

© М. В. Шустикова

Харьковский национальный
университет имени В. Н. Каразина**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И СРЕДОВЫЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ
ФОРМИРОВАНИЯ РАЗЛИЧИЙ УРОВНЯ
АГРЕССИВНОСТИ У ОДНОПОЛЫХ СИБЛИНГОВ****ВВЕДЕНИЕ**

✿ Проведен анализ вклада генотипа и индивидуальной семейной среды, обусловленной последовательностью рождения в sibстве, в формирование различий уровня физической, косвенной, вербальной агрессивности и раздражительности у однополых сиблингов. У сиблингов мужского пола величина показателя наследуемости физической агрессивности составила $H^2 = 84\%$ в широком и $h^2 = 24\%$ в узком смысле. Изменчивость уровня косвенной, вербальной агрессивности и раздражительности зависит от последовательности рождения: отмечено увеличение фенотипического сходства между отцами и младшими сыновьями по сравнению с отцами и старшими сыновьями. У сиблингов женского пола наследуемость физической агрессивности составила $h^2 = 35\%$; косвенной агрессивности — $h^2 = 41\%$, раздражительности — $h^2 = 36\%$. Влияние последовательности рождения на изменчивость уровня агрессивности не выявлено.

✿ **Ключевые слова:** агрессивность; однополые сиблинги; наследуемость; эффект последовательности рождения.

Агрессивность человека представляет собой динамическую модель predisposition к конструктивному и деструктивному поведению, мультифакторный признак, степень выраженности которого обусловлена множеством генов pleiotropic действия, опосредующих нейрофизиологические эффекты интерперсональных взаимодействий (DeLisi, Beaver, Vaughn, Wright, 2009; Кудрявцева, 2004; Кудрявцева с соавт., 2004; Rutter, Thapar, Pickles, 2009). Тезис о незначительности вклада общих экологических факторов в формирование фенотипического сходства поведенческих характеристик у потомков одной семьи, сформулированный Робертом Пломинем, стал предпосылкой для изучения роли индивидуальной среды (Plomin, Denies, 1987), одним из параметров которой является последовательность рождения в sibстве. Роль последовательности рождения в изменчивости уровня агрессивности недостаточно изучена, но, предположительно, существенна, вследствие влияния семейной констелляции на динамику отношений между членами семьи. Исследователи агрессии — Гюнтер Аммон, Отто Ф. Кернберг, Генри Паренс, — рассматривают деструктивную агрессию взрослого как результат нарушений фаз развития, фрустраций от реализуемой в материнско-детской диаде симбиотической потребности в привязанности до стремления к познанию, автономии, конкуренции, при расширении эмпирической орбиты ребенка (Аммон, 1995; Кернберг, 1998; Parens, 2008). Молекулярно-генетические исследования гена серотонинергической системы MAOA также показали, что данный ген не является «геном агрессии» *per se*, но опосредует генотип-средовые эффекты ранних влияний среды, способствующие формированию склонности к антисоциальному поведению. В результате опыта травмирующих взаимодействий, пережитого в детском возрасте, повышенная агрессивность с большей вероятностью формируется у мужчин, носителей MAOA-L аллеля (Buckholts, Meyer-Lindenberg, 2008). С помощью экспериментальных исследований на животных определен один из возможных эпигенетических механизмов влияния раннего стресса на агрессивность: ацетилирование H3 гистона в промоторной области гена MAOA в префронтальной коре (Márquez et al., 2013). Интерперсональные отношения, таким образом, являются средовым фактором, триггером, модулирующим экспрессию генов, обеспечивающих нейрохимию агрессивного поведения. Изучение изменчивости уровня агрессивности в связи с семейной констелляцией — один из шагов, приближающих к пониманию агрессии как экогенетической реакции. Цель настоящего исследования — сравнительный анализ вклада генотипа и индивидуальной семейной среды, обусловленной последовательностью рождения в sibстве, в формирование различий уровня агрессивности у сиблингов мужского и женского пола.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор психодиагностических данных проведен среди представителей двух последовательных поколений в полных биологических семьях с однополыми sibствами из двух человек, жителей г. Харькова (Украина). Отсутствие возможности тестирования всех родственников не являлось причиной исключения семьи из выборки, что повлияло на количественное соотношение представите-

