

# 口腔生物学

金英杰事业部  
教辅：宋丽茹  
19.4.27

## 一、口腔生态(oral ecosystem)

是口腔**正常菌群**之间以及它们与**宿主之间**的相互作用称为口腔生态系。

### 基本组成

颊上皮生态系

舌背部生态系

龈上牙菌斑生态系

龈下牙菌斑生态系



金英杰官网



金英杰APP下载



更多资讯，  
关注金英杰公众号



进群学习进步更快，  
识别添加小杰君微信

# 影响因素

## 物理化学因素

1.口腔内正常温度保持在 $36\sim 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，适合绝大多数微生物的生长。

2.氧张力：在口腔的不同部位有不同Eh，适宜多种需氧、兼性厌氧和专性厌氧细菌生长。这是口腔细菌种类复杂的主要原因。

3.pH口腔内比较稳定，平均为 $6.7\sim 7.2$ ，唾液碳酸盐缓冲系统，小部分由磷酸盐缓冲系统完成。

## 宿主固有因素

1.内源性营养：指唾液及龈沟液内的蛋白质、糖蛋白、微量元素和气体等成分。为口腔内维持微生物生存的最基本营养物质，也是菌斑形成初期的营养来源。

2.外源性营养：指食物，如有利于菌斑内产酸菌代谢产酸的淀粉等糖类，及有利于分解蛋白质的细菌生长的蛋白质和氨基酸等。

## 细菌因素

## 宿主可控制因素

宿主因素 1.不易控制因素：如全身健康状况、牙列形态、唾液成分和数量等。唾液中抗体的主要类型为分泌型抗体slgA，龈沟液中抗体的主要类型为IgG，唾液蛋白质。

2.容易控制因素如饮食和卫生习惯、抗菌药使用等。

细菌因素：细菌在牙面的黏附、细菌间相互协同或拮抗作用。细菌与宿主间的相互作用影响口腔生态系的动态平衡。如果平衡失调，而且失调得不到改善，口腔内就可能出现异常或疾病。

一、牙菌斑是存在于牙齿或其他硬的口腔结构或牙齿修复体表面**软而未矿化的不能被中度水冲去的细菌团块。**

## 基本结构

**基底层** 牙菌斑**紧靠牙面**的一层**无细胞的均质性结构**，厚度1~10 $\mu\text{m}$ 。

**细菌层** 牙菌斑**最厚**的一层，可见由丝状菌、球菌、杆菌相形成的**栅栏状结构**，中间堆集有大量的球菌和短杆菌，是牙菌斑主体。

**表层** 又称外层，其结构较疏松，细菌组成复杂，变化较大，同时含有**食物残渣、上皮细胞**等。

## 牙菌斑形成

1. 获得性膜的**覆盖**：获得性膜是由**唾液、龈沟液和细菌产物**所组成的被覆在牙表面的一层薄膜。它是菌斑形成的**基础**。  
在促进细菌时牙表面的黏附中起**受体**作用，并对细菌的附着有**选择性吸附**作用。

2. 初期**附着**：由于**细菌表面电子**和**获得性膜结合电子**间**静电引力**而结合。属于远距离的可逆的**物理性弱结合**。

3 **黏附**：细菌表面黏附素与获得性膜**表面受体**的结合。是一种短距离、特异性的、**不可逆**的化学结合。

4**共聚**：口腔内细菌之间的相互黏附。

5. **菌斑形成**：随细菌不断黏附和共聚，菌斑逐渐形成并**成熟**。

## 分类

龈上菌斑：附着在**牙表面或修复体**的**非钙化**的细菌固块，其中**G<sup>+</sup>菌**占多数。包括光滑面菌斑和点隙裂沟菌斑。

龈下菌斑：位于**龈缘下方**的菌斑，通常根据其是否附着于牙表面又分为**附着菌斑**和**非附着菌斑**。

## 与口腔感染性疾病有关的口腔细菌

G+兼性厌氧球菌	G+厌氧球菌	G+无芽胞厌氧杆菌	G+专性无芽胞厌氧杆菌	G-专性厌氧球菌	G-专性无芽胞杆菌	G-专性无芽胞厌氧杆菌
变形链球菌群	消化链球菌	乳杆菌属	真杆菌属	韦荣菌属	普氏菌属	拟杆菌属
血链球菌		放线菌属				卟啉单胞菌属
						梭杆菌属



