

Тесса ван Люйен: «Изучение схожих черт между синестезией и аутизмом может прояснить, какую роль играют сенсорные отклонения в этиологии расстройств аутистического спектра»



Д-р Тесса ван Люйен (Tessa van Leeuwen, PhD) работает научным сотрудником института Дондерса при университете Радбоуд (Donders Institute for Brain, Cognition and Behaviour of the Radboud University), Неймеген, Нидерланды. Она закончила магистратуру по биологии (нейробиологии) и защитила диссертацию по нейронным механизмам графемно-цветовой синестезии. Постдокторантура с Вольфом Сингером в Институте исследований мозга в Максе Планке (Max Planck Institute for Brain Research in

Frankfurt am Main), Германия, касалась изучения мозговых колебаний у синестетов и больных шизофренией. В настоящее время она изучает общие черты между синестезией и расстройством спектра аутизма на уровне нейронов и перцепции.

Как Вы определяете синестезию – как отдельное явление или набор нескольких феноменов?

Синестезия – это автоматическое переживание дополнительных необычных ощущений, вызываемых определенными синестетическими стимулами (англ. inducers). Синестетические ощущения произвольны, не могут подавляться целенаправленно и идиосинкратичны для каждого конкретного синестета. Я полагаю, что синестезия – это один феномен, но, определённо, он проявляется не в одной когнитивной и не в одной сенсорной форме. Сравните, например, синестезию пространственной последовательности, при которой последовательности понятий, таких как названия месяцев, визуализируются в виде организованной в пространстве структуры или музыкально-вкусовую синестезию, при которой простые музыкальные тоны вызывают первичные вкусовые ощущения, воспринимаемые как локализованные во рту (Veeli и др., 2005). Общим для всех форм синестезии является то, что запускаются необычные дополнительные ощущения, которые у несинестетов вызывают недоумение.

В какой степени синестезия врождѐнна (генетически предопределена)? Каково влияние обучения и когнитивных процессов как причины её возникновения?

Синестезия чаще всего сопровождается абстрактные лексические единицы и понятия, графемы и символы, последовательности и другие (культурные) элементы, которые были усвоены (вплоть до степени автоматизма) в раннем детстве (хотя есть и исключения). Поэтому большинство стимулов связаны с чем-то, что мозг должен для начала освоить. И это как раз указывает на сильное влияние среды при проявлении синестетических особенностей, так как всё, что необходимо выучить, сначала должно появиться в окружающей реальности. Следовательно, то, когда и насколько активно вы входите в контакт со звучащей речью (языками), лингвистическими единицами, буквами и числами на письме, звуками, музыкой, абстрактными понятиями, музыкальными нотами и т.д., может влиять на появление синестезии (Witthoft и др., 2015).

И это не говорит о том, что генетика не имеет решающего значения. Напротив, наличие генетической предрасположенности к синестезии необходимо для её проявления. Влияние среды во взаимодействии с наследуемым набором генов может задавать и определять те формы и ассоциации, которые разовьются в конечном итоге при синестезии. В ходе генетических исследований накапливается всё больше данных, свидетельствующих о том, что за синестезию отвечает не один ген или набор генов. Напротив, в разных семьях было обнаружено многообразие разных генетических вариантов, и многие задействованные гены вовлечены в рост и развитие аксонов и другие процессы, относящиеся к взаимодействию нейронов и к организации работы мозга (Tilot и др., 2018). Поскольку между синестетами существуют большие индивидуальные различия, например, по уровню иерархической обработки стимулов, предшествующей провоцированию определенной синестетической ассоциации (van Leeuwen, 2013), скорее всего, на конечный перцептивный фенотип каждого отдельного носителя синестезии влияют различные проявления генов, связанных с синестезией.

Как наличие синестезии может быть преимуществом, препятствием или нейтральным условием?

