

新生儿营养学

Nutrition of the Newborn



第2版

吴圣楣 蔡 威 / 主编



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

新生儿营养学

Nutrition of the Newborn

第2版

主 编 吴圣楣 蔡 威

副主编 朱建幸 张伟利 何振娟 贲晓明

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

新生儿营养学/吴圣楣,蔡威主编. —2版.—北京:
人民卫生出版社,2016

ISBN 978-7-117-22463-5

I. ①新… II. ①吴…②蔡… III. ①新生儿-营
养学 IV. ①R153.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 084512 号

人卫智网 www.ipmph.com 医学教育、学术、考试、健康,
购书智慧智能综合服务平台
人卫官网 www.pmph.com 人卫官方资讯发布平台

版权所有,侵权必究!

新生儿营养学

第 2 版

主 编: 吴圣楣 蔡 威

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 三河市宏达印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 28 插页: 4

字 数: 664 千字

版 次: 2003 年 5 月第 1 版 2016 年 7 月第 2 版

2016 年 7 月第 2 版第 1 次印刷(总第 3 次印刷)

标准书号: ISBN 978-7-117-22463-5/R · 22464

定 价: 86.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)



Nutrition of the Newborn

编者名单(以姓氏笔画为序)

- | | | | |
|-----|---------------------|-----|---------------------|
| 丁溢芳 | 同济大学附属第一妇婴保健院 | 何振娟 | 上海交通大学医学院附属新华医院 |
| 王 丽 | 上海交通大学医学院附属新华医院 | 何稼敏 | 上海市儿科医学研究所 |
| 王 莹 | 上海交通大学医学院附属新华医院 | 余章斌 | 南京医科大学附属南京妇幼保健院 |
| 王晓芳 | 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心 | 张 龙 | 同济大学附属第一妇婴保健院 |
| 贝 菲 | 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心 | 张伟利 | 上海市儿科医学研究所 |
| 印学蕾 | 同济大学附属第一妇婴保健院 | 张会平 | 上海交通大学医学院附属新华医院 |
| 朱天闻 | 上海交通大学医学院附属新华医院 | 张国庆 | 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心 |
| 朱建幸 | 上海交通大学医学院附属新华医院 | 张谦慎 | 南方医科大学附属深圳妇幼保健院 |
| 朱晓东 | 上海交通大学医学院附属新华医院 | 陆 薇 | 上海交通大学医学院附属新华医院 |
| 刘江勤 | 同济大学附属第一妇婴保健院 | 陆丽娜 | 上海交通大学医学院附属新华医院 |
| 刘志伟 | 中国福利会附属国际和平妇幼保健院 | 陈 菲 | 上海交通大学附属上海市儿童医院 |
| 江 帆 | 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心 | 陈 豪 | 上海交通大学附属上海市儿童医院 |
| 汤庆娅 | 上海交通大学医学院附属新华医院 | 陈同辛 | 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心 |
| 阮慧娟 | 上海交通大学医学院附属新华医院 | 陈夏芳 | 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心 |
| 孙川喻 | 上海交通大学医学院附属新华医院 | 周 伟 | 广州市妇女儿童医疗中心 |
| 孙建华 | 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心 | 赵学军 | 上海市儿科医学研究所 客座研究员 |
| 李 菁 | 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心 | 賁晓明 | 同济大学附属第一妇婴保健院 |
| 步 军 | 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心 | 胡雪峰 | 同济大学附属第一妇婴保健院 |
| 肖玲莉 | 同济大学附属第一妇婴保健院 | 洪 莉 | 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心 |
| 吴 江 | 上海交通大学医学院附属新华医院 | 祝 捷 | 上海交通大学医学院营养系 |
| 吴圣楣 | 上海市儿科医学研究所 | 秦 艳 | 同济大学附属第一妇婴保健院 |
| | | 贾 洁 | 上海交通大学医学院营养系 |
| | | 钱林溪 | 上海市儿科医学研究所 |

