

СОЦІАЛЬНА МЕДИЦИНА, ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

DOI: 10.31393/reports-vnmedical-2019-23(4)-22

УДК: 614:616-058:617.726-009.12-084

АНАЛІЗ ВИТРАТИ-ВИГОДА ПРОГРАМ ПОПЕРЕДЖЕННЯ СПАЗМУ АКОМОДАЦІЇ У ШКОЛЯРІВ

Старинець М.О., Очередько О.М.

Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова (вул. Пирогова, 56, м. Вінниця, Україна, 21018)

Відповідальний за листування:
e-mail: starinetsm@gmail.com

Статтю отримано 12 серпня 2019 р.; прийнято до друку 16 вересня 2019 р.

Анотація. Актуальність дослідження обумовлена поширеністю спазму акомодативної м'язової системи у школярів та невизначеністю щодо клініко-економічної ефективності програм профілактики. Метою дослідження була розробка нового підходу до аналізу витрати-вигода з оцінкою ефективності програм попередження спазму акомодативної м'язової системи у школярів. Запропонована методологія базується на економічній теорії морального ризику і включала аналітичну оптимізацію з виведенням моделі еквілібриуму. Дані організовані в динамічну вибірку школярів за панельним дизайном з поповненням за рахунок першокласників впродовж 2012-2015 років з подальшим спостереженням до 2017 р. обсягом 1115 учнів. З'ясовано, що з позицій витрати-вигода додаткові заходи розширеної програми профілактики, спрямовані перш за все на покращення комплаєнсу та вдосконалення менеджменту стандартної програми, дають чистий прибуток у 42,45% школярів (430 із 1013). Встановлено, що переваги розширеної програми збільшуються в термінах витрати-вигода порівняно з існуючою за: наявності у школяра тонзиліту, обтяжених спадковості, щоденній безперервній роботі за комп'ютером більше 2 год., наявності стресових ситуацій, потемнінням в очах в анамнезі. Для оцінки профілактичних ПП слід враховувати майбутні виграти, так як ще виразніше ця проблема стосується профілактики міопії. Це призведе до більшої привабливості розширеної програми попередження внаслідок її кращої клінічної ефективності (не показано в статті).

Ключові слова: витрати-вигода, профілактика, спазм акомодативної м'язової системи.

Вступ

Кількість дітей з міопією в Україні за останні 10 років зросла в 3 рази, а зі спазмом акомодативної м'язової системи (СА) - в 5 разів [1]. Якщо в 1996-1998 рр. серед аномалій рефракції більшість становила природжена патологія, то 10 років по тому збільшилася кількість дітей з набутими формами аметропії [2]. У зв'язку з цим є підстави вважати, що профілактичні заходи щодо попередження СА та наступної міопії у шкільному віці є економічно виправданими, ще й беручи до уваги організованість контингенту. Проте ми не знайшли науково-обґрунтованих оцінок ефективності, зокрема через відсутність аналітичної методології. Ми обґрунтували таку методологію, базуючись на концепції Р. Zweifel, F. Breyer [3], and P. Zweifel, W.G. Manning [4], і на її основі розробили новий економічний аналіз [5]. Теоретичним підґрунтям стала теорія морального ризику.

Матеріали та методи

Застосована динамічна вибірка школярів за панельним дизайном з поповненням за рахунок першокласників впродовж 2012-2015 років з подальшим спостереженням до 2017 р. обсягом 1115 учнів. Розширена програма профілактики (ПП) призначалась рандомізовано на момент включення у вибірку 594 учням. Зміни ризиків розвитку СА оцінювали за проміжками часу до виникнення СА за базовою, з фракцією нечутливих, та

фрейлті моделями.

