

- 24 刘庆德,等.牛磺酸的生物学效应.国外医学 生理病理学与临床分册,1991,11(1):3
- 25 Azuma J, et al. Calcium overload induced myocardial damage caused by isoproterenol and adramycin: possible role of taurine in its prevention. In Huxtable RJ ed. The biology of taurine, ed 1. New York and London: Plenum press, 1987, 167
- 26 Abe M, et al.  $\gamma$ -Aminobutyric acid and taurine antagonize the central effects of angiotensin II and renin on the intake of water and salt, and on blood pressure in rats. *Neuropharmacology*, 1988, 27: 309
- 27 Fujita T, et al. Hypotensive effect of taurine. *J Clin Invest*, 1988, 27: 309
- 28 Inoue A, et al. Retardation of the development of hypertension in DOCA salt - rats by taurine supplement. *Cardiovasc Res*, 1988, 22: 351
- 29 吴建民,等.  $Mg^{2+}$  和牛磺酸对内皮素促血管平滑肌细胞增殖的影响. 北京医科大学学报, 1991, 23(5): 351~352
- 30 Pronczal A, et al. Taurine decreases platelet aggregability in cats and human. *FASEB J*. 1988, 2: 7671
- 31 Hayes K C, et al. Taurine modulates platelet aggregation in cats and human. *Am J Clin Nutr*. 1989, 49: 1211
- 32 Raghon C N, et al. Probable model of taurine action. *Indian J Exp Biol*, 1982, 20: 481
- 33 陈长勋,等.牛磺酸对血小板聚集和实验性血栓形成的影响. 中国药理学杂志, 1991, 26(4): 207~209
- 34 颜崇超,等.牛磺酸对花生四烯酸引起兔急性死亡的保护作用. 营养学报, 1991, 13(1): 83~86
- 35 黄红林,等.甲基莲心碱及与牛磺酸合用对大鼠血小板聚集和血栓形成的影响. 药学学报, 1995, 30(7): 486~490
- 36 颜崇超,等.大鼠饲料中补充牛磺酸对血、肝胆固醇水平的影响. 卫生研究, 1988, 17(6): 25~28
- 37 Yamauchi Takinara K, et al. Taurine protection against experimental arterial calcinosis in mice. *Biochem Biophys Res Commun*, 1986, 6(2): 25
- 38 韩晓滨.牛磺酸与中枢神经系统关系的研究新进展. 国外医学 卫生学分册, 1991, 3: 143~146
- 39 刘庆德,等.牛磺酸在治疗学上的应用. 中国医院药理学杂志, 1992, 12(7): 320~322
- 40 Izumi K, et al. Taurine inhibits wet - dog shakes and hippocampal seizures induced by opioid peptides in rats. In Huxtable R J ed. The biology of taurine ed 1. New York and London: Plenum press, 1987: 217
- 41 Balazs M, et al. Effects of glutaurine treatment on electroshock - induced amnesia: anti-amnesia action of glutaurine. *Neuropeptides*, 1988, 12: 55
- 42 Thurston J. II Brain amino acids decrease in chronic hyponatremia and rapid correction causes brain dehydration: possible clinical significance. *Life Sci*, 1987, 40: 2539
- 43 冉霓.牛磺酸与机体的免疫功能. 国外医学 卫生学分册, 1993, 6: 344~346
- 44 Wang G J, et al. Effects of taurine on bleomycin - induced lung fibrosis in hamsters. *Pro Soc Exp Biol Med*. 1989, 190(4): 330
- 45 Gordon R E, et al. Taurine protects hamster bronchioles from acute  $NO_2$  - induced alterations. *Amer J Pathol*, 1986, 125: 585
- 46 Trachtman H. Immunohistochemical localization of taurine in rat renal tissue: studies in experimental disease states. *J Histochem Cytochem*, 1993, 41(8): 1209~1216
- 47 钱小明,等.衰老小鼠心、脑组织牛磺酸含量的变化. 营养学报, 1994, 16(3): 318, 319
- 48 Maturo J, et al. Insulin - like activity of taurine. In Huxtable R J ed. The biology of taurine ed 1. New York and London: Plenum press, 1987, 217
- 49 Pow DV. Immunocytochemistry of amino - acids in the rodent pituitary using extremely specific, very high titre antisera. *J Neuroendocrinol*, 1993, 5(4): 349~356
- 50 Edgar S E, et al. Dietary cysteic acid serves as a precursor of taurine for cats. *J Nutr*, 1994, 124(1): 103~109
- 51 赵熙和.牛磺酸的营养作用. 生理科学进展, 1987, 18(1): 34
- 52 Ghisolfi J. Placental taurine and low birth weight infants. *Biol Neonate*, 1989, 56: 181
- 53 冉霓.新生儿血、尿牛磺酸含量及其特点. 营养学报, 1994, 16(3): 314~317
- 54 刘家浩,等.人乳游离氨基酸的含量及动态变化. 营养学报, 1992, 14(2): 171
- 55 陈子林,等.强化牛磺酸食品对产妇乳汁牛磺酸含量的影响. 营养学报, 1995, 17(3): 331

