

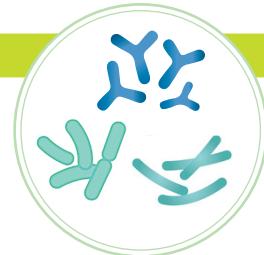
II 肠道菌群知多少

一、什么是肠道菌群

肠道菌群是人体肠道中存在的微生物的统称。肠道菌群构成复杂，细菌种类繁多，主要划分为以下三种类型：

有益菌

有益菌是有益于人体健康的一类细菌，包括大家最熟悉的益生菌（乳酸杆菌、双歧杆菌、嗜热链球菌等），以及科学发现的其它对人体健康有利的细菌。它们通常能够产生一些利于人体健康的物质如短链脂肪酸、维生素等，改善肠道环境，调节免疫，抑制有害菌的生长。

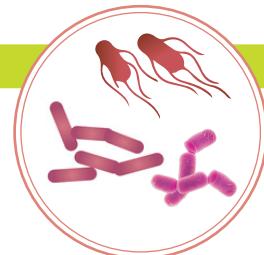


中性菌

中性菌是肠道环境中存在数量最多的细菌，他们维持着肠道菌群的结构，对人体并无害处。但在人体免疫能力低下的情况下，其中一些被称为机会致病菌的细菌得到大量繁殖的机会，也会对人体健康造成危害，特别是它们通过血液循环扩散到身体的其它部位的情况下。

有害菌

有害菌是危害肠道健康的细菌，它们的大量繁殖，会破坏肠道系统的生态平衡，它们还能够分泌各种毒素，引起腹泻、呕吐、便秘等各种病症。肠道中的有害菌通过血液循环到达身体的其它部位，则可能会造成一些更严重的感染，甚至危及生命。

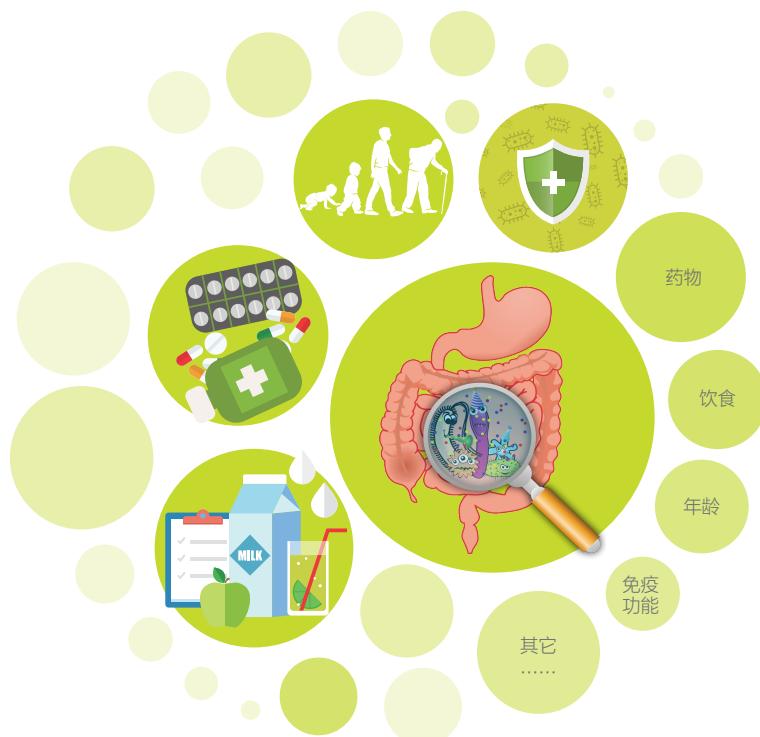


二、肠道菌群多样性

肠道细菌包括数以亿计的不同种类、不同数量的细菌。菌群多样性越高，各个菌种之间的平衡就越稳定。菌群平衡结构越稳定，则越不容易被外界因素（如不规律的饮食或滥用抗生素等）所破坏。肠道菌群多样性有利于维持人体正常新陈代谢和免疫功能。菌群多样性减少容易引发一系列健康问题，例如腹泻。研究发现，一些疾病的菌群多样性水平明显低于健康人。

