Настоящий текст является препринтом статьи, направленной в Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова и представляет собой предварительный вариант, не прошедший рецензирование или редактирование журналом

Особенности тактильного восприятия при расстройстве аутистического спектра и их связь с социально-коммуникативными нарушениями

Touch perception abnormalities in autism spectrum disorder and their relation to social and communicative impairments

Варламов А.А., Скороходов И.В.

Anton A. Varlamov and Ivan V. Skorokhodov

ФБГОУ ВО «Государственный институт русского языка имени А.С. Пушкина»

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Pushkin State Russian Language Institute"

Расстройство аутистического спектра (РАС) — одно из наиболее распространенных нарушений развития, которое характеризуется выраженным социально-коммуникативным дефицитом и ограниченным, стереотипным репертуаром действий и интересов. Хотя аномалии сенсорного восприятия при аутизме упоминались ещё в пионерских работах, впервые описавших его клиническую картину, им традиционно уделялось меньшее внимание исследователей, несмотря на то что они отмечаются у подавляющего большинства людей с РАС. Особенный интерес представляют особенности тактильного восприятия в силу тесной связи тактильного восприятия с эмоциональным и коммуникативным развитием. Представлен краткий обзор исследований нарушений тактильного восприятия при РАС с обсуждением связи аномалий сенсорного восприятия с социально-коммуникативным дефицитом. Показана связь нарушений тактильного восприятия с выраженностью социальных и психоэмоциональных нарушений: высокая тактильная дефензивность приводит к негативному аффективному фону и препятствует социальной адаптации. Этот негативный эффект предположительно достигается за счет снижения социальных тактильных контактов, оказывающих важный социализирующий эффект, опосредованный стимуляцией эмоциональной С-тактильной системы механорецепции.

Более полное понимание характера связи между сенсорным аспектом тактильных нарушений и социальными нарушениями при РАС может способствовать лучшему

понимаю патогенетических механизмов РАС и прицельной разработке новых реабилитационных методик.

Ключевые слова: аутизм, расстройство аутистического спектра, тактильное восприятие, С-тактильная система, дефензивность, гипореактивность, гиперреактивность.

1. Введение

Расстройство аутистического спектра (РАС) — самое распространённое психиатрическое заболевание раннего детского возраста со среднемировой встречаемостью около 62 случаев на 10 000 [1]. РАС характеризуется выраженным социально-коммуникативным дефицитом и ограниченным, стереотипным репертуаром действий и интересов [2]. Характерные аномалии сенсорного восприятия при аутизме упоминались ещё в пионерских работах, впервые описавших его клиническую картину [3,4], и, по современным оценкам, до 95% родителей детей с РАС отмечает у них существенные особенности сенсорного восприятия и поведения [5]. Однако до начала 2000-х годов к ним, как правило, относились как к сопутствующим нарушениям, не играющим определяющей роли в патогенетических механизмах РАС; для обзора эволюции отношения к сенсорным особенностям при РАС см. [6] и [7]. На сегодняшний день убедительно показано, что специфика и степень выраженности сенсорных нарушений могут предсказывать успешность когнитивного и социального развития, включая такие аспекты развития ребенка, как совместное внимание и речевые способности [8], способность к социальной игре [9], поведенческое избегание и преобладание негативного аффекта [10] и общую выраженность социальных нарушений у взрослых с РАС [11]. Значительный интерес представляет изучение особенностей тактильного восприятия при РАС в силу тесной связи тактильного восприятия с эмоциональным и коммуникативным развитием человека [12,13]. Интерес к этой области исследований со стороны нейробиологов и психофизиологов также значительно усилился в последние десятилетия, после того, как была открыта С-тактильная система, объединяющая высокочувствительные немиелинизированные афференты типа С, обеспечивающая безусловное положительное подкрепление в ответ на нежные медленные прикосновения, и играющая важную роль в развитии просоциального поведения человека [14–16]. В данном обзоре выполнено общее описание особенностей тактильного восприятия и социального тактильного поведения при РАС, сделана попытка интеграции литературных данных с общими интегративными теориями РАС, учитывающими специфику сенсорного восприятия при аутизме, и современными представлениями о строении и функциях

систем кожной механорецепции, отвечающих за собственно сенсорные, дискриминативные, и эмоциональные аспекты тактильного восприятия.

