

中华预防医学会微生态分会儿科学组 编

# 儿童肠道菌群

## ——基础与临床

主 编 武庆斌 郑跃杰 黄永坤



科学出版社

# 儿童肠道菌群

——从出生到成年

主编 王卫平 副主编 李海英 王宇

# 儿童肠道菌群

——基础与临床

中华预防医学会微生态分会儿科学组 编

主 编 武庆斌 郑跃杰 黄永坤

科 学 出 版 社

北 京

## 内 容 简 介

本书分3篇共24章。第一篇为肠道菌群基础部分,分为6章,分别介绍小儿消化道的解剖生理特点、肠道菌群的形成和组成、研究工具和方法、人类宏基因组项目、小儿肠道菌群的建立及其影响因素、肠道菌群的生物拮抗及其在感染中的作用、肠道菌群的维持和增强肠道屏障作用、肠道菌群的免疫作用以及肠道菌群的营养和代谢作用。第二篇为益生菌药物部分,分为8章,分别介绍几种主要的益生菌的药理药效作用,如双歧杆菌、乳杆菌、酪酸梭菌、布拉酵母菌、地衣芽孢杆菌和蜡样芽孢杆菌等,对益生菌的安全性和临床应用进行介绍。第三篇为肠道菌群临床部分,分为10章,分别介绍肠道菌群在腹泻病、坏死性小肠结肠炎(NEC)、肠易激综合征(IBS)、抗生素相关性腹泻、炎症性肠病(IBD)、幽门螺杆菌感染、内源性感染、肝胆疾病、过敏性疾病、代谢性疾病等领域的相关进展和益生菌的临床应用。

本书适合微生态领域的科研人员和各级医务人员,尤其是儿科医务人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

儿童肠道菌群:基础与临床 / 武庆斌,郑跃杰,黄永坤主编;中华预防医学会微生态分会儿科学组编. —北京:科学出版社,2012.6

ISBN 978-7-03-034354-3

I. 儿… II. ①武… ②郑… ③黄… ④中… III. 小儿疾病-肠道菌群失调-诊疗 IV. R725.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 098265 号

责任编辑:向小峰 / 责任校对:宋铃铃

责任印制:刘士平 / 封面设计:范璧合

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号  
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2012年6月第一版 开本:787×1092 1/16

2012年6月第一次印刷 印张:25 1/4

字数:596 000

定价:80.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

# 《儿童肠道菌群——基础与临床》编写人员

主 编 武庆斌 郑跃杰 黄永坤

编 者 (以姓氏笔画为序)

万朝敏 四川大学华西第二医院

王 梅 海口市妇女儿童医院

王文建 深圳儿童医院

刘作义 重庆医科大学附属儿童医院

孙 桦 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心

吴 斌 福建医科大学附属第一医院

张 琳 河北医科大学第三医院

武庆斌 苏州大学附属儿童医院

金忠芹 苏州大学附属儿童医院

郑跃杰 深圳儿童医院

黄 瑛 复旦大学附属儿科医院

黄永坤 昆明医学院附属第一医院

黄志华 华中科技大学同济医学院附属同济医院

葛 兰 深圳科兴生物工程有限公司

葛海霞 苏州大学附属儿童医院

程 茜 重庆医科大学附属儿童医院

蒋丽蓉 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心

樊冤桥 中山大学附属第一医院

# 序

我看过武庆斌、郑跃杰、黄永坤教授主编的《儿童肠道菌群——基础与临床》的书稿,大为震惊!这是一部好书,在国内外学术界都应看做是一部具有划时代意义的重要创作。我希望出版界应给予应有的重视,让这本书能发挥更大的作用。

该书概括起来有三大特色。一是技术上有创新,二是理论上有所突破,三是实践上有效益。

20世纪50年代中国医学科学院已故魏曦教授提出“在光辉的抗生素时代来临之际,必将带来其不利的反面影响”。这一睿智的语言感召了中国医学学者对正常微生物群(微生物生态学)进行了系统的全方位的研究。半个世纪以来,中国在微生物生态学方面有了长足的发展。在基础理论、临床实践和生产技术方面都有很大的发展。微生物生态学学会已形成一个全国性的大型学术团体。其涉猎的范围,除了基础理论外,在临床医学方面已形成包括儿科在内的十几个学组分会。儿科学组分会在刘作义教授领导下,广大儿科医生勇于创新。《儿童肠道菌群——基础与临床》一书的出版就充分地证明了这一点。该书是我国近五十年来科研成果和临床实践的结晶,结合了国内外最新的研究成就,撰写成书有着全方面的意义。它必将推动整个中国微生物生态学的发展。

