

人体微生物组与健康

秦金红◎主编

指导单位

上海市微生物学会微生物组专业委员会

上海市食品学会乳酸菌专业委员会

上海市预防医学会微生态学专业委员会



上海科学普及出版社

A decorative border at the top of the page featuring various colorful microorganisms, including bacteria, viruses, and fungi, rendered in a stylized, hand-drawn manner.

人体微生物组与健康

秦金红 ● 主编

上海科学普及出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

人体微生物组与健康 / 秦金红主编. -- 上海 :
上海科学普及出版社, 2017.2

ISBN 978-7-5427-6862-9

I. ①人… II. ①秦… III. ①医学微生物学—关系—
健康 IV. ①R37

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第025408号

责任编辑 张怡纳

人体微生物组与健康

秦金红 主编

上海科学普及出版社出版发行

(上海中山北路832号 邮政编码200070)

<http://www.pspsh.com>

各地新华书店经销 上海叶大印务发展有限公司印刷

开本890 × 1240 1/32 印张2.25 插页12 字数100 000

2017年2月第1版 2017年2月第1次印刷

ISBN 978-7-5427-6862-9 定价: 38.00元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题

请向出版社联系调换

本书编委会

名誉主编 郭晓奎

主 编 秦金红

副主编 何 平 刘 畅 朱泳璋

编 委 王 旭 王彦君 韦柳彤 王虹舒

厉心愉 孙蕴初 李文长 李茂林

关树彬 邵子雨 沈亦蔚 沈怡琳

张欣韵 吴景竹 陈爽爽 杨宜锜

徐静仪 章添悦 蔡玲莉

序 言

我们生活在纷繁复杂的微生物世界中，在我们的皮肤、口腔、呼吸道、肠道及泌尿生殖道均存在着大量的各类微生物，其中大部分分布在肠道中。这些微生物在人体的特定部位互相影响并保持彼此间的平衡，并与宿主及周边环境相互依存。人体微生物的种类和数量与身体健康有着密切关系，甚至被认为对人的生命至关重要。

微生物组被人们称之为人体的“第二套基因组”，肠道微生物组被称为“肠脑”。自2005年以来就开展了众多微生物组计划，如欧盟第七框架计划资助的欧盟人体肠道宏基因组（MetaHIT）计划、美国和欧盟启动的人体微生物组（HMP）计划等重大人体微生物组研究计划。我国自2007年开始也进行了小规模探索（973计划设立了一个项目）。而在2016年5月13日，美国白宫宣布以每年3亿美元的投入启动“国家微生物组计划”，这让原本就十分火热的微生物组更加引人瞩目。在这些计划的引领下，虽然学术界对于人体微生物组的研究取得了巨大进展，但全面介绍人体微生物组

与人类健康的科普书籍却非常少，对广大读者来讲，人体微生物组仍然是个十分陌生的概念。本书意在引导读者了解人体微生物组及其与健康的关系。读者在阅读本科普书时，可把本书分两个层次进行阅读，第一部分以通俗易懂的方式引领大家认识微生物组在人体的分布部位及作用，无需专业背景即可进行阅读了解。第二部分为第一部分内容的延伸及深入，通过对本部分内容的阅读，可以使读者能够了解机制，分析原因，知其然，并知其所以然。

人类微生物组是最近十几年特别活跃的研究领域，是一门年轻的科学，本书旨在普及微生物组知识，推动广大普通读者对人体微生物组的了解及认识。期望大家在使用过程中，能够提出宝贵意见和建议，使本书的水平不断得到提高。

