

第三章

消化系统

与其他食草动物相比，兔有一个庞大而相对复杂的消化系统。新西兰兔无犬齿，门齿锋利（切断植物），臼齿宽阔（磨碎纤维）。新西兰兔的消化管总长度长（消化道总长度约为体长的 10 倍）、胃容积较大、盲肠与结肠发达，通过食粪行为（夜间排出的软粪）重复吸收未完全消化的蛋白质和维生素以达到蛋白质循环利用。

新西兰兔的肠道钙吸收是与饲料中的钙量成比例的，肠道钙吸收不受维生素 D 的影响。兔对高胆固醇血症非常敏感，因为其不能增加胆固醇排泄以应对饮食中过量的胆固醇。在喂食高胆固醇食物的几天内即可表现出高胆固醇血症，这有助于使用兔进行动脉粥样硬化研究。

兔的肠胃系统在食草动物中是独一无二的。它们的系统能最大限度地利用盲肠发酵产生的富含蛋白质和维生素的产品，同时消除难以消化的纤维废物。这是通过一个复杂的过程来完成的，该过程允许消除纤维性粪便并重新摄入营养丰富的生态营养体。在消化过程中，细小的可消化物质从上结肠反流回盲肠，而较大的不可消化物质则直接进入下结肠并作为粪便排出，这是由盲肠的螺旋状瓣膜、被挤压的上结肠带和结肠梭（一种将上结肠和下结肠分开的神经节结构）促进的。结肠梭被称为兔肠道的“起搏器”，并协调后肠的复杂运动，这对大脑发育至关重要。这种可消化物质与不可消化物质的分离促进了生态保护的作用。在进食过程中，软的、黏液覆盖的生态营养物（夜间粪便）被选择性地从盲肠传递到肛门。生态营养体是 B 族维生素和蛋白质的主要来源，它们在小肠中被吸收。当通过胃的酸性环境时，黏液涂层可以保护它们。

兔消化过程的主要驱动力是存在难以消化的纤维，缺乏纤维是兔胃肠道疾病的常见原因。高碳水化合物 / 低纤维饮食对消化过程有害。颗粒饲料中应添加纤维（干草）。在许多情况下，饮食和饲养习惯会破坏微生物群，从而导致严重且难以逆转的生态失调。稳定的肠道微生物群对兔的健康至关重要。小肠内的肠道菌群很少。大肠内充满厌氧菌，特别是拟杆菌属和

兼性厌氧细菌，如链球菌和梭状芽孢杆菌，有时数量较少。乳兔和断奶兔特别容易患胃肠道疾病。在亚成年兔中，盲肠微生物群从出生后一个简单而不稳定的微生物群演变成一个复杂而稳定的群落。微生物群是病原体易感性的关键决定因素。例如，节丝状菌在回肠的定植可显著抑制致病性大肠埃希菌的定植。

使用商业饲料喂养的兔肝脏内，可能有与糖原累积相关的肝细胞空泡形成。与其他啮齿类动物一样，衰老的兔肝脏可能具有多核、异核和核内陷的细胞质。胆管和胰管分别有通往十二指肠的开口。

一、消化管

消化管的管壁结构具有某些共同的分层规律，又各具有与其功能相适应的特点。从腔面往外，依次为黏膜、黏膜下层、肌层、外膜（食管的是纤维膜，余均为浆膜）四层结构（图 3-1）。新西兰兔的肠壁较薄，黏膜脆弱，通透性较强。

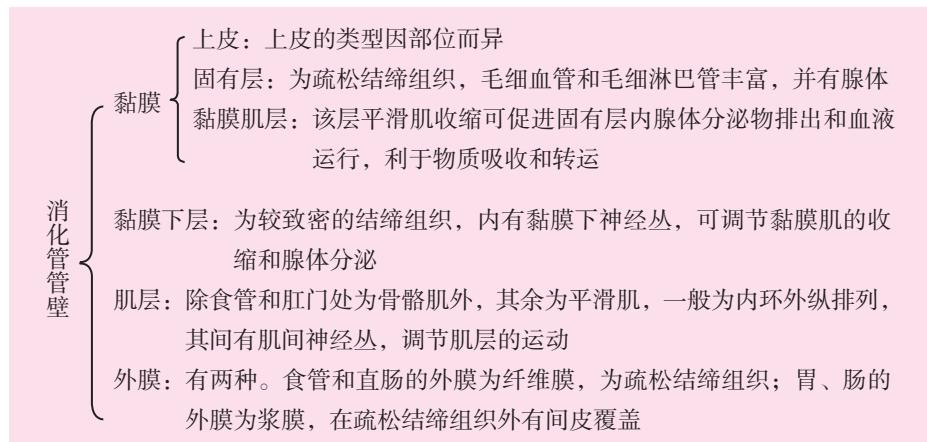


图 3-1 消化管管壁组织结构

- 食管（esophagus）：黏膜上皮为角化的复层扁平上皮，固有层为细密的结缔组织，黏膜肌为纵行肌；黏膜下层为疏松结缔组织，内有黏液性腺；肌层上 1/3 为横纹肌，下 1/3 为平滑肌，中 1/3 为两者兼有；外膜为纤维膜（图 3-2 ~ 图 3-9）。

