

КОЗАК Н. А.^{1,2✉}, АТРАМЕНТОВА Л. А.¹¹ Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,
Украина, 61022, г. Харьков, пл. Свободы, 4, e-mail: kozaknatali93@gmail.com² Харьковский национальный медицинский университет,
Украина, 61022, г. Харьков, пр. Науки, 4, e-mail: kozaknatali93@gmail.com

✉ kozaknatali93@gmail.com, (068) 314-81-93

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕПРОДУКЦИИ И ОТБОРА В ТРЁХ ПОКОЛЕНИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ПОПУЛЯЦИИ

Цель. В связи с тем, что репродуктивное поведение женщин менялось с развитием цивилизации, переходя от естественной неконтролируемой рождаемости на ранних этапах развития человечества, к репродуктивным технологиям в наше время, целью данной работы стало изучение направленности и интенсивности показателей естественного отбора и изменение количественных характеристик репродукции у жительниц Харькова в трёх последовательных поколениях. **Методы.** Сбор материала проводился в 1990 и 2017 годах. Был изучен акушерско-гинекологический анамнез жительниц Харькова. К первому поколению были отнесены 589 женщин 1900–1925 годов рождения; 244 женщины, родившиеся в период с 1928 по 1955 годы, составили второе поколение; 288 женщин, родившихся в 1956–1979 годах, третье поколение. **Результаты.** Индекс тотального отбора снижается с 0,56 в первом поколении до 0,29 и 0,28 во втором и третьем поколениях соответственно. За рассмотренный восьмидесятилетний период показатель дифференциальной плодовитости снизился. Процент женщин с патологическими беременностями вырос с 4,9 у первого поколения, до 22,5 у второго и 18,4 у третьего поколений. **Выводы.** Индекс тотального отбора в харьковской популяции за три поколения снизился в два раза (с 0,56 до 0,28), индекс дифференциальной смертности снизился почти в четыре раза.

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

Отбор – важнейшая движущая сила эволюции – происходит у всех видов живых организмов, и человек не является исключением. В контексте генетики отбор представляет собой дифференциальное воспроизводство генотипов. На пренатальной стадии он проявляется в виде

спонтанных аборт и внематочных беременностей, в постнатальный период – как детская смертность [1].

Воспроизводство генотипов связано с репродуктивным поведением женщин, которое зависит от многих факторов: возраста, образования, культурного уровня, традиций и много другого. Оно менялось с развитием цивилизации, переходя от естественной неконтролируемой рождаемости на ранних этапах развития человечества, к репродуктивным технологиям в наше время. С развитием цивилизации изменяется структура показателя отбора. Основная тенденция заключается в перемещении отбора на пренатальную стадию развития, что и проявляется в повышении частоты самопроизвольных абортов, причиной которых часто являются генетические дефекты плода или неспособность женского организма к полноценному вынашиванию. Планирование размера семьи нивелирует различия в количестве потомков у женщин с различным репродуктивным потенциалом. Женщины с высоким репродуктивным потенциалом прибегают к контрацепции, другие, пользуясь достижениями репродуктивных технологий, доводят число потомков до принятого в обществе. Так сглаживаются генетические различия в воспроизводстве генов [1–5].

Интенсивность и направленность отбора количественно описывается показателями, называемыми индексы Кроу. Общий показатель отбора (I_{tot}) включает две составляющих: показатель смертности (I_m) и показатель дифференциальной плодовитости (I_f). Структура общего индекса – удельный вес каждой составляющей – не одинаков в разных популяциях и определяется социально, находясь в зависимости от уровня развития сообщества [1, 4].

В цивилизациях традиционного типа с неразвитой медициной и отсутствием контрацепции дисперсия числа потомков в значительной

степени была обусловлена генетическими факторами. В таких сообществах высокая детская смертность также вносила вклад в показатели отбора. В обществах с развитой медициной, планируемой рождаемостью действие отбора перемещается на пренатальный период и проявляется в виде репродуктивных утрат, вызванных генетическими дефектами [6].

В Украине около 70 % населения проживает в городах, поэтому целью данного исследования стало на примере харьковской популяции выяснить динамику показателей репродукции и отбора за прошедшие три поколения.

Материалы и методы

Сбор материала проводился на основе добровольного анкетирования женщин, а также при изучении медицинских карт. У женщин с исчерпанной репродукцией учитывалось количество беременностей и их исходов: медицинские и спонтанные аборт, внематочные беременности, количество мертворождений и живорождений.

