

移植小肠吸收功能的研究进展

吴云红, 朱亮, 邹原, 李幼生, 宫德正

吴云红, 大连医科大学社会科学与管理学院 辽宁省大连市 116044

朱亮, 邹原, 宫德正, 大连医科大学生理教研室 辽宁省大连市 116044

李幼生, 中国人民解放军南京军区南京总医院全军普外科研究所 江苏省南京市 210002

朱亮, 副教授, 主要从事肠黏膜的损伤和保护, 器官移植和小肠移植方面的研究.

国家自然科学基金资助项目, No. 30801127

辽宁省教育厅基金资助项目, No. 2004F088

作者贡献分布: 本文综述由吴云红、邹原及宫德正完成; 朱亮和李幼生审校.

通讯作者: 朱亮, 副教授, 116044, 辽宁省大连市旅顺南路西段9号, 大连医科大学生理教研室. zhuliang0210@sina.com

电话: 0411-86110287

收稿日期: 2009-02-21 修回日期: 2009-05-05

接受日期: 2009-05-11 在线出版日期: 2009-05-18

Advances in absorptive function of transplanted intestine

Yun-Hong Wu, Liang Zhu, Yuan Zou, You-Sheng Li, De-Zheng Gong

Yun-Hong Wu, College of Health Administration, Dalian Medical University, Dalian 116044, Liaoning Province, China

Liang Zhu, Yuan Zou, De-Zheng Gong, Department of Physiology, Dalian Medical University, Dalian 116044, Liaoning Province, China

You-Sheng Li, Research Institute of General Surgery, Nanjing General Hospital of Nanjing Military Area Command of Chinese PLA, Nanjing 210002, Jiangsu Province, China

Supported by: National Natural Science Foundation of China, No. 30801127; the Science Fund for Young Scholars of Liaoning Province Department of Education, No. 2004F088

Correspondence to: Liang Zhu, Department of Physiology, Dalian Medical University, 9 Xiduan, Lvshun South Road, Dalian 116044, Liaoning Province, China. zhuliang0210@sina.com

Received: 2009-02-21 Revised: 2009-05-05

Accepted: 2009-05-11 Published online: 2009-05-18

Abstract

Intestinal transplantation (IT) is the only effective therapy for irreversible intestinal failure. Improvements in immunosuppression and surgical techniques have promoted the clinical use of IT, but small intestinal graft dysfunction limits the widespread use of IT. Small intestine has a crucial role in nutritive substances absorption. In order to study the effect of gastrointestinal growth factors on

transplanted intestinal function, and assess digestive capabilities after IT, it is essential to investigate the intestinal recovery in structure and function after small bowel transplantation. This article summarizes the latest advances in this field, including the absorption of water, electrolytes, carbohydrates, lipid and protein in the transplanted intestine.

Key Words: Intestinal transplantation; Absorptive function; Electrolytes; Carbohydrate; Lipid; Protein

Wu YH, Zhu L, Zou Y, Li YS, Gong DZ. Advances in absorptive function of transplanted intestine. *Shijie Huaren Xiaohua Zazhi* 2009; 17(14): 1379-1383

摘要

小肠移植是治疗不可逆肠衰竭的有效方法. 免疫抑制剂和外科技术的进步促进了小肠移植的临床应用, 但移植小肠是否迅速恢复或达到自体小肠的功能水平, 成为临床小肠移植的瓶颈. 对营养物质的吸收是小肠重要的生理功能, 了解移植后小肠的功能变化对预评价移植小肠的消化吸收能力和指导临床的术后干预具有重要意义. 本文简要概括移植小肠吸收功能的研究现状, 主要指标有移植小肠对水、电解质、糖、脂肪及蛋白质的吸收.

