

ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИНТЕЛЛЕКТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛА И ВЫБРАННОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

О.М. РАЗУМНИКОВА^a

^aНовосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, Новосибирск, пр-т
К. Маркса, д. 20

Temporal Dynamics of Intelligence Indices depending on Gender and Professional Specialization Chosen by University Students

O.M. Razumnikova^a

^aNovosibirsk State Technical University, 20 K. Marks Ave, Novosibirsk, 630073, Russian Federation

Резюме

Систематизация результатов популяционного тестирования населения европейских стран и США показала рост IQ во второй половине XX в. (эффект Флинна), который с середины 1990-х гг. стал замедляться или приобретать обратную динамику. Целью нашего исследования был анализ временной динамики показателей вербального, математического и зрительно-пространственного компонентов интеллекта у мужчин и женщин, выбравших для обучения инженерные, математические или гуманитарные специальности. В тестировании структуры IQ участвовали 3590 студентов I курса (17.6 ± 1.0 года) разных факультетов российского университета в период с 1991 по 2012 г. Установлено, что в разнице в показателях IQ между когортами молодых людей (одни были обследованы в период 2002–2012 гг., другие — с 1991 по 2001 г.) зависит от фак-

Abstract

The temporal dynamics of intellectual abilities of 3590 first-year students (17.6 ± 1.0 years) from different university faculties were investigated. It was found that in the cohorts of young people tested in the period 2002–2012 in comparison with the decade of 1991–2001, the changes in IQ depend on gender, a field chosen for study at the university and the IQ specificity, i.e. level of verbal, arithmetic, visual-spatial abilities and memory. The Flynn effect is found for the general IQ of math students, while inversion of this effect is observed for humanities students. The heterogeneity of the Flynn effect due to IQ testing methods is manifested by an increase in the arithmetic component of intelligence when comparing the period 2001–2012 years from 1991–2001, but by

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 19-29-01017 и Министерства науки и высшего образования в рамках Госзадания по проекту № FSUN-2020-0009.

The research is supported by Russian Foundation for Basic Research (project No.19-29-01017) and Ministry of Science and Higher Education of Russian Federation (project No. FSUN-2020-0009).

торов: пол, выбранная для обучения в университете специальность, уровень вербальных, арифметических, зрительно-пространственных способностей и памяти. Эффект Флинна для общего IQ обнаружен у студентов математических специальностей, тогда как для студентов-гуманитариев наблюдается его инверсия. Гетерогенность эффекта Флинна при сравнении периодов с 2001 по 2012 г. и с 1991 по 2001 г. проявляется в росте показателей арифметического компонента интеллекта и ухудшении кратковременной памяти. Было выявлено, что у студентов-математиков улучшились показатели всех компонентов интеллекта, за исключением памяти; у инженеров – вербального и арифметического компонентов и ухудшилась кратковременная память; а у гуманитариев снизились показатели и вербального IQ, и кратковременной памяти. Полученные результаты анализа интеллектуальных способностей детей, родившихся в 1974–1996 гг., позволяют предположить, что особенности временной динамики IQ могут быть обусловлены изменениями в системе образования и социально-экономическом статусе семьи, произошедшими в России в период перестройки, а также в связи с интенсивным развитием информационных технологий.

Ключевые слова: структура интеллекта, эффект Флинна, пол, профессиональная специализация.

Разумникова Ольга Михайловна – профессор, кафедра психологии и педагогики, Новосибирский государственный технический университет, доктор биологических наук. Сфера научных интересов: когнитивная психология, психология креативности и интеллекта, дифференциальная психофизиология. Контакты: razoum@mail.ru

a decrease in short-term memory. Math students were characterized by an increase in all components of intelligence with the exception of memory; engineering students demonstrated an increase in verbal and arithmetic components, but a decrease in short-term memory; and humanities students showed a decrease in both verbal IQ and short-term memory. The obtained results of the analysis of intellectual abilities in children born in 1974–1996 suggest that the specifics of temporal dynamics of IQ may be due to changes in the education system and the socio-economic status of the family that occurred in Russia during the period of Perestroika in society and the intensive development of information technologies.

Keywords: structure of intelligence, Flynn effect, gender, professional specialization.

Olga M. Razumnikova – Professor, Department of Psychology and Pedagogics, Novosibirsk State Technical University, DSc in Biology. Research Area: cognitive psychology, psychology of creativity and intelligence, differential psychophysiology. E-mail: razoum@mail.ru

Неослабевающий длительное время интерес к исследованиям интеллектуальных способностей обусловлен доказательствами их связи не только с эффективностью обучения (Bathelt et al., 2019; Deary et al., 2007; Gustafsson, Balke, 1993; Ritchie et al., 2015) и профессиональной деятельности (Kell, Lang, 2017; Strenze, 2007), но и с сохранением здоровья, а также с продолжительностью жизни (Batty et al., 2009; Batty et al., 2010; Calvin et al., 2011; Calvin et al., 2017; Ćukić et al., 2017; Deary et al., 2019; Stevenson et al., 2019). Остаются, однако, все еще невыясненными вопросы о закономерностях влияния на изменение уровня и структуры интеллекта (IQ) разных биологических и

социальных факторов: возраста, пола, образования, социально-экономического статуса и т.д. обследуемых людей.

Информативной моделью для изучения роли этих факторов в изменениях IQ является эффект Флинна, обнаруженный в ходе анализа интеллекта на протяжении XX в. В европейских странах и США с начала XX в. стало применяться скрининговое тестирование интеллектуальных способностей с целью определения профессиональной пригодности или выбора специализации в военной службе. Систематизация результатов такого тестирования показала рост IQ во второй половине XX в. (эффект Флинна), который составил примерно 3 балла в десятилетие (Flynn, 1987, 2009; Flynn, Shayer, 2018; Pietschnig, Voracek, 2015). Эффект Флинна был отмечен в разных странах и сильнее выражен при тестировании флюидного, нежели генерализованного интеллекта (Pietschnig et al., 2015). В качестве причин роста IQ в популяции рассматриваются как генетические изменения (Dickens, Flynn, 2001), так и разнообразные средовые факторы: урбанизация, доступность образования и изменения его формы, расширение информационного пространства (Schooler, 1998; Williams, 2013), а также уменьшение состава семьи, улучшение питания и медицинского обслуживания (Flynn, 2009; Flynn, Shayer, 2018; Sundet et al., 2008).