Поступила в редакцию 25.09.2013
Принята к публикации 27.05.2014

лей первого и второго поколения: в исследовании приняли участие 93 старших и 89 младших сиблингов, 93 матери, 92 отца. Средний возраст младших братьев составил 21,1 (SD = 4,9), младших сестер 21,1 (SD = 4,3); старших братьев 23,6 (SD = 5,7), старших сестер 26,3 (SD = 6,5); матерей сиблингов мужского пола 41,0 (SD = 6,5), отцов 49,6 (SD = 6,1); матерей сиблингов женского пола 49,7 (SD = 6,6), отцов 50,5 (SD = 5,9) лет. Психологическое тестирование проводили после предварительного информирования в общей форме о целях исследования и с учетом согласия респондентов. Уровень агрессивности определяли с помощью теста диагностики агрессивных и враждебных реакций Buss-Durkee Hostility Inventory (Карелин, 2002). Изучали показатели физической, вербальной, косвенной агрессивности и раздражительности. Величину показателей рассчитывали в баллах с помощью интервальных субшкал. Для описания параметров распределения использовали среднее арифметическое значение признака, его дисперсию и стандартное отклонение. С целью оценки вклада генотипа и среды в формирование различий уровня агрессивности, определяли фенотипические взаимосвязи между родственниками с помощью коэффициентов корреляции, рассчитываемых согласно непрерывной количественной модели. Для пар «супруги» и «родитель—потомок» вычисляли интерклассовый коэффициент корреляции (Лакин, 1990) для сиблинговых пар — интраклассовый коэффициент корреляции путем оценки внутрипарных и межпарных дисперсий (Фогель, Мотульски, 1990). Тестирование статистических гипотез проводили

с помощью *t*-критерия Стьюдента. Коэффициенты корреляции использовали для определения величин генотипической (аддитивной и неаддитивной) и средовой составляющих фенотипической дисперсии уровня агрессивности и расчета показателей наследуемости $G_a = 2r_{po}/(1 + r_{sp})$; $G_d = 4(r_{sb} - r_{po})$; $G_t = G_a + G_d$; $E = 1 - G_t$, где G_a — аддитивная компонента генотипической составляющей (показатель наследуемости в узком смысле h^2); G_d — неаддитивная компонента генотипической составляющей; G_t — общая генотипическая составляющая (показатель наследуемости в широком смысле H^2); E — обобщенная средовая составляющая; r — коэффициенты корреляции: r_{sp} — между супругами; r_{po} — между родителями и потомками; r_{sb} — между сиблингами (Falconer, 1960). Статистический анализ данных осуществлен с помощью программ SPSS 13.0 for Windows, MATLAB.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Показатели уровня агрессивности респондентов представлены в таблице 1. В ходе анализа корреляционных взаимосвязей в супружеских парах, установлена умеренная положительная корреляция ($n = 39$; $r = 0,343$; $p = 0,041$) по физической агрессивности между родителями сиблингов мужского пола при отсутствии корреляций по другим видам агрессивности. В семьях с сиблингами женского пола статистически значимых корреляционных взаимосвязей в супружеских парах не выявлено. Коэффициенты корреляции по уровню агрессивности между родственниками

Таблица 1

Показатели агрессивности у родителей и потомков

Виды агрессивности	Поколение							
	Родители				Потомки			
	Отцы		Матери		Младшие		Старшие	
	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	s	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	s	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	s	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	s
Физическая агрессивность Косвенная агрессивность Вербальная агрессивность Раздражительность	Семья с сиблингами мужского пола							
	n = 44		n = 41		n = 40		n = 41	
	6,02 ± 0,30	2,04	4,15 ± 0,32	2,12	6,45 ± 0,33	1,89	6,84 ± 0,39	2,38
	5,36 ± 0,24	1,62	4,45 ± 0,33	1,42	4,87 ± 0,35	1,92	4,87 ± 0,31	2,02
	7,68 ± 0,36	2,45	5,80 ± 0,34	2,19	8,16 ± 0,40	2,37	7,61 ± 0,45	2,70
Физическая агрессивность Косвенная агрессивность Вербальная агрессивность Раздражительность	Семья с сиблингами женского пола							
	n = 48		n = 52		n = 49		n = 52	
	5,75 ± 0,36	2,53	3,17 ± 0,30	2,12	5,41 ± 0,37	2,62	4,12 ± 0,34	2,34
	4,60 ± 0,23	1,64	4,94 ± 0,20	1,34	5,37 ± 0,24	1,94	4,92 ± 0,26	1,90
	8,00 ± 0,40	2,76	6,65 ± 0,31	2,31	7,88 ± 0,37	2,67	7,35 ± 0,45	3,23
Физическая агрессивность Косвенная агрессивность Вербальная агрессивность Раздражительность	Семья с сиблингами женского пола							
	n = 48		n = 52		n = 49		n = 52	
	5,65 ± 0,30	2,11	5,44 ± 0,20	1,78	5,27 ± 0,24	1,59	6,06 ± 0,30	2,04

n — число обследованных; $\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$ — среднее значение показателя уровня агрессивности и его статистическая ошибка (в баллах); s — стандартное отклонение

Таблица 2

Результаты анализа корреляционных взаимосвязей ($r \pm sr$) по уровню агрессивности между родственниками