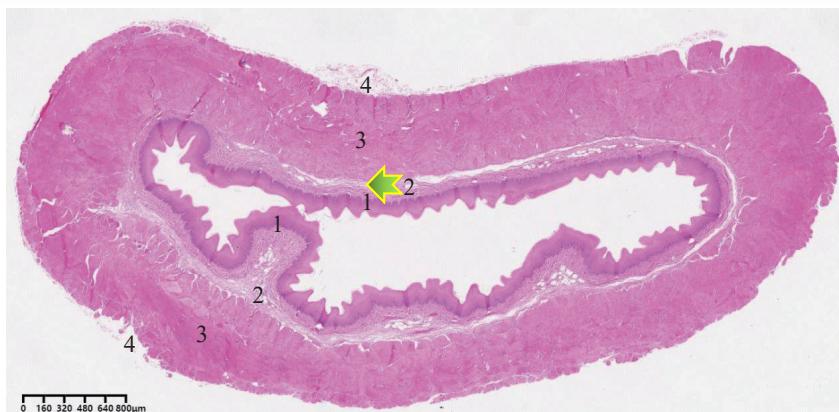


图 3-2 食管

1. 黏膜层；2. 黏膜下层；3. 肌层；4. 外膜

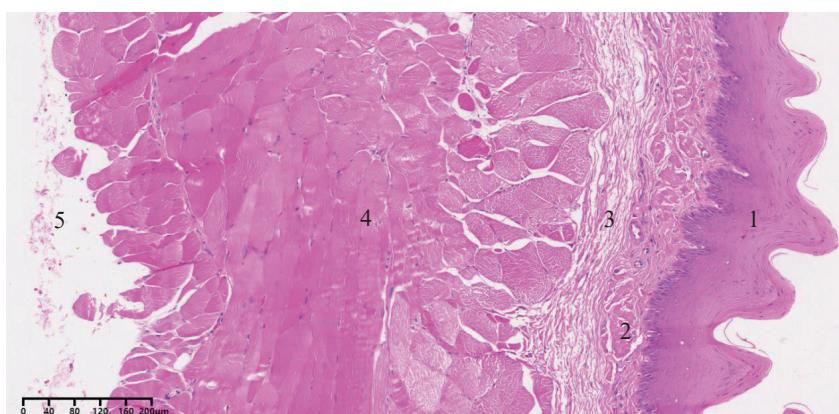


图 3-3 食管壁 (一)

1. 黏膜上皮；2. 黏膜肌；3. 黏膜下层；4. 肌层；5. 外膜

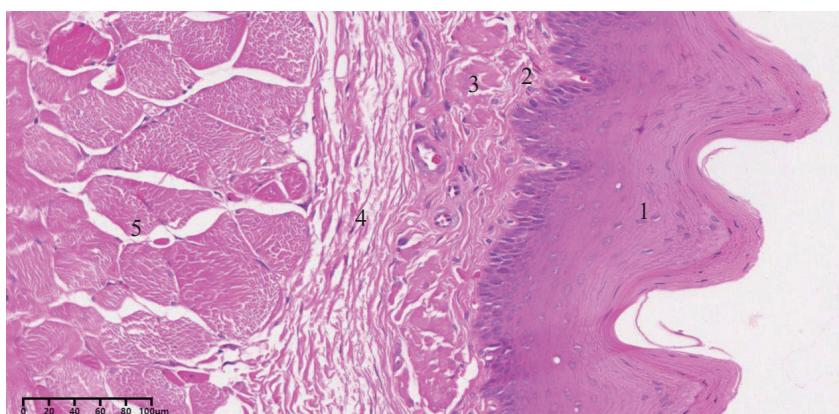


图 3-4 食管壁 (二)