Я убеждена, что, если бы синестезия являлась большим препятствием, она бы не встречалась настолько часто (у 2–4 %). Многие проявления синестезии весьма умерены, как, например, пространственные последовательности или графемно-цветовая синестезия, которые чаще всего воспринимаются как преимущество, способствующее более эффективной работе памяти. Конечно, синестезия может оказаться помехой, если её проявления в повседневной жизни имеют слишком яркое проявление, а ощущения слишком навязчивы и их невозможно избежать

(например, сильные синестетические ощущения от звуков в окружающей среде или звучащей речи). Это может привести к гиперстимуляции органов чувств и сенсорной перегрузке, которые могут препятствовать активному образу жизни. Насколько мне известно, однако, такие отрицательные последствия синестезии довольно редки, и в общем она может считаться весьма преимуществом особенностью.

Являются ли люди с синестезией особенными в каком-то другом смысле? Обладают ли все люди синестезией в некоторой степени?

Люди с синестезией не более особенны, чем другие: все люди разные в своём восприятии мира, личном опыте, предпочтениях и в процессах сенсорной обработки сигналов среды. Синестезия – всего лишь один из вариантов индивидуальных различий. Синестетическая тенденция объединять чувства может обогатить творческую или артистическую природу человека, но это справедливо не для всех синестетов (если позволите добавить лично от себя как от графемно-цветового синестета, лишённого художественных талантов).

Нет, не все люди обладают синестезией в определённой степени. Однако, кросс-модальные ассоциации характерны для всех нас, и эти, менее специфичные и более интуитивные связи могут, само собой, напоминать синестезию (например, ассоциации между цветом и буквами или цветом и тонами у несинестетов следуют тем же принципам, что и у синестетов). Синестетический опыт также совпадает с такими общими кросс-модальными тенденциями, как связь высоких тонов с более светлыми цветами, а более низких – с тёмными (Ward и др., 2006).

Каков ваш опыт и впечатления от прочтения книги Александра Лурии «Маленькая книга о большой памяти»?

Она позволила мне понять, какие крайние формы может принимать синестезия и какое громадное воздействие может оказывать на мыслительные процессы и память, даже если обычно она проявляется мягко, а иногда даже незаметно. Конечно, случай с С. это исключительное проявление савантизма, но, тем не менее, человеческий мозг способен на такие необычные вещи. Изучение индивидуальных случаев (методом кейсов) это великолепный инструмент исследования, и, когда кто-то приходит ко мне с личной историей о необычной синестезии, это вдохновляет меня на размышления о том, что изучение отдельных случаев может пролить свет на возможные механизмы синестезии.

В чём важность изучения синестезии? Что она может дать когнитивной науке и науке в целом?

Синестезия – это фенотип восприятия: особый способ восприятия мира, возможный вследствие определённого способа работы мозга синестета. Если мы поймём, что служит причиной этого отклоняющегося от нормы типа восприятия, мы поймём, как мозг обрабатывает входящую

информацию и какие факторы важны для осознанного постижения окружающего нас мира. Движет ли восприятием синестета различие в объеме входящих в мозг сигналов (сенсорной информации) или присущее им несоответствие с ожиданиями (первичным знанием) (van Leeuwen, 2014)?

Учитывая большой процент наличия синестезии при расстройствах аутистического спектра (Neufeld и др., 2013; Baron-Cohen и др., 2013), я почти не сомневаюсь и ожидаю, что исследование синестезии внесёт в ближайшие годы свой вклад в более глубокое понимание сенсорных нарушений при РАС (Ward и др., 2017; van Leeuwen и др., 2018). Изучение схожих черт между синестезией и аутизмом может прояснить, какую роль играют сенсорные отклонения в этиологии расстройств аутистического спектра.

Как особый перцептивный фенотип синестезия предоставляет для науки в целом ещё одну модель для исследования чувственного восприятия.

В нескольких публикациях с результатами ваших исследований, рассматриваются нейрофизиологические особенности восприятия цвета при графемно-цветовой синестезии. В чем разница в восприятии цвета между синестетами и несинестетами? Почему при этом явлении цвет играет такую особую роль? Схож ли «синестетический» синий с «обычным» синим?