菌群多样性主要受以下几个方面的影响：

1. 饮食：饮食不均衡可引起各菌群生长不平衡；
2. 药物：长期用药会影响肠道菌群的多样性，尤其是抗生素的使用，可抑制肠道正常菌群生长，导致肠道菌群失调；
3. 年龄：幼儿由于肠道菌群尚未构建完善，肠道菌群多样性偏低；中老年人随着年龄的增长，体内的益生菌会减少，菌群多样性降低；
4. 免疫功能：免疫功能障碍可能导致致病菌侵入人体而引发疾病；
5. 其他：运动、生活习惯、心情等因素也会影响肠道菌群的多样性。



三、常见肠道菌群简介

菌属	介绍
埃希氏菌	埃希氏菌呈直杆状，在人的肠道中主要以大肠杆菌的形式存在，能够发酵多种糖类产酸、产气，还能帮助合成维生素K2，与人体是互利共生的关系。多数大肠杆菌不致病，能竞争性抵御致病菌的进攻；少数的大肠杆菌具有毒性，如产肠毒素大肠杆菌和肠出血性大肠杆菌，可引起感染、腹泻和败血症等。
艾克曼氏菌	艾克曼氏菌多分布于盲肠中，能够降解粘蛋白，该菌与阑尾炎和炎症性肠病相关。
肠球菌	肠球菌是一种常见的院内感染致病菌，也可能引起院外感染。肠球菌可引起尿路感染、皮肤软组织感染、腹腔感染、败血症、心内膜炎和脑膜炎等。该菌对多种抗生素表现出耐药性，在使用抗生素治疗时，治疗效果可能会比预期效果差。
粪球菌	粪球菌能够发酵碳水化合物，提供机体所需的短链脂肪酸（如丁酸、乙酸等），维护肠粘膜功能，增强免疫力。
克雷伯菌	克雷伯菌是引起下呼吸道感染、败血症和院内感染的常见细菌，该菌也对多种抗生素表现出耐药性。
链球菌	链球菌多数为人体共生菌，某些链球菌可引起感染、化脓性炎症，但也有少数对人类有益的菌种，如嗜热链球菌，则广泛应用于酸奶发酵。
瘤胃球菌	瘤胃球菌能够发酵纤维二糖、纤维素，产生甲酸、乙酸、乳酸、B族维生素等有益物质，在肠道中广泛分布。
罗斯伯里氏菌	罗斯伯里氏菌为肠道中的有益菌，能够发酵多种糖类物质（如葡萄糖、麦芽糖、纤维二糖、蔗糖、淀粉和糖原等）产生丁酸。丁酸不仅能够为肠粘膜细胞提供能量，还能促进肠粘膜的修复，减少炎性反应的发生。
毛螺菌	毛螺菌能够分解果胶、葡萄糖，产生甲酸、乙酸等短链脂肪酸以及乳酸，能够保护肠粘膜，抑制病原菌的生长，减少炎性反应的发生。

