发病率 954.69/10 万; 女性 24533 例, 发病率 685.97/10 万, 男性发病率高于女性($P>0.05$), 尚不能认为男女之间传染病发病率差异有统计学意义。(2) 年龄分布: 传染病发病多集中在 20~30 岁之间, 发病最高的为 20~24 岁组 7 633 例, 其次为 25~29 岁组 7 442 例, 共 15 075 例, 占全部发病的 24.32%, 这可能与这部分人群暴露于危险因子的机会较多有关。(3) 职业分布: 发病位于前 5 位的职业分别为学生 10 427 例, 干部职员 9 772 例, 散居儿童 8 028 例, 离退休人员 6 388 例, 共 34 615 例, 扣除报告职业不详的因素外, 这 5 种人群占全部发病的 56.65%。

## 3 讨 论

2004~2006 年, 朝阳区传染病的发病率及死亡率总体呈上升趋势, 这除了与疾病发病增高本身的因素有关外, 还可能与加强传染病报告, 开展网络直报工作有关。传染病疫情报告是预防控制传染病的重要前提[1], 所以疾病控制部门不要忽视基本的报告工作质量控制。传染病的分布有明显的季节性, 地区特征及人群特点, 需进行有针对性的防控工作。北京外来人口逐年增多, 人口流动性较强, 给传染病的预防带来一定困难, 所以, 要在人群中加强对人口的管理及加强对大中小学校的督导。同时根据不同传染病的发病水平分析其流行原因, 制定相应的防治措施, 从而有效降低传染病发病率及死亡率。

参考文献

〔1〕 任勇, 黄晓梅. 不同传染病疫情报告方式报告质量分析及建议 [J]. 中国公共卫生, 2005, 21(1): 92.

收稿日期: 2008-02-29 (刘铁编辑 张亚莲校对)

---

文章编号: 1001-0580(2008)10-1262-02 中图分类号: R 715.3 文献标志码: A 【论 著】

# 不同钙浓度对胆汁酸结合能力影响*

徐超[1], 孙莹[2], 张卓[1], 王晓红[1], 周波[1], 郭连营[1]

摘 要: 目的 探讨不同钙浓度对胆汁酸结合能力的影响。方法 配制不同浓度的磷酸氢钙溶液, 调整 pH 至 7.0, 加入胆汁酸混合乳糜微粒, 在 37℃条件下进行体外消化实验。测定不同浓度钙消化液的上清液和沉淀物中胆汁酸的含量。结果 胆汁酸在 5, 10, 20, 40, 80mmol/L 钙消化液的上清液中的含量分别为(2.72±0.27), (1.48±0.07), (0.64±0.04), (0.63±0.07), (0.76±0.09)μmol; 在沉淀物中的含量分别为(1.45±0.09), (2.56±0.18), (3.36±0.19), (3.21±0.28), (3.24±0.25)μmol。其中 5 和 10mmol/L 钙消化液的上清液和沉淀物中的胆汁酸含量与其他浓度消化液比较, 差异有统计学意义($P<0.05$)。不同浓度钙消化液的胆汁酸回收率范围在 95.98%~112.82%之间。40mmol/L 钙浓度组的胆汁酸回收率显著低于 5, 10, 20mmol/L 钙浓度组($P<0.05$)。结论 钙在模拟人体小肠的 pH 和温度条件下可与磷形成沉淀物而结合胆汁酸, 且钙浓度为 20mmol/L 时结合胆汁酸的能力最强。

关键词: 钙; 胆汁酸; 结合能力; 体外实验

**Effect of calcium concentration on combining capacity of bile acid *in vitro***

*XU Chao, SUN Ying, ZHANG Zhuo, et al. Department of Nutrition and Food Hygiene, Shenyang Medical College, Key Laboratory of Environment and Population Health of Liaoning Province (Shenyang 110034, China)*

**Abstract: Objective** To investigate the effect of different cocentrations of calcium on the combining capacity of bile acid. **Methods** Different concentrations of calcium hydrogen phosphate solution were prepared and adjusted to pH=7.0. Then bile acid mixture chylomicron was added to the solutions digested at 37℃ *in vitro*. The contents of bile acid were measured in the supernatant and the sediment of different concentrations of calcium solution. **Results** Bile acid content was (2.72±0.27), (1.48±0.07), (0.64±0.04), (0.63±0.07), (0.76±0.09)μmol in supernatant and (1.45±0.09), (2.56±0.18), (3.36±0.19), (3.21±0.28), (3.24±0.25)μmol in sediment of the 5, 10, 20, 40, 80mmol/L digested calcium solution, respectively. Compared with other concentrations of calcium solution, bile acid contents in the supernatant and the sediment of the 5 and 10mmol/L digested calcium solution were different statistically ($P<0.05$). The bile acid recoveries of digested solution from different calcium concetration were 95.98%~112.82%. The bile acid recovery of 40mmol/L calcium solution was lower than that of 5, 10, 20mmol/L calcium solution statistically ($P<0.05$). **Conclusion** Calcium with phosphorus forms sediment can combine with bile acid at the pH and the temperature similar to that of in human small intestine, and the combining capacity is the highest at calcium concentration of 20mmol/L.

