

**КОВЛЕВА К. К.<sup>1✉</sup>, КОЗАК Н. А.<sup>2</sup>**<sup>1</sup> *Донецкий национальный медицинский университет,**Украина, 25000, г. Кропивницкий, ул. Большая Перспективная 1, e-mail: k.kovleva@gmail.com*<sup>2</sup> *Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,**Украина, 61022, г. Харьков, пл. Свободы, 4, e-mail: kozaknatali93@gmail.com*✉ *k.kovleva@gmail.com, (099) 500-92-84*

## ДИНАМИКА ЕСТЕСТВЕННОГО ОТБОРА В ДВУХ ПОКОЛЕНИЯХ (НА ПРИМЕРЕ НАСЕЛЕНИЯ КИРОВОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

**Цель.** В связи с успехами современной медицины давление естественного отбора в различных цивилизованных популяциях человека претерпевает ослабление, что приводит к накоплению генетического груза. Целью данной работы было отследить изменения интенсивности естественного отбора в двух последовательных поколениях кировоградской популяции.

**Методы.** Сбор материала проводился в 2020 и 2021 годах. Было проведено анонимное анкетирование и изучены истории болезней женщин пострепродуктивного возраста Кировоградской области. Учитывались данные акушерско-гинекологического анамнеза. К первому поколению были отнесены 40 женщин 1937–1959 годов рождения; 273 женщины, рожденные с 1960 по 1981 годы, составили второе поколение.

**Результаты.** Индекс тотального отбора составил 0,27 в первом поколении, и 0,37 во втором поколении. За одно поколение процент женщин, не имевших беременностей, увеличился с 2,5 до 3,7 %. **Выводы.** Индекс тотального отбора в кировоградской популяции за поколение возрос почти в полтора раза (с 0,27 до 0,37), индекс дифференциальной плодовитости увеличился с 0,25 до 0,35.

**Ключевые слова:** репродуктивные характеристики, кировоградская популяция, индексы Кроу, отбор, поколения.

В популяции человека, так же, как и в любой другой популяции живых организмов, происходит естественный отбор, который в значительной степени определяет генетический состав популяций. Однако с развитием современного общества и техническим прогрессом действие естественного отбора в человеческих популяциях ослабевает, а генетические мутации накапливаются и передаются из поколения в поколение. Накопление генетического груза под воздействием негативных факторов внеш-

ней окружающей среды только усиливается, что приводит к большему количеству репродуктивных потерь [1]. При этом интенсивность воздействия средовой и культурной компонент на популяцию можно отследить при последовательном изучении показателей репродуктивных характеристик, компоненты дифференциальной смертности и плодовитости в нескольких последовательных поколениях и, таким образом, оценить динамику популяционно-генетических процессов в конкретной популяции [2].

Отбор проявляет себя на пренатальных стадиях в виде потерь беременностей, а в постнатальном периоде как детская смертность [3]. Уровень развития медицины позволяет контролировать рождаемость, более того, с помощью таких технологий, как ЭКО-оплодотворение, можно проследить, как меняются показатели отбора. В связи с этим женщины, которые в естественной среде не смогли бы забеременеть либо выносить ребенка, прибегая к помощи репродуктивной медицины, вносят свой вклад в генетический пул популяции, фиксируя определенные мутации в генофонде, что в целом приводит к повышению частоты случаев неспособности к зачатию или невынашиванием плода.

В основу данной работы было положено изучение кировоградской популяции, на которой можно проследить влияние на воспроизводство генотипов не только таких факторов, как возраст, образование, культурный уровень, традиции, а также особенности географического расположения этой области.