金英杰官网



金英杰APP下载



更多资讯，  
关注金英杰公众号



进群学习进步更快，  
识别添加小杰君微信



## 二、与口腔感染性疾病有关的口腔细菌

(一) **变形链球菌群**：变形链球菌群是 **G<sup>+</sup>兼性厌氧球**菌，根据菌体 DNA 中鸟嘌呤和胞嘧啶含量的不同分为 7 个菌种，人口腔中主要是**变形链球菌**和**远缘链球菌**。根据胞壁糖抗原血清学反应分为 a、b、c、d、e、f、g 及 h，**8 个血清型**。与龋病关系密切的是 **c/g** 型。

变形链球菌和远缘链球菌是重要的致龋菌，其致病力与菌体表面蛋白多糖、脂磷壁酸、葡糖基转移酶、葡聚糖酶、蔗糖酶等成分及其产酸、耐酸能力有关。

(二) **血链球菌**血链球菌是 **G<sup>+</sup>兼性厌氧球**菌，为牙面**早期定植**的细菌之一。在牙菌斑形成和口腔生态系的生态连续中起重要作用，可为**变形链球菌**提供生长所需的对氨基苯甲酸。血链球菌产生的  $H_2O_2$  具有拮抗牙周炎可疑致病菌的作用，被认为是**牙周有益菌**。

(三) **消化链球菌**消化链球菌是 **G<sup>+</sup>厌氧球**菌，其中厌氧消化链球菌、微小消化链球菌、厌氧化链球是口腔**最常见**的菌种。在牙周炎、感染根管和冠周炎病灶可分离到。

(四) **韦荣菌属**：韦荣菌属是 **G<sup>-</sup>专性厌氧球**菌，是口腔**早期定植菌**之一，可利用其他细菌产生的有机酸如变形链球菌产生的乳酸，从而**减少菌斑的致龋力**。在牙周炎非活动区检出率高于活动区。**(吃酸好菌)**

(五) **乳杆菌属**：乳杆菌属是 **G<sup>+</sup>无芽胞厌氧杆菌**，口腔中主要菌种包括干酪乳杆菌、嗜酸乳杆菌、唾液乳杆菌、植物乳杆菌和发酵乳杆菌。具有**强产酸性和耐酸性**，在龋病尤其是牙本质**深龋**发展中起重要作用。在流行病学调查中，通过测定唾液中乳杆菌数量来预测龋病的进展趋势，故被称为“**龋标志菌**”。

(六) **放线菌属**：放线菌属 **G<sup>+</sup>无芽胞厌氧杆菌**，口腔中主要菌种有衣氏放线菌、内氏放线菌、黏性放线菌、溶牙放线菌。黏性放线菌与**根面龋**有关，其 I 型菌毛是细菌黏附牙面的粘結素，II 型菌毛有助于细菌间的聚集。衣氏放线菌、内氏放线菌是感染根管、龈炎、牙周炎、冠周炎的病原菌。溶牙放线菌，该菌多从牙本质深龋中检出。

(七) **真杆菌属**真杆菌属又称优杆菌属。**G<sup>+</sup>专性无芽胞厌氧杆菌**，其中短优杆菌、胆怯优杆菌、缠结优杆菌是**牙周病可疑**病原菌。

