

OPEN ACCESS

DOI: 10.25040/ntsh2025.01.10

Адреса для листування: ВП «Лікарня Святого Пантелеймона» КНП «Перше ТМО м. Львова» вул. Миколайчука, 9, м. Львів, 79059, Україна

E-mail: volodimir.dyatel@gmail.com

Надійшла до редакції: 26.03.2025

Прийнята до друку: 06.06.2025

Опублікована: 20.06.2025

ORCID IDs

Володимир Дятел:

<https://orcid.org/0000-0002-5862-978X>

Олександр Щур:

<https://orcid.org/0000-0001-7627-5295>

Олег Самчук:

<https://orcid.org/0000-0002-8710-1271>

Наталія Матолінець:

<https://orcid.org/0000-0001-6656-3621>

Максим Овечко:

<https://orcid.org/0000-0001-6980-0055>

Вклад авторів:

Створення концепції: Олександр Щур, Володимир Дятел;

Результати дослідження: Олег Самчук, Максим Овечко, Володимир Дятел

Написання: Володимир Дятел, Олександр Щур, Наталія Матолінець

Редагування та затвердження остаточного варіанту: Олександр Щур, Наталія Матолінець.

Конфлікт інтересів: автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Дозвіл комісії з питань біоетики: 23.11.20 р., протокол № 8 Комісії з етики Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького.

Фінансування: автори не отримали жодної фінансової підтримки свого дослідження.



© Всі автори, 2025

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ СПІВВІДНОШЕННЯМ ТРИГЛІЦЕРИДИ/ХОЛЕСТЕРИНУ ЛІПОПРОТЕЇНІВ ВИСОКОЇ ГУСТИНИ ТА ФУНКЦІЄЮ ТРАНСПЛАНТОВАНОЇ НИРКИ

Володимир Дятел¹, Олександр Щур², Олег Самчук^{1,2},
Наталія Матолінець^{1,2}, Максим Овечко¹

¹ВП «Лікарня Святого Пантелеймона»
КНП «Перше ТМО м. Львова»

²Львівський національний медичний університет
імені Данила Галицького, Львів, Україна

Мета цього дослідження – вивчення впливу співвідношення тригліцеридів до холестерину ліпопротеїнів високої густини (ТГ/ХС ЛПВГ) на функцію ниркового алотрансплантата.

Матеріали та методи. Проаналізовано результати лабораторних досліджень 77-ми пацієнтів, що їм виконано алотрансплантацію нирки. До першої групи спостереження (три місяці після операції) увійшли 50 пацієнтів, до другої (шість місяців після алотрансплантації) – 32 пацієнти.

У кожній із цих груп виконаний кореляційний аналіз між співвідношенням ТГ/ХС ЛПВГ та показниками швидкості клубочкової фільтрації (ШКФ).

Кожна з аналізованих груп була поділена на три підгрупи за рівнем співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ, де підгрупа I відповідала найнижчим значенням, а підгрупа III – найвищим. Виконане порівняння показників ШКФ між цими підгрупами.

Результати. При виконанні кореляційного аналізу в обох групах був виявлений слабкий негативний зв'язок між спів-

відношенням ТГ/ХС ЛПВГ та показниками ШКФ (у першій групі коефіцієнти кореляції Спірмена та Кендала становили: $r = -0.301$ та $r = -0.213$ відповідно, тоді як у другій групі відповідні показники становили: $r = -0.254$ та $r = -0.162$).

Додатковий аналіз засвідчив, що в першій групі пацієнти з найвищими значеннями співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ (підгрупа III) мали вірогідно нижчі показники ШКФ порівняно з підгрупою I ($t = 2.46$; $p = 0.02$). У другій групі статистично значущих відмінностей у показниках ШКФ між підгрупами виявлено не було ($t = 1.46$; $p = 0.15$).

Обговорення та висновки. Механізми зниження ШКФ на тлі дисліпідемії у ниркових алотрансплантатах, імовірно, аналогічні до механізмів, що простежуються у власних нирках. До потенційних патогенетичних чинників належать ішемічно-реперфузійне ушкодження, імунологічні реакції, а також нефротоксичний вплив імуносупресивної терапії. Ці фактори можуть посилювати дисліпідемічний ефект та погіршувати функціональні результати алотрансплантації. Для точнішого визначення клінічної значущості цих механізмів необхідні подальші дослідження.

Співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ не може бути визначене як незалежний чинник ризику погіршення функції ниркового алотрансплантату через 3 та 6 місяців після трансплантації. Необхідно

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE TRIGLYCERIDE/HIGH-DENSITY LIPOPROTEIN CHOLESTEROL RATIO AND THE FUNCTION OF KIDNEY GRAFT

Volodymyr Diatel¹, Oleksandr Shchur², Oleh Samchuk^{1,2}, Nataliya Matolinets^{1,2}, Maksym Ovechko¹

¹CNE "Lviv Territorial Medical Association "Multidisciplinary clinical hospital of intensive treatment methods and emergency medical care," Lviv, Ukraine

²Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine

Objective. The objective of this study is to investigate the impact of the triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio (TG/HDL-C) on the function of the renal allograft.

Materials and Methods. The results of laboratory tests from 77 patients who underwent kidney allotransplantation were analyzed. The first observation group (three months post-surgery) included 50 patients, and the second group (six months post-transplantation) included 32 patients. In each of these groups, a correlation analysis was conducted between the TG/HDL-C ratio and the estimated glomerular filtration rate (eGFR). Each analyzed group was divided into three subgroups based on the TG/HDL-C ratio: subgroup I corresponded to the lowest values, while subgroup III represented the highest. A comparison of glomerular filtration rate (eGFR) was performed between these subgroups.

Results. Correlation analysis in both groups revealed a weak negative relationship between the TG/HDL-C ratio and eGFR. In the first group, Spearman's and Kendall's correlation coefficients were $r = -0.301$ and $r = -0.213$, respectively, while in the second group, the corresponding values were $r = -0.254$ and $r = -0.162$. Additional analysis showed that in the first group, patients with the highest TG/HDL-C ratio values (subgroup III) had significantly lower eGFR levels compared to subgroup I ($t = 2.46$; $p = 0.02$). In the second group, no statistically significant differences in eGFR were found between subgroups ($t = 1.46$; $p = 0.15$).

Discussion. The mechanisms underlying the reduction in eGFR in the setting of dyslipidemia in renal allografts are likely similar to those observed in native kidneys. Potential pathogenic factors include ischemia-reperfusion injury, immunological responses, and the nephrotoxic effects of immunosuppressive therapy. These factors may enhance the dyslipidemic effect and worsen functional outcomes after allotransplantation. Further studies are required to more precisely determine the clinical significance of these mechanisms. **Conclusions.** The TG/HDL-C ratio cannot be identified as an independent risk factor for renal allograft dysfunction at 3- and 6-months post-transplantation. Further studies are needed to explore the effect of the TG/HDL-C ratio on transplanted kidney function.