С середины 1990-х гг. рост средних по популяции показателей интеллекта стал замедляться или приобретать обратное направление. Это было названо антиэффектом Флинна или негативным эффектом Флинна (Bratsberg, Rogeberg, 2018; Dutton et al., 2016; Sundet et al., 2008). Для объяснения снижения IQ предложены такие факторы, как миграция населения, ухудшение образования и/или питания, а также состояния здоровья (Rindermann et al., 2016; Flynn, Shayer, 2018; Pietschnig et al., 2018; Woodley of Menie et al., 2018). Вместе с этим отмечается роль групповой специфики в проявлении IQ, связанной, например, с этнической принадлежностью или используемыми для определения интеллектуальных способностей психометрическими техниками (te Nijenhuis, van der Flier, 2013; Williams, 2013). «Антиэффект» Флинна объясняют не только средовыми, но и генетическими механизмами, а также эпигенетической наследуемостью, описанными подробнее в обзоре Е. Валуевой и С. Беловой (2015). Отмечено, что снижение генотипического интеллекта из-за ослабления значения естественного отбора и рождения меньшего количества детей у родителей с высоким интеллектом может маскировать эффект фенотипического повышения среднего уровня IQ обследованной популяции. Однако выводы метаанализа исследований эффекта Флинна указывают на его устойчивость вне зависимости от типа выборки или инструмента измерения IQ (Trahan et al., 2014). Согласно другой точке зрения, результаты изучения роли демографических факторов при сравнении выборок из разных возрастных когорт в разные периоды времени свидетельствуют об ускоренном повышении средних показателей интеллекта детей, воспитывающихся в семьях с высоким доходом и более высокообразованными матерями, в отличие от тех, чьи матери менее образованны, а семьи характеризуются низким доходом (Ang et al., 2010). Разная в зависимости от возраста, но во всех случаях положительная динамика повышения IQ показана в результате метаанализа данных,

собранных за период с 1950 по 2014 г. в 48 странах с помощью теста Равена (Wongupparaj et al., 2015). При этом отмечены более высокие значения IQ с менее выраженным эффектом подъема в развитых странах по сравнению с развивающимися. Имеются доказательства, что «национальный» IQ связан с экономическим процветанием и политической стабильностью (Lynn, Vanhanen, 2012) или с научными достижениями (Rindermann, Thompson, 2011). Гетерогенность эффекта Флинна может быть обусловлена и возрастом, и уровнем интеллектуальных способностей: положительный эффект отмечается для младших подростков и для высоких значений IQ, а негативный — после 15 лет и для более низких показателей IQ (Platt et al., 2019).

Относительно особенностей эффекта Флинна у мужчин и женщин известно мало, так как обширные популяционные исследования чаще проводились при призыве в армию (соответственно, среди мужчин). Например, единственное известное нам российское исследование динамики интеллектуальных способностей с тестированием в период с 2012 по 2018 г. было выполнено на основе онлайн-тестирования лиц в возрасте от 18 до 40 лет, желающих поступить на военную службу (Сугоняев, Григорьев, 2019). Анализ собранных в этой работе данных выявил более низкие результаты у тех, кто родился в период 1974–1984 гг., по сравнению с показателями родившихся в следующее десятилетие – до 1994 г. Такую разнонаправленную временную динамику интеллектуальных способностей авторы связывают с изменениями социально-экономической ситуации в России.

Согласно результатам национального исследования флюидного интеллекта у подростков 13-18 лет в США инверсия эффекта Флинна после 15-ти лет и положительный вклад в него высокого IQ был отмечен не только у мужчин, но и у женщин (Platt et al., 2019). При анализе большой выборки европейцев 50–85 лет в 2004–2005 и 2013 гг. эффект Флинна более выражен в странах Южной Европы, нежели Северной, при этом показатели эпизодической и семантической памяти у женщин были выше, чем у мужчин (Weber et al., 2017). Однако результаты другого исследования говорят, наоборот, о том, что мужчины обладают лучшей семантической памятью и, следовательно, более обширными общими знаниями (Lynn et al., 2002). И регионарные особенности эффекта Флинна, и его большую выраженность у женщин, чем у мужчин связывают с показателями улучшения условий жизни и социального положения соответствующих групп населения. Роль социокультурных факторов в снижении диспропорции мужчин и женщин в науке, инженерии и математике подчеркивается при интерпретации результатов сопоставления их представленности в выборке талантливых учащихся в период с 1981 по 2010 г. (Wai, Putallaz, 2011).

Для популяционных исследований эффекта Флинна чаще используют показатели общего или флюидного интеллекта, однако особый интерес представляет временная динамика IQ при выполнении вербальных, зрительно-пространственных или математических субтестов. Единого мнения относительно стабильности половых различий в этих когнитивных функциях не сложилось. Не ясны особенности развития когнитивных функций мужчин и женщин

вследствие влияния новых знаний и технологий, характерных для современного информационного общества.

Заключение об отсутствии достоверных половых различий в способности к математике, сделанное в результате метаанализа 242 исследований, выполненных в период с 1990 по 2007 г. (Lindberg et al., 2010), не подтверждает имплицитно сформированные социокультурные стереотипы о более высоких математических способностях у мужчин, которые, предположительно, и определяют предпочтение ими профессий из области инженерии и физики, тогда как женщин больше привлекают медицина и филология (Webb et al., 2002). Высказывается мнение, что наблюдаемые противоречия при оценке математических способностей представителей разных полов оказываются зависимыми от способов тестирования, системы образования и социокультурной среды воспитания детей (Lindberg et al., 2010).

Результаты многочисленных психофизиологических исследований также свидетельствуют о разных формах половых различий в соотношении психометрических показателей когнитивных функций с объемом и функциональной организацией структур мозга (Baste et al., 2015; Choleris et al., 2018; Duncan et al., 2020; Ruigrok et al., 2014; Satterthwaite et al., 2015; Zhang et al., 2020). Например, лучшую реализацию зрительных функций мужчинами связывают с большим объемом у них серого вещества в затылочной коре, а лучшую память у женщин — с наличием большей гиппокампальной извилины (Giedd et al., 2012). Обнаруженное разнообразие полученных нейробиологических эффектов связывают с политикой образования и социокультурными условиями воспитания мальчиков и девочек, формирующих гендерные стереотипы поведения (Halpern et al., 2007; Jäncke, 2018; Miller, 2016).

В связи с перечисленными противоречиями в динамике эффекта Флинна целью нашего исследования стал анализ временной динамики показателей вербального, математического и зрительно-пространственного компонентов интеллекта у мужчин и женщин, выбравших для обучения инженерные, математические или гуманитарные специальности. Тестирование структуры IQ было выполнено при обучении студентов на первом курсе университета в период с 1991 по 2012 г.

Организация исследования

Выборка

В тестировании участвовали в общей сложности 3590 студентов первого курса (17.6 ± 1.0 года) разных факультетов Новосибирского государственного технического университета. Так как количественный состав представителей десяти факультетов был по разным годам представлен неравномерно, данные для статистического анализа были сгруппированы по двум временным периодам: 1991–2001 гг. (П1) и 2002–2012 гг. (П2), — и трем специальностям: инженеры (ГрИ), математики (ГрМ) и гуманитарии (ГрГ). Количественный состав этих групп и соотношение в них мужчин и женщин показаны в таблице 1.