(八) **拟杆菌属**拟杆菌属是 **G<sup>-</sup>专性无芽胞厌氧杆菌**，福塞拟杆菌是主要菌种，可从感染根管、龈炎、牙周炎分离到。

(九) **卟啉单胞菌属**卟啉单胞菌属是 **G-专性无芽胞厌氧杆菌**，产生黑色素、有**恶臭味**及**不发酵碳水化合物**，这是重要的鉴别特性。

牙龈卟啉单胞菌是口腔较常见的产黑色素菌种，是**成人牙周炎**的重要病原菌，其外膜蛋白、菌毛和产生的胰酶样蛋白酶是主要的毒性基因。该菌也可从冠周炎、感染根管及根龋中检出。牙髓卟啉单胞菌被认为是牙髓感染的病原菌。

(十) **普氏菌属**：普氏菌属是 **G-专性无芽胞杆菌**，分为**不产黑色素**和**产黑色素**两类。前者如**口腔普氏菌**；后者不仅产生黑色素，而且发出恶臭味及发酵碳水化合物产酸，包括**中间普氏菌**、**产黑色素普氏菌**、**栖牙普氏菌**和**变黑普氏菌**等。它们与牙周炎、冠周炎、拔牙后干槽症、牙髓及根尖周感染有关。

(十一) **梭杆菌属**梭杆菌属是 **G-专性无芽胞厌氧杆菌**，常见菌种为具核梭杆菌，菌细胞呈梭形、含阳性颗粒，菌落有**恶臭味**，**不发酵糖类**。该菌是牙周炎、冠周炎、拔牙后**干槽症**、感染根管和根尖周感染的病原菌。

## 二、牙本质的化学组成

1.牙本质由高度分化的**成牙本质细胞**生成。无机成分占重量的 70%，以**羟基磷灰石**为主。有机物和水为 30%，有机物中 **90%为胶原成分**。

2.牙本质胶原的特点是：

① I 型胶原为主，**不含III型胶原**；②胶原纤维表面有一层**硫酸黏多糖**，对矿物盐有较大**吸收力**；③较软组织胶原稳定，**不易溶于酸和中性溶液**。

## 三、牙骨质的化学组成

牙骨质来自间质细胞，是特殊的矿化结缔组织，其化学组成以无机物为主。有机成分以**I型胶原**为主（约占 95%），其余为**III型胶原**和**非胶原糖蛋白**。

## 第二单元 口腔生物化学

### 第一节 牙齿硬组织

#### 一、釉质的化学组成

釉质的无机成分占重量的95%~96%、占体积的86%，主要是钙、磷，其次为碳酸盐、钠、镁、氯、氟和其他微量元素，如铁、锌、钙、硒、铅。有机成分占重量的0.4%~0.8%，包括蛋白质、脂肪、有机酸盐和碳水化合物等。

釉质：釉质含氟量50~5 000 ppm，在所有无机物中氟浓度变化最大。釉质表面的含氟量明显高于釉质牙本质界。恒牙釉质内的有机物含量低于乳牙，釉质蛋白脯氨酸含量最高（占蛋白总量的1/4）。釉质蛋白分为釉蛋白和釉原蛋白。