Аналіз. Методологічна концепція є класичний економічний аналіз витрати-вигода (cost-benefit). Сучасний аналіз проте неспроможний в двох аспектах: відсутність можливості включати важливі коваріати, а також порівнювати види лікувань на їх оптимальних рівнях. Найближчими до запропонованої нами є модель Гроссмана (Grossman model) з властивими їй недоліками та незручностями, і більш поширена і зручна для практичного використання, проте не структурована структурно, модель фронт'єрного аналізу (frontier analyses). Позитивною рисою моделі Гроссмана є ідея еквілібриуму, як з'ясувалось з проблемами структурної ідентифікації, тоді як фронт'єрний аналіз статистично вивірений, проте не структурований економічною теорією. Ми розвинули ідею Р. Zweifel, F. Breyer [1], і перевели їх в площину тріади економічних аналізів витрати-ефективність, витрати-утиліти, і витрати-вигода. Ми є пропонентами економічних моделей, заснованих на еквілібриуму. Проте замість ринкового, як у моделі Гроссмана, ми сфокусувались на еквілібриуму пацієнтів, як доречнішого для цілей тріа-

$$\ln \left(- \frac{\partial \pi_i(V_i) \cdot C_i}{\partial V_i} \right) =$$

$\ln \{ \pi_i(V_i) \cdot \beta^{<1>} \cdot \exp[LP_{1i}] + \{1 - \pi_i(V_i)\} \cdot \beta^{<2>} \cdot \exp[LP_{2i}] \} + \ln(C_i) - \ln(\exp(LP_{2i}) - \exp(LP_{1i}))$
де LP1 і LP2 - лінійні предиктори в стані події (напр., при захворюванні) і за відсутності події (без захворювання), C-витрати пацієнта на участь у програмі лікування, V-обсяг програми лікування, $\beta^{<1>}$, $\beta^{<2>}$ регресійні коефіцієнти при змінній фінансового стану пацієнта за двох станів.

Рис. 1. Модель еквілібриуму витрати-вигода.

Таблиця 1. Програми профілактики порушення акомодатції з відповідними цінами у гривнях (₴) і євро (€).

Заходи ПП	₴	€
Консультація окуліста 1 раз/рік	200	6,67
Консультація невропатолога 1 раз/рік	200	6,67
*Консультація психолога 1 раз/рік	300	10
ЛФК 2 рази/рік	600*2=1200	40
Масаж 1 рази/рік	1000	33,33
Гімнастика для очей (постійно)		
Вітамінотерапія 1 раз/рік	220	7,33
Штучні слюзи (за показами)	100	3,33
*Додатковий річний візит до офтальмолога	100	3,33
Щоденне перебування на свіжому повітрі		
Всього, запропонована ПП	3320	110,67
Всього, стандартна ПП	2920	97,33

Примітка. * - додаткові заходи розширеної ПП.