关键词: 小肠移植; 吸收功能; 电解质; 糖; 脂肪; 蛋白质

吴云红, 朱亮, 邹原, 李幼生, 宫德正. 移植小肠吸收功能的研究进展. *世界华人消化杂志* 2009; 17(14): 1379-1383

<http://www.wjgnet.com/1009-3079/17/1379.asp>

0 引言

小肠移植是治疗终末期小肠功能衰竭(end-stage of intestinal failure)的理想方法^[1-4]. 近20年来小肠移植取得了较大进步, 但是排斥、感染、保存、再灌注损伤、移植肠去神经、淋巴回流障碍引起的移植肠原发性无功能等妨碍了小肠移植的效果^[5-9]. 目前移植排斥方面由于免疫抑制剂的应用, 已取得了较大进步, 而功能恢复成为小肠移植的难点和亟待解决的问题^[9-13]. 各种营

■背景资料

小肠移植是治疗终末期小肠功能衰竭的理想方法. 目前移植排斥反应由于免疫抑制剂的应用, 已取得了较大进步, 而功能恢复成为小肠移植的难点和亟待解决的问题.

■同行评议者

梅林, 教授, 北京大学医学部生理学与病理生理学系神经调节和消化内分泌研究室; 许文燮, 教授, 上海交通大学医学院生命科学工程系

■研发前沿

近20年来小肠移植取得了较大进步,但是排斥、感染、保存、再灌注损伤、移植肠去神经、淋巴回流障碍引起的移植肠原发性无功能等妨碍了小肠移植的效果.移植肠功能恢复是小肠移植成功的标志,又是该领域的研究难点.

营养物质吸收在移植后发生了哪些变化以及可能的机制,本文对此进行一回顾.

1 移植小肠对水和电解质的吸收

11例活体小肠移植患儿,移植术后2-4 wk,每日造瘘口排除的液体量达 $2297.12 \pm 666.72 \text{ mL/m}^2$ 体表面积,5 wk时显著减少同时伴有光镜下肠黏膜结构的恢复^[14].大鼠异基因移植小肠术后第9、21天的在体灌注实验表明,在排斥反应得到控制后,移植小肠对水和电解质的吸收较其他营养物质明显减少,表现为水、钠离子吸收减少和氯离子分泌的增多^[15-17].其可能原因是去除外在性神经支配解除了自主神经系统对隐窝区上皮细胞的控制,引起水、钠分泌增加,从而减少了水、钠的净吸收^[18-19].而氯离子分泌增加是由于肾上腺素抑制正常的氯离子分泌,移植后去除了肾上腺素能神经因而分泌增加,这在狗^[20]和大鼠^[21]去神经模型中同样给予证实.在灌注液中加入葡萄糖可以减弱这种分泌趋势,因而有助于电解质的吸收^[15].猪、狗等大动物的自体移植小肠术后也表现为水、钠的净分泌状态^[22-24].也有学者认为这种小肠移植后的腹泻是继发于胆盐吸收障碍所致^[22],这种观点在带回盲部的同基因小肠移植可增加水、钠吸收的研究中得到证实^[25].新近的研究也表明,31例儿童小肠移植中,17例回结肠移植的患儿腹泻次数减少^[26].发生排斥时,由于黏膜损伤自绒毛尖端开始,吸收面积下降,水、钠的丢失因而更为明显^[27],造瘘口排出的液体量可增加2-3倍^[28].

2 移植小肠对糖的吸收

2.1 糖水解酶的变化 实验表明,小肠移植后一些多糖酶的分泌并不受影响^[29],但移植小肠上皮刷状缘膜低聚糖酶的活性则有一定变化.这些低聚糖酶包括蔗糖酶、麦芽糖酶和乳糖酶等,他们是低聚糖水解不可缺少的.猪自体异位移植小肠术后第1天其蔗糖酶、麦芽糖酶的活性均明显下降,仅为正常水平的1%-13%,随后逐渐恢复,至术后28 d约为正常水平的60%^[30];狗自体小肠移植术后12-18 mo,这两种酶的活性已恢复至正常水平,而乳糖酶活性则无明显变化^[31];我们的实验^[7,9]也表明大鼠同基因原位全小肠移植后,双糖酶的活性显著下降,在4 wk左右恢复.对于异基因小肠移植,有报道术后第4天,在排斥反应的早期阶段就发现有酶活性的突然下降^[32-33],至术后第8天,移植小肠黏膜脱落,酶活性完全消失^[22].

