

习惯对其成年后的健康状况有影响<sup>[12]</sup>,因此有必要及早帮助他们建立良好的膳食结构和饮食习惯。

#### 参考文献

- [1] 刘永芳,陈立,龚敏,等. 350 名学龄前儿童体格生长和营养水平现状调查[J]. 现代预防医学,2012,39(6):59-62.
- [2] Seo JY, Lee IS, Choi BS. Study of food intakes and eating patterns among preschool children in Daegu area; nutrient intakes and dietary habits associated with body weight status [J]. Korean J Community Nutr, 2009, 14(6): 710-721.
- [3] Hawdon JM, Beauregard N, Slattery J, et al. Identification of neonates at risk of developing feeding problems in infancy [J]. Dev Med Child Neurol, 2000, 42(4): 235-239.
- [4] 中国营养学会妇幼分会. 中国孕期、哺乳期妇女和 0~6 岁儿童膳食指南(2007) [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008: 111.
- [5] Dovey TM, Staples PA, Gibson EL, et al. Food neophobia and 'picky/fussy' eating in children: a review [J]. Appetite, 2008, 50(2-3): 181-193.
- [6] 白英龙, 华天懿, 李春涛, 等. 学龄前儿童营养状况与家长行为和认知关系 [J]. 中国公共卫生, 2010, 26(10): 1230-1231.
- [7] 中国营养学会. 中国居民膳食指南 [M]. 拉萨: 西藏人民出版社, 2008: 172-173.
- [8] Dodd AH, Cabili C, Briefel RR, et al. Summary of published evidence related to the dietary guidelines for children, 2004-2008 [M]. Washington DC: Mathematica Policy Research, 2008: 98-114.
- [9] 金星明. 儿童饮食行为问题 [J]. 中国儿童保健杂志, 2010, 18(7): 537-538.
- [10] 龚丽文, 邹宁, 范广勤, 等. 儿童膳食营养与学习行为障碍相关性 [J]. 中国公共卫生, 2009, 25(5): 545-546.
- [11] 王宁, 王睿, 马恩和, 等. 会宁地区 327 例 2~4 岁儿童食物摄入频率研究 [J]. 中国当代儿科杂志, 2009, 11(12): 1017-1018.
- [12] Agras WS. The Oxford handbook of eating disorders [M]. New York: Oxford University Press, 2010: 137-147.

收稿日期: 2013-01-04

(郑新编辑 解学魁校对)

· 专题报道之八 ·

## 膳食摄入对学龄儿童骨密度年龄趋势影响\*

唐咏梅, 杨猛, 刘毅, 王茜, 李碧

**摘要:**目的 明确膳食摄入因素对学龄儿童骨密度的影响及其作用水平。方法 选取河北省唐山市 2 046 名 1~6 年级学生进行骨健康相关因素、膳食调查和骨密度测定。结果 学龄儿童超声骨密度的声波传导速度 (SOS) 均值为 (1 530.2 ± 21.0) m/s, 6 岁时为 (1 540.4 ± 22.3) m/s, 随年龄增长降低至 9 岁时的 (1 521.9 ± 20.0) m/s, 10~13 岁回升到 (1 527.4 ± 22.5) m/s; 当每天面食摄入量 200~400 g、豆制品摄入量 25~49 g、奶类摄入量 200~400 g、叶菜类摄入量 75~124 g 以及营养素钙摄入量 50%~149% 适宜摄入量 (AI)、磷摄入量 50%~149% AI 时, 其 SOS 值能达到 95% 医学参考值范围; 当每天豆制品摄入量 50~99 g、蔬菜叶类摄入量 50~74 g、钙摄入量 150%~200% AI 时, SOS 值水平高于参考值; 将有影响的食物和营养素的适宜量带入回归方程后, SOS 值初步呈现出随年龄增长逐步上升趋势。结论 膳食摄入对学龄期儿童骨密度增值有影响, 经调整改善能利于骨快速增长长期骨量的提高。

**关键词:** 学龄儿童; 膳食; 摄入量; 骨密度; 多因素分析

中图分类号: R 151.4+1 文献标志码: A 文章编号: 1001-0580(2013)09-1269-03 DOI: 10.11847/zgggws2013-29-09-07

