

Особливості внутрішньоочного тиску та аксіальної довжини ока дитини при різних стадіях ретинопатії недоношених

Олена Будівська, мол. наук. співроб., лікар-офтальмолог

ДУ «Інститут очних хвороб та тканинної терапії ім. В. П. Філатова НАМН України», Одеса (Україна)

Features of the intraocular pressure and axial length in eyes of infant with different stages of retinopathy of prematurity

Olena Budivska

SI «The Filatov Institute of Eye Diseases and Tissue Therapy of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»
Odesa (Ukraine)

Резюме

Мета. Вивчити особливості внутрішньоочного тиску та аксіальної довжини ока при різних стадіях ретинопатії недоношених і визначити їхній зв'язок із перебігом захворювання у дітей.

Матеріал та методи. Дослідження було розділене на два блоки не пов'язані між собою. Перший блок дослідження був присвячений оцінці взаємозв'язку внутрішньоочного тиску (ВОТ) та перебігу РН і включав 61 передчасно народжену дитину: 41 – без РН, 14 – із саморегресуючими стадіями РН, 6 – із РН, що потребувала лікування, включаючи АРН. ВОТ вимірювали тонометром iCare. Другий блок включав незалежну вибірку з 25 передчасно народжених дітей і був спрямований на оцінку взаємозв'язку аксіальної довжини (АД) ока з перебігом РН: 11 дітей – без РН, 7 – із саморегресуючими стадіями РН, 7 – із РН, що потребувала лікування, включаючи АРН. АК визначали за допомогою

ультразвукового сканера Accutome. Нормальність розподілу оцінювали критерієм Колмогорова – Смірнова, однорідність дисперсій – тестом Левена. Для міжгрупових порівнянь застосовували ANOVA з post-hoc тестом Tukey HSD, величину ефекту оцінювали за Cohen's d, кореляції – за коефіцієнтом Спірмена. Статистично значущими вважали результати при $p < 0,05$.

Результати. ВОТ статистично значуще не залежав від наявності чи тяжкості РН, гестаційного віку та маси тіла при народженні ($p > 0,05$). Аксіальна довжина була статистично меншою при РН, що потребувала лікування, порівняно з дітьми без РН ($p = 0,007$).

Висновки. Ми встановили, що внутрішньоочний тиск не мав статистично значущого зв'язку з перебігом РН, тоді як менша аксіальна довжина ока асоціювалася з тяжкими формами захворювання ($p = 0,007$).

Ключові слова: ретинопатія, недоношені діти, внутрішньоочний тиск, аксіальна довжина ока, фактори ризику, лазерна коагуляція, скринінг, сітківка, тонометрія.

DOI: <https://doi.org/10.31288/Ukr.j.ophthalmol.202652329>

UDC: 617.7-053.2:617.7-073.178

Corresponding Author: Olena S. Budivska, Junior Researcher, Ophthalmologist, Laboratory of Binocular Vision Disorders, SI «The Filatov Institute of Eye Diseases and Tissue Therapy of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Odesa, Ukraine. Email: bydivskaia@gmail.com

Received 2026-08-10

Accepted 2026-10-06

Cite this article as: Budivska OS. Features of the intraocular pressure and axial length in eyes of infant with different stages of retinopathy of prematurity. Ukr. j. ophthalmol. 2026;5:23-29.



This is an open access article under the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license

© The Author, 2026

Abstract

Purpose. To determine the features of intraocular pressure (IOP) and axial length (AL) in eyes with different stages of retinopathy of prematurity (ROP) and their relationships with the course of the disease.

Material and Methods. The study consisted of two unrelated parts. Part 1 aimed to determine the relationship between the IOP and the course of ROP and included 61 preterm children (41, 14 and 6 children with no ROP, spontaneous ROP regression, and ROP requiring treatment (e.g., aggressive ROP (AROP)), respectively). The iCare tonometer was used to measure IOP. Part 2 aimed to determine the relationship between the AL and the course of ROP and included an independent sample of 25 preterm children (11, 7 and 7 children with no ROP, spontaneous ROP regression, and ROP

requiring treatment (e.g., AROP), respectively). AL was measured by ultrasonography (Accutome). Data were tested for normal distribution and homogeneity of variance using the Kolmogorov-Smirnov-Test and Leven's test, respectively. A one-way analysis of variance with post-hoc Tukey honestly significant difference was used to identify any significant difference between-group differences. Cohen's d was used to determine effect size. Spearman rank correlation was used to assess correlations between variables. Statistical significance was set at $p < 0.05$ for all analyses.

Вступ

В останні роки серед захворювань органа зору у недоношених дітей провідне місце займає тяжке ураження сітківки – ретинопатія недоношених (РН). Це важке вазопротрофічне захворювання сітківки, яке вражає передчасно народжених дітей і пов'язане з ризиком розвитку важких стадій РН та, як наслідок, повної втрати зору [1, 2].

