

**Відомості про авторів:**

**Сакович Василь Микитович** — доктор медичних наук, професор кафедри неврології та офтальмології Державного закладу «Дніпропетровська медична академія МОЗ України». Адреса: м. Дніпро, вул. В. Вернадського, 9.

**Острікова Тетяна Олександрівна** — лікар Дніпропетровської клінічної лікарні залізничного транспорту Філіал «Центру охорони здоров'я Публічне Акціонерне Товариство «Укрзалізниця». Адреса: м. Дніпро, вул. Кедріна, 55.

УДК617.532–039.36:519.711–053.2

**АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ  
НА ПРОГРЕСУВАННЯ НАБУТОЇ МІОПІЇ У ДІТЕЙ**

**Т. Є. Цибульська, О. Є. Пашкова**

**Запорізький державний медичний університет,  
м. Запоріжжя**

**Вступ.** Своєчасне виявлення факторів, що сприяють прогресуванню міопії у дітей залишається актуальною проблемою практичної офтальмології.

**Мета.** Підвищення ефективності діагностики набутої міопії шляхом визначення факторів, що впливають на її перебіг.

**Матеріали і методи.** Обстежено 80 дітей (160 очей) 7–12 років з набутою міопією. Комплекс дослідження включав стандартне офтальмологічне обстеження, а також визначення фенотипічних ознак та ступінь сполучнотканинної дисплазії. Для аналізу отриманих даних використовували факторний аналіз.

**Результати.** Проведений факторний аналіз виявив 3 головні фактори, що були позначені як «анатоמו-конституціональний» фактор (44,6 % загальної дисперсії), «акомодаційно-спадковий» (9,9 % загальної дисперсії) та «морфометричний» (7,1 % загальної дисперсії). Встановлено, що факторне навантаження більше 0,7 вносили перемінні: заломлюючої сили рогівки (-0,757), аксіальної довжини ока (0,810), діаметру рогівки (0,769), а також гіпермобільності суглобів

## ОФТАЛЬМОЛОГІЯ

---

(0,754), запасу відносної акомодатції (-0,742), звичайного тону-су акомодатції (0,707), спадковості (0,760), маніфестації міопії (0,700), перипапільярного шару нервових волокон (-0,831).

**Висновки.** Результати факторного аналізу показали, що в прогресуванні набутої міопії у дітей основними є фактори, пов'язані з особливостями анатомо-оптичних параметрів ока, станом акомодатції, маніфестацією та спадковістю захворювання в тісному взаємозв'язку з проявами сполучнотканинної дисплазії. Отримані дані необхідно враховувати при індивідуальному прогнозуванні перебігу міопії у дітей з метою своєчасного проведення профілактичних заходів.

**Ключові слова:** міопія, прогресування, діти, сполучнотканинна дисплазія, факторний аналіз

**Вступ.** Значення діагностики індивідуального розвитку міопічного процесу в дитячому віці важко переоцінити [1, 2]. Адже своєчасне прогнозування прогресування міопії дає можливість виявляти групи з її несприятливим перебігом, щодо яких вимагається підвищена увага і проведення особистих заходів профілактики. В сучасній офтальмології основними факторами прогресування міопії вважають спадковість, збільшення зорового навантаження зблизька, порушення акомодатційної функції, зниження біомеханічних властивостей склери [1, 4, 5]. Доведено, що основним анатомічним субстратом при міопії є збільшені розміри аксіальної довжини ока, які у випадках високої міопічної рефракції істотно перевищують «нормальні» показники [4, 5]. Рядом досліджень підтверджено значну роль патогенезу міопії соматичної патології, а саме синдрому недиференційованої дисплазії сполучної тканини (СНДСТ), частота розповсюдження якого складає 74 % — 85 % у дітей шкільного віку. Міопія є однією з головних вісцеральних ознак сполучнотканинної дисплазії та зустрічається від 39,2 % до 79,2 % дітей [3,9]. Тому актуальним є виявлення певних факторних ознак, що визначають подальше прогресування цього захворювання у даної категорії пацієнтів.

**Мета роботи** — підвищення ефективності діагностики набутої міопії шляхом визначення факторів, що впливають на її перебіг.

