

营养健康新观察

No.45

二〇一六年 十二月  
December 2016

# NUTRITION NEWSLETTER

达能营养中心通讯

水与健康  
专题



达能营养中心  
致力营养与健康

# 征 稿 简 约

《营养健康新观察》是由达能营养中心主办的营养学术刊物。为了增进学术交流、提高本刊的学术水平、为大家提供一个更好的专业论坛，本刊编委会热诚欢迎有关学者踊跃投稿。

## 本刊欢迎下列文稿：

- 有关营养与健康研究方面的新理论、新技术、新成果和新方法介绍。
- 有关饮食、营养和健康方面的宣传教育活动，居民调查以及营养干预计划等信息报道和经验介绍。
- 具有指导意义的述评、专论、文献综述及专题讨论等。
- 国内外学术交流信息、出版物介绍等。

## 对来稿的要求：

- 有严谨的科学性；数据可靠，简明扼要，文句通顺；有理论或实践意义；尚未在公开刊物上发表。
- “学术报告厅”中的文稿以论文、综述、调查或宣传教育活动报告为主。“达能焦点论坛”中的文稿应当涉及目前营养与健康领域中有争议的问题，或应当引起人们注意的重要问题。每篇文稿以 5000 字左右为宜。“最新情报站”中的文稿主要介绍国内外营养学领域最新研究动态，要求用 1500 字以内的篇幅简明扼要地介绍有关信息。
- 来稿请打字或用钢笔在 400 字方格纸中誉写清楚(外文要求打印)。在文题下应注明作者姓名及工作单位；在文稿首页下端应写明作者通讯地址和邮政编码。
- 文中插图请用绘图软件，微机描画。计量单位一律采用

“中华人民共和国法定计量单位”，简体字以汉字简化方案所列者为准。

- 参考文献只引用新近发表的主要有关文献，并以正式出版刊物为准。文献书写格式请参照国家新闻出版署发布的“科技论文编写格式”。期刊——作者姓名．论文题目．期刊名称(缩写)，出版年，卷期：起止页．书——作者姓名．书名．版次．出版地：出版社，出版年：起止页．
- 投稿作者请自留底稿。本刊编辑委员会有权对来稿的文字和内容做适当修改。
- 本刊对拟将采用的稿件不收文稿处理费和版面费。来稿刊出后酌致稿酬。
- 来稿请寄：北京市宣武区南纬路 29 号，达能营养中心，邮政编码 100050。



主编：陈君石

# 营养健康新观察

主办单位：达能营养中心

名誉主编：王 宇

主 编：陈君石 副主编：梁晓峰 杨月欣

委 员（按姓氏笔画顺序）：

丁刚强 马冠生 孙建琴 田向阳

李 勇 苏宜香 吴 坤 张国雄

张立实 易国勤 程义勇 蔡 威

本期责任编辑：马冠生 张国雄

责任校对：张 娜



## Nutrition Newsletter

Sponsorship: Danone Institute China

Honorary Chief Editor: Wang Yu

Chief Editor: Chen Junshi

Associate Editor: Liang Xiaofeng, Yang Yuexin

Committeeman:

Ding Gangqiang, Ma Guansheng, Sun Jianqin, Tian Xiangyang,

Li Yong, Su Yixiang, Wu Kun, Zhang Guoxiong,

Zhang Lishi, Yi Guoqin, Cheng Yiyong, Cai Wei

Executive Editor: Ma Guansheng, Zhang Guoxiong

Executive Proofreader: Zhang Na



# 目录 CONTENT



## 编者寄语

水与健康

## 达能营养中心工作简讯

2009 年“达能营养中心膳食营养研究与宣教  
基金项目”介绍 (1)

## 学术报告厅

水

水硬度对心血管疾病的影响

水与健康

饮水对泌尿系统疾病的影响

## 达能焦点论坛

水摄入量调查方法

水是不是营养素?

水中营养素对营养素摄入的贡献

## 最新情报站

水的分类和生产消费

国内外水 AI 的进展

03 Speech from Editor

03 Hydration and Health

05 News from Danone Institute China

05 On-going Project Introduction of “Danone Institute China  
Diet Nutrition Research & Communication Grant” in  
2009 (1)

08 Science Reports

08 Water

12 The Effect of Water Hardness on Cardiovascular Diseases

15 Water and Health

20 Effect of Hydration on Urinary System Diseases

25 Danone Focusing Forum

25 Methods for Measuring Fluid Intake

28 Water Is a Kind of Nutrient or Not?

30 Contribution of Nutrients in Water to the Dietary Nutrients  
Intake

34 New Development in Nutrition

34 Water Classification and its Production & Consumption

36 Progress of Water AI research at Home and Abroad

13 国儿童青少年水及饮料摄入量调查

水摄入量，而非水摄入后的心理预期，影响成年人的认知能力

饮水对身体活动的影响

饮用水卫生及标准

长期水与饮料摄入的变化与体重变化的关系：三个前瞻性队列研究的结果

会讯及出版物

饮用水中的营养素

征订表

39 Intake of Water and Beverages of Children and Adolescents in 13 Countries

40 Water Consumption, not Expectancies about Water Consumption, Affects Cognitive Performance in Adults

41 The Effect of Hydration on Physical Activity

46 The Sanitation and Standards of Drinking Water

48 Changes in Water and Beverage Intake and Long-term Weight Changes: Results from Three Prospective Cohort Studies

50 Congresses and Publications

50 Nutrients in Drinking Water

Subscription





# 水与健康

## Hydration and Health

水是地球上最常见的物质之一，是包括人类在内所有生命生存不可缺少的资源，也是生物体最重要的组成部分。水包括多种生理功能：参与人体内新陈代谢、维持体液正常渗透压及电解质平衡、调节体温、润滑作用等。不摄入水生命只能维持数日，摄入水而不摄入食物时生命可维持数周，可见水对维持生命至关重要。然而，水对健康的重要性却常常被大家忽视。

水与健康息息相关，水摄入过多或不足均会影响机体的健康。水摄入量超过了肾脏排出能力可引起急性水中毒。水中毒可导致低钠血症，也可因脑细胞肿胀、脑组织水肿、颅内压增高而引起头痛、恶心、呕吐、记忆力减退，重者可发生渐进性精神迟钝，恍惚、昏迷、惊厥等，严重者可引起死亡。机体水摄入量不足引起的脱水会影响认知能力和身体活动。大脑组织中含水的比例为 85%，如果水摄入不足在一定程度上也有可能影响大脑的认知能力。Cian 等研究显示高温及身体活动下诱导的脱水状态影响认知能力。Ganio 等人和 Armstrong 等人将受试对象分别在运动诱导的脱水状态、运动和利尿剂诱导的脱水状态、运动及安慰剂诱导的脱水状态和正常水合状态下进行比较，结果显示脱水损害认知能力。在未加任何干预下，BAR-DAVID 等人发现，在自然情况下发生脱水的儿童，其听觉数字广度、语义灵活能力和图像识别能力有减低的倾向，说明缺水会减低儿童的认知能力。另外，Cheuvront 的研究结果显示在相对较轻的脱水状况下，从事高

强度身体活动的个体会出现体能下降，表现为耐力下降、疲劳、体温调节紊乱和主观感觉吃力等。McDermott 等人的研究发现参加足球夏令营的儿童如果发生脱水（尿渗透压低于正常），并且一直处于脱水状态，可导致体力恢复困难和后续的体能受损。另一方面，脱水对疾病也有一定的影响。Alaya 等人观察患有尿石症儿童的生活及饮食特性，结果发现饮水量少是尿石症的危险因素。2004 年，Monarca 等人对 1979 年~2003 年的研究进行了系统综述，其中包括 19 项描述性研究，7 项病例对照研究，2 项队列研究，结论显示提高水镁浓度有可能是心血管疾病的保护因素。因此，水与健康息息相关。

2010 年 6 月~7 月在北京、上海、成都、广州四城市开展的包括 1483 名 18~60 岁居民的饮水调查结果显示，水分摄入总量为 3259mL/d，男性（3626mL/d）显著高于女性（2926mL/d），近 1/3 调查对象的饮水量未达到建议量，近 1/3 的调查对象不知道每天应至少饮水 1200 毫升，近一半的调查对象认为口渴时才饮水，对饮水不足的危害认识不充分。2011 年 9 月~10 月在北京、上海、成都、广州四城市开展的包括 5868 名 7~16 岁中小学生的饮水调查结果显示，四城市儿童少年平均每人每天的饮水量为 1089ml，男生（1157ml）显著高于女生（1026ml），65.4% 的人平均每天饮水量未达到建议量。由此可见，我国的饮水问题值得引起关注。《中国居民膳食营养素参考摄入量（2013 版）》中，对适宜摄水量进

行了更新，建议我国男性饮水适宜摄入量为 1.7L/d，女性的饮水适宜摄入量调整为 1.5L/d；男性总水适宜摄入量为 3.0L/d，女性为 2.7L/d。

我国不同地区的气候、文化及膳食有很大的差异。另外，人体内的水是动态变化的、不同年龄及性别的水需要量不同，需要更大样本量更具有代表性的人群调查为我国居民水的适宜摄入量的制定提供科学数据。另外，如何有效科学高效的开展饮水宣教，对我国居民的健康也具有重要意义。



### 马冠生 教授

国家食物与营养咨询委员会 委员

国务院妇女儿童工作委员会妇女儿童问题 专家

全国农村义务教育学生营养改善计划专家委员会 委员

中国营养学会 副理事长

达能营养中心科学委员会 委员

中国科协首席科学传播 专家



## 2009 年“达能营养中心膳食营养与宣教基金项目”介绍（1）

On-going Project Introduction of “Danone Institute China Diet Nutrition  
Research & Communication Grant” in 2009（1）

### 婴儿期喂养方式与儿童超重肥胖关系——历史性队列研究

申请者：李旭东

职 称：博士、助研

工作单位：中国疾病预防控制中心流行病学办公室

持续时间：一年

资助金额：16 万元人民币

#### 项目摘要：

2002 年中国居民营养与健康状况调查发现我国超重和肥胖形势严峻，我国人群超重肥胖率持续升高。近年来，我国儿童少年肥胖率不断增长，在城市地区已呈现流行趋势。肥胖不但增加多种慢性病的发病率和死亡率，而且治疗困难，急需营养学界找到简单、有效、没有潜在副作用和成本低廉的预防措施。

研究认为儿童要达到最佳生长，需要在三种食物段都进行科学喂养（犹如三级火箭的发射）：出生后立即开始母乳喂养（一级火箭），换乳期及时添加泥糊状食物（二级火箭），固体食物期要均衡膳食、合理营养（三级火箭）。尽管国外研究大多支持母乳喂养对后续肥胖的发生有保护作用，可现实生活中我国母乳喂养率在持续下降，2002 年震惊全国的阜阳“大头婴儿”奶粉事件、2008 年震惊全球的三鹿婴幼儿奶粉与“肾结石”事件即是很好的佐证。国内喂养方式对儿童超重肥胖、贫血和血脂水平方面的相关研究至今还是空白，国际上大样本长期随访的资料也非常有限。

因此，研究新生儿期喂养方式对儿童超重肥胖的影响，新生儿喂养方式对儿童贫血发病率的影响以及喂养方式对儿童血脂水平的影响，对肥胖预防和干预措施的制定具有重要指导意义，也对正确指导母亲进行母乳喂养、改善新

生儿营养，从学龄前就对儿童加强“食育”教育有最直接的参考价值。

为此，拟在北京市海淀区以社区为基础实施一个回顾性、多中心、随机分组的研究，分层随机整群抽取 2003 年 12 月~2004 年 12 月出生的正常出生体重婴儿 1000 名，按照婴儿喂养方式分为母乳喂养、混合喂养和人工喂养三组，随访观察到 2009 年，比较不同喂养方式对儿童超重、肥胖及其生长发育的影响。

具体技术路线包括：1) 根据北京市海淀区妇幼保健系统建立的母子健康手册，详细记录怀孕，分娩的状态，出生婴儿的发育经过等母子的健康状态已成为儿童出生至上学的健康记录，依据其中国产保健监测资料和儿童保健等监测资料，进行数据整理和分析，建立具有完整记录信息和充足样本量的母子保健数据库。2) 研究对象须满足下述条件①长期居住在北京市海淀区；②母亲孕龄在 20~35 岁，且未患有慢性疾病。③婴儿出生时体重：2500~4000g。④孕周：37~42nd。⑤5 分钟 Apgar 评分>7 分。⑥出生时及生后未发现畸形和器质性病变。⑦自愿参加项目。3) 根据纳入标准掌握目标人群后，按照出生后喂养时间分为母乳喂养（母乳喂养 4 个月及以上）、混合喂养（部分母乳和代乳品共同喂养，母乳喂养 1~3 个月）和人工喂养（未进行母乳喂养）组，打印研究对象名单。4) 开展标准化测量培训。5) 检测身高、Hb、体重和血甘油三酯、胆固醇、高密度脂蛋白指标。6) 数据管理与分析。7) 报告。

主要预期结果：1) 评价婴儿期喂养方式对儿童超重、肥胖的影响。2) 评价婴儿期喂养方式对儿童血脂水平的影响。3) 评价婴儿期喂养方式对贫血的影响。

## 0~5 岁小儿维生素 D 营养状况研究

申请人：张会丰

职 称：博士、主任医师

工作单位：河北医科大学第二医院

持续时间：一年

资助金额：14.56 万元人民币

### 项目摘要：

问题现状：我国认为小儿维生素 D 缺乏问题已经解决。2007 年英国研究显示婴儿期补充维生素 D 使患 I 型糖尿病风险降低 29%。2008 年美国报告，40% 儿童维生素 D 缺乏。目前认为，除骨健康作用外，维生素 D 还调控细胞分化、抑制细胞生长，降低癌症、自身免疫性疾病、感染性疾病和心血管疾病发生率。机体可能需要更高水平维生素 D，以保证

除骨骼外的其他系统生物学功能的正常。维生素 D 研究获得关注。

研究目的：了解经济发展、生活水平提高后中国 0—5 岁小儿维生素 D 营养状况。

研究方法：采用分层随机抽样方法，分 6 个年龄段：小于 6 个月、6 月—1 岁—、2 岁—、3 岁—、4—5 岁。抽取 1440 名作为研究对象。采集静脉血检测血清 25-羟维生素 D 水平。

技术路线：分层抽样，得出研究对象。填写调查表。体格检查。采集静脉血，检测血清 25-羟维生素 D；血清钙、磷、总碱性磷酸酶；血清骨钙蛋白、骨碱性磷酸酶等。

预期结果：得出 0—5 岁小儿血清 25-羟维生素 D 水平和年龄分布特征、季节分布特点。

## 《中国 0—6 岁儿童膳食指南》推广应用及效果评价

申请人：荫士安

职 称：研究员

工作单位：中国疾病预防控制中心营养与食品安全所

持续时间：一年半

资助金额：16.3 万元人民币

### 项目摘要：

《中国 0—6 岁儿童膳食指南》是中国营养学会颁布的新一版《中国居民膳食指南》的一部分，它针对婴幼儿及学龄前儿童的生理、心理状况和营养需要特点，以及该群体面临的营养和健康问题，首次全面、细致地描述了当前对该人群应该采取的膳食指导原则。本课题拟以《中国婴幼儿及学龄

前儿童膳食指南（草案）》（以下简称为《指南》）为营养宣教内容，在南京、北京、广州和成都四个地区分别选择 2—3 个城市社区，针对社区内的婴幼儿、学龄前儿童（宣教干预社区和对照社区各 400×4 名，共约 3200 名）及其家长和其他看护人，社区内托幼机构的保健和托幼等相关人员开展营养教育，观察《指南》宣教前后儿童饮食行为和习惯、膳食和营养摄取状况的变化；家长和看护人以及托幼机构相关人员营养知识、态度、行为（KAP）的变化，宣教过程中家长和看护人以及托幼机构相关人员对《指南》通俗性、可接受性、可操作性的意见，以评价《指南》的科学性、应用性和实施效果。

## AIDS 患者营养状况及相关影响因素的调查分析

申请人：余增丽

职 称：教授

工作单位：郑州大学公共卫生学院

持续时间：一年

资助金额：15.4 万元人民币

### 项目摘要：

艾滋病（Acquired Immunodeficiency Syndrome, AIDS）是由艾滋病病毒（Human Immuno-deficiency Virus, HIV）感染而导致的严重的致死性综合征。营养不良是影响艾滋病发展的一个重要因素，能量、蛋白质、微量营养素缺乏可进

一步损害 HIV 感染者/AIDS 患者的免疫系统及其它生理功能。营养状况的改善，可以提高其生活能力和生活质量，并延长生存时间。本研究在以既往献血为主要感染途径的地区，通过检测院外艾滋病病人血液中维生素、矿物质、蛋白质及免疫细胞的含量，并对他们的营养状况、生活环境、经济状况、临床体检、感染与治疗情况进行问卷调查，了解艾滋病病人人体内营养及免疫状况，并对它们之间的互相作用进行分析，从而评价营养状况对艾滋病发展、免疫功能、抗病毒药物的疗效的影响，探索制定艾滋病病人的 DRIs。为制定适于艾滋病病人的膳食指南和平衡食谱提供理论和实验依据。

## 蒙古族地区居民膳食行为与高血压和高血脂的相关性及健康宣教干预研究

申请人：林晓明

职 称：教授

工作单位：北京大学公共卫生学院营养与食品卫生学系

持续时间：一年

资助金额：16.64 万元人民币

### 项目摘要：

蒙古族地区居民具有独特的膳食结构与饮食行为，人口总死亡率高于全国平均水平，居死因前三位的是呼吸系统疾病、心脑血管疾病和肿瘤，高血压与高血脂患病率居高不下，但居民对科学饮食、健康的生活方式及常见慢性病预防的科

学知识知晓率很低。为研究该地区居民膳食行为与高血压和高血脂的相关性及健康宣教干预的效果，拟采用整群抽样原则，募集 18—59 岁蒙古族居民 1,400—1,800 名，男女各半；经基线特征调查，初筛受试对象；经测量血压、身高、体重、腰围、臀围并计算 BMI 及 WHR，检测血生化指标，确定受试对象；按纳入标准将其分为正常、高血压、高血脂及高血压+高血脂组，每组 100—120 人，进行健康宣教干预，1 次/周，连续 12 周；干预后按评价指标比较干预前、后的变化，观察健康宣教干预对控制高血压、高血脂及其相关危险因素的作用与效果，有效地降低心脑血管疾病及其并发症的发生和居民死亡率。

# 水

Water

杜松明<sup>1</sup> 何海蓉<sup>2#</sup> 马冠生<sup>2#</sup>

(<sup>1</sup> 中国营养学会, 北京 100053; <sup>2</sup> 北京大学公共卫生学院营养与食品卫生系, 北京 100191;

<sup>#</sup> 食品安全毒理学研究与评价北京市重点实验室, 北京 100191)

**摘要:** 水是构成人体的主要成分, 直接或间接参与体内生理生化反应。充足的总水摄入量是机体维持生命及正常生理活动的保证, 人体所含总体水一般处于动态平衡, 失水会影响身体健康甚至危及生命。本文将介绍目前关于水的相关概念及国际组织、部分国家关于水摄入量的调查结果。

**关键词:** 水; 总体水; 饮水量; 总水摄入量; 失水

**Abstract:** Water is the main constituent of human, which can directly or indirectly participate in physiological and biochemical reactions in vivo. Adequate total water intake ensures the body to maintain life and normal physiological activities, the total body water is in dynamic balance in general, loss of water will affect the health and even be life-threatening. In this paper, water related concepts and results of surveys on fluid intake by international organizations and some countries will be introduced.

**Keywords:** Water; Total body water; Drinking water; Total water intake; Dehydration

水是地球上最常见的物质之一, 是包括人类在内所有生命生存所必需的资源。人体内所含的水分总量即总体水含量。水不仅是构成人体组织和细胞的重要成分, 而且还具有调节生理功能的作用。不摄入水, 生命只能维持数日, 摄入水而不摄入食物时生命可维持数周, 可见水对维持生命至关重要。越来越多的证据表明, 水摄入不足会影响机体功能甚至健康。

## 1 结构和理化性质

水是由氢、氧两种元素组成的无机物, 其化学式为  $H_2O$ ,

结构式为  $H-O-H$ , 两氢氧间夹角  $104.5^\circ$ , 相对分子质量为 18.016。在常温常压下为无色、无味、无固定形状的透明液体, 具有较强的溶解性和电解力。在 1 个大气压时, 水的凝固点为  $0^\circ C$ , 水的沸点为  $100^\circ C$ 。水的密度在  $4^\circ C$  时最大, 为  $1000\text{ kg/m}^3$ 。水的比热为  $4.2\text{ J/(g}\cdot^\circ C)$ 。

## 2 代谢

### 2.1 在体内的分布

水是人体中含量最多的成分, 约占一个健康成年人体重的  $60\%\sim 70\%$ <sup>[1]</sup>。不同年龄、不同性别和不同体型的人体内含水量存在明显差异。

水在体内主要分布于细胞内和细胞外。细胞内液水含量为体内水总量的 68%。细胞外液占总体水的 35%, 包括组织液 (24%) 和血浆 (7%)。此外, 还有一小部分的水分布在关节、眼球和大脑 (少于 7%)。

### 2.2 在体内的平衡

总体水含量在体内维持一个动态平衡, 即摄入的水和排出的水大约相等。体内水的来源包括饮水、食物中的水及内生水。内生水主要来源于蛋白质、脂肪和碳水化合物代谢时产生的水。

水的排出量受气候、环境、空气温度和相对湿度的影响。体内水主要经肾脏排出, 约占 60%, 其次是皮肤、肺和粪便, 分别占 20%、14% 和 6%。

## 3 生理功能

### 3.1 人体组织的主要成分

水是保持人体内每个细胞形状及构成所有体液必需的物

第一作者: 杜松明 (1970—), 女, 博士, 研究员, 主要研究方向: 学生营养及相关慢性病。

通讯作者: 马冠生 (1963—), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 营养与健康。

质。水广泛分布在组织中，构成人体的内环境。各组织器官的含水量相差很大，血液中最，脂肪组织中较少<sup>[2]</sup>。

### 3.2 参与人体内新陈代谢

水是营养物质代谢的载体，可使营养物质以溶解状态和电解质离子状态存在于体液中。水参与体内物质新陈代谢和生化反应，既是生化反应的原料，又是生化反应的产物。

### 3.3 维持体液正常渗透压及电解质平衡

正常情况下，体液分成血浆、组织间液及细胞内液三个部分，其中血浆和组织间液组成了细胞外液。细胞内液和细胞外液的渗透压平衡，主要依靠水分子在细胞内外的自由渗透。

### 3.4 调节体温

水的比热较大，1g 水每升高 1℃或降低 1℃需要约 4.2 J 热量。一定量的水可吸收代谢过程中产生的能量，使体温不至于显著升高。水的蒸发热也较大，在 37℃体温的条件下，蒸发 1g 水可带走 2.4 kJ 的热量。因此，水分经皮肤蒸发散热是维持人体体温恒定的重要途径。

### 3.5 润滑作用

水与粘性分子结合形成关节的润滑液、消化系统的消化液、呼吸系统、以及泌尿生殖系统的粘液，对器官、关节、肌肉、组织能起到缓冲、润滑、保护的作用。

## 4 影响机体水需要量的因素

### 4.1 环境因素

气候：外部环境的高温、高湿或者低温，可引起人体发生一系列的应激反应，主要表现为体温调节、水盐代谢、心血管系统、消化系统、神经内分泌系统等方面的改变。

环境温度和湿度：在高温环境下，人体接受大量外来热量造成机体体温升高。湿度主要是影响排汗、体热散发和人体水分、盐分的代谢过程，高温高湿条件下，人体难以散热，甚至会发生中暑现象。

### 4.2 个体因素

不同的人对水的需要量不一样，除了受年龄、性别、个体代谢等因素影响外，身体活动、膳食等因素也影响着水的需要量。

运动：人在运动时体内产生大量的热，为维持恒定体温，会大量出汗以排出热量。出汗量与运动量、持续时间、运动环境的温湿度有关。

膳食：食物是除饮水以外人们获取水分的主要来源。欧美国居民从食物中摄入的水分占每天水分摄入的 20% 左

右<sup>[1]</sup>，而我国居民可达到 40% 以上<sup>[3]</sup>，这种差异是由于膳食习惯的不同而导致。

## 5 不足与过量危害

### 5.1 摄入不足

水摄入不足或丢失过多，均可引起体内失水。在正常生理条件下，人体通过尿液、粪便、呼吸和皮肤等途径丢失水。另一种是病理性水丢失，例如腹泻、呕吐、胃部引流和瘘管流出等，严重时需要通过临床补液来处理。

水和电解质代谢紊乱：体液的主要成分是水，其次是电解质。细胞外液与细胞内液的电解质分布和浓度有较大的差异。机体水摄入量不足，水丢失过多或者摄入盐过多时，细胞外液钠浓度的改变可由水、钠的变化而引起水和电解质代谢紊乱。

慢性肾病：一项 6 年以上的队列研究评价了尿量与肾功能障碍之间的联系，研究发现<sup>[4]</sup>，与尿量为 1~1.9 L/d 的人群相比，尿量 2~2.9 L/d 或 ≥3 L/d 的人群出现肾功能障碍的风险降低。

认知和体能下降：水摄入不足会对认知能力带来负面影响。在成年人中开展的研究表明<sup>[5]</sup>，在自然情况下发生脱水的儿童，其听觉数字广度 (auditory digit span)、语义灵活能力 (semantic flexibility) 和图像识别能力有减低的倾向，说明缺水同样会减低儿童的认知能力。另外两项研究表明<sup>[7,8]</sup>，轻度脱水的儿童喝下一定量的水后，其视觉注意力和视觉追踪能力<sup>[9]</sup>等短期记忆力都提高。

