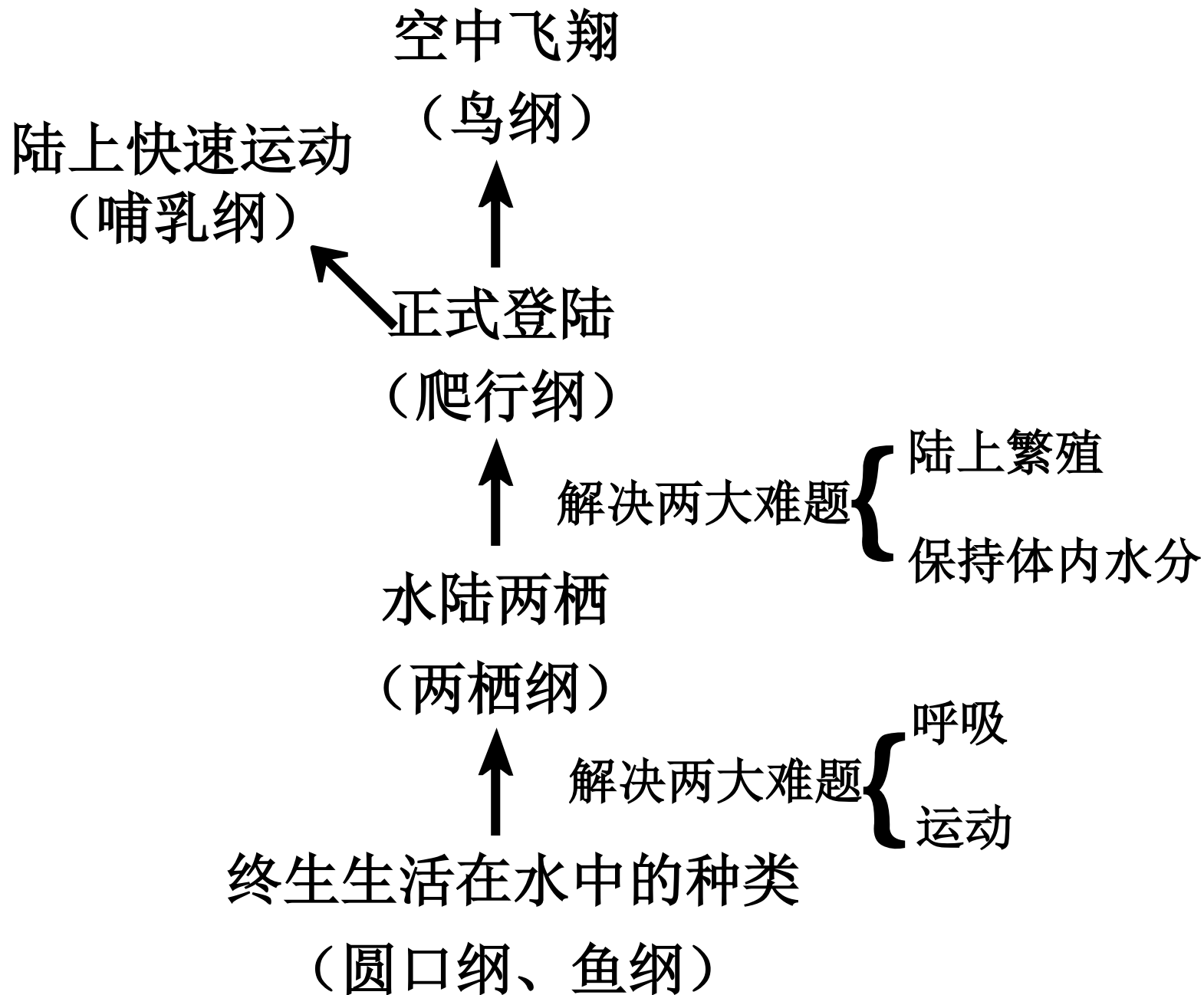


第十节（一） 鸟纲（Aves）

适应陆生飞翔的恒温动物





鸟纲 (Aves)

适应飞翔的高级脊椎动物。



- 鸟类是体表被覆羽毛，有翼，恒温 and 卵生的脊椎动物。
- 鸟类是由爬行类进化而来的，是在爬行类的基础上进一步适应飞翔生活的一支高度特化的高等脊椎动物。
- 鸟类与爬行类有着许多共同特征，被称为是美化了的爬行动物。

思考：需解决的问题是什么？

1、减少阻力，加强飞翔

具体表现在：体形流线形，前肢特化为翼，神经系统发达，肌肉集中在龙骨上，皮肤薄而松，行双重呼吸，血液循环为完全双循环。



2、减轻重量

具体表现在：骨骼轻而愈合、牙齿退化、具气囊、无膀胱、雌体右侧卵巢和输卵管退化。



一、鸟纲的主要特征

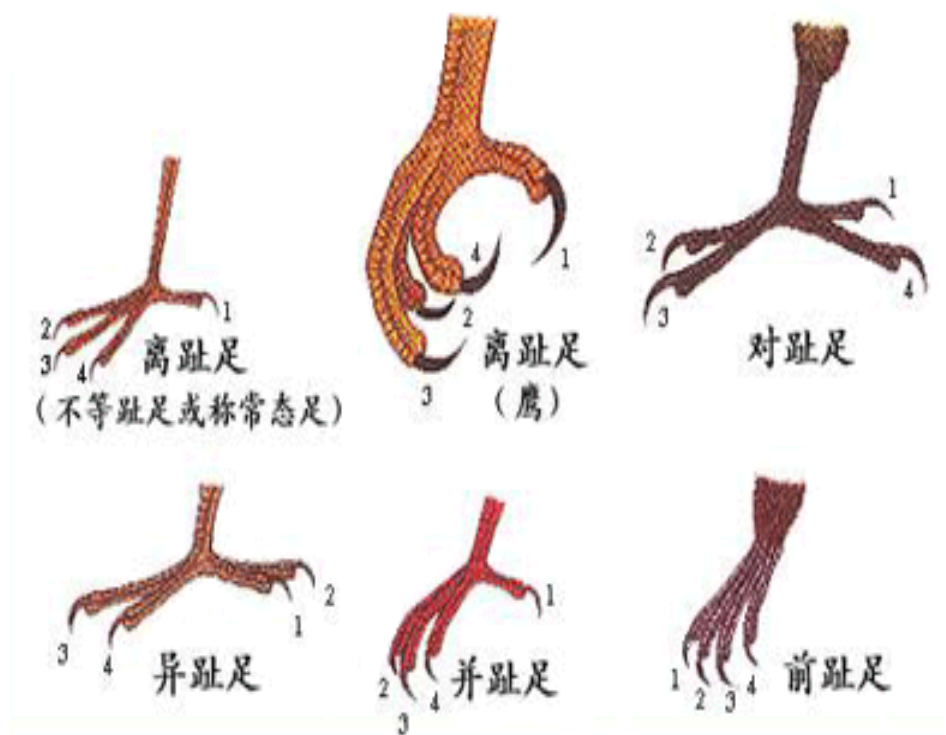
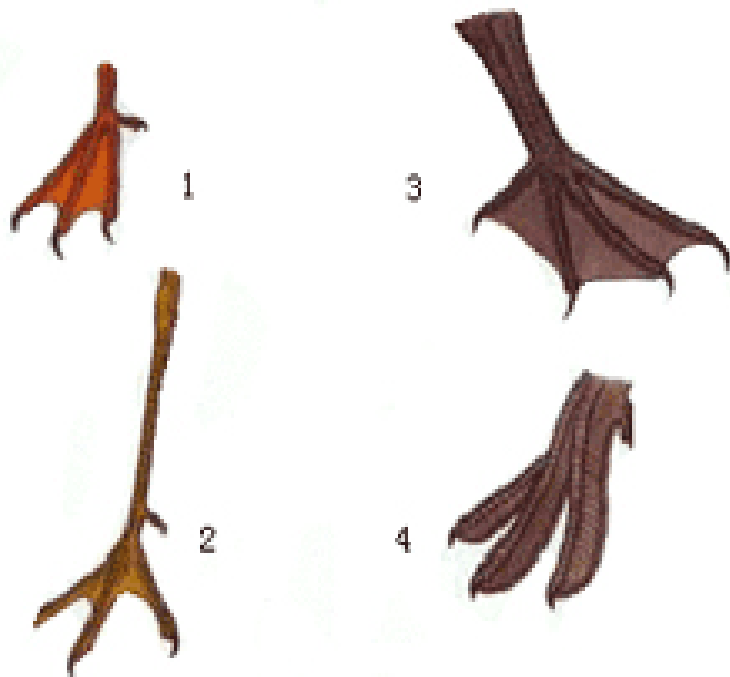
1、外部形态特点：

- 身体呈流线形，体表被羽，前肢特化为翼，身体分为头、颈、躯干、尾、翼和后肢。



- 1、体型：纺锤形体型，体外被覆羽毛
- 2、被角质的啄食器官喙
- 3、头部
- 4、眼睛：具有活动的上下眼睑和瞬膜
- 5、颈部：长，转动灵活。
- 6、躯干：略呈卵圆形
- 7、四肢：前肢变为翼，后肢具4趾





1、凹蹼足 2、半蹼足
3、全蹼足 4、瓣蹼足

2、皮肤及衍生物

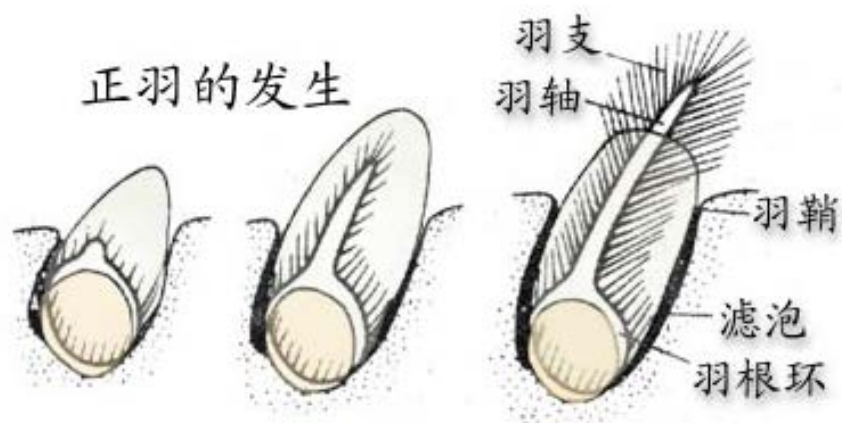
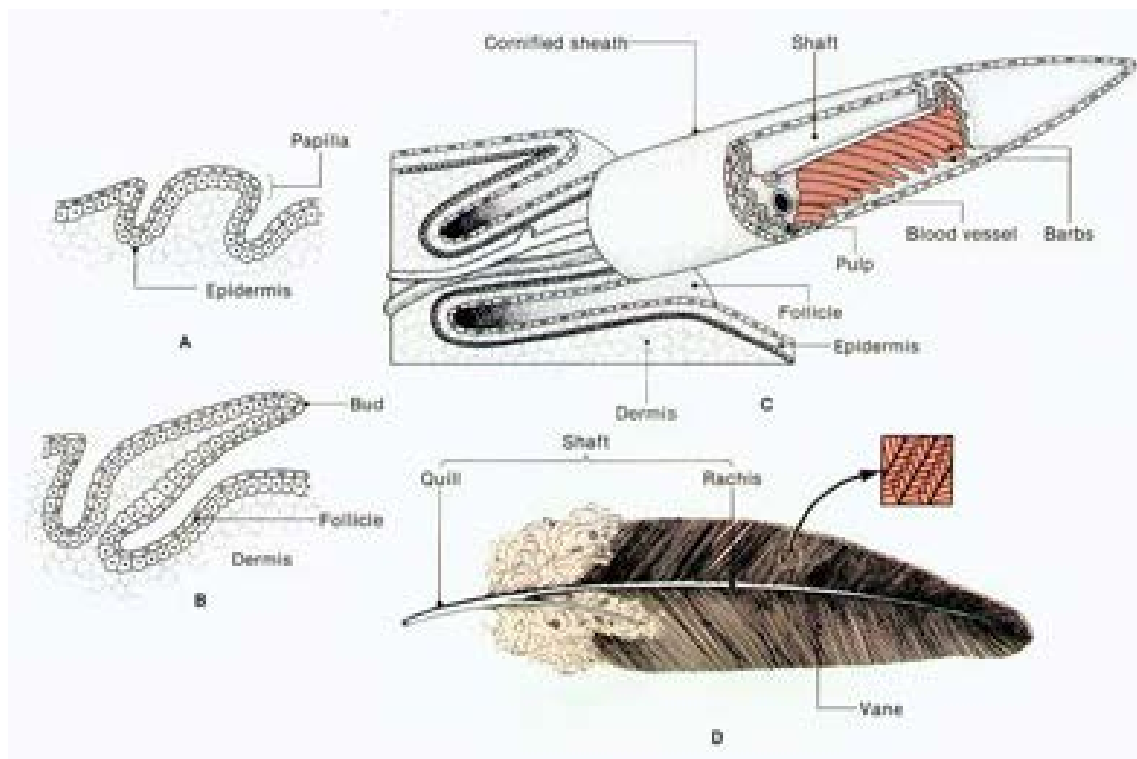
- 皮肤薄、松、韧、干。
- 衍生物有羽、喙、爪、鳞片和尾脂腺。