Keywords: kidney transplantation, metabolic syndrome, triglyceride/high-density lipoprotein cholesterol ratio, kidney graft dysfunction.

OPEN ACCESS

DOI: 10.25040/ntsh2025.01.10

For correspondence: CNE "Lviv Territorial Medical Association "Multidisciplinary clinical hospital of intensive treatment methods and emergency medical care," Lviv, Ukraine. 9 Mykolaychuka St., Lviv, Ukraine, 79059

E-mail: volodimir.dyatel@gmail.com

Received: 26 Mar, 2025

Accepted: 06 Jun, 2025

Published: 20 Jun, 2025

ORCID IDs

Volodymyr Diatel:

<https://orcid.org/0000-0002-5862-978X>

Oleksandr Shchur:

<https://orcid.org/0000-0001-7627-5295>

Oleh Samchuk:

<https://orcid.org/0000-0002-8710-1271>

Nataliya Matolinets:

<https://orcid.org/0000-0001-6656-3621>

Maksym Ovechko:

<https://orcid.org/0000-0001-6980-0055>

Author Contributions: Concept development: Oleksandr Shchur, Volodymyr Diatel; Research results analysis: Oleh Samchuk, Maksym Ovechko, Volodymyr Diatel
Manuscript Writing: Volodymyr Diatel, Oleksandr Shchur, Nataliya Matolinets
Editing and final approval: Oleksandr Shchur, Nataliya Matolinets

Disclosures: The authors declare no conflicts of interest.

Funding: The authors received no financial support for this research.

Ethical approval: November 23, 2020, Protocol No. 8 of the Ethics Committee of Danylo Halytsky Lviv National Medical University.



© All authors, 2025

провести подальші дослідження для вивчення впливу співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ на функцію трансплантованої нирки.

Ключові слова: трансплантація нирки, метаболічний синдром, співвідношення тригліцериди/ліпопротеїни високої густини, дисфункція алотрансплантату нирки.

Вступ

Метаболічний синдром (МС) – це сукупність взаємопов'язаних компонентів, що вони підвищують ризик виникнення серцево-судинних захворювань та цукрового діабету 2-го типу.

До ключових критеріїв МС відносять дисліпідемію, артеріальну гіпертензію, порушення толерантності до глюкози, інсулінорезистентність і абдомінальне ожиріння.

Останнім часом до зазначених вище компонентів також відносять хронічні прозапальні та протромботичні стани, неалкогольну жирову хворобу печінки та синдром апное уві сні [1].

Згідно з повідомленнями низки дослідників МС може зумовити розвиток хронічної ниркової недостатності [2]. Також існує ймовірність негативного впливу МС на функцію трансплантованої нирки у пацієнтів після її алотрансплантації.

Співвідношення тригліцеридів до ліпопротеїнів високої густини (ТГ/ХС ЛПВГ) є важливим біомаркером, що він асоціюється з метаболічним синдромом та інсулінорезистентністю [3; 4].

Тривалий час розвиток трансплантології в Україні гальмувався через недосконалу правову базу. Проте після ухвалення 2018 року Закону України «Про застосування трансплантації анатомічних матеріалів людині» ця галузь медицини отримала значний поштовх до розвитку. Незважаючи на повномасштабну війну рф проти України, Центр трансплантології КНП «Перше ТМО м. Львова» (клінічна база кафедри хірургії та трансплантології ЛНМУ імені Данила Галицького) продовжує лідувати за кількістю успішних трансплантацій упродовж останніх трьох років.

Зростання обсягів алотрансплантацій нирки виявило значну кількість пацієнтів із супутньою патологією, зокрема атеросклерозом, ожирінням, дисліпідемією та цукровим ді-

бетом. Це актуалізувало необхідність поглибленого вивчення впливу цих коморбідних станів на результати трансплантації.

Мета цього дослідження – визначення впливу співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ на функцію трансплантованої нирки після її алотрансплантації.

Матеріали та методи

Здійснений ретроспективний аналіз історій хвороб 77 пацієнтів, що їм упродовж 2024 року виконана алотрансплантація нирки в центрі трансплантології ВП «Лікарня Святого Пантелеймона» КНП «Перше ТМО м. Львова». Характеристики груп хворих наведені в таблиці 1.

Усі пацієнти отримували імуносупресійну терапію за стандартною схемою – такролімус, корегований згідно з його концентрацією в крові, препарати мікофенолової кислоти і метилпреднізолон. Індукційна терапія проведена антитимоцитарним імуноглобуліном.

Проаналізовані результати лікування пацієнтів через три та шість місяців після алотрансплантації нирки (група 1 та група 2 відповідно).

До першої групи увійшли 50 пацієнтів, до другої – 32. Кожна з груп була поділена на три підгрупи (I, II, III) відповідно до рівнів співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ: у пацієнтів підгрупи-I обох груп простежувався найнижчий показник зазначеного співвідношення, а у хворих підгрупи-III обох груп – найвищий показник цього співвідношення.

Виконане оцінювання показника швидкості клубочкової фільтрації (ШКФ), що її обчислювали за формулою СКД-ЕРІ.

Виконаний також аналіз розподілу показників ШКФ та співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ (рис. 1-4) та розрахований коефіцієнт рангової кореляції Спірмена та коефіцієнт кореляції Кендала.

Introduction

Metabolic syndrome (MS) is a cluster of interrelated components that increase the risk of cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus.

The key criteria for MS include dyslipidemia, arterial hypertension, impaired glucose tolerance, insulin resistance, and abdominal obesity.

Recently, additional components such as chronic proinflammatory and prothrombotic states, non-alcoholic fatty liver disease, and sleep apnea syndrome have also been associated with MS [1].

According to several studies, MS may contribute to the development of chronic kidney disease (CKD) [2]. There is also a potential negative impact of MS on the function of the transplanted kidney in patients after allotransplantation.

The triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio (TG/HDL-C) is an important biomarker associated with metabolic syndrome and insulin resistance [3; 4].

For a long time, the development of transplantology in Ukraine was hindered by an imperfect legal framework. However, following the adoption of the Law of Ukraine, "On the Application of Transplantation of Anatomical Materials to Humans," in 2018, this field of medicine received a significant boost. Despite the full-scale war launched by the Russian Federation against Ukraine, the Transplantation Center of the Municipal Non-Profit

Enterprise "First Medical Association of Lviv" (the clinical base of the Department of Surgery and Transplantology of the Postgraduate Education Faculty at Danylo Halytsky Lviv National Medical University) continues to lead in the number of successful transplantations over the past three years.

The increase in the number of kidney allotransplantations has revealed a significant number of patients with comorbid conditions such as atherosclerosis, obesity, dyslipidemia, and diabetes mellitus. This has highlighted the need for an in-depth investigation into the influence of these comorbidities on transplantation outcomes.

The aim of this study is to determine the impact of the TG/HDL-C ratio on the function of the transplanted kidney following allotransplantation.