1. 黏膜上皮；2. 固有层；3. 黏膜肌；4. 黏膜下层；5. 肌层

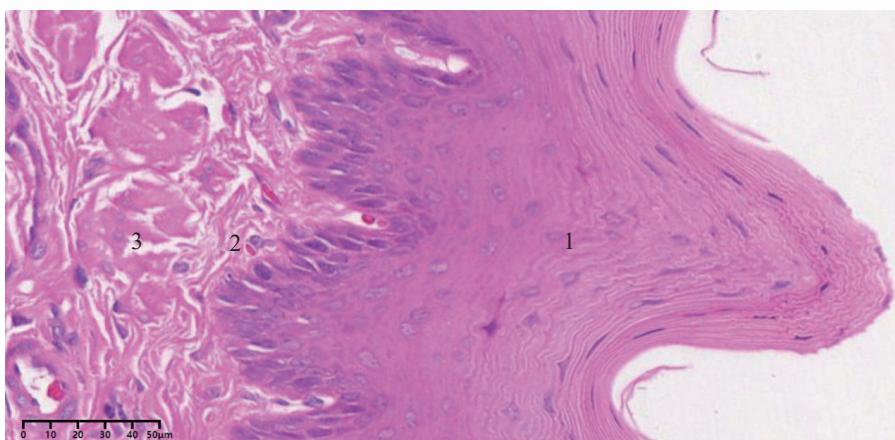


图 3-5 食管壁（三）（黏膜层）

1. 黏膜上皮；2. 固有层；3. 黏膜肌

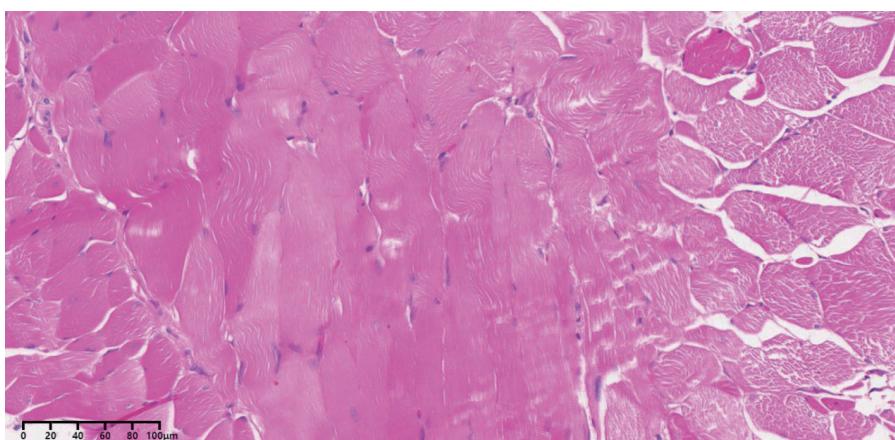


图 3-6 食管壁（四）（肌层）

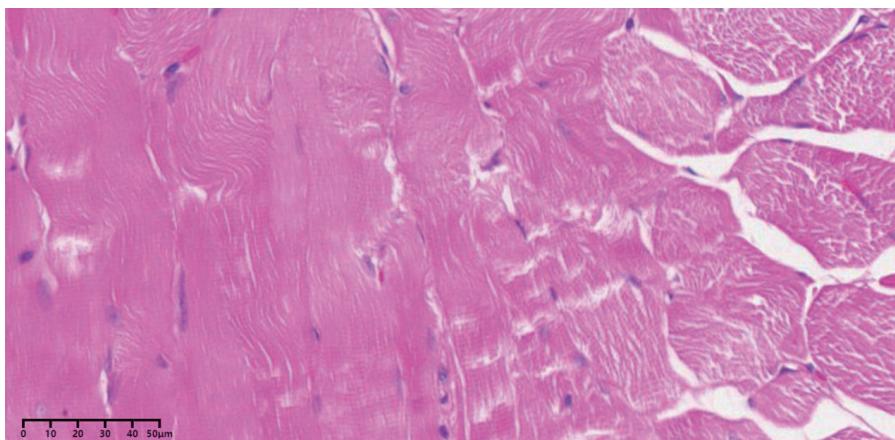


图 3-7 食管壁（五）（肌层）

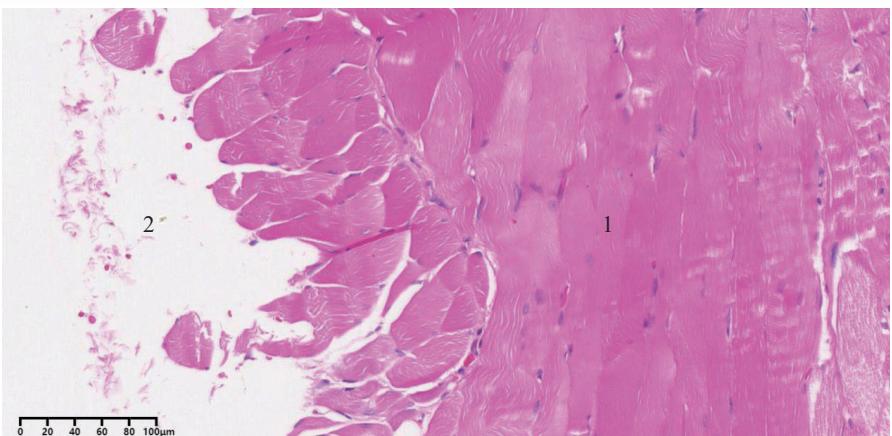