2.2 糖吸收的变化 大鼠同基因原位小肠移植模型,术后第10天,体外吸收实验表明肠黏膜对葡萄糖的最大转运速率(V_{\max})及米氏常数(K_m)较术前显著上升^[34],而且此种变化在应用CsA抑制了急性排斥反应的异基因移植小肠也存在^[35-36],大鼠同基因移植小肠早期麦芽糖耐量下降但6 mo可恢复正常^[37].去神经的狗的实验表明,去除外来神经术后2 wk餐后2 h葡萄糖吸收明显下降,12 wk才恢复正常水平^[38].猪同种异体异位移植小肠,在急性排斥反应得以控制的情况下,术后4 wk,葡萄糖的吸收可恢复至几乎正常水平,二期手术恢复肠道连续性后进一步有所改善^[39].狗自体移植小肠在术后1-12 mo,木糖吸收实验的结果与正常对照组相似^[31,40-41],但术后12-18 mo时又出现明显的下降^[40].上述结果表明移植小肠黏膜上皮细胞在糖类吸收功能上具有代偿作用,移植早期小肠对糖类的吸收下降,原因可能是移植肠去神经和小肠黏膜的缺血再灌注损伤.但是通过一定时间的代偿可接近于正常的单糖吸收功能,至于术后晚期木糖吸收的下降则可能由于肠腔内细菌过度生长的结果^[40,42].

3 移植小肠对蛋白质的吸收

大鼠同基因小肠移植术后6 mo,同对照组相比生长情况正常,白蛋白在移植后立即下降,但6 mo后可恢复至正常水平^[37],我们的实验^[9,12]也显示大鼠同基因原位全小肠移植后体质量和白蛋白水平下降,经过大约4-5 wk,可恢复正常.最近的2项回顾性研究中,Lacaille *et al*^[26]对31例儿童小肠移植患者进行了长期检测(平均7年,最长18年),结果显示2/3患儿生长发育正常,1/3患儿身高低于正常水平伴随青春期的延迟;Lauro *et al*^[43]为期5年的25例成人小肠移植患者的研究也表明,16例可完全脱离肠外营养维持正常的体质量和白蛋白水平.Soper *et al*^[29]发现小肠移植后胰酶及总胰蛋白酶的分泌正常,说明肠道蛋白酶的分泌是正常的,相关研究也证明了这一点^[37].在有关氨基酸的吸收研究中,大鼠异位移植小肠在术后9 d及21 d对甘氨酸的吸收仅为正常对照组的一半^[15].我们的实验表明大鼠同基因原位全小肠移植后对甘氨酸的吸收显著下降,在4 wk左右恢复^[9,12].有研究发现小肠移植术后2 wk回肠载体形式转运的氨基酸如谷氨酰胺、丙氨酸、精氨酸及亮氨酸均下降,但在8 wk后除谷氨酰胺外其余均正常^[44-45].狗的移植回肠段对甘氨酸、苯丙氨酸和丙氨酸的吸收基本正常^[46-47].Schuartz *et al*^[48]用同位素¹⁴C标记的甘氨

■创新盘点

本文对移植小肠对水、电解质、糖、脂肪及蛋白质的吸收在移植后发生了哪些变化以及可能的机制,进行了系统的回顾.

酸和半乳糖封闭式循环灌注移植小肠, 了解大鼠移植小肠对氨基酸和碳水化合物吸收的影响, 结果表明, 4-5 wk后移植小肠对甘氨酸和半乳糖的吸收已基本恢复, 并且甘氨酸的吸收好于半乳糖. 赵允召 *et al*^[39]发现猪同种异体节段性移植小肠在术后2 wk对亮氨酸的吸收水平仍较为低下, 第4周时即明显上升并维持于移植前的水平, 而且对这种氨基酸吸收功能的恢复先于对葡萄糖吸收功能的恢复. 用去神经的狗进行实验, 表明去除外来神经术后2 wk餐后2 h谷氨酰胺吸收明显下降, 12 wk恢复正常水平^[38].