上海交通大学医学院教授

中华预防医学会微生态学分会副主任委员

上海微生物学会微生物组专委会（筹）主任委员

郭斌重

2016年12月

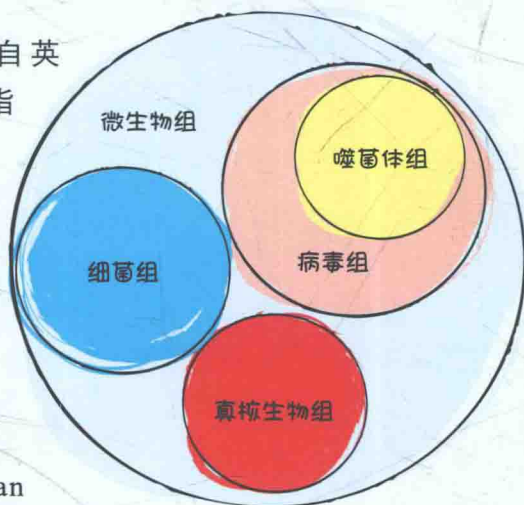
目录

什么是微生物组?	1
人体微生物组	3
人体微生物组与健康	6
皮肤微生物组与健康	11
口腔微生物组与健康	13
呼吸道微生物组与健康	15
阴道微生物组与女性生殖健康	17
微生物组与儿童发育及健康	19
肠道微生物组与健康	22

肠道微生物群与儿童健康	35
微生物群与IBS和IBD	57
肠道微生物群与抑郁症和肝性脑病	79
人体微生物群与过敏性哮喘	93
肠道菌群和糖尿病的关系	119
微生物群与肿瘤	141
肠道微生物群与肥胖	160

什么是微生物组？

微生物一词来自英文microorganism，指生活在显微尺寸下的生物，可以是单细胞或多细胞生物，包括：细菌、真菌、病毒以及一些小型的原生动物等。从1674年列文虎克(Antonie van Leeuwenhoek)发明显微镜



微生物组的内容

开始，微生物逐渐被人们认识，曾经有报道指出地球上存在约1万亿种微生物，但其中只有非常小的比例被描述过。在人体、植物、土壤、海洋与大气等各种环境中均存在着微生物群落，这些生活在特定环境中的微生物的集合被称为微生物群（microbiota），它们在一定的时期内维持动态的平衡。这些微生物群落包含的全部遗传信息总和被称为微生物组。微生物组（microbiome）包括

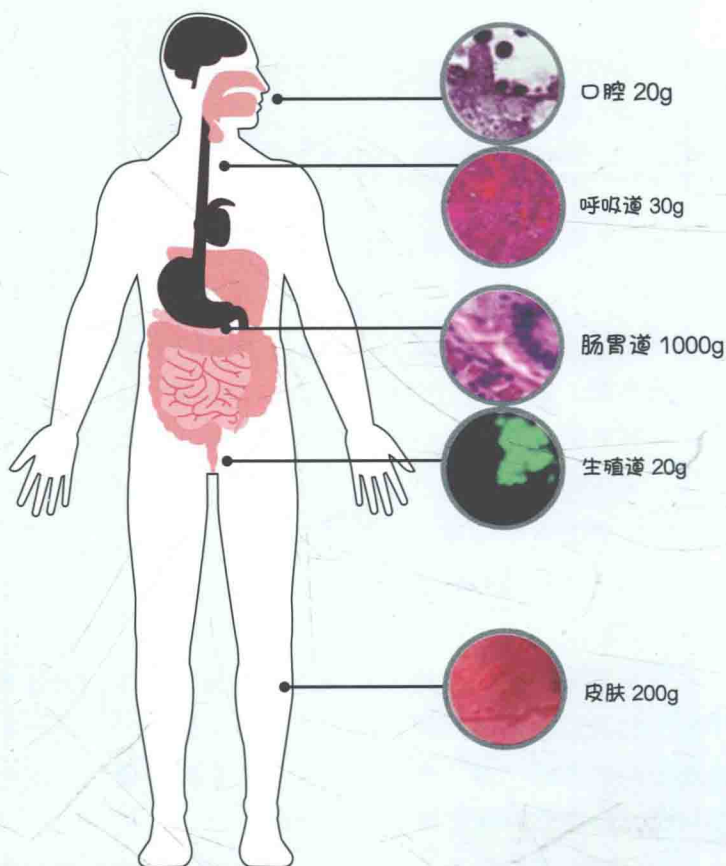
细菌组、病毒组（包括噬菌体）、真菌组和古细菌组。这些微生物组在维持各种生态环境的健康运行中发挥重要作用。近年来，人们逐渐认识到，从肥胖、糖尿病、哮喘等人类健康问题到海洋“死区”等环境问题，从农业生产到气候变化的影响，或多或少都与微生物组相关联。