Materials and Methods

A retrospective analysis was conducted on the medical records of 77 patients who underwent kidney allotransplantation during 2024 at the Transplantation Center of the Saint Panteleimon Hospital, a division of the Municipal Non-Profit Enterprise "First Medical Association of Lviv." The characteristics of patient groups are presented in Table 1.

All patients received a standard immunosuppressive therapy regimen, which included tacrolimus (adjusted according to blood concentration), mycophenolic acid preparations, and methylprednisolone. Induction therapy was administered with anti-thymocyte globulin.

Table 1

Characteristics of Study Groups

Group No.1 (Observation at 3 months after kidney allotransplantation)				
Characteristics	Entire Sample	I	II	III
Number of patients	50	17	16	17
Age (mean ± IQR)	44.4±19	40.4±10	42.4±18,5	50.3±9
Gender, female, %	38%	35.3%	25%	52%
Donor, LDKT, %	28%	35.3%	31.3%	17.6%
Group No.2 (Observation at 6 months after kidney allotransplantation)				
Characteristics	Entire Sample	I	II	III
Number of patients	32	11	10	11
Age (mean ± IQR)	46.4±18.5	44.6±23	44±18	50.4±7
Gender, female, %	34.4%	27.3%	40%	36%
Donor, LDKT, %	28.1%	18%	40%	27%

Таблиця 1

Характеристики вибірок

Група 1 (спостереження через 3 місяці після алотрансплантації нирки)				
Характеристика	Уся вибірка	I	II	III
Кількість	50	17	16	17
Вік (середнє±IQR)	44.4±19	40.4±10	42.4±18.5	50.3±9
Стать, жінки, %	38	35.3	25	52
Донор, живий донор, %	28	35.3	31.3	17.6
Група 2 (спостереження через 6 місяців після алотрансплантації нирки)				
Характеристика	Уся вибірка	I	II	III
Кількість	32	11	10	11
Вік (середнє±IQR)	46.4±18,5	44.6±23	44±18	50.4±7
Стать, жінки, %	34.4	27,3	40	36
Донор, живий донор, %	28.1	18	40	27

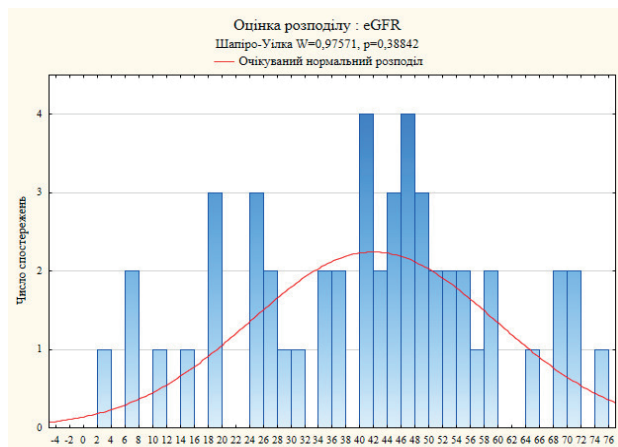


Рисунок 1. Оцінка розподілу показників ШКФ у групі спостереження через 3 місяці після алотрансплантації нирки

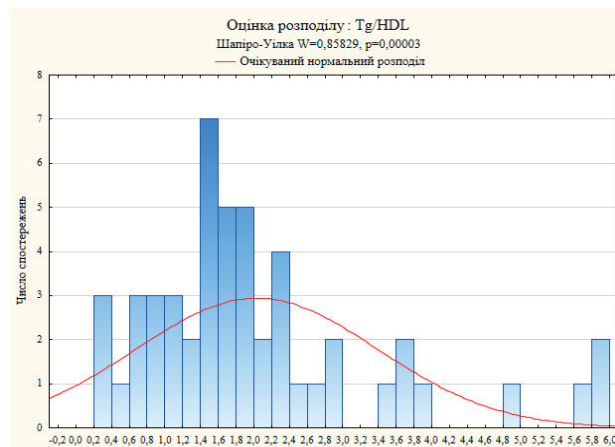


Рисунок 2. Оцінка розподілу співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ у групі спостереження через 3 місяці після алотрансплантації нирки

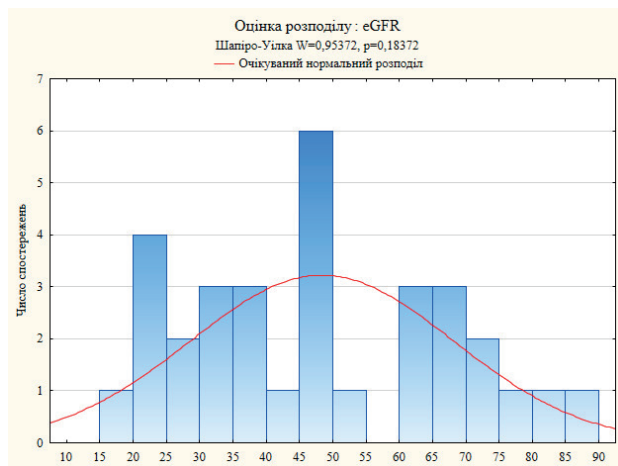


Рисунок 3. Оцінка розподілу показників ШКФ у групі спостереження через 6 місяців після алотрансплантації нирки

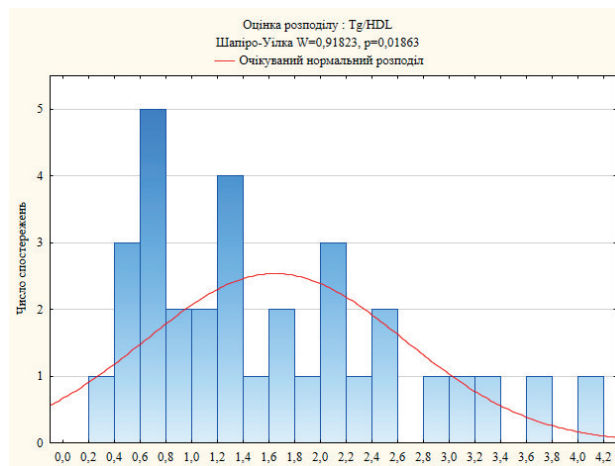


Рисунок 4. Оцінка розподілу співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ у групі спостереження через 6 місяців після алотрансплантації нирки

Treatment outcomes were analyzed at three- and six-months following kidney allotransplantation (group 1 and group 2, respectively).

Group 1 included 50 patients, and Group 2 included 32 patients. Each group was further divided into three subgroups (I, II, III) based on the TG/HDL-C ratio: subgroup I included patients with the lowest ratio values, and subgroup III included patients with the highest values of the ratio.

The glomerular filtration rate (eGFR) was assessed using the CKD-EPI formula.

An analysis of the distribution of eGFR values and the TG/HDL-C ratio was conducted (Figures 1–4), and Spearman’s rank correlation coefficient and Kendall’s correlation coefficient were calculated.

To compare the TG/HDL-C ratio between patients in the specified groups, an independent samples t-test was used, as variances were homogeneous (Levene’s test in Group 1 and Group 2 yielded $p = 0.392$ and $p = 0.395$, respectively), and the distribution within subgroups was normal (Figure 5).