#### 二、牙本质的化学组成

1.牙本质由高度分化的成牙本质细胞生成。无机成分占重量的70%，以羟基磷灰石为主。有机物和水为30%，有机物中90%为胶原成分。

2.牙本质胶原的特点是：

- ①I型胶原为主，不含III型胶原；
- ②胶原纤维表面有一层硫酸黏多糖，对矿物盐有较大吸收力；
- ③较软组织胶原稳定，不易溶于酸和中性溶液。

牙骨质的无机成分是碳、磷酸矿化盐

#### 三、牙骨质的化学组成

牙骨质来自间质细胞，是特殊的矿化结缔组织，其化学组成以无机物为主。有机成分以I型胶原为主（约占95%），其余为III型胶原和非胶原糖蛋白。

## 第二节 唾液

### 一、唾液蛋白质来源

#### 唾液蛋白质

唾液重要的有机成分

#### 腺泡细胞

黏液性腺泡细胞（黏蛋白）

浆液性腺泡（富脯蛋白、糖蛋白、富组蛋白、富酪蛋白、 $\alpha$ 淀粉酶）的分泌物

#### 非腺泡细胞

导管细胞

浆细胞（乳铁蛋白、溶菌酶、sIgA、唾液过氧化氢酶）

(一) 糖蛋白和黏蛋白唾液蛋白质大部分是糖蛋白。糖蛋白含有一个或多个复合多糖侧链，又称为黏多糖。黏多糖是由己糖、氨基己糖、甲基戊糖和唾液酸组成。糖蛋白中氨基己糖含量如果大于4%，则称为黏蛋白；小于4%，仍称为糖蛋白。

1. 黏蛋白：一组含有糖链的特异蛋白，唾液的主要有机成分。

2. 糖蛋白：A. 富脯蛋白：人唾液中最大的一组蛋白，其中的氨基酸不含酪氨酸，分为酸性、碱性、糖性。B. 富组蛋白：富含组氨酸，主要有组氨酸、精氨酸、赖氨酸。C. 富酪蛋白：含赖氨酸和脯氨酸，来源于腮腺和下颌下腺。

(二) 免疫球蛋白：免疫球蛋白为非腺泡来源，是局部或全身免疫系统反应的产物。唾液中主要免疫球蛋白是**分泌型 IgA (SIgA)**，约占唾液总抗体的 45%。唾液中还含有 **IgM**。

(三) 细菌细胞蛋白：唾液中的细菌细胞结构蛋白也是唾液蛋白质的一部分。

(四) 唾液酶：唾液中含有各种酶，如  **$\alpha$ -淀粉酶、碳酸脱氢酶、溶菌酶、过氧(化)物酶、磷酸(酯)酶**等。其中一部分是由唾液腺分泌的，还有一些在混合性唾液中的酶来自于口腔内的细菌。

## 唾液的生物学作用

- (一) **消化和味觉**作用：水和黏蛋白
- (二) **清洁**作用：稀释、冲洗和清除口腔细菌和食物残渣。
- (三) **缓冲**作用：唾液中存在的多种缓冲体系，如**重碳酸盐缓冲系**，使唾液pH维持中性状态。
- (四) **保护**作用：免疫保护
- (五) **其他作用**：唾液还具有**稀释、排泄代谢产物或毒性物质、内分泌调节**等作用。

## 第三节 龈沟液

### 一、主要成分

(一) 无机成分  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 等。炎症部位的  $\text{Na}^+$ 和  $\text{Ca}^{2+}$ 浓度高于正常组织； $\text{K}^+$ 变化不明显。

(二) 有机成分：龈沟液中有葡萄糖、葡萄糖己糖胺和糖醛酸以及血浆白蛋白、纤维蛋白原等。

(三) 特殊成分：龈沟液特殊成分指来自细菌或组织分解产生的各种生物活性物质。如①酶：包括胶原酶、溶菌酶、组织蛋白酶、碱性磷酸酶及天门冬氨酸氨基转移酶等；②抗体：IgG、IgM及 IgA；③细胞因子：如前列腺素、白介素；④补体：补体 C3、C4等。

(四) 内毒素：牙周病致病菌多为 **G-厌氧杆菌**。内毒素是指其胞壁的脂多糖成分，对牙周组织有明显损伤作用。

### 龈沟液的生物学作用

(一) **冲洗清洁**：通过龈沟液溢出，把细菌和细菌的代谢产物带出龈沟。

(二) **吞噬作用**：龈沟液中含有大量的具有活性的白细胞，它们具有吞噬、破坏、杀灭细菌的能力，能够清除进入龈沟的细菌等外来入侵者。

(三) **免疫、抗菌作用**：龈沟液中含有多种免疫球蛋白，如 **IgG**、**IgA**及**IgM**等，具有吞噬、破坏细菌的功能，可以有效地抑制细菌在龈沟内生长、繁殖。这些抗体还可以通过调理、趋化吞噬细胞以及激活补体系统等发挥其抗菌作用。