Незважаючи на дослідження, присвячені РН, дані щодо ранніх змін біометричних параметрів ока та внутрішньоочного тиску (ВОТ) у цієї категорії дітей залишаються обмеженими. Особливий інтерес становить оцінка аксіальної довжини (АД) та ВОТ, оскільки ці показники можуть демонструвати особливості постнатального розвитку ока і бути пов'язаними з перебігом РН. У зв'язку з цим вивчення зазначених параметрів є важливим для кращого розуміння анатомо-функціональних змін органа зору у недоношених дітей [3, 4].

Одним із ускладнень недоношеності є вроджена глаукома, яка може бути зумовлена аномаліями розвитку в ембріональному періоді, а також незрілістю трабекулярного апарату на момент народження. Підвищений ВОТ у дитини може виявлятися вже при народженні, розвиватися в перші тижні або місяці життя, а інколи – навіть через кілька років після народження. Захворювання зустрічається відносно рідко – в середньому у 0,11% (3/2660) немовлят з дуже низькою масою тіла при народженні (МТ < 1500 г) [3].

Глаукома при РН є важливою клінічною проблемою. У більшості випадків вона має вторинний характер, хоча в окремих ситуаціях може поєднуватися з первинною вродженою глаукомою. Причини вторинної глаукоми є багатофакторними, а механізми її розвитку та ступінь тяжкості, ймовірно, залежать від стадії РН, часу її маніфестації та проведених лікувальних втручань [5].

Серед етіопатогенетичних чинників РН особливе значення мають перенесені матір'ю під час вагітності краснуха, кір, грип та інші гострі вірусні інфекції, токсоплазмоз, вплив іонізуючого випромінювання, отруєння солями важких металів, метаболічні порушення та інші несприятливі фактори. Останніми роками дедалі більшого клінічного значення набуває проблема розвитку глаукоми у недоношених дітей. Загалом вроджена глаукома пов'язана з порушенням відтоку водя-

Results. The IOP did not significantly depend on the presence or severity of ROP, gestational age or birth weight ($p > 0.05$). AL was statistically smaller in children with ROP requiring treatment than in those without ROP ($p = 0.007$).

Conclusion. The IOP did not significantly depend on the course of ROP, while shorter AL was associated with more severe ROP ($p = 0.007$).

Keywords: retinopathy, preterm children, intraocular pressure, axial length, risk factors, laser photocoagulation, screening, retina, tonometry.

нистої вологи з передньої камери ока до склерального синуса внаслідок вроджених аномалій кута передньої камери. До таких аномалій належать: збереження до моменту народження залишків ембріональної мезодермальної тканини, що прикриває трабекулу на різній протяжності; порушення розщеплення та диференціювання структур райдужно-рогівкового кута; а також поєднання зазначених вроджених змін. Патогенез вроджених глауком є різноманітним, однак в основі підвищення ВОТ лежить недорозвинення або аномальний розвиток дренажної системи ока. Найчастішими причинами блокування ділянки трабекули та шлемового каналу вважають збереження ембріональної мезодермальної тканини, недостатню диференціацію кутових структур, переднє прикріплення кореня райдужки, а також поєднання кількох анатомічних аномалій [6-9].

Також, за даними літератури, РН асоціюється зі змінами біометрії ока, зокрема аксіальної довжини (АД) та довжини заднього сегмента. Стадії РН, які потребували лікування, асоціювалися з меншою АД ($p < 0,05$ для всіх стадій в обох очах), однак швидкість росту ока протягом періоду спостереження суттєво не відрізнялася між стадіями. У дітей з третьою стадією РН, які досягли порогового рівня для лікування, АД була меншою порівняно з пацієнтами з третьою стадією, яка не потребувала лікування [4].

За даними метааналізу Groot et al., оцінка АД ока у новонароджених і дітей раннього віку залишається методично складною, оскільки у дітей молодше трьох років безконтактна біометрія часто є недоступною, а клініцисти змушені використовувати ультразвукові або інші методи візуалізації. Автори проаналізували 27 досліджень із загальною кількістю 6575 очей і показали, що АД ока швидко збільшується в період внутрішньо-утробного та раннього постнатального розвитку: приблизно від 5,1 мм на 12-му тижні гестації до 16,2 мм на 37-му тижні, після чого темп росту сповільнюється. Водночас автори підкреслюють, що вимірювання АД у недоношених дітей має низку обмежень: малий розмір ока, нестабільний стан дитини у відділенні інтенсивної терапії новонароджених, рухи очей, необхідність вимірювання «через повіку» або контактним ультразвуком, залежність результату від положення датчика та досвіду оператора. Через це в різних роботах викорис-

товували різні методи – A-scan, B-scan, вимірювання через повіку, повторні серійні вимірювання – що частково пояснює неоднорідність результатів [10].

