

Є.В. Костюченко^{1,2}, Е.С. Єгорова¹

Генетичне тестування на мутації генів спадкового раку та скринінг раку грудної залози: оцінка економічної ефективності

¹Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна²Державне некомерційне підприємство «Національний інститут раку», Київ, Україна

Одержано 17.07.2023

Прийнято до друку 4.08.2023

DOI: 10.32471/clinicaloncology.2663-466X.50-2.30676

Резюме. Панельне генетичне тестування на мутації генів спадкового раку методом ДНК-секвенування (NGS) на даний час не входить у жодну з програм скринінгу. Однак цей метод діагностики має великі перспективи як додатковий метод скринінгу, адже підвищення його вартості може бути нижчим за зменшення розмірів витрат на лікування та втрат економіки держави. У статті оцінено вартість стандартних програм скринінгу раку грудної залози впродовж життя жінки в Україні порівняно з іншими країнами. Показано, що вартість генетичного тестування є зрівняною з ними: додавання генетичного скринінгу може підвищити його вартість за нашими оцінками на 25–100%. Вартість генетичного тестування, яке виконується один раз на все життя, є зрівняною з вартістю усіх (10–14+) маммографій, які виконуються впродовж життя жінки. Подальші дослідження цього питання, створення пілотних проєктів, влаштування опортуністичного генетичного скринінгу для жінок із обтяженим онкологічним персональним або сімейним анамнезом, оцінка вартості профілактичних хірургічних втручань порівняно з комплексним лікуванням раку, усе це дасть відповідь щодо ролі генетичного тестування в майбутньому.

Ключові слова: спадковий рак грудної залози; хірургічне лікування спадкового раку грудної залози; генетичне тестування; скринінг раку грудної залози; економічна ефективність; BRCA1/2.

ВСТУП

Рак грудної залози (РГЗ) є найбільш поширеним злоякісним новоутворенням серед жінок в Україні та світі. Близько 1,6 млн нових випадків цього захворювання діагностують щороку, захворюваність дедалі зростає. Звичайно, мета науковців і клініцистів — пошук можливостей зниження захворюваності та покращення методів лікування. Обсяг лікування в першу чергу залежить від стадії захворювання та типу пухлини, інші фактори мають другорядну роль. І якщо на тип пухлини вплинути ми не можемо, стадія захворювання залежить від якості проведеної діагностики, ефективності програм скринінгу, що може бути покращено. Раннє виявлення захворювання дозволяє виконувати менші обсяги хірургічного лікування (органозберігаючі операції), дає шанс уникнути хіміотерапії тощо. Таким чином, обсяг майбутнього хірургічного лікування визначається ще на етапі скринінгу, наскільки рано виявлена пухлина, наскільки часно та якісно проведена діагностика.

Для раннього діагностування захворювання існують загально-популяційні стратегії та персоналізовані тактики щодо осіб групи високого ризику. До останніх перш за все належать люди — носії мутацій генів спадкового раку. Генетичний фактор має найбільше значення, оскільки він не підлягає модифікації (за винятком сучасних можливостей преімплантаційної генетичної діагностики при плануванні вагітності та *in vitro* фертилізації) та дає найвищі ризики виникнення раку у відносно ранньому віці (порівняно зі спорадичним раком). Інші фактори можуть додатково підвищувати ризик виникнення раку у носіїв спадкових генних мутацій. Тому робота з пацієнтами, які мають високий генетичний ризик виникнення раку, має стратегічне значення та є однією з ключових для сучасних досліджень у сфері онкології [1–2].

Синдром спадкового РГЗ та яєчника (НВОС), що найчастіше спричинений мутацією в гені *BRCA1* або *BRCA2*, становить близько 5–10% усіх випадків РГЗ [1–3]. Цей синдром є найбільш поширеним серед усіх інших синдромів спадкових злоякісних новоутворень, з яких синдроми Li-

Fraumeni (LFS), Cowden (CS), Peutz-Jeghers (PJS), синдром спадкового дифузного раку шлунка (HDGC) (належать до групи високого ризику розвитку РГЗ) та інші, які, зокрема, також підвищують або можуть підвищувати ризик РГЗ (табл. 1) [4–5]. Патогенні мутації генів *BRCA1/2* підвищують ризик РГЗ впродовж життя до 82%, а ризик раку яєчника — до 54% у носіїв мутації *BRCA1* та до 23% у носіїв мутації *BRCA2*. Мутації інших генів відмічають рідше, однак також значно підвищують ризик виникнення РГЗ та мають важливе клінічне значення [6].