编者名单

钱继红	上海交通大学医学院附属新华医院	程 锐	南京医科大学附属南京儿童医院
徐 健	上海交通大学医学院附属新华医院	谢恩萍	上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心
殷张华	上海交通大学医学院附属新华医院	雷一慧	上海交通大学医学院附属新华医院
翁梅倩	上海市儿科医学研究所	蔡 威	上海交通大学医学院附属新华医院
郭佳林	同济大学附属第一妇婴保健院	颜伟慧	上海交通大学医学院附属新华医院
陶怡菁	上海交通大学医学院附属新华医院	颜崇淮	上海交通大学医学院附属新华医院
黄龙光	广州市妇女儿童医疗中心	秘 书	敖黎明
黄丽萍	同济大学附属第一妇婴保健院		
韩树萍	南京医科大学附属南京妇幼保健院		

主 编 简 介

吴圣楣:新生儿医学专家、博士生导师、上海交通大学医学院附属新华医院终身教授、上海儿童医学中心和上海市儿科医学研究所顾问。

1984 ~ 1988 年曾任新华医院常务副院长, 1986 ~ 1998 年任上海市儿科医学研究所所长, 自《临床儿科》1983 年创刊至今任主编。曾任上海市围产学会首届主委和名誉主委。为政府特殊津贴获得者。1988 年和 1990 年两次被评为上海市三八红旗手, 2015 年获全国儿科医师协会特别奖, 在围产新生儿研究领域先后获国家卫生计生委、国家教委和上海市科技进步奖等共 10 项。母乳研究项目 2015 年获上海市医学奖, 2016 年获上海市科技进步奖。主编新生儿相关专著如《新生儿医学》、《新生儿营养学》、《儿科治疗矛盾》等七本书。



主 编 简 介



蔡威:医学博士、主任医师、上海交通大学特聘教授、博士生导师。现任上海交通大学副校长、上海市儿科医学研究所所长、上海市小儿外科临床医学中心主任、上海市小儿消化与营养重点实验室主任、上海交通大学医学院营养系主任。

中华医学会肠外肠内营养学分会前任主任委员及儿科学组组长、中华医学会小儿外科学分会副主任委员、中国营养学会医用食品与营养支持学会主任委员;《中华临床营养杂志》、《中华小儿外科杂志》、《临床儿科杂志》、《肠外与肠内营养杂志》、《临床小儿外科杂志》副主编、*World Journal of Pediatrics*、《中华儿科杂志》等杂志编委。

主要研究方向:小儿消化道疾病的合理营养支持治疗。承担和完成省部级或以上课题 12 项,4 项为国家自然科学基金资助课题,1 项为国家“十五”科技攻关计划项目,国家临床重点专科小儿外科负责人。先后以第一完成人获国家科技进步二等奖、国家教育部科技进步二等奖、国家卫生计生委科技进步三等奖、上海市科技进步一等奖等 7 次,国内外发表论文 186 篇,其中 SCI 收入 78 篇。

第2版序言

营养是维持生命与健康的物质基础,人体必须每天从食物中获取所需的各种营养物质,合理的营养素摄入在人类的生命进程和维持生命最佳状态中具有重要作用。

新生儿营养有其特殊的重要性。即提供的营养既要满足维持生命的基本需要,又要满足体格和各脏器最佳生长发育的特殊需求。由于新生儿脏器发育和代谢功能不成熟,因此对其提供的营养素要有相对精确的必要,提供的任何营养素过少或过多均会造成对生长发育和认知能力的不利影响;甚至导致对成年期健康和疾病发生的长期作用,包括对今后发生高血压、肥胖,动脉硬化、胰岛素抵抗等代谢障碍疾病的影响。

与其他人群(包括婴儿和儿童)不同,乳品为新生儿膳食营养的主要来源,因此乳品营养和其中营养素的含量应满足新生儿生长发育的全部需要。人乳含有新生儿所需的最合适比例的营养成分及其数量,是婴儿的天然优质食物。对不能接受母乳喂养的新生儿在提供配方乳时应该以人乳为金标准。

