

УДК 617.557:616.683-008.8:616-073.75-053.81:519.6:053

**А.В. Гаврилюк, В.С. Коноплицький**

## Математичне моделювання частоти патології вагінального відростка очеревини в дитячій популяції залежно від віку та статі

Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова, Україна

Modern Pediatrics. Ukraine. (2023). 8(136): 26-33. doi 10.15574/SP.2023.136.26

**For citation:** Havryliuk AV, Konoplytskyi VS. (2023). Mathematical modeling of the frequency of pathology of the processus vaginalis of the peritoneum in the children's population depending on age and gender. Modern Pediatrics. Ukraine. 8(136): 26-33. doi 10.15574/SP.2023.136.26.

Патологія вагінального відростка очеревини (пахвинна грижа, водянка оболонки яєчка) є досить поширеною серед педіатричної популяції як в Україні, так і в усьому світі в цілому. Понад 99% пахвинних гриж у дітей косі, правобічна локалізація спостерігається частіше ніж у 3 рази за лівобічну. Висока зацікавленість науковців у дослідженні патології вагінального відростка очеревини викликана даними про виникнення інфертильності як ускладнення пахвинних гриж та водянок оболонки яєчка. У структурі причин цієї ситуації 30% належить чоловічому фактору, при чому цей відсоток має постійну тенденцію до зростання. Це стало причиною додаткового вивчення математичної складової поширеності патології вагінального відростка очеревини серед дитячої популяції.

**Мета** — створити математичну модель поширеності патології вагінального відростка очеревини залежно від віку та статі серед дитячої популяції.

**Матеріали та методи.** У науковому дослідженні взяли участь 205 пацієнтів віком до 18 років, яким проведено хірургічну корекцію патології необлітерованого вагінального відростка очеревини (пахвинні грижі, водянки оболонки яєчка). Для математичного моделювання застосовано програмне забезпечення, вбудоване в Microsoft Excel (лінія Тренда, поліноміальне рівняння регресії 4-го ступеня).

**Результати.** У ході математичного моделювання визначено характерні особливості: стрімке зростання частоти патології вагінального відростка очеревини, а відповідно і їх хірургічної корекції, у дітей до 3–4-річного віку з подальшим зниженням частоти до 11–13-річного віку. Наступне незначне зростання частоти діагностування патології вагінального відростка очеревини та її хірургічного лікування виявлено до 15–16-річного віку з подальшим поступовим зниженням частоти до 18-річного віку.

**Висновки.** Отже, спостерігаються математично підтвержені два піки зростання частоти виявлення патології вагінального відростка очеревини, які припадають на вік вертикалізації дитини та вік «спеціалізованих» навантажень.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом зазначеної в роботі установи. На проведення досліджень отримано інформовану згоду пацієнтів.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** вагінальний відросток очеревини, вік дітей, математичне моделювання, грижа, водянка оболонки яєчка, частота патології, хлопчики, дівчата.

### Mathematical modeling of the frequency of pathology of the processus vaginalis of the peritoneum in the children's population depending on age and gender

**A. V. Havryliuk, V. S. Konoplytskyi**

National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Ukraine

The pathology of the processus vaginalis of the peritoneum (inguinal hernia, hydrocele testis) is quite widespread among the pediatric population, both in our country and throughout the whole world. More than 99% of inguinal hernias in children are oblique, right-sided localization is more than 3 times more common than left-sided. High interest of scientists in the study of the pathology of the processus vaginalis of the peritoneum is caused by data on the appearance of infertility as a complication of inguinal hernias and dropsy of the testicles. In the structure of the causes of this situation, 30% belongs to the male factor, and this percentage has a constant tendency to increase. This became the reason for an additional study of the mathematical component of the prevalence of the pathology of the processus vaginalis of the peritoneum among the children's population.

**Purpose** — to create a mathematical model of the prevalence of pathology of the processus vaginalis of the peritoneum depending on age and gender among the children's population.

**Materials and methods.** 205 patients under the age of 18 who underwent surgical correction of the pathology of non-obiterated processus vaginalis of the peritoneum (inguinal hernia, hydrocele testis) took part in the conducted scientific study. For mathematical modeling, software built into Microsoft Excel was used (Trend line, polynomial regression equation of the 4<sup>th</sup> degree).

**Results.** In the course of mathematical modeling, characteristic features were identified: they occur both in the female part of the pediatric population and in the male, similar fluctuations are noted in the general pediatric population, namely periods of increase in the frequency of pathology of the vaginal peritoneum, which alternate with periods of its decline. a rapid increase in the frequency of pathology of the vaginal peritoneum, and, accordingly, their surgical correction, in children under 3–4 years of age, followed by a decrease in frequency by the age of 11–13 years. The following slight increase in the frequency of diagnosis of pathology of the vaginal peritoneum and its surgical treatment was detected by the age of 15–16 years, followed by a gradual decrease in the frequency by the age of 18 years

**Conclusions.** Therefore, there are two mathematically confirmed peaks of growth in the frequency of detection of the pathology of the processus vaginalis of the peritoneum, which fall on the age of verticalization of the child and the age of "specialized" loads.

The research was carried out in accordance with the principles of the Helsinki Declaration. The study protocol was approved by the Local Ethics Committee of participating institution. The informed consent of the patient was obtained for conducting the studies.

No conflict of interest was declared by the authors.

**Keywords:** vaginal process of the peritoneum, age of children, mathematical modeling, hernia, hydrocele testis, frequency of pathology, boys, girls.