Материал собран в Харькове в 1990 и 2017 годах в женской консультации Киевского района города, городских поликлиниках № 18 и 24, клинической больнице на железнодорожном транспорте № 2. В 1990 году была проанализирована информация о 2044 женщинах 1900–1949 годов рождения. К первому поколению были отнесены 589 женщин, рожденных в период с 1900 по 1925 гг. [7]. В 2017 году было проанкетировано 532 женщины, 244 из которых (1928–1955 годов рождения) составили второе поколение, а 288 женщин, родившихся в период 1956–1979 гг., – третье [8].

Расчитаны общезначимые статистики: среднее арифметическое (\bar{x}), стандартное отклонение (s), медиана (Me), мода (Mo). Индекс тотального отбора рассчитан по J. Crow (1954) (цит. по [7]). Данные по дифференциальной смертности для необходимых расчетов были взяты из [7, 9–11]. Сравнение средних арифметических для нормально распределяющих данных проведено с использованием критерия Стьюдента. Сравнение долей проведено после их φ -преобразования с помощью критерия F [12]. Заключение относительно нулевых статистических гипотез принимали на уровне значимости $\leq 0,05$ с учетом поправки Бонферрони.

Результаты и обсуждение

Средние арифметические значения основных репродуктивных характеристик у женщин трех последовательных поколений статистически не различались (табл. 1). Тем не менее, отмечается тенденция к снижению среднего количества беременностей у женщин младшего – третьего поколения по сравнению со старшими. Это могло быть обусловлено изменением возможностей по планированию семьи, совершенствованием методов контрацепции, однако в первом поколении показатель беременностей может оказаться ниже из-за таких факторов, как войны, революции и голодомор, которые происходили как раз во время достижения женщинами из первого поколения пика своих репродуктивных возможностей.

За изученное время прослеживается снижение количества медицинских аборт (от 2,22 у первого поколения женщин до 1,65 у третьего). В то же время в четыре раза повысилось количество патологических беременностей, заканчивающихся спонтанными абортами у младшего поколения. Внематочные беременности в три раза чаще случаются у женщин второго поколения по сравнению с первым и в третьем поколении почти в два раза чаще, чем в первом. Данные о мертво- и живорождениях в первом поколении отсутствуют, а во втором и третьем поколениях они практически не различаются (табл. 1). Количество родов несколько выше у женщин второго и третьего поколений (1,61 и 1,58) по сравнению с первым (1,47).

Доля женщин, не имевших беременностей, в первом поколении в 2,6 раза выше, чем у женщин второго поколения (9,7 % и 3,7 % соответственно, $p < 0,01$), и в 1,8 раза выше, чем в третьем (5,2 %, $p < 0,01$). Удельный вес женщин, которые не внесли вклад в генетический пул харьковской популяции, в первом поколении почти в два раза выше, чем во втором и в третьем поколениях ($p < 0,01$, табл. 2). Высокий процент (17,7) нерожавших женщин первого поколения можно объяснить трудностями послевенного времени.

Доля женщин, прибегавших к искусственному прерыванию беременности, постепенно снижается от старшего поколения к младшему (от 71 % до 66 %) соответственно, но не имеет статистически значимых различий между группами.

Таблица 1. Среднее число беременностей и их исходов

Показатель	Поколения		
	f_1	f_2	f_3
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
Беременности	3,77±0,14	4,16±0,20	3,45±0,12
Медицинские аборт	2,22±0,05	2,21±0,18	1,65±0,10
Спонтанные аборт	0,05±0,02	0,26±0,05	0,18±0,03
Внематочные беременности	0,03±0,01	0,08±0,02	0,05±0,01
Мертворождения	-	0,06±0,02	0,04±0,01
Живорождения	-	1,55±0,05	1,54±0,05
Роды	1,47±0,04	1,61±0,05	1,58±0,04

Примечания: f_1 – первое поколение, f_2 – второе поколение, f_3 – третье поколение, $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ – среднее арифметическое со статистической ошибкой.

Таблица 2. Распределение исходов беременности

Показатель	Поколения		
	f_1	f_2	f_3
Количество женщин (n):	589	244	288
не имевших беременностей, %	9,68	3,69	5,21
не рожавших, %	17,66	8,20	9,02
имевших медицинские аборт, %	70,81	69,26	65,63
имевших спонтанные аборт, %	2,38	15,98	13,54
имевших внематочные беременности, %	2,55	6,56	4,86
имевших мертворождения, %	-	4,51	3,82
Искусственно прерванные беременности, %	58,75	53,25	47,79
Реализованные зиготы, %	39,05	37,18	44,57

Примечания: f_1 – первое поколение, f_2 – второе поколение, f_3 – третье поколение.

