

昆明小鼠胃肠道钙离子跨膜吸收途径 相关基因表达模式分析

杨 艺¹ 莘海亮¹ 夏先林¹ 吴文旋^{1*} 李胜利^{2*}

(1. 贵州大学动物科学学院, 贵阳 550025; 2. 中国农业大学, 动物营养学国家重点实验室, 北京 100193)

摘要: 本研究旨在分析钙离子(Ca^{2+})跨膜吸收途径相关基因在昆明小鼠胃肠道中的表达模式。选取 12 只 8 周龄、平均体重(30.71 ± 2.93) g 的雌性昆明小鼠, 取胃、十二指肠、空肠、回肠、盲肠和结肠组织样品, 利用实时定量 PCR 法检测维生素 D 依赖性钙结合蛋白(*CaBP-D9k*)、瞬时性受体电位通道香草酸受体 6(*TRPV6*)和 维生素 D 受体(*VDR*) mRNA 表达量。结果表明: 1) *CaBP-D9k*、*TRPV6* 和 *VDR* mRNA 在胃内属低水平表达, 而在盲肠内表达量较高; 2) 随着小肠的延伸, *CaBP-D9k*、*VDR* mRNA 表达量逐渐降低, 而 *TRPV6* mRNA 则在回肠内高水平表达; 3) *CaBP-D9k* ($P < 0.05$)、*VDR* ($P < 0.05$)、*TRPV6* mRNA 的表达量($P > 0.05$)随着大肠肠段的延伸而不同程度地下降。结果提示, *CaBP-D9k*、*TRPV6* 和 *VDR* mRNA 表达量与胃肠道 Ca^{2+} 跨膜吸收能力存在关联性。

关键词: 胃肠道; 钙离子跨膜吸收; 维生素 D 依赖性钙结合蛋白; 瞬时性受体电位通道香草酸受体 6; 维生素 D 受体; 昆明小鼠

中图分类号: S852.2

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2013)02-0441-06

维持钙离子(Ca^{2+})稳恒是动物肌肉收缩、信号转导、骨质沉积、细胞凋亡等生理活动正常运作的基础^[1]。这一鲁棒系统受肾重吸收、骨动员、胃肠道吸收 3 个途径的精确调节^[2]。其中, 肾重吸收能力有限, 骨动员需建立在胃肠道 Ca^{2+} 吸收不足的前提下, 二者对 Ca^{2+} 的稳恒贡献不大^[3]。据此, 调节胃肠道 Ca^{2+} 吸收被认为是维持 Ca^{2+} 稳恒的关键因素。

胃肠道采用旁细胞和跨膜 2 种方式吸收食糜 Ca^{2+} ^[4-5]。其中, 旁细胞途径依赖胃肠道内外 Ca^{2+} 电化学浓度梯度差; 而 Ca^{2+} 的跨膜吸收依赖于胃肠道上皮细胞运载通道蛋白的数量及活性, 可在短期内大幅上调或下调^[6-7], 是机体调控胃肠道 Ca^{2+} 吸收的主要途径。这一途径包括 3 个步骤: 1) Ca^{2+} 经瞬时性受体电位通道香草酸受体 6 (transient receptor potential vanilloid receptor 6, TR-

PV6) 介导入胞; 2) 与维生素 D 依赖性钙结合蛋白 (vitamin-D dependent 9 ku calcium-binding protein, *CaBP-D9k*) 结合并转运至细胞另一侧; 3) 由基底膜钙转运蛋白细胞膜钙泵 1b 和钠钙交换体 1 运出胞外排入血^[8]。以上步骤受维生素 D 受体 (vitamin D receptor, *VDR*) 的严格调控^[9-10]。研究表明, *CaBP-D9k*、*TRPV6* 和 *VDR* 是 Ca^{2+} 跨膜吸收过程的主要限速大分子^[9-11]。可见, 探索其在胃肠道的表达特征对深入研究 Ca^{2+} 跨膜吸收动力学具有重要的意义。现有对十二指肠、空肠、回肠与 Ca^{2+} 代谢相关基因的研究多集中于兔、羊、人, 而对小鼠的报道不多^[8, 12-13]。因此, 在已建立小鼠胃肠道 *CaBP-D9k*、*TRPV6* 和 *VDR* 基因检测技术体系的基础上, 本研究探索这 3 个基因在胃肠道不同位点的表达模式, 为阐明动物胃肠道 Ca^{2+} 吸收机制及深入探索该过程的调控因子奠定基础。