## 第四节 牙菌斑

### 一、糖代谢特点（糖的分解代谢）

葡萄糖是作为细菌碳源的主要碳水化合物，它可以四种不同的途径转变为丙酮酸

糖代谢

EMP途径（己糖二磷酸途径）

磷酸果糖激酶

HMP途径（己糖单磷酸途径）

6-磷酸葡萄糖酸脱氢酶

ED途径

2-酮-3-脱氧-磷酸  
葡萄糖酸醛缩酶

磷酸乙醇醇酶（PK）途径

磷酸乙醇醇酶

关键酶

## 二、氟与矿化

氟是人体必需元素之一。通过生物矿化作用，氟参与牙齿构成，对维护牙体硬组织的健康起着十分重要的作用。氟进入人体钙化组织时，通过离子置换不可逆地与羟基磷灰石和其他磷酸钙盐复合物结合，沉积于骨骼和牙齿中，人体90%以上的氟都与这些组织有关。

氟的矿化作用主要包括：

1. 促进牙齿的形态发育。（促发育）
2. 增加牙齿萌出后的成熟速度。（促成熟）
3. 增加釉质对酸脱矿作用的抵抗力。（抗酸）
4. 促进早期龋损的再矿化。（再矿）
5. 干扰菌斑内微生物的新陈代谢。

**物理屏障：**口腔黏膜是隔绝病原有害物质直接进入机体的天然屏障。

**化学屏障：**唾液、龈沟液中的多种无机盐（如硫氰酸盐、硝酸盐及亚硝酸盐）有机物（如糖蛋白、乳铁蛋白）和天然抗体（**IgM**）

**细胞、细胞因子及补体**

1. **细胞**参与口腔**非特异性免疫**的细胞包括：①粒细胞；②肥大细胞；③单核-巨噬细胞；④朗格汉斯细胞；⑤自然杀伤细胞等。

2. **细胞因子：**是指参与免疫活动的细胞受刺激后合成、分泌的生物活性分子。参与口腔非特异性免疫的细胞产生的细胞因子包括：

①**趋化白细胞、介导炎症反应的细胞因子**，如白介素-8（IL-8）和干扰素- $\gamma$ 等；  
②**调节淋巴细胞活化、生长及分化**的细胞因子，如IL-1、IL-6及转化生长因子- $\beta$ （TGF- $\beta$ ）等；  
③**刺激造血的因子**如IL-5、IL-7及集落刺激因子（CSF）等。

3. **补体**唾液、龈沟液中含有的补体**C3、C4及C5**等。

**生物屏障作用：**口腔**正常菌丛**有生物屏障作用。正常菌丛常驻菌之间保持平衡状态，构成稳定的**微生态环境**。同时能够有效排斥外来菌的侵入，保护宿主免受新的、致病性较强的外源微生物侵犯。

## 非特异性免疫

**免疫器官**：是以发育成熟的**淋巴细胞**为实体的特定结构。

**免疫细胞**：参与**特异性免疫应答**的细胞为**T细胞**（不包括其中的自然杀伤细胞亚群）和**B细胞**。

## 特异性免疫

获得性免疫，**T细胞**以产生细胞因子或直接杀伤方式参与**细胞免疫**；**B细胞**产生抗体，参与**体液免疫**。口腔特异性免疫体系由**免疫器官、免疫细胞、抗体及细胞因子**组成

## 免疫分子

1.抗体IgA及IgG。龈沟液含有IgG、IgM和IgA。**唾液SIgA**和**龈沟液IgG**

**唾液SIgA作用**：诱导细菌间的凝集，**抑制**它们在黏膜表面和牙菌斑的粘附；②**抑制**细菌酶活性，干扰细菌代谢；③直接**中和**毒素；④与病毒表面受体结合，**抑制**病毒与宿主细胞膜的融合而阻止病毒进入细胞；⑤与抗原结合成抗原-抗体复合物**激活补体**系统，杀灭细菌。