Statistical analysis of the obtained data was performed using the universal statistical analysis software package STATISTICA, StatSoft, Inc. (USA).

Results

A weak negative correlation was identified between eGFR and the TG/HDL-C ratio among patients in the first group, and a similar correlation between these parameters

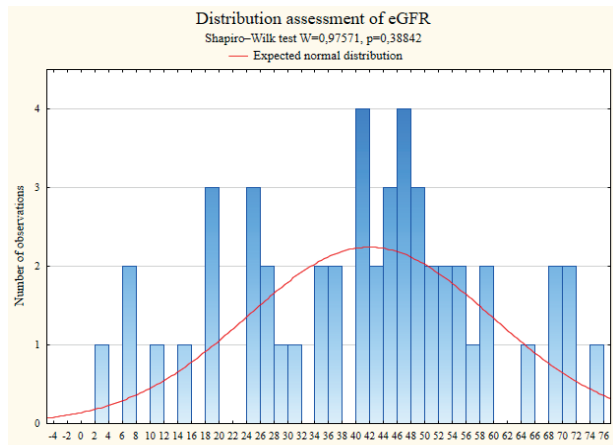


Figure 1. Distribution assessment of eGFR in the observation group at 3 months after kidney allotransplantation

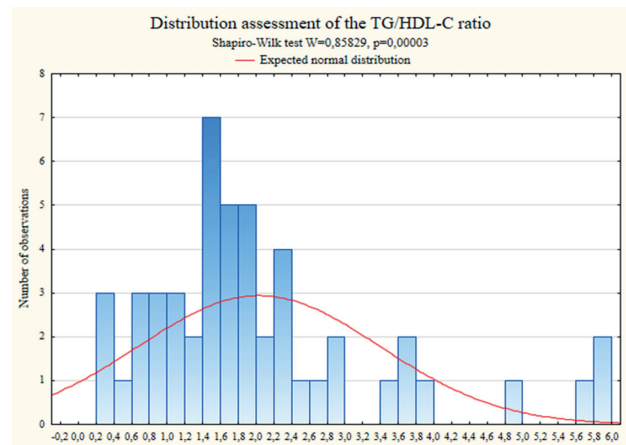


Figure 2. Distribution assessment of the TG/HDL-C ratio in the observation group at 3 months after kidney allotransplantation

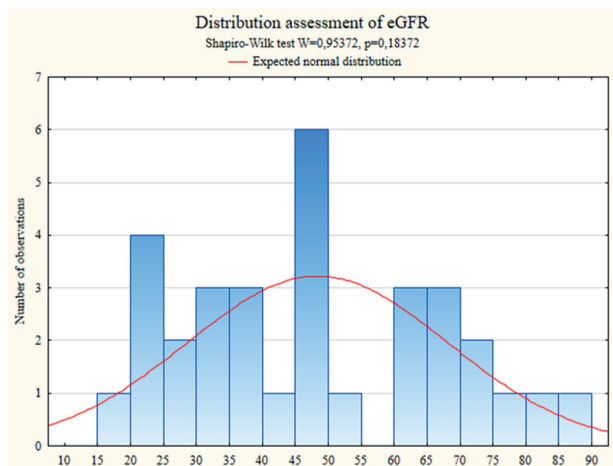


Figure 3. Distribution assessment of eGFR in the observation group at 6 months after kidney allotransplantation

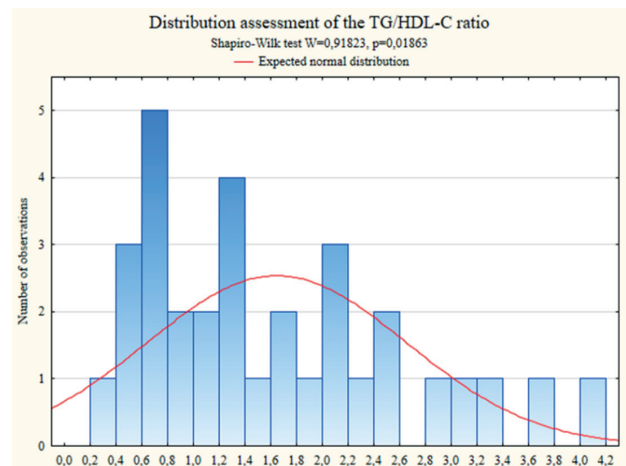


Figure 4. Distribution assessment of the TG/HDL-C ratio in the observation group at 6 months after kidney allotransplantation

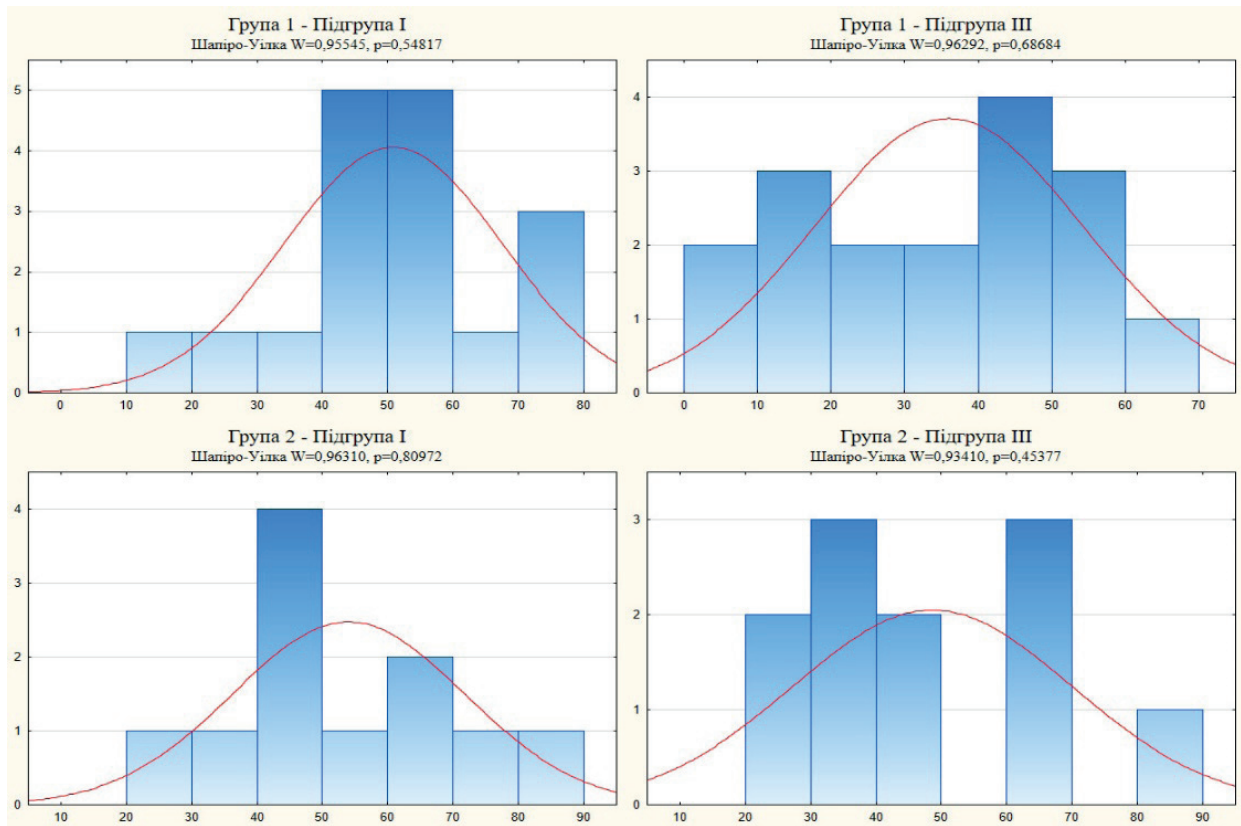


Рисунок 5. Оцінка розподілу в підгрупах за співвідношенням ТГ/ХС ЛПВГ у групах спостереження