收稿日期: 2012-08-01

基金项目: 国家自然科学基金(31160468; 30901039); 动物营养学国家重点实验室开放课题(2004DA125184F1115)

作者简介: 杨 艺(1989—), 贵州贵阳人, 硕士研究生, 从事围产期动物钙代谢调控研究。E-mail: yangyi19890209@gmail.com

* 通讯作者: 吴文旋, 副教授, 硕士生导师, E-mail: wxw3419@126.com; 李胜利, 教授, 博士生导师, E-mail: lisheng0677@sina.com

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试剂

RNA 样本保存液 (RNA Store), 总 RNA 提取试剂盒购自北京天根生化科技有限公司; 反转录 PCR 试剂盒 (RT Reagent Kit with gDNA Eraser) 和实时定量 PCR (RT-qPCR) 试剂盒 (SYBR[®] Premix Ex Taq[™] II) 为大连宝生物工程有限公司产品, 其余试剂均为国产分析纯。

1.1.2 试验动物及采样

选取 12 只 8 周龄雌性昆明小鼠 (*Mus musculus castaneus*) 为试验动物, 由贵阳医学院实验动物中心提供, 平均体重 (30.71 ± 2.93) g。饲养条件: 温度 18 ~ 22 °C, 湿度 50% ~ 60%, 昼夜比例 1:1, 自由采食及饮水。

小鼠购进适应环境 10 d 后进行试验。麻醉后心脏穿刺处死, 快速分离胃、十二指肠、空肠、回肠、盲肠和结肠组织样品 (均为该组织中段), 用预冷磷酸盐缓冲液 (PBS) 冲洗后投入 RNA 样本保存液, -20 °C 冻存。

1.2 方法

1.2.1 总 RNA 提取及 cDNA 第 1 链合成

应用本课题组已建立的检测技术体系提取小鼠总 RNA 及合成 cDNA 第 1 链^[14]。Trizol 法提取组织总 RNA。电泳验证 RNA 完整性, 核酸蛋白定量仪检测浓度。之后, 将所有样本浓度调整一致, 采用反转录 PCR 试剂盒反转录出 cDNA 第 1 链。经分析, 总 RNA 提取质量良好, 完整性高; 各基因的标准曲线 R^2 均达到 0.99, 扩增效率高于 90%; 熔解曲线峰呈单峰, 满足采用 $2^{-\Delta\Delta Ct}$ 法进行表达相对定量的条件。

1.2.2 RT-qPCR

参照试剂盒说明书进行。引物 (表 1) 由大连宝生物工程有限公司合成。以 β -肌动蛋白作为内参基因。SYBR Green I 法 (SYBR[®] Premix Ex Taq[™] II) 进行 RT-qPCR, 每个样本设 3 个重复孔。扩增程序为: 95 °C、10 min; 95 °C、15 s, 60 °C、60 s, 40 个循环。RT-qPCR 反应体系为: Premix Ex Taq (2 ×) 10 μ L, 上、下游引物 (10 μ mol/L) 各 0.4 μ L, 模板 cDNA 2 μ L, 加水至 20 μ L。以每个组织样品的 5 个 cDNA 原液梯度稀释后作模板, 上机扩增构建标准曲线评定扩增效率。同时, 60 ~ 95 °C 进行熔解曲线分析观察产物特异性。

表 1 引物序列及参数

Table 1 Sequences and parameters of primers

基因 Genes	GenBank 登录号 GenBank accession No.	引物序列 Primer sequences (5'—3')	产物大小 Product size/bp
维生素 D 依赖性钙结合蛋白 <i>CaBP-D9k</i>	NM 009789.2	上游: TTCAGTCAGAGTTCCCCAGCC 下游: TCTTCGTAACCTAACTTCTCCATCGC	100
瞬时性受体电位通道香草酸受体 6 <i>TRPV6</i>	NM 022413.4	上游: CTGCTGGCTGATGGCTGTGGT 下游: ATGGTGAGGAAGAGTTCAAAGGTGCT	141
维生素 D 受体 <i>VDR</i>	NM 009504.4	上游: GTGCTAGAGGTGTTCCGCAATGAGA 下游: AGGCTGGCAGGAGAAAGGATG	199
β -肌动蛋白 <i>β-actin</i>	NM 007393.3	上游: GCCTTCCTTCTTGGGTAT 下游: GGCATAGAGGTCTTTACGG	97