Кировоградская область расположена в центральной части Украинского кристаллического щита, содержащего урановые месторождения. Здесь в 1967 году были построены две крупные шахты по добыче урановой руды – Смолинская и Ингульская, на которых в 1970 году началась добыча урановой руды [4]. Уран – это токсичный радиоактивный металл. При кон-

также с ним в организме человека накапливаются частицы этого тяжелого металла, что приводит к геномной нестабильности [5]. Репродуктивный возраст женщин, которые в данном исследовании отнесены ко второму поколению, совпал с индустриальным подъемом Кировоградской области, с началом работ по добыче урановой руды. С учетом перечисленного была поставлена цель: проследить динамику репродуктивных показателей и естественного отбора в населении Кировоградской области в период, совпавший с изменениями в экологической обстановке, вызванной индустриализацией.

### Материалы и методы

Сбор материала проводился на основе добровольного анонимного анкетирования женщин пострепродуктивного возраста, а также при изучении историй болезней и онлайн анкетирования с помощью Google forms. У женщин с исчерпанной репродукцией учитывалось количество беременностей и их исходов: медицинские и спонтанные аборт, внематочные беременности, количество мертворождений и живорождений. Материал собран в Кировоградской области и городе Кропивницком в 2020 и 2021 годах в КНП «Городской роддом перинатального центра II уровня», общественной организации «Сердце матери». Была проанализирована информация о 313 женщинах. К первому поколению были отнесены 40 женщин, рожденных в период с 1937 по 1959 гг.; 273 со всех (1960–1981 годов рождения) составили второе поколение.

Были рассчитаны следующие статистики: среднее арифметическое ( $\bar{x}$ ), стандартное отклонение ( $s$ ), медиана ( $Me$ ), мода ( $Mo$ ). Индекс тотального отбора рассчитан по формуле J. Crow (1954) (цит. по [6]). Показатели дифференциальной смертности получены из [7–9]. Сравнение средних арифметических проведено с использованием критерия  $U$  Манна-Уитни. Сравнение долей проведено после их  $\varphi$ -преобразования с помощью критерия  $F$ . Нулевые статистические гипотезы отклоняли при уровне значимости  $> 0,05$ .

### Результаты и обсуждение

Средние арифметические значения основных репродуктивных характеристик у женщин двух последовательных поколений статистически не различались, кроме показателя живорождений (табл. 1). Тем не менее отмечается тенденция к снижению среднего количества беременностей, медицинских аборт, внематочных беременностей и повышению уровня мертворождений. В полученной выборке среднее количество спонтанных аборт составляет 0,20 в первом поколении и 0,17 во втором поколении. В то же время повысилось количество мертворождений с 0,02 до 0,04, Данные о медицинских абортах в первом и во втором поколениях практически не различаются (табл. 1). Количество родов ниже у женщин второго поколения, чем у первого (3,9 и 3,5). Снижение рождаемости соответствует тенденциям развития современного общества и может быть отнесено к суженному типу воспроизводства населения [10].

Таблица 1. Среднее число беременностей и их исходов

Показатель	В среднем на женщину						$p$
	$f_1$			$f_2$			
	$x \pm s_{\bar{x}}$	$Me$	$Mo$	$x \pm s_{\bar{x}}$	$Me$	$Mo$	
Беременности	3,83±0,36	3,0	3,0	3,47±0,14	2,0	3,0	$> 0,05$
Медицинские аборт	1,68±0,26	1,0	0,0	1,60±0,12	1,0	0,0	$> 0,05$
Спонтанные аборт	0,20±0,08	0,0	0,0	0,17±0,03	0,0	0,0	$> 0,05$
Внематочные беременности	0,05±0,03	0,0	0,0	0,02±0,01	0,0	0,0	$> 0,05$
Мертворождения	0,02±0,09	0,0	0,0	0,04±0,02	0,0	0,0	$> 0,05$
Живорождения	1,78±0,14	2,0	2,0	1,53±0,05	1,0	1,0	$< 0,05$
Роды	1,78±0,16	1,0	2,0	1,55±0,06	1,0	1,0	$> 0,05$

Примечания:  $f_1$  – первое поколение;  $f_2$  – второе поколение;  $x \pm s_{\bar{x}}$  – среднее арифметическое со статистической ошибкой.

