

DOI: 10.15825/1995-1191-2015-2-30-36

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ О ПРИГОДНОСТИ ДОНОРСКОЙ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ К ТРАНСПЛАНТАЦИИ РЕЦИПИЕНТУ

С.В. Арзуманов<sup>1</sup>, Я.Г. Мойсюк<sup>2</sup>, С.В. Готье<sup>2</sup>

<sup>1</sup> НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский радиологический центр» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГБУ «Федеральный научный центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

**Цель исследования:** выявить закономерности, критерии и факторы, влияющие на решение об изъятии поджелудочной железы для трансплантации реципиенту и их клиническую значимость. **Материалы и методы.** Проанализированы донорские карты 95 мультиорганных доноров в возрасте до 45 лет, которые рассматривались как возможные доноры поджелудочной железы, в период с 1 января 2010 г. по 31 декабря 2013 г. Поджелудочная железа была изъята в составе других органов у 28 доноров (I группа), отказ от изъятия поджелудочной железы при изъятии других органов зафиксирован у 67 доноров (II группа). Учитывались возраст, рост, вес, половая и расовая принадлежности, клинические, лабораторные данные, анатомические особенности гепатопанкреатодуоденальной зоны доноров. **Результаты.** Установлено, что на вероятность изъятия поджелудочной железы влияют 3 фактора. Согласно полученным данным, отказ от изъятия печени увеличивает вероятность отказа от поджелудочной железы в 4 раза. Повышенные уровни натрия и мочевины в крови донора также повышают вероятность признания поджелудочной железы не пригодной для трансплантации. Например, вероятность отказа от поджелудочной железы у донора с уровнем Na 145 ммоль/л, мочевиной 6,0 ммоль/л составляет лишь 32%. А у донора с уровнем Na 160 ммоль/л, мочевиной 12,0 ммоль/л намного выше – 85%. Другие факторы – лабораторные, клинические показатели, вариантное кровоснабжение гепатопанкреатодуоденальной зоны – не являлись предикторами принятия решения об изъятии. **Заключение.** Учет при принятии решения качества донорской поджелудочной железы, своевременная коррекция метаболических нарушений у донора, достаточный опыт хирурга, выполняющего эксплантацию, могут увеличить доступность трансплантации поджелудочной железы.

*Ключевые слова:* трансплантация, поджелудочная железа, донор, реперфузия, факторы риска.

## INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS UPON DECISION ON PANCREAS ALLOGRAFT SUITABILITY

S.V. Arzumanov<sup>1</sup>, Y.G. Moysyuk<sup>2</sup>, S.V. Gautier<sup>2</sup>

<sup>1</sup> N.A. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of National Medical Research Radiological Center of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> V.I. Shumakov Federal Research Center of Transplantology and Artificial Organs of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federations

**Aim.** To identify factors influencing upon decision on pancreas allograft suitability for transplant and their clinical significance. **Materials and methods.** We reviewed 95 multiorgan donors under the age of 45, who were considered as pancreas donor between January 2010 and December 2013. 28 pancreata were procured (Group I), 67 pancreata were refused (Group II). Demographic, clinical and laboratory data, anatomical hepato-pancreatoduodenal varieties were taken into account. **Results.** We found that only three factors have an effect

**Для корреспонденции:** Арзуманов Сергей Викторович. Адрес: 105425, г. Москва, ул. 3-я Парковая, д. 51, стр. 1. Тел.: (499) 164-10-64, (903) 255-59-06. E-mail: kidneytranspl@gmail.com.