### 5.2 水过量

水摄入量超过了肾脏排出能力 (0.7~1.0 L/h) 可引起急性水中毒，水中毒可导致低钠血症<sup>[10]</sup>。这种情况多见于疾病状况，如肾脏病、肝病、充血性心力衰竭等。正常人极少见水中毒。但当个体为了避免中暑，在短期内摄入大量水分而钠盐摄入不够时可导致低钠血症，极严重时危及生命。

## 6 水摄入和状况评价

### 6.1 水摄入水平

世界上很多国家都开展了人群饮用水调查，研究所采用的调查方法有 7 天 24 小时调查、3 天 24 小时调查及 1 天回顾性调查等。

Bellisle 等人<sup>[11]</sup>对法国 566 名健康儿童 (6~11 岁)，333 名青少年 (12~19 岁)，831 名成人 (20~54 岁) 和 443 名老年人 (≥55 岁) 的研究发现，他们每天饮水量分别为



1046.0ml, 1111.8ml, 1306.0ml 和 1197.7ml。

一项在 3 个大洲 13 个国家儿童青少年水和其他饮料的摄入量的调查<sup>[12]</sup>显示, 4~9 岁儿童每日平均饮水量分别为 1339ml (男) 和 1302ml (女), 10~17 岁组的日均饮水量分别为 1404ml (男) 1305ml (女)。墨西哥巴西危地马拉的一项针对 8~11 岁儿童少年的水分摄入来源的调查显示<sup>[13]</sup>, 男生每天水分的摄入总量是 1841ml, 女生为 1834ml。

在中国四城市 1483 名 18~60 岁成年居民中开展的夏季饮水量的调查结果显示<sup>[14]</sup>, 男性每天饮水量 (1679ml) 多于女性 (1370ml)。调查对象每天水摄入总量为 3045mL, 其中饮水量为 1600mL, 饮水量占水分摄入总量比率的中位数为 55.8%<sup>[3]</sup>。2011 年我国四城市儿童少年饮水调查结果显示<sup>[15]</sup>, 9~11 岁、12~13 岁和 14~17 岁儿童少年的饮水量分别平均为 999 ml/d、1159 ml/d 和 1238 ml/d, 其中男性比女性高 24ml/d, 103 ml/d 和 233 ml/d。

## 6.2 机体缺水状态的评价

根据水和电解质丢失的比例和性质, 临床上常分为高渗性失水、等渗性失水和低渗性失水三种。在环境高温、剧烈运动、高热等大量出汗以及水摄入不足等情况下, 容易发生高渗性失水。一般来说, 由于水摄入不足造成的失水为高渗性失水, 可根据失水时口渴、尿少、尿呈黄色等症状来判断外, 还可依据以下指标判断机体失水的程度。

尿比重: 尿比重高。尿比重是指在 4 摄氏度下与同体积的水的重量之比。健康人 24 小时尿比重在 1.015~1.025 之间。

尿渗透压: 肾脏是通过对尿液浓缩或稀释作用来达到调节体液渗透压的平衡。尿渗透压反映肾脏对溶质和水相对排泄速度。

红细胞计数、血红蛋白量、血细胞比容: 轻度升高。机体缺水时, 细胞内、外液都有所减少, 血液浓缩, 造成红细胞计数、血红蛋白量、血细胞比容轻度升高。

血钠浓度: 升高, 在 150 mmol/L 以上; 机体水摄入不足, 缺水多于缺钠, 血清钠高于正常范围, 细胞外液呈高渗状态。

血浆渗透压: 升高, 在 310 mOsm/L 以上。引起失水多于失钠, 而使血浆渗透压升高。

## 7 水的适宜摄入量

水的需要量主要受代谢情况、性别、年龄、身体活动、温度、膳食等因素的影响, 故水的需要量变化很大。水需要量不仅个体差异较大, 而且同一个体不同环境或生理条件下

需要量也有差异。因此水的人群推荐量并不完全等同于个体每天的需要量。近年来, 许多国家以人群的水摄入量数据为基础, 有些国家还综合考虑肾浓缩功能以及能量消耗与水代谢的关系, 提出了本国或本地区居民的总水摄入量或饮水摄入量的推荐值。

总水摄入量定义: 将来源于食物中的水称为食物水, 将来源于普通水和各种饮料的水称为饮水, 两者合计构成了人体的总水摄入量。

### 7.1 其他国家水的推荐摄入量

2010 年, 欧洲食品安全局的膳食、营养与过敏专家组基于摄入量资料以及尿渗透压值, 提出了不同年龄群的适宜水摄入量, 其中成年男性的总水摄入量为 2.5 L/d, 女性为 2.0 L/d<sup>[10]</sup>。同时认为成年人的总水摄入量应该在 1.4 L/d (安静状态) 和 12 L/d (高温气候条件、活跃状态) 之间。2011 年国际生命科学会北美分部的饮水会议提出, 在温和气候条件下, 处于非活跃状态的成人的最低水需要量为 1~3.1 L/d。

### 7.2 我国不同年龄人群水的适宜摄入量 (AI)

婴幼儿体内水占体重的比例较大, 单位体重的基础代谢率高于成人, 而肾脏功能发育尚未成熟, 更容易发生体液和电解质的失衡, 因此适宜的水摄入量对婴幼儿尤其重要。WHO 指出, 0~6 月龄婴儿应进行纯母乳喂养, 不需要额外补充水分。我国 0~6 月龄婴儿平均每天母乳摄入量约 750 ml/d, 根据母乳中约 85%~90% 的含水量, 因此推算出我国 0~6 月龄婴儿的水适宜摄入量为 0.7 L/d。对于 7~12 月龄的婴儿, WHO 报告<sup>[16]</sup>中发展中国家母乳的平均摄入量约为 630 ml/d, 由母乳提供的水为 570 ml/d, 加上添加辅食和饮品提供的水约 330 ml/d, 从而计算出此阶段婴儿的总水适宜摄入量为 0.9 L/d。

对于 1~2 岁幼儿, WHO 报告<sup>[16]</sup>母乳的平均摄入量约为 530 ml/d, 由母乳提供的水为 480 ml/d; 来自辅食的能量要求达到 550 kcal<sup>[17]</sup>, 按照美国 1989 年 RDA 提出的: 婴儿和儿童每消耗 1 kcal 能量, 水的需要量为 1.5 ml, 由此推算来自辅食的水分为 825 ml。因此, 我国 1~2 岁幼儿的总水适宜推荐量为 1.3 L/d。由于我国缺少 3 岁儿童水摄入量的数据, 参考以上数据, 仍为 1.3 L/d。

儿童少年体内水含量随年龄增大而降低, 但仍高于成人。同时他们生长发育迅速, 代谢比较旺盛。随着青春期的出现, 男性和女性间生理特点差异逐渐明显, 水摄入量差异也逐渐增大。

我国缺少 4~6 岁儿童的人群调查水摄入量数据。我们利



用成人水的 AI 推算得出 4~6 岁儿童饮水量约为 0.8 L/d (此年龄段儿童的饮水量不分性别)。

考虑到此年龄段儿童的消化能力相对较弱, 饮食中应含有较多的水分以有助于消化, 饮水的比例相对适当减少, 参考我国成年人调查中饮水量占总水的 56%, 推算出 4~6 岁儿童的总水适宜摄入量为 1.6 L/d。

2011 年在我国四城市儿童少年开展饮水调查<sup>[18]</sup> (平均温度在 20.0~28.0℃, 相对湿度在 38%~59%情况), 得到 7~10 岁、11~13 岁和 14~17 岁儿童少年的平均饮水量, 并根据此次调查数据, 提出各年龄段儿童的饮水量。参考我国成年人调查中得出的饮水量占总水的 56%, 提出我国 4~17 岁儿童少年的总水的推荐量, 见表 1。

表 1 4~17 岁儿童少年水适宜摄入量 [1] (L/d)

| 年龄 (岁) | 饮水量 |     | 总摄入量 [2] |     |
|--------|-----|-----|----------|-----|
| 4~6    | 0.8 |     | 1.6      |     |
| 7~10   | 1.0 |     | 1.8      |     |
|        | 男   | 女   | 男        | 女   |
| 11~13  | 1.3 | 1.1 | 2.3      | 2.0 |
| 14~17  | 1.4 | 1.2 | 2.5      | 2.2 |

注: [1] 温和气候条件下, 轻身体活动水平。如果在高温或进行中  
等以上身体活动时, 应适当增加水摄入量。

[2] 总摄入量包括食物中的水以及饮水中的水。

成人 (18 岁及以上): 2010 年 7~8 月对我国四城市成年人开展了饮水状况调查<sup>[14]</sup>, 我国成人的饮水量占总水摄入量的 56%; 男性为 1679 ml, 女性为 1370 ml。根据此调查结果, 建议我国男性饮水适宜摄入量为 1.7 L/d; WHO 推荐的饮水适宜摄入量为 1500ml, 因此, 将我国女性的饮水适宜摄入量调整为 1.5 L/d。

老年人肾脏功能减弱, 体液平衡恢复较慢。同时由于口渴感比较迟钝, 在环境温度和湿度升高的情况下, 水摄入不足的风险增加。我国四城市居民饮水调查也观察到 50~60 岁成人与 50 岁以下成人饮水量差异不大。结合国外推荐量, 50 岁以上老人饮水推荐量与成人相同。与其他年龄组相比, 老年人失水与脱水的反应迟钝, 因此老年人应该有规律性的主动饮水。

孕妇因孕期羊水以及胎儿, 水分需要量增多。哺乳期妇女产后 6 个月内乳汁的平均分泌量约 750ml/d。美国医学研究所对于孕妇及哺乳期妇女的总水推荐量分别比正常成年女

性增加 300 ml/d 和 1100ml/d。我国缺乏孕妇与乳母平均饮水量的基础数据, 参考美国的数据, 在我国正常女性水适宜摄入量 2.7 L/d 的基础上分别增加 300 ml/d 和 1100ml/d, 得出孕妇总水适宜摄入量为 3.0 L/d, 乳母总水适宜摄入量为 3.8 L/d。根据我国 18 岁以上成人的饮水量占总水摄入量的 56%, 计算出孕妇饮水适宜摄入量为 1.7 L/d, 乳母饮水适宜摄入量为 2.1 L/d。

## 参考文献:

1. Medicine IO. Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate [M]. Washington DC: National Academy Press, 2004.
2. Pivarnik JM. Water and electrolyte balance during rest and exercise [J]. Int J Sport Nutr Exe, 1994, 245-262.
3. 胡小琪, 张倩, 张万方, 等. 我国四城市成年居民夏季水分摄入来源 [J]. 中华预防医学杂志, 2011, 45 (8): 688-691.
4. Strippoli GF, Rochtchina E, et al. Fluid and nutrient intake and risk of chronic kidney disease [J]. Nephrology, 2011, 16: 326-334.
5. Lieberman HR. Hydration and cognition: a critical review and recommendations for future research [J]. J Am Coll Nutr, 2007, 26 (5): 555S-561S.
6. Bardavid Y, Urkin J, Kozminsky E. The effect of voluntary dehydration on cognitive functions of elementary school children [J]. Acta Paediatr, 2005, 94 (11): 1667-1673.
7. Edmonds CJ, Jeffes B. Does having a drink help you think? 6-7-Year-old children show improvements in cognitive performance from baseline to test after having a drink of water [J]. Appetite, 2009, 53 (3): 469-472.
8. Edmonds CJ, Burford D. Should children drink more water? the effects of drinking water on cognition in children [J]. Appetite, 2009, 52 (3): 776-779.
9. Fadda R, Rapinett G, Grathwohl D, et al. Effects of drinking supplementary water at school on cognitive performance in children [J]. Appetite, 2012, 59 (3): 730-737.
10. EFSA. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water [J]. EFSA J. 2010, 8 (3): 1-27.
11. Bellisle F, Thornton SN, Hébel P, et al. A study of fluid intake from beverages in a sample of healthy French

children, adolescents and adults [ J ]. EurJof ClinNutr, 2010, 64 ( 4 ): 350-355.

12. Guelinckx I, Iglesia I, Bottin JH, et al. Intake of water and beverages of children and adolescents in 13 countries [ J ]. Eur J Nutr, 2015, 54 Suppl 2 ( 2 ): S69-S79.

13. Montenegro - Bethancourt G, Vossenaar M, Doak CM, et al. Total daily water intake in Guatemalan children [ J ]. Food Nutr Bull, 2009, 30 ( 4 ): 340-350.

14. 张倩, 胡小琪, 邹淑蓉. 我国四城市成年居民夏季饮水量 [ J ]. 中华预防医学杂志, 2011, 45 ( 8 ): 677-682.

15. 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所, 中国五大

城市儿童少年饮水习惯调查报告 [ R ]. 北京, 2012.

16. Brown K, Dewey K, Allen L. Complementary feeding of young children in developing countries: A review of current scientific knowledge [ R ]. Geneva, Switzerland: World Health Organization [ WHO ], Programme of Nutrition, 1998.

17. Organization WH. Complementary feeding: report of the global consultation Summary of guiding principles for complementary feeding of the breastfed child [ R ]. World Health Organization: Geneva, 2002.

18. 杜松明, 潘慧, 胡小琪, 等. 中国四城市中小学生的饮水量 [ J ]. 中华预防医学杂志, 2013, 47: 208-211.

## 水硬度对心血管疾病的影响

The Effect of Water Hardness on Cardiovascular Diseases

张 娜<sup>1</sup> 杜松明<sup>2</sup> 马冠生<sup>3#</sup>

(<sup>1</sup> 中国疾病预防控制中心营养与健康所, 北京 100050; <sup>2</sup> 中国营养学会, 北京 100053; <sup>3</sup> 北京大学公共卫生学院营养与食品卫生系, 北京 100191; <sup>#</sup> 食品安全毒理学研究与评价北京市重点实验室, 北京 100191)

**摘要:** 心血管疾病是威胁人类健康的一个重要因素, 影响人类的生活质量和生命安全, 给医疗卫生体系和社会经济带来严重负担。水是人类赖以生存和发展不可缺少的最重要的物质之一, 从矿物质组成和含量上可分为软水和硬水。硬水中的钙、镁离子含量较多, 钙、镁离子都参与机体的血液凝固过程, 提高水硬度或镁浓度会减少心血管疾病的发病率和致死率。本文对饮水硬度、水中钙、镁浓度和心血管疾病的关系进行全面综述。

**关键词:** 水; 硬度; 心血管疾病; 钙; 镁

**Abstract:** Cardiovascular disease is one of the important factors which threaten the health of human being. Cardiovascular diseases reduce the quality and safety of human life, and bring serious burden to the healthcare system and social economy. Water is indispensable to human survival and de-

velopment. From the composition and content of minerals, water can be divided into soft and hard water. More calcium and magnesium ion are contained in hard water. Calcium and magnesium ion participate in the process of blood coagulation, so hard water may have a certain effect on the morbidity and mortality of cardiovascular disease. In this paper, a comprehensive review about the effect of hard water (including the concentration of calcium and magnesium ion) on cardiovascular diseases are analyzed.

**Keywords:** Water; Hardness; Cardiovascular disease; Calcium; Magnesium

据世界卫生组织预测, 到 2030 年每年将会有 2.3 亿人死于心血管疾病。心血管疾病影响人类的生活质量, 威胁人类

第一作者: 张娜 (1986—), 女, 在读博士, 主要研究方向: 饮水与健康。

通讯作者: 马冠生 (1963—), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 营养与健康。

的生命安全，给医疗卫生事业和经济发展都带来严重负担。水从矿物质组成和含量上可分为软水和硬水。硬水的组成很大一部分来源于钙和镁离子，有研究提示，提高水硬度或镁浓度会减少心血管疾病的发病率和致死率。本文主要对水硬度影响心血管疾病的研究进行综述。

## 1 水硬度及钙、镁浓度对心血管疾病的影响

1957 年，Kobayashi 等人首次调查了对水与心血管疾病之间的关系，发现水的酸度与中风死亡率之间存在关系，提示水有可能影响心血管疾病<sup>[1]</sup>。随后，Schroeder 等人将心血管疾病分类后，还报告了水硬度与各种心血管疾病之间，如冠心病、脑卒中之间的联系强度；另外，Schroeder 等人发现水硬度与冠心病等心血管疾病呈负相关，还提示应对水中钙、镁浓度与心血管疾病之间的关系进行更进一步研究<sup>[2,4]</sup>。Comstock 等人首次按照地理区域对 1978 年前关于水与心血管疾病的研究进行了总结，并报告硬水与软水相比，患心血管疾病死亡率的相关危险度（RR）较低，且男性和女性存在差异<sup>[3]</sup>。2004 年，Monarca 等人对 1979 年~2003 年的研究进行了系统综述，其中包括 19 项描述性研究，7 项病例对照研究，2 项队列研究，结论是没有足够证据证明水硬度或钙浓度与心血管疾病发病率或病死率之间存在相关性；而水中镁浓度较低则会增加心血管疾病的危险；提高水镁浓度有可能是心血管疾病的保护因素<sup>[4]</sup>。

2004 年前关于水硬度、钙、镁浓度对心血管疾病的影响已有较全面的综述，本文中主要按照研究类型，对 2004 年后的相关研究进行分析。

在生态学研究中，Kousa 等人调查了 35 岁~74 岁的荷兰 67555 名男性和 25450 女性急性心肌梗塞患者，发现水镁浓度每增加 1mg/L，心肌梗塞发生率下降 2%（0.28%~3.91%）<sup>[5]</sup>。Rasic-Milutinovic 等人在随机抽取的三个城市里调查饮水镁浓度与血压之间的关系，结果发现校正年龄、性别、BMI 等因素后，仅总胆固醇和镁浓度是舒张压的相关因子<sup>[6]</sup>。与以上相反，Lake 等人按照 WHO 推荐的生态学时间序列的方法评估饮水硬度对心血管疾病的影响，结果发现按照年龄和性别分层后，水硬度与心血管疾病病死率之间并无关系<sup>[7]</sup>。

在病例对照研究中，Rosenlund 等人将急性心肌梗塞和非急性心肌梗塞人群进行对比，发现饮水与心肌梗塞患病率并无关系<sup>[8]</sup>。Yang 等人比较急性心肌梗塞致死人群与其它病因致死人群，发现饮水钙浓度为 25.1mg/L~42.4mg/L 与饮水钙浓度 $\geq 42.6$ mg/L 相比，心肌梗塞致死率的 OR 值分别为

0.79（0.73~0.86）和 0.71（0.65~0.77）<sup>[9]</sup>。Momeni 对心血管疾病的住院患者及健康对照人群的饮水硬度进行调查，结果发现在 2010 年心血管疾病患病人数下降与较高的水中钙浓度 $>72$ mg/L 存在相关性，在 2011 年水中钙浓度 $>75$ mg/L 同样发现此相关性；在 2010 年镁浓度 $>31$ mg/L 与心血管疾病患病人数下降有关，在 2011 年，镁浓度 $>26$ mg/L 同样发现此相关性<sup>[10]</sup>。

在队列研究中，Morris 等人通过问卷调查人群饮水硬度后，随访 25 年，发现水硬度与心血管疾病发病率的 RR 为 0.96（0.91~1.01），与冠心病发病率和致死率的 RR 分别为 0.99（0.94~1.04）和 0.96（0.90~1.02），镁浓度对冠心病发病率有预防作用，RR 为 1.1（1.01~1.20， $P=0.045$ ），钙与心血管疾病无关<sup>[11]</sup>。Leurs 等人调查人群膳食及生活习惯，按照水硬度分类，随访后发现水硬度与缺血性心脏病、中风之间并无关系<sup>[12]</sup>。Knezovič 等人将受试对象分别分为饮用硬水组和饮用软水组，发现软水组心血管疾病患病率是 21.3%，硬水组心血管疾病患病率是 13.7%。心血管疾病患病率与软水饮用具有相关性，RR 值为 1.127<sup>[13]</sup>。

在涵盖了 1985 年~2006 年间 14 篇文献入选，9 篇病例对照研究，5 篇队列研究的综述中，Catling 等人的结论显示镁与心血管疾病病死率的 OR 值为 0.75（0.68~0.82， $p<0.001$ ）<sup>[14]</sup>。

## 2 讨论：目前研究存在的缺点和限制性

### 2.1 钙、镁浓度之间的相互影响

水总硬度是指水中钙离子及镁离子浓度的总量。钙离子浓度增加或镁离子浓度增加都有可能引起水总硬度的增加。钙、镁两种矿物质对心血管疾病的影响机制并不一致，镁可抑制血液凝固，而钙则促进这一过程，当钙镁比例小于 1:2 时也会阻碍血液凝固；且钙、镁在吸收上会竞争性抑制。因此在探讨水总硬度与心血管疾病的关系时，应对水硬度的钙、镁离子组成做出详细说明，以提高各试验的可比性。

### 2.2 研究设计本身对试验结果的验证力度

在水硬度、钙、镁浓度对心血管疾病影响的研究中，大部分属于描述性或分析性的生态学研究，通过评估一定时间、一定地域内心血管疾病的发病率或死亡率与水总硬度、钙、镁浓度的相关性，建立两者之间的病因学假设。在此类研究中，一般调查周期较长，人员变迁较大，年龄、性别、卫生条件等社会性混杂因素较多，因此试验结果的精确性和准确性受到影响。在对此类研究的总结中，发现研究结果中相关性  $r$  的 95% 置信区间范围较大，精确性低。另外分析性研究

只能得出病因假设,但并不能对病因做验证。此类研究的优点则是人群量大,费用较低,且调查易推广和普及。

还有一部分是病例对照研究,这类研究一般选取患心血管疾病的人群作为病例组,无心血管疾病的人群作为对照组,然后判断两组水总硬度、钙、镁浓度的暴露差异。暴露差异往往是通过人群的回忆获得,存在回忆偏倚。另外,保证病例组和对对照组的信息质量相同也是比较困难的,如相同的吸烟、喝酒、饮食、运动和遗传等因素。在病例组和对对照组之间,众多混杂因素是否均衡和可对比研究结果有重要影响。另外,病例对照研究设计也只是建立心血管疾病和水硬度、钙、镁浓度之间的病因假设,并不能对二者之间的因果关系进行验证。此类研究的优点是可用较少的受试对象获得较好的统计效能。

队列研究可鉴于已有的水硬度、钙、镁浓度的暴露,推论心血管疾病的患病率或死亡率,此类研究可以验证病因假设,但也应排除生活习惯、膳食因素、遗传等因素,所以在研究时尽量满足随机分组的原则,目前随机分组的队列研究尚少。

综上所述,较多研究表明镁缺乏会引起心血管疾病的危险增加,较高的水镁浓度有利于减少心血管疾病的发病率和死亡率。水在日常生活中是不可缺少的成分,研究水硬度与心血管疾病的关系具有极强的实用价值,并且从饮水的角度减少心血管疾病的发病率和死亡率可及性较强、覆盖面较广且简单易实施。

## 参考文献:

1. Kobayashi J. On geographical relationship between the chemical nature of river water and death-rate from apoplexy (Preliminary Report) [R], 1957, 11 (6): 12-21.
2. Schroeder HA. Relations between hardness of water and death rates from certain chronic and degenerative diseases in the United States [J]. J Chronic Dis, 1960, 12 (6): 586-591.
3. Comstock GW. Water hardness and cardiovascular diseases [J]. Am J Epidemiol, 1979, 110 (4): 375-400.
4. Dudley EF, Beldin RA, Johnson BC. Climate, water hardness and coronary heart disease. [J]. J Chronic Dis, 1969, 22 (1): 25-48.
5. Kousa A, Havulinna A S, Moltchanova E, et al. Mag-

nesium in well water and the spatial variation of acute myocardial infarction incidence in rural Finland [J]. Appl Geochem, 2008, 23 (4): 632-640.

6. Rasic-Milutinovic Z, Perunicic-Pekovic G, Jovanovic D, et al. Association of blood pressure and metabolic syndrome components with magnesium levels in drinking water in some Serbian municipalities [J]. J Water Health, 2012, 10 (1): 161-169.

7. Lake IR, Swift L, Catling LA, et al. Effect of water hardness on cardiovascular mortality: an ecological time series approach [J]. J Public Health, 2010, 32 (4): 479-487.

8. Mats R, Niklas B, Johan H, et al. Daily intake of magnesium and calcium from drinking water in relation to myocardial infarction [J]. Epidemiol, 2005, 16 (16): 570-6.

9. Chun-Yuh Y, Chih-Ching C, Shang-Shyue T, et al. Calcium and magnesium in drinking water and risk of death from acute myocardial infarction in Taiwan [J]. Environ Res, 2006, 101 (3): 407-411.

10. Mitra M, Zahra G, Mohammad Mehadi A, et al. Does Water Hardness Have Preventive Effect on Cardiovascular Disease? [J]. Inter J Prevent Med, 2014, 5 (2): 159-163.

11. Morris RW, Mary W, Lennon LT, et al. Hard drinking water does not protect against cardiovascular disease: new evidence from the British Regional Heart Study [J]. Eur J CardioPrev R, 2008, 15 (2): 185-189.

12. Leurs LJ, Brandt P. Relationship between tap water hardness, magnesium, and calcium concentration and mortality due to ischemic heart disease or stroke in The Netherlands [J]. Environ Health Persp, 2010, 118 (3): 414-20.