体表被羽是鸟类最明确的特征。羽毛极轻，具极好的韧性和抗拉强度，维持体温、飞行。

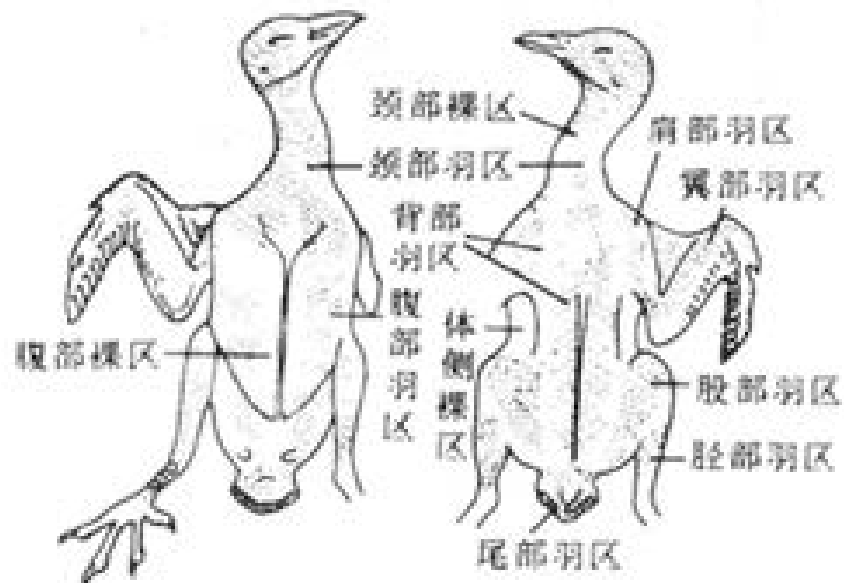


(1) 羽的结构

表皮角质化的产物，与爬行类角质鳞同源，在进化过程中角质鳞片加大、变轻，沉入真皮，并由真皮提供营养。

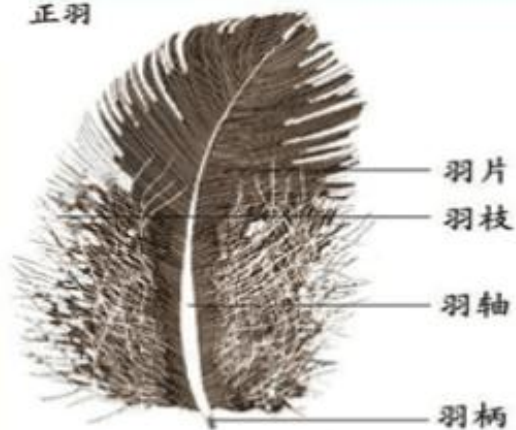


(2) 羽的分布 羽区、裸区



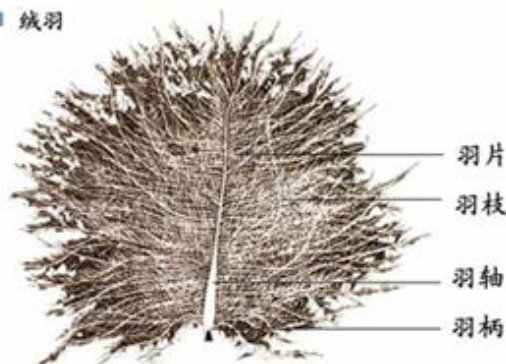
(3) 羽的类型 正羽、绒羽、毛羽

正羽



鸟的正羽形成了鸟的羽被，是飞行器官的重要部分

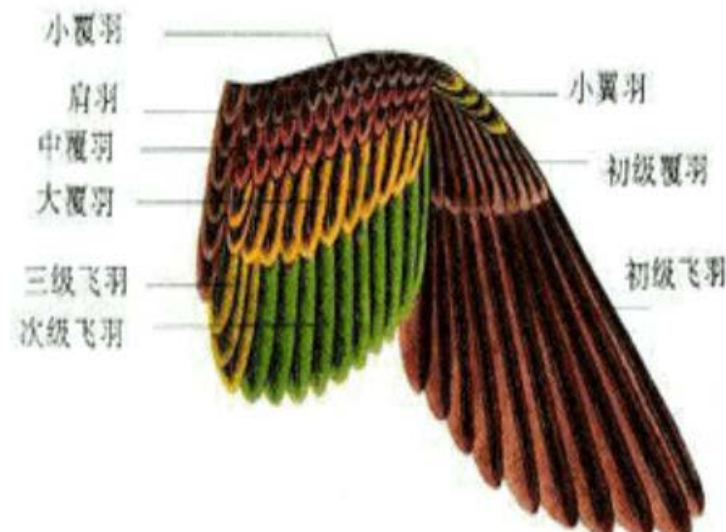
绒羽



(3) 羽的颜色

色素沉积：即在羽毛发生过程中色素细胞侵入并注入色素颗粒产生颜色。

结构色：即色素细胞上方的无色而凹凸不平的蜡质层和色素间无色而多角形的折光细胞引起，并随着观察角度的不同而有色彩的变化。



(4) 换羽

规律换羽，相当于爬行类的蜕皮。多数鸟类逐步换羽，不影响飞行。

(5) 羽毛的保护

常用喙整理羽毛以使钩槽相脱的羽小枝重新成为完整的羽片，同时以喙挤压唯一的皮肤腺即尾脂腺，将其分泌物油脂涂抹在羽毛上以润泽羽毛。

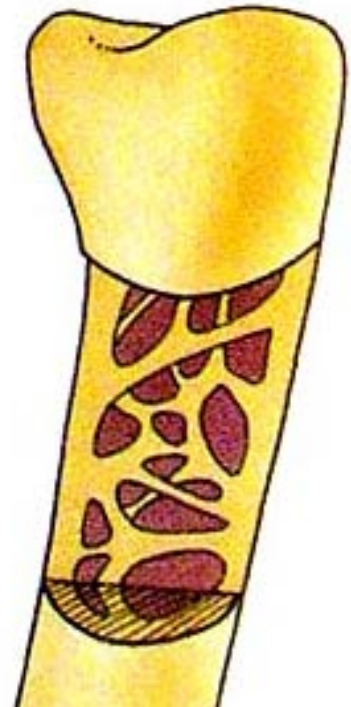
3、骨骼和支持系统

(1) 结构特点

气质骨： 即中空并充以空气的骨骼。

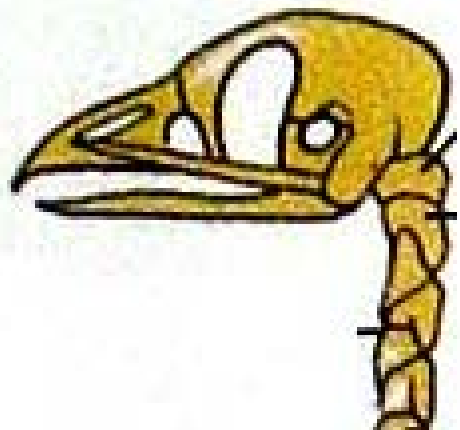
骨质小梁： 骨腔内加固。

特点：薄、愈合、中空、轻而坚固。



头骨

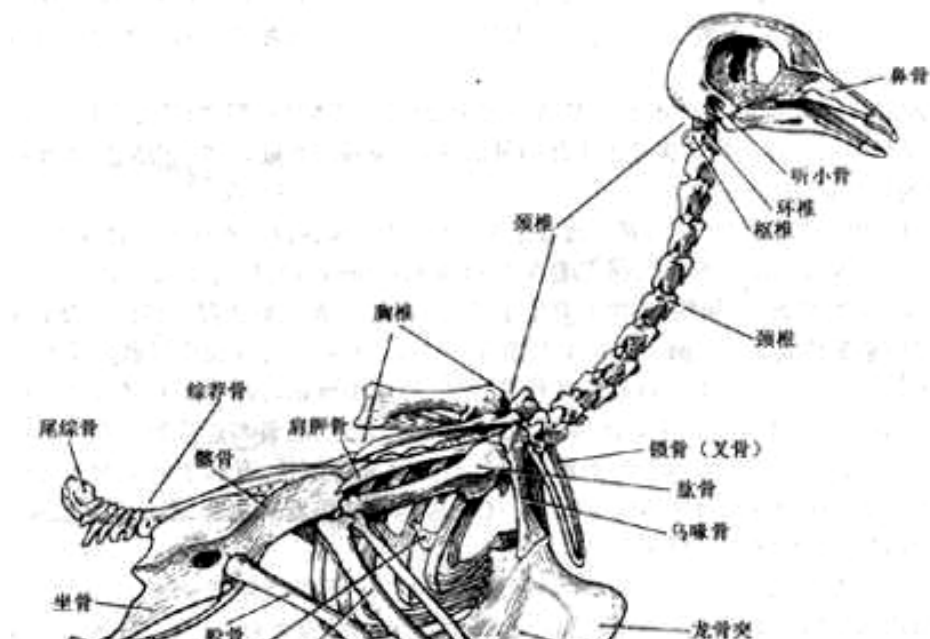
- ✿ 结构与爬行类相似，但是具有适应飞翔的特征
- ✿ 单枕髁（化石可见双颞窝的痕迹）
- ✿ 骨块间愈合成整体的大的颅腔和大的眼窝，骨内有蜂窝状孔
- ✿ 上下颌骨成为喙，无齿
- ✿ 枕骨大孔移向腹面