该书的出版,除了其本身在儿科学的意义之外,至少在理论上具有以下深远的影响:

(1) 对生命本质的认识。传统观点认为,生命是个体生命的发生、发展与消亡的生物学现象。正常微生物群(normal microbiota)的研究认为生命不单纯是个体的生命现象,而是与其他生物群共生的现象(symbiosis)。共生是生命的本质,没有共生就没有生命。生命是在共生中发生、发展与消亡的。微生物生态学就是研究宏生物与微生物共生过程中微观生命的科学。

(2) 对医学革命的推动。医学经过三次革命,第一次革命是医疗医学。其理论基础是物理学、化学和生物学;第二次革命是预防医学,其理论基础是微生物学和免疫学;第三次革命是保健医学,其理论基础就是微生物生态学。微生物生态学的崛起和发展必将导致保健医学的发展。

(3) 新科学的诞生。作为生命科学中新兴学科微生物生态学已经诞生了,并且必将在21世纪蓬勃发展起来。科学发展亦将进入新的里程碑,即保健医学的到来。

国际上有的生理学家已把正常微生物群的生理作用列为现行的八大生理系统之外的第九大生理系统。人体的营养、免疫、消化、代谢、吸收无不直接或间接与正常微生物群有密切的关系。特别是生物体体内的“细胞通讯系统(cell information system)”,和互联网一样早已引起国内外科学家的密切关注。

该书的作者概括大量先进的资料并结合自身的临床实践,撰写成此书,必将引起良好的反响。我作为一个读者和同行略抒己见,仅供参考。

康 白

2011年12月于加拿大多伦多

# 前 言

人体微生物生态学(human microecology)是一门研究人体内正常微生物群与其宿主相互关系的生命科学,目前主要集中在正常细菌群方面。在人体与外界相通的腔道和体表寄居着大约 100 万亿、500~1000 种细菌,其数量是人体细胞的 10 倍。这些正常菌群与宿主处于共生状态,是细菌与人类经过亿万年互为环境、同步进化的结果。一方面,宿主为正常菌群的繁殖提供场所和营养,并且对它们不引起强烈的免疫反应(免疫耐受);另一方面,正常菌群对宿主发挥着必要的生理功能。实际上正常菌群已经成为了我们机体的一个不可分割的组成部分,甚至有人把正常菌群作为人体的一个器官。人体微生物组计划(HMP)的初步研究表明,人体微生物编码的基因是人体自身基因数目的 50~100 倍,它们与人体自身基因共同作用,影响着人体的免疫、营养和代谢过程,因此人类是一个由细菌和人体细胞共同组成的超级生物体(superorganism)。在人体的胃肠道、口腔、泌尿生殖道、皮肤和呼吸道均有大量的正常菌群定植,其中,肠道中定植的细菌约占人体总微生物量的 78%,具有数量巨大、多样化、复杂性和动态性的特点,构成了人体的肠道菌群(intestinal microflora),是目前微生物生态学研究的核心。

儿童特别是婴幼儿,经历了肠道菌群从无到有、从简单到复杂、从不稳定到稳定的过程,即生态学的演替(succession)。肠道菌群的演替对儿童期一些重要的生理功能如免疫、代谢、营养等的发育成熟过程起着决定性作用,但由于此期肠道菌群的脆弱性,容易受到自然、生理、病理、药物等因素的影响。随着工业化引起的现代生活方式的改变,包括饮食、感染暴露、预防接种、抗菌药物广泛使用等,人类肠道菌群的演替已经发生了很多的变化,目前认为,肠道菌群的变化与感染性疾病、肠道慢性炎症性疾病、过敏性疾病、自身免疫性疾病和部分代谢性疾病有密切的关系。此方面的理论和知识已经应用于相关疾病发病机制的探索,以及相关疾病的临床防治,引起了全世界的高度关注,如 2010 年世界权威杂志《自然》把人类微生物组学预测为未来十年科学的走向之一。

