

# 减盐防控高血压: 中国人群的证据及应对策略建议

颜力 李妍 武阳丰

【关键词】 高血压; 食盐摄入; 中国人群

**Reducing salt intake for hypertension control: related evidence and recommendation on strategies in China** YAN Li<sup>1</sup>, LI Yan<sup>2</sup>, WU Yang-feng<sup>1, 2</sup>. 1 Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Peking University, Beijing 100191, China; 2 The George Institute for Global Health, China

Corresponding author: WU Yang-feng, Email: ywu@georgeinstitute.org.cn

【Key words】 Hypertension; Salt intake; Chinese population

在现代社会中,心血管疾病已成为危害人类健康的最主要疾病。2005 年 WHO 的报告指出<sup>[1]</sup>,心血管疾病是世界上排名首位的死因,导致世界范围内约 30% 的死亡。而在中国,心血管疾病所带来的威胁更为严重,卫生部 2010 年统计年鉴数据显示,2009 年心血管疾病导致我国约 40% 的死亡<sup>[2]</sup>。

高血压本身作为一种常见的心血管疾病,同时又是其他很多心血管疾病的重要危险因素,导致世界范围内约 45% 心血管疾病的发病与死亡<sup>[3]</sup>,也是导致全部死亡的首要原因<sup>[4-6]</sup>。目前很多发达国家通过有效控制人群血压水平,其心血管病的发病和死亡率均呈现明显下降趋势<sup>[7-10]</sup>,但在很多发展中国家,比如我国,由于缺乏持续有效的干预措施,其高血压患病率以及心血管疾病的发病和死亡率呈现上升趋势。

根据 2002 年中国居民营养与健康状况的调查结果,我国成年人高血压的患病率为 18%<sup>[11-13]</sup>,即当时全国有约 1.6 亿的高血压患者;对比 1959 年高血压流行病学调查时的结果(5.1%),增长近 3 倍;若对比 1991 年高血压抽样调查的结果(13.6%)<sup>[14]</sup>,增长超过 30%。同时,2002 年中国居民营养与健康状况的调查还显示高血压患者的知晓率、治疗率以及控制率分别为 30%、24% 和 6%,意味着 94% 的高血压患者的血压水平未得到有效控制<sup>[13]</sup>,与发达国家控制水平相比还有很大差距。因此我国心血管疾病预

防与控制形势严峻。而做好高血压的防治工作,应是提升全民健康水平的一个核心内容。

目前的研究已经发现有许多因素能够导致高血压的发生发展,包括生理、社会、行为、心理、文化以及遗传等多方面的因素,但诸因素中,食盐的摄入水平对人类高血压发生、发展的影响,已经在世界范围内得到许多高质量科学研究的证实,本文主要回顾中国人群中关于食盐摄入与高血压的研究证据,并提出在我国促进人群减少食盐的有效策略。

## 一、证据:观察性研究

1. 人群间高盐摄入与高血压的生态学关联:尽管数千年以前我国传统医学典籍中就有关于盐与健康关系的论述,但对于盐与血压关系的科学研究始于近期。是在 20 世纪中期后才逐渐开始有许多观察性的流行病学研究报道盐与血压间的关联。但由于研究初期在方法学以及研究人群存在差异,得到一些具有争议的结果。为了解决这些研究之间可能存在的方法异质性问题,在 80 年代开展了一项大规模国际合作研究——INTERSALT<sup>[15]</sup>,该项研究包含了来自于 32 个不同国家的 52 个人群样本,通过 24 h 尿钠这一指标来评价食盐摄入与血压之间的关系。在中国大陆,有北京、南宁以及天津 3 个中心(每一中心样本量为 200 人)参与该研究。将各中心( $n=52$ )的 24 h 尿钠排泄量的中位数与各中心人群血压随年龄升高的斜率、中位血压水平之间进行线性回归分析,发现均存在显著正向关联<sup>[15]</sup>;进一步分析发现,研究人群( $n=52$ )24 h 尿钠的中位数每增加 100 mmol,收缩压/舒张压的中位数增加 5~7/2~4 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa)<sup>[16]</sup>。其中,天津

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.12.002

作者单位:100191 北京大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系(颜力、武阳丰);中国乔治健康研究所(李妍、武阳丰)