图 3-8 食管壁 (六)

1. 肌层；2. 外膜

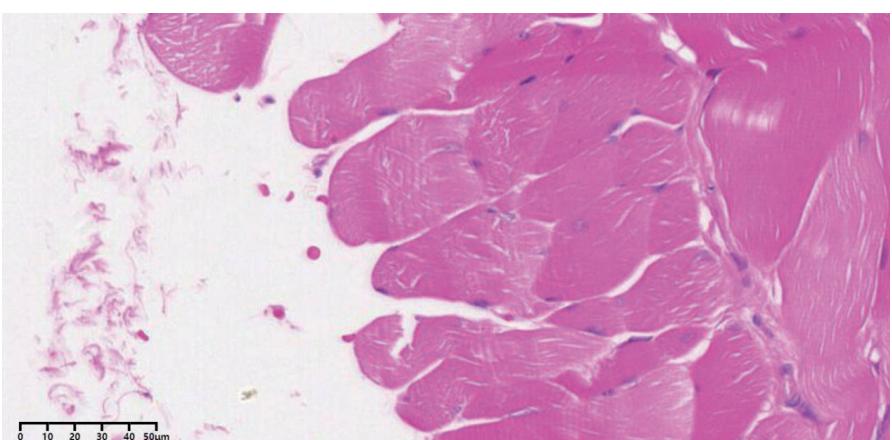


图 3-9 食管壁 (七)

● 胃 (stomach)：与反刍动物不同，新西兰兔的胃是单室胃，壁薄且弹性强，胃占消化道总容积的 35.5%，具有耐饥饿能力，胃液分泌随日龄增长逐渐完善，胃内 pH 极低 (pH 为 1~2)，有助于消化植物纤维并抑制有害菌生长。胃壁黏膜被覆单层柱状上皮，固有层内有大量腺体；黏膜下层为疏松结缔组织；肌层是薄的内斜外环的平滑肌；外膜为浆膜 (图 3-10 ~ 图 3-20)。

