

2021 军队文职笔试考点集锦

《生物化学+动物生理学》

目 录

第一部分 生物化学.....	3
考点一：蛋白质构件分子——氨基酸.....	3
考点二：蛋白质结构与功能.....	3
考点三：酶.....	4
考点四：糖类.....	5
考点五：核酸化学.....	6
考点六：糖代谢.....	7
第二部分 动物生理学.....	9
考点一：动物细胞的基本功能.....	9
考点二：被皮、骨、肌肉.....	10
考点三：血液、血液循环.....	11
考点四：呼吸、消化、吸收.....	17
考点五：能量代谢和体温调节.....	21
考点六：内分泌.....	23

第一部分 生物化学

考点一：蛋白质构件分子——氨基酸

1.氨基酸的基本结构和性质

(1) 氨基酸的基本构成

氨基酸由 α 碳原子链接氨基、羧基、氢和侧链基团（R 基团）构成。氨基酸是组成蛋白质的基本单位。

(2) 氨基酸的性质

①两性解离及等电点（pI）

a.两性解离

所有氨基酸都含有碱性的 α -氨基和酸性的羧基，因此氨基酸是一种两性电解质，具有两性解离的特性。

b.等电点

第一，氨基酸的解离方式取决于其所处溶液的酸碱度。在某一 pH 的溶液中，氨基酸解离成阳离子和阴离子的趋势及程度相等，成为兼性离子，呈电中性，此时溶液的 pH 称为该氨基酸的等电点（pI）；

第二，氨基酸的 pI 是由（ α -羧基和 α -氨基的解离常数的负对数 pK_1 和 pK_2 决定的。pI 计算公式为： $pI=1/2(pK_1+pK_2)$ ）；

第三，若一个氨基酸有三个可解离的基团，写出它们电离式后取兼性离子两边的 pK 值的平均值，即为此氨基酸的 pI 值。

②紫外吸收性质

含有共轭双键的色氨酸、酪氨酸和苯丙氨酸的最大吸收峰在 280nm 波长附近。故可通过测定蛋白质溶液 280nm 的光吸收值分析溶液中蛋白质含量。

③茚三酮反应

氨基酸与茚三酮水合物共加热生成蓝紫色的化合物，此化合物最大吸收峰在 570nm 波长处。可作为氨基酸的定量分析方法。

考点二：蛋白质结构与功能

具有二条或二条以上独立三级结构的多肽链组成的蛋白质，其多肽链间通过次级键相互组合而形成的空间结构称为蛋白质的四级结构。其中，每个具有独立三级结构的多肽链单位称为亚基。四级结构实际上是指亚基的立体排布、相互作用及接触部位的布局。亚基之间不含共价键，亚基间次级键的结合比二、三级结构疏松，因此在一定的条件下，四级结构的蛋白质可分离为其组成的亚基，而亚基本身构象仍可不变。

一种蛋白质中，亚基结构可以相同，也可不同。如烟草斑纹病毒的外壳蛋白是由 2200 个相同的亚基形成的多聚体；正常人血红蛋白 A 是两个 α 亚基与两个 β 亚基形成的四聚体；天冬氨酸氨甲酰基转移酶由六个调节亚基与六个催化亚基组成。有人将具有全套不同亚基的最小单位称为原聚体，如一个催化亚基与一个调节亚基结合成天冬氨酸氨甲酰基转移酶的原聚体。

某些蛋白质分子可进一步聚合成聚合体。聚合体中的重复单位称为单体，聚合体可按其中所含单体的数量不同而分为二聚体、三聚体……寡聚体和多聚体而存在，如胰岛素在体内可形成二聚体及六聚体。

考点三：酶

1. 酶催化作用的特点

酶催化反应中被作用的反应物，通常称为底物。

经酶催化反应，底物转变为的物质为产物

酶易失活、酶具有很高的催化效率、酶具有高度专一性、酶活性受到调节和控制。

酶催化可以看作是介于均相与非均相催化反应之间的一种催化反应。既可以看成是反应物与酶形成了中间化合物，也可以看成是在酶的表面上首先吸附了反应物，然后再进行反应。

酶加速或减慢化学反应的作用。在一个活细胞中同时进行的几百种不同的反应都是借助于细胞内含有的相当数目的酶完成的。它们在催化反应专一性，催化效率以及对温度、pH 值的敏感等方面表现出一般工业催化剂所没有的特性。在许多情况下，底物分子中微小的结构变化会丧失一个化合物作为底物的能力。

酶催化反应还表现出一种在非酶促反应中不常见到的特征，即可与底物饱和。当底物浓度增加时，酶反应速率达到平衡并接近一个最大值 V_m 。

2. 酶的化学本质

酶是由活细胞产生的、对其底物具有高度特异性和高度催化效能的蛋白质或 RNA。酶的催化作用有赖于酶分子的一级结构及空间结构的完整。若酶分子变性或亚基解聚均可导致酶活性丧失。酶属生物大分子，分子质量至少在 1 万以上，大的可达百万。

酶是一类极为重要的生物催化剂。由于酶的作用，生物体内的化学反应在极为温和的条件下也能高效和特异地进行。

酶的化学本质是蛋白质或 RNA，因此它也具有一级、二级、三级，乃至四级结构。按其分子组成的不同，可分为单纯酶和结合酶。仅含有蛋白质的称为单纯酶；结合酶则由酶蛋白和辅助因子组成。

考点四：糖类

1. 葡萄糖

葡萄糖 (glucose)，有机化合物，分子式 $C_6H_{12}O_6$ 。是自然界分布最广且最为重要的一种单糖，它是一种多羟基醛。纯净的葡萄糖为无色晶体，有甜味但甜味不如蔗糖，易溶于水，微溶于乙醇，不溶于乙醚。天然葡萄糖水溶液旋光向右，故属于“右旋糖”。

