

Clinical Significance Of Correlations Between Laboratory Parameters In Patients After Kidney Transplantation

Koriev M.S.

Namangan Regional Multidisciplinary Medical Center

Article History	Abstract
Received: 8 th February, 2026 Accepted: 7 th March, 2026	This article presents laboratory parameters of patients during the early and late periods following kidney transplantation. According to the obtained data, these parameters remained relatively stable during the early postoperative period; however, certain biochemical changes were observed over time. Correlations between mineral metabolism markers—specifically, a strong positive correlation between phosphorus and fibroblast growth factor-23 (FGF-23), as well as a negative correlation with calcium and vitamin D—demonstrated that the complex regulation of calcium-phosphorus homeostasis persists even after transplantation. The results obtained confirm the central role of fibroblast growth factor-23 and highlight the clinical significance of dynamically monitoring these parameters.
Keywords: kidney transplantation, quality of life, health-related quality of life (HRQoL), immunosuppression, renal failure	

Клиническое Значение Корреляционных Связей Между Лабораторными Показателями У Пациентов После Трансплантации Почки

Кориев М.С.

Наманганский региональный многопрофильный медицинский центр

Аннотация

В статье представлены лабораторные показатели пациентов в раннем и позднем периодах после трансплантации почки. Согласно полученным данным, в раннем послеоперационном периоде показатели оставались относительно стабильными, однако со временем наблюдались определенные биохимические изменения. Корреляционные связи между показателями минерального обмена, в частности сильная положительная корреляция между фосфором и фактором роста фибробластов-23, а также отрицательная корреляция с кальцием и витамином D, продемонстрировали, что сложная регуляция фосфорно-кальциевого гомеостаза сохраняется и после трансплантации. Полученные результаты подтверждают центральную роль фактора роста фибробластов-23 и указывают на клиническую значимость динамического наблюдения за этими показателями.

Ключевые слова: трансплантация почки, качество жизни, связанное со здоровьем (HRQoL), иммуносупрессия, почечная недостаточность

Введение. В последние годы трансплантация почки стала широко применяться как наиболее эффективный метод лечения терминальной стадии хронической почечной недостаточности. Этот метод отличается от гемодиализа тем, что улучшает показатели продолжительности и качества жизни пациентов (Lentine KL, et al. OPTN/SRTR 2021 Annual Data Report: kidney. Am J Transpl. 2023;23 (2 Suppl 1):S21-S120). Во всём мире число трансплантаций растёт из года в год, что повышает необходимость в углублённом изучении посттрансплантационных состояний. При этом пациенты после трансплантации составляют отдельную клиническую группу, требующую длительного наблюдения. Только в Соединённых Штатах Америки в 2022 году было выполнено более 25 000 трансплантаций почек (Fritz K, et al. United Network for Organ Sharing (UNOS) database analysis of factors Associated with kidney transplant time on Waiting List. Cureus. 2023;15 (2):e34679; Lentine KL, et al. OPTN/SRTR 2021 Annual Data Report: kidney. Am J Transpl. 2023;23 (2 Suppl 1):S21-S120). В отличие от гемодиализа, у пациентов, живущих с пересаженной почкой, наряду с улучшением качества и увеличением продолжительности жизни,

наблюдаются значительные положительные изменения в показателях выживаемости.

В 2018 году было успешно выполнено 36541 операция по пересадке почки в Соединенных Штатах Америки, 27917 - в Европе, 18505 - в Западно-Тихоокеанском регионе, 8604 - в Юго-Восточной Азии, 3207 - в странах Восточного Средиземноморья и 705 - в Африке (**Lalida Noppakun, Tipaporn Wonghongkul, Linchong Pothiban, Nuttamon Vuttanon. Factors Explaining Quality of Life in People with Kidney Transplant: A Cross-sectional Study. Pacific Rim Int J Nurs Res 2022; 26 (2) 198-211; Thai Transplantation Society. Annual report 2020 organ transplantation in Thailand. [Internet]. 2021 January 23 [cited 2021 January 23]. Available from: [http://www.transplantthai.org/upload/editor/file/Registry%20book-62Final \(2\).pdf](http://www.transplantthai.org/upload/editor/file/Registry%20book-62Final (2).pdf)).**

Строгое соблюдение иммуносупрессивной терапии имеет решающее значение для сохранения функции трансплантата. Однако в литературе отмечается, что определённая часть пациентов не полностью соблюдает режим лечения, что значительно повышает риск отторжения трансплантата.