Таблица 2. Распределение показателей репродукции

Показатель	Поколение		p
	$f_1$	$f_2$	
<b>Количество женщин (n):</b>	<b>40</b>	<b>273</b>	
не имевших беременностей, %	2,5	3,7	>0,05
не рожавших, %	2,5	5,9	>0,05
имевших медицинские аборт, %	70,0	67,8	>0,05
имевших спонтанные аборт, %	15,0	12,8	>0,05
имевших внематочные беременности, %	5,0	1,8	>0,05
имевших мертворождения, %	7,5	2,9	>0,05
Реализованные зиготы, %	23,5	27,0	>0,05
Искусственно прерванные беременности, %	41,8	48,5	>0,05

Примечания:  $f_1$  – первое поколение;  $f_2$  – второе поколение.

Процент женщин, не имевших беременностей, в первом поколении в 1,5 раза выше, чем у женщин, отнесенных ко второму поколению (2,5 % и 3,7 %,  $p > 0,05$ ). Интересно отметить, что 0,7 % женщин второго поколения прибегали к технологии ЭКО для того, чтобы оставить потомство. Почти 6 % женщин второго поколения не внесли вклад в генетический пул кировоградской популяции, что в 2,4 раза больше, чем в первом поколении (2,5 %, табл. 2). В то же время отмечена тенденция к постепенному снижению доли женщин, прибегающих к медицинским аборт, от старшего поколения к младшему (70 % и 67,8 % соответственно). Доля спонтанных абортов снизилась в 1,2 раза у женщин второго поколения по сравнению с первым. В полученной выборке обнаружено, что процент женщин, имевших внематочные

беременности, снижается ко второму поколению почти в три раза, а женщин, имевших мертворождения, в 2,6 раза, однако из-за малого количества женщин, которые попали в данную когорту, этот показатель не достиг статистически значимой разницы. Уровень реализованных зигот вырос с 24 до 27 % от первого ко второму поколению, что можно связать с тем, что методы контрацепции стали доступнее, качественнее и более популярны среди населения, поэтому незапланированных беременностей наступает меньше. При этом доля искусственно прерванных беременностей повышается от 42 до 49 %, что может говорить о том, что в связи с влиянием современных социокультурных тенденций у женщин, населяющих Кировоградскую область, принято доводить число детей до принятого в современном обществе.

Таблица 3. Показатели отбора (индексы Кроу) в смежных поколениях

Показатели	Поколение	
	$f_1$	$f_2$
$\bar{x}^2$	3,170	2,340
$s^2$	0,790	0,820
$I_f = s^2 / \bar{x}^2$	0,249	0,350
$p_d$	0,019	0,018
$p_s$	0,981	0,982
$I_m = p_d / p_s$	0,019	0,018
$I_f / p_s$	0,254	0,356
$I_{tot} = I_m + I_f / p_s$	0,273	0,374

Примечания:  $\bar{x}$  – среднее число потомков, приходящихся на одну женщину, дожившую до окончания репродуктивного возраста;  $s^2$  – дисперсия числа потомков.  $I_m = p_d / p_s$  – компонента отбора, связанная с дифференциальной смертностью;  $p_d$  – доля индивидуумов, умерших до репродуктивного возраста;  $p_s$  – доля индивидуумов, доживших до репродуктивного возраста;  $I_f$  – компонента отбора, связанная с дифференциальной плодовитостью.

По данным [6, 10–13], в украинских популяциях сила естественного отбора снижается из поколения в поколение. На данных Кировоградской области можно заметить тенденцию к возрастанию показателей тотального индекса Кроу во втором поколении (0,37) по сравнению с первым поколением, где этот индекс составил 0,27, что означает, что отбор усилил свое воздействие и переместился на пренатальную стадию развития в более младшем поколении (табл. 3). Возможно, это отличие можно связать с влиянием урановых шахт в г. Кропивницкий, так как они были открыты в то же время, когда стали рождаться женщины, отнесенные в данном исследовании ко второму поколению.