## Effect of dietary intake on bone density development in school-age children

TANG Yong-mei, YANG Meng, LIU Yi, et al (School of Public Health, Hebei United University, Laboratory for Coal Mine Sanitation and Safety, Tangshan, Hebei Province 063000, China)

**Abstract:** **Objective** To study effect of dietary factors on bone density among school-age children. **Methods** Totally 2 046 primary school children of grade 1 to 6 were selected in Tangshan city. Factors related to bone health and diet intakes were investigated and ultrasonic bone mineral density measurement was conducted among the children. The data were analyzed with SPSS 13.0 software. **Results** The average bone speed of sound (SOS) level was 1 530.2 ± 21.0 m/s, with a decrease of 540.4 ± 22.3 m/s to 1 521.9 ± 20.0 m/s from 6 to 9 years old and an increase to 1 527.4 ± 22.5 m/s at the age of between 10-13. The SOS level was within the 95% reference range for the children with intakes of wheaten food of 200-400 g/d, soy bean products of 25-24 g/d, milk products of 200-400 g/d, leafy vegetables of 75-124 g/d, calcium of 50%-149% adequate intake (AI), and phosphorous of 50%-149% AI. The SOS level was higher than the reference range for the children with intakes of soy bean products of 50-99 g/d, leafy vegetables of 50-74 g/d, and calcium of 150%-200% of AI. **Conclusion** Children's dietary intakes have effect on bone density level. The improvement of dietary behavior can promote children's bone density.

**Key words:** school-age children; dietary; intake; bone density; multi-factor analysis

\* 基金项目: 河北省医学科学研究重点课题计划(20110167)

作者单位: 河北联合大学公共卫生学院 河北省煤矿卫生与安全实验室, 河北唐山 063000

作者简介: 唐咏梅(1965-), 女, 河北唐山人, 教授, 硕士, 研究方向: 人群营养与健康。

第二代健康发育随时代发展而出现的问题,已成为各国营养与健康领域研究热点<sup>[1-2]</sup>,儿童学龄期是骨骼发育的关键阶段,骨密度直接反映骨骼发育的优劣;骨密度低表明骨发育过程营养动力不足,需要及时分析原因,并采取针对性措施进行改善。本研究从人群角度采用流行病学研究方法,于 2011 年 3—9 月通过调查河北省唐山市 2 046 名学龄儿童膳食摄入状况和骨密度水平,分析骨密度年龄变化趋势及膳食摄入因素的影响,为实施高效率的干预计划提供科学依据。

## 1 对象与方法

**1.1 对象** 采用分层整群抽样方法,在唐山市中心区域及南、北 2 区各选取 1 所小学 1~6 年级全体学生,经家长知情同意进行调查,并排除患有影响生长发育的内分泌或代谢性疾病、继发性肥胖症和长期服用激素药物的儿童,共 2 046 人。其中,男生 1 035 人,占 50.6%,女生 1 011 人,占 49.4%;年龄为 6~13 岁,平均年龄为 9.1 岁。

### 1.2 方法

**1.2.1 相关因素调查** 参照文献[3-4]自行设计问卷,内容包括儿童和父母基本情况、生活环境情况、母亲孕期和儿童出生情况、婴儿期喂养及日照情况、学前和学龄期生活健康行为及发育状况等。

**1.2.2 膳食调查** 采用食物摄取频率与 5 d 膳食记录填写<sup>[5]</sup>相结合方式,于测定骨密度前半年和 3 个月各进行 1 次。用营养计算器 V1.6 进行营养素摄入量转换。利用中国居民平衡膳食宝塔食物建议量和中国居民膳食营养素参考摄入量(dietary reference intakes, DRIs)中相应年龄段的适宜摄入量(adequate intakes, AI)评价实际摄入情况<sup>[5]</sup>。