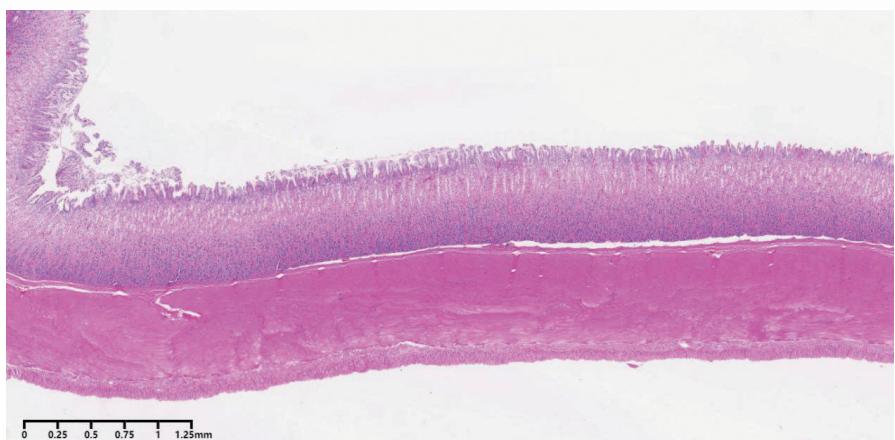


图 3-10 胃壁（一）（胃体部）

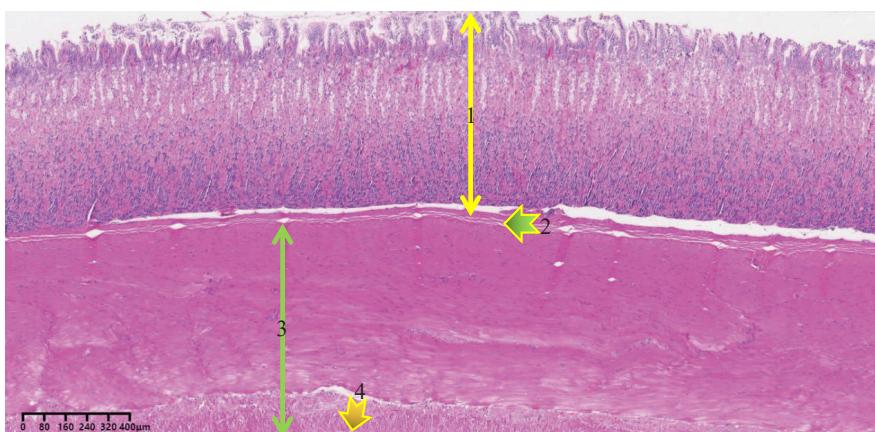


图 3-11 胃壁（二）（胃体部）

1. 黏膜层；2. 黏膜下层；3. 肌层；4. 外膜

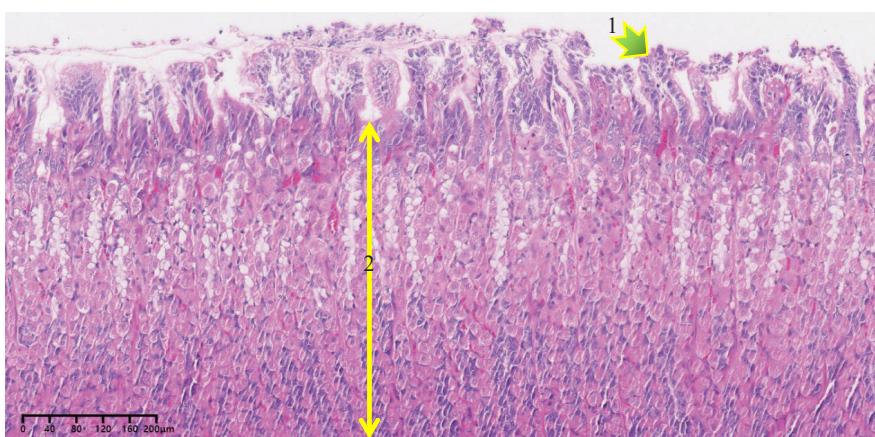


图 3-12 胃壁（三）（胃体部黏膜层）

1. 黏膜上皮；2. 固有层

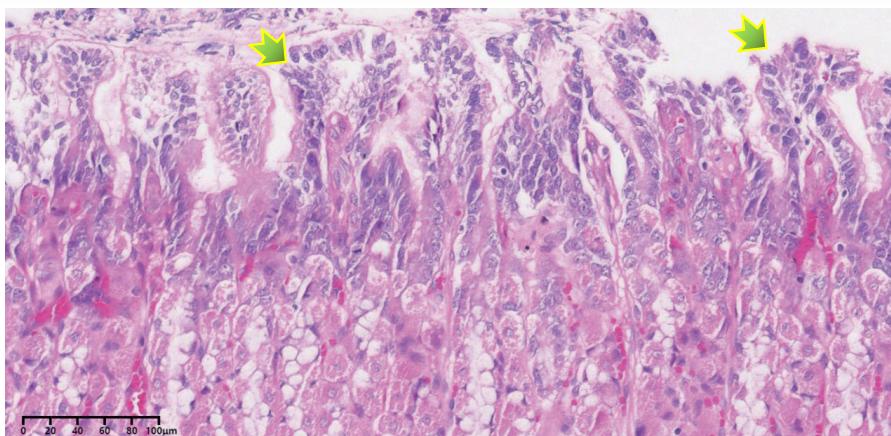


图 3-13 胃壁 (四) (胃体部黏膜层之黏膜上皮)

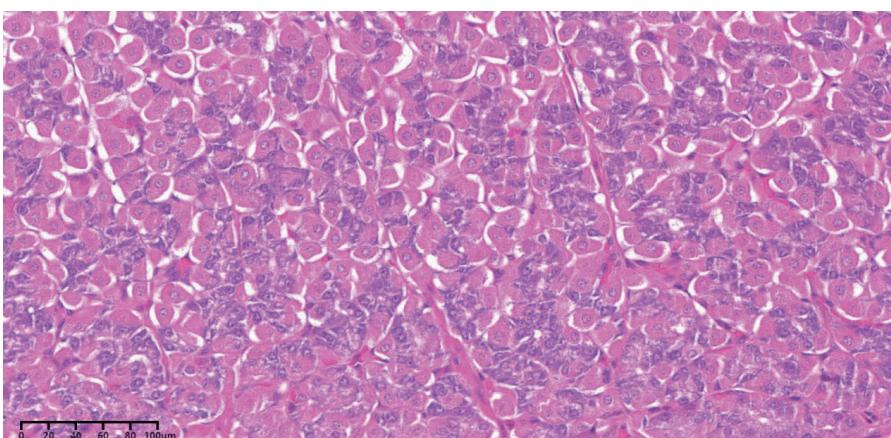


图 3-14 胃壁 (五) (胃体部黏膜层之固有层)