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження є запроваджені програми скринінгу РГЗ та панельне генетичне тестування на мутації генів спадкового раку. Сучасний скринінг РГЗ не передбачає генетичного тестування на мутації генів спадкового раку. Однак це питання може бути переглянуте в майбутньому з урахуванням економічної виправданості та користі від та-

Таблиця 1. Поширеність мутацій генів високого та помірного ризику спадкового РГЗ серед пацієнтів з цієї патологією [5]

№	Ген (синдром)	Поширеність серед хворих на РГЗ (%)
Група високого ризику РГЗ		
1, 2	BRCA1 та BRCA2 (НВОС)	1:40 (2,5)
	BRCA1	1:99 (1)
	BRCA2	1:67 (1,5)
3	TP53 (LFS)	1:7243 (0,014)
4	PTEN (PJS)	1:3'622 (0,028)
5	STK11 (CS)	1:8'450 (0,012)
6	CDH1 (HDGC)	1:4'610 (0,022)
7	PALB2	1:185 (0,54)
Група помірного ризику РГЗ		
8	CHEK2	1:72 (1,39)
	c.1100delC	1:93 (1,08)
	інші	1:325 (0,31)
9	ATM	1:173 (0,58)
10	NBN	1:563 (0,18)
11	BARD1	1:818 (0,12)
12	BRIP1	1:590 (0,17)
	Усього	1:18 5,56

кого обстеження, тим більше що вартість генетичного тестування з 2013 р. суттєво знижувалася в усьому світі (табл. 2). Нами оцінено вартість основних методів скринінгу РГЗ (мамографія, ультразвукова діагностика (УЗД) грудних залоз, магнітно-резонансна томографія (МРТ) грудних залоз з контрастом) з урахуванням віку початку скринінгу та кратності обстежень впродовж життя жінки за цінами 12 клінік Києва станом на червень 2023 р., а також вартість панельного генетичного тестування методом ДНК-секвенування (NGS) за цінами 3 лабораторій Києва станом на цей же час. Враховуючи тенденції до реформування системи охорони здоров'я в Україні, до уваги та порівняння брали варіанти програм скринінгу і ряду інших країн. Визначено найнижчі і середні ціни, а також моду і медіану. Розрахунки проводилися в програмі Microsoft Excel стандартним статистичним пакетом. Матеріали статті є частиною дослідження «Хірургічне лікування хворих на спадковий рак грудної залози» та рекомендовані Комісією з питань біоетичної експертизи та етики наукових досліджень при Національному медичному університеті імені О.О. Богомольця до публікації у фахових виданнях (протокол № 173 від 19.06.2023 р.).

Як показано на табл. 2, за будь-якої програми скринінгу РГЗ кількість виявлених випадків захворювання є нижчою порівняно з кількістю виявлених носіїв патогенних мутацій помірного та високого ризику РГЗ при генетичному скринінгу. Зрозуміло, ще більш суттєвою буде різниця при проведенні генетичного скринінгу у хворих із обтяженим сімейним анамнезом. Варто зазначити, що генетичне тестування проводиться один раз на життя, а його результати є корисними не лише для самого пацієнта, а й для його родичів. У той же час програми скринінгу проводяться переважно щорічно або 1 раз на 2–3 роки.

Так, виявлення генетичної мутації не означає встановлення діагнозу раку, не скасовує необхідність мамографії або інших видів обстеження грудних залоз. Однак це дозволяє виявити пацієнтів, які мають значні ризики захворювання на потенційно більш агресивні форми раку, у більш молодому віці, і сучасні профілактичні заходи та ретельний нагляд дадуть змогу попередити виникнення або виявити на ранніх стадіях захворювання у цих пацієнтів. Таким чином, генетичний скринінг може допомогти врятувати більше життів працездатного віку, а також знизити вартість лікування за рахунок раннього виявлення захворювання. Усе це дає можливість припустити економічну доцільність та ефективність впровадження генетичної діагностики додатково до стандартного скринінгу.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Нами проведено порівняльну оцінку вартості генетичного тестування та різних програм скринінгу в Україні з метою визначення економічної доцільності та перспектив генетичного тестування.

