

Артур Юрійович Івасенко,

аспірант кафедри біології

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, Україна

orcid.org/0000-0003-2073-5621, e-mail: ivasenko.scientist@gmail.com

ПОКАЗНИКИ ЛІПІДНОГО ОБМІНУ В ОСІБ З НАБУТОЮ КОРОТКОЗОРІСТЮ

Анотація. Представлена робота присвячена дослідженню особливостей впливу набутої короткозорості на показники ліпідного обміну людини.

Короткозорість, відома також як міопія, є однією з найпоширеніших вад зору у світі, що впливає на мільйони людей. Ця офтальмологічна патологія супроводжується зміною фокуса ока і призводить до зниження чіткості видимості на віддаленій відстані. Короткозорість також може стати перешкодою у процесі навчання та праці, виконання різноманітних завдань, як-от читання віддаленого тексту або участь у спортивних змаганнях, де гострота зору на відстані є важливою. Недооцінка її впливу на якість життя може призвести до серйозних наслідків, як-от обмеження активності та соціальної взаємодії.

Однак короткозорість – не просто офтальмологічна вада, а й складний біологічний процес, пов'язаний із численними чинниками, серед яких вагоме місце посідає ліпідний обмін. Ліпіди відіграють важливу роль у функціонуванні організму, і порушення ліпідного обміну може мати різні негативні наслідки, серед яких і вплив на очі. Ліпіди, зокрема й холестерин, фосfolіпіди та тригліцериди, є невід'ємною частиною клітинних мембран, забезпечують регуляцію біохімічних процесів і впливають на експресію генів. Отже, дисфункція ліпідного обміну може впливати на різні аспекти фізіології та патології організму.

У науковій статті ми пропонуємо проаналізувати показники ліпідного обміну в осіб з набутою короткозорістю. Мета роботи полягає в тому, щоб зрозуміти, чи можуть бути пов'язаними зміни в ліпідному обміні та набута форма короткозорості, які молекулярні механізми стоять за цим зв'язком. Для досягнення цієї мети ми провели збір даних обстеження осіб з короткозорістю й осіб без короткозорості, порівняли їхні ліпідні профілі.

Результати цього дослідження можуть мати велике практичне значення для офтальмологів, біохіміків і медичних наук загалом. Націлювання на численні сигнальні каскади, які сприяють розвитку короткозорості, від обробки зображення сітківкою до росту склери, може бути ефективною стратегією контролю короткозорості.

Ключові слова: набута короткозорість, біохімія крові, ліпідний обмін, тригліцериди, холестерин, ліпопротеїди високої щільності, ліпопротеїди низької щільності, коефіцієнт атерогенності.

ВСТУП

Останніми десятиліттями низка наукових досліджень надали інформацію щодо поширеності та ризику чинників короткозорості. Серед цих чинників варто виділити генетичну схильність, екологічні фактори та вплив навколишнього середовища, як-от тривала робота у близькому до очей полі зору, обмежена фізична активність і обмежений час, проведений просто неба [1–4].

У сучасних дослідженнях короткозорості вже визнано, що сітківка виконує ключову роль у виявленні сигналу розфокусування та передає біохімічні сигнали через судинну оболонку, що приводить до перебудови тканин у склері [5; 6].

Низка наукових досліджень, присвячених впливу набутої короткозорості на фізіологічні показники організму, з'ясували, що короткозорість набутої форми спричиняє порушення в діяльності системного імунітету та покращення показників функціональної рухливості нервових процесів [7; 8].

Українські науковці проводили дослідження щодо впливу дисбалансу мікроелементів у крові дітей, які мали дисплазію сполучної тканини. У роботі Т.Є. Цибульської були представлені офтальмологічні та біохімічні критерії, які можуть служити ознаками наявності синдрому недиференційованої дисплазії сполучної тканини, а також прогресування набутої короткозорості. Ці критерії рекомендуються для ранньої діагностики розвитку короткозорості [9].

Результати інших досліджень вказують на те, що зміни в дієті можуть бути пов'язані з підвищенням поширеності короткозорості, а також наголошують на можливій гіпотезі про взаємозв'язок між рівнем резистентності до інсуліну, хронічною гіперінсулінемією, збільшенням циркуляції чинника росту IGF-1, зниженням рівня гормону росту та зменшенням активності ретиноїдних рецепторів, що може призводити до збільшення росту склери [10].