Виды агрессивности	Типы родственных пар			
	Семьи с сибсами мужского пола			
	Родитель—сын ($n = 155$)	Отец—сын ($n = 79$)	Мать—сын ($n = 76$)	Братья ($n = 40$)
Физическая агрессивность	$0,161 \pm 0,080^*$	$0,318 \pm 0,108^{**}$	$0,053 \pm 0,116$	$0,314 \pm 0,154^*$
Косвенная агрессивность	$0,103 \pm 0,080$	$0,044 \pm 0,114$	$0,174 \pm 0,114$	$0,120 \pm 0,161$
Вербальная агрессивность	$-0,029 \pm 0,081$	$0,044 \pm 0,114$	$0,190 \pm 0,114$	$0,199 \pm 0,159$
Раздражительность	$0,153 \pm 0,081$	$0,116 \pm 0,113$	$0,223 \pm 0,113$	$0,484 \pm 0,142^{**}$
	Семьи с сибсами женского пола			
	Родитель—дочь ($n = 198$)	Отец—дочь ($n = 95$)	Мать—дочь ($n = 103$)	Сестры ($n = 49$)
Физическая агрессивность	$0,173 \pm 0,070^*$	$0,138 \pm 0,102$	$0,231 \pm 0,097^*$	$0,191 \pm 0,159$
Косвенная агрессивность	$0,206 \pm 0,070^*$	$0,243 \pm 0,100^*$	$0,173 \pm 0,098$	$0,091 \pm 0,162$
Вербальная агрессивность	$-0,039 \pm 0,060$	$0,019 \pm 0,105$	$0,001 \pm 0,099$	$0,409 \pm 0,133^{**}$
Раздражительность	$0,179 \pm 0,070^*$	$0,346 \pm 0,097^{***}$	$0,007 \pm 0,010$	$0,236 \pm 0,158$

n — число пар; $r \pm sr$ — коэффициент корреляции и его статистическая ошибка; *, **, *** — уровень значимости коэффициента корреляции $p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$

представлены в таблице 2. Так как значения коэффициентов в парах родитель—сын/дочь, братья, сестры, достигли уровня статистической значимости не для всех признаков, последующее разложение фенотипической дисперсии проводили только для признаков «физическая агрессивность» у сиблингов мужского и женского пола, «физическая», «косвенная агрессивность» и «раздражительность» у сиблингов женского пола. Полученные результаты (табл. 3) отображают существенное различие в величине и структуре генотипической составляющей фенотипической дисперсии уровня физической агрессивности (Шустикова, 2008). У сиблингов мужского пола величина генотипической составляющей более чем вдвое превышает таковую у сиблингов женского пола и представлена как аддитивной, так и неаддитивной компонентой: показате-

тель наследуемости в узком смысле составил $h^2 = 24\%$, в широком смысле $H^2 = 84\%$; показатель наследуемости у сиблингов женского пола — $h^2 = 35\%$. Наследуемость косвенной агрессивности и раздражительности у сиблингов женского пола составила $h^2 = 41\%$ и $h^2 = 36\%$.

Для изучения влияния на формирование различий уровня агрессивности последовательности рождения, как фактора индивидуальной среды, был проведен корреляционный анализ в парах родитель—старший/младший потомок. Выявлены различия в силе корреляционных взаимосвязей в парах отец—старший сын ($n = 41$) и отец—младший сын ($n = 35$) (рис. 1). По косвенной агрессивности и раздражительности не обнаружено корреляции между отцами и старшими сыновьями ($r = -0,170$; $p = 0,271$; $r = -0,126$; $p = 0,415$), отмечена тенденция

Таблица 3

Результаты компонентного разложения фенотипической дисперсии уровня агрессивности у сиблингов мужского и женского пола

Виды агрессивности	Ga	Gd	E
Физическая агрессивность Косвенная агрессивность Вербальная агрессивность Раздражительность	Сиблинги мужского пола		
	0,24	0,60	0,16
	#	#	#
	#	#	#
	#	#	#
Физическая агрессивность Косвенная агрессивность Вербальная агрессивность Раздражительность	Сиблинги женского пола		
	0,35	—	0,65
	0,41	—	0,59
	#	#	#
	0,36	—	0,64

Ga , Gd — аддитивная и неаддитивная компоненты генотипической составляющей, E — средовая составляющая. Наследуемость в узком смысле $h^2 = Ga$; в широком смысле $H^2 = Ga + Gd$. # — компонентный анализ не проводили