mmol/L,明显低于足月儿。提示这些新生儿妊娠期牛磺酸明显储量不足。因此,孕妇摄取足量的牛磺酸是很有必要的。另外,新生儿由于体内合成牛磺酸的酶系尚不够成熟,其体内牛磺酸的主要来源是母乳,而母乳牛磺酸含量由初乳(1~5 d)到过渡乳(1~10 d)和成熟乳(≥42 d)呈下降趋势。<sup>[54]</sup>产妇经补充牛磺酸后可减缓乳汁牛磺酸含量下降趋势。<sup>[55]</sup>因此,产妇摄取足量的牛磺酸以保证婴儿的需要也十分有必要。女性自身所需牛磺酸较男性多,因为雌性激素的卵泡激素会阻碍肝脏内的牛磺酸合成,而对孕产妇来说,由于特殊的生理需求,她们比一般女性需要更多的牛磺酸,因此需食用足够的牛磺酸。

母乳特别是初乳中含有大量的牛磺酸,成熟乳中约为  $0.337 \pm 0.028$  mmol/L,但普通牛乳中仅含  $0.010 \pm 0.003$  mmol/L,仅为母乳的  $1/20 \sim 1/30$ 。牛乳配方奶喂养2周后其血浆牛磺酸含量下降,仅为母乳喂养儿的  $1/3$ 。冉霓等认为,低出生体重儿较足月儿更易缺乏牛磺酸。因此,对于潜伏着牛磺酸缺乏的非母乳喂养儿特别是低出生体重儿很有必要补充牛磺酸,以保证婴幼儿神经系统及视网膜的健康发育。

一些学者提出,牛磺酸应视为人的条件必需营养素,即在特定条件下,机体内的合成量不能满足通常需要,或不能满足某特定临床情况下的特殊需要的营养素。从牛磺酸的生理功能来看,它也不失为成年人的营养保健品,对牛磺酸缺乏的病人则更显出其重要性。

总之,牛磺酸是一种有着广泛生理功能的氨基酸,它对基本生命过程的精细调节还待作全面、深入的研究。其营养价值与药用价值应引起人们足够的重视。

#### 4 参考文献

- 1 韩晓滨.牛磺酸与大脑发育关系的初步探讨.卫生研究,1988,17(3):22~26
- 2 韩晓滨.牛磺酸与大鼠脑发育关系的研究.营养学报,1989,11(4):319~324
- 3 Strurman J A, et al. Feline maternal taurine deficiency: effect on mother and offspring. J Nutr, 1986, 116: 655~667
- 4 韩晓滨.牛磺酸对人胚大脑神经细胞增殖的影响.卫生研究,1991,20(5):28~31
- 5 韩晓滨.牛磺酸对人脑神经细胞增殖分化影响的研究.生理科学进展,1992,23(4):339~341
- 6 Tyson J E, et al. Randomized trial of taurine supplementation