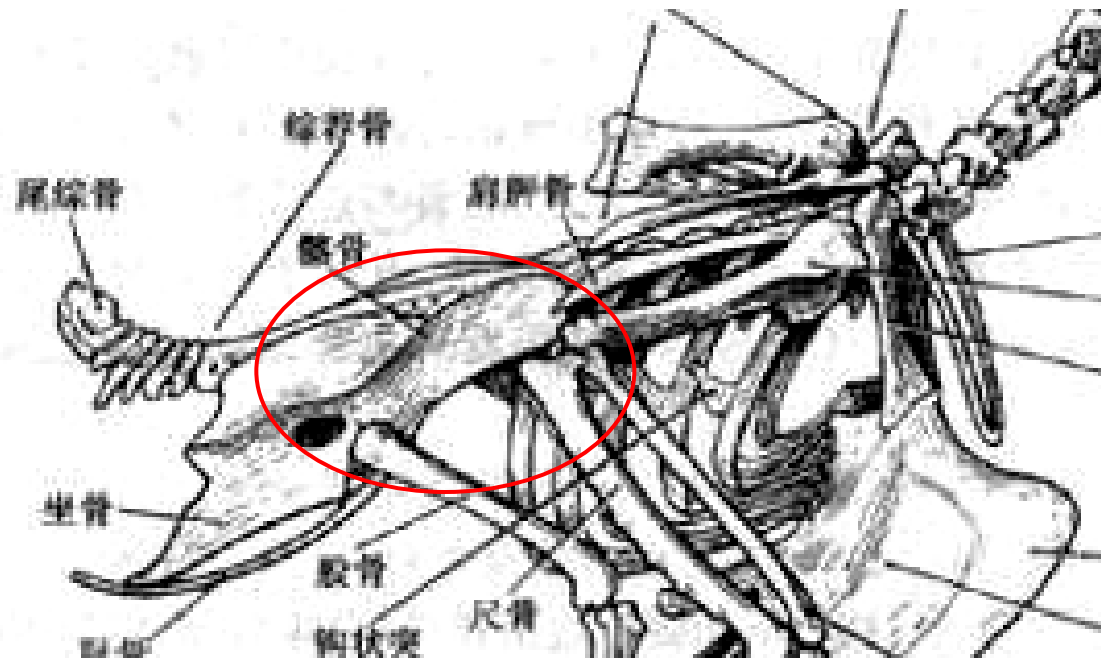
脊柱及胸骨

✿ 脊柱（颈椎、胸椎、腰椎、荐椎、尾椎）

✿ 颈椎 数目多(8-25块)、寰椎环状，可以头骨一起在枢椎尚转动，椎体异凹型（鸟类特有），椎间关节活动性极大。



- ✿ 最后一个胸椎、全部腰椎、荐椎和部分尾椎愈合成综荐骨，并与腰带的髌骨紧密连接，形成腰部坚固的支架。
- ✿ 部分尾椎愈合形成尾综骨并着生尾羽更好完成尾作为舵的功能。



肋骨均为硬骨

肋骨由背侧椎肋与腹侧的胸肋构成，二者之间有可动关节。椎肋为双头肋骨，一头与胸骨椎体相关节，另一头与胸椎横突相关节。胸肋上多具钩突压覆在相邻的椎肋上以加强胸廓的坚固性。胸肋一端与胸骨相关节，另一端与椎肋关节，除关节点外其余均为硬骨。胸骨发达，向后伸至骨盆。沿腹中线隆起形成发达的嵴叫龙骨突，为胸肌附着处。肋骨间具钩状突相关连，增加胸廓坚固性。

胸骨 (sternum)



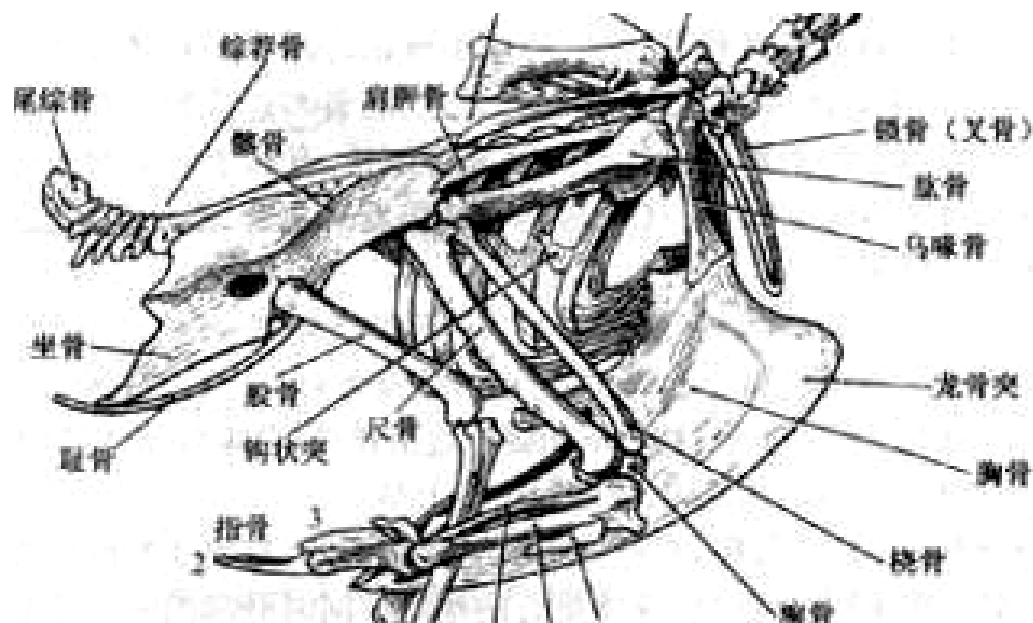
胸骨具龙骨突起



胸骨不具龙骨突起

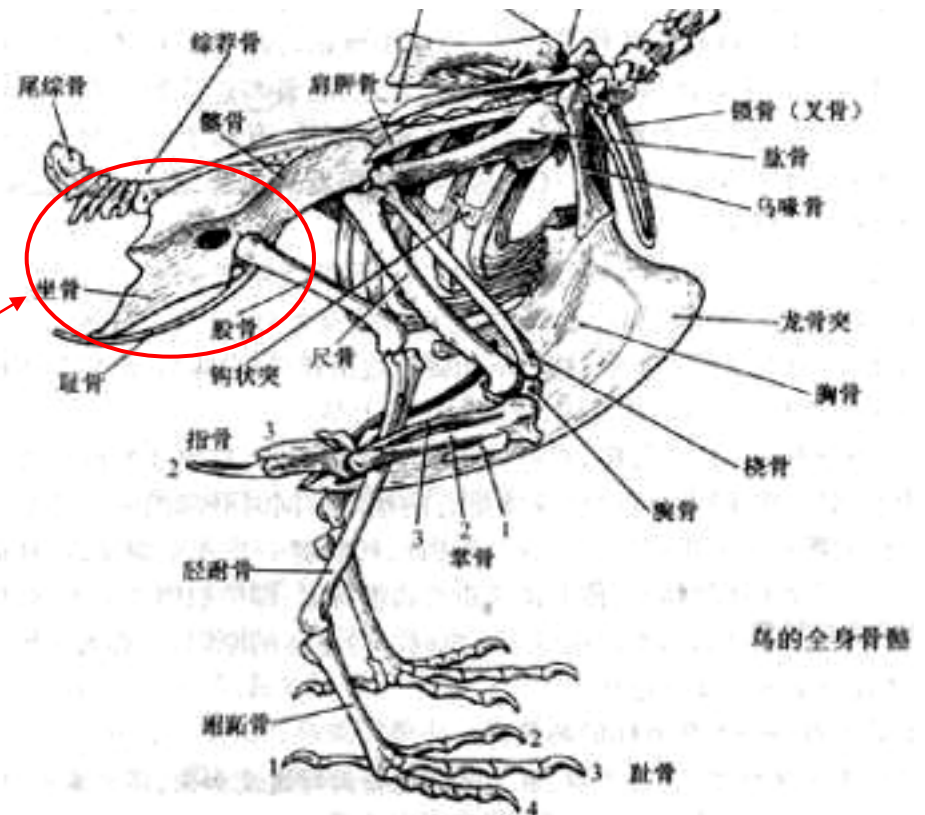
四肢和带骨：

- ✿ 前肢变为翼。骨片多愈合或消失，仅留2、3、4指，指端无爪。
- ✿ 具V型锁骨。肩带中左右锁骨在腹中线愈合成为V字型，鸟类特有，又称叉骨，具弹性，避免扇翅时左右鸟喙骨的碰撞，保护内脏。