葡萄糖在生物学领域具有重要地位，是活细胞的能量来源和新陈代谢中间产物，即生物的主要供能物质。植物可通过光合作用产生葡萄糖。在糖果制造业和医药领域有着广泛应用。

葡萄糖的链状结构：Glc、Man、Gal、Fru、Rib、dRib

环状结构：顺时针编号，D 型末端羟甲基向下， α 型半缩醛羟基与末端羟甲基在两侧

2. 单糖的种类、常见单糖、单糖的重要衍生物

单糖是不能水解为更小分子的糖。葡萄糖，果糖都是常见单糖。

(1) 单糖的分类

根据羰基在分子中的位置，单糖可分为醛糖和酮糖。根据碳原子数目，可分为丙糖，丁糖，戊糖，己糖和庚糖。

(2) 单糖的化学性质

单糖主要以环状结构存在，但在溶液中可与开链结构互变，因此单糖的化学反应以环状结构或开链结构进行。

① 氧化反应

醛糖、酮糖都可以被弱氧化剂氧化，能将 Fehling 试剂和 Benedict 试剂还原成砖红色氧化亚铜沉淀。能将 Tollen 试剂还原成银镜。也可被硝酸、溴水等氧化。

②酯化作用

单糖作为多元醇能与酸作用生成酯 O

③成昔作用

糖的半缩醛羟基能与醇和酚的羟基反应，失水生成缩醛式衍生物，通称为糖苷。

考点五：核酸化学

1.核苷酸的组成与分类

核苷酸可分解成核苷和磷酸，核苷又可分解为碱基和戊糖。因此核苷酸由三类分子片断组成。戊糖有两种，D-核糖和 D-2-脱氧核糖。因此核酸可分为两类：DNA 和 RNA。

核苷酸是由含氮有机碱（称碱基）、戊糖（即五碳糖）和磷酸三部分构成的。核酸是由众多核苷酸聚合而成的多聚核苷酸，相邻二个核苷酸之间的连接键为 3', 5'-磷酸二酯键。

核苷酸是合成生物大分子核糖核酸 (RNA) 及脱氧核糖核酸(DNA) 的前身物，RNA 中主要有四种类型的核苷酸 DNA 中主要有四种类型脱氧核苷酸，共八种。

RNA 中主要有四种类型的核苷酸：AMP、GMP、CMP 和 UMP。

DNA 中主要有四种类型脱氧核苷酸：dAMP、dGMP、dCMP 和 dTMP。

核苷酸一类由嘌呤碱或嘧啶碱、核糖或脱氧核糖以及磷酸三种物质组成的化合物。又称核甙酸。戊糖与有机碱合成核苷，核苷与磷酸合成核苷酸，4 种核苷酸组成核酸。核苷酸主要参与构成核酸，许多单核苷酸也具有多种重要的生物学功能，如与能量代谢有关的三磷酸腺苷、脱氢辅酶等。

2. DNA 结构

(1) DNA 的一级结构

在 DNA 分子中，相邻核苷酸以 3', 5' -磷酸二酯键连接构成长链，前一个核苷酸的 3'-羟基与后一个核苷酸的 5'-磷酸结合。

DNA 的一级结构是它的构件的组成及排列顺序，即碱基序列。

书写 DNA 时，按从 5'向 3'方向从左向右进行，并在链端注明 5'和 3'。

基因也称为顺反子，泛指被转录的一个 DNA 片段。在某些情况下，基因常用来指编码一个功能蛋白或 DNA 分子的 DNA 片段。

在分子生物学和遗传学领域，基因组是指生物体所有遗传物质的总和。

内含子又称间隔顺序，指一个基因或 mRNA 分子中无编码作用的版段。

外显子是真核生物基因的一部分。它在剪接后会被保存下来，并可在蛋白质生物合成过程中被表达为蛋白质。

(2) DNA 双螺旋结构

DNA 双螺旋是由两条反向、平行、互补的 DNA 链构成的右手双螺旋。两条链的脱氧核糖磷酸骨架反向、平行地按右手螺旋走向，绕一个共同的轴盘旋在双螺旋的外侧，两条链的碱基一一对应互补配对，集中地平行排列在双螺旋的中央，碱基平面与轴垂直。DNA 双螺旋中的两条链互为互补链。

双螺旋模型的意义，不仅意味着探明了 DNA 分子的结构，更重要的是它还提示了 DNA 的复制机制。

有两种作用力稳定双螺旋的结构。在水平方向是配对碱基之间的氢键，A=T 对形成两个氢键，GC 对形成三个氢键。这些氢键是克服两条链间磷酸基团的斥力，使两条链互相结合的主要作用力。在垂直方向，是碱基对平面间的堆积力。堆积力是疏水力与范德华力的共同体现。氢键与堆积力两者本身都是一种协同性相互作用，两者之间也有协同作用。

考点六：糖代谢

1.糖酵解

糖酵解反应历程：

酵解也叫 Embden-Meyerhof 途径。它是生命机体普遍存在的糖代谢基本途径，是转变葡萄糖为丙酮酸的反应序列。在机体需氧条件下，它是三羧酸循环、氧化磷酸化作用进行的前奏。肌肉在供氧不足条件下收缩，丙酮酸被转化为乳酸，称酵解。酵母在缺氧条件下，将丙酮酸转化成乙醛、乙醇，称为发酵。酵解和发酵历程大同小异。