由于新生儿体内的生物转换功能不足,因此他们对必需营养素的需要也有别于儿童和其他人群,包括对必需氨基酸、脂肪酸和维生素所需种类和数量的不同;一些条件必需营养素如长链多不饱和脂肪酸包括 AA、DHA 对新生儿特别是早产儿有更好的促进生长发育作用。另一方面,早产儿消化道发育不成熟带来的肠内营养不耐受的特殊问题,使生后早期通过肠内营养难以摄入足够的营养素,必须通过全部或部分肠外营养才能满足早产儿在出生后一段时期所有营养素的需要。

以上这些无疑是本书的主要内容和特点,特别对中国母乳作了重点陈述。全体作者力图集结当前最佳证据、合适的规范以及他们的临床经验和学识反映在全书各章节,也作为对读者们的点滴贡献。

目前营养学已成为临床医学的重要内容和基础,新生儿营养学更是新生儿医学中的重要部分,新生儿临床营养支持也已成为和新生儿生存质量及预后紧密相关的重要技术。随着营养与新生儿生长发育和疾病愈合及其预后相关证据的不断增多和更新,必定会带来对临床营养支持理念和技术应用的不断改变和进步。

朱建幸

上海交通大学医学院附属新华医院新生儿科主任

中华围产学会主任委员

2016年5月

第2版前言

距第1版至今已有12年,新生儿营养领域研究成果较多,再版努力综述国内外相关研究的最新进展。

由于对新生儿营养研究的深入,形成了一些新的理念,正在广泛讨论中,如胎内营养与胎源性疾病、低体重儿及早产儿追赶生长达标时间界定、生命早期营养不足与成年期疾病、生命早期营养过剩与成年期疾病……凡此种种正相互交叉并相互补充,因此,涉及人类生命早期的研究,不仅需要深入,而且期待开创新生儿营养研究的新时代。

较第1版,第2版用较多篇幅来论述母乳及母乳喂养,作者们认为母乳是新生儿、婴幼儿最佳营养源,母乳具有强大免疫力。再版不仅介绍了国内外母乳喂养相关研究进展,而且提供了中国母乳研究的部分结果数据,虽然尚在浅简阶段,但不失为抛砖引玉之举。

目前国内临床医师获得的关于新生儿营养的专著诚然不少,但多为国外专著的译作。本书力求基于国内的研究结果和临床数据,以更好地适合我国新生儿儿科医师的临床应用。

谨记婴童强则中国强,为圆中国梦,全体作者愿为此伟大事业,尽一份绵薄之力。本书出版之际,恳切希望广大读者在阅读过程中不吝赐教,欢迎发送邮件至邮箱 renweifuer@pmph.com,或扫描封底二维码,关注“人卫儿科”,对我们的工作予以批评指正,以期再版修订时进一步完善,更好地为大家服务。

吴圣楣

2016年5月

第 1 版前言

随着医学新技术的进步,新生儿复苏与生命支持技术有了较大的发展。持续生命体征监护、机械通气、肺表面活性物质应用、一氧化氮吸入治疗等新技术使越来越多的高危新生儿,尤其是早产儿、极低出生体重儿得以存活。在所有新生儿顺利康复和健康成长过程中,合理营养支持为之提供了动力源泉,并为其今后的生长发育提供了基础。因此,新生儿营养学是现代新生儿学的重要组成部分。鉴于目前国内缺乏该领域专业参考书,我们组织有关专家,参照国外有关新生儿营养学的专业参考书和研究进展,并结合自己的研究成果和临床体会,编写了这本《新生儿营养学》。

《新生儿营养学》全面论述了营养在胎儿与新生儿生长发育过程中重要作用,重点介绍了胎儿与新生儿各种营养素代谢特点及其相关的临床问题,并对新生儿胃肠道功能发育、新生儿肠道内营养、新生儿肠道外营养及其危重新生儿营养支持作了较为翔实的阐述。同时,本书对目前新生儿营养学研究的热点问题,如营养素与体格生长调节、营养素与神经发育调节、营养与免疫等作了较为翔实的综述。本书提供的信息经过精心组织和撰写,既可作为教科书,也可作为学生、科研人员和临床医生的专业参考书。