**For correspondence:** Sergey Arzumanov. Address: 51, 3-rd Parkovaya st., Moscow, 105425, Russian Federation. Tel.: (499) 164-10-64, (903) 255-59-06. E-mail: kidneytranspl@gmail.com.

on pancreas allograft refusal probability. According to our data, non-transplantation of the liver from the same donor increases the pancreas graft refusal in 4 times. Elevated donor's sodium and urea blood levels also increase the probability of donor pancreas denial for transplantation. For example, the probability of pancreas graft refusal from the donor with sodium level 145 mmol/l and urea level 6.0 mol/l is only 32%. As compared to the donor with sodium level 160 mmol/l and urea 12.0 mol/l where probability reaches 85%. Other factors: demographic, laboratory, clinical indicators, hepatopancreatoduodenal blood supply variations were not predictive for the procurement decision. **Conclusion.** Main predictors of pancreas allograft refusal to be taken into account, appropriate correction of donor metabolic disturbances and sufficient experience of the surgeon performing the procurement can increase the availability of pancreas transplantation.

*Key words: transplantation, pancreas, donor, reperfusion, risk factors.*

## ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на значительные успехи современной науки по созданию бионической поджелудочной железы и развитие методов заместительной почечной терапии, комбинированная трансплантация поджелудочной железы и почки на сегодняшний день пока остается предпочтительным методом коррекции сахарного диабета первого типа, осложненного терминальной хронической почечной недостаточностью, позволяющим действительно полно нормализовать уровень гликемии, решить проблему адекватного замещения почечной функции, утерянной в результате диабетической нефропатии [1, 2]. Однако данный вид вмешательства обладает серьезным периоперативным риском развития хирургических и инфекционных осложнений, что приводит к необходимости применения строгих критериев селекции донорской поджелудочной железы и отбора реципиентов, значительно ограничивая доступность данного вида помощи. Перед хирургом каждый раз встает проблема оценки пригодности к трансплантации поджелудочной железы донора. Решение этой проблемы основывается на таких неспецифических показателях, как возраст, рост, вес, половая принадлежность донора, лабораторные и клинические показатели после диагностики смерти мозга, время холодовой ишемии и ряд других признаков [3].

Прежде чем обсуждать донорские факторы риска, необходимо дать определение «идеального» донора поджелудочной железы. В мировой практике под такое определение обычно попадает донор с диагнозом «смерть мозга» вследствие травмы или асфиксии, в возрасте от 18 до 40 лет, с индексом массы тела (ИМТ) 25–27 кг/м<sup>2</sup> [4]. По данным Международного регистра трансплантации поджелудочной железы (IPTR), за последние 10 лет количество комбинированных трансплантаций почки и поджелудочной железы постепенно снижается, а количество «неидеальных» доноров увеличивается [5].

Методы систематического количественного анализа качества донорского материала разработаны для доноров почки и печени на основе ретроспективного анализа результатов трансплантации и

позволяют эффективно предсказывать вероятность ранних потерь пересаженных органов [3, 6].

Чтобы сформировать системный подход к изъятию поджелудочной железы, «Евротрансплант» ввел числовую шкалу, так называемый Pre-Procurement-Pancreas-Suitability-Score (P-PASS), который учитывает такие донорские параметры, как возраст, ИМТ, время нахождения в отделении реанимации, факт асистолии, уровень натрия, липазы, дозу катехоламинов (табл. 1).

Таблица 1

### P-PASS

Факторы	1 балл	2 балла	3 балла
Возраст (лет)	<30	30–40	>40
ИМТ (кг/м <sup>2</sup> )	<20	20–25	>25
Время в реанимации (дни)	<3	3–7	>7
Остановка сердца (мин)	Нет	Да, <5	Да, >5
Натрий (ммоль/л)	<155	155–160	>160
Амилаза (Ед./л) или Липаза (Ед./л)	<130 <160	130–390 160–480	>390 >480
Норадреналин или Допамин	Нет Нет	<0,05 <10	>0,05 >10

Исследования показали, что вероятность признания поджелудочной железы пригодной для трансплантации в 3 раза выше, если сумма баллов P-PASS меньше 17 [7]. Как показала практика, P-PASS хотя и позволяет с большой вероятностью определить, будет ли изъята поджелудочная железа, но не может выступать в качестве предиктора результатов трансплантации [8].