У проспективному дослідженні, проведеному у межах національної програми скринінгу РН, було показано, що РН асоціюється із затримкою росту ока у перші тижні життя. Зокрема, у дітей з РН спостерігали меншу АД ока та більшу центральну товщину рогівки порівняно з недоношеними дітьми без РН. Автори також встановили, що щотижневне збільшення АД <0,095 мм, недостатнє зменшення товщини рогівки та приріст маси тіла <7% можуть бути пов'язані з розвитком РН. Ці дані свідчать, що параметри раннього росту ока, зокрема АД та товщина рогівки, можуть мати прогностичне значення для оцінки ризику РН [11].

Натомість, у проспективному обсерваційному дослідженні недоношених дітей, які перебували у відділенні інтенсивної терапії новонароджених, було показано, що біометричні параметри ока поступово збільшуються зі зростанням ГВ. Водночас автори не виявили статистично значущих відмінностей між дітьми з РН та без неї за основними показниками ультразвукової біометрії, зокрема АД, глибиною передньої камери, товщиною кришталика та глибиною склоподібного тіла. Ці дані свідчать, що на ранніх етапах постнатального розвитку ріст ока у недоношених дітей може більшою мірою визначатися гестаційною зрілістю, ніж самим фактом наявності РН [12].

Тому актуальність нашого дослідження зумовлена тим, що анатомо-функціональні особливості ока у передчасно народжених дітей залишаються недостатньо вивченими. Наявні дані щодо змін ВОТ та АД при різному перебігу РН є обмеженими та подекуди суперечливими. Це визначає необхідність подальшого вивчення зазначених показників і оцінки їх можливого зв'язку з тяжкістю РН.

Мета. Вивчити особливості внутріньоочного тиску та аксіальної довжини ока дитини при різних стадіях ретинопатії недоношених і визначити їхній зв'язок із перебігом захворювання.

Матеріал та методи

Дослідження мало ретроспективний аналітичний дизайн і складалося з двох незалежних дослідницьких блоків, сформованих з урахуванням доступності відповідних діагностичних методів. Перший блок був двоцентровим, другий – одноцентровим. В обох блоках як базові перинатальні характеристики враховували ГВ та МТ при народженні, що дозволяло оцінювати їх зв'язок із перебігом РН та відповідними офтальмологічними показниками.

Перший блок дослідження був спрямований на аналіз взаємозв'язку ВОТ та розвитку різних стадій РН. До нього було включено 61 передчасно народжену дитину, яка перебувала під наглядом у комунальному некомерційному підприємстві (КНП) «Одеська обласна дитяча клінічна лікарня» Одеської обласної ради та

КНП «Одеська міська дитяча клінічна лікарня № 2» Одеської міської ради у 2021 році. Залежно від перебігу РН дітей було розподілено на три групи: до 1-ї групи увійшла 41 дитина з аваскулярними зонами сітківки без ознак РН; до 2-ї – 14 дітей із саморегресуючими стадіями РН (I стадія, II стадія, передпорогова стадія, тип 2); до 3-ї – 6 дітей із РН, що потребувала лікування (передпорогова стадія, тип 1, АРН). Усі діти у декретовані терміни пройшли скринінгове обстеження щодо РН, скринінг відповідав міжнародним стандартам [13]. Із дослідження були виключені діти з IV та V стадіями РН. ТонOMETрія проводилася за допомогою тонометра ICare (Фінляндія) в стані спокою дитини.

Другий блок дослідження включав окрему, незалежну вибірку пацієнтів і був присвячений аналізу взаємозв'язку АД ока та розвитку різних стадій РН. До нього увійшли 25 передчасно народжених дітей, які перебували під наглядом у ДУ «ІОХ і ТТ ім. В.П. Філатова НАМН України» у 2020 році. Залежно від перебігу РН дітей було розподілено на три групи: до 1-ї групи увійшли 11 дітей з аваскулярними зонами сітківки без ознак РН; до 2-ї – 7 дітей із саморегресуючими стадіями РН (I стадія, II стадія, передпорогова стадія, тип 2); до 3-ї – 7 дітей із РН, що потребувала лікування (передпорогова стадія, тип 1, АРН). Із дослідження були виключені діти з IV та V стадіями РН. Дослідження АД проводилося за допомогою ультразвукового сканеру Accutome (США) «крізь повіку».

В обох блоках дослідження непряму офтальмоскопію виконували з використанням бінокулярного офтальмоскопа, 30-діоптрійної лінзи, повікорозширювача та склерального депресора після місцевої інстиляції анестетика – 0,5% оксибупрокаїну гідрохлориду. Медикаментозний мідріаз досягали шляхом інстиляції комбінації очних крапель: 0,5% тропікаміду та 2,5% фенілефрину.