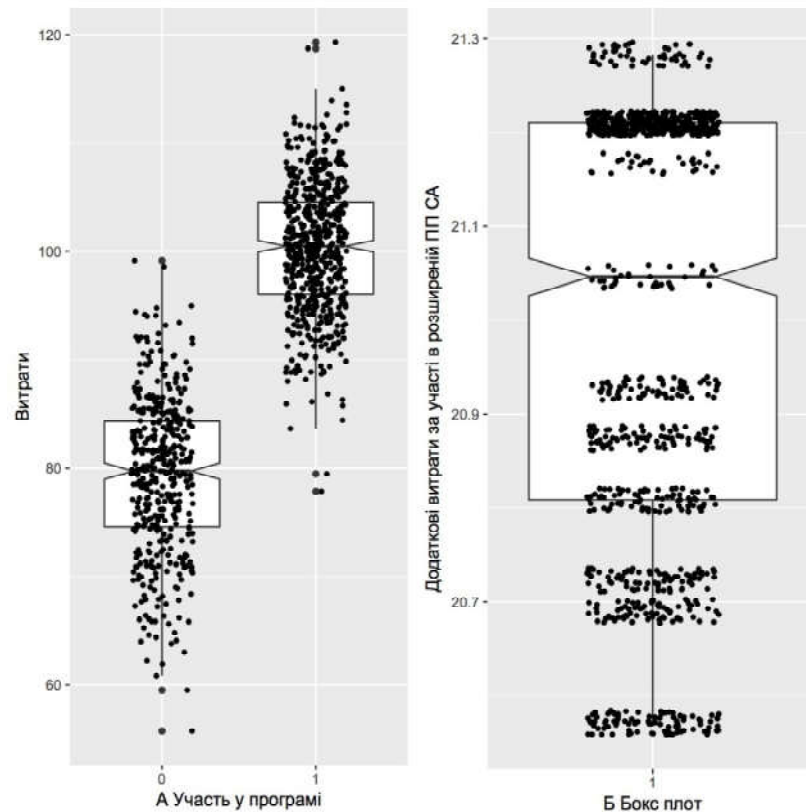


Рис. 2. Розподіли економічних змін (затрат та додаткових витрат).

Таблиця 2. Розподіл усереднених щорічних витрат на профілактику СА залежно від участі у розширеній ПП, €.

Участь	мінімум	1й кварт.	Медіана	Середнє	3й кварт.	максимум
-	55,77	74,59	79,74	79,26	84,34	99,14
+	77,89	96,07	100,50	100,40	104,50	119,30
Розподіл усереднених щорічних додаткових витрат у зв'язку з участю у розширеній ПП, €						
δV	20,57	20,81	21,05	20,99	21,21	21,28

ди. Загальний вигляд виведеної нами моделі еквілібриуму витрати-вигода представлений на рисунку 1.

Прямі витрати пов'язані безпосередньо з діями, направленими на профілактику порушення СА. Їх зручно розглянути відповідно до стандартної (існуючої протоколи) та рекомендованої нами (розширеної) ПП (табл. 1).

Індивідуалізовані прямі витрати отримані на основі оцінки реально здійснених щорічних заходів в динаміці на протязі спостереження. Для зіставлень у динаміці використовувався лише вимір витрат в євро одиницях.

Розподіли усереднених щорічних витрат (€) на профілактику СА в залежності від участі у розширеній ПП наведений в таблиці 2. Очевидна симетричність розподілів з суттєвим переважанням витрат за участі (інтерквартильні відстані розподілів не перекриваються). Ще очевидніше ці закономірності продемонстровані графічним аналізом з використання бокс-плоту (рис. 2). Така рівномірність розподілів пов'язана насамперед з агрегацією витрат за роками, а також певної варіації витрат на заходи, здійснені в ЛПЗ комунальної та приватної форм власності. Така варіація є важливою для компенсації відсутності інформації щодо інших економічних змінних, про що йтиметься далі. Привертає увагу невеликий інкремент витрат розширеної проти стандартної ПП, який становить всього 13,34€ і складає 12,05% вартості стандартної ПП. Реалізовані на практиці величини склали відповідно 21,14€ і 21,05%. Такі відмінності обумовлені інтенсивнішим використанням заходів профілактики СА за розширеною ПП, головним удосконаленням якої є підвищення комплаєнсу школярів і батьків, а також вдосконалення менеджменту ПП за рахунок кращого динамічного контролю виконання програми. Тому ці закономірності є колатеральним свідченням досягнення мети удосконалення ПП СА.

Результати. Обговорення

Інкрементні показники витрати-вигода (ICBR) отримуються за вищезгаданою формулою або масштабуванням ICER з фактором масштабу попереджених витрат, тобто 406,7€. Більші за 1 значення ICBR вказують на "прибутковість" розширеної ПП порівняно з традиційною, а саме, якщо ICBR = 1,1, це означає, що додатковий євро, вкладений в розширену ПП (тобто потрачений на вдосконалення менеджменту стандартної ПП), дає виграш в 10 центів. Тоді як менші за 1 значення ICBR вказують на економічну нераціональність, напр., ICBR = 0,7 означає, що додатковий євро, вкладений в розширену ПП, призводить до втрат 30 центів.