Таблица 1

**Количественный состав мужчин и женщин в анализируемых когортах студентов
университета разных специальностей**

| Специальность | N | |
|-------------------|---------|---------|
| | Мужчины | Женщины |
| Инженеры (ГрИ) | 1383 | 497 |
| Математики (ГрМ) | 647 | 330 |
| Гуманитарии (ГрГ) | 198 | 535 |

Методика

Массив данных показателей структуры интеллекта был собран в период с 1991 по 2012 г. с помощью российской версии методики Амтхауэра (Коэметс, Лийметс, 1973). В течение 90 мин. в соответствии с временным регламентом студенты выполняли 9 субтестов: «общая осведомленность», «исключение лишнего при смысловой группировке слов», «выбор ассоциации по аналогии», «понятийное обобщение», «решение арифметических задач», «поиск последовательности в числовых рядах», «пространственное воображение», «пространственное преставление», «кратковременная память».

Тестирование проводили на практических занятиях по психологии в группах по 15–20 человек. Содержание заданий и инструкции для их выполнения были даны в буклетах, розданных каждому испытуемому. Экспериментатор давал необходимые пояснения перед тестированием и контролировал время выполнения заданий. Свои ответы студенты отмечали на бланках; количество правильно решенных задач в каждом субтесте при дальнейшей обработке переводили в уровень IQ в соответствии с возрастом согласно стандартным таблицам.

Для статистического анализа использовали средние значения для четырех вербальных субтестов (IQ_v), двух арифметических (IQ_a), двух зрительно-пространственных (IQ_f) и показателя памяти (IQ_m). Дисперсионный анализ этих компонентов IQ как зависимой переменной (выделялось четыре уровня) выполняли с использованием независимых переменных: факторов «пол» (2), «временной период» (2: П1, П2) и «специальность» (3: ГрИ, ГрМ, ГрГ). Post hoc анализ обнаруженных значимых эффектов проводили с использованием поправки Бонферрони на множественные сравнения.

Результаты исследования

Общие влияния факторов «пол» и «специальность» на IQ и его компоненты

В результате выполненного дисперсионного анализа данных IQ были обнаружены значимые влияния факторов «пол» и «специальность» на общий показатель IQ, а также на отдельные его компоненты (таблица 2).

Таблица 2

Результаты MANOVA для общего IQ, связанные с влиянием факторов «пол» или «специальность», и компонентов IQ

| Фактор | F | df | p | η |
|---------------|--------|---------|--------|--------|
| Пол | 5.82 | 1.3578 | 0.016 | 0.002 |
| Специальность | 181.93 | 2.3578 | 0.0000 | 0.09 |
| Компоненты IQ | 596.12 | 3.10734 | 0.0000 | 0.14 |

Post hoc анализ влияния фактора «пол» показал, что общие значения IQ у мужчин значимо выше, чем у женщин (110.9 ± 0.17 и 110.3 ± 0.17 соответственно). Согласно анализу эффекта фактора «специальность» наиболее высокий уровень IQ отмечен у математиков, промежуточный — у инженеров и сравнительно низкий — у гуманитариев (соответственно 113.9 ± 0.22 , 109.8 ± 0.16 , 108.0 ± 0.24). В результате анализа обнаружено, что все четыре компонента IQ различались вне зависимости от других факторов. Установлено, что $IQ_m > IQ_f > IQ_a > IQ_v$: 115.7 ± 0.18 , 110.0 ± 0.16 , 108.7 ± 0.21 , 107.9 ± 0.13 соответственно. Значимого влияния фактора «временной период» на общий IQ не обнаружено: 110.5 ± 0.15 и 110.7 ± 0.18 соответственно в П1 и П2 ($p = 0.32$).

Влияние взаимодействия факторов «пол», «специальность», «временной период» на показатели IQ

Результаты MANOVA, свидетельствующие о разных влияниях взаимодействия факторов «пол», «специальность» и «временной период» при анализе компонентов IQ, приведены в таблице 3.

Post hoc анализ обнаруженного взаимодействия специальности и временного периода выявил достоверно более высокие значения общего показателя IQ во втором десятилетии, чем в первом у математиков (ГрМ), обратное соотношение — у гуманитариев (ГрГ) ($p < 0.00004$) и отсутствие достоверной разницы между этими значениями — у инженеров (ГрИ) (рисунок 1).

Временная динамика компонентов IQ (влияние взаимодействия временного периода и компонентов IQ, см. таблицу 3) представлена повышением IQ_a (108.0 ± 0.3 и 109.4 ± 0.3 , $p = 0.00004$), но снижением IQ_m (116.3 ± 0.3 и 115.1 ± 0.3 , $p = 0.00008$) во втором десятилетии по сравнению с первым, разница показателей IQ_v или IQ_f между исследуемыми десятилетиями не достигла значимого уровня.

Анализ взаимодействия специальности и компонентов IQ выявил доминирование ГрМ по всем четырем компонентам; ГрГ характеризовалась лучшими показателями IQ_m по сравнению с ГрИ, но более низкими значениями IQ_v, IQ_a и IQ_f по сравнению и с ГрМ, и с ГрИ. Межгрупповые различия разных компонентов IQ с учетом взаимодействия временного периода и специальности показаны в таблице 4 (обнаружено влияние более высоких значений компонентов IQ в ГрМ по сравнению с другими группами вне зависимости от исследуемого периода, в таблице не отмечен).

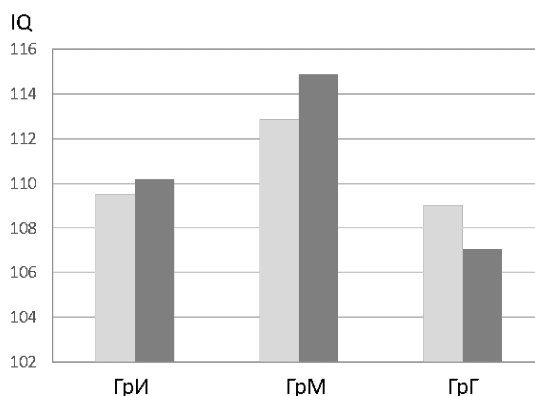
Таблица 3

Результаты MANOVA, указывающие на достоверное взаимодействие факторов «пол», «временной период» и «специальность» для переменных IQ

| Взаимодействие факторов | F | df | p | η |
|--------------------------------------------------|-------|---------|--------|--------|
| Временной период × специальность | 19.48 | 2.3578 | 0.0000 | 0.011 |
| Временной период × компоненты IQ | 13.01 | 3.10734 | 0.0000 | 0.004 |
| Специальность × компоненты IQ | 33.41 | 6.10734 | 0.0000 | 0.018 |
| Временной период × специальность × компоненты IQ | 7.22 | 6.10953 | 0.0000 | 0.004 |
| Пол × компоненты IQ | 86.33 | 3.10734 | 0.0000 | 0.024 |
| Пол × временной период × компоненты IQ | 4.03 | 3.10734 | 0.007 | 0.001 |
| Пол × специальность × компоненты IQ | 4.21 | 6.10953 | 0.0003 | 0.002 |

Рисунок 1

Временная динамика общего показателя IQ в зависимости от специальности



Примечание. Светлые столбики – 1991–2001 гг., темные – 2002–2012 гг.; ГрИ – инженеры, ГрМ – математики, ГрГ – гуманитарии.