**Матеріали та методи дослідження.** Обстежено 80 дітей (160 очей) віком від 7 до 12 років з набутою міопією слабкого ступеня. Гострота зору з корекцією у всіх дітей дорівнювала 1,0. Термін спостереження склав 12–15 місяців. За цей період спостереження прогресування міопії спостерігалось у 33 дітей (66 очей). Стабільна міопія спостерігалась у 47 дітей (94 ока).

Стандартне офтальмологічне обстеження включало: візометрію, визначення акомодативної функції ока, авторефрактокератометрію (HUVITZ, HRK-7000) до та після циклоплегії, біомікроскопію, офтальмоскопію, оптичну біометрію на *приладі* (IOL Master 500 Karl Zeiss, Germany), дослідження на аналізаторі біомеханічних властивостей ока (Ocular Response Analyzer, ORA), оптичну когерентну томографію (Cirrus HD-OCT 4000).

Визначення фенотипічних ознак СНДСТ та ступіню дисплазії проводили згідно діагностичних критеріїв Т. Милковська-Димитрова та А. Каркашева [3]. Для виявлення як можна меншої кількості скритих загальних факторів, що найбільш впливають на розвиток міопії, та їх факторні навантаження проведений факторний аналіз. Основою моделювання для підбору факторних комплексів була вибрана кореляційна матриця Спірмена з подальшим визначенням векторного навантаження показників, що вивчалися. Значущі фактори в моделі досліджували за допомогою критерію «кам'янистого осипу» та критерію Кайзера. Для вибірки показників з високим факторним навантаженням на комплекс (понад 0,7) використовували метод ортогонального обертання VARIMAX. Факторний аналіз з використанням обертання VARIMAX виконаний з урахуванням результатів початкового аналізу і використанням для опису дисперсії масиву даних головних компонент [6, 8]. Критичні значення кількісних показників (cut-off value) визначали за допомогою ROC-аналізу. Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали на персональному комп'ютері в програмі «STATISTICA 6.0» (StatSoftInc., ліцензія № AXXR712D833214FAN5), а також «SPSS 15.0». Для всіх видів аналізу статистично значущими вважали відмінності при  $p < 0,05$ .

**Результати та їх обговорення.** Підсумком аналізу стала матриця факторних навантажень (табл.1). На підставі багатовимірного аналізу сукупностей кореляційних взаємозв'яз-

## ОФТАЛЬМОЛОГІЯ

ків досліджуваних параметрів були виявлені 16 «латентних» чинників, що визначають перебіг міопічного процесу. З них за допомогою варімаксного ортогонального обертання виділили 3 фактори з 9 чинниками, які визначали прогресуючий перебіг набутої міопії на 61,6 % (сума всіх дисперсій).

Таблиця 1  
**Матриця розрахункових факторних навантажень на показники, що вивчалися у дітей з набутою міопією.**

| Показник   | Факторні навантаження |           |            |
|--|-----------------------|-----------|------------|
|  | Фактор I              | Фактор II | Фактор III |
| Заломлююча сила рогівки (ЗСР)                        | -0,757*               | -0,325    | -0,105     |
| Аксіальна довжина ока (АД)                           | 0,810*                | -0,073    | 0,020      |
| Корнеальний гістерезис (КГ)                          | -0,146                | -0,399    | -0,389     |
| Товщина шару пери-папілярних нервових волокон(ТШПНВ) | 0,078                 | -0,043    | -0,831*    |
| Глибина передньої камери ока(ГПК)                    | 0,644                 | 0,00752   | 0,325      |
| Радіус кривизни рогівки (РР)                         | 0,448                 | 0,341     | 0,582      |
| Діаметр рогівки (ДР)                                 | 0,769*                | 0,299     | 0,205      |
| Запас відносної акомодатії (ЗВА)                     | -0,474                | -0,742*   | -0,151     |
| Резерви абсолютної акомодатії (РАА)                  | -0,664                | -0,130    | 0,084      |
| Показник звичного тонуусу акомодатії (ЗТА)           | 0,096                 | 0,707*    | -0,149     |
| Ступінь дисплазії                                    | 0,688                 | 0,546     | 0,236      |
| Гіпермобільність суглобів (ГМС)                      | 0,754*                | 0,426     | -0,193     |
| Сколіоз, порушення постави                           | 0,655                 | 0,386     | 0,249      |
| Астенічна тілобудова                                 | 0,453                 | 0,329     | 0,527      |
| Спадковість  | 0,105                 | 0,760*    | 0,177      |
| Маніфестація міопії                                  | -0,265                | -0,702    | -0,326     |
| Доля загальної дисперсії, %                          | 44,601                | 9,905     | 7,136      |

