



普通高等教育“十三五”规划教材
全国高等医药院校规划教材

供食品卫生与营养学专业使用

特殊人群营养学

主编 蔡美琴



科学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

全国高等医药院校规划教材

供食品卫生与营养学专业使用

特殊人群营养学

主 编 蔡美琴

副主编 孙桂菊 汪之頔 张玉梅

编 委 (按姓氏笔画排序)

于 燕 西安交通大学

刘 霞 上海中医药大学

孙晓红 贵阳医科大学

汪之頔 南京医科大学

张雅莉 上海中医药大学

胡斌丽 遵义医学院

唐咏梅 华北理工大学

蔡美琴 上海交通大学

毛丽梅 南方医科大学

孙桂菊 东南大学

杨年红 华中科技大学

张玉梅 北京大学

单毓娟 哈尔滨工业大学

顾 峻 上海健康医学院

黄珍茹 上海交通大学

戴秋萍 同济大学

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

特殊人群营养学研究处于特殊生理阶段、特殊生活、工作环境和特殊职业人群的代谢特点、营养需要和膳食保障。

全书内容分为两篇：第一篇介绍孕妇、乳母、婴幼儿、学龄儿童及中老年营养，探讨整个生命周期中人体对能量和各种营养素的需要、常见营养问题及对策，并介绍了最新公布的各类人群膳食指南及食谱举例；第二篇介绍在不同生活、工作环境下对营养的特殊需求，如何科学地选择食物和调配膳食以保证合理营养、促进健康。本书编写者大多从事本专业工作多年，有丰富的教学和实践经验，编写中力求在内容上及时反映现代营养科学的新动向，将基础研究与实际应用紧密结合。

本书既可供医科、食品卫生与营养学、食品科学与工程类专业本科生作为学习营养学的基础教材，也可供临床医师、营养师、配膳师以及从事保健和食品行业的工作人员作为参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

特殊人群营养学 / 蔡美琴主编. —北京: 科学出版社, 2017.2

普通高等教育“十三五”规划教材·全国高等医药院校规划教材

ISBN 978-7-03-050991-8

I. ①特… II. ①蔡… III. ①营养学—医学院校—教材 IV. ①R151

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 296267 号

责任编辑: 李国红 周 园 / 责任校对: 李 影

责任印制: 赵 博 / 封面设计: 范 唯

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>

三河市宏图印务有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 2 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017 年 2 月第一次印刷 印张: 17

字数: 399 000

定价: 55.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

普通高等教育“十三五”规划教材
全国高等医药院校规划教材

食品卫生与营养学专家委员会

主任委员 张立实 四川大学华西公共卫生学院

副主任委员 (按姓氏笔画排序)

刘烈刚 华中科技大学同济医学院

胡华强 中国科技出版传媒股份有限公司

凌文华 中山大学

糜漫天 第三军医大学

委 员 (按姓氏笔画排序)

于 燕 西安交通大学

马玉霞 河北医科大学

王 玉 兰州大学

毛丽梅 南方医科大学

厉曙光 复旦大学

吕全军 郑州大学

孙桂菊 东南大学

孙晓红 贵州医科大学

李 云 四川大学华西公共卫生学院

肖 荣 首都医科大学

汪之琰 南京医科大学

张玉梅 北京大学

赵秀娟 哈尔滨医科大学

贾 红 西南医科大学

殷建忠 昆明医科大学

曾 果 四川大学华西公共卫生学院

蔡美琴 上海交通大学医学院

前 言

营养关系到每个人的健康和寿命，特殊人群营养学主要研究处于特殊生理阶段、特殊生活及工作环境和特殊职业人群的代谢特点、营养需要和膳食保障。重视特殊人群营养学的研究是为了适应 21 世纪疾病模式的转化、落实以防病为主的治疗思想的需要，也是提高人体对特殊生活、工作环境的适应能力，提高劳动效率的需要。由于这些特殊人群的生理代谢特点、营养需要不同于一般正常人群，他们是需要重点关注、重点保护的人群。

为了适应营养学科的发展，满足营养专业教学及营养师社区实习的需要，我们组织专家潜心编写了这本《特殊人群营养学》。本书既可供医科、食品卫生与营养学专业本科生作为学习营养的基础教材使用，也可供临床医师、营养师、配膳师及从事保健和食品行业的工作人员用作参考书。参与编写者大多从事本专业多年，有丰富的教学和实践经验，所写的内容来源于他们最熟悉和最有经验的工作。本书收集的资料力求全面，在内容上及时反映现代营养科学的新动向，并使基础与实际应用紧密结合，便于实践操作。

本书内容共分两篇：第一篇是特殊生理人群营养，主要介绍孕妇、乳母、婴幼儿、学龄儿童及中老年营养，讨论整个生命周期人体对能量和各种营养素的需要、常见营养问题及对策；并介绍了最新公布的各类人群膳食指南及食谱举例。第二篇是特殊生活或工作环境人群营养及特殊职业人群营养，讲述在不同生活、工作环境下对营养的特殊需求；如何科学地选择食物和调配膳食以保证合理营养。书末附有最新发布的中国居民膳食营养素参考摄入量和中国居民膳食指南等。