**龈沟液IgG**：血液中含量最高，作用最重要的抗体，来自血液和淋巴液中的浆细胞，作用：**抑制**细菌和病毒感染、**中和**毒素、**增强**巨噬细胞的吞噬和杀伤作用。多个IgG与细菌结合可以激活补体系统。

2.细胞因子：参与口腔特异性免疫应答的细胞因子由T细胞和B细胞产生。包括IL-6、IFN- $\gamma$ 、TNF、IL-12、TGF- $\beta$ 、CSF。

## 二、口腔移植免疫

(一) 提供移植物的个体称为**供体**、接受移植物的个体称为**受体**。

①自体移植

②同种同型移植

③同种异型移植

④异种移植。

可发生免疫排斥

(一) 移植排斥的种类

①超急性排斥反应 (数分钟至数天)

②加急性排斥反应 (1~3天)

③急性排斥反应 (1周左右)

④慢性排斥反应 (数月至数年)



金英杰官网



金英杰APP下载



更多资讯,  
关注金英杰公众号



进群学习进步更快,  
识别添加小杰君微信

## 第四单元 口腔分子生物学

一：DNA的结构：①T+C量总是等于A+G量

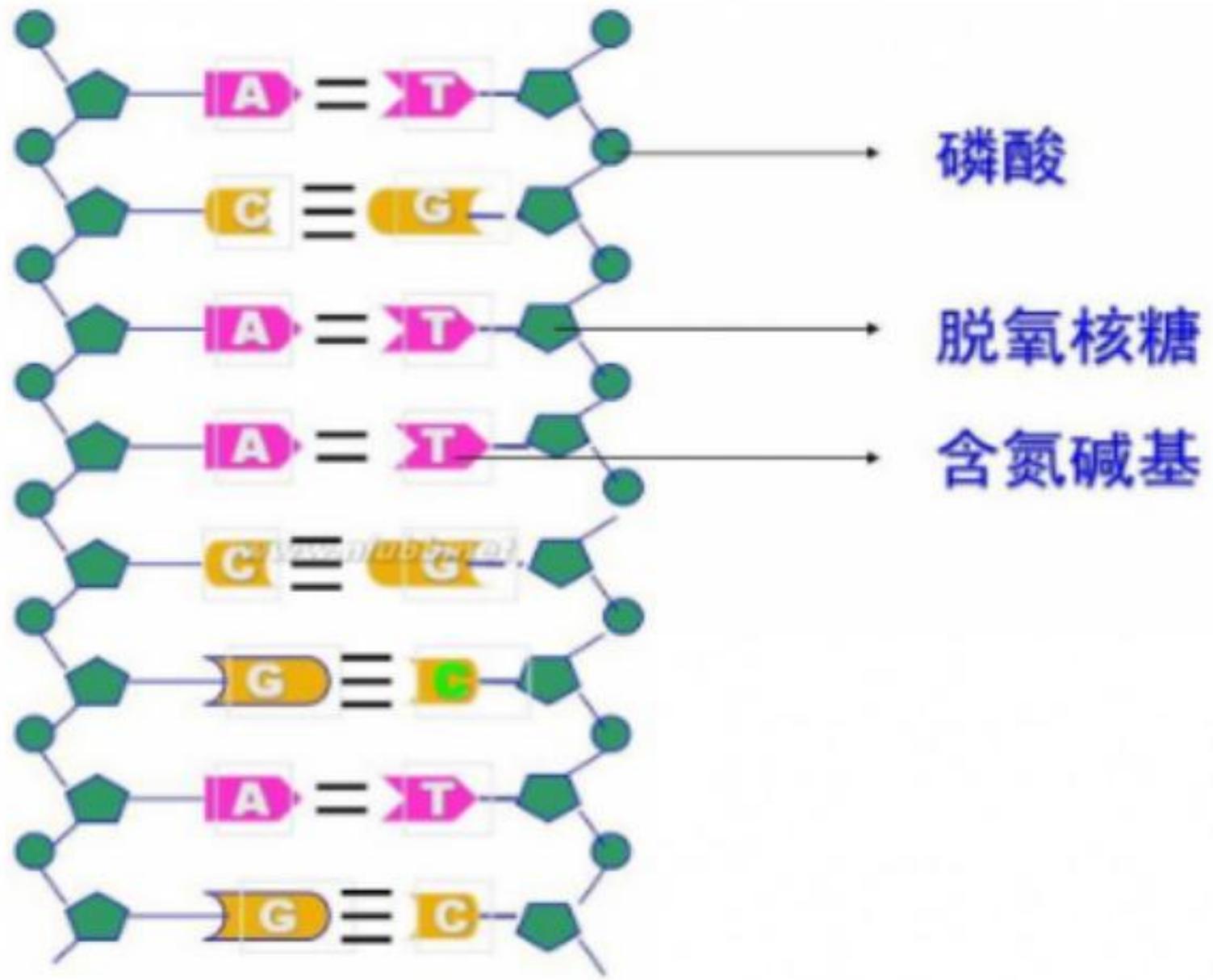
②A（腺嘌呤）量总是等于T（胸腺嘧啶）量，  
C（胞嘧啶）量总是等于G（鸟嘌呤）量。