1.3 数据统计

$2^{-\Delta\Delta Ct}$ 法分析 *CaBP-D9k*、*TRPV6*、*VDR* mRNA 在胃肠道不同片段中的表达量。以胃组织为对照样本, 计算小鼠胃肠道中 *CaBP-D9k*、*TRPV6*、*VDR* mRNA 表达量^[14], 公式为:

$$\Delta Ct = Ct_{\text{目的基因}} - Ct_{\text{内参基因}};$$

$$\text{mRNA 表达量} = 2^{-(\Delta Ct_{\text{目的样本}} - \Delta Ct_{\text{对照样本}})}。$$

数据以平均值 ± 标准差表示, 使用 SAS 9.2 进行统计分析, 调用 Proc NPar1Way 模块进行 Kruskal-Wallis 检验以比较不同组织间基因 mRNA 表达差异, 差异显著水平设为 $P < 0.05$ 。

2 结果

应用 RT-qPCR 检测胃肠道 6 个不同片段 *CaBP-D9k*、*TRPV6*、*VDR* mRNA 的表达量见图 1, 3 个基因在昆明小鼠胃肠道各组织中均有表达。

2.1 胃肠道 *CaBP-D9k* mRNA 表达量

由图 1-a 可知, *CaBP-D9k* mRNA 在盲肠的表达量显著高于其他组织 ($P < 0.05$), 其次是十二指肠, 胃中表达量最低, 这三者差异显著 ($P < 0.05$)。在小肠肠段(十二指肠、空肠、回肠)和大肠肠段(盲肠、结肠)内, *CaBP-D9k* mRNA 表达量均随该段消化道的延伸而显著降低 ($P < 0.05$)。

2.2 胃肠道 *TRPV6* mRNA 表达量

由图 1-b 可知, 盲肠、回肠 *TRPV6* mRNA 表达量显著高于其他组织 ($P < 0.05$), 二者差异不显著 ($P > 0.05$)。小肠前段(十二指肠)和大肠后段(结肠) *TRPV6* mRNA 表达量次之, 显著高于再次的空肠 ($P < 0.05$), 胃内 *TRPV6* mRNA 表达量最低, 显著低于其他各组织 ($P < 0.05$)。

2.3 胃肠道 *VDR* mRNA 表达量

由图 1-c 可知, *VDR* mRNA 表达量以盲肠内最高, 回肠最低, 显著低于其他各组织 ($P < 0.05$)。各组织间 *VDR* mRNA 表达量大小依次为盲肠、十二指肠、空肠、结肠、胃、回肠。小肠肠段内十二指肠与空肠内 *VDR* mRNA 表达量接近, 除回肠外的各组织 *VDR* mRNA 表达量差异均不显著 ($P > 0.05$)。