在此书的完成过程中,我们经历了各种各样的喜悦与挫折,我们对所有作者的无私奉献和出色工作,表示衷心的感谢,对上海第二医科大学附属新华医院、上海儿童医学中心、上海市儿科学研究所、南京医科大学附属南京儿童医院的大力支持表示深深的敬意。

由于《新生儿营养学》在国内为首版,不足之处在所难免,敬请指正,以便再版时修改。

吴圣楣

2003 年 1 月

目 录

第一章 早期营养及生长发育中的程序化	1
第二章 胎儿生长与营养	7
第一节 胎儿宫内生长	7
第二节 胎盘功能与胎儿营养	14
第三节 胎儿营养代谢	22
第四节 胎儿生长受限	39
第五节 宫内生长过度	43
第三章 新生儿生长与营养	46
第一节 新生儿体格生长	46
第二节 新生儿体格生长调节	54
第三节 新生儿脑的发育	66
第四节 新生儿营养评价	68
第四章 新生儿能量代谢	79
第五章 新生儿糖代谢与功能	86
第一节 糖的功能	86
第二节 新生儿糖代谢和调节	90
第三节 细胞糖的转运	97
第四节 新生儿低血糖	106
第五节 新生儿高血糖	113
第六章 新生儿脂质代谢与功能	119
第一节 新生儿脂质供能	119
第二节 新生儿棕色脂肪发育与功能	120
第三节 长链多不饱和脂肪酸及其功能	122
第四节 疾病状态下新生儿脂质代谢的特点	124

