

Черткова Ю.Д., Егорова М.С. Половые различия в математических способностях



English version: [Chertkova Yu.D., Egorova M.S. Sex differences in mathematical abilities](#)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

[Сведения об авторах](#)

[Литература](#)

[Ссылка для цитирования](#)

Анализировались половые различия по математическим способностям, которые оценивались по результатам выполнения математического теста единого государственного экзамена. Выборка исследования включает 11577 пар близнецов, которые сдавали экзамен в 2010, 2011 и 2012 гг. Выборка репрезентативна популяции близнецов соответствующего возраста, проживающих на территории России. Для определения половых различий оценивались различия средних, дисперсий, величина эффекта d (разница в средних баллах мальчиков и девочек, деленная на усредненное по группам мальчиков и девочек стандартное отклонение). Основные результаты состоят в следующем. Девочки в среднем хуже выполняли математический тест, чем мальчики, однако различия между группами невелики и достигают уровня значимости только в одной возрастной когорте (у тех, кто сдавал экзамен в 2011 г.). Величина эффекта d для трех возрастных когорт равна 0,027, 0,078, 0,028, то есть пренебрежимо мала. Дисперсия в группе мальчиков больше, чем в группе девочек. По показателю математических способностей получены значимые различия между девочками из дизиготных разнополых пар и девочками из моно- и дизиготных однополых пар, что подтверждает предположение о влиянии пренатального тестостерона на формирование математических способностей.

Ключевые слова: половые различия, математические способности, пренатальный тестостерон

Маккоби и Джеклин, авторы первой обобщающей книги, посвященной половым различиям, пришли к выводу, что половые различия отчетливо, на разных выборках и в разных ситуациях обнаруживаются всего для четырех психологических характеристик, одна из которых – математические способности. По результатам исследований, выполненных к началу 70-х гг. и включенных в проведенный ими метаанализ, было показано, что, начиная с 11–12 лет, мальчики обгоняют девочек по успешности выполнения самых разных математических заданий, и с возрастом преимущество мужчин в математике только увеличивается [Maccoby, Jacklin, 1974].

Вывод о том, что мальчики превосходят девочек по математическим способностям, соответствует и сегодняшним представлениям – как научным, так и обыденного сознания, однако за четыре десятилетия интенсивных исследований картина половых различий в математических способностях обрела массу подробностей, которые касаются как их феноменологии, так и биологических и социальных условий их формирования.

В данной статье представлены: 1) обзор основных современных направлений исследования половых различий в математических способностях; 2) описание половых различий, полученных на репрезентативной выборке близнецов (включающей всех близнецов Российской Федерации, сдававших Единый государственный экзамен в 2010–2012 гг.); 3) проверка гипотезы о связи математических способностей с влиянием пренатального тестостерона.

Феноменология половых различий в математических способностях

Академическая успеваемость

Школьные оценки по математике, как правило, выше у девочек (например, [Kimball, 1989; Willingham, Cole, 1997; Dwyer, Johnson, 1997; Epstein et al., 1998; Kenney-Benson et al., 2006]).

Некоторое преимущество девочек сохраняется в разных возрастах и воспроизводится в исследованиях, проведенных в разных странах. Например, в двух последовательных лонгитюдных исследованиях, которые проводились на американских школьниках с седьмого по девятый и с девятого по двенадцатый классы (совокупная выборка 900 человек), учителя более высоко оценивали достижения девочек во всех возрастах, причем соотношение оценок мальчиков и девочек сохранялось примерно на одном и том же уровне во всех возрастных группах с седьмого по двенадцатый класс [Ding et al., 2006].

Исследование, проведенное в Гонконге на 45 тысячах старшеклассниках, продемонстрировало лучшую успеваемость девочек по всем предметам, в том числе и по математике [Wong et al., 2002].

При исследовании академической успеваемости близнецов и одиночнорожденных детей школьного возраста на репрезентативной российской выборке, составляющей 2282 близнецовых пар и 4065 одиночнорожденных детей, также были получены данные о более высокой успеваемости девочек по сравнению с мальчиками [Зырянова, 2009а; Зырянова, 2009б].

Таблица 1

Средние оценки по математике у российских школьников 2–10-х классов

Классы	Близнецы				Одиночнорожденные			
	Мальчики		Девочки		Мальчики		Девочки	
	Оценка	N1	Оценка	N2	Оценка	N1	Оценка	N2
Начальные (2–4)	3,821	436	3,909	503	3,843***	434	4,041***	411
Средние (5–7)	3,595***	452	3,837***	411	3,594***	392	3,804***	377
Старшие (8–10)	3,511***	1194	3,748***	1339	3,511***	1141	3,796***	1175

Примечания. N1 – количество человек в группе мальчиков, N2 – количество человек в группе девочек. Уровень значимости различий: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,000$; оценка по критерию t-Стьюдента.

При всей непротиворечивости результатов, полученных на основании оценок учителей, они не вызывают особого доверия у тех, кто исследует половые различия, поскольку оценка учителя складывается из многих компонентов. Учителя оценивают не только знания, но и усилия, затраченные на их получение. Для повышения мотивации обучения они завышают оценки слабых учеников, поощряя незначительные успехи, и занижают оценки сильных, заметив, что те перестали работать. Они поощряют старательность и аккуратность, что дает преимущество в оценках девочкам, и наказывают за нарушение дисциплины, что больше сказывается на оценках мальчиков. Иначе говоря, в оценках по математике очень велик «нематематический компонент», чему есть огромное количество экспериментальных подтверждений, а также примеров из собственного опыта школьной жизни.

Стандартизованные оценки (критериальные тесты, оценивающие математические знания и компетенции, и тесты математических способностей) представляются более объективным и, следовательно, надежным способом оценки, и поэтому на их результаты чаще полагаются при исследовании половых различий.

Примером стандартизованной оценки являются единые критерии оценки знаний и умений и единые процедуры их оценивания, разработанные в Великобритании (National Curriculum criteria). По этим критериям оцениваются все ученики государственных школ. Критерии знаний и умений, приобретенных в процессе изучения математики, включают в себя 1) знание математических правил и умение применить их на практике; 2) умение производить вычисления и понимание формы и объема; 3) знание различных единиц измерения и понимание их смысла. Критерии предназначены для оценки успехов в математике у школьников 5–16 лет, и, соответственно, содержание заданий, по

которым судят о компетенциях ученика, меняется в зависимости от возраста. Если об усвоении математических знаний шестилетним ребенком судят по способности нарисовать прямоугольник, узнать цилиндр, найти нужные монетки для покупки какой-то вещи, то старшеклассника спрашивают о смысле числа «пи».

В качестве других примеров стандартизованных методов можно назвать Scholastic Aptitude Test (SAT), Graduate Record Examination (GRE) и др.

Показатели, получаемые при тестировании – различные математические способности, – представляют собой оценки успешности выполнения математических заданий, нормально распределенные в популяции, то есть «математические способности» – это не особая одаренность, а психологическая черта, которая варьирует в популяции от минимального уровня (например, математические способности у детей с задержками развития) до весьма высокого (например, математические способности победителей международных олимпиад по математике).

Статистическими показателями половых различий являются различия средних, различие дисперсий и разная представленность мальчиков (мужчин) и девочек (женщин) в крайних группах.

Средние различия между мальчиками и девочками по математическим способностям

При обследовании репрезентативных выборок по успешности выполнения тестов математических способностей соотношение оценок мальчиков и девочек меняется в зависимости от возраста. В дошкольном и младшем школьном возрасте результаты, как правило, соответствуют гипотезе гендерного сходства – половых различий либо нет, либо они минимальны и при этом еще и противоположны по направлению (в одних исследованиях в пользу мальчиков, в других – в пользу девочек). Начиная со старшего школьного возраста тестовые баллы юношей и мужчин часто оказываются выше, хотя и не по всем показателям математических способностей [Zhu, 2007; Lindberg et al., 2010].

В лонгитюдном исследовании, проведенном на 200 школьников на протяжении обучения в начальной школе, не было обнаружено половых различий по показателям тестов математических способностей [Lachance, Mazzocco, 2006].

В исследовании, проведенном на 9-летних детях, заканчивающих начальную школу (около 4,5 тысяч человек), использовалась общая оценка успеваемости по математике, подсчитанная на основании критериев усвоения знаний и умения применять их в жизни. Средняя общая оценка мальчиков значительно отличалась от оценок девочек ($p < 0,001$) [Spinath et al., 2008]. По аналогичным показателям, полученным на выборке 10-летних близнецов (более 5000 пар), мальчики тоже превосходили девочек, однако половые различия обуславливали лишь 1% вариативности [Kovas et al., 2007].