Примітка: \* $p < 0,05$  – статистично значущі факторні навантаження

Згідно отриманих даних перший фактор (найбільш значущий) визначався показниками аксіальної довжини ока, заломлюючою силою рогівки, діаметром рогівки та гіпермобільністю суглобів (факторне навантаження склало 0,810; -0,757; 0,769 та 0,754 відповідно). Умовно Фактор I було позначено як «ана-

томо-конституціональний». Даний фактор охоплював 44,6 % загальної дисперсії.

Фактор II, вклад якого в загальну дисперсію склав 9,9 %, позначався запасом відносної акомодатції (факторне навантаження -0,742), показником звичного тону акомодатції (факторне навантаження 0,707), а також спадковістю захворювання (факторне навантаження 0,760) та маніфестацією міопії (факторне навантаження 0,700). Даний фактор умовно можна означити «акомодатційно-спадковим».

Фактор III був позначений нами як «морфометричний». Найбільше навантаження по ньому мав показник товщини шару перипапільярних нервових волокон сітківки (-0,831). Встановлений фактор охоплює 7,1 % загальної дисперсії.

Для визначення значень кількісних показників, а також для зручності використання отриманих показників було проведено ROC-аналіз з визначенням оптимальної точки розподілу (cut-off value), площі під ROC-кривою, оцінкою чутливості та специфічності (табл.2).

З метою уточнення наявності взаємозв'язків між факторами, які мають вплив на прогресування міопії у дітей, був проведений аналіз рангової кореляції Спірмена, результати якого надані у таблиці 3 та на мал.1.

Так, виявлено статистично значущі кореляційні зв'язки між проявами сполучнотканинної дисплазії, насамперед гіпермобільністю суглобів, та анатомо-оптичними показниками ока: заломлюючою силою рогівки ( $r = -0,52$ ,  $p < 0,05$ ), аксіальною довжиною ока ( $r = 0,41$ ,  $p < 0,05$ ), діаметром рогівки ( $r = 0,52$ ,  $p < 0,05$ ) та запасом відносної акомодатції ( $r = -0,58$ ,  $p < 0,05$ ). Рання маніфестація міопії пов'язана зі спадковістю захворювання ( $r = -0,37$ ,  $p < 0,05$ ), супроводжувалася зниженням запасів відносної акомодатції ( $r = 0,66$ ,  $p < 0,05$ ), підвищеним звичайним тоном акомодатції ( $r = -0,47$ ,  $p < 0,05$ ), зниженням товщини шару перипапільярних нервових волокон ( $r = 0,38$ ,  $p < 0,05$ ) та спостерігалася у дітей з ознаками гіпермобільності суглобів ( $r = -0,61$ ,  $p < 0,05$ ).

Таким чином, за даними аналізу рангової кореляції Спірмена було встановлено наявність певних взаємозв'язків між анамнестичними даними, показниками офтальмологічного огляду та ознаками сполучнотканинної дисплазії.

