

· 代谢性疾病与减重外科 ·

回肠转位手术对猪血糖及肠激素的调节作用

龚昭 周程 夏辉 Wojciech Konrad Karcz Jodok Grüneberger 李进 严白莉

【摘要】 目的 探讨回肠转位手术对猪血糖代谢的调节作用、肠激素水平及体质量的影响。**方法** 将 19 只 Yorkshire 猪按随机数字表法分为回肠转位手术组(10 只)及手术对照组(9 只),分别实施回肠转位手术及对照手术。术前及术后 1~4 周,每周测定体质量;术前、术后 2 周、术后 4 周静脉采血检测 WBC、RBC、红细胞压积(HCT)、Hb 等实验室生化指标;术前、术后第 4 周经十二指肠灌注行葡萄糖耐量实验(DGTT),记录各时相点血糖值,绘制曲线并计算曲线下面积;DGTT 中,分别采集 0 min 和 40 min 静脉血样检测血清胰高血糖素样肽 1(GLP-1)。实验数据采用 Mann-Whitney *U* 非参数检验。**结果** 回肠转位手术组和手术对照组 Yorkshire 猪术后 1、2、3、4 周体质量分别为 29.5、30.3、31.6、32.1 kg 和 26.1、28.9、30.5、34.1 kg,两组 Yorkshire 猪术后 2、3、4 周体质量均分别较术后 1 周有明显增长($Z_{\text{回肠转位手术组}} = 2.11, 2.21, 2.33, Z_{\text{手术对照组}} = 2.13, 2.18, 2.27, P < 0.05$);术后 4 周两组 Yorkshire 猪体质量比较,差异无统计学意义($Z = 0.45, P > 0.05$)。回肠转位手术组 Yorkshire 猪术后 2 周和 4 周 WBC、RBC、HCT、Hb 分别为 $(19.9 \pm 3.2) \times 10^9/\text{L}$ 、 $(5.40 \pm 0.21) \times 10^{12}/\text{L}$ 、 $(29.8 \pm 1.4) \times 10^9/\text{L}$ 、 $(84 \pm 4) \text{g/L}$ 和 $(23.3 \pm 2.5) \times 10^9/\text{L}$ 、 $(5.30 \pm 0.22) \times 10^{12}/\text{L}$ 、 $(30.1 \pm 1.6) \times 10^9/\text{L}$ 、 $(85 \pm 4) \text{g/L}$,术前分别为 $(16.7 \pm 1.6) \times 10^9/\text{L}$ 、 $(5.80 \pm 0.22) \times 10^{12}/\text{L}$ 、 $(33.1 \pm 1.3) \times 10^9/\text{L}$ 、 $(92 \pm 4) \text{g/L}$,术后与术前各指标比较,差异无统计学意义($Z_{\text{WBC}} = 1.24, 1.54, Z_{\text{RBC}} = 0.84, 0.88, Z_{\text{HCT}} = 0.95, 0.83, Z_{\text{Hb}} = 1.25, 1.17, P > 0.05$);手术对照组 Yorkshire 猪术后 2 周和 4 周上述指标分别为 $(18.7 \pm 2.3) \times 10^9/\text{L}$ 、 $(5.50 \pm 0.21) \times 10^{12}/\text{L}$ 、 $(33.3 \pm 1.1) \times 10^9/\text{L}$ 、 $(89 \pm 4) \text{g/L}$ 和 $(16.2 \pm 0.7) \times 10^9/\text{L}$ 、 $(5.60 \pm 0.16) \times 10^{12}/\text{L}$ 、 $(34.5 \pm 1.6) \times 10^9/\text{L}$ 、 $(89 \pm 4) \text{g/L}$,与术前相应指标(检测值同回肠转位手术组术前指标)比较,差异无统计意义($Z_{\text{WBC}} = 1.04, 0.36, Z_{\text{RBC}} = 0.78, 0.43, Z_{\text{HCT}} = 0.22, 0.42, Z_{\text{Hb}} = 0.78, 0.79, P > 0.05$)。回肠转位手术组 Yorkshire 猪血糖峰值为 $(10.6 \pm 2.9) \text{mmol/L}$,较术前的 $(13.5 \pm 2.6) \text{mmol/L}$ 和手术对照组的 $(13.3 \pm 3.7) \text{mmol/L}$ 显著降低($Z = 2.31, 2.30, P < 0.05$);回肠转位手术组 Yorkshire 猪血糖达峰时间为 $(90 \pm 11) \text{min}$,较手术对照组的 $(50 \pm 5) \text{min}$ 明显延迟($Z = 2.29, P < 0.05$);回肠转位手术组 Yorkshire 猪糖耐量曲线下面积为 $(1569 \pm 546) \text{mmol/L} \times \text{min}$,明显低于术前基线水平 $(1938 \pm 873) \text{mmol/L} \times \text{min}$ ($Z = 2.26, P < 0.05$)。术后第 4 周,葡萄糖灌注后 40 min 回肠转位手术组 Yorkshire 猪血浆 GLP-1 水平为 $(10.0 \pm 1.6) \mu\text{g/L}$,明显高于手术对照组的 $(4.3 \pm 1.7) \mu\text{g/L}$ ($Z = 2.12, P < 0.05$)。**结论** 在 Yorkshire 猪大型哺乳类动物模型中,回肠转位手术可以有效改善其血糖代谢,并伴有肠激素 GLP-1 水平的升高,且手术本身并不导致机体体质量的下降。