Міжнародні варіації щодо інформації про людей із надмірною вагою й ожирінням не корелюють з міжнародним поширенням короткозорості. Наприклад, жодна із країн, де спостерігається висока поширеність короткозорості, не входить до списку 20 країн, населення яких мають найвищий відсоток ожиріння [11].

Деякі харчові компоненти та мікроелементи були об'єктом детальних досліджень. Проте більш як 50 років тому науковець Р. Gardiner провів дослідження, яке вказувало на зв'язок між дієтою, зокрема білком, і короткозорістю. Р. Gardiner припустив участь дієти в патології короткозорості: було порівняно дієти осіб із короткозорістю, що прогресує, і осіб без прогресуючої форми, встановлено підвищене споживання ліпідів і вуглеводів в осіб з короткозорістю, що прогресує [12].

Отже, існує обмежена кількість наукових доказів, які підтверджують тісний біологічний зв'язок між ліпідним обміном і короткозорістю. Нині патогенетичні механізми, якими можна було б пояснити зв'язок між основними параметрами ліпідного обміну та набутою короткозорістю, не зовсім зрозумілі.

Метою дослідження є вивчення особливостей показників ліпідного обміну в осіб з набутою короткозорістю.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження було проведено на групі добровольців, яка налічувала 80 осіб віком від 18 до 40 років, як чоловіків, так і жінок. Усі учасники були розподілені на дві категорії: контрольну групу (особи із практично нормальним зором) та групу з набутою короткозорістю. Діагноз «короткозорість» та її ступінь були визначені під час щорічного профілактичного медичного обстеження, з використанням стандартних офтальмологічних діагностичних методів, лікарями-фахівцями. Усі добровольці надали свою письмову згоду на участь у дослідженні.

Про стан ліпідограми судили за такими показниками: рівня загального холестерину (далі – ЗХС), холестерину ліпопротеїдів високої щільності (далі – ХС ЛПВЩ), тригліцеридів (далі – ТГ). Рівень холестерину ліпопротеїдів низької щільності (далі – ХС ЛПНЩ) розраховували за формулою W.T. Friedewald et al.: $\text{ХС ЛПНЩ} = \text{ЗХС} - \text{ХС ЛПВЩ} - \text{ТГ}/2,18$. Коефіцієнт атерогенності (далі – КА) розраховували за формулою,

запропонованою А.М. Клімовим: $КА = (ЗХС - ХС ЛПВЩ)/ХС ЛПВЩ$. Інтегральні показники атерогенних і антиатерогенних фракцій ліпідів визначали у вигляді співвідношень ТГ/ХС ЛПВЩ та ХС ЛПНЩ/ХС ЛПВЩ [13].

Біохімічні дослідження проводилися на базі клініко-діагностичних лабораторій “CentroLab”, «Сінево» та Дніпропетровської обласної клінічної лікарні імені І.І. Мечникова в м. Дніпро.

Координацію дослідження було проведено на базі кафедри біології Ніжинського державного університету імені М.В. Гоголя в м. Ніжин.

Отримані результати були оброблені за допомогою статистичної програми Microsoft Office Excel 2016 (США).

Відповідно до розміру вибірки та розподілу значень використовувались методи параметричної статистики (t-критерій Стьюдента). Зв'язки показників оцінювались за допомогою кореляційного аналізу з обчисленням коефіцієнта кореляції Спірмена (r). Показники наведені як середнє значення \pm стандартне відхилення ($M \pm m$). Різниця показників уважалась достовірною за значень $p < 0,05$.

Виконання дослідження відповідало «Етичним принципам медичних досліджень з участю людини як об'єкта дослідження», які викладені в Гельсінській декларації прав людини, Конвенції ради Європи про права людини та біомедицину, а також законодавству України [14; 15].