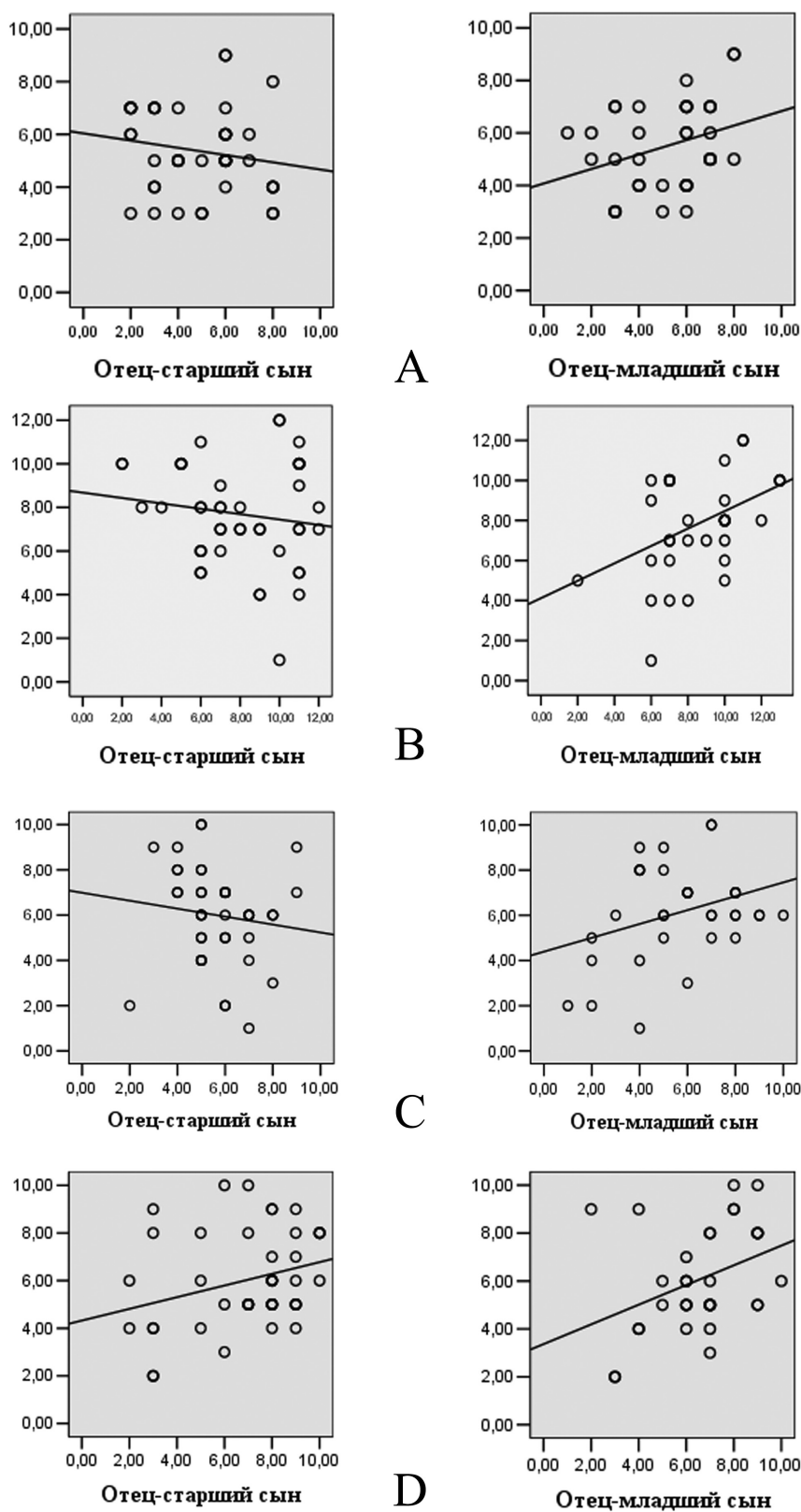


Рис. 1. Корреляционные взаимосвязи по агрессивности между отцами и сыновьями в зависимости от последовательности рождения: А — косвенная агрессивность, В — вербальная агрессивность, С — раздражительность, Д — физическая агрессивность

к корреляционной взаимосвязи между отцами и младшими сыновьями ($r = 0,312$; $p = 0,069$ / $r = 0,327$; $p = 0,055$). По вербальной агрессивности не выявлено статистически значимой корреляции между отцами и старшими сыновьями ($r = -0,143$; $p = 0,355$), между отцами и младшими сыновьями обнаружена корреляционная взаимосвязь средней силы ($r = 0,427$; $p = 0,011$). Подобного различия для показателя «физическая агрессивность» не установлено: корреляционная взаимосвязь по данной, филогенетически более ранней форме агрессивности, не зависит от последовательности рождения и составила $r = 0,288$ ($p = 0,058$) в парах «отец—старший сын», $r = 0,374$ ($p = 0,027$) в парах «отец—младший сын». Существенных различий силы корреляционных взаимосвязей в зависимости от последовательности рождения в семьях с сиблингами женского пола не наблюдали (Шустикова, 2009 а, 2009b).

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты компонентного разложения фенотипической дисперсии согласуются с данными генетического анализа различных видов агрессивности и связанных с агрессивностью признаков у дизиготных близнецов из различных популяций. Е. Ф. Коккарро и др., Vietnam Era Twin Register, констатировали вклад неаддитивной компоненты в дисперсию уровня агрессивности у мужчин для косвенной (40 %), вербальной агрессивности (28 %) и раздражительности (37 %) (Coccaro et al., 1977). Незначительные различия в величине неаддитивной компоненты (21 % у женщин, 30 % у мужчин) выявили Д. Финкель и М. МакГью, Minnesota Twin Family Register, (Finkel, McGue, 1997). Различия в структуре наследуемости показали И. Робелло и Д. Бумсма, Netherlands Twin Register, для реакции гнева (23 % *Ga*; 26 % *Gd* у мужчин и 34 % *Ga* у женщин) (Robello, Boomsma, 2006). Ю. Хур, South Korean Twin Register, сообщила о влиянии неаддитивной компоненты на индивидуальные различия уровня враждебности и импульсивности вне зависимости от пола (Hur, 2006, 2007).