在如此浩瀚的营养学领域中，我们的学术水平和实践体会仍较肤浅，希望使用本书的同行、读者将意见、建议反馈给我们，以便改进。

科学出版社的编辑同志对本书的审稿、编排和出版给予了大力支持，上海交通大学对本书的出版也给予了支持和帮助，我们在此顺表衷心的感谢。

蔡美琴

上海交通大学医学院营养系

2016 年 10 月 10 日

目 录

第一篇 特殊生理人群营养

第一章 孕妇营养	1	四、母乳喂养的益处	32
第一节 孕期生理特点	1	第二节 乳母的营养需要	33
一、内分泌和代谢	1	一、能量	33
二、消化系统	2	二、宏量营养素	33
三、血容量与血液成分	2	三、微量营养素	34
四、泌尿系统	2	四、水分	35
五、循环系统	2	第三节 乳母的合理膳食	35
六、呼吸系统	2	一、分娩期营养与膳食要点	35
七、体重增长及体成分	3	二、产褥期营养与膳食要点	36
第二节 孕期营养的重要性	3	三、乳母膳食指南及食谱编制原则	36
一、孕期营养不良对母体健康的影响	3	第四节 乳母常见营养问题	38
二、孕期营养不良对胎儿和婴儿健康的影响	4	一、乳汁不足	38
第三节 孕期营养需要	6	二、能量失衡与体重超标	39
一、能量	6	第三章 婴幼儿营养	41
二、宏量营养素	6	第一节 婴幼儿生长发育特点	41
三、微量营养素	8	一、体格发育	41
第四节 孕期的合理膳食	12	二、消化系统发育	42
一、备孕期、妊娠期膳食指南	12	三、脑和神经系统发育	44
二、妊娠早、中、晚期的食谱编制原则	15	第二节 婴幼儿营养需要	44
第五节 孕期常见的营养问题	18	一、能量	45
一、妊娠性呕吐	18	二、宏量营养素	45
二、妊娠高血压综合征	18	三、微量营养素	46
三、妊娠期糖尿病	19	四、水和膳食纤维	49
四、营养性贫血	20	五、婴儿营养对后续健康的影响	50
五、骨质软化症	21	第三节 婴儿喂养	51
第二章 乳母营养	24	一、婴儿喂养方式	51
第一节 营养与泌乳	24	二、婴儿辅助食品	56
一、泌乳生理及影响泌乳的因素	24	三、婴幼儿喂养指南	57
二、乳母营养的重要性	26	四、特殊情况下婴幼儿喂养	60
三、人乳的成分	27	第四节 学龄前儿童膳食	63
		一、膳食指南及食谱编制原则	64
		二、饮食行为	66

三、托幼机构儿童的膳食管理	68	第二节 中老年人的生理特点	99
四、常见营养问题	70	一、形体变化	99
第四章 学龄儿童营养	74	二、代谢降低	100
第一节 学龄儿童生理特点	74	三、体成分改变	100
一、小学学龄期儿童生理特点	74	四、细胞和器官功能改变	100
二、中学学龄期儿童生理特点	77	五、免疫功能下降	101
第二节 学龄儿童营养需要	79	第三节 中老年人的营养需要	101
一、能量	79	一、能量	101
二、宏量营养素	80	二、宏量营养素	101
三、微量营养素	81	三、微量营养素	102
四、其他膳食成分	83	四、其他膳食成分	104
第三节 学龄儿童的膳食	84	第四节 中老年人的合理膳食	105
一、膳食指南与食谱编制原则	84	一、膳食指南与食谱编制原则	105
二、学校课间餐和午餐	89	二、膳食行为与烹调对营养的 影响	105
三、迎考前和考试期间的饮食	93	第五节 中老年人常见的营养问题	106
第五章 中老年营养	96	一、能量失衡	106
第一节 概述	96	二、微量营养素不足	110
一、人体衰老学说	96	三、肌肉衰减综合征	112
二、膳食因素与衰老	98	四、其他常见的营养问题	115
三、膳食因素与脂质过氧化	99		

第二篇 特殊生活或工作环境人群营养

第六章 特殊生活或工作环境人群 营养	120	第一节 营养素与化学毒物的关系	135
第一节 高温环境人群营养	120	一、化学毒物代谢解毒的途径	135
一、高温环境下人体代谢特点	121	二、营养素对毒物代谢的影响	136
二、高温环境下人体的营养需要	126	三、毒物对营养素代谢的影响	140
三、高温环境下人体的膳食原则	127	四、具有解毒作用的其他食物 成分	141
第二节 低温环境人体的营养需要	128	第二节 铅作业人员的营养	143
一、低温环境下人体生理及代谢 变化	128	一、铅中毒患者的营养代谢特点	143
二、低温环境下人体的营养需要	129	二、铅作业人员的膳食原则	145
第三节 高原地区人群营养	130	第三节 汞作业人员的营养	145
一、高原环境特点	130	一、汞中毒患者的营养代谢特点	145
二、高原环境对人体的影响	131	二、汞作业人员的膳食原则	148
三、高原环境下人体的营养需要	132	第四节 苯作业人员营养	148
第七章 接触有毒化学物质作业人群的 营养	135	一、苯中毒患者的营养代谢特点	148
		二、苯作业人员的膳食原则	149
		第五节 镉作业人员营养	150

