

# 子午沙鼠子鼠肾中水通道蛋白 1、2 的表达

张春燕<sup>①</sup> 侯天德<sup>②\*</sup> 程 昉<sup>②</sup> 桑 秋<sup>②</sup>

① 河西学院农业与生物技术学院 张掖 734000; ② 西北师范大学生命科学院 兰州 730070

**摘要:** 应用免疫组织化学方法和体视学半定量方法检测了水通道蛋白 1、2(aquaporin 1, 2) 在子午沙鼠 (*Meriones meridianus*) 子鼠肾中的表达, 利用 IPP 专业图像分析软件对其表达强度进行了定量分析。结果显示, 1、7、14、21、32 日龄子午沙鼠仔鼠肾均有水通道蛋白 1、2 的阳性表达, AQP1 表达部位为肾近曲小管上皮细胞的顶质膜和基底膜、髓袢细段; AQP2 的表达位于集合管主细胞的游离面细胞膜; 7 日龄子午沙鼠仔鼠肾 AQP1 阳性表达的面密度增加显著 ( $P < 0.05$ ), 光密度增加极显著 ( $P < 0.01$ ), 7 日龄子午沙鼠仔鼠肾 AQP2 阳性表达的面密度和光密度增加极显著 ( $P < 0.01$ ), 7 日龄后无差异 ( $P > 0.05$ )。结果表明, 7 日龄后子午沙鼠子鼠肾 AQP1、2 的表达水平增强, 近曲小管与髓袢细段、集合管对水的重吸收增强, 以浓缩尿液, AQP1、2 对子鼠尿的浓缩起重要作用, 从而调节肾水的平衡。

**关键词:** 子午沙鼠子鼠; 肾发育; 水通道蛋白 1、2 表达; 免疫组织化学

**中图分类号:** Q955 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2014)02-162-08

## Expression of AQP 1, 2 Proteins in Kidney of Filial *Meriones meridianus*

ZHANG Chun-Yan<sup>①</sup> HOU Tian-De<sup>②\*</sup> CHENG Fan<sup>②</sup> SANG Qiu<sup>②</sup>

① College of Agriculture and Biotechnology of Hexi University, Zhangye 734000;

② College of Life Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China

**Abstract:** The expression of AQP1, 2 in kidney of filial *Meriones meridianus* was investigated by immunohistochemistry combined with stereological method, and the expression intensity of AQP1, 2 was analyzed by IPP professional image analysis software. Results showed that there was expression of AQP1, 2 in kidney of filial *M. meridianus* at postnatal day 1, 7, 14, 21, and 32. AQP1 immunopositive cells mainly distributed in the epithelial cells of proximal convoluted tubule and thin segment of medullary loop in kidney at postnatal day 1, 7, 14, 21, and 32, while AQP2 expressed on the apical plasma membrane of collecting duct principal cells at postnatal day 1, 7, 14, 21, and 32. Surface area density and average optical density of AQP1 positive cells in proximal convoluted tubule and thin segment of medullary loop and AQP2 positive cells in collecting duct in kidney of filial *M. meridianus* increased ( $P < 0.05$  or  $P < 0.01$ ) at postnatal 7 day, but there was no significant difference from postnatal day 7 to postnatal day 32 ( $P > 0.05$ ). The results showed that the expression level of AQP1, 2 positive cells in kidney of filial *M. meridianus* increased at postnatal day 7, when the ability of water reabsorption of proximal convoluted tubule, thin segment of medullary loop and collecting duct increased. AQP1, 2 might play an important role in urine concentrating of filial *M. meridianus* kidney to regulate the balance of water in kidney.

**Key words:** Filial *Meriones meridianus*; Development of kidney; The expression of aquaporin 1, 2 protein; Immunohistochemistry

**基金项目** 甘肃省教育厅研究生导师科研项目 (No. 0801-06), 甘肃省科技计划项目 (No. 1304FKCG103);

\* 通讯作者, E-mail: houtd@nwnu.edu.cn;