人体微生物组

在我们的身体里，有无数微小的生物时时刻刻与我们同呼吸、共命运。它们就是存在于人类体内的细菌、病毒、真菌以及一些未知的微生物。在人体内部和体表不同位点上，如皮肤、唾液和口腔黏膜、结膜、肺、胃肠道以及泌尿生殖道中均有大量微生物群落，这些在人体特定部位存在的微生物群落被称为人体微生物组，它们在一定时期内在组成及数量上维持稳定。

不管是细胞数量，还是拥有的基因数量，寄生在人体表面和内部的微生物基因组都远超人体本身。因此，我们也把人体微生物组称作“**第二套基因组**”，它们就像体内的其他器官一样，对我们的健康具有重要作用。

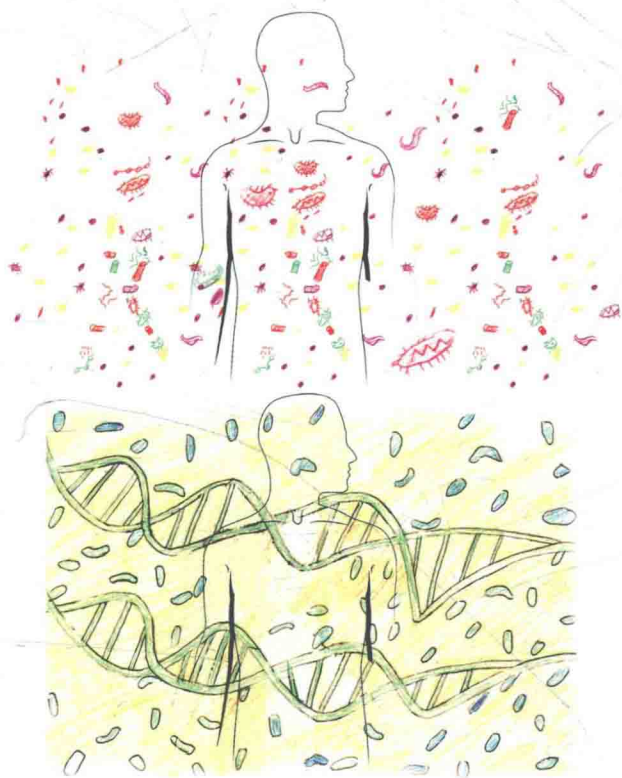
我们从出生、幼年、少年到成年，无时无刻都和微生物密切相关。从很小的时候开始，人体内就存在微生物群落。在出生后，日常接触的食物、空气及周围环境中都存在大量微生物，每个人在与不同的周围环境接触的过程中，渐渐形成自己特定的共生微生物群落，因此我们人体就是一个含有众多微生物的超级生命体。我们身体内的细菌和其他微生物数量可达数万亿，其细胞数量甚至比我们人体细胞的数量还



各司其职的人体微生物组在不同部位分布的重量

要多。按重量来算，一个人身上的全部微生物占人体总重量的3%左右，大约有1.5千克，其中鼻腔内有10克，口腔内有20克，肺部有20克，胃肠道中有1000克，皮肤上有200克，生殖道内有20克。胃肠道中的微生物约占人体微生物总重量的80%以上。不同部位微生物种类、密度也各有差异，行使

不同功能。食管内的微生物主要来自食物和口腔，胃部的主要微生物是白假丝酵母菌、幽门螺杆菌等，十二指肠的微生物主要是拟杆菌、厚壁菌门等。因此，人体不同部分都有自己独特的“小生态系统”。由微生物细胞和它们所包含的基因组成的微生物组，与我们的健康息息相关。



人是一个超级生物体

人体微生物组与健康

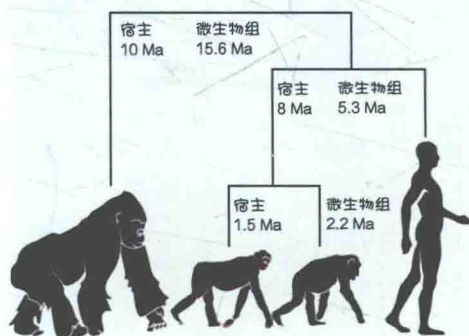
事实上，人类对微生物早有认识，大约200年前，人们就开始大规模使用工业微生物，如利用酵母菌来发酵生产易于消化的食物，如面包、醋和酒类等，以及利用细菌生产各种抗生素及其他药物如紫杉醇、青蒿素等。但人们也发现，一些微生物对人类健康有害，我们称之为**病原微生物**，这些微生物危害人体健康，导致的疾病能广泛蔓延，如黑死病、流感、疟疾、埃博拉等。