总之, 小肠移植术后的动物经口摄食多能维持正常的血清白蛋白水平, 机体各种蛋白酶的分泌亦无明显改变, 移植早期氨基酸吸收能力下降可能与移植肠去神经和肠缺血再灌注损伤有关, 1 mo左右大多可恢复, 提示移植小肠具有正常的蛋白质消化和吸收功能^[9,12,31,37,48].

4 移植小肠对脂类的吸收

4.1 小肠移植对胆盐分泌的影响 胆盐的乳化作用为脂类的消化、吸收所必不可少^[49]. Qishi *et al*^[22]发现狗自体原位小肠移植术后2 wk, 移植的回肠对牛磺酸盐的吸收下降, 术后第8周方恢复到正常水平, 由于移植小肠的去外在神经支配, 术后2 wk时平均餐后胆汁酸排出量及总胆酸排出量均明显下降^[29]. 而Kiyozaki *et al*^[50]发现大鼠同基因原位节段性回肠移植术后4 wk, 胆汁中胆盐的浓度与正常对照组无明显差异, 节段性空肠移植者则明显降低, 因此移植小肠中包含回肠对维持术后正常的胆盐肝肠循环十分重要.

4.2 移植小肠对脂类的吸收 大鼠同基因原位全小肠移植术后6 wk及60 d时, 移植小肠对食物中脂肪的吸收率未受移植手术的影响, 术后第1、3、6月油酸吸收实验也和正常对照组相似^[34,37,51]. 但Sigalet *et al*^[34]应用类似的动物模型观察到术后50 d, 脂肪吸收功能仍低于正常水平. 在移植术后1年以上, 移植小肠的受体又可以出现脂肪泻, 有学者认为这与移植小肠肠腔内细菌过度繁殖有关^[31]. Sigalet *et al*^[34]发现CsA可以降低大鼠同基因移植小肠对脂肪的吸收, 而术后50 d时, 异基因移植小肠对脂肪的吸收也低于正常. 赵允召 *et al*^[39]观察到猪异体节段性移植小肠, 术后2 wk开始恢复对脂肪的吸收, 3-4 wk达正常的30%-40%, 4 wk达80%, 但以后进一步恢复则较为缓慢. Diliz-Perez *et al*^[52]报道2只分别已存活550 d和555 d的原位全小肠移植的狗, 对脂

肪的吸收仍明显低于正常狗, 粪便中还有大量的脂肪滴, 仅比短肠综合征狗稍好. 用去神经的狗进行实验, 表明去除外来神经不影响小肠对油酸的吸收^[38]. Schmid *et al*^[53]认为脂肪吸收恢复较慢可能与移植小肠淋巴管的再通和功能恢复较差有关, 而Fujimoto *et al*^[54]认为脂肪吸收较差的原因是由于小肠缺血再灌注后绒毛上皮细胞脱落, 其脱落量与缺血程度成正比, 细胞脱落使绒毛吸收脂肪的细胞数减少, 虽有新生细胞, 但数量和功能都不足. 移植小肠的体外脂肪酸吸收研究表明术后60 d时异基因移植小肠的空肠黏膜对十二烷酸的摄取下降, 而对长链脂肪酸如十八烷酸、油酸、亚油酸及亚麻酸的吸收则有所上升, 这种上升在同基因移植小肠及回肠黏膜更为明显. 这些结果提示, 移植小肠可能改变了肠黏膜间的紧密连接及脂肪酸转运系统功能使脂肪酸经移植小肠黏膜的被动摄取增加^[55]. Winkler *et al*^[51]在同基因大鼠行原位小肠移植6 wk后从移植肠中灌注链脂肪酸和短链脂肪酸, 通过对移植肠门静脉、肠系膜淋巴管和受体大鼠颈静脉血脂脂肪酸浓度的动态观察发现移植小肠对无论中链还是长链脂肪酸的吸收功能均较好, 而此时主淋巴管内脂肪酸的浓度却很低, 向空肠内注射美兰证实移植肠血管周围及受体腹膜后存在着广泛的淋巴管再生, 可能是移植肠脂肪吸收功能的另一代偿途径. 对节段性小肠移植的研究显示^[25,50,56], 大鼠同基因回肠移植后粪便中脂肪含量与正常对照组无明显差别, 空肠移植则粪中脂肪含量明显增加, 油酸刺激研究结果也显示移植的回肠腔内注入油酸可引起血清脂肪酶活性显著上升, 移植空肠则无此现象. 因此, 对于节段性小肠移植回肠移植更有助于维持术后的脂类吸收功能. 一系列的临床研究表明, 小肠移植后的前5 wk, 患者的脂肪吸收能力明显下降^[57], 术后2-3 wk时毛细淋巴管开始再生^[58], 术后160 d淋巴回流基本形成^[59]. 美国和欧洲的多个移植中心实验表明, 移植术后早期应给予中链和短链脂肪酸, 因为两者可通过门静脉直接吸收^[60-62].