中华预防医学会微生物生态学分会儿科学组成立于 1999 年,在我国著名微生物生态学专家康白教授、周殿元教授、杨景云教授、熊德鑫教授和李兰娟院士的关怀和指导下,在我国儿科专家段恕诚教授、刘作义教授和黄志华教授的领导下,十余年来一直致力于儿科微生物生态学基础和临床研究,积极跟踪国内外微生物生态学进展,并致力于宣传、普及和推广儿科微生物生态学知识。由儿科微生物生态学组主要人员编写的《儿童肠道菌群——基础与临床》一书是国内首部关于儿童微生物生态学的专著,也可以说是学组多年工作的总结和结晶,相信本书对指导广大的临床医生,特别是儿科医生进一步研究肠道菌群与相关疾病的关系,以及在指导临床防治肠道菌群相关疾病方面将发挥重要的作用。

编 者

2011 年 9 月

# 目 录

## 第一篇 肠道菌群基础

<b>第一章 小儿肠道菌群概述</b> .....	(3)
第一节 小儿胃肠道解剖生理学特点 .....	(3)
第二节 肠道菌群的形成和组成 .....	(13)
第三节 肠道菌群研究的工具和方法 .....	(19)
第四节 人类宏基因组项目 .....	(24)
第五节 肠道菌群研究的方向和意义 .....	(29)
<b>第二章 小儿肠道菌群的建立及其影响因素</b> .....	(33)
第一节 小儿肠道菌群的建立和演替 .....	(33)
第二节 影响小儿肠道菌群建立的因素 .....	(35)
第三节 母乳对肠道菌群的影响 .....	(38)
第四节 新生儿时期肠道菌群定植与儿童时期某些疾病的关系 .....	(40)
第五节 益生菌对新生儿时期肠道菌群的作用及其影响 .....	(42)
<b>第三章 肠道菌群的生物拮抗及其在感染中的作用</b> .....	(50)
第一节 双歧杆菌的定植机制 .....	(50)
第二节 肠道菌群生物拮抗机制 .....	(52)
第三节 肠道菌群在感染中的作用 .....	(55)
<b>第四章 肠道菌群的维持和增强肠道屏障作用</b> .....	(58)
第一节 肠道屏障功能的组成 .....	(58)
第二节 肠道菌群在维持和增强肠道屏障中的作用 .....	(62)
<b>第五章 肠道菌群的免疫作用</b> .....	(67)
第一节 出生后免疫系统发育与成熟 .....	(67)
第二节 肠道菌群对肠道黏膜免疫系统的作用 .....	(75)
第三节 肠道菌群对全身免疫系统的作用 .....	(83)
第四节 肠道菌群对免疫细胞的作用 .....	(88)
第五节 肠道菌群对肠上皮细胞的作用 .....	(93)
<b>第六章 肠道菌群的营养和代谢作用</b> .....	(100)
第一节 对能量代谢的作用 .....	(100)
第二节 对碳水化合物的代谢作用.....	(102)
第三节 对蛋白质的代谢作用.....	(103)
第四节 对脂类的代谢作用.....	(105)
第五节 产生短链脂肪酸.....	(105)
第六节 促进多种维生素合成.....	(107)
第七节 促进钙等矿物质吸收.....	(108)
第八节 对酶代谢的作用.....	(109)



