

## Опыт трансплантации поджелудочной железы с изолированным кровоснабжением по селезёночной артерии

Алексей Валерьевич Пинчук<sup>1,2,3</sup>, Юрий Андреевич Анисимов<sup>1\*</sup>,  
Илья Викторович Дмитриев<sup>1</sup>, Роман Васильевич Сторожев<sup>1</sup>,  
Аслан Галиевич Балкаров<sup>1</sup>, Рустам Шахисмаилович Муслимов<sup>1</sup>,  
Ирина Викторовна Ходилина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт скорой помощи  
им. Н.В. Склифосовского, г. Москва, Россия;

<sup>2</sup>Московский государственный медико-стоматологический университет, г. Москва, Россия;

<sup>3</sup>Научно-исследовательский институт организации здравоохранения  
и медицинского менеджмента, г. Москва, Россия

### Реферат

**Цель.** Показать возможность успешного выполнения трансплантации панкреатодуоденального комплекса с изолированным кровоснабжением по селезёночной артерии и оценить качество его кровоснабжения.

**Методы.** Обследованы 6 пациентов, которым была выполнена трансплантация поджелудочной железы с изолированным кровоснабжением по селезёночной артерии. Реципиентами были 3 мужчины и 3 женщины, медиана возраста составила 36,5 [31; 42] года. С целью оценки состояния, качества кровоснабжения трансплантатов и их функционирования выполняли оценку лабораторных данных, ультразвуковую доплерографию, анализ показателей объёмного кровотока (перфузия по данным компьютерной томографии) и исходов лечения.

**Результаты.** По результатам проведённого обследования выявлено адекватное кровоснабжение трансплантатов поджелудочной железы изолированно по селезёночной артерии. Функция трансплантатов поджелудочной железы у всех обследуемых пациентов оставалась удовлетворительной, уровни гликемии были в пределах нормальных значений. Госпитальная летальность пациентов составила 0%.

**Вывод.** Успешное выполнение трансплантации панкреатодуоденального комплекса с изолированным кровоснабжением по селезёночной артерии технически возможно ввиду наличия внутриорганных артериальных коллатералей.

**Ключевые слова:** трансплантация поджелудочной железы, изолированное кровоснабжение, селезёночная артерия, КТ-перфузия.

**Для цитирования:** Пинчук А.В., Анисимов Ю.А., Дмитриев И.Д. и др. Опыт трансплантации поджелудочной железы с изолированным кровоснабжением по селезёночной артерии. *Казанский мед. ж.* 2019; 100 (2): 322–326. DOI: 10.17816/KMJ2019-322.

### The experience of pancreas transplantation with isolated splenic artery supply

A.V. Pinchuk<sup>1,2,3</sup>, Yu.A. Anisimov<sup>1</sup>, I.V. Dmitriev<sup>1</sup>, R.V. Storozhev<sup>1</sup>, A.G. Balkarov<sup>1</sup>, R.Sh. Muslimov<sup>1</sup>, I.V. Khodilina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia;

<sup>3</sup>Scientific Research Institute of Health Organization and Medical Management, Moscow, Russia

### Abstract

**Aim.** To demonstrate the possibility of successful transplantation of pancreaticoduodenal complex with isolated splenic artery supply and to assess the quality of its perfusion.

**Methods.** 6 patients who underwent pancreas transplantation with isolated splenic artery blood supply were

examined. The recipients were 3 men and 3 women, the median age was 36.5 [31; 42] years. To evaluate the state, quality of transplant perfusion and their function, the laboratory data, doppler ultrasound, measurement of blood flow volume (CT-perfusion) and treatment outcomes were assessed.

**Results.** Based on the results of investigations, adequate pancreatic graft blood supply through the splenic artery alone was detected. Pancreatic transplant function in all patients was satisfactory, blood glucose levels remained within normal values. Hospital mortality was 0%.

**Conclusion.** Successful transplantation of pancreaticoduodenal complex with isolated splenic artery supply is technically possible due to the presence of intraorganic arterial collaterals.