**第一作者介绍** 张春燕, 女, 讲师; 研究方向: 细胞与发育生物学; E-mail: zhangcylcy@163.com。

收稿日期: 2013-06-17, 修回日期: 2013-10-11

子午沙鼠 (*Meriones meridianus*) 属啮齿目仓鼠科沙鼠亚科沙鼠属, 是一种典型的荒漠鼠种, 主要栖息于沙质和土质的荒漠环境中, 以剥食植物上尚未掉落的种子为食 (戴昆等 1998)。子午沙鼠是一种干燥性气候环境耐受的特殊种类, 仅靠食用植物的茎叶或者尚未掉落的种子补充体内水分, 排出少量高浓缩尿以及干燥的粪便。有关子午沙鼠的研究主要集中在形态地理变异 (董媛 2007)、种群数量的调查 (侯希贤等 2007)、微栖息地选择和取食对策 (地拉娜·艾力肯等 2010)、人工饲养条件下的繁殖特征 (蒋卫等 1995)、分子进化 (李佳琦 2008)、消化道微区内元素的定性和定量分析 (方盛国等 1993)、胃及肠表面的扫描电镜观察 (孟雁等 1994), 但对子午沙鼠肾水通道蛋白 (aquaporins, AQPs) 的研究尚未见到。肾在维持机体水代谢及渗透压平衡中起了关键作用。AQPs 是肾重吸收水、浓缩尿液、维持机体水平衡的重要分子基础 (张艳敏等 2003)。本文研究的野生子午沙鼠捕获自甘肃省民勤县, 该地区位于腾格里沙漠和巴丹吉林沙漠之间, 暖温少雨, 属半年以上旱季的荒漠带, 野生子午沙鼠不饮水, 而靠食用耐旱的梭梭 (*Herba Cistranches*)、怪柳 (*Tamarix chinensis*)、泡泡刺 (*Nitraria sphaerocarpa*)、骆驼刺 (*Alhagi sparsifolia*)、膜果麻黄 (*Ephedra przewalskii*) 和黑柴 (*Sympegma regelii*) 等灌丛植物的茎叶或者尚未掉落的种子补充体内水分 (罗泽珣等 2000)。本文运用免疫组织化学方法检测了 AQP1、2 在子午沙鼠子鼠肾的表达, 探讨子午沙鼠调节机体水平衡机理, 为子午沙鼠在生物、医学方面的应用提供依据。

## 1 材料与方 法

**1.1 实验仪器及试剂** 兔抗水通道蛋白 1、兔抗水通道蛋白 2、即用型链霉亲和素-生物素-过氧化物酶复合物 (SABC) 免疫组化试剂盒、DAB 显色剂, 均购于武汉博士德生物工程有限公司。显微镜 (Olympus, FX-35WA, Japan)、微波炉 (Galanz)、切片仪 (YD-202)。

**1.2 实验动物分组及处理** 野生子午沙鼠, 体重 70 ~ 100 g, 2010 年 5 月捕获自甘肃省民勤县, 动物捕获后在实验室安静环境下饲养, 室温 22 ~ 26℃, 自然光照, 饲喂小麦、蔬菜等。雌雄合笼, 共 20 对, 记录子鼠出生日期, 选取 1、7、14、21、32 日龄子鼠, 每一个日龄个体分别取 3 只雌鼠的后代各 2 只, 共 6 只, 5 个日龄实验个体共 30 只。

**1.3 免疫组织化学 (SABC 法)** 取 1、7、14、21、32 日龄子鼠, 称重, 解剖未发现有病理变化, 立即摘取两侧肾, 称重后放入预冷的生理盐水, 洗去血迹, 以一定间距的排刀横向截切全肾成薄片状, 用 10% 福尔马林液固定作为实验材料。固定 24 h 后, 常规脱水、透明、浸蜡、石蜡包埋后连续切片 (厚度 6 μm)。载玻片用防脱片剂处理后, 切片常规脱蜡至水。3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 室温孵育 5 ~ 10 min 以灭活内源性过氧化物酶活性, 蒸馏水洗 3 次。将切片浸入 0.01 mol/L 枸橼酸盐缓冲液 (pH 6.0), 微波炉加热修复抗原, 冷却后 PBS (pH 7.2 ~ 7.6) 洗涤 1 ~ 2 次。滴加 5% BSA 封闭液封闭非特异性反应位点。滴加一抗 (兔抗水通道蛋白 1 或兔抗水通道蛋白 2, 工作浓度为 1:200), 置 4℃ 冰箱孵育过夜, PBS 洗涤 3 次。滴加生物素化山羊抗小鼠 IgG, 室温孵育 30 min, PBS 洗涤 3 次。滴加试剂 SABC (链霉素-抗生物素蛋白-过氧化物酶复合物工作液), 室温孵育 30 min, PBS 洗涤 4 次, 空白对照用 PBS 代替一抗。使用 DAB 显色试剂盒显色, 苏木精轻度复染, 脱水、透明、封片, 光镜观察并拍照。