## 第二篇 益生菌药物

第七章 微生态制剂概述	(113)
第一节 益生菌	(113)
第二节 益生元	(118)
第三节 合生元	(122)
第八章 双歧杆菌药理学	(128)
第一节 双歧杆菌的鉴定和分类	(128)
第二节 双歧杆菌的体内过程	(130)
第三节 双歧杆菌的作用机制	(131)
第九章 乳杆菌药理学	(137)
第一节 乳酸细菌的鉴定和分类	(137)
第二节 乳杆菌的体内过程	(143)
第三节 乳杆菌的作用机制	(145)
第十章 酪酸梭菌药理学	(147)
第一节 酪酸梭菌的特点	(147)
第二节 酪酸梭菌的体内过程	(148)
第三节 酪酸梭菌的作用机制	(149)
第四节 酪酸梭菌的临床应用	(153)
第十一章 布拉酵母菌药理学	(158)
第一节 布拉酵母菌的特点	(158)
第二节 布拉酵母菌的体内过程	(160)
第三节 布拉酵母菌的作用机制	(161)
第四节 布拉酵母菌的临床应用	(165)
第十二章 地衣芽孢杆菌和蜡样芽孢杆菌药理学	(175)
第一节 地衣芽孢杆菌和蜡样芽孢杆菌的特点	(175)
第二节 地衣芽孢杆菌和蜡样芽孢杆菌的作用机制	(176)
第三节 地衣芽孢杆菌和蜡样芽孢杆菌的临床应用	(177)
第十三章 益生菌的临床应用与安全性	(181)
第一节 益生菌的临床应用	(181)
第二节 益生菌的安全性	(186)
第十四章 正确认识、评价和使用益生菌药物	(191)
第一节 国外益生菌循证医学评价	(191)
第二节 国内益生菌药物应用现状	(200)
第三节 益生菌药物在儿科应用指导意见	(202)

## 第三篇 肠道菌群临床

第十五章 肠道菌群与腹泻病	(213)
第一节 概述	(213)
第二节 肠道黏膜屏障阻止病原体入侵作用	(214)
第三节 宿主肠道上皮细胞-微生物的相互作用:生理状态与病理状态	(217)
第四节 肠道菌群-肠道病原体-肠道炎症的相互关系	(222)

第五节	微生态制剂防治腹泻病的作用机制	(223)
第六节	微生态制剂在腹泻病的临床应用	(224)
<b>第十六章</b>	<b>益生菌与新生儿坏死性小肠结肠炎</b>	(228)
第一节	新生儿坏死性小肠结肠炎危险因素、临床诊断及治疗	(228)
第二节	早产新生儿胃肠道菌群定植的特点	(230)
第三节	益生菌防治新生儿坏死性小肠结肠炎	(232)
第四节	益生菌在新生儿其他临床应用	(239)
第五节	益生菌在新生儿应用的安全性及副作用	(241)
第六节	益生菌在新生儿应用的展望	(243)
<b>第十七章</b>	<b>肠道菌群与炎症性肠病</b>	(246)
第一节	概述	(246)
第二节	炎症性肠病的诊断	(247)
第三节	炎症性肠病的治疗	(251)
第四节	肠道菌群在炎症性肠病发病机制中的作用	(255)
第五节	益生菌对炎症性肠病的治疗作用	(257)
第六节	展望:益生菌治疗炎症性肠病	(260)
<b>第十八章</b>	<b>肠道菌群与肠易激综合征</b>	(263)
第一节	概述	(263)
第二节	IBS发病机制与肠道菌群的相互关系	(264)
第三节	益生菌对IBS的治疗作用	(265)
<b>第十九章</b>	<b>肠道菌群与幽门螺杆菌感染</b>	(270)
第一节	幽门螺杆菌感染的流行病学	(270)
第二节	幽门螺杆菌感染的致病机制	(272)
第三节	幽门螺杆菌感染的临床表现	(276)
第四节	幽门螺杆菌与肠道菌群的关系	(278)
第五节	幽门螺杆菌感染的治疗和存在的问题	(278)
第六节	益生菌在幽门螺杆菌感染防治中的作用	(282)
<b>第二十章</b>	<b>肠道菌群与抗生素相关性腹泻病</b>	(288)
第一节	概述	(288)
第二节	抗生素相关腹泻的病因和发病机制	(289)
第三节	抗生素相关腹泻的临床表现	(292)
第四节	抗生素相关腹泻的实验室检查	(293)
第五节	抗生素相关腹泻的诊断	(295)
第六节	抗生素相关腹泻的预防治疗策略	(295)
第七节	益生菌预防抗生素相关性腹泻的作用	(297)
<b>第二十一章</b>	<b>肠道菌群与肝胆疾病</b>	(300)
第一节	胆红素代谢与黄疸	(300)
第二节	婴儿胆汁淤积的诊断与治疗	(310)
第三节	微生态制剂在肝胆疾病中的应用	(317)
<b>第二十二章</b>	<b>肠道菌群与内源性感染</b>	(322)
第一节	概述	(322)
第二节	肠道菌群失调	(322)