## Вступ

Патологія вагінального відростка очеревини є досить поширеною серед педіатричної популяції як в Україні, так і в усьому світі в цілому [11,27]. Щорічне виявлення первинних пахвинних гриж у дітей у світі становить 0,8–4,4%, або 20 000 000 випадків, з вищим, у 6 разів, рівнем захворюваності в хлопчиків [13,14,16,30,34,35,37]. Зазвичай дослідники пов'язують переважання частоти патології в хлопчиків із відсутністю процесу облітерації вагінального відростка очеревини [21], хоча є дані про ймовірний розвиток патології як результат руху яєчка через усі шари передньої черевної стінки [1,16,37]. Понад 99% пахвинних гриж у дітей косі, правобічна локалізація спостерігається частіше ніж у 3 рази за лівобічну [9].

За даними деяких науковців, частота пахвинних гриж у дітей сягає 70–85% серед усіх гриж передньої черевної стінки серед дитячого населення та до 40–50% усіх оперативних втручань [2,12,16–19,24,26,27,29,31,33,34,41].

Висока зацікавленість науковців у дослідженні патології вагінального відростка очеревини викликана даними про виникнення інфертильності як ускладнення пахвинних гриж та водянок оболонки яєчка [1–8,10,15–17,20–24,31,32,38–40]. Хоча існує і протилежна думка. L. Politoff та співавт. стверджують про відсутність впливу гідроцеле в дитячому віці на подальшу фертильність хлопчиків [28]. У підтримку цієї думки S. Li та співавт. (2015) стверджують про відсутність переконливих даних про безпліддя як наслідок герніорафії в дитинстві [25].

За останніми даними Європейського товариства репродуктології та ембріології людини (ESHRE), в Україні від безпліддя страждає близько 1 млн подружніх пар, що становить 15–17% від їх загальної кількості. У структурі причин цієї ситуації 30% належить чоловічому фактору, при чому цей відсоток має постійну тенденцію до зростання [36].

**Мета** дослідження — створити математичну модель поширеності патології вагінального відростка очеревини залежно від віку серед дитячої популяції.

## Матеріали та методи дослідження

Математичне дослідження побудовано на аналізі результатів хірургічного лікування

205 пацієнтів віком до 18 років із патологією вагінального відростка очеревини (пахвинна грижа, водянка оболонки яєчка), які проходили лікування в клініці дитячої хірургії Вінницького національного медичного університету імені М.І. Пирогова у період із серпня 2020 року до квітня 2023 року. Відповідно до статевого диморфізму дітей поділено на дві групи: 42 (20,49%) дівчинки та 163 (79,51%) хлопчики (рис. 1).

Для математичного моделювання застосовано програмне забезпечення, вбудоване в Microsoft Excel. З метою отримання геометричного зображення кількості оперативних втручань обрано використання лінії тренда. Лінія тренда є геометричним відображенням середніх значень аналізованих показників, отриманих за допомогою будь-якої математичної функції. Вибір функції для побудови лінії тренду зазвичай визначається характером зміни даних у часі. У результаті застосування інструмента побудови лінії тренда отримано графічне відображення частоти патології вагінального відростка очеревини відповідно до віку дітей та поліноміальне рівняння регресії 4-го ступеня. Для оцінювання адекватності математичної моделі застосовано коефіцієнт детермінації.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом зазначеної в роботі установи. На проведення досліджень отримано інформовану згоду пацієнтів.

## Результати дослідження та їх обговорення

Для побудови математичної моделі частоти патології вагінального відростка очеревини спочатку взято лише жіночу частину досліджуваних, потім чоловічу і наостанок об'єднано всіх дітей незалежно від їхньої гендерної приналежності.

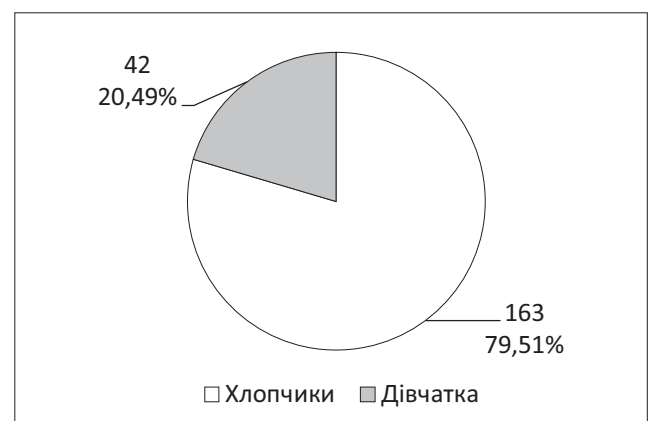


Рис. 1. Розподіл дітей за статтю

Таблиця 1

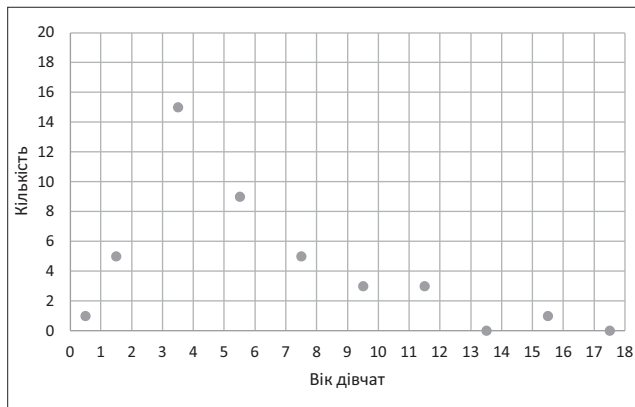
**Кількісний розподіл дівчат для математичного моделювання частоти патології вагінального відростка очеревини відповідно до віку**