Вартість генетичного тестування методом NGS в Києві відрізняється в різних лабораторіях та залежить від панелі (кількості та складу генів). Так, станом на червень 2023 р. вартість на панель 31–37 генів становила в середньому $13\,900 \pm 1000$ грн, вартість на панель з 2–4 генів — в середньо-

му $11\,150 \pm 495$ грн. Середня вартість усіх варіантів панелей становила $12\,800 \pm 1682$ грн (табл. 3).

Оскільки генетичне тестування в Україні доступне лише у приватних лабораторіях, для об'єктивного зіставлення його вартості з іншими діагностичними методами для скринінгу РГЗ та отримання достовірних відносних показників нами оцінено вартість цих обстежень також лише у приватних клініках Києва. Вартість мамографії обох грудних залоз у двох проєкціях станом на червень 2023 р. становила в середньому $1083,43 \pm 180,30$ грн (до уваги брали найнижчі ціни із врахуванням акційних пропозицій серед 7 мереж клінік). Середня вартість УЗД грудних залоз становила $688,09 \pm 223,70$ грн (до уваги брали найнижчі (неекспертні) ціни серед 11 мереж клінік). Середня вартість МРТ грудних залоз з контрастом становила $6262,50 \pm 1008,51$ грн (до уваги брали найнижчі ціни із врахуванням акційних пропозицій серед 4 мереж клінік) (табл. 4, 5).

Сучасні програми скринінгу РГЗ відрізняються в різних країнах, а рекомендації можуть відрізнятися навіть у межах однієї країни серед різних онкологічних асоціацій та товариств. Як відомо, основною причиною відмінностей є різні рівні системи фінансування, економічної ефективності, оцінка користі і шкоди (від гіпердіагностики) скринінгу. Беззаперечна користь скринінгу РГЗ полягає у зниженні рівня смертності від РГЗ на 15–30% завдяки виявленню захворювання на ранньому етапі, а також зниження вартості лікування. Більшість країн Європи (Люксембург, Швейцарія, Норвегія, Нідерланди, Німеччина, Данія, Бельгія, Франція, Фінляндія, Італія, Іспанія), а також Австралія починають скринінг РГЗ з віку 50 років та продовжують його кожні 2 роки до віку 70–75 років. У Великій Британії також починають скринінг у віці 50 років, однак його проводять кожні 3 роки. У Канаді починають скринінг також з 50-річного віку, інтервал між обстеженнями може становити 2 або 3 роки. В Австрії, Новій Зеландії починають скринінг у віці 45 років та проводять його кожні 2 роки, у Японії та Ісландії — з віку 40 років також кожні 2 роки. У Швеції також починають скринінг з віку 40 років, однак до віку 54 роки скринінг рекомендується кожні 18 міс. У США American Cancer Society рекомендують починати скринінг з віку 40–44 роки за бажанням жінки, а з 45 років — обов'язково щорічно до віку 54 роки. З 55 років жінка за бажанням може продовжувати скринінг щорічно або надалі проводити його кожні 2 роки до тих пір, поки вона має хороше здоров'я, а очікувана тривалість життя становить щонайменше 10 років. Інше американське товариство American College of Radiology рекомендує усім жінкам проходити скринінг щорічно з віку 40 років [7].

Таким чином, найкоротша програма скринінгу передбачає від 7 мамографій впродовж життя жінки (у Великій Британії) до найдовшої в США (за рекомендаціями American College of Radiology) — близько 35. Середнє значення кількості мамографій впродовж життя однієї жінки, що рекомендовано відповідно до програм серед переліченої вище 21 країни, становить $12,71 \pm 5,78$. Мода і медіана включають 10 досліджень. Уніфікований клінічний протокол, затверджений наказом Міністерства охорони здоров'я України

Таблиця 2. Скринінг РГЗ (за American Cancer Society) vs скринінг на спадкову схильність до РГЗ

Скринінг РГЗ (за даними American Cancer Society)			Скринінг на спадкову схильність до РГЗ (за даними табл. 1)	
Якщо 1000 жінок пройдуть такі обстеження грудних залоз:	Кількість жінок, які потребуватимуть дообстеження	Кількість жінок, у яких буде виявлено РГЗ	Загалом хворих на РГЗ (при будь-якому варіанті скринінгу)	Якщо 1000 жінок пройдуть панельне генетичне тестування на 12 генів спадкового РГЗ, число жінок, у яких буде виявлено мутації помірного та високого ризику РГЗ:
2D-мамографія	100	2–7	2–17	18–19
2D-мамографія + 3D-мамографія (томосинтез)	70	3–9	(0,2–1,7%)	(1,88%)
2D-мамографія + УЗД	170–230	4–11		
2D-мамографія + МРТ з контрастом	160–220	12–17		

Таблиця 3. Вартість панельного генетичного тестування методом NGS у трьох українських лабораторіях станом на червень 2023 р.