Вибірки пацієнтів у двох блоках дослідження не перетиналися, а результати аналізувалися незалежно один від одного. Для кожного блока використовували відповідні методи описової та порівняльної статистики залежно від типу змінних та розподілу даних. Нормальність розподілу оцінювали за критерієм Колмогорова – Смірнова (статистично значущого відхилення розподілу показників ВОТ та АД від нормального не виявлено), однорідність дисперсій – за критерієм Левена. Для порівняння середніх значень використовували однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA) з post-hoc попарними порівняннями за критерієм Тьюкі (Tukey HSD). Величину ефекту оцінювали за Cohen's d, кореляційні зв'язки – за коефіцієнтом рангової кореляції Спірмена (r). Статистично значущими вважали результати при $p < 0,05$.

Результати

У межах першого блока дослідження проаналізовано показники ВОТ у 61 передчасно народженої дитини залежно від перебігу РН. У цій групі середній ГВ

дітей становив $31,95 \pm 2,89$ тижня, середня МТ при народженні – $1641,48 \pm 534,55$ г. Для статистичного аналізу використовували середнє значення ВОР правого та лівого ока для кожної дитини.

При об'єднанні груп за фактом наявності РН середній ВОР становив $14,8 \pm 4,8$ мм рт. ст. у групі без РН та $14,9 \pm 5,9$ мм рт. ст. у дітей із РН, без статистично значущої різниці ($p=0,8$). Аналогічно у дітей, які не потребували лікування, середній ВОР становив $14,97 \pm 4,67$ мм рт. ст., а при РН, що потребувала лікування, – $13,53 \pm 6,51$ мм рт. ст. (табл. 1)

За результатами тесту Левена гомогенність дисперсій між досліджуваними групами не була порушена ($p = 0,07$), тому для порівняння середніх значень застосовували дисперсійний аналіз (ANOVA). Використовували post-hoc попарні порівняння (Tukey). Показники ВОР у всіх трьох групах були без статистично значущих міжгрупових відмінностей (табл. 1), тобто тенденції до зміни ВОР зі зростанням тяжкості РН не виявлено.

Кореляційний аналіз також не виявив статистично значущого зв'язку ВОР із ГВ ($p=0,019$; $p=0,887$), МТ при народженні ($p=0,021$; $p=0,870$) або тяжкістю РН ($p=0,041$; $p=0,753$). Таким чином, у досліджуваній вибірці ВОР не продемонстрував залежності від ступеня недоношеності, наявності РН або важкості її перебігу (табл. 2).

Між показниками ВОР правого та лівого ока встановлено сильний прямий кореляційний зв'язок ($p=0,738$; $p<0,0001$) за відсутності статистично значущої міжочної різниці ($p=0,301$), що узгоджується з подібністю офтальмоскопічної картини очного дна обох очей. Це обґрунтовує використання середнього значення ВОР обох очей. Водночас ВОР не мав статистично значущого зв'язку з ГВ, МТ при народженні, наявністю РН або потребою в її лікуванні, тому в межах цієї вибірки не продемонстрував самостійної інформативності щодо тяжкості перебігу РН, тобто патологічні зміни при РН у досліджуваній когорті не супроводжувалися порушенням механізмів регуляції внутрішньоочного тиску.

У межах другого блока дослідження було проведено аналіз аксіальної довжини ока у 25 передчасно народжених дітей залежно від наявності та характеру перебігу ретинопатії недоношених. У цій групі показники середнього ГВ становили $30,64 \pm 3,11$ тижня та середньої МТ при народженні $1433,60 \pm 467,14$ г. До 1-ї групи увійшли 11 дітей без РН, 2-гу групу становили 7 дітей із саморегресуючими формами РН, до 3-ї групи увійшли 7 дітей із РН, що потребувала лікування.

АД ока визначали окремо для правого та лівого ока, а для міжгрупового аналізу використовували середнє значення обох очей у кожної дитини. Встановлено тенденцію до зменшення АД зі зростанням тяжкості РН.

У дітей без РН середня АД становила $17,25 \pm 0,43$ мм, при саморегресуючій РН – $17,05 \pm 0,55$ мм, а най-

Таблиця 1. Показники внутрішньоочного тиску (ВОТ, мм рт. ст.) у недоношених дітей залежно від перебігу ретинопатії недоношених ($M \pm SD$)

Група	n	ВОТ ($M \pm SD$)	p
1 – діти без РН	82	$14,8 \pm 4,8$	$p_{1-2}=0,8$ $p_{1-3}=0,7$ $p_{2-3}=0,5$
2 – діти з саморегресуючою РН	28	$15,5 \pm 5,8$	
3 – РН, яка потребувала лікування	12	$13,5 \pm 6,3$	

Примітки: n – кількість очей; M – середнє значення; SD – стандартне відхилення; РН – ретинопатія недоношених; p – рівень міжгрупової статистичної значущості.

