



人 SDCT2 蛋白亚细胞定位信号分析*

白雪源 侯 凯 陈香美** 冯 哲 傅 博 吴 镡

(中国人民解放军总医院军医进修学院, 全军肾病中心与重点实验室, 北京 100853)

摘要 为了确定人高亲和力钠离子依赖性二羧酸共转运蛋白 (high-affinity sodium-dependent dicarboxylate co-transporter, SDCT2, NaDC3) 在细胞内的定位, 构建了 SDCT2 与增强型绿色荧光蛋白 (EGFP) 的融合蛋白表达载体, 并转染肾小管上皮细胞 LLC-PK1, 激光共聚焦显微镜观察显示, SDCT2 蛋白主要定位于细胞的基底侧膜上。同时将 SDCT2-EGFP 融合基因 mRNA 显微注射到爪蟾卵母细胞中表达, 可见融合蛋白的绿色荧光仅分布在细胞膜上。为了进一步确定该蛋白质的亚细胞定位信号序列, 将 SDCT2 基因的 N 端及 C 端分别缺失, 并构建缺失突变体与 EGFP 的融合蛋白表达载体, 将它们转染到 LLC-PK1 中, 观察 SDCT2 缺失体在细胞内的分布情况。结果显示, N 端缺失的 SDCT2 蛋白主要位于细胞质中, 顶膜和基底侧膜上也有表达; C 端缺失的 SDCT2 蛋白主要位于基底侧膜上, 顶膜几乎没有表达, 细胞质中表达很少。免疫组化结果也显示, SDCT2 只表达于人近端肾小管上皮细胞的基底侧膜。这表明 SDCT2 蛋白的 N 端序列对其亚细胞定位是必需的, 人 SDCT2 蛋白的基底膜定位信号位于 N 端序列中。

关键词 二羧酸共转运蛋白, 亚细胞定位, 增强型绿色荧光蛋白, 肾小管

学科分类号 Q493.8, Q735

钠离子依赖性二羧酸共转运蛋白 (sodium-dependent dicarboxylate co-transporter, SDCT, NaDC) 是一类负责三羧酸循环中间代谢产物, 如柠檬酸等跨细胞转运的有机阴离子转运蛋白家族。根据对底物亲和力的差别, 该家族被分为低亲和力转运蛋白 (SDCT1, NaDC1) 和高亲和力转运蛋白 (SDCT2, NaDC3) 两类, 分别负责从食物和尿或血液中重吸收与摄取三羧酸循环中间产物^[1-4]。它们主要在肾脏以及小肠、肝、脑、胎盘等重要生命器官中表达。我室的研究表明, SDCT1 可参与体内酸碱平衡的调节, 并与肾结石的形成有关^[5]。但是关于 SDCT2 的生理功能及其与疾病的关系目前并不清楚。

在前期工作中, 我们已经从人肾组织中克隆出了 SDCT2 cDNA 基因, 其 DNA 序列已被国际三大基因库 GenBank、EMBL 和 DDBJ 登记收录^[6]。但是, 目前对于该蛋白质的亚细胞定位信号并不清楚。为了进一步丰富对 SDCT2 蛋白结构与功能关系的认识, 本文将野生型、N 端和 C 端缺失的 SDCT2 基因分别插入真核表达载体 pEGFP-N3 中, 构建了系列 SDCT2 与增强型绿色荧光蛋白 (EGFP) 的融合蛋白表达载体, 并转染到 LLC-PK1 细胞中表达, 在活细胞内直接观测正常和缺失 SDCT2 蛋白在细胞内的分布情况, 以确定 SDCT2

蛋白的亚细胞定位机理。

1 材料与方法

1.1 材料

pEGFP-N3 质粒系 Clontech 公司产品。含有人 SDCT2 cDNA 基因的重组质粒 pGEM-SDCT2, 系本室克隆并插入 pGEM-T 载体构建而成。猪肾小管上皮细胞系 LLC-PK1 系本室保存。非洲爪蟾购自中国科学院遗传与发育生物学研究所。