При анализе преемственности математических способностей от 9 до 12 лет (6,5 тысяч детей) оценки математических знаний и умений у мальчиков оказались выше, чем у девочек, но полученные различия невелики и в 12 лет меньше, чем в 9 лет [Chamorro-Premuzic et al., 2010].

Половые различия по суммарному показателю математических способностей (более высокие баллы у мальчиков) получены на выборке 10-летних близнецов при интернет-тестировании, однако половые различия объясняют менее 5% вариативности показателей математических способностей [Davis et al., 2008].

В работе, проведенной на национальной выборке 11-летних школьников (более 178 тысяч детей), показано, что тестовые показатели математических способностей мальчиков превышают аналогичные показатели девочек на 0,28 стандартного отклонения [Calvin et al., 2010].

При анализе результатов двух лонгитюдных исследований (выполненных на выборках, репрезентативных соответствующим возрастным когортам США, включающих более 10 тысяч детей и позволяющих проанализировать траектории развития от четырех до семнадцати лет) половые

различия были обнаружены только в самом конце обучения, у учеников 12-го класса [Leahey, Guo, 2001].

Подобных экспериментальных данных бесчисленное количество, поэтому для понимания общей картины обратимся к результатам метаанализа исследований математических способностей.

В 1990 г. Джэнет Хайд и ее коллеги отобрали 100 исследований, в которых применялись наиболее надежные по психометрическим критериям тесты и участвовали достаточно представительные выборки. Всего было выделено 254 тестовых показателя, а совокупная выборка превышала 3 млн человек (от дошкольников до взрослых) с примерно равной представленностью женщин и мужчин [Hyde et al., 1990].

Показатель, который использовался для оценки половых различий, представляет собой разность между средней тестовой оценкой мужчин и средней тестовой оценкой женщин, деленную на среднее для мужской и женской выборок стандартное отклонение, и обозначается как «величина эффекта» (d). Положительное значение эффекта свидетельствует о более высоких математических способностях мужчин, отрицательное значение – о более высоких способностях женщин.

По показателям отдельных тестов значения эффектов распределились следующим образом: 51% – положительный эффект, 6% – эффект равен нулю, 43% – отрицательный эффект. Таким образом, половые различия для разные показателей математических способностей оказались разнонаправленными.

Когда результаты выполнения тестов (254 тестовых показателя) были сгруппированы по смыслу заданий (счет, понимание сути математических правил, решение проблемных ситуаций) и математическому содержанию (алгебра, геометрия и т.д.), а выборки разделены по возрасту, появилась возможность определить, когда появляются половые различия и в каких математических способностях они себя обнаруживают.

По суммарной оценке математических способностей возрастные изменения состоят в увеличении преимущества мальчиков по сравнению с девочками. В младшем школьном возрасте величина эффекта невысокая и отрицательная (девочки лучше выполняют тесты, чем мальчики, но различия незначительные). В подростковом, студенческом и взрослом возрасте величина эффекта равна соответственно 0,25, 0,41 и 0,54, что свидетельствует, во-первых, о более высоких способностях юношей и мужчин по сравнению с девушками и женщинами, и, во-вторых, об увеличении половых различий с возрастом. Наиболее явно эти различия проявляются по показателям решения задач. По счету (математическим вычислениям) девочки несколько превосходят мальчиков, но по этому показателю отсутствуют данные для студенческого и взрослого возрастов.

Метаанализ результатов, выполненный двумя десятилетиями позже, проведен на трех вариантах исследований, которые включают 1) достаточно большие выборки, которые собраны без учета репрезентативности или нерепрезентативны (например, исследования одаренных подростков); 2) национальные выборки, репрезентативные популяции; 3) межнациональные выборки.

Первый вариант метаанализа основывается на результатах исследований, представленных в 242 статьях, с суммарной выборкой более миллиона испытуемых (1 286 350 человек) от дошкольного до взрослого возраста [Lindberget al., 2010].

Средняя величина эффекта, полученная для всех показателей математических способностей, которые рассматривались в 242 исследованиях, равна +0,05, то есть направление различий – в пользу мужчин, но величина эффекта пренебрежимо мала. Распределение эффектов в зависимости от их величины образует почти нормальное распределение, то есть количество исследований, в которых мальчики и мужчины выполнили математические тесты лучше, чем девочки и женщины, примерно равно количеству исследований с противоположным результатом.

Половые различия обнаруживаются только в старших классах ($d = 0,23$) и несколько снижаются в студенческом возрасте ($d = 0,18$). При сравнении математических заданий разного содержания наибольший эффект (в пользу мальчиков) обнаружен для успешности решения геометрических задач

($d = 0,14$).

Второй вариант метаанализа (обобщение результатов, полученных на репрезентативных выборках) проводился неоднократно. Так, при совместном анализе результатов четырех исследований, выполненных в США, с суммарной выборкой 1 309 587 школьников 8–12-х классов, выборки которых формировались с учетом репрезентативности соответствующей возрастной когорте (National Longitudinal Surveys of Youth, the National Education Longitudinal Study of 1988, the Longitudinal Study of American Youth, the National Assessment of Educational Progress), величина эффекта для показателей разных математических тестов варьирует от $-0,15$ до $+0,22$.

Если интерпретировать полученные результаты в терминах нормального распределения, то получится, что распределение по математическим способностям мальчиков по сравнению с распределением девочек сдвинуто в сторону более высоких способностей мальчиков. При этом распределения математических способностей мальчиков и девочек в значительной степени пересекаются, и на протяжении последних 40 лет наблюдается увеличение зоны пересечения. Так, при значении эффекта, равном $0,10$, среднее значение математических способностей, полученное в группе девочек, превышает 50% девочек и 52% мальчиков. При эффекте, равном $0,06$, – 50% девочек и примерно 51% мальчиков.

Половые различия в вариативности математических способностей

Другой подход к анализу половых различий и к установлению самого факта их существования основан на предположении дарвиновской теории о половом отборе, предполагающем большую представленность мужчин на краях распределения. На этом же предположении основываются эволюционные интерпретации половых различий, в частности, метафорическая теория Геодакяна о половых различиях как выражении долговременной и кратковременной памяти вида.

По экспериментальным результатам вариативность математических способностей действительно оказывается выше в группе мальчиков (мужчин). Отношение дисперсии в группе мальчиков к дисперсии в группе девочек редко оказывается ниже $1,0$. Так, в 5 исследованиях, проведенных в США с 1960 по 1992 гг. на национальных выборках и включающих от 12 до 73 тысяч школьников, отношение дисперсий для показателей математических тестов варьирует в пределах $1,05–1,25$ [Hedges, Nowell, 1995].

По результатам тестирования, проведенного на всех учениках 2–11-х классов в 10 штатах США, ни в одной из возрастных групп отношение дисперсий не опустилось ниже значения $1,11$, варьировало в пределах $1,11–1,21$ и имело тенденцию к увеличению с возрастом [Hyde et al., 2008].

Примерно о таких же результатах свидетельствует тестирование, проведенное на национальной выборке подростков в Великобритании: соотношение дисперсий мальчиков и девочек для разных показателей равно $1,1$ [Strand et al., 2006].

Половые различия, полученные при сравнении дисперсий, говорят о том, что крайние значения (наиболее низкие и наиболее высокие математические способности) чаще встречаются в мужской выборке, что порождает интерес к исследованию крайних групп.

Половые различия в крайних группах

Данные о представленности мальчиков и девочек среди наиболее математически одаренных, то есть на правом краю распределения, являются наиболее показательными для демонстрации половых различий в математических способностях.

В начале 80-х гг. были опубликованы результаты сравнения 13-летних мальчиков и девочек по результатам выполнения математических заданий SAT (School Aptitude Test – тест школьных способностей) на выборке, включающей 40 000 человек. Соотношение количества мальчиков и девочек, вошедших в крайние $0,01$ и $0,001$ распределения, то есть среди тех, кто превзошел по результатам более 99% выборки, оказалось в пользу мальчиков и равно соответственно $4,1$ к 1 и 13

к 1. Иначе говоря, в крайней группе, включающей 1% выборки, мальчиков было в 4 раза больше, чем девочек, а в крайней группе, включающей 0,1% выборки, – в 13 раз больше [Benbow, Stanley, 1980].

Неслучайность этих результатов подтвердилась в другом исследовании, проведенном, как и предыдущее, в США, с использованием SAT, на той же возрастной группе и на той же возрастной когорте, то есть на 13-летних школьниках, проходивших тестирование в начале 80-х гг. Соотношение мальчиков и девочек, входящих в 0,1% наиболее способных школьников, равно 13,5 к 1 [Wai et al., 2010].