通信作者:武阳丰, Email: ywu@georgeinstitute.org.cn

中心的24 h尿钠均值为245.6 mmol(相当于每日食盐摄入14.4 g),为52个中心之首。

同期(1981年)我国进行的一项研究,调查了12组不同地区样本人群的3105名研究对象,探索在我国不同地区盐摄入水平与高血压流行状况之间的关系。结果显示:平均9 h夜尿钠在49.51~139.12 mmol,按性别分析发现12个男性人群盐摄入水平与收缩压水平显著正向关联( $r=0.6231$ ),10个女性人群盐摄入水平与收缩压和舒张压均显著正向关联( $r=0.8062$ 和 $r=0.7384$ )<sup>[17]</sup>。

1982—1986年我国对10组人群膳食钠摄入量 and 血压水平之间生态学关系开展了另一项多中心合作研究<sup>[18]</sup>。食盐钠摄入量通过膳食调查(改良的24 h膳食回忆调查方法)获得,结果发现平均钠摄入量(mg/kcal)与收缩压及舒张压的相关系数分别为0.6228及0.5841( $P$ 值均 $<0.01$ ),且在调整年龄、性别和体重指数(BMI)后,这种正向关联仍然显著。在此基础上,90年代发现在男女性共26组人群中,调整性别及人群的平均BMI后,根据多元模型推算若平均每天食盐摄入增加2 g,人群的平均收缩压可升高2.0 mm Hg,平均舒张压可升高1.2 mm Hg<sup>[19]</sup>。

2. 人群内高盐摄入与高血压在个体水平的关联:INTERSALT随后对3个中国人群与其他45个人群对比分析<sup>[20]</sup>,发现我国3个人群中钠/钾比值为6.7,而在其他协作中心平均为3.2。我国样本人群平均血压水平较低,但是收缩压随年龄增高的斜率要比其他协作中心高45%,舒张压随年龄增高的斜率高24%,因此尽管我国20~49岁人群的高血压患病率为其他45个中心患病率的一半(6%比12%),但50~59岁人群的高血压患病率与其他协作中心相差不大(31%比38%)。说明,尽管我国人群较低的平均BMI可抵消部分血压的上升趋势,但高钠膳食和高钠/钾比可能是中国人群血压上升和高血压患病率升高的重要原因。

与INTERSALT同时进行的另外一项国际性合作研究WHO-CARDIAC分析了参与协作的4个中国不同种族人群(汉族、维吾尔族、哈萨克族以及藏族)的膳食因素与血压之间关系。结果同样发现个体间尿钠以及钠/钾比值与血压水平显著正相关<sup>[21]</sup>。

1981年在全国12组不同地区样本人群开展的研究,除了上述已经提及的发现了不同人群盐摄入水平与血压存在生态学的正向关联以外,在人群内亦发现了个体血压水平与夜尿钠或钠/钾比值之间存在显著的正向关联<sup>[22]</sup>。

1985年在我国南北方16个城市和地区共选取20~59岁男女性居民3248人进行调查,钠摄入水平通过收集夜尿确定。结果虽然未发现群体间的生态学关联,但发现高血压组尿钠、钠/钾比高于正常组( $P<0.01$ ),且个体间的尿钠、钠/钾比与收缩压、舒张压呈显著正相关<sup>[23]</sup>。

对山西、广西和浙江地区705名40~59岁研究对象结合膳食调查和24 h尿测定发现,在调整年龄、BMI、性别、心率、动物蛋白摄入水平、饮酒、地区等因素后,个人的膳食钠与收缩压的水平仍呈显著的正相关<sup>[24]</sup>。在天津市663名20~64岁的人群研究显示,男性24 h膳食钠摄入及尿排泄钠为267 mmol/L及258 mmol/L(相当于食盐 $>15$  g),女性分别为242 mmol/L及249 mmol/L(相当于食盐 $>14$  g);多因素分析发现在调整了性别、年龄、BMI、饮酒量以及总热量摄入后,个体的24 h膳食钠、24 h尿钠以及钠/钾比值均与收缩压水平显著正向关联<sup>[25]</sup>。

90年代另一项更为严格的国际合作研究——INTERMAP在包括中国的4个国家展开,目的是为了探究宏量营养素(包括钠、蛋白质、脂肪酸等)摄入与血压间的关系。来自于美国、英国、日本以及中国的4680名40~59岁成年人参与该项研究<sup>[26]</sup>,采用24 h尿电解质测定并结合24 h膳食情况调查更为全面准确的估计研究对象的食盐摄入量。我国北京、山西以及广西地区的3个人群参与该次横断面调查,共有839名研究对象入选。研究结果与INTERSALT具有一致性,发现高血压在东亚地区的大规模流行,尤其是在中国的流行,与较高的盐摄入量有很大关系(即使在肥胖流行程度远低于欧美国家的情况下,高血压患病率仍较高)<sup>[27]</sup>;而高血压流行导致了更多脑卒中的发生与死亡<sup>[28]</sup>,提示中风在我国的高发与高盐摄入存在关联。