1.2 SDCT2 与 EGFP 融合蛋白表达载体构建

根据 SDCT2 基因的序列, 首先设计一对 PCR 引物。上游引物为 5'cg aag ctt cgc cag gcg atc gcg ctg atg 3', 其 5'端加有 HindⅢ酶切位点 (下划线部分), 并含有起始密码子 ATG; 下游引物为 5'cg gga tcc gag ggt ccg aaa tgt gtc att 3', 其 5'端加 BamHⅠ位点 (下划线部分), 并去除 SDCT2 蛋白的终止密码子。然后以 pGEM-SDCT2 为模板进行 PCR 扩增, 再将 SDCT2 基因定向插入 pEGFP-N3 中 EGFP 基因的上游, 并使 SDCT2 的开放阅读框与 EGFP 一致, 以表达融合蛋白 SDCT2-EGFP, 所得表达载体

* 国家重点基础研究发展规划项目 (973) (G2000057000) 和国家自然科学基金资助项目 (30070288, 30121005 和 30270505)。

** 通讯联系人。 Tel: 010-66935462

E-mail: xmchen@public.bta.net.cn, xueyuan_bai@yahoo.com.cn

收稿日期: 2004-05-20, 接受日期: 2004-06-30

经酶切和测序鉴定后命名为 pSDCT2-EGFP (图 1)。

1.3 细胞培养与重组质粒转染

LLC-PK1 细胞用含有 10% FBS 的 MEM 完全培养基培养。将细胞接种于共聚焦显微镜专用培养皿中, 然后通过脂质体 Lipofectamine 的介导, 分别将 pEGFP-N3 和 pSDCT2-EGFP 转染到 LLC-PK1 细胞中。转染 10 h 后开始用荧光显微镜观察细胞中融合蛋白的表达情况, 48 h 后换用含有 G418 (1 500 mg/L) 的 MEM 完全培养基, 以筛选得到稳定表达 SDCT2 的细胞克隆。

1.4 激光共聚焦显微镜观察 SDCT2-EGFP 融合蛋白的亚细胞定位

用 Radiance 2000 型激光共聚焦显微镜 (Bio-Rad 公司) 对转染的细胞进行激光断层扫描以确定蛋白质在细胞内的定位。激发波长 488 nm, 在 Lasersharp 2000 程序下分别进行横扫 (X-Y 轴) 和纵扫 (X-Z 轴)。扫描图象用 LaserPix 4.0 软件进行图象处理。同时用生物信息学软件 Psort II (<http://psort.nibb.ac.jp/>) 和 Target P (<http://cbs.dtu.dk/>) 分析该蛋白质在细胞内的定位。

1.5 SDCT2-EGFP 融合基因的体外转录与 mRNA 显微注射

将 SDCT2-EGFP 融合基因插入 pBluescript T3 启动子的下游, 构建 pBlue-SDCT2-EGFP, 并体外转录出融合基因的 mRNA。从雌性非洲爪蟾腹腔取出 IV-V 级卵母细胞, 并置于含有 100 U/ml 青霉素和 100 mg/L 链霉素的 Barth's 培养液中 (96 mmol/L NaCl, 2 mmol/L KCl, 1.8 mmol/L CaCl₂, 1 mmol/L MgCl₂, 5 mmol/L HEPES-Tris, pH 5.5 ~ 9.5) 于 18℃ 培养。然后用显微注射仪将 SDCT2-EGFP mRNA (约 20 ~ 50 ng) 注入卵母细胞中, 对照组注射水。

1.6 SDCT2-EGFP 在爪蟾卵母细胞中的表达和定位分析

将注射后的卵细胞放入培养液中 (5 mmol/L 琥珀酸, 100 mmol/L NaCl, 2 mmol/L KCl, 1 mmol/L CaCl₂, 1 mmol/L MgCl₂, 10 mmol/L HEPES-Tris, pH 7.5) 于 18℃ 培养约 2 ~ 6 天, 然后用共聚焦显微镜观察该蛋白质在爪蟾卵母细胞中的表达及亚细胞定位情况。