✿ 后肢骨片愈合。腓骨退化，胫骨与近排跗骨愈合形成胫跗骨，后排跗骨与跖骨愈合为显著加长的跖跖骨（有利于鸟类的起飞弹跳，同时在着陆时缓冲地面对足的反作用力）。

腰带与脊柱综荐骨愈合，形成稳定支架，并形成开放式骨盆，便于产大型硬壳卵。

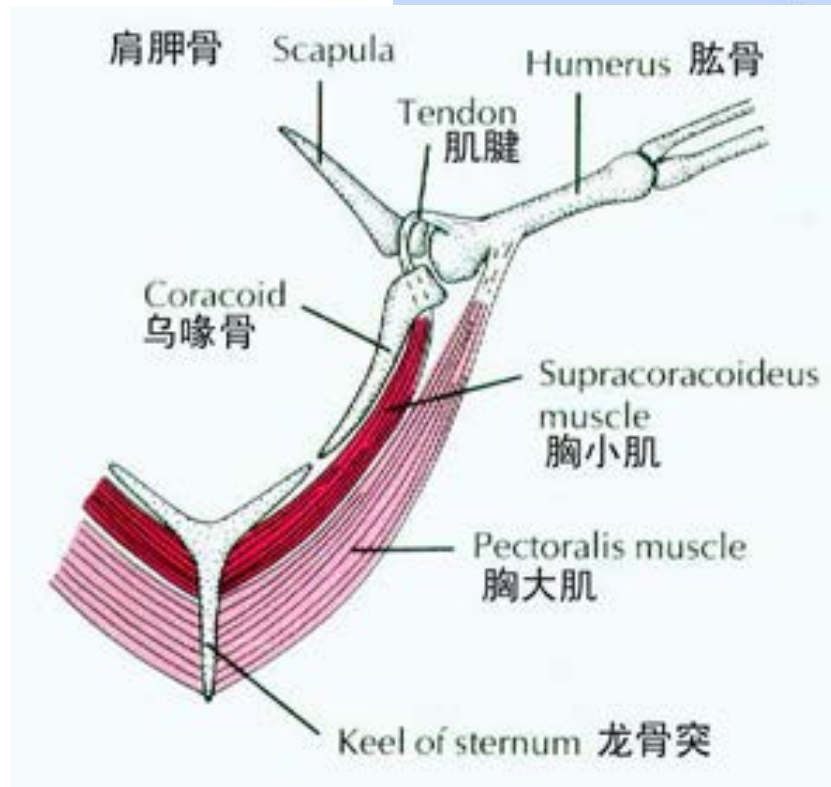


5、肌肉系统

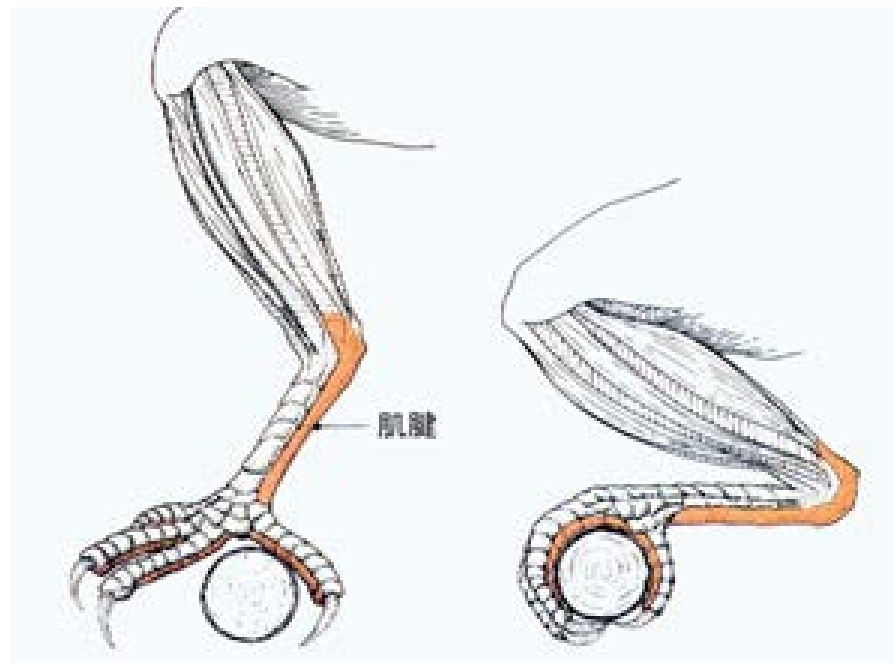
✿ 与飞翔扇翼有关的胸肌特别发达。躯干背部肌肉不发达。腿部肌肉发达。皮肤发达。



胸肌是鸟类最重要的飞翔肌，约占体重的1/5。分为大胸肌和小胸肌，均起于胸骨及龙骨突。



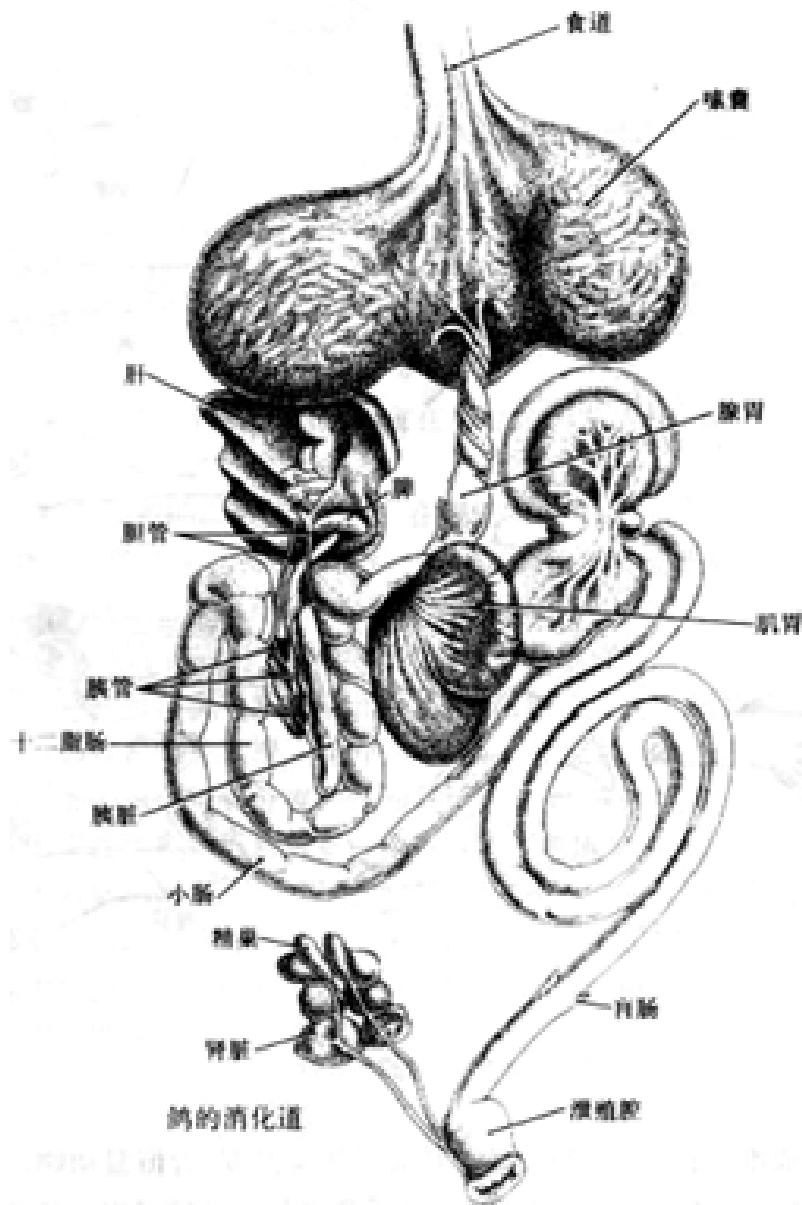
- 后肢肌肉发达，以长肌腱连到脚趾。胫部屈肌可使脚趾紧握树枝。（脚趾抓握树枝时由于体重作用，使屈肌肌腱拉紧，自动紧握树枝。当鸟抬起身体、跗间关节伸开才使紧握的四趾松开）。
- 鸣管肌在鸣禽（如雀形目）中特别发达。



6、消化系统

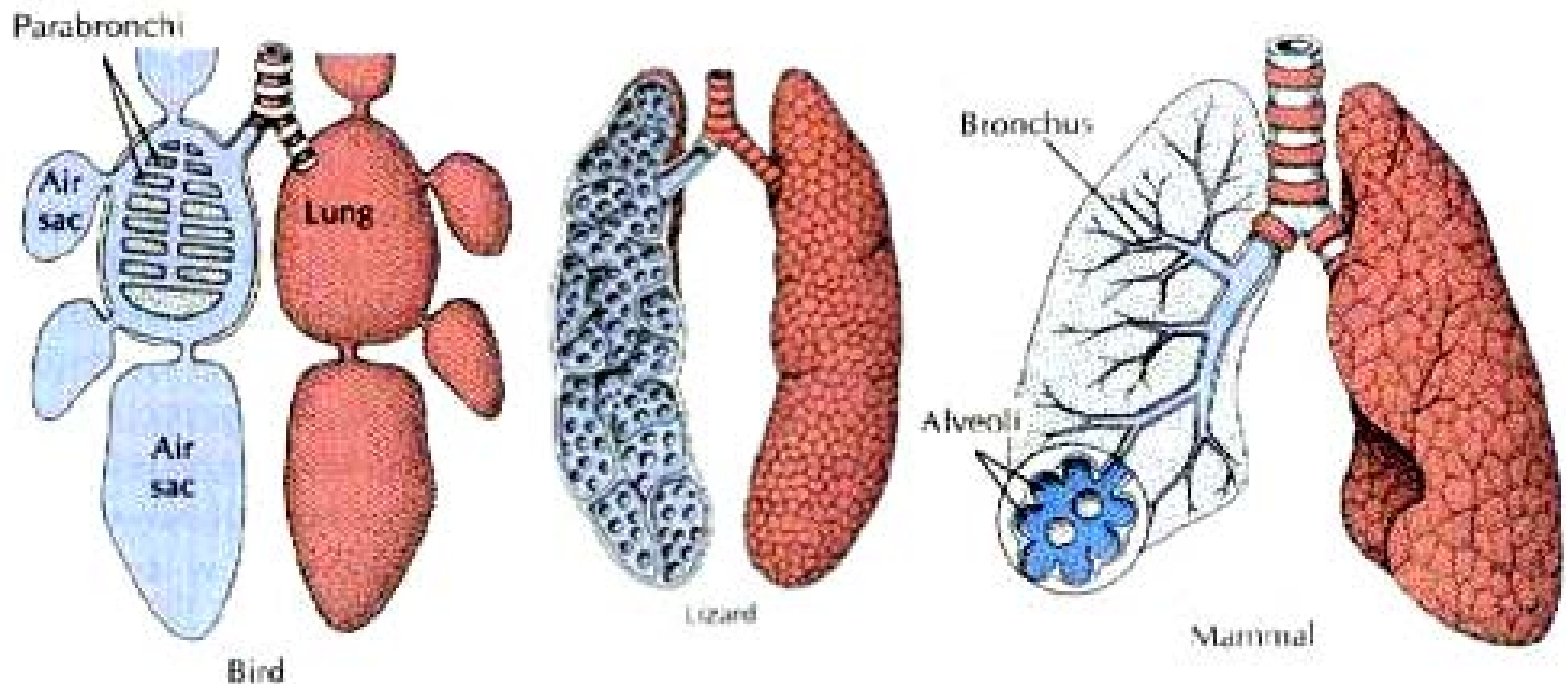
消化能力强，消化速度快；与高代谢水平和飞翔中消耗大量能量相适应。

消化道包括喙、口腔、咽、食道、嗉囊、腺胃、肌胃、小肠、盲肠、直肠和泄殖腔。消化腺包括肝脏和胰脏。



7、高效的双重呼吸系统

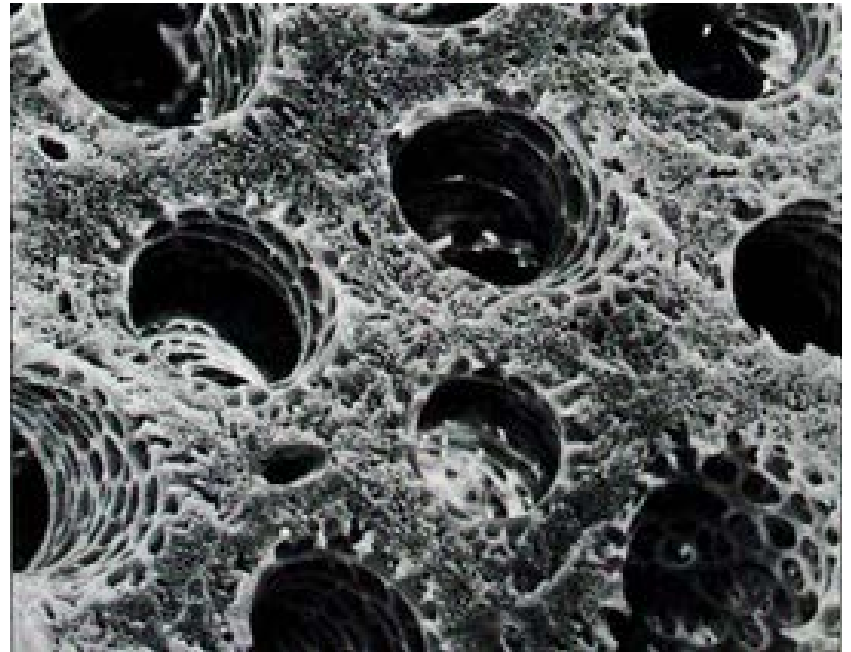
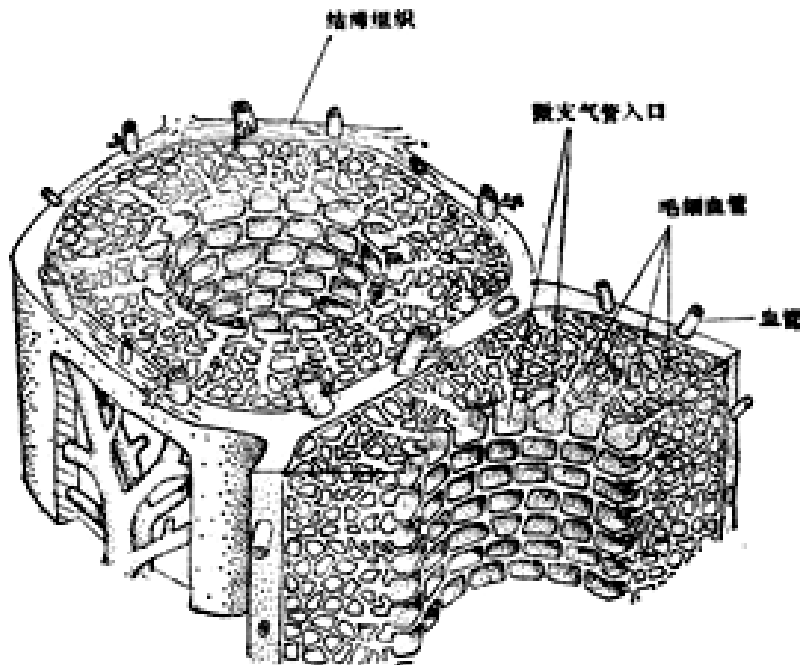
鸟类具有独特的肺和气囊而构成高效的呼吸器官，并具有独特的呼吸方式而满足鸟类飞翔时高的耗氧量和代谢水平。



(1) 肺:

由各级支气管形成的密网状管道系统。组成：左、右支气管（初级支气管）、次级支气管、三级支气管、微支气管。

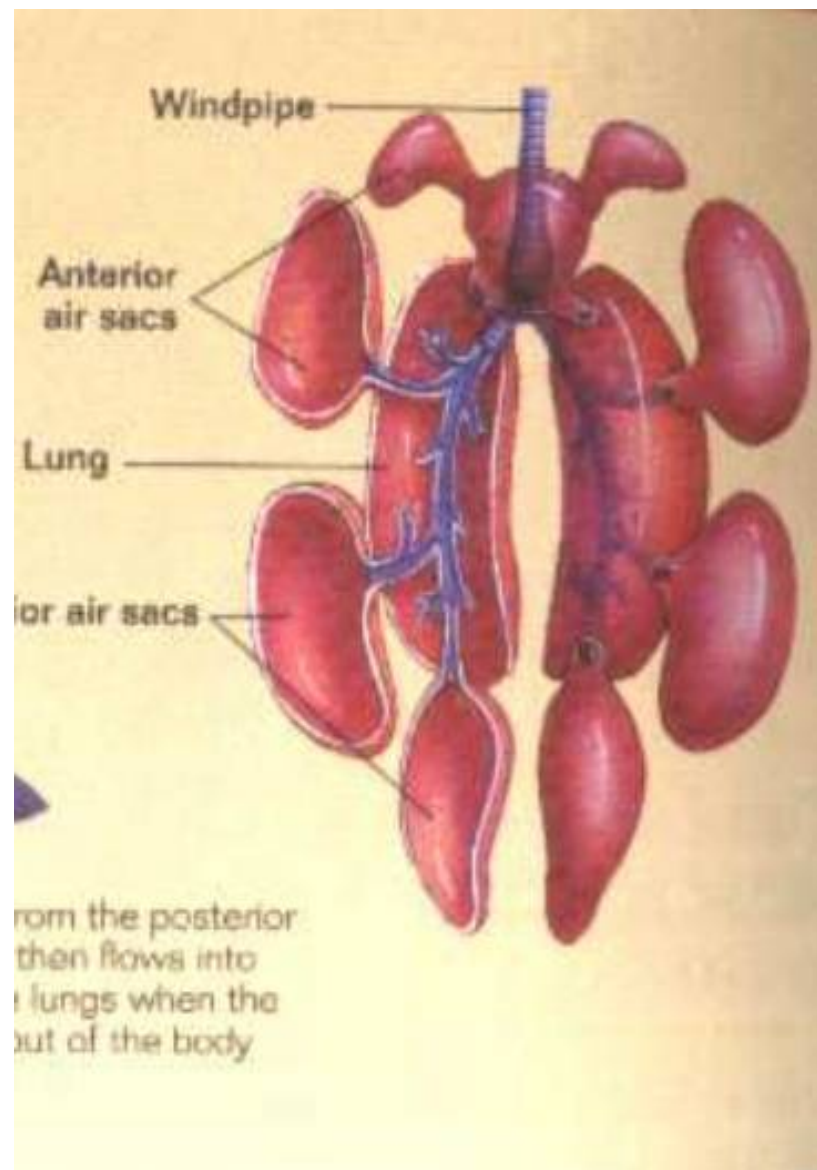
微支气管管径 $3-10\mu\text{m}$ ，外分布毛细血管。鸟类肺体积不大，但接触气体面积比人肺约大10倍。



(2) 气囊:

鸟类特有的由某些初级支气管和次级支气管末端形成的膨大的薄囊叫气囊（4对半），单层上皮细胞形成，无气体交换功能。

后胸气囊1对
腹气囊1对
颈气囊1对
前胸气囊1对
锁间气囊1个

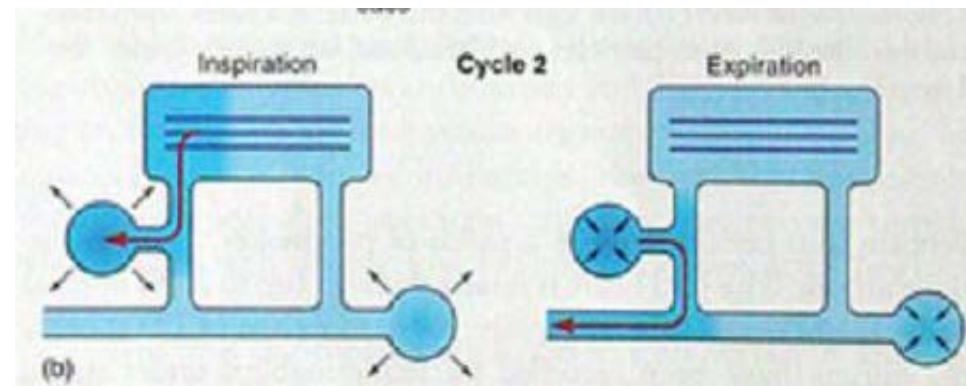
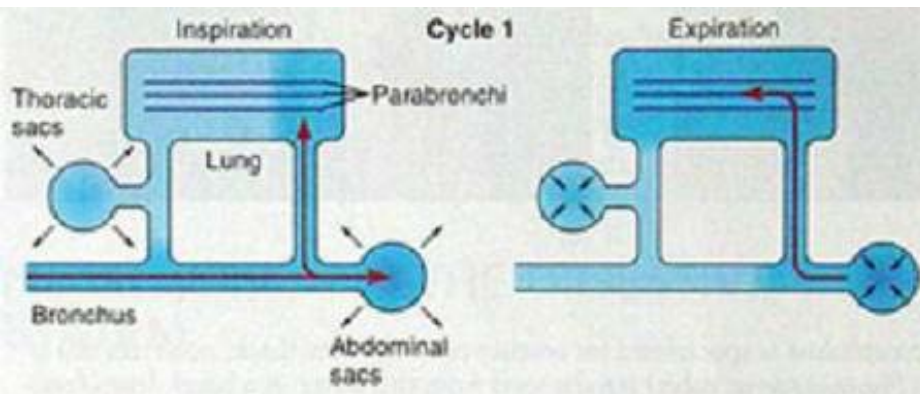


鸟类的呼吸

双重呼吸：呼吸一次在肺上进行两次气体交换。

吸气：大部分气体经初级支气管直接进入**后气囊**。前气囊扩张接受来自肺中的气体。一部分气体经初级支气管、次级支气管、三级支气管进入微支气管。

呼气：前气囊中气体经次级支气管、初级支气管排出体外。肺中气体进入前气囊。后气囊中气体进入肺。



鸟类静止时：以肋骨升降、胸廓扩大缩小引起肺、气囊扩张，完成呼吸作用。

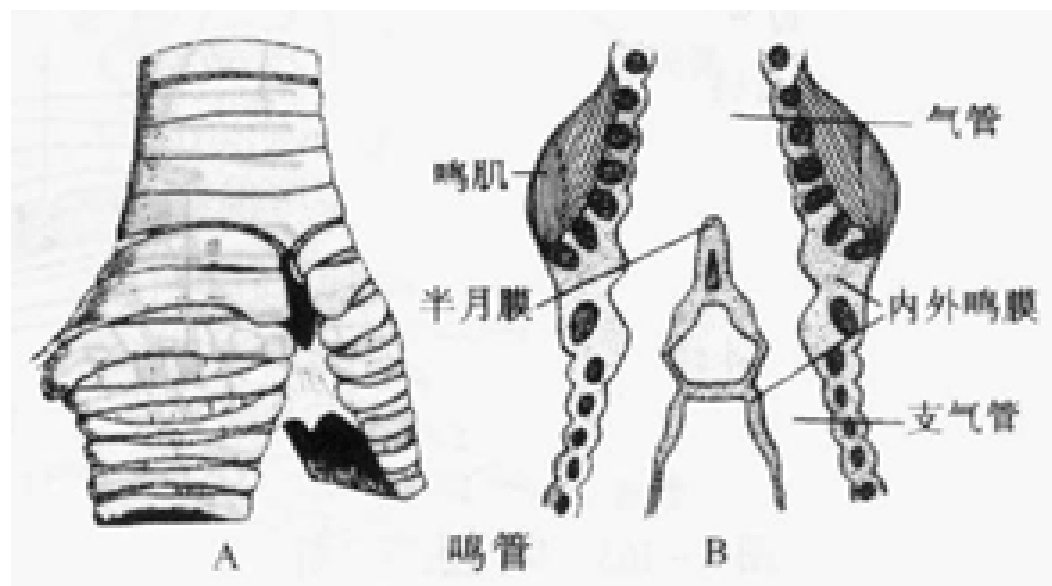
飞翔时：胸骨、肋骨固定不动，翼煽动使前后气囊收缩、扩张，引起肺内空气流通完成呼吸作用。

气囊的功能：

辅助呼吸；减轻体重；减少器官间摩擦；调节体温。

(3) 鸣管:

鸟类的发声器官是位于气管和支气管交界处的鸣管，而不在喉头处。鸣管由中央舌状突（半月膜）、侧壁上的鸣膜和鸣肌组成。鸣肌的收缩可调节鸣膜的紧张程度而发出不同鸣叫。鸣禽的鸣肌发达，可多达5-9对。