Доля спонтанных абортов возросла почти в семь раз у женщин второго поколения по сравнению с первым и почти в шесть раз по сравнению с третьим ($p < 0,05$), то есть генетический груз на данном этапе развития популяции элиминируется на пренатальных стадиях развития гораздо чаще, чем это было 80 лет назад.

Количество внематочных беременностей достигло статистически значимой разницы только между первым и вторым поколениями женщин ($p < 0,01$). Этот показатель также остается почти в два раза выше в третьем поколении по сравнению с первым, но в этом случае не достиг статистически значимого уровня разницы. Мертворождения примерно в 1,2 раза чаще происходят у представительниц второго поколения по сравнению с третьим ($p \approx 0,05$). Доля искусственно прерванных беременностей статистически значимо снизилась на 11 % у самого младшего поколения по сравнению со старшим ($p < 0,01$), что так же можно связать с повышением ответственности при планировании размера семьи. Разница между первым и вторым, а так-

же первым и третьим поколениями по данному показателю не значима. Показатель реализованных зигот возрос в 1,2 раза к третьему поколению и составил 44,6 %, а для второго – 37,2 % ($p < 0,05$). В первом поколении этот показатель составил 39 %, но разница по сравнению с показателями у младших поколений статистически не значима.

На примере трех последовательных поколений отчетливо проявилась динамика снижения индекса тотального отбора с 0,56 до 0,28 (табл. 3). Давление отбора в первом поколении в два раза выше, чем во втором или третьем, что можно связать со временем, которое пришлось пережить женщинам 1900–1925 годов рождения. Когда они достигли своего репродуктивного возраста, происходили революции, войны, голодомор. В обстановке того времени возможности обеспечить женщин контрацепцией и надлежащим уходом во время беременности были весьма ограничены, вследствие чего значительная часть генофонда не воспроизводилась и была утрачена.

Таблица 3. Индексы отбора в поколениях

Показатели	Поколения		
	f_1	f_2	f_3
\bar{x}^2	2,16	2,40	2,37
$s_{\bar{x}}^2$	1,08	0,63	0,63
$I_f = s_{\bar{x}}^2 / \bar{x}^2$	0,500	0,263	0,266
p_d	0,038	0,0208	0,0113
p_s	0,962	0,9792	0,9887
$I_m = p_d / p_s$	0,0395	0,0212	0,0114
I_f / p_s	0,520	0,268	0,269
$I_{tot} = I_m + I_f / p_s$	0,56	0,29	0,28

Примечания: \bar{x} – среднее число потомков, приходящихся на одну женщину, дожившую до окончания репродуктивного возраста, $s_{\bar{x}}^2$ – 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.

У женщин второго и третьего поколений условия среды были более благоприятными. Усовершенствовалась практика планирования семьи, повысилось качество медицинского обслуживания, и, соответственно, повысилась выживаемость новорожденных. Все это ослабило отбор и переместило его на пренатальную стадию. Об этом свидетельствует увеличение количества патологий беременностей, приводящих к гибели плода у женщин второго и третьего поколений по сравнению с первым.

В странах с низкой детской смертностью удельный вес компоненты отбора, связанной с дифференциальной плодовитостью, выше, чем компонента дифференциальной смертности [6]. В харьковской популяции наблюдается та же закономерность. В первом поколении $I_m = 0,04$ составляет 7 % от величины тотального индекса, в третьем поколении $I_m = 0,01$, что составляет 4,1 %. Компонента отбора дифференциальной плодовитости I_f снизилась в два раза у младших поколений по сравнению с первым, что свидетельствует о приведении размеров семьи «до приемлемого количества потомков» искусственным путем в соответствии с социальными стандартами. В процентном соотношении этот показатель в поколениях примерно составляет 93, 91 и 95 % от тотального индекса. Интенсивность отбора в развитых странах снижается в основном за счет уменьшения компоненты дифференциальной смертности, что можно связать с улучшением качества медицины и других социальных факторов.

Изучение структуры населения и интенсивности процессов отбора, особенно при наличии феномена его естественной релаксации, повышает актуальность прогнозирования динамики генофонда населения и популяризирует медико-генетическое консультирование и распространение методов профилактики появления больных детей в семьях, предрасположенных к генетическим патологиям.