Для порівняння величини співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ між пацієнтами вказаних груп був використаний t-критерій для незалежних вибірок, оскільки дисперсії були рівномірні (Тест Левена у пацієнтів групи 1 та групи 2: $p=0.392$, $p=0.395$ відповідно), розподіл у підгрупах був нормальний (рис. 5).

Статистичний аналіз отриманих даних виконаний із застосуванням універсального пакету статистичного аналізу STATISTICA, StatSoft, Inc (США).

Результат

Виявлено слабку негативну кореляцію між показниками ШКФ та співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ серед пацієнтів групи 1 і таку саму кореляцію між цими показниками серед хворих групи 2 (у пацієнтів групи 1 коефіцієнти кореляції Спірмена та Кендала становили: $r=-0.301$ та $r=-0.213$ відповідно. У групі 2 верифіковані схожі результати (коефіцієнт кореляції Спірмена дорівнював -0.254 , коефіцієнт кореляції Кендала становив -0.162 ; рис. 6 та 7).

При порівнянні ШКФ виявлено: у підгрупі-I першої групи хворих середній показник ШКФ (СІ 95%) становив 50.8 (42.2-59.4) мл/хв/1.73 м², а в підгрупі-III першої групи – 36.0 (26.6-45.4) мл/хв/1.73 м², тобто між вказаними підгрупами першої групи хворих різниця в показниках середньої ШКФ була

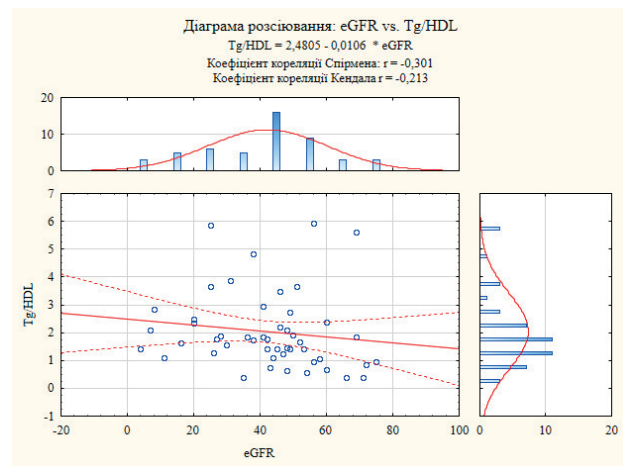


Рисунок 6. Кореляція між показниками ШКФ та співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ через 3 місяці після алотрансплантації нирки

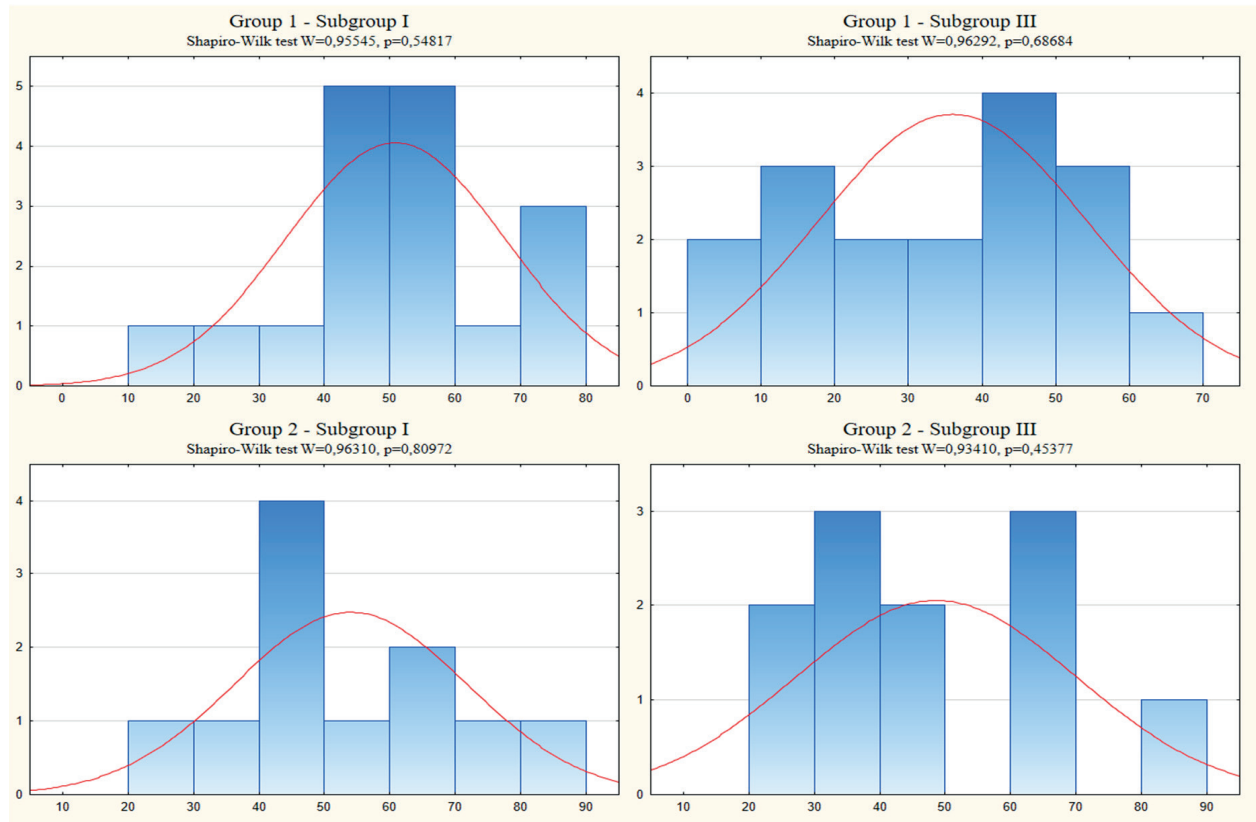


Figure 5. Distribution assessment in subgroups based on the TG/HDL-C ratio in the observation groups

was found in the second group. In the first group, Spearman's and Kendall's correlation coefficients were $r = -0.301$ and $r = -0.213$, respectively; similar results were verified in the second group, with Spearman's correlation coefficient equal to -0.254 and Kendall's coefficient equal to -0.162 (Figures 6 and 7).

