸水性（在水中强
聚醚醚酮	高强度（>聚合硫酸铁）	未经证明
	低吸水性	
碳化聚合硫酸铁；碳化聚醚醚酮	非常高的强度	未经证明
	相对较小的弹性系数	
弹性体		
二甲基硅氧烷	高弹性寿命	低耐磨性
	制造容易	低分子量聚二甲基硅氧烷的释放
	机械免疫抗原性的变化幅度？	

聚氨酯 高弹性寿命 不确定分子的结构和性质间的关系

机械性质的变化幅度

表面和巨观的性质不相同

(高机动性的柔软切片)

低分子量;污染物

材质会水解、氧化和钙化

水凝胶

聚甲基丙烯酸二羟基乙酯

低反应性
低强度

透明的

容易被吸收的

聚乳酸/聚乙醇酸

阶段性吸收

身体对药丸代谢物的未知
生物反应

新陈代谢的退化产品

低强度

天然物

胶原

复制细胞外基质的成份

免疫

特性

玻尿酸

复制细胞外基质的成分

未经证明

壳聚糖

替代蛋白聚糖(例如: 玻尿酸)

未经证明

聚四氟乙烯PTFE polytetrafluoroethylene, 超高分子量聚乙烯UHMWPE ultra high molecular weight polyethylene, 聚对苯二甲酸乙二醇酯PET polyethylene terephthalate; 聚甲基丙烯酸甲酯PMMA, polymethyl methacrylate; 聚合硫酸铁PSF, polysulfone; 聚醚醚酮 PEEK, polyetheretherketone; 二甲基硅氧烷PDMS, polydimethyl siloxane ; 聚甲基丙烯酸二羟基乙酯 P-HEMA, poly hydroxyethyl methacrylate; 聚乳酸; PLA, polylactic acid聚乙醇酸PGA, polyglycolic acid.

8.2 宏观（机械的）性质和表面性质

8.2.1 材料的本体和表面性质由原子间键结来决定

宏观

力学上

-强度

-弹性/可塑性/黏弹性

-耐久性（磨损和疲劳）

表面

力学上

-耐久性（黏着）

-摩擦/润滑

化学上

-腐蚀

-氧化

-水解

-酶解

-溶解

生物黏着性

-机械的

-化学的

8.2.2 宏观（机械的）性质和表面性质

机械	本体		表面			
	强度	弹性系数	化学	耐久性	反应性	
	(抗拉强度) (MPa)	(弹性模量) (Gpa)	(0-++++)	(0-++++)	备注	
金属						
不锈钢	500-1000	200		+	+	绷紧
钴-铬	700	240		+	+	
钛（6铝-4钒）	900	110		++	+	
陶瓷						
铝	40000	380		0	0	压缩
	259					绷紧
磷酸钙						
羟基磷灰石	<900	<100		无	++*	绷紧
白磷钙矿				无	+++*	
天然物						
骨头磷灰石	140	18		无	+++*	绷紧
聚合物						
合成物						
聚四氟乙烯（铁氟龙）	14-34	0.4		++++	0	
超高分子量聚乙烯	21	1		++	+	

聚对苯二甲酸乙二醇酯 (达克龙)	<40		+++	+	
聚甲基丙烯酸甲酯	55	3	+++	+	
聚合硫酸铁	70	2.5			绷紧
聚醚醚酮	90	3.6			绷紧
碳化聚合硫酸铁; 碳化聚醚醚酮	500	60			混和
二甲基硅氧烷	2.4-7	<0.01	++++	0	
聚氨酯	1-69	0.07-6.9	无	0	
聚甲基丙烯酸二羟基乙酯		++++**	无		
聚乳酸			无	++++**	
聚乙醇酸			无	++++**	
天然物					
胶原			无	++++**	
玻尿酸	无	无	无	++++**	
壳聚糖	无	无	无	++++**	

聚四氟乙烯PTFE polytetrafluoroethylene, 超高分子量聚乙烯UHMWPE ultra high molecular weight polyethylene, 聚对苯二甲酸乙二醇酯PET polyethylene terephthalate; 聚甲基丙烯酸甲酯PMMA, polymethyl methacrylate; 聚合硫酸铁PSF, polysulfone; 聚醚醚酮 PEEK, polyetheretherketone; 二甲基硅氧烷PDMS, polydimethyl siloxane; 聚甲基丙烯酸二羟基乙酯 P-HEMA, polyhydroxyethyl methacrylate; 聚乳酸; PLA, polylactic acid聚乙醇酸PGA, polyglycolic acid.