В изученной когорте доля компонента, связанного с дифференциальной плодовитостью ( $I_f$ ), выше, чем компонента дифференциальной смертности ( $I_m$ ); она составляет 91 % от величины тотального индекса, а во втором поколении – почти 94 %. На долю компонента отбора дифференциальной смертности первого поколения приходится 7 %, а второго – 5 %, что соответствует тенденциям, свойственным экономически развитым странам с низкой детской смертностью [1, 3].

## References

1. Kurbatova O.L. Demographic genetics of urban population : avtoref. dys...dok. byol. nauk. M., 2014. 48 p. [in Russian]
2. Altuhov Ju.P. Dynamics of population gene pools under anthropogenic influences. *Vestnik VOGiS*. 2004. T. 8, № 2. P. 40–59. [in Russian]
3. Kurbatova O.L., Pobedonostseva Ye.Yu., Gurganova F.R., Bulayeva K.B. Variation of the Parameters of Natural Reproduction and Crow's Index in the Ethnic Groups of Dagestan. *Russian journal of genetics*. 2012. Vol. 48, № 10. P. 1221–1227. [in Russian]
4. Official website «ShidHZK». Retrieved from: <http://vostgok.com.ua> Ингульська%20шахта. [in Ukrainian]
5. Smith B., Makhijani A. Costs and Risks of Management and Disposal of Depleted Uranium from the National Enrichment Facility Proposed to be Built in Lea County New Mexico by LES (plus 2005 update). *Institute for energy and Environmental research*. 2005. Retrieved from: <https://ieer.org/resource/reports/costs-risks-management-disposal/>.
6. Atramentova L.A., Fedchun L.I., Povolockij S.A. Differential fertility in the Kharkov population. *Genetika*. 1993. Vol. 29, № 3. P. 520–530. [in Russian]
7. Holovne upravlinnia statystyky u Kharkivs'kiy oblasti, Arkhiv. Chysel'nist' naseleennia. Retrieved from: <http://kh.ukrstat.gov.ua/index.php/chysel'nist'-naseleennia-shchomisiachna-informatsiia>. [in Ukrainian]
8. National Economy of the Ukrainian SSR in 1990: Statistical Yearbook. Ministerstvo statystyky URSR. K.: Tekhnika, 1991. 496 s. [in Ukrainian]
9. Statistical Yearbook of Ukraine. Derzhavnyi komitet statystyky Ukrainy. Kyiv: Konsultant, 2008. 572 p. [in Ukrainian]
10. Atramentova L.A., Meshcheryakova I.P., Filiptsova O.V. Reproductive characteristics and the Crow's index in different populations of Evpatoria. *Russian journal of genetics*. 2013. Vol. 49, № 12. P. 1398–1406. [in Russian]
11. Atramentova L.A., Mustafaeva L.A. Crow's index in the population of Crimean Tatars. *Vestnyk kharkovskoho natsyonalnoho unyversyteta imeny V.N. Karazyna. Seryia «Byolohyia»*. 2016. Vol. 26. P. 91–96. [in Russian]
12. Mustafaeva L.A., Kozak N.A. Vital characteristics of reproduction of Crimean Tatar women. *Genetika cheloveka i patologija. Problemy jevoljucionnoj medicyny*. 2014. № 10. P. 57–59. [in Russian]
13. Kozak N.A., Atramentova L.A. Indexes of natural selection in kharkiv population. *Fakty eksperimental'noy evoliutsii organizmov*. 2018. Vol. 22. P. 56–61. [in Russian]

Изучение процессов, которые происходят в популяциях человека, необходимо для улучшения качества медицинского обслуживания и направления внимания специалистов на воспроизводство населения, особенно в условиях географического расположения Кировоградской области, с учетом постоянного радиационного фона, который обусловлен нахождением Украинского кристаллического щита под городами и селами данного региона. Поэтому особенно важно обратить внимание на структуру генофонда и его изменения в данном населении.