При анализе динамики изменений, произошедших с 1980 по 2010 г., было показано, что с течением времени соотношение мальчиков и девочек в крайних группах заметно изменилось. Так, в исследованиях, проведенных в 2005–2010 гг. в группах, входящих в 0,01% популяции, соотношение между мальчиками и девочками равнялось 3,83, то есть примерно в 3,5 раза меньше, чем в 80-е гг., но, тем не менее, преобладание мальчиков в группе с наиболее высокими математическими способностями сохранилось.

То, что крайние значения, как высокие, так и низкие, чаще встречаются у мальчиков, подтверждается и в исследованиях, выполненных на школьниках других стран и с использованием других диагностических методов. Например, исследование, проведенное в Великобритании на репрезентативной выборке и включающее более 300 тысяч 11–12-летних школьников, продемонстрировало значимое, хотя и небольшое по абсолютной величине различие между мальчиками и девочками по математическим способностям (99,4 vs 98,9, $p < 0,0001$). Отношение количества мальчиков к количеству девочек на краях распределения равно 1,3 (т.е. 13 к 10) у 5% школьников с наиболее низкими математическими способностями и 1,46 – у 5% с наиболее высокими. При расширении крайних групп до 10% преобладание в крайних группах мальчиков сохраняется, хотя и в меньшей степени: отношение количества мальчиков к количеству девочек равно 1,19 у 10% выборки с наиболее низкими показателями и 1,34 – у 10% выборки с наиболее высокими показателями математических способностей [Strandet et al., 2006].

В исследованиях, проведенных в разных странах, результаты, как правило, свидетельствуют о превосходстве мальчиков, но общий уровень математических способностей (без разделения по полу) имеет значительные межнациональные различия, которые превышают половые различия внутри стран. Так, мальчики, живущие в Японии и на Тайване, отличаются по математическим способностям от американских мальчиков значительно больше, чем от «своих» девочек, и больше, чем американские мальчики отличаются от американских девочек [Lummis, Stevenson, 1990]. Более высокие межгрупповые различия по сравнению с внутригрупповыми свидетельствуют о значимости социальных условий, которые способствуют (или, наоборот, препятствуют) формированию математических способностей и, не отменяя преимущества мальчиков в математических достижениях, повышают уровень владения математикой и мальчиков, и девочек.

Влияние социальных условий развития на половые различия в математических способностях

Социологические исследования половых различий, рассматривающие возможности реализации мужчин и женщин в разных странах, связывают половые различия в математических способностях с участием женщин в политической деятельности, положением женщин на рынке труда, распределением семейных ролей, либеральными ценностями и т.д. [например, Penner, 2008].

Психологические исследования социальных условий, формирующих половые различия в математических способностях, включают анализ мотивации, самооценок, оценок окружающих и гендерных стереотипов.

При поиске возможных причин половых различий в академической успеваемости вообще и успеваемости по математическим дисциплинам в частности обращаются к модели мотивации обучения (expectancy-values model), предложенной Джеклин Экклас. В данной модели в качестве детерминант успешного обучения рассматриваются самооценка способностей и субъективная ценность занятий в той или иной сфере [Wigfield, Eccles, 2000; 2002; Jacobs, 2004; 2005].

Восприятие собственных способностей («как ты думаешь, насколько хорошо у тебя получается...») предсказывает академическую успеваемость по различным предметам, причем предположение о том, что долговременное влияние самооценки наблюдается лишь постольку, поскольку она связана с общим интеллектом, не подтверждается, то есть показатели самооценки успешности вносят собственный, не сводимый к интеллекту, вклад в успешность овладения математикой [Spinath et al., 2006; Spinath et al., 2008; Chamorro-Premuzic et al., 2010].

Связи академической успеваемости с внутренней мотивацией («насколько тебе интересно заниматься...») менее тесные, но тоже воспроизводятся в разных исследованиях.

Что касается половых различий, то мальчики превосходят девочек и по самооценке математических способностей, и по интересу к математике [Wigfield et al., 2005].

Самооценка реальных и будущих достижений зависит также от ожиданий окружающих. Родители и учителя оценивают математические способности мальчиков выше, чем девочек, несмотря на то что девочки лучше учатся. Успехи девочек связывают с усидчивостью, успехи мальчиков – с математическим складом ума и одаренностью. Тенденция оценивать мальчиков выше сохраняется и при контроле уровня математических способностей, то есть при одинаковых показателях тестов математических способностей у мальчиков и девочек родители и учителя склонны недооценивать девочек [Tiedemann, 2000; Helwig et al., 2001; Keller, 2001; Bouchey, Harter, 2005].

Представления о том, что половые различия в математических способностях созданы самой природой и принципиально непреодолимы, легко подтвердить и трудно опровергнуть. Так, женщины склонны соглашаться с тем, что половые различия в математических способностях имеют генетическую природу, но не воспринимают противоположную информацию [Dar-Nimrod, Heine, 2006]. Более того, успешность выполнения женщинами математических заданий варьирует в зависимости от того, с какой инструкцией задание предлагается (есть ли так называемая угроза стереотипа или нет). Например, в одном случае говорится, что мужчины справляются с заданием лучше и без генетики тут не обошлось, во втором – что половых различий при выполнении этого задания не наблюдается. В первом случае женщины справляются с заданием значительно хуже [Spencer, 1999; Steel, 1997, 2003; Steel et al., 2002].

Стереотипы, связанные с половыми различиями, появляются очень рано. Даже в тех случаях, когда дети не видят половых различий в математических способностях своих сверстников, они считают, что у взрослых эти различия, несомненно, есть – мужчины лучше разбираются в математике, чем женщины. Например, девочек, обучающихся в начальной школе, просили нарисовать «хороших математиков». Рисуя сверстников, они изображали в основном девочек, рисуя взрослых – мужчин [Steele, J. 2003]. Это явление (стратификации стереотипа) наблюдается и у старшеклассников. Например, у девочек, обучающихся в женских школах, мотивация достижения и самооценка успехов в математике оказывается выше, чем у их ровесниц, не имеющих опыта раздельного обучения. Однако ориентация на инженерные и связанные с математикой специальности у тех и других одинаково низкая, то есть если личный опыт не подтверждает стереотип, это не означает, что стереотип не будет влиять на то, что находится за пределами личного опыта [Cherney, Campbell, 2011].

Половые различия в математических способностях чувствительны и к процессу обучения. Например, девочки хуже чувствуют себя в ситуации соревнования. Половые различия могут касаться не столько математических способностей, сколько усвоенного стиля обучения. Так, Б.Г.Ананьев в 60-е гг. высказал предположение о том, что снижение успешности девочек в подростковом возрасте может объясняться разным психологическим возрастом мальчиков и девочек при начале обучения в школе. В первом классе девочки в среднем «старше» мальчиков, поэтому они быстрее схватывают объясняемый материал и готовы двигаться дальше, но поскольку учитель ориентируется на «среднего» ученика, девочки вынуждены выслушивать многократное повторение одного и того же, давно усвоенного. Это снижает у них интерес к учебе и формирует представление о том, что хорошо выученное – это многократно повторенное. У среднего мальчика ситуация другая: скорость понимания материала совпадает со скоростью объяснения (понял – идем дальше). Впоследствии, когда мальчики и девочки выравниваются по психологическому возрасту, различие в стилях обучения, сформированных в первые годы, оказывается не в пользу девочек. Правомерность такого

предположения косвенно подтверждается наблюдениями С.Соловейчика, обобщенными им в афористической фразе «повторение – мачеха учения».

Связь половых различий с условиями существования несомненна, в противном случае изменение стереотипов относительно женских и мужских профессий, произошедшее в последние 30–40 лет, не привело бы к изменению (уменьшению) уровня половых различий. Однако социальными условиями детерминанты половых различий в математических способностях не исчерпываются.

Биологические причины половых различий в математических способностях

Генотипические влияния

В генетических исследованиях показано, что 1) вариативность математических способностей генетически обусловлена и 2) генотип в равной степени влияет на вариативность математических способностей мальчиков и девочек.