酵解和发酵化学过程，其途径分为四步，即

- ①葡萄糖磷酸化和异构化，使成能裂解成相互转换的磷酸丙糖。
- ②磷酸甘油醛醛基经 NAD^+ 氧化成羧基，伴随着 P_i 的摄取，这反应形成磷酸酐，甘油酸-1, 3-2P，其能量足以转移 P_i 到 ADP 上并形成 ATP 。
- ③从甘油酸 3 位转移 P_i 到 2 位，它脱水将产生磷酸烯醇式丙酮酸，它提供足够能量以转移 P_i 到 ADP 上。
- ④作为氢受体，丙酮酸和乙醛的羰基的利用，它们都能氧化磷酸甘油醛脱氢所生成的 $\text{NADH} (\text{H}^+)$ ，从而再生 NAD^+ ，并分别生成乳酸和乙醇。

肌肉酵解所产生的乳酸经血液循环进入肝,通过糖异生作用,生成葡萄糖,再经血液循环转肌肉进行酵解。如上反复,叫 Cori 循环。这种循环在肝、肌肉中分别生成肝糖元和肌糖元。

糖酵解的生理意义:

- ①糖酵解最主要的生理意义在于迅速提供能量,这对肌收缩更为重要;
- ②红细胞没有线粒体,完全依赖糖酵解提供能量;
- ③神经细胞、白细胞、骨髓细胞代谢极为活跃,即使不缺氧也常由糖酵解提供部分能量。

糖酵解途径指糖原或葡萄糖分子分解至生成丙酮酸的阶段,此反应过程一般在无氧条件下进行,又称为无氧分解.其生物学意义在于为生物体提供一定的能量,糖酵解的中间物为生物合成提供原料,是某些特殊细胞在氧供应正常情况下的重要获能途径。

2.糖醛酸途径

糖醛酸途径由 G-6-P, G-1-P 或 UDPG 开始,经 UDP-葡萄糖醛酸脱掉 UDP 形成葡萄糖醛酸,此后逐渐代谢,形成 L-木酮糖,再经木糖醇形成 D-木酮糖、与磷酸己糖旁路重合。

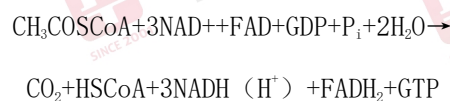
糖醛酸途径产生的葡萄糖醛酸是重要粘多糖,如透明质酸、硫酸软骨素和肝素的构成成分。经与葡萄糖醛酸结合的胆红素转为易溶。葡萄糖醛酸也是参与肝解毒的重要物质。

3.柠檬酸循环

在有氧条件下,酵解产物丙酮酸被氧化。分解成 CO₂ 和 H₂O,并以 ATP 形式贮备大量能量,这种代谢系统叫三羧酸循环和氧化磷酸化系统。

三羧酸循环又叫柠檬酸循环或 Krebs 循环。

总反应式是:



其中 $3\text{NADH}(\text{H}^+) + \text{FADH}_2 + \text{GTP} \rightarrow 12\text{ATP}$

三羧酸循环是在线粒体中进行的。

4.乙醛酸循环

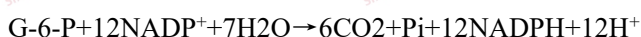
最早在细菌中发现,后证明在植物组织中也存在,但无证据表明它在动物组织中存在。常有人将乙醛酸循环作为一种内循环画在三羧酸循环内,这是不确切的。它与三羧酸循环间有联系,又有区别。在细菌中,不存在三羧酸循环和乙醛酸循环细胞空间分开的问题。在植物中,特别是正发芽的储脂种子细胞中,它存在一种乙醛酸循环体,其数目随糖异生作用开

始而迅速增长。当脂利用完全时，这种细胞器破坏。乙醛酸循环需要的某些特定的酶（如异柠檬酸裂合酶和苹果酸合酶），就定位于这种细胞器中。其余有联系的酶或在线粒体或在胞液中。

5. 磷酸戊糖途径的生化历程

磷酸戊糖途径葡萄糖氧化分解的一种方式。由于此途径是由 6-磷酸葡萄糖（G-6-P）开始，故亦称为己糖磷酸旁路。此途径在胞浆中进行，可分为两个阶段。第一阶段由 G-6-P 脱氢生成 6-磷酸葡糖酸内酯开始，然后水解生成 6-磷酸葡糖酸，再氧化脱羧生成 5-磷酸核酮糖。NADP⁺是所有上述氧化反应中的电子受体。第二阶段是 5-磷酸核酮糖经过一系列转酮基及转醛基反应，经过磷酸丁糖、磷酸戊糖及磷酸庚糖等中间代谢物最后生成 3-磷酸甘油醛及 6-磷酸果糖，后二者还可重新进入糖酵解途径而进行代谢。

戊糖磷酸途径总反应式是：



第二部分 动物生理学

考点一：动物细胞的基本功能

▲ 细胞膜的结构

1. 脂质双分子层

膜的共同结构特点是以液态的脂质双分子层为基架，其中镶嵌着具有不同分子结构和生理功能的蛋白质分子。细胞膜内还含有少量糖类。

2. 脂质双分子的意义

①脂质双分子层具有稳定性和流动性，使细胞具有能承受相当大的张力，改变外形时不致于破裂。

②限制水和水溶性物质自由通过细胞膜，使膜具有选择性通透。

③不同细胞的细胞膜和细胞膜的不同部分，因脂质的成分和含量不完全相同而影响细胞膜的特性和功能。

3. 细胞膜的作用

将细胞的内容物和细胞周围的微环境（主要是细胞外液）分割开来，使细胞能独立于环境而存在。通过细胞膜接受外界或其它细胞的影响。

细胞膜起到传递信息的作用，细胞膜还在细胞免疫、细胞生长、分裂、分化及癌变等生理、病理过程中起着重要的作用。

考点二：被皮、骨、肌肉

▲ 皮肤的结构

1. 表皮、真皮的结构

真皮层指的是皮肤三层中的一层，介于表皮层和皮下组织之间。由表皮外侧往内，依次是角质层、透明层、颗粒层、有棘层及基底层等五层。

表皮层，为皮质层与髓质层的保护膜。表皮较薄，无血管、淋巴管和神经分布，主要通过真皮的扩散获取营养，占皮肤厚度的 1%-2%。

皮肤可分表皮、真皮及皮下组织三层，最外表为表皮，只有 0.2 毫米厚，可防止外界异物入侵，有过滤紫外线，吸收紫外线，锁水，分裂增生细胞等等。

表皮下层，占有大部分结构的是真皮层，厚度为 0.2 厘米左右，又可分为三层，即乳头层、乳头下层及网状层等，大部分由蛋白质所构成，此部分蛋白质是同胶原蛋白及弹性蛋白组成，其他则是神经、毛细血管、汗腺及皮脂腺、淋巴管及毛根等组织构成。