В последние годы в ряде зарубежных публикаций отмечается важность соблюдения пациентами, перенесшими трансплантацию почки, врачебных рекомендаций. Поскольку эти пациенты считаются хроническими больными, соблюдение ими рекомендованного режима и лечебных мер предотвращает риск отторжения трансплантата, а также снижает вероятность обострения и усугубления сопутствующих заболеваний и появления новых. Проводимые мероприятия носят комплексный характер и включают в себя как немедикаментозные методы, такие как отказ от курения, отказ от злоупотребления алкоголем и регулярная физическая активность, так и приём иммуносупрессивных препаратов (**Nevins TE, Nickerson PW, Dew MA. Understanding medication nonadherence after kidney transplant. J Am Soc Nephrol. 2017;28 (8):2290-2301. <https://doi.org/10.1681/ASN.2017020216>**).

В одном из проведенных исследований от 28% до 67% пациентов (в зависимости от метода определения) не соблюдали режим приема иммунодепрессантов (**De Geest S, Denhaerynck K, Dobbels F. Clinical and economic consequences of nonadherence to immunosuppressive drugs in adult solid organ transplantation. Compliance in solid organ transplantation. In: Grinyó J, editor. International Transplantation**

Updates. Barcelona, Spain: Permanyer Publications; 2011. p. 63-81; Denhaerynck K, Dobbels F, Cleemput I, Desmyttere A, Schäfer-Keller P, Schaub S, et al. Prevalence, consequences, and determinants of nonadherence in adult renal transplant patients: a literature review. *Transpl Int.* 2005;18 (10):1121-1133. <https://doi.org/10.1111/j.1432-2277.2005.00176.x>; Spivey CA, Chisholm-Burns MA, Damadzadeh B, Billheimer D. Determining the effect of immunosuppressant adherence on graft failure risk among renal transplant recipients. *Clin Transplant.* 2014;28 (1):96-104. doi 10.1111/ctr.12283) . В результате у этих пациентов вероятность отторжения трансплантата, в том числе явного острого отторжения, увеличилась в семь раз, возросла заболеваемость и возникли значительные дополнительные расходы для системы здравоохранения (Dew MA, DiMartini AF, De Vito Dabbs A, Myaskovsky L, Steel J, Unruh M, Greenhouse J. Rates and Risk Factors for Nonadherence to the Medical Regimen After Adult Solid Organ Transplantation. *Transplantation.* 2007; 83 (7): 858-873. <https://doi.org/10.1097/01.tp.0000258599.65257.a6>; Spivey CA, Chisholm-Burns MA, Damadzadeh B, Billheimer D. Determining the effect of immunosuppressant adherence on graft failure risk among renal transplant recipients. *Clin Transplant.* 2014;28 (1):96-104. doi 10.1111/ctr.12283) . Исследований, посвященных немедикаментозным методам лечения, меньше; в них несоблюдение рекомендаций по физической активности было отмечено в 21,8-84% случаев (Zelle DM, Klaassen G, van Adrichem E, Bakker SJL, Corpeleijn E, Navis G. Physical inactivity: a risk factor and target for intervention in renal care. *Nat Rev Nephrol.* 2017;13 (3):152-168. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2017.44>; Weinrauch LA, Claggett B, Liu J, Finn PV, Weir MR, Weiner DE, et al. Smoking and outcomes in kidney transplant recipients: a post hoc survival analysis of the FAVORIT trial. *Int J Nephrol Renov Dis.* 2018;11:155-164. <https://doi.org/10.2147/IJNRD.S161001>) . Это, в свою очередь, увеличивает риск смерти от сердечно-сосудистых заболеваний. Курение было выявлено в 2,8-4,0 случаях на каждые 100 пациентов, перенесших трансплантацию почки, в течение одного года (Zelle DM, Klaassen G, van Adrichem E, Bakker SJL, Corpeleijn E, Navis G. Physical inactivity: a risk factor and target for intervention in renal care. *Nat Rev Nephrol.* 2017;13 (3):152-168. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2017.44>). При этом следует помнить, что курение также значительно увеличивает

смертность от сердечно-сосудистых заболеваний при ХБП (Parker R, Armstrong MJ, Corbett C, Day EJ, Neuberger JM. Alcohol and substance abuse in solid-organ transplant recipients. *Transplantation J.* 2013; 96 (12): 1015-1024. <https://doi.org/10.1097/TP.0b013e31829f7579>).

Злоупотребление спиртными напитками приводит к риску отторжения трансплантата и смерти (Taber DJ, Fleming JN, Fominaya CE, Gebregziabher M, Hunt KJ, Srinivas TR, et al. The impact of health care appointment nonadherence on graft outcomes in kidney transplantation. *Am J Nephrol.* 2017;45 (1):91-98. <https://doi.org/10.1159/000453554>).