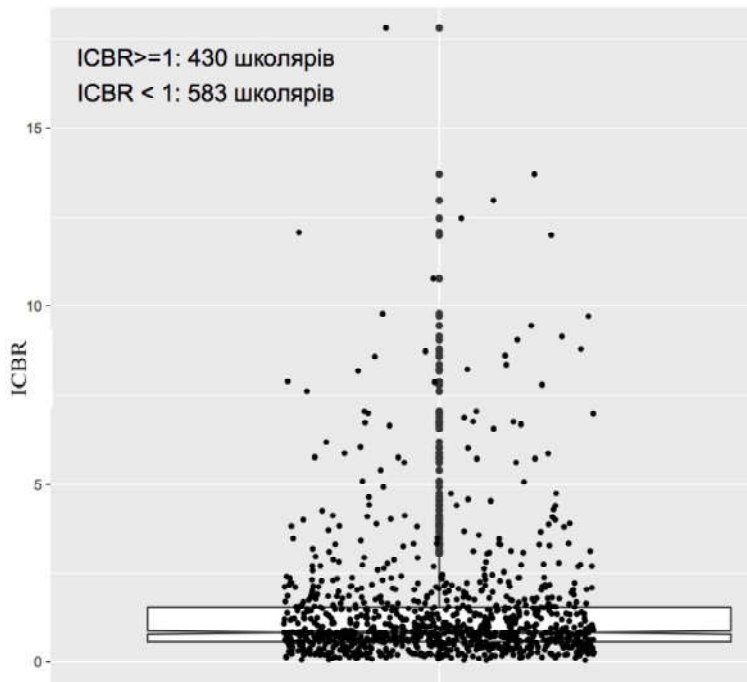


Рис. 3. Блок-плот розподілу оцінених індивідуальних значень ICBR ПП СА.

На рисунку 3 зображений розподіл оцінених індивідуальних значень ICBR у вигляді бокс-плоту. З'ясувалось, що з позицій витрати-вигода додаткові заходи розширеної ПП, спрямовані перш за все на покращення комплаєнсу та вдосконалення менеджменту стандартної ПП, дають чистий прибуток у 42,45% школярів (430

із 1013).

Ми проаналізували, які саме фактори обумовлюють значення $ICBR \geq 1$. Для цього ми ввели дихотомну змінну y_{bin} із значеннями 1 для школярів із $ICBR \geq 1$ і 0 у разі $ICBR < 1$. Ми здійснили логістичну регресію y_{bin} на фактори, які суттєво модифікували ICER з результатами, зведеними у таблиці 3.

Таким чином, вірогідність досягнення $ICBR \geq 1$ збільшується (за рангом важливості) при:

1. наявності тонзиліту
2. обтяженій спадковості
3. щоденній безперервній роботі за комп'ютером більше 2 год
4. наявності стресових ситуацій
5. проживанні сім'ї у гуртожитку або найманій квартирі
6. потемніннях в очах в анамнезі
7. довшій тривалості програми за класом на закінчення спостереження

Також можна зробити висновок, що вірогідність досягнення $ICBR < 1$ збільшується (за рангом важливості) при:

1. тривалості нічного сну менше 8 год.
2. відсутності щоденного активного відпочинку
3. синдромі сухого ока
4. у хлопчиків порівняно з дівчатками
5. наявності миготливого тіку в анамнезі
6. пізнішому призначенні ПП (клас на початок спос-

Таблиця 3. Оцінки фіксованих ефектів (β) логістичної моделі з залежною змінною 1| $ICBR \geq 1$, та 0| $ICBR < 1$ процедури glm() R.