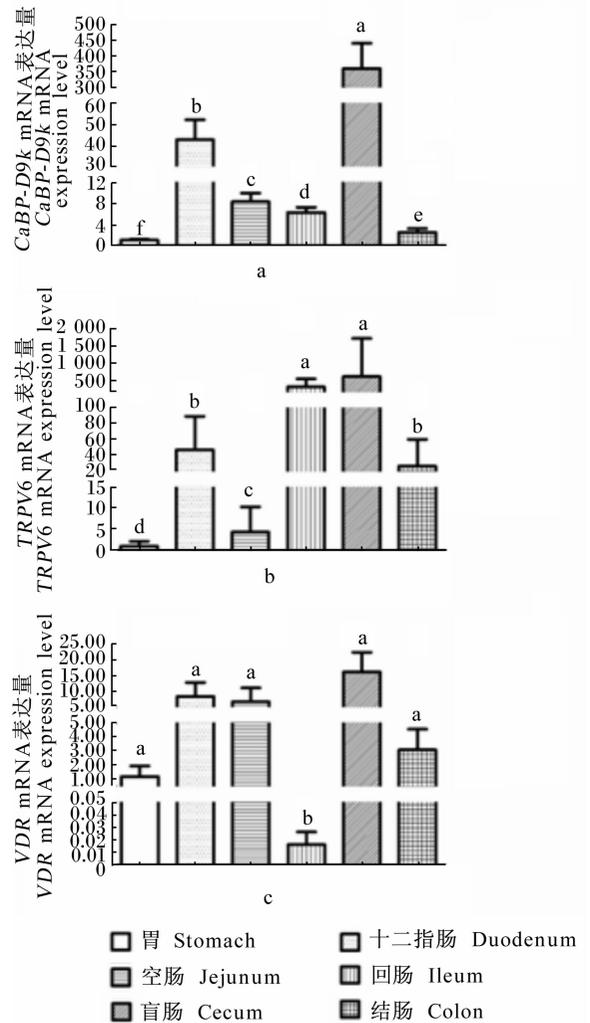
3 讨论

动物胃肠道各组织中 *CaBP-D9K*、*TRPV6*、*VDR* 基因的分布具有特异性, 它们在 Ca^{2+} 跨膜吸收中各有分工, 协同调控这一过程的动力学参数^[15]。本研究利用 RT-qPCR 考察了鼠胃肠道 6 个不同片段的 *CaBP-D9K*、*TRPV6*、*VDR* 基因表达特征。从结果来看, 这 3 个基因的特异表达使胃肠道不同片段表现出各自的 Ca^{2+} 吸收特点。为便于比较, 本文从消化道延伸先后顺序的角度进行讨论。

3.1 胃 *CaBP-D9K*、*TRPV6*、*VDR* mRNA 的表达特征

总体来看, 3 个基因均在胃内低水平表达, 说明胃不是 Ca^{2+} 吸收调节的主要位点, 对维持 Ca^{2+} 稳恒贡献不大, 与前人的研究结论类似^[7,16]。这有利于将胃与其他组织比较, 可能也是前人选取胃

为分析对照样本的原因。



数据柱形标注不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

Data columns with different small letter superscripts mean significant difference ($P < 0.05$).

图 1 小鼠胃肠道各段中 *CaBP-D9k*、*TRPV6* 和 *VDR* mRNA 表达量

Fig. 1 The mRNA expression levels of *CaBP-D9k*, *TRPV6* and *VDR* in different intestinal segments of gastrointestinal tract in mice

3.2 小肠 *CaBP-D9K*、*TRPV6*、*VDR* mRNA 的表达特征

本研究发现, 在小肠肠段, 随着十二指肠向空肠、回肠的延伸, *CaBP-D9k* 与 *VDR* mRNA 表达量均降低。不同的是, *TRPV6* mRNA 主要定位于回肠, 而在十二指肠表达量较低。

Ca^{2+} 通过跨膜及旁细胞 2 个途径转运入血液,维持血钙稳恒。已知 Ca^{2+} 的跨膜吸收能力受食糜滞留时间影响较小。经典理论认为,近端小肠是这一途径的主要位点;与前者相比,旁细胞途径受胃肠道肌膜-浆膜 Ca^{2+} 电化学浓度梯度差的调控,在肠道各片段均可发生^[7]。食糜在十二指肠停留时间短(约为 2.5 min)^[17],主要经跨膜吸收途径快速摄取 Ca^{2+} 。在饲料钙水平不足的情况下,十二指肠对代偿性维持正常钙吸收起重要作用,常伴有较高的 Ca^{2+} 跨膜吸收相关基因表达。本研究中,在小鼠十二指肠中检测到了小肠肠段中最高 *CaBP-D9k*、*VDR* 与第 2 高的 *TRPV6* mRNA 表达量,提示十二指肠是小肠内 Ca^{2+} 经 *TRPV6* 入胞,在 *VDR* 调控下与 *CaBP-D9k* 特异结合,跨膜运输能力最强的位点。