В настоящее время и в нашей республике в ряде столичных центров, а среди регионов - одним из первых в Самаркандском областном медицинском центре, успешно проводятся операции по пересадке почки. Это обусловлено тем, что данный метод является наиболее эффективным и перспективным направлением медицинской помощи пациентам с терминальной стадией хронической болезни почек и, несомненно, имеет ряд преимуществ перед гемодиализом и перитонеальным диализом. Вместе с тем в жизни пациента, перенесшего трансплантацию почки, существуют стрессовые факторы, связанные с определенными ограничениями. К ним относятся частые визиты к врачу, строгое соблюдение режима приема иммуносупрессивных препаратов и тревога по поводу их побочных эффектов, неопределенность будущего, возможность присоединения инфекции, а также мысли о вероятности отторжения трансплантата при развитии криза. Поэтому изучение качества жизни реципиентов почечного трансплантата имеет особое значение. Получение информации о качестве жизни данной группы пациентов создает возможность для проведения последующих терапевтических процедур и целенаправленного консультирования перед трансплантацией (Васильева И.А. Качество жизни реципиентов почечного трансплантата. *Нефрология* 2018; 22 (4): 74-80 DOI:10.24884/1561-6274-2018-22-4-74-80; Пикалова Н.Н., Мовчан Е.А., Тов Н.Л. и др. Качество жизни и клинико-лабораторная характеристика реципиентов почечного трансплантата. *Нефрология* 2013; 17 (2): 66-74; Загородникова Н.В., Сторожев Р.В., Анисимов Ю.А. и др. Оценка качества жизни пациентов после сочетанной трансплантации почки и поджелудочной железы. *Трансплантология* 2017; 9 (3): 236-241).

В 2023 году в нашей стране было выполнено более 300 операций по трансплантации почки. Полностью доказано и общепризнано, что после трансплантации почки качество и продолжительность жизни пациентов улучшаются по сравнению с гемодиализом и перитонеальным диализом.

Цель исследования: оценить изменения лабораторных показателей у пациентов после трансплантации почки и корреляционные связи между ними.

Материалы и методы исследования: В исследование были включены 60 пациентов, перенесших трансплантацию почки в Национальном медицинском центре города Ташкента. Средний возраст пациентов составил $44,6 \pm 3,5$ года, большинство из них - мужчины.

Пациенты были разделены на 3 группы в зависимости от послеоперационного периода:

- 1-я группа - до 6 месяцев
- 2-я группа - 1-2 года
- 3-я группа - более 2 лет

У всех пациентов оценивались следующие показатели:

- общий анализ крови
- биохимические показатели (мочевина, креатинин, альбумин)
- минеральный обмен (кальций, фосфор)
- гормональные маркеры (витамин D, FGF-23)

Анализ результатов исследования. В ходе нашего наблюдения мы также провели сравнительное изучение лабораторных показателей у пациентов, перенесших операцию по пересадке почки. Пациенты были разделены на 3 группы в зависимости от времени, прошедшего с момента трансплантации почки; информация о них представлена в таблице 1.

Таблица 1

Основные показатели пациентов, перенесших операцию по пересадке почки, в динамике наблюдения.

Показатели	Через 6 месяцев после трансплантации	Через 1 год после трансплантации	Более 2 лет после трансплантации
Женщины/Мужчины	5/15	6/14	5/15

Возраст, лет	37,2±2,3	36,8±2,0	36,4±1,7
Индекс массы тела, (кг/м ²)	27,1±1,9	25,8±1,6	24,3±2,0
Сахарный диабет (%)	20%	15%	15%
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	125,6±11,2	131,7±13,1	136,2±14,4

Как представлено в таблице, в первую группу были включены пациенты, у которых прошло 6 месяцев после трансплантации почки, во вторую группу - пациенты, у которых с момента операции прошел 1-2 год, и в третью группу - пациенты, у которых с момента трансплантации прошло 2 года и более. В каждую группу было включено по 20 пациентов.

Средний возраст пациентов первой группы составил 37,2±2,3 года, индекс массы тела равнялся 27,1±1,9 кг/м². Из них 5 составили женщины и 15 - мужчины. Наличие сахарного диабета было выявлено у 20% пациентов. Среднее систолическое артериальное давление в этой группе составило 125,6±11,2 мм рт. ст.

Во второй группе, у пациентов спустя 1-2 года после трансплантации почки, было зарегистрировано 6 женщин и 14 мужчин. Их средний возраст составил 36,8±2,0 лет, а индекс массы тела - 25,8±1,6 кг/м². Сахарный диабет наблюдался у 15% пациентов. В этой группе было отмечено, что среднее систолическое артериальное давление составило 131,7±13,1 мм рт. ст.