Величина показателей наследуемости варьирует в довольно широких пределах в зависимости от возраста испытуемых и методов диагностики. Так, при использовании двух тестов, направленных на диагностику успешности обучения математике (Wide Range Achievement Test, Metropolitan Achievement Test) показатели наследуемости для 6–13-летних школьников оказались равны соответственно 0,28 и 0,32 [Pettrill, Thompson, 1994]. При исследовании математических способностей у 9-летних детей с помощью национального квалификационного критерия (National Curriculum) оценки наследуемости для разных показателей математических способностей варьировали в пределах 0,99–0,80 [Spinath et al., 2008]. При интернет-тестировании 10-летних детей по трем тестам математических способностей суммарный показатель наследуемости оказался равен 0,49 [Davis et al., 2008]. При этом значимых половых различий во вкладе генотипа в вариативность математических способностей обнаружено не было.

При анализе генотип-средового соотношения на крайних группах оценки наследуемость вариативности математических способностей на краях распределения не отличались от полученных на всей популяции. Так, при сравнении на выборке 10-летних близнецов (2674 пары) двух групп – с наиболее высокими математическими способностями (15% выборки) и всех остальных (85% выборки) – не было обнаружено значимых различий между группами по величине показателя наследуемости [Pettrill et al., 2009]. Аналогичные результаты были получены при исследовании природы вариативности математических способностей на противоположной крайней группе того же возраста (2596 пар близнецов): 15% с наиболее низкими математическими способностями и вся остальная выборка не различались по вкладу генотипа в вариативность математических способностей [Kovas et al., 2007].

Исследования, проведенные на крайних группах, так же как и выполненные на репрезентативной популяции, подтверждают гипотезу гендерного сходства, то есть генотип-средовые соотношения, полученные на группе мальчиков, не отличаются от полученных на группе девочек. Однако в данном случае торопиться с выводами не стоит, поскольку все исследования природы вариативности крайних проявлений математических способностей выполнены на детях допубертатного возраста, а половые различия в математических способностях, во-первых, значимо увеличиваются после полового созревания и, во-вторых, увеличиваются с возрастом.

Гормональные влияния

Связь пубертатных изменений с увеличением половых различий в математических способностях наводит на мысль об участии гормонов в формировании математических способностей.

Поскольку существуют многочисленные и надежные доказательства взаимосвязи математических и пространственных способностей, а также показана параллельность изменения пространственных и математических способностей в онтогенезе и одинаковая направленность половых различий, ожидается, что сопоставление гормональных влияний и математических способностей продемонстрирует картину, похожую на ту, которая наблюдается при исследовании пространственных

способностей.

Предположение о влиянии гормонов на половые различия в математических способностях основывается:

- 1) на данных о гормональных влияниях на математические способности мужчин и женщин [например, Benbow, Benbow, 1984; Gouchie, Kimura, 1996; Maloney et al., 2012; Beltz et al., 2013];
- 2) на многочисленных и надежных доказательствах взаимосвязи математических и пространственных способностей, параллельности их изменения в онтогенезе, одинаковой направленности половых различий [например, Halpern, 2000; Van Garderen, Montague, 2003; Dar-Nimrod, Heine, 2006; Halberda et al., 2008; Lachance, Mazzocco, 2006; Webb et al., 2007; Lubinski, 2010];
- 3) на результатах исследования связи успешности выполнения пространственных тестов с уровнем стероидов – прогестерона, эстрадиола и тестостерона [например, Gouchie, Kimura, 1991; Janowsky et al., 1994; Kimura, 1996; Hooven et al., 2004; Falter et al., 2009; Berenbaum, Beltz, 2011; Vuoksima et al., 2012; Courvoisier et al., 2013];
- 4) на результатах исследования влияния пренатального тестостерона на пространственные способности [Knickmeyer et al., 2006; Bull et al., 2010; Vuoksima et al., 2010; Heil et al., 2011; Tapp et al., 2011].

Исследования последнего из этих направлений (роли пренатального тестостерона в вариативности пространственных способностей) касаются тех индивидуальных особенностей, развитие которых гипотетически связано с пренатальной дифференциацией мозговых структур, происходящей под воздействием тестостерона. В той степени, в какой уровень пренатального тестостерона различается у мальчиков и девочек, различаются и связанные с мозговыми структурами предпосылки половых различий в целом ряде характеристик – от телосложения и некоторых болезней до психологических особенностей, к числу которых относятся пространственные способности [Cohen-Bendahan et al., 2004].

Для определения влияния пренатального тестостерона на поведение используется, в частности, близнецовая схема эксперимента, основанная на сравнении мальчиков и девочек из разнополых дизиготных (ДЗ) пар с мальчиками и девочками из однополых монозиготных (МЗ) и дизиготных пар. Предполагается, что гормональный фон пренатального развития девочек из разнополых ДЗ пар будет характеризоваться повышенным по сравнению с нормой уровнем тестостерона, а гормональный фон мальчиков из разнополых ДЗ пар – наоборот, пониженным (вследствие соседства со-близнеца противоположного пола и проницаемости околоплодных оболочек для андрогенов). Это предположение носит название «гипотезы передачи тестостерона от со-близнеца» (twin testosterone transfer hypothesis).

Теоретически, если результаты исследования какой-либо характеристики подтверждают гипотезу передачи тестостерона от со-близнеца, то различия между мальчиками и девочками из разнополых ДЗ пар должны быть менее выражены, чем в однополых парах: средние значения девочек должны быть выше, чем средние значения девочек из однополых пар из-за маскулинизирующего влияния пренатального тестостерона, а средние значения мальчиков из разнополых ДЗ пар должны быть ниже, чем средние значения мальчиков из однополых пар из-за отсутствия адекватного маскулинизирующего влияния. В экспериментальных исследованиях пространственных способностей эти теоретические ожидания оправдываются не полностью: сдвиг обнаруживается только в женских парах, и, соответственно, значимые различия по пространственным способностям обнаруживаются только между девочками из однополых и разнополых близнецовых пар [Tapp et al., 2011].

В нашем исследовании гипотеза передачи тестостерона от со-близнеца впервые проверяется при изучении причин половых различий в математических способностях.

Выборка и методы исследования

Для анализа использовались данные по успешности сдачи Единого государственного экзамена (ЕГЭ) в Российской Федерации в 2010–2012 гг.

Школьниками РФ в 2010–2012 гг. сдавались экзамены по 14 предметам: два обязательных – русский

язык и математика, двенадцать предметов по выбору – иностранные языки (английский, немецкий, французский, испанский), история, литература, физика, химия, биология, география, информатика и информационно-коммуникационные технологии, обществознание.

В данной работе рассматриваются результаты ЕГЭ по математике у близнецов Российской Федерации с учетом гендерной принадлежности школьников.

Отбор близнецовых пар из общей базы проводился по следующему алгоритму: дети рассматривались как близнецы при совпадении у них фамилии, отчества, даты рождения и населенного пункта, где сдавался экзамен. Кроме принадлежности школьника к близнецовой паре данные ЕГЭ позволяют определить пол выпускника, регион проживания и тип населенного пункта (город, поселок городского типа, село).

Были получены данные о тестовых баллах ЕГЭ у 11 577 близнецовых пар (13 214 девушек и 9940 юношей). Из всех участвовавших в Едином государственном экзамене математику сдавали около 95%.

Следует отметить, что недостатки ЕГЭ, традиционно являющиеся предметом критики со стороны противников этой формы оценки знаний – недостаточная корректность проведения, значительные различия в успешности школьников разных регионов страны – не оказывают существенного влияния на результаты нашего исследования, так как при анализе берутся среднегрупповые оценки юношей и девушек по всей территории РФ. Таким образом, указанные особенности «выносятся за рамки» исследования, так как их влияния одинаковы для представителей обоих полов.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Statistica 8.0.

В обсуждении используются результаты исследования, проведенного сотрудниками кафедры психогенетики Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова (руководитель проекта – М.С.Егорова), посвященного сопоставлению академической успеваемости близнецов и одиночнорожденных детей.

В рамках этого исследования собраны данные об успеваемости (годовые оценки по всем школьным предметам) 4564 близнецов (2282 пар) и 4065 одиночнорожденных школьников, проживающих в 17 субъектах Российской Федерации. Дополнительно были получены сведения о зиготности близнецов, структуре семьи, возрасте и уровне образования родителей [Зырянова, 2009а; Зырянова, 2009b; Черткова, 2009].

Результаты и обсуждение

Отличаются ли данные близнецов от данных, полученных на всей популяции?

Для оценки возможности генерализации выводов, полученных на выборке близнецов, на всю популяцию сопоставим данные по результатам ЕГЭ по математике по всем сдававшим ЕГЭ и отдельно по близнецам.