**1.4 体视学测量** 选取 1、7、14、21、32 日龄子鼠肾免疫组织化学切片, 在显微镜下观察、拍照。随机取每种免疫蛋白照片各 10 张 (×400), 采用方格测试系统 (测试面积 11 512 × 10<sup>4</sup> mm<sup>2</sup>, 测试线总长为 7.808 × 10<sup>3</sup> mm, 测试线包括纵线 36 条和横线 28 条, 每小格长为 4 mm, 相当于实际长度的 10 μm, 两种测线的交点为测试点, 总测试点数为 1 008 个), 交点计数法分别测算 1、7、14、21、32 日龄子鼠肾 AQP1、AQP2 免疫阳性细胞的面密度值 ( $S_v$ ),

公式为:  $S_v = 2 I_x / L_c$ ,  $L_c = \sum P_c \cdot a$ , 式中,  $I_x$  为阳性表达的细胞与测试方格的交点数,  $P_c$  为测试系统落在参照系的点数,  $a$  为方格的两点间距离(徐瑞等 2011)。

**1.5 图像分析** 用美国 Image-proplus 6.0 专业图像分析软件(Media Cybernetics)进行图像分析,从 1、7、14、21、32 日龄子鼠肾免疫组织化学切片中各选 1 张形态典型切片,检测 AQP1、AQP2 在子午沙鼠仔鼠肾表达的强度,阳性表达强度以统计场总面积平均光密度值(average optical density, AOD)表示。

**1.6 统计学分析** 实验结果以平均值  $\pm$  标准差(Mean  $\pm$  SD)表示,使用 SPSS 17.0 软件,采用单因素方差分析。 $P < 0.05$  表示差异显著,  $P < 0.01$  表示差异极显著。

## 2 结果

**2.1 子午沙鼠仔鼠肾 AQP1 的表达变化** 1、7、14、21、32 日龄组的子午沙鼠仔鼠肾均有 AQP1 的阳性表达, AQP1 表达于肾近曲小管上皮细胞的顶质膜和基底膜、髓袢细段,免疫组织化学阳性表达部位呈棕黄色(图版 I:1~10)阴性对照组无棕黄色反应物(图版 I:11~12)。与 1 日龄比较,7 日龄仔鼠 AQP1 阳性表达的面密度增加显著( $P < 0.05$ ),光密度增加极显著( $P < 0.01$ , 表 1),7 日龄后与 7 日龄无差异( $P > 0.05$ )(表 1)。

**2.2 子午沙鼠仔鼠肾 AQP2 的表达变化** 1、7、14、21、32 日龄子午沙鼠仔鼠肾均有 AQP2 的阳性表达, AQP2 的表达部位为集合管主细胞

的游离面细胞膜,免疫组织化学阳性表达部位呈棕黄色(图版 II:1~10),阴性对照组无棕黄色反应物(图版 II:11~12)。与 1 日龄比较,7 日龄子午沙鼠仔鼠肾 AQP2 阳性表达的面密度和光密度增加极显著( $P < 0.01$ ),7 日龄后与 7 日龄无差异( $P > 0.05$ )(表 1)。

## 3 讨论

**3.1 子午沙鼠仔鼠肾 AQP1 表达的变化** 目前至少已发现 7 种水通道蛋白在肾表达,而且肾单位在出生后成熟过程中, AQPs 表达存在显著的定量及定性差异(陈珊琳 2005)。AQP1 介导原尿中的水分重吸收,主要分布于近曲小管及髓袢降支薄壁段上皮细胞顶质膜,其表达与这两个肾小管节段内极高的水渗透系数呈显著正相关, AQP1 也是这两个肾小管节段中发现的唯一水通道蛋白(Nielsen et al. 1993)。分布在近曲小管的顶膜和基底膜的 AQP1 在近曲小管的液体重吸收过程中起重要作用,而髓袢细段的 AQP1 与肾髓质高渗梯度相关(张春燕等 2012)。研究表明, AQP1 缺乏使近曲小管渗透性水通透性降低并导致液体重吸收障碍(Schnermann et al. 1998)。AQP1 缺失导致髓袢细段的水通透性降低 10 倍,不能通过逆流倍增原理在肾髓间质形成高渗状态(Chou et al. 1999),研究证实利尿剂乙酰唑胺能够抑制 AQP1 的基因表达(母生梅等 2003)。AQP1 缺失的小鼠(*Mus musculus*)注射加压素,尿渗透压并不升高(Chou et al. 1999), AQP1 敲除小鼠出现多饮、多尿,限水时引起严重脱水,尿浓