№ лабораторії	Кількість досліджуваних генів у панелі	Вартість дослідження, грн
1	32	12 900
	31	14 900
	2	11 500
2	4	10 800
	37	13 900
3	2	17 500

(тимчасово не виконується)

Таблиця 4. Вартість мамографії, УЗД та МРТ грудних залоз з контрастом у 12 українських клініках станом на червень 2023 р.

№ клініки	Вартість мамографії обох грудних залоз у двох проєкціях, грн	Вартість УЗД грудних залоз, грн	Вартість МРТ грудних залоз з контрастом, грн
1	1130	700	6020
2	900	620	-
3	1365/1500	820	-
	з томосинтезом		
4	1280	600	-
5	-	600	-
6	990	590	5070
7	-	650	-
8	929	569	-
9	-	550	-
10	-	550	-
11	-	-	7500
12	1650	1320	6800
	(акція -40%, до сплати 990)		(акція -5%, до сплати 6460)

Таблиця 5. Найнижча та середня вартість генетичного тестування, мамографії, УЗД та МРТ грудних залоз з контрастом у 12 українських клініках станом на червень 2023 р.

Назва обстеження	Найнижча ціна, грн	Середня ціна, грн
Генетичне тестування методом NGS на спадкові мутації раку (широка панель)	12 900	13 900±1000
Генетичне тестування методом NGS на спадкові мутації раку (вузька панель)	10 800	11 150±495
Мамографія обох грудних залоз у двох проєкціях	900	1083,43±180,30
УЗД грудних залоз	550	688,09±223,70
МРТ грудних залоз з контрастом	5070	6262,50±1008,51

від 30.06.2015 р. № 396 «Рак молочної залози», передбачає направлення жінок на скринінг-мамографію кожні 2 роки у віці 50–69 років. Тобто український протокол передбачає також близько 10 мамографій впродовж життя кожної жінки. Середня вартість 10 мамографій в Україні відповідно до вказаних вище підрахунків становить 10 834,3 грн, що відповідає найнижчій вартості генетичного тестування методом NGS на вузьку панель генів (10 800 грн). Однак враховуючи той факт, що в Україні дозволено застосування міжнародних протоколів та рекомендацій, українські жінки можуть починати скринінг раніше та обстежуватися щорічно. Якщо

Таблиця 6. Порівняльна характеристика вартості генетичного тестування та вартості скринінгових програм: кількість скринінгових обстежень, які можна було б пройти за вартість генетичного тестування

Дослідження	Генетичне тестування методом NGS на спадкові мутації раку			
	Широка панель		Вузька панель	
	Найнижча ціна	Середня ціна	Найнижча ціна	Середня ціна
Мамографія обох грудних залоз у двох проєкціях	14,33	12,84	12	10,29
УЗД грудних залоз	23,46	20,2	19,64	16,2
МРТ грудних залоз з контрастом	2,54	2,22	2,13	1,78
Мамографія + УЗД грудних залоз	8,9	7,85	7,45	6,29
Мамографія + МРТ грудних залоз з контрастом	2,16	1,89	1,81	1,52
УЗД + МРТ грудних залоз з контрастом	2,3	2	1,92	1,6
Мамографія + УЗД + МРТ грудних залоз з контрастом	1,98	1,73	1,66	1,39

взяти до уваги очікувану тривалість життя жінок в Україні 78,3 (76,5–80,1) років на 2019 р. [8], то можна припустити, що за життя кожна жінка може мати до 14–38 мамографій (при обстеженні 1 раз на 1–2 роки, починаючи з віку 40–50 років). Середня вартість такого скринінгу вже становитиме від 15 168,02 до 41 170,34 грн.