一、镉中毒患者的营养代谢特点···	150	第六节 潜水人员营养·····	195
二、镉作业人员的膳食原则·····	153	一、潜水作业特点·····	195
第八章 接触有害物理因素人员的		二、潜水作业对人体营养素代谢的	
营养·····	155	影响·····	197
第一节 矿工营养·····	155	三、潜水员的营养需要·····	199
一、矿工作业环境特点·····	155	四、潜水员的膳食原则·····	200
二、矿工作业环境对人体营养		五、减压病的预防·····	201
代谢的影响·····	156	第七节 低照度作业人员营养·····	201
三、矿工的营养需求·····	160	一、低照度环境特点·····	201
四、矿工的膳食原则·····	163	二、低照度环境人体营养代谢	
第二节 接触微波和电离辐射人员		特点·····	202
的营养·····	164	三、低照度作业人员的营养需要···	207
一、微波对健康的影响·····	164	四、低照度作业人员的营养保障···	208
二、微波作业人员的营养需要···	165	第九章 运动员营养·····	212
三、电离辐射对人体代谢和健康		第一节 不同运动项目的特点·····	212
的影响·····	166	一、耐力型运动项目的特点·····	212
四、接触电离辐射人员的营养		二、力量型运动项目的特点·····	213
需要·····	169	三、灵敏、技巧型运动项目的	
第三节 飞行员营养·····	171	特点·····	214
一、高空飞行环境对人体消化功能		四、球类运动项目的特点·····	214
的影响·····	171	第二节 不同项群运动员的代谢与	
二、飞行对营养代谢的影响·····	172	营养需要·····	215
三、飞行员的营养需要·····	174	一、能量代谢与需要·····	215
四、飞行员的营养保障·····	177	二、碳水化合物代谢与需要·····	217
第四节 宇航员营养·····	179	三、蛋白质代谢与需要·····	219
一、航天作业环境特点·····	180	四、脂肪代谢与需要·····	221
二、航天作业对人体生理功能的		五、维生素代谢与需要·····	222
影响·····	180	六、水、矿物质代谢与需要·····	224
三、航天作业对营养代谢的影响···	182	第三节 运动能力的营养学影响	
四、宇航员的营养需要·····	184	因素·····	226
五、宇航员的营养保障·····	187	一、与运动能力下降有关的营养	
第五节 航海人员营养·····	189	因素·····	227
一、航海环境特点·····	189	二、提高运动能力的营养措施···	227
二、航海作业对营养代谢的影响···	190	第四节 比赛期的营养与膳食·····	232
三、航海人员的营养需要·····	191	一、赛前调整期的营养与膳食···	232
四、航海食品·····	193	二、比赛期的营养与膳食·····	232
五、航海人员的营养保障·····	194	第五节 运动员的体重管理·····	235
		一、运动员的适宜体重·····	235

二、运动员减体重期的营养与 膳食.....	235	一、合理选择食物.....	236
第六节 不同项群运动员的食谱编 制原则及举例.....	236	二、不同项群运动员的膳食要求和 食谱举例.....	237
附录 1 中国居民膳食宝塔和膳食指南（2016）.....	241		
附录 2 中国居民膳食营养素参考摄入量（2013 版）.....	253		
中英文名词对照索引.....	258		

第一篇 特殊生理人群营养

生命周期是一个连续的过程，处于特殊生理阶段的人群包括孕妇、乳母、婴幼儿、学龄前和学龄期儿童、中老年人；这些特殊人群的生理代谢特点、营养需要不同于一般正常人群，是营养研究重点关注的目标人群。

第一章 孕妇营养

孕妇是处于妊娠特定生理状态下的人群，妊娠过程中，孕妇生殖器官的发育及胎儿生长发育均需要额外的能量和营养素。妊娠期合理营养不仅是胎儿生长发育的重要保障，而且有助于预防妊娠期贫血、妊娠期糖尿病等妊娠并发症，对母婴健康均有重要意义。

第一节 孕期生理特点

妊娠是人体的正常生理过程，机体变化复杂且配合协调。在这一过程中，母体不仅要维持自身营养代谢平衡，而且要为胎儿生长发育提供良好的生长环境和全面的营养需要。因此，母体全身各系统会产生一系列的适应性变化。

一、内分泌和代谢

为了适应胎儿发育的需要，妊娠期母体内分泌系统发生一系列生理变化。受精卵形成及胚泡着床后，人绒毛膜促性腺激素（human chorionic gonadotropin, hCG）分泌逐渐增多，至妊娠 8~10 周达高峰。hCG 促进胚泡的生长和胎盘的生成，至妊娠 10 周时，妊娠黄体退化，胎盘逐渐形成并分泌雌激素（estrogen）、孕激素（progesterone）、人绒毛膜生长素（human chorionic somatomammotropin, HCS）、人绒毛膜促甲状腺素（thyroid stimulating hormone, TSH）、促肾上腺皮质激素（adreno corticotropic hormone, ACTH）等。妊娠期黄体 and 胎盘分泌大量的雌激素和孕激素，通过下丘脑和腺垂体的负反馈作用，抑制卵泡刺激素（follicle-stimulating hormone, FSH）和黄体生成素（luteinizing hormone, LH）分泌，而催乳素（prolactin, PRL）、TSH、ACTH 分泌增加，使甲状腺、肾上腺代偿性增大，分泌增多，但分泌的激素多与血浆蛋白结合，一般不出现功能亢进的表现。

