Оригинальное исследование
УДК 616.379-008.64:616.61
http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2026-1-11

РОЛЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИПИДНОГО СТАТУСА В ОЦЕНКЕ РИСКА ПРОГРЕССИРОВАНИЯ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ НЕФРОПАТИИ ПРИ САХАРНОМ ДИАБЕТЕ 2 ТИПА

Анна Александровна Хмелевская[1]✉, Елена Викторовна Симанович[2], Людмила Владимировна Квиткова[3], Лилия Алексеевна Ласточкина[4], Наталья Викторовна Шатрова[5]

[1,2]Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия
[1]✉ann-silonova@ya.ru, https://orcid.org/0000-0001-7372-0373
[2]simanovich.e@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-9795-7973
[3,4,5]Кемеровский государственный медицинский университет, Кемерово, Россия
[3]kvitkova_lv@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5128-3344
[4]lasti4kina.lilia@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-1767-7320
[5]mitnatalia@bk.ru, https://orcid.org/0000-0002-5903-3232

Аннотация. В настоящее время активно изучаются патогенетические механизмы развития и прогрессирования диабетической нефропатии, оценивается влияние воспалительных, фиброзных, гемодинамических и метаболических факторов, а также гиперлипидемии и дислипидемии. Но остается недостаточно изученным прогностическое значение отдельных показателей липидного обмена в прогрессировании диабетической нефропатии у больных сахарным диабетом 2 типа. Поэтому целью исследования стало определение роли показателей липидного статуса в оценке риска прогрессирования диабетической нефропатии при сахарном диабете 2 типа. В результате настоящего исследования установлено, что наибольшей прогностической значимостью обладает отношение Апо-В/Апо-А1. При увеличении Апо-В/Апо-А1 ≥1,2 повышается вероятность прогрессирования диабетической нефропатии в 1,6 раза (ОШ 1,6 (1,023-3,86), p=0,03), площадь под ROC-кривой – 0,642 (0,53;0,71), чувствительность прогностического значения показателя – 88,3, специфичность – 50,0. Также прогностическую силу имеет уровень триглицеридов в сыворотке крови, при возрастании концентрации триглицеридов ≥2,6 ммоль/л повышается риск прогрессирования диабетической нефропатии в 1,32 раза (ОШ 1,32 (1,14-2,638), p=0,038), площадь под ROC-кривой – 0,598 (0,47; 0,7), чувствительность – 73,3, специфичность – 52,9. Однако для подтверждения полученных результатов необходимо дальнейшее исследование с большей выборкой.

Ключевые слова: диабетическая нефропатия, сахарный диабет, гиперлипидемия, дислипидемия, холестерин, липопротеины, триглицериды

Для цитирования: Роль показателей липидного статуса в оценке риска прогрессирования диабетической нефропатии при сахарном диабете 2 типа / А.А. Хмелевская, Е.В. Симанович, Л.В. Квиткова и др. // Дальневосточный медицинский журнал. – 2026. – № 1. – С. 73-76. http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2026-1-11.

ROLE OF LIPID STATUS INDICATORS IN ASSESSING THE RISK OF DIABETIC NEPHROPATHY PROGRESSION IN TYPE 2 DIABETES MELLITUS

Anna A. Khmelevskaya[1]✉, Elena V. Simanovich[2], Lyudmila V. Kvitkova[3], Liliya A. Lastochkina[4], Natalya V. Shatrova[5]

[1,2]Kemerovo State University, Kemerovo, Russia
[1]✉ann-silonova@ya.ru, https://orcid.org/0000-0001-7372-0373
[2]simanovich.e@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-9795-7973
[3,4,5]Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia
[3]kvitkova_lv@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5128-3344
[4]lasti4kina.lilia@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-1767-7320
[5]mitnatalia@bk.ru, https://orcid.org/0000-0002-5903-3232