表 1 AQP1、AQP2 子午沙鼠仔鼠肾表达的面密度和光密度(平均值  $\pm$  标准差)

Table 1 Surface area density and average optical density of AQP1, 2 positive cells in the kidney of final *Meriones meridianus* (Mean  $\pm$  SD)

日龄 Day	面密度 Surface area density ( $1/\mu\text{m}$ )		吸光度 Absorbance	
	AQP1	AQP2	AQP1	AQP2
1	0.043 1 $\pm$ 0.002 3	0.025 0 $\pm$ 0.002 7	0.207 2 $\pm$ 0.006 2	0.279 3 $\pm$ 0.003 9
7	0.060 0 $\pm$ 0.001 7 *	0.048 1 $\pm$ 0.004 3 **	0.223 1 $\pm$ 0.007 5 **	0.291 6 $\pm$ 0.012 6 **
14	0.063 0 $\pm$ 0.003 6	0.049 6 $\pm$ 0.005 2	0.222 2 $\pm$ 0.011 1	0.294 2 $\pm$ 0.008 1
21	0.067 0 $\pm$ 0.004 3	0.051 5 $\pm$ 0.001 9	0.223 7 $\pm$ 0.008 8	0.296 5 $\pm$ 0.002 9
32	0.069 0 $\pm$ 0.006 7	0.058 0 $\pm$ 0.002 4	0.220 0 $\pm$ 0.002 0	0.295 1 $\pm$ 0.006 9

与前一日龄组比较, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ 。Compared to the former group, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

缩功能严重缺乏 (Ma et al. 1998)。因此, AQP1 在浓缩尿液的形成中具有重要作用。1、7、14、21、32 日龄子午沙鼠子鼠肾 AQP1 主要表达于近曲小管上皮细胞的顶质膜和基底膜以及髓袢细段,7 日龄 AQP1 阳性表达增强,7 日龄后无差异,可能 7 日龄子午沙鼠子鼠肾近曲小管与对髓袢细段对水的重吸收增强以适应其生存环境, AQP1 可能对 1、7、14、21、32 日龄子午沙鼠仔鼠肾的水平衡起调节作用。

**3.2 子午沙鼠子鼠肾 AQP2 表达的变化** 表达于肾集合管的水通道蛋白有 3 种,分别为 AQP2、AQP3、AQP4,这 3 种水通道蛋白的表达与肾集合管的发生发育有一定的关系,从而介导肾水平衡的稳定, AQP2 在肾尿浓缩机制中起重要作用,约 10% 肾小球滤过液流经集合管时,在 AQP2 参与下被重吸 (Nielsen et al. 2002)。集合管细胞顶质膜 AQP2 和细胞内囊泡 AQP2 比值与血浆抗利尿激素 (antidiuretic hormone, ADH) 水平呈正相关性, ADH 水平增高时, ADH 促使囊泡内 AQP2 转移到顶质膜上,提高水通透性,使肾集合管细胞重吸收水增加,尿液浓缩。ADH 水平下降后,顶质膜中的 AQP2 就转移入胞内囊泡中储存,膜上含量减少,重吸收水减少,尿液稀释 (Frokiser et al. 1998)。AQP2 基因突变后可使集合管重吸收水的功能异常,尿液浓缩障碍 (Deen et al. 1996)。AQP2 缺陷或突变的大鼠 (*Rattus norvegicus*) 可严重影响尿液的浓缩能力,从而导致肾源性尿崩症, Yang 等 (2001) 建立的常染色体隐性突变 (T126M) 尿崩症的转基因小鼠模型中,纯合子突变鼠表现为严重的尿浓缩障碍,杂合子小鼠则未表现出明显的尿浓缩障碍,说明 AQP2 在调节机体水平衡上起重要作用。有报道 AQP2 在对集合管水通透性的短期调节中,通过“穿梭机制”引起集合管上皮细胞游离面细胞膜对水通透性的增高,使水分子从低渗状态的集合管管腔进入上皮细胞,再通过侧基底膜上的 AQP3 和 AQP4 进入高渗状态的肾间质从而实现尿液浓缩 (Ishihashi et al. 1997, Kamsteeg et al. 2003)。王堃等 (2009) 对小鼠