Неаддитивная компонента отображает вклад в общую генотипическую дисперсию эффектов доминирования и эпистаза. Выраженный половой диморфизм по показателю наследуемости физической агрессивности, выявленный в настоящей работе, может быть обусловлен эффектами генов, расположенных в X-хромосоме, например, гена серотонинергической системы МАОА (Xp11.4-p11.3), гена андрогенчувствительных рецепторов (Xq12), вовлеченного в процессы метаболизма тестостерона; результатом комбинации эффектов специфичных (2q и 17q у мужчин, 6q у женщин) и неспецифичных (12q у мужчин и 16p у женщин) локусов, связанных с метаболизмом серотонина (Pan, Orberg, Abney, 2007; Weiss, Pan, Abney, Orberg, 2006). Известно, что взаимодействия между геном МАОА и генами, регулирующими обмен тестостерона, носят неаддитивный характер (Sjöberg et

al., 2008). Наследуемость уровня серотонина составляет 99 %, при этом у женщин неаддитивная компонента менее выражена, чем у мужчин ($h^2 = 27$ % по сравнению с $h^2 = 63$ %) (Weiss, Abney, Cook, 2005); наследуемость уровня тестостерона — 60 % у мужчин, 40 % у женщин (Harris, Vernon, Boomsma, 1998). В целом более существенная величина неаддитивной компоненты в показателе наследуемости физической агрессивности у сиблингов мужского пола, полученная в результате настоящего исследования, может отображать большую вовлеченность в формирование мужского фенотипа, по сравнению с женским, межгенных связей, образующихся непосредственно в нейромедиаторных системах и на уровне нелинейных взаимодействий ферментов через общие метаболические пути.

Необходимо отметить, что корректный генетико-математический анализ агрессивности предполагает выход за пределы сугубо генетической интерпретации показателя наследуемости в область биоэкологической парадигмы развития человека Ури Бронфенбрэннера, согласно которой наследуемость социально обусловленных признаков является прямой функцией интенсивности процессов межличностного взаимодействия и качественных особенностей среды, в которых оно осуществляется (Bronfenbrenner, Cesi, 1994). Показатель наследуемости агрессивности является динамической величиной и может изменяться в зависимости от условий, способствующих демонстрации определенного уровня агрессии. Следовательно, в качестве вероятных предпосылок более высокой наследуемости физической агрессивности у сиблингов мужского пола, могут быть рассмотрены особенности экологического контекста в мужском sibстве, например, большая интенсивность физических взаимодействий. Различия в силе корреляционных взаимосвязей между отцами и сыновьями по вербальной, косвенной агрессивности и раздражительности в зависимости от последовательности рождения, также может быть обусловлено экологическими факторами индивидуальной среды (большей интенсивностью общения между отцами и сыновьями, чем между отцами и дочерьми, соперничеством, стремлением к конкуренции, идентификацией с отцом). Индивидуализация процесса формирования фенотипа, обусловленная средовым опытом детей из одной семьи, может быть следствием многих причин, однако в случае агрессивности, представляется важным подчеркнуть, что сиблинги, являясь носителями определенных личностных и психофизиологических характеристик, оказывают значительное влияние на формирование агрессивного поведения друг друга. Младшие сиблинги развиваются в условиях когнитивных, сенсомоторных и психоэмоциональных взаимодействий не только с родителями, но и со старшими братом или сестрой. Немногочисленные данные свидетельствуют о большей доминантности и директивности первенцев, в значительной степени обусловленными избиратель-

ным отношением родителей к своему потомству (Daly, Wilson, 1995). Изменение семейной констелляции оказывает влияние на внутрисемейную динамику, и, как показывает настоящее исследование, к данному средовому фактору чувствительны сиблинги мужского пола в отношении филогенетически молодых видов агрессивности и раздражительности.

В настоящей статье не изложена интерпретация положительной корреляционной взаимосвязи по физической агрессивности между родителями сибсов мужского пола. Однако хотелось бы отметить, что основным из предполагаемых объяснений, на наш взгляд, является не столько брачная ассортативность, сколько «child effect» (Reiss, 2003), — влияние обусловленных полом поведенческих особенностей потомков на экспрессию генов, вовлеченных в нейрохимическую регуляцию агрессивности, у родителей (Шустикова, 2010).