Abstract. Pathogenetic mechanisms of development and progression of diabetic nephropathy are currently being actively studied, the influence of inflammatory, fibrotic, hemodynamic and metabolic factors, as well as hyperlipidemia and dyslipidemia are being assessed. However, the prognostic value of individual lipid metabolism indicators

in the progression of diabetic nephropathy in patients with type 2 diabetes mellitus remains insufficiently studied. Therefore, the aim of the study was to determine the role of lipid status indicators in assessing the risk of progression of diabetic nephropathy in type 2 diabetes mellitus. As the result of this study, it was found that the Apo-B/Apo-A1 ratio has the greatest prognostic significance. With an increase in Apo-B/Apo-A1≥1,2, the probability of diabetic nephropathy progression increases by 1,6 times (OR 1,6 (1,023-3,86), p=0,03), the area under the ROC curve is 0,642 (0,53; 0,71), the sensitivity of the prognostic value of the indicator is 88,3, and the specificity is 50,0. The level of triglycerides in the blood serum has also prognostic value: with an increase in the concentration of triglycerides ≥2,6 mmol/l, the risk of diabetic nephropathy progression increases by 1,32 times (OR 1,32 (1,14-2,638), p=0,038), the area under the ROC curve is 0,598 (0,47; 0,7), sensitivity is 73,3, and specificity is 52,9. However, further research with a larger sample is needed to confirm the obtained results.

Keywords: diabetic nephropathy, diabetes mellitus, hyperlipidemia, dyslipidemia, cholesterol, lipoproteins, triglycerides

For citation: Role of lipid status indicators in assessing the risk of diabetic nephropathy progression in type 2 diabetes mellitus / A.A. Khmelevskaya, E.V. Simanovich, L.V. Kvitkova, et al. // Far Eastern medical journal. – 2026. – № 1. – P. 73-76. http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2026-1-11.

Диабетическая нефропатия (ДН) является основной причиной развития хронической болезни почек (ХБП), что приводит к большим расходам на медицинское обслуживание. В связи с ростом распространенности сахарного диабета (СД) распространенность ДН также увеличивается [1]. ДН развивается примерно у 40 % пациентов с СД 2 типа [2]. Повышенный риск смертности, а также низкое качество жизни являются серьезной проблемой у пациентов с ДН [1]. Для разработки инновационных методов лечения ДН необходимо более глубокое понимание механизмов возникновения и прогрессирования ДН. Патогенез ДН сложен. Патогенетические механизмы ДН можно в целом классифицировать на воспалительные, фиброзные, гемодинамические и метаболические [3]. СД 2 типа развивается на фоне инсулинорезистентности, которая ассоциирована с развитием асептического воспаления. Хроническое воспаление вносит существенный вклад в развитии ДН. Повышенная экспрессия воспалительных цитокинов, хемокинов и факторов роста наблюдается в образцах биопсии почек у пациентов с ДН [4]. Увеличение активности фибробластов, накопление фиброзных факторов, таких как трансформирующий фактор роста-β, фибронектин, коллаген-1 и фактор роста соединительной ткани вызывают фиброз клубочков, прогрессирование ДН [5, 6]. Накопление конечных продуктов гликирования способствует повреждению базальных мембран и мезангия клубочков [7]. Инсулинорезистентность и гипергликемия ассоциированы с образованием активных форм кислорода, избыток которых в подоцитах оказывает выраженное повреждающее действие [8]. Также факторами прогрессирования ДН являются гиперлипидемия и дислипидемия [9], однако недостаточно изучено прогностическое значение отдельных показателей липидного обмена в прогрессировании ДН у больных СД 2 типа.

Представляет интерес установление ассоциации параметров липидного спектра с риском прогрессирования ДН, определение прогностически значимых уровней, что важно для стратификации риска и выбора терапевтических стратегий.

Цель исследования – определение роли показателей липидного статуса в оценке риска прогрессирования диабетической нефропатии при сахарном диабете 2 типа.

Материалы и методы

Обследовано 84 пациента с СД 2 типа и ДН, из них 9 (10,7 %) человек с ХБП С1 А2, 24 (28,6 %) – с ХБП С2 А2, 10 (11,9 %) – с ХБП С3а А2, 28 (33,3 %) – с ХБП С3а А3, 13 (15,5 %) – с ХБП С3б А2. Диагноз выставлен на основании современных диагностических критериев. Средний возраст больных составил 54 (50; 66) лет. Все участники подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании. В исследование не включались пациенты с клинически значимой сопутствующей патологией (аутоиммунные и онкологические заболевания, острые инфекционные или обострение хронических заболеваний, заболевания надпочечников, хроническая печеночная недостаточность). Исследование одобрено этическим комитетом.