Таблиця 2. Кореляційний зв'язок внутрішньоочного тиску з гестаційним віком, масою тіла при народженні та тяжкістю РН

Показник	r Спірмена	p
Гестаційний вік	-0,01	0,9
Маса тіла при народженні	0,027	0,9
Важкість перебігу РН	0,03	0,6

Примітки: r – коефіцієнт рангової кореляції Спірмена; РН – ретинопатія недоношених; статистично значущим вважали $p<0,05$.

менше значення зареєстровано у дітей із РН, що потребувала лікування, – $16,81 \pm 0,22$ мм.

За результатами однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) між трьома досліджуваними групами виявлено статистично значущі відмінності середніх значень показника ($F(2;47) = 4,86$; $p = 0,012$). Однорідність дисперсій підтверджено за результатами тесту Левена ($p > 0,05$) та дозволило провести подальше попарне порівняння груп за допомогою post-hoc попарного порівняння Tukey.

АД ока у 3-й групі була статистично значуще меншою порівняно з 1-ю групою в середньому на $0,45$ мм (2,6%, $p_{1-2} = 0,008$). Величина міжгрупової відмінності була значною, що підтверджувалося великим розміром ефекту (Cohen's $d = 1,22$, показником величини ефекту, наскільки сильно відрізняються дві групи відносно їхньої варіабельності), що означає, що різниця в АД ока між 1-ю та 3-ю групами є не просто статистично значущою, а достатньо вираженою, щоб мати потенційне клінічне значення.

Водночас відмінності між 1-ю та 2-ю групами ($17,25 \pm 0,42$ мм проти $17,05 \pm 0,53$ мм; $p_{1-2} = 0,33$), а також між 2-ю та 3-ю групами ($17,05 \pm 0,53$ мм проти $16,80 \pm 0,24$ мм; $p_{2-3} = 0,30$) були статистично незначущими. В середньому показник АД дітей 2-ї та 3-ї груп мав значення $16,92 \pm 0,42$ мм, що нижче за 1-шу групу на $0,33$ мм (1,9%, $p=0,008$) (табл. 3).

Таблиця 3. Показники аксіальної довжини ока (мм) у недоношених дітей залежно від перебігу ретинопатії недоношених

Група	n	АД	АД	p
		M±SD	95% ДІ	
1 – діти без РН	22	17,25±0,42	17,06-17,44	p ₁₋₂ = 0,33 p ₁₋₃ = 0,008 p ₂₋₃ = 0,3
2 – діти з саморегресуючою РН	14	17,05±0,53	16,7-17,35	
3 – діти з РН, яка потребувала лікування	12	16,8±0,24	16,6-16,9	

Примітки: n – кількість очей; M – середнє значення; SD – стандартне відхилення; АД – аксіальна довжина; РН – ретинопатія недоношених; p – рівень міжгрупової статистичної значущості.

При дослідженні взаємозв'язку аксіальної довжини з ГВ та МТ при народженні встановлено, що більший ГВ і більша МТ асоціювалися з більшою АД ока (тобто більша АД асоціюється з більшою зрілістю дитини), тоді як несприятливіший перебіг РН – із меншою АД. У контексті недоношеності це може свідчити про менші темпи аксіального росту очного яблука у недоношених дітей і розглядатися як морфометричний прояв незавершеного або уповільненого росту очного яблука, асоційованого з РН (табл. 4).

Обговорення

Незважаючи на значний інтерес до РН, питання ранніх змін біометричних параметрів ока та ВОТ у цієї категорії пацієнтів залишається недостатньо вивченим. Більшість доступних досліджень мають обмежений обсяг вибірки, виконані переважно у попередні роки та не завжди враховують сучасні підходи до виходу недоношених дітей, що обмежує можливість екстраполяції їх результатів на сучасну клінічну практику. Крім того, отримані дані є неоднорідними та подекуди суперечливими, особливо щодо взаємозв'язку ретинопатії недоношених із АД ока та ВОТ. У зв'язку з цим подальше дослідження цих параметрів у ранньому постнатальному періоді є вкрай важливим для уточнення механізмів розвитку РН та вдосконалення підходів до її прогнозування [3,4].

Для цієї категорії дітей регулярне офтальмологічне обстеження щодо РН є обов'язковим, а отже, ВОТ може бути додатково визначений у рекомендовані терміни скринінгу за допомогою портативного тонометра. Розуміння закономірностей природного дозрівання зорової системи, встановлення нормативного діапазону значень ВОТ, а також визначення внутрішніх і зовнішніх чинників, що впливають на його рівень, мають важливе значення для своєчасної оцінки порушень розвитку та діагностики очної патології [14].