Результаты работы являются основанием для вывода о гендер-специфичности межгенных и генотип-средовых взаимодействий в формировании различий уровня агрессивности. Для более углубленного анализа необходимо исследование с применением методов структурного моделирования с введением в модели эмпирически измеряемых латентных переменных, в качестве которых могут быть рассмотрены как средовые (более дифференцированные характеристики семейной среды), так и генетические (результаты молекулярно-генетического анализа специфических локусов) факторы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аммон Г. (1995) Динамическая психиатрия. Под ред. В.Д. Вида. СПб.: Психоневрологический институт им. В.М. Бехтерева.
2. Кернберг О.Ф. (1998) Агрессия при расстройствах личности. М.: Класс.
3. Кудрявцева Н.Н. (2004) А Лоренц-то был прав! Или накапливается ли агрессивная энергия? Генетика. Т. 40. С. 808–815.
4. Кудрявцева Н.Н., Филиппенко М.Л., Бакштановская И.В. с соавт. (2004) Изменение экспрессии моноаминергических генов под влиянием повторного опыта агонистических взаимодействий: от поведения к гену. Генетика. Т.40. С. 732–748.
5. Лакин Г.Ф. (1990) Биометрия. М.: Высшая школа.
6. Психологические тесты (2002) Под ред. А.А. Карелина. Т.1. М.: ВЛАДОС.
7. Фогель Ф., Мотульски А. (1990) Генетика человека. Т.3. М.: Мир.
8. Шустикова М.В. (2008) Наследуемость физической агрессивности: гендерные отличия. Под ред. Е.В. Лосевой, Н.А. Логиновой. Нейронаука для психологии и медицины. М.: МАКС Пресс; С. 337–338.
9. Шустикова М.В. (2009а) Влияние эффекта очередности рождения на корреляционные взаимосвязи по уровню агрессивности между родителями и потомками в семьях с однополыми сиблингами. Под ред. Е.В. Лосевой, Н.А. Логиновой. Нейронаука для психологии и медицины. М.: МАКС Пресс; С. 251–252.
10. Шустикова М.В. (2009b) Особенности формирования индивидуальных различий по уровню агрессивного реагирования у потомков семей с различной структурой. Под ред. В.А. Кунаха. Факторы экспериментальной эволюции организмов. Київ: Логос; С.430–434.
11. Шустикова М.В. (2010) Генетические и средовые факторы варибельности уровня агрессивности в семьях с однополыми сибствами. Медицинская генетика, Материалы VI Съезда Российского общества медицинских генетиков (Ростов-на-Дону, 14–18 мая 2010 г.) С. 199.
12. Bronfenbrenner U. & Ceci S.J. (1994) Nature-nurture reconceptualized: A bio-ecological model. Psychological Review. V. 101. P. 568–586.
13. Buckholts J., Meyer-Lindenberg A. (2008) MAOA and the neurogenetic architecture of human aggression. Trends in neuroscience. V. 31 (3) P. 120–129.
14. Coccaro E.F., Bergeman C.S., Kavoussi R.J. et al. (1977) Heritability of aggression and irritability: A twin study of the Buss-Durkee aggression scales in adult male subjects. Biol. Psychiatry. V. 41. P. 273–284.
15. Daly M., Wilson M. (1995) Discriminative parental solicitude and the relevance of evolutionary models to the analysis of motivational systems. In: M. Gazzaniga, editor. Cognitive Neurosciences. Cambridge: MIT Press; p. 1269–1286.
16. DeLisi M., Beaver K.M., Vaughn M. G., Wright J. P. (2009) All in the family: Gene x environment interaction between DRD2 and criminal father is associated with Five antisocial phenotypes. Criminal Justice and Behavior. V. 36. P. 1187–1197.
17. Falconer D.S. (1960) Introduction to Quantitative Genetics. Edinburgh: Oliver and Boyd.
18. Finkel D., McGue M. (1997) Sex differences and nonadditivity in heritability of the Multidimensional personality Questionnaire scales. J. Personal. Social Psychol. V. 72. P. 929–938.
19. Harris J.A., Vernon P.A., Boomsma D.I. (1998) The heritability of testosterone: a study of Dutch adolescent twins and their parents. Behavior Genetic. V. 28. (3) P. 165–171.
20. Hur Y.M. (2006) Non-additive genetic effects on hostility in South Korean adolescent and young adult twins. Twin Res. Hum. Genet. V. 9. P. 637–641.
21. Hur Y.M. (2007) Evidence for non-additive genetic effects on Eysenck Personality Scales in South Korean twins. Twin Res. Hum. Genet. V. 10. P. 373–378.
22. Márquez C., Poirier G.L., Cordero M.I. et. al. (2013) Peripuberty stress leads to abnormal aggression, altered amygdala and orbitofrontal reactivity and increased

prefrontal MAOA gene expression. Translational Psychiatry. Posted 15.01.2013, cited 10.09.2013. URL: <http://www.nature.com/tp/journal/v3/n1/full/tp2012144a.html>.