**Keywords:** pancreas transplantation, isolated blood supply, splenic artery, CT-perfusion.

**For citation:** Pinchuk A.V., Anisimov Yu.A., Dmitriev I.V. et al. Single center experience of pancreas transplantation with isolated splenic artery blood supply. *Kazan medical journal*. 2019; 100 (2): 322–326. DOI: 10.17816/KMJ2019-322.

Успешная трансплантация функционально-активной ткани поджелудочной железы (ПЖ) позволяет достичь стойкой инсулинонезависимости реципиентов, значительно улучшить качество их жизни, остановив или существенно замедлив развитие вторичных диабетических осложнений [1–5].

Несмотря на значительные улучшения результатов трансплантации ПЖ на протяжении последних 10–15 лет, существенного увеличения количества ежегодно выполняемых операций не произошло [3–10]. В первую очередь это объясняется сохраняющимся дефицитом донорских органов и невысокой эффективностью органного донорства [5, 11]. Критическая нехватка пригодных к пересадке органов обусловлена не только строгими критериями их отбора, но и анатомическими особенностями кровоснабжения ПЖ [12].

Наличие трёх питающих ПЖ артерий, исходящих из бассейнов чревного ствола и верхней брыжеечной артерии, определяет сложность и необходимость выполнения типичной сосудистой реконструкции (с использованием Y-образной сосудистой вставки) для адекватного кровоснабжения трансплантата [11, 13–19]. Кроме того, необходимость эксплантации не только ПЖ, но и печени при мультиорганном изъятии при некоторых особенностях анатомии диктует хирургу выбор в пользу изъятия только печёночного трансплантата [11, 12, 17, 20, 21].

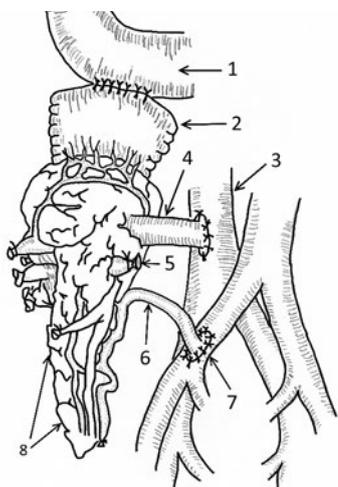
При стандартном варианте артериальной анатомии (86%) чревный ствол делится на левую желудочную, общую печёночную и селезёночную артерии [3, 13]. Оптимальным считают изъятие трансплантата печени — с общей печёночной артерией и чревным стволом, а трансплантата ПЖ (ТПЖ) с верхней брыжеечной и селезёночной артериями, что позволяет на этапе back-table осуществить адекватную реваскуляризацию обоих органов и успешно выполнить оба вида трансплантации [3, 12, 13, 20].

Однако, по данным ряда авторов, у 10–20% доноров выявляют отхождение добавочной правой печёночной артерии от верхней брыжеечной артерии в непосредственной близости или даже в паренхиме головки ПЖ [2, 3, 11]. В этой ситуации приоритет трансплантата печени в отношении верхней брыжеечной артерии приводит к невозможности выполнения стандартной артериальной реконструкции ТПЖ с использованием Y-образного сосудистого аллопротеза [11, 12, 17, 20]. Высокий риск развития критической ишемии головки ТПЖ и культи двенадцатиперстной кишки, как следствие недостаточного их кровоснабжения, заставляет хирургов отказываться от использования пригодных для трансплантации органов [3, 5, 20].

Цель нашего исследования — доказать возможность успешного выполнения трансплантации ПЖ с изолированным кровотоком по селезёночной артерии и оценить качество кровоснабжения панкреатодуоденального комплекса исключительно через селезёночную артерию.