INTERMAP中来自我国3个人群样本进行的深入分析显示<sup>[29]</sup>,在调整了BMI以及其他协变量的前提下,我国南北地区收缩压差异的66%能够被钠、钾离子摄入水平的不同所解释,同时仅钠离子摄入水平的差别就能够解释南北地区收缩压差异的1/3。由此可见,我国南北地区血压水平存在差异的一个重要原因就是食盐摄入量的差异,北方人群盐摄入水平远高于南方,使得北方人群的血压水平更高。

2002年中国居民营养与健康状况调查选取了全国有代表性样本进行调查<sup>[11]</sup>,采用连续3天24 h膳食回顾询问法确定食盐等营养素的摄入量,调查发现我国居民平均每标准人日食盐的摄入量为12 g

(城市居民为 11 g, 农村居民为 12 g)<sup>[30]</sup>, 这一水平为 WHO 推荐食盐摄入量的两倍多<sup>[31]</sup>。在调整了混杂因素后, 食盐摄入量与居民的收缩压、舒张压均呈正相关, 且高血压患病率随食盐消费量的增加而上升, 以每人每天食盐平均消费量 < 6 g 的人群作为比较基准, 每天人均食盐消费量在 6 g ~ 12 g ~、≥ 18 g 的人群高血压患病率分别是 < 6 g 人群的 1.09 倍、1.11 倍和 1.28 倍<sup>[32]</sup>。

3. 不同食盐摄入水平人群的移民流行病学研究: 在我国西南部的四川省开展的彝族移民流行病学研究<sup>[33]</sup>, 探讨了环境变化、生活方式改变等对于血压升高、心血管疾病发生的影响。其研究对象包含三类: 生活在山区的彝族农民(313 名)、生活在城市的彝族移民(265 名)以及生活在同样城市的汉族人(253 名)<sup>[34]</sup>。结果发现, 上述人群的血压均值(收缩压/舒张压)分别为 106.7/66.2、114.8/71.3 和 118.2/73.6 mm Hg, 而其平均 8 h 尿钠分别为 34.3、40.3 和 45.1 mmol, 尿钠与血压水平存在显著正向的关联, 提示生活方式改变(如食盐量的增加)可能是彝族移民血压升高的重要原因之一。

以上中国人群间以及人群内的观察性研究取得了较为一致的结果, 能够为确定食盐摄入与高血压的因果关系提供强有力的线索, 但要确证这种因果关联, 需要有随机对照试验的结果予以证实。

## 二、证据: 试验性研究

我国北方地区食盐摄入水平很高, 是开展减盐干预试验研究的良好现场。为通过减少钠盐的摄入量来预防高血压以及心血管疾病, 我国进行了大量有意义的实践。这些干预实践主要归为两类: 直接减少人群的盐摄入量和采用低钠代用盐。

1. 减少盐摄入量的干预试验: 80 年代末, 在陕西省汉中地区开展了农民膳食减盐可行性及降压效果初步研究<sup>[35]</sup>, 选取市郊一个自然村的 16 户(共 38 人)农民, 进行为期 3 个月的干预, 主要包括减盐健康教育、定期家访进行减盐指导、提供适于每户一段时间使用的食盐量等。经过 12 周干预, 人均膳食盐摄入量由干预前的 11.1 g/d 下降到 6.1 g/d。与干预前相比, 干预后收缩压平均下降 12.5 mm Hg, 舒张压平均下降 7.8 mm Hg,  $P$  值均 < 0.01。虽然该项预试验规模较小, 亦未设置对照组, 达不到随机对照试验的标准, 但其结果仍能说明, 在足够的干预强度下, 简单、明确、具体的膳食减盐指导能够在农民中行之有效地开展并取得良好效果。