妊娠中期开始，基础代谢率逐渐增高，至妊娠晚期增高 15%~20%。妊娠期胰岛素分泌增加，胎盘分泌的胰岛素酶及激素拮抗胰岛素的作用，使其相对不足，孕妇空腹血糖略低，餐后血糖高、胰岛素高，有利于胎儿葡萄糖的供给。妊娠期糖代谢的变化可诱发妊娠期糖尿病。

二、消化系统

妊娠早期受孕激素等分泌增加的影响, 消化系统功能发生一系列变化。孕激素使平滑肌张力降低、肌肉松弛, 蠕动减慢, 胃肠道活动减弱, 消化液分泌减少, 胃排空及食物在肠道中停留的时间延长, 易出现上腹部饱胀感、消化不良和便秘。胃贲门括约肌松弛, 胃内酸性内容物可逆流至食管下部产生“烧灼感”或引起反胃、呕吐等“早孕反应”; 妊娠期胆囊排空时间延长, 胆汁稍黏稠, 使胆汁淤积, 易诱发胆囊炎及胆石症。直肠静脉压增高, 孕妇易发生痔疮或加重原有的痔疮。受雌激素的影响, 孕妇齿龈肥厚, 容易充血、水肿。

三、血容量与血液成分

孕妇的血容量于妊娠 6~8 周开始增加, 32~34 周达高峰, 共增加 40%~45%, 约 1450ml, 其中血浆平均增加 1000ml, 红细胞平均增加 450ml, 血浆量的增加多于红细胞的增加, 出现生理性的血液稀释。血液稀释使红细胞计数、血红蛋白、血细胞比容、血浆蛋白都比非妊娠时明显下降。血容量的增加有利于满足增大的子宫对血容量的需要, 有利于胎儿在母体处于不同体位时均能得到足够的血液供应, 也有利于减少因分娩时大量失血对母体产生的不利影响。

四、泌尿系统

因血容量和心输出量的增加, 妊娠期肾脏血流量 (renal plasma flow, RPF) 和肾小球滤过率 (glomerular filtration rate, GFR) 显著增加。与非妊娠时相比, RPF 约增加 35%, GFR 约增加 50%, 由此导致代谢产物尿素、肌酐等排泄增加, 其血清浓度低于非妊娠期。RPF 与 GFR 均受体位影响, 孕妇仰卧位时尿量增加, 故夜尿量多于日尿量。妊娠期 GFR 增加, 但肾小管对葡萄糖重吸收能力未相应增加, 因此, 约 15% 的孕妇餐后可出现妊娠期生理性尿糖。

受孕激素的影响, 泌尿系统平滑肌松弛, 蠕动减弱, 尿流变缓, 加之子宫的压迫, 孕妇易患急性肾盂肾炎。由于增大的子宫对腹腔脏器的挤压, 妊娠期间易出现尿频甚至尿失禁。

五、循环系统

妊娠期心输出量增加, 多数器官的血流量均有增加, 尤其肾脏的血流量增加最为明显, 子宫其次。尽管妊娠期血容量和心输出量均增加, 但因孕激素和雌激素舒张外周血管, 妊娠早期及中期血压仍正常或偏低, 妊娠 24~26 周后血压轻度升高。

六、呼吸系统

妊娠中晚期, 由于逐渐增大的子宫对膈肌的压迫, 胸腔的上下径缩短, 胸廓横径及前后径加宽使周径增大, 胸腔总体积变化不大, 肺活量不受影响。孕妇耗氧量于妊娠中期增加 10%~20%, 肺通气量约增加 40%, 有过度通气现象, 有利于供给孕妇及胎儿所需的氧, 排出胎儿血液中的二氧化碳。妊娠晚期子宫增大, 膈肌活动幅度减小, 胸廓活动加大, 以胸式呼吸为主, 气体交换保持不变。妊娠期呼吸次数变化不大, 每分钟不超过 20 次, 但

呼吸深度较大。

七、体重增长及体成分

妊娠期最明显的变化是体重的增加，妊娠期体重适宜增长对保证胎儿正常生长发育、保护母体的健康均有重要意义。

妊娠期体重的增加包括两大部分：一是妊娠的产物，包括胎儿（约 3.5kg）、胎盘（0.5kg）和羊水（1.0kg）；二是母体组织的生长，包括血液和细胞外液的增加（1.5kg）、子宫和乳房（1.5kg）的发育及母体为泌乳而储备的脂肪和其他营养物质。其中胎儿、胎盘、羊水、增加的血容量及增大的乳腺和子宫是必要性体重增加，为 6~7.5kg。妊娠过程中，体重增长并不是匀速直线上升的，一般妊娠早期体重变化不大，早孕反应严重者还会有所减轻，自妊娠中期开始，体重明显增加，妊娠中、晚期每月增长 1.5~2.0kg。

妊娠前体重或 BMI 在正常范围的孕妇妊娠期体重平均增长约 12.5kg，妊娠前较瘦的妇女妊娠期体重增长较多，妊娠前超重或肥胖者妊娠期增重相对较少。

妊娠期身体变化个体差异最大的部分是孕妇身体脂肪的增加，体重增长适宜的孕妇妊娠期储存脂肪 3~4kg，大多数位于皮下，主要分布在腹、背、大腿上部。妊娠期体脂增加是产后泌乳的必要储备。妊娠前较瘦者妊娠期的体脂增加较多，可达 6kg 以上，妊娠前超重或肥胖者妊娠期体脂增加较少或不增加，严重肥胖者妊娠期体脂应在正确的指导下适当减少。