拟杆菌	拟杆菌是在哺乳动物胃肠道中分布最广泛的一类细菌。该类细菌能够将肠道中的复杂有机物分解为小分子物质，帮助保护肠粘膜，有效抵制其他致病菌在肠道中的定植。研究发现，在长期摄入较多的蛋白质和动物脂肪的人群中，肠道菌群以拟杆菌为主。正常情况下，多数拟杆菌与人体是互利共生的关系，但一些拟杆菌会引起阑尾炎和败血症。值得一提的是，拟杆菌对多种抗生素（如β-内酰胺类、氨基糖苷类、红霉素和四环素等）均表现出耐药性，在使用抗生素治疗时，治疗效果可能会比预期效果差。
普氏菌	普氏菌是口腔、阴道和肠道的常见菌群，能够帮助人体分解食物中的蛋白质和碳水化合物，参与多种维生素的合成。由于普氏菌还参与肠道粘膜中粘多糖的降解，在以普氏菌为主的人群中，可能会出现腹痛、腹泻的症状。此外，在机体免疫力低下时，该类细菌还可能会引起上呼吸道及身体其他部位感染，如牙周炎、吸入性肺炎、肺脓肿、慢性中耳炎、鼻窦炎等。最新的研究结果表明，普氏菌还可能与类风湿性关节炎有关。
柔嫩梭菌	柔嫩梭菌能够产生丁酸等有益物质，是肠道中的有益菌。有研究发现，肠道中该类细菌的减少，会增加肥胖、炎症性肠病等患病风险。
乳酸杆菌	乳酸杆菌为肠道中的有益菌，能够发酵糖类产生乳酸，帮助机体合成氨基酸和维生素、降低胆固醇，阻止病原菌对肠道的入侵和定植，维持肠道菌群平衡，减少内毒素的产生，调节机体免疫力，有益于人体健康。
双歧杆菌	双歧杆菌广泛分布于哺乳动物的口腔、阴道、胃肠道中，能够有效分解碳水化合物，产生乙酸和乳酸。双歧杆菌能够帮助机体合成多种维生素、氨基酸，提高机体对钙离子的吸收；能够抑制病原菌的生长，有利于维持肠道菌群平衡，增强人体免疫机能。双歧杆菌为益生菌的典型代表，常见的有动物双歧杆菌、长双歧杆菌、短双歧杆菌、青春双歧杆菌、婴儿双歧杆菌。
梭菌	梭菌广泛分布于人和动物的肠道等处，属专性产芽孢厌氧菌。多数为条件致病菌，如艰难梭菌、产气荚膜梭菌和破伤风梭菌等，能引起腹泻、肠炎、破伤风等疾病。少数为有益菌，如丁酸梭菌，既能产生具有保健作用的B族维生素、维生素K、淀粉酶等物质，又能促进肠道有益菌群（如双歧杆菌、乳酸杆菌）的繁殖和发育。
韦荣球菌	韦荣球菌不能代谢糖类，主要以有机酸做为能源。韦荣球菌能将酸性较强的乳酸转变为酸性较弱的乙酸和丙酸，调节肠道酸碱度。韦荣球菌属的大部分种类对人体有益，少部分与疾病有关，如小韦荣球菌。
真杆菌	真杆菌大部分为肠道中的有益菌，能够发酵葡萄糖或蛋白胨为丁酸、乙酸和甲酸等有益物质，有利于肠道健康，但某些种类的真杆菌在特定条件下可能引起疾病。

四、肠道菌群和营养物质

(1) 三大营养物质——蛋白质、脂类、碳水化合物

蛋白质、脂类、碳水化合物是维持人体生命及健康不可或缺的重要营养物质。蛋白质是组成人体细胞、组织的重要成分，是生命活动的主要承担者，没有蛋白质就没有生命。除了与结构和性状有关，蛋白质还参与基因表达的调节、各种生物化学反应、神经传递等生命过程。脂类是人体主要储能物质，同时起到保护脏器、保持体温的作用。除此之外，脂类还参与细胞膜的构成、信号传递、形成激素等生命过程。碳水化合物是人体直接供能物质，维持机体的正常活动。同时，碳水化合物还参与维持大脑功能、调节脂肪代谢、免疫活性等重要生命过程。



肠道菌群在蛋白质、脂类、碳水化合物的消化、代谢过程中起着重要的作用。

膳食中的蛋白质是肠道微生物生长所需氮元素主要来源，且其对于碳水化合物的同化和有益产物如短链脂肪酸的产生也都是必需的。因此，同时摄入适当比例的蛋白质和碳水化合物有益于肠道健康。然而，与碳水化合物不同，微生物群对蛋白质的发酵会产生多种有害代谢物，包括氨、硫化氢、胺、酚、硫醇和吲哚，所以，过量的蛋白摄入可能导致细胞毒性等伤害。