2 Общие характеристики тактильного восприятия у людей с РАС.

2.1 Клинические наблюдаемые особенности поведения: гиперреактивность, гипореактивность и жажда тактильных ощущений.

В целом, всё многообразие особенностей сенсорного восприятия и поведения у людей с РАС возможно свести к нескольким характерным типам поведения, так называемым сенсорным профилям [17] или сенсорным подтипам [18], которые характеризуются сочетанием трех видов сенсорного поведения (гиперреактивность, гипореактивность, жажда сенсорных ощущений), схожим или различным образом проявляющихся для различных модальностей сенсорного восприятия [19]. Для тактильной сенсорной модальности могут наблюдаться и гиперреактивность, и гипореактивность, и жажда сенсорных ощущений, при этом они могут сочетаться и по-разному проявляться у одного ребенка для разных типов тактильных стимулов. Наиболее часто при РАС наблюдается тактильная гиперреактивность, ее распространенность при РАС достигает 70% [20]. На высокую значимость и распространенность тактильной дефензивности у детей с РАС одной из первых обратила внимание Дж. Айрес, основоположница реабилитационных подходов, основанных на коррекции нарушений сенсорной интеграции [21]. Она может проявляться как в общем виде, так и в виде непереносимости определенных типов прикосновений (например, очень легких касаний) или прикосновений к определенным участкам тела, также она может проявляться только для некоторых тканей или текстур [22], причём интенсивность её может достигать до аллодинии [23]. Тактильная гипореактивность тоже наблюдается достаточно часто и может выражаться, в частности, в виде нечувствительности к боли или снижения дискриминативных способностей: способности к различению объектов и фактур, способности определить, к какому участку тела производится прикосновение [24,25]. С гипочувствительностью тесно связана так называемая «сенсорная жажда» — поведение, направленное на получение сенсорной стимуляции по той или иной, в том числе, тактильной модальности [17,26][27,28]. Такая сенсорная жажда может приводить к осознанной или неосознанной самостимуляции (стиммингу) [29], которая используется либо как средство получения приятных сенсорных ощущений, либо как способ отвлечься от неприятных мыслей, эмоций или ощущений, например, в ситуации сенсорной перегрузки. Как правило, сенсорная жажда наблюдается не в отношении любых тактильных стимулов, а лишь для определенных типов ощущений: чаще всего это прикосновения к предметам с определенной фактурой, сильные, сдавливающие или обжимающие стимулы, приводящие не только к кожной стимуляции,

но и к стимуляции глубоких мышечных и сухожильных рецепторов, иногда используются даже болезненные стимулы. При этом в отношении других тактильных стимулов, например может наблюдаться выраженная дефензивная реакция [30,31].

Учитывая высокую вариативность индивидуальных тактильных реакций у детей с РАС, очень важно понимать особенности тактильного поведения и восприятия ребенка, для того чтобы по возможности исключить или минимизировать раздражающие стимулы и, наоборот, использовать предпочитаемые ребенком стимулы и формы поведения при подборе элементов реабилитационных занятий, не только в рамках эрготерапии, но и в поведенческих методах коррекции, в том числе, при определении социальных сенсорных рутин (Social Sensory Routines, SSR) – видов непосредственного социального взаимодействия с детьми, направленных на установление и укрепление социального и эмоционального контакта [32]. Тактильные особенности ребенка в общих чертах можно определить с помощью опросников, нацеленных на определение общего сенсорного профиля ребенка – сенсорного опросника О. Богдашиной [33], краткого сенсорного профиля (Short sensory profile) [34] и опросника сенсорного восприятия SEQ 3.0 (Sensory Experiences Questionnaire, version 3.0) [17,35]. Для более полной оценки тактильного поведения ребенка был разработан тест на тактильную чувствительность и дефензивность (Tactile defensiveness & discrimination test – Revised (TDDT-R)) [36], который детально оценивает и дискриминативный, и аффективный аспекты тактильного восприятия.