**Key words**: calcium; bile acid; combining capacity; *in vitro*

钙是人体必需的营养素。研究表明, 钙不但能降低实验动物而且能降低人体的血浆胆固醇浓度[1,2], 但其作用机制尚不清楚。研究其可能机制是膳食钙与食物中含有丰富的磷在小肠内碱条件下形成不溶性的沉淀物, 而胆汁酸可同这些不溶性的钙磷复合物以离子交换的方式结合在一起随粪便排出体外。由于胆汁酸是以胆固醇为原料代谢生成, 故肠道内胆汁酸的排出可导致血浆胆固醇浓度下降[3,4]。为验证该科学假设的部分内容, 本研究采用体外消化实验的方法, 在模拟人体肠道的部分生理条件下, 观察不同浓度钙消化液中胆汁

* 基金项目: 国家自然科学基金(30471443)

作者单位: 1. 沈阳医学院营养与食品卫生学教研室辽宁省高等学校环境与人口健康重点实验室, 沈阳 110034; 2. 辽宁省葫芦岛市疾病预防控制中心

作者简介: 徐超(1956-), 男, 辽宁沈阳人, 教授, 博士, 主要从事营养与相关疾病的研究。

酸在其上清液和沉淀物中的分布, 为揭示膳食钙降低血浆胆固醇浓度的机制提供基础依据。

## 1　材料与方法

1.1　材料　(1) 试剂: 磷酸氢钙(上海试四赫维化工有限公司); 胆固醇和卵磷脂(上海化学试剂公司); 甘氨酸脱氧胆酸(瑞士 Fluka 公司); 总胆汁酸测定试剂(温州维日康生物科技有限公司); 叔丁醇(沈阳新西试剂厂)。(2) 仪器: 日立 7170A 型全自动生化分析仪(日本 Hitachi High- Technologies 公司)。

1.2　方法　(1) 配制浓度为 5, 10, 20, 40, 80mmol/L 的磷酸氢钙溶液。分别取上述溶液 1ml 置于 1.5ml 离心管中, 调整 pH 至 7.0 后, 加入 10μl 胆汁酸混合乳糜微粒(胆固醇: 卵磷脂: 甘氨酸脱氧胆酸的摩尔比为 1∶3∶9)。(2) 将上述混合液在 37℃ 孵育 2h, 15 000r/min 离心 2min, 分别取出上清液和沉淀物, 以 50% 叔丁醇水溶液使其溶解或稀释, 在 37℃ 水浴 30min, 10 000r/min 离心 10min。用总胆汁酸测定试剂在日立 7170A 型全自动生化分析仪上分别测定经过消化的钙混合液、上清液和沉淀物中的胆汁酸含量。(3) 将空的 1.5ml 离心管在 100~ 110℃ 烘烤至恒重, 称重。然后依照测定钙混合液中胆汁酸含量的操作过程, 在取出上清液后, 称量盛有沉淀物的离心管质量。将盛有沉淀物的离心管置于 100~ 110℃ 烘箱内烘烤至恒重, 称重。烘烤前后的质量差值既为沉淀物中含有上清液的体积。(4) 每一浓度磷酸氢钙溶液平行消化和测定 6 次为 1 个浓度组。(5) 参照文献[5]计算胆汁酸在上清液或沉淀物中的分布及胆汁酸的回收率。

1.3　统计分析　应用 SPSS 11.0 统计软件进行单因素方差分析。

## 2　结　果

2.1　不同浓度钙消化液的上清液和沉淀物中胆汁酸含量分布(表 1)　5 和 10mmol/L 钙消化液的上清液中胆汁酸的含量显著高于其他浓度消化液上清液中的胆汁酸含量($P<0.05$)。相反, 这 2 组消化液在沉淀物中胆汁酸的含量显著低于其他钙浓度消化液沉淀物中的胆汁含量($P<0.05$)。5mmol/L 钙消化液的上清液中胆汁酸含量显著高于沉淀物中的胆汁酸含量($P<0.01$), 而其他各浓度消化液的沉淀物中胆汁酸的含量则显著高于上清液中的胆汁酸含量($P<0.01$)。

**表 1**　不同浓度钙消化液的上清液和沉淀物中胆汁酸含量分布($\bar{x}\pm s$)

| 组别 (mmol/L) | 上清液中 | | 沉淀物中 | |
|---|---|---|---|---|
| | 胆汁酸含量 (μmol) | 胆汁酸含量占胆汁酸回收量的百分比(%) | 胆汁酸含量 (μmol) | 胆汁酸含量占胆汁酸回收量的百分比(%) |
| 磷酸氢钙消化液 | | | | |
| 5 | 2.72±0.27[ab] | 65.22±2.92 | 1.45±0.09[a] | 34.78±2.92 |
| 10 | 1.48±0.07[ab] | 36.68±1.56 | 2.56±0.18[a] | 63.32±1.56 |
| 20 | 0.64±0.04[b] | 16.08±0.54 | 3.36±0.19 | 83.92±0.54 |
| 40 | 0.63±0.07[b] | 16.64±1.08 | 3.21±0.28 | 83.36±1.08 |
| 80 | 0.76±0.09[b] | 18.99±2.38 | 3.24±0.25 | 81.01±2.38 |