Фактори	β	m	t	p
Константа	-0,153	0,623	0,25	0,805600
Стать	-1,840	0,261	7,04	1,91e-12***
клас на закінчення спостереження	0,887	0,186	4,76	1,95e-06***
обтяжена спадковість	4,157	0,566	7,35	2,01e-13***
миготливий тік в анамнезі	-1,773	0,482	3,67	0,000238***
часті головні болі	0,063	0,262	0,24	0,810693
потемніння в очах в анамнезі	1,227	0,387	3,17	0,001517**
синдром сухого ока	-2,958	0,710	4,17	3,09e-05***
наявність тонзиліту	4,651	0,449	10,36	<2e-16***
тривалість нічного сну менше 8 год	-6,324	0,520	12,17	<2e-16***
щоденна безперервна робота за комп'ютером більше 2 год	2,089	0,270	7,74	1,01e-14***
відсутність щоденного активного відпочинку	-4,445	0,336	13,23	<2e-16***
проживання сім'ї у гуртожитку або найманій квартирі	1,478	0,384	3,85	0,000117***
наявність стресових ситуацій	1,498	0,254	5,90	3,59e-09***
кількість дітей в сім'ї	0,037	0,205	0,18	0,858080
клас на початок спостереження	-0,973	0,228	4,26	2,03e-05***
тривалість спостереження*участь у ПП	-0,088	0,050	1,77	0,076913

Примітка. Кодування суттєвості (p): 0 *** 0.001 ** 0.01 *

Таблиця 4. Профілі груп школярів за значеннями ICBR, %.

Фактори/градації*	ICBR \geq 1	ICBR<1	ICBR 1
хлопчики	33,26	46,48	33,26
клас на закінчення спостереження 3	13,02	16,64	13,02
клас на закінчення спостереження 4	13,95	13,38	13,95
клас на закінчення спостереження 5	19,30	10,63	19,30
клас на закінчення спостереження 6	16,05	9,43	16,05
клас на закінчення спостереження 7	15,12	10,81	15,12
клас на закінчення спостереження 8	5,81	14,41	5,81
клас на закінчення спостереження 9	5,58	8,06	5,58
клас на закінчення спостереження 10	4,19	6,00	4,19
клас на закінчення спостереження 11	6,98	10,63	6,98
обтяжена спадковість (1)	16,28	3,43	16,28
миготливий тік в анамнезі (1)	5,35	5,32	5,35
часті головні болі (1)	31,40	26,42	31,40
потемніння в очах в анамнезі (1)	15,58	8,58	15,58
синдром сухого ока (1)	2,09	4,63	2,09
наявність тонзиліту (1)	24,88	4,46	24,88
тривалість нічного сну менше 8 год (1)	12,33	39,62	12,33
щоденна безперервна робота за комп'ютером понад 2 год (1)	36,98	21,10	36,98
відсутність щоденного активного відпочинку (1)	40,47	83,70	40,47
проживання сім'ї у гуртожитку/найманій квартирі (1)	9,77	6,00	9,77
наявність стресових ситуацій (1)	44,88	28,13	44,88
клас на початок спостереження 1	46,28	40,65	46,28
клас на початок спостереження 2	16,05	9,43	16,05
клас на початок спостереження 3	15,12	10,81	15,12
клас на початок спостереження 4	5,81	14,41	5,81
клас на початок спостереження 5	5,58	8,06	5,58
клас на початок спостереження 6	4,19	6,00	4,19
клас на початок спостереження 7	6,98	10,63	6,98
тривалість*участь0-2	43,72	39,62	43,72
тривалість*участь3	7,44	8,75	7,44
тривалість*участь4	6,98	8,58	6,98
тривалість*участь5	41,86	43,05	41,86

Примітка. *(1) вказує на присутність фактору (код градації =1).

тереження)

7. пізнішому призначенні саме розширеної ПП (тривалість спостереження*участь у розширеній ПП)

Для практичності і наочності ми показуємо спостережений склад школярів із ICBR \geq 1, та ICBR<1 за суттєвими модифікаторами в таблиці 4.

Темним фоном виділені суттєві відмінності складу факторів з багатьма градаціями

Також наведений "граничний" склад, де спостережені індивідуальні значення ICBR \approx 1. Звичайно, для накопичення школярів з високими ICBR ми можемо

використовувати лише (оптимальні) для цього градації, наприклад, пропонувати розширену ПП лише дівчаткам. Хоч звичайно на практиці це неможливо. Проте можливо призначати програму не пізніше другого класу, і важливо не закінчувати її в період навчання. Саме на такі градації факторів звернена увага у таблиці виділенням фоном.