В таблице 2 приводятся данные об успешности выполнения экзаменационных заданий по математике всеми учащимися, которые сдавали ЕГЭ в 2011–2012 гг. и, отдельно, членами близнецовых пар. Данные по всей популяции приводятся по Итоговым аналитическим отчетам о результатах Единого государственного экзамена, выполненным ФИПИ [Федеральный институт педагогических измерений (ФИПИ), 2011; ФИПИ, 2012]. Близнецовые данные собраны в нашем исследовании.

Деление на подгруппы по уровню подготовки, а также обозначение подгрупп («минимальный», «низкий» и пр.) производится в соответствии с делением Федерального института педагогических измерений (ФИПИ) на основании баллов, полученных на ЕГЭ по математике. Границы уровней определяются на основе статистических данных о результатах экзамена в текущем и прошлом годах, требований к уровню подготовки выпускников средней школы, сформулированных в Федеральном компоненте государственного образовательного стандарта, количества часов на изучение предмета в

образовательных учреждениях с различным уклоном, экспертных оценок преподавателей и специалистов в области педагогических измерений. В связи с этим данные по 2010 году не приводятся, так как выделение подгрупп, начиная с 2011 г., было существенно изменено.

Таблица 2

Доля участников ЕГЭ по уровню подготовки по математике (%)

Год ЕГЭ	Группа учащихся	Минимальный (0–30 в 2011 г.; 0–24 в 2012 г.)	Низкий (31–56 в 2011 г.; 25–60 в 2012 г.)	Средний (57–82 в 2011 г.; 61–81 в 2012 г.)	Высокий (83–100 в 2011 г.; 82–100 в 2012 г.)
2011	Вся популяция	14,84	57,82	26,18	1,18
	Близнецы	11,62	58,99	27,98	1,41
2012	Вся популяция	10,00	73,80	15,50	0,70
	Близнецы	9,40	72,16	17,60	0,84

Полученные данные свидетельствуют о том, что близнецы не отстают от одинокорожденных детей по успешности в математике к моменту выпуска из школы.

Согласно отчетам ФИПИ 2010–2012 гг. [ФИПИ, 2010; ФИПИ, 2011; ФИПИ, 2012] девушки составили 56% учащихся, сдававших ЕГЭ, что в целом отражает гендерный состав выпускников средней школы. Процентное соотношение девушек и юношей в нашей близнецовой выборке соответствует данным по всей популяции (56,97 к 43,03).

В таблице 3 приводятся средние баллы ЕГЭ по математике в группах близнецов-девочек и близнецов-мальчиков.

Таблица 3

Половые различия в успеваемости по математике (средний балл ЕГЭ)

	Мальчики	Девочки	t-критерий	N1	N2
Математика	47,042*	46,417*	3,009	9592	12 700

Примечания. N1 – количество человек в группе мальчиков, N2 – количество человек в группе девочек. Уровень значимости различий: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,000$; оценка по критерию t-Стьюдента.

Мальчики превосходят девочек по успешности сдачи Единого государственного экзамена по математике (47,042 vs 46,417, $p < 0,01$). Следует отметить, что вариативность показателей в группе мальчиков больше, чем в группе девочек (15,759 vs 15,030, $p < 0,001$).

Сравнение среднего балла ЕГЭ по математике у юношей и девушек

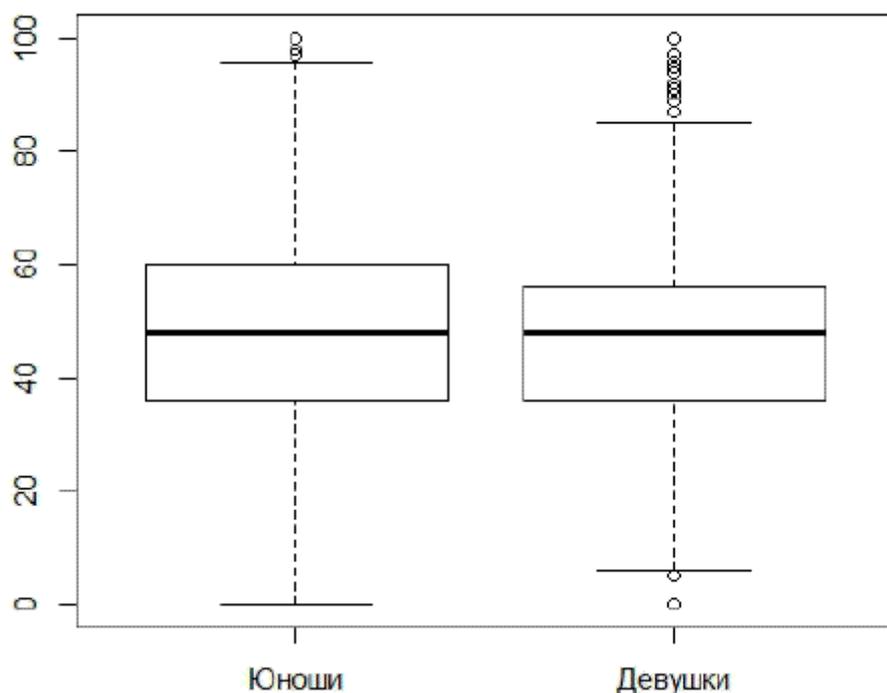


Рис. 1. Графическое представление половых различий по баллам ЕГЭ по математике (средние баллы и доверительные интервалы).

Рассмотрим половые различия по математическим способностям с учетом года сдачи ЕГЭ. На рис. 2 представлен средний балл ЕГЭ по математике у близнецов – юношей и девушек отдельно для данных 2010, 2011 и 2012 годов.

Таблица 4

Половые различия в успеваемости по математике

Год ЕГЭ	Средний балл ЕГЭ		t-критерий	Стандартное отклонение		F-отношение	d	N1	N2
	Мальчики	Девочки		Мальчики	Девочки				
2010	44,635	44,240	1,176	15,190***	14,334***	1,123	0,027	3348	4446
2011	50,130***	48,936***	3,239	15,488	15,069	1,056	0,078	2956	4067
2012	46,717	46,284	1,188	16,109**	15,341**	1,103	0,028	3288	4187

Примечания. N1 – количество человек в группе мальчиков, N2 – количество человек в группе девочек. Уровень значимости различий: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,000$; оценка по критерию t-Стьюдента.

Средний балл ЕГЭ по математике выше у мальчиков, чем у девочек, вне зависимости от года сдачи экзамена, однако различия невелики и достигают уровня значимости только в 2011 году. Это соответствует данным о более высоком уровне математических способностей у мужчин. Полученные данные подтверждают и гипотезу о большей вариативности математических способностей у мужчин по сравнению с женщинами. Разброс данных выше во всех трех подгруппах мальчиков (2010–2012 гг.), однако в 2011 году половые различия по дисперсии не достигли уровня значимости. Изменения от года к году могут быть связаны как с модернизацией методики проведения и процедуры шкалирования баллов ЕГЭ, так и иметь случайный характер.

Величина эффекта (d) (напомним, что она вычисляется как разница в средних баллах мальчиков и девочек, деленная на усредненное по группам мальчиков и девочек стандартное отклонение) пренебрежимо мала (0,027 в 2010-м, 0,078 в 2011-м и 0,028 в 2012 году), что свидетельствует о незначительном превышении успешности мальчиков по сравнению с девочками.

Результаты близнецов, планирующих продолжить обучение

Напомним, что в России школьниками 11-го класса сдаются два обязательных государственных экзамена (русский язык и математика), а другие предметы могут сдаваться по желанию, в первую очередь для поступления в высшие учебные заведения. По данным ФИПИ, только русский язык и математику сдают 16–17% выпускников. Большинство школьников (около 72%) сдает 3–4 экзамена, при этом от года к году наблюдается рост среднего количества экзаменов, которое выбирают участники ЕГЭ. Поскольку для поступления в вузы и ссузы необходимо представить оценки ЕГЭ по 3–5 предметам, то сдача дополнительных (сверх двух обязательных) экзаменов свидетельствует о том, что 4/5 выпускников рассматривают вероятность поступления в высшие и средние специальные учебные заведения как реальную. Среди близнецов сдавали хотя бы один экзамен по выбору 86,6%.

В таблице 5 приведены средние баллы и стандартное отклонение показателей ЕГЭ по математике для юношей и девушек, которые в дальнейшем планируют продолжить обучение.