Более точным методом количественной оценки пригодности поджелудочной железы для трансплантации является Pancreas-Donor-Risk-Index (PDRI), который создан на основе анализа 9401 случая с учетом отдаленных результатов выживаемости пересаженных органов. Этот индекс учитывает 9 донорских факторов – пол, возраст, вес, рост, расовая принадлежность, ИМТ, причина смерти мозга, факт сердечной деятельности, уровень креатинина плазмы – и один трансплантационный фактор – время холодовой ишемии. PDRI может быть интерпретирован как отношение рисков вероятных доноров

к среднему донору, который представляет собой мужчину-европеоида, 28 лет, с ИМТ = 25 кг/м<sup>2</sup>, ростом 173 см, уровнем креатинина ниже 2,5 мг/дл (200 ммоль/л), умершего от черепно-мозговой травмы. С ростом значений PDR1 повышается вероятность потери трансплантата в течение 1-го года после операции. При показателе PDR1, равном 0,64–0,85, годовая выживаемость трансплантата составляет 88%, а при уровне 2,12–2,86 – 70% [9].

Существуют две стратегии изъятия органов при смерти мозга: быстрая диссекция сосудов и органов после холодной перфузии, которая бывает просто необходима, если донор является гемодинамически нестабильным, или диссекция при сохраненном кровообращении до холодной перфузии. Первая стратегия дает возможность сократить время процедуры изъятия органов, вторая – лучше оценить возможные анатомические вариации. Однако нет доказательств преимущества одной техники над другой. Причиной для отказа в изъятии помимо вышеописанных факторов может явиться наличие фиброза и кальцификации, выраженного отека, жирового перерождения поджелудочной железы, а также наличие дополнительной или aberrантной правой печеночной артерии, отходящей от верхней брыжеечной артерии и проходящей через толщу головки поджелудочной железы [3]. Особую роль играет опыт выполняющего эксплантацию хирурга. В странах «Евротранспланта» эту операцию выполняют хирурги, зачастую не имеющие опыта участия в трансплантации поджелудочной железы. По данным A.G. Varanski, 17,2% изъятых поджелудочных желез признаются не пригодными для трансплантации. Из них около 13% имеют критические хирургические повреждения, такие как значительная травма паренхимы, порезы и отрывы верхней брыжеечной и селезеночной вен или дорзальной панкреатической артерии, когда реконструкция не представляется возможной. Около 1/3 отклоненных поджелудочных желез имеют признаки выраженного атеросклероза сосудов, что значительно повышает вероятность ранних тромбозов [10].

Для поджелудочной железы в подавляющем количестве случаев используется холодная перфузия одним из консервирующих растворов – UW, НТК или Celsior. И хотя применение раствора UW является «золотым стандартом», применение раствора НТК дает схожие результаты выживаемости трансплантата при сроках холодной ишемии менее 12 ч, хотя и несколько увеличивает риск развития отека, панкреатита и последующего тромбоза [11].

Таким образом, оценка трансплантата поджелудочной железы является многофакторным процессом, учитывающим как различные количественные показатели потенциального донора, объем и состав консервирующего раствора, анатомические особен-

ности гепатопанкреатодуоденальной зоны, предполагаемое время холодной ишемии, так и субъективную оценку трансплантата хирургом до и после перфузии.

В данной статье мы проанализировали все наблюдения за потенциальными донорами поджелудочной железы за период с 2010-го по 2014 г. для выявления закономерностей и критериев, по которым принималось решение об изъятии органа, пригодности его к трансплантации, и их клиническую значимость.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Нами были проанализированы донорские карты 95 мультиорганных доноров в возрасте до 45 лет, которые рассматривались как возможные доноры поджелудочной железы, в период с 1 января 2010 г. по 31 декабря 2013 г. Возраст 45 лет был выбран как максимально возможный для изъятия поджелудочной железы, доноры старше этого возраста в исследовании не рассматривались. Поджелудочная железа была изъята у 28 доноров в возрасте менее 45 лет (рис. 1).