К настоящему времени получено множество свидетельств того, что тактильные особенности ребенка и взрослого человека с РАС коррелируют с выраженностью социальных нарушений в детском возрасте [26], оказывают значительное влияние на психоэмоциональное и социальное развитие и, в конечном счете, могут определять итоговую успешность социальной интеграции (обзор см. [24]. Также неоднократно была показана связь между сенсорной гиперчувствительностью, нетерпимостью к неопределённости, тревожностью и ограниченности репертуара действий и интересов [25,37,38]. Наиболее убедительное свидетельство было получено в масштабном когортном исследовании, показавшем, что успешность социальной адаптации людей РАС во взрослом возрасте отрицательно коррелирует с тактильной гиперреактивностью и дефензивностью [39].

2.2 Нейрофизиологические механизмы, лежащие в основе нарушений тактильного восприятия при РАС.

Для полноценного понимания механизмов нарушений тактильного восприятия при РАС необходимо ответить на вопрос об основных причинах этих нарушений. На протяжении

истории исследования этого вопроса высказывались самые разнообразные гипотезы: одни исследователи высказывали предположения о нарушениях на уровне рецепторов или первичной соматосенсорной коры, другие предполагали, что основные причины связаны с нарушением процессов иерархизации и интеграции сенсорной информации, либо с большей интенсивностью эмоционального ответа на тактильную стимуляцию. Многие клинические исследования показали отсутствие различий в пороговой чувствительности у людей с РАС и их типично развивающихся сверстников [28,40,41]. В то же время, есть и свидетельства повышения порогов тактильного восприятия [42], в особенности, для исследований восприятия динамических стимулов. Более того, такое повышение пороговой чувствительности [43] коррелирует с выраженностью основных социальных нарушений при РАС [39]. Можно предположить, что, как и для других сенсорных модальностей [44], затруднения с различением тактильных стимулов вызваны не нарушениями на первичном рецепторном уровне, а нарушениями тормозных процессов, в том числе, латерального торможения [24,43], процессов, связанных с интеграцией сенсорной информации [45], а также с формированием ожиданий и первичной фильтрацией сенсорной информации [46,47]. Этому объяснению хорошо соответствуют и нарушения тактильной габитуации, часто наблюдаемые при РАС: несколько исследований показали, что в экспериментальных заданиях с предварительной габитуацией, которая может улучшать или ухудшать распознавание тактильных стимулов у контрольной группы, эффект габитуации не проявляется у людей с РАС [48–50]. Подобные же нарушения габитуации, тормозных процессов и процессов, связанных с интеграцией сенсорной информации, приводят и к тактильной гиперреактивности и дефензивности.

2.3 С-тактильная система и социализирующая роль телесного взаимодействия.

Работами, опубликованными за последние 25 лет (обзоры представлены в [51,52]), было доказано, что тактильное восприятие человека основано на взаимодействии двух систем: дискриминативной и аффективной. Первая ответственна за распознавание на ощупь поверхностей, форм и фактур, а вторая обеспечивает эмоциональное подкрепление, непосредственно связанное с ощущением прикосновений, прежде всего — социальных [53]. Эта система — специализированная и структурно обособленная система высокочувствительных механорецепторов, расположенных в волосистой коже человека, иннервированных немиелинизированными волокнами типа С и наиболее интенсивно активирующихся в ответ на медленные (от 1 до 10 см/с) прикосновения к коже с умеренной силой (0,2 – 2 Н), при этом афференты С-тактильной системы, в отличие от Аβ-афферентов, обеспечивающих дискриминативную тактильную чувствительность, проходят по спиноталамическому тракту через вентральное заднее и/или заднее

треугольное ядра таламуса в островковую, а не в первичную сенсорную кору. С-тактильная система обеспечивает безусловное положительное эмоциональное подкрепление нежных медленных прикосновений и поглаживаний – таких прикосновений, которые использует мать, взаимодействуя с ребенком. Как показали исследования на человеке и млекопитающих, при нормальном развитии С-тактильная система играет важную роль в формировании эмоциональной сферы и социальных отношений, в том числе, за счет того, что стимуляция рецепторов С-тактильной системы обеспечивает выброс окситоцина, способствующего формированию просоциального поведения [16,54]. Нежные медленные поглаживания, стимулирующие С-тактильную систему в раннем детском возрасте, способствуют формированию стресс-резистентности [55] и приводят к снижению выраженности у ребенка негативных эпигенетических последствий пренатальной и постнатальной депрессии матери [56]. Поскольку у детей с РАС с выраженной тактильной дефензивностью наблюдается стремление к избеганию прикосновений других людей, зачастую с раннего детства, можно предположить, что именно тактильная дефензивность не дает возможность использовать социализирующий эффект, обеспечиваемый стимуляцией С-тактильной системы, что может усугублять ядерные социальные нарушения, наблюдающиеся при РАС и препятствовать социальной адаптации и установлению социального контакта с близкими [12,51].