## Выводы

Индекс тотального отбора в кировоградской популяции за два поколения возрос почти в полтора раза (с 0,27 до 0,37), как и индекс дифференциальной плодовитости (с 0,25 до 0,35). Значения отбора остаются на невысоком уровне в связи с уменьшением индексов дифференциальной смертности и повышением уровня дифференциальной плодовитости населения.

*Авторы выражают благодарность главному врачу КНП «Городской роддом с функциями перинатального центра II уровня» Городского совета города Кропивницкого Л. П. Романив за помощь в сборе материала; Л. А. Атраментовой за обсуждение результатов.*

**KOVLEVA K. K.<sup>1</sup>, KOZAK N. O.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Donetsk National Medical University,*

*Ukraine, 25000, Kropyvnytskyi, Bolshaya Perspektivnaya str., 1, e-mail: k.kovleva@gmail.com*

<sup>2</sup> *V. N. Karazin Kharkiv National University,*

*Ukraine, 61022, Kharkiv, Svobody sq., 4, e-mail: kozaknatali93@gmail.com*

### **DYNAMICS OF NATURAL SELECTION IN TWO GENERATIONS (ON THE EXAMPLE OF THE POPULATION OF THE KIROVOGRAD REGION)**

**Aim.** In connection with the success of modern medicine, the pressure of natural selection in various civilized human populations is weakening, which leads to the accumulation of a genetic load. The purpose of this work was to trace the change in the intensity of natural selection among population of the Kirovograd region in two successive generations.

**Methods.** The collection of material was carried out in 2020 and 2021. Anonymous questionnaires were conducted and medical histories of women of post-reproductive age of the Kirovograd region were studied. The first generation included 40 women born in 1937–1959; the second generation consists of 273 women born in 1960–1981. **Results.** The total selection index was 0.27 in the first generation, and 0.37 in the second generation. The percentage of women who have not had pregnancies increased from the first generation to the second from 2.5 to 3.7, respectively. **Conclusions.** The index of total selection in the Kirovograd region population for one generation increased by almost one and a half times (from 0.27 to 0.37), as well as the index of differential fertility (from 0.25 to 0.35).

**Keywords:** reproductive characteristics, Kirovograd population, Crow's index, selection, generations.

**КОВЛЕВА К. К.<sup>1</sup>, КОЗАК Н. О.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Донецький національний медичний університет,*

*Україна, 25000, м. Кропивницький, вул. Велика Перспективна, 1, e-mail: k.kovleva@gmail.com*

<sup>2</sup> *Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,*

*Україна, 61022, м. Харків, майд. Свободи, 4, e-mail: kozaknatali93@gmail.com*

### **ДИНАМІКА ПРИРОДНОГО ВІДБОРУ У ДВОХ ПОКОЛІННЯХ (НА ПРИКЛАДІ НАСЕЛЕННЯ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

**Мета.** У зв'язку з успіхами сучасної медицини тиск природного відбору в різних цивілізованих популяціях людини зазнає послаблення, що призводить до накопичення генетичного вантажу. Метою роботи було відстежити зміни інтенсивності природного відбору в двох послідовних поколіннях кіровоградської популяції.

**Методи.** Збір матеріалу проводився в 2020 і 2021 роках. Було проведено анонімне анкетування та вивчені історії хвороб жінок пострепродуктивного віку Кіровоградської області. До першого покоління були віднесені 40 жінок 1937–1959 років народження, а 273 жінки, народжені з 1960 по 1981 роки, склали друге покоління.

**Результати.** Індекс тотального відбору склав 0,27 в першому поколінні і 0,37 у другому поколінні. За одне покоління відсоток жінок, які не мали вагітностей, зріс з 2,5 до 3,7 %. **Висновки.** Індекс тотального відбору в кіровоградській популяції за покоління зріс майже в півтора раза (з 0,27 до 0,37), як і індекс диференціальної плодючості (з 0,25 до 0,35).

**Ключові слова:** репродуктивні характеристики, кіровоградська популяція, індекси Кроу, відбір, покоління.