РЕЗУЛЬТАТИ

Після проведеного аналізу результатів, які ми отримали порівнянням показників ліпідогам в осіб із набутою короткозорістю й осіб без короткозорості, було виявлено загальну тенденцію до зменшення показника ХС ЛПВЩ та достовірне збільшення рівнів ЗХС, ХС ЛПНЩ, а також співвідношення ТГ/ХС ЛПВЩ у групи осіб із набутою короткозорістю. Стосовно показників ТГ, КА та співвідношення ЛПНЩ/ЛПВЩ, спостерігалась тенденція до їх збільшення порівняно з контрольною групою (табл. 1, рис. 1).

Таблиця 1

Стан ліпідного обміну в контрольній групі та групі осіб із набутою короткозорістю ($M \pm m$)

Показники	Контрольна група (n = 40)	Група осіб із набутою короткозорістю (n = 40)
ТГ, ммоль/л	1,63 \pm 0,05	1,68 \pm 0,07
ЗХС, ммоль/л	5,05 \pm 0,02	5,18 \pm 0,02*
ХС ЛПВЩ, ммоль/л	1,24 \pm 0,07	1,2 \pm 0,11
ХС ЛПНЩ, ммоль/л	3,07 \pm 0,02	3,21 \pm 0,05*
КА	3,09 \pm 0,29	3,36 \pm 0,65
ЛПНЩ/ЛПВЩ	2,47 \pm 0,27	2,65 \pm 0,6
ТГ/ХС ЛПВЩ	1,32 \pm 0,04	1,41 \pm 0,02*

Примітка: * – статистично достовірні відмінності за $p < 0,05$.

Абсолютні показники ТГ, ЗХС мали тенденцію до збільшення у групі короткозорих осіб порівняно з контрольною групою на 0,05 ммоль/л та 0,13 ммоль/л відповідно. Інтегральні показники атерогенних і антиатерогенних фракцій ліпідів ЛПНЩ/ЛПВЩ та ТГ/ХС ЛПВЩ у короткозорих людей мали тенденцію до збільшення порівняно з показниками в контрольній групі на 0,18 та 0,09 одиниць. Абсолютні величини ХС ЛПНЩ у людей із набутою короткозорістю були більші на 0,14 ммоль/л порівняно із практично здоровими людьми з контрольної групи. Показники ХС ЛПВЩ у короткозорих людей характеризувалися незначною тенденцією до зменшення, оскільки ці величини були менші на 0,04 ммоль/л порівняно з контрольною групою. Показники КА на тлі набутої короткозорості характеризувалися збільшенням абсолютних величин на 0,27 одиниці порівняно з показниками в контрольній групі.

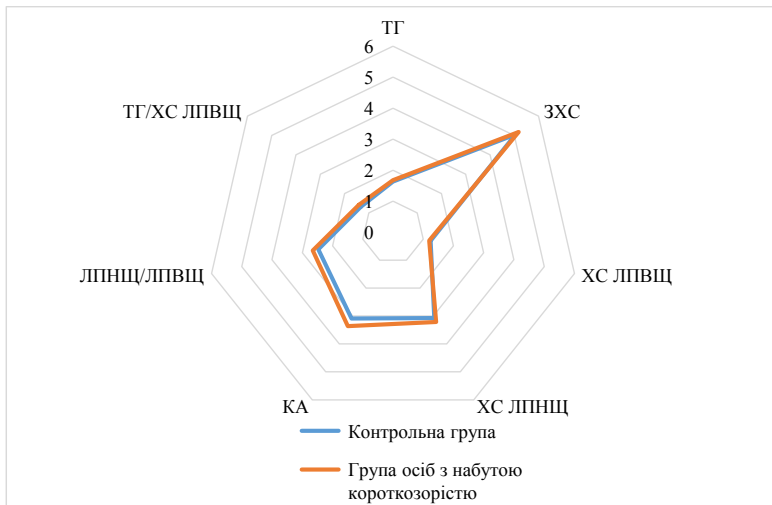


Рис. 1. Показники ліпідного обміну в контрольній групі та групі осіб із набутою короткозорістю

Відносні значення вмісту ТГ та ЗХС в осіб із набутою формою короткозорості були вищими на 2,97 і 2,51% відповідно, ніж у контрольній групі осіб. Подібна тенденція спостерігалась і для абсолютних значень ХС ЛПНЩ та КА, які були вищими на 4,36 і 8,04% відповідно, ніж у контрольній групі осіб. Значення співвідношення ЛПНЩ/ЛПВЩ були вищими на 6,8% порівняно із групою осіб без короткозорості. Показники співвідношення ТГ/ХС ЛПВЩ у порівнянні із групою осіб без короткозорості були вищими на 6,38% у групи короткозорих людей.