Таблица 5

Половые различия в успеваемости по математике у потенциальных абитуриентов высших и средних специальных учебных заведений (в том числе физико-математического профиля)

Группа	Средний балл ЕГЭ		t-критерий	Стандартное отклонение		F-отношение	N1	N2
	Мальчики	Девочки		Мальчики	Девочки			
Все поступающие	49,284***	47,925***	6,295	15,181***	14,512***	1,094	8077	11 223
Поступающие на физико-математическое направление обучения	52,319***	54,424***	-4,782	15,444	15,033	1,055	4224	1700

Примечания. N1 – количество человек в группе мальчиков, N2 – количество человек в группе девочек. Уровень значимости различий: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,000$; оценка по критерию t-Стьюдента.

Среди всех потенциальных абитуриентов высших и средних специальных образовательных учреждений мальчики в среднем демонстрируют более высокие баллы ЕГЭ по математике, чем девочки (49,284 vs 47,925, $p < 0,001$). Выделение из них подгруппы абитуриентов физико-математического направления (тех, кто, кроме математики сдавал ЕГЭ по физике) дает противоположную картину. Девочки из этой подгруппы значимо успешнее мальчиков в математике (54,424 vs 52,319, $p < 0,001$). Таким образом, получается, что это направление обучения девочки выбирают только при более выраженных (чем у мальчиков) успехах в физико-математических дисциплинах. Это служит подтверждением наличия в обществе социальных стереотипов в отношении технических профессий.

Успеваемость близнецов из однополых и разнополых пар

Задаваясь вопросом об источниках половых различий, кроме социальных причин следует иметь в виду и возможное влияние пренатальных половых гормонов. Основным методом, который позволяет проверить гипотезу об их влиянии на те или иные психологические характеристики, является сравнение изучаемой черты у ДЗ близнецов из однополых и разнополых пар.

Напомним, что при влиянии пренатальных гормонов на математические способности предполагается, что наиболее высокие показатели будут у мальчиков из однополых ДЗ пар, наиболее низкие – у девочек из однополых ДЗ пар, а девочки и мальчики из разнополых ДЗ пар получают промежуточные по значению показатели.

Сопоставим успеваемость близнецов из однополых и разнополых пар (см. рис. 2).

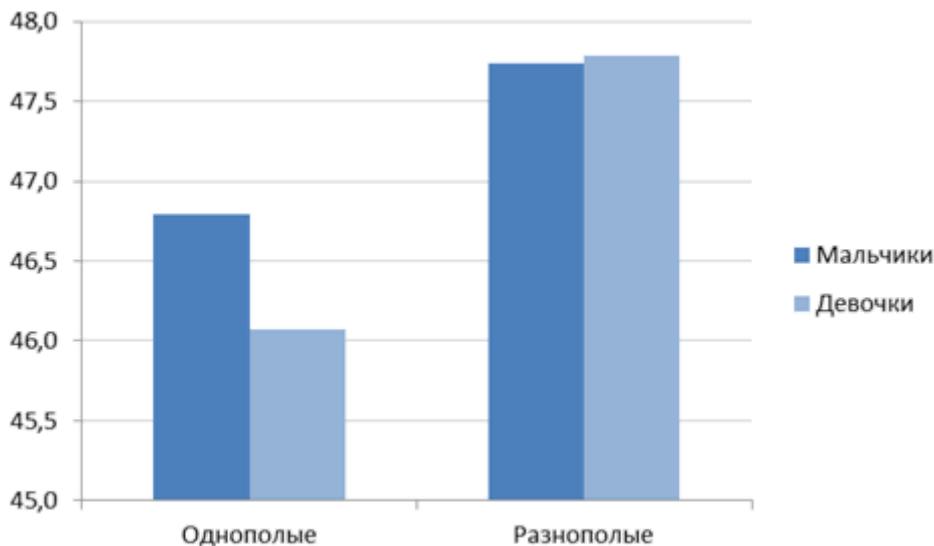


Рис. 2. Средние баллы ЕГЭ по математике у мальчиков и девочек из разнополых и однополых пар.

Мы видим, что близнецы из разнополых пар показывают более высокие экзаменационные баллы по математике по сравнению с близнецами из однополых пар. Эти тенденции наблюдаются как в группах девочек, так и в группах мальчиков. Различия между успеваемостью близнецов из однополых пар и разнополых пар более выражены у девочек (46,075 vs 46,784, $p < 0,001$), чем у мальчиков (46,792 vs 47,735, $p < 0,01$). Среди близнецов из однополых пар мальчики успешнее девочек (46,792 vs 46,075, $p < 0,01$), успеваемость мальчиков и девочек из разнополых пар не различается (47,735 vs 47,784).

Данные, полученные на группе девочек, соответствуют гипотезе о наличии пренатальных гормональных влияний на математические способности. Более высокая успеваемость близнецов из разнополых пар по сравнению с однополыми может быть связана с рядом причин. Особенности формирования выборки, к сожалению, не позволяют получить данные о зиготности близнецов. Поэтому выборка разнополых близнецов включает в себя только дизиготных близнецов, а однополых – и дизиготных, и монозиготных близнецов.

Этот факт – включение в группу однополых и МЗ, и ДЗ близнецов – важен в силу целого ряда факторов.

Во-первых, частота рождения дизиготных близнецов растет с увеличением возраста матери. Для монозиготных близнецов такой зависимости практически не наблюдается. Таким образом, родители разнополых близнецов обычно старше, чем родители однополых близнецов. Так, в нашем предыдущем исследовании, также посвященном сопоставлению успеваемости близнецов и одиночнорожденных детей, родители разнополых близнецов были значимо старше родителей однополых близнецов (26,7 vs 25,9, $p < 0,05$ для матерей и 28,5 vs 27,7, $p < 0,05$ для отцов).

Возраст родителей значим для когнитивного развития детей. Показано, что дети юных матерей чаще имеют поведенческие проблемы, задержки развития, нарушение способности к обучению [Shearer et al., 2002; Fergusson, 1993], более низкие оценки по базовым школьным предметам, в частности по чтению и по математике [Ketterlinus et al., 1991].

В целом ряде работ показано, что социальные преимущества (более высокий социо-экономический статус и уровень образования) компенсируют повышенные биологические риски (более высокую вероятность генных мутаций) материнства старшего возраста.

Во-вторых, особенности близнецовой ситуации и специфика взаимодействия близнецов друг с другом и с окружающими в определенной мере зависит от зиготности близнецов и их половой принадлежности. Разнополые близнецы меньше ориентированы друг на друга, чем однополые. Окружающие «признают» их право на различную структуру способностей и разный темп деятельности. Это индивидуализирует процесс развития и в конечном счете приводит к лучшим

результатам. Кроме того, разнополые близнецы (в бытовом понимании «двойняшки») могут быть более благополучны с личностной точки зрения и не восприниматься учителями как проблемные.

Третий аспект – это разделение ролей в паре. Как показало исследование академической успеваемости близнецов и одиночнорожденных детей, принятие на себя роли лидера или ведомого значительно реже наблюдается в разнополых парах, чем в однополых. Вместе с тем в том же исследовании продемонстрировано, что более высокие показатели академической успеваемости показывают близнецы в парах, где нет разделения на лидера и ведомого по сравнению с парами, где это разделение наблюдается. Начиная со средней школы эти различия становятся статистически значимыми ($p < 0,05$) как по отдельным предметам, так и по суммарным показателям (таким как средняя оценка по гуманитарным предметам, средняя оценка по естественнонаучным предметам и т.д.). В старшей школе различия между близнецами, не имеющими и имеющими ролевые отношения в паре, наблюдаются для всех предметов и всех суммарных показателей [Егорова и др., 2007].

Подводя некоторые итоги, можно сказать, что большее благополучие разнополых близнецов по сравнению с однополыми находит отражение в школьной успеваемости. Вместе с тем более выраженное, чем у мальчиков, повышение экзаменационного балла у девочек из разнополых пар по сравнению с однополыми парами позволяет предполагать наличие определенного влияния пренатальных гормонов на академическую успеваемость по математике.

Сопоставление итоговых оценок за год и баллов ЕГЭ

ЕГЭ является относительно новым для нашей страны способом оценки знаний школьников, ведутся достаточно бурные дискуссии о том, насколько корректно его проведение и насколько верно он измеряет уровень подготовки выпускников.

В связи с этим представляется интересным сопоставить два типа данных – годовые оценки по математике у близнецов-старшеклассников и тестовые баллы ЕГЭ у близнецов, проходивших экзамен в 2010–2012 гг., с учетом половых различий по успеваемости.

Таблица 6

Половые различия по академической успешности по математике

	Мальчики	Девочки	t-критерий	N1	N2
Годовые школьные оценки (старшие классы)					
Алгебра	3,509***	3,765***	12,829	2498	2323
Геометрия	3,507***	3,776***	13,247	2417	2244
Баллы Единого государственного экзамена					
Математика	47,042*	46,417*	3,009	9592	12 700

Примечания. N1 – количество человек в группе мальчиков, N2 – количество человек в группе девочек. Уровень значимости различий: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,000$; оценка по критерию t-Стьюдента.