Практика свідчить, що проблема офтальмотонометрії у дітей не обмежується лише труднощами, а інколи й неможливістю самого інструментального вимірювання ВОТ через неспокійну поведінку дитини. Не менш важливим є правильне трактування одержаних цифрових показників. При цьому слід урахувати біомеханічні властивості фіброзної капсули ока, особливо у пацієнтів із вродженою глаукомою. Саме тому прин-

Таблиця 4. Кореляційні взаємозв'язки (p<0,05) аксіальної довжини ока з гестаційним віком та масою тіла у недоношених дітей залежно від перебігу ретинопатії недоношених

Показник	r		
	РН	Гестаційний вік	Маса тіла
Аксіальна довжина	-0,39	0,28	0,32

Примітка: r – коефіцієнт рангової кореляції Спірмена; РН – ретинопатія недоношених. Знак «+»/«-» відображає напрямок кореляційного зв'язку.

ципове значення мають як вибір методу тонометрії, так і вибір приладу для її проведення. У сучасній клінічній практиці за кордоном найчастіше використовують апланатичну тонометрію за Гольдманом (у дітей – тонометр Перкінса), безконтактну пневмотонометрію, а також тонометрію за допомогою приладів Tonopen та Icare. Одним із сучасних методів вимірювання внутрішньоочного тиску є рикошетна тонометрія Icare, яка, за даними більшості авторів, добре переноситься дітьми [15].

У власному дослідженні для вимірювання ВОТ у передчасно народжених дітей було обрано рикошетну тонометрію за допомогою приладу Icare. Такий вибір дозволив проводити тонометрію у дітей раннього віку в стані спокою та отримувати кількісні значення ВОТ, придатні для подальшого порівняльного аналізу між групами з різним перебігом ретинопатії недоношених.

Щодо рівня ВОТ у недоношених дітей, у дослідженні, проведеному в Туреччині, середнє значення ВОТ становило 16,2±2,7 мм рт. ст. у недоношених та 16,6±2,3 мм рт. ст. у доношених новонароджених, при цьому статистично значущої різниці між групами не виявлено (p=0,27), а ВОТ не корелював із гестаційним віком, масою тіла при народженні чи віком на момент вимірювання [16]. У дослідженні Ng P.C. та співавт. продемонстровано поступове зниження ВОТ зі збільшенням постконцептуального віку – від 16,9 мм рт. ст. у 26,1 тижня до 14,6 мм рт. ст. у 46,4 тижня; подібну тенденцію до зменшення ВОТ протягом першого місяця життя описано також Ricci [17,18]. У проспективному дослідженні встановлено, що у дітей із РН, яка

потребувала лазерного лікування, базовий VOT був нижчим, ніж у дітей без РН або з нелікованою РН, а після лазерної фотокоагуляції спостерігалось транзитне підвищення VOT із подальшою нормалізацією, що обґрунтовує доцільність його моніторингу в цій категорії пацієнтів [19].

Наші результати показали, що VOT у передчасно народжених дітей не мав статистично значущого зв'язку з ГВ, МТ при народженні, наявністю РН або тяжкістю її перебігу. Кореляційний аналіз не виявив значущих асоціацій VOT із ГВ ($p=0,019$; $p=0,887$), МТ при народженні ($p=0,021$; $p=0,870$) та тяжкістю РН ($p=0,041$; $p=0,753$). Це свідчить про те, що в межах досліджуваної вибірки VOT не може розглядатися як самостійний показник, що відображає ступінь недоношеності або тяжкість перебігу РН. Водночас між показниками VOT правого та лівого ока встановлено сильний прямий кореляційний зв'язок ($p=0,738$; $p<0,0001$), при цьому статистично значущої міжочної різниці не виявлено ($p=0,301$). Така симетричність показників узгоджується з подібністю офтальмоскопічної картини обох очей і обґрунтовує використання середнього значення VOT обох очей у подальшому аналізі. Таким чином, у досліджуваній когорті патологічні зміни сітківки при РН не супроводжувалися статистично значущими змінами VOT, а сам показник VOT не продемонстрував самостійної інформативності щодо тяжкості перебігу захворювання.

На відміну від VOT, який у нашому дослідженні не продемонстрував зв'язку з тяжкістю РН, більш перспективним анатомічним показником виявилася АД ока. У зв'язку з цим окрему увагу було приділено аналізу її можливого зв'язку з перебігом РН. Дані літератури свідчать, що АД ока у недоношених дітей активно змінюється в ранньому постнатальному періоді та може бути пов'язана з тяжкістю РН. У частині досліджень важкі стадії РН асоціювалися з меншою АД та затримкою росту ока, тоді як інші роботи не виявили значущих відмінностей між дітьми з РН і без РН. Така неоднорідність може бути зумовлена різними термінами обстеження, методами ультразвукової біометрії, віком дітей та клінічною тяжкістю РН [20].