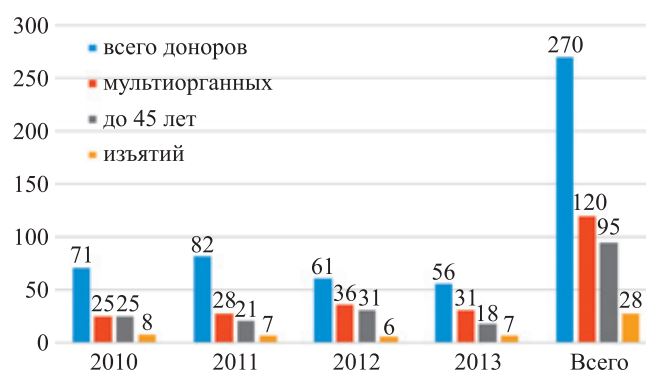


Рис. 1. Доноры поджелудочной железы

Нами анализировались следующие факторы: возраст, вес, рост, ИМТ, раса, время нахождения в реанимации, причина смерти, смерть мозга/биологическая смерть, применение катехоламинов; показатели крови: натрий, амилаза, креатинин, мочевины, АСТ, АЛТ, гемоглобин, общий белок, альбумин, глюкоза.

Для всех доноров был рассчитан индекс PDR1 по оригинальной формуле Axelrodetal [9].

Статистический анализ проводился с помощью пакета программ Stat Soft Statistica 10.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA). Ни один из количественных показателей не прошел первичной проверки на нормальность распределения с помощью критерия Лиллиефорса. Для ненормально распределенных количественных данных указывали медиану, интерквартильный размах, при необходимости – максимальное и минимальное значения.

Для сравнения групп количественных данных использовали непараметрический тест Манна–Уитни. Для сравнения частот наблюдаемых признаков в группах везде использован точный критерий Фишера. Для прогнозирования вероятности наступления события по имеющимся данным применялся логистический регрессионный анализ. Нулевая гипотеза отвергалась при уровне значимости  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Демографические характеристики и лабораторные показатели доноров представлены в табл. 2.

Таким образом, «средний донор» в нашем исследовании представлял собой мужчину-европеоида 30 лет, ростом 175 см, с ИМТ 24,48 кг/м<sup>2</sup>, скончавшегося в результате черепно-мозговой травмы, т. е. являющегося практически «идеальным» донором.

I группу составили 42 донора (5 женщин и 37 мужчин), которым была выполнена эксплантация поджелудочной железы или был отказ по парамедицинским причинам, но оценка была произведена. Во II группу вошли 53 донора (9 женщин и 44 мужчины), у которых изъятие решено было не проводить по медицинским показаниям.

В табл. 3 представлены причины отказа от изъятия по медицинским показателям ( $n = 53$ ). У некоторого количества доноров эти факторы обнаруживались в сочетании. Изолированная гипернатриемия определялась в 7 случаях. В 5 случаях решение об отказе было принято на основании демографических показателей и незначимых изменений в лабораторных показателях. Примечательно, что ретроспективно рассчитанный для этих доноров показатель PDR1 находился в диапазоне 1,9–2,0, то есть имелся высокий риск потери трансплантата поджелудочной железы в раннем послеоперационном периоде.

В табл. 4 представлена сравнительная характеристика I и II групп на основе лабораторных и демографических показателей.

Мы отметили, что в первой группе был значимо меньше средний возраст, меньше вес и ИМТ, нормальные уровни Na и АЛТ, уровень азотистых метаболитов и более низкий показатель PDR1 (рис. 2). Различия других показателей и структура факторов (пол, раса, причина смерти) в этих группах не были значимыми.