▲ 软骨和骨

软骨、骨的结构；软骨、骨的分类；骨软骨病、骨质疏松。

1. 软骨组织的结构

(1) 软骨细胞

(2) 基质

凝胶状，蛋白多糖+水→分子筛

软骨囊强嗜碱性

无血管、通透性强

(3) 纤维

胶原原纤维（II 型胶原蛋白）

2. 软骨膜

▲ 肌肉

1. 骨骼肌的功能结构

肌细胞呈纤维状，不分支，有明显横纹，核很多，且都位于细胞膜下方。肌细胞内有许多沿细胞长轴平行排列的细丝状肌原纤维。

每一肌原纤维都有相间排列的明带(I带)及暗带(A带)。明带染色较浅，而暗带染色较深。暗带中间有一条较明亮的线称H线。H线的中部有一M线。明带中间，有一条较暗的线称为Z线。两个Z线之间的区段，叫做一个肌节，长约1.5~2.5微米。

相邻的各肌原纤维，明带均在一个平面上，暗带也在一个平面上，因而使肌纤维显出明暗相间的横纹。

骨骼肌由成束状排列的肌细胞构成的。各细胞长度不一，细胞间紧密排列，长短互补。各细胞外面都包有纤细的网状膜，叫肌内膜；各肌束又被胶质纤维和弹力纤维混合成的结缔组织膜包裹，叫肌束膜；在每块肌肉的外面，又包有1层较厚的结缔组织，叫肌外膜。

2. 骨骼肌的收缩及其机理

1) 肌肉的生理功能：运动、交换、平衡、产热。

2) 肌肉的功能分类：平滑肌、心肌、骨骼肌。

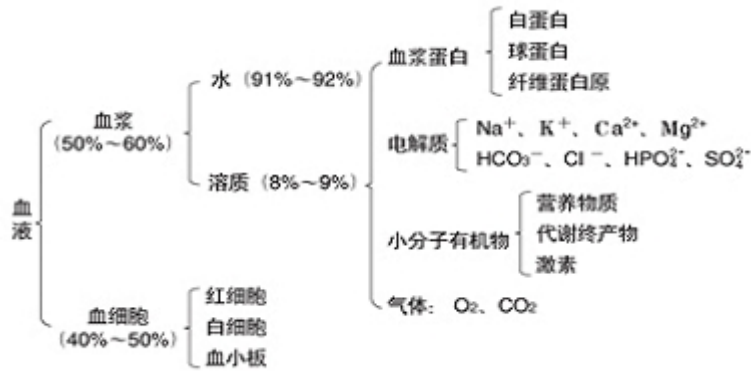
肌丝滑行学说：

肌肉收缩时没有肌丝或某些物质分子结构的缩短，而只是发生了细肌丝在粗肌丝之间的滑行，也就是说由Z线发出的细肌丝向暗带中央移动，结果相邻的各Z线相互靠近，肌小节长度变短，表现为整个肌纤维和肌肉的收缩。

考点三：血液、血液循环

▲ 血液概述

1. 血液的组成



2. 血液的功能

- (1) 营养功能 血浆中的蛋白质起着营养储备的作用。
- (2) 运输功能 血浆白蛋白、球蛋白是许多激素、离子、脂质、维生素和代谢产物的载体。运输是血液的基本功能，其他功能几乎都与此有关。
- (3) 维持内环境稳定 维持体液酸碱平衡、体内水平衡、维持体温的恒定等。
- (4) 参与体液调节：运输激素作用于相应的靶细胞，改变其活动。
- (5) 防御和保护功能：白细胞具有吞噬、分解作用；淋巴细胞和血浆中的各种免疫物质（免疫球蛋白、补体和溶血素等），都能对抗或消灭毒素或细菌；血浆内的各种凝血因子、抗凝物质、纤溶系统物质参与凝血-纤溶、生理性止血等过程。

▲ 血液循环

1. 心脏泵血过程和机理

A 心房收缩期



↓
挤血入心室

(占心室充盈量 25%)

↓
心房舒张

(75%由V经心房流入心室)

B 心室收缩期

(1) 等容收缩期

心室开始收缩

↓
室内压急剧↑

(左室内压↑近80mmHg)

↓
房室瓣关闭

(动脉瓣仍处于关闭状态) (容积不变、血液不流)

↓
继续收缩

↓
快速射血期

(2) 快速射血期

心室继续收缩

↓
室内压>动脉压

(左室>80mmHg)

(右室>8mmHg)

↓
动脉瓣开放

(房室瓣仍处于关闭状态)

↓

迅速射血入动脉

(占射血量 70%)



心室容积迅速 ↓



减慢射血期

特点:

①快速射血期末室内压与主动脉压最高

②用时少(≈收缩期 1/3), 射血量大

(3) 减慢射血期:

迅速射血入动脉后



心室容积继续 ↓



室内压略 < 动脉压



射血能=血液的动能

继续射血入动脉

(占射血量 30%)



心室容积继续 ↓



心室舒张前期

特点: ①用时长(≈收缩期 2/3), 射血量少; ②因外周血管的阻力作用, 血液的动能在主动脉转变为压强能, 使动脉压略 > 室内压

C 心室舒张期

(1) 等容舒张期

心室开始舒张



室内压迅速 ↓
(室内压=动脉压)