Если допустить, что гипотеза о связи недостаточной стимуляции С-тактильной системы, обусловленной тактильной дефензивностью, с выраженностью социального дефицита при РАС верна, это открывает перед нами новые перспективы, связанные с прицельной разработкой телесно-ориентированных реабилитационных методик, направленных на снижение тактильной дефензивности и стимуляцию С-тактильной системы. Следует отметить, что речь ни в коем случае не идет о насильственных мерах, подобных холдинг-терапии. Недавнее исследование показало, что выброс окситоцина, связанный со стимуляцией рецепторов С-тактильной системы, происходит только в том случае, если прикосновения воспринимаются как приятные на субъективном уровне; в случае же, если прикосновения воспринимаются как неприятные, выброс окситоцина не происходит, а в ряде случаев отмечается и падение уровня окситоцина [54]. Поскольку тактильная дефензивность при РАС чаще всего наблюдается только для определенных категорий стимулов (например, сверхлегкие прикосновения, связанные со щекоткой), тактильное взаимодействие можно выстраивать с учетом индивидуальных особенностей, избегая неприятных и сенсорно перегружающих стимулов и используя предпочитаемые ребенком стимулы, в том числе, стимулы, в отношении которых наблюдается сенсорная тяга; это соответствует идеологии современных подходов, направленных на установление и

укрепление эмоционального контакта с ребенком и уже успевших доказать свою эффективность, таким, как Денверская модель раннего вмешательства (ESDM) [32].

3. Заключение

Подводя итоги, можно заключить, что нарушения тактильного восприятия характерны для большинства детей и взрослых с расстройствами аутистического спектра и имеют характер гиперреактивности, гипореактивности и аномальной жажды тактильных ощущений, которые могут одновременно проявляться для разных видов тактильных стимулов. По всей видимости, эти нарушения, как и нарушения, наблюдаемые в других сенсорных модальностях, обусловлены дефицитом сенсорной интеграции, снижением эффективности тормозных процессов и ухудшением фильтрации сенсорной информации. Нарушения тактильного восприятия и поведения, наблюдаемые при РАС, могут играть существенную негативную роль; доказана связь нарушений тактильного восприятия с выраженностью социальных и психоэмоциональных нарушений: высокая тактильная дефензивность приводит к негативному аффективному фону и препятствует социальной адаптации. Недавние открытия в области сенсорной нейробиологии тактильного восприятия позволяют предположить, что этот негативный эффект достигается за счет снижения социальных тактильных контактов, оказывающих важный социализирующий эффект, опосредованный стимуляцией эмоциональной С-тактильной системы механорецепции.

Авторам представляется, что более полное понимание характера связи между сенсорным аспектом тактильных нарушений и социальными нарушениями при РАС будет способствовать прицельной разработке новых реабилитационных методик, основанных на телесном терапевтическом контакте и направленных на укрепление социальных и эмоциональных связей с близкими людьми.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-00-01670 (18-00-01616).

Список литературы

1. World Health Organization. *EB133/4 Comprehensive and Coordinated Efforts for the Management of Autism Spectrum Disorders: Report by the Secretariat.*; 2013.
2. American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders.*; 2013. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596.744053>
3. Kanner L. Autistic Disturbances of Affective Contact. *Nerv Child.* 1943;2(3):217-250.
4. [Sukhareva GE. Schizoid psychopathy in childhood. *Voprosy pedologii i detskoi*

psikhonevrologii. 1925;(2):157-187.]