В третьей группе количество женщин и мужчин составило 5 и 15 соответственно. Их средний возраст был 36,4±1,7 года, а индекс массы тела составил 24,3±2,0 кг/м². Сахарный диабет в этой группе был выявлен у 15% пациентов. Систолическое артериальное давление равнялось 136,2±14,4 мм рт. ст.

У наблюдаемой группы пациентов также был изучен ряд лабораторных показателей. Полученные результаты были подвергнуты сравнительному анализу. В приведённой ниже таблице 2 представлены первичные результаты, полученные у пациентов.

Таблица 2.

Сравнительный анализ лабораторных показателей у наблюдаемых пациентов.

Показатели	6 месяцев после трансплантации	1 год после трансплантации	2 года после трансплантации
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	$6,4 \pm 1,8$	$6,9 \pm 2,0$	$7,3 \pm 2,2$
Гемоглобин, г/л	$118,2 \pm 7,9$	$124,1 \pm 8,1$	$116,5 \pm 9,3$
Нейтрофилы, %	$67,8 \pm 5,1$	$64,9 \pm 5,0$	$66,3 \pm 7,9$
Лимфоциты, %	$22,1 \pm 3,9$	$20,7 \pm 3,5$	$17,5 \pm 3,1$
Альбумин сыворотки, г/л	$37,1 \pm 3,2$	$35,9 \pm 4,1$	$34,8 \pm 3,5$
Трансферрин, г/л	$67,4 \pm 0,7$	$67,4 \pm 0,7$	$67,4 \pm 0,7$
Мочевина, мкмоль/л	$7,1 \pm 0,4$	$7,1 \pm 0,4$	$7,1 \pm 0,4$
Креатинин, мкмоль/л	$104,8 \pm 5,1$	$104,8 \pm 5,1$	$104,8 \pm 5,1$
Фосфор (ммоль/л)	$1,25 \pm 0,1$	$1,25 \pm 0,1$	$1,25 \pm 0,1$
Кальций Са (ммоль/л)	$2,05 \pm 0,1$	$2,05 \pm 0,1$	$2,05 \pm 0,1$
Витамин D (нг/мл)	$21,1 \pm 0,6$	$21,1 \pm 0,6$	$21,1 \pm 0,6$

Анализ таблицы показал, что у пациентов через 6 месяцев после трансплантации почки количество лейкоцитов составило $6,4 \pm 1,8 \times 10^9/\text{л}$. Наблюдалось незначительное повышение этого показателя до $6,9 \pm 2,0 \times 10^9/\text{л}$ в период от 1 до 2 лет после трансплантации и до $7,3 \pm 2,2 \times 10^9/\text{л}$ в период более 2 лет.

Если уровень гемоглобина в первой группе составил $118,2 \pm 7,9$ г/л, то во второй группе было отмечено его повышение до $124,1 \pm 8,1$ г/л, а в последующем периоде была выявлена тенденция к снижению до $116,5 \pm 9,3$

г/л. Однако наблюдаемые различия между группами не были статистически значимыми ($p>0,05$).

Доля нейтрофилов в первой группе составила $67,8\pm 5,1\%$, в то время как в последующих группах этот показатель составил $64,9\pm 5,0\%$ и $66,3\pm 7,9\%$ соответственно. Также количество лимфоцитов продемонстрировало тенденцию к снижению с $22,1\pm 3,9\%$ до $20,7\pm 3,5\%$ и $17,5\pm 3,1\%$, однако эти изменения не достигли статистически значимого уровня ($p>0,05$). Снижение доли лимфоцитов можно объяснить влиянием иммуносупрессивной терапии.

Показатели альбумина в первой группе составили $37,1\pm 3,2$ г/л, а в последующих группах было отмечено их снижение до $35,9\pm 4,1$ и $34,8\pm 3,5$ г/л. Уровень трансферрина в сыворотке крови незначительно повысился с $67,4\pm 0,7$ г/л до $69,1\pm 0,6$ г/л, а затем снизился до $66,8\pm 0,9$ г/л, однако статистически значимых различий между группами выявлено не было ($p>0,05$).

При анализе показателей азотистого обмена наблюдалось повышение уровня мочевины с $7,1\pm 0,4$ мкмоль/л до $7,6\pm 0,3$ и $8,3\pm 0,3$ мкмоль/л, при этом между первой и третьей группами была зафиксирована высокодостоверная разница ($p<0,001$). Уровень креатинина также составил $104,8\pm 5,1$, $109,6\pm 3,4$ и $122,7\pm 5,6$ мкмоль/л соответственно, что можно объяснить некоторым снижением функции трансплантата в отдалённом периоде ($p<0,05$).