↓
动脉瓣关闭

↓
心室继续舒张

↓
室内压急剧迅速 ↓
房室瓣仍处于关闭状态
容积不变、血液不流

↓
快速充盈期

特点:

①动脉瓣、房室瓣都处于关闭状态

②动脉瓣关闭产生第二心音

(2) 快速充盈期:

等容舒张期末

↓
室内压 ↓

(室内压 < 房内压)

↓
房室瓣开放

↓
心室继续舒张

↓
室内压 ↓

↓
心房和大 V 内的血液快速入室

(占总充盈量 2/3)



心室容积迅速 ↑

特点：快速充盈期末的室内压最低

(3) 减慢充盈期

随着心室内血液的充盈，心室与心房、大 V 间的压力差减小，血液流入心室的速度减慢。

3. 心脏泵血功能的评定

心输出量

每搏输出量：一侧心室每次搏出的血量。

每分输出量：一侧心室每分钟射出的血量

射血分数：每搏输出量 / 心舒张末期容积 = $60 \sim 80\text{ml} / 120 \sim 130\text{ml} = 50 \sim 60\%$

心指数：空腹和安静状态下，每平方米体表面积的分心输出量 = $3.0 \sim 3.5\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$

接近 $2\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$

意义：评定不同个体心功能

4. 心脏泵血功能的调节

每分输出量 = 每搏输出量 × 心率

前负荷、后负荷、心缩力

|| ||

异长自身调节 等长自身调节

(1) 前负荷：心肌在收缩前所遇到的负荷，称为心肌的前负荷。可用心室舒张期末血液的充盈程度(容积)来表示。它反映了心肌在收缩前的初长度。

当心率不变时，静脉回流量大，心室充盈量大，心肌初长度大，收缩力量也愈大，每搏输出量、心输出量也大。这叫异长自身调节(也叫“心的定律”)。

静脉回心血量受两个因素的影响：一是心室舒张末期充盈持续时间，在心率增加时，心舒期缩短，心室舒张充盈不完全，心搏出量将随之减少；二是静脉回心血流速度，静脉回流速度取决于外周静脉压与心房、心室之差。回流速度愈快，心室的充盈量愈大，心搏出量也愈多。

在动物特别是鱼类 Starling 心脏定律是很重要的，尤其是在心率过速时，搏出量反而下降的原因即在于此。

(2) 后负荷

是指心肌在收缩时才遇到的负荷，称为心肌的后负荷（afterload）。心室肌后负荷是指动脉血压，故又称压力负荷。

(3) 心肌收缩能力

是指通过心肌本身收缩活动的强度和速度的改变而不依赖于前、后负荷的改变来影响每搏输出量的能力。这种调节心搏出量的机制，又称为等长自身调节。

影响心肌收缩能力有多种因素，可通过影响兴奋-收缩耦联过程中各个环节影响心肌收缩能力。

考点四：呼吸、消化、吸收

▲ 气体交换与运输

1. 肺换气的过程

(1) 肺换气是指外界环境与肺之间的气体交换

(2) 交换动力是气体的分压差

(3) 肺换气和组织换气都是以气体扩散为原理

静脉血液氧分压比肺泡气氧分压低，氧顺分压差由肺泡向血液扩散；混合静脉血的二氧化碳分压比肺泡气的二氧化碳分压高，CO₂则以相反方向由血液扩散进入肺泡。

2. 影响肺换气的因素

(1) 气体的溶解度和相对分子质量

气体分子的扩散速率与相对分子质量的平方根成反比，与在溶液中的溶解度成正比。

(2) 呼吸膜的面积

气体扩散速率与呼吸膜面积成正比。

(3) 呼吸膜的厚度

气体扩散速率与扩散距离即呼吸膜的厚度成反比。

(4) 通气/血流比值

每分钟肺泡通气量与每分钟肺血流量之间的比值称为通气/血流比值。通气/血流比值增大，表示有部分肺泡气不能与血液充分进行气体交换，致使肺泡无效腔增大。通气/血流比值减小，则有部分静脉血未能充分进行气体交换而混入动脉血中，也就是发生了动-静脉短路一样。

3. 组织换气

指血液与组织细胞之间的气体交换。发生于动脉血与组织之间的气体交换机制与肺换气完全相同。

▲ 气体在血液中的运输

气体在血液中的运输指机体通过血液循环将氧气运送到全身各组织，又将组织产生的CO₂运送到肺泡的过程。

1. 氧的运输

氧气以物理溶解和化学结合两种形式存在于血液中。血液中溶解的。主要是与红细胞内的血红蛋白(Hb)结合成氧合血红蛋白进行运输。

(1) 血红蛋白的氧合作用的特征

- ①反应快，可逆，不需酶的催化，受P^o 2的影响；
- ②R²⁺与Ch结合后仍是二价铁，所以该反应是氧合，不是氧化；
- ③Hb与O₂的结合或解离曲线呈形，与Hb的变构效应有关；
- ④1分子Hb可以结合4分子。

(2) Hb氧容量、Hb氧含量和Hb氧饱和度

- ①Hb氧容量指W00mL血液中Hb所能结合的最大氧气的量；
- ②Hb氧含量指W00mL血液中Hb实际结合的氧气的量；
- ③Hb氧饱和度指Hb氧含量和氧容量的百分比。

2. 二氧化碳的运输

CO₂以物理溶解和化学结合两种形式存在于血液中。

(1) 碳酸氢盐

血液大部分CO₂溶解于血浆后扩散到红细胞内。在碳酸酐酶作用下，与水反应生成碳酸，又解离成HCO₃⁻和H⁺。反应中生成的HCO₃⁻便顺浓度梯度经红细胞膜扩散进入血浆，Cl⁻便由血浆扩散进入红细胞，该过程称为氯转移。