Вік дитини, роки	до 1	1–2	3–4	5–6	7–8	9–10	11–12	13–14	15–16	17–18
Кількість спостережень	1	5	15	9	5	3	3	0	1	0

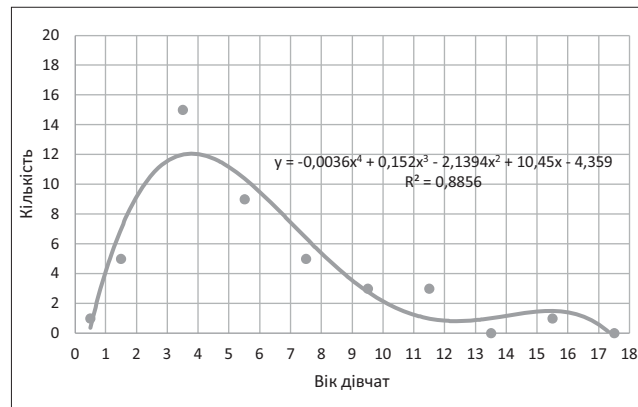
Таблиця 2

**Розподіл середніх значень відповідного віку для побудови математичної моделі**

Вік дитини, роки	до 1	1–2	3–4	5–6	7–8	9–10	11–12	13–14	15–16	17–18
Середнє значення відповідного віку	0,5	1,5	3,5	5,5	7,5	9,5	11,5	13,5	15,5	17,5



**Рис. 2.** Графік частоти патології вагінального відростка очеревини серед дівчат відповідно до віку



**Рис. 3.** Графік залежності частоти патології вагінального відростка очеревини від віку дівчат

Проаналізовано залежність частоти патології вагінального відростка очеревини від віку дитини в дівчат. Отримані дані відображають кількість прооперованих дівчат відповідно до віку на момент хірургічного лікування (табл. 1).

Для побудови математичної моделі вік дітей обрано як середнє значення відповідного вікового діапазону (табл. 2).

За допомогою електронної таблиці Microsoft Excel побудовано графік залежності частоти патології вагінального відростка очеревини серед дівчат відповідно до віку (рис. 2).

У результаті застосування інструмента побудови лінії тренда отримано графічне відображення частоти патології вагінального відростка очеревини серед дівчат відповідно до віку та поліноміальне рівняння регресії 4-го ступеня (рис. 3):

$$y(x) = -0,0036x^4 + 0,152x^3 - 2,1394x^2 + 10,45x - 4,359;$$

де:  $y(x)$  — кількість оперативних втручань;  
 $x$  — вік дитини.

Коефіцієнт детермінації  $R^2=0,8856$  характеризує високий ступінь адекватності математичної моделі та результатів спостереження.

Графічна залежність частоти патології вагінального відростка очеревини серед дівчат

відповідно до віку має три екстремальні точки. Для їх знаходження визначено першу похідну та прирівняно її до нуля:

$$\frac{dy(x)}{dx} = -0,0144x^3 + 0,456x^2 - 4,2788x + 10,45 = 0.$$

Розв'язавши нелінійне рівняння, отримано такі результати:

$$x_{1\max}=3,79; x_{2\min}=12,27; x_{3\max}=15,61.$$

Графік функції має чотири характерні ділянки, де функція або зростає, або спадає. Визначено ступінь зростання (спадання) для середини кожної ділянки за допомогою значення першої похідної у відповідних точках:

➤ Перша ділянка  $[0,5 \div 3,79]$   $\frac{dy(x)}{dx}_{x_1=2,15} = 3,22$  — функція зростає

➤ Друга ділянка  $[3,79 \div 12,27]$   $\frac{dy(x)}{dx}_{x_2=8,03} = -1,96$  — функція спадає

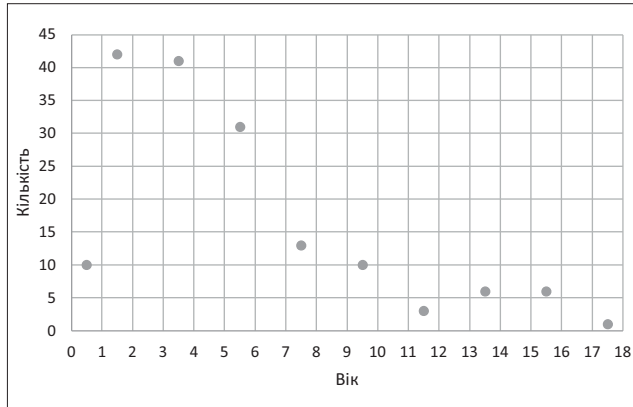
➤ Третя ділянка  $[12,27 \div 15,61]$   $\frac{dy(x)}{dx}_{x_3=13,94} = 0,44$  — функція зростає

➤ Четверта ділянка  $[15,61 \div 17,5]$   $\frac{dy(x)}{dx}_{x_4=16,56} = -0,75$  — функція спадає.