Таблица 4

Изменения компонентов IQ в зависимости от специальности и периода тестирования

| IQ | Инженеры | | Математики | | Гуманитарии | |
|-----------------|---------------|---------------|--------------|----------------|--------------|---------------|
| | 1991–2001 | 2002–2012 | 1991–2001 | 2002–2012 | 1991–2001 | 2002–2012 |
| n | 1287 | 593 | 715 | 262 | 311 | 422 |
| IQ _v | 106.4 ± 0.2 | 107.9 ± 0.3*# | 109.8 ± 0.2 | 111.2 ± 0.4* | 106.9 ± 0.4 | 105.3 ± 0.3*# |
| IQ _a | 106.7 ± 0.3# | 109.9 ± 0.4*# | 112.5 ± 0.4 | 114.7 ± 0.7* | 104.8 ± 0.6# | 103.7 ± 0.6# |
| IQ _f | 109.7 ± 0.3# | 109.1 ± 0.3# | 112.8 ± 0.3 | 115.1 ± 0.5* | 107.1 ± 0.5# | 106.1 ± 0.4# |
| IQ _m | 115.2 ± 0.3#& | 113.9 ± 0.4*& | 116.4 ± 0.3& | 118.5 ± 0.6*&^ | 117.2 ± 0.6# | 113.1 ± 0.5*^ |

Примечание. Разными значками отмечены временные или межгрупповые различия компонентов IQ: * – временные различия при $0.0001 < p < 0.05$; # – различия между ГрИ и ГрГ, & – между ГрИ и ГрМ, ^ – между ГрМ и ГрГ, $0.00001 < p < 0.008$.

Согласно плановым сравнениям данных в периоды П2 и П1 IQv растет в ГрИ и ГрМ, но снижается в ГрГ; IQa повышается в ГрИ и ГрМ, а IQf – только в ГрМ. Показатели IQm увеличиваются со временем в ГрМ, но уменьшаются в ГрИ и ГрГ. ГрМ характеризуется достоверно более высокими показателями компонентов IQ по сравнению с другими группами и в П1, и в П2, за исключением IQm, не различающегося значимо в П1 между ГрМ и ГрГ (см. таблицу 4).

Следовательно, при отсутствии эффекта Флинна для общего IQ, временная динамика интеллектуальных способностей по-разному выражена в зависимости от выбранной для обучения специальности и по-разному представлена в зависимости от тестируемых способностей. Повышение IQ, т.е. эффект Флинна, наблюдается для семнадцатилетних студентов-математиков, а его инверсия – для студентов-гуманитариев; также эффект Флинна обнаружен при тестировании математических способностей, а его инверсия – при тестировании памяти.

Анализ эффекта взаимодействия пола \times компонентов IQ (см. таблицу 3) у мужчин выявил более высокие значения IQv, IQa и IQf, чем у женщин (соответственно 108.3 ± 0.2 , 110.3 ± 0.3 и 110.8 ± 0.2 по сравнению с 107.1 ± 0.3 , 107.1 ± 0.3 и 109.1 ± 0.2 , $0.00001 < p < 0.01$), а IQm – более высокие у женщин, чем у мужчин (117.2 ± 0.3 и 114.2 ± 0.3 , $p < 0.00001$). Взаимодействие пола, исследуемого временного периода и компонентов IQ было обусловлено тем, что в П2 относительно П1 у мужчин повысился IQa, а IQm, наоборот, снизился; у женщин достоверных различий компонентов IQ в исследуемые временные периоды не обнаружено (рисунок 2).

Рисунок 3 иллюстрирует результаты анализа взаимодействия пола, специальности и компонентов IQ. Отмечено, что показатели IQm вне зависимости от специальности выше у женщин, а у мужчин выше показатели IQa. Половые

Рисунок 2

Особенности изменений компонентов IQ у мужчин и женщин в 1991–2001 гг. (точки) и в 2002–2012 гг. (квадраты)

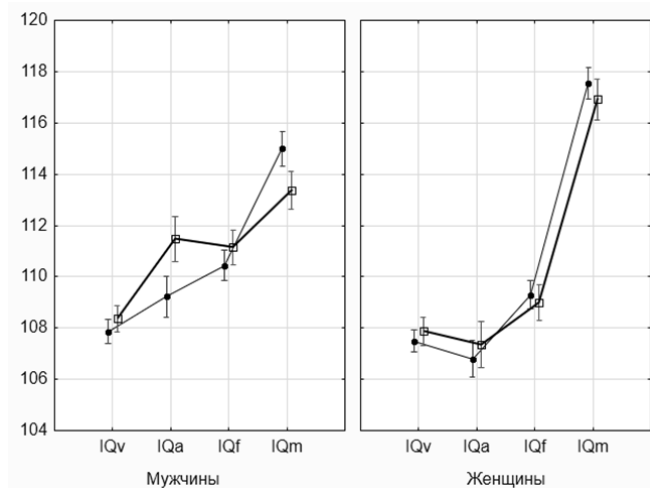
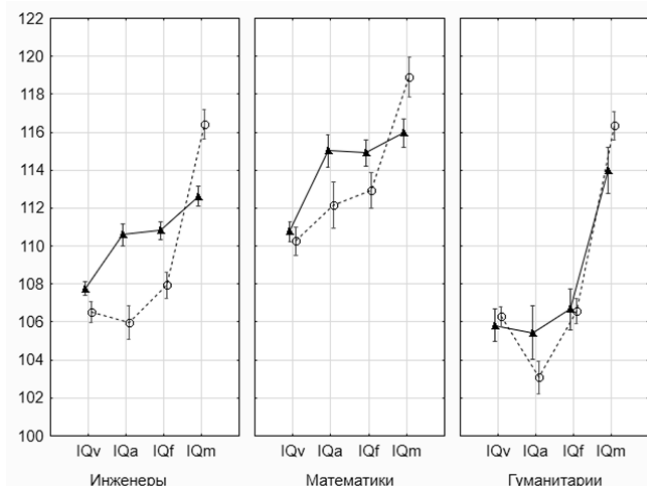


Рисунок 3

Половые различия в структуре интеллекта в зависимости от выбранной для обучения специальности (пунктир — женщины, сплошная линия — мужчины)



различия менее выражены для IQv и IQf в ГрГ, тогда как в ГрИ значения IQv и IQf выше у мужчин, чем у женщин, а в ГрМ половые различия достоверны только для IQf (но не для IQv): у мужчин — более высокие значения.