**1.2.3 骨密度测定** 室内环境温度 18~20℃,模块校正后,采用 CM-100 超声骨密度仪(日本古野电器株式会社)测定儿童右足跟骨超声波透过速度(speed of sound, SOS)值,其传导速度越高骨密度值越高。

**1.3 统计分析** 应用 SPSS 13.0 软件进行统计分析。统计描述骨密度 SOS 值分布和各类食物和营养素的摄入情况;对影响骨密度的膳食摄入因素以及非处理因素进行 *t* 检验或方差分析,对影响 SOS 值的膳食摄入因素进行多元线性逐步回归分析;协方差分析有影响的食物和营养素不同摄入水平时 SOS 值的差异。

## 2 结果

**2.1 超声骨密度 SOS 值年龄变化趋势(图 1)** 学龄儿童超声波骨密度 SOS 均值为(1 530.2 ± 21.0) m/s,男生为(1 529.1 ± 21.2) m/s,女生为(1 530.5 ± 21.0) m/s,

该阶段 SOS 值性别差异无统计学意义。SOS 值年龄变化趋势 6 岁时最高为(1 540.4 ± 22.3) m/s,7~9 岁阶段随着年龄增长降低至(1 521.9 ± 20.0) m/s,10~13 岁回升至(1 527.4 ± 22.5) m/s,各年龄段 SOS 值比较,差异均有统计学意义(均 *P* < 0.05)。

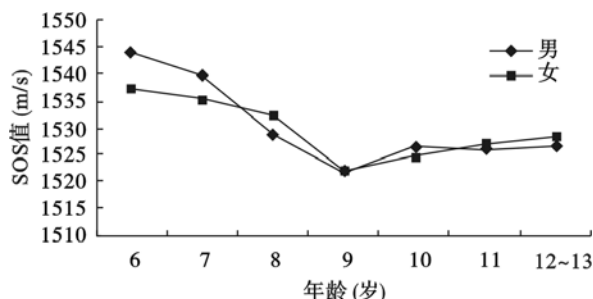


图 1 学龄儿童超声波骨密度 SOS 值年龄变化趋势

### 2.2 膳食摄入对学龄儿童 SOS 值影响

**2.2.1 膳食摄入与 SOS 值关系** 相关分析结果表明,各类食物中的米、面食、蛋类、水产品、奶类、豆制品和叶菜类的摄入量与儿童 SOS 值均呈正相关,营养素中的钙、磷、锌、硒摄入量与 SOS 值均呈正相关,脂肪摄入量与 SOS 值均呈负相关(均 *P* < 0.05)。

**2.2.2 膳食摄入对 SOS 值影响多因素分析(表 1)** 经控制混杂因素如母孕年龄、出生身长、佝偻病史、被动吸烟、活动方式、户外活动时间、睡眠时间、骨折史及经常喝碳酸饮料等行为的影响,对学龄儿童 SOS 值有影响的膳食摄入因素为豆制品、奶及制品、面食、叶菜类、钙和磷。

**2.3 膳食摄入水平对 SOS 值作用比较(表 2)** 按年龄段进行协方差分析结果显示,各年龄段对 SOS 值有影响的食物和营养素摄入水平差异无统计学意义,因此将年龄段合并一起分析。经计算,本调查人群 SOS 值的 95% 医学参考值范围为(1 530.2 ± 21.0) m/s;当面食、奶类摄入 200~400 g/d 时, SOS 值达到参考值;当豆制品摄入 25~49 或 50~99 g/d 时, SOS 值达到或高于参考值,当 100~200 g/d 时, SOS 值又低于参考值;当叶菜类摄入 50~74 或 ≥ 75~124 g/d 时, SOS 值高于或达到参考值,当 125~200 g/d 时, SOS 值又低于参考值;当钙摄入 50%~149% AI 或 150%~200% AI 时, SOS 值达到或高于参考值;当磷摄入 50%~149% AI 时, SOS 值达到参考值,当 150%~200% AI 时, SOS 值又低于参考值。

表 1 膳食摄入对学龄儿童 SOS 值影响多元线性逐步回归分析

因素	$\beta$	$S_{\beta}$	$\beta'$	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
豆制品	0.190	0.040	0.099	2.441	0.015
奶及制品	0.020	0.009	0.039	4.485	0.000
磷	-0.002	0.005	-0.015	-2.733	0.006
钙	0.002	0.001	0.014	3.145	0.002
面食	0.004	0.005	0.009	2.011	0.045
叶菜类	0.016	0.005	0.002	2.928	0.003