Анализ показателей минерального обмена показал увеличение содержания фосфора с $1,25\pm 0,1$ ммоль/л до $1,32\pm 0,1$ и $1,52\pm 0,1$ ммоль/л, однако статистически значимых различий между группами не выявлено ($p>0,05$). Показатели кальция также составили $2,05\pm 0,1$, $2,12\pm 0,1$ и $2,24\pm 0,1$ ммоль/л, и в них также не было зафиксировано статистически значимых изменений.

Уровень витамина D в первой группе составил $21,1\pm 0,6$ нг/мл, а в последующих группах наблюдалось его незначительное повышение до $21,4\pm 0,7$ и $21,8\pm 1,0$ нг/мл, однако эти различия были признаны статистически недостоверными ($p>0,05$). Данное обстоятельство можно объяснить относительной стабильностью метаболизма витамина D после трансплантации. На рисунке 1 приведены показатели паратгормона у пациентов.

Также были изучены показатели фактора роста фибробластов 23 (FGF-23), играющего ключевую роль в фосфорно-кальциевом обмене и метаболизме витамина D; полученные результаты представлены на рисунке 2.

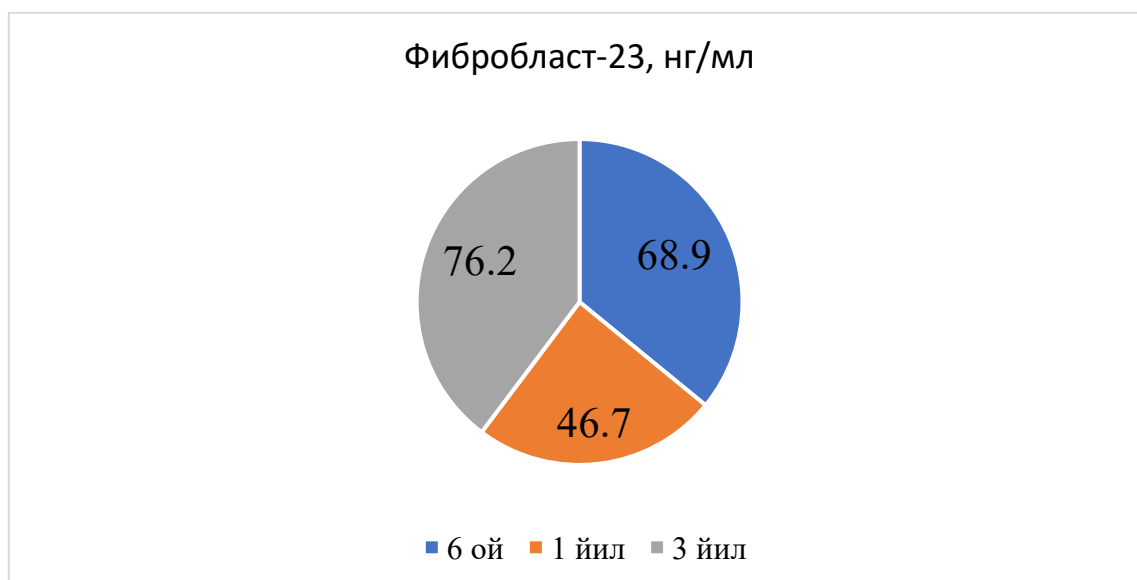


Рисунок 2. Показатели фактора роста фибробластов 23 у пациентов, перенесших трансплантацию почки.

Уровень фактора роста фибробластов 23 в сыворотке крови пациентов в первые шесть месяцев после трансплантации почки составил $68,9 \pm 6,3$ нг/мл. У пациентов через 1 год после операции данный показатель составил $46,7 \pm 3,9$ нг/мл. Через 2 года после трансплантации почки его уровень составил $76,2 \pm 8,2$ нг/мл.

Полученные результаты показывают, что своевременное проведение необходимых обследований и соответствующего лечения у пациентов после трансплантации почки помогает поддерживать их здоровье и качество жизни на удовлетворительном уровне в течение длительного времени.

В ходе нашего наблюдения мы определили корреляционную взаимосвязь между показателями фактора роста фибробластов 23, витамина D, фосфора, кальция и паратгормона у пациентов, перенесших трансплантацию почки; эти данные приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Взаимосвязь показателей фосфора, кальция, витамина D, паратгормона и фактора роста фибробластов 23 (FGF-23) у пациентов через шесть месяцев после трансплантации почки.