妊娠期体重增加是反映孕妇健康与营养状况及胎儿生长发育情况的综合指标。妇女妊娠前体重及妊娠期增重不仅影响胎儿生长发育和分娩方式，对产后泌乳及母体产后的体重恢复也有重要影响。

第二节 孕期营养的重要性

妊娠期是生命早期 1000 天机遇窗口的起始阶段，营养是最重要的物质基础，妊娠期合理营养是母婴近期和远期健康的重要保障，营养过剩或营养不良均对母婴双方的健康产生许多危害。

一、孕期营养不良对母体健康的影响

（一）母体营养不足

1. 营养性贫血（nutritional anemia） 是指因造血所需的营养物质相对或绝对不足，使血红蛋白合成和红细胞生成不足，造血功能低下的一种疾病。妊娠期营养性贫血以缺铁性贫血为主，约占 80%，妊娠中、晚期发病率较高，与妊娠期血容量增加、血红蛋白合成需要增加、膳食铁摄入不足和吸收障碍有关。妊娠期缺铁性贫血是我国孕妇中常见的营养缺乏病，发生率约 30%，对母体和胎儿的健康均会产生许多不良影响。如胎盘缺氧则易发生妊娠期高血压疾病及妊娠期高血压性心脏病，铁缺乏和贫血还使孕产妇抵抗力下降，导致产妇身体虚弱，容易并发产褥期感染、产后大出血、心力衰竭等，甚至危及生命。孕妇贫血还会增加早产、低出生体重及儿童期认知障碍发生的风险。

巨幼红细胞性贫血是妊娠期另一种较为常见的营养性贫血。叶酸是细胞 DNA 合成过程中的重要辅酶,妊娠中、晚期血容量和红细胞生成增加,叶酸缺乏会影响巨幼红细胞核中 DNA 的合成,使细胞核的成熟和分裂延缓、停滞,影响血红蛋白的合成,导致巨幼红细胞性贫血。

2. 骨质软化症 (osteomalacia) 是一种骨骼疾病,以新近形成的骨基质矿化障碍为特点,导致非矿化的骨样组织堆积,骨质软化,表现为骨痛、骨畸形、骨折等临床症状和体征。妊娠期钙需要量明显增加,当钙、维生素 D 摄入相对缺乏时,为维持血钙水平和满足胎儿钙沉积的需要,母体需要动员自身骨骼中的钙,导致骨钙流失,从而引起脊柱、骨盆骨质软化,骨盆变形。由于孕育年龄多数集中在 25~35 岁,正值骨密度峰值形成期,孕妇钙营养不良可妨碍其峰值骨密度达到理想水平,使中老年时期患骨质疏松症和骨折的风险增加。

3. 营养不良性水肿 (nutritional edema) 又称低蛋白血症 (hypoproteinemia), 主要由于蛋白质营养不良,长期负氮平衡,以致血浆蛋白含量减少、胶体渗透压降低,出现全身性水肿。妊娠中、晚期蛋白质需要量增加显著,若膳食中优质蛋白质供应不足,孕妇易出现营养不良性水肿,轻者仅出现下肢水肿,重症者可出现全身性水肿。

4. 维生素缺乏症 妊娠期妇女对多种维生素需要量的增加大于对能量需要量的增加,如果膳食结构不合理,维生素摄入量不能满足需要,就会出现相应的维生素缺乏症。妊娠期容易缺乏的维生素有维生素 C、维生素 E、维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 B₆、叶酸、维生素 B₁₂、维生素 A 和维生素 D。

(二) 孕期增重不适宜的影响

孕期适宜增重有利于获得良好的妊娠结局。妊娠期体重增长过多对母体健康最直接的影响是导致孕妇发生妊娠相关的疾病如妊娠高血压、妊娠糖尿病,也可使分娩时并发症(早产、难产、产程延长、阴道助产、剖宫产)的风险增加。妊娠期体重增长过多也是妇女产后体重滞留的重要原因,并增加母体产后肥胖、精神抑郁和若干年后发生 2 型糖尿病及心血管疾病的风险,还与绝经后发生乳腺癌的危险性呈中度相关。妊娠期体重增长不足和过多,均会影响母体产后乳汁的分泌。

妊娠期对营养素需要的增加大于对能量需要的增加,容易出现能量摄入过多、体重增长过多的问题。美国一项回顾性研究显示,94 696 名孕妇中仅 39.4%妊娠期增重在医学研究院 (institute of medicine, IOM) 推荐的适宜范围内,17.8%增重不足,42.8%增重过多。与妊娠期增重适宜的孕妇相比,增重过多使子痫前期增加 88%、头盆不称增加 58%、妊娠期糖尿病增加 47%、大于胎龄儿增加 143%;增重不足时子痫前期、头盆不称和剖宫产虽有所降低,但小于胎龄儿增加 114%。可见,妊娠期增重不足或过多都不利于母婴的健康。