Наприкінці зазначимо, що аналіз витрати-ефективності є більш доцільним для аналізу ефективності профілактичних програм у дітей та їх удосконалень порівняно з аналізом витрати-вигода. Це очевидно при-

наймні з двох причин. По-перше, ніякої додаткової інформації індивідуального рівня, яка відозмінює інкремент показника, показник ICBR не містить. Індивідуальні значення інкременту повністю переходять з ICER. По-друге, ICBR є чутливим до варіації джерел витрат та цін. Якщо взяти майже 200% річний темп росту цін на медичні препарати та послуги, що спостерігалось в середньому за роки 1013-1017, то розширена ПП СА набуває привабливості позитивного прибутку у більш ніж 94% школярів уже в наступні 2 роки. Крім того, для оцінки профілактичних ПП слід враховувати майбутні виграші, так як ще виразніше ця проблема стосується профілактики міопії.

Висновки та перспективи подальших розробок

1. Відсутність побудованої на економічній теорії аналітичної методології утруднює оцінку економічної ефективності програм профілактики. Ми обґрунтували таку методологію, базуючись на концепції Звейфеля П., Брейєра Ф. На її основі розробили нову балансову модель економічного аналізу, який долає методологічні вади

класичної тріади витрати-ефективність, витрати-утиліти, і витрати-вигода, а саме неможливість врахування як оптимального обсягу порівнюваних програм, так і впливу важливих коваріат.

2. Використання моделі до аналізу витрати-вигода програм попередження спазму акомодатії у школярів дозволило з'ясувати, що з позицій витрати-вигода додаткові заходи розширеної програми профілактики, спрямовані перш за все на покращення комплаєнсу та вдосконалення менеджменту стандартної програми, дають чистий прибуток у 42,45% школярів (430 із 1013).

3. Встановлено, що переваги розширеної програми збільшуються в термінах витрати-вигода порівняно з існуючою за: наявності у школяра тонзиліту, обтяженій спадковості, щоденній безперервній роботі за комп'ютером більше 2 год, наявності стресових ситуацій, затемнення в очах в анамнезі.

Для оцінки профілактичних ПП слід враховувати майбутні виграші, так як ще виразніше ця проблема стосується профілактики міопії. Це призведе до більшої привабливості розширеної ПП внаслідок її кращої клінічної ефективності (не показано в статті).

Список посилань

1. Бойчук, Д. Є. (2013). *Фактори ризику розвитку міопії на сучасному етапі*, Матеріали міжнародної конференції молодих учених та фахівців (с. 191-192). Суми.
2. Бойкова, О. Й., Кучарська, Т. Г., & Качуріна, С. М. (2010). Актуальні питання органа зору у дітей. *Практика і досвід*, 2, 38-41.
3. Zweifel, P., & Breyer F. (1997). *Health Economics*. New York: Oxford University Press.
4. Zweifel, P., & Manning, W. G. (2000). *Moral Hazard and Consumer Incentives in Health Care*. In: Culyer J., Newhouse J. *Handbook of health economics*. Amsterdam: Elsevier science. V.1.A.
5. Starynets, M. O., & Ocheredko O. M. (2018). Evaluation on changes in risk of spasm of accommodation in pupils due to implementation of prevention program. *Wiadomosci lekarskie*, 71, 3(2), 628-634. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29783237>.

suchasnomu etapi [Risk factors of myopia development in children at present], Materialy mizhnarodnoi konferentsii molodykh uchenykh ta fakhivtsiv [Materials of international conference of students and young scientists] (s. 191-192). Sumy.

