

· 疾病控制 ·

中小學生維生素D水平與血紅蛋白、血清鐵蛋白的相關性研究

劉媛¹, 王冰¹, 徐瑞雪¹, 喻穎杰², 張炎², 李明穎¹, 趙耀²

1.北京市西城區疾病預防控制中心營養與食品衛生科, 北京 100120; 2.北京市疾病預防控制中心, 北京 100013

摘要: **目的** 了解北京市西城區中小學生維生素D水平, 分析其與血紅蛋白(Hb)、血清鐵蛋白(SF)的相關性, 為預防中小學生貧血提供依據。**方法** 於2019年採用多階段分層整群抽樣法抽取西城區小學一、三、五年級和初中一年級學生為調查對象, 收集性別、年齡、身高、體重和Hb等資料; 採用電化學發光法檢測25-羥維生素D [25-(OH)D], 採用免疫比濁法檢測SF, 根據美國內分泌協會推薦標準判斷維生素D缺乏程度。採用Pearson相關和Spearman秩相關分析分析25-(OH)D與Hb、SF的相關性。**結果** 調查403人, 其中男生196人, 占48.64%; 女生207人, 占51.36%。6歲~、9歲~和12~13歲分別為179、114和110人, 占44.41%、28.29%和27.30%。25-(OH)D為(14.80±5.96) ng/mL。維生素D嚴重缺乏90人, 占22.33%; 缺乏243人, 占60.30%; 不足63人, 占15.63%; 充足7人, 占1.74%。Hb和SF分別為(136.28±8.33) g/L和56.80 (14.36) ng/mL。25-(OH)D與Hb ($r=0.364, P<0.001$)、SF ($r_s=0.374, P<0.001$) 水平均呈正相關; 控制年齡和體質指數後, 25-(OH)D與Hb ($r=0.157, P=0.048$)、SF ($r_s=0.174, P=0.022$) 水平仍呈正相關。**結論** 西城區中小學生維生素D缺乏比例較高, 25-(OH)D與Hb和SF水平均呈正相關, 提示25-(OH)D缺乏可能與貧血有關。

关键词: 維生素D; 血紅蛋白; 血清鐵蛋白; 中小學生**中图分类号:** R977.2; R331.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-5087 (2022) 04-0385-04

Association of vitamin D levels with hemoglobin and serum ferritin levels among primary and middle school students

LIU Yuan¹, WANG Bing¹, XU Ruixue¹, YU Yingjie², ZHANG Yan², LI Mingying¹, ZHAO Yao²

1. Department of Nutrition and Food Hygiene, Xicheng Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100120, China;

2. Beijing Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100013, China

Abstract: Objective To investigate vitamin D levels among primary and middle school students in Xicheng District, Beijing Municipality, and to examine the association of vitamin D levels with hemoglobin (Hb) and serum ferritin (SF) levels, so as to provide insights into the prevention of anemia among primary and middle school students. **Methods** The first, third and fifth grade primary school students and the first grade junior high school students were sampled from Xicheng District in 2019, using the multistage stratified cluster sampling method, and students' gender, age, height, weight and Hb levels were collected. The 25-hydroxyvitamin D [25-(OH)D] was measured using electrochemiluminescence assay, and SF was detected using immunoturbidimetry. The vitamin D deficiency was determined according to the American College of Endocrinology guidelines. The associations of 25-(OH)D levels with Hb and SF levels were examined using Pearson correlation analysis and Spearman rank correlation analysis. **Results** Totally 403 primary and junior high school students were investigated, including 196 boys (48.64%) and 207 girls (51.36%). There were 179, 114 and

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2022.04.013**基金项目:** 国家自然科学基金项目 (71673031)**作者简介:** 劉媛, 碩士, 醫師, 主要從事學生營養及人群營養相關工作**通信作者:** 趙耀, E-mail: yue1112@126.com