*Характеристика реципиентов.* С декабря 2014 г. по август 2018 г. в отделении трансплантации почки и поджелудочной железы ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы» 6 пациентам была выполнена трансплантация ПЖ с изолированным кровоснабжением по селезёночной артерии. В их числе были 3 (50%) мужчины и 3 (50%) женщины. Медиана возраста составила 36,5 [31; 42] года, индекса массы тела — 19,8 [19; 20,7] кг/м<sup>2</sup>. Все реципиенты имели длительный анамнез сахарного диабета 1-го типа (28 [22; 29] лет) и страдали множественными вторичными диабетическими осложнениями — тяжёлой ретинопатией, микро- и макроангиопатиями.

*Доноры.* Донорами органов во всех случаях были пациенты с диагностированной смертью головного мозга в результате черепно-мозговой травмы (n=3; 50%) и острого нарушения мозгового кровообращения (n=3; 50%). Из них



**Рис. 1.** Схема трансплантации поджелудочной железы с изолированным кровоснабжением по селезёночной артерии: 1 — *duodenum* реципиента; 2 — культя *duodenum* донора; 3 — *v. cava inferior*; 4 — *v. porta*; 5 — лигированная *a. mesenterica superior*; 6 — *a. lienalis*; 7 — *a. iliaca communis*; 8 — трансплантат поджелудочной железы

мужчин было 4 (66,7%), женщин — 2 (33,3%). Медиана возраста доноров составила 32 [28; 35] года. Медиана времени холодовой ишемии ТПЖ была 8,5 [7; 10] ч.

**Хирургическая техника.** Всем пациентам была выполнена трансплантация ПЖ с забрюшинным расположением трансплантата, формированием дуодено-дуоденоанастомоза и изолированным артериальным кровоснабжением по селезёночной артерии (рис. 1).

На этапе предоперационной обработки (*backtable*) для оценки возможности выполнения ТПЖ с изолированным кровоснабжением по селезёночной артерии выполняли перфузию трансплантата кустодиолом под гидростатическим давлением с высотой системы 120 см. При этом визуализировали интенсивное истечение раствора из устья отсечённой нижней панкреатодуоденальной артерии трансплантата, что свидетельствовало о развитой системе внутриорганных артериальных коллатералей. После этого верхнюю брыжеечную артерию лигировали.

Венозный отток во всех наблюдениях осуществляли в систему нижней полой вены реципиента.

**Диагностика.** Непосредственно после реперфузии трансплантатов мы оценивали внешний вид трансплантатов и их кровенаполнение всех отделов органов, включая культю донорской двенадцатиперстной кишки.

Функционирование ТПЖ оценивали по лабораторным маркерам на момент выписки пациентов: суточные колебания гликемии, содержание альфа- и панкреатической амилазы, липазы,

свободного инсулина, гликозилированного гемоглобина и С-пептида в сыворотке крови.

Объективную оценку кровоснабжения трансплантатов проводили на 12-е послеоперационные сутки методами ультразвуковой доплерографии и динамической объёмной компьютерной томографии с оценкой перфузии на 640-срезовом томографе [22, 23]. При этом выполняли количественную оценку объёма кровотока и времени пиковой концентрации.

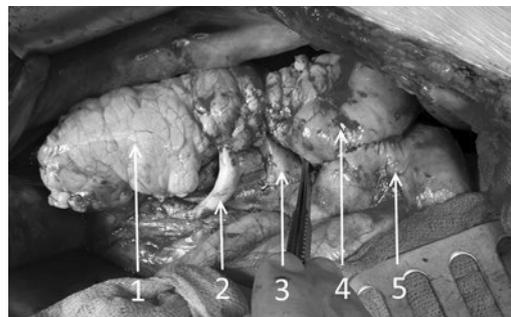
**Результаты.** После реперфузии мы визуализировали интенсивное и равномерное кровенаполнение всех отделов органов, включая культю донорской двенадцатиперстной кишки (рис. 2).

Госпитальная летальность составила 0%.