在随后的首都钢铁总公司职工食堂中开展减

盐试验表明, 通过指导食堂炊事员和采购员对食品的选择与烹调等进行减盐干预(设加强干预厂和一般干预厂), 加强干预厂的人均膳食钠盐由 16 g 降至 10.6 g, 人均血压水平(收缩压/舒张压)降低 5.3/2.9 mm Hg ( $P < 0.01$ ); 即使将两厂正常血压人群相比, 加强干预厂较一般干预厂平均血压水平亦降低 3.4/1.9 mm Hg<sup>[36]</sup>。这些早期干预研究也支持高盐摄入是我国人群发生高血压的一个重要原因。当然还需要得到更大规模、设计更为严格的随机对照试验加以证实。

2. 低钠盐干预试验: 虽然减少食盐被证实有明确的降压作用, 也被明确作为降压的治疗性生活方式之一写入美国 JNC 7 版高血压防治指南, 但在实际生活中习惯了长期高盐饮食的人群减盐并非容易。考虑到钠摄入量与血压存在正向关联, 而钾的摄入与血压存在负向关联, 用氯化钾代替普通食盐中的部分氯化钠来达到减少钠摄入、提高钾摄入的低钠代用盐应运而生。不同低钠盐产品中氯化钠被替代的比例不尽相同, 从低于 30% 到超过 50% 不等, 有部分的产品还包含一部分比例的镁盐, 尽管镁离子不存在单独降压的作用, 但其存在可以减少钠盐的摄入, 并能改善过多的氯化钾所导致的食盐口感(涩味)的变化。

1987—1990 年曾在天津市“四病”基地人群中推广含钾镁的低钠盐。对干预人群中食用低钠盐与食用普通盐者进行随访对比观察, 发现长期食用与普通盐相当的低钠盐人群同食用普通盐人群相比, 收缩压和舒张压均下降(部分  $P < 0.05$ )。显而易见由于未能采取严格的随机双盲对照设计, 此结论并未引起重视和推广。

2004 年, 为了确证并评价低钠代用盐降低血压的效果, 一项全球规模最大、干预时间最长的随机对照试验——中国代用盐研究在我国北方 6 个农村地区展开<sup>[37, 38]</sup>。该项研究选取 608 名心血管病高危个体(平均年龄 60 岁), 干预组给予代用盐(氯化钠 68%、氯化钾 22% 以及 10% 硫酸镁), 对照组提供普通盐(99% 氯化钠), 在干预随访 12 个月后, 干预组血压比对照组平均降低 5.4 mm Hg ( $P = 0.001$ )。对其中 187 名研究对象更为深入的研究发现, 外周与中心动脉的收缩压均显著降低[分别为 7.4 mm Hg ( $P = 0.009$ ) 和 6.9 mm Hg ( $P = 0.011$ )], 并发现脉搏波反射时间延长, 这说明低钠盐不仅降低了血压的水平, 也同时改善了血管的弹性<sup>[39]</sup>。该项研究还对低钠盐的耐受程度进行分析, 发现研究对象对低钠

盐具有良好的接受性<sup>[38,40]</sup>。

低钠代用盐随机对照试验的结果提供了减少食盐摄入一种新思路,同时该结果也为“减少钠盐摄入能够在中国人人群中降低血压水平”提供了强有力的佐证。

### 三、策略建议

综合以上证据,可得出如此结论:中国人群食盐摄入量过高是导致高血压发生的重要原因之一,因此将减少人群食盐摄入量作为防治高血压,减少心脑血管病的一个重要策略。

然而,仅有以上科学研究证据并不能实现有效减少人群食盐摄入量,还要必须知道我国人群主要通过哪些途径摄入盐,这样才能有的放矢,有效控制人群盐的摄入。调查显示我国,尤其是在农村和中小城市,人群摄入盐的 80% 以上来自烹调时加入的食盐。这与发达国家食盐摄入主要来源于加工食品有很大差异。要有效减少家庭烹调时加入的盐,只有靠健康教育和健康促进,广泛影响众多家庭主妇的烹饪习惯。另一项有潜在巨大公共卫生价值的措施就是推广低钠代用盐,这对不愿或一时不能把口味减轻的人群来说无疑更具吸引力。对低钠盐口味广泛接受的程度,显示出其应用于预防高血压及相关心血管疾病的巨大潜力。虽然使用低钠盐成本要高于普通盐,但因避免疾病发生,从而减少巨额医疗费用的远期经济效益极为显著,因此在国家制定相关政策时应考虑促进代用盐的推广。