Построенная регрессионная модель показала значимое влияние только трех факторов на вероят-

Таблица 2

### Демографические характеристики и лабораторные показатели доноров

	N	%	Показатели	Медиана	Интерквартильный диапазон	N
<b>Пол</b>			<b>Показатели</b>			
Муж	82	86,3	Возраст	30,0	23,0–39,0	93
Жен	13	13,7	Вес	75,1	70,0–80,0	91
<b>Раса</b>			Рост	175,0	170,0–180,0	92
Европеец	72	75,8	ИМТ	24,48	22,85–26,12	91
Азиат	23	24,2	Время в ОРИТ	2	1,0–3,0	92
<b>Причина смерти</b>			Нагрый	153	145–163	81
ЧМТ	75	78,9	Амилаза	109,5	57,0–211,0	54
ОНМК	18	20,0	Креатинин	101	79,0–158,0	91
Опухоль головного мозга	1	1,05	Мочевина	7,4	5,3–10,0	89
Асфиксия	1	1	АСТ	59,5	50,0–66,0	78
<b>Смерть мозга</b>	88	92,6	АЛТ	34,0	24,0–57,0	79
			Гемоглобин	110	92,0–132,0	89
			Общий белок	58,5	50,0–66,0	78
			Альбумин	31,0	25,0–40,0	31
			Глюкоза	7,1	5,5–10,2	77
			Норадреналин	0	0–100	92
			Допамин	5,3	0–7,5	93
			PDR1	1,13	0,92–1,38	93

Таблица 3

### Медицинские причины отказа изъятия поджелудочной железы (группа II)

Гипернатриемия > 165	15	Выпот брюшной полости, отек поджелудочной железы	9
Гиперамлаземия	5	Фиброз и жировая дистрофия поджелудочной железы	3
Гиперферментемия (АЛТ, АСТ)	7	Опухоль головки поджелудочной железы	1
Гипопротеинемия < 45 г/л	9	Демографические донорские факторы	5
Анемия, Hb < 70 г/л	4		

Таблица 4

**Сравнительная характеристика I и II групп  
на основе лабораторных и демографических показателей**

	I группа Медиана [25–75% диапазон]	II группа Медиана [25–75% диапазон]	P
Возраст	28 [22–31]	32 [23–41]	<b>0,018637</b>
Рост	175 [170–180]	175 [160–190]	0,583310
Вес	75 [70–75]	75 [70–85]	0,025056
ИМТ	23,1 [22,8–24,5]	24,2 [23,1–27,68]	<b>0,015434</b>
Время в ОРИТ	2 [1–2]	2 [1–3]	0,298311
Натрий	146 [129–154]	156 [147–168]	<b>0,004451</b>
Амилаза	90 [39,5–153,5]	125 [58–392]	0,170594
Креатинин	93 [72,5–117]	111,5 [81–163]	<b>0,039582</b>
Мочевина	5,5 [4,6–7,7]	8 [5,8–10,8]	<b>0,001048</b>
АСТ	42,5 [28–80]	71 [30–128]	0,071175
АЛТ	26,5 [17–38]	37 [25–66]	<b>0,038727</b>
Гемоглобин	100 [92–137]	114 [90–131]	0,803857
Общий белок	64 [54–68]	57,5 [49–66]	0,158981
Альбумин	33,5 [25–41,5]	30 [25–36]	0,556497
Глюкоза	8 [6–9,8]	7 [5,4–10]	0,753113
Норадреналин	0 [0–0,03]	0 [0–100]	0,958002
Допамин	3,5 [0–7]	5 [2–9]	0,233447
PДRI	0,95 [0,84–1,16]	1,14 [0,94–1,42]	<b>0,017170</b>

Таблица 5

**Смоделированная вероятность отказа от поджелудочной железы**

Переменная	Коэффициент регрессии	Стандартная ошибка	Хи-квадрат Вальда	Уровень значимости P
Константа	-13,278	4,284687	9,60385	0,001942
Натрий	0,0771	0,027845	7,67354	0,005604
Мочевина	0,2273	0,092044	6,09574	0,013551
Печень (отказ)	1,4293	0,361171	15,66037	0,000076

ность отказа от предлагаемого органа – это уровень Na, отказ от изъятия печени данного донора и уровень мочевины (табл. 5). В то время как гиперамлаземия, повышение АЛТ и АСТ, гипопропротеинемия, анемия, применение высоких доз катехоламинов и другие факторы не влияли на решение о пригодности поджелудочной железы к трансплантации.