(2) 氨基甲酸血红蛋白

进入红细胞的一部分CO₂能直接与血红蛋白的氨基结合，形成氨基甲酸血红蛋白。虽然形成的量极少，但是反应无需酶的催化，迅速、可逆，当静脉血流经肺部时，CO₂从HbCO₂中释放出来，经肺呼出体外。

▲ 消化和吸收

1. 消化与吸收

(1) 消化

消化是指饲料在消化道内被分解成可被吸收的小分子物质的过程。

(2) 吸收

吸收是指饲料的成分或经过消化道消化后的产物,通过消化道黏膜上皮细胞进入血液或淋巴的生理过程。

2. 消化方式

(1) 物理性消化(机械性消化)

物理性消化是指在骨骼肌(咀嚼和前段食管)和消化道平滑肌(后段食管、胃和肠)的舒缩作用下,饲料变细碎,并与消化液混合形成食糜后,不断地向消化道后段推移的过程。

(2) 化学性消化

化学性消化是指在消化腺分泌的各种消化酶的水解作用下,饲料中的蛋白质、脂肪和糖类,生成可被机体吸收的氨基酸、甘油、脂肪酸和单糖的过程。

(3) 微生物消化

微生物消化是指在栖居于畜、禽消化道内的厌氧微生物的作用下,饲料中的营养物质特别是纤维素和半纤维素类多糖,生成低级脂肪酸和其他营养物质的分解和合成产物的过程。

3. 吸收与代谢

吸收是指消化管内的成分通过消化管上皮细胞进入血液或淋巴循环的过程。吸收为机体提供营养物质。

1) 主要营养成分吸收的部位

除口腔、食道和肛门外的消化道均具有吸收能力,不同部位差异很大。

(1) 胃吸收能力低,可吸收少量水、酒精和无机盐,反刍动物的前胃可吸收低级脂肪酸、 NH_3 、葡萄糖和多肽;

(2) 小肠吸收能力高,大部分蛋白质、糖类、脂肪的吸收主要在十二指肠和空肠,回肠能够主动吸收胆盐和维生素 B12;

(3) 大肠主要吸收水和无机盐(单胃草食动物还可吸收低级脂肪酸)。

2) 小肠成为主要吸收部位所具备的条件

(1) 所有营养物质在小肠内已被分解成可吸收的小分子物质;

(2) 小肠具有巨大的吸收面积,小肠的结构使其吸收面积比同样的单筒面积增加几百

倍；

(3) 充分的吸收时间，食糜在小肠内停留的时间比在其他消化器官中长；

(4) 小肠上皮内的丰富的毛细血管和毛细淋巴管和小肠的运动加速了血液和淋巴的回流，促进吸收。

3) 吸收的方式和途径

(1) 吸收方式

① 被动转运

包括单纯扩散、易化扩散和渗透。

② 主动转运

包括原发性主动转运和继发性主动转运。

③ 入胞和出胞

是大分子物质或物质团块跨膜耗能的转运方式。

(2) 吸收途径

① 跨细胞途径

肠腔内物质通过小肠上皮细胞腔面膜进入细胞内，再通过基底侧膜到达细胞间隙。

② 旁细胞途径

肠腔内物质通过小肠上皮细胞间的紧密连接进入细胞间隙。

4) 主要营养成分吸收的机理

(1) 糖类的吸收

① 只有单糖才能被吸收；

② 不同单糖吸收速度不同，一般六碳糖比五碳糖吸收的快；

③ 葡萄糖和半乳糖的吸收是继发性主动转运过程。果糖是以易化扩散的方式。

(2) 蛋白质的吸收

蛋白质分解的三肽、二肽和氨基酸通过继发性主动转运被吸收，多肽和少量蛋白质以吞饮或吞噬形式吸收，均在小肠吸收。

甘油三酯经消化分解为甘油、脂肪酸、甘油一酯，均可在小肠以被动弥散的形式被吸收。

a. 甘油溶于肠液弥散进入肠上皮细胞；

b. 脂肪酸和甘油一酯与胆盐作用形成水溶性混合微粒，经小肠绒毛再分散成脂肪酸和甘油一酯，以弥散形式进入上皮细胞。在上皮细胞内，长链脂肪酸和甘油一酯重新合成甘油

三酯后与载脂蛋白形成乳糜微粒进入淋巴；短、中链脂肪酸和甘油-酯经上皮细胞膜弥散至毛细血管内；

c. 胆固醇酯来自饲料或胆汁和脱落的肠上皮细胞，经酶水解后的游离胆固醇，可以进入脂肪微粒，在小肠 被吸收。

(4) 水的吸收

水以渗透的形式在各段肠上皮被吸收，其中结肠的吸收能力最强。

(5) 无机盐的吸收

只有溶解态的无机盐才被吸收。在相同吸收形式的无机盐离子中，单价的比二价的吸收快。

①Na⁺和 Cl⁻ 的吸收

Na⁺在小肠被吸收，一般通过载体逆浓度梯度耗能的主动转运至细胞内，同时将 Cl⁻ 转至细胞内；Cl⁻ 也可通过易化扩散方式顺浓度梯度进入细胞。Na⁺吸收的同时，Cl⁻ 顺化学梯度被吸收。

②Ca²⁺的吸收

Ca²⁺过主动形式在回肠被吸收，脂肪和维生素 D 可促进 Ca²⁺的吸收。

③铁的吸收

铁以 Fe²⁺的形式和肠腔内的转铁蛋白结合，以受体介导的人胞作用进入上皮细胞，转铁蛋白释放 Fe²⁺后，又 回到肠腔。游离的 Fe²⁺通过主动转运方式从细胞转运至血液。维生素 C 和胃酸进入小肠能促进 Fe²⁺的吸收。饲料 中绝大部分的 Fe²⁺不易被吸收。