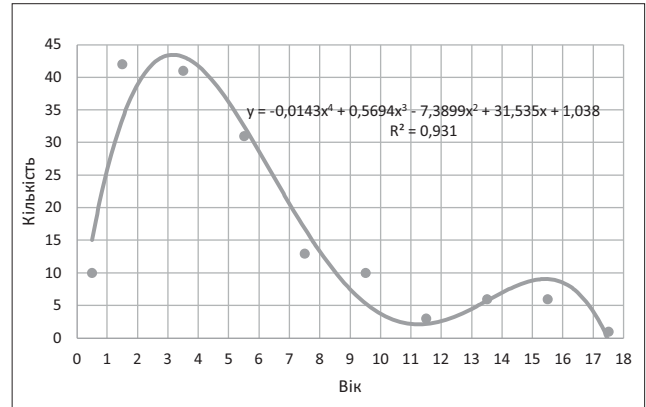
Таблиця 3

**Кількісний розподіл хлопчиків для математичного моделювання частоти патології вагінального відростка очеревини відповідно до віку**

Вік дитини, роки	до 1	1–2	3–4	5–6	7–8	9–10	11–12	13–14	15–16	17–18
Кількість спостережень	10	42	41	31	13	10	3	6	6	1



**Рис. 4.** Графік частоти патології вагінального відростка очеревини серед хлопчиків відповідно до віку



**Рис. 5.** Графік залежності частоти патології вагінального відростка очеревини від віку хлопчиків

Виявлено різке збільшення частоти патології вагінального відростка очеревини для віку дівчат від 0,5 до 3,79 року та повільне зростання для віку від 12,27 до 15,61 року. Також відмічено різке зменшення частоти патології вагінального відростка очеревини для віку дівчат від 3,79 до 12,27 року та повільне зменшення для віку від 15,61 до 17,5 року.

Подібним чином проаналізовано залежність частоти патології вагінального відростка очеревини в хлопчиків від віку дитини. У таблиці 3 наведено кількість прооперованих хлопчиків відповідно до віку на момент хірургічного лікування.

Для побудови математичної моделі вік хлопчиків обрано як середнє значення відповідного вікового діапазону, як зазначено вище (табл. 2).

За допомогою електронної таблиці Microsoft Excel побудовано графік залежності частоти патології вагінального відростка очеревини серед хлопчиків відповідно до віку (рис. 4).

У результаті застосування інструмента побудови лінії тренда отримано графічне відображення частоти патології вагінального відростка очеревини серед хлопчиків відповідно до віку та поліноміальне рівняння регресії 4-го ступеня (рис. 5):

$$y(x) = -0,0143x^4 + 0,5694x^3 - 7,3899x^2 + 31,535x + 1,038;$$

де:  $y(x)$  — кількість оперативних втручань;  
 $x$  — вік дитини.

Коефіцієнт детермінації  $R^2=0,931$  характеризує високий ступінь адекватності математичної моделі та результатів спостереження.

Графічна залежність частоти патології вагінального відростка очеревини серед хлопчиків відповідно до віку має три екстремальні точки. Для їх знаходження визначено першу похідну та прирівняно її до нуля.

$$\frac{dy(x)}{dx} = -0,0572x^3 + 1,7082x^2 - 14,7798x + 31,535 = 0.$$

Розв'язавши нелінійне рівняння, отримано такі результати:

$$x_{1\max}=3,17; x_{2\min}=11,24; x_{3\max}=15,45.$$

Графік функції має чотири характерні ділянки, де функція або зростає, або спадає. Визначено ступінь зростання (спадання) для середини кожної ділянки за допомогою значення першої похідної у відповідних точках:

- Перша ділянка  $[0,5 \div 3,17] \frac{dy(x)}{dx}_{x_1=1,84} = 9,77$  — функція зростає
- Друга ділянка  $[3,17 \div 11,24] \frac{dy(x)}{dx}_{x_2=7,21} = -7,67$  — функція спадає
- Третя ділянка  $[11,24 \div 15,45] \frac{dy(x)}{dx}_{x_3=13,35} = 2,57$  — функція зростає
- Четверта ділянка  $[15,45 \div 17,5] \frac{dy(x)}{dx}_{x_4=16,48} = -4,12$  — функція спадає.

Таблиця 4

Кількісний розподіл дітей для математичного моделювання частоти патології вагінального відростка очеревини відповідно до віку

Вік дитини, роки	до 1	1–2	3–4	5–6	7–8	9–10	11–12	13–14	15–16	17–18
Кількість спостережень	11	47	56	40	18	13	6	6	7	1

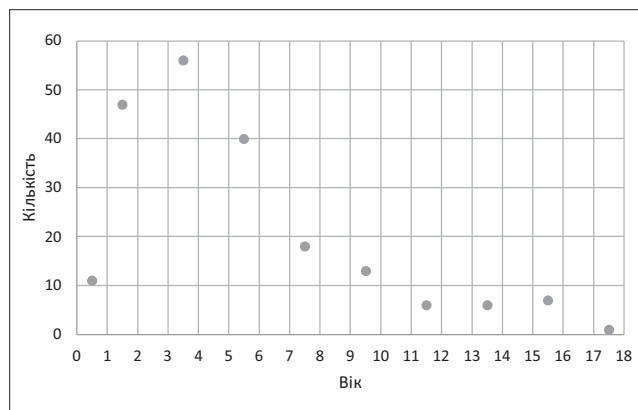


Рис. 6. Графік частоти патології вагінального відростка очеревини серед дітей відповідно до віку