的研究也表明, AQP2 在尿液浓缩中起主导作用。AQP2 表达于 1、7、14、21、32 日龄子午沙鼠子鼠肾集合管主细胞的游离面细胞膜,7 日龄 AQP2 阳性表达水平增强 ( $P < 0.01$ ),7 日龄后无差异 ( $P > 0.05$ ), AQP2 面密度的变化规律,7 日龄后与对小鼠的研究结果 (刘美菊等 2006, 王堃等 2009) 一致,但出生后 1~7 d 的变化不同,可能 7 日龄子午沙鼠仔鼠集合管对水的重吸收能力增强,以浓缩尿液,适应生存环境,也可能与物种的差异有关,还有待进一步研究。

## 参 考 文 献

- Chou C L, Knepper M A, van Hoek A N, et al. 1999. Reduced water permeability and altered ultrastructure in thin descending limb of Henle in aquaporin-1 in null mice. *Journal of Clinical Investigation*, 103(4): 491-496.
- Deen P M, van Aubel R A, van Lieburg A F, et al. 1996. Urinary content of aquaporin-1 and -2 in nephrogenic diabetes insipidus. *Journal of the American Society of Nephrology*, 7(6): 836-841.
- Frokiser J, Marples D, Knepper M A, et al. 1998. Pathophysiology of aquaporin-2 in water balance disorders. *The American Journal of the Medical Sciences*, 316(5): 291-299.
- Ishihashi K, Kuwahara Y M, Gu Y, et al. 1997. Cloning and functional expression of a new water channel abundantly expressed in the testis permeable to water, glycerol, and urea. *The Journal of Biological Chemistry*, 272(33): 20782-20786.
- Kamsteeg E J, Bichet D G, Konings I B M, et al. 2003. Reversed polarized delivery of an aquaporin-2 mutant causes dominant nephrogenic diabetes insipidus. *The Journal of Cell Biology*, 163(5): 1099-1109.
- Ma T, Yang B, Gillespie A, et al. 1998. Severely impaired urinary concentrating ability in transgenic mice lacking aquaporin-1 water channels. *The Journal of Cell Biology*, 273(8): 4296-4299.
- Nielsen S, Frøokier J, Marples D, et al. 2002. Aquaporins in the kidney: from molecules to medicine. *Physiological Reviews*, 82(1): 205-244.
- Nielsen S, Smith B L, Christensen E I, et al. 1993. CHIP28 water channels are localized in constitutively water-permeable segments of the nephron. *The Journal of Cell Biology*, 120(2): 371-383.
- Schermann J, Chou C L, Ma T H, et al. 1998. Defective

- proximal tubular fluid reabsorption in transgenic aquaporin-1 null mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95(16): 9660 - 9664.
- Yang B X, Gillespie A, Carlson E J, et al. 2001. Neonatal mortality in an aquaporin-2 knock-in mouse model of recessive nephrogenic diabetes insipidus. *The Journal of Biological Chemistry*, 276(4): 2775 - 2779.
- 陈珊琳. 2005. 水通道蛋白与肾脏疾病. *中华儿科杂志*, 43(9): 711 - 713.
- 戴昆, 胡德夫. 1998. 准噶尔盆地南缘荒漠啮齿类微栖息地特征. *干旱区研究*, 15(3): 28 - 31.
- 地拉娜·艾力肯, 阿尔根·哈地尔, 戴昆, 等. 2010. 子午沙鼠的微栖息地选择特征及其对采食行为研究. *干旱区资源与环境*, 24(8): 186 - 189.
- 董媛. 2007. 子午沙鼠(*Meriones meridianus*)形态地理变异. 兰州: 兰州大学硕士学位论文.
- 方盛国, 陈冠群, 李丹. 1993. 子午沙鼠消化道的 EDS 分析. *四川师范大学学报: 自然科学版*, 16(6): 90 - 93.
- 侯希贤, 董维惠, 周延林, 等. 2000. 子午沙鼠种群数量动态及预测. *生态学报*, 20(40): 712 - 714.
- 蒋卫, 郑强, 张兰英, 等. 1995. 人工饲养条件下子午沙鼠的繁殖特征. *兽类学报*, 15(1): 75 - 76, 72.
- 李佳琦. 2008. 子午沙鼠的分子进化. 兰州: 兰州大学硕士学位论文.
- 刘美菊, 郭敏. 2006. 水通道蛋白-2,4 在小鼠肾发育过程中的表达. *解剖学报*, 37(5): 588 - 591.
- 罗泽珣, 陈卫, 高武, 等. 2000. 中国动物志: 兽纲 第六卷. 北京: 科学出版社, 100 - 113.
- 孟雁, 方盛国, 谢林, 等. 1994. 子午沙鼠胃及肠粘膜表面的 SEM 观察. *四川师范大学学报: 自然科学版*, 17(1): 94 - 975.
- 母生梅, 暨荀鹤, 马兵, 等. 2003. 乙酰唑胺对大鼠肾脏近曲小管上皮细胞作用的差异蛋白分析及其与 AQP1 抑制的关系. *药学报*, 38(3): 169 - 172.
- 王堃, 阎丽菁, 田鹤, 等. 2009. 水通道蛋白 2,3,4 在小鼠肾集合管发育中的表达. *解剖学杂志*, 32(5): 629 - 631.
- 徐瑞, 侯天德, 周涵, 等. 2011. 大鸮肾脏组织结构及相关活性物质的表达. *四川动物*, 30(1): 90 - 93.
- 张春燕, 侯天德, 程昉, 等. 2012. 大耳猬血液、尿无机离子等指标测定及肾脏水通道蛋白 1、2 的表达. *四川动物*, 31(2): 248 - 251.
- 张艳敏, 郭勇. 2003. 肾脏水通道蛋白的研究进展. *四川解剖学杂志*, 11(2): 29 - 31.