Помимо общепринятого обследования всем пациентам определяли уровни общего холестерина (ОХС), холестерина липопротеинов высокой плотности (ХС-ЛПВП), холестерина липопротеинов низкой плотности (ХС-ЛПНП), триглицеридов (ТГ), апопротеина-А1 (Апо-А1), апопротеина-В (Апо-В) в сыворотке крови, а также отношение Апо-В/Апо-А1. ОХС, ХС-ЛПВП, ХС-ЛПНП, ТГ оценивали спектрофотометрически; Апо-А1, Апо-В – турбидиметрически.

Через один год у 12 (14,3 %) пациентов установлено прогрессирование ДН в виде увеличения альбуминурии (определяли соотношение альбумин/креатинин мочи), снижения скорости клубочковой фильтрации (СКФ). СКФ рассчитывали по формуле *CKD-EPI.* Участники исследования были разделены на 2 группы: с прогрессированием ДН и без прогрессирования ДН. Пациенты обеих групп были сопоставимы по возрасту, полу, семейному анамнезу СД и ишемической болезни сердца (ИБС), факту курения, индексу массы тела (ИМТ),



окружности талии (ОТ), уровням гликемии натощак и постпрандиально, HbA1c, наличию артериальной гипертензии, сопутствующей патологии, медикаментозной терапии (p>0,05). Статистический анализ осуществляли с применением непараметрических критериев.

Результаты и обсуждение

Для больных ДН характерны повышенные концентрации ОХС, ХС-ЛПНП, ТГ, Апо-В, а также снижение уровней ХС-ЛПВП и Апо-А1 в сыворотке крови [10, 11]. В настоящем исследовании среди всех показателей липидного обмена у пациентов с прогрессированием ДН концентрация ТГ в сыворотке крови была выше на 15,0 %, Апо-В была выше на 5,6 %, соотношение Апо-В/Апо-А1 было выше на 18,0 %, чем в группе без прогрессирования ДН (p<0,05) (табл. 1). Другие параметры липидограммы значимых различий не демонстрировали (p>0,05).

Таблица 1 – Показатели липидного профиля у пациентов без прогрессирования ДН и пациентов с прогрессированием ДН

Параметры	Пациенты без прогрессирования ДН, n=72	Пациенты с прогрессированием ДН, n=12	P
ОХС, ммоль/л	4,35 (3,92; 5,7)	4,95 (4,1; 5,35)	0,133
ХС-ЛПНП, ммоль/л	2,16 (1,76; 2,81)	2,05 (1,82; 2,67)	0,524
ХС-ЛПВП, ммоль/л	1,04 (0,89; 1,18)	0,99 (0,78; 1,28)	0,102
ТГ, ммоль/л	1,72 (1,43; 2,62)	2,03 (1,45; 2,89)	0,029
Апо-А1, г/л	1,21 (0,98; 1,52)	1,16 (1,06; 1,44)	0,184
Апо-В, г/л	1,34 (1,02; 1,74)	1,42 (1,24; 1,7)	0,036
Апо-В/Апо-А1	1,18 (0,72; 1,52)	1,44 (1,02; 1,82)	0,009

Гиперлипидемия при ДН ассоциирована со сниженной экспрессией липопротеинлипазы, нарушением обратного транспорта холестерина в печень и сниженным количеством рецепторов, опосредующих захват липидов [12], также при ДН теряется белок с мочой, в результате печень начинает синтезировать больше белков, включая липопротеины [13].

Для определения прогностической значимости изучаемых показателей в стратификации риска прогрессирования ДН проводили ROC-анализ и логистическую регрессию (табл. 2, 3). Выявлено, что отношение Апо-В/Апо-А1 имеет наибольшую прогностическую силу. При увеличении Апо-В/Апо-А1 ≥1,2 повышается вероятность прогрессирования ДН в 1,6 раза (ОШ 1,6 (1,023-3,86), p=0,03), площадь под ROC-кривой – 0,642 (0,53; 0,71), чувствительность прогностического значения показателя – 88,3, специфичность – 50,0. Повышение отношения Апо-В/Апо-А1 ассоциировано с развитием атеросклероза, сердечно-сосудистых заболеваний, а также внутриклубочковой гипертензии [14, 15]. Повышение отношения Апо-В/АпоА-1 свидетельствует об атерогенности липидного профиля даже при нормальном уровне ХС-ЛПНП [16].