【关键词】 糖尿病,2 型; 回肠转位手术; 胰高血糖素样肽 1; 血糖调节; 猪

Effects of ileal transposition on the regulation of glycemia and intestinal hormones in a porcine model

GONG Zhao*, ZHOU Cheng, XIA Hui, Wojciech Konrad Karcz, Jodok Grüneberger, LI Jin, YAN Bai-li. * Department of Hepatobiliary Surgery, Wuhan No. 1 Hospital, Wuhan 430022, China

Corresponding author: ZHOU Cheng, Email: zebracrossing@sina.com

【Abstract】 Objective To investigate the effects of ileal transposition on the levels of glycemia and intestinal hormones in a porcine model. **Methods** Nineteen Yorkshire young pigs were randomly divided into ileal transposition group (10 pigs) and sham operation group (9 pigs). The body weights of the pigs were recorded before operation and on postoperative week 1, 2, 3 and 4, and the routine biochemical indicators such as white blood cell

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2013.12.010

基金项目: 武汉市科技局对外科技合作与交流计划项目(46#201171034321)

作者单位: 430022 武汉市第一医院肝胆外科(龚昭、周程、夏辉、李进、严白莉); 79085 德国弗莱堡大学医学院普通外科(Wojciech Konrad Karcz, Jodok Grüneberger)