Вероятность отказа высчитывается по формуле:  $P = 1/1 - e^{-z}$ , где  $z = -13,278 + Na$  (ммоль/л)  $\times 0,0771 +$  мочевины (ммоль/л)  $\times 0,2273 + 1,4293$ . Данная модель предсказывает вероятность признания поджелудочной железы не пригодной для трансплантации с чувствительностью 77,2%, специфичностью 82,0%.

Согласно полученным значениям коэффициентов при фиксированных прочих переменных, отказ от изъятия печени увеличивает вероятность отказа от поджелудочной железы в 4 раза. К примеру, вероятность отказа от поджелудочной железы у донора с уровнем Na 145 ммоль/л, мочевиной 6,0 ммоль/л, у которого планируется изъятие поджелудочной железы, составляет лишь 32%. А у донора с уровнем Na 160 ммоль/л, мочевиной 12,0 ммоль/л – 85%.

В 14,2% мы наблюдали анатомические вариации кровоснабжения поджелудочной железы в виде aberrантной правой печеночной артерии, являющейся ветвью верхней брыжеечной артерии (n = 2), и дополнительной дорзальной артерии поджелудочной железы, являющейся ветвью общей печеночной артерии (n = 2). Эти трансплантаты были успешно изъяты и пересажены. Отказов от трансплантата в связи с хирургическими повреждениями также не было. В 2 случаях поджелудочная железа была признана не пригодной для трансплантации уже после изъятия при повторной оценке на операционном столе по причине развития интралобулярного отека, который не был выраженным сразу после холодной перфузии.

Среди других причин, по которым изъятие не выполнялось, были правила аллокации, действующие в регионе (n = 10), и отказ родственников (n = 1).

## **ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Итак, нами были выявлены три ведущих фактора, влияющие на решение о пригодности поджелудочной железы – это отказ от трансплантации печени,