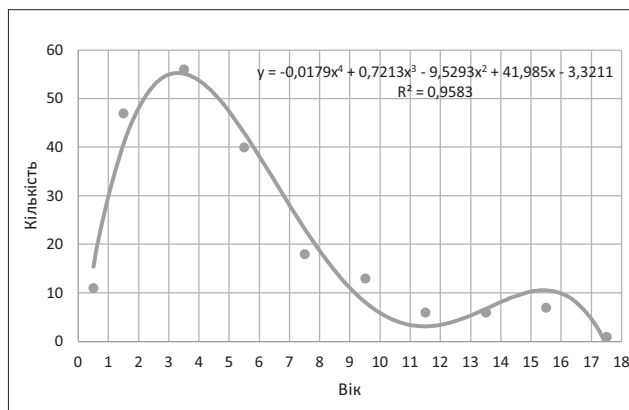


Рис. 7. Графік залежності частоти патології вагінального відростка очеревини від віку дітей

Виявлено різке збільшення частоти патології вагінального відростка очеревини для віку хлопчиків від 0,5 до 3,17 року та повільне зростання для віку від 11,24 до 15,45 року. Також встановлено різке зменшення частоти патології вагінального відростка очеревини для віку дитини від 3,17 до 11,24 року та повільне зменшення для віку від 15,45 до 17,5 року.

Наступним кроком математичного моделювання залежності частоти захворювань вагінального відростка очеревини відповідно до віку дітей обрано аналіз залежності частоти патології вагінального відростка очеревини у всій популяції дітей відповідно до віку, тобто без урахування статі дитини. У таблиці 4 наведено кількість прооперованих дітей відповідно до віку на момент хірургічного лікування.

Для побудови математичної моделі вік дитини обрано як середнє значення відповідного вікового діапазону, як зазначено вище (табл. 2).

За допомогою електронної таблиці Microsoft Excel побудовано графік залежності частоти патології вагінального відростка очеревини серед дітей відповідно до віку (рис. 6).

У результаті застосування інструмента побудови лінії тренда отримано графічне відображення частоти патології вагінального відростка очеревини серед дитячої популяції відповідно до віку та поліноміальне рівняння регресії 4-го ступеня (рис. 7):

$$y(x) = -0,0179x^4 + 0,7213x^3 - 9,5293x^2 + 41,985x - 3,3211;$$

де:  $y(x)$  — кількість оперативних втручань;  
 $x$  — вік дитини.

Коефіцієнт детермінації  $R^2=0,9583$  характеризує високий ступінь адекватності математичної моделі та результатів спостереження.

Графічна залежність частоти патології вагінального відростка очеревини серед дитячої популяції відповідно до віку має три екстремальні точки. Для їх знаходження визначено першу похідну та прирівняно її до нуля.

$$\frac{dy(x)}{dx} = -0,0716x^3 + 2,1639x^2 - 19,0586x + 41,985 = 0.$$

Розв'язавши нелінійне рівняння, отримано такі результати:

$$x_{1\max} = 3,31; x_{2\min} = 11,46; x_{3\max} = 15,45.$$

Графік функції має чотири характерні ділянки, де функція або зростає, або спадає. Визначено ступінь зростання (спадання) для середини кожної ділянки за допомогою значення першої похідної у відповідних точках:

➤ Перша ділянка  $[0,5 \div 3,31] \frac{dy(x)}{dx}_{x_1=1,9} = 13,094$  — функція зростає

➤ Друга ділянка  $[3,31 \div 11,46] \frac{dy(x)}{dx}_{x_3=13,46} = 2,89$  — функція спадає

➤ Третя ділянка  $[11,46 \div 15,45] \frac{dy(x)}{dx}_{x_3=13,46} = 2,89$  — функція зростає

➤ Четверта ділянка  $[15,45 \div 17,5] \frac{dy(x)}{dx}_{x_4=16,48} = -4,87$  — функція спадає.



Встановлено різке збільшення частоти патології вагінального відростка очеревини для віку дитини від 0,5 до 3,31 року та повільне зростання для віку від 11,46 до 15,45 року. Також виявлено різке зменшення частоти патології вагінального відростка очеревини для віку дитини від 3,31 до 11,46 року та повільне зменшення для віку від 15,45 до 17,5 року.

У результаті проведеного математичного моделювання частоти патології вагінального відростка очеревини виявлено характерні особливості як у дівчаток, так і в хлопчиків, аналогічні коливання відмічено і в загальній дитячій популяції, зокрема, стрімке зростання частоти патології вагінального відростка очеревини, а відповідно і їх хірургічної корекції, у дітей до 3–4-річного віку з подальшим зниженням частоти до 11–13-річного віку. Наступне незначне зростання частоти діагностування патології вагінального відростка очеревини та її хірургічного лікування виявлено до

15–16-річного віку з подальшим поступовим зниженням частоти до 18-річного віку.

### Висновки

Отже, спостерігається математично підтверджене перше стрімке зростання кількості дітей з патологією вагінального відростка очеревини у віці до 3–4 років, яке пояснюється вродженою етіологією захворювання. А відповідно це є найкращий період для «дебюту» захворювання, оскільки в цей період життя діти вертикалізуються, змінюється точка дії сили тяжіння на внутрішні органи, унаслідок цього зростає внутрішньо-черевний тиск, що і змушує рідину або органи зміщуватися через відкритий вагінальний відросток очеревини в напрямку мошонки. Друге зростання кількості діагностики патології вагінального відростка очеревини припадає на період вже «спеціалізованих» навантажень, що має клінічно такий самий прояв, але в старшому віці.

*Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.*

### REFERENCES/ЛІТЕРАТУРА

1. Adaletli I, Kurugoglu S, Kantarci F, Tireli GA, Yilmaz MH, Gulsen F et al. (2006). Testicular volume before and after hydrocelectomy in children. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 25 (9): 1131–1136. doi: 10.7863/jum.2006.25.9.1131.
2. Baibakov VM. (2017). Laparoscopic method of correction of bilateral inguinal hernia in children. *Hospital Surgery. Journal named by L.Ya. Kovalchuk*. 4: 118–122. [Байбаков ВМ. (2017). Лапароскопічна корекція двосторонніх пахвинних гриж у дітей. *Шпитальна хірургія Журнал імені Л.Я. Ковальчука*. 4: 118–122]. doi: 10.11603/2414-4533.2017.4.8333.
3. Barannik SI, Panikova ON, Barannik OL, Chabanenko GN, Chevzov VN. (2015). Restoration blood circulations testis after surgical treatments of hernias iniquinalis. *Urologiya journal*. 4 (75): 75–79. [Баранник СІ, Панікова ТМ, Баранник ТЛ, Чабаненко ГМ, Шевцов ВМ. (2015). Відновлення кровопостачання яєчка після хірургічного лікування пахвинних гриж. *Урологія*. 4 (75): 75–79].
4. Baybakov VM. (2013). Clinical and morphologic changes in lymphatic drainage channel as a link in impairment of testicular germ vaginal obliteration of the peritoneum in children. *Actual problems of the modern medicine: bulletin of Ukrainian medical stomatological academy*. 13; 4 (44): 72–77. [Байбаков ВМ. (2013). Клініко-морфологічні зміни лімфатичного русла як ланки дренажних систем яєчка при порушенні облітерації вагінального паростка очеревини у дітей. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник української медичної стоматологічної академії*. 13; 4 (44): 72–77].
5. Baybakov VM. (2013). The principles of morphological and functional organization of the lymphatic, arterial, venous system and spermaduct of human testicle, as it drainage systems. *World of medicine and biology*. 9 (2): 198–200. [Байбаков ВМ. (2013). Принципи морфо-функціональної організації лімфатичного, артеріального, венозного русла та сім'явиносних шляхів яєчка, як його дренажних систем. *Світ медицини та біології*. 9 (2): 198–200].
6. Baybakov VM. (2013). Improved surgical treatment technique for hydrocele in children. *Surgery of Ukraine*. 4: 97–101. [Байбаков ВМ. (2013). Удосконалення хірургічної тактики лікування водянки яєчка в дітей. *Хірургія України*. 4: 97–101].
7. Baybakov VM. (2017). Laparoscopic correction of uncomplicated inguinal hernia in children. *Actual Problems of the Modern Medicine: Bulletin of Ukrainian Medical Stomatological Academy*. 17; 2 (58): 79–82. [Байбаков ВМ. (2017). Спосіб лапароскопічної корекції неускладнених пахвинних гриж у дітей. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник української медичної стоматологічної академії*. 17; 2 (58): 79–82].
8. Baybakov VM. (2018). Anatomical and topographic peculiarities of testicle drainage systems. *Actual problems of the modern medicine: bulletin of Ukrainian medical stomatological academy*. 18; 1 (61): 156–161. [Байбаков ВМ. (2018). Анатомо-топографічні особливості дренажних систем яєчка. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник української медичної стоматологічної академії*. 18; 1 (61): 156–161].
9. Bhullar JS, Martin M, Dahman B. (2013). Direct inguinal hernia containing a prolapsed bladder in an infant. *Annals of Pediatric Surgery*. 9 (4): 157–158.
10. Bondarenko NA, Chekhonatskaya ML, Maslyakova GN, Vasilevich LK, Kolesnikova EA, Spirkina TV. (2013). Antenatal fetal testicular ontogenesis. *Bulletin of Medical Internet Conferences*. 3; 4: 818–823. [Бондаренко НА, Чехонацкая МЛ, Маслякова ГН, Василевич ЛК, Колесникова ЕА, Спиркина ТВ. (2013). Антенатальный онтогенез яичек плода. *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. 3; 4: 818–823].