Медианы уровней гликемии в течение суток оставались в пределах нормальных значений. Оценка лабораторных показателей по большинству параметров не выявила признаков нарушения функции ТПЖ. Так, медиана уровня общей амилазы составила 103 [52; 245] ед./л, панкреатической амилазы — 71 [31; 209] ед./л, липазы — 42 [25; 225] ед./л, гликозилированного гемоглобина — 5,5 [5,1; 5,7]%, свободного инсулина — 16 [14; 18] мкМЕД/мл, С-пептида — 4,3 [3; 5,7] нг/мл.

При выполнении ультразвуковой доплерографии было отмечено выраженное кровоснабжение всех отделов трансплантатов, а медианы индекса резистентности составили: в головке — 0,64 [0,55; 0,73], в теле — 0,68 [0,64; 0,71], в хвосте — 0,67 [0,64; 0,72].

Трёхмерная реконструкция при компьютерной томографии (КТ) с контрастным усилением и КТ-перфузия позволили нам объективно доказать достаточную васкуляризацию паренхимы ТПЖ и равномерное кровоснабжение трансплантата по системе коллатералей между селезёночной и верхней брыжеечной артериями (рис. 3).



**Рис. 2.** Интраоперационная фотография трансплантата поджелудочной железы с изолированным кровоснабжением по селезёночной артерии: 1 — трансплантат поджелудочной железы; 2 — *a. lienalis*; 3 — *v. porta*; 4 — культя *duodenum* донора; 5 — *duodenum* реципиента

Таблица 1. Сравнение показателей органного кровотока в различных частях трансплантатов поджелудочной железы

Показатели	Головка	Тело	Хвост	p*
Индекс резистентности	0,64 [0,55; 0,73]	0,68 [0,64; 0,71]	0,67 [0,64; 0,72]	0,89
Объёмная скорость кровотока, мл/мин/100 г	124 [110; 160]	124 [113; 134]	118 [106; 132]	0,75
Объёмный кровоток, мл/мин	38 [32; 46]	36 [30; 51]	43 [37; 49]	0,59

Примечание: \*критерий Краскела–Уоллиса.

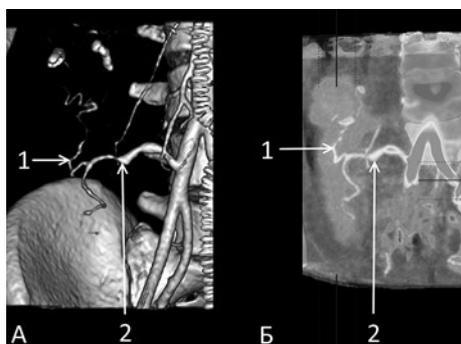


Рис. 3. (А) Трёхмерная реконструкция при компьютерной томографии (КТ) и (Б) КТ-перфузия трансплантата поджелудочной железы с изолированным кровоснабжением по селезёночной артерии: 1 — внутриорганные коллатерали; 2 — *a. lienalis*

Количественная оценка внутриоргано-вого кровотока в исследованных ТПЖ также продемонстрировала достаточный уровень кровоснабжения органа изолированно по системе селезёночной артерии. Так, медианы объёмной скорости кровотока в ТПЖ составили: в головке — 124 [110; 160], в теле — 124 [113; 134], в хвосте — 118 [106; 132] мл/мин/100 г; медианы объёмного кровотока: в головке — 38 [32; 46], в теле — 36 [30; 51], в хвосте — 43 [37; 49] мл/мин. Медиана времени пиковой концентрации контраста в трансплантатах составила 21 [15; 26] с.

Для оценки равномерности кровоснабжения органов мы сравнили полученные показатели в различных отделах трансплантатов и не выявили достоверных различий (табл. 1).

**Обсуждение.** Главным сдерживающим фактором увеличения количества ежегодно выполняемых трансплантаций ПЖ в клинической практике остаётся критическая нехватка пригодных донорских органов, которая в некоторой степени обусловлена анатомическими особенностями кровоснабжения ПЖ. Сложность или в ряде случаев невозможность выполнения стандартной сосудистой реконструкции с использованием Y-образного сосудистого графта для обеспечения адекватного кровоснабжения трансплантата часто вынуждают хирургов отказываться от использования в целом подходящего для трансплантации органа.