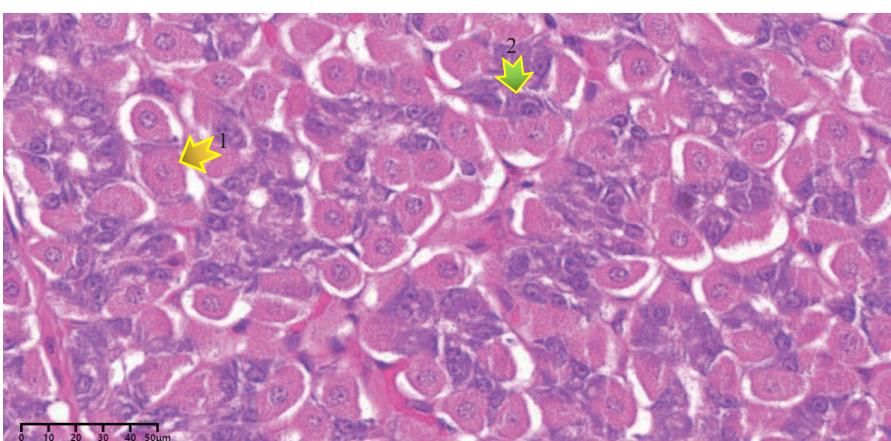


图 3-15 胃壁 (六) (胃体部黏膜固有层腺体)

1. 壁细胞；2. 主细胞

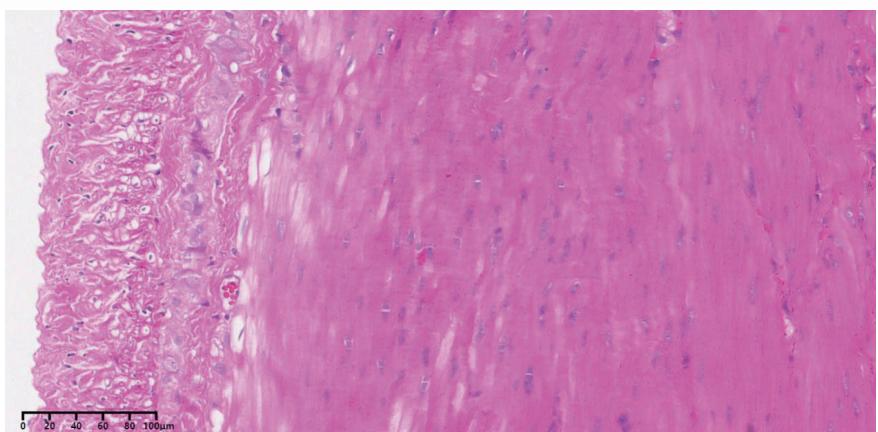


图 3-16 胃壁 (七) (胃体部肌层和外膜)

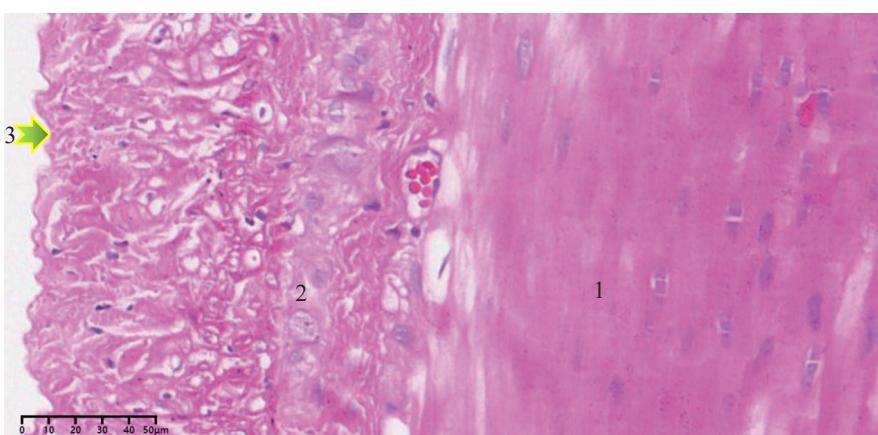


图 3-17 胃壁 (八) (胃体部)