第三节	肠道细菌及内毒素移位·····	(326)
第四节	艰难梭菌感染·····	(334)
第五节	念珠菌感染·····	(341)
第六节	小肠细菌过度生长综合征·····	(348)
<b>第二十三章</b>	<b>肠道菌群与过敏性疾病</b> ·····	<b>(356)</b>
第一节	过敏性疾病流行病学·····	(356)
第二节	过敏性疾病肠道菌群变化·····	(357)
第三节	肠道菌群在肠道免疫发育成熟和过敏中的作用·····	(358)
第四节	益生菌在防治过敏性疾病的作用机制·····	(360)
第五节	益生菌对过敏性疾病的临床防治研究·····	(361)
第六节	展望·····	(362)
<b>第二十四章</b>	<b>肠道菌群与代谢性疾病</b> ·····	<b>(366)</b>
第一节	概述·····	(366)
第二节	肠道菌群与宿主共同进化·····	(367)
第三节	肠道菌群与肥胖·····	(369)
第四节	肠道菌群与糖尿病·····	(380)
第五节	肠道菌群与高脂血症·····	(382)
第六节	代谢性疾病治疗战略的新靶点:肠道菌群调整·····	(383)
第七节	结语·····	(387)

# 第一篇

## 肠道菌群基础



# 第一章 小儿肠道菌群概述

## 第一节 小儿胃肠道解剖生理学特点

哺乳动物的消化系统包括消化管和消化腺,婴幼儿消化系统的发育在出生后已经基本完善。消化系统的主要功能是食物的摄入、机械运动、机械消化、化学消化、分泌和吸收以及排泄等,获得满足机体生长发育和生理活动所需营养素。同时在维持体液的平衡、驱除有害的微生物和其他一些毒性物质等方面亦发挥着重要作用。消化系统还具有重要的内分泌、神经和免疫功能。

足月新生儿吸吮和吞咽相互协调的动作、食管括约肌的张力、胃排空能力以及小肠的动力系统已较成熟,为出生后的进食和喂养做好了准备。

### 一、食管的解剖和生理特点

**1. 形态和位置** 食管从第6颈椎水平咽部开始,中途通过上、后纵隔、膈肌终止于胸11水平,与胃贲门相连。其长度在出生时约11cm,逐渐延长到成人时为24~30cm,平均每年延长0.65cm。小儿各年龄时从门齿到贲门消化管总长度的正常值见表1-1。

表 1-1 不同年龄门齿到贲门消化管的长度

年龄	1个月	2个月	3个月	15个月	21个月	2岁	5岁	6岁	9岁	11岁	12岁
长度(mm)	163	177	175	236	232	225	279	288	329	338	342

食管前后稍扁,管壁包括5层:黏膜、固有层、黏膜肌层、黏膜下层和肌层。食管腔内覆有复层扁平上皮。在解剖上食管可以分为3段及3个狭窄。3段分别是:①颈部,从食管起始部至颈静脉切迹水平;②胸部,颈静脉切迹水平以下至膈肌以上一段;③腹部,是指位于膈肌下进入腹腔到胃贲门相接的一段,长约1.5cm。3个狭窄部位分别为:食管起端;食管同支气管交叉处;食管过膈处。

**2. 生理功能特点** 食管有2个主要功能:一是推进食物和液体由口腔入胃;二是防止吞咽期间胃内容物反流。新生儿和婴儿的食管呈漏斗状,黏膜纤弱、腺体缺乏、弹力组织及肌层尚不发达,食管下端括约肌发育不成熟,容易发生胃食管反流。妊娠28周,胎儿食管括约肌的静态压力仅有4mmHg,足月儿可达18mmHg,接近成人水平。婴儿吸奶时常吞咽过多空气以及换尿布时腹压增高,容易发生溢奶。