Корреляция					
		Фосфор (P), ммоль/л	Кальций, ммоль/л	Витамин D, нг/мл	Фактор роста фибробластов 23, нг/мл
Фосфор (P), ммоль/л	Корреляция Пирсона	1	-,523**	-,456*	,926**
	Значимость (p)		,005	,010	,000
	N	20	20	20	20
Кальций, ммоль/л	Корреляция Пирсона	-,523**	1	,802**	-,562**
	Значимость (p)	,005		,000	,003
	N	20	20	20	20
Витамин D, нг/мл	Корреляция Пирсона	-,456*	,802**	1	-,658*
	Значимость (p)	,010	,000		,001
	N	20	20	20	20
Фактор роста фибробластов 23, нг/мл	Корреляция Пирсона	,926**	-,562**	-,658*	1
	Значимость (p)	,000	,003	,001	
	N	20	20	20	20
Примечание: ** - корреляция значима на уровне 0,01; * - корреляция значима на уровне 0,05.					

В таблице представлены корреляционные взаимосвязи между показателями фосфора, кальция, витамина D и фактора роста фибробластов 23 (FGF-23) у пациентов после трансплантации почки. Результаты анализа показали, что уровень фосфора имеет отрицательную корреляцию средней силы с уровнем кальция ($r=-0,523$; $p<0,01$), то есть при увеличении уровня фосфора наблюдалась тенденция к снижению показателя кальция. Это

указывает на разнонаправленные изменения фосфора и кальция в балансе минерального обмена.

Между фосфором и витамином D также выявлена отрицательная корреляционная связь ($r=-0,456$; $p<0,05$). Это может означать, что при снижении уровня витамина D усугубляется дисбаланс в фосфорном обмене. В то же время между фосфором и фактором роста фибробластов 23 отмечена очень сильная положительная корреляция ($r=0,926$; $p<0,001$). Данный результат подтверждает, что FGF-23 является важным регулятором фосфатного гомеостаза.

Уровень кальция показал сильную положительную корреляцию с витамином D ($r=0,802$; $p<0,001$), то есть у пациентов с высоким уровнем витамина D наблюдался и более высокий уровень кальция. Это объясняется физиологической ролью витамина D в абсорбции кальция и поддержании его концентрации в крови. Вместе с тем, между кальцием и фактором роста фибробластов-23 была выявлена отрицательная корреляция средней силы ($r=-0,562$; $p<0,01$), то есть наблюдалась тенденция к снижению уровня кальция по мере повышения уровня фактора роста фибробластов-23.

Между витамином D и фактором роста фибробластов-23 также была отмечена отрицательная корреляционная связь ($r=-0,658$; $p<0,05$). Это может быть связано с тем, что повышение уровня фактора роста фибробластов-23 подавляет метаболизм витамина D или приводит к уменьшению его активных форм.

В целом, результаты таблицы показали, что взаимосвязь между показателями минерального обмена у пациентов после трансплантации почки сохраняется. В частности, сильная положительная корреляция фактора роста фибробластов-23 с фосфором и отрицательная корреляция с кальцием и витамином D указывают на его центральную роль в фосфорно-кальциевом обмене даже после трансплантации.

Корреляционная связь между основными биохимическими показателями была также изучена у пациентов через 2 года после трансплантации почки. Полученные результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Взаимная корреляция показателей фосфора, кальция, витамина D, паратгормона и фактора роста фибробластов-23 у пациентов через 2 года после трансплантации почки.

Корреляция					
		Фосфор Р, ммоль/ л	Кальций , ммоль/л	Витами н D, нг/мл	Фактор роста фибробластов -23, нг/мл
Фосфор (Р), ммоль/л	Корреляция Пирсона	1	-,823**	-,814**	,926**
	Значимость (p)		,000	,000	,000
	N	20	20	20	20
Кальций, ммоль/л	Корреляция Пирсона	-,834**	1	,857**	-,767**
	Значимость (p)	,000		,000	,000
	N	20	20	20	20
Витамин D, нг/мл	Корреляция Пирсона	-,902**	,726**	1	-,853**
	Значимость (p)	,000	,000		,000
	N	20	20	20	20
Фактор роста фибробластов -23, нг/мл	Корреляция Пирсона	,825**	-,743**	-,826**	1
	Значимость (p)	,000	,000	,000	
	N	20	20	20	20

Примечание: ** корреляция значима на уровне 0,01.

В таблице представлен анализ корреляционных взаимосвязей между показателями фосфора, кальция, витамина D и фактора роста фибробластов-23 у пациентов после трансплантации почки. Полученные результаты показали наличие сильных и устойчивых взаимосвязей в системе минерального обмена.