Що стосується відносних значень ХС ЛПВЩ, встановлено зменшення цих показників на 3,22% у порівнянні із групою осіб без набутої короткозорості. Це може вказувати на те, що набута форма короткозорості супроводжується змінами в біохімічних показниках крові, насамперед показників ліпідного обміну, але водночас зазначені зміни також характерні для проявів атеросклерозу й інших серцево-судинних захворювань. ЛПВЩ бере участь у процесі, що називається «зворотним транспортом холестерину», однак кінцевий результат цього процесу залежить від співвідношення двох класів ліпопротеїдів: ЛПВЩ і ЛПНЩ, зокрема від співвідношення холестерину, який міститься в цих ліпопротеїдах (коефіцієнт атерогенності). Показники ЛПНЩ

та ЛПВЩ у сироватці крові є важливим чинником, що характеризує ліпідний обмін у людському організмі, можуть вказувати на формування патофізіологічних процесів, які характерні для серцево-судинної системи [16].

На рівень та інтенсивність ліпідного обміну може впливати багато чинників: гормональні зміни, генетичні фактори, специфічні умови роботи [17]. У нашому дослідженні таким специфічним фактором може бути функціонування зорової сенсорної системи в умовах набутої короткозорості, яка розглядається як адаптаційна реакція до інформаційних потоків і зорових подразників, що є невід'ємною складовою частиною соціальної діяльності сучасної людини.

ВИСНОВКИ

Отже, порівняльний аналіз показників ліпідограм в осіб із набутою короткозорістю й осіб без короткозорості виявив достовірне збільшення показників ЗХС, ХС ЛПНЩ та співвідношення ТГ/ХС ЛПВЩ у короткозорих людей порівняно із практично здоровими. Варто зазначити наявність загальної тенденції до зниження рівня ХС ЛПВЩ, збільшення рівнів ТГ, КА, а також співвідношення ЛПНЩ/ЛПВЩ у групи осіб із набутою короткозорістю в порівнянні з контрольною групою. Виявлені зміни можуть бути пов'язані з адаптаційним навантаженням на функціональні системи організму в короткозорих людей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Goldschmidt E., Jacobsen N. Genetic and environmental effects on myopia development and progression. *Eye (Lond)*. 2014. № 28 (2). P. 126–133. DOI: 10.1038/eye.2013.254.
2. Heritability of refractive error and ocular biometrics: The Genes in Myopia (GEM) twin study / M. Dirani et al. *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci*. 2006. № 47 (11). P. 4756–4761. DOI: 10.1167/iovs.06-0270.
3. Risk factors for myopia in a discordant monozygotic twin study / R. Ramessur et al. *Ophthalmic Physiol. Opt*. 2015. № 35 (6). P. 643–651. DOI: 10.1111/opo.12246.
4. Nearwork and myopia in young children / S.M. Saw et al. *Lancet*. 2001. № 357 (9253) P. 390. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)71520.
5. Wallman J., Winawer J. Homeostasis of eye growth and the question of myopia. *Neuron*. 2004. Vol. 43. № 4. P. 447–468. DOI: 10.1016/j.neuron.2004.08.008.
6. IMI – Report on Experimental Models of Emmetropization and Myopia / D. Troilo et al. *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci*. 2019. Vol. 60. № 3. DOI: 10.1167/iovs.18-25967.
7. Аналіз показників вищої нервової діяльності в залежності від ступеня короткозорості / Ю.І. Колесник та ін. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2019. № 4 (4). С. 268–273. DOI: 10.26693/jmbs04.04.268.
8. Набута короткозорість слабого ступеня та системний імунітет / В.І. Шейко та ін. *Вісник проблем біології і медицини*. 2014. № 4 (1). С. 224–226.
9. Клініко-діагностичне значення порушень електролітного обміну у дітей з набутою міопією / Т.Є. Цибульська та ін. *Офтальмологічний журнал*. 2019. № 3. С. 14–19.
10. An evolutionary analysis of the aetiology and pathogenesis of juvenile-onset myopia / L. Cordain et al. *Acta Ophthalmol Scand*. 2002. № 80 (2). P. 125–135. DOI: 10.1034/j.1600-0420.2002.800203.x.
11. Noncommunicable diseases: Risk factors. *WHO*. URL: https://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/overweight/en/ (дата звернення: 25.09.2023).
12. Gardiner P. The diet of growing myopes. *Trans Ophthal Soc U K*. 1956. № 76. P. 171–180.