За даними метааналізу Groot et al., АД ока у новонароджених і дітей раннього віку швидко збільшується в період внутрішньоутробного та раннього постнатального розвитку, однак її оцінка у недоношених дітей залишається методично складною через малий розмір ока, нестабільний стан дитини, рухи очей, необхідність контактного або транс-пальпебрального ультразвукового вимірювання та залежність результату від положення датчика й досвіду оператора, що частково пояснює неоднорідність даних різних досліджень [10]. У проспективному дослідженні в межах програми скринінгу РН було показано, що РН може асоціюватися із затримкою росту ока: у дітей з РН відзначали меншу АД, а щотижневий приріст АД $<0,095$ мм розглядався як один із показників, пов'язаних із

підвищеним ризиком захворювання [11]. Водночас інше проспективне обсерваційне дослідження не виявило статистично значущих відмінностей між дітьми з РН та без неї за основними параметрами ультразвукової біометрії, що свідчить про можливу більшу залежність раннього росту ока від ступеня гестаційної зрілості, ніж від самого факту наявності РН [12].

Наші результати загалом узгоджуються з уявленнями про те, що АД ока у передчасно народжених дітей відображає ступінь морфологічної зрілості очного яблука та може бути пов'язана з тяжкістю перебігу РН. У досліджуваній вибірці більші значення ГВ і МТ при народженні асоціювалися з більшою АД, тоді як у дітей із тяжкими формами РН спостерігали менші значення цього показника. Найбільш виражена різниця була встановлена між дітьми без РН та дітьми з РН, що потребувала лікування, у яких АД була меншою в середньому на 0,45 мм, а величина ефекту була значною. Водночас відсутність статистично значущих відмінностей між окремими суміжними групами свідчить про те, що зв'язок АД із перебігом РН не є лінійним у всьому діапазоні тяжкості захворювання. Таким чином, отримані дані дозволяють розглядати меншу АД як можливий морфометричний прояв меншої зрілості та уповільненого аксіального росту ока, асоційованого з несприятливим перебігом РН.

Обмеження дослідження

До основних обмежень дослідження належать відносно невеликий обсяг вибірки та нерівномірний розподіл учасників між досліджуваними групами. Додатковим обмеженням є формування двох незалежних дослідницьких блоків, зумовлене доступністю різних діагностичних методів.

Заключення. Таким чином, наявність і стадія ретинопатії недоношених не асоціювалися зі статистично значущими змінами VOT; також не встановлено статистично значущого зв'язку VOT із гестаційним віком та масою тіла при народженні. У дітей із РН, що потребувала лікування, аксіальна довжина ока була в середньому на 0,45 мм ($p=0,008$) меншою, ніж у дітей без РН. Діапазон значень аксіальної довжини ока становив 16,6–16,9 мм у дітей із РН, що потребувала лікування, та 17,06–17,44 мм у дітей без РН. Встановлено, що більші гестаційний вік і маса тіла при народженні асоціюються з більшою аксіальною довжиною ока, що відображає зв'язок розмірів очного яблука зі ступенем зрілості недоношеної дитини.

Авторський внесок

Автор підтверджує одноосібну відповідальність за концепцію та дизайн дослідження, збір даних, аналіз та інтерпретацію результатів, підготовку рукопису.

Фінансування

Джерела підтримки: НДР «Дослідити стан зорових функцій у недоношених дітей та дітей після лазерної коагуляції при ретинопатії новонароджених з використанням

сучасних технологій (Eye-tracker): особливості клінічного перебігу, патогенетичні механізми та підходи до корекції», 2026–2028 pp., держреєстрація № 0125U002076.

Відмови від відповідальності

Висловлені у поданій статті думки є власними думками авторів, а не офіційною позицією установи.

Конфлікт інтересів

Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів, які б могли вплинути на його думку стосовно предмету чи матеріалів, описаних та обговорених в даному рукописі.

Заява про дотримання етичних норм

Дослідження проводилося за участю людей. Це дослідження було схвалено місцевим комітетом з біоетики. У зв'язку з ретроспективним характером дослідження форми інформативної згоди не були отримані. Дослідження було проведено згідно з Гельсінською декларацією. До цього дослідження тварини не були включені.

Заява про доступність даних

Усі дані, що стосуються дослідження, включені до статті або можна отримати у відповідального автора за обґрунтованим запитом.

Скорочення

РН – ретинопатія недоношених, АРН – агресивна ретинопатія недоношених, ГВ – гестаційний вік, МТ – маса тіла, ВОТ – внутрішньоочний тиск, АД – аксіальна довжина.