9、循环系统的完善

心脏：分为左、右心房和左、右心室，多氧血和缺氧血在心脏得以完全分开，完全双循环。

心脏容量大，心博率高，血压高，循环快，效率高。



基本结构

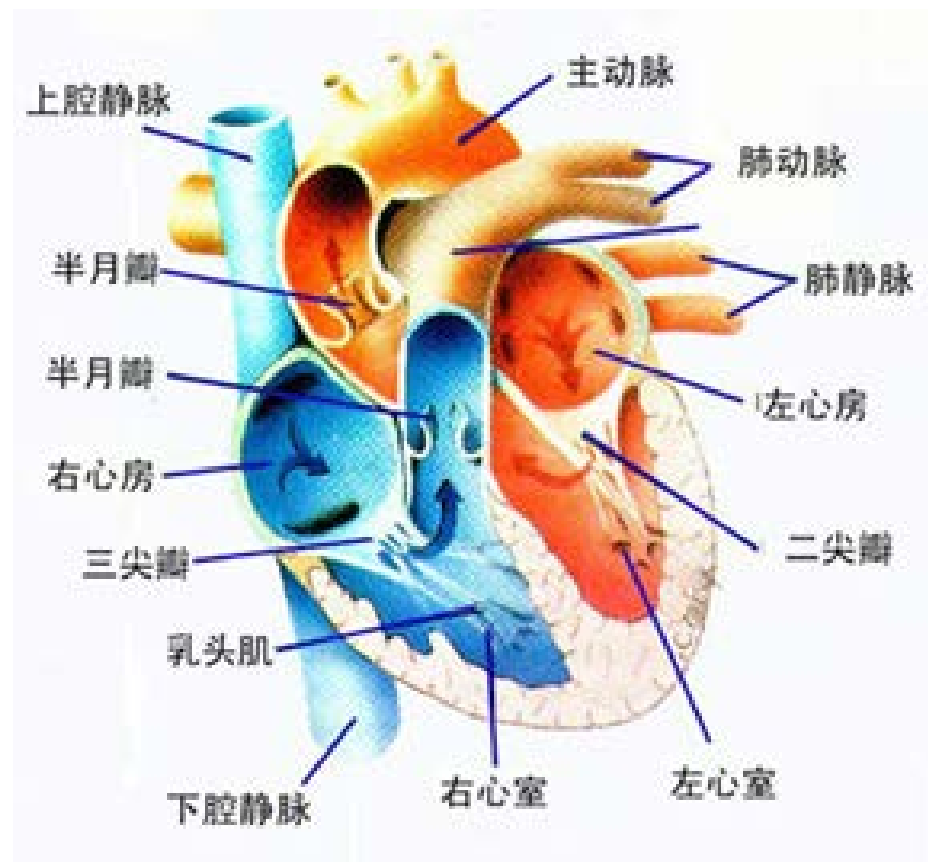
左心房、右心房、左
心室、右心室

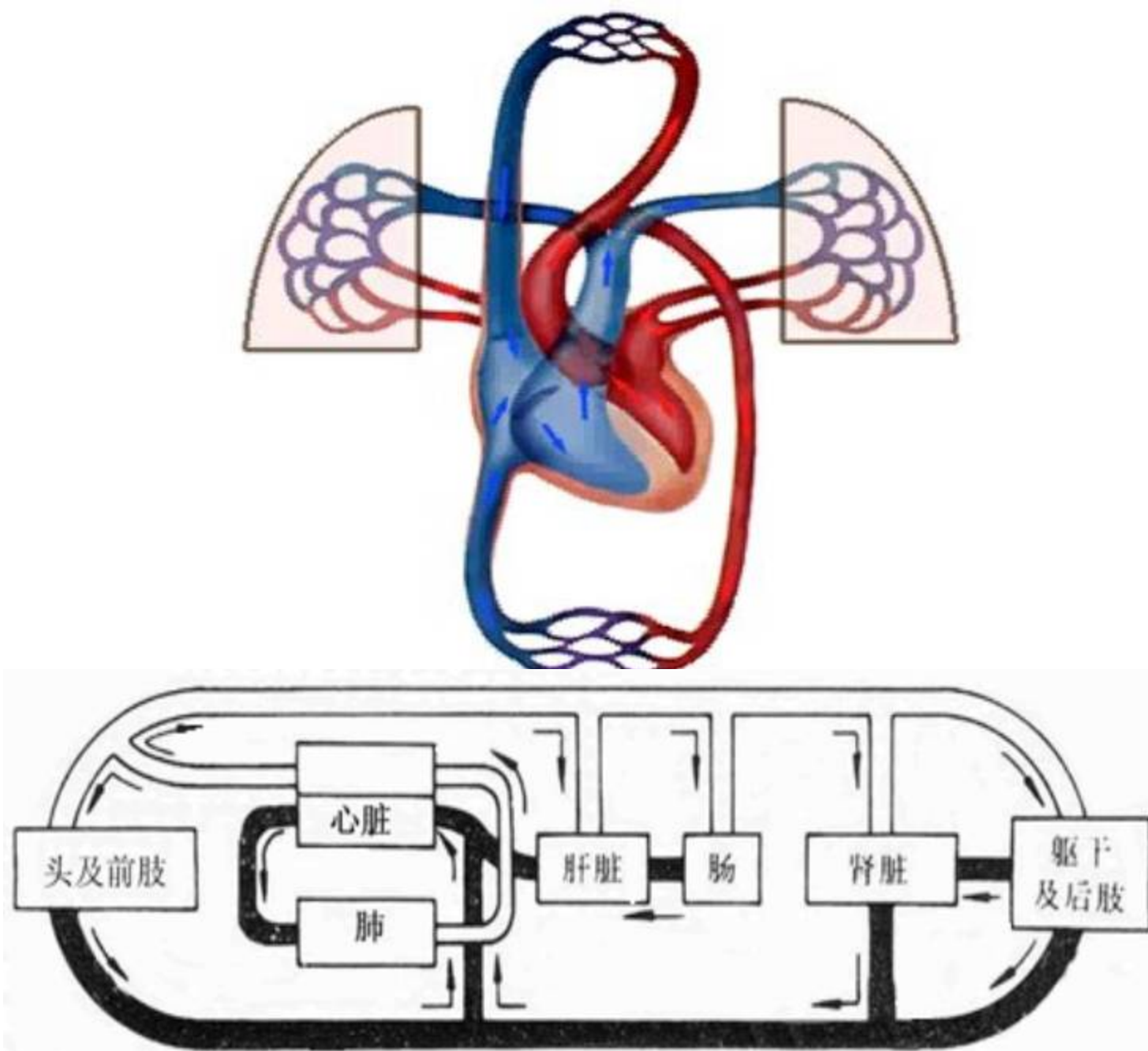
房室瓣（心房与心室间）

左房室瓣（二尖瓣）

右房室瓣（三尖瓣）

半月瓣（左心室与大动脉
间、右心室与肺动脉间）





鸟类血液循环路径模式图

循环路线：

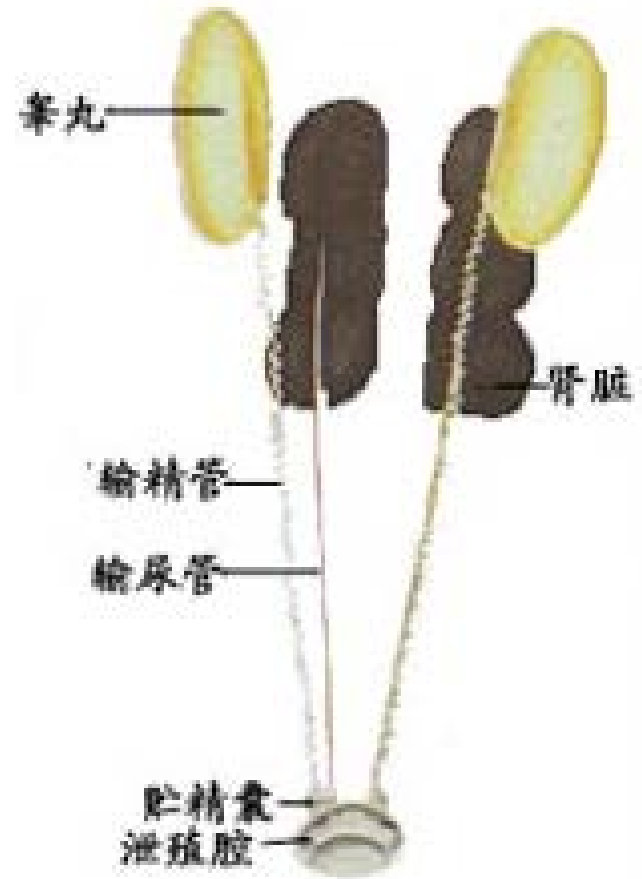
- 体循环：左心室收缩→大动脉→毛细血管→静脉→右心房→肺循环
- 肺循环：右心室→肺动脉→肺毛细血管→肺静脉→左心房→左心室→体循环
- 冠状动脉循环：大动脉→冠状动脉（2个）→毛细血管（心脏壁）→冠状静脉→右心房

鸟类与其他脊椎动物心脏及心跳的比较

种 类	心脏与体重之比	心跳(次/min)
蛙	0.57%	22
蟒蛇	0.31%	20
狗	1.05%	140
人	0.42%	78
乌鸦	0.95%	342
麻雀	1.68%	460
蜂鸟	2.37%	615

10、体液的调节和排泄

- 鸟类的排泄系统由肾脏、输尿管、泄殖腔组成。绝大多数鸟无膀胱，鸵鸟留有痕迹。
- 后肾，占体重的2%或以上，一对暗紫色的长形扁平体。
- 肾小球数目多，肾小管简单，其中髓袢较短或缺失。
- 排泄物以尿酸为主，无膀胱。
- 排泄器官重吸收水分的功能较强，尿中水分很少，排泄物随粪便随时排出。
- 海生及盐碱地区的有盐腺。位于眼眶上部，开口接近鼻孔，可排出浓度为5%的氯化钠液。



11、神经及感官

特点：大脑发达为纹状体，成为智慧中枢。小脑发达。视叶发达，嗅叶退化。

1、大脑 膨大，向后遮盖间脑及中脑前部。表面光滑，有左右2个半球组成。大脑顶壁薄，以原脑皮为主，新脑皮仍在爬行类水平上。大脑底部纹状体增大，出现上纹状体是鸟类复杂本能（营巢、孵卵、育雏）和“智慧”中枢。切除上纹状体，正常兴奋抑制被破坏，视觉受影响，求偶、营巢等本能丧失。许多学习性动作不能实现。

2、间脑 由上丘脑、丘脑、下丘脑组成。下丘脑为间脑底壁，有体温调节中枢，并控制植物性神经系统。下丘脑是重要的神经分泌部位，直接影响脑下垂体的分泌。

3、中脑 位于大脑半球后下方，背侧有一对发达的视叶，为视觉高级中枢。另外还有复杂行为的相关中枢如啄食、恐惧。

4、小脑 特别发达，分化为3部分；中间为蚓部，表面有许多横沟，两侧为小脑卷。协调复杂的飞翔活动。

5、延脑 中央有第四脑室。延脑有许多重要神经中枢：呼吸中枢、心跳中枢、分泌中枢等。

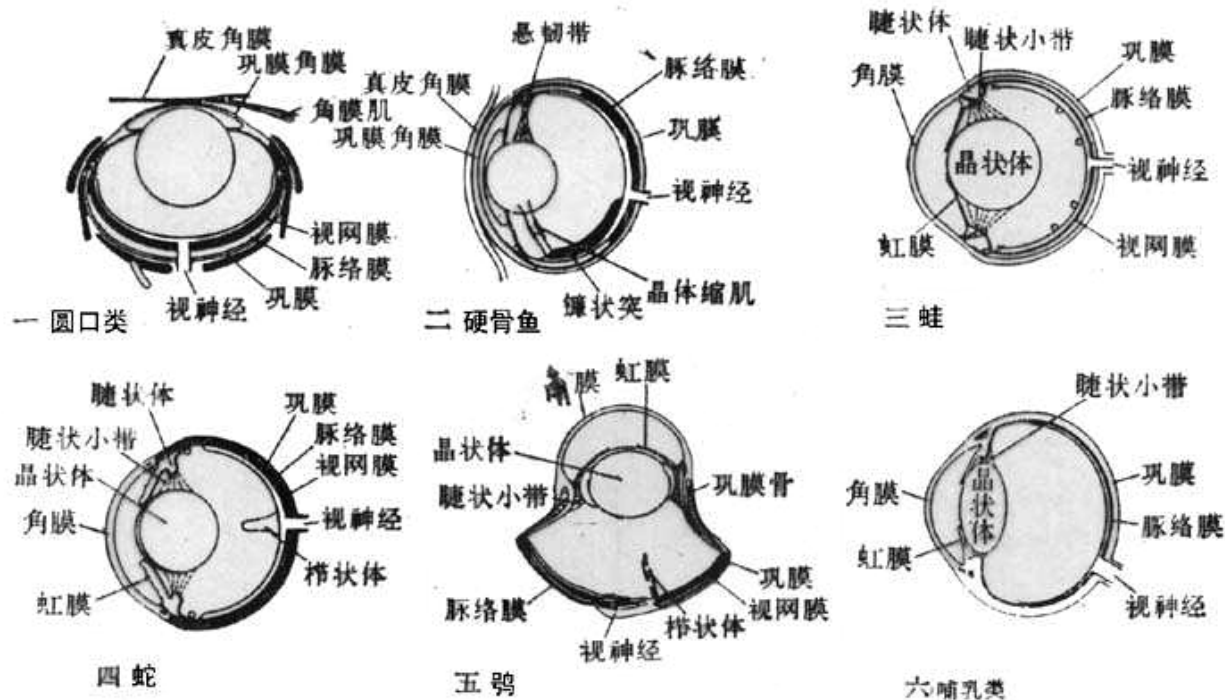
6、脊髓 中央管与第四脑室相通。颈膨大：颈神经末3对与胸神经第1、2对形成臂神经丛。腰膨大：腰荐部脊神经形成腰荐神经丛。

7、脑神经 12对

感觉器官：视觉和位听器官发达，嗅觉和味觉不发达。

✿ 视觉器官

- 栉膜：眼后房内有一富有色素细胞的折叠梳状结构，从视网膜后壁伸入玻璃体中。
- 瞬膜：除眼睑外还有发达的瞬膜，飞翔时以覆盖眼球以湿润和保护角膜。



双重调节：

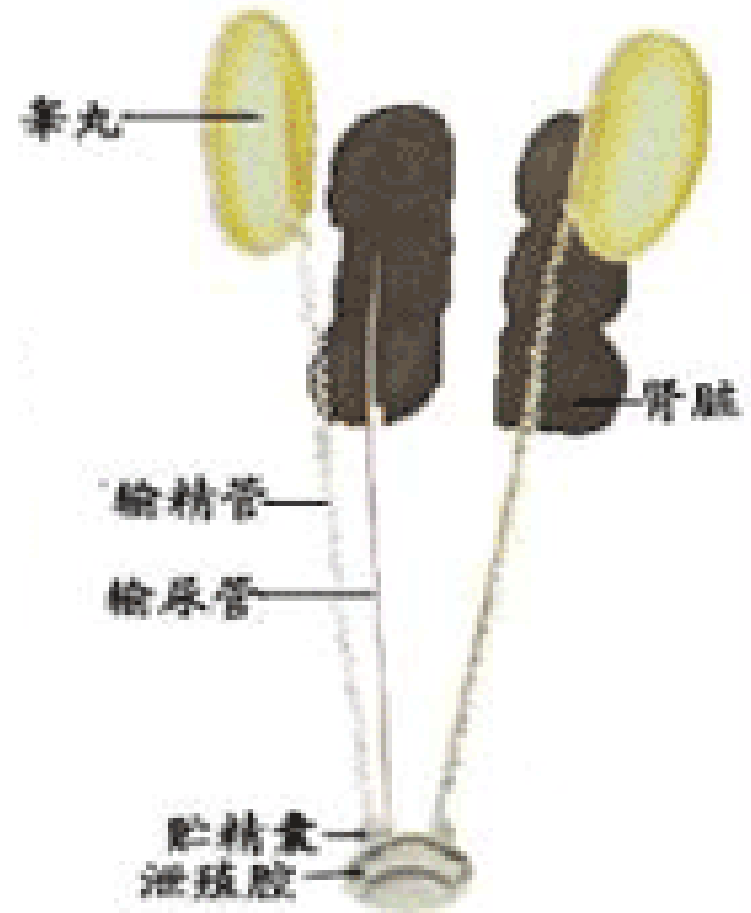
可改变角膜凸度和晶体凸度，前者是鸟类所特有。可在瞬间由远视调节为近视。视网膜上视锥细胞数量极多，密度大，有极强的分辨物象和色彩的能力。