13. Клінічна оцінка лабораторних досліджень в кардіології та ревматології : навчальний посібник / В.І. Кривенко та ін. Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. С. 6.
14. Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження». Документ 990-005, редакція від 01.10.2008. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005 (дата звернення: 20.09.2023).
15. Загальна декларація про біоетику та права людини / Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури: відділ етики науки і технології: сектор соціальних і гуманітарних наук. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf> (дата звернення: 20.09.2023).
16. Громнацька Н.М., Ткаченко С.К. Особливості ліпідного обміну в дітей із метаболічним синдромом. *Здоров'я дитини*. 2014. № 5 (56). С. 15–20.
17. IMI Risk factors for myopia / I.G. Morgan et al. *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2021. Vol. 62. № 3. DOI: 10.1167/iovs.62.5.3.

REFERENCES

1. Goldschmidt, E., Jacobsen, N. (2014). Genetic and environmental effects on myopia development and progression. *Eye (Lond)*. 28 (2), 126–133. doi: 10.1038/eye.2013.254.
2. Dirani, M., Chamberlain, M., Shekar, S.N., Islam, A.F., Garoufalidis, P., Chen, C.Y., Guzyer, R.H., Baird, P.N. (2006). Heritability of refractive error and ocular biometrics: The Genes in Myopia (GEM) twin study. *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.* 47 (11), 4756–4761. doi: 10.1167/iovs.06-0270.
3. Ramessur, R., Williams, K.M., Hammond, C.J. (2015). Risk factors for myopia in a discordant monozygotic twin study. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 35 (6), 643–651. doi: 10.1111/opo.12246.
4. Saw, S.M., Hong, C.Y., Chia, K.S., Stone, R.A., Tan, D. (2001). Nearwork and myopia in young children. *Lancet*. 357(9253), 390. doi: 10.1016/S0140-6736(05)71520.
5. Wallman, J., Winawer, J. (2004). Homeostasis of eye growth and the question of myopia. *Neuron*. 43 (4), 447–468. doi: 10.1016/j.neuron.2004.08.008.
6. Troilo, D., Smith, E.L., Nickla, D.L., Ashby, R., Tkatchenko, A.V., Ostrin, L.A., Gawne, T.J., Pardue, M.T., Summers, J.A., Kee, C.S., et al. (2019). IMI – Report on Experimental Models of Emmetropization and Myopia. *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.* 60 (3). doi: 10.1167/iovs.18-25967.
7. Kolesnyk, Yu.I., Sheiko, V.I., Lvov, O.S. (2019). Analiz pokaznykiv vyshchoi nervovoi diialnosti v zalezhnosti vid stupenia korotkozorosti [Analysis of higher nervous activity indicators depending on the degree of myopia]. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu*. № 4 (4). P. 268–273. doi: 10.26693/jmbs04.04.268 [in Ukrainian].
8. Sheiko, V.I., Panteleiev, P.H., Kazimirko, N.K., Dychko, V.V. (2014). Nabuta korotkozorist slaboho stupenia ta systemnyi imunitet [Low-degree acquired myopia and the immune system]. *Visnyk problem biolohii i medytsyny*. № 4 (1). P. 224–226 [in Ukrainian].
9. Tsybul'ska, T.Ie., Horbachova, S.V., Zavorodnia, T.S. (2019). Kliniko-diahnostychno znachennia porushen elektrolitnoho obminu u ditei z nabutoiu miopiieiu [Clinical diagnostic significance of electrolyte imbalance in children with acquired myopia]. *Oftalmol. zhurn.* № 3. P. 14–19.
10. Cordain, L., Eaton, S.B., Brand Miller J., Lindeberg, S., Jensen, C. (2002). An evolutionary analysis of the aetiology and pathogenesis of juvenile-onset myopia. *Acta Ophthalmol Scand.* 80 (2), 125–135. doi: 10.1034/j.1600-0420.2002.800203.x.
11. Noncommunicable diseases: Risk factors. WHO. Retrieved from: URL: https://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/overweight/en/ (accessed date: 25.09.2023).
12. Gardiner, P. (1956). The diet of growing myopes. *Trans Ophthal Soc U K.* 76, 171–180.
13. Kryvenko, V.I., Kachan, I.S., Pakhomova, S.P. et al. (2018). Klinichna otsinka labora-