1.7 SDCT2 缺失突变体的扩增及融合蛋白表达载体的构建

首先用 TMHMM 2.0 和 TMpred 软件对 SDCT2 蛋白质的二级结构进行分析, 然后根据分析结果设

计 2 对 PCR 引物, 通过 PCR 分别获得 N 端 16 个氨基酸缺失的 SDCT2 突变体 SDCT2N 和 C 端 34 个氨基酸缺失的 SDCT2 突变体 SDCT2C。用于扩增 SDCT2N 的上游引物为: 5'gc aag ctt atg gtg ctg ctg ttc acg ceg etc 3', 其 5' 端加有 Hind III 酶切位点 (下划线部分) 及起始密码子 ATG; 下游引物 5'cg gga tcc gag ggt ceg aaa tgt gtc att 3', 其 5' 端加有 BamH I 位点 (下划线部分), 并去除 SDCT2 蛋白的终止密码子。用于扩增 SDCT2C 的上游引物为 5'gc aag ctt cgc cag gcg atc gcg ctg atg 3', 其 5' 端加有 Hind III 位点 (下划线部分); 下游引物为 5'gc gga tcc ctg tgc cca ggt att cat agc 3', 其 5' 端加有 BamH I 位点 (下划线部分)。将这 2 个缺失突变体插入 pEGFP-N3 中, 构建表达载体 pSDCT2N-EGFP 和 pSDCT2C-EGFP, 然后转染到 LLC-PK1 并用共聚焦显微镜观察它们在细胞内的定位。

1.8 免疫组化确定人 SDCT2 蛋白在人肾组织中的表达部位

取正常人肾活检组织进行石蜡包埋切片 (4 μm)、脱蜡、水化、微波抗原修复, 用 10% 正常羊血清封闭 30 min, 滴加 1:2 500 稀释的兔抗人 SDCT1 或 SDCT2 抗体, 37℃ 孵育 45 min; 依次滴加生物素偶联的羊抗兔 IgG 及辣根过氧化物酶标记的链霉亲和素, 室温下各孵育 15 min, DAB 显色 2 min, 显微镜观察结果。

2 结 果

2.1 SDCT2 与 EGFP 融合蛋白表达载体的构建

载体 pSDCT2-EGFP 的构建见图 1。先用 PCR 扩出 SDCT2 cDNA 片段, 然后将 SDCT2 定向插入

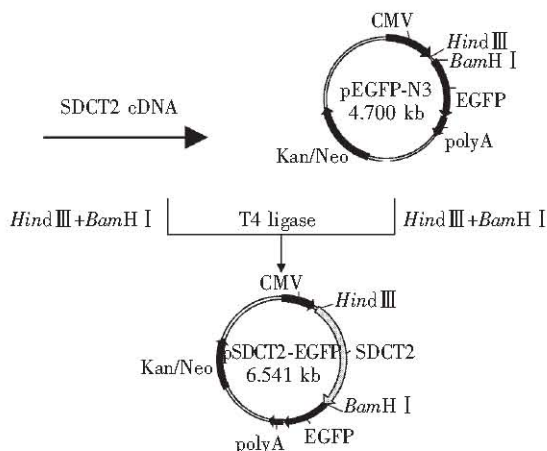


Fig. 1 The scheme for construction of recombinant vector pSDCT2-EGFP

pEGFP-N3 中 EGFP 基因的上游, 使两者的开放阅读框一致, 以表达出正确的 SDCT2-EGFP 融合蛋白, 所得载体被命名为 pSDCT2-EGFP.