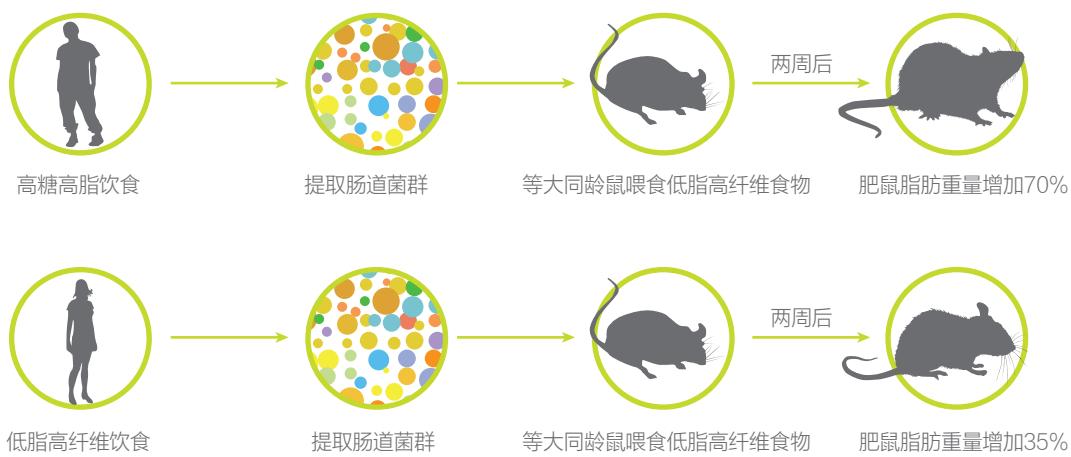
食物脂肪在十二指肠中被胆汁乳化成胆盐、脂肪酸和甘油三酯的三元络合物而形成微胶粒。消化的程度因摄入的脂肪类型和肠道内环境而有差别。不饱和脂肪酸易消化，饱和脂肪酸其次，反式脂肪酸不易消化。近年来，许多研究表明肠道菌群中的肠杆菌、肠球菌、双歧杆菌、乳酸杆菌等多种菌属与脂代谢有着密切的关系，而脂代谢的异常可能会影响肠道菌群。

碳水化合物中的一大部分多糖类物质是不能被人体消化吸收的。这时候，就需要依靠肠道内的一部分共生菌将其分解，产生的有益代谢物质才能被人吸收。例如纤维素，人体不能直接消化，却是人体必需的物质。纤维素在肠道内通过细菌分解，产生短链脂肪酸等有益物质，帮助人体保持肠道健康。乳酸杆菌、双歧杆菌可将低聚果糖发酵生成有机酸（大肠杆菌和沙门菌等有害菌不能利用低聚果糖），从而降低肠道pH，抑制包括很多革兰阴性菌在内的病原菌繁殖。

肠道菌群影响食物的消化吸收，同时饮食习惯及人体机能等也影响着肠道菌群的组成。

不同的饮食结构使得机体的肠道菌群结构不同。偏肉食为主的人群，其肠道菌群以拟杆菌为主；偏蔬果为主的人群，其肠道菌群以普氏菌为主。如下图的实验所示，将不同饮食结构的人的肠道菌群，移植到等大同龄、同

样饮食结构的老鼠肠道，移植高糖高脂饮食者菌群的老鼠更加肥胖，说明饮食结构会影响肠道菌群的组成，而肠道菌群又能影响机体对营养物质的消化吸收。



另外，与年轻人相比，老年人肠道内负责分解碳水化合物的细菌更多，这是因为机体衰老，对营养物质的消化能力下降，这部分工作就由细菌代劳。

(2) 身体的重要物质——胆汁酸和胆碱

胆汁酸是胆汁的重要成分，在脂肪代谢中起着重要作用，具有促进脂类的消化吸收、抑制胆固醇在胆汁中析出沉淀（结石）等作用。

肠道菌群对于胆汁酸的转化必不可少，并通过肝肠循环影响胆汁酸池的大小和成分。在肠道菌群的作用下，初级胆汁酸 $\text{7}\alpha$ -羟基脱氧后生成次级胆汁酸，即脱氧胆酸和石胆酸。胆汁酸不仅能乳化脂肪促进脂溶性物质的消化与吸收，还具有很强的杀菌作用，通过与细菌细胞膜上的磷脂结合破坏菌膜，达到抗细菌粘附并中和内毒素的效果，抑制小肠细菌过度生长，且不同的菌种对胆汁酸的敏感度不同。有报道称，富含饱和脂肪酸的高脂饮食可促使机体胆汁酸成分的改变，从而使细菌生存的环境发生变化，导致肠道菌群失衡，进一步加重胆汁酸代谢紊乱，产生一系列具有肝毒性的物质进入肝脏，诱发非酒精性脂肪肝。

胆碱是卵磷脂重要组成部分，具有促进脑发育和提高记忆力、保证信息传递、调控细胞凋亡、构成生物膜的重要组成成分、促进脂肪代谢、促进体内转甲基代谢、降低血清胆固醇等作用。虽然胆碱是好东西，但不可过多摄入。胆碱被肠道菌群消化后，可以代谢出一种气体，即三甲胺(trimethylamine)。三甲胺再在肝脏中经黄素加氧酶代谢成氧化三甲胺 (TMAO)，随之进入血液循环。饮食磷脂酰胆碱所致的TMAO产生取决于肠道菌群的代谢，研究表明TMAO水平增高与主要心脑血管偶发不良事件危险增加相关。胆碱主要存在于鸡蛋、肝脏、牛肉和猪肉中，因此这类食物需要控制摄入量。