Таблица 2 – Отношение шансов прогрессирования ДН

Параметры	ОШ	95-й ДИ	P
ОХС, ммоль/л	1,564	0,897-1,472	0,197
ХС-ЛПНП, ммоль/л	1,358	0,872-2,09	0,219
ХС-ЛПВП, ммоль/л	0,354	0,094-1,452	0,128
ТГ, ммоль/л	1,32	1,14-2,638	0,038
Апо-А1, г/л	0,482	0,208-1,44	0,112
Апо-В, г/л	1,72	0,718-3,84	0,084
Апо-В/Апо-А1	1,6	1,023-3,86	0,03

Таблица 3 – Значение площади под ROC-кривой в отношении прогрессирования ДН

Параметры	Площадь	95-й ДИ	P
ОХС, ммоль/л	0,442	0,341-0,575	0,308
ХС-ЛПНП, ммоль/л	0,431	0,324-0,564	0,412
ХС-ЛПВП, ммоль/л	0,454	0,348-0,594	0,229
ТГ, ммоль/л	0,598	0,467-0,702	0,024
Апо-А1, г/л	0,482	0,381-0,622	0,108
Апо-В, г/л	0,528	0,418-0,643	0,082
Апо-В/Апо-А1	0,642	0,531-0,714	0,011

Также в настоящем исследовании установлено, что прогностическим потенциалом обладает уровень ТГ≥2,6 ммоль/л в сыворотке крови, что повышает риск прогрессирования ДН в 1,32 раза (ОШ 1,32 (1,14-2,638), p=0,038), площадь под ROC-кривой – 0,598 (0,47;0,7), чувствительность – 73,3, специфичность – 52,9. При гипертриглицеридемии избыток ТГ откладывается в почечной ткани, соответственно, при гидролизе ТГ образуются в избытке свободные жирные кислоты (СЖК), которые поступают в клетки почечных канальцев, вызывая липотоксичные эффекты, поскольку митохондрии оказываются неспособными к β-окислению избыточного количества СЖК. Таким образом, под влиянием липотоксичности запускается прогрессирование ДН, так как в данных условиях происходит повреждение клеток почечных канальцев в связи с повышенной выработкой активных форм кислорода, что приводит к нарушению структуры внутриклеточных органелл, высвобождению факторов воспаления и фиброза. Запускаются процессы апоптоза и склерозирования клубочков [17].

В тоже время установлено, что уровни ОХС, ХС-ЛПНП, Апо-В, ХС-ЛПВП и Апо-А1 в сыворотке крови не связаны с риском прогрессирования ДН у больных СД 2 типа.

Таким образом, полученные данные способны улучшить стратификацию риска прогрессирования ДН при СД 2 типа, что важно в условиях большой распространенности ДН.

Выводы

Отношение Апо-В/Апо-А1 ≥1,2 и уровень ТГ≥2,6 ммоль/л в сыворотке крови являются предикторами прогрессирования ДН у пациентов с СД 2 типа. Для подтверждения результатов текущего исследования необходимо дальнейшее исследование с большей выборкой.