23. Pan L., Ober C., Abney M. (2007) Heritability estimation of sex-specific effects on human quantitative traits. *Genetic epidemiology*. V. 31. P. 338–347.
24. Parens H. (2008) The development of aggression in early childhood. New York: Jason Aronson.
25. Plomin R., Danies D. (1987) Why are children in the same family so different from one another? *Behavioral and Brain Sciences*. V. 10. (1) P. 1–16.
26. Reiss D. (2003) Child effect on family systems: Behavioral genetic strategies. In: A. Crouter, A. Booth, editors. *Children's influence on family dynamics: the neglected side of family relationships*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates; p. 3–25.
27. Robello I., Boomsma D.I. (2006) Genetic analysis of anger: Genetic dominance or competitive sibling interaction. *Behavior Genetics*. V. 36. P. 216–228.
28. Rutter M., Thapar A., Pickles A. (2009) Gene-environment interactions: Biologically valid pathway or artifact? *Arch. Gen. Psychiatry*. V. 66. P. 1287–1289.
29. Sjöberg R.L., Ducci F., Barr C.S. et al. (2008) A non-additive interaction of a functional MAO-A VNTR and testosterone predicts antisocial behavior. *Neuropsychopharmacology*. V. 33. P. 425–430.
30. Weiss L., Abney M., Cook E. (2005) Sex-specific genetic architecture of whole blood serotonin levels. *Amer. Jour. Human Genetics*. V. 76. (1) P. 33–41.
31. Weiss L., Pan L., Abney M., Ober C. (2006) The sex-specific of quantitative traits in humans. *Nature Genetics*. V. 38. (2) P. 218–222.

GENETIC AND ENVIRONMENTAL DETERMINANTS IN THE FORMATION OF DIFFERENCES IN AGGRESSION IN SAME-SEX SIBLINGS

Shustikova M. V.

✿ **SUMMARY: Background.** The analysis of the contribution of genotype and nonshared environment caused by birth order in formation of differences in physical, indirect, verbal aggression and irritability in same-sex siblings was carried out. **Materials and methods.** Data of sibling from sibship size two and there parents in the Kharkov population (Ukraine) were analyzed. The aggression was defined by Buss-Durkee Hostility Inventory scales. Results of the research have been processed with statistical software packages SPSS 13.0 for Windows, MATLAB.

✿ **Results.** The heritability for physical aggression: $h^2 = 24\%$, $H^2 = 84\%$ at male siblings; $h^2 = 35\%$ at female siblings. The heritability for indirect aggression and irritability: $h^2 = 41\%$ and $h^2 = 36\%$ at female siblings. Variability of a level of indirect, verbal aggression and irritability in male siblings is depends from birth order: the increase phenotype similarity between fathers and younger sons in comparison with fathers and older sons was marked. **Conclusion.** Results are the basis for a conclusion about

gender-specificity of gene interactions and genotype-environment interaction in formation differences of aggression. The next step of investigation is model fitting analysis.

✿ **KEY WORDS:** aggression; same-sex sibling; heritability; birth order effect.

✿ REFERENCES (TRANSLITERATED)

1. Ammon G. (1995) *Dinamicheskaya psikhiaetriya* [Dynamic psychiatry]. V. D. Vid, editor, St.Petersburg: Psikhonevrologicheskiy institut im.V.M. Bekhtereva.
2. Bronfenbrenner U. & Cesi S.J. (1994) Nature-nurture reconceptualized: A bio-ecological model. *Psychological Review*. V. 101. P. 568–586.
3. Buckholts J., Meyer-Lindenberg A. (2008) MAOA and the neurogenetic architecture of human aggression. *Trends in neuroscience*. V. 31 (3) P. 120–129.
4. Coccaro E.F., Bergeman C.S., Kavoussi R.J. et al. (1977) Heritability of aggression and irritability: A twin study of the Buss-Durkee aggression scales in adult male subjects. *Biol. Psychiatry*. V. 41. P. 273–284.
5. Daly M., Wilson M. (1995) Discriminative parental solicitude and the relevance of evolutionary models to the analysis of motivational systems. In: M. Gazzaniga, editor. *Cognitive Neurosciences*. Cambridge: MIT Press; p. 1269–1286.
6. DeLisi M., Beaver K.M., Vaughn M. G., Wright J. P. (2009) All in the family: Gene x environment interaction between DRD2 and criminal father is associated with Five antisocial phenotypes. *Criminal Justice and Behavior*. V. 36. P. 1187–1197.
7. Falconer D.S. (1960) *Introduction to Quantitative Genetics*. Edinburgh: Oliver and Boyd.
8. Finkel D., McGue M. (1997) Sex differences and non-additivity in heritability of the Multidimensional personality Questionnaire scales. *J. Personal. Social Psychol.* V. 72. P. 929–938.
9. Fogel' F., Motul'ski A. (1990) *Genetika cheloveka* [Human genetics]. T 3. Moscow: Mir.
10. Harris J.A., Vernon P.A., Boomsma D.I. (1998) The heritability of testosterone: a study of Dutch adolescent twins and their parents. *Behavior Genetic*. V. 28. (3) P. 165–171.
11. Hur Y.M. (2006) Non-additive genetic effects on hostility in South Korean adolescent and young adult twins. *Twin Res. Hum. Genet.* V. 9. P. 637–641.
12. Hur Y.M. (2007) Evidence for non-additive genetic effects on Eysenck Personality Scales in South Korean twins. *Twin Res. Hum. Genet.* V. 10. P. 373–378.
13. Kernberg O. F. (1998) *Agressiya pri rasstroystvakh lichnosti* [Aggression in Personality Disorders]. Moscow: Klass.
14. Kudryavtseva N.N. (2004) *Rus. J. Genetics*. V. 40. P. 656–662.
15. Kudryavtseva N.N., Filipenco M.L., Bakshtanovskaya I.V. et al. (2004) *Rus. J. Genetics*. V. 40. P. 590–604.