Наш опыт трансплантации ПЖ с изолированным кровотоком по селезёночной артерии доказывает жизнеспособность и практическую применимость данной хирургической модификации. Это позволит не отказываться по техническим соображениям от использования пригодного органа и несколько увеличить количество выполняемых операций.

## ВЫВОДЫ

1. Адекватная и достаточная гемоперфузия всех частей трансплантата поджелудочной железы (хвоста, тела, головки, культы двенадцатиперстной кишки) при его изолированном кровоснабжении по селезёночной артерии обоснована и возможна ввиду развитой системы коллатералей между бассейнами селезёночной и верхней брыжеечной артерий.

2. Модифицированную технику трансплантации поджелудочной железы с изолированным кровоснабжением по селезёночной артерии можно использовать как при невозможности выполнения общепринятой артериальной реконструкции трансплантата поджелудочной железы, так и в качестве рутинной процедуры, упрощающей технологию и сокращающей время обработки трансплантата и операции в целом.

3. Использование подобной хирургической методики позволит расширить критерии изъятия и использования донорских поджелудочных желёз и на 10–20% увеличить количество проводимых оперативных вмешательств.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Leone J.P., Christensen K. Postoperative management. In: Gruessner R.W.G., Sutherland D.E.R. eds. *Transplantation of the pancreas*. New York: Springer. 2004; 206–237. DOI: 10.1007/978-1-4757-4371-5\_9.
2. Oberholzer J., Tzvetanov I.G., Benedetti E. Surgical complications of pancreas transplantation. In: Hakim N.S., Stratta R.J., Gray D., Friend P., Coleman A. eds. *Pancreas, islet, and stem cell transplantation for diabetes*. 2<sup>nd</sup> ed. Oxford university press. 2010; 179–189. DOI: 10.1093/med/9780199565863.003.0011.