13. Knezović NJ, Memić M, Mabić M, et al. Correlation between water hardness and cardiovascular diseases in Mostar city, Bosnia and Herzegovina. [J]. J Water Health, 2014, 12 (4): 817-823.

14. Catling LA, Abubakar I, Lake IR, et al. A systematic review of analytical observational studies investigating the association between cardiovascular disease and drinking water hardness [J]. J Water Health, 2008, 6 (4): 433-442.



# 水与健康

Water and Health

张娜<sup>1</sup> 杜松明<sup>2</sup> 马冠生<sup>3#</sup>

(<sup>1</sup> 中国疾病预防控制中心营养与健康所, 北京 100050; <sup>2</sup> 中国营养学会, 北京 100053; <sup>3</sup> 北京大学公共卫生学院营养与食品卫生系, 北京 100191; #食品安全毒理学研究与评价北京市重点实验室, 北京 100191)

**摘要:** 水作为人类赖以生存和发展不可缺少的最重要的物质之一, 具有参与机体新陈代谢, 维持体液正常渗透压及电解质平衡, 调节体温和润滑关节等作用。在身体活动过程中, 通过饮水来维持正常的水合状态, 对于调节机体渗透压、维持电解质平衡、补充因排汗引起的水分丢失有重要作用。水摄入过多或过少都会影响身体健康。机体水摄入过少引起的脱水状态有可能会降低机体的认知能力、身体活动能力, 增加肾脏及泌尿系统疾病的发病率等。另外, 水的硬度还可能对心血管疾病的发病率和致死率有一定的影响。本文主要对水与健康的关系进行综述。

**关键词:** 水; 健康; 认知能力; 身体活动; 肾脏及泌尿系统疾病

**Abstract:** Water is indispensable to human survival and development. It is the main component of human body. The functions of water include participating in body metabolism, modulating normal osmotic pressure, maintaining electrolyte balance and regulating body temperature. During the process of physical activity, it is important to maintain the normal state of hydration through drinking enough water, in order to regulate normal osmotic pressure, to keep electrolyte balance, to compensate for the fluid loss caused by sweating. The dehydrated status of body caused by inadequate water-intake can reduce blood volume and increase the concentration of electrolyte. Both excessive and insufficient water intake have negative impact on health. Dehydration caused by insufficient water intake may reduce cognitive performances, the ability of physical activities, and increase the incidences of kidneys and urinary system diseases. In addition, water hardness

may also have effect on the morbidity and mortality of cardiovascular diseases. This article mainly summarized on the relationship between the water and health.

**Keywords:** Water; Health; Cognitive performances; Physical activity; Urinary diseases

水是地球上最常见的物质之一, 是包括人类在内所有生命生存的不可缺少的资源, 也是生物体最重要的组成部分。人体内所含的水分总量称作总体水 (total body water, TBW) 含量, 年龄、性别、体成分均可造成个体间总体水的差异。水不仅是构成人体组织和细胞的重要成分, 而且还具有调节生理功能的作用。不摄入水生命只能维持数日, 摄入水而不摄入食物时生命可维持数周, 可见水对健康至关重要。

## 1 水摄入过量与健康

水摄入量超过了肾脏排出能力 (0.7~1.0 L/h) 可引起急性水中毒, 水中毒可导致低钠血症<sup>[1]</sup>。这种情况多见于疾病状况, 如肾脏病、肝病、充血性心力衰竭等。正常人极少见水中毒。但当个体为了避免中暑, 在短期内摄入大量水分而钠盐摄入不够时可导致低钠血症, 极严重时危及生命。水中毒时, 可因脑细胞肿胀、脑组织水肿、颅内压增高而引起头痛、恶心、呕吐、记忆力减退, 重者可发生渐进性精神迟钝, 恍惚、昏迷、惊厥等, 严重者可引起死亡。

## 2 水摄入不足与健康

水摄入不足或丢失过多, 均可引起体内失水。在正常生理条件下, 人体通过尿液、粪便、呼吸和皮肤等途径丢失水。

第一作者: 张娜 (1986—), 女, 在读博士, 主要研究方向: 饮水与健康。

通讯作者: 马冠生 (1963—), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 营养与健康。



这些丢失的水量为必需丢失量,通过足量饮水即能补偿。另一种是病理性水丢失,例如腹泻、呕吐、胃部引流和瘘管流出等,如果这些水的丢失严重就需要通过临床补液来处理。以往的研究证实水摄入不足会对健康造成危害,近些年,水摄入不足对认知能力和体能的影响逐渐受到人们的关注<sup>[2]</sup>。

## 2.1 水和电解质代谢紊乱

体液的主要成分是水,其次是电解质。细胞外液与细胞内液的电解质分布和浓度有较大的差异,细胞外液中阳离子以  $\text{Na}^+$  为主,其次为  $\text{Ca}^{2+}$ 。阴离子以  $\text{Cl}^-$  最多,  $\text{HCO}_3^-$  次之。细胞内液阳离子主要是  $\text{K}^+$ , 阴离子主要是  $\text{HPO}_4^{2-}$  和蛋白质离子。此外,血浆中含少量的镁离子。其中以  $\text{Na}^+$  离子对维持细胞外液的渗透压、体液的分布和转移起着决定性的作用。机体水摄入量不足,水丢失过多或者摄入盐过多时,细胞外液钠浓度的改变可由水、钠的变化而引起水和电解质代谢紊乱。

## 2.2 失水程度与相关症状

失水是指体液丢失造成体液容量不足。体液丢失量约为体重的 1% 时,机体血浆渗透压升高,出现口渴感,且体能开始受到影响;当失水量占体重的 2%~4% 时,为轻度脱水,表现为口渴、尿少、尿呈深黄色、尿比重增高及工作效率降低等;失水量占体重的 4%~8% 时,为中度脱水,除上述症状外,还可见极度口渴、皮肤干燥、口舌干裂、声音嘶哑及全身软弱等现象、心率加快、尿量明显减少、皮肤干燥失去弹性,眼窝下陷,常有烦躁不安;如果失水量超过体重的 8%,为重度脱水,表现为精神及神经系统异常,可见皮肤黏膜干燥、高热、烦躁、精神恍惚、神志不清等等;失水达到体重的 10%,会出现烦躁、全身无力、体温升高、血压下降、皮肤失去弹性,甚至危及生命;失水超过体重的 20% 时,会引起死亡。

## 2.3 水和认知能力

大脑组织中含水的比例为 85%,如果水摄入不足在一定程度上也有可能影响大脑的认知能力。在采用身体活动结合高温诱导机体脱水的研究中,Cian 等研究显示高温及身体活动下诱导的脱水状态影响认知能力<sup>[3,4]</sup>。在通过运动结合利尿剂诱导机体脱水的研究中,Ganio 等人和 Armstrong 等人将受试对象分别在运动诱导的脱水状态、运动和利尿剂诱导的脱水状态、运动及安慰剂诱导的脱水状态和正常水合状态下进行比较,发现脱水损害认知能力<sup>[5,6]</sup>。在未加任何干预下,BAR-DAVID 等人发现在自然情况下发生脱水的儿童,其听觉数字广度、语义灵活能力和图像识别能力有减低的倾向,说明缺水会减低儿童的认知能力<sup>[7]</sup>,Benefer 等人也得出类似

结果<sup>[8]</sup>。Rogers 等人研究发现处于脱水状态且初始渴觉程度高的受试对象,给与的饮水干预量和认知能力改善程度呈正相关,且存在剂量效应<sup>[9]</sup>。Benton 等人研究显示对在校学生施加饮水干预后会改善其认知能力<sup>[10]</sup>。Edmond 等人进一步根据饮水干预量进行分层后,发现饮水超过 250ml 的儿童认知能力改善程度高于饮水少于 250ml 的儿童<sup>[11]</sup>。Fadda 等人将更易脱水的热带气候的在校学生作为实验对象,且用尿液渗透压作为判断脱水状态的检验标准,发现施加饮水干预可改善认知能力<sup>[12]</sup>。

## 2.4 水和体力活动能力

Murray 等人的研究发现,即使是丢失仅占体重 2% 的水分,机体也会出现生理应激增加、体能降低和体温调节受到干扰等现象<sup>[13]</sup>。Cheuvront 的研究结果显示,在相对较轻的脱水状况下,从事高强度身体活动的个体会出现体能下降,表现为耐力下降、疲劳、体温调节紊乱和主观感觉吃力等<sup>[14]</sup>。Maughan 等人发现在炎热的环境下运动,且没有充分补充液体可导致体温升高、心脏每搏输出量下降、血压下降和肌肉血流量减少<sup>[15]</sup>。McDermott 等人的研究发现,参加足球夏令营的儿童如果发生脱水(尿渗透压低于正常),并且一直处于脱水状态,可导致体力恢复困难和后续的体能受损<sup>[16]</sup>。Kavouras 等人在希腊开展了一项针对 92 位 10~15 岁运动员的研究,发现采取简单但合理的饮水宣传教育措施在短短两天的时间内就可以改善青少年饮水状况,而且在其训练期间,通过摄入水获得良好的饮水状况可以提高耐力运动的能力<sup>[17]</sup>。Arnaoutis 等人以平均年龄为 25.9 岁的雅典男性骑自行车选手作为受试对象,发现当机体处于 2% 脱水状态(及体重减轻 2%) 时,通过补水可以提高其耐力并延长运动时间<sup>[18]</sup>。Kenefick 等人将受试对象置于 10℃、20℃、30℃、40℃ 四种温度下,在 4% 脱水和正常水合状态下进行有氧运动,发现随温度增加,脱水降低有氧运动的程度也增加,分析原因可能是体表较高的血液流动引起心血管压力增加,进而损伤运动能力<sup>[19]</sup>。Sawka 等人的综述提示体表温度较高伴脱水会很大程度地降低身体活动能力<sup>[20]</sup>。

## 2.5 水和肾脏及泌尿系统疾病

足量饮水有可能降低肾脏及泌尿系统的发病率。在回顾性研究中,Dai 等人对肾结石患者与健康对照人群进行食物频率的调查来判断肾结石的危险因素,发现在男性人群中,增加液体摄入可以预防肾结石<sup>[21]</sup>。Sorensen 等人对 50~79 岁之间无尿石症患病史的美国女性进行长期随访,发现水摄入较多者的肾结石发病率较低<sup>[22]</sup>。Alaya 等人观察患有尿石症

儿童的生活及饮食特性，发现饮水量少是尿石症的危险因素<sup>[23]</sup>。Su 等人对女性工作人员实施健康教育，并随访两年，观察其饮水量及排尿量对尿道感染的影响，发现健康教育后，饮水量和尿量增加的人群尿道感染率下降<sup>[24]</sup>。Strippoli 等人开展的一个病例对照研究发现饮水量较多的人群患慢性肾脏疾病的危险降低<sup>[25]</sup>。Michaud 等人发现水摄入量较高的人群患膀胱癌的危险性较低<sup>[26]</sup>。

## 2.6 水与心血管疾病

Kobayashi 对河水化学性质与血管疾病风险的关系进行了首次观察，发现随着水硬度的增加，患这种病的风险性会降低<sup>[27]</sup>。随后，大量科学家对水硬度与心血管疾病之间的关系做了研究。2004 年，Monarca 等人对 1979 年~2003 年的研究进行了系统综述，其中包括 19 项描述性研究，7 项病例对照研究，2 项队列研究，结论是没有足够证据证明水硬度或钙浓度与心血管疾病发病率或病死率之间存在相关性；而水中镁浓度较低则会增加心血管疾病的危险；提高水镁浓度有可能是心血管疾病的保护因素<sup>[28]</sup>。2008 年，Catling 等人筛选了 1985 年~2006 年间的相关文章，14 篇文献入选，9 篇病例对照研究，5 篇队列研究，经过 meta 分析研究发现，水中的镁含量与心血管疾病病死率成反比<sup>[29]</sup>。

## 2.6 水和癌症

有研究表明，饮用水还与某些癌症存在联系，但大部分是由于饮用水中的矿物质或其他污染物造成的某些癌症危险性的增加。Cheng 等人的研究显示女性肺癌的危险性随着其饮水量中镁含量的增加而降低<sup>[30]</sup>。Ebenstein 等人的研究显示随着工业化和城镇化的发展，水质污染逐渐严重，在排除了吸烟、膳食和空气污染等因素后，水质污染引起消化系统癌症死亡率增加 9.7%<sup>[31]</sup>。

## 2.7 水与便秘

当身体不能得到足够的水分时，它从体内获取水分，直肠就是一个主要的内部水来源。有研究发现，当直肠中水分减少时，营养物质的消化、吸收、循环、排泄过程受限，便秘随之而来，正常的排便功能会随着水分的正常补充而得到恢复。Mun 等人的研究显示，老年人摄入苏打水可以有效预防便秘的发生<sup>[32]</sup>。Dupont 等人发现镁硫酸盐天然矿泉水对于功能性便秘患者具有缓解作用<sup>[33]</sup>。Jangid 等人发现增加水摄入量可以有效缓解功能性便秘<sup>[34]</sup>。

## 2.8 水与疼痛

脱水是引起头痛和偏头痛的主要原因<sup>[35]</sup>，热应激时的偏头痛常常是脱水的标志。另外，Spigt 等人 and Price 等人的研

究显示摄入较多的水可以缓解头痛<sup>[36,37]</sup>。

## 2.9 饮水与哮喘

哮喘是由于组胺过多引起的直接结果，组胺可以造成支气管收缩，并产生黏液，而体内脱水会引起增加组胺量。Cerny 等人的研究显示急性哮喘的人群一般都伴随着脱水的症状<sup>[38]</sup>。

## 2.10 水在临床疾病术后上的应用

对五官科鼻咽部术后及胃肠术后的患者进行 2 小时早期饮水与常规术后 6 小时饮水对照研究，结果显示术后禁食水时间过长可致口腔腺体分泌减少，口腔肌肉活动减少，黏膜新陈代谢减弱，表皮易角化而发生口唇干裂侧。提早饮水：可通过神经反射或胃壁内神经丛激活胃肠道神经内分泌功能，胃蠕动增强，使胃内容物及时排出，有效降低胃肠道压力，胃排空又通过肠胃反射刺激十二指肠机械感受器和化学感受器引起十二指肠蠕动，吞咽动作也可以引起小肠蠕动冲，刺激肠壁引起蠕动使肠鸣音恢复时间明显提前；可分散患者的注意力，减轻鼻咽部的疼痛提早进水使患者所需营养及水分得到补充，减少液体的输入，促进胃肠蠕动，有利于体能的恢复和营养的摄入，有利于患者早日康复；能解除口渴，清洁口腔，清除口臭，有利于呼吸道分泌物的咳出，防止肺部感染；早饮水还可促进口腔腺体分泌，增强杀菌能力和防御能力，同时减少了口腔部分致病菌的寄生和繁殖，大大降低了口腔炎、咽部感染等发生率，给患者带来了舒适感<sup>[39,40,41,42]</sup>。

## 2.12 与水相关的特殊疾病

与水相关的特殊疾病包括以水为媒介的传染病霍乱、痢疾、伤寒、肝炎和脊髓灰质炎（小儿麻痹）等；与水有关的地方病：地方性甲状腺肿和地方性氟中毒，是我国主要的两种地方病；与水污染长期积累有关的病：水俣病（有机汞中毒）、痛痛病（镉中毒）、锰中毒、亚硝酸盐中毒、农药、除草剂、消毒副产物等有机污染物的致癌和致突变作用等。

许多生态学研究 and 病例对照研究表明，水分的摄入与机体的健康、疾病存在一定的关系。此外，越来越多的干预性试验研究也对水分摄入做了更进一步的控制和限定，以证实水分摄入对疾病发生发展和生理功能改变的影响，但研究数据尚少。水作为膳食中的一种主要成分，与生活息息相关、密不可分，如何对各种疾病做出水分摄入的合理建议，如何在日常生活中通过摄入水分预防和远离部分疾病，如何确定一个正确合理的饮水量都成为我们今后研究的重点。

## 参考文献：

1. Authority E F S. Scientific Opinion on Dietary Refer-

ence Values for water [J]. *EFSA J*, 2010, 8 (3): 1459.

2. Sécher M, Ritz P. Hydration and cognitive performance. [J]. *J Nutr Health Aging*, 2012, 16 (4): 325–329.

3. Cian C, Koulmann N, Barraud PA, et al. Influences of variations in body hydration on cognitive function: Effect of hyperhydration, heat stress, and exercise-induced dehydration [J]. *J Psychophysiol*, 2000, 14 (1): 29.

4. Cian C, Barraud PA, Melin B, et al. Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stress or exercise-induced dehydration [J]. *Int J Psychophysiol*, 2001, 42 (3): 243–251.

5. Ganio MS, Armstrong LE, Casa DJ, et al. Mild dehydration impairs cognitive performance and mood of men [J]. *Brit J Nutr*, 2011, 106 (10): 1535–1543.

6. Armstrong LE, Ganio MS, Casa DJ, et al. Mild dehydration affects mood in healthy young women [J]. *J Nutr*, 2012, 142 (2): 382–388.

7. Bar-David Y, Urkin J, Kozminsky ELY. The effect of voluntary dehydration on cognitive functions of elementary school children [J]. *Acta Paediatr*, 2005, 94 (11): 1667–1673.

8. Benefer MD, Corfe BM, Russell JM, et al. Water intake and post-exercise cognitive performance: an observational study of long-distance walkers and runners [J]. *Eur J Nutr*, 2013, 52 (2): 617–624.

9. Rogers PJ, Kainth A, Smit HJ. A drink of water can improve or impair mental performance depending on small differences in thirst [J]. *Appetite*, 2001, 36 (1): 57–58.

10. Benton D, Burgess N. The effect of the consumption of water on the memory and attention of children [J]. *Appetite*, 2009, 53 (1): 143–146.

11. Edmonds CJ, Burford D. Should children drink more water? The effects of drinking water on cognition in children [J]. *Appetite*, 2009, 52 (3): 776–779.

12. Fadda R, Rapinett G, Grathwohl D, et al. Effects of drinking supplementary water at school on cognitive performance in children [J]. *Appetite*, 2012, 59 (3): 730–737.

13. Murray B. Hydration and Physical Performance [J]. *J Am Coll Nutr*, 2007, 26 (5): 542S–548S.

14. Cheuvront S N, Mn. S. Fluid balance and endurance exercise performance [J]. *Curr Sport Med Rep*, 2003, 2

(4): 202–8.

15. Maughan RJ, Watson P, Shirreffs SM. Heat and cold: what does the environment do to the marathon runner? [J]. *Sports Med*, 2007, 37 (4–5): 396–9.

16. Mcdermott BP, Casa DJ, Yeargin SW, et al. Hydration status, sweat rates, and rehydration education of youth football campers [J]. *J Sport Rehabil*, 2009, 18 (4): 535–52.

17. Kavouras SA, Arnaoutis G, Makrillos M, et al. Educational intervention on water intake improves hydration status and enhances exercise performance in athletic youth [J]. *Scand J Med Sci Spor*, 2012, 22 (5): 684–9.

18. Arnaoutis G, Kavouras SA, Christaki I, et al. Water ingestion improves performance compared with mouth rinse in dehydrated subjects [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2012, 44: 175–179.

19. Kenefick RW, Cheuvront SN, Palombo LJ, et al. Skin temperature modifies the impact of hypohydration on aerobic performance [J]. *J Appl Physiol*, 2010, 109: 79–86.

20. Sawka MN, Cheuvront SN, Kenefick RW. High skin temperature and hypohydration impairs aerobic performance [J]. *Exp Physiol*, 2012, 97: 372–377.

21. Dai M, Zhao A, Liu A, et al. Dietary factors and risk of kidney stone: a case-control study in southern China [J]. *J Ren Nutr*, 2013; 23 (2): e21–8.

22. Sorensen MD, Kahn AJ, Reiner AP, et al. Impact of nutritional factors on incident kidney stone formation: a report from the WHI OS [J]. *J Urol*, 2012; 187: 1645–1649.

23. Alaya A, Sakly R, Nouri A, et al. Idiopathic urolithiasis in Tunisian children: a report of 134 cases [J]. *Saudi J Kidney Dis Transplant*, 2013; 24 (5): 1055–61.

24. Su SB, Wang JN, Lu CW, et al. Reducing urinary tract infections among female clean room workers [J]. *J Womens Health (Larchmt)*, 2006; 15: 870–876.

25. Strippoli GF, Craig JC, Rochtchina E, et al. Fluid and nutrient intake and risk of chronic kidney disease. *Nephrology (Carlton)*, 2011; 16: 326–334.

26. Michaud DS, Spiegelman D, Clinton SK, et al. Fluid intake and the risk of bladder cancer in men. *N Engl J Med*, 1999; 340: 1390–1397.

27. Kobayashi J. On geographical relationship between the chemical nature of river water and death-rate from apoplexy (Preliminary Report) [R], 1957, 11 (6): 12-21.
28. Catling LA, Abubakar I, Lake IR, et al. A systematic review of analytical observational studies investigating the association between cardiovascular disease and drinking water hardness [J]. J Water Health, 2008, 6 (4): 433-442.
29. Lake IR, Swift L, Catling LA, et al. Effect of water hardness on cardiovascular mortality: an ecological time series approach [J]. Journal of Public Health, 2010, 32 (4): 479-487.
30. Cheng MH, Chiu HF, Tsai SS, et al. Calcium and magnesium in drinking-water and risk of death from lung cancer in women. [J]. Magnesium Res, 2012, 25 (3): 112-119.
31. Ebenstein A. The Consequences of Industrialization: Evidence from Water Pollution and Digestive Cancers in China [J]. Rev Econ Stat, 2012, 94 (1): 186-201.
32. Mun JH, Jun SS. [Effects of carbonated water intake on constipation in elderly patients following a cerebrovascular accident]. [J]. J Korean AcadNurs, 2011, 41 (2): 269-75.
33. Dupont C, Campagne A, Constant F. Efficacy and Safety of a Magnesium Sulfate-Rich Natural Mineral Water for Patients With Functional Constipation [J]. ClinGastroentero H, 2014, 12 (8): 1280-1287.
34. Jangid V, Godhia M, Sanwalka N, et al. Water Intake, Dietary Fibre, Defecatory Habits and its Association with Chronic Functional Constipation [J]. J Aging Res Clin Practice, 2015; 4 (3): 137-143
35. AmnonMosek MD, Amos D. Korczyn MD MSc. Fasting Headache, Weight Loss, and Dehydration [J]. J Head Pain, 1999, 39 (3): 225-227.
36. Spigt M, Weerkamp N, Troost J, et al. A randomized trial on the effects of regular water intake in patients with recurrent headaches [J]. Fam Pract, 2012, 29 (4): 370-5.
37. Price A, Burls A. Increased water intake to reduce headache: Learning from a critical appraisal [J]. J EvalClin-Pract, 2015, 21 (6): 1212-8.
38. Potter P C, Klein M, Weinberg E G. Hydration in severe acute asthma. [J]. Arch Dis Child, 1991, 66 (2): 216-9.
39. 吴红霞, 盖东和. 饮水疗法在胃食管吻合术后的应用 [J]. 山东医药, 2003, 43 (15): 31-31.
40. 刘敏, 佟丽芳, 郭亚丽. 术后早期少量饮水对胆道外科患者的影响 [J]. 中国实用护理杂志, 2005, 21 (24): 30-31.
41. 黎明, 王欣然, 韩斌如. 腹部手术后留置胃管期间少量饮水对患者的影响 [J]. 护理学杂志, 2005, 20 (8): 29-30.
42. 莫小眉. 胃肠道手术病人术后早期适量饮水的效果观察 [J]. 医学信息, 2009, 22 (8): 1539-1540.



# 饮水对泌尿系统疾病的影响

Effect of Hydration on Urinary System Diseases

张 娜<sup>1</sup> 杜松明<sup>2</sup> 马冠生<sup>3#</sup>

(<sup>1</sup> 中国疾病预防控制中心营养与健康所, 北京 100050; <sup>2</sup> 中国营养学会, 北京 100053; <sup>3</sup> 北京大学公共卫生学院营养与食品卫生系, 北京 100191; #食品安全毒理学研究与评价北京市重点实验室, 北京 100191)

**摘要:** 水是人类生存和发展不可缺少的重要物质, 是人体的主要组成成分, 可参与机体新陈代谢、调节体温、维持体液正常渗透压和电解质平衡。水的吸收、分布和代谢, 都离不开肾脏及泌尿系统的调控。而机体由于饮水过少而引起脱水时, 也会对肾脏疾病造成一定的影响。目前, 水对肾脏及泌尿系统疾病影响的干预性队列研究和随机对照研究较少, 大多数研究采用回顾性或前瞻性调查问卷探索水对肾脏及泌尿系统疾病之间的联系, 但无法验证水与肾脏及泌尿系统疾病之间的因果关系。本文对此方面的研究结果和试验设计进行全面综述。

**关键词:** 水; 肾脏; 结石; 感染

**Abstract:** Water is indispensable to human survival and development. It is the main component of human body. The functions of water include participating in body metabolism, modulating normal osmotic pressure, maintaining electrolyte balance and regulating body temperature. Kidney and urinary system play an important role in the regulating of water absorption, distribution and metabolism. The dehydrated status caused by inadequate water-intake will have a harmful effect on the diseases of kidney and urinary system. Currently, there are not enough cohort studies and randomized controlled trial studies. Most studies are in the form of retrospective or prospective questionnaire to judge the relationship between dehydration and the diseases of kidney and urinary system, although these studies can't verify their causal relationship. In this review paper, the results and the design limitations of the studies are analyzed.