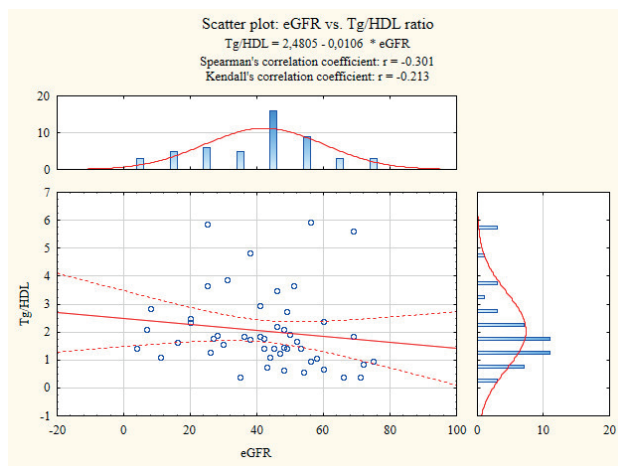


Figure 6. Correlation between eGFR and TG/HDL-C at 3 months after kidney allotransplantation

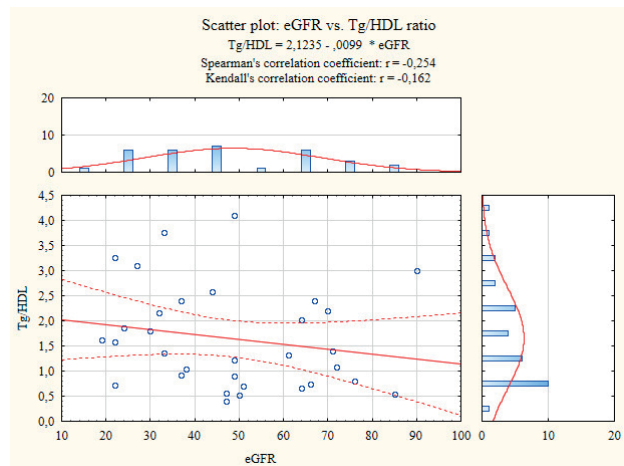


Figure 7. Correlation between eGFR and TG/HDL-C at 6 months after kidney allotransplantation

When comparing eGFR values, the following was observed: in subgroup I of Group I, mean eGFR (95% CI) was 50.8 (42.2–59.4) ml/min/1.73 m², while in subgroup III of the same Group, it was 36.0 (26.6–45.4) ml/min/1.73 m². Thus, the difference in mean eGFR between these subgroups in Group I was statistically significant ($t = 2.46$, $p =$

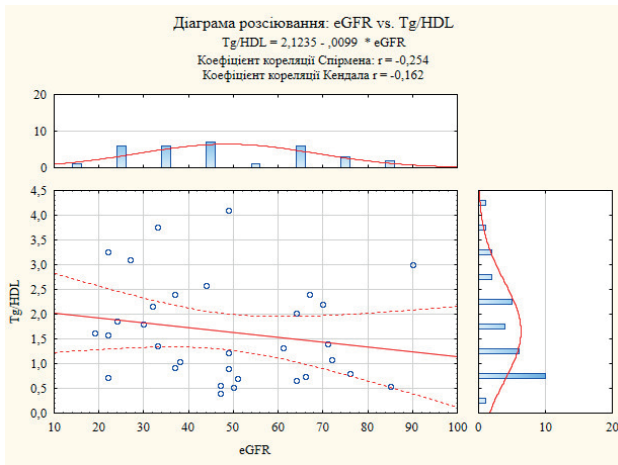


Рисунок 7. Кореляція між показниками ШКФ та співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ через 6 місяців після алотрансплантації нирки

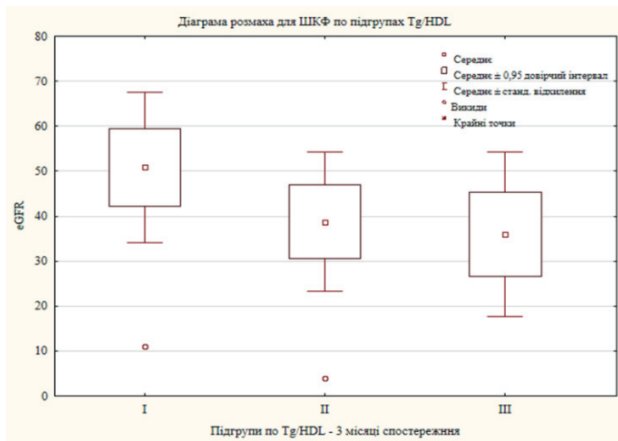


Рисунок 8. Діаграма розмаху для показників ШКФ у підгрупах за співвідношенням ТГ/ХС ЛПВГ – група 1

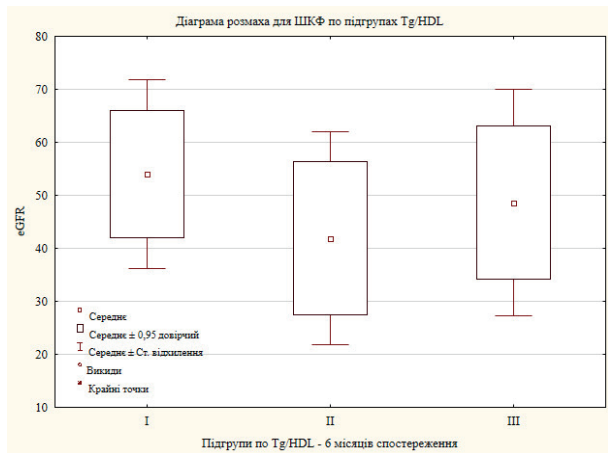


Рисунок 9. Діаграма розмаху для показників ШКФ у підгрупах за співвідношенням ТГ/ХС ЛПВГ – група 2

статистично значущою (t-значення становило 2.46, $p=0.02$; рис. 8). У підгрупі-I другої групи пацієнтів середній показник ШКФ (СІ 95%) становив 54.0 (42.07-65,9) мл/хв/1.73 м², а в підгрупі-III другої групи хворих – 48.6 (34.23-63.03) мл/хв/1.73 м², що не є статистично значущою різницею (t-значення становило 0.63, $p=0.52$; рис. 9).