咽下生理一般认为有3个阶段:①自主阶段(或口内阶段);②非自主阶段(或咽内阶段);③食管阶段。当食物进入口腔后,经过咀嚼和舌的活动,使嚼碎的食物到咽部,刺激了传入感受器,咽内阶段开始,几个非自主运动发生,即软腭关闭后鼻孔、声带关闭,会厌软骨向后向下摆动,附着在舌骨上的肌肉拉喉部向上向前,使食管入口开放,食物进入食管后7~10秒,即将其送入胃内。

食管的生理活动又分为 3 个部分：

(1) 食管上端括约肌(UES)的生理活动。食管上端括约肌位于颈 5~7 之间,新生儿位于自鼻孔开始 7~9cm 处,胎儿 32 周时即出现,出生后立即有完善的功能,其长度在新生儿为 0.5~1cm,成人为 2~4cm。该区的主要功能为防止吸气时食管扩张及防止呼气时胃内容物反流,休息时该括约肌关闭。

(2) 食管体部的生理活动。吞咽开始前有短暂吸气停止,食管内压力下降,食物入食管后,食管即向一定方向的收缩蠕动。食物立即向下运行,运行速度在近端为 3cm/s,中段为 5cm/s,远端为 2~5cm/s。食管的收缩蠕动有 3 种类型:①原发蠕动,自咽下开始伴有咽部收缩和食管上段括约肌放松;②继发蠕动,起始于食管被食团或气泡扩张时,咽部或 UES 区无变化,可防止胃内容物反流;③第三蠕动起源于食管体的自发收缩,非生理性蠕动。

(3) 食管下端括约肌(LES)的生理活动。食管下端括约肌是在食管和胃间的一个高压带,其长度随年龄而逐渐增加(<3 个月的婴儿约 1cm,<1 岁为 1.6cm,成人为 2~4cm),食管下端括约肌压力在新生儿时期较高,随年龄增长而下降,其作用主要是能防止胃内容物反流入食管,咽下时即松弛,使液体和食物进入胃。食管下端括约肌的压力由 3 个因素决定:①壁内平滑肌;②神经控制;③激素调节。在静息时由食管壁内平滑肌控制食管下端括约肌的压力。

## 二、胃的解剖和生理特点

**1. 胃的形态和位置** 胃是消化道膨大的部分,形态和大小随着内容物的多少而不同。胃在大体解剖上有两壁、两缘和两口。两壁即胃的前、后壁;两缘即胃大弯、胃小弯,小弯最低处有明显的转角称为角切迹;两口指的是幽门和贲门(图 1-1)。

胃容量在新生儿时为 30~60ml,1~3 个月时为 90~150ml,1 岁时为 250~300ml,5 岁时为 700~850ml,成人约为 2000ml,故年龄越小每天喂养的次数越多。哺乳后不久幽门即开放,胃内容物陆续进入十二指肠,故实际胃容量不受上述容量限制。婴儿胃略呈水平位,当开始行走时其

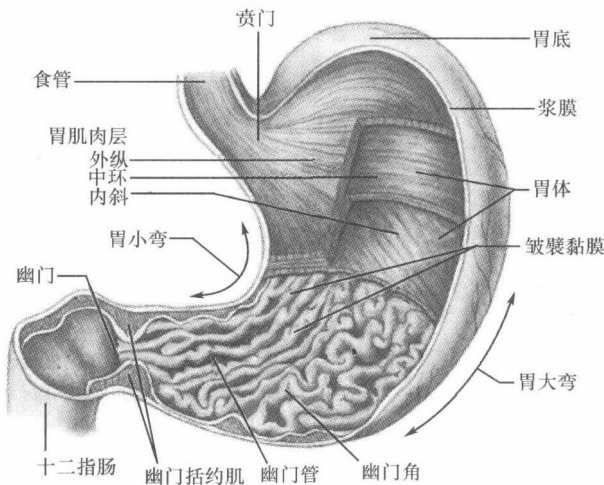


图 1-1 胃大体解剖示意图

位置变为垂直。胃平滑肌发育尚未完善,在充满液体食物后易使胃扩张。由于贲门和胃底部肌张力低,幽门括约肌发育较好,故易发生幽门痉挛而出现呕吐。胃排空时间随食物种类不同而异,稠厚含凝乳块的乳汁排空慢;水的排空时间为 1.5~2 小时,母乳为 2~3 小时,牛乳为 3~4 小时;早产儿胃排空更慢,易发生胃滞留。