2.2 SDCT2 融合蛋白在 LLC-PK1 中的表达

分别将 pEGFP-N3 和 pSDCT2-EGFP 转染 LLC-PK1 细胞, 转染后 10 h 在荧光显微镜下即可观察到两种细胞内有少量绿色荧光出现并逐渐增强. 其中 pEGFP-N3 转染后在整个细胞内可见均匀分布有绿色荧光; 而 pSDCT2-EGFP 转染的细胞, 荧光主要分布于胞膜上, 少量分布于胞质, 在胞核没有荧光. 由于 EGFP 被融合在 SDCT2 的下游, 只有两者的阅读框一致, EGFP 才能得到正确表达并发出绿色荧光, 所以这表明 SDCT2 基因没有突变. 于转染后 48 h 加入 G418, 经过约 2 周筛选, 获得了多个 SDCT2-EGFP 融合基因稳定转染的细胞克隆, 这些克隆在体外连续传代过程中其荧光强度无明显减弱.

2.3 SDCT2 融合蛋白在 LLC-PK1 中的亚细胞定位

生物信息学分析显示 SDCT2 蛋白序列中无核定位信号 (nuclear localization signal, NLS), C 端无内质网滞留基序 (endoplasmic reticulum retention motif). 该蛋白质位于细胞膜、内质网、线粒体和细胞核的可能性分别为 65.2%, 26.1%, 4.3% 和 4.3%. 为验证此结果, 我们用激光共聚焦显微镜观察了 pSDCT2-EGFP 转染细胞的绿色荧光分布情况. 结果发现, 对照载体 pEGFP-N3 转染细胞内的绿色荧光均匀地分布于整个细胞中, 但核仁处似乎没有 (图 2a). 理论上 EGFP 蛋白并没有核定位信

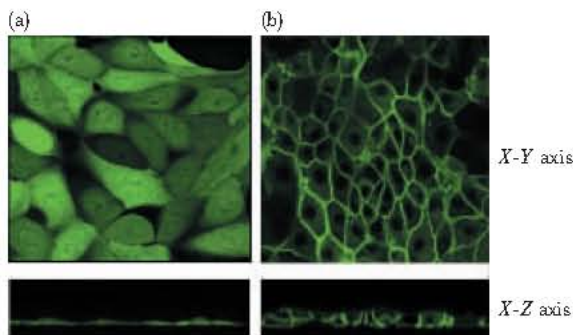


Fig. 2 Subcellular localization of SDCT2-EGFP fusion protein in LLC-PK1 by laser confocal microscopy

(a) pEGFP-N3-transfected LLC-PK1 cells; (b) pSDCT2-EGFP-transfected LLC-PK1. Top: X-Y axis scanning; Bottom: X-Z axis scanning.

号序列 (NLS), 不应当进入细胞核内, 但由于其分子质量较小 (27 ku), 故可能通过弥散进入细胞核内. 对于 pSDCT2-EGFP 转染的细胞, X-Y 扫描显示, 绿色荧光主要聚集于细胞膜上, 少部分分布在核周围的细胞质中, 可能主要是内质网与高尔基复合体, 细胞核未见荧光 (图 2b). 纵切扫描 (X-Z) 结果显示, 绿色荧光主要分布在细胞的基底膜和侧膜上, 顶膜上几乎没有. 表明 SDCT2 蛋白在内质网合成后, 可能经过高尔基复合体逐渐迁移并最终定位于肾小管上皮细胞的基底侧膜上, 呈现极性分布特征.

2.4 SDCT2 融合蛋白在爪蟾卵母细胞中的定位

将 SDCT2-EGFP mRNA 注入爪蟾卵母细胞中表达, 2~3 天后用共聚焦显微镜观察. 结果发现绿色荧光仅分布于细胞膜上, 其他部位未见荧光, 其中, 在细胞膜的动物极表达量比在细胞膜的植物极明显地多. 表明 SDCT2-EGFP 融合蛋白仅在卵细胞膜上表达, 不在其他部位表达 (图 3b).