Таким образом, можно заключить, что интеллектуальные способности в двух когортах молодых людей (одни были протестированы в период 2002–2012 гг., другие — с 1991 по 2001 г.) зависят не только от фактора «пол» и выбранной для обучения в университете специальности, но и от способа тестирования IQ.

Обсуждение результатов

Полученные результаты указывают, что при отсутствии общего эффекта роста IQ с периода 1991–2001 гг. к периоду 2002–2012 гг., временная динамика интеллектуальных способностей оказывается зависимой от того, какие субтесты используются для их определения, какова в анализируемой когорте испытуемых специфика профиля интеллектуальных способностей, связанная с предпочитаемой деятельностью, или от того, какого пола испытуемые.

Сравниваемые периоды (1991–2001 и 2002–2012 гг.) отличаются вследствие существенных социальных, культурных, политических и экономических изменений в российском обществе, начавшихся в 1985 г. В системе образования значительные трансформации связаны с введением единого государственного экзамена (ЕГЭ), результаты которого с 2007 г. стали использоваться для аттестации среднего школьного образования и последующего конкурсного поступления в высшие учебные заведения. Поэтому дети, родившиеся с 1974 по 1984 г., системно приобретали знания по единой устойчивой программе обучения в школе и в дальнейшем воспроизводили их при поступлении в высшие учебные заведения (П1), а появившиеся на свет с 1985

по 1996 г. оказались под влиянием педагогического инновационного разнообразия в использовании школьных программ при едином регламенте тестирования ответов с применением ЕГЭ (П2¹). Среднее время получения образования в России в анализируемые нами десятилетние периоды составляло соответственно 9.6 и 11.5 года (сайт United Nations Development Programme: <http://hdr.undp.org>). Однако, согласно полученным нами результатам, вклад этого, казалось бы, позитивного для формирования эффекта Флинна фактора, вероятно, был скомпенсирован другими негативными социальными и психологическими процессами пока неясного качественного и количественного содержания.

Например, одним из психологических факторов при тестировании с ограничением времени может быть выработка навыка решения заданий, основанного на угадывании, а не стратегии размышления над возможными альтернативами, что будет приводить к увеличению числа неверных ответов при усложнении задач и, соответственно, к снижению показателей IQ. В пользу такого предположения можно привести данные о разном вкладе в уровень общего IQ таких хронометрических переменных, как скорость поиска информации в долговременной памяти, ее селекции и принятия решения в зависимости от сложности задания (Jensen, 1993), а также указать выявленную ранее тенденцию к использованию легко усваиваемой стратегии быстрых угадываний одного из вариантов ответов вследствие выработанной привычки участия в тестировании знаний, что приводит к случайному выбору правильных ответов (Woodley et al., 2014).

Небольшие (менее чем в один балл), но значимые половые различия в показателях IQ, по-видимому, можно объяснить большей представленностью в выборке студентов инженерных специальностей (см. таблицу 1) с более высокими IQa и IQf и, следовательно, общим IQ у мужчин в этой группе (рисунок 3). Согласно результатам анализа интеллектуальных способностей мужчины демонстрируют устойчиво более высокие показатели IQa независимо от выбранной специальности и исследуемого временного периода (рисунки 2, 3), а женщины — по показателям, характеризующим память (IQm). Этот факт согласуется с данными о сходном росте показателей интеллекта в период с 1990 по 2010 г. у мальчиков и девочек V–VII классов, однако показатели арифметических способностей стабильно выше у мальчиков, а вербальных — у девочек (Wai et al., 2012).

Согласно полученным результатам IQa у женщин-математиков не отличается значимо от показателей мужчин-инженеров и превышает значения, полученные в группе мужчин-гуманитариев (соответственно 112.1 ± 0.6 , 110.6 ± 0.3 и 105.4 ± 0.7). С использованием функциональной магнитно-резонансной томографии показано сходство мальчиков и девочек в активации структур мозга при обучении математике (Kersey et al., 2019). Однако при сходстве показателей академической успеваемости девочки характеризуются

¹ В НГТУ, на базе которого проводилось исследование, прием на основе ЕГЭ был введен в 2003 г.

низкой мотивацией к обучению математике и менее позитивным к ней отношением, чем мальчики (Rodríguez et al., 2020). Следовательно, обнаруженные нами различия в IQ у детей разных полов скорее согласуются с представлениями об имплицитно сформированных стереотипах относительно математических способностей (Wai et al., 2012), так как интерес к этой дисциплине и выбор девушками соответствующей специальности обучения в университете (ГрМ) сопровождается высоким уровнем развития этих способностей.

Результаты анализа временной динамики показателей интеллекта указывают на ее связь с выбранной профессией: для группы математиков характерен эффект Флинна, тогда как для гуманитариев — «антиэффект» Флинна, а для инженеров — отсутствие достоверных изменений IQ при сравнении полученных с 1991 по 2001 и с 2002 по 2012 г. данных (рисунок 1). Учитывая обнаруженные различия в изменениях IQ математиков и гуманитариев, можно заключить, что полученные нами результаты согласуются с ранее отмеченной разной временной динамикой интеллектуальных способностей: повышением при высоком их уровне, но ухудшением при низком (Platt et al., 2019).

Как отмечалось выше, П2 отличается введением тестовой системы оценки школьных знаний и тренировки стратегии принятия решения при выборе нужного ответа в условиях ограничения времени с усилением вклада догадки, какой из вариантов следует признать верным. По-видимому, такую тренировку можно считать позитивным фактором только в случае точного алгоритма принятия решения, например при выполнении арифметических операций. Это приводит к повышению IQ в группах инженеров и математиков (таблица 4). У молодых людей, предпочитающих гуманитарные науки (соответственно, уделяющих меньше усилий выработке математических навыков), тестовый тренинг при обучении, напротив, скорее способствует снижению результатов тестирования IQ. Предпочтение догадок как стратегии работы с субтестами и увеличение количества альтернативных решений при усложнении заданий (так называемый эффект Брэнда) (Woodley et al., 2014) может по-разному проявляться в зависимости от базового уровня подготовки студентов и предпочитаемых ими сфер знания.

С использованием Школьного теста умственного развития (ШТУР) и Теста умственного развития для абитуриентов и старшекласников (АСТУР) показана слабая связь результатов их выполнения и баллов ЕГЭ по русскому языку и математике (Клюева и др., 2013). Также невысокая, но значимая и вариативная исследованная во временной период с 2005 по 2009 г. связь результатов ЕГЭ и компонентов интеллекта, согласно методикам Равена и Амтхауэра, наблюдалась у студентов технического вуза в Самаре (Капцов, Колесникова, 2009). Наряду с констатацией этого факта связи IQ с особенностями типа и эффективности выполнения заданий ЕГЭ следует упомянуть не контролируемый в нашем исследовании вклад в наблюдаемую временную динамику интеллектуальных способностей таких социальных и экономических факторов, как, например, изменения в престижности профессии, а также ожидаемом уровне заработка, введении платного обучения или степени давления гендерных стереотипов при выборе сфер деятельности.