Обговорення

Механізми, які можуть бути потенційними причинами дисфункції ниркового алотрансплантата, ймовірно є такими ж, як і у нативних нирках. Наслідками МС є збільшення активності прозапальних цитокінів, збільшення вмісту активних форм кисню, активація симпатичної нервової системи, зміни гемодинаміки, збільшення активності ренін-ангіотензин-альдостеронової системи. Внаслідок цього відбуваються зміни в структурі та функції трансплантованої нирки: гломерулярна гіперфільтрація, проліферація мезангію, набряк базальної мембрани клубочка, подоцитопатія, гломерулопатія, що спричиняє гломерулосклероз, тубулярну атрофію та інтерстиційний фіброз, наслідком яких є поява протеїнурії та зниження показників ШКФ [5]. Усі ці процеси можуть бути більш виразні у випадку алотрансплантату нирки, оскільки він підпадає під вплив ішемічно-реперфузійного, імунологічного пошкодження, а також нефротоксичних імуносупресійних препаратів. Відбувається потенціювання ефектів пошкодження нирки, асоційованих з МС, та впливу негативних факторів, притаманних виключно трансплантації [6].

Також важливим фактором є діабетогенність стандартних імуносупресійних препаратів. При використанні такролімусу та глюкокортикоїдів цей ефект є дозозалежний і може бути нівельований завдяки індивідуальному підбору схеми з урахуванням ризику відторгнення, проте не може повністю бути відхилений. Сіролімус є незалежним фактором ризику розвитку посттрансплантатного цукрового діабету. [7]. Тривала гіперглікемія також є фактором ризику погіршення функції трансплантату [8]. У роботі Kim, Нюо Jeong, et al. вивчали вплив варіабельності індексу маси тіла, рівня глюкози, тригліцеридів та систолічного артеріального тиску на результати трансплантації. Автори повідомляють про наявність взаємозв'язку

0.02) (Figure 8). In subgroup I of Group II, mean eGFR (95% CI) was 54.0 (42.07–65.9) ml/min/1.73 m², while in subgroup III of the same Group it was 48.6 (34.23–63.03) ml/min/1.73 m², which does not represent a statistically significant difference ($t = 0.63$, $p = 0.52$) (Figure 9).

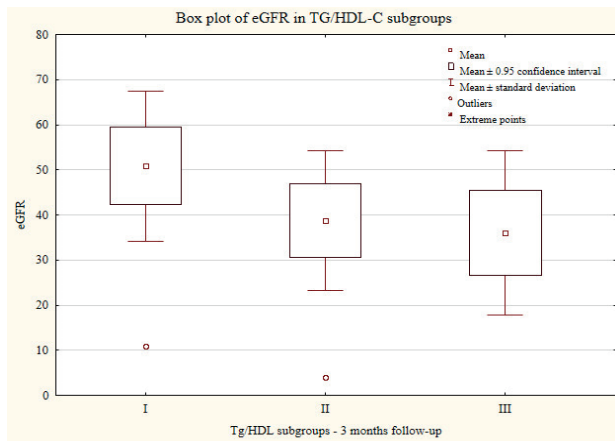


Figure 8. Box plot of eGFR in TG/HDL-C subgroups—Group No.1

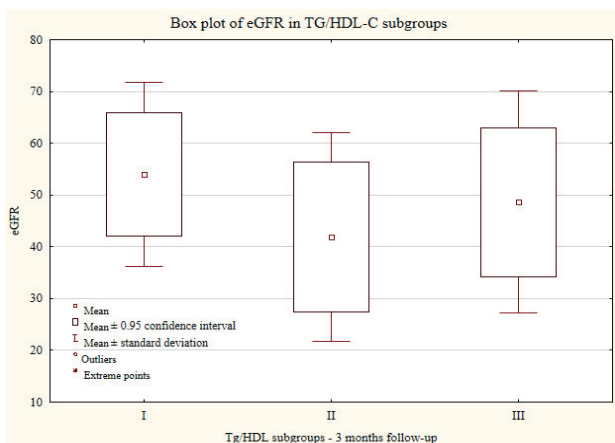


Figure 9. Box plot of eGFR in TG/HDL-C subgroups—Group No.2.

Discussion

The mechanisms that may underlie renal allograft dysfunction are likely similar to those observed in native kidneys. The consequences of metabolic syndrome (MS) include increased activity of proinflammatory cytokines, elevated levels of reactive oxygen species, activation of the sympathetic nervous system, hemodynamic changes, and increased activity of the renin-angiotensin-aldosterone system.

These changes contribute to structural and functional alterations in the transplanted kidney, including glomerular hyperfiltration, mesangial proliferation, thickening of the glomerular basement membrane, podocytopathy, and glomerulopathy, which result in glomerulosclerosis, tubular atrophy, and interstitial fibrosis, ultimately leading to proteinuria and reduced eGFR [5]. These processes may be more pronounced in the context of renal allografts, as the transplanted organ is exposed to ischemia-reperfusion injury, immune-mediated damage, and the nephrotoxic effects of immunosuppressive therapy. This results in the potentiation of kidney injury mechanisms associated with MS and the negative factors specific to transplantation [6]. Another important factor is the diabetogenic effect of standard immunosuppressive drugs. Tacrolimus and glucocorticoids exhibit a diabetogenic dose-dependent impact, which can be mitigated through individualized immunosuppressive regimens based on rejection risk assessment, although it cannot be eliminated entirely. Sirolimus is considered an independent risk factor for the development of post-transplant diabetes mellitus [7]. Chronic hyperglycemia, in turn, is a known risk factor for allograft dysfunction [8]. In the study by Kim, Hyo Jeong et al., the influence of variability in body mass index (BMI), glucose levels, triglycerides, and systolic blood pressure on transplantation outcomes was examined. The authors reported a significant association between BMI variability and adverse outcomes in renal allografts [9]. Although metabolic disorders may increase the risk of kidney graft dysfunction, their presence does not constitute an absolute contraindication to kidney transplantation. According to several reports involving patients with obesity and chronic kidney disease (CKD), kidney transplantation significantly improves survival compared to hemodialysis despite the higher associated risks compared to non-obese CKD patients [10].

Unfortunately, no universally accepted BMI threshold exists beyond which transplantation risks clearly outweigh its benefits. While this remains a subject of debate, a BMI above 40 kg/m² is considered an absolute contraindication to kidney transplantation in most transplant centers worldwide [11]. Moreover, MS may significantly affect allograft survival and,

між варіабельністю ІМТ та негативними наслідками для трансплантованої нирки [9].

Хоча метаболічні розлади можуть підвищити ризик для ниркового трансплантату, їхня присутність не є протипоказанням до алотрансплантації нирки. Відповідно до низки повідомлень, що стосуються групи пацієнтів з ожирінням та хронічною хворобою нирок, трансплантація нирки, хоча з більшими ризиками порівняно з хворими на хронічну хворобу нирок без ожиріння, значно покращує прогноз їх виживання порівняно з гемодіалізом [10]. На жаль, чіткі показники ІМТ, при якій ризики ускладнень нівелюють переваги трансплантації, відсутні. І хоча ця тема є дискусійною, все ж, якщо ІМТ перевищує 40 кг/м², то в більшості світових трансплантаційних центрів це є абсолютним протипоказанням до трансплантації нирки [11].