(6) 维生素的吸收

①维生素大多数在小肠前段被吸收；

②维生素 B₁₂ 需在内因子的作用下，在回肠被吸收；

③大多数水溶性维生素通过依赖于 Na⁺的同向转运体被吸收；

④脂溶性维生素的吸收与脂类的吸收机制相同。

考点五：能量代谢和体温调节

新陈代谢是机体生命活动的基本特征之一，它包括合成代谢与分解代谢两个方面。分解代谢时伴有能量的释放，而合成代谢时则需要供给能量，因此，在新陈代谢过程中，物质的变化与能量的转移是密切联系的。通常把物质代谢过程中所伴随的能量释放、转移、贮存和

利用，称能量代谢。

能量在体内释放、转移、贮存和利用

▲ 三种营养物质的代谢放能

机体所需要的能量来源于食物中三大营养物质糖、脂肪、蛋白质。这些物质分子结构中的碳氢键蕴藏着化学能，在氧化过程中碳氢键断裂，生成 CO_2 和 H_2O ，并释放出大量的能量，因此将这些物质又称能源物质。在能源物质中又以糖最为重要，机体所需要的能量 70% 是由糖氧化分解供给的。

1、糖：体内糖代谢是以葡萄糖为中心进行的，随供氧情况的不同，糖分解供能的途径也不同。

① 氧供应充足葡萄糖可完全氧化释放出大量能量，称糖的有氧氧化。1mol 葡萄糖完全氧化分解可放能 2872.3KJ (686kcal)，可净合成 38mol ATP

② 氧供应不足葡萄糖只能分解到乳酸阶段，释放能量少，称糖的无氧酵解。1mol 葡萄糖经无氧酵解仅供能 217.7KJ (52kcal)，可净合成 2mol 的 ATP。糖的有氧氧化是机体主要供能途径，糖酵解虽然释放的能量少，但在缺氧状态是极为重要，（因为这是人体的能源物质惟一不需要氧的供能途径）它能供应一部分急需的能量。

2、脂肪：是体内贮能和供能的重要物质，（体内脂肪的贮存量要比糖多得多。脂肪在细胞内是以甘油三脂的形式存在，当机体需要时，首先被脂肪酶分解成脂肪酸、甘油。脂肪酸可被肝或肝以外的组织氧化分解、利用，脂肪酸供能方式是 β 氧化，逐步分解成许多乙酰辅酶 A 而进入糖的氧化途径，彻底分解，同时释放大量能量；甘油主要在肝被利用，经过磷酸化和脱氢处理而进入糖的氧化分解来供能。）

1mol 软脂酸完全氧化，可产生 130mol 的 ATP。

脂肪虽是一个重要的供能物质，但它的充分利用是有赖于糖的正常代谢。所以最重要的供能物质还是糖，脂肪在体内重要的功能是贮存能量，体内脂肪的贮存量比糖多得多。

3、蛋白质

是构成机体组织成分的重要物质，作为能量来源是它的次要功能。只有在某些特殊情况下，如长期不能进食或消耗量极大时，机体才依靠蛋白质分解所产生的氨基酸供能，以维持必要的生理功能。

虽然集体所需要的能量来源与三大营养物质，但机体的组织细胞并不能直接利用食物的能量来进行各种生理活动。机体能量的直接提供者是三磷酸腺苷（ATP）。

考点六：内分泌

▲ 内分泌概述

1. 内分泌和激素的概念

(1) 内分泌

内分泌是内分泌腺体或内分泌细胞所产生的生物活性物质激素无须经过外分泌的类似管道结构，直接被释放到体液中发挥作用的一种分泌形式。

(2) 激素

激素是内分泌腺或散在的内分泌细胞分泌的，在细胞之间传输信息的高效能生物活性物质。激素可按化学性质分为含氮激素、类固醇激素、固醇类激素和脂肪酸衍生物。

2. 激素作用的一般特征及其作用机制

(1) 激素作用的一般特性

① 信息传递作用

② 作用的特异性

③ 高效生物活性

④ 激素间的相互作用

a. 协同作用或拮抗作用

生长激素、肾上腺素、糖皮质激素及胰高血糖素在升高血糖水平上有着协同作用，而胰岛素则与上述激素有着降低血糖的拮抗作用。

b. 允许作用

允许作用是指有的激素本身对某些组织细胞并不直接产生生理效应，但它却能明显增强另一种激素的作用的现象。如糖皮质激素不能调节心肌和血管平滑肌的收缩，但它能增进儿茶酚胺对心血管的调节作用。

(2) 激素的作用机制

激素作用的实质是细胞信号转导的过程，激素传递信息并产生生物学效应的过程至少包括三个环节：激素与受体的相互识别与结合；激素受体复合物的信号转导；转导信号进一步引起生物效应。

① 膜受体介导的作用机制(第二信使学说)

多肽或蛋白质、胺类激素以及前列腺素等，与镶嵌在细胞膜上的受体结合发挥作用。

激素作为第一信使先与特异性膜受体结合，一般先激发细胞内生成第二信使，如 cAMP，cAMP 再将激素信息传递至细胞内的有关酶系激活无活性的蛋白激酶 A (PKA)，相继再激活磷酸化酶，催化蛋白质磷酸化，从而诱发细胞生理反应，实现细胞内的信息传递作用。因此又称为第二信使学说。可作为第二信使的物质还有：cGMP、钙离子、三磷酸肌醇、二酰甘油等。

②胞内受体介导的作用机制(基因表达学说)