- tornykh doslidzhen v kardiologii ta revmatologii [Clinical assessment of laboratory studies in cardiology and rheumatology]: navch. posib. Zaporizhzhia: ZDMU. P. 6 [in Ukrainian].
14. Gelsinska deklaracij Vsesvitnoi medicnoi asociacii “Etichni principy medicnih doslidgen za uchastj lydini u ykosti obekta doslidgen” (2008). [Declaration of Helsinki of the World Medical Association “Ethical principles of medical research with the participation of a person as an object of research”]. Document 990-005. Retrieved from: URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005 (accessed: date 20.09.2023) [in Ukrainian].
 15. Zagalna deklaracij pro bioetiku ta prava lydini (2005). General Declaration on Bioethics and Human Rights. Organizacij Obednanih Nacii z pitan osviti, nauki i kulturi: viddil etiki nauki i tehnologii: stktor socialnih i gumanitarnih nauk [General Declaration on Bioethics and Human Rights. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: Science and Technology Ethics Division: Social Sciences and Humanities Sector]. Retrieved from: URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf> (accessed date: 20.09.2023) [in Ukrainian].
 16. Hromnatska, N.M., Tkachenko, S.K. (2014). Osoblyvosti lipidnoho obminu v ditei iz metabolichnym syndromom [Features of lipid metabolism in children with metabolic syndrome]. *Zdorovia dytyny*. № 5 (56). P. 15–20 [in Ukrainian].
 17. Morgan, I.G., Wu, P-C., Ostrin, L.A., et al. (2021). IMI Risk factors for myopia. *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.* 62 (3). doi: 10.1167/iovs.62.5.3.

ABSTRACT

INDICATORS OF LIPID METABOLISM IN INDIVIDUALS WITH ACQUIRED MYOPIA

The presented study is dedicated to investigating the peculiarities of the impact of acquired myopia on lipid metabolism indicators in humans. Myopia, also known as nearsightedness, is one of the most common vision impairments worldwide, affecting millions of people. This ophthalmological condition is characterized by a shift in the focus of the eye, leading to reduced clarity of vision at distant distances. Myopia can also pose challenges in learning and work, as well as in performing various tasks that require clear distance vision, such as reading small print or participating in sports where visual acuity at a distance is crucial. Underestimating its impact on the quality of life can lead to serious consequences, including limitations in activity and social interaction.

However, myopia is not merely an ophthalmological issue, but a complex biological process intertwined with numerous factors, with a significant role attributed to lipid metabolism. Lipids play a crucial role in the functioning of the body, regulating biochemical processes and influencing gene expression. Therefore, lipid metabolism dysfunction can impact various aspects of physiology and pathophysiology.

In this scientific article, we aim to analyze lipid metabolism indicators in individuals with acquired myopia. The objective of this work is to understand whether changes in lipid metabolism are associated with acquired myopia and to elucidate the molecular mechanisms underlying this connection. To achieve this goal, we collected data from individuals with myopia and those without myopia and compared their lipid profiles.

The results of this study may hold substantial practical significance for ophthalmologists, biochemists, and the medical field in general. They may contribute to the development of personalized approaches to the prevention of this condition based on the individual lipid metabolism characteristics of each patient.

Targeting various signaling cascades contributing to the development of myopia, from retinal image processing to scleral growth, could be an effective strategy for myopia control.

Key words: acquired myopia, blood chemistry, lipid metabolism, triglycerides, cholesterol, high-density lipoproteins, low-density lipoproteins, atherogenic index.