Дополнительной причиной «антиэффекта» Флинна у гуманитариев, вероятно, можно считать информатизацию общества и использование учащимися как справочника персональных компьютеров и мобильных устройств. Наряду с облегчением получения информации систематическое обращение к Интернету как помощнику ослабляет нагрузку на память, что приводит к снижению эффективности запоминания. Такую точку зрения подтверждает обнаруженное снижение IQ_m в группах ГрГ и ГрИ. Исключение составляет ГрМ, в которой эффект Флинна наблюдается согласно всем четырем субтестам IQ. Можно предположить, что тренировка рабочей памяти, сопутствующая развитию математических способностей и IQ в целом (Assem et al., 2020; Alloway, Passolunghi, 2011; Cragg et al., 2017), приводит к наблюдаемым лучшим результатам при тестировании всех компонентов IQ у ГрМ (см. таблицу 4).

Обнаруженные нами эффекты, связанные с выбором профессии, могут быть не столь заметны в популяционных исследованиях IQ, когда используются выборки в десятки тысяч людей (Bratsberg, Rogeberg, 2018; Pietschnig, Voracek, 2015; Platt et al., 2019). В этом случае в качестве причин «антиэффекта» Флинна рассматриваются влияние иммиграции и уменьшение состава семьи. Подчеркивается также важность влияния социальных установок на ценность образования и развитие тех интеллектуальных способностей, которые приоритетны согласно экономическим и общественным требованиям. Информатизация всех сфер жизни в современном обществе повышает престиж профессионального образования в области прикладной математики, информационных технологий и вычислительной техники (Атлас новых профессий, 2015). Поэтому выпускники школ, успешно сдавшие ЕГЭ, могут выбирать для обучения наиболее популярные специальности, например, факультеты математики и прикладной информатики, а также автоматике и вычислительной техники (это касается ГрМ). Высокий уровень развития разных компонентов интеллекта является основой свободы выбора той профессии, которая представляется наиболее привлекательной при объединении разных мотивов или доминировании одного из них. Прояснение этого вопроса было невозможно в рамках настоящего исследования. Еще одним его ограничением было преобладание в выборке студентов технических специальностей, что могло быть причиной наблюдаемого эффекта повышения IQ_a в П2 по сравнению с П1. Однако согласно данным упомянутого выше исследования связи IQ и результатов ЕГЭ, выполненного также среди студентов технического вуза, отмечено, напротив, снижение оценок по математике в пятилетний период с 2005 по 2009 г. и уровня общего интеллекта (Капцов, Колесникова, 2009). В связи с большим разнообразием факторов, которые могут вносить вклад во временную динамику показателей IQ, высказывается мнение о непроходящем интересе к изучению механизмов эффекта или антиэффекта Флинна (Braysberg, Rogeberg, 2018; Dutton et al, 2016; Platt et al., 2019; Stevenson et al., 2019; Weber et al., 2017; Woodley of Menie et al., 2018). Продолжение исследований в этом направлении важно для понимания закономерностей формирования и развития интеллектуальных способностей как когнитивных ресурсов не только при разработке персонализированных про-

грамм обучения, но и для профилактики возникновения когнитивных дисфункций, связанных с возрастом или поражением мозга.

Выводы

Временная динамика интеллектуальных способностей в когортах молодых людей, протестированных в период с 2002 по 2012 г., по сравнению с исследованными с 1991 по 2001 г., зависима от фактора «пол», выбранной для обучения в университете специальности и способа тестирования IQ (вклада в показатель общего интеллекта вербальных, арифметических, зрительно-пространственных способностей и памяти). Эффект Флинна обнаружен для студентов математических специальностей, тогда как для гуманитариев наблюдается его инверсия. Гетерогенность эффекта Флинна в отношении способов тестирования IQ проявляется при оценке преимущественно арифметических способностей и памяти: арифметический компонент интеллекта при сравнении периодов с 2001 по 2012 гг. и с 1991 по 2001 гг. растет, а показатель памяти снижается. Специализация обучения вносит дополнительный вклад в эту гетерогенность временной динамики IQ: студенты-математики характеризуются повышением всех компонентов интеллекта, за исключением памяти; инженеры — только вербального и арифметического компонентов, но снижением кратковременной памяти; а гуманитарии — снижением и вербального IQ, и кратковременной памяти.

Полученные результаты анализа интеллектуальных способностей детей, родившихся в 1974–1996 гг., позволяют заключить, что особенности временной динамики IQ можно связать с изменениями в системе образования и социально-экономическом статусе семьи, произошедшими в России в период перестройки, а также с интенсивным развитием информационных технологий.

Литература

- Атлас новых профессий. (2015). М.: Агентство стратегических инициатив. Сколково. http://www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/sedec/SKOLKOVO_SEDeC_Atlas_2.0.pdf
- Валуева, Е. А., Белова, С. С. (2015). Эффект Флинна: обзор современных данных. *Психология. Журнал Высшей школы экономики*, 12(4), 165–183.
- Капцов, А. В., Колесникова, Е. И. (2009). Взаимосвязь уровня интеллекта студентов и результатов сдачи ЕГЭ. *Вестник Самарской гуманитарной академии. Серия «Психология»*, 2(6), 87–94.
- Клюева, Т. Н., Бубнова, Ю. В., Капцов, А. В. (2013). Взаимосвязь показателей умственного развития выпускников школ и результатов ЕГЭ. *Теоретическая и экспериментальная психология*, 6(1), 6–14.
- Коэметс, Э. Х., Лийметс, Х. И. (1973). *Интеллектуальные задачи – серия 730. Русский вариант тестов Амтхауэра на основе эстонской методики*. Новосибирск: Изд-во НГУ.
- Сугоняев, К. В., Григорьев, А. А. (2019). Эффект Флинна в России. *Экспериментальная психология*, 12(4), 50–61.

Ссылки на зарубежные источники см. в разделе *References*.