5. Rogers SJ, Ozonoff S. Annotation: what do we know about sensory dysfunction in autism? A critical review of the empirical evidence. *J Child Psychol Psychiatry*. 2005;46(12):1255-1268. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2005.01431.x>
6. [Bogdashina O. The role of sensory perceptual differences in autism: brief review of the past and present research. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im V P Astaf'eva*. 2013;4(26):14-22 (In Russ.)]
7. Leekam S. Social cognitive impairment and autism: What are we trying to explain? *Philos Trans R Soc B Biol Sci*. 2016;371(1686). <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0082>
8. Baranek GT, Watson LR, Boyd BA, Poe MD, David FJ, McGuire L. Hyporesponsiveness to social and nonsocial sensory stimuli in children with autism, children with developmental delays, and typically developing children. *Dev Psychopathol*. 2013;25(2):307-320. <https://doi.org/10.1017/S0954579412001071>
9. Kuhaneck HM, Britner PA. A preliminary investigation of the relationship between sensory processing and social play in autism spectrum disorder. *OTJR Occup Particip Heal*. 2013;33(3):159-167. <https://doi.org/10.3928/15394492-20130614-04>
10. Brock ME, Freuler A, Baranek GT, Watson LR, Poe MD, Sabatino A. Temperament and sensory features of children with autism. *J Autism Dev Disord*. 2012;42(11):2271-2284. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1472-5>
11. Hilton CL, Harper JD, Kueker RH, et al. Sensory responsiveness as a predictor of social severity in children with high functioning autism spectrum disorders. *J Autism Dev Disord*. 2010;40(8):937-945. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-0944-8>
12. Thyé MD, Bednarz HM, Herringshaw AJ, Sartin EB, Kana RK. The impact of atypical sensory processing on social impairments in autism spectrum disorder. *Dev Cogn Neurosci*. 2018;29:151-167. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.04.010>
13. Case-Smith J. Systematic Review of Interventions to Promote Social-Emotional Development in Young Children With or at Risk for Disability. *Am J Occup Ther*. 2013;67(4):395-404. <https://doi.org/10.5014/ajot.2013.004713>
14. Olausson H, Wessberg J, Morrison I, McGlone F, Vallbo Å. The neurophysiology of unmyelinated tactile afferents. *Neurosci Biobehav Rev*. 2010;34(2):185-191. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.09.011>
15. Abraira VE, Ginty DD. The sensory neurons of touch. *Neuron*. 2013;79(4):618-639. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.07.051>
16. Walker SC, Trotter PD, Swaney WT, Marshall A, Mcglone FP. C-tactile afferents: Cutaneous mediators of oxytocin release during affiliative tactile interactions? *Neuropeptides*. 2017;64:27-38. <https://doi.org/10.1016/j.npep.2017.01.001>
17. Ausderau KK, Furlong M, Sideris J, et al. Sensory subtypes in children with autism spectrum disorder: latent profile transition analysis using a national survey of sensory features. *J Child Psychol Psychiatry*. 2014;55(8):935-944. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12219>
18. Lane AE, Molloy CA, Bishop SL. Classification of Children With Autism Spectrum Disorder by Sensory Subtype: A Case for Sensory-Based Phenotypes. *Autism Res*. 2014;7(3):322-333. <https://doi.org/10.1002/aur.1368>
19. Uljarević M, Baranek G, Vivanti G, Hedley D, Hudry K, Lane A. Heterogeneity of