第七章 新生儿蛋白质代谢与功能..... 127

第一节 蛋白质与氨基酸作用..... 127

第二节 蛋白质与氨基酸营养评价..... 128

第三节 特殊氨基酸代谢与功能..... 130

第四节 先天性氨基酸代谢异常..... 135

第八章 新生儿水和电解质平衡..... 138

第一节 新生儿体液平衡..... 138

第二节 新生儿钙、磷、镁代谢..... 144

第三节 新生儿低钙血症..... 149

第四节 新生儿佝偻病..... 152

第九章 新生儿维生素代谢与功能..... 155

第一节 水溶性维生素..... 155

第二节 脂溶性维生素..... 162

第十章 新生儿微量元素代谢与功能..... 169

第一节 新生儿铁代谢与功能..... 170

第二节 新生儿锌代谢与功能..... 175

第三节 新生儿铜代谢与功能..... 181

第四节 新生儿硒代谢与功能..... 185

第五节 新生儿铬代谢与功能..... 187

第六节 新生儿碘代谢与功能..... 189

第七节 新生儿其他微量元素代谢与功能..... 192

第十一章 新生儿胃肠道功能发育..... 197

第一节 新生儿胃肠道解剖特点..... 197

第二节 新生儿胃肠道运动..... 198

第三节 新生儿胰腺外分泌功能..... 205

第四节 新生儿肝脏的营养功能..... 207

第五节 新生儿胃肠道消化与吸收功能..... 210

第六节 新生儿胃肠道内分泌功能..... 214

第七节 新生儿肠道免疫功能..... 221

第八节 新生儿肠道微生态与营养免疫..... 225

第九节 营养与新生儿消化道发育..... 233

第十二章 母乳的成分与功能..... 239

第一节 母乳概述..... 239

第二节	母乳中的蛋白质和游离氨基酸·····	248
第三节	母乳中的脂肪·····	257
第四节	母乳中的碳水化合物·····	259
第五节	母乳中的细胞·····	263
第六节	母乳中生物活性因子·····	266
第七节	母乳中维生素和微量元素·····	313
第八节	母乳喂养的益处与禁忌证·····	315
第九节	母乳污染的预防·····	322
第十节	母乳喂养降低乳腺癌发生的风险·····	326
第十三章	母乳喂养·····	330
第一节	母乳喂养与母婴健康·····	330
第二节	母乳喂养指南·····	333
第三节	泌乳生理学·····	336
第四节	母乳采集、保存和处理·····	343
第五节	早产儿母乳喂养·····	346
第六节	母乳库的建立和运行·····	356
第十四章	配方奶及特殊配方奶·····	363
第一节	配方奶种类及其组成原则·····	363
第二节	各种配方奶的营养成分和特点·····	366
第三节	婴儿特殊配方奶·····	369
第十五章	早产儿营养策略与实践·····	372
第一节	早产儿营养需求的特点·····	372
第二节	早产儿喂养过程所涉及的主要因素·····	374
第三节	早产儿的营养策略·····	377
第十六章	新生儿营养支持·····	381
第一节	早产儿及低体重儿营养支持·····	381
第二节	机械通气新生儿营养支持·····	388
第三节	先天性心脏病新生儿营养支持·····	391
第四节	坏死性小肠结肠炎新生儿营养支持·····	393
第五节	遗传代谢性疾病新生儿营养支持·····	398
第六节	短肠综合征新生儿营养支持·····	408
第七节	围术期的营养支持·····	414
第八节	新生儿肠内营养的管饲途径·····	418

附录..... 421

 附录一 营养支持管理..... 421

 附录二 中国新生儿营养支持临床应用指南..... 429

后记..... 440

早期营养及生长发育中的程序化

生命早期(一般指胎儿期和婴儿期)是生长发育的关键时期,这一时期正是机体各组织器官形成、发育及逐渐成熟的时期,环境因素对该时期有很大的影响。其中营养是一种重要的环境因素,胎儿期及婴儿期的营养状况不仅对当时的生长发育有重要影响,而且对成年后的健康状况也有重要影响。

一、营养程序化定义与概念的起源与发展

1990 年代,英国环境流行病学专家 Barker 首先提出了冠心病、糖尿病等成人疾病的胎儿起源(Fetal Origins of Adult Disease, FOAD)假说,FOAD 假说认为胎儿在宫内对不良因素的反应使胎儿的自身代谢和相关器官的组织结构发生适应性调节,如果这种不良因素(如营养不良)不能得到及时纠正,这种适应性调节将导致包括血管、胰腺、肝脏和肺脏等机体组织和器官在代谢机制上发生永久性改变,进而演变为造成部分成人期疾病的一种基础。后来的研究发现,在新生儿出生后的一段时期内,也存在类似对环境变化和不利因素特别是营养性损害的敏感时期。由 Lucas 最早提出的“营养程序化”(nutritional programming)的概念进一步诠释了上述现象,即在生命早期(胎儿期及出生后早期),机体为了适应环境中营养性损害的刺激,在细胞和分子水平上发生相应的调控性

改变,产生适应性的克隆选择或带分化功能的母细胞增殖。在损害性刺激消失后,这些改变依然长期存在,从而使组织细胞数量或比例发生永久性的改变。继 Lucas 之后, Ozanne SE 等提出了“代谢程序化”(metabolic programming)的概念^[3],即生后早期机体为了适应环境中的不良营养状况产生包括胰岛结构和内分泌功能的改变,同时产生靶器官对这些内分泌激素的敏感性下降,并可持续至成年期,造成患某些疾病的易感性增加,如 2 型糖尿病;提示代谢轴的营养程序化在生后早期即开始了。进入 21 世纪后,国际上进一步提出了“健康和疾病的发育起源”(The Developmental origins of Health and Disease, DoHaD)假说并成立了相关组织^[1]。DoHaD 进一步完善了 FOAD 和代谢程序化的假说性理论,比较完整地提出了人类在发育过程的早期(包括胎儿、婴儿以及儿童时期)经历不良因素(如子宫胎盘功能不良、营养不良等),将影响成年人糖尿病、心血管疾病、哮喘、肿瘤、骨质疏松、神经精神等疾病的发生发展。DoHaD 学说延伸和拓展了胎儿起源学说,把早期发育的关键时期从宫内(胚胎期)延伸到宫外,疾病范围从糖尿病、心血管等代谢综合征相关性疾病拓展到神经、精神性疾病甚至药理学领域,而影响因素则从单纯的营养剥夺或营养不良扩大到其他不良刺激甚至行为和精神因素。