References

- Alloway, T. P., & Passolunghi, M. C. (2011). The relationship between working memory, IQ, and mathematical skills in children. *Learning and Individual Differences, 21*(1), 133–137. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.09.013>
- Ang, S., Rodgers, J. L., & Wänström, L. (2010). The Flynn effect within subgroups in the U.S.: Gender, race, income, education, and urbanization differences in the NLSY-children data. *Intelligence, 38*(4), 367–384. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2010.05.004>
- Assem, M., Blank, I. A., Mineroff, Z., Ademoğlu, A., & Fedorenko, E. (2020). Activity in the frontoparietal multiple-demand network is robustly associated with individual differences in working memory and fluid intelligence. *Cortex, 131*, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2020.06.013>
- Atlas novykh professii [The atlas of new professions]. (2015). Moscow: Agentstvo strategicheskikh initsiativ. Skolkovo. http://www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/sedec/SKOLKOVO_SEDeC_Atlas_2.0.pdf
- Bathelt, J., Scerif, G., Nobre, K., & Astle, D. (2019). Whole-brain white matter organization, intelligence, and educational attainment. *Trends in Neuroscience and Education, 15*, 38–47
- Batty, G. D., Wennerstad, K. M., Smith, G. D., Gunnell, D., Deary, I. J., Tynelius, P., & Rasmussen, F. (2009). IQ in early adulthood and mortality by middle age: Cohort study of 1 million Swedish men. *Epidemiology, 20*(1), 100–109.
- Batty, G. D., Whitley, E., Deary, I. J., Gale, C. R., Tynelius, P., & Rasmussen, F. (2010). Psychosis alters association between IQ and future risk of attempted suicide: Cohort study of 1 109 475 Swedish men. *BMJ, 340*, 2506. <https://doi.org/10.1136/bmj.c2506>
- Bratsberg, B., & Rogeberg, O. (2018). Flynn effect and its reversal are both environmentally caused. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 115*(26), 6674–6678. <https://doi.org/10.1073/pnas.1718793115>
- Calvin, C. M., Batty, G. D., Der, G., Brett, C. E., Taylor, A., Pattie, A., Čukić, I., & Deary, I. J. (2017). Childhood intelligence in relation to major causes of death in 68 year follow-up: prospective population study. *BMJ, 357*, j2708. <https://doi.org/10.1136/bmj.j2708>
- Calvin, C. M., Deary, I. J., Fenton, C., Roberts, B. A., Der, G., Leckenby, N., & Batty, G. D. (2011). Intelligence in youth and all-cause-mortality: Systematic review with meta-analysis. *International Journal of Epidemiology, 40*(3), 626–644.
- Choleris, E., Galea, L., Sohrabji, F., & Frick, K. M. (2018). Sex differences in the brain: Implications for behavioral and biomedical research. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 85*, 126–145. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.07.005>
- Cragg, L., Richardson, S., Hubber, P. J., Keeble, S., & Gilmore, C. (2017). When is working memory important for arithmetic? The impact of strategy and age. *PLoS ONE, 12*(12), Article e0188693. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188693>
- Čukić, I., Brett, C. E., Calvin, C. M., Batty, G. D., & Deary, I. J. (2017). Childhood IQ and survival to 79: Follow-up of 94% of the Scottish Mental Survey 1947. *Intelligence, 63*, 45–50. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2017.05.002>
- Deary, I. J., Harris, S. E., & Hill, W. D. (2019). What genome-wide association studies reveal about the association between intelligence and physical health, illness, and mortality. *Current Opinion in Psychology, 27*, 6–12. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2018.07.005>
- Deary, I. J., Strand, S., Smith, P., Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence, 35*, 13–21. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.02.00>

- Dickens, W. T., & Flynn, J. R. (2001). Heritability estimates versus large environmental effects: The IQ paradox resolved. *Psychological Review*, 108, 346–369.
- Duncan, J., Assem, M., & Shashidhara, S. (2020). Integrated intelligence from distributed brain activity. *Trends in Cognitive Science*, 24(10), 838–852. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2020.06.012>
- Dutton, E., van der Linden, D., & Lynn, R. (2016). The negative Flynn effect: A systematic literature review. *Intelligence*, 59, 163–169. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2016.10>
- Flynn, J. R. (1987). Massive IQ gains in 14 nations: What IQ tests really measure. *Psychological Bulletin*, 101(2), 171–191. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.101.2.171>
- Flynn, J. R. (2009). Requiem for nutrition as the cause of IQ gains: Ravens gains in Britain 1938–2008. *Economics and Human Biology*, 7, 18–27.
- Flynn, J. R., & Shayer, M. (2018). IQ decline and Piaget: Does the rot start at the top? *Intelligence*, 66(C), 112–121.
- Giedd, J. N., Raznahan, A., Mills, K. L., & Lenroot, R. K. (2012). Review: magnetic resonance imaging of male/female differences in human adolescent brain anatomy. *Biology of Sex Differences*, 3, Article 19. <https://doi.org/10.1186/2042-6410-3-19>
- Gustafsson, J. E., & Balke, G. (1993). General and specific abilities as predictors of school achievement. *Multivariate Behavioral Research*, 28(4), 407–434. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr2804_2
- Halpern, D. F., Benbow, C. P., Geary, D. C., Gur, R. C., Hyde, J. S., & Gernsbacher, M. A. (2007). The science of sex differences in science and mathematics. *Psychological Science in the Public Interest*, 8(1), 1–51. <https://doi.org/10.1111/j.1529-1006.2007.00032.x>
- Jäncke, L. (2018). Sex/gender differences in cognition, neurophysiology, and neuroanatomy. *F1000Research*, 7(F1000 Faculty Review), 805. <https://doi.org/10.12688/f1000research.13917.1>
- Jensen, A. R. (1993). Spearman's hypothesis tested with chronometric information-processing tasks. *Intelligence*, 17, 47–77.
- Kaptsov, A. V., & Kolesnikova, E. I. (2009). Vzaimosvyaz' urovnya intellekta studentov i rezul'tatov sdachi EGE [Interaction between the IQ level in students and results of the Unified State Exam]. *Vestnik Samarskoi gumanitarnoi akademii. Seriya "Psikhologiya"*, 2(6), 87–94.
- Kell, H. J., & Lang, J. W. B. (2017). Specific abilities in the workplace: More important than *g*? *Journal of Intelligence*. 5(2), 13. <https://doi.org/10.3390/jintelligence5020013>
- Kersey, A. J., Csumitta, K. D., & Cantlon, J. F. (2019). Gender similarities in the brain during mathematics development. *NPJ Science of Learning*, 4, Article 19. <https://doi.org/10.1038/s41539-019-0057-x>
- Klyueva, T. N., Bubnova, Yu. V., & Kaptsov, A. V. (2013). Relationship between mental development and unified state examination results in school graduates. *Teoreticheskaya i Eksperimental'naya Psikhologiya [Theoretical and Experimental Psychology]*, 6(1), 6–14. (in Russian)
- Koemets, E. Kh., & Liimets, Kh. I. (1973). *Intellektual'nye zadachi – seriya 730. Russkii variant testov Amthauera na osnove estonskoi metodiki* [Intellectual tasks – series 730. A Russian variant of the Amthauer Test based on an Estonian inventory]. Novosibirsk: Novosibirsk State University.
- Lindberg, S. M., Hyde, J. S., Petersen, J. L., & Linn, M. C. (2010). New trends in gender and mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(6), 1123–1135. <https://doi.org/10.1037/a0021276>
- Lynn, R., Irwing, P., & Cammock, T. (2002). Sex differences in general knowledge. *Intelligence*, 30(1), 27–39. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(01\)00064-2](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(01)00064-2)
- Lynn, R., & Vanhanen, T. (2012). National IQs: A review of their educational, cognitive, economic, political, demographic, sociological, epidemiological, geographic and climatic correlates. *Intelligence*, 40(2), 226–234. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2011.11.004>