虽然移植造成的淋巴管回流障碍, 对移植小肠吸收脂类有较大影响, 但移植小肠可通过改变脂肪酸的吸收方式和淋巴管再生进行代偿, 保持一定的吸收能力, 由于回肠在胆盐肝肠循环中的重要作用, 因此回肠移植更有利于脂类的吸收.

5 结论

由于冷保存、缺血-再灌注损伤、移植肠去神

■应用要点

对营养物质的吸收是小肠重要的生理功能, 了解移植后小肠的功能变化对欲评价移植小肠的消化吸收能力和指导临床的术后干预具有重要意义.

■名词解释

短肠综合征(short bowel syndrome): 是由于不同原因造成小肠吸收面积减少而引起的一个临床症候群, 多由广泛小肠切除所致, 有时也可由小肠短路手术造成, 由于上述疾病造成保留肠管过少, 引起营养物质的吸收障碍, 而表现为腹泻和营养障碍, 严重者危及患者生命。

经、淋巴回流障碍等使移植小肠对营养物质的吸收明显下降, 术后免疫抑制剂、感染和排斥会进一步损害移植小肠的功能。移植肠功能恢复是小肠移植成功的标志, 又是该领域的研究难点, 采取有效手段促进移植肠结构和功能的恢复, 对于减少术后并发症, 提高小肠移植成功率有着十分重要的意义, 是小肠移植研究的重点方向之一。

6 参考文献

- Berg CL, Steffick DE, Edwards EB, Heimbach JK, Magee JC, Washburn WK, Mazariegos GV. Liver and intestine transplantation in the United States 1998-2007. *Am J Transplant* 2009; 9: 907-931
- Jeejeebhoy KN. Treatment of intestinal failure: transplantation or home parenteral nutrition? *Gastroenterology* 2008; 135: 303-305
- Monaco A, Morris PJ. Intestinal transplantation comes of age. *Transplantation* 2008; 85: 1221
- Pascher A, Kohler S, Neuhaus P, Pratschke J. Present status and future perspectives of intestinal transplantation. *Transpl Int* 2008; 21: 401-414
- Zhu L, Gong D, Zou Y, Li Y, Wu Y, Yuan B, Guan L, Wu Q. Cervical heterotopic small intestinal transplantation in rats using artery sleeve anastomosis. *Transplant Proc* 2008; 40: 1645-1649
- 朱亮, 李幼生, 黎介寿. 小肠移植的研究进展. *世界华人消化杂志* 2007; 15: 3107-3114
- Li Y, Zhu L, Li J. Two-step procedure of whole orthotopic intestinal transplantation in rats: considerations of techniques and graft functional adaptation. *Microsurgery* 2006; 26: 399-403
- 朱亮, 李幼生, 黎介寿. 器官移植术后的代谢调理治疗. *肠外与肠内营养* 2004; 11: 239-242
- 朱亮, 李幼生, 黎介寿. 原位小肠移植后肠管吸收功能的研究. *中华实验外科杂志* 2008; 25: 612-614
- 朱亮, 宫德正, 邹原, 李幼生, 吴云红, 袁博, 关莉莉, 吴琼, 高子淇, 刘立娇. 胰高血糖素样肽2对移植小肠结构和功能恢复的作用. *中国组织工程研究与临床康复* 2008; 12: 3401-3405
- 朱亮, 李幼生, 黎介寿. 二步法大鼠原位全小肠移植模型的建立与改进. *世界华人消化杂志* 2007; 15: 3272-3277
- Li Y, Zhu L, Li J. Absorption of orthotopically transplanted intestine in rats: evaluation of amino acid absorption. *Transplant Proc* 2006; 38: 1827-1829
- 朱亮, 李宁, 李幼生, 李元新, 李维勤, 朱维铭, 刘放南, 倪小东, 曹斌, 李为苏, 罗开, 黎介寿. 肝肠联合移植术后的代谢调控治疗. *肠外与肠内营养* 2004; 11: 143-146
- Beier UH, Kaplan B, Setty S, Samuel S, Mathew AV, Oberholzer J, Benedetti E, John E. Electrolyte imbalances in pediatric living related small bowel transplantation. *Transplantation* 2008; 85: 217-223
- Watson AJ, Lear PA, Montgomery A, Elliott E, Dacre J, Farthing MJ, Wood RF. Water, electrolyte, glucose, and glycine absorption in rat small intestinal transplants. *Gastroenterology* 1988; 94: 863-869
- Lear PA, Watson AJ, D'Ardenne J, Farthing MJ, Wood RF. Analysis of nutrient transport in successful small bowel transplants. *Transplant Proc* 1987; 19: 1123-1124
- Lear PA, Watson AJ, Crane PW, Farthing MJ, Wood