110 students at ages of 6 to 8 years (44.41%), 9 to 11 years (28.29%) and 12 to 13 years (27.30%), respectively. The mean 25-(OH)D level was (14.80±5.96) ng/mL among the study students, and there were 90 students (22.33%) with severe vitamin D deficiency, 243 students (60.30%) with vitamin D deficiency, 63 students (15.63%) with vitamin D inadequacy and 7 students (1.74%) with vitamin D sufficiency. The mean Hb level was (136.28±8.33) g/L and the median SF level (interquartile range) was 56.80 (14.36) ng/mL among the study students, respectively. The 25-(OH)D level positively correlated with Hb ($r=0.364$, $P<0.001$) and SF levels ($r_s=0.374$, $P<0.001$), and after adjustment for age and body mass index, the 25-(OH)D still correlated positively with Hb ($r=0.157$, $P=0.048$) and SF levels ($r_s=0.174$, $P=0.022$). **Conclusions** Vitamin D deficiency is prevalent among primary and middle school students in Xicheng District, and the 25-(OH)-D levels correlate positively with Hb and SF levels. 25-(OH)-D deficiency may contribute to the development of anemia.

Keywords: vitamin D; hemoglobin; serum ferritin; primary and middle school student

维生素 D 是人体重要的营养元素, 多项研究表明, 维生素 D 缺乏可引发贫血^[1-2]。维生素 D 可通过增加促红细胞生成素受体的表达刺激红细胞生成, 影响血红蛋白 (hemoglobin, Hb) 含量; 维生素 D 缺乏可能增加肠质子耦合叶酸转运, 影响铁吸收, 造成血清铁蛋白 (serum ferritin, SF) 含量下降^[3]。维生素 D 通过调节钙磷代谢, 在骨骼健康中起重要作用, 儿童青少年处于生长发育的关键时期, 维生素 D 需求较高, 维生素 D 缺乏情况较为突出^[4]。有研究发现儿童青少年 25-羟维生素 D [25-hydroxyvitamin D, 25-(OH)D] 与血清铁蛋白存在相关性^[5]。于 2019 年调查北京市西城区中小学生维生素 D 水平, 分析其与 Hb 和 SF 的相关性, 为预防中小学生贫血提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象 选择西城区的小学和初中学生为调查对象。排除标准: 患慢性疾病; 疾病急性感染期 (C 反应蛋白异常)。调查对象的家长均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 抽样方法 采用多阶段分层整群抽样方法, 从西城区随机抽取 4 所小学和 4 所初中, 小学一、三、五年级和初中一年级各随机抽取 1 个班级, 对抽中班级的全部学生进行调查。

1.2.2 基本信息 收集同期北京市中小学生体检项目资料, 包括性别、年龄、身高、体重和 Hb 等, 计算体质指数 (BMI)。参考 GB/T 26343—2010《学生健康检查技术规范》^[6], 采用立柱型身高计和电子体重秤测量身高和体重。

1.2.3 实验室检测 采集调查对象清晨空腹静脉血 5 mL 于无抗凝剂的采血管中, 避光, 30 min 内 1 500×g 离心 10 min, 取上清液分装至冻存管, 并尽快运送至西城区妇幼保健院检测。采用电化学发光法

检测 25-(OH)D; 采用免疫比浊法检测 SF。

1.3 评价标准 根据美国内分泌协会《维生素 D 缺乏的诊断、预防及治疗》, 25-(OH)D<11 ng/mL 为维生素 D 严重缺乏; 11~20 ng/mL 为维生素 D 缺乏; >20~<30 ng/mL 为维生素 D 不足; ≥30 ng/mL 为维生素 D 充足^[7]。

1.4 统计分析 采用 EpiData 3.1 软件整理数据, 采用 SPSS 18.0 软件统计分析。定量资料服从正态分布的采用均数±标准差 ($\bar{x}\pm s$) 描述, 组间比较采用单因素方差分析, 进一步两两比较采用 SNK- q 检验; 不服从正态分布的采用中位数和四分位数间距 [$M(Q_R)$] 描述。定性资料采用相对数描述, 组间比较采用 Kruskal-Wallis H 检验, 进一步两两比较采用 Nemenyi 法。25-(OH)D 与 Hb、SF 的相关性分别采用 Pearson 相关和 Spearman 秩相关分析, 控制年龄和 BMI 后采用偏相关分析。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况 调查 403 人, 其中男生 196 人, 占 48.64%; 女生 207 人, 占 51.36%。6~<9 岁 179 人, 占 44.41%; 9~<12 岁 114 人, 占 28.29%; 12~13 岁 110 人, 占 27.30%。BMI 为 (17.58±4.04) kg/m²。25-(OH)D 为 (14.80±5.96) ng/mL。维生素 D 严重缺乏 90 人, 占 22.33%; 缺乏 243 人, 占 60.30%; 不足 63 人, 占 15.63%; 充足 7 人, 占 1.74%。见表 1。Hb 为 (136.28±8.33) g/L。SF 为 56.80 (14.36) ng/mL。