## 图版 I 说明

AQP1 在子午沙鼠子鼠肾的表达, ×400

1. 1 日龄子鼠肾近曲小管; 2. 1 日龄子鼠肾髓袢细段; 3. 7 日龄子鼠肾近曲小管; 4. 7 日龄子鼠肾髓袢细段; 5. 14 日龄子鼠肾近曲小管; 6. 14 日龄子鼠肾髓袢细段; 7. 21 日龄子鼠肾近曲小管; 8. 21 日龄子鼠肾髓袢细段; 9. 32 日龄子鼠肾近曲小管; 10. 32 日龄子鼠肾髓袢细段; 11~12. AQP1 阴性对照。

## Explanation of Plate I

Expression of AQP1 in kidney of *Meriones meridianus*, ×400

1. Proximal convoluted tubule of kidney at the day 1; 2. Thin segment of medullary loop of kidney at the day 1; 3. Proximal convoluted tubule of kidney at the day 7; 4. Thin segment of medullary loop of kidney at the day 7; 5. Proximal convoluted tubule of kidney at the day 14; 6. Thin segment of medullary loop of kidney at the day 14; 7. Proximal convoluted tubule of kidney at the day 21; 8. Thin segment of medullary loop of kidney at the day 21; 9. Proximal convoluted tubule of kidney at the day 32; 10. Thin segment of medullary loop of kidney at the day 32; 11-12. Negative control of AQP1.

Pt. 近曲小管; Ts. 肾髓袢细段; ↑ 指示阳性表达。

Pt. Proximal convoluted tubule; Ts. Thin segment of medullary loop; ↑ showing expression of AQP1.

## 图版 II 说明

AQP2 在子午沙鼠子鼠肾的表达, ×400

1. 1 日龄子鼠肾皮质中集合管; 2. 1 日龄子鼠肾髓质中集合管; 3. 7 日龄子鼠肾皮质中集合管; 4. 7 日龄子鼠肾髓质中集合管; 5. 14 日龄子鼠肾皮质中集合管; 6. 14 日龄子鼠肾髓质中集合管; 7. 21 日龄子鼠肾皮质中集合管; 8. 21 日龄子鼠肾髓质中集合管; 9. 32 日龄子鼠肾皮质中集合管; 10. 32 日龄子鼠肾髓质中集合管; 11~12. AQP2 阴性对照。

## Explanation of Plate II

Expression of AQP2 in kidney of *Meriones meridianus*, ×400

1. Collecting ducts of renal cortex of kidney at the day 1; 2. Collecting ducts of renal medulla of kidney at the day 1; 3. Collecting ducts of renal cortex of kidney at the day 7; 4. Collecting ducts of renal medulla of kidney at the day 7; 5. Collecting ducts of renal cortex of kidney at the day 14; 6. Collecting ducts of renal medulla of kidney at the day 14; 7. Collecting ducts of renal cortex of kidney at the day 21; 8. Collecting ducts of renal medulla of kidney at the day 21; 9. Collecting ducts of renal cortex of kidney at the day 32; 10. Collecting ducts of renal medulla of kidney at the day 32; 11-12. Negative control of AQP2.