**Keywords:** Water; Kidney; Stone; Infection

水是人类赖以生存和发展的最重要的物质之一, 是人体组织的主要成分, 参与机体新陈代谢, 维持体液正常渗透压及电解质平衡, 调节体温, 且具有润滑作用。水的吸收、分布和代谢, 离不开肾脏及泌尿系统的调控<sup>[1]</sup>。而机体饮水过少引起脱水时, 会对肾脏疾病造成一定影响。目前, 水对肾脏及泌尿系统疾病的干预性研究较少, 且缺乏随机对照设计<sup>[2]</sup>。本文主要分析已有的相关研究结果及试验设计的限制性。

## 1 水与泌尿系统疾病

### 1.1 水与泌尿系统疾病

泌尿系统结石 (简称结石) 是最常见的泌尿外科疾病之一。北美结石患病率为 7%~13%, 欧洲为 5%~9%, 亚洲为 1%~5%, 我国泌尿系统结石的发病率也有明显升高的趋势, 我国已经成为世界上三大结石高发区之一。结石发病率高的同时, 复发率也较高, 给医疗卫生系统带来严重负担。结石的发病原因与饮食等因素有密切关系。其中, 饮食因素中的饮水对结石有重要的影响, 有研究提示增加饮水可能降低结石的发病率, 研究水对结石的影响具有一定的社会和经济意义。

在相关的回顾性调查研究中, 提示饮水与结石之间有一定的关系, 但不能验证两者的因果关系。此类研究中, Atan 等人对 10326 名在 45℃ 环境与正常温度下的巴西工作者进行回顾性问卷调查, 发现高温环境下工作者的尿液相对较少, 结石患病率较高<sup>[3]</sup>。Meng 等人采用病例对照研究设计, 用食物频率表法调查 1019 名中国肾结石患者与 987 名健康人群的普通饮水量及食物饮水量, 发现男性增加饮水量对于肾结石是保护性因素, 而在女性中则无发现此联系<sup>[4]</sup>。

第一作者: 张娜 (1986—), 女, 在读博士, 主要研究方向: 饮水与健康。

通讯作者: 马冠生 (1963—), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 营养与健康。



在前瞻性队列研究中, Alaya 等人对突尼斯地区 134 名 6 个月至 16 岁的结石患者进行调查, 发现饮水量较少也是结石发病的危险因素<sup>[5]</sup>。Strauss 等人对 522 名患有复发性结石的患者随访两年, 记录其饮水量、尿液量及结石复发率, 发现尿液量较少是结石复发的危险因素<sup>[6]</sup>。Curhan 等人对 40 岁~75 岁无结石病史的美国男性人群随访 4 年, 在此期间, 受试对象定期填写膳食频率调查表以分析其饮水情况, 并观察其结石发病率, 发现饮水较多的人群结石发病率的相对危险度较低<sup>[7]</sup>。在另外两个研究中, Curhan 等人对 91731 名 34 岁~59 岁美国女性进行随访 12 年, 期间在 1980、1984、1986 和 1990 年进行自填式食物频率问卷调查; 另一项调查包括 96245 名 27 岁~44 岁的美国女性随访 8 年, 期间在 1991 年和 1995 年进行自填式食物频率问卷调查, 发现饮水较多者结石发病的相对危险度略低<sup>[8,9]</sup>。Taylor 等人对 45619 名 40 岁~75 岁无结石病史的美国男性随访 14 年并定期填写膳食频率表, 发现饮水较多者结石发病的相对危险度略低<sup>[10]</sup>。与此一致的是, Sorensen 等人发现在 78293 名 50 岁~79 岁无结石病史的美国女性中, 饮水较多的人群结石发病率较低<sup>[11]</sup>。

在干预性队列研究中, Embon 等人以 819 名平均年龄为 43 岁且患有结石症的英国人为研究对象, 发现慢性脱水的人群结石发病率较高, 建议研究对象增加每天饮水量至 2.5L 后, 每天尿液排出量增加, 4 年后结石的复发率仅 7%<sup>[12]</sup>, 研究证实增加饮水量对于结石症是一种保护性因素。Frank 等人将两个结石发病率较高的沙漠城市进行饮水干预的队列研究: 干预组给与一级干预措施, 即增加饮水量; 对照组无干预, 三年后, 干预组尿液排出量增加, 结石发病率下降<sup>[13]</sup>, 研究提示增加饮水量可以有效降低结石症的发病率。在以飞行员为研究对象的干预研究中, Monga 等人发现飞行员长时间暴露于微重力下, 会增加结石发病率, 饮水是一个有效的预防措施<sup>[14]</sup>。Hosking 等人对 108 名复发性结石患者随访 5 年, 发现饮水量增加后, 结石复发率降低且排尿量增加<sup>[15]</sup>。在一个为期 7 天的实验室研究中, Pak 等人对结石患者进行饮水干预, 发现增加饮水后尿液中结晶盐形成减少<sup>[16]</sup>。以上研究得出的结论类似, 即增加饮水量有可能降低结石的发病率和复发率。

仅有的一个随机对照试验中, Borghi 等人以 101 名结石症患者作为对照组研究对象, 199 名结石症患者作为干预组研究对象, 增加干预组结石患者的饮水量至  $\geq 2\text{L}$ , 对照组不改变饮水习惯, 随访 5 年后发现与对照组相比, 干预组每日尿液排出量增加, 结石复发率较低且复发所需的时间相对较长<sup>[17]</sup>。

另外, 高温和运动会引起机体脱水, 从而影响结石发病

率。Curhan 等人对居住在美国不同温度地区的 40 岁~75 岁无结石病史的美国男性随访 6 年, 发现温度较高的东南部地区结石患病率高于西北地区<sup>[18]</sup>, 且一般情况下, 温度越高, 机体皮肤汗液的挥发越多, 因此需要的饮水量也越多。Borghi 等人发现高温下工作的工人结石患病率高于常温下工作的工人<sup>[19]</sup>。另外, 马拉松选手结石发病率高于普通人, 有可能是长时间运动造成的机体脱水会升高结石形成的风险<sup>[20]</sup>。

## 1.2 水与泌尿系统感染

泌尿系统感染 (简称感染) 在我国的发生率较普遍, 女性发病率明显高于男性, 20% 的女性在一生中至少有一次感染<sup>[21]</sup>。感染可引起急性病变, 也有长期的不良影响, 如引起高血压和肾功能下降, 影响着机体的健康和生活质量。饮水与泌尿系统感染有一定的关系, 脱水会降低尿液量、排尿频率、尿液 pH 值、提高尿液渗透压、尿液浓缩度、尿液中抗菌物质的浓度, 进而影响肾脏及泌尿系统感染的发生率<sup>[22,23]</sup>。

在回顾性问卷调查研究中, Nielsen 等人对 1613 名 20 岁~25 岁, 30 岁~35 岁, 40 岁~45 岁且患复发性泌尿系统感染的女性进行排尿相关的问卷调查, 发现每天排尿  $< 3$  次的女性感染患病率高于排尿  $\geq 4$  次的女性, 而排尿频率与饮水量息息相关, 因此饮水会对泌尿系统感染有一定的影响<sup>[24]</sup>。Nygaard 等人通过邮件调查 791 名平均年龄为 43.1 岁的美国教师, 发现饮水较少的教师与正常饮水量的教师相比, 泌尿系统感染率高出 2.2 倍<sup>[25]</sup>。Wilde 等人对 24 名平均年龄为 70 岁且使用导尿管的美国人做回顾性问卷调查, 发现饮水较少和排尿量少是泌尿系统感染的危险因素<sup>[26]</sup>。Stauffer 等人以 90 名患复发性泌尿系统感染的女性及 45 名健康女性进行对比, 发现患病组每日饮水量较少且排尿次数较少<sup>[27]</sup>。Mazzola 等人 and Pitt 等人的研究结果均得出了类似结论<sup>[28,29]</sup>。Lapides 等人调查了患复发性泌尿系统感染女性的排尿习惯, 发现泌尿系统感染的女性排尿次数较少<sup>[30]</sup>; 与其结果类似的是, Adatto 等人将 84 名患泌尿系统疾病的女性大学生与健康对照组相比, 发现泌尿系统感染的女性排尿次数较少<sup>[31]</sup>。也有部分研究得出了阴性的结论, Remis 等人比较了 43 名尿道感染患者、149 名上呼吸道感染患者, 227 名门诊健康对照之间饮水行为习惯的差异, 发现饮水量与感染率并无关系<sup>[32]</sup>。Scholes 等人比较了有无泌尿系统感染的两组 18 岁~30 岁的美国女性, 也发现饮水量和感染无相关性<sup>[33]</sup>。

在实验室研究中, Friedman 等人发现增加饮水量可促进排尿, 减少尿液细菌计数<sup>[34]</sup>。Denman 等人发现频繁排尿可减少膀胱细菌的繁殖增长<sup>[35]</sup>。在干预性人群队列研究中, Eckford 等人督促美国绝经前女性饮水以保持正常的水合状

态, 随访 4 个月后尿液渗透压和感染发生率均降低<sup>[36]</sup>。Hooton 等人将泌尿系统感染患者分为干预组 (增加饮水) 和对照组 (维持原有习惯), 发现增加饮水量后降低泌尿系统感染率<sup>[37]</sup>。Su 等人对女性工作人员实施健康教育及职业培训并随访两年, 观察饮水量及排尿量对尿道感染的影响, 发现经过饮水教育后可降低泌尿系统感染的发病率<sup>[38]</sup>。

在随机对照研究中, Lumsden 等人将 34 名受试对象随机分为饮水教育干预组和对照组, 干预组进行饮水教育, 对照组无干预, 随访 3 个月后发现经过饮水教育的干预组泌尿系统感染的复发率降低<sup>[39]</sup>。

大多数研究显示饮水量少是泌尿系统感染的危险因素之一, 而增加饮水量和排尿次数有可能降低泌尿系统感染的发病率和复发率。

### 1.3 水与泌尿系统感染

慢性肾脏疾病是不可逆的过程且患病率有逐渐升高的趋势, 其并发症严重影响人类的生活质量, 已成为世界各国所面临的重要公共卫生问题之一。饮水对慢性肾脏疾病也有一定的影响, 但目前相关的研究较少且结论并不一致。Hebert 等人认为持续的大量尿液和较低的尿液渗透压是慢性肾功能不全患者肾小球滤过率下降的独立危险因素, 增加饮水量并不能减缓肾脏疾病的进展, 慢性肾功能不全的患者应该按照渴觉来指导自身饮水, 并无证据表明应该建议其增加饮水量<sup>[40]</sup>。Strippoli 等人的在对 50 岁以上的人群进行交叉试验设计的研究显示, 增加饮水量 (3.2 L/day) 会延迟慢性肾脏的疾病进展<sup>[41]</sup>。Clark 等人对尿量和肾功能衰竭的队列研究中, 随访 6 年发现尿液量较多的人群肾功能衰竭的速度明显减缓<sup>[42]</sup>。

肾脏及泌尿系统癌症中, 膀胱癌是男性中最常见的第四大癌症, 诊断及治疗费用较高, 且致死率相对其它肾脏及泌尿系统疾病较高。在饮水与膀胱癌的研究中, Villanueva 等人对 2729 名膀胱癌患者和 5150 名健康对照做病例对照研究, 校正年龄、性别、吸烟、职业和教育情况的影响后, 发展饮水量 (管道水) 与男性膀胱癌患病率有一定的关系, 饮用管道水多的男性膀胱癌患病率高, 但费管道水与其患病率并无关系, 这也有可能是管道水中的致癌化学物质导致其患病率高<sup>[43]</sup>。Michaud 等人对 233236 名研究对象进行长达 9 年的随访, 研究发现饮水和泌尿道上皮细胞癌发病率并无关系<sup>[44]</sup>。

## 2 讨论

肾脏在水的吸收、分布和代谢过程中具有重要的调控作

用。当体内缺少水分时, 肾脏的节水机制被激活以维持正常范围内的血浆渗透压。当血浆渗透压升高时, 来源于下丘脑终板血管器的神经元瞬时受体电位通道被激活<sup>[45]</sup>, 刺激下丘脑释放精氨酸抗利尿激素。精氨酸抗利尿激素可作用于肾单元集合管, 使其对水的吸收增加以保持体内的水分并减少尿液量, 同时还能调节血压, 因此, 饮水相关的这些生理改变对肾脏及泌尿系统疾病也有一定的影响。

水对肾脏及泌尿系统疾病影响的研究结果并不一致, 原因有可能是: (1) 研究设计不同。回顾性调查会导致对过去饮水及排尿习惯的估计不准确; 前瞻性研究并不能验证两者之间的因果关系, 干预性队列研究较少, 随机对照试验更少, 因此需要更高质量的研究来验证此因果关系。(2) 高温引起的排汗会增加对水的需要量, 是此类研究中的混杂因素, 在试验中应对温度做严格控制或详细标明。(3) 未成年人身体水分所占的比例及体表面积相对未成年人较大<sup>[46]</sup>, 日常活动水平也较高<sup>[47]</sup>, 散热更快, 且未成年人的渴觉神经系统发育不成熟<sup>[48]</sup>, 因此对水的需要量不同。试验若混合未成年人与成年人, 有可能过高或过低的估计饮水对肾脏及泌尿系统疾病的影响。(4) 女性肾脏及泌尿系统感染患病率比男性高 50 余倍, 性别在此类试验中也是一个混杂因素。(5) 其他因素, 如吸烟、饮酒及膳食组成等也应引起注意。

水对肾脏及泌尿系统疾病影响的研究中, 多数研究结果提示饮水量少及排尿次数少会增加泌尿系统结石和感染的发病率, 但目前已有的研究缺乏随机对照的队列研究, 不能有效验证二者之间的因果关系, 需要更高质量的研究来得出准确的结论。研究饮水的方式和饮水量对肾脏和泌尿系统疾病的作用, 有可能通过饮水干预来降低肾脏和泌尿系统疾病, 改善患者生活质量, 也可减缓医疗负担, 具有积极的社会意义和经济意义。

### 参考文献:

1. Deen PM, Verdijk MA, Knoers NV, et al. Requirement of human renal water channel aquaporin-2 for vasopressin-dependent concentration of urine [J]. Science, 1994, 264 (5155): 92-95.
2. Popkin BM, D'Anci KE, Rosenberg IH. Water, hydration, and health [J]. Nutr Rev, 2010, 68 (8): 439-458.
3. Luiz A, Cassio A, Valdemar O, et al. High kidney stone risk in men working in steel industry at hot temperature [J]. Urology, 2005, 65 (5): 858-861.
4. Meng D, Ai Z, Aiping L, et al. Dietary factors and risk

of kidney stone: a case-control study in southern China [J]. *J Renal Nutr*, 2013, 23 (2): e21-e28.

5. Alaya A, Sakly R, Nouri A, et al. Idiopathic urolithiasis in Tunisian children: a report of 134 cases [J]. *Saudi J Kidney Dis Transplant*, 2013, 24 (5): 1055-1061.

6. Strauss AL, Coe FL, Deutsch L, et al. Factors that predict relapse of calcium nephrolithiasis during treatment: a prospective study [J]. *Am J Med*, 1982, 72 (1): 17-24.

7. Curhan GC, Willett WC, Rimm EB, et al. A prospective study of dietary calcium and other nutrients and the risk of symptomatic kidney stones [J]. *New Engl J Med*, 1993, 328 (5): 833-838.

8. Curhan GC, Willett WC, Speizer F E, et al. Comparison of dietary calcium with supplemental calcium and other nutrients as factors affecting the risk for kidney stones in women [J]. *Ann Intern Med*, 1997, 126 (7): 497-504.

9. Curhan GC, Willett WC, Knight EL, Stampfer MJ. Dietary factors and the risk of incident kidney stones in younger women: Nurses' Health Study II [J]. *Arch Intern Med*, 2005, 173 (6): 479.

10. Taylor EN, Stampfer MJ, Curhan GC. Dietary factors and the risk of incident kidney stones in men: new insights after 14 years of follow-up [J]. *J Am Soc Nephrol*, 2004, 15 (12): 3225-3232.

11. Sorensen MD, Kahn AJ, Reiner AP, et al. Impact of nutritional factors on incident kidney stone formation: a report from the WHI OS [J]. *J Urology*, 2012, 187 (5): 1645-1650.

12. Embon OM, Rose GA, Rosenbaum T. Chronic dehydration stone disease [J]. *Brit J Urol*, 1990, 66 (4): 357-62.

13. Frank M, De VA. Prevention of urolithiasis. Education to adequate fluid intake in a new town situated in the Judean Desert Mountains [J]. *Arch Environ Health An Inter J*, 1966, 13 (5): 625-630.

14. Monga M, Macias B, Groppo E, et al. Renal stone risk in a simulated microgravity environment: impact of treadmill exercise with lower body negative pressure [J]. *J Urology*, 2006, 176 (1): 127-31.

15. Hosking DH, Erickson SB, Berg CJVD, et al. The stone clinic effect in patients with idiopathic calcium urolithia-

sis [J]. *J Urology*, 1985, 130 (6): 1115-1118.

16. Pak CY, Sakhaee K, Crowther C, et al. Evidence justifying a high fluid intake in treatment of nephrolithiasis [J]. *Ann Intern Med*, 1980, 93 (1): 36-39.

17. Borghi L, Meschi T, Amato F, et al. Urinary volume, water and recurrences in idiopathic calcium nephrolithiasis: a 5-year randomized prospective study [J]. *J Urology*, 1996, 155 (3): 839-43.

18. Curhan GC, Rimm EB, Willett WC, et al. Regional variation in nephrolithiasis incidence and prevalence among United States men [J]. *J Urology*, 1994, 151 (151): 838-41.

19. Borghi L, Meschi T, Amato F, et al. Hot occupation and nephrolithiasis [J]. *J Urology*, 1993, 150 (6): 1757-1760.

20. Rodgers AL, Greyling KG, Noakes TD. Crystalluria in marathon runners [J]. *Urol Res*, 1992, 20 (1): 27-33.

21. Beetz R. Mild dehydration: a risk factor of urinary tract infection? [J]. *Eur J Clin Nutr*, 2003, 57 suppl 2 (12): S52-S58.

22. Mazzola BL, von Vigier RO, Marchand S, et al. Behavioral and functional abnormalities linked with recurrent urinary tract infections in girls [J]. *J Nephrol*, 2003, 16 (1): 133-138.

23. Wilde MH, Jo CM. A chart audit of factors related to urine flow and urinary tract infection [J]. *J Adv Nurs*, 2003, 43 (3): 254-262.

24. Nielsen AF, Walter S. Epidemiology of infrequent voiding and associated symptoms [J]. *Scand J Urology Nephrol Suppl*, 1994, 157 (1): 49-53.

25. Nygaard I, Linder M. Thirst at work—an occupational hazard? [J]. *Int Urogynecol J*, 1997, 8 (6): 340-343.

26. Wilde MH, Jo CM. A chart audit of factors related to urine flow and urinary tract infection [J]. *J Adv Nurs*, 2003, 43 (3): 254-262.

27. Stauffer CM, Weg BVD, Donadini R, et al. Family history and behavioral abnormalities in girls with recurrent urinary tract infections: A controlled study [J]. *J Urology*, 2004, 171 (4): 1663-5.

28. José Alberto HP, Juan Francisco LF. Asymptomatic bacteriuria in women. Epidemiological, pathologic and thera-

- peutic study [J]. Arch Españoles De Urología, 2004, 57 (8).
29. Pitt M. Fluid intake and urinary tract infection [J]. Nurs Times, 1989, 85 (1): 36–8.
30. Lapides J, Jr CR, Zierdt DK, et al. Primary cause and treatment of recurrent urinary infection in women: preliminary report [J]. J Urology, 1968, 100 (4).
31. Adatto K, Doebele KG, Galland L, et al. Behavioral factors and urinary tract infection [J]. Jama–J Am Med Assoc, 1979, 241 (241): 2525–6.
32. Remis RS, Gurwith MJ, Gurwith D, et al. Risk factors for urinary tract infection [J]. Am J Epidemiol, 1987, 126 (4): 685–94.
33. Scholes D, Hooton TM, Roberts P L, et al. Risk Factors for Recurrent Urinary Tract Infection in Young Women [J]. J Infect Dis, 2000, 170 (4): 1177–1182.
34. Friedman SA, Gladstone J L. The effects of hydration and bladder incubation time on urine colony counts [J]. J Urology, 1971, 105 (3): 428–32.
35. Denman SJ, Burton J R. Fluid intake and urinary tract infection in the elderly [J]. Jama, 1992, 267 (16).
36. Eckford SD, Keane DP, Lamond E, et al. Hydration monitoring in the prevention of recurrent idiopathic urinary tract infections in pre-menopausal women [J]. Brit J Urol, 1995, 76 (1): 90–93.
37. Torres VE. Vasopressin in chronic kidney disease: an elephant in the room? [J]. KidneyInt, 2009, 76 (9): 925–928.
38. Su SB, Wang JN, Lu CW, et al. Reducing Urinary Tract Infections among Female Clean Room Workers [J]. J Women Health, 2006, 15 (7): 870–6.
39. Lumsden L, Hyner GC. Effects of an educational intervention on the rate of recurrent urinary tract infections in selected female outpatients [J]. J Women Health, 1985, 10 (1): 79–86.
40. Hebert LA, Greene T, Levey A, et al. High urine volume and low urine osmolality are risk factors for faster progression of renal disease [J]. Am J Kidney Dis, 2003, 41 (5): 962–971.
41. Strippoli GF, Craig JC, Rochtchina E, et al. Fluid and nutrient intake and risk of chronic kidney disease [J]. Nephrology, 2011, 16 (3): 326–334.
42. Clark WF. Urine volume and change in estimated GFR in a community-based cohort study [J]. Clin J AmSocNephrol, 2011, 6 (11): 2634–2641.
43. Villanueva CM, Cantor KP, King WD, et al. Total and specific fluid consumption as determinants of bladder cancer risk [J]. Int J Cancer, 2006, 118 (8): 2040–2047.
44. Ros MM, Bueno–De–Mesquita HBB, Büchner FL, et al. Fluid intake and the risk of urothelial cell carcinomas in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) [J]. Int J Cancer, 2011, 128 (11): 2695–2708.
45. Verbalis J. How Does the Brain Sense Osmolality? [J]. J AmSocNephrol, 2008, 18 (12): 3056–9.
46. Edmonds CJ, Denise B. Should children drink more water?: the effects of drinking water on cognition in children [J]. Appetite, 2009, 52 (3): 776–779.
47. Kaushik A, Mullee MA, Bryant TN, et al. A study of the association between children's access to drinking water in primary schools and their fluid intake: can water be 'cool' in school? [J]. Child CareHlth Dev, 2007, 33 (4): 409–415.
48. D'Anci KE, Florence C, Rosenberg I H. Hydration and cognitive function in children [J]. Nutr Rev, 2006, 64 (10 Pt 1): 457–464.



# 水摄入量调查方法

## Methods for Measuring Fluid Intake

何海蓉<sup>1#</sup> 马冠生<sup>1#</sup>

(<sup>1</sup>北京大学公共卫生学院营养与食品卫生系, 北京 100191; <sup>#</sup>食品安全毒理学研究与评价北京市重点实验室, 北京 100191)

**摘要:** 充足的水摄入量 (包括白水、茶、各种饮料的摄入总量), 尤其是饮水量, 是维持生命和人体生理和精神正常功能的必要条件。人群水摄入量调查是提出适宜饮水量的基础, 目前没有针对水摄入量调查的标准方法及统一问卷, 本文将介绍目前国内外常用的水摄入量调查方法。

**关键词:** 饮水量; 水摄入量; 水摄入量调查

**Abstract:** Adequate fluid intake (including plain water, tea and beverages), especially water intake, is necessary to maintain life and normal physiological and mental functions of the human body. Fluid intake survey is the basis for the proposed amount of drinking water, there is no standard method or unified questionnaire aimed at fluid intake survey, this paper will introduce investigation methods for fluid intake that commonly used at home and abroad.