2.2 不同年龄学生血清 25-(OH)D 水平 6 岁~、9 岁~和 12~13 岁学生 25-(OH)D 分别为 (15.57±6.39)、(15.29±5.95) 和 (13.04±5.96) ng/mL, 差异有统计学意义 ($P<0.05$); 其中 12~13 岁学生 25-(OH)D 水平低于 6 岁~ ($P<0.001$) 和 9 岁~

($P=0.003$) 学生。不同年龄学生维生素 D 缺乏程度比较, 差异有统计学意义 ($\chi^2=14.253, P=0.001$), 其中 12~13 岁学生维生素 D 缺乏程度高于 6 岁~ ($P<0.001$) 和 9 岁~ ($P<0.001$) 学生。见表 1、表 2。

表 1 不同年龄学生维生素 D 缺乏程度比较 [n (%)]

Table 1 Comparison of serum vitamin D deficiency among students at different ages [n (%)]

| 年龄/岁 Age/Year | 调查人数 Respon- dents | 严重缺乏 Severe deficiency | 缺乏 Deficiency | 不足 Inadequacy | 充足 Sufficiency |
|------------------|--------------------------|------------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| 6~ | 179 | 35 (19.55) | 105 (58.66) | 34 (18.99) | 5 (2.80) |
| 9~ | 114 | 22 (19.30) | 67 (58.77) | 24 (21.05) | 1 (0.88) |
| 12~13 | 110 | 33 (30.00) | 71 (64.55) | 5 (4.55) | 1 (0.90) |
| 合计 Total | 403 | 90 (22.33) | 243 (60.30) | 63 (15.63) | 7 (1.74) |

2.3 不同年龄学生 Hb 和 SF 水平 不同年龄学生 Hb 水平比较, 差异有统计学意义 ($P<0.05$); 其中, 12~13 岁学生 Hb 水平高于 6 岁~ ($P=0.010$) 和 9 岁~ ($P=0.031$) 学生。不同年龄学生 SF 水平比较, 差异有统计学意义 ($P<0.05$); 其中, 12~13 岁学生 SF 平均水平高于 6 岁~ ($P<0.001$) 和 9 岁~ ($P=0.043$) 学生。见表 2。

表 2 不同年龄学生 25-(OH)D、Hb 和 SF 水平比较 ($\bar{x}\pm s$)

Table 2 Comparison of 25-(OH)D, Hb and SF levels among students at different ages ($\bar{x}\pm s$)

| 年龄/岁 Age/Year | 25-(OH)D/ (ng/mL) | Hb/ (g/L) | SF/ (ng/mL) |
|------------------|----------------------|-------------|-------------|
| 6~ | 15.57±6.39 | 130.96±8.25 | 53.02±5.02 |
| 9~ | 15.29±5.95 | 137.34±8.42 | 58.46±4.17 |
| 12~13 | 13.04±5.96 | 140.54±9.05 | 65.46±4.56 |
| F 值 | 6.910 | 8.202 | 6.526 |
| P 值 | 0.001 | 0.003 | 0.016 |

2.4 25-(OH)D 与 Hb、SF 的相关性分析 学生的 25-(OH)D 与 Hb ($r=0.364, P<0.001$)、SF ($r_s=0.374, P<0.001$) 水平均呈正相关。控制年龄 (赋值: 1=6 岁~, 2=9 岁~, 3=12~13 岁) 和 BMI 后, 25-(OH)D 与 Hb ($r=0.157, P=0.048$)、SF ($r_s=0.174, P=0.022$) 水平仍呈正相关。

3 讨论

本研究结果显示, 西城区 403 名中小学生学习维生素 D

严重缺乏和缺乏占 82.63%, 比例较高; 25-(OH)D 水平为 (14.80±5.96) ng/mL, 与北京市朝阳区中小学生学习调查结果 [(15.23±7.09) ng/mL]^[4] 接近, 提示学龄期儿童青少年的维生素 D 补充率较低^[8]。青少年期为第二个生长发育高峰, 对维生素 D 的需求更高, 较易出现维生素 D 缺乏; 且随着学业加重, 户外活动时间减少, 阳光暴露减少, 导致儿童青少年维生素 D 缺乏更加严重^[9]。