**Характеристика кількісних показників,  
що впливають на перебіг набуті міопії за даними ROC- аналізу.**

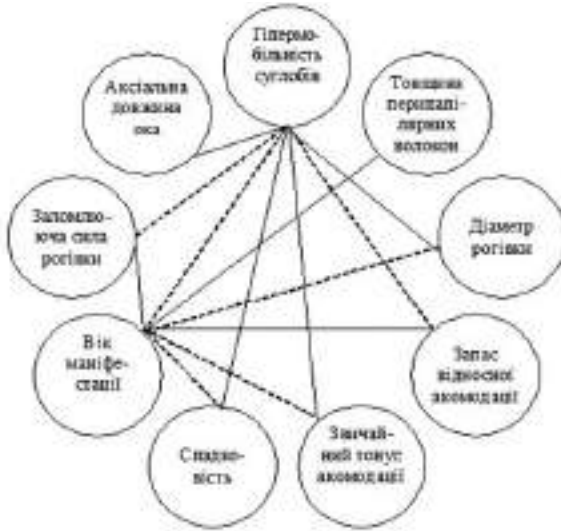
| Показник   | AUC ROC,<br>(95 % ДІ)     | P     | Cut-off<br>value | Чутли-<br>вість,% | Специфіч-<br>ність,% |
|--|---------------------------|-------|------------------|-------------------|----------------------|
| Заломлююча сила рогівки, дптр                      | 0,70±0,04<br>(0,61–0,77)  | 0,000 | ≤41,0            | 70                | 87                   |
| Аксіальна довжина ока, мм                          | 0,70±0,04<br>(0,58–0,75)  | 0,000 | ≥25,0            | 65                | 83                   |
| Діаметр рогівки, мм                                | 0,78±0,03<br>(0,71–0,86)  | 0,000 | >12,0            | 85                | 64                   |
| Товщина шару перипапільярних нервових волокон, мкм | 0,72±±0,04<br>(0,55–0,73) | 0,002 | ≤90,0            | 75                | 67                   |
| Запас відносної акомодациї, дптр                   | 0,78±0,03<br>(0,70–0,84)  | 0,000 | ≤1,0             | 65                | 86                   |
| Показник звичного тонуусу акомодациї, дптр         | 0,78±0,03<br>(0,71–0,85)  | 0,000 | ≥0,5             | 65                | 92                   |
| Гіпермобільність суглобів, бали                    | 0,80±0,04<br>(0,72–0,87)  | 0,000 | ≥5,0             | 62                | 95                   |
| Вік маніфестації міопії                            | 0,72±0,02<br>(0,59–0,75)  | 0,000 | ≤8,0             | 68                | 87                   |

Таблиця 3

**Кореляція між факторами, що впливають на прогресування  
набуті міопії.**

| Показник          | ЗСР    | АД<br>ока | ТШПНВ  | ДР     | ЗВА    | ПТА    | ГМС    | Спадко-<br>вість |
|-------------------|--------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| АД ока            | -0,71* | –         | –      | –      | –      | –      | –      | –                |
| ТШПНВ             | 0,18   | -0,21     | –      | –      | –      | –      | –      | –                |
| ДР                | -0,73* | 0,65*     | -0,34* | –      | –      | –      | –      | –                |
| ЗВА               | 0,63*  | -0,42*    | 0,33*  | -0,72* | –      | –      | –      | –                |
| ПТА               | -0,33* | 0,24      | -0,13  | 0,38*  | -0,41* | –      | –      | –                |
| ГМС               | -0,52* | 0,41*     | -0,09  | 0,50*  | -0,58* | 0,27*  | –      | –                |
| Спадко-<br>вість  | -0,14  | 0,11      | -0,10  | 0,19   | -0,24  | 0,12   | 0,37*  | –                |
| Маніфе-<br>стація | 0,37*  | -0,21     | 0,38*  | -0,48* | 0,66*  | -0,47* | -0,61* | -0,37*           |

Примітка: \* $p < 0,05$  — статистично значущі кореляційні зв'язки



**Мал.1. Кореляційна плеяда факторів, що впливають на прогресування міопії у дітей.**

Одержані нами дані виглядають логічно, якщо прийняти до уваги той факт, що структурні параметри ока та їх взаємовідношення відіграє одну з провідних ролей у формуванні міопічної рефракції та впливає на подальший перебіг захворювання [1, 4, 7]. В свою чергу, гіпермобільність суглобів є досить розповсюдженим маркером синдрому недиференційованої дисплазії у дітей з міопією, що характеризує слабкість сполучної тканини не тільки в опорно-руховому апараті, а й в організмі в цілому [3, 9]. Це дозволяє роздивлятися сполучнотканинну оболонку міопічного ока — склеру як тканину-мішень, оскільки в цій тканині диспластичні порушення приводять до вираженого ослаблення опорної функції, внаслідок чого відбувається збільшення аксіальної довжини при прогресуванні міопії [5]. Аналіз першоджерел свідчить, що у дітей з обтяженою міопією спадковістю, манифестація захворювання відбувається в більш ранньому віці, характеризується порушеннями акомодативної функції ока на відміну від дітей, в анамнезі яких спадковий чинник не виділяється [1]. Відомо, що у пацієнтів з міопією з збільшенням аксіальної довжини ока відбувається зниження товщини перипапільярних