我国人群第二大摄入盐的来源是调味品(酱油)和高盐食品,这也以北方地区为著。北方地区人们喜食高盐食物的习惯主要来自传统上漫长的冬春两季无蔬菜生产的自然条件,而被迫食用高盐腌制食品。如要改变该习惯也并非易事,虽然健康教育和低钠代用盐可在一定程度上起作用,但根本的出路还是要发展新型农业,保障四季蔬菜供应。

城市化和西方化的生活行为正在快速的改变我国城市居民的生活方式,越来越多的人在工作场所等家庭以外的地方就餐,食用加工食品也越来越多,由于该人群盐摄入量更多地掌握在那些食品加工企业和餐馆主厨手中,如何让这些人更加关注公众健康,是摆在全世界面前的一个巨大挑战。可喜的是,一些国际食品业巨头已明确提出减少产品中食盐含量的目标和时间表,但还要期待我国的企业也能效仿。显然在这方面,政府的倡导和监管发挥着不可替代的作用。

由此分析可见,适合我国人群有效减盐策略应

包括政府主导,健康教育和健康促进,推广低钠盐,发展蔬菜生产,促进食品企业和餐馆减少用盐并加强监管。目前在我国北方 5 省 10 县开展的“中国农村健康行动”正在评价“健康教育+低钠盐”的干预是否行之有效,期望能找到适合我国农村的减盐策略,为科学决策提供充分的依据。


### 参 考 文 献

- [1] WHO. World Health Statistics 2006. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2006.
- [2] China Ministry of Health. 2010 Annual Report on Health Statistics. Beijing: Peking Union Medical College Publishing House, 2010. (in Chinese)  
中国卫生部. 中国卫生统计年鉴 2010. 北京:中国协和医科大学出版社, 2010.
- [3] Ezzati M, Vander Hoorn S, Lawes CMM, et al. Rethinking the “diseases of affluence” paradigm: global patterns of nutritional risks in relation to economic development. *PLoS Med*, 2005, 2: 404–412.
- [4] Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, et al. Selected major risk factors and global and regional burden of disease. *Lancet*, 2002, 360: 1347–1360.
- [5] Kearney PM, Whelton M, Reynolds K, et al. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. *Lancet*, 2005, 365: 217–223.
- [6] Burden of Disease/Comparative Risk Assessment. Available at: <http://files.dcp2.org/pdf/expressbooks/burdeno.pdf>. Accessed December 2010.
- [7] Wolf-Maier K, Cooper RS, Kramer H, et al. Hypertension treatment and control in five European countries, Canada, and the United States. *Hypertension*, 2004, 43: 10–17.
- [8] Egan BM, Zhao Y, Axon RN. US trends in prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension, 1988–2008. *JAMA*, 2010, 303: 2043–2050.
- [9] Nissinen A, Berrios X, Puska P. Community-based non-communicable disease interventions: lessons from developed countries for developing ones. *Bull WHO*, 2001, 79: 963–970.
- [10] Pereira M, Lunet N, Azevedo A, et al. Differences in prevalence, awareness, treatment and control of hypertension between developing and developed countries. *J Hyperten*, 2009, 27: 963–975.
- [11] Li LM, Rao KQ, Kong LZ, et al. A description on the Chinese national nutrition and health survey in 2002. *Chin J Epidemiol*, 2005, 26: 478–484. (in Chinese)  
李立明, 饶克勤, 孔灵芝, 等. 中国居民 2002 年营养与健康状况调查. *中华流行病学杂志*, 2005, 26: 478–484.
- [12] Wang LD. Nutrition and health status in Chinese people. Beijing: People's Medical Publishing House, 2005. (in Chinese)  
王陇德. 中国居民营养与健康状况调查报告. 北京:人民卫生出版社, 2005.
- [13] Wu Y, Huxley R, Li L, et al. Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in China: data from the China National Nutrition and Health Survey 2002. *Circulation*, 2008, 118: 2679–2686.
- [14] Tao S, Wu X, Duan X, et al. Hypertension prevalence and status