二、孕期营养不良对胎儿和婴儿健康的影响

动物实验和人群观察研究证实,妊娠期营养不良导致胎儿宫内营养不良,对胎儿的生长发育及出生结局、出生后婴儿期及童年期乃至成年后的健康都会产生不良影响。

(一) 近期影响

1. 胎儿生长受限 (fetal growth restriction, FGR) 又称宫内生长受限 (intrauterine growth

restriction, IUGR), 是指胎儿大小异常, 在宫内生长未达到其遗传的生长潜能。一般用胎儿体重来判断, 出生体重低于同孕龄平均体重的两个标准差, 或低于同龄正常体重的第 10 百分位数为胎儿生长受限。也有人提出以出生体重低于第 3 百分位数为标准。胎儿生长受限死亡率为正常发育儿的 6~10 倍, 是围生儿死亡的第二大原因, 约占围生儿死亡的 30%。

妊娠期能量、蛋白质及其他营养素摄入不足使孕妇妊娠期体重增长不足, 是导致胎儿营养不良和生长受限的重要原因, 使早产儿、低出生体重儿(出生体重<2500g)和小于胎龄儿的发生风险显著增加。而早产儿、低出生体重儿在婴幼儿期会出现追赶生长(catch-up growth), 成年后发生向心性肥胖、胰岛素抵抗、代谢综合征、2 型糖尿病、高血压及冠心病的危险性显著上升。

常规监测妊娠期体重增长情况并辅以 B 超检查, 有助于早期发现胎儿生长受限。妊娠期增重小于 9kg 会使胎儿生长受限和低出生体重的风险增加。

2. 流产及胎儿畸形 胚胎在生长发育过程中, 若在器官分化形成的初期, 受到一些影响胚胎发生发展因素的干扰, 就会导致该器官、组织或身体某个部位发育不全或不发育, 使胎儿出现畸形, 严重者导致流产, 即使存活下来也会伴有各种出生缺陷。

引起胎儿畸形的原因很多, 营养不良是其中一个。营养因素对胚胎生长发育的影响, 主要体现在干扰胚胎生物合成代谢上。如妊娠早期叶酸缺乏可能影响胎儿神经管发育, 导致脊柱裂、无脑儿等先天异常, 碘摄入不足会导致甲状腺素合成不足, 影响蛋白合成和神经元的分化, 使脑细胞数量减少、体积缩小, 重量减轻, 严重损害胎儿脑和智力发育。妊娠期碘缺乏, 轻者导致胎儿大脑发育落后、智力低下、反应迟钝; 严重者导致先天性克汀病, 患儿表现为矮、呆、聋、哑、瘫等症状。此外, 妊娠期维生素 A、维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 C、胆碱、钙、镁、铁、锌、硒、铬、锰、蛋白质、能量等的需要量都有所增加, 孕妇缺乏就会造成胚胎生物合成所必需的物质基础的缺乏, 延缓和干扰生物合成, 还会影响体内的新陈代谢, 使胚胎发育异常。

3. 神经系统和脑发育受损 胎儿时期是神经细胞分化和发育速度最快的时期, 妊娠期的营养状况直接关系到胎儿的脑发育, 进而影响以后的智力发展。长链多不饱和脂肪酸, 特别是二十二碳六烯酸(DHA)、二十碳五烯酸(EPA)和花生四烯酸(AA), 是神经细胞的重要构成成分, 对促进胎儿神经系统和脑发育, 促进智力和视力的发展, 抑制过敏反应、保护心血管系统均有重要作用。

(二) 远期影响

健康和疾病的发育起源(developmental origins of health and disease, DOHaD), 是指人类在早期发育过程中经历不利因素(营养不良、营养过剩、激素暴露、子宫胎盘功能不良等), 使组织器官在结构和功能上发生各种改变, 从而影响成年期的健康与疾病, 特别是对成年期发生糖尿病、代谢综合征、心血管疾病、精神行为异常、哮喘、肿瘤、骨质疏松、神经疾病等慢性非传染性疾病的风险将产生较大的影响。

1. 出生体重与成年期疾病 出生体重是评价胎儿宫内生长发育状况的重要评价指标, 过低(低出生体重儿)和过高(巨大儿)均对成年后健康不利。由于生命早期宫内营养环境可通过表观遗传学等机制影响子代代谢相关基因的程序化, 宫内营养不良的儿童代谢相关基因与后天环境不匹配, 以至成年后发生营养代谢性疾病的风险大大增加。

2. 婴幼儿营养缺乏症 妊娠期营养不足会影响胎儿在宫内的营养, 使出生时体内缺乏

相应的营养储备，易患各种营养缺乏病。如早产使体内铁储备不足，出生后发生缺铁性贫血的风险增加，母体妊娠期维生素 B₁ 缺乏，可导致婴儿患先天性脚气病，孕妇维生素 D 摄入不足可致婴儿先天性佝偻病。

第三节 孕期营养需要

为适应孕育的需要，孕妇的生理、代谢及生殖器官均随妊娠进展发生不同程度的变化，受精卵在约 40 周的时间发育成重约 3kg 的胎儿也需要由母体获得足够的营养，同时妊娠期子宫、胎盘、乳房发育也为分娩和泌乳等做好营养储备。因此，妊娠期妇女对能量和多数营养素的需要均有所增加。