25-(OH)D 与 Hb 水平呈正相关, 与 MASOUD 等^[10] 研究结果一致。维生素 D 在铁稳态和红细胞生成过程中发挥作用: 一方面, 维生素 D 可以上调红细胞生成素受体在红细胞系造血祖细胞的表达, 并与促红细胞生成素协同促进早期红细胞系造血祖细胞的增殖, 从而刺激红细胞生成; 另一方面, 维生素 D 可通过下调促炎细胞因子和铁调素, 提高铁利用率和 Hb 含量^[11]。

SF 是铁的主要贮存蛋白, 通过调节铁储存和代谢影响血红蛋白生成^[12]。本研究结果显示, 25-(OH)D 与 SF 水平呈正相关。铁调素是调节体内铁状态的主要激素, 维生素 D 缺乏时铁调素水平升高, 抑制铁吸收导致体内铁缺乏, 贫血风险升高; 反之, 维生素 D 含量升高, 铁调素水平降低, 铁离子水平升高, 铁调节蛋白活性增强, SF 合成增加^[13]。

既往研究发现, 维生素 D 和 Hb 受年龄、身高和体重等个体因素影响较大^[14]。控制年龄和 BMI 后, 25-(OH)D 与 Hb、SF 水平仍呈正相关, 但相关性减弱。本研究调查对象年龄跨度较小, 故年龄对维生素 D 与 Hb、SF 的相关性影响可能存在偏差, 是本研究的局限。

综上所述, 西城区中小学生学习维生素 D 缺乏比例较高, 25-(OH)D 与 Hb、SF 水平均呈正相关。因此, 应加强中小学生学习维生素 D 补充, 尤其关注贫血学生的维生素 D 水平变化。

参考文献

[1] BLANCO-ROJO R, PÉREZ-GRANADOS A M, TOXQUI L, et al. Relationship between vitamin D deficiency, bone remodeling and iron status in iron-deficient young women consuming an iron-fortified food [J]. Eur J Nutr, 2013, 52 (2): 695-703.
 [2] MONLEZUN D J, CAMARGO C A, MULLEN J T, et al. Vitamin D status and the risk of anemia in community-dwelling adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey 2001-2006 [J/OL]. Medicine, 2015, 94 (50) (2015-12-18) [2022-02-15]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5058880>. DOI: 10.1097/MD.0000000000001799.