**Keywords:** Water intake; Fluid intake; Fluid intake survey

水是人体中含量最多的物质, 约占成人体重的 60% ~ 70%, 其直接或作为媒介参与机体新陈代谢, 并且承担维持体液正常渗透压及电解质平衡、调节体温及润滑等生理作用。体内水分过多或过少均会对人体的生理功能和健康产生影响, 适量饮水、保持体内水分动态平衡对身体和精神功能有着至关重要的作用。目前制定每日饮水量标准时多采取 1989 年美国国立研究委员会的食品与营养协会提出的, 一般情况下 (平均能量消耗以及环境暴露) 儿童与成人日饮水量可按 1mL/kcal (240mL/mJ)<sup>[1]</sup> 来计算, 而非基于人群水及饮料实际摄入量的调查数据。考虑到膳食中水分摄入及人群代谢差异, 开展人群水摄入量调查对制定人群适宜饮水量具有十分重要的意义。

## 1 水摄入量调查专用方法

### 1.1 连续 7d 24 小时水摄入量记录法

连续 7d 24h 饮水记录法是国内外普遍使用的一种水摄入量专用方法, 我国研究者<sup>[2-4]</sup>进行调查时, 第一天对调查对象

常用饮水器具进行定量并记录, 随后 6d 则由调查对象自行填写《24 小时饮水记录表》, 调查员每 2d 对记录情况进行电话随访, 以确保调查对象记录的完整。调查期间还要收集当地的天气状况 (包括室内外温、湿度)。法国、日本及德国<sup>[5]</sup>的研究者则采用电子问卷形式收集调查对象饮水信息, 第一天早上, 调查对象会收到电子提醒及填写说明, 同时提供纸质备忘录辅助记录饮水情况。调查内容包括饮料的种类及温度、摄入量、饮水原因、饮食时间及地点等, 同时使用图册及标准化饮用盛具准确记录饮水量。

连续 7d 24 小时水摄入量记录法收集信息全面, 代表性强, 能较真实地反映人群的水摄入量及饮水习惯。

### 1.2 连续 3d 24h 水摄入量记录法

在连续 7d 24h 饮水记录法基础上, 左娇蕾, 胡小琪等<sup>[6]</sup>简化并设计出连续 3d 24h 饮水记录法, 由调查对象估计并自行完整记录早餐前至夜间等 8 个时间段内每次饮用水、饮料 (包括酒) 的种类、饮用盛具 (如杯、瓶、碗等) 和频率、饮用地点及饮用量 (ml)。调查对象常用饮用盛具由调查员

第一作者: 何海蓉 (1994—), 女, 硕士生, 主要研究方向: 饮水与健康。

通讯作者: 马冠生 (1963—), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 营养与健康。



在调查第一天以已知容量的饮料瓶或纸杯为参照进行定量，并协助指导调查对象记录当天的水摄入量情况；随后 2d 由调查对象根据自己的情况，记录详细的饮水和饮酒的情况。

与连续 7d 24h 饮水记录法相比，减轻了调查对象的负担，有利于增加调查对象依从性，从而会提高记录的完整性和准确性，减小偏倚。

## 2 与膳食调查相结合的水摄入量调查方法

国外的水摄入量调查一般与膳食调查结合，不仅可以依托于国家定期进行的营养调查，覆盖对象数量大，同时还可以记录食物中水分含量。缺点在于要求调查对象记忆或记录的内容较多，调查对象负担较大，可能会降低依从性，进而导致数据准确性下降。所收集饮水相关信息也不够全面。

### 2.1 7 天 24 小时膳食调查

7 天 24 小时膳食调查要求受访者连续 7 天记录所有食物、水、饮料及营养补充剂的消耗量，无论是自己烹饪还是外出就餐。食物日记的结构包括早餐，午餐，晚餐以及额外的食品和饮料。使用家庭用品（杯子，碗等）或通常食用的食品照片、模型，记录尽可能多的信息特别是估计的任何剩余，用以估计食物及水的消费量。更为精确的做法则是为每个受访者都配备一套数字化食物秤，对称量和记录方法进行培训。要求受访者尽可能单独称量食物成分以便计算食物含水量，同时收集所有自制菜肴的食谱。采访者访问工作场所食堂收集食物及盛水容器大小的信息，烹饪方法和成分。

### 2.2 3 天 24 小时膳食调查

考虑到周末食物摄取量及摄取种类都与工作日存在较大差别，通常选择两个工作日及周末使用饮食记录来评估食物消费和营养摄入量。每个受访者回顾和描述 3 天的每天 24h 内所摄入的所有食物、水、饮料的种类和数量，包括在家及在外（餐馆、单位食堂）用餐的种类及数量，以及零食量，回忆不清楚的孩子及老人，可由其监护人填写记录表，在调查中家庭主妇和其他家庭成员可帮助提供每个人的食物、饮水种类和实际消费量的数据。

此法在 7 天 24 小时膳食调查基础上进行简化，调查对象易于回忆，准确率和依从性都有提高，且结果可反应个体的膳食摄入及水摄入情况。

### 2.3 24 小时膳食回顾

24 小时膳食回顾可能是使用最广泛的一种水摄入量方法。2014 年 Özen AE<sup>[7]</sup> 等人对水摄入量的系统综述发现 24 小时膳食回顾是最常用的方法（65 项研究中的 22 项研究采用 24 小

时膳食回顾）。24 小时回顾性调查要求调查对象回忆他们在调查时刻以前 24 小时内饮水、进餐次数，种类、数量、剩余量，时间及地点等相关信息。调查可以通过面对面或电话访谈的方式进行。由于每个人的记忆、描述的能力不同，调查员必须接受专门的培训来学会提出一些启发性的问题，以鼓励和帮助调查对象对膳食进行回顾。熟练的调查者借助食物模型和测量工具可以对摄入量进行定量的核算<sup>[8]</sup>。

美国第三次全国营养调查（NHANES III）即采用膳食回顾结合 24 小时饮水量回顾，了解居民每日饮水量及食物水摄入量<sup>[9]</sup>，采用收集受访者膳食信息后，再询问其 24 小时内饮水量的方式；而在 2005–2006 年对方法进行改进，在回顾 24h 膳食时同时对饮水情况进行回忆。

一个值得注意的群体是儿童，因为对成人有效的方法不一定适用于他们。对幼儿进行膳食调查时常常需要孩子的父母或看护者来替代他们回答问题。那些 11、12 岁的大儿童对比较复杂的膳食调查问题可能回答不正确，而且与幼儿相比，会更缺少兴趣来参加这种膳食调查。早在 20 世纪 90 年代 Klesges<sup>[10]</sup> 等在 30 名白人学龄前儿童中，Person 和 Carlg<sup>[11]</sup> 在 4 岁和 8 岁儿童中都验证了 24 小时膳食回顾的可靠性。

从调查的可行性看，24h 膳食回顾法需要时间较短，大多数参加者依从性高。但是人们的饮食在数天之内总有变动，仅一次 24 小时回顾不能区分个体的通常摄入情况，且该法属于回顾性，信息偏倚较大。

一项关于印度尼西亚的青少年和成年人水摄入量的交叉研究<sup>[12]</sup> 对比了 7 天饮水记录与 24 小时膳食回顾对于总体水分摄入评估，结果得出 24 小时膳食回顾显著低估了总体水分摄入。调查对象少回忆了两次饮水行为，同时将每次饮水行为饮用的水量估计量增加。因为适宜总体水分摄入量基于各国调查得出的摄入量中位数，而 24 小时膳食回顾法最为常用，所以适宜总体水分摄入量极有可能潜在性地被低估了。

### 2.4 食物频率问卷法

食物频率问卷法又可分为定性、定量和半定量三种类型。定性的食物频率问卷法通常只是得到不同种类食物及水在特定期内消费的次数，而不收集数量多少的资料。定量的食物频率问卷法要求受试者提供消费食物及水的数量，通常要借助于测量用辅助物。实际操作所限，大多采用半定量食物频率问卷法，即提供常消费的固体和液体食物，消费频率包括从来没有，很少，每月次数，每周次数和每天次数，供受试者在回答时选用，调查对象根据问卷列出的名称回答他们消费某类或某种食物的频度，测量以家庭常用器具（杯子，勺子等）为主。

食物频率问卷法主要优点是能够得到食物和水通常的摄入量及摄入模式,调查者的饮食及饮水习惯不受影响,调查方法简单且费用低。主要缺点是需要对过去食物模式进行回忆,因对份额标准大小的估计不准,食物摄入量的估计可能不准确。由于调查时间较长,有时调查对象不愿接受。

## 2.5 其他调查方法

除以上几种常见的方法外,各国调查者根据实际情况和调查所需不断提出新的调查方法。如美国的 Armstrong<sup>[13]</sup> 等人采用 2d 膳食记录法调查美国女性每日水摄入量;荷兰 Van Rossum 等<sup>[14]</sup> 等使用的 2 次非连续 24h 膳食回顾法收集居民每日膳食及水分摄入情况;Veitch J, Singh A<sup>[15]</sup> 等在调查减少含糖饮料消费的青少年人群中,水及无糖饮料消费量是否上升时采用了日频率问卷的调查方法。

## 参考文献:

1. Council NR. Recommended Dietary Allowances [M]. 10th ed. Washington DC: National Academies Press, 1989.
2. 汪正园, 施爱珍, 陈毅琼, 等. 上海市儿童少年饮水量及其影响因素分析 [J]. 卫生研究, 2014, 43 (1): 66-69.
3. 杜松明, 潘慧, 胡小琪, 等. 中国四城市中小学生的饮水量 [J]. 中华预防医学杂志, 2013, 47 (3): 210-213.
4. 杜松明, 胡小琪, 张倩, 等. 深圳市 816 名中小学生饮水量及来源分析 [J]. 卫生研究, 2013, 42 (3): 433-436.
5. CFerreiraPêgo, IGuelinckx, LA Moreno, et al. Total fluid intake and its determinants: cross-sectional surveys among adults in 13 countries worldwide [J]. Eur J of Nutr, 2015, 54 Suppl 2 (2): 1-9.
6. 左娇蕾, 胡小琪, 张倩, 等. 深圳市某区居民摄入水分

来源的分析 [J]. 营养学报, 2011, 33 (4): 340-343.

7. Özen AE, Mar BM, Pons A, et al. Fluid intake from beverages across age groups: a systematic review [J]. J Hum Nutr Diet, 2015, 28: 417-442.

8. Barreti-Connor. Nutrition epidemiology: how do we know what they ate? [J]. Am J Clin Nutr, 1991, 54: 182S-7S.

9. Medicine IO. Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate [M]. Washington DC: National Academy Press, 2004.

10. Klesges RC, Klesges L, Brown G, et al. Validation of the 24-hour dietary recall in preschool children [J]. J Am Diet Assoc, 1987, 87: p.1383.

11. Persson LA, Carlgren G. Measuring children's diets: evaluation of dietary assessment techniques in infancy and childhood [J]. Int J Epidemiol, 1984, 13 (4): 506-17.

12. Bardosono S, Monrozier R., Permadhi I, et al. Total fluid intake assessed with a 7-day fluid record versus a 24-h dietary recall: a crossover study in Indonesian adolescents and adults [J]. Eur J of Nutr, 2015, 54 (Suppl (2)): S17-S25.

13. Armstrong, Johnson, Munoz, et al. Hydration biomarkers and dietary fluid consumption of women [J]. J Acad Nutr and Diet, 2012, 112: 1056-1061.

14. Ctm VR, Fransen HP, Verkaikkloosterman J, et al. Dutch National Food Consumption Survey 2007-2010: Diet of Children and Adults Aged 7 to 69 Years [J]. RIVM, 2011, 55 (4): 521-522.

15. Veitch J, Singh A, van Stralen MM, et al. Reduction in sugarsweetened beverages is not associated with more water or diet drinks [J]. Public Health Nutr, 2010, 14 (8): 1388-1393.

## 水是不是营养素？

Water Is a Kind of Nutrient or Not?

张建芬<sup>1#</sup> 马冠生<sup>1#</sup>

(<sup>1</sup>北京大学公共卫生学院营养与食品卫生学系, 北京 100191; <sup>#</sup>食品安全毒理研究与评价北京重点实验室, 北京 100191)

**摘要:** 水是组成人体的重要物质, 也是人体内的生理、生化反应的介质。本文就国内外关于水是不是营养素这一问题进行综述。

**关键词:** 营养素; 水

**Abstract:** Water is an important material of the human body and takes an important part in the body's physiological and biochemical reactions. This article will elaborate that the water is a kind of nutrient or not by evidence from the domestic and abroad.

**Keywords:** Nutrient; Water

水是地球上最常见的物质之一, 是包括人类在内所有生命生存的不可缺少的资源, 也是生物体最重要的组成部分。我国在 2015 年《饮料通则-GB10789-2015》规定, 将包装饮用水分为: (1) 饮用天然矿泉水 (2) 饮用纯净水 (3) 其他类饮用水: ①饮用天然泉水②饮用天然水③其他饮用水<sup>[1]</sup>。水对人类生命健康至关重要, 人体内含有的水分总量称作总体水 (total body water, TBW) 含量, 年龄、性别、体成分均可造成个体间总体水的差异。水不仅是构成人体组织和细胞的重要成分, 而且还具有调节生理功能的作用。不摄入水生命只能维持数日, 摄入水而不摄入食物时生命可维持数周, 可见水对维持生命至关重要。

营养素是指为维持机体繁殖、生长发育和生存等一切生命活动和过程, 需要从外界环境中摄取的物质。根据人体对各种营养素的需要量或体内含量多少, 可将营养素分为宏量营养素和微量营养素。人体对宏量营养素需要量大, 包括碳水化合物、脂肪、蛋白质; 人体对微量营养素需要量较少, 包括矿物质和维生素。关于水是不是营养素, 不同的国家和组织有不同的观点, 本文综合国内外的观点对水是不是营养素进行综述。

### 1 水是一种营养素

在 1999 年, 有人就提出将水作为一种必需营养素来看待: 他们认为身体对水的需要量超过了身体本身去产生水的能力; 即使不是在出汗丢失水的情况下, 水占成人体的 4%, 占婴儿体重的 15%。不同的水合状态对人体的影响不同, 为了保持良好的水合状态, 必须每天喝适量的水<sup>[2]</sup>。

认为水是一种重要的营养素的理由<sup>[3]</sup>: 水是人体的一种多功能组分; 水可作为溶剂也可作为反应介质; 水作为载体是细胞稳态的关键, 可将营养物质与废物在细胞内外进行运输; 水具有大的比热容, 具有温度调节的作用; 水还可作为行走或跑步期间的减震器, 这个功能对于保护脑和脊髓是非常重要的, 尤其是对胎儿起到很好的保护作用。

世界卫生组织提出, 宏量营养素, 包括蛋白质、简单的和复合的碳水化合物、脂肪和脂肪酸, 摄入量相对大。微量营养素, 包括维生素和矿物质, 通常摄入量较小, 但对生命过程是必不可少的, 某些营养素 (包括水) 对于身体发育、生殖和维持身体健康是必不可少的<sup>[4]</sup>。因此, 世界卫生组织认为水是一种营养素。主要依据是: 水是构成人体组织和细

第一作者: 张建芬 (1990—), 女, 在读博士, 主要研究方向: 人群营养。

通讯作者: 马冠生 (1963—), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 营养与健康。

胞的重要成分；也是多种矿物质、氨基酸等其他营养素的溶剂，是生化反应的媒介，对维持身体健康非常重要。

欧洲食品安全局（EFSA）在 2010 年，为了让欧洲人民通过适宜营养达到健康状态而对不同食物或者不同种类的食物整体饮食的贡献进行指导，即建立基于食物的膳食指南。EFSA 认为，尽管水并没有被包含在指南内，但是由于适宜的水合状态对人体健康以及生命具有重要意义，他们对水的参考摄入量以及其他相关问题用科学的观点进行了阐述<sup>[6]</sup>。EFSA 认为水对于调节身体的功能是必需的，并且对于温度调节特别重要。确保身体组织良好的水合状态对于健康的生活是至关重要的。EFSA 根据现有的数据，提出了不同年龄的人群 AI（适宜摄入量），EFSA 也是将水作为一种营养素。

美国的《营养素参考摄入量》中指出，水，对生命至关重要，是人体含量最大的单一成分，平均占体重的 60%。它对于细胞内环境稳定和维持血管体积是必需的，并且可作为营养物质和废物在体内运输的介质。《营养素参考摄入量》中对不同年龄的人群、不同特点的人群的 AI、UL 等进行了描述<sup>[6]</sup>，并对脱水及可能引起的慢性疾病进行了阐述。美国对水比较重视，也将水作为一种营养素看待。

## 2 水是一种膳食成分

《中国居民膳食营养素参考摄入量（2013）》<sup>[7]</sup>指出，水作为营养学分类中的一种其他膳食成分，摄入不足会影响机体的功能甚至健康。书中对水的生理功能，水不足的危害以及水摄入状况的评价方法进行了描述，也对不同年龄人群提出了水的适宜摄入量。

《中国居民膳食指南（2016）》<sup>[8]</sup>在核心推荐《少盐少油，控糖限酒》中提出，水是膳食的重要组成部分，在生命

活动中发挥重要功能。推荐饮用白开水或茶水，成年人每天饮用量 1500~1700ml（7~8 杯）。

《营养与食品卫生学（第 7 版）》<sup>[9]</sup>中指出，水不仅构成身体成分，还具备调节生理功能的作用。人体失去体内水分的 20%，会很快死亡。但是由于水在自然界中广泛分布，一般无缺乏的危险，所以营养学专著中多不把水列为必需营养素。

### 主要参考文献：

1. <http://down.foodmate.net/standard/sort/3/44518.html>
2. Kleiner S M. Water: an essential but overlooked nutrient. [J]. Journal of the American Dietetic Association, 1999, 99 (2): 200-206.
3. Jéquier E, Constant F. Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. [J]. 'EUR J CLIN NUTR, 2010, 64 (2): 115.
4. <http://www.portal.pmnch.org/elena/nutrient/zh/>
5. Authority E F S. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water [J]. EFSA Journal 2010, 8 (3): 1459.
6. Otten JJ, Hellwig JP, Meyers LD, et al. DRI, Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements [J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2006.
7. 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量：2013 版 [M]. 科学出版社，2014.
8. 中国营养学会. 中国居民膳食指南（2016）[M]. 人民卫生出版社，2016.
9. 孙长颢. 营养与食品卫生学，第七版 [M]. 人民卫生出版社，2016.



## 水中营养素对营养素摄入的贡献

### Contribution of Nutrients in Water to the Dietary Nutrients Intake

张建芬<sup>1#</sup> 杜松明<sup>2</sup> 马冠生<sup>1#</sup>

(<sup>1</sup> 北京大学公共卫生学院营养与食品卫生学系, 北京 100191; <sup>2</sup> 中国营养学会, 北京 100053;

<sup>#</sup> 食品安全毒理研究与评价北京重点实验室, 北京 100191)

**摘要:** 水有多种生理功能, 并且水中含有一定量的矿物质, 不同来源的水中所含矿物质种类和数量均不相同。钙、镁是水中比例较大的矿物质, 水中还含有钠、钾、铁等其他矿物质。只有少数天然水源中含有的矿物质能够达到足够的浓度使得通过饮用这种水能够显著补充某些人群通过膳食摄入的矿物质。水对所选微量元素的总饮食摄入量的贡献率为 1% 至 20% 之间; 对于钙、镁元素, 水可提供多达所需要的每日总摄入量的 20%, 对于其他大部分元素, 饮用水只提供小于总摄入量的 5%, 如普通饮用水摄入量中的铁只能使食物中铁的摄入量增加 1%。因此, 饮用水并不是每日摄取矿物质的贡献者, 而只是作为矿物质的补充物。

**关键词:** 水; 营养素; 摄入; 贡献

**Abstract:** Water has a variety of physiological functions, and the water contains a lot of a certain amount of minerals which are important for the human body. Different sources of water contained different types and amount of minerals. Calcium, magnesium has a large proportion of minerals in water respectively, in addition, the water also contains sodium, potassium, iron and other minerals. Only a small number of natural water sources contain enough minerals to reach sufficient concentrations to allow for the dietary supplementation of certain minerals through dietary intake. The contribution of water to the total dietary intake of the Minerals is between 1% and 20%. Such as calcium and magnesium, water provides about 20% of the total daily intake. For most other minerals, drinking water can only provides less than 5% of total intake, such as the iron in normal drinking-water can only make food intake of iron increased by 1%. Drinking water is therefore not a main contributor to the daily intake of minerals, but merely as a supplement to minerals intake from food.

**Keywords:** Water; Nutrient; Minerals; Intake

水是组成人体的重要物质, 约占成人体重的 60%–70%; 水还具备调节生理功能的作用。人体离开水, 一旦丢失体内水分的 10%, 生理功能即会发生严重紊乱; 丢失 20%, 人会很快死亡, 水对于人体健康十分重要。水不仅参与生理功能的调节, 其中还含有一定的营养素。

营养素是指为维持机体繁殖、生长发育和生存等一切生命活动和过程, 需要从外界环境中摄取的物质。根据其化学性质和生理作用可分为五大类: 蛋白质、脂肪、碳水化合物、矿物质和维生素。根据人体对各种营养素的需要量或体内含

量多少, 可将营养素分为宏两营养素和微量营养素。人体对宏量营养素需要量大, 包括碳水化合物、脂肪、蛋白质; 人体对微量营养素需要量较少, 包括矿物质和维生素<sup>[1]</sup>。

### 1 不同水中所含营养素不同

饮用水中涉及到一些化学物质包括钙、镁、钠、氯、铅、硒、钾、溴、碘、氟、铬、锰等。典型淡水中的离子成分差别很大。海水中富含钠、氯、锰、钙、溴、碘等离子, 但缺

第一作者: 张建芬 (1990—), 女, 在读博士, 主要研究方向: 人群营养。

通讯作者: 马冠生 (1963—), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 营养与健康。

乏重要的离子如锌、铜、铬、锰等。饮用水中的大部分无机化学物质是天然的。这些化学物质是由于水同岩石和土壤接触以及地理条件包括气候的影响而产生的<sup>[2]</sup>。此外，饮用水的化学成份也取决于工业、人类居住情况、农业生产活动和水处理及配送等因素对水体的污染程度<sup>[3-5]</sup>。根据水源地的水质，采用过滤、凝结和添加化学物质的方法调整 pH 值和/或采用防腐措施。另外，可采用氯化处理和碘化处理法进行消毒，采用氟化处理防止龋齿。当水的 pH 值和硬度不作调整时，在水处理设备和管道材料中使用的金属部件中的矿物质会析出。被溶解金属的一些主要来源包括：铜：铜或黄铜管道系统；铁：铸铁、钢和电镀管道系统；锌：镀锌管；镍：镍铬合金不锈钢管道系统；铅：从锡-铅或铅焊料中获得；以及镉：镀锌管中的杂质或镉焊料中获得<sup>[3-6]</sup>。

在饮用水中发现的处于潜在显著水平的特殊营养物质是：钙-在骨骼健康和心血管健康方面重要；镁-在骨骼和心血管健康方面重要；氟化物-在预防龋齿方面有效；钠-一种重要的细胞外电解液，如果排汗过多，会损失；铜-在抗氧化功能、铁利用和心血管健康方面重要；硒-在一般抗氧化功能和免疫系统方面重要；钾-对于各种生物化学效应重要，但它通常不会在天然饮用水中以显著水平出现<sup>[2]</sup>。

钙、钠、钾、氯、镁、铁、锌、铜、铬、碘、钴、钼和硒等是对于人类健康必不可少的元素。不过，普通饮用水并不提供所有元素。对健康有益处的第二组元素包括氟（能防止龋齿），硼，锰，镍，硅和 Va 族元素，根据现有信息，这些元素也有可能是人体必需的。第三组元素包括可能有毒的一些元素，如铅、镉、汞、砷、铝、锂和锡<sup>[7,8]</sup>。

脱盐水或蒸馏水中所含营养元素的总量比传统水源始终要少些，因为在脱盐过程可以大大地减少饮用水中所有的这些离子，并将水中的离子成分减少到某一程度。如果饮用脱盐水或蒸馏水的这类人群不能从饮食中获取足够的这类营养元素，对他们的身体健康是非常不利的。但是，通常在脱盐水中添加石灰及其混合物来增加水的稳定性，这类离子中的某些可能会得到补充，是否会得到补充取决于所采用的技术<sup>[2]</sup>。

## 2 水中营养素对营养素摄入的贡献

只有少数天然水源中含有的矿物质能够达到足够的浓度使得通过饮用这种水能够显著补充某些人群通过膳食摄入的矿物质。水对所选微量元素的总饮食摄入量的贡献率为 1% 至 20% 之间。相对于食物提供的微量营养素而言，饮用水中摄入比例最大的微量营养素是钙和镁。对于这些元素，水可提供多达所需要的每日总摄入量的 20%。对于其他大部分元素，

饮用水只提供小于总摄入量的 5%。另外，在一些地方（例如深水井，流过火山口的水，沙漠水源）中的氟化物和砷的含量很高<sup>[9-11]</sup>。

虽然食品是膳食中矿物质营养素的主要来源，但是饮用水中的营养素占营养素总摄入量的一定比例（比例是变化的）。然而，饮用水矿物质所占的量尚未确定，因为几乎没有开展相关的量化工作，其主要原因是饮用水摄入量尚未包含在大多数膳食调查中，已开展的项目通过检测食品中的水，来检测膳食中营养物质的浓度。这些因素很难评估饮用水中营养素占总营养素摄入量的比例。

### 2.1 钙、镁

水的硬度是指溶解在水中的盐类物质的含量，即钙盐与镁盐含量的多少。硬水是钙、镁的一种饮食来源，尽管绝对和相对浓度会随来源和饮水量产生巨大的变化。硬水中的钙可以成为膳食营养补充的重要渠道，因为硬水可每日提供 175–180 mg 的钙<sup>[12]</sup>。摄入含有典型数量的钙和镁的适当硬水可能是每天饮食需要的重要来源。在世界范围内，通过饮食摄入钙和镁均不足，因此，从饮用水中补充也是一个重要途径，也可达到更加理想的状态。也有研究表明在烹调过程中使用硬水能减少食物中钙、镁和其他必要矿物质的流失。如果使用含有较低浓度的矿物质的水生产食品和饮料，这些产品也会发生钙、镁和其他必要矿物质浓度降低的现象。摄入量较低不仅因为饮料用水的这些矿物质较低，而且可能因为在烹调过程中食物产品损失较多的矿物质（例如，蔬菜，谷类，土豆或肉）到水中。

### 2.2 钠

钠在饮用水中广泛分布，在几乎所有被评估的地表水和地下水均均已检测到钠的存在。然而，与日常饮食相比，水中的钠含量很低。美国环保署<sup>[13]</sup>对五个州（即阿拉巴马州、加利福尼亚州、伊利诺斯州、新泽西州和俄勒冈州）的数据进行了分析，发现地表水中钠浓度很低。美国相关人员报道，由饮用水摄入的钠占钠的总摄入量的比例很小，即使饮用钠浓度超过 120 毫克/升的水。99% 的地下水钠浓度为 519 毫克/升。如果饮用水的摄入量为 2 升/日，从水中摄取的钠将达到从普通膳食中摄取的钠的 32%（男性）至 52%（女性），这对于患有盐过敏性高血压的人可能成为需要关注的问题。然而，含有此钠浓度的水味道不好，这有可能使摄入量减至最少<sup>[2]</sup>。