一、能 量

妊娠期除了满足孕妇自身基础代谢和活动的能量需要外，胎儿生长发育、子宫、胎盘、乳房发育及体重增加均需要额外的能量，因此，妊娠期妇女对能量的需要量高于非妊娠时期。增加的能量消耗分为两部分，一部分为体重增加所致的总能量消耗的增加，另一部分为组织储存所需要的能量。妊娠早期，孕妇的基础代谢率变化不大，胎儿的生长发育和母体组织的生长较慢，能量需要量无显著增加。妊娠中期开始，胎儿进入快速生长发育期，母体子宫、乳腺等生殖器官也逐渐发育，血容量增加，并需储备一些能量为分娩和产后泌乳做准备，因此，每日能量需要量显著增加。《中国居民膳食营养素参考摄入量（DRIs）》推荐孕妇妊娠中、晚期每日能量摄入比妊娠前分别增加 1.26MJ（300kcal）和 1.88MJ（450kcal）。

由于每一个孕妇妊娠前体重、体成分及身体活动水平不尽相同，确保人体能量摄入适宜的最佳方法是密切监测和控制妊娠期体重增长，使妊娠中、晚期每周的体重增长保持在适宜的范围内（每周 0.35~0.50kg），整个妊娠期体重增长维持在 12.5kg 左右为宜。能量摄入不足和过多都不利于孕妇和胎儿的健康。当连续 2 周体重增长偏离正常范围时，应排除病理原因，并考虑调整能量摄入和体力活动水平。我国孕妇膳食能量需要量（estimated energy requirement, EER）见表 1-1。

表 1-1 我国孕妇膳食能量需要量

妊娠期	能量 MJ/d (kcal/d)		
	身体活动水平（轻）	身体活动水平（中）	身体活动水平（重）
妊娠早	7.53 (1800)	8.79 (2100)	10.04 (2400)
妊娠中	8.79 (2100)	10.05 (2400)	11.30 (2700)
妊娠晚	9.41 (2250)	10.67 (2650)	11.92 (2850)

引自中国营养学会. 2014. 中国居民膳食营养素参考摄入量（2013 版）：652 页。

二、宏量营养素

1. 蛋白质 为适应胎儿生长发育的需要，孕妇蛋白质代谢应为正氮平衡，整个妊娠期孕妇和胎儿体内需要储存蛋白质约 930g，包括胎儿体重 440g、胎盘 100g、羊水 3g、增大的子宫 166g、乳腺 80g、增加的血液 135g。母体储留蛋白质的速度在整个妊娠期不是均匀

的，妊娠早期不明显，随着妊娠的进展储留速度加快。妊娠 10 周以前每日仅需储留约 0.6g 蛋白质，妊娠中、晚期日均分别需要储留 1.9g 和 7.4g 蛋白质。按机体蛋白质利用率 47% 计算，从需要量（EAR）推算到推荐摄入量（RNI），妊娠中、晚期蛋白质推荐摄入量分别为 15g 和 30g。《中国居民 DRIs》推荐妊娠中、晚期蛋白质摄入比妊娠前分别增加 15g 和 30g，且增加的蛋白质应为优质蛋白质。已有大量的研究证实，妊娠期蛋白质-能量营养不良会直接影响胎儿的体格和神经系统发育，导致早产和胎儿生长受限、低出生体重儿。而早产儿、低出生体重儿成年后发生向心性肥胖、胰岛素抵抗、代谢综合征、2 型糖尿病、高血压及冠心病的风险显著增加。奶、鱼、禽、蛋、瘦肉是膳食优质蛋白质的主要来源。

2. 脂类 是人类膳食能量的重要来源，妊娠期母体蓄积脂肪 3~4kg，为产后泌乳储备能量。胎儿身体在妊娠晚期储备的脂肪占出生体重的 5%~15%。同时，脂类中的磷脂及中、长链多不饱和脂肪酸、固醇类对胎儿脑和视网膜的发育有重要作用。

胎儿器官的迅速生长，需要大量 *n*-3 和 *n*-6 必需脂肪酸。妊娠期需要积累约 620g EPA，以满足胎儿、胎盘、乳腺、子宫生长和增加的血容量的需要。因此，孕妇 EPA 摄入量应由总能量的 3% 提高到 4.5%。

长链多不饱和脂肪酸如花生四烯酸（AA）、二十二碳六烯酸（DHA）是大脑和视网膜的重要构成成分，对胎儿智力和视力发育至关重要。人脑中的 AA 和 DHA 大多是在胎儿期和出生后数月迅速积累的，妊娠晚期胎儿每日 DHA 积累量 40~60mg/kg.bw，估计母体至少需要 100mg DHA。妊娠期增加 *n*-3 多不饱和脂肪酸摄入还可降低 34 周前早产的风险。《中国居民 DRIs》建议妊娠中、晚期每日应摄入 DHA 0.2g。鱼类尤其是海鱼除富含优质蛋白质外，还含有丰富的 *n*-3 多不饱和脂肪酸，特别是对神经系统发育有重要作用的 DHA，故应经常食用。鱼油、海藻油也是 DHA 的重要食物来源。

3. 碳水化合物 是能量的主要来源，当碳水化合物摄入不足时，机体需要动用身体脂肪供能，大量脂肪酸在肝脏经 β 氧化产生乙酰乙酸、 β -羟丁酸和丙酮，三者统称为酮体。当酮体生成量超过机体氧化能力时，血液中酮体升高，称为酮血症或酮症酸中毒。血液中过高的酮体可通过胎盘进入胎儿体内，损伤胎儿大脑和神经系统的发育。这种情况在妊娠早期因早孕反应影响孕妇进食时容易发生，因此，《中国居民 DRIs》建议妊娠早期妇女若早孕反应严重影响进食，也应保证每日摄入不低于 130g 碳水化合物。若不能通过饮食达到这一最低需要量，应到医院接受肠外营养支持。