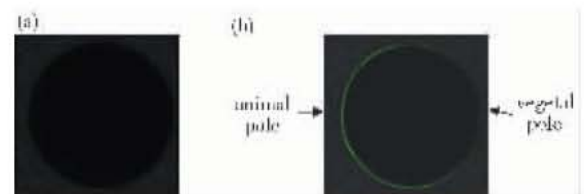


Fig. 3 Expression of SDCT2-EGFP fusion protein in *Xenopus* oocytes by confocal microscopy

(a) water-injected oocytes; (b) oocytes injected with EGFP-SDCT2 mRNA.

2.5 SDCT2 蛋白的细胞膜定位信号分析

二级结构分析显示 SDCT2 蛋白由 3 部分组成: 即位于细胞内的 N 端区域 (第 1~16 氨基酸), 中间 12 个跨膜螺旋区 (trans-membrane helix domains, TM) (第 17~566 氨基酸) 和位于细胞外的 C 端区域 (第 567~602 氨基酸). 为了确定 SDCT2 蛋白的细胞膜定位信号, 分别将 SDCT2 N 端 16 个氨基酸和 C 端 34 个氨基酸缺失, 然后将这 2 个缺失体插入到 pEGFP-N3 中, 构建融合蛋白表达载体 pSDCT2N-EGFP 和 pSDCT2C-EGFP (图 4), 转染 LLC-PK1 后用共聚焦显微镜观察绿色荧光在细胞中的分布.

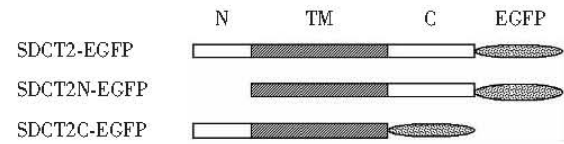


Fig. 4 Structure diagram of wild-type SDCT2 and deletion mutants

N: N-terminal domain; TM: trans-membrane domain; C: C-terminal domain.

对于 pSDCT2N-EGFP 转染的细胞, X-Y 扫描可见绿色荧光主要分布于细胞质中, 核内没有表达, X-Z 扫描结果可见绿色荧光不仅分布到底侧膜而且还分布到顶膜上, 表明 SDCT2 蛋白 N 端缺失后, 该蛋白质失去了极性分布特征 (图 5a)。对于 pSDCT2C-EGFP 转染的细胞, X-Y 扫描结果可见绿色荧光主要位于细胞膜上, 极少部分位于细胞质中, X-Z 扫描结果可见 SDCT2 蛋白主要分布在基底膜和侧膜上, 顶膜上很少有表达 (图 5b), 其荧光分布情况与野生型 SDCT2 蛋白类似, 表明即使 SDCT2 蛋白的 C 端缺失, 该蛋白质仍保持其极性分布的特性。这些结果表明, SDCT2 蛋白的 N 端序列对其合成后的分选、迁移及最终定位于细胞的基底侧膜是必需的, 一旦 N 端缺失则可能影响 SDCT2 蛋白的正常迁移过程和最终的极性定位, 而 C 端对于 SDCT2 的极性定位不是必需的, 人 SDCT2 蛋白的基底侧膜定位信号位于其 N 端序列中。

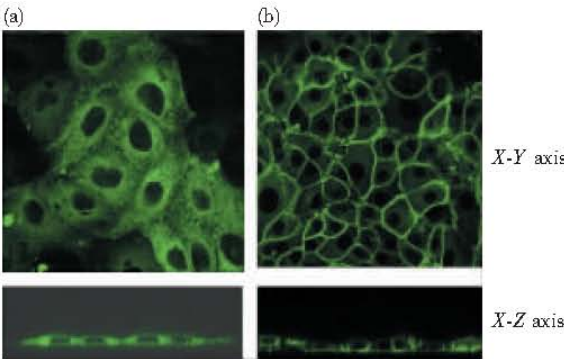


Fig. 5 Localization of N- and C-terminal deletion mutants of SDCT2 in LLC-PK1 cells by confocal microscopy

(a) pSDCT2N-EGFP-transfected LLC-PK1; (b) pSDCT2C-EGFP-transfected LLC-PK1. Top: X - Y axis scanning; Bottom: X - Z axis scanning.