水不是人体每日总的钠摄取来源，除了一些正在接受内科治疗饮食受到高度限制以至于每日钠摄取量低于 400 毫克的人群。因此，对于这些特殊人群来说，钠浓度为 20 mg/l

(假定每天 2 L 的消耗量)，每日只能摄取其总量的 10%<sup>[2]</sup>。

### 2.3 铁

历史上，铁曾经是实行 RDA（每日膳食营养素摄入量）的第一批微量元素之一，因为铁在血色素及其他亚铁血红素蛋白的合成中发挥关键作用。因此，有很多关于从食物中获得铁摄入量的信息。而关于饮用水中铁的浓度，可获得的数据则很少。人体缺铁时，主要影响是导致人体出现贫血症，水中的无机氧化铁将以非常低的效率被吸收，类似于植物养料中的非亚铁血红素的吸收。在美国 NIRS（国家无机物与放射性核素调查）监测报告中对 75% 的地下水中的铁进行了抽样检测，结果显示，最低检测含量水平为 0.009 毫克/升，最高含量为 7.4 毫克/升。半数铁浓度达到 0.060 毫克/升，第 99 百分位检测值为 3.3 毫克/升<sup>[13]</sup>。

普通饮用水摄入量中的铁只能使食物中铁的摄入量增加 1%，但是在接近 SMCL（二级最大污染物水平）的水平时却使铁的摄入量增加大约 5%。对于膳食铁摄入量很低的人，在接近 SMCL 的浓度时饮用水中铁的摄入量占总摄铁量的一小部分。第 50 百分位膳食摄入量人群每天铁摄入量范围为 10 至 14g，这足够满足男性的膳食需求，但不能满足女性的膳食需求。但加上 1.2L 饮用水中所提供的 3~4mg/d 的铁就能将女性的铁摄入量提高到接近 RDA 的水平<sup>[14]</sup>。饮用水中铁的浓度达到 2 至 3mg/L 时可能给患有铁储藏疾病（血色沉着病）<sup>[15]</sup>的人带来问题。

### 2.4 氟化物、锌等

将氟直接加到水中以使其在饮用水系统中的最终浓度达到 0.7~1.2mg/L，加氟的目的是为了防止牙齿腐蚀。饮用水中的氟占多数人总氟摄入量相当大的比例，特别是居住在水中加氟的地区的人们。饮用水中氟的重大贡献在所有膳食氟摄入量调查中得到公认<sup>[16-19]</sup>。然而，即使对于 4 mg/L 的浓度和 2L/d 的饮用水摄入量，也没有超过成年人的膳食 UL（可耐受最高摄入量）限值，而只有一小部分人口摄入量超过 4 mg/L 的水平。

锌是 200 多种酶的组成成份，对涉及 DNA 复制和基因表达过程发挥着重要作用<sup>[14]</sup>。正如铁一样，有大量关于从食物中获得锌的信息，然而饮用水中锌浓度的数据却很少。大多数情况下，从饮用水中摄取的锌占总摄入量的比例不高。美国相关数据表明，对于使用正磷酸锌进行防腐处理的公共供水系统，对于达到平均锌摄入量的人，饮用水中的锌可使食物中摄入的锌含量提高 24%，而对于在第 5 百分位膳食摄入量的人，则可提高 40%。在接近 SMCL 的浓度时，锌对总摄入量的贡献很大，可使总摄入量增加 50% 以上<sup>[20]</sup>。

### 2.5 铜

大多公用水供水的含铜量都不足以达到可评估的营养重要性。Angino<sup>[21]</sup>发现，美国 284 个水样本中有 16% 含有足够数量的铜，可增加每日 0.2 毫克的铜摄取量。有 6% 的水样本可增加至少 0.5 毫克的每日铜摄取。在华盛顿州西雅图<sup>[22]</sup>的饮用水研究表明，水源每天向居民供应的铜更多：每天 1.3~2.2 毫克。加拿大和美国的大量研究结果表明，饮用水中的铜浓度范围可达 0.005 至 >30 mg/L。流动水或完全冲洗水中的铜浓度较低，而停滞的水或部分冲洗水样本中铜浓度变化更大，并且高得多。

### 2.6 锰

对于处在食物摄入量分配曲线低端的人，当饮用水中锰的浓度接近 HRL（健康参考水平）值时，饮用水中的锰占总锰摄入量很大比例。然而，假设所有检测的中值为 10Φg/L，这样的摄入量并不常见<sup>[13,23]</sup>。

### 2.7 硒

饮用水中的硒更有可能以亚硒酸盐或硒离子的形式存在。有关摄入饮用水中硒的人口的数据显示<sup>[24]</sup>，有 77% 的人口摄入硒的浓度低于 5Φg/L，23% 的人口摄入硒的浓度在 5 和 50Φg/L 之间，只有 0.002% 的人口摄入硒的浓度大于 50Φg/L。对于大多数人口，饮用水中硒占总硒摄入量的比例不高。对于摄入硒浓度接近 MCL 值的人，饮用水中的硒可提供一半以上的总膳食摄入量。大于 MCL 值的硒浓度不太可能产生负面影响，即使对第 95 百分位膳食摄入量组中的人也不会产生负面影响。在 MCL 浓度（100Φg/日）时饮用 2 升水与第 95 百分位膳食摄入量（193Φg/日）的组合所摄取的硒的量也小于 UL 值 400Φg/日。

## 3 小 结

通常认为必需元素的摄入主要是通过食物，因而饮用水中可不考虑最低理想含量。饮用水并不是每日摄取重要的微量营养元素的贡献者，而只是作为一种偶然发现的微量营养元素的补充物。饮用水中营养元素的确地理学和地质学分布是各种各样的，并且是不一致的，因此，适当的饮食才是这些营养元素的主要来源。饮食补充是广泛地摄取营养元素的有益的举措，例如，从牛奶中可以获得维生素 D，从饮料中可以获得维生素 C，从面包中可以获得铁、维生素 B 和叶酸等。然而，对于动物肉类食品消费很低的人而言，铁、锌和铜的摄入可能处于边缘水平或低于需要的摄入量，在这种情况下足够的摄入则依赖于食品和水中的金属元素的含量。

饮用水对营养状态的潜在影响也取决于水的摄入量，水的摄入量受行为因素和环境条件的很大影响。

### 参考文献：

1. 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量: 2013 版 [M]. 科学出版社, 2014.
2. WHO, International Programme of Chemical Safety. 2nd ed. Vol. 1: Guidelines for drinking-water quality. Recommendations. [J] Geneva: World Health Organization, 1984, 38 (1): 12-12.
3. National Academy of Sciences (NAS). Drinking water and health. Washington, DC: National Academy Press, 1977.
4. WHO, Guidelines for drinking-water quality. Vol.2. Health criteria and other supporting information. [J]. World Health Organization, 1996.
5. WHO, International Programme of Chemical Safety. Guidelines for drinking-water quality. Addendum to volume 2 health criteria and other supporting information [J]. Geneva: World Health Organization, 1998.
6. Alam IA, Sadiq M, Metal contamination of drinking water from corrosion of distribution pipes [J]. Environ Pollut, 1989, 57 (57): 167-178.
7. WHO/FAO/IAEA. Trace elements in human nutrition and health [J]. Geneva: World Health Organization, 1996.
8. National Academy of Sciences (NAS). Drinking water and health [J]. Washington, DC: National Academy Press, 1980.
9. WHO. Nutrient minerals in drinking-water [J]. Water Sanitation & Health, 2013.
10. Nam C. Minerals from Drinking Water: Bioavailability for Various World Populations and Health Implications [J]. World Health, 2004.
11. WHO, Nutrient Minerals in Drinking Water and the Potential Health Consequences of Long-Term Consumption of Demineralized and Remineralized and Altered Mineral Content Drinking Waters [J] WHO/SDE/WSH, 2004.
12. Klevay LM. Coronary heart disease: the zinc/copper hypothesis [J]. Am J Clin Nutr, 1975, 28 (7): 764-74.
13. Analysis of national occurrence of the 1998 contaminant candidate list (CCL) regulatory determination priority contaminants in public water systems. Office of Water [J]. EPA. Washington, DC, 2002.
14. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. A Report of the Panel on Micronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and of Interpretation and Use of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes [J]. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academy of Sciences. National Academy Press. Washington, DC, 2001.
15. Dietary reference intakes for calcium, phosphorous, magnesium, vitamin D, and fluoride. Institute of Medicine [J]. National Academy of Sciences. National Academy Press. Washington, DC, 1997.
16. Fejerskov. Fluoride in dentistry [M]. Munksgaard, 1996.
17. WHO, Fluoride in Drinking Water [J]. WHO/WSH, Geneva 1999.
18. WHO, Howard G. and J. Bartram, Domestic Water Quantity, Service Level and Health, WHO/SDE/WSH, 2003.
19. Toxicological profile for zinc [J]. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Subcontract No. ATSDR-205-88-0608). Atlanta, GA, 1994.
20. Greathouse DG, Osborne RH. Preliminary report on nationwide study of drinking water and cardiovascular diseases [J]. J Environ Path Toxicol Oncol 1980, 4: 65-76.
21. Angino EE, Sandstead HH, Comstock GW, et al. Geochemistry of Water in Relation to Cardiovascular Disease [J]. Washington DC: National Academy of Sciences, 1979: 3-13.
22. Sharrett A R, Carter A P, Orheim R M, et al. Daily intake of lead, cadmium, copper, and zinc from drinking water: The Seattle Study of Trace Metal Exposure. [J]. Environmental Research, 1982, 28 (2): 456-475.
23. Health effects support document for manganese [J]. Office of Water. Washington, DC, 2003.
24. United States Environmental Protection Agency Office of Water. Occurrence Estimation Methodology and Occurrence Findings Report for the Six-year Review of Existing National Primary Drinking Water Regulations-DRAFT [J]. Anestziologia I Reanimatologia, 1985, 10 (2): 23-6.



# 水的分类和生产消费

## Water Classification and its Production & Consumption

中国饮料工业协会技术工作委员会组织起草的，由国家质检总局和国家标准委正式发布的《饮料通则》（GB/T 10789-2015），发布日期为2015年2月4日，实施日期为2016年4月1日。《饮料通则》重点调整了饮料各分类的名称、顺序以及定义。此通则中，水（饮料）共被分为十类。

### 1 包装饮用水（packaged drinking water）

以直接来源于地表、地下或公共供水系统的水为水源，经加工制成的密封于容器中可直接饮用的水。

#### 1.1 饮用天然矿泉水（natural mineral water）

从地下深处自然涌出的或经钻井采集的，含有一定量的矿物质、微量元素或其他成分，在一定区域未受污染并采取预防措施避免污染的水；在通常情况下，其化学成分、流量、水温等动态指标在天然周期波动范围内相对稳定。

#### 1.2 饮用纯净水（purified drinking water）

以直接来源于地表、地下或公共供水系统的水为水源，经适当的水净化加工方法，制成的制品。

#### 1.3 其他类饮用水（other types drinking water）

1.3.1 饮用天然泉水（natural spring water）：以地下自然涌出的泉水或经钻井采集的地下泉水，且未经过公共供水系统的自然来源的水为水源，制成的制品。

1.3.2 饮用天然水（natural drinking water）：以水井、山泉、水库、湖泊或高山冰川等，且未经过公共供水系统的自然来源的水为水源，制成的制品。

1.3.3 其他饮用水（other drinking water）：1.3.1、1.3.2 之外的饮用水，如以直接来源于地表、地下或公共供水系统的水为水源，经适当的加工方法，为调整口感加入一定量矿物质，但不得添加糖或其他食品配料制成的制品。

### 2 果蔬汁类及其饮料（fruit/vegetable juices and beverage）

以水果和（或）蔬菜（包括可食的根、茎、叶、花、果

实）等为原料，经加工或发酵制成的液体饮料。

#### 2.1 果蔬汁（浆）（fruit/vegetable juice（puree））

以水果或蔬菜为原料，采用物理方法（机械方法、水浸提等）制成的可发酵但未发酵的汁液、浆液制品；或在浓缩果蔬汁（浆）中加入其加工过程中除去的等量水分复原制成的汁液、浆液制品，如原榨果汁（非复原果汁）、果汁（复原果汁）、蔬菜汁、果浆/蔬菜浆、复合果蔬汁（浆）等。

#### 2.2 浓缩果蔬汁（浆）（concentrated fruit/vegetable juice（puree））

以水果或蔬菜为原料，从采用物理方法榨取的果汁（浆）或蔬菜汁（浆）中除去一定量的水分制成的，加入其加工过程中除去的等量水分复原后具有果汁（浆）或蔬菜汁（浆）应有特征的制品。

含有不少于两种浓缩果汁（浆），或浓缩蔬菜汁（浆），或浓缩果汁（浆）和浓缩蔬菜汁（浆）的制品为浓缩复合果蔬汁（浆）。

#### 2.3 果蔬汁（浆）类饮料（fruit/vegetable juice（puree）beverage）

以果蔬汁（浆）、浓缩果蔬汁（浆）为原料，添加或不添加其他食品原辅料和（或）食品添加剂，经加工制成的制品，如果蔬汁饮料、果肉（浆）饮料、复合果蔬汁饮料、果蔬汁饮料浓浆、发酵果蔬汁饮料、水果饮料等。

### 3 蛋白饮料（protein beverage）

以乳或乳制品，或其他动物来源的可食用蛋白，或含有一定蛋白质的植物果实、种子或种仁等为原料，添加或不添加其他食品原辅料和（或）食品添加剂，经加工或发酵制成的液体饮料。

#### 3.1 含乳饮料（milk beverage）

以乳或乳制品为原料，添加或不添加其他食品原辅料和（或）食品添加剂，经加工或发酵制成的制品。如配制型含乳饮料、发酵型含乳饮料、乳酸菌饮料等。

### 3.2 植物蛋白饮料 (plant protein beverage)

以一种或多种含有一定蛋白质的植物果实、种子或种仁等为原料，添加或不添加其他食品原辅料和（或）食品添加剂，经加工或发酵制成的制品，如豆奶（乳）、豆浆、豆奶（乳）饮料、椰子汁（乳）、杏仁露（乳）、核桃露（乳）、花生露（乳）等。

以两种或两种以上含有一定蛋白质的植物果实、种子、种仁等为原料，添加或不添加其他食品原辅料和（或）食品添加剂，经加工或发酵制成的制品也可称为复合植物蛋白饮料，如花生核桃、核桃杏仁、花生杏仁复合植物蛋白饮料。

### 3.3 复合蛋白饮料 (mixed protein beverage)

以乳或乳制品，和一种或多种含有一定蛋白质的植物果实、种子或种仁等为原料，添加或不添加其他食品原辅料和（或）食品添加剂，经加工或发酵制成的制品。

### 3.4 其他蛋白饮料 (other protein beverage)

3.1~3.3 之外的蛋白饮料。

## 4 碳酸饮料(汽水) (carbonated beverage)

以食品原辅料和（或）食品添加剂为基础，经加工制成的，在一定条件下充入一定量二氧化碳气体的液体饮料，如果汁型碳酸饮料、果味型碳酸饮料、可乐型碳酸饮料、其他型碳酸饮料等，不包括由发酵自身产生二氧化碳气的饮料。

## 5 特殊用途饮料 (beverage for special uses)

加入具有特定成分的适应所有或某些人群需要的液体饮料。

### 5.1 运动饮料 (sports beverage)

营养成分及其含量能适应运动或体力活动人群的生理特点，能为机体补充水分、电解质和能量，可被迅速吸收的制品。

### 5.2 营养素饮料 (nutritional beverage)

添加适量的食品营养强化剂，以补充机体营养需要的制品，如营养补充液。

### 5.3 能量饮料 (energy beverage)

含有一定能量并添加适量营养成分或其他特定成分，能为机体补充能量，或加速能量释放和吸收的制品。

### 5.4 电解质饮料 (electrolyte beverage)

添加机体所需要的矿物质及其他营养成分，能为机体补

充新陈代谢消耗的电解质、水分的制品。

### 5.5 其他特殊用途饮料 (other special usage beverage)

5.1~5.4 之外的特殊用途饮料。

## 6 风味饮料 (flavored beverage)

以糖（包括食糖和淀粉糖）和（或）甜味剂、酸度调节剂、食用香精（料）等的一种或者多种作为调整风味的主要手段，经加工或发酵制成的液体饮料，如茶味饮料、果味饮料、乳味饮料、咖啡味饮料、风味水饮料、其他风味饮料等。

注：不经调色处理、不添加糖（包括食糖和淀粉糖）的风味饮料为风味水饮料，如苏打水饮料、薄荷水饮料、玫瑰水饮料等。

## 7 茶（类）饮料 (tea beverage)

以茶叶或茶叶的水提取液或其浓缩液、茶粉（包括速溶茶粉、研磨茶粉）或直接以茶的鲜叶为原料，添加或不添加食品原辅料和（或）食品添加剂，经加工制成的液体饮料，如原茶汁（茶汤）/纯茶饮料、茶浓缩液、茶饮料、果汁茶饮料、奶茶饮料、复（混）合茶饮料、其他茶饮料等。

## 8 咖啡（类）饮料 (coffee beverage)

以咖啡豆和（或）咖啡制品（研磨咖啡粉、咖啡的提取液或其浓缩液、速溶咖啡等）为原料，添加或不添加糖（食糖、淀粉糖）、乳和（或）乳制品、植脂末等食品原辅料和（或）食品添加剂，经加工制成的液体饮料，如浓咖啡饮料、咖啡饮料、低咖啡因咖啡饮料、低咖啡因浓咖啡饮料等。

## 9 植物饮料 (botanical beverage)

以植物或植物提取物为原料，添加或不添加其他食品原辅料和（或）食品添加剂，经加工或发酵制成的液体饮料。如可可饮料、谷物类饮料、草本（本草）饮料、食用菌饮料、藻类饮料、其他植物饮料，不包括果蔬汁类及其饮料、茶（类）饮料和咖啡（类）饮料。

## 10 固体饮料 (solid beverage)

用食品原辅料、食品添加剂等加工制成的粉末状、颗粒状或块状等，供冲调或冲泡饮用的固态制品，如风味固体饮



料、果蔬固体饮料、蛋白固体饮料、茶固体饮料、咖啡固体饮料、植物固体饮料、特殊用途固体饮料、其他固体饮料等。

## 11 其他类饮料 (other beverage)

1~10 之外的饮料, 其中经国家相关部门批准, 可声称具有特定保健功能的制品为功能饮料。

《中国行业发展报告: 饮料业》中指出, 我国饮料行业总产量已经从 2000 年的 1490.8 万吨, 迅速增长到 2013 年的 1.2 亿吨, 年均增长高达 20.7%。饮料行业总产量 12 年增长约 7 倍。2014 年, 饮料行业总产量为 1.3 亿吨, 同比增长 10.5%, 增速比去年同期回落 10.2 个百分点。

2014 年饮料市场按产量份额格局: 饮用水占 43.43% 排第一, 果汁饮料占 16.96%, 碳酸饮料为 10.50%, 茶饮料占 15.27%, 凉茶类占 7.21%, 功能饮料占 6.63%。

2004 年全国牛奶产量为 2,261 万吨; 到 2014 年, 全国

牛奶产量为 3,725 万吨, 较 2004 年增长 64.75%, 2004—2014 年年均复合增长率为 5.12%。

2004 年全国酸奶产品零售量约为 153.59 万吨; 到 2014 年全国酸奶产品零售量约为 546.68 万吨, 较 2004 年增长 255.93%。

2013 年中国植物蛋白饮料市场消费量达到 26.22 亿升, 同比增长 24.8%; 行业市场规模为 253.29 亿元, 同比增长 26.9%; 预计到 2018 年中国植物蛋白饮料市场规模将达到 733 亿元左右。

目前, 我国儿童对饮料的消费不断超前, 青年消费群体的体量也在不断增加, 行业的消费总量是一直保持增长的。我国软饮料人均消费量已从 2007 年的 39 升大幅提升至 2012 年的 96 升。

资料摘自《饮料通则》(GB/T 10789-2015)

## 国内外水 AI 的进展

Progress of Water AI Research at Home and Abroad

张建芬<sup>1#</sup> 马冠生<sup>1#</sup>

(<sup>1</sup>北京大学公共卫生学院营养与食品卫生学系, 北京 100191; <sup>#</sup>食品安全毒理研究与评价北京重点实验室, 北京 100191)

**摘要:** 水不仅是构成人体组织和细胞的重要成分, 还是生化反应的媒介。水的摄入量过多或过少对身体均由影响, 因此制定水的适宜摄入量 (AI) 非常重要。水的需要量主要受代谢情况、性别、年龄、身体活动、温度、膳食等因素的影响, 故水的需要量变化很大。水需要量不仅个体差异较大, 而且同一个体不同环境或生理条件下需要量也有差异。因此水的人群推荐量并不完全等同于个体每天的需要量。近年来, 许多国家以人群的水摄入量数据为基础, 有些国家还综合考虑肾浓缩功能以及能量消耗与水代谢的关系, 提出了本国或本地区居民的总水摄入量或饮水摄入量的推荐值。世卫组织提出, 在一般环境下, 久坐的成年男性和女性水的推荐摄入

量分别为 2900 ml/d、2200 ml/d; 美国医学研究所和加拿大建议 19~30 岁男性和女性每日总水的适宜摄入量为 3.7L 和 2.7L。澳大利亚卫生与医学研究委员会和新西兰卫生部共同提出成年男性的总水摄入量为 3.4L/d, 成年女性为 2.8L/d。2010 年欧洲食品安全局的膳食、营养与过敏专家组提出成年男性总水摄入量为 2.5L/d, 女性为 2.0L/d; 《中国居民膳食指南 (2016)》提出成年人每天适宜饮水 1500~1700ml。

**关键词:** 水; 适宜摄入量; 制定方法; 进展

**Abstract:** Water is not only an important component of human tissues and cells but also a medium for biochemical reactions. Take in too much or too little water had an impact

作者简介: 第一作者: 张建芬 (1990—), 女, 在读博士, 主要研究方向: 人群营养。

通讯作者: 马冠生 (1963—), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 营养与健康。

on the body, so make the adequate intake of water (AI) is very important. The human body's requirement for water are mainly affected by metabolic conditions, gender, age, physical activity, temperature, diet and other factors, so the water requirements vary greatly. The difference of recommended amount of water is not only including the difference between different individual but also the difference of the same individual in different environmental or physiological conditions. So the recommended amount of water of the population is not exactly the same as the individual's daily requirements. In recent years, many countries made adequate water intake based on water intake data of the population, some countries also took the renal enrichment function and energy consumption and water metabolism into consider to make the total water intake or drinking water intake. The WHO recommended that, in general, the AI of adults male and female is 2900 ml/d and 2200 ml/d, respectively; the American Institute of Medicine and Canada recommend that the total daily intake of water of men and women between 19 and 30 years of age is 3.7L and 2.7L. The Australian Health and Medical Research Council and the Ministry of Health of New Zealand have proposed that adult males have a total water intake of 3.4 L/d and adult women 2.8 L/d. The European Food Safety Authority's Dietary, Nutrition and Allergy Panel in 2010 suggested that total water intake of male adults is 2.5 L/d and 2.0 L/d for females. 《The Dietary Guidelines for Chinese Residents (2016)》 recommend that the AI water of adults is 1500 ml/d to 1700 ml/d.