妊娠中、晚期机体对能量的需要量分别增加 1.26MJ（300kcal）和 1.88MJ（450kcal），对蛋白质的需要量分别增加 15g 和 30g，可适当增加食物的摄入量，但应注意摄入食物的种类，避免摄入含碳水化合物过多的食物使能量过剩（表 1-2）。

表 1-2 我国孕妇膳食宏量营养素参考摄入量

妊娠期	蛋白质	碳水化合物	亚油酸	α -亚麻酸
	RNI	EAR	AI	AI
	(g/d)	(g/d)	(%E)	(%E)
妊娠早	55	130	4.0	0.6
妊娠中	70	130	4.0	0.6
妊娠晚	85	130	4.0	0.6

引自中国营养学会. 2014. 中国居民膳食营养素参考摄入量（2013 版）：653~654。

三、微量营养素

(一) 矿物质

1. 钙 是人体内含量最多的矿物质,主要以羟磷灰石的形式存在于骨骼和牙齿中,血钙水平对维持神经肌肉的兴奋性、神经冲动的传导及心脏正常搏动有重要作用。从妊娠 18 周起胎儿骨骼和牙齿开始钙化,至分娩时新生儿体内约有 30g 钙沉积。这些钙主要在妊娠中期和晚期逐渐沉积于胎儿骨骼和牙齿中,妊娠中期每天需沉积钙约 50mg,妊娠晚期每天钙沉积量增至 330mg。尽管妊娠期间对钙的代谢产生适应性变化,孕妇可通过增加钙的吸收率来适应钙需要量的增加,但膳食钙摄入仍需增加 200mg/d,总量达到 1000mg/d。

妊娠期钙营养缺乏,母体会动用自身骨骼中的钙维持血钙浓度并满足胎儿骨骼生长发育的需要,因此,妊娠期钙营养不足对母体健康的危害更甚于对胎儿健康的危害,尽管有时这种危害在妊娠期间的表现并不明显。妊娠期钙缺乏严重者可表现为腰腿痛和腓肠肌痉挛,也增加发生妊娠期高血压疾病的危险,孕妇增加奶制品的摄入可使妊娠期高血压疾病的发生率降低 35%,先兆子痫的发生率降低 55%,早产的发生率降低 24%。妊娠期钙摄入不足还会对孕妇中老年期的骨健康产生远期损害。由于孕育年龄 25~35 岁期间是一生中骨密度达到峰值的年龄,这一时期钙缺乏会影响孕妇的峰值骨密度达到理想的水平,从而增加其中老年期患骨质疏松和骨折的风险。研究显示:妊娠期饮食不含奶类的中国妇女产后骨密度比同龄非孕妇女下降 16%。

奶和奶制品含钙丰富,生物利用率高,通过增加奶类的摄入来补充钙是最佳选择。从妊娠中期开始,每天增加奶类 200g,使总的饮奶量达到 500g。加上其他食物中的钙,可基本满足妊娠期对钙的需要。

2. 铁 是人体最重要的必需微量元素,具有广泛的生理作用,不仅构成血红蛋白参与氧的运输,还以细胞色素及其他含铁酶类的形式在人体多个代谢过程(包括细胞生物氧化、能量代谢、DNA 合成及电子传递等)中发挥重要的功能。人体内的铁分为功能性铁和储存铁,功能性铁在体内构成血红蛋白、肌红蛋白和含铁酶,分别参与氧的运输、肌肉的活动、代谢和免疫过程。储存铁主要以铁蛋白的形式存在。

随着妊娠的进展,孕妇血容量和红细胞数量逐渐增加,胎儿肝脏储存铁以备生后 4 月龄内的需要,妊娠中、晚期妇女对铁的需要量增加。妊娠期膳食铁摄入不足容易导致孕妇及婴儿发生缺铁性贫血。妊娠期缺铁性贫血是我国孕妇中常见的营养缺乏病,发生率约 30%,对母体和胎儿的健康均会产生许多不良影响。如胎盘缺氧则易发生妊娠期高血压疾病及妊娠期高血压疾病性心脏病,铁缺乏和贫血还使孕产妇抵抗力下降,导致产妇身体虚弱,容易并发产褥期感染、产后大出血、心力衰竭等,甚至危及生命。孕妇贫血还会增加早产、低出生体重及儿童期认知障碍发生的风险。《中国居民 DRIs》建议非妊娠期妇女铁推荐摄入量为 20mg/d,妊娠中期和妊娠晚期妇女应在此基础上分别增加 4mg/d 和 9mg/d。动物性食物所含铁为血红素铁,吸收好,利用率高。妊娠期妇女应适当多摄入富含铁的动物血、肝脏及红肉。铁的可耐受最高摄入量(tolerable upper intake level, UL)为 42mg/d,妊娠期补充铁剂应注意避免过量。

3. 锌 是人体内多种酶的活性成分,已知人体内有 100 余种酶含锌或为锌依赖酶,如 RNA 和 DNA 聚合酶、碳酸酐酶、碱性磷酸酶及乳酸脱氢酶等,锌可通过酶的作用调节细