表 2 膳食摄入水平对 SOS 值作用比较

食物及营养素种类	摄入水平	人数	SOS 值(m/s)
面食(g/d)	0 ~	420	1 522.3 ± 14.2 <sup>a</sup>
	100 ~	695	1 521.5 ± 12.6 <sup>ab</sup>
	200 ~	511	1 528.9 ± 16.4 <sup>b</sup>
	300 ~ 400	420	1 532.5 ± 13.5
豆制品(g/d)	0 ~	251	1 521.6 ± 13.2 <sup>ab</sup>
	25 ~	257	1 529.4 ± 15.8 <sup>b</sup>
	50 ~	571	1 538.2 ± 16.9 <sup>ab</sup>
	100 ~	535	1 523.2 ± 14.4 <sup>a</sup>
	150 ~ 200	432	1 524.8 ± 18.1 <sup>a</sup>
奶及制品(g/d)	0 ~	445	1 524.2 ± 14.2 <sup>a</sup>
	100 ~	549	1 525.5 ± 17.5 <sup>ab</sup>
	200 ~	557	1 529.7 ± 14.6
	300 ~ 400	495	1 530.3 ± 21.2
叶菜类(g/d)	0 ~	231	1 524.5 ± 16.7 <sup>a</sup>
	25 ~	253	1 523.2 ± 12.5 <sup>ab</sup>
	50 ~	584	1 536.3 ± 15.4 <sup>ab</sup>
	75 ~	456	1 532.5 ± 17.3 <sup>b</sup>
	100 ~	312	1 528.3 ± 16.2 <sup>b</sup>
	125 ~ 200	210	1 524.1 ± 18.5 <sup>a</sup>
钙	0 ~	459	1 522.4 ± 17.5 <sup>ab</sup>
	50% AI ~	838	1 528.9 ± 13.2
	100% AI ~	568	1 533.9 ± 16.3 <sup>b</sup>
	150% ~ 200% AI	181	1 539.4 ± 17.2 <sup>a</sup>
磷	0 ~	478	1 524.5 ± 17.2 <sup>ab</sup>
	50% AI ~	533	1 532.7 ± 22.4
	100% AI ~	573	1 531.6 ± 12.2 <sup>b</sup>
	150% ~ 200% AI	462	1 522.1 ± 13.1 <sup>a</sup>

注:与 95% 医学参考值比较, a  $P < 0.05$ ; 与相邻下一组比较, b  $P < 0.05$ 。

2.4 膳食摄入适宜水平下 SOS 值的年龄变化趋势将有影响的食物和营养素的基本适宜量带入回归方程,呈现出学龄儿童 SOS 值随年龄增长逐步上升态势:6 岁 1 531.3 m/s,7 岁 1 533.7 m/s,8~9 岁 1 535.2 m/s,10~11 岁 1 536.3 m/s,12~13 岁为 1 537.9 m/s;未调整膳食影响因素前 6~9 岁阶段的下降情况在调整后得到改善。

### 3 讨论

一般认为从出生到 20 岁骨量随着年龄增长持续增加<sup>[3]</sup>,儿童青少年期增加的骨量在 20 年后仍与初始骨量完全相关<sup>[6]</sup>,因此在骨发育关键时期需获得尽可能多的基础骨量。定量超声法是目前世界上推荐用于儿童期骨密度检查方法,与双能 X 线吸收法有较好的相关性<sup>[7]</sup>。本研究学龄儿童 6~9 岁随年龄增长 SOS 值降低,10~13 岁儿童 SOS 值略有回升,与上海一项对学龄女童 SOS 值随年龄变化的研究结果基本一致<sup>[8]</sup>。提示学龄期儿童骨量没有一直呈理想的上升趋势,应探究原因以采取有效的干预措施<sup>[9-10]</sup>。生长的环境因素影响骨发育速度及水平,而膳食营养状况是影响儿童生长发育最重