1. 肌层; 2. 肌间神经丛; 3. 外膜

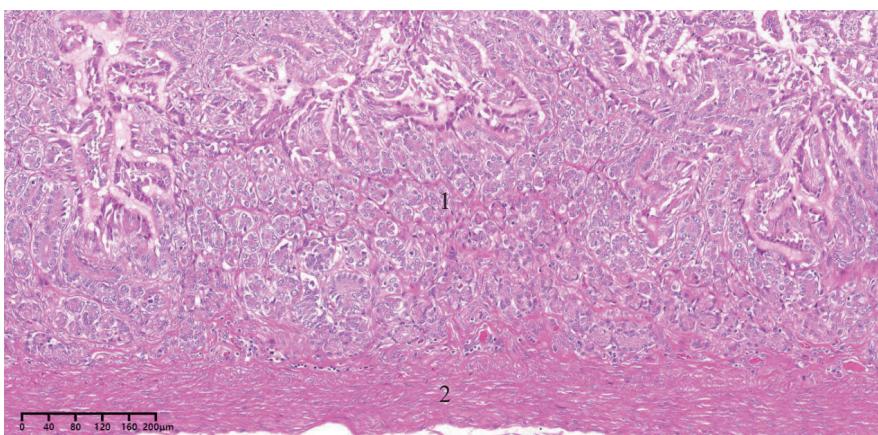


图 3-18 胃壁 (九) (胃幽门部)

1. 固有层; 2. 黏膜肌

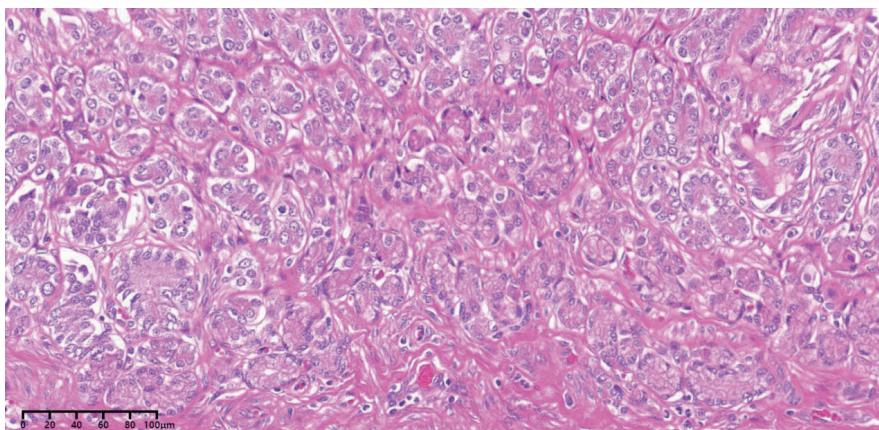


图 3-19 胃壁 (十) (胃幽门部固有层)

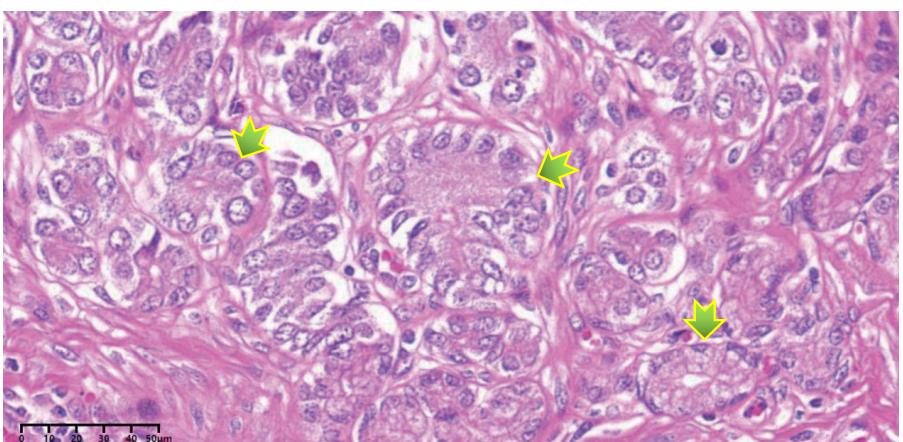


图 3-20 胃壁 (十一) (胃幽门部固有层之幽门腺)

● 小肠 (small intestine)：小肠是食物消化与吸收的主要部位，包括十二指肠、空肠和回肠。与许多物种相比，兔的小肠较短，约占胃肠道总容积的 12%。小肠黏膜上皮为单层柱状上皮，内可见杯状细胞，固有层内有肠腺和淋巴细胞、浆细胞、嗜酸性粒细胞和巨噬细胞等浸润；黏膜下层含较多血管和淋巴管；肌层为内环外纵排列的平滑肌；外膜为浆膜。