- for infants  $\leq 1300$  gram birth weight: Effects on auditory brainstem - evoked responses. Pediatrics, 1989, 83: 406
- 7 Hayes K C, et al. Retinal degeneration associated with taurine deficiency in the cat. Science, 1975; 188: 949
- 8 Geggel H S, et al. Nutritional requirement for taurine in patients receiving long - term parenteral nutrition. N Engl J Med, 1985, 312: 142A
- 9 周建伟.牛磺酸与肝脏关系的研究进展.国外医学卫生学分册,1995,22(2):97~100
- 10 Waterfield C J, et al. Reduction of liver taurine in rats by beta - alanine treatment increases carbon tetrachloride toxicity. Toxicology, 1993, 77(1-2):7~20
- 11 Waterfield C J, et al. The correlation between urinary and liver taurine levels and between pre - dose urinary taurine and liver damage. Toxicology, 1993, 77(1-2):1~5
- 12 王红,等.牛磺酸对半乳糖胺及硫酸亚铁 - 抗坏血酸所致大鼠肝细胞损伤的保护作用.中国药理学与毒理学杂志,1993,7(4):282~284
- 13 李树昌,等.牛磺酸治疗急慢性肝炎 109 例.新药与临床,1987,4(4):215
- 14 Thompson G N, et al. Excessive fecal taurine loss predisposes to taurine deficiency in cystic fibrosis. J Pediatr Gastroenterol Nutr, 1988, 7(2):214
- 15 Kendler B S, et al. Taurine: An overview of its role in preventive medicine. Prevent Med, 1989, 18: 79
- 16 Huxtable R J. Physiological of taurine. Physiological Reviews, 1992, 72(1):101
- 17 刘庆德,等.牛磺酸对缺血一再灌注损伤大鼠心肌钙超载的影响.北京医科大学学报,1991,23(5):348
- 18 李兆萍,等.牛磺酸对离体大鼠心脏缺血一再灌注损伤的保护作用.北京医科大学学报,1990,22:208
- 19 Milei J, et al. Reduction of reperfusion injury with preoperative rapid intravenous infusion of taurine during myocardial revascularization. Am Heart J, 1992, 123(2):339~345
- 20 王冬焱,等.牛磺酸对离体灌流大鼠心脏钙超载的拮抗作用.北京医科大学学报,1992,24(5):189~190
- 21 姚松朝,等.牛磺酸对体外循环手术患者心肌保护作用的基础与临床初步研究.心肺血管病杂志,1995,14(4):204~207
- 22 Suleiman M S. A loss of taurine and other amino acids from ventricles of patients undergoing bypass surgery. Br Heart J, 1993, 69(3):241~245
- 23 黄金保.牛磺酸对心血管的药理作用.中国药理学通报,1991,7(4):8~11

也发现牛磺酸体外实验明显抑制花生四烯酸 (AA)、ADP 及胶原诱导的血小板聚集并呈剂量反应关系,体内实验亦显示有抑制血小板聚集的作用,并且对小鼠静注 ADP 及胶原肾上腺素复合液所致血栓形成的死亡有明显的抑制作用。<sup>[53]</sup>牛磺酸对 AA 引起的兔急性死亡也有保护作用。<sup>[54]</sup>牛磺酸与甲基莲心碱合用可增强对血小板聚集的抑制作用,并且可降低血清胆固醇水平。<sup>[55]</sup>大鼠饲料中含 1%~3% 牛磺酸可显著降低血清和肝脏胆固醇水平,<sup>[56]</sup>饮水中加入 3% 的牛磺酸对维生素 D<sub>3</sub> 和尼古丁造成的动脉壁损伤有明显保护作用,使动物存活率提高,主动脉和心肌组织钙含量下降。<sup>[57]</sup>因此,牛磺酸对动脉粥样硬化和动脉粥样硬化性疾病均有防治作用。

### 2.3 在中枢神经系统的作用

牛磺酸在中枢神经系统的作用除促进脑发育之外,还是一种神经抑制因子,具有很强的抗痉挛作用,也是一种神经调节因子、渗透调节因子及抗氧化剂。<sup>[58]</sup>

牛磺酸能拮抗多种物质诱发的癫痫,并能特异对抗 L- 犬尿氨酸的致癫痫效应,可延长潜伏期,降低惊厥强度及减少发作次数。由于脑内牛磺酸含量对外周补充或耗竭牛磺酸并不敏感,易穿透血脑屏障的亲脂性牛磺酸衍生物的研究对于治疗中枢系统疾病是很有意义的。<sup>[59]</sup>