2.6 SDCT2 蛋白在人肾脏组织中的分布

为进一步确定 SDCT2 蛋白在人肾组织中的分布状况, 对人肾组织进行了免疫组化染色。结果显示, SDCT2 蛋白主要表达于人近端肾小管上皮细胞的基底膜上, 在远端肾小管、集合管、肾间质和肾小球中未见 SDCT2 的阳性表达 (图 6a)。而作为对照的 SDCT1 则主要定位于近端肾小管上皮细胞的管腔侧膜 (即顶膜), 在其他部位未见 SDCT1 的阳性表达 (图 6b)。

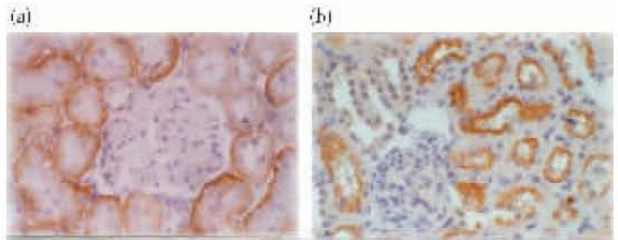


Fig. 6 Distribution of SDCT2 protein in human kidney tissue by immunohistochemistry staining

(a) staining by anti-SDCT2 antibody; (b) staining by anti-SDCT1 antibody.

3 讨 论

参与三羧酸循环的中间代谢产物包括琥珀酸等二羧酸类以及柠檬酸等三羧酸类。正常情况下血液中的这些产物可从肾小球基底膜自由滤过进入原尿中, 但大部分又在肾小管通过 SDCT1 被重吸收^[4]。目前对 SDCT2 蛋白的生理功能并不清楚, 但在果蝇和线虫中的研究发现, SDCT2 基因可通过对能量代谢的调控而与衰老、长寿密切相关, 可能是一类新的长寿基因 (longevity gene)^[7]。因此, 阐明 SDCT2 蛋白的结构、功能、表达调控及其与疾病的关系具有重要的意义。为此我们在肾小管上皮细胞和卵母细胞中表达了 SDCT2 与 EGFP 的融合蛋白, 试图用 EGFP 作为分子标签来确定 SDCT2 蛋白在活细胞中的亚细胞定位情况。EGFP 分子质量较小, 当与外源基因融合表达时一般不影响外源蛋白的构象和功能, 外源蛋白在细胞内的表达、迁移及定位情况可由 EGFP 产生的荧光来反映^[8]。结果发现, 这些细胞发出的绿色荧光主要聚集在细胞膜上, 由于 EGFP 本身没有膜定位信号, 其荧光在细胞膜的浓聚只能是由与之融合的 SDCT2 蛋白所决定, 这表明正常情况下 SDCT2 蛋白定位于细胞的基底侧膜上, 这一结果与生物信息学分析及免疫组

化染色一致。

人上皮细胞的胞膜（如肠道、肾小管等）可以分为结构和功能上不同的 2 个区域：顶膜区（apical membrane）或腔面膜和基底侧膜区（basolateral membrane），两者的组成成分如膜蛋白及脂质明显不同。生理情况下，各种膜蛋白如离子通道蛋白和转运蛋白多呈极性分布，分别定位在顶膜或基底侧膜，这种分布特性对于它们发挥正常的生理功能是必需的。病理状态下，如肾小管缺血缺氧时，膜蛋白分布可以失去极性。目前对于膜蛋白合成后的分选（sorting）及在上皮细胞中极性定位的分子机理并不清楚。一些研究发现在蛋白质的某些结构区氨基酸中可能存在与亚细胞定位有关的信号序列^[9]。为了进一步确定到底 SDCT2 蛋白的哪些结构区域参与了其极性定位，我们分别将 SDCT2 的 N 端和 C 端缺失突变体转染细胞。结果显示，SDCT2 N 端突变体主要分布于细胞质中，即使到达细胞膜也失去了极性分布特性；而 C 端突变体的分布情况与野生型 SDCT2 蛋白类似。这表明 SDCT2 蛋白的 N 端对于其合成后的迁移及最终靶向定位于基底侧膜上是必需的，一旦 N 端缺失则可能干扰 SDCT2 蛋白的分选、迁移和定位过程；而 C 端对于 SDCT2 蛋白的定位不是必需的。这说明人 SDCT2 蛋白的细胞膜定位信号序列可能位于其 N 端区域中。