**Keywords:** Water; Adequate intake (AI); Method; Progress

水是构成人体组织和细胞的重要成分, 人体内水分是多种矿物质、微生物、氨基酸及其他营养素的溶剂, 是生化反应的媒介, 水本身也参与体内的生化反应, 并承担转运营养物质及代谢废物、维持血容量、调节体温等重要的生理功能。水的需要量不仅个体差异较大, 而且同一个体在不同环境或生理条件下也有差异。水的需要量受代谢、性别、年龄、身体活动水平、温度和膳食等因素的影响, 故水的需要量变化很大。水摄入量过少或过多对身体均有影响, 因此确定水的AI (适宜摄入量) 对于人体健康十分重要。

人体内水分总量通常称作体水总量 (Total Body Water,

TBW), 年龄、性别、体成分均可造成个体间体水总量的差异。

## 1 水 AI 制定方法

### 1.1 根据能量消耗与水代谢的关系计算每日水需要量

美国 1989 年膳食营养素供给量 (RDA) 为成人每消耗 4.184 kJ 能量, 水需要量为 1ml。考虑到发生水中毒的危险性极小, 水需要量常增至 1.5ml/4.184KJ, 以便包括活动、出汗及溶质负荷等的变化<sup>[1]</sup>。

### 1.2 根据水丢失量计算

机体要保证每日体水平衡, 需使水摄入量和丢失量保持动态平衡。水的丢失量可以通过生理学和生物物理学方法评估和计算, 国外不同的研究者就对处于静态活动的健康成人的每日最少失水量进行了研究。通过呼气的失水量为 250~350 ml/d; 通过尿排出的水量为 500~1000 ml/d; 通过粪便的失水量为 100~200 ml/d; 通过皮肤为 450~1900 ml/d; 而每日机体代谢产生 250 ml 的水, 故健康成人每日净丢失的水分为 1050~3100 ml/d J。由此可推算出健康成人每日需水量<sup>[2,3]</sup>。

### 1.3 根据调查人群平均每天水摄入量来提出适宜摄入量

美国根据第 3 次全国营养调查中健康人群每天水摄入量制定出了居民的适宜饮水量; 欧盟食品安全局也将人群每日水摄入量与尿渗透压值及每单位能量耗水量结合起来, 提出了适宜饮水量<sup>[3]</sup>。

## 2 调查方法

### 2.1 国外饮水调查

国外的饮水量调查大多附在膳食调查中, 如美国在 1999-2004 年的 3 次全国营养调查中, 运用 24h 膳食回顾法收集调查对象膳食信息后, 再询问调查对象调查前一天的饮水量; 而在 2005-2006 年对方法进行改进, 在回顾 24h 膳食时同时对饮水情况进行回忆<sup>[4]</sup>。荷兰和比利时<sup>[5]</sup>分别采用 2d 膳食记录法和 2 次 24h 膳食回顾法收集居民每日膳食及水分摄入情况, 法国<sup>[6]</sup>、英国<sup>[7]</sup>则通过 7d 膳食记录法来了解水分摄入情况。Barraj<sup>[8]</sup>等在美国进行的饮水量调查 (DWCS) 中运用 1 周日记法, 让调查对象自行记录他们每次的饮水行为和饮水量, 在问卷中提供常用饮水盛具的大小及每小时饮水量, 调查对象只需在相应的选项上打钩即可。

### 2.2 我国饮水调查

我国以往开展的营养与健康状况调查收集了饮料和酒消



费量的信息,但缺乏白水、茶水的消费情况,故不能全面反映我国居民每日饮水总量情况。在2010年7~8月,张倩<sup>[9]</sup>等人对中国四城市开展城市居民饮水状况调查;2011年,杜松明<sup>[10]</sup>等对中国四城市开展儿童少年的饮水调查,为制定水的适宜摄入量积累了基础数据。

### 3 适宜摄入量

世界卫生组织<sup>[11]</sup>规定,一般环境下,久坐的成年男性和女性水的推荐摄入量分别为2900 ml/d、2200 ml/d;年龄为3个月体重为5 kg和12个月体重为10 kg的婴儿,水的推荐摄入量分别为750 ml/d和1000 ml/d。在高温环境下进行身体活动的成人的推荐摄入量为4500 毫升/天;怀孕和哺乳期的女性每日需水总量分别为4800和3300 毫升。

美国医学研究所和加拿大建议19~30岁男性和女性每日总水(包括饮水和食物水)的适宜摄入量为3.7L和2.7L<sup>[12]</sup>。澳大利亚卫生与医学研究委员会和新西兰卫生部共同提出成年男性的总水摄入量为3.4L/d,成年女性为2.8L/d,其中非食物来源的饮水量为2.6L/d和2.1L/d<sup>[13]</sup>。2010年欧洲食品安全局的膳食、营养与过敏专家组提出成年男性总水摄入量为2.5L/d,女性为2.0L/d<sup>[14]</sup>。

《中国居民膳食营养素参考摄入量(2013版)》<sup>[15]</sup>提出了不同年龄人群水适宜摄入量,其中成年男性总水摄入量为3.0L/d,女性为2.7L/d。《中国居民膳食指南(2016)》<sup>[16]</sup>提出成年人每天适宜饮水1500~1700ml。

### 参考文献:

1. 葛可佑. 中国营养科学全书 [M]. 人民卫生出版社, 2004.
2. Panel on Dietary Reference Intake for Electrolytes and Water, Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Dietary reference intake or water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. Washington DC: National Academies Press, 2004.
3. 马冠生, 左娇蕾. 水的适宜摄入量 [J]. 中华预防医学杂志, 2011, 45 (8): 675-676.
4. Kant AK, Graubard BI, Atchison EA. Intakes of plain water, moisture in foods and beverages, and total water in

the adult US population—nutritional, meal pattern, and body weight correlates: National Health and Nutrition Examination Surveys 1999–2006 [J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2009, 90 (3): 655.

5. Authority E F S. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water [J]. EFSA Journal 2010; 8 (3): 1459.

6. Manz F, Wentz A. Hydration status in the United States and Germany. [J]. Nutrition Reviews, 2005, 63 (2): 55-62.

7. Henderson L, Gregory J, Swan G. The national diet and nutrition survey: adults aged 19 to 64 years vol.1: types and quantities of foods consumed [EB/OL]. [2010-10-25].

8. Barraj L, Scrafford C, Lantz J, et al. Within-day drinking water consumption patterns: results from a drinking water consumption survey. [J]. Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology, 2008, 19 (4): 382-395.

9. 张倩, 胡小琪, 邹淑蓉, 等. 我国四城市成年居民夏季饮水量 [J]. 中华预防医学杂志, 2011, 45 (8): 677-682.

10. 杜松明, 胡小琪, 张倩, 等. 中国四城市中小学生白水及饮料的饮用量 [J]. 中华预防医学杂志, 2013, 47 (3): 202-205.

11. WHO. Nutrients in drinking water [J]. Geneva World Health Organization, 2005.

12. Food and Nutrition Board. Institute of Medicine. Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate [M]. Washington, DC: National Academy Press, 2004.

13. Bellego LL, Jean C, Jimenez L, et al. Understanding Fluid Consumption Patterns to Improve Healthy Hydration [J]. Nutrition Today. 2010; 45: 22-26.

14. Authority E F S. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water [J]. EFSA Journal 2010; 8 (3): 1459.

15. 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量: 2013版 [M]. 科学出版社, 2014.

16. 中国营养学会. 中国居民膳食指南(2016) [M]. 人民卫生出版社, 2016.

# 13 国儿童青少年水及饮料摄入量调查

Intake of Water and Beverages of Children and Adolescents in 13 Countries

I. Guelinckx<sup>1</sup> C. Ferreira-Pêgo L. A. Moreno S. A. Kavouras J. Gandy H. Martinez S. Bardosono  
M. Abdollahi E. Nasser A. Jarosz G. Ma E. Carmuega N. Babio J. Salas-Salvadó

(<sup>1</sup>Hydration and Health Department, Danone Research, Palaiseau, France)

Correspondence: J. Salas-Salvadó e-mail: jordi.salas@urv.cat

European Journal of Nutrition (2015) 54 Suppl (2): S45–S55 DOI 10.1007/s00394-015-0952-8)

## Abstract

**Purpose** To describe the intake of water and all other beverages in children and adolescents in 13 countries of three continents.

**Methods** Data of 3611 children (4–9 years) and 8109 adolescents (10–17 years) were retrieved from 13 cross-sectional surveys (47% males). In three countries, stratified cluster sampling design was applied to randomly recruit schools classes. A quota method was applied in the other countries to randomly recruit participants. Details on the intake of all fluid types were obtained with a fluid-specific record over 7 consecutive days.

**Results** In the total sample, the highest mean intakes were observed for water ( $738 \pm 567$  mL/day), followed by milk ( $212 \pm 209$  mL/day), regular soft beverages (RSB) ( $168 \pm 290$  mL/day) and juices ( $128 \pm 228$  mL/day). Patterns characterized by a high contribution of water, RSB or hot beverages to total fluid intake were identified among the countries with close geographical location. Adolescents had a significantly lower milk intake and higher intake of RSB and hot beverages than children in most countries. The most consistent gender difference observed was that in both age groups males reported a significantly higher RSB consumption than females.

**Conclusion** On average, water was the fluid consumed in the largest volume by children and adolescents, but the intake of the different fluid types varied substantially between countries. Since the RSB intake was as large, or even larger, than water intake in some countries, undertaking actions to

improve fluid intake habits of children and adolescents are warranted.

**Keywords:** Water; Beverages; Fluid intake; Children; Adolescents

## 摘要

**目的** 描述三个大洲 13 个国家儿童青少年水和其他饮料的摄入。

**方法** 由 13 个横断面研究中获得 3611 名 4–9 岁儿童和 8109 名 10–17 岁青少年的数据，其中男性比例为 47%。三个国家使用分层整群抽样设计随机抽取学校班级。其他国家使用一种定量方法随机抽取研究对象。连续 7 天使用专门的液体记录表获得摄入的液体种类的细节。

**结果** 全部样本中，观察得出平均摄入量最高的是水 ( $738 \pm 567$  毫升/天)，接下来是牛奶 ( $212 \pm 209$  毫升/天)，常见软饮料 (RSB) ( $168 \pm 290$  毫升/天) 和果汁 ( $128 \pm 228$  毫升/天)。地理位置接近的国家被发现是摄入水、常见软饮料或热饮居多的模式。大多数国家中，青少年与儿童相比牛奶摄入量显著下降，而常见软饮料和热饮摄入量增加。观察到的最为一致的性别差异是在两个年龄段中男性常见软饮料摄入量显著高于女性。

**结论** 总体来看，水是儿童青少年消费量最大的液体，但是实质上不同国家之间其他种类液体的摄入量是不同的。因为常见软饮料的摄入量巨大，在一些国家甚至高于水的摄入量，应该采取措施改善儿童青少年的液体摄入习惯。

## 关键词

水；饮料；液体摄入；儿童；青少年

(何海蓉 摘译)



# 水摄入量，而非水摄入后的心理预期，影响成年人的认知能力

Water Consumption, not Expectancies about Water Consumption, Affects Cognitive Performance in Adults

Edmonds CJ<sup>1</sup> Crombie R Ballieux H Gardner MR Dawkins L.

(<sup>1</sup> School of Psychology, University of East London, Stratford Campus, Water Lane, London E15 4LZ, UK. c.edmonds@uel.ac.uk)

*Appetite*, 2013, 60 (1): 148–53.

## Abstract

Research has shown that water supplementation positively affects cognitive performance in children and adults. The present study considered whether this could be a result of expectancies that individuals have about the effects of water on cognition. Forty-seven participants were recruited and told the study was examining the effects of repeated testing on cognitive performance. They were assigned either to a condition in which positive expectancies about the effects of drinking water were induced, or a control condition in which no expectancies were induced. Within these groups, approximately half were given a drink of water, while the remainder were not. Performance on a thirst scale, letter cancellation, digit span forwards and backwards and a simple reaction time task was assessed at baseline (before the drink) and 20 min and 40 min after water consumption. Effects of water, but not expectancy, were found on subjective thirst ratings and letter cancellation task performance, but not on digit span or reaction time. This suggests that water consumption effects on let-

ter cancellation are due to the physiological effects of water, rather than expectancies about the effects of drinking water.

## 摘要

有研究显示儿童和成年人的水摄入量对认知能力起到积极作用。水摄入后的心理预期是否会影响水摄入对认知能力的影响，成为目前研究中需要考虑到内容。此研究招募了47个受试者，并被告知此试验的研究目的：即水摄入对认知能力的影响。受试者被分为两组，一组受试者知晓水摄入量对认知能力的积极作用，另一组受试者不知晓水摄入量对认知能力的作用。每组受试者中的一半给予饮水干预，另一半则不饮水。受试者在基线水平（即给予饮水干预前）、和饮水后的20分钟、40分钟填写口渴量表、字母消除测试、数字广度测试和简单反应时间任务测试。结果显示，水摄入，而非心理预期，对主观口渴和字母消除测试有影响，对数字广度和反应时间没有影响。这表明水摄入对字母消除的影响，是由于水摄入后生理效应引起的，而不是水摄入后的心理预期。

（张娜 摘译）

# 饮水对身体活动的影响

The Effect of Hydration on Physical Activity

张娜<sup>1</sup> 杜松明<sup>2</sup> 马冠生<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> 中国疾病预防控制中心营养与健康所, 北京 100050; <sup>2</sup> 中国营养学会, 北京 100053; <sup>3</sup> 北京大学公共卫生学院营养与食品卫生系, 北京 100191; <sup>\*</sup> 食品安全毒理学研究与评价北京市重点实验室, 北京 100191)

**摘要:** 水作为人类赖以生存和发展不可缺少的最重要的物质之一, 具有参与机体新陈代谢, 维持体液正常渗透压及电解质平衡, 调节体温和润滑关节等作用。在身体活动过程中, 通过饮水来维持正常的水合状态, 对于调节机体渗透压、维持电解质平衡、补充因排汗引起的水分丢失有重要作用。而水分摄入不足引起机体脱水则会引起血容量的降低和体液电解质浓度的增加, 进而损害身体活动能力。此综述总结饮水对身体活动影响的研究, 并分析各试验设计的限制性。

**关键词:** 水; 脱水; 水合状态; 身体活动;

**Abstract:** Water is indispensable to human survival and development. It is the main component of human body. The functions of water include participating in body metabolism, modulating normal osmotic pressure, maintaining electrolyte balance and regulating body temperature. During the process of physical activity, it is important to maintain the normal state of hydration through drinking enough water, in order to regulate normal osmotic pressure, to keep electrolyte balance, to compensate for the fluid loss caused by sweating. The dehydrated status of body caused by inadequate water-intake can reduce blood volume and increase the concentration of electrolyte. All the above will reduce the ability of physical activity. The purpose of this review is to summarize the researches about the effect of water on physical activity, and analyze the limitations of experiment design.

**Keywords:** Water; Dehydration; Hydration status; Physical activity

身体活动的范围很广, 包括跳舞、跑步、骑自行车和工

作等。一切会引起骨骼肌收缩并增加能量消耗的运动都可称为身体活动。在身体活动过程中, 通过饮水来维持正常的水合状态, 对于调节机体渗透压、维持电解质平衡、补充因排汗引起的液体丢失具有重要作用。水分摄入不足引起机体脱水时, 会引起血容量的降低和体液电解质浓度的增加, 进而损害身体活动能力。本文全面分析水对身体活动的影响, 讨论各研究结果和试验设计的限制性。

## 1 水对身体活动的影响

### 1.1 水对不同需氧类型身体活动的影响

按照对氧气的需要可将身体活动分为有氧运动和无氧运动。Sawka 等人在水和体力活动影响的综述中, 得出的结论是 2% 脱水状态 (及体重减轻 2%) 会使机体的有氧运动能力下降<sup>[1]</sup>, 对无氧运动无影响, 在 5% 的脱水状态才会降低无氧运动能力且与脱水程度呈线性关系<sup>[2]</sup>。

多数研究中采取了骑自行车的有氧运动方式来进行相关试验。Arnaoutis 等人以平均年龄为 25.9 岁的雅典男性骑自行车选手作为受试对象, 研究发现当机体处于 2% 脱水状态 (及体重减轻 2%) 时, 通过补水可以提高其耐力并延长运动时间<sup>[3]</sup>。Walsh 等人使受试对象在每隔 10min 饮用 200ml 的 20 mmol/L NaCl 溶液及不饮水下两种状态下进行骑自行车运动, 结果发现脱水会降低其运动能力<sup>[4]</sup>, Barr 等人、Nybo 等人、Castellani 等人、Montain 等人、以及 Judelson 等人的研究也得出类似结论<sup>[5-9]</sup>。进一步将室温进行控制后, Kenefick 等人将受试对象置于 10℃、20℃、30℃、40℃ 四种温度下, 在 4% 脱水和正常水合状态下进行有氧运动, 结果发现随温度增加, 脱水降低有氧运动的程度也增加, 分析原因可能是体表较高的血液流动引起心血管压力增加, 进而损伤运动能力<sup>[10]</sup>。

第一作者: 张娜 (1986—), 女, 在读博士, 主要研究方向: 饮水与健康。

通讯作者: 马冠生 (1963—), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 营养与健康。





在饮水的干预性研究中, Below 等人让平均年龄为 23 岁经过耐力训练的美国男性作为受试对象, 并在饮用 1330ml 的 6% 葡萄糖溶液和饮用等量水、以及饮用 200ml 的 40% 麦芽糖糊精溶液和饮用等量水四种不同的状态下进行骑自行车运动, 结果发现饮水可改善其运动能力<sup>[11]</sup>, Fallowfield 等人、Mcconell 等人、Edwards 等人、Marino 等人、Dugas 等人以及 Mudambo 等人的研究也得出类似结论<sup>[12-17]</sup>。Maughan 等人则在不饮水、每 10min 饮水 10ml、每 10min 饮用等渗性葡萄糖电解质 10ml、每 10min 饮用低渗性葡萄糖电解质溶液 10ml 四种状态下测量受试对象的运动能力, 结果发现饮水可以改善身体活动能力, 但葡萄糖电解质溶液对身体活动能力的改善作用更大<sup>[18]</sup>, Mudambo 等人的研究也得出类似结论<sup>[19]</sup>。

也有试验将长跑作为有氧运动方式进行研究, Lawrence 等人发现在脱水及正常状态下跑步 1500m、5000m、10000m, 脱水会降低其运动能力, 且程度随距离的增加而加深<sup>[20]</sup>。在以国际重量级桨手作为受试对象, 以赛艇作为有氧运动的研究中, Bugre 等人发现脱水影响其运动能力, 并分析原因有可能是脱水会引起血浆浓度及肌肉糖原的下降<sup>[21]</sup>。

但与其相反的是, Evetovich 等人发现脱水并不会影响身体活动能力<sup>[22]</sup>。Maughan 等人对平均年龄为 29 岁的男性在 70%  $VO_{2max}$  (最大摄氧量) 的负荷下进行骑自行车运动, 观察饮水对运动能力的影响, 结果发现饮水对运动能力无影响, 仅补充葡萄糖溶液可提高运动能力<sup>[23]</sup>。Fritzsche 等人则发现饮水会提高体力活动能力, 水和葡萄糖溶液对体力活动的改善程度更大, 而葡萄糖单独并不影响体力活动能力<sup>[24]</sup>。另外, 还有研究对饮水量和饮水温度两个因素做了研究, Kay 等人分别在 20℃ 和 33℃ 两种水温下分别饮水及不饮水时进行骑自行车运动, 结果发现两种温度下饮水均对运动能力无影响<sup>[25]</sup>。Bachle 等人分别在在不饮水、饮蒸馏水 1200ml 及饮 1200ml 运动饮料的情况下, 观察其骑自行车运动, 发现饮水或饮用运动饮料并不改善身体活动能力, Robinson 等人将平均年龄为 25.3 岁且经过耐力训练的南非男性骑自行车选手作为受试对象, 在不饮水及每公斤体重饮水 5ml 的情况下进行骑自行车运动, 结果发现补水并不改善运动能力, 反而有可能损伤其运动表现<sup>[26]</sup>; Backx 等人 and Cheuvront 等人的研究也得出了类似的阴性结果<sup>[27,28]</sup>。

在关于无氧运动的研究中, 采取较多的运动方式是摔跤。Herbert 等人正常的水合状态及 4.8% 脱水状态下测量美国摔跤选手的运动能力, 结果发现水合状态并不影响其运动能力<sup>[29]</sup>。Jacobs 等人分别在 2%、4%、5% 的脱水下分别测量瑞典摔跤选手的无氧运动能力, 结果发现三种程度的脱水状态均不

影响其运动能力<sup>[30]</sup>, Greiwe 等人也得出类似结论<sup>[31]</sup>。在有氧与无氧结合的拳击运动的研究中, Smith 等人将平均年龄为 20 岁的英国业余拳击手作为受试对象, 在正常水合状态及脱水 3.8% 的状态下进行拳击运动, 结果发现脱水状态影响身体活动能力。

## 1.2 水对不同时间身体活动的影响

根据对运动时间的限制, 身体活动可以分为定时运动 (即到达规定时间后停止运动) 和耗竭运动 (不规定运动时间, 运动至力竭后停止, 测其耐力)。在水对定时运动影响的 meta 分析中, Eric 发现脱水并不降低定时运动能力<sup>[32,33]</sup>。在耗竭运动试验中, Nielse 等人发现脱水降低耗竭运动能力<sup>[34]</sup>, Craig 等人的研究也发现类似结论<sup>[35-39]</sup>。

## 1.3 水对不同职业身体活动的影响

Wasterlund 等人将澳大利亚森林伐木工人作为研究对象, 观察其在饮水 1700ml 及 600ml 两种情况下的运动能力, 结果发现充足饮水可提高森林伐木工人的工作能力<sup>[40]</sup>; Pichan 等人分别在脱水 1%、2%、3% 及正常对照的情况下, 比较印度男性士兵的工作能力, 结果发现脱水降低士兵的工作能力<sup>[41]</sup>。

## 1.4 不同方式诱导的脱水状态对身体活动的影响

在研究脱水对身体活动影响时, 大部分利用高温配合运动的方式诱导脱水状态。通常情况下, 机体一天内的水合状态仅在体重 0.5% 的范围内波动<sup>[42]</sup>。但当进行身体活动时, 水合状态变动幅度增加<sup>[43]</sup>。身体活动时热交换引起的汗液丢失会增加机体对水分的需要, 而在高温下, 热代谢率提高<sup>[44]</sup>, 汗液蒸发更多, 对水的需要量也相应增加。Sawka 等人的综述提到体表温度较高伴脱水会很大程度地降低身体活动能力<sup>[45]</sup>; 而 Cheuvront 等人将试验条件设定在寒冷天气下, 发现脱水不影响身体活动能力<sup>[46]</sup>。

## 1.5 不同排汗量下水对身体活动的影响

环境相同且年龄等内部因素均衡的人群排汗量也不同<sup>[47,48]</sup>, 体表面积、衣服穿着及运动强度都会影响排汗量<sup>[49,50]</sup>。排汗增加引起机体水分丢失, 进而影响身体活动能力。在不饮水的前提下, 身体活动后因排汗等液体丢失而引起的体重变化可以用于估计需要饮水量。一般体重减轻 1kg 需补充 1L 水, 此估计有误差, 只是一个简单的衡量标准, 需考虑膳食因素的影响<sup>[51]</sup>。

# 2 讨论

## 2.1 脱水状态的判定

尿液颜色、尿液渗透压、机体渴觉、体重变化都是判定

脱水的指标。尿液颜色和机体渴觉较为主观,误差相对大;也有研究将尿液渗透压超过 800mOsm/kg H<sub>2</sub>O 时<sup>[52]</sup>作为判断机体脱水的标准;体重变化也可判断脱水程度,但此方法存在争议且应考虑膳食因素等影响<sup>[53]</sup>。判断机体是否脱水应综合考虑各因素。

## 2.2 温度的影响

高温会增加心血管压力,改变骨骼肌代谢,改变中枢神经系统活性,影响身体活动的耐力等表现<sup>[54-55]</sup>,这有可能是水对身体活动影响的混杂因素,应在试验设计中严格限定环境的温度。

## 2.3 测量身体活动的方法

不同需氧类型及不同时间的身体活动对水分的需要量均存在差异,应在试验中描述活动类型。另外,也应研究测试身体活动器械的精确性和准确性。1980 年,踏步机被用于运动试验中来限制运动时间和速度。随后,加速感应器被用于运动试验中来测量运动的强度和持续时间,结果较稳健但成本较高。而测试运动的耐力和强度等还没有准确且统一的方法,有待完善。另外,测试机体在身体活动时的耗氧量( $VO_{2max}$ )和最大心率以判定活动强度,有助于研究结果间的比较<sup>[56,57]</sup>。

## 2.4 其他因素

有研究表明脱水引起的认知损伤或情绪变化也可能是降低身体活动能力的原因<sup>[58]</sup>;另外,受试对象的年龄、性别、身高、体重和体表面积等都会影响机体需水量,应对其分层或控制。

目前,大部分研究结果显示脱水降低身体活动能力,饮水后有所改善,但尚无统一的结论。研究水对身体活动的影响,对于提高运动员的运动水平和工作人员的工作效率、减少身体运动后的损伤都具有重要意义。

## 参考文献:

1. Sawka MN, Pandolf KB. Effects of body water loss on physiological function and exercise performance [J]. *Perspect in ExercSciSport Med*, 1990, (3): 1-38.
2. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, et al. Exercise and fluid replacement [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2007, 39: 377-390.
3. Arnaoutis G, Kavouras SA, Christaki I, et al. Water ingestion improves performance compared with mouth rinse in dehydrated subjects [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2012, 44: 175-

179.

4. Walsh RM, Noakes TD, Hawley JA, et al. Impaired high-intensity cycling performance time at low levels of dehydration [J]. *Int J Sports Med*, 1994, 15: 392-398.

5. Barr SI, Costill DL, Fink WJ. Fluid replacement during prolonged exercise: effects of water, saline, or no fluid [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 1991; 23: 811-817.

6. Nybo L, Jensen T, Nielsen B, et al. Effects of marked hyperthermia with and without dehydration on VO<sub>2</sub> kinetics during intense exercise [J]. *J Appl Physiol*, 2001, 90: 1057-1064.

7. Castellani JW, Muza SR, Cheuvront SN, et al. Effect of hypohydration and altitude exposure on aerobic exercise performance and acute mountain sickness [J]. *J Appl Physiol*, 2010, 109: 1792-1800.

8. Monatin, SJS. Smith, R. P. Mattot, et al. Hypohydration effects on skeletal muscle performance and metabolism: a 31P-MRS study [J]. *J Appl Physiol*, 1998, 84: 1889-1894.

9. Judelson DA, Maresh CM, Anderson JM, et al. Hydration and muscular performance-Does fluid balance affect strength, power and high-intensity endurance? [J]. *Sports Med*, 2007, 37: 907-921.

10. Kenefick RW, Cheuvront SN, Palombo LJ, et al. Skin temperature modifies the impact of hypohydration on aerobic performance [J]. *J ApplPhysiol*, 2010, 109: 79-86.

11. Below PR, Mora-Rodríguez R, González-Alonso J, et al. Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense exercise [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 1995, 27: 200-210.

12. Fallowfield JL, Williams C, Booth J, et al. Effect of water ingestion on endurance capacity during prolonged running [J]. *J Sports Sci*, 1996, 14: 497-502.

13. McConell GK, Burge CM, Skinner SL, et al. Influence of ingested fluid volume on physiological responses during prolonged exercise [J]. *ActaPhysiol Scand*, 1997, 160: 149-156.