RF. Autonomic function limits mucosal transport in cyclosporine-treated small intestinal transplants. *Transplant Proc* 1988; 20: 436-442

- Kimura K, LaRosa CA, Money SR, Jaffe BM. Segmental intestinal transplantation in rats with resected entire small bowel, ileocecal valve, and cecum. *J Surg Res* 1988; 45: 349-356
- Ballinger WF 2nd, Christy MG, Ashby WB. Autotransplantation of the small intestine: the effect of denervation. *Surgery* 1962; 52: 151-164
- Zarroug AE, Libsch KD, Houghton SG, Duenes JA, Sarr MG. Postprandial augmentation of absorption of water and electrolytes in jejunum is neurally modulated: implications for segmental small bowel transplantation. *J Gastrointest Surg* 2006; 10: 586-592
- Todo S, Tzakis A, Abu-Elmagd K, Reyes J, Starzl TE. Current status of intestinal transplantation. *Adv Surg* 1994; 27: 295-316
- Oishi AJ, Sarr MG. Intestinal transplantation: effects on ileal enteric absorptive physiology. *Surgery* 1995; 117: 545-553
- Sarr MG. Motility and absorption in the transplanted gut. *Transplant Proc* 1996; 28: 2535-2538
- Emil S, Kanno S, Kosi M, Nguyen P, Nio M, Anthone G, Atkinson J. Water transport in native and transplanted porcine jejunum. *J Surg Res* 1996; 61: 339-342
- Teitelbaum DH, Sonnino RE, Dunaway DJ, Stellan G, Harmel RP Jr. Rat jejunal absorptive function after intestinal transplantation. Effects of extrinsic denervation. *Dig Dis Sci* 1993; 38: 1099-1104
- Lacaille F, Vass N, Sauvat F, Canioni D, Colomb V, Talbot C, De Serre NP, Salomon J, Hugot JP, Cézard JP, Révillon Y, Ruemmele FM, Goulet O. Long-term outcome, growth and digestive function in children 2 to 18 years after intestinal transplantation. *Gut* 2008; 57: 455-461
- Müller AR, Langrehr JM, Nalesnik M, Hoffman RA, Lee TK, Lee KK, Schraut WH. Mucosal glutaminase activity and histology as parameters of small bowel preservation injury. *J Surg Res* 1994; 56: 207-215
- Selvaggi G, Gaynor JJ, Moon J, Kato T, Thompson J, Nishida S, Levi D, Ruiz P, Cantwell P, Tzakis AG. Analysis of acute cellular rejection episodes in recipients of primary intestinal transplantation: a single center, 11-year experience. *Am J Transplant* 2007; 7: 1249-1257
- Soper NJ, Sarr MG, DiMaggio EP, Kelly KA, Go VL. Influence of in situ neural isolation of jejunoileum on postprandial pancreatobiliary secretion and gastric emptying. *Dig Dis Sci* 1991; 36: 880-887
- Akhtar K, Deardon D, Pemberton PW, Cranley JJ, Burrows PC, Lobley RW, Parrott NR. Study of mucosal brush border enzyme activity in porcine small bowel transplantation. *Transplant Proc* 1996; 28: 2556-2557
- Quigley EM, Thompson JS, Rose SG. The long-term function of canine jejunoileal autotransplants-insights into allograft physiology. *Transplant Proc* 1992; 24: 1105-1106
- Grant D, Lamont D, Zhong R, Garcia B, Wang P, Stiller C, Duff J. 51Cr-EDTA: a marker of early intestinal rejection in the rat. *J Surg Res* 1989; 46: 507-514
- Grant D, Hurlbut D, Zhong R, Wang PZ, Chen HF, Garcia B, Behme R, Stiller C, Duff J. Intestinal permeability and bacterial translocation