Полученные данные свидетельствуют о том, что различия в успеваемости мальчиков и девочек по математике достигают уровня значимости как для годовых оценок по алгебре и геометрии в старших классах, так и для баллов ЕГЭ. В то же время обращает на себя внимание, что направление различий имеет противоположный характер – школьные оценки свидетельствуют о большей успешности девочек по математическим предметам, а тестовые баллы ЕГЭ – о превосходстве мальчиков.

Учитывая регулярно воспроизводимые в разных исследованиях данные о более развитых математических способностях у мужчин, можно предполагать, что более высокая успеваемость девочек в школе, в том числе по предметам математического цикла, является результатом самой специфики выставления оценок в школе. Школьные оценки оказываются в значительной мере подвержены влиянию дополнительных, не относящихся напрямую к знанию предмета факторов – поведения в классе, взаимоотношений с учителями и пр., и, кроме того, отражают не только знание предмета на данный момент, но и общую репутацию ученика в школе.

В то же время полученные нами данные о большей успешности мальчиков при выполнении математических заданий по сравнению с девочками при использовании стандартизованных форм оценки (к которым относится и единый государственный экзамен) соответствуют результатам, полученным и в других странах. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что Единый государственный экзамен является более корректной формой оценки успеваемости в силу его большей объективности.

Выводы

Подводя итоги, можно сказать, что краткий анализ данных, полученных при анализе математических способностей близнецов, представляющих собой репрезентативную населению РФ соответствующего возраста выборку, продемонстрировал, что

- 1) мальчики превосходят девочек по математическим способностям;
- 2) несмотря на то что половые различия в успешности выполнения заданий ЕГЭ по математике являются значимыми, величина эффекта d , по которой принято судить о половых различиях, пренебрежимо мала;
- 3) данные, полученные на отечественной выборке, совпадают с результатами западных исследований, общее представление о которых дано в обзоре;
- 4) наши данные как минимум не опровергают гипотезу о влиянии пренатального тестостерона на математические способности.

Финансирование

Исследование выполнено при поддержке Российского гуманитарного научного фонда, проект 12-06-00790 «Формирование индивидуальных различий в школьной успеваемости: влияние общей среды, индивидуальной среды и пренатальных гормонов».

Литература

Егорова М.С., Зырянова Н.М., Паршикова О.В., Пьянкова С.Д., Черткова Ю.Д. Сравнительный анализ академической успешности монозиготных и дизиготных близнецов (первый этап исследования). Дифференциальная психология. Вестник Пермского Государственного Педагогического Университета, Сер. 10, 2005, 1(2), 21–32.

Егорова М.С., Зырянова Н.М., Паршикова О.В., Пьянкова С.Д., Черткова Ю.Д. Количество детей как фактор, влияющий на сходство близнецов по академической успеваемости и их внутрипарные отношения. Психологические проблемы современной семьи: материалы третьей Международной конференции, Москва, 16–18 октября 2007 года. Ч. 1(2), 2007, 304–310.

Зырянова Н.М. Академическая успешность близнецов и их одиночнорожденных сверстников. Часть 1. Психологические исследования, 2009а, 4(6), 3. <http://psystudy.ru>

Зырянова Н.М. Академическая успешность близнецов и их одиночнорожденных сверстников. Часть 2. Психологические исследования, 2009б, 5(7), 9. <http://psystudy.ru>

Федеральный институт педагогических измерений. Итоговый аналитический отчет о результатах проведения ЕГЭ в 2010 году. 2010. http://www.fipi.ru/binaries/1085/1_razdel_11_21092010.pdf

Федеральный институт педагогических измерений. Итоговый аналитический отчет о результатах единого государственного экзамена 2011 года, 2011.

Федеральный институт педагогических измерений. Итоговый аналитический отчет о результатах единого государственного экзамена 2012 года. 2012. <http://www.fipi.ru/binaries/1353/1.pdf>

Черткова Ю.Д. Влияние фактора наличия сиблингов на когнитивное развитие близнецов. Психологические исследования, 2009, 1(3), 5. <http://psystudy.ru>

Beltz A.M., Blakemore J.E.O., Berenbaum S.A. Sex differences in brain and behavioral development. In: Neural circuit development and function in the brain. Oxford: Academic Press, 2013. pp. 467–499.

Benbow C.P., Stanley J.C. Sex differences in mathematical ability: Fact or artifact? *Science*, 1980, 210(4475), 1262–1264. doi:10.1126/science.7434028

Benbow C.B., Zonderman A.B., Stanley J.C. Assortative marriage and the familiarity of cognitive abilities in families of extremely gifted students. *Intelligence*, 1983, 7(2), 153–161.

Benbow C.H., Benbow R.M. Biological Correlates of high mathematical reasoning ability. in: *Progress in brain research*. Elsevier, 1984, 61. pp. 469–490.

Berenbaum S.A., Beltz A.M. Sexual differentiation of human in a national cohort of over 175,000 11-year-old schoolchildren in England. *Intelligence*, 2010, 38(4), 424–432.

Cherney I., Campbell K. A league of their own: Do single-sex schools increase girls' participation in the physical sciences? *SexRoles*, 2011, 65(9/10), 712–724.

Chamorro-Premuzic N., Harlaar N., Greven C.U., Plomin R. More than just IQ: A longitudinal examination of self-perceived abilities as predictors of academic performance in a large sample of UK twins. *Intelligence*, 2010, 38(4), 385–392.

Cohen-Bendahan C.C.C., Buitelaar J.K., van Goozen S.H.M., Cohen-Kettenis P.T. Prenatal exposure to testosterone and functional cerebral lateralization: a study in same-sex and opposite-sex twin girls. *Psychoneuroendocrinology*, 2004, 29(7), 911–916.

Courvoisier D.S., Renaud O., Geiser C., Paschke K., Gaudy K., Jordan K. Sex hormones and mental rotation: An intensive longitudinal investigation. *Hormones and Behavior*, 2013, 63(2), 345–351.

Fergusson D., Lynskey M. Maternal age and cognitive and behavioral outcomes in middle childhood. *Pediatric And Prenatal Epidemiology*, 1993, 7(1), 77–91.

Davis O.S.P., Kovas Y., Harlaar N., Busfield P., McMillan A., Frances J., Petrill S.A., Dale P.S., Plomin R. Generalist genes and the Internet generation: etiology of learning abilities by web testing at age 10. *Genes, Brain and Behavior*, 2008, 7(4), 455–462.

Ding C.S., Song K., Richardson L. Do Mathematical Gender Differences Continue? A longitudinal study of gender difference and excellence in mathematics performance in the U.S. *Educational Studies*, 2006, 40(3), 279–295.

Dwyer C.A., Johnson L.M. Grades, accomplishments and correlates. In: *Gender and fair assessment*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 1997. pp. 127–156.

Epstein D., Elwood J., Hey V., Maw J. (Eds.). *Failing boys? Issues in gender and achievement*. Buckingham: Open University Press, 1998.

Falter C.M., Arroyo M., Davis G.J. Testosterone: Activation or organization of spatial cognition. *Biological Psychology*, 73(2), 2009, 132–140.

Fergusson D., Lynskey M. Maternal age and cognitive and behavioral outcomes in middle childhood. *Pediatric And Prenatal Epidemiology*, 1993, 7(1), 77–91.

Gottfredson L.S. Highly general and highly practical. In: R.J. Sternberg, and E. Grigorenko (Eds.), *The general factor of intelligence: How general is it?* Mahwah, NJ: Erlbaum, 2002. pp. 331–380.

Gouchie C., Kimura D. The relationship between testosterone levels and cognitive ability patterns. *Psychoneuroendocrinology*, 1991, 16(4), 323–334.

Halberda J., Mazocco M.M.M., Feigenson L. Individual differences in nonverbal number acuity correlate with maths achievement. *Nature*, 2008, 455(7213), 665–668.

Halpern D. Sex differences in cognitive abilities. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2000.

Hedges L.V., Nowel A. Sex differences in mental test scores, Variability, and numbers of high-scoring individuals. *Science*, 1995, 269(5220), 41–48.

Heil M., Kavsek M., Rolke B., Beste C., Jansen P. Mental rotation in female fraternal twins: evidence for intra-uterine hormone transfer? *Biological Psychology*, 2011, 86, 90–93.

