

鼠肠道中的微生物王国

薄亭贝 王德华

微生物在动物体内种类繁多，具有很重要的生理功能。对鼠来说，也是如此。鼠肠道中的微生物可以对其生存发育及健康状况造成很大的影响。

微生物是生物界的一个大类群，它们的身影无处不在，空气、土壤、海洋湖泊，到处都有。

鼠共生微生物有两种来源：垂直传播（出生时来自母体的微生物）和水平传播（来自环境和周围同伴的微生物）。对于鼠来说，垂直传播的微生物占主要部分。

在鼠肠道中生活的肠道菌群按照功能可分为三类：一，共生菌群：主要有拟杆菌、梭菌、双歧杆菌和乳酸杆菌等。这些菌最为庞大，占到了肠道菌群的 99% 以上。它们与寄主形成良好的合作关系，可以辅助消化多种食物，还可以保护肠道。二，条件致病菌群：主要有肠球菌和肠杆菌等。这些菌数量不多，属于肠道中不稳定的因素。肠道处于健康状态时，共生菌群占压倒性优势，条件致病菌群就很安分；但如果共生菌群被破坏了，条件致病菌就会引发多种肠道疾病。三，致病菌群：如沙门氏菌和致病大肠杆菌等。这些菌是健康的破坏者，本不属于肠道，但一旦误食进入肠道且数量占上风，就可导致腹泻和食物中毒等。

研究人员已经对数十种哺乳动物的肠道菌群组成结构进行了分析，发现宿主的食性不同会影响肠道菌群的多样性。生活在中国的鼠兔主要是两种：高原鼠兔（*Ochotona curzoniae*）和达乌尔鼠兔（*Ochotona dauurica*），后者主要分布在内蒙古草原，分布面积很广，食物资源不同，土壤中微生物结构有差异，导致不同区域的达乌尔鼠兔肠道菌群差异显著。

帮助鼠消化和吸收能量

鼠肠道中的微生物王国对鼠自身的生长和繁殖发挥着不可忽视的作用。

肠道细菌最重要的功能是帮助消化和吸收，它们可以提供许多宿主不具备的酶和生化代谢通路，通过发酵降解多糖（淀粉、纤维素、胶质）和没有被吸收的寡糖从而产生能量。这些细菌的发酵产物被宿主吸收之后，能提供机体约 10% 的能量来源。

布氏田鼠（*Lasiopodomys brandtii*）是生活在内蒙古草原的一种可爱又顽强的啮齿动物，属于仓鼠科田鼠属，体形小、不冬眠，是严格的植食性鼠。布氏田鼠的盲肠发达，可以分解植物的纤维素，在这个过程中起关键作用的就是微生物。微生物把盲肠变成了一个大发酵罐，可以帮助布氏田鼠更好地吸收营养。布氏田鼠盲肠内主要的肠道菌有拟杆菌门、厚壁菌门和变性菌门，其中厚壁菌门中的乳杆菌和拟杆菌门中的双歧杆菌是有益菌，能促进蛋白质、单糖及钙、镁等营养物质的吸收，产生维生素 B 族等大量有益的物质。

肠道菌群除了能分解多糖、促进消化吸收外，还会产生大量短链脂肪酸，这些短链脂肪酸是结肠的好养料，供结肠细胞的生长和发育。肠道微生物对于脂肪的积累也起到了不小的作用：有一项研究将相同年龄和遗传背景无菌小鼠和正常小鼠喂以标准饲料后，无菌小鼠的食物摄入量增加了 29%，但体重却降低了 42%。如果再将正常小鼠的肠道菌群移植到无菌的小鼠体内，2 周后无菌小鼠的脂肪反而增加了 60% 并产生胰岛素抵抗。这个实验说明了肠道微生物与鼠的身体脂肪积累有很大的关系。

帮助鼠适应周围的环境

在自然环境中，季节变化会导致野生动物的

食物资源和种类都发生改变。肠道菌群能够感应鼠的食物和季节性环境因子的变化，并做出适应性调整，进而调控鼠的能量代谢，消化不同类型的食物。例如，随着季节的变化，森林姬鼠（*Apodemus draco*）的食物由昆虫为主转变为以植物的种子为主，同时肠道菌群中乳酸菌属所占的比例逐渐降低，而另枝菌属和螺杆菌属所占的比例则显著升高。

随着季节变化，许多鼠会选择在冬季冬眠或蛰眠以应对饥饿和寒冷。冬眠动物的肠道微生物会怎样变化呢？多纹黄鼠（*Ictidomys tridecemlineatus*）是一种典型的冬眠动物，它们在夏季摄食量大，身体储存大量脂肪，到了冬季就进入冬眠状态，体温和代谢率降低，慢慢消耗脂肪以维持生存。多纹黄鼠的肠道（尤其是盲肠）主要被三类菌占领着，分别是拟杆菌门、厚壁菌门和疣微菌门。多纹黄鼠在冬眠时期盲肠内的肠道菌群结构会发生剧烈变化，丰富度和多样性都会减少。厚壁菌门的数量下降，而拟杆菌门的数量会增加，北极黄鼠也有与其相似的现象。

冬眠期间肠道菌是怎么生活的呢？其实一些肠道微生物仅仅依靠鼠的黏液、脱落的上皮细胞营养物质、胰腺分泌物和胆汁就可以生存。达乌尔黄鼠（*Spermophilus dauricus*）也是典型的冬眠动物，它在冬眠时期肠道微生物的多样性会大大降低，而夏季又会恢复，这种周期的变化对于脂肪的积累和消耗是很有帮助的。

守护鼠的健康

现在人们越来越认识到肠道菌群的有益功能。正常菌群的生长和繁殖会在动物体的肠道内形成一层菌膜屏障，抑制并排斥过路菌群的入侵和群集，调整宿主与微生物之间的平衡状态。

从健康的角度来说，肠道菌群的代谢产物乙酸和丙酸能调节糖代谢，降低血糖和血脂水平。研究人员建立了高胆固醇血症的仓鼠模型，发现其肠道的双歧杆菌浓度与高密度的脂蛋白呈正相关关系，说明肠道菌群能帮助胆固醇排出和降低血脂。肠道中的优势菌乳酸菌和双歧杆菌，都可以发酵多糖产生乙酸和乳酸，以抑制病原微生物生长，有抗感染和除毒素的功能。

肠道菌群还可以分解有毒物质，如生活在美国西部莫哈维沙漠的沙漠林鼠（*Neotoma lepida*），其食物是石炭酸灌木，这种灌木的叶子含有一种有毒物质，会严重损害老鼠、兔子等啮齿动物的肾脏和肝脏。如果其他动物不小心吃了就会中毒，但沙漠林鼠则完全不用担心，因为它们的肠道菌群（尤其是抗毒细菌）能消化植物产生的有毒次生代谢物，从而保障了宿主的健康。这样沙漠林鼠就能够享用其他动物不能享用的植物了。

看来，肠道菌群对鼠类生存和健康功不可没。人类是否也可以借助微生物的作用，像鼠一样该胖的时候就胖，该瘦的时候就瘦呢？

（作者单位：中国科学院动物研究所）



仓鼠（中国图库 供图）