二、营养程序化对长期健康影响的现象

许多学者已从动物实验和临床研究两个方面分别证实了胎儿期、新生儿期和婴儿早期的营养状况与以后的生长发育和成年时某些疾病的关系。营养对生长发育和疾病的程序化不仅表现在早期营养对远期生长发育结果的影响,而且也有证据表明这种程序化与成年后的许多疾病的发生密切相关。

(一) 程序化对宫内胎儿的影响

宫内营养是胎儿生长发育的重要调控因素。胎儿营养供给链的各个环节受到干扰可直接导致胎儿生长受限的发生。然而,母体的营养变化并不总是导致胎儿的生长发育发生改变,也可在不影响胎儿出生体格的情况下对后代健康产生影响^[2]。许多研究表明,发生宫内营养不良时,其影响可由于营养素缺乏的时机、严重程度和持续时间的不同而有所不同。围产期营养不良不仅可以改变胎儿的生长轨迹、代谢和内分泌,其中的一些变化会持续到出生以后,从而对子代的健康产生长期影响^[3]。孕母的营养还会影响胚胎和胎儿发育所处的糖皮质激素环境,继而影响子代下丘脑-垂体-肾上腺轴的发育,例如,围产期出现营养不良之后,胎儿胰腺成熟便会加速,这与成年期糖耐量的受损有关,并且也可以解释孕母的营养对子代日后在成年期产生对健康的不良影响。

临床流行病学研究同样显示,母体妊娠前或妊娠期间的营养不足(全面饮食限制、低蛋白饮食)和营养过剩(肥胖、高脂肪饮食)对其子代产生不良影响。经典研究来源于荷兰饥荒年代出生人群的队列研究(Dutch Famine Birth Cohort Study)^[4],该研究发现,母亲在妊娠早期营养摄入不足者较中、晚期营养摄入不足者所生子代发生冠心病的风险明显增加;高血脂和肥胖的发生率较高;冠心病患者的出生体重较低,头围较小;早、中期

营养摄入不足者所生子代发生阻塞性肺疾患较多;晚期营养摄入不足者所生子代发生糖耐量减低较多等,均表明母亲孕期的营养状况对子代后续健康的直接影响。另有临床资料研究显示,妊娠期间母体的维生素 B₁₂ 和(或)叶酸的摄入不足状态与子代发生胰岛素抵抗及儿童肥胖密切相关^[5]。

(二) 程序化对出生新生儿的影响

婴儿出生后,其体重的增加速率和生长发育状况对自身的智力和健康产生长期的影响。

Patel 和 Srinivasan 用动物实验模型阐明了生后不同营养状况对成年表型和健康的影响及其程度^[6]。例如,哺乳期的短暂营养过剩会引起下丘脑能量代谢环路发生变化,使其在后期易患肥胖症。在这种肥胖的发生机制中,除热量摄取增加之外,摄入食物成分的变化(例如:高碳水化合物饮食但不增加总热量摄入)也会影响胰腺和下丘脑的相关基因表达增加个体发生肥胖症的易感性。该研究的一项意外发现是,用高碳水化合物喂养的雌鼠其后代也出现体重增加的现象,表明后天获得的表型会自发地转移给下一代,尤其是通过哺乳期过度喂养而获得的表型。Vickers 等比较了两组大鼠在断奶后分别给予高能量饮食和限制饮食后所产生的影响:即由于母亲妊娠期营养不良而导致的 IUGR 大鼠组与对照组。研究表明,IUGR 大鼠成年期的收缩压和空腹血浆胰岛素水平明显高于对照组。与喂养常规膳食的 IUGR 大鼠相比,喂养高能量膳食的 IUGR 大鼠的这种结果则更为严重。从这项研究中可以得出以下结论:即出生后的高能量营养可能放大了胎儿期营养不良所引起的代谢异常。这些动物模型的研究结果提示健康婴儿生后最初几个月的喂养方式可能影响其将来对某些疾病的患病风险。这些动物研究的结果提供了生命早期的营养质量和数量对个体在日后的生长发育和患病风险方面作用的证据。