- of awareness, treatment and control in China. *Chin Med J (Engl)*, 1995, 108:483-489.
- [15] Intersalt Cooperative Research Group. Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. Intersalt Cooperative Research Group. *BMJ*, 1988, 297:319-328.
- [16] Elliott P, Stamler J, Nichols R, et al. Intersalt revisited: further analyses of 24 hour sodium excretion and blood pressure within and across populations. *Br Med J*, 1996, 312: 1249-1253.
- [17] Liu LS, Lai SH. Relationship between salt excretion and blood pressure in various regions of China: Part 2. *Bull WHO*, 1986, 64: 729-733.
- [18] Zhou BF, Wu XG, Tao SQ, et al. Dietary patterns in 10 groups and the relationship with blood pressure. Collaborative Study Group for Cardiovascular Diseases and Their Risk Factors. *Chin Med J (Engl)*, 1989, 102: 257-261.
- [19] Zhao LC, Zhou BF, Yang J, et al. Association of food intake with blood pressure among different population. *Chin J Prev Contr Chron Non-commun Dis*, 1996, 4: 155-159. (in Chinese)  
赵连成,周北凡,杨军,等. 不同人群的食物摄入量与血压水平的关系. *中国慢性病预防与控制*, 1996, 4: 155-159.
- [20] Stamler R, Liu LS, Nichols R, et al. Blood pressure and life style in the People's Republic of China: three samples in the INTERSALT Study. *J Hum Hyperten*, 1993, 7:429-435.
- [21] Liu L, Ding Y, Huang Z, et al. Ethnic and environmental differences in various markers of dietary intake and blood pressure among Chinese Han and three other minority peoples of China: results from the WHO Cardiovascular Diseases and Alimentary Comparison (CARDIAC) Study. *Hyperten Res*, 2001, 24:315-322.
- [22] Liu LS, Tao SC, Lai SH. Relationship between salt excretion and blood pressure in various regions of China. *Bull WHO*, 1984, 62: 255-260.
- [23] Xie JX, Hao JS, Liu LS. Relationship between Urinary Electrolytes and blood pressure in 16 Regions of China. *Chin J Hyperten*, 2002, 10: 172-175. (in Chinese)  
谢晋湘,郝建生,刘力生. 电解质与血压关系的研究——全国16个地区调查分析结果. *高血压杂志*, 2002, 10: 172-175.
- [24] Zhou B, Zhang X, Zhu A, et al. The relationship of dietary animal protein and electrolytes to blood pressure: a study on three Chinese populations. *Int J Epidemiol*, 1994, 23: 716-722.
- [25] Tian HG, Nan Y, Shao RC, et al. Associations between blood pressure and dietary intake and urinary excretion of electrolytes in a Chinese population. *J Hyperten*, 1995, 13: 49-56.
- [26] Stamler J, Elliott P, Dennis B, et al. INTERMAP: background, aims, design, methods, and descriptive statistics (nondietary). *J Hum Hyperten*, 2003, 17: 591-608.
- [27] Zhou BF, Stamler J, Dennis B, et al. Nutrient intakes of middle-aged men and women in China, Japan, United Kingdom, and United States in the late 1990s: the INTERMAP Study. *J Hum Hyperten*, 2003, 17: 623-630.
- [28] Nagata C, Takatsuka N, Shimizu N, et al. Sodium intake and risk of death from stroke in Japanese men and women. *Stroke*, 2004, 35:1543-1547.
- [29] Zhao LC, Stamler J, Yan L JL, et al. Blood pressure differences between northern and southern Chinese: role of dietary factors the international study on macronutrients and blood pressure. *Hypertension*, 2004, 43: 1332-1337.
- [30] Zhai FY, He YN, Ma GS, et al. Study on the current status and trend of food consumption among Chinese population. *Chin J Epidemiol*, 2005, 26: 485-488. (in Chinese)  
翟凤英,何宇纳,马冠生,等. 中国城乡居民食物消费现状及变化趋势. *中华流行病学杂志*, 2005, 26: 485-488.
- [31] WHO. Reducing salt intake in populations : report of a WHO forum and technical meeting, 5-7 October 2006, Paris, France. Available at: World Health Organization Web Site [www.who.int/dietphysicalactivity/SaltReport-VC-April07.pdf](http://www.who.int/dietphysicalactivity/SaltReport-VC-April07.pdf) Accessed October 2010.
- [32] Ma GS, Zhou Q, Hu XQ, et al. Relationship between salt consumption and hypertension in Chinese people. *Chin J Prev Contr Chron Non-commun Dis*, 2008, 16: 441-444. (in Chinese)  
马冠生,周琴,胡小琪,等. 我国居民食盐消费量与血压水平关系研究. *中国慢性病预防与控制*, 2008, 16: 441-444.
- [33] He J, Klag MJ, Whelton PK, et al. Migration, blood pressure pattern, and hypertension: the Yi Migrant Study. *Am J Epidemiol*, 1991, 134: 1085-1101.
- [34] Klag MJ, He J, Coresh J, et al. The contribution of urinary cations to the blood pressure differences associated with migration. *Am J Epidemiol*, 1995, 142: 295-303.
- [35] Wu YF, Wu XG, Zhou BF, et al. Salt reduction in 16 farmer families and its effect on blood pressure. *Chin Circulation J*, 1994, 9: 347-349. (in Chinese)  
武阳丰,吴锡桂,周北凡,等. 农民膳食减盐可行性及降压效果初步研究. *中国循环杂志*, 1994, 9: 347-349.
- [36] Wu XG, Cao TX, Zhu Y, et al. Effects of dietary pattern modification on blood pressure over in a work site intervention program. *Chin J Cardiol*, 1999, 27: 22-25. (in Chinese)  
吴锡桂,曹天秀,朱燕,等. 人群膳食结构干预对血压均值的影响. *中华心血管病杂志*, 1999, 27: 22-25.
- [37] China Salt Substitute Study Collaborative Group. Salt substitution: a low-cost strategy for blood pressure control among rural Chinese. A randomized, controlled trial. *J Hyperten*, 2007, 25: 2011-2018.
- [38] Li NY, Wu Y, Barzi F, et al. A low sodium, high potassium salt substitute substantially lowers blood pressure levels among high-risk individuals in rural northern China—The China Salt Substitute Study. *J Hyperten*, 2006, 24 Suppl: S150-151.
- [39] Hu J, Jiang X, Li N, et al. Effects of salt substitute on pulse wave analysis among individuals at high cardiovascular risk in rural China: a randomized controlled trial. *Hyperten Res*, 2009, 32: 282-288.
- [40] Li N, Prescott J, Wu Y, et al. The effects of a reduced-sodium, high-potassium salt substitute on food taste and acceptability in rural northern China. *Br J Nutr*, 2009, 101: 1088-1093.