нервових волокон [2]. Тому отримані нами результати факторного аналізу є зрозумілі для характеристики прогресування міопічного процесу та доповнюють базу напрацювань з цього питання. Проведені дослідження дозволяють зробити висновки про тісний взаємозв'язок між особливостями функціонально-біометричних, морфометричних показників стану зорового аналізатора у дітей з міопією та проявами сполучнотканинної дисплазії в контексті ризику її прогресування, що підтверджується даними кореляційного аналізу наведеними вище. Головні компоненти факторного аналізу можуть бути використані для розуміння патогенезу, діагностики та прогнозування перебігу міопії у дітей. Як видно з дослідження, ризик прогресування набутої міопії вище саме у дітей з СНДСТ, що підкреслює важливість та необхідність мультидисциплінарного підходу у дослідженні дітей з даною патологією, в першу чергу, тісної співпраці дитячого офтальмолога та педіатра або сімейного лікаря.

**Висновки.** Отримані нами дані факторного аналізу є зрозумілі для визначення провідних предикторів прогресування набутої міопії у дітей, яке відбувається внаслідок взаємодії цілого ряду факторів. Результати факторного аналізу показали, що в прогресуванні набутої міопії у дітей основними є фактори, пов'язані з особливостями анатоמו-оптичних, морфометричних параметрів ока, станом акомодациї, віком маніфестації, спадковістю в тісному взаємозв'язку з проявами сполучнотканинної дисплазії. Отримані дані необхідно враховувати при індивідуальному прогнозуванні ймовірності прогресування міопії у дітей з метою своєчасного проведення профілактичних заходів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аветисов С. Э. Близорукость / С. Э. Аветисов. — М.: Медицина, 2002. — 288 с.
2. Бойчук И. М. Оценка вероятности прогрессирования миопии по данным морфометрических и функциональных исследований у детей с приобретенной миопией // И. М. Бойчук, Т. Л. Горбатов, Е. И. Драгомирецкая / Офтальм. журнал. — 2012. — № 5. — С. 35–37.
3. Дисплазия соединительной ткани / под ред. Т. И. Кадуриной, В. Н. Горбуновой. — СПб.: ЭЛБИ, 2009. — 714 с.
4. Зейналов В. З. Клиническое значение выявления взаимосвязи между анатоמו-оптическими параметрами глаз и их влияние на форму глазного яблока при всех видах клинической рефракции // *Oftalmologiya*. — 2011. — № 3. — С. 37–42.
5. Иомдина Е. Н. Биомеханические показатели корнеосклеральной оболочки глаза и состояние соединительнотканной системы у детей и подростков с различными



- формами прогрессирующей миопии / Е. Н. Иомдина, Е. П. Таррута, Г. А. Маркосян и др. // Рос. педиатрич. офтальмология. — 2013. — № 1. — С. 18–23.
6. Леонов В. П. Факторный анализ: основные положения и ошибки применения // Международный журнал медицинской практики. — 2005. — Вып. 3. — С. 14–16. — Режим доступа: <http://www.biometrica.tomsk.ru/factor.htm>.
  7. Малієва О. В. Оптимізація діагностики різних типів міопії на основі морфометричних і функціональних показників органа зору: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к. мед. наук : 14.01.18 «Офтальмологія» / О. В. Малієва. — Одеса, 2015. — 22 с.
  8. Тихомиров Н.П.. Методы эконометрики и многомерного статистического анализа: Уч. / Н. П. Тихомиров, Т. М. Тихомирова, О. С. Ушмаев. — М.: Экономика, 2011. — 647 с.
  9. Цыбульская Т.Е. Оценка фенотипических маркеров синдрома недифференцированной дисплазии соединительной кани у детей с приобретенной миопией / Т. Е. Цыбульская, Н. Г. Завгородняя, Е. Е. Пашкова // Офтальмол. журн. — 2017. — № 2. — С. 12–17.