通信作者: 周程, Email: zebracrossing@sina.com

(WBC), red blood cell (RBC), hematocrit (HCT), hemoglobin (Hb) were determined before operation and on postoperative week 2 and 4. Duodenum glucose tolerance test (DGT) was performed before operation and on postoperative week 4. Blood samples at different time points were collected for glucose measurement, and the area under curve (AUC) was calculated. The levels of glucagon like peptide-1 (GLP-1) were detected at 0 minute and 40 minutes in the DGT. All data were analyzed using the Mann-Whitney *U* non-parametric test. **Results** The body weights of the pigs on postoperative week 1, 2, 3 and 4 were 29.5 kg, 30.3 kg, 31.6 kg, 32.1 kg in the ileal transposition group, and 26.1 kg, 28.9 kg, 30.5 kg, 34.1 kg in the sham operation group. The body weights at postoperative week 2, 3, 4 were significantly higher than those at postoperative week 1 in the 2 groups ($Z_{\text{ileal transposition group}} = 2.11, 2.21, 2.33, Z_{\text{sham operation group}} = 2.13, 2.18, 2.27, P < 0.05$). There was no significant difference in the body weights in postoperative week 4 between the 2 groups ($Z = 0.45, P > 0.05$). The levels of WBC, RBC, HCT, Hb were $(19.9 \pm 3.2) \times 10^9/L, (5.40 \pm 0.21) \times 10^{12}/L, (29.8 \pm 1.4) \times 10^9/L, (84 \pm 4)g/L$ at postoperative week 2, and $(23.3 \pm 2.5) \times 10^9/L, (5.30 \pm 0.22) \times 10^{12}/L, (30.1 \pm 1.6) \times 10^9/L, (85 \pm 4)g/L$ at postoperative week 4, and $(16.7 \pm 1.6) \times 10^9/L, (5.80 \pm 0.22) \times 10^{12}/L, (33.1 \pm 1.3) \times 10^9/L, (92 \pm 4)g/L$ before operation in the ileal transposition group. There were no significant differences in the 4 indexes before and after operation ($Z_{\text{WBC}} = 1.24, 1.54, Z_{\text{RBC}} = 0.84, 0.88, Z_{\text{HCT}} = 0.95, 0.83, Z_{\text{Hb}} = 1.25, 1.17, P > 0.05$). The levels of WBC, RBC, HCT, Hb were $(18.7 \pm 2.3) \times 10^9/L, (5.50 \pm 0.21) \times 10^{12}/L, (33.3 \pm 1.1) \times 10^9/L, (89 \pm 4)g/L$ at postoperative week 2, and $(16.2 \pm 0.7) \times 10^9/L, (5.60 \pm 0.16) \times 10^{12}/L, (34.5 \pm 1.6) \times 10^9/L, (89 \pm 4)g/L$ at postoperative week 4, there were no significant differences in the 4 indexes before and after operation ($Z_{\text{WBC}} = 1.04, 0.36, Z_{\text{RBC}} = 0.78, 0.43, Z_{\text{HCT}} = 0.22, 0.42, Z_{\text{Hb}} = 0.78, 0.79, P > 0.05$). The peak level of glycemia of the ileal transposition group was $(10.6 \pm 2.9) \text{ mmol/L}$, which was significantly lower than $(13.5 \pm 2.6) \text{ mmol/L}$ before operation and $(13.3 \pm 3.7) \text{ mmol/L}$ of the sham operation group ($Z = 2.31, 2.30, P < 0.05$). The glycemic peak time of the ileal transposition group was $(90 \pm 11) \text{ minutes}$, which was significantly delayed when compared with $(50 \pm 5) \text{ minutes}$ of the sham operation group ($Z = 2.29, P < 0.05$). The AUC of the ileal transposition group was $(1569 \pm 546) \text{ mmol/L} \times \text{minutes}$, which were significantly lower than $(1938 \pm 873) \text{ mmol/L} \times \text{minutes}$ ($Z = 2.26, P < 0.05$). At postoperative week 4, the GLP-1 level of the ileal transposition group was $(10.0 \pm 1.6) \mu\text{g/L}$, which was significantly higher than $(4.3 \pm 1.7) \mu\text{g/L}$ at 40 minutes after glucose administration ($Z = 2.12, P < 0.05$). **Conclusion** Ileal transposition could effectively improve the glycemia metabolism and elevate the level of intestinal hormone GLP-1 in large mammals, meanwhile, Ileal transposition itself will not lead to body weight loss.

【Key words】 Diabetes mellitus, type 2; Ileal transposition; Glucagon like peptide-1; Glycemia regulation; Pig

手术治疗 2 型糖尿病是 21 世纪彻底治愈糖尿病的希望。目前成熟的减重术式如胃转流术、胆胰分流术及胃袖状切除术等均被证实能有效缓解甚至治愈糖尿病^[1-4]。但实际上部分糖尿病患者并不具备肥胖症特征。因此,以治疗糖尿病为根本目的的新术式探索成为代谢外科的研究重点。Strader 等^[5]的大鼠模型证明:回肠转位手术能通过前置末段回肠而触发肠源性内分泌的改变,从而起到有效控制血糖的作用。本研究通过建立 Yorkshire 猪回肠转位模型,旨在探讨其对大型哺乳类动物机体血糖代谢、肠激素水平及体质量的影响。