Література

- Gilbert C. Retinopathy of prematurity: a global perspective of the epidemics, population of babies at risk and implications for control. *Early Human Development*. 2008;84(2):77–82. doi:10.1016/j.earlhumdev.2007.11.009.
- Kaur K, Mikes BA. Retinopathy of Prematurity. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK562319/>.
- Hong EH, Shin YU, Bae GH, Choi YJ, Ahn SJ, Kim I, Cho H. Ophthalmic complications in retinopathy of prematurity in the first decade of life in Korea using the national health insurance database. *Scientific Reports*. 2022;12:911. doi:10.1038/s41598-021-04616-7.
- Laws DE, Haslett R, Ashby D, O'Brien C, Clark D. Axial length biometry in infants with retinopathy of prematurity. *Eye*. 1994;8(4):427–430. doi:10.1038/eye.1994.101.
- Shaikh N, Kumawat D, Chandra P, Senthil S, Stahl A, Gupta S, Gupta V. Glaucoma in retinopathy of prematurity: A review. *Surv Ophthalmol*. 2025;70(5):930–941. doi:10.1016/j.survophthal.2025.03.006.
- Tucker SM, Enzenauer RW, Levin AV, Morin JD, Hellmann J. Corneal diameter, axial length, and intraocular pressure in premature infants. *Ophthalmology*. 1992;99(8):1296–1300. doi:10.1016/s0161-6420(92)31812-3.
- Rhee DJ. *Glaucoma*. 4th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2024. 550 p.
- Zhaboedov GD, Skrypnyk RL, Baran TV et al. [Ophthalmology: A Textbook]. Zhaboedov GD, Skrypnyk RL, Editors. Kyiv: VSV "Medytsyna"; 2011. In Ukrainian.
- Vit VV. [The Structure of the Human Visual System]. Odesa: Astroprint; 2003. In Ukrainian.
- Groot V, et al. Meta-analysis of ocular axial length in newborns and infants up to three years of age. *Survey of Ophthalmology*. 2021;66(4):542–557. doi:10.1016/j.survophthal.2020.11.004.
- Kardaras D, Papageorgiou E, Gaitana K, Grivea I, Dimitriou VA, Androudi S, Gounaris A, Tsironi EE. The association between retinopathy of prematurity and ocular growth. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2019;60(1):98–106. doi:10.1167/iovs.18-24776.
- Cauduro RS, de Moraes NSB, Goulart AL, Allemann N. Ocular biometry in preterm newborns in the neonatal intensive care unit environment of a referral hospital. *Ophthalmology Science*. 2025;5(6):100829. doi:10.1016/j.xops.2025.100829.
- International Committee for the Classification of Retinopathy of Prematurity. The International Classification of Retinopathy of Prematurity Revisited. *Arch Ophthalmol*. 2005;123(7):991–999. doi: 10.1001/archophth.123.7.991.
- Monteiro C, Vivas M, Almeida J, Ramalho M, Mota M, Teixeira S, Prieto I. Intraocular Pressure Values using Icare® Rebound Tonometer and Correlation with Postconceptional Age in Premature Infants. *Journal of Ophthalmic & Vision Research*. 2023;18(3):267–271. doi: 10.18502/jovr.v18i3.13774.
- Li Y, Tang L, Xiao M, et al. Comparison of the Icare tonometer and the hand-held Goldmann applanation tonometer in pediatric aphakia. *Journal of Glaucoma*. 2013;22(7):550–554. doi:10.1097/IJG.0b013e31825afc87.
- Muslubas IBS, Oral AYAY, Cabi C. Assessment of the central corneal thickness and intraocular pressure in premature and full-term newborns. *Indian Journal of Ophthalmology*. 2014;62(5):561–564. doi:10.4103/0301-4738.133446.
- Ng PC, Tam BSM, Lee CH, Wong SPS. A longitudinal study to establish the normative value and to evaluate perinatal factors affecting intraocular pressure in preterm infants. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2008;49(1):87–92. doi:10.1167/iovs.07-0954.
- Ricci B. Intraocular pressure in premature babies in the first month of life. *Journal of AAPOS*. 1999;3(2):125–127. doi:10.1016/S1091-8531(99)70083-2.
- Verma P, Katoch D, Singh SR, Kumar P, Singh AK, Thattaruthody F, Pandav SS, Kaushik S. Influence of retinopathy of prematurity and laser therapy on intraocular pressure in preterm infants. *Journal of Glaucoma*. 2025;34(10):795–800. doi:10.1097/IJG.0000000000002600.
- Yang J, Wang Q, Li C, Wu Q, Ma P, Xin W. The development of ocular biometric parameters in premature infants without retinopathy of prematurity. *Curr Eye Res*. 2021;46(5):746–750. doi:10.1080/02713683.2020.1830116.