（一）DNA的**一级**结构：是指DNA分子中核苷酸的**连接方式和排列顺序**

（二）DNA的**二级**结构：核酸的立体空间结构（**双螺旋**结构）

（三）DNA的**三级**结构：**超螺旋**结构空间

二：DNA的复制：一个单独的DNA复制单位称为**复制子**。



## 三：基因表达：

(一) 转录与RNA：转录：以DNA为模板合成RNA的过程。

RNA分三类：

信使RNA (mRNA)

核糖体RNA (rRNA)

转移RNA (tRNA)



金英杰官网



金英杰APP下载

(二) 蛋白质的生物合成-----翻译

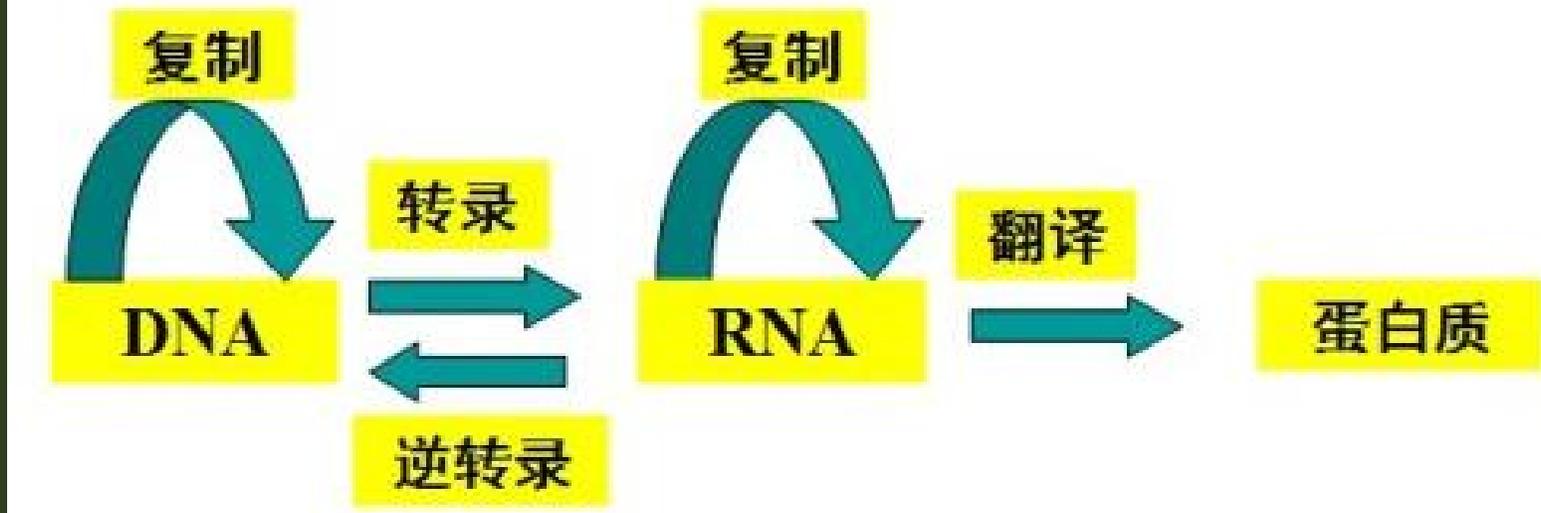
①mRNA是蛋白质合成的模板；

②蛋白质合成有四个步骤：氨基酸活化、蛋白质合成的起始、肽链的形成和延伸、蛋白质合成的终止。

③新生肽的加工。

## 二、中心法则

- 完整形式的中心法则图示如下：



三、基因调控：主要发生在转录水平上。

## 第五单元 骨改建

### 第一节 骨改建的细胞学基础

#### 一、成骨细胞

骨组织由四种细胞构成：前成骨细胞、成骨细胞、骨细胞和骨衬里细胞。成骨细胞、破骨细胞、骨衬里细胞、位于骨的表面，而**骨细胞则被包埋在钙化的骨基质中**。

#### 二、破骨细胞

**破骨细胞**是进行**骨吸收**的主要细胞。其骨吸收过程包括：①与骨表面附着；②细胞极分化；③形成封闭区；④形成骨吸收陷窝；⑤脱离骨面转移到下一个吸收表面或细胞死亡。破骨细胞有两个与其骨吸收功能密切相关的独特结构，即**皱褶缘和清晰区**。

#### 三、骨细胞

骨细胞存在于**钙化的骨基质的陷窝内**。在成骨细胞退化为骨细胞的过程中，骨细胞失去了许多成骨细胞的特点，形成长的胞质突起与相邻细胞连接，以便养分、氧气在钙化的骨基质内传输。骨细胞通过其细长的胞质突起与相邻的骨细胞、骨表面的骨衬里细胞以及新骨形成部位表面的成骨细胞相连接。