- [3] ALZHRANI F, ALBAR R, BANJAR N, et al. Prevalence of vitamin D deficiency in Saudi children and risks of iron deficiency anemia [J]. *Curr Pediatr Res*, 2017 (21): 205-208.
- [4] 阮明捷, 王娅婷, 孙灵利, 等. 北京市朝阳区中小学生血清维生素 D 水平及其影响因素 [J]. *职业与健康*, 2019, 35 (11): 3138-3141.
- RUAN M J, WANG Y T, SUN L L, et al. Serum vitamin D level and its influencing factors of primary and middle school students in Chaoyang District of Beijing [J]. *Occup Health*, 2019, 35 (11): 3138-3141.
- [5] 倪子琴, 陈保德. 儿童青少年 25-羟维生素 D 缺乏与贫血发生的关系 [J]. *中国卫生检验杂志*, 2018, 28 (11): 1347-1349.
- NI Z Q, CHEN B D. Relationship of 25-vitamin D deficiency with anemia in children and adolescents [J]. *Chin J Health Lab Technol*, 2018, 28 (11): 1347-1349.
- [6] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. 学生健康检查技术规范: GB/T 26343—2010 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- Ministry of Health of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. Technical standard for physical examination for students: GB/T 26343-2010 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2011.
- [7] HOLICK M F, BINKLEY N C, BISCHOFF-FERRARI H A, et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an endocrine society clinical practice guideline [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2011, 96 (7): 1911-1930.
- [8] 苏彦萍, 徐杰, 江南, 等. 通州区 18 岁及以下居民营养素补充剂服用情况调查 [J]. *预防医学*, 2020, 32 (4): 342-344.
- SU Y P, XU J, JIANG N, et al. Consumption of nutritional supplements among the residents aged eighteen years and below in Tongzhou District [J]. *Prev Med*, 2020, 32 (4): 342-344.
- [9] 田先雨, 招悦, 邹丽, 等. 深圳市宝安区儿童维生素 D 营养现状调查 [J]. *儿科药学杂志*, 2019, 25 (7): 10-13.
- TIAN X Y, ZHAO Y, ZOU L, et al. Investigation on Current Status of Vitamin D Nutrition in Children in Bao'an District, Shenzhen [J]. *J Pediatr Pharm*, 2019, 25 (7): 10-13.
- [10] MASOUD M S, ALOKAIL M S, YAKOUT S M, et al. Vitamin D supplementation modestly reduces serum iron indices of healthy arab adolescents [J/OL]. *Nutrients*, 2018, 10 (12) (2018-12-02) [2022-02-15]. <https://doi.org/10.3390/nu10121870>.
- [11] BACCHETTA J, CHUM R F, GALES B, et al. Antibacterial responses by peritoneal macrophages are enhanced following vitamin D supplementation [J/OL]. *PLoS One*, 2014, 9 (12) (2014-12-30) [2022-02-15]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116530>.
- [12] GARCIA-CASAL M N, PASRICHA S R, MARTINEZ R X, et al. Are current serum and plasma ferritin cut-offs for iron deficiency and overload accurate and reflecting iron status? A systematic review [J]. *Arch Med Res*, 2018, 49 (6): 405-417.
- [13] NILI M, DAVID L, ELFERICH J, et al. Proteomic analysis and molecular modelling characterize the iron-regulatory protein haemajuvelin/repulsive guidance molecule c [J]. *Biochem J*, 2013, 452 (1): 87-95.
- [14] NEMETH E, GANZ T. Anemia of inflammation [J]. *Hematol Oncol Clin North Am*, 2014, 28 (4): 671-681.

收稿日期: 2021-11-22 修回日期: 2022-02-15 本文编辑: 吉兆洋

(上接第 384 页)

- [9] 国务院应对新型冠状病毒肺炎疫情防控联防联控机制综合组. 关于印发新型冠状病毒肺炎防控方案(第八版)的通知 [EB/OL]. (2021-05-11) [2022-03-02]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-05/14/content_5606469.htm.
- [10] 中华人民共和国国家卫生健康委员会办公厅国家中医药管理局办公室. 关于印发新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第八版修订版)的通知 [EB/OL]. (2021-04-14) [2022-03-02]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-04/15/content_5599795.htm.
- [11] 国务院应对新型冠状病毒肺炎疫情防控联防联控机制综合组. 新冠肺炎聚集性疫情处置指南(修订版) [EB/OL]. (2021-09-02) [2022-03-02]. https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_14335437.
- [12] 朱瑶, 韦意娜, 孙畅, 等. 新型冠状病毒肺炎疫苗研究进展 [J]. *预防医学*, 2021, 33 (2): 143-148.
- ZHU Y, WEI Y N, SUN C, et al. Development of vaccines against COVID-19 [J]. *Prev Med*, 2021, 33 (2): 143-148.
- [13] 徐娜妮, 胡小炜, 李海燕, 等. 接种新型冠状病毒灭活疫苗血清抗体水平分析 [J]. *预防医学*, 2022, 34 (1): 33-37.
- XU N N, HU X W, LI H Y, et al. Detection of serum antibody levels after inoculation of an inactivated SARS-CoV-2 vaccine [J]. *Prev Med*, 2022, 34 (1): 33-37.
- [14] 陈恩富. 疫苗时代新型冠状病毒肺炎疫情防控策略 [J]. *预防医学*, 2021, 33 (3): 221-225.
- CHEN E F. Prevention and control strategy of COVID-19 in the vaccine era [J]. *Prev Med*, 2021, 33 (3): 221-225.
- [15] 孙焯祥, 吕筠, 沈鹏, 等. 健康医疗大数据驱动下的疾病防控新模式 [J]. *中华流行病学杂志*, 2021, 42 (8): 1325-1329.
- SUN Y X, LÜ J, SHEN P, et al. A new model for disease control and prevention driven by big data in healthcare [J]. *Chin J Epidemiol*, 2021, 42 (8): 1325-1329.

收稿日期: 2022-02-08 修回日期: 2022-03-02 本文编辑: 徐文璐