参 考 文 献

- 1 Pajor A M, Gangula R, Yao X Z. Cloning and functional characterization of a high-affinity Na^+ -dicarboxylate cotransporter from mouse brain. *Am J Physiol Cell Physiol*, 2001, **80** (5): N3215 ~ N3223
- 2 Chen X M, Tsukaguchi H, Chen X Z, *et al.* Molecular and functional analysis of SDCT2, a novel rat sodium-dependent dicarboxylate transporter. *J Clin Invest*, 1999, **103** (8): 1159 ~ 1168
- 3 Pajor A M, Sun N N. Molecular cloning, chromosomal organization, and functional characterization of a sodium-dicarboxylate cotransporter from mouse kidney. *Am J Physiol Renal Physiol*, 2000, **279**: F482 ~ F490
- 4 Pajor A M. Citrate transport by the kidney and intestine. *Seminars in Nephrology*, 1999, **19** (2): 195 ~ 200
- 5 何亚妮, 陈香美, 于志恒, 等. 人钠/二羧酸转运蛋白 1 在肾组织的表达变化及其与肾结石发病的关系. *中华医学杂志*, 2001, **81** (17): 1066 ~ 1070
He Y N, Chen X M, Yu Z H, *et al.* *Natl Med J China*, 2001, **81** (17): 1066 ~ 1070
- 6 白雪源, 陈香美, 邱 强. 人肾高亲和钠离子依赖性二羧酸转运蛋白基因的克隆和生物信息学分析. *中国生物化学与分子生物学报*, 2002, **19** (4): 404 ~ 410
Bai X Y, Chen X M, Qiu Q. *Chin J Biochem Mol Biol*, 2002, **19** (4): 404 ~ 410
- 7 Rogina B, Reenan R A, Nilson S P, *et al.* Extended life-span conferred by cotransporter gene mutations in *Drosophila*. *Science*, 2000, **290** (5499): 2137 ~ 2140
- 8 叶中德, 沈倍奋, 黎 燕. STAT3 入核的核定位序列研究. *生物化学与生物物理进展*, 2004, **31** (1): 32 ~ 35
Ye Z D, Shen B F, Li Y. *Prog Biochem Biophys*, 2004, **31** (1): 32 ~ 35
- 9 Sun A Q, Arrese M A, Zeng L, *et al.* The rat liver Na^+ /bile acid cotransporter, importance of the cytoplasmic tail to function and plasma membrane targeting. *J Biol Chem*, 2001, **276** (9): 6825 ~ 6833

Subcellular Localization Signal Analysis of High-affinity Sodium-dependent Dicarboxylate Co-transporter Protein*

BAI Xue-Yuan, HOU Kai, CHEN Xiang-Mei**, FENG Zhe, FU Bo, WU Di

(Chinese PLA Kidney Center & Key Laboratory for Nephrology, Chinese PLA General Hospital & Military Medical Postgraduate College, Beijing 100853, China)

Abstract In order to define subcellular localization of SDCT2, expression vector of SDCT2 and EGFP (enhanced green fluorescence protein) fusion protein was constructed and transfected into pig renal tubular epithelial cells LLC-PK1. Laser confocal microscopy showed that SDCT2 protein was almost exclusively located at the basal and lateral membranes of LLC-PK1 cells. When SDCT2-EGFP mRNA was microinjected into *Xenopus* oocytes, green fluorescence of the fusion protein was only found at the cellular membrane. To further determine subcellular localization signal of SDCT2, its N-terminal and C-terminal sequences were deleted and fused with EGFP. These deletion mutants were transfected into LLC-PK1 and their intracellular distributions were observed. The confocal analysis indicated that the SDCT2 with N-terminal deletion was predominantly distributed in the cytoplasm and also expressed at apical and basolateral membranes. The SDCT2 with C-terminal deletion was almost entirely distributed at the basolateral membrane, nearly not expressed at the apical membrane, and seldom expressed in the cytoplasm.