В базовых механизмах восприятия цвета синестеты и несинестеты друг от друга не отличаются. Из публикаций известно, что графемно-цветовые синестеты лучше запоминают цвета и точнее воспринимают цветовые различия (Yaro, Ward, 2007; Banissy и др., 2009); это, скорее всего, объясняется их жизненным «цветовым» опытом. Также существуют доказательства, что у синестетов парвоцеллюлярная визуальная система является сверхактивной (Barnett и др., 2008; van Leeuwen и др., 2013). Это визуальная система, которая важна для восприятия цвета и тонких различий. Если парвоцеллюлярная система очень чувствительна и, возможно, гипертонизируема (Terhune и др., 2011), то при обработке пространственных деталей (таких, как буквы) другие её нейроны – те, что задействованы в обработке цвета, возможно, тоже будут спонтанно активироваться. Я считаю, что подобный характер связей в этой визуальной системе, а также её топографическая организация – одна из причин, почему так много синестезий связаны с цветом. Считаю, что «синестетический» синий цвет обрабатывается в той же визуальной системе, что и «обычный», веридикальный синий; однако синестеты очень хорошо осознают, что их «синестетические» цвета не являются «реальными» (Seth, 2014), и поэтому «синестетический» и «обычный» синий не совсем то же самое.

Вы где-то сказали, что синестезия «чаще всего встречается для абстрактных единиц или понятий, графем и символов, последова-

тельностью и других (культурных) явлений, которые мы осваиваем в раннем детстве (хотя существуют исключения)» и «для того, чтобы возникла синестезия, должна присутствовать генетическая предрасположенность к ней». Как вы считаете: синестезия, вызванная наркотиками и / или синестезия, вызванная травмой (например, эпилепсия, пулевая рана или опухоль), действуют по тем же принципам или отличаются от врожденной синестезии?

Если говорить о естественной синестезии, то я полагаю, что она опосредуется генетическими факторами, такими как различия в аксоногенезе (Tilot и др., 2018) или в других сигнальных механизмах мозга, которые уже имеют место на ранней стадии развития. Эта генетическая предрасположенность позволяет развивать устойчивые синестетические переживания, точный характер которых оформляется уже под воздействием окружающей среды (например, магниты на холодильник) (Witthoft, Winawer, 2006; Witthoft и др., 2015).

Синестезия, вызванная препаратами, стимулирует связи между чувствами, которые присутствуют у всех нас. Наркотические синестетические переживания не так стабильны, как ассоциации естественной синестезии, т.е. если вы принимаете один и тот же препарат дважды, вы не обязательно дважды испытываете один и тот же синестетический опыт (Terhune и др., 2016). Это не означает, что связи между чувствами, которые присутствуют у всех нас, полностью и качественно отличаются от того, что происходит у синестетов. Я не исключаю, что расторможенная обратная связь может быть механизмом синестезии. Но в развитии синестетов устойчивый баланс в некоторых мозговых цепях является врожденным (опосредованным либо через индивидуально проявляющиеся аксонные соединения, либо через индивидуально проявляющиеся схемные связи мозга) и не меняется с течением времени.

Синестезия, вызванная травмой, часто отличается по своей природе от естественной синестезии, поскольку она включает в себя более первичные, базовые сенсорные переживания. Травма может влиять на связи между областями мозга и индуцировать измененную функциональную связь и измененные схемы мозга посредством адаптации; в этом смысле очень вероятно, что индуцированная синестезия во многом объясняется теми же механизмами, что и естественная.

Каково ваше объяснение неврологических механизмов синестезии? Какую научную модель врожденной синестезии, базирующуюся на надежных данных, вы поддерживаете?