Выводы

Индекс тотального отбора в харьковской популяции за три поколения снизился в два раза: от 0,56 до 0,29–0,28. Индекс дифференциальной смертности снизился почти в четыре раза. Ослабление отбора (I_{tot}) произошло за счет уменьшения дифференциальной смертности (I_m) и изменения по отношению к этому индекса дифференциальной плодовитости (I_f). Динамика отбора харьковской популяции находится в русле общемировых тенденций, выражающихся в снижении рождаемости за счет ее искусственного регулирования.

Дослідження виконано за фінансової підтримки МОН України за проектом «Біологічні виклики і загрози, зумовлені міграціями та інвазіями: популяційно-генетичний підхід», номер держреєстрації гранта 0117 U 004836.

Автори виражають благодарности главному врачу Харьковской городской поликлиники № 18 Шерстюк Л. Г., главному врачу Харьковской городской поликлиники № 24 В. М. Пшеченко, исполняющему обязанности главного врача Харьковской клинической больницы на железнодорожном транспорте № 2 И. А. Ярошенко; М. О. Морозовой, Т. В. Уманец за помощь в сборе материала.

References

1. Kurbatova O.L. Demographic genetics of urban population.: avtoref. dys...dok. byol. nauk. M., 2014. 48 p. [in Russian] / Курбатова О.Л. Демографическая генетика городского населения.: автореф. дис...док. биол. наук. М., 2014. 48 с.
2. 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] / Курбатова О.Л., Победоносцева Е.Ю., Гурганова Ф.Р., Булаева К.Б. Изменчивость параметров естественного воспроизводства и индекса Кроу в этнических группах Дагестана. *Генетика*. 2012. Т. 48, № 10. С. 1221–1227.
3. 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] / Атраментова Л.А., Мещерякова И.П., Филиппова О.В. Репродуктивные характеристики и индекс Кроу в различных группах населения Евпатории. *Генетика*. 2013. Т. 49, № 12. С. 1398–1406.
4. Atramentova L.A., Mustafaeva L.A. Crow's index in the population of Crimean Tatars. *Vestnyk kharkovskoho natsyonalnoho unyversyteta imeni V.N. Karazyna. Seriya «Byolohyia»*. 2016. Т. 26. P. 91–96. [in Russian] / Атраментова Л.А., Мустафаева Л.А. Индексы потенциального отбора в популяции крымских татар. *Вестник харьковского национального университета имени В.Н. Каразина. Серия «Биология»*. 2016. Т. 26. С. 91–96.
5. Mustafaeva L.A., Kozak N.A. Vital characteristics of reproduction of Crimean Tatar women. *Genetika cheloveka i patologiya. Problemy jevoljucionnoj medicyny*. 2014. № 10. P. 57–59. [in Russian] / Мустафаева Л.А., Козак Н.А. Витальные характеристики репродукции крымскотатарских женщин. *Генетика человека и патология. Проблемы эволюционной медицины*. 2014. № 10. С. 57–59.
6. Altuhov Ju.P. Dynamics of population gene pools under anthropogenic influences. *Vestnik VOGiS*. 2004. Т. 8, № 2. P. 40–59. [in Russian] / Алтухов Ю.П. Динамика популяционных генофондов при антропогенных воздействиях. *Вестник ВОГиС*. 2004. Т. 8, № 2. С. 40–59.
7. Atramentova L.A., Fedchun L.I., Povolockij S.A. Differential fertility in the Kharkov population. *Genetika*. 1993. Т. 29, № 3. P. 520–530. [in Russian] / Атраментова Л.А., Федчун Л.И., Поволоцкий С.А. Дифференциальная плодовитость в харьковской популяции. *Генетика*. 1993. Т. 29, № 3. С. 520–530.
8. Kozak N.A., Atramentova L.A. Pokazateli estestvennogo otbora v khar'kovskoy populatsii. *Fakty eksperimental'noy evoliutsii organizmov: zb.nauk.pr.* 2018. Т. 22. S. 56–61. [in Russian] / Козак Н.А., Атраментова Л.А. Показатели естественного отбора в харьковской популяции. *Факторы экспериментальной эволюции организмов: зб.наук.пр.* 2018. Т. 22. С. 56–61.
9. Holovne upravlinnia statystyky u Kharkivs'kij oblasti, Arkhiv. Chysel'nist' naseleennia. [in Ukrainian] / Головне управління статистики у Харківській області, Архів. Чисельність населення. URL: <http://kh.ukrstat.gov.ua/index.php/chyselnist-naseleennia-shchomisiachna-informatsiia> (дата зверення: 24.02.2019).
10. National Economy of the Ukrainian SSR in 1990: Statistical Yearbook. Ministerstvo statystyky URSR. K.: Tekhnika, 1991. 496 s. [in Ukrainian] / Народне господарство Української РСР у 1990 році: Статистичний щорічник. Міністерство статистики УРСР. К.: Техніка, 1991. 496 с.
11. Statistical Yearbook of Ukraine. Derzhavnyi komitet statystyky Ukraïny. Kyïv: Konsultant, 2008. 572 p. [in Ukrainian] Статистичний щорічник України. Державний комітет статистики України. К.: Консультант, 2008. 572 с.
12. Atramentova L.A., Utevskaia O.M. Statistical methods in biology. Gorlovka: ChP «Vidavnicтво lihtar», 2008. 248 p. [in Russian] / Атраментова Л.А., Утевская О.М. Статистические методы в биологии. Горловка: ЧП «Видавництво ліhtar», 2008. 248 с.