2. Boikova, O. Y., Kucharska, T. H., & Kachurina, S. M. (2010). Aktualni pytannia orhana zoru u ditei [Actual problems of pathology of ocular organ in children]. *Praktyka i dosvid - Practice and experience*, 2, 38-41.
3. Zweifel, P., & Breyer F. (1997). *Health Economics*. New York: Oxford University Press.
4. Zweifel, P., & Manning, W. G. (2000). *Moral Hazard and Consumer Incentives in Health Care*. In: Culyer J., Newhouse J. *Handbook of health economics*. Amsterdam: Elsevier science. V.1.A.
5. Starynets, M. O., & Ocheredko O. M. (2018). Evaluation on changes in risk of spasm of accommodation in pupils due to implementation of prevention program. *Wiadomosci lekarskie*, 71, 3(2), 628-634. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29783237>.

References

1. Boichuk, D. Ye. (2013). *Faktory ryzyku rozvytku miopii na*

АНАЛІЗ ЗАТРАТЫ-ВЫГОДА ПРОГРАММ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СПАЗМА АККОМОДАЦИИ У ШКОЛЬНИКОВ

Старинець М.А., Очередько А.Н.

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена распространенностью спазма аккомодации у школьников и неопределенностью относительно клинко-экономической эффективности программ профилактики. Целью исследования была разработка нового подхода к анализу затраты-выгода оценки эффективности программ предупреждения спазма аккомодации у школьников. Предложенная методология базируется на экономической теории морального риска и включала аналитическую оптимизацию с выводом модели эквilibриума. Данные организованы в динамическую выборку школьников с панельным дизайном с пополнением за счет первоклассников в течение 2012-2015 годов с последующим наблюдением до 2017 объемом 1115 учеников. Установлено, что с позиций затраты-выгода дополнительные меры расширенной программы профилактики, направленные прежде всего на улучшение комплаєнса и совершенствования менеджмента стандартной программы, обеспечивают чистую прибыль в 42,45% школьников (430 из 1013). Установлено, что преимущества расширенной программы увеличиваются в терминах затраты-выгода по сравнению с существующей по: наличию у школьника тонзиллита, отягощенной наследственности, ежедневной непрерывной работе за компьютером более 2 часов, наличии стрессовых ситуаций, затемнения в глазах в анамнезе. Для оценки профилактических программ следует учитывать будущие выигрыши, так как еще отчетливее эта проблема касается профилактики миопии. Это приведет к большей привлекательности расширенной программы предупреждения вследствие лучшей клинической эффективности (не показано в статье).

Ключевые слова: *затрати-вигода, профілактика, спазм акомодации.*

COST-BENEFIT ANALYSIS OF ACCOMMODATION SPASM PREVENTION PROGRAMS FOR SCHOOLCHILDREN

Starinets M.O., Ocheredko O.M.

Annotation. *The relevance of the study is due to the prevalence of accommodation spasm in schoolchildren and the uncertainty regarding the clinical and economic effectiveness of prevention programs. The aim of the study was to develop a new approach to cost-benefit analysis to evaluate the effectiveness of programs for the prevention of spasm accommodation in schoolchildren. The proposed methodology is based on the economic theory of moral hazard and included analytical optimization with the derivation of the equilibrium model. The data are organized into a dynamic sample of schoolchildren with a panel design with replenishment with first-graders during 2012-2015, followed by observation until 2017 with sample size of 1115. It has been established that from a cost-benefit perspective, additional measures of an expanded prevention program, aimed primarily at improving compliance and improving the management of a standard program, provide a net profit in 42.45% of students (430 out of 1013). It has been established that the benefits of an expanded program increase in terms of cost-benefit compared to the existing one: in the schoolchildren with tonsillitis, burdened heredity, daily continuous computer work for more than 2 hours, the presence of stressful situations, a history of eclipses in the eyes. To evaluate preventive programs, future gains should be considered, since this problem is even more clearly related to the prevention of myopia. This will lead to greater efficiency of the expanded program due to better clinical efficacy (not shown in the article).*

Keywords: *cost-benefit, prevention, spasm of accommodation.*