注: 与其他浓度钙消化液的上清液中胆汁酸含量比较, a $P<0.05$; 与沉淀物中胆汁酸含量比较, b $P<0.01$。

2.2　不同浓度钙消化液的胆汁酸回收量及回收率(表 2)　5mmol/L 钙浓度组的胆汁酸回收量显著高于 40mmol/L 钙浓度组($P<0.05$); 40mmol/L 钙浓度组的胆汁酸回收率显著低于 5, 10, 20mmol/L 钙浓度组($P<0.05$), 80mmol/L 钙浓度组的胆汁酸回收率也显著低于 5mmol/L 钙浓度组($P<0.05$)。虽然上述个别钙浓度组之间的胆汁酸回收率差异有统计学意义, 但实际意义不大, 因为测得的每个浓度钙溶液中的胆汁酸总量和该溶液的上清液与沉淀物中的胆汁酸含量之和相近, 胆汁酸的回收率在 95.98% ~ 112.82% 之间, 表明实验方法可靠。

**表 2**　不同浓度钙消化液的胆汁酸回收量及回收率($\bar{x}\pm s$)

| 组别(mmol/L) | | 胆汁酸回收量(μmol) | 胆汁酸回收率(%) |
|---|---|---|---|
| 磷酸氢钙消化液 | 5 | 4.17±0.26[a] | 112.82±7.19[a] |
| | 10 | 4.04±0.22 | 108.38±6.04[a] |
| | 20 | 4.00±0.23 | 106.08±6.09[a] |
| | 40 | 3.84±0.32 | 95.98±8.11 |
| | 80 | 4.00±0.25 | 100.91±6.44[b] |

注: 与 40mmol/L 钙消化液的胆汁酸回收量、回收率比较, a $P<0.05$; 与 5mmol/L 钙消化液比较, b $P<0.05$。

## 3　讨　论

Ditscheid 等[2]通过实验证明钙降低胆固醇浓度并不是直接与胆固醇结合使之排泄增加, 而是结合胆汁酸增加了粪胆汁酸的排泄量, 从而促进肝脏中胆固醇向胆汁酸的转化而达到降低血浆胆固醇浓度的作用。该研究进一步阐述了钙降低胆固醇的机制之一是钙与磷酸盐形成沉淀物, 可与胆汁酸结合使之随粪便排出体外。徐超等[3,6]在研究大豆蛋白对大鼠和人血浆胆固醇浓度的影响时提到的非磷酸化学说中也指出肠道内的钙与磷可以形成不溶性的钙磷复合物, 胆汁酸可同这些不溶性的钙磷复合物以离子交换的方式结合在一起随粪便排出体外。由于胆汁酸是胆固醇代谢的终产物, 故肠道内胆汁酸的排出可导致血浆胆固醇水平的下降。

本实验结果表明, 磷酸氢钙在 pH 值中性条件下形成的沉淀物能够结合胆汁酸, 结合能力最强的浓度为 20mmol/L 钙。这一结论为钙摄入降低血浆胆固醇浓度作用的机制可能是钙磷沉淀物在肠道结合胆汁酸, 促进肝脏中胆固醇向胆汁酸的转化, 从而降低血浆胆固醇浓度的学说提供了依据。

参考文献


[1] 徐超, 王晓红, 王松涛, 等. 膳食大豆蛋白和高钙摄入对高血胆固醇模型大鼠的血脂水平的影响[J]. 中华预防医学杂志, 2001, 35(5): 318- 321.

[2] Ditscheid B, Keller S, Jahreis G. Cholesterol metabolism is affected by calcium phosphate supplementation in humans[J]. J Nutr, 2005, 135(7): 1678- 1682.

[3] 徐超, 王晓红, 王松涛, 等. 大豆蛋白降低大鼠血浆胆固醇可能机制的初步探讨[J]. 中国公共卫生, 2002, 18(3): 260- 262.

[4] 徐超. 钙摄入对血浆胆固醇浓度的影响及作用机制[J]. 沈阳医学院学报, 2005, 7(3): 145- 147.

[5] 徐超, Wensing T, Beynen AC. 大豆蛋白在体外消化实验中对胆汁酸分布的影响[J]. 营养学报, 2001, 23(4): 371- 372.

[6] 徐超, 庞保柱, 王晓红, 等. 大豆蛋白对人体血浆胆固醇的影响及机制探讨[J]. 中国公共卫生, 2005, 21(1): 49- 51.


收稿日期: 2008-07-01　(王奕编辑　张亚莲校对)