牛磺酸还能抗摇头震颤、<sup>[60]</sup>对电休克造成的健忘有治疗作用。<sup>[61]</sup>酒精成瘾者戒酒后往往有精神错乱、幻觉错觉及全身和局部痉挛的发生,口服牛磺酸可使戒酒反应消失或明显减轻。牛磺酸还可防治渗透压应激改变所引起的脑水肿或脑脱水。<sup>[62]</sup>

### 2.4 对免疫系统的作用

牛磺酸具有保护淋巴细胞并可促进其增殖、产生抗体的作用,还可促进巨噬细胞产生白细胞介素 - I,增强中性粒细胞的吞噬杀菌功能,提高人和动物的特异性和非特异性免疫功能。

牛磺酸可以促使对乙肝疫苗无反应的小鼠产生抗 HBsAg 抗体,而且可以加强氢氧化铝对乙肝疫苗的佐剂作用。中老年人接种乙肝疫苗后抗 HBsAg 抗体的阳性率仅为 37% 左右,如果在接种疫苗前一天和当天各口服牛磺酸 12 g,可提高抗 HBsAg 抗体的阳性率达 67%,从而改善了对乙肝疫苗的低反应性。<sup>[63]</sup>

### 2.5 对呼吸系统的作用

牛磺酸可抑制血小板活化因子引起的支气管平

滑肌痉挛,减轻白霉素造成的肺纤维化程度,显著降低其胶原含量。<sup>[64]</sup>并能预防由 NO<sub>2</sub> 急性暴露导致的支气管和肺泡的形态学损伤。<sup>[65]</sup>

### 2.6 保护肾的作用

Trachtman 对输尿管结扎、肾被切除 5 6、患有慢性糖尿病的大鼠的研究表明,牛磺酸选择性地分布于肾髓质区,具有在上述疾病状态下维持肾功能、防止肾损伤的作用。<sup>[66]</sup>

### 2.7 其它

牛磺酸还具有抗衰老<sup>[67]</sup>、防治糖尿病<sup>[68]</sup>、调节垂体分泌<sup>[69]</sup>、防治缺铁性贫血、改善 KCN 中毒症状、治疗冻伤和偏头痛等作用。<sup>[69]</sup>

## 3 牛磺酸的营养价值

### 3.1 牛磺酸的分布和合成

牛磺酸在机体中主要分布于中枢神经系统、视网膜、肝脏、骨骼肌和心肌等组织,其次是尿、粪便、垂体、胸腺、肾上腺、鼻粘膜、唾液腺及皮脂腺等,新生大鼠嗅球、大脑及小脑中牛磺酸含量非常高。

人们公认半胱氨酸是牛磺酸的生物合成前体,最近也有报道磺基丙氨酸也可被猫作为牛磺酸的生物合成前体。<sup>[60]</sup>一般认为动物组织中半胱亚磺酸脱羧酶 (CSAD) 的活力能反映其生物合成牛磺酸的能力。CSAD 活力在不同动物种属间有很大差别,在同一种动物的不同组织间也有差异。大鼠和狗肝脏中 CSAD 活力高,而猫和灵长类肝中 CSAD 活力低。动物在发育的不同阶段合成牛磺酸的能力也不同,幼年动物组织中 CSAD 活力低于成年动物。<sup>[61]</sup>

### 3.2 牛磺酸对动物的营养作用

猫、大鼠、猴缺乏牛磺酸时,都会表现出缺乏症状。兔无需牛磺酸与胆酸结合,因此不发生牛磺酸缺乏。

### 3.3 牛磺酸对人的营养作用

幼儿体内的牛磺酸主要来源于以下途径: (1) 通过胎盘从母体获得; (2) 从母乳中获得; (3) 自身合成。Ghisolfi 曾检测了 26 例平均体重为 2 600 g 的足月儿,发现其胎盘牛磺酸的含量明显低于正常足月儿。<sup>[62]</sup>这种情况可能与胎盘不健康,以致牛磺酸主动转运障碍以及胎儿营养不良等因素有关。冉霓等人的研究发现,<sup>[63]</sup>29 例足月儿脐血血浆牛磺酸浓度为  $0.919 \pm 0.160$  mmol/L,是成人血浆牛磺酸浓度的 2 倍,也大大高于母亲血浆牛磺酸浓度。而 12 例低出生体重儿脐血血浆牛磺酸浓度为  $0.344 \pm 0.310$