Я согласна с моделью, объясняющей особенность мозга синестетов наличием гипертормозимости, которая изменяет динамику работы нейронов и опосредует отклоняющееся от нормы восприятие. Как упоминалось выше, если парвоцеллюлярная система очень чувствительна, то при обработке ею пространственных деталей нейроны, которые обрабатывают

цвет, возможно тоже будут спонтанно активироваться. Или, если графемы в физическом мире действительно окрашены, то их цвет обрабатывается более активно с помощью гиперчувствительной парвоцеллюлярной системы. В обоих случаях конкретный паттерн активности, включая активность в «цветовых» нейронах, может укорениться как предшествующий, составляющий паттерн активности, отвечающий за букву (van Leeuwen, 2014). Конечно, такие механизмы гипервозбудимости могут возникать и в других сенсорных системах, например, в тактильной зеркальной системе (Bolognini и др., 2013). То, какой (генетический) механизм опосредует гипервозбудимость и то, как гипервозбудимость в конечном итоге приводит к сильным предшествующим стимулам (van Leeuwen и др., 2018) в синестезии (компенсаторные механизмы?) – является вопросом для будущих исследований механизмов синестезии

Имели ли вы дело с псевдо-синестетами? Если да, то как вы реагировали на таких подражателей? Есть ли какой-то конкретный случай, который вам запомнился?

У меня не было такого опыта. Было несколько человек, которые испытывали явления, похожие на синестезию с зеркальным прикосновением, но которые просто отличались очень сильным сочувствием к окружающей среде и не обладали физическим компонентом как при зеркальной синестезии. Мы любезно объяснили им, что наше исследование касается типа синестезии с зеркальным касанием, которая обязательно включает дополнительные физические ощущения.

В какой степени, как и почему тот факт, что вы сами являетесь синестетом, повлиял на ваше решение исследовать синестезию? И как вы думаете, дает ли вам это преимущество в изучении этого явления?

Я узнала, что я синестет, когда мне было около 20. Я была в лаборатории зрения, и один из помощников профессоров в лаборатории вернулся с конференции с рассказом о «цветном слухе». Цветной слух мне не подходил, но когда он объяснил, что то же самое может относиться к буквам, я поняла, что я тоже синестет. Это вызвало у меня интерес, и я написала обзор литературы по этой теме для своей магистерской работы. Что мне нравится в синестезии, так это то, что речь идет о том, как мы воспринимаем мир в субъективном плане и какие у этого есть индивидуальные различия. Изучать это субъективное явление с помощью методов нейровизуализации и попытаться понять, что это такое – вот она, настоящая задача!

У меня только графемно-цветовая синестезия. В некотором смысле быть синестетом помогает, потому что ты немного лучше понимаешь других графемно-цветовых синестетов. Можно говорить о некоторого рода интуиции на то, каково это для них и как могут восприниматься синестетические цвета, а как нет. С другой стороны, имея один тип синестезии, можно не различать что-то в другом или каких-то индиви-

дуальных особенностях проявления, которые не соответствуют твоему собственному опыту. Конечно, существует много форм синестезии, которых у меня нет: я сохраняю к ним объективность, и в равной степени очарована этим опытом, как и те, кто не имеют синестезию.