## Анализ факторов, влияющих на прогрессирование приобретенной миопии у детей

*Т. Е. Цыбульская, Е. Е. Пашкова*

Запорожский государственный медицинский университет,  
г. Запорожье

**Введение.** Своевременное определение факторов, влияющих на прогрессирование миопии у детей остается актуальной проблемой практической офтальмологии.

**Цель.** Повышение эффективности диагностики приобретенной миопии путем определения факторов, влияющих на ее развитие и разработки математической модели прогноза вероятности прогрессирования миопии.

**Материалы и методы.** Обследовано 80 детей (160 глаз) 7–12 лет с приобретенной миопией. Комплекс исследования включал стандартное офтальмологическое обследование, а также определения фенотипических признаков и степень соединительнотканной дисплазии. Для анализа полученных данных использовали факторный анализ.

**Результаты.** Проведенный факторный анализ выявил 3 главных фактора, которые были обозначены как «анатомио-конституциональный» фактор (44,6 % общей дисперсии), «аккомодационно-наследственный» (9,9 % общей дисперсии) и «морфометрический» (7,1 % общей дисперсии). Установлено, что факторное нагружки более 0,7 вносили переменные: преломляющей силы роговицы (-0,757), аксиальной длины глаза (0,810), диаметра роговицы (0,769), а также гипермобильности

суставов (0,754), запаса относительной аккомодации (-0,742), привычного тонуса аккомодации (0,707), наследственности (0,760), манифестации миопии (0,700), перипапилярного слоя нервных волокон (-0,831).

**Выводы.** Результаты факторного анализа показали, что в прогрессировании приобретенной миопии у детей основными являются факторы, связанные с особенностями анатомо-оптических параметров глаза, состоянием аккомодации, манифестацией и наследственностью заболевания в тесной взаимосвязи с проявлениями соединительнотканной дисплазии. Полученные данные необходимо учитывать при индивидуальном прогнозировании течения миопии у детей с целью своевременного проведения профилактических мероприятий.

**Ключевые слова:** миопия, прогрессирование, дети, соединительнотканная дисплазия, факторный анализ.

### **Analysis of factors influencing the progression of acquired myopia in children**

*T. E. Tsybul'ska, E. E. Pashkova*

**Zaporizhzhya State Medical University, Zaporizhzhya**

**Introduction.** Timely prediction of the progression of myopia in children remains a pressing problem in practical ophthalmology.

**Aim.** To increase the effectiveness of acquired myopia diagnosis by identifying factors that influence its course.

**Material and methods.** We examined 80 children (160 eyes) aged 7–12 years who had acquired myopia. The study complex included a standard ophthalmologic examination, as well as the determination of phenotypic characteristics and the degree of connective tissue dysplasia. To analyze the obtained data we used factor analysis and statistical methods of constructing multi-factor mathematical models.

**Results.** The conducted factor analysis revealed 3 main factors, which were marked as "anatomical and constitutional" (44.6 % of the total dispersion), "accommodative and hereditary" (9.9 % of the total dispersion) and "morphometric" (7.1 % of the total dispersion). It was found that the factor loading of more than 0.7 was introduced by the variables: the corneal refractivity

(-0.775), the axial length of the eye (0.810), the diameter of the cornea (0.769), and the hypermobility of the joints (0.754), the reserve of relative accommodation (-0.742), habitual tone of accommodation (0.707), heredity (0.760), myopia manifestation (0.700), peripapillary layer of nerve fibers (-0.831).

**Conclusion.** The results of factor analysis have shown that the main factors contributing to the progression of acquired myopia in children are associated with anatomical and optical parameters of the eye, the condition of accommodation, the manifestation and heredity of the disease in close relation to the manifestations of connective tissue dysplasia. The obtained data should be taken into account during the individual prognosis of myopia course in children for timely preventive measures.

**Key words:** myopia, progression, children, connective tissue dysplasia, factor analysis.

***Відомості про авторів:***

***Цибульська Таміла Євгенівна*** — кандидат медичних наук, доцент кафедри офтальмології Запорізького державного медичного університету. Адреса: м. Запоріжжя, пр. Маяковського, 26.

***Пашкова Олена Єгорівна*** — доктор медичних наук, доцент, доцент кафедри госпітальної педіатрії Запорізького державного медичного університету. Адреса: м. Запоріжжя, пр. Маяковського, 26.