食糜流经十二指肠后,滞留时间逐渐延长^[17],尤其在空肠后段, Ca^{2+} 的旁细胞吸收途径作用开始增强。这在本研究中得到了验证:即空肠(本研究取空肠位点为中段) *CaBP-D9k*、*TRPV6* mRNA 表达量虽较胃高 2 倍以上,但仍显著低于十二指肠;同时,与十二指肠相比,空肠 *VDR* mRNA 表达量亦下调了 1.26 倍。这说明空肠的 Ca^{2+} 跨膜摄取能力较十二指肠弱。回肠是 Ca^{2+} 经旁细胞途径吸收的主要位点,食糜在此停留时间远长于小肠其他部位^[18-19], Ca^{2+} 跨膜吸收相关基因表达量在该位点有所降低^[18]。这与本研究结果相符,即小肠肠道内以回肠的 *CaBP-D9k*、*VDR* mRNA 表达量最低。本研究未观察到 *TRPV6* mRNA 表达量在回肠中有显著降低,这与前人的报道不一致^[19-20]。其原因可能是,*TRPV6* 存在转录后调控的机制,致使其蛋白质合成量与 mRNA 表达量不相吻合^[7,21],具体原因有待进一步研究。

3.3 大肠 *CaBP-D9K*、*TRPV6*、*VDR* mRNA 的表达特征

本研究发现,大肠 *CaBP-D9k*、*VDR* mRNA 的表达特征与小肠类似,即随着肠段的延伸,*CaBP-D9k* 与 *VDR* mRNA 表达量均降低;而 *TRPV6* mRNA 则主要在盲肠中表达。

盲肠是鼠类最主要的 Ca^{2+} 吸收部位^[22],也是除近端小肠外的另一 *TRPV6* 基因高表达靶点^[17,19]。鉴于盲肠的解剖生理长度较短,食糜流经速度快,因此,与十二指肠类似,盲肠内 Ca^{2+} 的吸收模式应以跨膜途径为主。本研究中,盲肠在

整个胃肠道不同位点均有最高的 *CaBP-D9k*、*TRPV6*、*VDR* mRNA 表达量,表现出与其他胃肠道位点 Ca^{2+} 吸收基因表达不同的特殊性,提示其 Ca^{2+} 跨膜吸收能力甚至超过十二指肠。食糜流经盲肠后的吸收量对整个胃肠道 Ca^{2+} 吸收贡献十分有限,伴随着较低的 Ca^{2+} 跨膜转运相关基因表达。据此,作者推测,盲肠的 Ca^{2+} 跨膜吸收起着重要作用,这一位点的 Ca^{2+} 摄取能力可能是影响整个消化道 Ca^{2+} 摄取的关键。在本研究中,结肠 *CaBP-D9k*、*VDR* mRNA 表达量低于十二指肠,提示结肠 Ca^{2+} 跨膜吸收能力较十二指肠弱。正常情况下,结肠在整个胃肠道内 Ca^{2+} 吸收比例不到 10%^[23],以跨膜途径摄取 Ca^{2+} 为主^[18],受 *VDR* 调控^[24]。纵观目前的文献,结肠的 Ca^{2+} 吸收机制尚未明确,有待进一步研究。

胃肠道吸收是动物摄取 Ca^{2+} 最重要的途径^[3]。其时空表达模式的差异可导致消化道不同片段 Ca^{2+} 吸收模式及动力学参数的变化,继而调节 Ca^{2+} 吸收能力,最终影响机体 Ca^{2+} 稳恒状态^[2,16,21]。明确动物胃肠道 Ca^{2+} 吸收这一生理过程的调控模式及途径,对从本质上揭示动物 Ca^{2+} 代谢紊乱的机理及其防治措施具有重要的意义。为此,考察其胃肠道 Ca^{2+} 吸收调控因子表达特征成为开展后续研究工作的基础。本研究旨在先行报道处于 Ca^{2+} 稳恒状态下动物胃肠道 Ca^{2+} 跨膜吸收蛋白编码 mRNA 的表达分布情况,获取基线数据,这可为进一步考察 Ca^{2+} 跨膜吸收动力学参数和调控动物胃肠道 Ca^{2+} 吸收效率的研究提供基础。