Перевод:
Наталья Овчаренко
Анастасия Мальшевская

Литература

1. Baron-Cohen, Simon, Donielle Johnson, Julian Asher, Sally Wheelwright, Simon Fisher, Peter Gregersen, and Carrie Allison. 2013. "Is synaesthesia more common in autism?" *Molecular Autism*; vol. 4(1): 40.
2. Banissy MJ, Walsh V, Ward J. Enhanced sensory perception in synaesthesia. *Exp Brain Res* 2009; 196(4): 565–71.
3. Barnett KJ, Foxe JJ, Molholm S, Kelly SP, Shalgi S, Mitchell KJ, et al. Differences in early sensory-perceptual processing in synesthesia: A visual evoked potential study. *NeuroImage* 2008; 43(3): 605–13.
4. Beeli, Gian, Michaela Esslen, and Lutz Jäncke. 2005. "When coloured sounds taste sweet." *Nature*; vol. 434: 38.
5. Bolognini N, Miniussi C, Gallo S, Vallar G. Induction of mirror-touch synaesthesia by increasing somatosensory cortical excitability. *Curr Biol* 2013; 23(10): R436-R7.
6. Neufeld, Janina, Mandy Roy, Antonia Zapf, Christopher Sinke, Hinderk M Emrich, Vanessa Prox-Vagedes, Wolfgang Dillo, and Markus Zedler. 2013. "Is synaesthesia more common in patients with Asperger syndrome?" *Frontiers in Human Neuroscience*; vol. 7. doi: 10.3389/fnhum.2013.00847.
7. Seth AK. A predictive processing theory of sensorimotor contingencies: Explaining the puzzle of perceptual presence and its absence in synesthesia. *Cogn Neurosci* 2014; 5(2): 97–118.
8. Terhune DB, Luke DP, Kaelen M, Bolstridge M, Feilding A, Nutt D, et al. A placebo-controlled investigation of synaesthesia-like experiences under LSD. *Neuropsychologia* 2016.
9. Terhune Devin B, Tai S, Cowey A, Popescu T, Cohen Kadosh R. Enhanced Cortical Excitability in Grapheme-Color Synesthesia and Its Modulation. *Curr Biol* 2011; 21(23): 2006–9.
10. Tilot, Amanda K., Katerina S. Kucera, Arianna Vino, Julian E. Asher, Simon Baron-Cohen, and Simon E. Fisher. 2018. "Rare variants in axonogenesis genes connect three families with sound-color synesthesia." *PNAS*. doi: 10.1073/pnas.1715492115.
11. van Leeuwen, Tessa M. 2013. "Individual differences in synesthesia." In Julia Simner and Edward M. Hubbard (eds.), *The Oxford Handbook of Synesthesia*, Oxford: University Press. Pp. 241–264.
12. van Leeuwen, Tessa M. 2014. "Constructing priors in synesthesia." *Cognitive Neuroscience*: vol. 5(2). doi: 10.1080/17588928.2014.905520.

13. van Leeuwen TM, Hagoort P, Handel BF. Real color captures attention and overrides spatial cues in grapheme-color synesthetes but not in controls. *Neuropsychologia* 2013; 51(10): 1802–13.
14. van Leeuwen TM, Sauer A, Jurjut A-M, Wibrat M, Uhlhaas P, Singer W, et al. Perceptual phenotypes: Perceptual gains and losses in synesthesia and schizophrenia. *bioRxiv* 2018.
15. van Leeuwen, T. M., Floor Burghoorn, and R. Van Lier. 2018. “Synesthesia and autism spectrum disorder: shared characteristics of visual perception.” European Conference on Visual Perception, Trieste, Italy.
16. Ward, Jamie, Claire Hoadley, James E.A. Hughes, Paula Smith, Carrie Allison, Simon Baron-Cohen, and Julia Simner. 2017. “Atypical sensory sensitivity as a shared feature between synaesthesia and autism.” *Scientific Reports*; 7:41155. doi: 10.1038/srep41155.
17. Ward, Jamie, B. Huckstep, and E. Tsakanikos. 2006. “Sound-colour synaesthesia: to what extent does it use cross-modal mechanisms common to us all?” *Cortex*; vol. 42(2): 264–280.
18. Witthoft N, Winawer J. Synesthetic colors determined by having colored refrigerator magnets in childhood. *Cortex* 2006; 42(2): 175–83.
19. Witthoft, Nathan, Jonathan Winawer, and David M. Eagleman. 2015. “Prevalence of learned grapheme-color pairings in a large online sample of synesthetes.” *PLoS ONE*; vol. 10 (3): e0118996. doi: 10.1371/journal.pone.0118996.
20. Yaro C, Ward J. Searching for Shereshevskii: What is superior about the memory of synaesthetes? *Q J Exp Psychol* 2007; 60(5): 681–95.