
第八章

設計參數

- 8.1 生物材料:相關特質
- 8.2 巨觀（機械的）性質和表面性質
- 8.3 反應性:分子之交互作用
- 8.4 生物黏著性（組織鍵結）:物理和化學機制
- 8.5 影響生物材料的因素

8.1 生物材料: 相關特質

<u>金屬</u>	<u>優點</u>	<u>缺點</u>
不鏽鋼	強度夠 製造容易 可用性	有被腐蝕的可能 高彈性係數
鈷-鉻合金 長期影	強度夠	鈷和鉻離子對身體造成的 響仍未知
	抗腐蝕 相對程度的抗磨耗	高的彈性係數
鈦 (6鋁-4鈦)	強度夠 低彈性係數 抗腐蝕	不耐磨
<u>陶瓷</u>		
礬土	抗化學退化 可濕性 抗磨耗	低張力、低彈力
磷酸鈣 (稍微溶解和吸收)		
羟基磷灰石	骨頭黏結劑 些微可溶	低張力、低彈力 些微可溶

白磷鈣礦	骨頭黏結劑	低張力、低彈力
	可溶	可溶
天然物（可吸收的）		
骨頭磷灰石	骨頭黏結劑	低強度
	具吸收能力	
聚合物		
合成物		
熱塑性塑料		
聚四氟乙烯（鐵氟龍）	具抵抗化學退化的能力	低磨耗抵抗力
	恐水症	恐水症
	低摩擦力的熱對流現象	沒有表現典型
超高分子量聚乙烯	相對的高抗磨耗	氧化作用的對象
聚對苯二甲酸乙二醇酯（達克龍）		材質會被水解
		低分子量污染物
聚甲基丙烯酸甲酯	體內聚合	低疲勞強度（負載量應用）
聚合硫酸鐵 度衰退）	高強度熱塑性塑料	吸水性（在水中強
聚醚醚酮	高強度（>聚合硫酸鐵）	未經證明
	低吸水性	
碳化聚合硫酸鐵；碳化聚醚醚酮	非常高的強度	未經證明
	相對較小的彈性係數	
彈性體		
二甲基矽氧烷	高彈性壽命	低耐磨性
	製造容易	低分子量聚二甲基矽氧烷的釋放
	機械免疫抗原性的變化幅度？	

聚氨酯	高彈性壽命 機械性質的變化幅度	不確定分子的結構和性質間的關係 表面和巨觀的性質不相同 (高機動性的柔軟切片) 低分子量污染物 材質會水解、氧化和鈣化
-----	--------------------	---

水凝膠

聚甲基丙烯酸二羥基乙酯	低反應性 低強度 透明的	
-------------	--------------------	--

容易被吸收的

聚乳酸/聚乙醇酸	階段性吸收 新陳代謝的退化產品	身體對藥丸代謝物的未知生物反應 低強度
----------	--------------------	------------------------

天然物

膠原	複製細胞外基質的成份	免疫
----	------------	----

特性

玻尿酸	複製細胞外基質的成分	未經證明
-----	------------	------

殼聚糖	替代蛋白聚糖(例如: 玻尿酸)	未經證明
-----	-----------------	------

聚四氟乙烯PTFE polytetrafluoroethylene, 超高分子量聚乙烯UHMWPE ultra high molecular weight polyethylene, 聚對苯二甲酸乙二醇酯PET polyethylene terephthalate; 聚甲基丙烯酸甲酯PMMA, polymethyl methacrylate; 聚合硫酸鐵PSF, polysulfone; 聚醚醚酮 PEEK, polyetheretherketone; 二甲基矽氧烷PDMS, polydimethyl siloxane ; 聚甲基丙烯酸二羥基乙酯 P-HEMA, poly hydroxyethyl methacrylate; 聚乳酸; PLA, polylactic acid聚乙醇酸PGA, polyglycolic acid.

8.2 巨觀（機械的）性質和表面性質

8.2.1 材料的本體和表面性質由原子間鍵結來決定

巨觀

力學上

-強度

-彈性/可塑性/黏彈性

-耐久性（磨損和疲勞）

表面

力學上

-耐久性（黏著）

-摩擦/潤滑

化學上

-腐蝕

-氧化

-水解

-酶解

-溶解

生物黏著性

-機械的

-化學的

8.2.2 巨觀（機械的）性質和表面性質

機械	本體		表面		備註
	強度	彈性係數	持久性	反應性	
(抗拉強度)	(彈性模量)		(0-++++)	(0-++++)	
(MPa)	(Gpa)				
金屬					
不銹鋼	500-1000	200	+	+	繃緊
鈷-鉻	700	240	+	+	
鈦（6鋁-4鈮）	900	110	++	+	
陶瓷					
鋁	40000	380	0	0	壓縮
	259				繃緊
磷酸鈣					
羥基磷灰石	< 900	< 100	無	++*	繃緊
白磷鈣礦			無	+++*	
天然物					
骨頭磷灰石	140	18	無	+++*	繃緊
聚合物					
合成物					
聚四氟乙烯（鐵氟龍）	14-34	0.4	++++	0	
超高分子量聚乙烯	21	1	++	+	

聚對苯二甲酸乙二醇酯 (達克龍)	<40		+++	+	
聚甲基丙烯酸甲酯	55	3	+++	+	
聚合硫酸鐵	70	2.5			繃緊
聚醚醚酮	90	3.6			繃緊
碳化聚合硫酸鐵； 碳化聚醚醚酮	500	60			混和
二甲基矽氧烷	2.4-7	<0.01	++++	0	
聚氨酯	1-69	0.07-6.9	無	0	
聚甲基丙烯酸二羥基乙酯		++++**	無		
聚乳酸			無	++++**	
聚乙醇酸			無	++++**	
天然物					
膠原			無	++++**	
玻尿酸	無	無	無	++++**	
殼聚糖	無	無	無	++++**	