Отже, вартість генетичного тестування, яке виконується один раз на все життя, є зрівноваженою з вартістю усіх (10–14+) мамографій, які виконуються впродовж життя жінки. Додавання генетичного скринінгу може підвищити його вартість за нашими оцінками на 25–100%. Однак слід зазначити ряд факторів щодо генетичного тестування:

1) панельне генетичне тестування виконується щодо цілого ряду локалізацій, а не лише щодо ризику РГЗ;

2) ми врахували лише вартість мамографічного скринінгу, однак для деяких категорій пацієнтів необхідним буде поєднання обстеження з іншими методами. Наприклад, для пацієнтів з високою мамографічною щільністю необхідним буде дообстеження методом УЗД або навіть дороговартісним МРТ грудних залоз (вартість якого становить майже половину вартості панельного генетичного тестування методом NGS). Таким чином, середня позитивна вартість стандартного скринінгу може бути суттєво вищою за вартість генетичного тестування. При поєднанні мамографії та УЗД грудних залоз вартість генетичного тестування вже буде нижчою за позитивну вартість такої програми скринінгу: лише 8 з необхідних мінімум 10 обстежень зможе покрити вартість генетичного тестування. А при додаванні МРТ до мамографії вартість генетичного тестування взагалі зможе покрити лише до 2 таких обстежень (табл. 6);

3) панельне генетичне тестування виконується не лише для самого пацієнта, але і для його родичів. Так, якщо обидва батьки отримали негативні результати тестування, немає необхідності проводити тестування їхній дитині;

4) панельне генетичне тестування може бути рекомендовано у вигляді опортуністичного скринінгу, тобто не для усіх жінок, а для обраних груп високого ризику носійства спадкової мутації. Наприклад, для жінок з обтяженим персональним або сімейним анамнезом раку ряду локалізацій;

5) вартість генетичного тестування суттєво знизилася з 2013 р. та може знижуватися і в подальшому з урахуванням покращення технологій та створення нових лабораторій;

6) стандартний скринінг РГЗ для жінок починається у віці старше 40 років, тоді як генетичне тестування рекомендовано у віці старше 18 років, що надає важливу інформацію значно раніше та дає користь жінкам молодого віку (до 40 років);

7) спадковий рак найчастіше виникає у пацієнтів працездатного віку, що завдає додаткових економічних збитків державі;

8) раннє виявлення захворювання дає змогу зменшити обсяги лікування (є можливість уникнути хіміотерапії, збільшити кількість органозберігаючих операцій тощо), що зменшує витрати на лікування, реабілітацію та соціалізацію пацієнта (витрати на екзопротези, спеціальну білизну тощо) [9–10].

Враховуючи всі викладені вище фактори, для системи охорони здоров'я може бути економічно доцільно впрова-

дити генетичне тестування як додатковий метод скринінгу, адже підвищення вартості скринінгу може бути меншим за зменшення витрат на лікування та втрат економіки держави. Подальші дослідження цього питання, створення пілотних проєктів, влаштування опортуністичного генетичного скринінгу для жінок із обтяженим онкологічним персональним або сімейним анамнезом, оцінка вартості профілактичних хірургічних втручань порівняно з комплексним лікуванням раку, усе це дасть відповідь щодо ролі генетичного тестування в майбутньому. Однак перспективність цього методу в якості скринінгу є високою, що робить це питанням часу.