16. Lakin G.F. (1990) Biometriya [Biometrics]. Moscow: Vysshaya shkola.
17. Márquez C., Poirier G.L., Cordero M.I. et al. (2013) Peripuberty stress leads to abnormal aggression, altered amygdala and orbitofrontal reactivity and increased prefrontal MAOA gene expression. *Translational Psychiatry*. Posted 15.01.2013, cited 10.09.2013. URL: <http://www.nature.com/tp/journal/v3/n1/full/tp2012144a.html>.
18. Pan L., Ober C., Abney M. (2007) Heritability estimation of sex-specific effects on human quantitative traits. *Genetic epidemiology*. V. 31. P. 338–347.
19. Parens H. (2008) The development of aggression in early childhood. New York: Jason Aronson.
20. Plomin R., Danies D. (1987) Why are children in the same family so different from one another? *Behavioral and Brain Sciences*. V. 10. (1) P. 1–16.
21. *Psichologicheskie testy [Psychological tests]*. (2002) Karelin A.A., editor. V.1. Moscow: VLADOS.
22. Reiss D. (2003) Child effect on family systems: Behavioral genetic strategies. In: A. Crouter, A. Booth, editors. *Children's influence on family dynamics: the neglected side of family relationships*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates; p. 3–25.
23. Robello I., Boomsma D.I. (2006) Genetic analysis of anger: Genetic dominance or competitive sibling interaction. *Behavior Genetics*. V. 36. P. 216–228.
24. Rutter M., Thapar A., Pickles A. (2009) Gene-environment interactions: Biologically valid pathway or artifact? *Arch. Gen. Psychiatry*. V. 66. P. 1287–1289.
25. Shustikova M.V. (2008) Nasleduemost' fizicheskoy agressivnosti: gendernye otlichiya. [Heritability of physical aggressiveness: analyses by gender] In: E.V. Loseva, N.A. Loginova, editors. *Neuroscience for Medicine and Psychology*. Moscow: MAX Press; P. 337–338.
26. Shustikova M.V. (2009a) Vliyanie effekta ocherednosti rozhdeniya na korrelyatsionnye vzaimosvyazi po urovnyu agressivnosti mezhdru roditelyami i potomkami v sem'yakh s odnopolymi siblingami. [Birth order and parent-offspring correlations of aggressiveness in same-sex sibling families] In: E.V. Loseva, N.A. Loginova, editors. *Neuroscience for Medicine and Psychology*. Moscow: MAX Press; P. 251–252.
27. Shustikova M.V. (2009b) Osobennosti formirovaniya individual'nykh razlichiy po urovnyu agressivnogo reagirovaniya u potomkov semey s razlichnoy strukturoy. [Offspring individual differences in aggressiveness and family structure] In: V.A. Kunach, editor. *Factors of experimental evolution of organisms*. Kyiv: Logos; P. 430–434.
28. Shustikova M.V. (2010) Geneticheskie i sredovye faktory variabel'nosti urovnya agressivnosti v sem'yakh s odnopolymi sibstvami [Genetic and environmental factors of aggression level variability in same-sex sibling families] *Medical Genetics*. P. 199.
29. Sjöberg R.L., Ducci F., Barr C.S. et al. (2008) A non-additive interaction of a functional MAO-A VNTR and testosterone predicts antisocial behavior. *Neuropsychopharmacology*. V. 33. P. 425–430.
30. Weiss L., Abney M., Cook E. (2005) Sex-specific genetic architecture of whole blood serotonin levels. *Amer. Jour. Human Genetics*. V. 76. (1) P. 33–41.
31. Weiss L., Pan L., Abney M., Ober C. (2006) The sex-specific of quantitative traits in humans. *Nature Genetics*. V. 38. (2) P. 218–222.

✿ Информация об авторах

Шустикова Марина Валентиновна — младший научный сотрудник. Отдел генетики НИИ биологии. Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина. 61077, Харьков, пл. Свободы, д. 4. E-mail: m_v_shustikova@mail.ru.

Shustikova Marina Valentinovna — Researcher. V.N. Karazin Kharkov National University. 61077, Kharkov, ploshchad Svobody, 4. Ukraine. E-mail: m_v_shustikova@mail.ru.