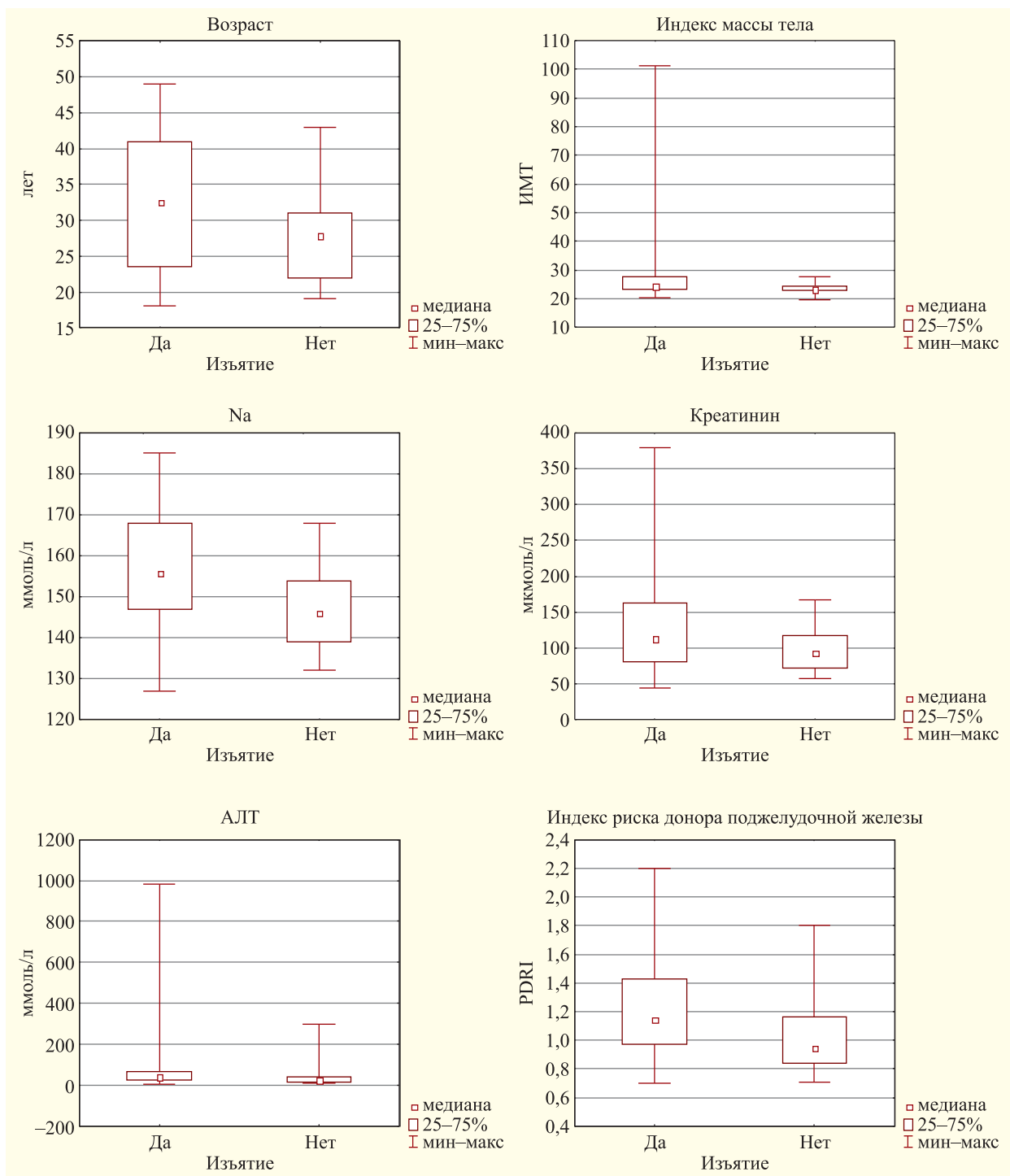


Рис. 2. Различия показателей I и II групп (Манна–Уитни тест,  $p < 0,05$ )

повышенный уровень натрия и повышенный уровень мочевины.

Фактор отказа от изъятия печени имеет влияние, поскольку связан либо с травмой живота, сопутствующим повреждением печени и, вероятнее всего, повреждением поджелудочной железы, либо с выраженным фиброзом печени, который с высокой частотой сочетается с изменениями в поджелудочной железе, делая ее не пригодной для трансплантации.

Важно отметить, что потенциальные доноры с изолированной гипернатриемией, наблюдавшиеся

нами, по другим параметрам относились к категории так называемых «идеальных доноров». Однако при длительной и/или высокой гипернатриемии в организме донора повышается осмотическое давление в ацинарных клетках поджелудочной железы. После реперфузии такого органа в организме реципиента за счет гиперосмолярности цитоплазмы происходит отек и дальнейший цитоллиз ацинарных клеток поджелудочной железы с развитием геморрагического панкреатита, являющегося основной причиной потерь трансплантата поджелудочной железы в раннем

послеоперационном периоде. Адекватная и своевременная коррекция гипернатриемии могла бы позволить использовать этих доноров в полной мере, что на практике лимитируется возможностями стационара, в котором пациент идентифицируется медицинским персоналом как потенциальный донор.

По данным Drewitz et al., избыточная ИМТ, продолжительное время нахождения в реанимации, возраст, гипергликемия, гиперамлаземия, повышение уровней АЛТ, АСТ, креатинина, высокие дозы катехоламинов также могут быть причиной отказа от изъятия поджелудочной железы, и большинство из этих факторов учитывается в балльной системе оценки трансплантата P-PASS [12, 13]. Эти факторы зачастую заставляли нас сомневаться в пригодности органа для трансплантации, но ретроспективно статистически значимой разницы этих показателей в первой и во второй группах в нашем исследовании выявлено не было. Среди доноров, чья поджелудочная железа была изъята и пересажена, были также доноры с вышеуказанными изменениями, что и доказано нашей моделью.