1 材料与方法

1.1 动物来源及主要试剂

19 只 Yorkshire 猪购自华中农业大学动物育种中心,体质量为 25 ~ 30 kg。所有 Yorkshire 猪单笼饲养,术前饲以标准商业饲料并自由摄食水,饲养环境遵循自然昼夜循环节律。糖化血红蛋白试剂盒和胰高血糖素样肽 1 (glucagon like peptide-1, GLP-1)

ELISA 试剂盒均购自美国 Sigma 公司。

1.2 分组及围手术期处理

19 只 Yorkshire 猪按照随机数字表法分为两组,即回肠转位手术组(10 只)和手术对照组(9 只),术前 3 ~ 5 d 运抵实验室,行环境适应训练。术前禁食 12 h,禁水 8 h,术后 3 d 予以流质饮食后过渡至正常饮食,术中及术后 3 d 予以青霉素 30 U/g 肌肉注射以预防感染。所有实验操作经德国弗莱堡大学伦理委员会审查批准。

1.3 方法

动物麻醉:氯氨酮 20 $\mu\text{g/g}$ 、咪达唑仑 0.1 $\mu\text{g/g}$ 、盐酸戊乙奎醚 0.02 $\mu\text{g/g}$ 肌肉注射诱导麻醉。Yorkshire 猪取仰卧位固定,耳缘静脉建立静脉通道,气管插管控制呼吸,联合运用瑞芬太尼[5 $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{h})$]及异丙酚[4 $\text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$]维持静脉麻醉。

回肠转位手术组:Yorkshire 猪全身麻醉成功后行回肠转位手术。取正中切口入腹,于右髂区寻找并定位盲肠。分别于距回盲瓣 15 cm 和 315 cm 处截断回肠,截取回肠片段 300 cm。4-0 Prolene 线单层连续端

端吻合原回肠近、远端。距屈氏韧带 15 cm 处截断空肠,并将截取的回肠片段顺肠蠕动方向间置入空肠上段,分别以 4-0 Prolene 线行端端吻合。见图 1。

手术对照组:动物全身麻醉成功后行对照手术。取正中切口入腹,于右髂区寻找并定位盲肠。分别于距回盲瓣 15 cm 处和 315 cm 处、距屈氏韧带 15 cm 处截断回肠及空肠,并以 4-0 Prolene 线行回肠原位端端单层连续吻合。见图 2。

经十二指肠灌注进行葡萄糖耐量实验 (duodenum glucose tolerance test, DGTT):于手术时、术后第 4 周行 DGTT。实验前常规禁食 12 h,禁水 8 h。全身麻醉后,取右侧旁正中切口入腹,分离腹腔粘连,定位十二指肠降部,6 号针头穿刺并连接延长管,50% 葡萄糖溶液 (1 mg/g) 快速推注。于 0 min 开始至 180 min 截止,以 10 min 为间隔经颈静脉采集血样检测血糖,每时间点反复测定 3 次,取其均值。并采集葡萄糖灌注后 0 min 及 40 min 血样标本采用 ELISA 法检测肠激素 GLP-1 水平。

1.4 检测指标

(1)术前及术后 1~4 周,每周测量体质量;(2)术前、术后 2 周、术后 4 周静脉采血检测 WBC、RBC、红细胞压积 (hematocrit, HCT)、Hb 等实验室生化指标;(3)手术时、术后第 4 周行 DGTT,记录各时相点血糖值,手术时测量的血糖为基线水平,绘制曲线并计算曲线下面积;(4)DGTT 中,检测葡萄糖灌注 0 min 和 40 min 静脉血样中 GLP-1 水平。

1.5 统计学分析

应用 SPSS 17.0 统计软件进行分析,生化参数指标以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 Mann-Whitney U 非参数检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 体质量变化

回肠转位手术组和手术对照组 Yorkshire 猪术后 2、3、4 周的体质量均分别较术后 1 周有明显增长 ($Z_{\text{回肠转位手术组}} = 2.11, 2.21, 2.33, Z_{\text{手术对照组}} = 2.13, 2.18, 2.27, P < 0.05$);术后 4 周两组 Yorkshire 猪体质量比较,差异无统计学意义 ($Z = 0.45, P > 0.05$)。见图 3。