泌有关,而且与脂质代谢也有关系。用含牛磺酸的饲料喂养大鼠可明显降低其血液及肝脏中的胆固醇水平,也可减少胆固醇结石的形成。大鼠饮用牛磺酸水溶液 2 周后,肝中游离胆固醇、胆固醇脂、甘油三脂、游离脂肪酸等含量均显著低于对照组。牛磺酸还可防治石胆酸引起的豚鼠胆汁郁积。

## 2 临床作用

2.1 牛磺酸用于治疗病毒性肝炎、肝硬变及肝癌病人,取得一定的疗效。用牛磺酸治疗慢性活动性肝炎也获得成功。牛磺酸治疗急性病毒性肝炎的双盲实验证明,口服牛磺酸使胆红素、总胆汁酸和甘氨酸与牛磺酸比值均明显下降,甘氨酸、甘氨酸脱氧胆酸含量也下降,而牛磺酸、牛磺酸脱氧胆酸含量升高,治疗组病人黄疸期缩短。<sup>[1]</sup>李树昌用牛磺酸治疗急性肝炎的临床效果与云芝肝泰等其它保肝药并无明显差别,但无副作用。<sup>[3]</sup>患胆囊纤维化的儿童牛磺酸经大便丢失过多,使得胆汁酸盐中甘氨酸结合型牛磺酸结合型比例升高,造成脂肪吸收不良,补充牛磺酸后牛磺酸结合型胆汁酸增加,脂肪及脂溶性物质的吸收明显改善。<sup>[4]</sup>且脂肪痢愈严重,牛磺酸效果愈明显,呈剂量反应关系。多种胆结石成分在牛磺酸结合型胆汁酸中的溶解度更大,因此补充牛磺酸对胆结石的防治也有意义。<sup>[5]</sup>

## 2.2 在心血管系统的作用

牛磺酸在心血管组织中含量丰富,具有广泛的心血管作用,体内牛磺酸缺乏可导致许多疾病的病理过程。<sup>[6]</sup>

### 2.2.1 对心肌的保护作用

近年来发现牛磺酸对心肌缺血一再灌注损伤具有非常有效的防治作用。<sup>[7~19]</sup>牛磺酸是通过抑制心肌脂质过氧化而对心肌起保护作用。牛磺酸还能抑制缺血心肌再灌注时的钙内流,防止钙超载。调节细胞钙稳态也是牛磺酸对心肌保护作用的又一重要机制。进一步的研究证实,<sup>[20]</sup>用哇巴因、肾上腺素以及高浓度钙通过离体灌流大鼠心脏造成的心肌钙超载模型上,观察到牛磺酸具有抑制心肌组织和线粒体钙聚积、增加心肌 ATP 含量,减少心肌细胞肌红蛋白滴度的作用。提示牛磺酸对于多种病理所引起的细胞钙超载可能具有普遍的拮抗作用。最近,姚松朝等亦证明了牛磺酸对心肌的保护作用,<sup>[21]</sup>并进行了临床研究,发现对体外循环(CPB)心内直视手术病人给予应用牛磺酸后,其内皮素、血管紧张素和丙二醛均较

对照组低,提出 CPB 手术病人术后继续应用牛磺酸非常有益。Suleiman 的研究也建议心脏手术病人应在手术前摄取适量牛磺酸,提高心脏牛磺酸浓度,以便在手术过程中维持牛磺酸  $\text{Na}^+$  转运系统的活性,防止心肌细胞内  $\text{Na}^+$  离子浓度升高,导致心脏麻痹停止。<sup>[22]</sup>