- sensory features in autism spectrum disorder: Challenges and perspectives for future research. *Autism Res.* 2017;10(5):703-710. <https://doi.org/10.1002/aur.1747>
20. DiCicco-Bloom E, Lord C, Zwaigenbaum L, et al. The Developmental Neurobiology of Autism Spectrum Disorder. *J Neurosci.* 2006;26(26):6897-6906. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1712-06.2006>
 21. Ayres JA. *Sensory Integration and the Child.* Los Angeles, CA: Western Psychological Services; 2005.
 22. Cascio CJ, Lorenzi J, Baranek GT. Self-reported Pleasantness Ratings and Examiner-Coded Defensiveness in Response to Touch in Children with ASD: Effects of Stimulus Material and Bodily Location. *J Autism Dev Disord.* 2016;46(5):1528-1537. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1961-1>
 23. Silva LM, Schalock M. Prevalence and Significance of Abnormal Tactile Responses in Young Children with Autism. *North Am J Med Sci.* 2013;6(3):121-127. <https://doi.org/10.7156/najms.2013.0603121>
 24. Mikkelsen M, Wodka EL, Mostofsky SH, Puts NAJ. Autism spectrum disorder in the scope of tactile processing. *Dev Cogn Neurosci.* 2018;29:140-150. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2016.12.005>
 25. Baranek GT, Foster LG, Berkson G. Tactile Defensiveness and Stereotyped Behaviors. *Am J Occup Ther.* 1997;51(2):91-95. <https://doi.org/10.5014/ajot.51.2.91>
 26. Foss-Feig JH, Heacock JL, Cascio CJ. Tactile responsiveness patterns and their association with core features in autism spectrum disorders. *Res Autism Spectr Disord.* 2012;6(1):337-344. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2011.06.007>
 27. Ploog BO, Kim N. Assessment of Stimulus Overselectivity with Tactile Compound Stimuli in Children with Autism. *J Autism Dev Disord.* 2007;37(8):1514-1524. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0244-5>
 28. Cascio C, McGlone F, Folger S, et al. Tactile perception in adults with autism: A multidimensional psychophysical study. *J Autism Dev Disord.* 2008;38(1):127-137. <https://doi.org/10.1007/s10803-007-0370-8>
 29. Conn C. ‘Sensory highs’, ‘vivid rememberings’ and ‘interactive stimming’: children’s play cultures and experiences of friendship in autistic autobiographies. *Disabil Soc.* 2015. <https://doi.org/10.1080/09687599.2015.1081094>
 30. Grandin T. Calming Effects of Deep Touch Pressure in Patients with Autistic Disorder, College Students, and Animals. *J Child Adolesc Psychopharmacol.* 1992;2(1):63-72. <https://doi.org/10.1089/cap.1992.2.63>
 31. Edelson SM, Edelson MG, Kerr DCR, Grandin T. Behavioral and physiological effects of deep pressure on children with autism: A pilot study evaluating the efficacy of Grandin’s hug machine. *Am J Occup Ther.* 1999;53(2):145-152. <https://doi.org/10.5014/ajot.53.2.145>
 32. Rogers SJ, Vivanti G, Rocha M. Helping Young Children with Autism Spectrum Disorder Develop Social Ability: The Early Start Denver Model Approach. In: ; 2017. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62995-7_13
 33. Bogdashina O. *Sensory Perceptual Issues in Autism and Asperger Syndrome.* London: Jessica Kingsley Publishers; 2003.
 34. Tomchek SD, Dunn W. Sensory Processing in Children With and Without Autism: A

Comparative Study Using the Short Sensory Profile. *Am J Occup Ther.* 2007;61(2):190-200. <https://doi.org/10.5014/ajot.61.2.190>