位听器官

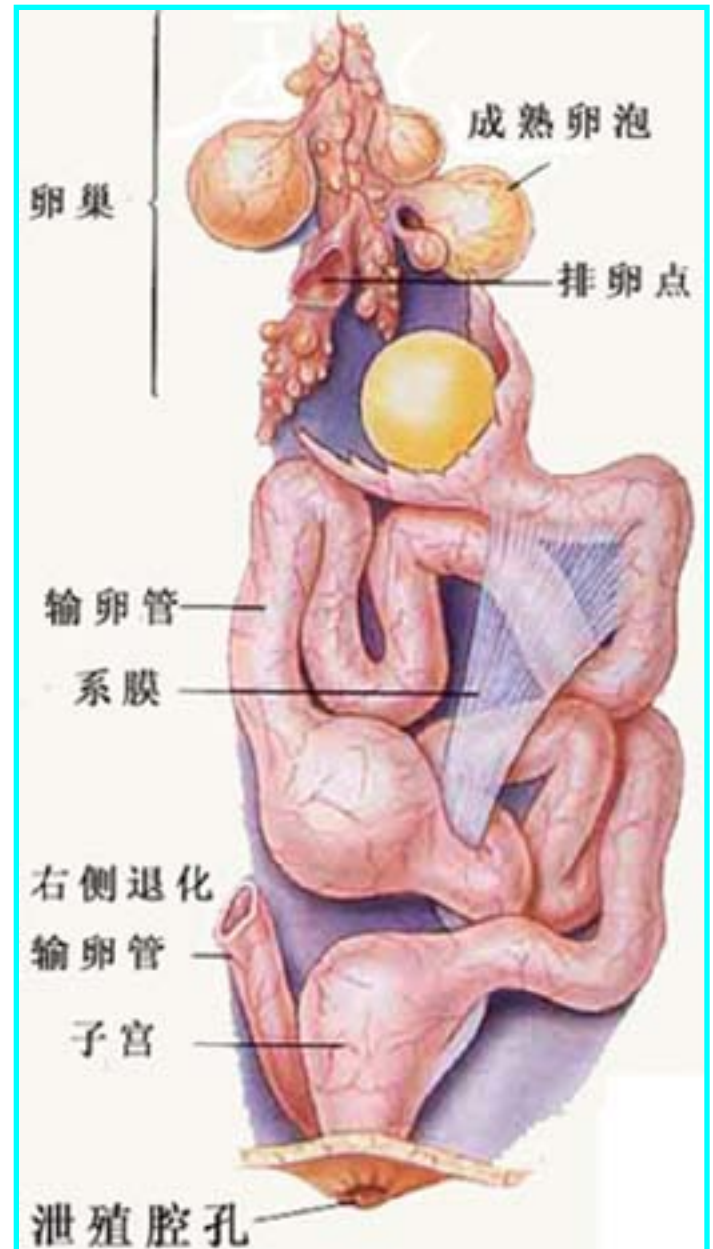
具发达的听觉和平衡功能。中耳仍只有一块听小骨（耳柱骨），感受听觉的瓶状囊比爬行类更延长，但未弯成哺乳类的蜗管（可接受声波频率范围为40-29,000赫兹，而人为20-20,000赫兹）。

12、 生殖系统

- 雄性具1对精巢，
- 多数种类无交配器，雌、雄鸟以泄殖腔孔相对以达到交配目的。输精管通入泄殖腔。



- 雌性仅左侧卵巢和输卵管发育，右侧退化。卵成熟后排入输卵管伞。受精发生在输卵管上部。卵经蛋白分泌部被包上蛋白，经过子宫时形成蛋壳，最终经泄殖腔孔排出体外。



输卵管 分为5部分：伞部、蛋白分泌部、峡部、子宫、阴道。

伞部呈漏斗状，边缘薄形成皱褶。鸡卵细胞在此停留15-18分钟并完成受精作用。

蛋白分泌部管壁厚，粘膜形成纵褶，有腺体分泌浓蛋白包在卵黄外边，卵旋转下行在两端形成由浓蛋白扭成的系带。鸡卵细胞在此停留3小时。

峡部管腔较窄，腺细胞分泌物形成内外壳膜。鸡卵在此停留75分钟。

子宫为输卵管膨大部分，粘膜形成深褶，肌肉层发达。卵细胞在此吸收水分形成稀蛋白，壳腺分泌含钙化合物形成硬壳。产蛋前4-5h子宫壁色素细胞分泌色素涂于壳表面，形成各种色斑。鸡蛋在此停留18-20h。

阴道为输卵管末端，开口泄殖腔左侧。腺体分泌粘液或角质物涂在蛋壳表面，有润滑和保护蛋壳色泽的作用。蛋壳上有小孔，有利于胚胎呼吸。

鸟类和爬行类的共同特征:

- 1) 皮肤干燥, 缺乏皮肤腺
- 2) 都具有皮肤衍生物 (羽毛和角质鳞片)
- 3) 头骨具单一枕髁
- 4) 排泄物为尿酸

鸟类的进步特征:

- 1、具有高而恒定的体温，减少了对外界温度条件的依赖。
- 2、心脏二心房二心室，完全双循环。
- 3、具有发达的神经感官和复杂的行为。
- 4、有完善的生殖行为，提高子代成活率。

恒温在动物演化史上的意义:

- 1、高而恒定的体温，促进了体内各种酶的活动、发酵过程，使酶催化反应获得最大的化学协调，从而大大提高了新陈代谢水平。
- 2、在高温下，机体细胞(特别是神经和肌肉细胞)对刺激的反应迅速而持久，肌肉的粘滞性下降，因而肌肉收缩快而有力。显著提高了恒温动物快速运动的能力。有利于捕食及避敌。
- 3、恒温还减少了对外界环境的依赖性，扩大了生活和分布的范围。

鸟类的特化特征：

- 1、体呈流线型，体表被羽毛。
- 2、前肢变为翼。
- 3、骨骼轻、多愈合，为气质骨。
- 4、有与肺相连的气囊。



二、适应飞翔的特点：

1. 体形为纺锤形；
2. 前肢特化为翼，体被羽毛；
3. 骨骼为气质骨，轻而坚固；骨块有愈合现象；
4. 具有发达的气囊与肺气管相连，使鸟类能进行双重呼吸；
5. 胸肌发达；
6. 皮肤薄、松、软、干；
7. 小脑发达，视觉发达；
8. 直肠极短。

请详细概括！



TM

全世界现生鸟类约9700种，分为3个总目，约28个目，其中雀形目就包括约5000种以上的种类。

（1）鸟类分类所依据的主要特征

喙的形状：不同的喙形与其食性密切相关。

羽的外形排列和羽数（主要是飞羽和尾羽）。

跗跖部被鳞状况（主要有盾状鳞、网状鳞和靴状鳞）。

趾的排列及数目（常见的有常态足、对趾足、异趾足、并趾足、前趾足等）。

蹼形（常见的有全蹼、满蹼、半蹼、瓣蹼等）。

腭（口盖）型（主要有裂腭型、索腭型、雀腭型和蜥腭型）。

雏鸟（主要有早成鸟和晚成鸟之分）。

鸟纲分类

现今已知鸟类约9000余种，分为两个亚纲，即古鸟亚纲 (Archaeornithes) 和今鸟亚纲 (Neornithes)。

鸟纲分类概况



古鸟亚纲

古鸟亚纲以始祖鸟为代表，见于距今1.45亿年前的晚侏罗纪地层中。始祖鸟具有爬行类和鸟类的过渡形态。



它与鸟类相似的特征是：①具羽毛；②有翼；⑦骨盆为“开放式”；④后肢具4趾、三前一后。

它具有类似爬行类的特征为：①具槽生齿；②双凹型椎体；③有18~21枚分离的尾椎骨；④前肢具3枚分离的掌骨，指端具爪；⑤腰带各骨未愈合；⑥胸骨无龙骨突；⑦肋骨无钩状突。

今鸟亚纲(Neornithes)

(一) 平胸总目

为现存体型最大的鸟类，适于奔走生活。具有一系列原始特征：翼退化、胸骨不具龙骨突起。不具尾综骨及尾脂腺，羽毛均匀分布(无羽区及裸区之分)、羽枝不具羽小钩(因而不形成羽片)，雄鸟具发达的交配器官，足趾适应奔走生活而趋于减少(2~3趾)。分布限在南半球(非洲、美洲和澳洲南部)。



几维鸟



鸵鸟



鸕鹚

(二) 企鵝總目 (Impennes)

潛水生活的中、大型鳥類，具有一系列適應潛水生活的特徵。前肢鰭狀，適于划水。具鱗片狀羽毛（羽軸短而寬，羽片狹窄），均分布于体表。尾短。腿短而移至軀體後方，趾間具蹼，適應游泳生活。在陸上行走時軀體近于直立，左右搖擺。皮下脂肪發達，有利于在寒冷地區及水中保持體溫。骨骼沉重而不通氣。胸骨具有發達的龍骨突起，這于前肢划水有關。游泳快速。分布限在南半球。

企鵝總目的代表為王企鵝



南極企鵝 *Pygoscelis antarctica*
68cm Chinstran Penguin



小藍腳企鵝 *Eudyptula minor*
41cm Little Blue Penguin

(三) 突胸总目

突胸总目包括现存鸟类的绝大多数，分布遍及全球，总计约35个目，8500种以上。它们共同的特征是：翼发达，善于飞翔，胸骨具龙骨突起。最后4~6枚尾椎骨愈合合成一块尾综骨。具充气性骨骼。正羽发达，构成羽片，体表有羽区、裸区之分。雄鸟绝大多数均不具交配器官。

我国所产突胸总目鸟类，计有26目81科。根据其生活方式和结构特征，大致可分为6个生态类群，即**游禽**、**涉禽**、**猛禽**、**攀禽**、**陆禽**和**鸣禽**。