2.2 生化参数变化

回肠转位手术组 Yorkshire 猪分别于术后 2、4 周测量 WBC、RBC、HCT、Hb,上述指标与术前比较,差异无统计学意义 ($Z_{\text{WBC}} = 1.24, 1.54, Z_{\text{RBC}} = 0.84, 0.88, Z_{\text{HCT}} = 0.95, 0.83, Z_{\text{Hb}} = 1.25, 1.17, P > 0.05$);手术对照组 Yorkshire 猪上述指标与术前比较,差异无统计学意义 ($Z_{\text{WBC}} = 1.04, 0.36, Z_{\text{RBC}} = 0.78, 0.43, Z_{\text{HCT}} = 0.22, 0.42, Z_{\text{Hb}} = 0.78, 0.79, P > 0.05$)。见表 1。

2.3 DGTT 情况

术后 4 周手术对照组 Yorkshire 猪血糖曲线与基线基本持平,葡萄糖灌注 60 min,血糖达峰值,且峰值时间两者血糖水平无明显差异 ($Z = 0.39, P > 0.05$);术后 4 周回肠转位手术组 Yorkshire 猪血糖峰值呈现于葡萄糖灌注 80 min,且峰值时间回肠转位手术组血糖值 (10.6 ± 2.9) mmol/L 明显低于基线水平的 (13.5 ± 2.6) mmol/L ($Z = 2.31, P < 0.05$);回肠转位手术组 Yorkshire 猪血糖达峰值时间为 (90 ± 11) min,较手术对照组的 (50 ± 5) min 明显延迟 ($Z = 2.29, P < 0.05$),且回肠转位手术组 Yorkshire 猪平均血糖峰值 (10.6 ± 2.9) mmol/L 明显低于手术对照组的 (13.3 ± 3.7) mmol/L ($Z = 2.30, P < 0.05$)。见图 4。