KOZAK N.O.^{1,2}, ATRAMENTOVA L.A.¹

¹ V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine, 61022, Kharkiv, Svobody sq., 4, e-mail: kozaknatali93@gmail.com

² Kharkiv National Medical university, Ukraine, 61022, Kharkiv, Nauky ave., 4, e-mail: kozaknatali93@gmail.com

DYNAMICS OF INDEXES OF REPRODUCTION AND SELECTION IN THREE GENERATIONS OF THE URBANIZED POPULATION

Aim. Due to the fact that women's reproductive behavior has been changing with the development of civilization, from natural uncontrolled fertility in the early stages of human development to reproductive technologies in our time, the aim of this work was to study the direction and intensity of natural selection index and changes of the quantitative characteristics of reproduction in women residents of Kharkiv in three successive generations. **Methods.** Material was collected in 1990 and 2017. The obstetric and gynecological history of the inhabitants of Kharkiv was studied. The first generation included 589 women who were born in 1900–1925, 244 women born in the period 1928–1955, made up the second generation, 288 women who were born in 1956–1979, were assigned to third generation. **Results.** The total selection index is reduced from 0.56 in the first generation to 0.29 and 0.28 in the second and third generations, respectively. Over the eighty-year period, the differential fertility rate has decreased. The percentage of women with pathological pregnancies increased from 4.9 in the first generation, to 22.5 in the second and 18.4 in the third generation. **Conclusions.** The total selection index in the Kharkiv population into three successive generations has decreased by half: from 0.56 to 0.28, the index of differential mortality has decreased by almost four times.

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

КОЗАК Н. О.^{1,2}, АТРАМЕНТОВА Л. О.¹

¹ Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
Україна, 61022, м. Харків, майд. Свободи, 4, e-mail: kozaknatali93@gmail.com

² Харківський національний медичний університет
Україна, 61022, м. Харків, пр. Науки, 4, e-mail: kozaknatali93@gmail.com

ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ РЕПРОДУКЦІЇ І ВІДБОРУ У ТРЬОХ ПОКОЛІННЯХ УРБАНІЗОВАНОЇ ПОПУЛЯЦІЇ

Мета. У зв'язку з тим, що репродуктивна поведінка жінок змінювалася з розвитком цивілізації, переходячи від природної неконтрольованої народжуваності на ранніх етапах розвитку людства до репродуктивних технологій в наш час, метою пропонованої роботи стало вивчення спрямованості та інтенсивності показників природного відбору і зміни кількісних характеристик репродукції у мешканок Харкова у трьох послідовних поколіннях.

Методи. Збір матеріалу проводився в 1990 та 2017 роках. Було вивчено акушерсько-гінекологічний анамнез мешканок Харкова. До першого покоління були віднесені 589 жінок 1900–1925 років народження; 244 жінки, що народилися в період із 1928 до 1955 року, склали друге покоління; 288 жінок, народжених у 1956–1979 роках, – третє покоління. **Результати.** Індекс тотального відбору знижується з 0,56 в першому поколінні до 0,29 і 0,28 у другому і третьому поколіннях відповідно. За розглянутий вісімдесятирічний період показник диференціальної плодючості знизився. Відсоток жінок із патологічними вагітностями виріс із 4,9 у першого покоління, до 22,5 у другого і 18,4 у третього поколінь. **Висновки.** Індекс тотального відбору в харківській популяції за три покоління знизився в два рази (від 0,56 до 0,28), індекс диференціальної смертності знизився майже в чотири рази.

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