要的环境因素之一<sup>[11]</sup>。

分析影响学龄儿童骨密度的膳食摄入水平,可为制定干预措施提供针对性的数据支持。儿童每天摄入面食 200~400 g、豆制品 25~49 g、奶及制品 200~400 g、叶菜类 75~124 g,其骨密度能正常增值。有学者认为,目前儿童膳食钙推荐量对于生长发育期获得最佳骨量是不够的,最佳钙摄入水平要高于目前的推荐量<sup>[12]</sup>,本研究儿童每天摄入钙  $\geq 50\%$  AI、磷 50~149% AI,其骨密度可达到较高水平;考虑儿童的最高可耐受量,不主张钙摄入量  $\geq 150\%$  AI/d。通过将有影响的食物和营养素的适宜量带入回归方程后,SOS 值年龄变化趋势中 6~9 岁的下降情况得到改善,表明调整改善膳食摄入可利于儿童在骨快速增长长期骨量的提高<sup>[13-15]</sup>。

### 参考文献

- [1] De Onis M, Habicht JP. Anthropometric reference data for international use; recommendation from a World Health Organization Expert Committee [J]. Am J Clin Nutr, 2009, 64 (4): 650-658.
- [2] Frongill EA, de Onis M, Hanson MP. Socioeconomic and demographic factors are associated with worldwide patterns of stunting and wasting of children [J]. J Nutr, 2008, 127: 2302-2309.
- [3] 陈建平, 苗茂华, 周利锋, 等. 中老年人前臂骨密度变化及其影响因素分析 [J]. 中国公共卫生, 2007, 23 (3): 259-261.
- [4] Giangregorio L, Blimkie CJ. Skeletal adaptations to alterations in weight-bearing activity: a comparison of models of disuse osteoporosis [J]. Sports Med, 2002, 32 (7): 459-476.
- [5] 孙长颢. 营养与食品卫生学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2012: 200-217.
- [6] Baxter-Jones AD, Faulkner RA, Forwood MR. Bone mineral accrual from 8 to 30 years of age: an estimation of peak bone mass [J]. J Bone Miner Res, 2011, 26 (8): 1729-1739.
- [7] Pearson D, Masud T, Sahota O, et al. A comparison of calcaneal dual-energy X-ray absorptiometry and calcaneal ultrasound for predicting the diagnosis of osteoporosis from hip and spine bone densitometry [J]. J Clin Densitom, 2003, 6 (4): 345-352.
- [8] 叶宇, 卢伟华, 魏巍. 上海小学女生骨密度与运动、身体形态和饮食习惯的关系研究 [J]. 南京体育学院学报, 2006, 5 (3): 1-4.
- [9] Chinn D, Fordham J, Kibirige M, et al. Bone density at the os calcis: reference values, reproducibility, and effects of fracture history and physical activity [J]. Arch Dis Child, 2005, 90 (1): 30-35.
- [10] Gluer CC, Eastell R, Reid DM. Association of fire quantitative ultrasound devices and bone densitometry with osteoporotic vertebral fractures in a population-based sample: the OPUS study [J]. J Bone Miner Res, 2004, 19 (5): 782-793.
- [11] 余增丽, 李云, 苗庆斌. 锌对骨组织钙吸收及骨密度的影响 [J]. 中国公共卫生, 2002, 18 (2): 1051-1052.
- [12] 王玲, 陈裕明, 何国鹏, 等. 膳食钙摄入量与青春前期女童骨量关系的研究 [J]. 营养学报, 2007, 29 (3): 239-241.
- [13] Matkovic V. Calcium intake and peak bone mass [J]. N Engl J Med, 2007, 327 (2): 119-120.
- [14] McGartland CP, Robon PJ, Murrar LJ, et al. Fruit and vegetable consumption and bone mineral density: the Northern Ireland Young Hearts Project [J]. Am J Clin Nutr, 2004, 80 (4): 1019-1023.
- [15] Khosla S. The bone and beyond: a shift in calcium [J]. Nat Med, 2011, 17 (4): 430-441.