(收稿日期: 2011-10-20)

(本文编辑: 张林东)

作者: 颜力, 李妍, 武阳丰, YAN Li, LI Yan, WU Yang-feng  
作者单位: 颜力, YAN Li (100191, 北京大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系), 李妍, LI Yan (中国乔治健康研究所), 武阳丰, WU Yang-feng (100191 北京大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系; 中国乔治健康研究所)  
刊名: 中华流行病学杂志   
英文刊名: Chinese Journal of Epidemiology  
年, 卷(期): 2011, 32(12)  
被引用次数: 1次

## 参考文献(40条)

1. WHO [World Health Statistics 2006](#) 2006
2. 中国卫生部 [中国卫生统计年鉴2010](#) 2010
3. Ezzati M; Vander Hoorn S; Lawes CMM [Rethinking the "diseases of affluence" paradigm: global patterns of nutritional risks in relation to economic development](#) 2005
4. Ezzati M; Lopez AD; Rodgers A [Selected major risk factors and global and regional burden of disease](#)[外文期刊] 2002(9343)
5. Kearney PM; Whelton M; Reynolds K [Global burden of hypertension: analysis of worldwide data](#)[外文期刊] 2005(9455)
6. [Burden of Disease/Comparative Risk Assessment](#) 2010
7. Wolf-Maier K; Cooper RS; Kramer H [Hypertension treatment and control in five European countries, Canada, and the United States](#)[外文期刊] 2004(1)
8. Egan BM; Zhao Y; Axon RN [US trends in prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension, 1988-2008](#)[外文期刊] 2010(20)
9. Nissinen A; Berrios X; Puska P [Community-based non-communicable disease interventions: lessons from developed countries for developing ones](#) 2001
10. Pereira M; Lunet N; Azevedo A [Differences in prevalence, awareness, treatment and control of hypertension between developing and developed countries](#)[外文期刊] 2009
11. 李立明; 饶克勤; 孔灵芝 [中国居民2002年营养与健康状况调查](#)[期刊论文]-[中华流行病学杂志](#) 2005(7)
12. 王陇德 [中国居民营养与健康状况调查报告](#) 2005
13. Wu Y; Huxley R; Li L [Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in China: data from the China National Nutrition and Health Survey 2002](#)[外文期刊] 2008(25)
14. Tao S; Wu X; Duan X [Hypertension prevalence and status of awareness, treatment and control in China](#) 1995
15. [Intersalt Cooperative Research Group Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. Intersalt Cooperative Research Group](#) 1988
16. Elliott P; Stamler J; Nichols R [Intersalt revisited: further analyses of 24 hour sodium excretion and blood pressure within and across populations](#) 1996
17. Liu LS; Lai SH [Relationship between salt excretion and blood pressure in various regions of China: Part 2](#) 1986
18. Zhou BF; Wu XG; Tao SQ [Dietary patterns in 10 groups and the relationship with blood pressure. Collaborative Study Group for Cardiovascular Diseases and Their Risk Factors](#) 1989
19. 赵连成; 周北凡; 杨军 [不同人群的食物摄入量与血压水平的关系](#) 1996
20. Stamler R; Liu LS; Nichols R [Blood pressure and life style in the People's Republic of China: three samples in the INTERSALT Study](#) 1993
21. Liu L; Ding Y; Huang Z [Ethnic and environmental differences in various markers of dietary intake and blood pressure among Chinese Han and three other minority peoples of China: results from the WHO Cardiovascular](#)