(3) 维生素

维生素是人体维持正常的生理功能而必需的一类微量有机物质，在人体生长、代谢、发育过程中发挥着重要的作用。肠道菌群可以合成多种维生素，如维生素B1、B2、B6、B12、C、K，尼克酸、生物素和叶酸等，其中维生素K主要来源于肠道中大肠杆菌的合成。若使用抗生素杀死大肠杆菌，则可能使该类维生素缺乏。人体所需维生素，除了肠道菌群合成，大部分来自食物摄入。

维生素	简介	食物来源
维生素A（视黄醇）	维持正常视觉和上皮组织及骨骼的正常发育，促进生长、生殖及免疫系统功能，抗肿瘤。	胡萝卜、绿叶蔬菜、蛋黄及肝脏
维生素B1（硫胺素）	参与糖代谢，维持神经系统功能正常。	糙米、豆类、家禽
维生素B2（核黄素）	促进代谢，维护皮肤和细胞膜的完整性，抗氧化。	动物肝脏、瘦肉、大豆、米糠、绿叶蔬菜
维生素B3/PP（烟酸）	参与体内脂质代谢，降脂，扩张血管。	绿叶蔬菜、肾、肝、蛋、肉
维生素B5（泛酸）	参与能量代谢及抗体合成，维持皮肤及头发健康。	糙米、肝、蛋、肉
维生素B6（吡哆醇类）	抗感染，参与脂类、糖及蛋白质的代谢，参与血红蛋白合成。	瘦肉、果仁、糙米、绿叶蔬菜、香蕉
维生素B9（叶酸）	参与氨基酸代谢，参与血红蛋白及核酸的合成，促进生长发育。	蔬菜、肉、酵母等
维生素B12（氰钴胺素）	参与机体血红蛋白的合成，缺乏时会引发恶性贫血。	肝、肉、蛋、鱼、奶
维生素B13（乳清酸）	可预防肝病及未老先衰，有助于多种硬化症的治疗。	根茎类蔬菜、乳浆、酸奶
维生素B15（潘氨酸）	主要用于抗脂肪肝，有时用来治疗冠心病和慢性酒精中毒。	啤酒酵母、糙米、全麦、南瓜子、芝麻
维生素B17（苦杏仁苷）	具有防癌的功效，但过量会引起中毒。	苦杏、苦扁桃、枇杷、李子、苹果、黑樱桃等果仁和叶子
维生素C（抗坏血酸）	参与胶原蛋白合成，维持血管正常功能，防治坏血病及动脉硬化，抗氧化，防癌。	水果、绿叶蔬菜、番茄、马铃薯等

维生素	简介	食物来源
维生素D（钙化醇）	维持血清钙浓度的稳定，有助于儿童牙齿骨骼正常发育及成人骨骼健康。	鱼肝油、奶制品、蛋
维生素E（生育酚）	人体重要的抗氧化剂，与性激素的分泌和脂质代谢相关。	植物油、深绿色蔬菜、牛奶、蛋、肝、麦及果仁
维生素F（亚麻油酸、花生油酸）	防止动脉中胆固醇的沉积，用于治疗心血管疾病。	植物油、以及花生、葵花籽、核桃等坚果类食品
维生素H（生物素）	合成维生素C的必要物质，是脂肪和蛋白质正常代谢不可缺少的物质；还具有防止白发和脱发，保持皮肤健康的作用。	牛奶、牛肝、蛋黄、动物、肾脏、水果、糙米
维生素L（催奶维生素）	促进乳汁的分泌，缺少维生素L会使乳汁分泌不足。	牛肝、酵母、野菜
维生素K（凝血维生素）	促进凝血，调节骨骼中磷酸钙的合成，预防骨折。	椰菜花、椰花、西蓝花、蛋黄、肝等
维生素P（生物类黄酮）	防止维生素C被氧化破坏，增强维生素功效，增加毛细管壁强度，防止瘀伤，有利于防治牙龈出血。	橙子、柠檬、杏、樱桃、玫瑰果实及芥麦粉