### 2.2.2 抗心力衰竭

牛磺酸可显著改善瓣膜性和缺血性心衰病人的心功能,并全面改善心力衰竭病人的血流动力学,它是治疗心衰的有效药物且无毒性,增加左心室做功而不引起血压明显降低,不影响儿茶酚胺和洋地黄类强心甙的作用和生物代谢,而且可降低洋地黄类药物的副作用。<sup>[23]</sup>

### 2.2.3 抗心律失常

在狗的实验中已充分证实了牛磺酸的抗心律失常作用。牛磺酸对地高辛和肾上腺素引起的心律失常也有抑制作用,对阿霉素造成的心律紊乱有抑制作用,但对电刺激造成者无效。体外培养的心肌细胞在高钙和低钙环境中其搏动节律紊乱,牛磺酸可抑制。<sup>[24]</sup>

### 2.2.4 防治高血压

牛磺酸可通过中枢及外周发挥降压作用,并且只对高血压有降低作用,对正常血压无影响。脑室或视前区注射肾素和血管紧张素 II 引起的高血压可被相同途径注射的牛磺酸拮抗。<sup>[25]</sup>对 DOCA 盐型高血压动物牛磺酸有明显的降压作用,这种作用可能是通过激活内啡肽系统和抑制交感神经系统而实现的。<sup>[26,27]</sup>原发性高血压病人尿中牛磺酸和牛磺酸肌酐比率显著下降,说明患高血压时机体需要更多的牛磺酸来抑制血压的升高。口服牛磺酸(6 g d, 6 周)可使原发性高血压病人的收缩压和舒张压均明显降低。牛磺酸对临界高血压病人的血压也有降低作用。<sup>[28]</sup>高血压疾病的一个基本病理特征是血管平滑肌细胞(VSMC)的异常增殖,内皮素(ET)是 VSMC 的促增殖剂,牛磺酸和  $\text{Mg}^{2+}$  可以拮抗 ET 的促 VSMC 增殖作用。<sup>[29]</sup>

### 2.2.5 防治动脉粥样硬化

动脉粥样硬化同多种因素有关,其中血小板功能改变和胆固醇积累起重要作用。血小板聚集性与牛磺酸含量呈显著负相关,给人摄入大量牛磺酸后血小板聚集性显著降低。<sup>[30]</sup>牛磺酸在体内均具有抑制腺苷二磷酸钠盐(ADP)、胶原和肾上腺素等诱导的猫和人血小板的聚集反应的能力。<sup>[31,32]</sup>陈长勋等研究

# 牛磺酸的生理功能及其营养作用 (综述)

张平伟 杨祖英 卫生部食品卫生监督检验所 (100021)

牛磺酸 (taurine) 是一种含硫  $\beta$ -氨基酸, 1827 年它做为牛胆汁的一个组成成分从动物组织中分离出来, 由此而得名牛磺酸, 又名牛胆硷。它以游离形式广泛存在于动物各种组织细胞内液中, 植物中很少含有牛磺酸。近年来, 随着对其生理功能和营养作用的深入研究, 其应用越来越广, 尤其是作为营养强化剂应用于食品。自 1984 年, 美国已在市售配方奶粉中添加牛磺酸, 其它一些国家相继效仿。近年来, 我国一些食品加工厂也在婴儿配方奶粉、孕妇营养品及强力饮料中添加牛磺酸, 以保证婴幼儿的健康发育以及成年人的生理需要。牛磺酸在食品中的应用为何引起世界各国的如此重视呢? 现就其生理功能和营养作用综述如下。

## 1 牛磺酸的生理功能

### 1.1 促进大脑及智力发育的作用

动物实验表明, 牛磺酸具有促进大脑及智力发育的作用, 表现为学习、记忆能力的提高。<sup>[1]</sup>其作用主要通过调节体内微量元素的代谢, 提高大脑组织中与脑发育有关的必需微量元素锌、铜、铁及游离氨基酸等的含量, 进而促进大脑中 DNA、RNA 及蛋白质的合成。还可以牛磺酸-锌 牛磺酸的形式调节机体细胞代谢活性。牛磺酸缺乏的大鼠, 脑及智力发育受到不良影响, 表现为脑重量、脑功能达不到正常水平。<sup>[2]</sup>牛磺酸缺乏的幼猫, 其大脑重量也显著低于补充牛磺酸组。牛磺酸在人脑神经细胞的增殖周期中具有明显的促增殖作用。<sup>[3]</sup>牛磺酸对神经细胞的分化成熟也起着促进作用,<sup>[4]</sup>当牛磺酸缺乏时, 体外培养的人脑神经细胞的分化成熟过程受阻。