Ccd. 肾皮质中集合管; Mcd. 肾髓质中集合管; ↑ 指示阳性表达。

Ccd. Collecting ducts of renal cortex; Mcd. Collecting ducts of renal medulla; ↑ showing expression of AQP2.

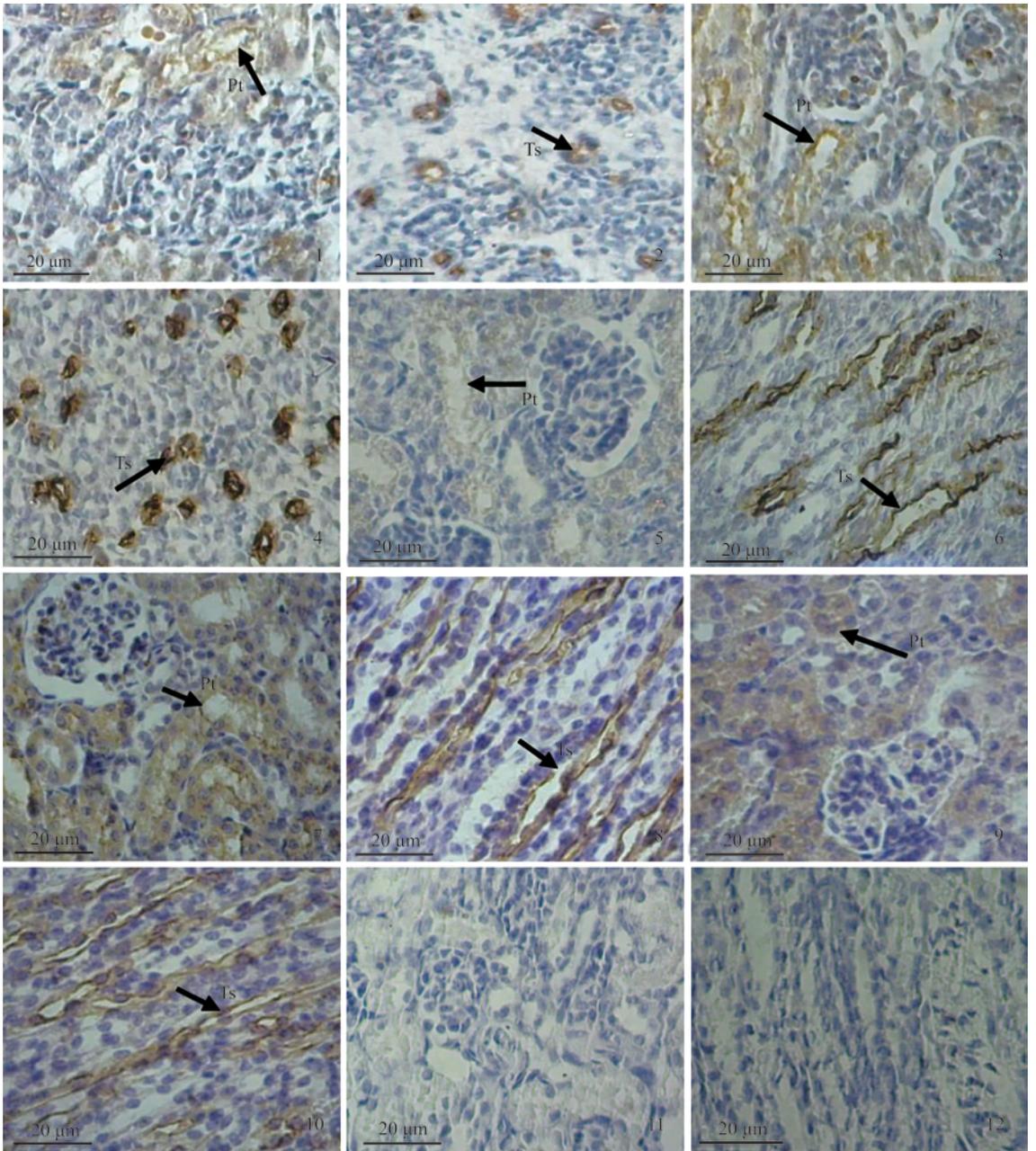
张春燕等:子午沙鼠子鼠肾中水通道蛋白 1、2 的表达

图版 I

ZHANG Chun-Yan *et al.*: Expression of AQP1, 2 Proteins in Kidney of Fifial