· 十二指肠：是小肠中长度最短、管径最大、位置最深且最为固定的部分，布伦纳腺（十二指肠腺）分布于整个十二指肠，偶见肠腺底部含大而圆的嗜酸性颗粒（内含溶菌酶）的潘氏细胞（图 3-21 ~ 图 3-33）。

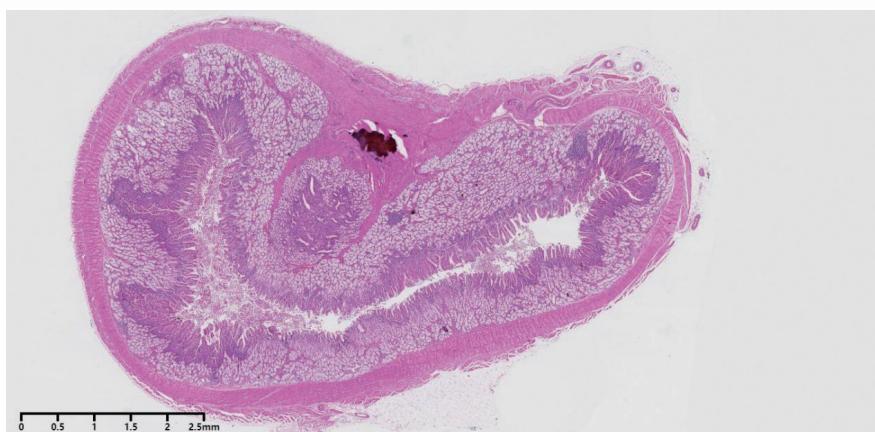


图 3-21 十二指肠（一）

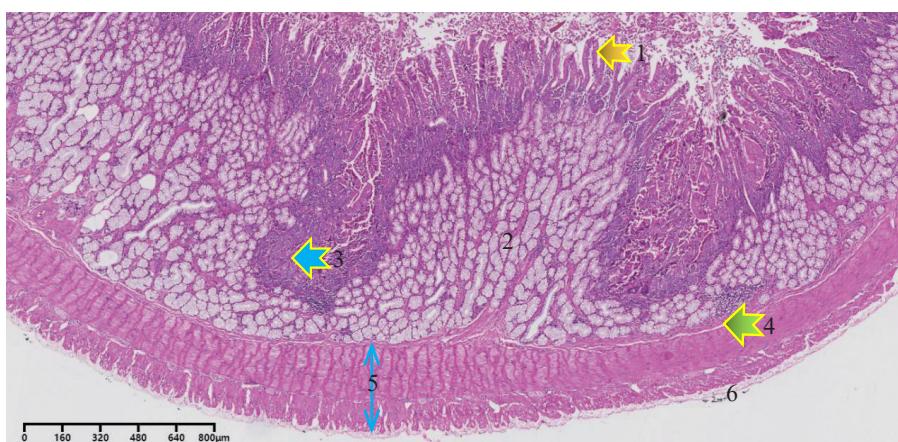


图 3-22 十二指肠（二）

1. 绒毛；2. 十二指肠腺；3. 肠腺；4. 黏膜下层；5. 肌层；6. 浆膜

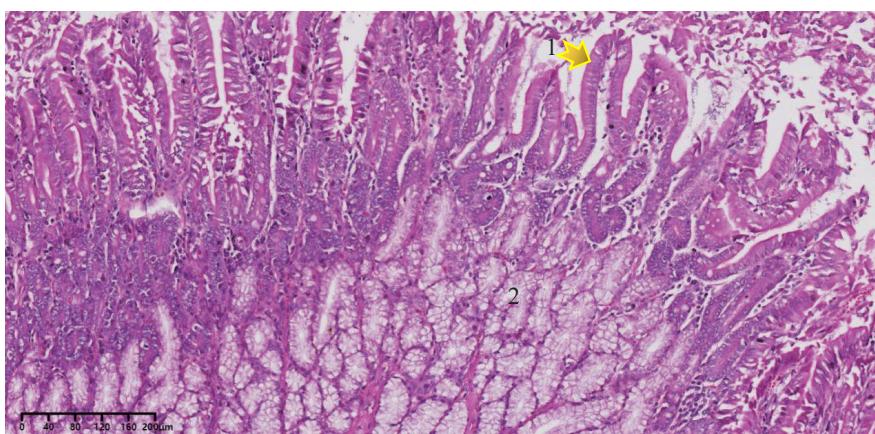


图 3-23 十二指肠（三）

1. 绒毛；2. 十二指肠腺