正常情况下，我们每人体内均具有“个人特征”的复杂的微生物群落，你几乎找不到微生物组组成完全一样的两个人，即使是同卵双胞胎。这些微生物组对人类个体的命运、健康、行为造成的影响，远胜于我们自身的基因。不同人的体内，微生物组的种类和数量虽然有很大差别，但发挥关键作用的有益细菌基因其实都差不多，尽管这些基因来源于不同的菌种。另外，即使是有益的细菌，如果它们在不恰当的地方大量滋生，也可能导致严重的疾病。比如，细菌跑到血液中，就会导致败血症；进入腹部器官之间的组织网络中，就会导致腹膜炎。

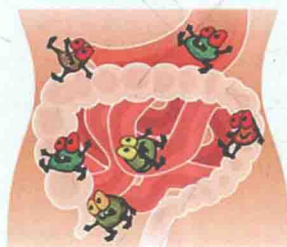
人体微生物组和人个体的发育过程一样，是在人出生之

后，慢慢建立起“成熟的微生物组”。一般来讲需要6~9个月的时间来获得初级的微生物组，然后再经过几年的时间才能获得成人的微生物组，并且在之后的发育过程中微生物组的构成会随年龄增长而发生改变，而这一变化恰恰适应了不同年龄段人体的需求。