鸬形目



斑嘴鸬鹚



褐鲣鸟

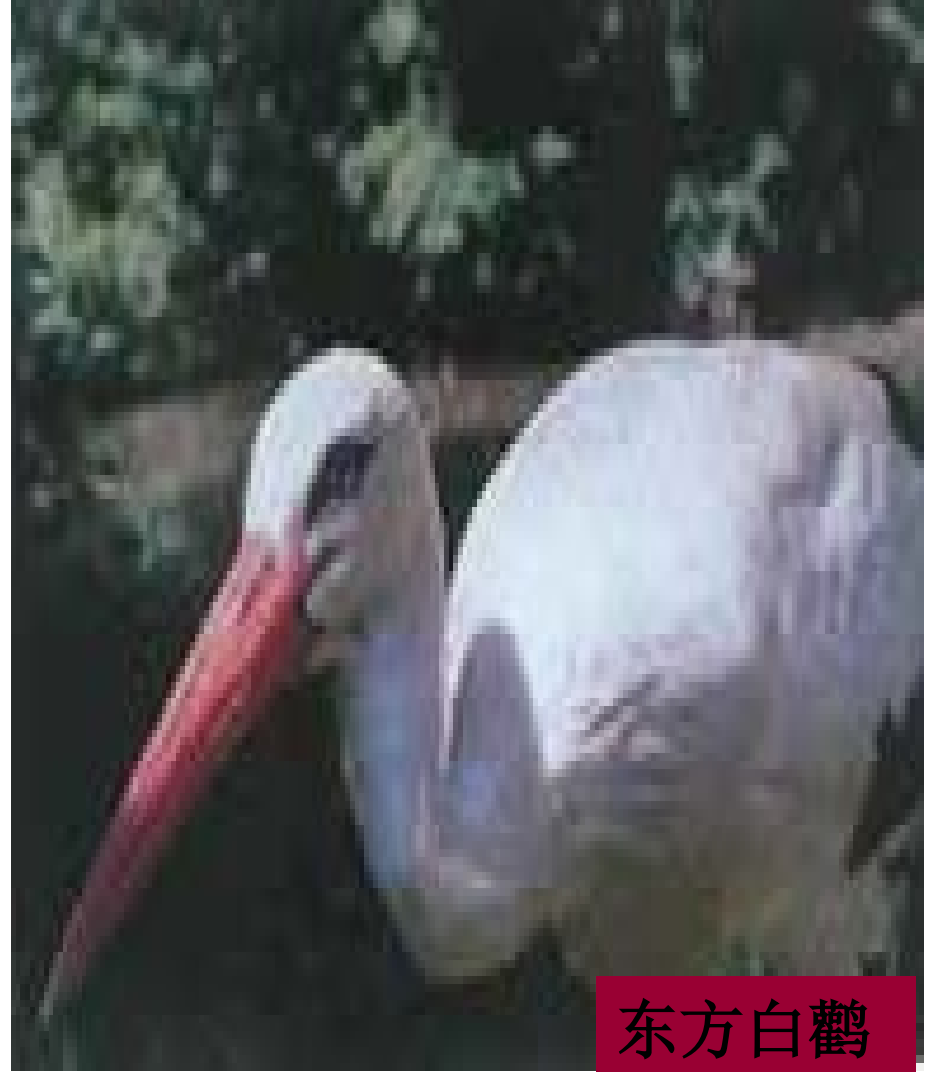


普通鸬鹚

鸛形目



白鷺



東方白鸛



黑鹳



朱鹳

雁形目



大天鹅



鸿雁

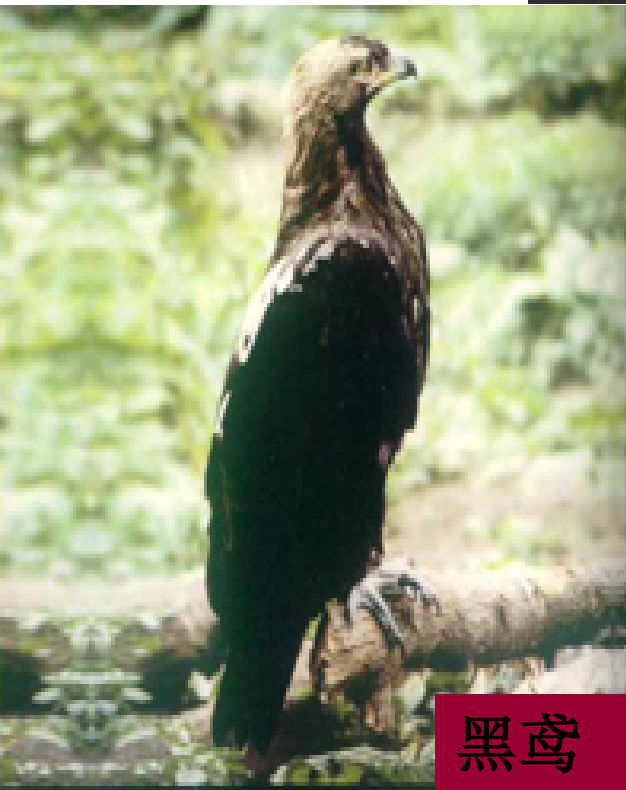


绿头鸭

隼形目



红隼



黑鹰



秃鹰

鸡形目



环颈雉



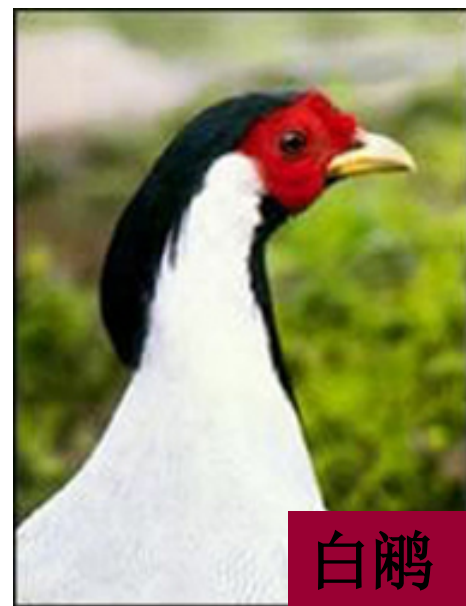
红腹锦鸡



绿孔雀



褐马鸡



白鹇

鹤形目



丹顶鹤



大鸨

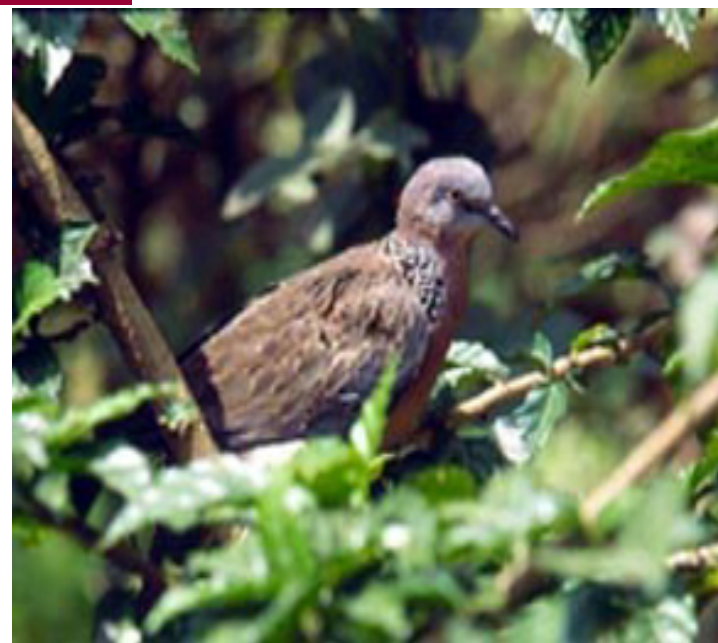
鸽形目



山斑鸡



毛腿沙鸡



珠颈斑鸠

鸚形目



緋胸鸚鵡



虎皮鸚鵡

鸮形目



短耳鸮



长耳鸮



蜂鸟



金丝燕

佛法僧目



普通翠鸟



戴胜

啄木鸟目



啄木鸟

雀形目



画眉



八哥



大山雀

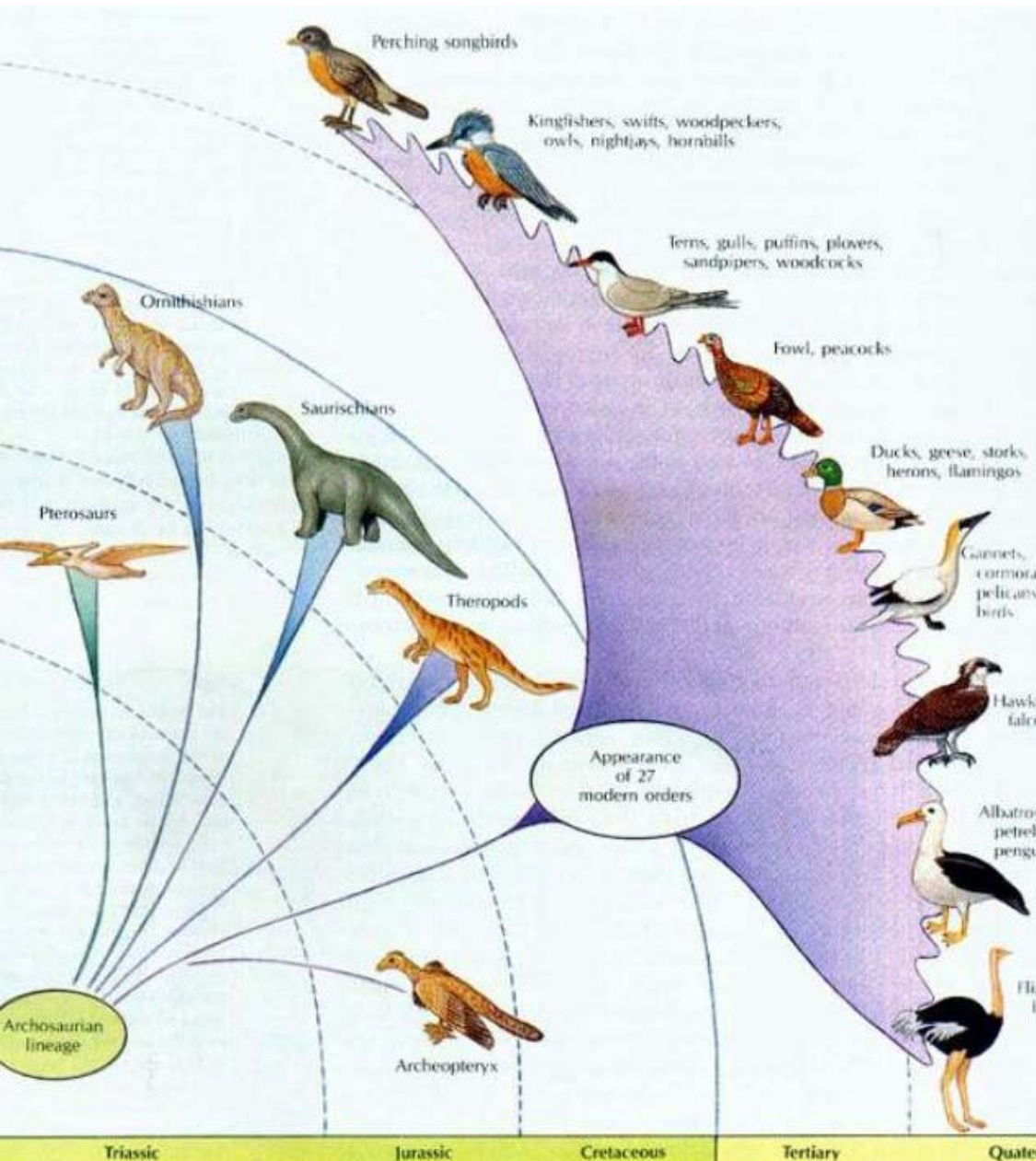
五、起源及适应辐射

鸟类可能是由侏罗纪蜥龙类进化而来。最早的鸟类（如始祖鸟）表现出与恐龙中的虚骨龙有明显的相似形。

鸟类在白垩纪得到了很大的发展，新生代开始，已与现代鸟类的结构无明显差别。

关于鸟类飞行的起源有两种学说：即树栖起源说和奔跑起源说。

可以推测，大约在2亿年前，从旧大陆的一支古爬行类动物进化成鸟类。逐渐随着鸟类的繁盛而扩展到新大陆。在适应于多变环境条件的同时，鸟类发生了对不同生活方式的适应辐射，出现了走禽、游禽、涉禽、鸠鸽和鹑鸡、攀禽、猛禽、鸣禽等生态类群。



复习思考题：

- 1、名词解释：气质骨；气囊；双重呼吸；龙骨突；
- 2、鸟类适应飞翔生活的特征是什么？
- 3、鸟类进步性的特征是什么？