14. Edwards AM, Mann ME, Marfell-Jones MJ, et al. Influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45 min of outdoor match-play and the immediate subsequent performance of sport-specific and mental concentration test [J]. *Br J Sports Med*, 2007, 41: 385-91.

15. Marino FE, Cannon J, Kay D. Neuromuscular responses to hydration in moderate to warm ambient conditions during self-



paced high-intensity exercise [J]. *Br J SportsMed*, 2010, 44: 961-7.

16. Dugas JP, Oosthuizen U, Tucker R, et al. Rates of fluid ingestion alter pacing but not thermoregulatory responses during prolonged exercise in hot and humid conditions with appropriate convective cooling [J]. *Eur J Appl Physiol*, 2009, 105: 69-80.

17. Van Schuylenbergh R, VandenEynde B, Hespel P. Effect of exercise-induced dehydration on lactate parameters during incremental exercise [J]. *Int J Sports Med*, 2005, 26: 854-858.

18. Maughan RJ, Leiper JB, Shirreffs SM. Restoration of fluid balance after exercise-induced dehydration: effects of food and fluid intake [J]. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1996, 73: 317-325.

19. Mudambo KS, Leese GP, Rennie MJ. Dehydration in soldiers during walking/running exercise in the heat and the effects of fluid ingestion during and after exercise [J]. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1997, 76: 517-24.

20. Armstrong LE, Costill DL, Fink WJ. Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 1985, 17: 456-461.

21. Burge CM, Carey MF, Payne WR. Rowing performance, fluid balance, and metabolic function following dehydration and rehydration [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 1993, 25: 1358-1364.

22. Evetovich TK, Boyd JC, Drake SM, et al. Effect of moderate dehydration on torque, electromyography, and mechanomyography [J]. *Muscle Nerve*, 2002, 26: 225-231.

23. Maughan RJ, Fenn CE, Leiper JB. Effects of fluid, electrolyte and substrate ingestion on endurance capacity [J]. *Eur J Appl Physiol Occup*, 1989, 58: 481-486.

24. Fritzsche RG, Switzer TW, Hodgkinson BJ, et al. Water and carbohydrate ingestion during prolonged exercise increase maximal neuromuscular power [J]. *J Appl Physiol*, 2000, 88: 730-737.

25. Kay D, Marino EF. Failure of fluid ingestion to improve self-paced exercise performance in moderate-to-warm humid environments [J]. *J Therm Biol*, 2003, 28: 29-34.

26. Robinson TA, Hawley JA, Palmer GS, et al. Water ingestion does not improve 1-h cycling performance in moderate ambient temperatures [J]. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1995, 71: 153-60.

27. Backx K, van Someren KA, Palmer GS. One hour cycling performance is not affected by ingested fluid volume [J]. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2003, 13: 333-42.

28. Cheuvront SN, Carter R, Haymes EM, Sawka MN. No effect of moderate hypohydration or hyperthermia on anaerobic exercise performance [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2006, 38: 1093-1097.

29. Herbert WG, Ribisl PM. Effects of dehydration upon physical working capacity of wrestlers under competitive conditions [J]. *Res*, 1972, 43: 416-422.

30. Jacobs I. The effects of thermal dehydration on performance of the Wingate anaerobic test [J]. *Int J Sports Med*, 1980, 1: 21-24.

31. Greiwe JS, Staffey KS, Melrose DR, et al. Effects of dehydration on isometric muscular strength and endurance [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 1998, 30: 284-288.

32. Kay D, Marino EF. Failure of fluid ingestion to improve self-paced exercise performance in moderate-to-warm humid environments [J]. *J Therm Biol*, 2003, 28: 29-34.

33. Dugas JP, Oosthuizen U, Tucker R, et al. Rates of fluid ingestion alter pacing but not thermoregulatory responses during prolonged exercise in hot and humid conditions with appropriate convective cooling [J]. *Eur J Appl Physiol*, 2009, 105: 69-80.

34. Nielsen B, Kubica R, Bonnesen A, Rasmussen, et al. Physical work capacity after dehydration and hyperthermia [J]. *Scand J Sports Sci*, 1981, 3: 2-10.

35. Craig EN, Cummings EG. Dehydration and muscular work [J]. *J Appl Physiol*, 1966, 21: 670-674.

36. Cheuvront SN, Carter RI, Castellani JW, et al. Hypohydration impairs endurance exercise performance in temperate but not cold air [J]. *J Appl Physiol*, 2005, 99: 1972-1976.

37. Fallowfield JL, Williams C, Booth J, et al. Effect of water ingestion on endurance capacity during prolonged running [J]. *J Sports Sci*, 1996, 14: 497-502.

38. McConnell GK, Burge CM, Skinner SL, et al. Influence of ingested fluid volume on physiological responses during prolonged exercise [J]. *Acta Physiol Scand*, 1997, 160: 149-156.

39. Edwards AM, Mann ME, Marfell-Jones MJ, et al. Influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45 min of outdoor match-play and the immediate sub-

sequent performance of sport-specific and mental concentration test [J]. *Br J Sports Med*, 2007, 41: 385-91.

40. Wasterlund DS, Chaseling J, Burstrom L. The effect of fluid consumption on the forest workers' performance strategy [J]. *Appl Ergon*, 2004, 35: 29-36.

41. Pichan G, GauttamRK, TomarOS, et al. Effect of primary hypohydration on physical work capacity [J]. *Int. J. Biometeorol*, 1988, 32: 176-180.

42. Robert W Kenefick, Samuel N Cheuvront. Hydration for recreational sport and physical activity [J]. *Nutr Rev*, 2012, 70: 137-142.

43. Greenleaf JE, Bernauer EM, Juhos LT, et al. Effects of exercise on fluid exchange and body composition in man during 14-day bed rest [J]. *J Appl Physiol*, 1977, 43: 126-132.

44. Nielsen M. Die Regulation der korpertemperaturbeiMuskelarbeit [J]. *Skand Arch Physiol*, 1938, 9: 193-230.

45. Sawka MN, Cheuvront SN, Kenefick RW. High skin temperature and hypohydration impairs aerobic performance [J]. *Exp Physiol*, 2012, 97: 372-377.

46. Cheuvront SN, Carter RI, Castellani JW, et al. Hypohydration impairs endurance exercise performance in temperate but not cold air [J]. *J Appl Physiol*, 2005, 99: 1972-1976.

47. Bain AR, Deren TM, Jay O. Describing individual variation in local sweating during exercise in a temperate environment [J]. *Eur J Appl Physiol*, 2011, 111: 1599-1607.

48. Kenefick RW, Cheuvront SN, Elliott LD, et al. Biological and analytical variation of the human sweating response: implications for study design and analysis [J]. *Am J PhysiolRegulIntegr Comp Physiol*, 2012, 302: 252-258.

49. Sawka MN, Young AJ. Physiological systems and their responses to conditions of heat and cold [J]. *AdvExercPhysiol*,

2006: 535-563.

50. Ely MR, Cheuvront SN, Roberts WO, et al. Impact of weather on marathon running performance [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2007, 39: 487-493.

51. Maughan RJ, Leiper JB, Shirreffs SM. Restoration of fluid balance after exercise-induced dehydration: effects of food and fluid intake [J]. *Eur J ApplPhysiolOccup Physiol*, 1996, 73: 317-325.

52. Galloway SDR, Maughan RJ. Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged cycle exercise in man [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 1997, 29: 1240-1249.

53. Maughan RJ, Shirreffs SM. Dehydration and rehydration in competitive sport [J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2010, 20: 40-47.

54. Judelson DA, Maresh CM, Anderson JM, et al. Hydration and muscular performance—Does fluid balance affect strength, power and high-intensity endurance? [J]. *Sports Med*, 2007, 37: 907-921.

55. Judelson DA, Maresh CM, Farrell MJ, et al. Effect of hydration state on strength, power, and resistance exercise performance [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2007, 39: 1817-1824.

56. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2001, 37: 153-6.

57. Londeree BR, Thomas TR, Ziogas G, et al. %VO<sub>2</sub>max versus %HRmax regressions for six modes of exercise [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 1995, 27: 458-61.

58. Cian C, Koulmann N, Barraud PA, et al. Influence of variations in body hydration on cognitive function: effect of hyperhydration, heat stress, and exercise-induced dehydration [J]. *J Psychophysiol*, 2000, 14: 29-36.



## 饮用水卫生及标准

The Sanitation and Standards of Drinking Water

张建芬<sup>1#</sup> 马冠生<sup>1#</sup>

(<sup>1</sup>北京大学公共卫生学院营养与食品卫生学系, 北京 100191; <sup>#</sup>食品安全毒理研究与评价北京重点实验室, 北京 100191)

**摘要:** 人类的生活和生产活动离不开水。生活饮用水的优劣与人类健康密切相关。国家在 1985 年和 2006 年分别颁布了《生活饮用水卫生标准》, 这是对水质要求的强制性文件。2006 年颁布的《生活饮用水卫生标准》(GB5749—2006) 在原来的版本上增加了很多内容, 标准包括了范围、规范性引用文件、术语和定义等 10 部分内容, 大幅度提高了生活饮用水卫生标准的指标数量。

**关键词:** 饮用水; 卫生; 标准

**Abstract:** Human life and production activities can not be separated from water. The quality of drinking water and human health are closely related. The State in 1985 and 2006, respectively, promulgated the “Health of drinking water standards”, which is a mandatory document on water quality requirements. In 2006, the “Sanitary Standard for Drinking Water” (GB5749—2006) added many things to the original version. The standard includes 10 parts, such as scope, normative references, terms and definitions, which greatly improved the number of indicators of water sanitation.

**Keywords:** Drinking Water; Sanitation; Standards

人类的生活和生产活动都离不开水。生活饮用水水质的优劣与人类健康密切相关。随着社会发展、技术进步和相关研究的不断深入, 饮用水水质标准不断发展完善。国家标准即是《生活饮用水卫生标准》对水质要求的强制性文件, 是饮用水安全的保证。随着人民的生活水平的提高, 人们对饮用水质量的要求则越来越高, 原 GB5749—1985《生活饮用水卫生标准》<sup>[1]</sup>已经不能反应饮用水的安全状况。2006 年 12 月 29 日, 国家标准委和卫生部联合发布了经过修订的《生活饮

用水卫生标准》(GB5749—2006)<sup>[2]</sup>和 13 项生活饮用水卫生检验方法国家标准, 并自 2007 年 7 月 1 日起实施。标准中包括范围、规范性引用文件、术语和定义、生活饮用水水质卫生要求、水源水质卫生要求、集中式供水单位卫生要求、二次供水卫生要求、涉水产品卫生要求、水质监测、水质检验 10 部分内容, 限值的水质指标增至 106 项, 其中常规指标 42 项, 非常规指标 64 项, 大幅度提高生活饮用水卫生标准的指标数量。

生活饮用水包含两个含义, 即指日常饮水和生活用水, 但不包括饮料和矿泉水。生活饮用水水质卫生要求, 是指水在供人饮用时所应达到的卫生要求, 是用户在取水点获得水的质量要求。新标准要求居民取水点处的水质应符合该标准要求。

### 1 饮用水标准主要规定

#### 1.1 生物学指标

由 2 项增加到 6 项, 增加了大肠埃希菌、耐热大肠菌群、贾第鞭毛虫和隐孢子虫等 4 项; 修订了总大肠菌群 1 项。总大肠菌群由原标准总大肠菌群由原标准 $\leq 3$  个/L, 改为不得检出/100mL。大多数传染性肠道疾病都是由微生物引发的, 世界卫生组织和很多国家的饮用水卫生标准, 都将微生物指标放在第一位。我国原生活饮用水卫生标准中的微生物指标只有总大肠菌群和菌落总数两项指标, 新标准中增加的耐热大肠菌群(粪大肠菌群)和大肠埃希氏菌两项指标, 均属于对总大肠菌群指标的细化。新标准还将国际上备受关注的蓝氏贾第鞭毛虫、隐孢子虫列入检测项目。

#### 1.2 饮水消毒剂

由 1 项增至 4 项, 增加了一氯胺、臭氧、二氧化氯等 3

第一作者: 张建芬(1990—), 女, 在读博士, 主要研究方向: 人群营养。

通讯作者: 马冠生(1963—), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 营养与健康。

项指标。

### 1.3 毒理学指标

由 15 项增至 74 项。其中无机化合物指标由 10 项增至 21 项；有机化合物指标由 5 项增至 53 项。无机化合物指标增加了溴酸盐、亚氯酸盐、氯酸盐、锑、钡、铍、硼、钼、镍、铊、氯化氰等 11 项；修订了砷、镉、铅、硝酸盐等 4 项。砷 0.05mg/L 改为 0.01mg/L；镉 0.01mg/L 改为 0.005mg/L；铅 0.05mg/L 改为 0.01mg/L、硝酸盐氮 20mg/L 改为 10mg/L。有机化合物指标增加了甲醛、三卤甲烷、二氯甲烷等 48 项；修订了四氯化碳 1 项。四氯化碳 0.003mg/L 改为 0.002mg/L。

水的臭与味大都是由有机物含量高引起的。对水中有机物的危害的关注，已从有毒有害有机物发展到目前的内分泌干扰物（类激素）。这些化合物的主要来源是农药和化工企业污染。我国不少地方的水源地农药污染比较严重，虽然如六六六、滴滴涕、乐果等农药已被禁止使用，但由于它们都是难降解物质，早些年使用过的这些农药仍可能残留在土壤中，通过渗流污染水源。化工企业污染主要由于未达标的废水、废气、废渣的排放，这对区域性生活饮用水卫生安全是致命性的，很多突发事件都由此产生。一旦饮用了含有诸如砷、氟化物、硝酸盐等的水，就会出现急性中毒，甚至危及生命。

### 1.4 感官形状和一般理化指标

由 15 项增至 20 项，增加了耗氧量、氨氮、硫化物、钠、铝等 5 项。修订了浑浊度 1 项，浑浊度由旧标准  $\leq 3\text{NTU}$ ，改为  $\leq 1\text{NTU}$ 。

这类物质的污染对人体造成的伤害要远小于毒理学指标

污染造成的伤害。

### 1.5 放射性指标

修订了总放射  $\alpha$  放射性的指导值。总放射  $\alpha$  由 0.1Bq/L 改为 0.5Bq/L。饮用水中有可能存在放射性物质，如果存在，就会对人产生很大的危害。我国饮用水水源中放射性物质污染总体上不严重。

## 2 与世界其他国家的比较

世界卫生组织（WHO）《饮用水水质准则》<sup>[3,4]</sup> 为世界各地的饮用水水质法规和标准制订提供参考。我国《饮用水标准》参考了世卫组织、美国、日本等国家标准，结合我国实际情况，进行了修订，从而制定出符合我国国情、同时可保障居民饮水安全标准。

### 参考文献：

1. 卫生部. 生活饮用水卫生标准 [M]. 中国建筑工业出版社, 1976.
2. GB 5749—2006, 生活饮用水卫生标准 [S].
3. 世界卫生组织, 白晓慧, 陈国光. 饮用水水质准则 [M]. 上海交通大学出版社, 2014.
4. WHO, International Programme of Chemical Safety. (1993) Guidelines for drinking-water quality. Recommendations. 2nd ed. Vol. 1, Geneva; World Health Organization, 1993.



## 长期水与饮料摄入的变化与体重变化的关系： 三个前瞻性队列研究的结果

Changes in Water and Beverage Intake and Long-term Weight Changes:

Results from Three Prospective Cohort Studies

Pan A<sup>1</sup> Malik VS Hao T Willett WC Mozaffarian D Hu FB

(<sup>1</sup>Department of Nutrition, Harvard School of Public Health, Boston, MA, USA [2] Saw Swee Hock School of Public Health and Yong Loo Lin School of Medicine, National University of Singapore and National University Health System, Singapore, Republic of Singapore.)

International Journal of Obesity, 2013, 37 (10): 1378–1385.

### Abstract

**Objective:** To examine the long-term relationship between changes in water and beverage intake and weight change. **SUBJECTS:** Prospective cohort studies of 50013 women aged 40–64 years in the Nurses' Health Study (NHS, 1986–2006), 52987 women aged 27–44 years in the NHS II (1991–2007) and 21988 men aged 40–64 years in the Health Professionals Follow-up Study (1986–2006) without obesity and chronic diseases at baseline. **MEASURES:** We assessed the association of weight change within each 4-year interval, with changes in beverage intakes and other lifestyle behaviors during the same period. Multivariate linear regression with robust variance and accounting for within-person repeated measures were used to evaluate the association. Results across the three cohorts were pooled by an inverse-variance-weighted meta-analysis. **RESULTS:** Participants gained an average of 1.45 kg (5th to 95th percentile: –1.87 to 5.46) within each 4-year period. After controlling for age, baseline body mass index and changes in other lifestyle behaviors (diet, smoking habits, exercise, alcohol, sleep duration, TV watching), each 1 cup per day increment of water intake was inversely associated with weight gain within each 4-year period (–0.13 kg; 95% confidence interval (CI): –0.17 to –0.08). The associations for other beverages were: sugar-sweetened beverages (SSBs) (0.36 kg; 95%

CI: 0.24–0.48), fruit juice (0.22 kg; 95% CI: 0.15–0.28), coffee (–0.14 kg; 95% CI: –0.19 to –0.09), tea (–0.03 kg; 95% CI: –0.05 to –0.01), diet beverages (–0.10 kg; 95% CI: –0.14 to –0.06), low-fat milk (0.02 kg; 95% CI: –0.04 to 0.09) and whole milk (0.02 kg; 95% CI: –0.06 to 0.10). We estimated that replacement of 1 serving per day of SSBs by 1 cup per day of water was associated with 0.49 kg (95% CI: 0.32–0.65) less weight gain over each 4-year period, and the replacement estimate of fruit juices by water was 0.35 kg (95% CI: 0.23–0.46). Substitution of SSBs or fruit juices by other beverages (coffee, tea, diet beverages, low-fat and whole milk) were all significantly and inversely associated with weight gain. **CONCLUSION:** Our results suggest that increasing water intake in place of SSBs or fruit juices is associated with lower long-term weight gain.

### 摘要

**目的:** 研究长期水与饮料摄入的变化与体重变化的关系。  
**受试者:** 在此前瞻性队列研究中包括参与护士健康研究 (NHS, 1986~2006) 的 50013 名年龄在 40~60 岁的女性, 参与二期护士健康研究 (NHS II, 1991~2007) 的 52987 名年龄在 27~44 岁的女性, 以及参与卫生专业人员随访研究 (1986~2006) 中的 21988 名 40~64 岁的男性, 受试者在基线水平时, 均没有肥胖和慢性疾病。**方法:** 每四年一个周期, 在相同的时间段, 对饮料摄入和其他生活方式相关的行为与体重变化的关系进行评估。采用多元线性回归与个体

内重复测量资料的统计方法评估其中的关系。三个队列中的结果汇合后进行 meta 分析。结果：每四年，受试者平均增重 1.45 kg (5%~95%: -1.87~5.46)。在将年龄、基线身体质量指数和其他生活方式相关行为（膳食、吸烟习惯、运动、饮酒、睡眠时间、看电视时间）等进行校正后，在每四年这个周期中，体重的增加与每天增加 1 杯水摄入量之间成负相关 (-0.13kg, 95%置信区间: -0.17~-0.08)。与其他饮料之间的关系是：含糖饮料 (SSBs) (0.36kg, 95%置信区间: 0.24~0.48)，果汁 (0.22kg, 95%置信区间: 0.15~0.28)，咖啡 (-0.14kg, 95%置信区间: -0.19~-0.09)，茶 (-0.03kg, 95%置信区间: -0.05~-0.01)，膳食饮料 (-0.10kg, 95%置

信区间: -0.14~-0.06)，低脂牛奶 (0.02kg, 95%置信区间: -0.04~0.09) 和全脂牛奶 (0.02kg, 95%置信区间: -0.06~0.10)。将每天的 1 份含糖饮料替换为水时，与减轻的体重的关系是 0.49 kg (95%置信区间: 0.32~0.65)，将果汁替换为水时，与减轻的体重的关系是 0.35 kg (95%置信区间: 0.23~0.46)。含糖饮料或果汁替换为其他饮料（咖啡、茶、膳食饮料、低脂牛奶和全脂牛奶）时，均与体重变化成反比。结论：我们的结果显示替代含糖饮料或果汁，而增加水摄入与体重的降低有一定关系。

(张娜 摘译)



## 饮用水中的营养素

### Nutrients in Drinking Water

Organization W H. Nutrients in drinking water [J]. Geneva World Health Organization, 2005.

2003 年 11 月，世界卫生组织汇集了来自营养、医疗等科学领域的多方专家在罗马世卫组织欧洲环卫中心探讨了诸多问题，问题涉及饮用水中的营养成分，以及饮用水在某些情况下可能影响膳食总营养。该会议由世卫组织东地中海区域办公室发起，会议的初衷是进一步对海水淡化的健康和环境方面进行指导，其最终意图为致力于发展完善第四版的 WTO《饮用水水质准则》。有 18 位来自加拿大、智利、捷克、德国、爱尔兰、意大利、摩尔多瓦、新加坡、瑞典、英国和美国的专家受邀参加会议。未能与会的受邀者则提供了论文。会议的任务是审视长期饮用“人造的”或者“改良的”被添加或去除矿物质的水对人体健康的潜在影响。特别需要一提的是，本会议源于长期饮用通过除盐工艺生产的淡化海水和淡咸水以及某些膜处理淡水的后果，和这些水基于健康角度的优化重组的问题。

讨论的范围包括以下几个问题：

- 饮用水对人类营养的潜在贡献是什么？
- 综合气候，身体锻炼，年龄和其他因素，每个人每天的普遍饮水量是多少？
- 饮用水中的哪些物质对身体健康是显著有益的？
  - 在什么条件下饮水对总饮食中摄取某些有益物质有重大贡献？
- 饮食中摄取了某些有益物质？
  - 水中的钙、镁及其他微量元素和某些类型的心血管疾病的死亡率之间有何联系？
  - 是否有案例证明存在某种物质可以从公共卫生的角度为采自软化水的处理饮用水补充矿物含量？
  - 水中的氟是否有益牙齿？是否与氟中毒和氟骨症有关？

饮用水为了改善其安全性和/或感官质量通常会进行一个或多个处理流程。淡水经过一个或多个过程进行处理加工，如絮凝，沉淀，颗粒介质过滤，吸附，离子交换膜过滤，砂滤，消毒，有时还需软化。随着对水的需求的增长，缺水地区越来越多地将海水和微咸水等高盐度水通过脱盐淡化转化

为饮用水，而该类（转化）技术变得越来越具有经济吸引力。世界上每天通过海水淡化处理被生产出来的水超过 60 亿加仑。再矿化的脱盐水必须控制其对管道分布系统的侵蚀。由于脱盐水有必要再矿化，有个逻辑性的问题是：是否有方法可以带来额外的益处，比如重组若干重要的矿物质？

自然水源的广泛多样化的成分取决于他们的地质和地理起源以及它们经历的变化。例如，雨水和一些雨水多的表层海水盐度和矿化度很低。而一些地面水源却可能高度甚至过度矿化。如果再矿化处理的水对健康是有益的，那么另一个逻辑性问题是，一些含有大量适于人体的有益矿物质的天然水是否更健康。

会议的结论是，只有少数天然水源中含有的矿物质能够达到足够的浓度使得通过饮用这种水能够显著补充某些人群通过膳食摄入的矿物质。镁和钙可能是硬水中对人们的膳食摄入有最重大贡献的两种物质。在过去的 50 年中，有大约 80 例不同类型的流行病学研究提供的信息表明，饮用硬水可能减少人群中缺血性心血管病的发病率。虽然研究结果呈多种状态和质量，本次会议的结论是硬水/心血管疾病相关的假设可能是有效的，而镁可能是其中贡献最大的因素。这一结论来自于某些病例对照研究以及临床研究。还有一些关于其他可能的健康益处的报告，但暂时还没有足够的数据支撑。会议还决定，在作出一个指导性的决定之前，WHO 应该进行一次包含生物合理性评估在内的对于该假设更详细的评估。后续研讨会和会议计划在 2006 年来解决这一建议。

在氟方面，会议得出的结论是，有益牙齿健康的水中氟摄入水平最佳。会议还指出，较高的摄入量可以促进氟斑牙生成，更高的摄入量会导致氟骨症。它的结论是决定再矿化氟软化水将取决于：现有供水中的氟浓度，用水量，龋齿的致病因素流程度，社区中的口腔卫生习惯和公共牙科保健意识水平，牙齿护理中氟的可替代性，以及氟在人群中的可获得性。

征定表



|  |         |    |      |
|--|---------|----|------|
|  | 姓名      | 电话 |      |
|  | 通讯地址    |    | 邮政编码 |
|  | 工作单位及地址 |    |      |
|  | 从事工作内容  |    | 职务   |
|  | 电子邮箱    |    |      |

留言

您可邮寄或传真给我们

达能营养中心  
联系人：张国维

地址 / Add: 北京市宣武区南纬路 29 号, 100050  
29 Nan Wei Road, Xuan Wu District, Beijing 100050  
电话 / Tel: 010-83132921 传真 / Fax: 010-83132625  
<http://www.danone-institute.org.cn>

可复印使用该表格



地址 /Add: 中国北京市宣武区南纬路 29 号 100050

#29 Nan Wei Road, Xuan Wu District, Beijing, China 100050

电话 /Tel: (86-10)8313 2921 传真 /Fax: (86-10)8313 2625

<http://www.danone-institute.org.cn>

Email: [danone.institute@danone-institute.org.cn](mailto:danone.institute@danone-institute.org.cn)