**2. 胃的组织结构** 胃壁由内至外分为黏膜层、黏膜下层、肌层和浆膜层,其中黏膜层具有独特的组织学结构。

(1) 黏膜层:黏膜层进一步可以分为上皮层、固有层及黏膜肌层。黏膜表面的上皮凹陷形成胃小凹(gastric pits),每个胃小凹处有 3~5 个胃腺开口。

1) 黏膜上皮:黏膜上皮为单层柱状上皮细胞,与食管的复层鳞状上皮细胞分界明显。在胃小凹底部与胃腺相连。在光镜下,细胞顶部胞质内含有大量黏原颗粒(mucus granule)。PAS 染色呈阳性反应,H-E 染色时不易着色呈透明状。上皮细胞的基本功能是分泌黏液,黏原颗粒是其前体。分泌的黏液覆盖在黏膜表面构成胃黏膜保护屏障,以防止胃酸和蛋白酶的侵蚀。黏膜上皮细胞的更新速度一般为 72 小时,由胃小凹底部和胃腺颈部的未分化细胞来补充。

2) 固有层:含有大量的排列紧密的胃腺。根据所处部位和结构不同分为胃底腺、贲门腺、幽门腺。

A. 胃底腺:广泛分布于胃底和胃体处。为分支管状腺,一般分为 3 段:峡部、颈部和底部。主要由壁细胞、主细胞、颈黏液细胞和内分泌细胞组成(图 1-2)。

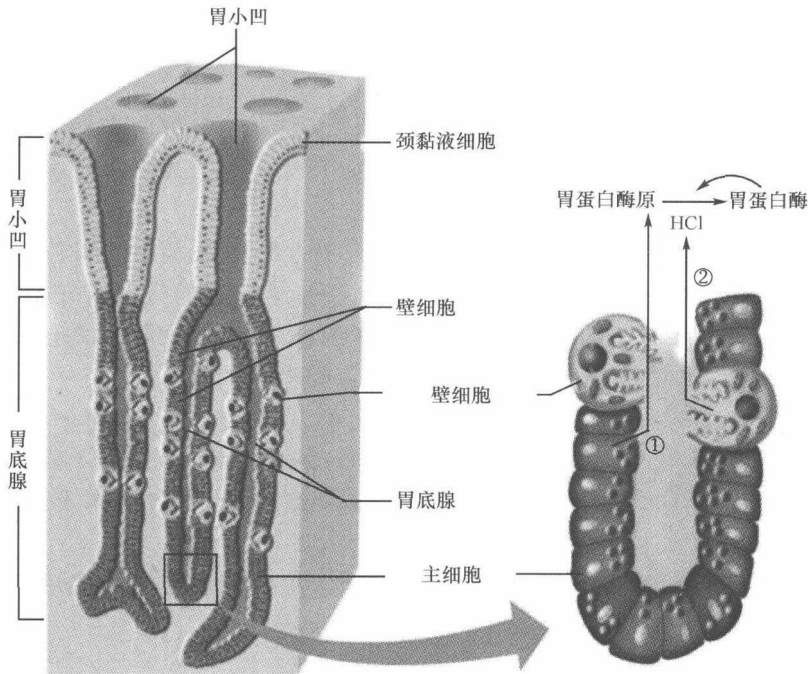


图 1-2 胃腺的组织结构

壁细胞(parietal cell):又称盐酸细胞(oxyntic cell)。主要分布于胃腺的峡部和颈部,其主要功能是合成及分泌盐酸。主细胞(chief cell):又称胃酶细胞(zymogenic cell)。分布于腺体的底部,是生产与分泌胃蛋白酶的场所。颈黏液细胞(neck mucus cell):位于腺体的颈部,其内充满 PAS 染色阳性的黏原颗粒,细胞分泌的黏液含有酸性黏多糖。颈黏液细胞具有再生能力,当胃黏膜受损时可分裂增殖,向上修复表皮,向下形成腺体。内分泌细胞(enteroendocrine cell):分散于腺体内,细胞底部有分泌颗粒,其中内含物由细胞的底面和侧面释放。其作用方式常有 3 种:①经典的内分泌作用;②旁分泌作用(paracrine action);③神经内分泌作用(neuroendocrine action)。