Таким образом, количество факторов, которые реально оказывали влияние на решение хирурга об изъятии железы, невелико. Использование широких критериев оценки, вероятно, позволяет признавать большее количество поджелудочных желез пригодным для трансплантации, но, с другой стороны, может несколько повышать риски осложнений раннего послеоперационного периода.

Как показал наш опыт, высокая квалификация и налаженное взаимодействие хирургических бригад, выполняющих мультиорганное изъятие, трансплантацию поджелудочной железы и трансплантацию печени, делают незначимым влияние фактора анатомических донорских вариаций гепатопанкреатодуоденальной зоны на решение об изъятии поджелудочной железы и трансплантации ее реципиенту.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учет при принятии решения о качестве донорской поджелудочной железы, своевременная коррекция метаболических нарушений у донора, достаточный опыт хирурга, выполняющего эксплантацию, могут увеличить доступность трансплантации поджелудочной железы, не ухудшая результатов трансплантации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Готье СВ. Сахарный диабет I типа, диабетическая нефропатия: возможности трансплантологии // Вест-

тник ПАНХ. 2012; 1: 54–60. Gautier SV. Type 1 diabetes mellitus, diabetic nephropathy: transplantology potential. *Annals of the Russian academy of medical science*. 2012; 1: 54–60.

2. Peysers TI, Dassau E, Breton M, Skyler JS. The artificial pancreas: current status and future prospects in the management of diabetes. *Ann. NY Acad. Sci.* 2014 Apr; 1311: 102–123. doi: 10.1111/nyas.12431.
3. Maglione M, Ploeg RJ, Friend PJ. Donor risk factors, retrieval technique, preservation and ischemia/reperfusion injury in pancreas transplantation. *Curr. Opin Organ Transplant.* 2013 Feb; 18 (1): 83–88.
4. Feng S, Goodrich NP, Bragg-Gresham JL et al. Characteristics associated with liver graft failure: the concept of a donor risk index. *Am. J. Transplant.* 2006 Apr; 6 (4): 783–790.
5. Gruessner RW, Gruessner AC. The current state of pancreas transplantation. *Nat. Rev. Endocrinol.* 2013 Sep; 9 (9): 555–562.
6. Stratta RJ, Bennett L. Pancreas underutilization according to united network for organ sharing data. *Transplant. Proc.* 1998 Mar; 30 (2): 264.
7. Vinkers MT, Rahmel AO, Slot MC et al. How to recognize a suitable pancreas donor: a Eurotransplant study of preprocurement factors. *Transplant. Proc.* 2008 Jun; 40 (5): 1275–1278.
8. Woeste G, Moench C, Hauser IA et al. Can the preprocurement pancreas suitability score predict ischemia-reperfusion injury and graft survival after pancreas transplantation? *Transplant. Proc.* 2010 Dec; 42 (10).
9. Axelrod DA, Sung RS, Meyer KH et al. Systematic evaluation of pancreas allograft quality, outcomes and geographic variation in utilization. *Am. J. Transplant.* 2010 Apr; 10 (4): 837–845.
10. Marang-van de Mheen PJ, Hilling DE, Dirkes MC, Baranski AG. Surgical injuries of pancreatic allografts during procurement. *Clin. Transplant.* 2011 Sep–Oct; 25 (5): 737–743.
11. Schneeberger S, Biebl M, Steurer W et al. A prospective randomized multicenter trial comparing histidine-tryptophane-ketoglutarate versus University of Wisconsin perfusion solution in clinical pancreas transplantation. *Transpl. Int.* 2009 Feb; 22 (2): 217–224.
12. Drewitz K, Loss M, Loss J, Apfelbacher CJ. Predictors of non-transplantation of adult donor organs – an observational study using routine data from Eurotransplant. *BMC Health Serv. Res.* 2014 Nov 25; 14 (1): 584.
13. Loss MI, Drewitz KP, Apfelbacher CJ et al. Why offered pancreases are refused in the allocation process—a descriptive study using routine data from eurotransplant. *Transplantation.* 2013 May 15; 95 (9): 1134–1141.

Статья поступила в редакцию 16.04.2015 г.