11. Bowling K, Hart N, Cox P, Srinivas G. (2017). Management of paediatric hernia. *British Medical Journal*. 359; 6: j4484. doi: 10.1136/bmj.j4484.
12. Chen Y, Wang FR, Zhong HJ, Zhao JF, Li Y, Shi Z. (2017). A systematic review and meta-analysis concerning single-site laparoscopic percutaneous extraperitoneal closure for pediatric inguinal hernia and hydrocele. *Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques*. 31 (12): 4888–4901. doi: 10.1007/s00464-017-5491-3.
13. Chen Y–H, Wei C–H, Wang K–WK. (2018). Children with inguinal hernia repairs: age and gender characteristics. *Global pediatric health*. 5: 2333794X18816909. doi: 10.1177/2333794X18816909.
14. Емека СК. (2021). Inguinal hernia in female children: a single surgeon's experience. *Clinics in Surgery*. 6: 3198.
15. Faizulaev DA. (2013). Optymyzatsiya dyahnostyky, lecheniya y ot dalennye rezultaty ostrykh zabolevaniy yachka u detei [dissertation]. Dushanbe: Tadzh hos med un-t ym Abualy ybn Syno: 103. [Файзулаев ДА. (2013). Оптимизация диагностики, лечения и отдаленные результаты острых заболеваний яичка у детей [диссертация]. Душанбе: Тадж. гос. мед. ун-т им. Абуали ибн Сино: 103].
16. Fedus VP. (2019). Diagnostic criteria of testicles damage in boys with inguinal hernias and choice of surgical correction of pathology [dissertation]. Lviv: Danylo Halytsky Lviv National Medical University: 174. [Федусь ВП. (2019). Діагностичні критерії ураження яєчок у хлопчиків з пахвинними грижами та вибір способу хірургічної корекції патології [дисертація]. Львів: Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького: 174].
17. Gorbatyuk OM, Stechenko LA, Timchenko AS, Gorbatyuk DL, Iurgenko VP, Koval ED. (2000). Clinical and experimental estimation of a morpho-immunological condition of injured testicle. *Ukrainian Medical Journal*. 3 (17): 118–120. [Горбатюк ОМ, Стеченко ЛО, Тимченко АС, Горбатюк ДЛ, Юрженко ВП, Коваль ОД. (2000). Клініко-експериментальна оцінка морфоімунного стану травмованого яєчка. Український медичний часопис. 3 (17): 118–120].
18. Gorbatyuk OM. (2011). Glabrate testicles in newborns: epidemiology, clinic, diagnostics, medical tactic (literature review and own experience). *Neonatology, surgery and perinatal medicine*. 1 (2): 62–65. [Горбатюк ОМ. (2011). Неопущені яєчка у новонароджених: епідеміологія, клініка, діагностика, лікувальна тактика (огляд літератури і власні дані). Неонатологія, хірургія та перинатальна медицина. 1 (2): 62–65].
19. Gorbatyuk OM. (2021). Incarcerated inguinal hernia in newborns and infants. *Neonatology, surgery and perinatal medicine*. 11; 3 (41): 41–45. [Горбатюк ОМ. (2021). Защемлені пахові грижі у новонароджених і немовлят. Неонатологія, хірургія та перинатальна медицина. 11; 3 (41): 41–45]. doi: 10.24061/2413-4260.XI.3.41.2021.7.
20. Khmara TV, Khmara AB, Kuftiak VV. (2015). Clinical and anatomical aspects of testicle descent into the scrotum. *Clinical Anatomy and Operative Surgery*. 14 (2): 26–28. [Хмара ТВ, Хмара АБ, Куфтяк ВВ. (2015). Клініко-анатомічні аспекти опускання яєчок у калитку. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 14 (2): 26–28].
21. Khmara TV, Ryznychuk MA. (2018). Age-related and individual anatomical variation in testicular topography in human fetuses. *Russian Journal of Developmental Biology*. 49 (4): 234–239. doi: 10.1134/s1062360418040021.
22. Kvyatkovska TO, Frolov OA, Korolenko GS. (2007). The structural changes of coast of testis at hydrocele. *Morphologia*. 1 (1): 76–80. [Квятковська ТО, Фролов ОА, Короленко ГС. (2007). Структурні зміни оболонки яєчка при гідроцеле. Морфологія. 1 (1): 76–80].
23. Kvyatkovskaya TS, Frolov AA. (2011). Histomorphometric changes in rat testes after sclerotherapy and simulation surgery for hydrocele. *Bulletin of problems in biology and medicine*. 2 (2): 109–110. [Квятковська ТО, Фролов АО. (2011). Гістоморфометричні зміни сім'яників щурів після склеротерапії та моделювання операцій з приводу гідроцеле. Вісник проблем біології і медицини. 2 (2): 109–110].
24. Lee DY, Baik YH, Kwak BS, Oh MG, Choi WY. (2015). A purse-string suture at the level of internal inguinal ring, taking only the peritoneum leaving the distal sac: is it enough for inguinal hernia in pediatric patients? *Hernia*. 19 (4): 607–610. doi: 10.1007/s10029-015-1348-7.
25. Li S, Tang STW, Aubdoollah TH, Li SW, Li K, Tong QS et al. (2015). A modified approach for inguinal hernias in children: hybrid single-incision laparoscopic intraperitoneal ligation. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*. 25 (8): 689–693. doi: 10.1089/lap.2014.0474.
26. Pereyaslov AA, Dvorakevych AO. (2016). Complications of the surgical treatment in children with inguinal hernia with the applying of the open and mini-invasive methods. *Pediatric Surgery*. 3–4 (52–53): 34–37. [Переяслов АА, Дворакевич АО. (2016). Ускладнення хірургічного лікування пахвинних гриж у дітей із використанням відкритих і малоінвазивних методів. Хірургія дитячого віку. 3–4 (52–53): 34–37]. doi: 10.15574/PS.2016.52-53.34.
27. Pereyaslov AA, Dvorakevych AO. (2016). Inguinal hernia surgery choice in newborns: what is better? *Surgery of Ukraine*. 3: 61–66. [Переяслов АА, Дворакевич АО. (2016). Вибір методу хірургічного лікування пахвинних гриж у новонароджених: що краще? Хірургія України. 3: 61–66].
28. Politoff L, Hadziselimovic F, Herzog B, Jenni P. (1990). Does hydrocele affect later fertility? *Fertility and sterility*. 53 (4): 700–703.
29. Prytula VP, Rybalchenko IG. (2015). Diagnosis and treatment of inguinal-scrotal hernias in infants. *Pathologia*. 2 (34): 48–51. [Притула ВП, Рибальченко ІГ. (2015). Діагностика та лікування пахвинно-каліткових гриж у новонароджених дітей. Патологія. 2 (34): 48–51].
30. Rassam J, Healey AE, Wood SJ, Corbett HJ. (2018). A challenging abdomino-scrotal hydrocele-successful resolution with the help of interventional radiology guided sclerosis. *Journal of Surgical Case Reports*. (9): 1–3. doi: 10.1093/jscr/rjy232.
31. Rummyantseva GN, Yusupov AA, Avrasin AL, Medvedev AA. (2008). Diagnostics and surgery of vaginal appendix of peritoneum in children with the use of state-of-the-art technologies. *Pediatric Surgery*. (2): 19–22. [Румянцева ГН, Карташев В, Юсуфов А, Аврасин А, Медведєв А. (2008). Діагностика і оперативне лікування заболеваний влагалищного отростка брюшини у дітей з применением сoвременных технологий. Детская хирургия. (2): 19–22].
32. Salopenkova AB, Proshchenko YaN. (2015). Diagnostics of testicular ischemia in children. *Detskaya khirurgiya*. 19 (6): 46–50. [Салопенкова АБ, Прощенко ЯН. (2015). Діагностика ішемії яєчка у дітей. Детская хирургия. 19 (6): 46–50].
33. Shalaby RY, Fawy M, Soliman SM, Dorgham A. (2006). A new simplified technique for needlescopic inguinal herniorrhaphy