胃肠道激素有两大类。一类是胺类激素,包括 5-羟色胺(serotonin)、组胺(histamine)、多巴胺(dopamine)。另一类是肽类激素,包括促胃液素(gastrin)、生长抑素(somatostatin)、血管活性肠肽(vasoactive intestinal polypeptide, VIP)、胰高血糖素(glucagon)和促胃液素释放肽(gastrin-releasing peptide, GRP)。

有关 APUD 细胞的概念。APUD 特指这样一类内分泌细胞:它们具有能摄取胺前体,将其脱去羧基而变为活性胺的能力,这样的一类细胞统称为 APUD 细胞。近年来又扩大了 APUD 细胞的概念,认为凡是具有分泌肽类和(或)胺类活性物质的内分泌细胞均为 APUD 细胞,它们共同组成了 APUD 系统。

B. 贲门腺:分布于贲门处,食管与胃连接处以下 1~3cm,为分支管状黏液腺,主要为黏液细胞,有少量的壁细胞、主细胞和内分泌细胞。

C. 幽门腺:分布于幽门处,呈单管状或分支管状。有大量 G 细胞。分泌碱性黏液。

3) 黏膜肌层:黏膜肌层由 2~10 层平滑肌纤维构成,每隔一定距离黏膜肌层向黏膜腺体发出少量肌肉纤维,肌纤维收缩有利于腺体分泌物的排出。

(2) 黏膜下层:由疏松的结缔组织构成,内含胶原纤维束、弹力纤维、血管淋巴管和黏膜下神经丛。

(3) 肌层:分为内斜、中环、外纵 3 层肌肉。

(4) 浆膜层:为疏松的结缔组织,内含血管、淋巴管和神经纤维。浆膜与腹膜和网膜相连。

**3. 胃的生理功能** 胃具有以下 3 种功能:储存摄入的食物;将食物进行混合和研磨,形成半液体状的食糜;调节食糜进入十二指肠的速度。早产儿的胃排空较足月儿慢,妊娠 32~39 周的新生儿则能够适应能量密度的增加而降低胃的排空速率,渗透压的变化值在 279~448mmol/L 等的配方奶粉不会改变胃的排空速率。

根据胃的电生理及功能不同,将胃分为两部分。①头区(proximal stomach):包括贲门、胃底及近端胃体的 1/3;②尾区(distal stomach):包括胃体远端的 2/3 和幽门部。

(1) 头区的功能:①储存摄入的食物;②控制液体的排出。头区对固体食物的排空调节几乎不存在。

(2) 尾区的功能:①混合及研磨食物;②控制固体食物的排空。尾区的蠕动与固体食物的排空有直接的关系。

(3) 胃运动的调节

1) 胃平滑肌的电活动:胃平滑肌的静息电位为 55~60mV。在尾区静电位上可以记录到一种自发的缓慢的节律性除极,每分钟 3 次,这种变化称为慢波(slow wave),起自胃大弯的中部向胃远端扩布。在正常情况下下峰电位只在慢波周期中发生,有了动作电位才能触发肌肉的收缩。在头区缺乏峰电位,所以它的运动受自身活动的影响较少,更多地依赖于外来的因素控制。

2) 神经系统对胃运动的调节:通过中枢神经系统和胃壁内神经丛起作用,其传出神经纤维为交感性或副交感性。交感性神经纤维末梢释放去甲肾上腺素,对胃的运动起抑制作用,在正常情况下这种作用较弱。迷走神经(副交感性)纤维末梢分为兴奋性纤维释放乙酰胆碱,加强胃的运动和抑制性纤维释放物可能是嘌呤类或肽类物质,使胃壁扩张。

头区运动主要受迷走神经纤维的调节控制,促使液体排空;而尾区受迷走神经兴奋性纤