## 第二节 骨改建的调节因素

骨组织改建受到系统因素、局部细胞激素、生长因子、机械力等诸多因素的调控，这些因素的综合作用影响局部骨改建的程度。局部调节因子的作用是生理性和病理性骨改建的关键因素。

### 一、骨改建的调节因子

(一) 前列腺素 (prostaglandin, PG) 低浓度的前列腺素，可以促进人的成骨细胞增生，高浓度的前列腺素则抑制成骨细胞分化。

(二) 白细胞介素 (interleukin, IL) ① IL-1 是骨吸收的刺激因子。

② IL-2 和 PTH 有刺激破骨细胞骨吸收作用。③ IL-6 和 IL-11 可以促进前破骨细胞的增殖

④ IL-4、IL-13 有降低骨吸收作用。

(三) 肿瘤坏死因子 (tumor necrosis factor, TNF)：抑制骨胶原合成。

(四) 转化生长因子 $\beta$ 1 (TGF- $\beta$ 1) 抑制破骨细胞前体的形成及骨吸收

(五) 胰岛素样生长因子 (insulin-like growth factors, IGF)：参与骨组织改建的调节。

(六) 成纤维细胞生长因子 (fibroblast growth factor, FGF)：骨吸收的局部调节因子

(七) 集落刺激因子 (colony-stimulating factors, CSF)：控制造血功能，CSF-1 调节单核细胞的增殖，促进破骨细胞前体的分化。

祝大家逢考必过!

金英杰医学教育，铸就您的成功人生!