*可溶解的

**容易被吸收的

8.3 反应性:分子之交互作用

8.3.1 表面修饰/退化交互作用：身体对生物材料的影响

8.3.1.1 水

8.3.1.1.1 吸收（例如：有需求的高吸水性水凝胶，但相反地，即使是低吸水性热塑性聚合物也会影响材料的力学性质）

8.3.1.1.2 水解(例如：聚合物的酯连接)

8.3.1.1.3 水当作电解液促进金属的腐蚀

8.3.1.1.4 一些物质的溶解(例如：磷酸钙)

8.3.1.2 氧

8.3.1.2.1 氧化物结构（例如：在金属上）

8.3.1.2.2 聚合物的氧化退化

8.3.1.2.3 金属的腐蚀（例如：缺氧部位进行氧化还原反应）

8.3.1.3 阴阳离子促成金属腐蚀、溶解和沉淀反应（例如：矿化/钙化）

8.3.1.4 酵素（例如：天然聚合物如胶原的酶解作用）

大分子的吸收（例如脂质的吸收）

8.3.2 生物分子间的交互作用：生物材料对身体的影响

8.3.2.1 水

8.3.2.1.1 疏水基间的交互作用

8.3.2.2 电荷交互作用

8.3.2.2.1 离子键（主要键结）

8.3.2.2.2 次要键结

8.3.2.2.2.1 氢键

8.3.2.2.2.2 凡得瓦力

8.4 生物黏着性（组织键结）:物理和化学机制

8.4.1 物理的/机械的

8.4.1.1 大分子的纠结（奈米的尺度）

8.4.1.2 表面不平整/多孔的细胞外基质的叉合（微米的尺度）

8.4.2 化学上

8.4.2.1 主要键结

8.4.2.1 离子键

8.4.2.2 次要键结

8.4.2.2.1 氢键

8.4.2.2.2 凡得瓦力

8.4.2.3 疏水基间的交互作用

8.4.3 生物兼容性的尺寸和时间尺度

尺寸	组织分化	键结机制	时间常数	测量法
厘米-公分 (定性)	器官	干涉配合	数星期、数月数年	X光照相术
		灌注填充剂		机械试验 (定量)
		组织 (骨头)		
		向内成长		
		化学键		
厘米	组织	同上	数星期	机械试验
				光学显微镜/组织学 (定性)
				扫描式电子显微镜 (定性和定量)
微米	细胞	整合素	数天到数星期	组织学
				传输式电子显微镜 (定性)
奈米 (性)	蛋白质	次要键结	数秒、数分钟、数小时到数天	免疫组织化学染色 (定
	蛋白聚糖	疏水基间的		等温吸附 (定量)
		交互作用		
奈米	矿物质结晶	磊晶	数秒、数分钟、数小时到数天	传输式电子显微镜 (定性)
		离子键		在试管内沉淀 (定量)

8.4.4 多孔材质特性的总整理

器材的功能/目的	组织	细胞	细胞活动	孔的大小 (微米)	孔的几何形状/ 方位
促进真皮再生/避免收缩	真皮	纤维母细胞	收缩	20-120	(3-D) 同位素或 平面的 各向同性的(?)
促进神经再生/轴突延长	神经	神经	移动	1-10	单轴的
使假肢附着于骨头/骨头向内成长	骨头	成骨细胞	有丝分裂合成	100-600	各向同性的

8.4.5 在骨头里植体的键结类型和生物材料

<u>键结的类型</u>	<u>材料</u>
紧压配合(干涉配合)	钛合金
	钴-铬合金
灌注填充剂	聚甲丙烯酸甲酯骨水泥(骨水泥)
骨头向内成长	多孔钴-铬合金
	多孔钛合金
	商业上多孔纯钛
骨头键结	(羟基磷灰石涂层)
螺丝固定术	不锈钢
	钴-铬合金
	钛合金
骨头叉合	钴-铬合金
	钛合金

8.5 影响生物材料的因素

8.5.1 暴露于空气中 (例如: 碳氢化合物污染物)

8.5.2 处理方式 (例如: 被粒子污染并改变型态)

8.5.3 储存时间 (例如: 残压会导致尺寸的改变)

8.5.4.1 压力锅 (蒸汽) 温度和吸收的水分对一些热塑性材料机械性质的影响

8.5.4.2 干燥加热 (长时间高温)

8.5.4.3 气体 (环氧乙烷) 一些聚合物需要长时间曝气

8.5.4.4 伽玛射线 聚合物的分裂、交叉结合和氧化(当在空气中操作)