Immunohistochemistry staining revealed that SDCT2 only expressed at the basolateral membrane of proximal renal tubular cells. The above results suggested that the N-terminus of SDCT2 is required for its subcellular localization and the basolateral membrane localization signal of SDCT2 locates in the N-terminal sequence.

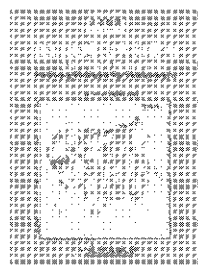
Key words dicarboxylate co-transporter, subcellular localization, EGFP, renal tubule

* This work was supported by grants from The Special Funds for Major State Basic Research Program of China (G2000057003) and The National Natural Science Foundation of China (30070288, 30121005 and 30270505).

** Corresponding author. Tel: 86-10-66935462, E-mail: xmchen@public.bta.net.cn, xueyuan_bai@yahoo.com.cn

Received: May 20, 2004 Accepted: June 30, 2004

科学出版社生命科学编辑部新书推介



蛋白质纯化实验指南——用于蛋白质组学研究 (影印)

2004年6月出版 ISBN 7-03-013387-0/Q.1423

大16开, 平装, 812页 定价: 98.00元

Purifying proteins for proteomics: a Laboratory Manual

by Richard J. Simpson

Cold Spring Harbor Lab (CSHL) Press, 2004

本书是冷泉港实验室出版社最新推出的, 是《蛋白质与蛋白质组学实验指南》的姐妹篇。秉承了冷泉港实验手册一贯的先进性、实用性和权威性, 内容丰富, 信息全面, 方案设计完善, 技术适用范围较广。本书提供了分离蛋白质的背景资料、理论、实验方案和实验结果的优化方法, 以及疑难解答, 包括专门用于蛋白质组学研究的制备、色谱层析和电泳技术, 用于结构蛋白质组学研究的蛋白质纯化分析技术等。

本书是遗传学、分子生物学研究者从基因组学、基因型研究转向蛋白质组和表型研究的必备工具书。



探索基因组学、蛋白质组学和生物信息学

Discovering Genomics, Proteomics, and Bioinformatics

by A. Malcolm Campbell & Laurie J. Heyer

孙之荣 主译 2004年6月出版 ISBN 7-03-012921-0/Q.1384

16开, 460页, 附光盘 定价: 58.00元

本书是入门级基因组学参考书。围绕对基因组学、蛋白质组学和生物信息学的概括描述, 向读者介绍了近几年来生物学以及医学生物学研究方法上的发展, 以及这些方法在研究思维上的深远影响。作者以通俗易懂的语言将这三个方面里组成一个研究、探索问题的互动平台, 使读者对生物信息学有一个系统的认识和了解, 利于更深入的研究。内容主要包括基因组序列、基因组变异、基因组表达、DNA芯片、蛋白质组学、全基因组学以及基因组学在医学病例中的应用等, 同时穿插问题探讨、数学备忘录等使内容更加丰富, 并附有图片光盘, 同时本书的网站连接更利于读者查阅相关资料。

欢迎各界人士邮购科学出版社各类图书 (免邮费)。邮购地址: 100717 北京东黄城根北街16号科学出版社 科学分社

联系人: 阮芯 联系电话: 010-64034622 (带传真)

更多精彩图书请登陆网站 <http://www.lifescience.com.cn>, 欢迎致电索要书目, 010-64012501