Уровень фосфора показал сильную отрицательную корреляцию с кальцием ($r = -0,823$; $p < 0,01$), также была выявлена сильная отрицательная взаимосвязь с витамином D ($r = -0,814$; $p < 0,01$). Это указывает на то, что

повышение уровня фосфора сопровождается снижением уровня кальция и витамина D. В то же время между фосфором и фактором роста фибробластов-23 была зафиксирована сильная положительная корреляция ($r = 0,926$; $p < 0,01$), что подтверждает ключевую роль фактора роста фибробластов-23 в регуляции фосфатного гомеостаза.

Показатель кальция продемонстрировал высокую положительную корреляцию с витамином D ($r=0,857$; $p<0,01$), то есть в случаях высокого содержания витамина D наблюдается и повышение уровня кальция. Это объясняется физиологической ролью витамина D во всасывании кальция. Вместе с тем, была зафиксирована сильная отрицательная корреляция между кальцием и фактором роста фибробластов-23 ($r=-0,767$; $p<0,01$), что указывает на то, что повышение уровня фактора роста фибробластов-23 связано со снижением количества кальция.

Показатель витамина D имел сильную отрицательную корреляцию с фосфором ($r=-0,902$; $p<0,01$) и положительную корреляцию с кальцием ($r=0,726$; $p<0,01$). Наряду с этим, была выявлена сильная отрицательная связь между витамином D и фактором роста фибробластов-23 ($r=-0,853$; $p<0,01$). Эта ситуация указывает на то, что повышение уровня фактора роста фибробластов-23 может замедлять метаболизм витамина D и приводить к уменьшению его активных форм.

Показатель фактора роста фибробластов-23 продемонстрировал сильную положительную корреляцию с фосфором ($r=0,825$; $p<0,01$) и сильную отрицательную корреляцию с кальцием ($r=-0,743$; $p<0,01$) и витамином D ($r=-0,826$; $p<0,01$). Эти результаты подтверждают, что фактор роста фибробластов-23 участвует в качестве центрального регулятора в фосфатно-кальциевом обмене и после трансплантации.

В целом, выявленные корреляционные связи свидетельствуют о сохранении в системе минерального обмена сложных, взаимосвязанных механизмов после трансплантации почки. В частности, сильная положительная корреляция между фосфором и фактором роста фибробластов-23, а также отрицательные взаимосвязи с витамином D и кальцием указывают на клиническую значимость динамического наблюдения за этими маркерами.

Вывод. Относительно стабильные лабораторные показатели у реципиентов в раннем послеоперационном периоде (6 месяцев) после трансплантации почки свидетельствуют об удовлетворительном состоянии

функции трансплантата. Вместе с тем уже на этом этапе начинают формироваться взаимосвязи в системе фосфорно-кальциевого обмена, и особенно сильная положительная корреляция между фосфором и фактором роста фибробластов-23 подтверждает, что гомеостаз фосфатов активно регулируется посредством FGF-23.

В период 1-2 лет после трансплантации наблюдается усиление корреляционных связей в системе минерального обмена, при этом повышение показателей азотистого обмена может указывать на тенденцию к относительному снижению функции трансплантата. В частности, усиление обратных связей между фосфором, витамином D и кальцием, а также прямых связей с фактором роста фибробластов-23 свидетельствует об активации компенсаторных и патогенетических механизмов в фосфатно-кальциевом гомеостазе.

Таким образом, полученные результаты научно обосновывают, что взаимосвязи между показателями минерального обмена в период после трансплантации почки динамически усиливаются, а фактор роста фибробластов-23 участвует в этом процессе в качестве центрального регулятора. Это указывает на необходимость комплексного мониторинга и ранней коррекции фосфорно-кальциевого обмена у пациентов после трансплантации.

Список литературы.

1. Bello, A. K. et al. Status of care for end stage kidney disease in countries and regions worldwide: international cross sectional survey. *BMJ* 367, 15873 (2019).
2. Benghanem G.M., Elseviers M., Zamd M., et al. Chronic kidney disease, hypertension, diabetes, and obesity in the adult population of Morocco: how to avoid 'over'- and 'under'-diagnosis of CKD // *Kidney Int.* - 2016. - Vol. 89. - P. 1363-1371.
3. Fraser S.D.S., Roderick P.J., Casey M., Taal M.W., Yuen H.M., Nutbeam D. Prevalence and associations of limited health literacy in chronic kidney disease: a systematic review. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 2013, vol. 28, no. 1, pp. 129-137. DOI: 10.1093/ndt/gfs371.
4. Goodkin, D. A. et al. Association of comorbid conditions and mortality in hemodialysis patients in Europe, Japan, and the United States: the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *J. Am. Soc. Nephrol.* 14, 3270-3277 (2003).