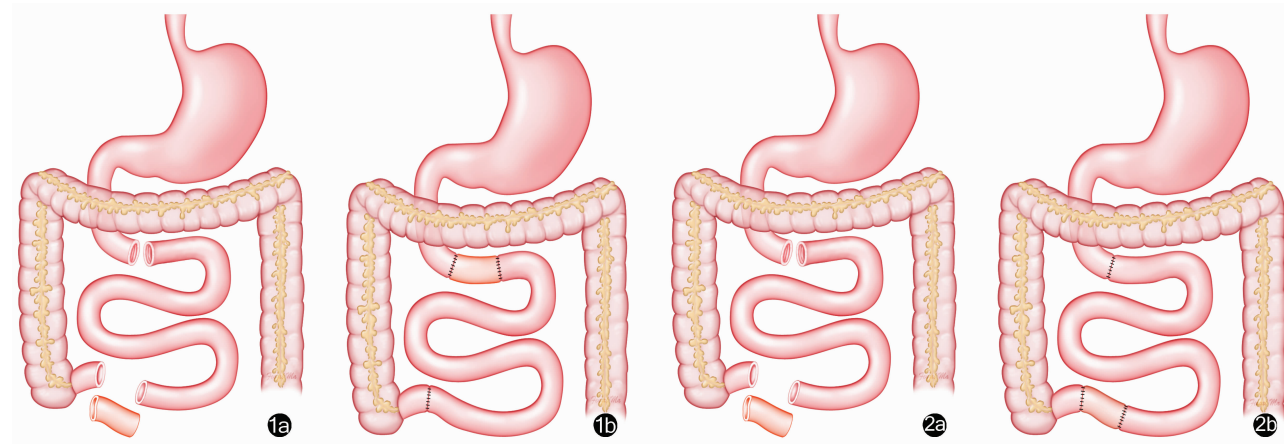


图1 回肠转位手术示意图 1a:回肠转位手术肠段截取及间置点选择;1b:所截取回肠片段间置入空肠近段

图2 对照手术示意图

2a:对照手术肠段截取及空肠离断点选择;2b:所截取回肠片段及离断的空肠近段均原位吻合

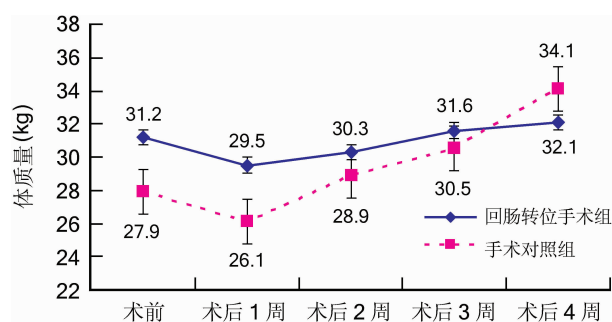


图3 回肠转位手术组和手术对照组 Yorkshire 猪围手术期体质量变化曲线

表1 回肠转位手术组和手术对照组 Yorkshire 猪围手术期生化指标变化($\bar{x} \pm s$)

组别	只数	WBC($\times 10^9/L$)		
		术前	术后2周	术后4周
回肠转位手术组	10	16.7 $\pm$ 1.6	19.9 $\pm$ 3.2	23.3 $\pm$ 2.5
手术对照组	9	16.7 $\pm$ 1.6	18.7 $\pm$ 2.3	16.2 $\pm$ 0.7
组别	只数	RBC($\times 10^{12}/L$)		
		术前	术后2周	术后4周
回肠转位手术组	10	5.80 $\pm$ 0.22	5.40 $\pm$ 0.21	5.30 $\pm$ 0.22
手术对照组	9	5.80 $\pm$ 0.22	5.50 $\pm$ 0.21	5.60 $\pm$ 0.16
组别	只数	HCT($\times 10^9/L$)		
		术前	术后2周	术后4周
回肠转位手术组	10	33.1 $\pm$ 1.3	29.8 $\pm$ 1.4	30.1 $\pm$ 1.6
手术对照组	9	33.1 $\pm$ 1.3	33.3 $\pm$ 1.1	34.5 $\pm$ 1.6
组别	只数	Hb(g/L)		
		术前	术后2周	术后4周
回肠转位手术组	10	92 $\pm$ 4	84 $\pm$ 4	85 $\pm$ 4
手术对照组	9	92 $\pm$ 4	89 $\pm$ 4	89 $\pm$ 4

注:HCT:红细胞压积

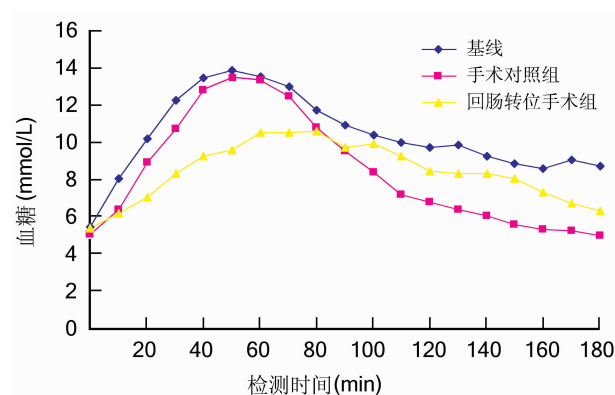


图4 回肠转位手术组和手术对照组 Yorkshire 猪十二指肠葡萄糖耐量曲线变化

回肠转位手术组 Yorkshire 猪 DGT 曲线下面积为(1569 ± 546) mmol/L $\times$ min, 明显低于基线水平的(1938 ± 873) mmol/L $\times$ min ($Z = 2.26, P < 0.05$); 而手术对照组(1571 ± 563) mmol/L $\times$ min 与基线水