- Miller, D. I. (2016). Sex difference research and cognitive abilities. In *The Wiley Blackwell Encyclopedia of Gender and Sexuality Studies*. <https://doi.org/10.1002/9781118663219.wbegss098>
- Pietschnig, J., Penke, L., Wicherts, J. M., Zeiler, M., & Voracek, M. (2015). Meta-analysis of associations between human brain volume and intelligence differences: How strong are they and what do they mean? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *57*, 411–432. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2015.09.017>
- Pietschnig, J., & Voracek, M. (2015). One century of global IQ gains: A formal metaanalysis of the Flynn effect (1909–2013). *Perspectives on Psychological Science: A Journal of the Association for Psychological Science*, *10*(3), 282–306
- Pietschnig, J., Voracek, M., & Gittler, G. (2018). Is the Flynn effect related to migration? Meta-analytic evidence for correlates of stagnation and reversal of generational IQ test score changes. *Politische Psychologie*, *2*, 267–283.
- Platt, J. M., Keyes, K. M., McLaughlin, K. A., & Kaufman, A. S. (2019). The Flynn effect for fluid IQ may not generalize to all ages or ability levels: a population-based study of 10,000 US adolescents. *Intelligence*, *77*, 101385. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2019.101385>
- Rindermann, H., Becker, D., & Coyle, T. R. (2016). Survey of expert opinion on intelligence: Causes of international differences in cognitive ability tests. *Frontiers in Psychology*, *7*, 399. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00399>
- Rindermann, H., & Thompson, J. (2011). Cognitive capitalism: the effect of cognitive ability on wealth, as mediated through scientific achievement and economic freedom. *Psychological Science*, *22*(6), 754–763. <https://doi.org/10.1177/0956797611407207>
- Ritchie, S. J., Bates, T. C., & Deary, I. J. (2015). Is education associated with improvements in general cognitive ability, or in specific skills? *Developmental Psychology*, *51*(5), 573–582. <https://doi.org/10.1037/a0038981>
- Rodríguez, S., Regueiro, B., Piñeiro, I., Estévez, I., & Valle, A. (2020). Gender differences in mathematics motivation: Differential effects on performance in primary education. *Frontiers in Psychology*, *10*, 3050. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03050>
- Ruigrok, A. N., Salimi-Khorshidi, G., Lai, M. C., Baron-Cohen, S., Lombardo, M. V., Tait, R. J., & Suckling, J. (2014). A meta-analysis of sex differences in human brain structure. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *39*(100), 34–50. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.12.004>
- Satterthwaite, T. D., Wolf, D. H., Roalf, D. R., Ruparel, K., Erus, G., Vandekar, S., Gennatas, E. D., Elliott, M. A., Smith, A., Hakonarson, H., Verma, R., Davatzikos, C., Gur, R. E., & Gur, R. C. (2015). Linked sex differences in cognition and functional connectivity in youth. *Cerebral Cortex*, *25*(9), 2383–2394. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhu036>
- Stevenson, A. J., McCartney, D. L., Hillary, R. F., Redmond, P., Taylor, A. M., Zhang, Q., McRae, A. F., Spires-Jones, T. L., McIntosh, A. M., Deary, I. J., & Marioni, R. E. (2019). Childhood intelligence attenuates the association between biological ageing and health outcomes in later life. *Translational Psychiatry*, *9*(1), Article 323. <https://doi.org/10.1038/s41398-019-0657-5>
- Strenze, T. (2007). Intelligence and socioeconomic success: A meta-analytic review of longitudinal research. *Intelligence*, *35*, 401–426. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.09.004>
- Sugonyaev, K. V., & Grigoriev, A. A. (2019). The Flynn effect in Russia. *Экспериментальная Психология [Experimental Psychology (Russia)]*, *12*(4), 50–61. (in Russian)
- Sundet, J. M., Borren, I., & Tambs, K. (2008). The Flynn effect is partly caused by changing fertility patterns. *Intelligence*, *36*, 183–191.

- te Nijenhuis, J., & van der Flier, H. (2013). Is the Flynn effect on g? A meta-analysis. *Intelligence*, *41*(6), 802–807. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2013.03.001>
- Trahan, L. H., Stuebing, K. K., Fletcher, J. M., & Hiscock, M. (2014). The Flynn effect: a meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *140*(5), 1332–1360. <https://doi.org/10.1037/a0037173>
- Valueva, E. A., & Belova, S. S. (2015). Flynn effect: Contemporary data review. *Psychology. Journal of Higher School of Economics*, *12*(4), 165–183. (in Russian)
- Wai, J., & Putallaz, M. (2011). The Flynn effect puzzle: A 30-year examination from the right tail of the ability distribution provides some missing pieces. *Intelligence*, *39*(6), 443–455. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2011.07.006>
- Wai, J., Putallaz, M., & Makel, M. C. (2012). Studying intellectual outliers: Are there sex differences, and are the smart getting smarter? *Current Directions in Psychological Science*, *21*(6), 382–390.
- Webb, R. M., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2002). Mathematically facile adolescents with math-science aspirations: New perspectives on their educational and vocational development. *Journal of Educational Psychology*, *94*(4), 785–794. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.4.785>
- Weber, D., Dekhtyar, S., & Herlitz, A. (2017). The Flynn effect in Europe – Effects of sex and region. *Intelligence*, *60*, 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2016.11.003>
- Williams, R. L. (2013). Overview of the Flynn effect. *Intelligence*, *41*, 753–764.
- Wongupparaj, P., Kumari, V., & Morris, R. (2015). A cross-temporal meta-analysis of Raven’s progressive matrices: Age groups and developing versus developed countries. *Intelligence*, *49*, 1–9.
- Woodley, M. A., te Nijenhuis, J., Must, O., & Must, A. (2014). Controlling for increased guessing enhances the independence of the Flynn effect from g: The return of the Brand effect. *Intelligence*, *43*, 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2013.12.004>
- Woodley of Menie, M. A., Pecharrera-Aguirre, M., Fernandes, H. B. F., & Figueredo, A.-J. (2018). What causes the anti-Flynn effect? A data synthesis and analysis of predictors. *Evolutionary Behavioral Sciences*, *12*(4), 276–295. <https://doi.org/10.1037/ebs0000106>
- Zhang, X., Liang, M., Qin, W., Wan, B., Yu, C., Ming, D. (2020). Gender differences are encoded differently in the structure and function of the human brain revealed by multimodal MRI. *Frontiers in Human Neuroscience*, *14*, 244. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00244>