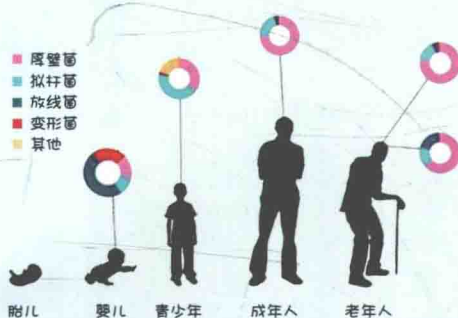
Ma: 基因组大小单位



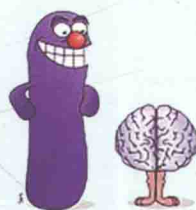
共进



共代谢

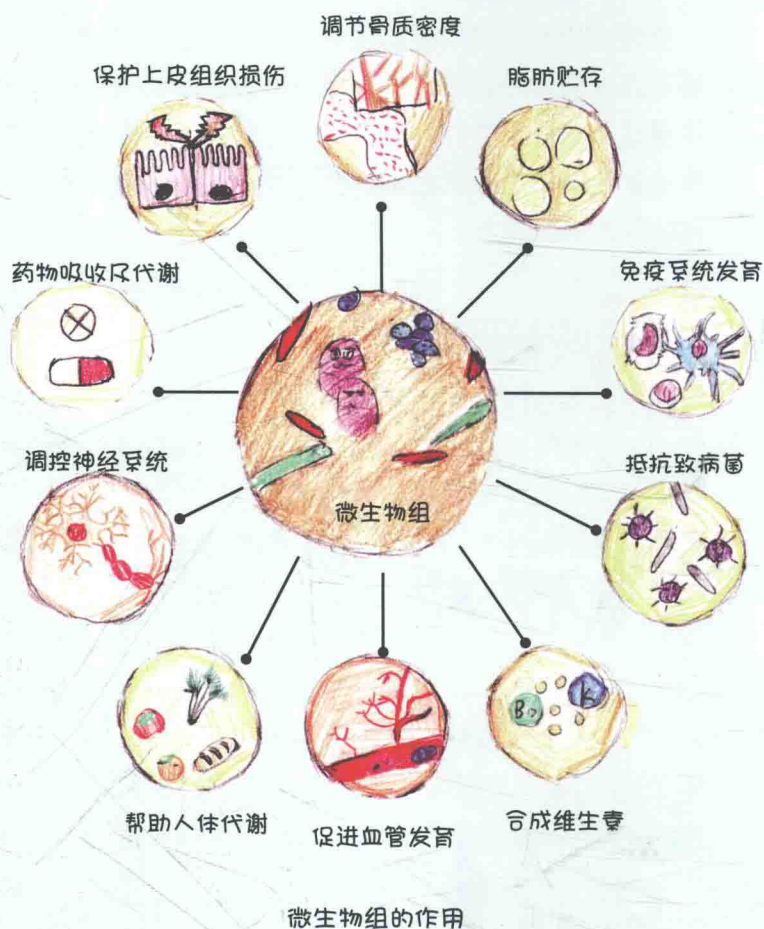


共发育



共调控

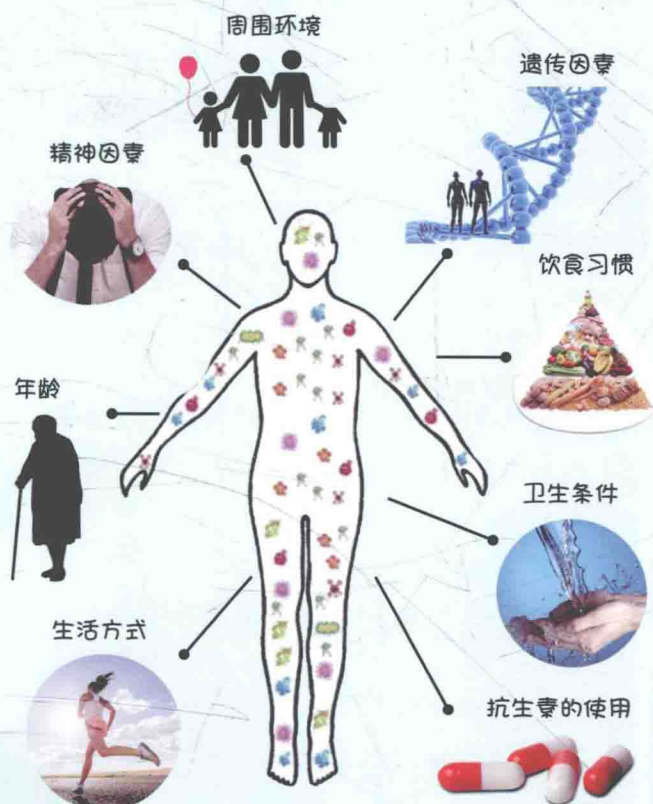
人体微生物组与人之间的关系



经过20万年的进化，微生物组与人体之间已经形成了“共进化、共发育、共代谢、共调节”的关系。通过比较分析生活在同一地区的黑猩猩、大猩猩及人肠道中的拟杆菌科和双歧杆菌科的组成发现，微生物组与人类共同进化。同

时，在人类发育过程中，其免疫系统是否健康、成熟，取决于人体内健康的微生物组是否与其正常地发生作用。微生物组可以使我们的免疫系统运转得更好，免疫系统健康的驱动力，正是那些与我们共生的微生物组。

人体微生物组紊乱与哮喘及过敏、糖尿病、肥胖及营养



影响人体微生物组的因素

不良、克罗恩病及溃疡性肠炎、胃肠癌、皮肤癣及皮肤过敏性疾病、类风湿关节炎、肌肉萎缩症、多发性硬化症、自闭症、焦虑、抑郁及精神分裂症均有关系。而肠道微生物是近些年的研究热点，它们寄生在人类肠道中，数量是我们自身细胞的数倍，它们被统称为肠道微生物组。

广泛使用抗生素是破坏人体健康微生物组的罪魁祸首，同时人类社会生态学的一些改变对人体健康微生物组也有影响，如通过剖宫产进行分娩的孕妇数量急剧增加，使一些重要的菌株无法通过母亲的产道传递给婴儿；饮用水净化工程虽然拯救了数百万因饮用水不卫生而染病的人，但也减少了我们与那些共生细菌接触的机会。这些都导致越来越多的人正在一个日益萎缩的微生物世界中出生和长大，使得人体的微生物组多样性日益减小。此外，一些不健康的生活方式也在潜移默化地影响着我们的微生物组。