ВИСНОВКИ

Враховуючи високу користь генетичного тестування навіть серед жінок загальної популяції (суттєвий показник виявлення мутацій помірного та високого ризику РГЗ), а також викладені у статті фактори та підрахунки, ми можемо говорити про економічну ефективність впровадження генетичного скринінгу. Генетичний скринінг може посісти вагоме місце, принаймні у жінок із обтяженим онкологічним сімейним анамнезом, для яких показник виявлення мутацій буде ще вищим. Усе це вказує на значні перспективи щодо застосування генетичного скринінгу в майбутньому. Уважне спостереження та превентивні заходи для жінок, у яких виявлено спадкову мутацію, можуть суттєво знизити ризик виникнення РГЗ (та інших локалізацій) або збільшити частку діагностування на ранніх стадіях захворювання, що покращує показники виживаності та зменшує витрати на лікування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Thorat, M. A., & Balasubramanian, R. (2020). Breast cancer prevention in high-risk women. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 65, 18–31. doi: 10.1016/j.bpobgyn.2019.11.006.
2. van Erkelens, A., Derks, L., Sie, A. S., Egbers, L., Woldringh, G., Prins, J. B., ... Hoogerbrugge, N. (2017). Lifestyle Risk Factors for Breast Cancer in BRCA1/2-Mutation Carriers Around Childbearing Age. *Journal of Genetic Counseling*, 26(4), 785–791. doi: 10.1007/s10897-016-0049-4.
3. Yamauchi, H., & Takei, J. (2018). Management of hereditary breast and ovarian cancer. *International Journal of Clinical Oncology*, 23(1), 45–51. doi: 10.1007/s10147-017-1208-9.
4. Shao, D., Cheng, S., Guo, F., Zhu, C., Yuan, Y., Hu, K., ... Ye, M. (2020). Prevalence of hereditary breast and ovarian cancer (HBOC) predisposition gene mutations among 882 HBOC high-risk Chinese individuals. *Cancer Science*, 111(2), 647–657. doi: 10.1111/cas.14242.
5. Dorling, L., Carvalho, S., Allen, J., González-Neira, A., Luccarini, C., Wahlström, C., ... Easton, D. F. (2021). Breast Cancer Risk Genes — Association Analysis in More than 113,000 Women. *New England Journal of Medicine*, 384(5), 428–439. doi: 10.1056/NEJMoa1913948.
6. King, M. C., Marks, J. H., & Mandell, J. B. (2003). Breast and ovarian cancer risks due to inherited mutations in BRCA1 and BRCA2. *Science*, 302(5645), 643–646. doi: 10.1126/science.1088759.
7. Khrouf, S., Letaief Ksontini, F., Ayadi, M., Belhaj Ali Rais, H., & Mezlini, A. (2020). Breast cancer screening: a dividing controversy. *Tunis Medicine*, 98(1), 22–34. PMID: 32395774.

8. GBD 2019 Demographics Collaborators (2020). Global age-sex-specific fertility, mortality, healthy life expectancy (HALE), and population estimates in 204 countries and territories, 1950–2019: a comprehensive demographic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*, 396(10258), 1160–1203. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30977-6.

9. Мотузюк, І. М., Сидорчук, О. І., Понятовський, П. Л., Костюченко, Є. В., & Славута, Г. Б. (2019). Економічна доцільність одномоментних реконструктивних оперативних втручань у хворих на рак грудної залози. *Український радіологічний журнал*, XXVII(3), 176–182.

10. Мотузюк, І. М., Сидорчук, О. І., Костюченко, Є. В., Ковтун, Н. В., Понятовський, П. Л., & Голубовська, А. О. (2020). Хірургічне лікування хворих на спадковий рак грудної залози. *Український радіологічний журнал*, XXVIII(1), 25–28.

Hereditary cancer genetic testing and breast cancer screening: a cost-effectiveness assessment

Y. Kostiuchenko^{1,2}, E. Iegorova¹

¹ Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

² Nonprofit Organization National Cancer Institute, Kyiv, Ukraine

Resume. Panel next-generation sequencing genetic testing for hereditary cancer gene mutations is currently not included in any of the screening programs. However, this diagnostic method has great prospects as an additional screening method, since the increase in its cost may be less than the reduction in treatment costs and the loss of the state's economy. The article assessed the cost of standard lifetime breast cancer screening programs in women in Ukraine compared to other countries. The cost of genetic testing has been shown to be comparable to them: the addition of genetic screening can increase its cost by an estimated 25–100%. The cost of genetic testing, which is performed once in a lifetime, is the same as the cost of all (10–14+) mammograms that are provided during a woman's lifetime. Further research on this issue, the creation of pilot projects, the setting up of opportunistic genetic screening for women with a burdened personal or family history of cancer, the evaluation of the cost of preventive surgical interventions in comparison with comprehensive cancer treatment, all these things should provide an answer of the role of genetic testing in the future.

Key words: hereditary breast cancer; surgical treatment of hereditary breast cancer; genetic testing; breast cancer screening; cost-effectiveness; BRCA1/2.

Адреса для листування:

Костюченко Євгеній

03022, Київ, вул. Здановської Юлії, 33/43

Державне некомерційне підприємство «Національний інститут раку»

E-mail: yekostiuchenko@gmail.com

Correspondence:

Yevhenii Kostiuchenko

33/43 Yulia Zdanovska str., Kyiv, 03022

Nonprofit Organization National Cancer Institute

E-mail: yekostiuchenko@gmail.com