22. [Liu LS; Tao SC; Lai SH Relationship between salt excretion and blood pressure in various regions of China](#) 1984
23. 谢晋湘; 郝建生; 刘力生 [电解质与血压关系的研究—全国16个地区调查分析结果](#) 2002
24. [Zhou B; Zhang X; Zhu A The relationship of dietary animal protein and electrolytes to blood pressure: a study on three Chinese populations](#) 1994
25. [Tian HG; Nan Y; Shao RC Associations between blood pressure and dietary intake and urinary excretion of electrolytes in a Chinese population](#) 1995
26. [Stamler J; Elliott P; Dennis B INTERMAP: background, aims, design, methods, and descriptive statistics \(nondietary\)](#) 2003
27. [Zhou BF; Stamler J; Dennis B Nutrient intakes of middle-aged men and women in China, Japan, United Kingdom, and United States in the late 1990s: the INTERMAP Study](#) [外文期刊] 2003(9)
28. [Nagata C; Takatsuka N; Shimizu N Sodium intake and risk of death from stroke in Japanese men and women](#) [外文期刊] 2004
29. [Zhao LC; Stamler J; Yan L JL Blood pressure differences between northern and southern Chinese: role of dietary factors the international study on macronutrients and blood pressure](#) [外文期刊] 2004(6)
30. 翟凤英; 何宇纳; 马冠生 [中国城乡居民食物消费现状及变化趋势](#) [期刊论文] - [中华流行病学杂志](#) 2005(7)
31. [WHO Reducing salt intake in populations: report of a WHO forum and technical meeting](#) 2010
32. 马冠生; 周琴; 胡小琪 [我国居民食盐消费量与血压水平关系研究](#) [期刊论文] - [中国慢性病预防与控制](#) 2008(5)
33. [He J; Klag MJ; Whelton PK Migration, blood pressure pattern, and hypertension: the Yi Migrant Study](#) 1991
34. [Klag M J; He J; Coresh J The contribution of urinary cations to the blood pressure differences associated with migration](#) 1995
35. 武阳丰; 吴锡桂; 周北凡 [农民膳食减盐可行性及降压效果初步研究](#) [期刊论文] - [中国循环杂志](#) 1994
36. 吴锡桂; 曹天秀; 朱燕 [人群膳食结构干预对血压均值的影响](#) [期刊论文] - [中华心血管病杂志](#) 1999(1)
37. [China Salt Substitute Study Collaborative Group Salt substitution: a low-cost strategy for blood pressure control among rural Chinese. A randomized, controlled trial](#) 2007
38. [Li NY; Wu Y; Barzi F A low sodium, high potassium salt substitute substantially lowers blood pressure levels among high-risk individuals in rural northern China—The China Salt Substitute Study](#) 2006(Suppl)
39. [Hu J; Jiang X; Li N Effects of salt substitute on pulse wave analysis among individuals at high cardiovascular risk in rural China: a randomized controlled trial](#) 2009
40. [Li N; Prescott J; Wu Y The effects of a reduced-sodium, high-potassium salt substitute on food taste and acceptability in rural northern China](#) [外文期刊] 2009

#### 引证文献(1条)

1. 张娟, 徐爱强, 施小明, 马吉祥, 郭晓雷, 鹿子龙, 王卉呈, 李园, 梁晓峰 [山东省居民对食盐推荐摄入量的知晓情况及影响因素分析](#) [期刊论文] - [中华疾病控制杂志](#) 2013(6)