- following small bowel transplantation in the rat. *Transplantation* 1991; 52: 221-224
- 34 Sigalet DL, Kneteman NM, Fedorak RN, Kizilisik AT, Thomson AB. Intestinal function following allogeneic small intestinal transplantation in the rat. *Transplantation* 1992; 53: 264-271
 - 35 Sigalet DL, Kneteman NM, Simpson I, Walker K, Thomson AB. Intestinal permeability after small intestinal transplantation and cyclosporine treatment. *Transplant Proc* 1992; 24: 1120-1121
 - 36 Madara JL, Kirkman RL. Structural and functional evolution of jejunal allograft rejection in rats and the ameliorating effects of cyclosporine therapy. *J Clin Invest* 1985; 75: 502-512
 - 37 Takeda Y, Okajima K, Isozaki H, Date K, Tezuka K, Nakata E. Digestive and absorptive function of orthotopic small intestinal transplantation in the rat. *Transplant Proc* 1992; 24: 1122-1123
 - 38 Libsch KD, Zarroug AE, Duinink TM, Ueno T, Duenes JA, Sarr MG. Extrinsic denervation alters postprandial absorption of glucose and glutamine in the ileum: implications for small bowel transplantation. *J Gastrointest Surg* 2005; 9: 219-226
 - 39 赵允召, 黎介寿, 李宁, 廖彩仙, 吴学豪, 李国立, 李幼生. 猪异体节段性移植小肠吸收功能的研究. *中华器官移植杂志* 1995; 16: 181
 - 40 Thompson JS, Rose SG, Spanta AD, Quigley EM. The long-term effect of jejunoileal autotransplantation on intestinal function. *Surgery* 1992; 111: 62-68
 - 41 Sarr MG, Duenes JA, Walters AM. Jejunal and ileal absorptive function after a model of canine jejunoileal autotransplantation. *J Surg Res* 1991; 51: 233-239
 - 42 Craig RM, Atkinson AJ Jr. D-xylose testing: a review. *Gastroenterology* 1988; 95: 223-231
 - 43 Lauro A, Zanfi C, Ercolani G, Dazzi A, Golfieri L, Amaduzzi A, Grazi GL, Vivarelli M, Cescon M, Varotti G, Del Gaudio M, Ravaioli M, Pironi L, Pinna AD. Twenty-five consecutive isolated intestinal transplants in adult patients: a five-yr clinical experience. *Clin Transplant* 2007; 21: 177-185
 - 44 Dennison AR, Collin J, Watkins RM, Millard PR, Morris PJ. Absorptive and motor function of orthotopically vascularized segmental ileal autografts. *Br J Surg* 1987; 74: 187-191
 - 45 Raju S, Fujiwara H, Grogan JB, Achord JL. Long-term nutritional function of orthotopic small bowel autotransplants. *J Surg Res* 1989; 46: 142-146
 - 46 Sarr MG, Walters AM, Benson JT, Zinsmeister AR. Absorption of simple nutrients from the in vivo neurally isolated canine jejunum and ileum. *Surgery* 1994; 115: 578-587
 - 47 Sarr MG, Kelly KA, Phillips SF. Feeding augments canine jejunal absorption via a hormonal mechanism. *Dig Dis Sci* 1981; 26: 961-965
 - 48 Schwartz MZ, Flye MW, Storozuk RB. Growth and function of transplanted fetal rat intestine: effect of cyclosporine. *Surgery* 1985; 97: 481-486