5. Herrera-Añazco, P., Benites-Zapata, V., Hernandez, A. V., Mezones-Holguin, E. & Silveira-Chau, M. Смертность пациентов с хронической болезнью почек, находящихся на гемодиализе в государственной больнице Перу // J. Bras. Nefrol. - 2015. - No 37. - С. 192-197.
6. Himmelfarb, J., Vanholder, R., Mehrotra, R. & Tonelli, M. Текущее состояние и перспективы диализа // Nat. Rev. Nephrol. - 2020. - No 16. - С. 573-585.
7. Jack K.C. Ng., Li P.K.-T. Эпидемия хронической болезни почек: как с ней бороться? // Nephrology. - 2018. - Vol. 23, No 4. - P. 116-120. <https://doi.org/10.1111/nep.13464>.
8. Jardine, T., Wong, E., Steenkamp, R., Caskey, F. J. & Davids, M. R. Выживаемость южноафриканских пациентов на заместительной почечной терапии // Clin. Kidney J. - 2020. - No 13. - С. 782-790.
9. KDIGO Clinical Practice Guideline for Glomerulonephritis // Kidney International Supplements. - 2012. - Vol. 2. - P. 259-274.
10. Khazaei, S. et al. Выживаемость и предикторы смертности среди пациентов на гемодиализе в Западном Иране, 1996-2015 гг. // Int. J. Prev. Med. - 2018. - No 9. - С. 113.
11. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) & CKD-MBD Work Group. Клинические практические рекомендации KDIGO по профилактике, диагностике, оценке и лечению хронической болезни почек - минеральных и костных нарушений (ХБП-МКН) // Kidney Int. Suppl. - 2009. - <https://doi.org/10.1038/ki.2009.188>.
12. Levey, A. S. et al. Номенклатура функции и заболеваний почек: отчет Консенсусной конференции "Заболевания почек: улучшение глобальных результатов" (KDIGO). Kidney Int. 97, 1117-1129 (2020).
13. Liu, F. X., Rutherford, P., Smoyer-Tomic, K., Prichard, S. & Laplante, S. Глобальный обзор регистров пациентов с заболеваниями почек: систематический обзор. BMC Nephrol. 16, 31 (2015).
14. Mathur R., Dreyer G., Yaqoob M.M., Hull S.A. Этнические различия в прогрессировании хронической болезни почек и риске смерти в популяции больных диабетом в Великобритании: обсервационное когортное исследование. BMJ Open, 2018, vol. 27, no. 8 (3), pp. e020145. DOI:10.1136/bmjopen-2017-020145.
15. Msaad, R. et al. Предикторы смертности у пациентов, находящихся на гемодиализе. Pan Afr. Med. J. 33, 61 (2019).

16. Nordio, M. et al. Выживаемость пациентов, получающих длительный диализ, по сравнению с общей популяцией. *Am. J. Kidney Dis.* 59, 819-828 (2012).
17. Parving H.H., Brenner V.M., McMurray J.J.V. и др., от имени исследовательской группы ALTITUDE. Кардиоренальные конечные точки в исследовании алискирена при сахарном диабете 2 типа // *N Engl J Med.* 2012. Vol.367. P. 2204-2213.
18. Pecoits-Filho, R. et al. Фиксация и мониторинг глобальных различий в отношении терминальной стадии заболевания почек (леченной и нелеченной), методов заместительной почечной терапии и исходов. *Kidney Int. Suppl.* 10, e3-e9 (2020).
19. United States Renal Data System. 2020 USRDS Annual Data Report: Epidemiology of kidney disease in the United States (Ежегодный отчет USRDS за 2020 год: Эпидемиология заболеваний почек в Соединенных Штатах). (National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (Национальные институты здравоохранения, Национальный институт диабета, заболеваний пищеварительной системы и почек), Бетесда, Мэриленд, 2020); ANZDATA Registry. 43rd Report, Chapter 4: Haemodialysis (43-й отчет, глава 4: Гемодиализ). Australia and New Zealand Dialysis and Transplant Registry (ANZDATA, Аделаида, Австралия, 2020).
20. Stalpers, Lucas J.A.; Kaplan, Edward L. (4 мая 2018). "Edward L. Kaplan and the Kaplan-Meier survival curve (Эдвард Л. Каплан и кривая выживаемости Каплана-Мейера)." *Bulletin of the BSHM: Journal of the British Society for the History of Mathematics* (Бюллетень BSHM: Журнал Британского общества истории математики). 33 (2): 109-135. doi:10.1080/17498430.2018.1450055. S2CID 125941631.