*Meriones meridianus*

Plate I



图版说明见文后

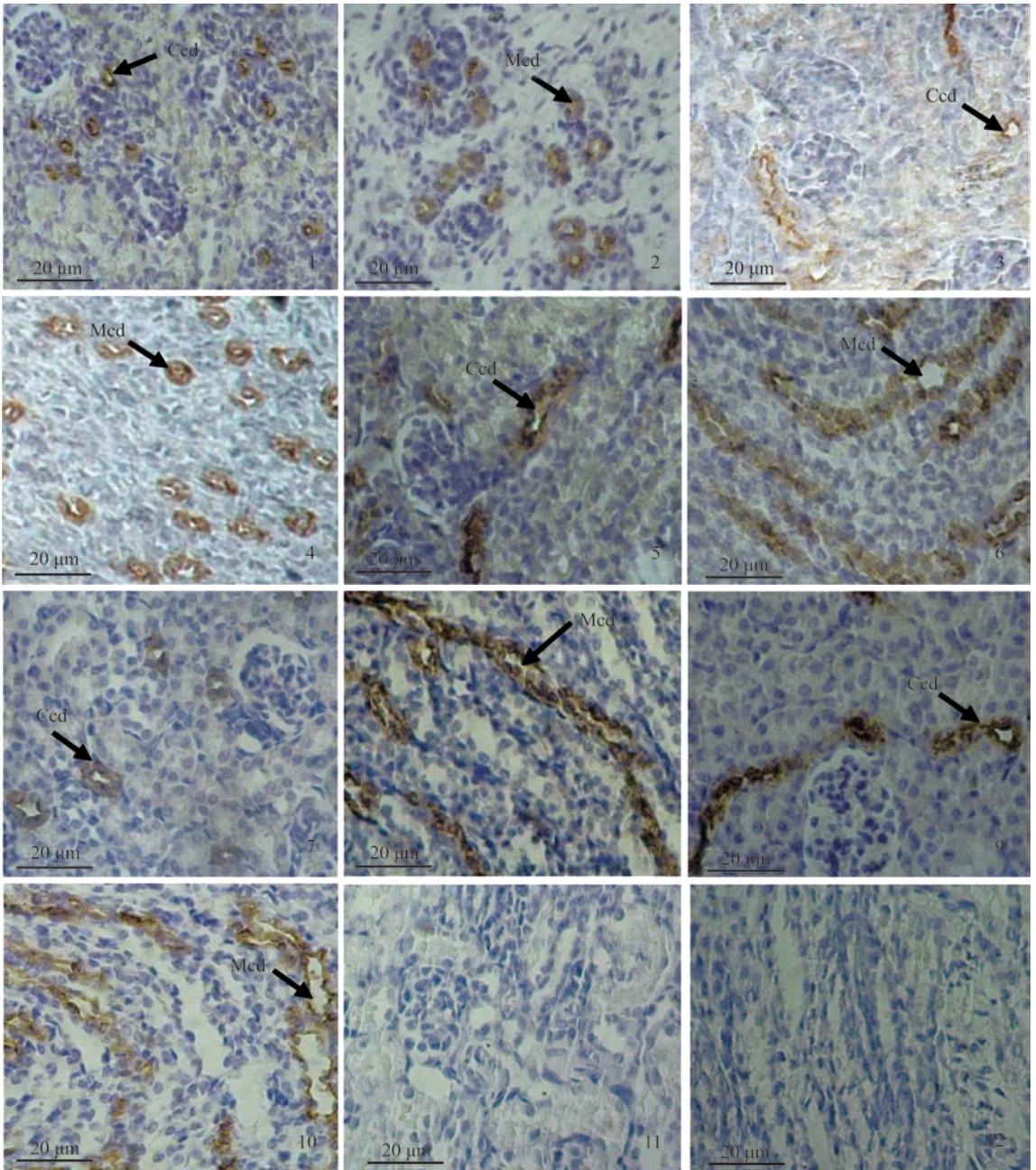
张春燕等:子午沙鼠子鼠肾中水通道蛋白 1、2 的表达

图版 II

ZHANG Chun-Yan *et al.*: Expression of AQP1, 2 Proteins in Kidney of Fifial

*Meriones meridianus*

Plate II



图版说明见文后