 - 49 Urban E, Weser E. Intestinal adaptation to bowel resection. *Adv Intern Med* 1980; 26: 265-291
 - 50 Kiyozaki H, Kobayashi E, Toyama N, Miyata M. Segmental small bowel transplantation in the rat: comparison of lipid absorption between jejunal and ileal grafts. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1996; 20: 67-70
 - 51 Winkler GB, Smith LJ, Sigalet DL. Fat absorption following small intestinal transplantation. *Transplant Proc* 1996; 28: 2544
 - 52 Diliz-Perez HS, McClure J, Bedetti C, Hong HQ, de Santibanes E, Shaw BW Jr, van Thiel D, Iwatsuki S, Starzl TE. Successful small bowel allotransplantation in dogs with cyclosporine and prednisone. *Transplantation* 1984; 37: 126-129
 - 53 Schmid T, Korozsi G, Oberhuber G, Klima G, Margreiter R. Lymphatic regeneration after small-bowel transplantation. *Transplant Proc* 1990; 22: 2446
 - 54 Fujimoto K, Price VH, Granger DN, Specian R, Bergstedt S, Tso P. Effect of ischemia-reperfusion on lipid digestion and absorption in rat intestine. *Am J Physiol* 1991; 260: G595-G602
 - 55 Kirsch AJ, Kirsch SS, Kimura K, LaRosa CA, Jaffe BM. The adaptive ability of transplanted rat small intestine. *Surgery* 1991; 109: 779-787
 - 56 Schraut WH, Lee KK, Sitrin M. Recipient growth and nutritional status following transplantation of segmental small-bowel allografts. *J Surg Res* 1987; 43: 1-9
 - 57 Gupte GL, Beath SV. Update on intestinal rehabilitation after intestinal transplantation. *Curr Opin Organ Transplant* 2009 Apr 3. [Epub ahead of print]
 - 58 Weseman RA. Review of incidence and management of chylous ascites after small bowel transplantation. *Nutr Clin Pract* 2007; 22: 482-484
 - 59 Kaufman SS, Lyden ER, Brown CR, Iverson AK, Davis CK, Sudan DL, Fox IJ, Horslen SP, Shaw BW Jr, Langnas AN. Disaccharidase activities and fat assimilation in pediatric patients after intestinal transplantation. *Transplantation* 2000; 69: 362-365
 - 60 Matarese LE, Costa G, Bond G, Stamos J, Koritsky D, O'Keefe SJ, Abu-Elmagd K. Therapeutic efficacy of intestinal and multivisceral transplantation: survival and nutrition outcome. *Nutr Clin Pract* 2007; 22: 474-481
 - 61 Rovera GM, Schoen RE, Goldbach B, Janson D, Bond G, Rakela J, Graham TO, O'Keefe S, Abu-Elmagd K. Intestinal and multivisceral transplantation: dynamics of nutritional management and functional autonomy. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2003; 27: 252-259
 - 62 Encinas JL, Luis A, Avila LF, Hernandez F, Sarria J, Gamez M, Murcia J, Leal L, Lopez-Santamaria M, Tovar JA. Nutritional status after intestinal transplantation in children. *Eur J Pediatr Surg* 2006; 16: 403-406

■同行评价

本文选题较好, 内容重要, 对基础研究和临床工作都有比较重要的指导意义。

编辑 李军亮 电编 何基才