Крім того, МС може мати значний вплив на виживання ниркового алотрансплантату і, відповідно, на тривалість та якість життя реципієнтів. При кореляційному аналізі не був виявлений переконливий зв'язок між показниками ШКФ та співвідношенням ТГ/ХС ЛПВГ серед пацієнтів обох груп. Проте при порів-

нянні підгруп з високими та низькими показниками ШКФ співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ у першій групі спостереження (через 3 місяці після проведення алотрансплантації нирки) було виявлене статистично значуще зниження рівнів показників ШКФ у підгрупі хворих з високими показниками співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ. Наведені результати не дають достатніх підстав вважати співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ незалежним фактором ризику зниження показників ШКФ і, відповідно, погіршення функції трансплантованої нирки. Наявність статистично значущої різниці в першій групі пацієнтів лише дає можливість зробити припущення про такий взаємозв'язок. Для підтвердження або заперечення цього взаємозв'язку варто провести подальші дослідження з більшою вибіркою пацієнтів.

Висновки

Співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ не може бути визначене як незалежний чинник ризику погіршення функції ниркового алотрансплантату через 3 та 6 місяців після трансплантації.

Необхідно провести подальші дослідження для вивчення впливу співвідношення ТГ/ХС ЛПВГ на функцію трансплантованої нирки.

Список літератури

1. Kassi E, Pervanidou P, Kaltsas G, Chrousos G. Metabolic syndrome: definitions and controversies. *BMC Med.* 2011;9:1–13. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-9-48>
2. Raikou VD, Gavriil S. Metabolic syndrome and chronic renal disease. *Diseases.* 2018;6(1):12. <https://doi.org/10.3390/diseases6010012>
3. Liao LP, Wu L, Yang Y. The relationship between triglyceride/high-density lipoprotein cholesterol ratio and coronary microvascular disease. *BMC Cardiovasc Disord.* 2023;23(1):228. <https://doi.org/10.1186/s12872-023-03380-y>
4. Guan M, Wu L, Cheng Y, Qi D, Chen J, Song H, et al. Defining the threshold: triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol (TG/HDL-C) ratio's non-linear impact on tubular atrophy in primary membranous nephropathy. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2024;15:1322646. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1322646>
5. Lin L, Tan W, Pan X, Tian E, Wu Z, Yang J. Metabolic syndrome-related kidney injury: a review and update. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2022;13:904001. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.904001>
6. Tantisattamo E, Ho BT, Workeneh BT. Metabolic changes after kidney transplantation. *Front Med (Lausanne).* 2021;8:709644. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.709644>
7. Cohen E, Korah M, Callender G, de Aguiar RB, Haakinson D. Metabolic disorders with kidney transplant. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2020;15(5):732–42. <https://doi.org/10.2215/CJN.10310819>
8. D'Elia JA, Weinrauch LA. Hyperglycemia and hyperlipidemia with kidney or liver transplantation: a review. *Biology (Basel).* 2023;12(9):1185. <https://doi.org/10.3390/biology12091185>
9. Kim HJ, Kim KW, Jung CW, Lee JY, Choi JY, Kim BS, et al. Association of variabilities in body mass index and metabolic parameters with post-kidney transplantation renal outcomes. *Sci Rep.* 2024;14(1):26973. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-26973-1>
10. Chang JH, Mushailov V, Mohan S. Obesity and kidney transplantation. *Curr Opin Organ Transplant.* 2023;28(2):149–55. <https://doi.org/10.1097/MOT.0000000000001067>
11. Shchur O, Melnykov V, Marina V, Yaremkevych R, Zhuk R, Bochar V, Romanchak D. Kidney transplantation in an aged patient with multiple comorbidities: A review based on unusual clinical case. *Proc Shevchenko Sci Soc Med Sci.* 2023;71(1). <https://doi.org/10.25040/ntsh2023.01.06>

consequently, life expectancy and quality of life of transplant recipients. In the correlation analysis performed in this study, no convincing association was found between eGFR and the TG/HDL-C ratio in either group of patients. However, when comparing subgroups with high versus low eGFR levels, a statistically significant decrease in eGFR was observed in subgroup III (patients with high TG/HDL-C ratios) of the first observation group (3 months post-transplantation). These findings do not provide sufficient evidence to identify the TG/HDL-C ratio as an independent risk factor for reduced eGFR or impaired renal graft function.

The presence of a statistically significant difference in Group I only allows us to hypothesize such an association. To confirm or refute this relationship, further studies with larger patient samples are needed.

In Conclusions: The TG/HDL-C ratio cannot be identified as an independent risk factor for the deterioration of renal allograft function at 3- and 6-months post-transplantation.

Further studies are needed to investigate the effect of the TG/HDL-C ratio on the function of the transplanted kidney.

References

1. Kassi E, Pervanidou P, Kaltsas G, Chrousos G. Metabolic syndrome: definitions and controversies. *BMC Med.* 2011;9:1–13. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-9-48>
2. Raikou VD, Gavriil S. Metabolic syndrome and chronic renal disease. *Diseases.* 2018;6(1):12. <https://doi.org/10.3390/diseases6010012>
3. Liao LP, Wu L, Yang Y. The relationship between triglyceride/high-density lipoprotein cholesterol ratio and coronary microvascular disease. *BMC Cardiovasc Disord.* 2023;23(1):228. <https://doi.org/10.1186/s12872-023-03380-y>
4. Guan M, Wu L, Cheng Y, Qi D, Chen J, Song H, et al. Defining the threshold: triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol (TG/HDL-C) ratio's non-linear impact on tubular atrophy in primary membranous nephropathy. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2024;15:1322646. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1322646>
5. Lin L, Tan W, Pan X, Tian E, Wu Z, Yang J. Metabolic syndrome-related kidney injury: a review and update. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2022;13:904001. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.904001>
6. Tantisattamo E, Ho BT, Workeneh BT. Metabolic changes after kidney transplantation. *Front Med (Lausanne).* 2021;8:709644. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.709644>
7. Cohen E, Korah M, Callender G, de Aguiar RB, Haakinson D. Metabolic disorders with kidney transplant. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2020;15(5):732–42. <https://doi.org/10.2215/CJN.10310819>
8. D'Elia JA, Weinrauch LA. Hyperglycemia and hyperlipidemia with kidney or liver transplantation: a review. *Biology (Basel).* 2023;12(9):1185. <https://doi.org/10.3390/biology12091185>
9. Kim HJ, Kim KW, Jung CW, Lee JY, Choi JY, Kim BS, et al. Association of variabilities in body mass index and metabolic parameters with post-kidney transplantation renal outcomes. *Sci Rep.* 2024;14(1):26973. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-26973-1>
10. Chang JH, Mushailov V, Mohan S. Obesity and kidney transplantation. *Curr Opin Organ Transplant.* 2023;28(2):149–55. <https://doi.org/10.1097/MOT.0000000000001067>
11. Shchur O, Melnykov V, Marina V, Yaremkevych R, Zhuk R, Bochar V, Romanchak D. Kidney transplantation in an aged patient with multiple comorbidities: A review based on unusual clinical case. *Proc Shevchenko Sci Soc Med Sci.* 2023;71(1). <https://doi.org/10.25040/ntsh2023.01.06>