3. Corry R.J., Shapiro R. *Pancreatic transplantation*. New York: Informa Healthcare. 2007; 159–170.
4. Srinivas T.R., Shoskes D.A. *Kidney and pancreas transplantation*. A practical guide. New York: Humana press. 2011; 442 p. DOI: 10.1007/978-1-60761-642-9.
5. Nghiem D.D. Revascularization of the gastroepiploic artery in pancreas transplant. *Transpl. Int.* 2008; 21 (8): 774–777. DOI: 10.1111/j.1432-2277.2008.00683.x.
6. Walter M., Jazra M., Kykalos S. et al. 125 cases of duodenoduodenostomy in pancreas transplantation: a single-centre experience of an alternative enteric drainage. *Transpl. Int.* 2014; 27 (8): 805–815. DOI: 10.1111/tri.12337.
7. Boggi U., Vistoli F., Signori S. et al. Outcome of 118 pancreas transplants with retroperitoneal portal-enteric drainage. *Transplant. Proc.* 2005; 37 (6): 2648–2650. DOI: 10.1016/j.transproceed.2005.06.081.
8. Moya-Herraiz A., Muñoz-Bellvis L., Ferrer-Fàbrega J. et al. Cooperative study of the Spanish Pancreas Transplant Group (GETP): Surgical complications. *Cir. Esp.* 2015; 93 (5): 300–306. DOI: 10.1016/j.ciresp.2014.12.006.
9. Adamec M., Janousek L., Saudek F., Tosenovský P. 100 pancreas transplantations with extraperitoneal graft placement. *Ann. Transplant.* 2001; 6 (2): 41–42. PMID: 11803618.
10. Hummel R., Langer M., Wolters H.H. et al. Exocrine drainage into the duodenum: a novel technique for pancreas transplantation. *Transpl. Int.* 2008; 21 (2): 178–181. DOI: 10.1111/j.1432-2277.2007.00591.x.
11. Li J.Q., He Z.J., Si Z.Z. et al. Gastroduodenal arterial reconstruction of the pancreaticoduodenal allograft. *Transplant. Proc.* 2011; 43 (10): 3905–3907. DOI: 10.1016/j.transproceed.2011.10.043.
12. Барански А. *Хирургическая техника экплантации донорских органов*. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2014; 224 с. [Baranski A. *Khirurgicheskaya tekhnika eksplantatsii donorskikh organov*. (Surgical technique of the abdominal organ procurement.) Moscow: GEOTAR-Media. 2014; 224 p. (In Russ.)]
13. Farghadani M., Momeni M., Nekmatnia A. et al. Anatomical variation of celiac axis, superior mesenteric artery, and hepatic artery: Evaluation with multidetector computed tomography angiography. *J. Res. Med. Sci.* 2016; 21: 129. DOI: 10.4103/1735-1995.1.
14. Rafailidis V., Papadopoulos G., Kouskouras K. et al. Multiple variations of the coeliac axis, hepatic and renal vasculature as incidental findings illustrated by MDCTA. *Surg. Radiol. Anat.* 2016; 38 (6): 741–745. DOI: 10.1007/s00276-015-1598-1.
15. Yamaguchi H., Wakiguchi S., Murakami G. et al. Blood supply to the duodenal papilla and the communicating artery between the anterior and posterior pancreaticoduodenal arterial arcades. *J. Hepatobiliary Pancreat. Surg.* 2001; 8 (3): 238–244. DOI: 10.1007/s0053410080238.
16. Socci C., Orsenigo E., Zuber V. Triple arterial reconstruction improves vascularization of whole pancreas for transplantation. *Transplant. Proc.* 2006; 38 (4): 1158–1159. DOI: 10.1016/j.transproceed.2006.02.020.
17. Badosa F., Baquero A., Cope C. et al. Arterial supply to the pancreas: anatomic variations pertinent to whole organ transplantation. *Transplant. Proc.* 1987; 19 (5): 3937–3938. PMID: 3313968.
18. Ibukuro K. Vascular anatomy of the pancreas and clinical applications. *Int. J. Gastrointest. Cancer.* 2001; 30 (1–2): 87–104. DOI: 10.1385/IJGC:30:1-2:087.
19. Mercer D.F., Rigley T., Stevens R.B. Extended donor iliac arterial patch for vascular reconstruction during pancreas transplantation. *Am. J. Transplant.* 2004; 4 (5): 834–837. DOI: 10.1111/j.1600-6143.2004.00422.x.
20. Yang H.C., Gifford R.R., Dafoe D.C. et al. Arterial reconstruction of the pancreatic allograft for transplantation. *Am. J. Surg.* 1991; 162 (3): 262–264. DOI: 10.1016/0002-9610(91)90083-P.
21. Fernández-Cruz L., Astudillo E., Sanfey H. et al. Combined whole pancreas and liver retrieval: comparison between Y-iliac graft and splenomesenteric anastomosis. *Transpl. Int.* 1992; 5 (1): 54–56. DOI: 10.1111/j.1432-2277.1992.tb01724.x.
22. Нестерюк Я.И. КТ-перфузия при опухолях поджелудочной железы. *Мед. визуализация*. 2015; (3): 57–67. [Nerestyuk Y.I. CT Perfusion of pancreatic tumors. *Meditinskaya visualizatsiya*. 2015; (3): 57–67. (In Russ.)]
23. Муслимов Р.Ш., Терновой С.К., Серова Н.С. и др. Методика оценки перфузии трансплантата поджелудочной железы с помощью динамической объемной компьютерной томографии. *REJR*. 2017; 7 (4): 74–82. [Muslimov R.Sh., Ternovoy S.K., Serova N.S. et al. A technique of evaluating of pancreas graft perfusion using dynamic volume computed tomography. *REJR*. 2017; 7 (4): 74–82. (In Russ.)] DOI: 10.21569/2222-7415-2017-7-4-74-82.