- in children. *Journal of Pediatric Surgery*. 41 (4): 863–867. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2005.12.042.
34. Skyba VV, Ivanko AV, Voytyuk NV, Lysytsia VV, Kosiuk MA, Korchemnyi IO. (2021). Postoperative condition of patients as a result of treatment of inguinal hernias by laparoscopic and open methods. *Paediatric Surgery. Ukraine*. 3 (72): 30–35. [Скиба ВВ, Іванько ОВ, Войтюк НВ, Лисиця ВВ, Косюк МА, Корчемний ІО. (2021). Післяопераційний стан пацієнтів у результаті лікування пахових гриж лапароскопічним та відкритим методами. *Хірургія дитячого віку*. 3 (72): 30–35]. doi: 10.15574/PS.2021.72.30.
  35. Stolyar AV, Akselrov MA, Razin MP, Minaev SV, Sh PR, Barova N, Agalakova T. (2023). Outcomes of pediatric inguinal hernia repair: the single-center cohort study. *Medical News of North Caucasus*. 18 (2): 144–147. doi: 10.14300/mnnc.2023.18031.
  36. Stravska MYa, Hantimurov AV, Stravskyy TYa, Sverstiuk AS, Halytska–Kharkhalis OYa. (2019). Dynamics of the functional activity changes in rats testicles under conditions of dosage spermatic cord stenosis. *Reports of Vinnytsia National Medical University*. 23 (3): 479–485. [Стравська МЯ, Гантімуров АВ, Стравський ТЯ, Сверстюк АС, Галицька–Хархаліс ОЯ. (2019). Динаміка змін функціональної активності сім'яників щурів за умов експериментального дозованого стенозу сім'яного канатика та після його усунення. *Вісник Вінницького національного медичного університету*. 23 (3): 479–485]. doi: 10.31393/reports-vnmedical-2019-23(3)-23.
  37. Tanyel FC. (2004). Obliteration of processus vaginalis: aberrations in the regulatory mechanism result in an inguinal hernia, hydrocele or undescended testis. *Turkish Journal of Pediatrics*. 46: 18–27.
  38. Topka EG, Baybakov VM. (2010). Experimental model of pathological process in testis at operative intervention and at cryptorchism at children. *World of Medicine and Biology*. 6 (4): 156–159. [Топка ЕГ, Байбаков ВМ. (2010). Експериментальна модель патологічного процесу в яечку при оперативних втручаннях при крипторхизмі у дітей. *Мир медицини и биологии*. 6 (4): 156–159].
  39. Topka EG, Baybakov VM. (2012). The methods of treating the vaginal process of the peritoneum at the surgical diseases of testis and funiculus in children. *Clinical anatomy and operative surgery*. 11 (1): 85–87. [Топка ЕГ, Байбаков ВМ. (2012). Метод обробки піхового відростка очеревини при хірургічних захворюваннях яечка та сім'яного канатика у дітей. *Клінічна анатомія та оперативна хірургія*. 11 (1): 85–87].
  40. Zendejas B, Zarroug AE, Erben YM, Holley CT, Farley DR. (2010). Impact of childhood inguinal hernia repair in adulthood: 50 years of follow-up. *Journal of the American College of Surgeons*. 211 (6): 762–768. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2010.08.011.
  41. Zhurilo IP, Maltsev VN, Haragezov AM, Scherbinin AV, Fomenko SA, Scherbinin AA. (2014). Giant abdominoscrotal hydrocele in child. *Pediatric Surgery*. 1–2: 79–81. [Журило ІП, Мальцев ВН, Харатегзов АМ, Щербинин АВ, Фоменко СА, Щербинин АА. (2014). Гигантское абдоминальномошоночное гидроцеле у ребенка. *Хірургія дитячого віку*. 1–2: 79–81].

#### Відомості про авторів:

**Гаврилюк Андрій Валерійович** — аспірант каф. дитячої хірургії Вінницького НМУ імені М.І. Пирогова. Адреса: м. Вінниця, вул. Пирогова, 56. <https://orcid.org/0000-0001-6253-1040>.

**Коноплицький Віктор Сергійович** — д.мед.н., проф., зав. каф. дитячої хірургії Вінницького НМУ імені М.І. Пирогова. Адреса: м. Вінниця, вул. Пирогова, 56. <https://orcid.org/0000-0001-9525-1547>.

Стаття надійшла до редакції 09.10.2023 р., прийнята до друку 12.12.2023 р.