临床研究表明,<sup>[5]</sup>小于 1 300 g 的早产儿补充牛磺酸组与对照组相比, 补充组有一更成熟的脑干诱发电压, 提示牛磺酸对大脑发育的重要性。

### 1.2 保护视网膜的作用

1975 年 Hayes 等报道,<sup>[6]</sup>用缺乏牛磺酸的饲料喂猫, 其体内牛磺酸逐渐耗竭, 血浆浓度下降并出现视网膜变性。如长时间缺乏, 可使猫失明。

Geggel 等报道了长期进行胃肠道外营养 (输液中不含牛磺酸) 的 23 名成年人和 21 名儿童的观察结

果,<sup>[8]</sup>儿童组空腹血中牛磺酸含量显著下降, 视网膜色素上皮出现弥散性颗粒, 视网膜电图测出锥体功能异常。给予补充牛磺酸后血浆中含量增加, 视网膜电图恢复或接近正常。而成人组血浆牛磺酸不受影响。该研究表明, 儿童如缺乏牛磺酸, 可发生视功能障碍, 补充后可恢复正常。

### 1.3 在肝胆系统中的作用

#### 1.3.1 抗肝损伤

在含钙介质中, 牛磺酸可防止因缺氧而造成的肝细胞死亡, 而在无钙介质中则没有这种作用, 说明牛磺酸对肝细胞的保护作用可能是通过调节钙水平而实现的。<sup>[9]</sup>牛磺酸有直接和间接的抗氧化损伤作用。其直接作用是由其分子中的氨基与氧化剂结合从而阻止氧化作用的发生。如牛磺酸与强氧化剂 HClO 作用时生成牛磺氯胺, 从而解除了 HClO 对组织细胞的氧化损伤作用。其间接的抗氧化作用可能是牛磺酸能机械地进入细胞膜, 稳定细胞膜的脂质成分, 从而抵抗氧化剂的攻击。Waterfield 报道了牛磺酸具有保护 CCl<sub>4</sub> 所致肝损伤的作用,<sup>[10]</sup>并指出牛磺酸不是作用于 CCl<sub>4</sub> 代谢活化作用所引起脂质积聚和坏死的早期, 而是作用于细胞损伤的后期。Waterfield 还发现正常大鼠肝和尿中牛磺酸含量呈明显正相关,<sup>[11]</sup>CCl<sub>4</sub> 和半乳糖胺均可使大鼠肝脏中牛磺酸水平下降, 血清和尿中牛磺酸含量增加, 尿中牛磺酸含量与血清丙氨酸转氨酶和天门冬酰胺转氨酶呈负相关, 提示肝牛磺酸水平低于某一阈值时可能对肝毒物更为敏感。

还有研究发现,<sup>[12]</sup>半乳糖胺可造成明显的肝细胞损伤, 使乳酸脱氢酶释放, 0.6~3 mmol/L 的牛磺酸对于这种肝细胞损伤有一定的保护作用, 而 30~60 mmol/L 的牛磺酸本身则可造成正常及中毒肝细胞的损伤。这是国内外首次使用高浓度牛磺酸造成细胞损伤的报道。

#### 1.3.2 参与肝脂质代谢<sup>[9]</sup>

体外研究表明, 人肝细胞牛磺酸水平与胆汁酸合成速度、细胞游离胆固醇浓度及高亲和性低密度脂蛋白受体表达有关。对仓鼠、豚鼠和小鼠的体内研究表明, 补充牛磺酸可影响  $7\alpha$ -胆固醇脱氢酶和 HGM-C<sub>0</sub>A 还原酶的活性。牛磺酸不仅与胆汁中的脂质分