脂类激素及甲状腺激素等，可透过细胞膜进入细胞内，经过与胞内受体结合，影响基因表达，增加酶和功能蛋白质而发挥作用。

3. 激素分泌的调节

(1) 神经调节

下丘脑中有一些肽能神经元具有分泌神经激素的内分泌功能，又保持了典型的神经细胞的功能。可将神经信息转变为激素信息，实现对内分泌系统的调节。如：

①神经垂体和肾上腺素的分泌直接受神经控制；

②吮吸乳头或扩张阴道可反射性引起神经垂体释放催产素。

(2) 体液调节

①多轴系反馈调节

下丘脑-腺垂体-靶腺轴包括下丘脑-垂体-甲状腺轴、下丘脑-垂体-肾上腺皮质轴和下丘脑-垂体-性腺轴，在该系统中，激素的作用具有等级性质，有 3 个层次的调节轴心，高部位的分泌细胞对低部位的分泌细胞具有促进作用；同时下位内分泌细胞分泌的激素反馈性调节高位内分泌细胞的活动，而且多为抑制性的负反馈作用。如：促甲状腺激素释放激素 (TRH)-促甲状腺激素 (TSH)-甲状腺素 (T4)、三碘甲腺原氨酸 (T3)。

②直接反馈调节

直接反馈调节是指体内的物质代谢造成血液理化性质的改变，会反馈影响调节物质代谢的激素水平。如血糖浓度升高或降低可促进或抑制胰岛素的分泌。

▲ 下丘脑和垂体的内分泌

1. 下丘脑的内分泌功能

(1) 下丘脑的神经内分泌细胞

下丘脑的神经内分泌细胞是指下丘脑具有神经内分泌功能的神经元。这些神经元能分泌肽类激素或神经肽，故统称为肽能神经元。下丘脑肽能神经元分为：

①小细胞神经元(神经内分泌小细胞)

小细胞神经元的轴突末梢终止于正中隆起处垂体门脉系统的第一级毛细血管网。神经元分泌的下丘脑调节肽,经垂体门脉系统运送至腺垂体,调节腺垂体的分泌活动,构成了下丘脑-腺垂体系统。

②大细胞神经元(神经内分泌大细胞)

大细胞神经元的细胞体积大,位于视上核、室旁核等处,轴突末梢大部分终止于神经垂体。神经元分泌血管升压素(抗利尿激素)和催产素,激素经轴突运送至神经垂体贮存,构成了下丘脑-神经垂体系统。

(2)下丘脑调节肽

下丘脑促垂体区肽能神经元分泌的肽类激素,能够调节腺垂体的分泌,统称为下丘脑调节肽,可分为释放激素和抑制激素两类。目前已知有9种,其中6种已确定化学结构的称为激素,未确定的暂称为因子。

(3)下丘脑激素分泌的调节

①神经调节

内外环境变化的各种刺激通过神经系统传送到下丘脑,可以影响下丘脑和垂体的分泌功能。

②激素调节

下丘脑调节肽调节腺垂体细胞的分泌功能,腺垂体分泌的激素又调节其靶组织。在下丘脑-腺垂体-甲状腺轴、下丘脑-腺垂体-肾上腺(皮质)轴和下丘脑-腺垂体-性腺轴上有所体现。同时又有反馈调节。反馈调节包括:

a. 长反馈

长反馈指靶腺和靶组织所分泌的激素对上级腺体活动的反馈调节作用;

b · 短反馈

短反馈指腺垂体分泌激素对下丘脑肽能神经元分泌活动的调节作用;

c · 超短反馈

超短反馈指下丘脑调节肽可调节分泌自身的肽能神经元的分泌活动。

▲ 甲状腺的内分泌

1, 甲状腺激素的合成与代谢

(1) 甲状腺激素的合成

甲状腺激素都是酪氨酸碘化物,主要的甲状腺激素有四碘甲腺原氨酸(T₄)和三碘甲腺原氨酸(T₃)。合成甲状腺激素的主要成分是碘和甲状腺球蛋白,合成过程包括聚碘、活化、碘化和耦联几个环节。

(2) 甲状腺激素的代谢

甲状腺素是半衰期最长的激素,大部分的 T₄ 是在外周组织中的脱碘酶作用下脱碘变为 T₃,进一步脱碘与葡萄糖醛酸或硫酸结合灭活,形成的代谢产物经胆汁分泌到小肠,被细菌分解,随粪便排出,少部分在肝和肾脱去氨基和巯基,随尿液排出体外。

2. 甲状腺激素的生理作用

(1) 对代谢的影响

① 氧化产热效应

甲状腺激素可使体内绝大多数组织的耗氧率和产热量增加。

② 对物质代谢的影响

a. 蛋白质代谢

甲状腺激素促进蛋白质及各种酶的生成。分泌过多时可加强蛋白质分解,尿氮排出增多。

b. 糖代谢

甲状腺激素能够促进小肠黏膜对糖的吸收和肝糖原分解,抑制糖原合成,升高血糖浓度;还可加强外周组织对糖的利用,降低血糖浓度。

c. 脂肪代谢

甲状腺激素促进脂肪酸氧化,对胆固醇的分解作用强于合成作用。

d. 对水盐转运的影响

甲状腺激素参与毛细血管通透性的维持和促进细胞内液更新。

(2) 对生长发育的影响

甲状腺激素促进机体生长、发育和成熟,特别是对脑和骨的发育尤为重要。胚胎时或出生后甲状腺功能低下,可导致呆小症。甲状腺激素对生长激素促进组织生长有允许作用。

(3) 对神经系统的影响

甲状腺功能亢进时,中枢神经系统兴奋性增强,动物不安、过敏、易激动、失眠多梦及肌肉颤动等;功能低下时,中枢神经系统兴奋性降低,动物表现记忆力减退、行动迟缓和嗜睡等症状。

(4)对心血管系统活动的影响

甲状腺激素可使心率加快、心肌收缩力增强、心输出量增加，使血管平滑肌舒张、外周阻力降低。