聚四氟乙烯PTFE polytetrafluoroethylene, 超高分子量聚乙烯UHMWPE ultra high molecular weight polyethylene, 聚對苯二甲酸乙二醇酯PET polyethylene terephthalate; 聚甲基丙烯酸甲酯PMMA, polymethyl methacrylate; 聚合硫酸鐵PSF, polysulfone; 聚醚醚酮 PEEK, polyetheretherketone; 二甲基矽氧烷PDMS, polydimethyl siloxane ; 聚甲基丙烯酸二羥基乙酯 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 反應性:分子之交互作用

8.3.1 表面修飾/退化交互作用：身體對生物材料的影響

8.3.1.1 水

8.3.1.1.1 吸收（例如：有需求的高吸水性水凝膠，但相反地，即使是低吸水性的熱塑性聚合物也會影響材料的力學性質）

8.3.1.1.2 水解(例如：聚合物的酯連接)

8.3.1.1.3 水當作電解液促進金屬的腐蝕

8.3.1.1.4 一些物質的溶解(例如：磷酸鈣)

8.3.1.2 氧

8.3.1.2.1 氧化物結構（例如：在金屬上）

8.3.1.2.2 聚合物的氧化退化

8.3.1.2.3 金屬的腐蝕（例如：缺氧部位進行氧化還原反應）

8.3.1.3 陰陽離子促成金屬腐蝕、溶解和沈澱反應（例如：礦化/鈣化）

8.3.1.4 酵素（例如：天然聚合物如膠原的酶解作用）

大分子的吸收（例如脂質的吸收）

8.3.2 生物分子間的交互作用：生物材料對身體的影響

8.3.2.1 水

8.3.2.1.1 疏水基間的交互作用

8.3.2.2 電荷交互作用

8.3.2.2.1 離子鍵（主要鍵結）

8.3.2.2.2 次要鍵結

8.3.2.2.2.1 氫鍵

8.3.2.2.2.2 凡得瓦力

8.4 生物黏著性（組織鍵結）：物理和化學機制

8.4.1 物理的/機械的

8.4.1.1 大分子的糾結（奈米的尺度）

8.4.1.2 表面不平整/多孔的細胞外基質的叉合（微米的尺度）

8.4.2 化學上

8.4.2.1 主要鍵結

8.4.2.1 離子鍵

8.4.2.2 次要鍵結

8.4.2.2.1 氫鍵

8.4.2.2.2 凡得瓦力

8.4.2.3 疏水基間的交互作用

8.4.3 生物相容性的尺寸和時間尺度

尺寸	組織分化	鍵結機制	時間常數	測量法
釐米-公分 (定性)	器官	干涉配合	數星期、數月到數年	X光線照相術
		灌注填充劑		機械試驗 (定量)
		組織 (骨頭)		
		向內成長		
釐米	組織	同上	數星期	機械試驗
				光學顯微鏡/組織學 (定性)
				掃描式電子顯微鏡 (定性和定量)
微米	細胞	整合素	數天到數星期	組織學
				傳輸式電子顯微鏡 (定性)
奈米 (性)	蛋白質	次要鍵結	數秒、數分鐘、數個小時到數天	免疫組織化學染色 (定)
	蛋白聚糖	疏水基間的		等溫吸附 (定量)
		交互作用		
奈米	礦物質結晶	磊晶	數秒、數分鐘、數個小時到數天	傳輸式電子顯微鏡 (定性)
		離子鍵		在試管內沈澱 (定量)

8.4.4 多孔材質特性的總整理

器材的功能/目的	組織	細胞	細胞活動	孔的大小 (微米)	孔的幾何形狀/ 方位
促進真皮再生/避免收縮	真皮	纖維母細胞	收縮	20-120	(3-D) 同位素或 平面的 各向同性的(?)
促進神經再生/軸突延長	神經	神經	移動	1-10	單軸的
使假肢附著於骨頭/骨頭向內成長	骨頭	成骨細胞	有絲分裂合成	100-600	各向同性的

8.4.5 在骨頭裡植體的鍵結類型和生物材料

<u>鍵結的類型</u>	<u>材料</u>
緊壓配合(干涉配合)	鈦合金
	鈷-鉻合金
灌注填充劑	聚甲丙烯酸甲酯骨水泥(骨水泥)
骨頭向內成長	多孔鈷-鉻合金
	多孔鈦合金
	商業上多孔純鈦
骨頭鍵結	(羥基磷灰石塗層)
螺絲固定術	不銹鋼
	鈷-鉻合金
	鈦合金
骨頭叉合	鈷-鉻合金
	鈦合金

8.5 影響生物材料的因素

8.5.1 暴露於空氣中（例如：碳氫化合物污染物）

8.5.2 處理方式（例如：被粒子污染並改變型態）

8.5.3 儲存時間（例如：殘壓會導致尺寸的改變）

8.5.4.1 壓力鍋（蒸汽） 溫度和吸收的水分對一些熱塑性材料機械性質的影響

8.5.4.2 乾燥加熱（長時間高溫）

8.5.4.3 氣體（環氧乙烷） 一些聚合物需要長時間曝氣

8.5.4.4 伽瑪射線 聚合物的分裂、交叉結合和氧化(當在空氣中操作)