Список источников

1. Alicic R.Z., Rooney M.T., Tuttle K.R. Diabetic Kidney Disease: Challenges, Progress, and Possibilities // Clin. J. Am. Soc. Nephrol. – 2017. – № 12. – P. 2032-2045.
2. Doshi S.M., Friedman A.N. Diagnosis and Management of Type 2 Diabetic Kidney Disease // Clin. J. Am. Soc. Nephrol. – 2017. – № 12. – P. 1366-1373.
3. Tuttle K.R., Agarwal R., Alpers C.E., et al. Molecular mechanisms and therapeutic targets for diabetic kidney disease // Kidney Int. – 2022. – № 102. – P. 248-260.
4. Tang S.C., Chan L.Y., Leung J.C., et al. Bradykinin and high glucose promote renal tubular inflammation // Nephrol. Dial. Transplant. – 2010. – № 25. – P. 698-710.
5. Lovisa S., LeBleu V.S., Tampe B., et al. Epithelial-to-mesenchymal transition induces cell cycle arrest and parenchymal damage in renal fibrosis // Nat. Med. – 2015. – № 21. – P. 998-1009.
6. Wang L., Wang H.L., Liu T.T., et al. TGF-Beta as a Master Regulator of Diabetic Nephropathy // Int. J. Mol. Sci. 2021. – № 22. – P. 7881-7891.
7. Wu X.Q., Zhang D.D., Wang Y.N., et al. AGE/RAGE in diabetic kidney disease and ageing kidney // Free Radic. Biol. Med. – 2021. – № 171. – P. 260-271.
8. Susztak K., Raff A.C., Schiffer M., et al. Glucose-induced reactive oxygen species cause apoptosis of podocytes and podocyte depletion at the onset of diabetic nephropathy // Diabetes. – 2006. – № 55. – P. 225-233.
9. Opazo-Ríos L., Mas S., Marín-Royo G., et al. Lipotoxicity and Diabetic Nephropathy: Novel Mechanistic Insights and Therapeutic Opportunities // Int J Mol Sci. – 2020. – Vol. 21, № 7. – P 263-292.
10. Vaziri N.D. Disorders of lipid metabolism in nephrotic syndrome: Mechanisms and consequences // Kidney Int. – 2016. – № 90. – P. 41-52.
11. Kawanami D., Matoba K., Utsunomiya K. Dyslipidemia in diabetic nephropathy // Ren. Replace. Ther. – 2016. – № 2. – P. 16-20.
12. Kaysen, G.A. Dyslipidemia in chronic kidney disease: Causes and consequences // Kidney Int. – 2006. – № 70. – P. 55-58.
13. Kronenberg F. Causes and consequences of lipoprotein(a) abnormalities in kidney disease // Clin Exp Nephrol. – 2014. – № 18. – P. 234-237.
14. Du Y., Chen J., Chen M.H., et al. Relationship of lipid and lipoprotein ratios with coronary severity in patients with new on-set coronary artery disease complicated with type 2 diabetics // J Geriatr Cardiol. – 2016. – Vol. 13, № 8. – P. 685-692.
15. Bodde M.C., Hermans M.PJ., Jukema J.W., et al. Apolipoproteins A1, B, and apoB/apoA1 ratio are associated with first ST-segment elevation myocardial infarction but not with recurrent events during long-term follow-up // Clin Res Cardiol. – 2019. – Vol. 108, № 5. – P. 520-538.
16. Carnevale Schianca G. P., Pedrazzoli R., Onolfo S., et al. Apo B/apo A-1 ratio is better than LDL-C in detecting cardiovascular risk // Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis. – 2011. – Vol. 21, № 6. – P. 406-411.
17. Лебедева Е.Н., Вялкова А.А., Афонина С.Н. и др. Дислипидемия как патогенетический фактор прогрессирования хронической болезни почек // Нефрология. – 2019. – Т 23, № 5. – С. 56-64.
    Lebedeva E.N., Vyalkova A.A., Afonina S.N., et al. Dyslipidemia as a pathogenetic factor in the progression of chronic kidney disease // Nephrology. – 2019. – Vol. 23, № 5. – P. 56-64.

Вклад авторов:
Хмелевская А.А. – идея, сбор материала, обработка материала, написание статьи;
Симанович Е.В. – идея, обработка материала, научное редактирование текста статьи;
Квиткова Л.В. – идея, сбор материала, научное редактирование текста статьи;
Ласточкина Л.А., Шатрова Н.В. – сбор материала, научное редактирование текста статьи.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:
Khmelevskaya A.A. – idea, collecting material, processing material, writing an article;
Simanovich E.V. – idea, processing of material, scientific editing of the article;
Kvitkova L.V. – idea, collection of material, scientific editing of the article text;
Lastochkina L.A., Shatrova N.V. – collection of material, scientific editing of the article text.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья принята к публикации 12.01.2026.
The article was accepted for publication 12.01.2026.