平比较, 差异无统计学意义($Z = 1.55, P > 0.05$)。

2.4 肠激素 GLP-1 变化

术后第4周, 回肠转位手术组和手术对照组 Yorkshire 猪葡萄糖灌注前 GLP-1 水平分别为(1.9 ± 0.7) μ g/L 和(1.6 ± 0.6) μ g/L, 两组比较, 差异无统计学意义($Z = 0.29, P > 0.05$); 在葡萄糖灌注40 min 后, 回肠转位手术组 Yorkshire 猪 GLP-1 水平为(10.0 ± 1.6) μ g/L, 显著高于葡萄糖灌注前($Z = 3.05, P < 0.05$), 手术对照组 Yorkshire 猪 GLP-1 水平为(4.3 ± 1.7) μ g/L, 与葡萄糖灌注前比较, 差异无统计学意义($Z = 0.74, P > 0.05$); 而回肠转位手术组与手术对照组 Yorkshire 猪 GLP-1 水平比较, 差异有统计学意义($Z = 2.12, P < 0.05$)。

3 讨论

糖尿病的治疗是一项全球性的难题, 传统的内科治疗往往疗效欠佳^[6]。而减重外科的意外发现让我们寻找到了治愈糖尿病的另一条途径——外科手术。1982 年, Hussain 等^[7]报道了胃旁路术可改善糖耐量水平。2009 年, 美国糖尿病学会(ADA)在2型糖尿病治疗指南中首次将外科手术列为治疗2型糖尿病的一项手段。

回肠转位手术特点在于它并不改变消化道长度, 也不存在消化液分流所致的食物消化吸收障碍, 仅仅是依靠调整肠道排列顺序来调节机体的生理代谢, 因此被视为最符合代谢外科设计理念的手术方式^[8]。目前, 国内外针对该术式开展了一系列以普通或糖尿病大鼠为模型的实验研究。但是模型鼠与人的消化、代谢等生理结构存在差异, 不能阐述所有倾向于导致糖耐受降低和2型糖尿病发生的表现型(如胰岛素抵抗、肥胖、高胰岛素血症和高胆固醇血症)的必要成分^[9]。在本研究中, 笔者将回肠转位手术运用于大型哺乳类动物模型中, 正是基于猪与人的呼吸循环、摄食行为、代谢模式、内分泌调节等生理结构和功能高度相似的特点^[10]。因此, 以 Yorkshire 猪作为模型来衡量其效果对临床开展这一术式有着更显著的指导意义。

回肠转位手术是依靠改变食物接触肠道的先后顺序来刺激肠道激素的释放, 调节肠-胰岛素轴, 达到平稳并持久控制血糖的目的。它既不改变消化道容量, 也不造成吸收障碍, 对体质量的干扰较其他术式小^[11]。本研究结果表明: 两组 Yorkshire 猪围手术期的同期体质量比较, 差异无统计学意义。这说明回肠转位手术本身并不会造成动物体

质量的明显丢失。

DGTT 是目前诊断糖尿病的金标准,同时也是实验研究中评价血糖代谢状态的最直观、最可靠的方法^[12]。本研究中,笔者采用经十二指肠葡萄糖灌注术,在全身麻醉下行 DGTT,既消除了因疼痛、恐惧、制动、穿刺等刺激诱发的应激血糖异常波动,还避免了机体胃排空的个体差异,确保同等剂量的葡萄糖在 Yorkshire 猪肠道内的吸收,这对呈剂量-效应关系的糖耐量实验至关重要。本研究结果表明:术后 4 周回肠转位手术组 Yorkshire 猪血糖的峰值较术前和手术对照组明显降低,且血糖达到峰值的平均时间明显延后了近 20 min,这种峰值延迟的效应并未出现在大鼠实验模型中。笔者推测:这种差异源于两种动物不同的消化道构造,且与回肠转位手术后相关激素引起的肠蠕动减慢有关。通过对比两组 Yorkshire 猪 DGTT 曲线下面积发现:回肠转位手术组 Yorkshire 猪曲线下面积明显低于手术对照组和术前水平。这提示回肠转位手术调节血糖的价值体现在机体糖荷载后的整个生理过程,而非单纯的峰值下调。