Helwig R., Anderson L., Tindal G. Influence of elementary student gender on teachers' perceptions of mathematics achievement. *Journal of Educational Research*, 2001, 95(2), 93–102.

Hooven C.K., Chabris C.F., Ellison P.T., Kosslyn S.M. The relationship of male testosterone to components of mental rotation. *Neuropsychologia*, 2004, 42(6), 782–790.

Hyde J.S., Fennema E., Lamon S.J. Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 1990, 107(2), 139–155.

Hyde J.S., Lindberg S.M., Linn M.C., Ellis A.B., Williams C.C. Gender similarities characterize math performance. *Science*, 2008, 321(5888), 494–495.

Jacobs J.E., Bleeker M.M. Girls' and boys' developing interests in math and science: Do parents matter? *New Directions in Child and Adolescent Development*, 2004, 106, 5–21.

Jacobs J.E. Twenty-Five years of research on gender and ethnic differences in math and science career choices: What have we learned? *New directions for child and adolescent development*, 2005, 110(52), 85–93.

Janowsky J.S., Oviatt S.K., Orwoll E.S. Testosterone influences spatial cognition in older men. *Behavioral Neuroscience*, 1994, 108(2), 325–332.

Keller C. Effect of teachers' stereotyping on students' stereotyping of mathematics as a male domain. *The Journal of Social Psychology*, 2001, 141(2), 165–173.

Kenney-Benson G.A., Pomerantz E.M., Ryan A.M., Patrick H. Sex differences in math performance: The role of children's approach to schoolwork. *Developmental Psychology*, 2006, 42(1), 11–26.

Ketterlinus R., Henderson S., Lamb M. The effects of maternal age-at-birth on children's cognitive development. *Journal of Research on Adolescence*, 1991, 1(2), 173–188.

Kimball M.M. A new perspective on women's math achievement. *Psychological Bulletin*, 1989, 105(2), 198–214.

Kimura D. Sex, sexual orientation and sex hormones influence human cognitive function. (Research Support, Non-U.S. Gov't Review). *Neurobiology*, 1996, 6(2), 259–263.

Knickmeyer R., Baron-Cohen S., Raggatt P., Taylor K., Hackett G. Fetal testosterone and empathy. *Hormones and Behavior*, 49(3), 2006, 282–292.

Korpershoek H., Kuyper H., van der Werf G., Bosker R. Who succeeds in advanced mathematics and science courses? *British Educational Research Journal*, 2011, 37(3), 357–380.

Kovas Y., Haworth C.M.A., Petrill S.A., Plomin R. Mathematical ability of 10-year-old boys and girls:

Genetic and environmental etiology of typical and low performance. *Journal of learning disabilities*, 2007, 40(6), 554–56.

Lachance J.A., Mazzocco M.M.M. A longitudinal analysis of sex differences in math and spatial skills in primary school age children. *Learning and Individual Differences*, 2006, 16(3), 195–216.

Leahey E., Guo G. Gender differences in mathematical trajectories. *Social Forces*, 2001, 80(2), 713–732. doi:10.1353/sof.2001.0102

Lindberg S.M., Hyde J.S., Petersen J.L., Linn M.C. New Trends in gender and mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 2010, 136(6), 1123–1135.

Lubinski D., Benbow C.P. Study of mathematically precocious youth after 35 years: Uncovering antecedents for the development of math-science expertise. *Perspectives on Psychological Science*, 2006, 1(4), 316–345.

Lubinski D. Spatial ability and STEM: A sleeping giant for talent identification and development. *Personality and Individual Differences*, 2010, 49(4), 344–351.

Lummis M., Stevenson H.W. Gender differences in beliefs and achievement: A cross-cultural study. *Developmental Psychology*, 1990, 26(2), 254.

Maccoby E., Jacklin C. *The Psychology of Sex Differences*. Stanford, 1974.

Maloney E.A., Waechter S., Risko E.F., Fugelsang J.A. Reducing the sex difference in math anxiety: The role of spatial processing ability. *Learning and Individual Differences*, 2012, 22(3), 380–384.

Petrill S.A., Thompson L.A. The effect of gender upon heritability and common environmental estimates in measures of scholastic achievement. *Psychology of Individual Differences*, 1994, 16(4), 631–640.

Shearer D., Mulvihill L.V., Klerman J., Wallander M. Association of early childbearing and low cognitive ability. *Perspectives on Sexual and Reproductive Health*, 2002, 35(5), 236–243.

Spinath F.M., Spinath B., Plomin R. The Nature and nurture of intelligence and motivation in the origins of sex differences in elementary school achievement. *European Journal of Personality*, 2008, 22(3), 211–229.

Spinath B., Spinath F.M., Harlaar N., Plomin R. Predicting school achievement from intelligence, self-perceived ability, and intrinsic value. *Intelligence*, 2006, 34(4), 363–374.

Steele J. Children's gender stereotypes about math: The role of stereotype stratification. *Journal of Applied Social Psychology*, 2003, 33(12), 2587–2606.

Strand S., Deary I.J., Smith P. Sex differences in Cognitive Abilities Test scores: A UK national picture. *British Journal of Educational Psychology*, 2006, 76(3), 463–480.

Tapp A.L., Maybery M.T., Whitehouse A.J.O. Evaluating the twin testosterone transfer hypothesis: A review of the empirical evidence. *Hormones and Behavior*, 2011, 60(5), 713–722.

Tiedemann J. Parents' gender stereotypes and teachers' beliefs as predictors of children's concept of their mathematical ability in elementary school. *Journal of Educational Psychology*, 2000, 92(1), 144–151.

Van Garderen D., Montague M. Visual-spatial representation, mathematical problem solving, and students of varying abilities. *Learning Disabilities Research and Practice*, 2003, 18(4), 246–254.

Vuoksima E., Eriksson C.J.P., Pulkkinen L., Rose R.J., Kaprio J. Decreased prevalence of left-handedness among females with male co-twins: Evidence suggesting prenatal testosterone transfer in humans?, *Psychoneuroendocrinology*, 35(10), 2010, 1462–1472.

Vuoksima E., Kaprio J., Kremen W.S., Hokkanen L., Viken R.J., Tuulio-Henriksson A., Rose R.J. Having a

male co-twin masculinizes mental rotation performance in females. *Psychological Science*, 2012, 21(8), 1069–1071.

Wai J., Cacchio M., Putalla M., Makel M.C. Sex differences in the right tail of cognitive abilities: A 30 year examination. *Intelligence*, 2010, 38(4), 412–423.

Wigfield A., Eccles J.S. Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 2000, 25(1), 68–81.

Wigfield A., Eccles J.S. Students' motivation during the middle school years In: J. Aronson (Ed.). *Improving Academic Achievement: Impact of Psychological Factors on Education*. Amsterdam: Academic Press, 2002, pp. 159–184.

Wigfield A., Wagner A.L., Elliot A.J., Dweck C.S. *Competence, motivation, and identity development during adolescence*. New York: Guilford Publications, 2005.

Willingham W., Cole N. *Gender and fair assessment*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 1997.

Wong K.C., Lam Y.R., Ho L.M. The effects of schooling on gender differences. *British Educational Research Journal*, 2002, 28(6), 827–843.

Поступила в редакцию 22 июня 2013 г. Дата публикации: 31 октября 2013 г.

[Сведения об авторах](#)

Черткова Юлия Давидовна. Кандидат психологических наук, ассистент, факультет психологии, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, ул. Моховая, д. 11, стр. 9, 125009 г. Москва, Россия.

E-mail: y_chertkova@mail.ru

Егорова Марина Сергеевна. Доктор психологических наук, заведующая, кафедра психогенетики, факультет психологии, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, ул. Моховая, д. 11, стр. 9, 125009 Москва, Россия.

E-mail: ms_egorova@mail.ru

[Ссылка для цитирования](#)

Стиль psystudy.ru

Черткова Ю.Д., Егорова М.С. Половые различия в математических способностях. *Психологические исследования*, 2013, 6(31), 12. <http://psystudy.ru>

Стиль ГОСТ

Черткова Ю.Д., Егорова М.С. Половые различия в математических способностях // *Психологические исследования*. 2013. Т. 6, № 31. С. 12. URL: <http://psystudy.ru> (дата обращения: чч.мм.гггг).

[Описание соответствует ГОСТ Р 7.0.5-2008 "Библиографическая ссылка". Дата обращения в формате "число-месяц-год = чч.мм.гггг" – дата, когда читатель обращался к документу и он был доступен.]

Адрес статьи: <http://psystudy.ru/index.php/num/2013v6n31/890-chertkova31.html>

[К началу страницы >>](#)