4 结 论

① *CaBP-D9k*、*TRPV6* 和 *VDR* mRNA 在胃内属低水平表达,而在盲肠内表达量较高。

② 随着小肠的延伸,*CaBP-D9k*、*VDR* mRNA 表达量逐渐降低,而 *TRPV6* mRNA 则在回肠内高水平表达。

③ *CaBP-D9k*、*VDR*、*TRPV6* mRNA 的表达量随着大肠肠段的延伸而不同程度地下降。

④ *CaBP-D9k*、*TRPV6* 和 *VDR* mRNA 表达量与胃肠道 Ca^{2+} 跨膜吸收能力存在关联性。

参考文献:

[1] WU W X, LIU J X, XU G Z, et al. Calcium homeo-

- stasis, acid-base balance, and health status in periparturient Holstein cows fed diets with low cation-anion difference [J]. *Livestock Science*, 2008, 117 (1) : 7 – 14.
- [2] PÉREZ AV, PICOTTO G, CARPENTIERI A R, et al. Minireview on regulation of intestinal calcium absorption. Emphasis on molecular mechanisms of transcellular pathway [J]. *Digestion*, 2008, 77 (1) : 22 – 34.
- [3] MARTIN-TERESO J, VERSTEGEN M W. A novel model to explain dietary factors affecting hypocalcaemia in dairy cattle [J]. *Nutrition Research Reviews*, 2011, 24 (2) : 228 – 143.
- [4] BRONNER F, PANSU D, STEIN W D. An analysis of intestinal calcium transport across the rat intestine [J]. *The American Journal of Physiology*, 1986, 250 (5) : G561 – G569.
- [5] BRONNER F. Mechanisms of intestinal calcium absorption [J]. *Journal of Cellular Biochemistry*, 2003, 88 (2) : 387 – 393.
- [6] BOUILLON R, VAN CROMPHAUT S, CARMELIET G. Intestinal calcium absorption: molecular vitamin D mediated mechanisms [J]. *Journal of Cellular Biochemistry*, 2003, 88 (2) : 332 – 339.
- [7] HOENDEROP J G, NILIUS B, BINDELS R J. Calcium absorption across epithelia [J]. *Physiological Reviews*, 2005, 85 (1) : 373 – 422.
- [8] WILKENS M R, MROCHEN N, BREVES G, et al. Gastrointestinal calcium absorption in sheep is mostly insensitive to an alimentary induced challenge of calcium homeostasis [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 2011, 158 (3) : 199 – 207.
- [9] BALESARIA S, SANGHA S, WALTERS J R. Human duodenum responses to vitamin D metabolites of *TRPV6* and other genes involved in calcium absorption [J]. *American Journal of Physiology: Gastrointestinal and Liver Physiology*, 2009, 297 (6) : G1193 – G1197.
- [10] BRONNER F. Recent developments in intestinal calcium absorption [J]. *Nutrition Reviews*, 2009, 67 (2) : 109 – 113.
- [11] 那键. 雌激素、维生素 D₃ 对雌性大鼠成骨细胞增殖及钙通道 *TRPV5/TRPV6* 表达的影响 [D]. 博士学位论文. 长春: 吉林大学, 2009: 47 – 65.
- [12] WILKENS M R, KUNERT-KEIL C, BRINKMEIER H, et al. Expression of calcium channel *TRPV6* in ovine epithelial tissue [J]. *The Veterinary Journal*, 2009, 182 (2) : 294 – 300.
- [13] LIEBEN L, BENN B S, AJIBADE D, et al. *TRPV6* mediates intestinal calcium absorption during calcium restriction and contributes to bone homeostasis [J]. *Bone*, 2010, 47 (2) : 301 – 308.
- [14] WILLEMS E, VANDESOMPELE L L J. Standardization of real-time PCR gene expression data from independent biological replicates [J]. *Analytical Biochemistry*, 2008, 379 (1) : 127 – 129.
- [15] SU A I, WILTSHIRE T, BATALOV S, et al. A gene atlas of the mouse and human protein-encoding transcriptomes [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2004, 101 (16) : 6062 – 6067.
- [16] SUZUKI Y, LANDOWSKI C P, HEDIGER M A. Mechanisms and regulation of epithelial Ca²⁺ absorption in health and disease [J]. *Annual Review of Physiology*, 2008, 70 : 257 – 271.
- [17] KHANAL R C, NEMERE I. Regulation of intestinal calcium transport [J]. *Annual Review of Nutrition*, 2008, 28 : 179 – 196.
- [18] SIDLER-LAUFF K, BOOS A, KRAENZLIN M, et al. Influence of different calcium supplies and a single vitamin D injection on vitamin D receptor and calbindin D9k immunoreactivities in the gastrointestinal tract of goat kids [J]. *Journal of Animal Science*, 2010, 88 (11) : 3598 – 3610.
- [19] NIJENHUIS T, HOENDEROP J G, VAN DER KEMP A W, et al. Localization and regulation of the epithelial Ca²⁺ channel *TRPV6* in the kidney [J]. *Journal of the American Society of Nephrology*, 2003, 14 (11) : 2731 – 2740.
- [20] SPREKELER N, MULLER T, KOWALEWSKI M P, et al. Expression patterns of intestinal calcium transport factors and *ex-vivo* absorption of calcium in horses [J]. *BMC Veterinary Research*, 2011, 7 (1) : 65 – 76.
- [21] WALTERS J R, BALESARIA S, CHAVELE K M, et al. Calcium channel *TRPV6* expression in human duodenum; different relationships to the vitamin D system and aging in men and women [J]. *Journal of Bone and Mineral Research*, 2006, 21 (11) : 1770 – 1777.
- [22] KARBACH U, FELDMEIER H. The cecum is the site with the highest calcium absorption in rat intestine [J]. *Digestive Diseases and Sciences*, 1993, 38 (10) : 1815 – 1824.
- [23] WASSERMAN R H. Vitamin D and the dual processes of intestinal calcium absorption [J]. *The Journal of*