GLP-1 作为目前已知的最强的肠促胰岛素,主要由末端空肠、回肠和结肠的朗格汉斯细胞分泌,通过与胰岛细胞的 GLP-1 受体结合,发挥其促胰岛素分泌和抑制胰高血糖素作用,是肠-胰岛素轴上关键性的肠激素。研究中笔者发现:术后 4 周,两组 Yorkshire 猪糖荷载前的基础 GLP-1 水平并无明显差异,而葡萄糖灌注 40 min 后回肠转位手术组 Yorkshire 猪 GLP-1 水平较手术对照组明显升高,充分说明了回肠转位手术明显强化了餐后朗格汉斯细胞对 GLP-1 的分泌功能。

综上所述,回肠转位手术能在避免造成 Yorkshire 猪体质量丢失的基础上,显著提升肠激素 GLP-1 的

水平,延迟血糖峰值出现时间,降低峰值血糖浓度,有效改善机体糖耐量。

参考文献

- [1] 赵文嫣,周勇,刘源,等.腹腔镜袖状胃切除术治疗肥胖症合并 2 型糖尿病的近期疗效.中华消化外科杂志,2011,10(3):220-221.
- [2] Pokala S. Gastric bypass or biliopancreatic diversion increases remission from type 2 diabetes in obese adults. Ann Intern Med, 2012,157(2):JC1-12.
- [3] Leonetti F, Capoccia D, Coccia F, et al. Obesity, type 2 diabetes mellitus, and other comorbidities: a prospective cohort study of laparoscopic sleeve gastrectomy vs medical treatment. Arch Surg, 2012,147(8):694-700.
- [4] 汤礼军,陈涛,崔建峰.胃转流术治疗非肥胖型 2 型糖尿病的近期疗效.中华消化外科杂志,2011,10(3):214-216.
- [5] Strader AD, Vahl TP, Jandacek RJ, et al. Weight loss through ileal transposition is accompanied by increased ileal hormone secretion and synthesis in rats. Am J Physiol Endocrinol Metab, 2005, 288(2):E447-453.
- [6] Retnakaran R, Qi Y, Opsteen C, et al. Initial short-term intensive insulin therapy as a strategy for evaluating the preservation of beta-cell function with oral antidiabetic medications: a pilot study with sitagliptin. Diabetes Obes Metab, 2010,12(10):909-915.
- [7] Hussain A, Mahmood H, El-Hasani S. Can Roux-en-Y gastric bypass provide a life-long solution for diabetes mellitus?. Can J Surg, 2009,52(6):E269-275.
- [8] Reis CE, Alvarez-Leite JJ, Bressan J, et al. Role of bariatric-metabolic surgery in the treatment of obese type 2 diabetes with body mass index < 35 kg/m²: a literature review. Diabetes Technol Ther, 2012,14(4):365-372.
- [9] Bellinger DA, Merricks EP, Nichols TC. Swine models of type 2 diabetes mellitus: insulin resistance, glucose tolerance, and cardiovascular complications. ILARJ, 2006,47(3):243-258.
- [10] 高萍,傅伟龙.不同日龄蓝塘仔猪血液中几种激素水平的变化.华南农业大学学报:自然科学版,2003,24(3):62-65.
- [11] Chelikani PK, Shah IH, Taqi E, et al. Comparison of the effects of Roux-en-Y gastric bypass and ileal transposition surgeries on food intake, body weight, and circulating peptide YY concentrations in rats. Obes Surg, 2010,20(9):1281-1288.
- [12] Selvin E, Crainiceanu CM, Brancati FL, et al. Short-term variability in measures of glycemia and implications for the classification of diabetes. Arch Intern Med, 2007,167(4):1545-1551.

(收稿日期:2013-08-13)

(本文编辑:张玉琳)

本刊编辑部电话号码和电子邮箱变更通知

因工作需要,本刊邮箱地址变更为 digisurg@zhxhwk.com,原邮箱 digisurg@263.net 将继续使用至 2013 年 12 月 31 日。

原编辑部电话 023-68754655(邹迎芬)不变并取消程控,编辑电话变更如下:

毛 蜀, 023-68754876-662

陶 东, 023-68754876-663

张玉琳, 023-68754876-664

张 昊, 023-68754876-666

赵 蕾, 023-68754876-667