35. Ausderau K, Sideris J, Furlong M, Little LM, Bulluck J, Baranek GT. National survey of sensory features in children with ASD: Factor structure of the sensory experience questionnaire (3.0). *J Autism Dev Disord.* 2014;44(4):915-925. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1945-1>
36. Baranek GT, Berkson G. Tactile defensiveness in children with developmental disabilities: Responsiveness and habituation. *J Autism Dev Disord.* 1994. <https://doi.org/10.1007/BF02172128>
37. Wigham S, Rodgers J, South M, McConachie H, Freeston M. The Interplay Between Sensory Processing Abnormalities, Intolerance of Uncertainty, Anxiety and Restricted and Repetitive Behaviours in Autism Spectrum Disorder. *J Autism Dev Disord.* 2015;45(4):943-952. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2248-x>
38. Boyd BA, Baranek GT, Sideris J, et al. Sensory features and repetitive behaviors in children with autism and developmental delays. *Autism Res.* 2010;3(2):78-87. <https://doi.org/10.1002/aur.124>
39. Lundqvist L-O. Hyper-responsiveness to touch mediates social dysfunction in adults with autism spectrum disorders. *Res Autism Spectr Disord.* 2015;9:13-20. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2014.09.012>
40. Guclu B, Tanidir C, Mukaddes NM. Tactile sensitivity of normal and autistic children. *Somatosens Mot Res.* 2007;24(1-2):21-33. <https://doi.org/10.1080/08990220601179418>
41. O’Riordan M, Passetti F. Discrimination in Autism Within Different Sensory Modalities. *J Autism Dev Disord.* 2006;36(5):665-675. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0106-1>
42. Puts NAJ, Edden RAE, Wodka EL, Mostofsky SH, Tommerdahl M. A vibrotactile behavioral battery for investigating somatosensory processing in children and adults. *J Neurosci Methods.* 2013;218(1):39-47. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2013.04.012>
43. Tavassoli T, Bellesheim K, Tommerdahl M, Holden JM, Kolevzon A, Buxbaum JD. Altered tactile processing in children with autism spectrum disorder. *Autism Res.* 2016;9(6):616-620. <https://doi.org/10.1002/aur.1563>
44. Orekhova E V, Stroganova TA, Prokofyev AO, Nygren G, Gillberg C, Elam M. Sensory gating in young children with autism: relation to age, IQ, and EEG gamma oscillations. *Neurosci Lett.* 2008;434(2):218-223. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2008.01.066>
45. Foss-Feig JH, Kwakye LD, Cascio CJ, et al. An extended multisensory temporal binding window in autism spectrum disorders. *Exp Brain Res.* 2010;203(2):381-389. <https://doi.org/10.1007/s00221-010-2240-4>
46. Pellicano E, Burr D. When the world becomes “too real”: A Bayesian explanation of autistic perception. *Trends Cogn Sci.* 2012;16(10):504-510. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.08.009>
47. Pellicano E. Sensory Symptoms in Autism: A Blooming, Buzzing Confusion? *Child Dev Perspect.* 2013;7(3):143-148. <https://doi.org/10.1111/cdep.12031>
48. Tommerdahl M, Tannan V, Holden JK, Baranek GT. Absence of stimulus-driven synchronization effects on sensory perception in autism: Evidence for local underconnectivity? *Behav Brain Funct.* 2008. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-4-19>
49. Tannan V, Holden JK, Zhang Z, Baranek GT, Tommerdahl MA. Perceptual metrics of

- individuals with autism provide evidence for disinhibition. *Autism Res.* 2008;1(4):223-230. <https://doi.org/10.1002/aur.34>
50. Tommerdahl M, Tannan V, Cascio CJ, Baranek GT, Whitsel BL. Vibrotactile adaptation fails to enhance spatial localization in adults with autism. *Brain Res.* 2007. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2007.04.032>
 51. McGlone FP, Wessberg J, Olausson H. Discriminative and Affective Touch: Sensing and Feeling. *Neuron.* 2014;82(4):737-755. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2014.05.001>
 52. [Varlamov AA, Portnova GV, McGlone FP. C-tactile system and affective touch: history of discovery and current state of the concept. *Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti im I P Pavlova* 2019;69(3):280-293. (In Russ.)] <https://doi.org/10.1134/S0044467719030158>
 53. Vallbo ÅB, Olausson H, Wessberg J. Unmyelinated afferents constitute a second system coding tactile stimuli of the human hairy skin. *J Neurophysiol.* 1999;81(6):2753-2763. <https://doi.org/10.1152/jn.1999.81.6.2753>
 54. Portnova GV, Proskurnina EV, Sokolova SV, Skorokhodov IV, Varlamov AA. Perceived pleasantness of gentle touch in healthy individuals is related to salivary oxytocin response and EEG markers of arousal. *Exp Brain Res.* 2020;238(10). <https://doi.org/10.1007/s00221-020-05891-y>
 55. Hellstrom IC, Dhir SK, Diorio JC, Meaney MJ. Maternal licking regulates hippocampal glucocorticoid receptor transcription through a thyroid hormone-serotonin-NGFI-A signalling cascade. *Philos Trans R Soc B Biol Sci.* 2012. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0223>
 56. Murgatroyd C, Quinn JP, Sharp HM, Pickles A, Hill J. Effects of prenatal and postnatal depression, and maternal stroking, at the glucocorticoid receptor gene. *Transl Psychiatry.* 2015. <https://doi.org/10.1038/tp.2014.140>