Nutrition, 2004, 134(11):3137-3139.

- [24] WALI R K, BAUM C L, SITRIN M D, et al. 1, 25 (OH)₂ vitamin D₃ stimulates membrane phosphoinositide turnover, activates protein kinase C, and

increases cytosolic calcium in rat colonic epithelium [J]. The Journal of Clinical Investigation, 1990, 85(4):1296-1303.

Expression Patterns Analysis of Calcium Ion Trans-Membranous Absorption Related Genes in Gastrointestinal Tract of *Kunming* Mice

YANG Yi¹ XIN Hailiang¹ XIA Xianlin¹ WU Wenxuan^{1*} LI Shengli^{2*}

(1. College of Animal Science, Guizhou University, Guiyang 550025, China; 2. State Key Laboratory of Animal Nutrition, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract: This study was conducted to analyze the expression patterns of calcium ion trans-membranous absorption related genes in gastrointestinal tract of *Kunming* mice. A total of 12 female *Kunming* mice aged 8 weeks with an average body weight of (30.71 ± 2.93) g were used as experimental animals. Tissues of stomach, duodenum, jejunum, ileum, cecum and colon were collected for the analysis of vitamin D-dependent 9 ku calcium-binding protein (*CaBP-D9k*), transient receptor potential vanilloid receptor 6 (*TRPV6*), and vitamin D receptor (*VDR*) mRNA expression levels by RT-qPCR. The results showed as follows: 1) *CaBP-D9k*, *TRPV6* and *VDR* mRNA expressed in stomach at a low level, but in cecum at a high level; 2) with the extension of small intestine, expression levels of *CaBP-D9k* and *VDR* mRNA were gradually reduced, while *TRPV6* mRNA expressed in ileum at a high level; 3) with the extension of large intestine, expression levels of *CaBP-D9k* ($P < 0.05$), *VDR* ($P < 0.05$) and *TRPV6* mRNA ($P > 0.05$) were also gradually reduced at different levels. These results indicate that expression levels of *CaBP-D9k*, *VDR* and *TRPV6* mRNA are associated with the capability of Ca²⁺ trans-membranous absorption in gastrointestinal tract. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2013, 25(2):441-446]

Key words: gastrointestinal tract; Ca²⁺ trans-membranous absorption; vitamin D-dependent 9 ku calcium-binding protein; transient receptor potential vanilloid receptor 6; vitamin D receptor; *Kunming* mice

* Corresponding author, WU Wenxuan, associate professor, E-mail: wx3419@126.com; LI Shengli, professor, E-mail: lisheng0677@sina.com