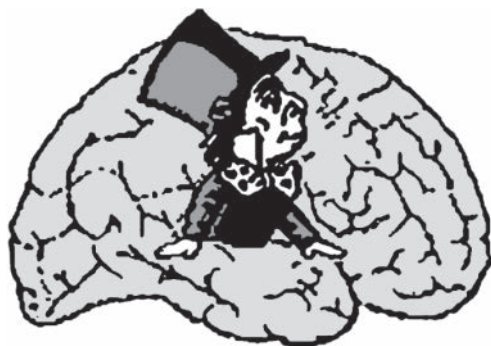


КОГНИТИВНАЯ НАУКА В МОСКВЕ
НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



**МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ
2017**

ПОД РЕД. Е.В. ПЕЧЕНКОВОЙ, М.В. ФАЛИКМАН

УДК 159.9

ББК 81.002

К57

К57 Коллективный

Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 15 июня 2017 г.

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман. – М.: ООО «Буки Веди», ИППИП. 2017 г. – 596 стр.

Электронная версия

ISBN 978-5-4465-1509-7

УДК 159.9

ББК 81.002

ISBN 978-5-4465-1509-7

© Авторы статей, 2017

ДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ СТАТИЧЕСКОЙ И ДИНАМИЧЕСКОЙ «ИЛЛЮЗИИ РЕЗИНОВОЙ РУКИ»

О. С. Перепелкина*, О. Е. Мельникова, В. П. Воробьева,
Г. А. Арина, В. В. Николаева
os.perepelkina@gmail.com
МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва

Аннотация. Целью данного исследования было изучение динамики формирования иллюзии искусственной конечности. Проанализирована динамика возникновения и угасания двух типов иллюзий: иллюзии резиновой руки и иллюзии виртуальной руки. Первая из них является моделью тактильно-зрительной интеграции стимулов при неподвижном положении испытуемого, вторая – моделью кинестетически-зрительной интеграции стимулов при активных целенаправленных движениях испытуемого. Показатели субъективного восприятия искусственной конечности (чувство обладания руки), а также изменение воспринимаемого положения реальной руки (проприоцептивное смещение) меняются в двух указанных экспериментах схожим образом. Была выявлена статистически значимая разница в ответах на тестовые и контрольные вопросы в опроснике обладания конечностью, что согласуется с предыдущими работами, и подтверждает специфику субъективного опыта, получаемого в данном эксперименте. Также была получена зависимость величины проприоцептивного смещения от времени стимуляции. Полученные закономерности на здоровых испытуемых позволяют применять разработанную методику для изучения нарушения мультисенсорной интеграции у различных групп пациентов.

Ключевые слова: восприятие тела, соматоперцепция, мультисенсорная интеграция, телесные иллюзии, иллюзия резиновой руки, иллюзия виртуальной руки, динамика иллюзии, виртуальная реальность

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-36-00394 мол_а.

Восприятие собственного тела человеком зависит от согласованного поступления информации разной модальности и может быть изменено, если существует рассогласование между этими стимулами (Aspell et al., 2009). Механизмы формирования образа тела могут быть исследованы с помощью изменения пространственной и временной взаимосвязи между стимулами разной модальности, как это было продемонстрировано в «иллюзии резиновой руки» (RHI) (Botvinick, Cohen, 1998). В данной иллюзии формируется чувство обладания искусственной конечностью с помощью синхронных прикосновений к реальной, спрятанной от испытуемого, и резиновой, находящейся в зрительном поле, рукам. Субъективное ощущение иллюзии (чувство обладания искусственной конечностью) измеряется при помощи опросника, который включает в себя тестовые и контрольные

вопросы. Также в процессе иллюзии изменяется воспринимаемое положение реальной руки, к которой была приложена стимуляция. Данное изменение называется проприоцептивным смещением. Чувство обладания конечностью и проприоцептивное смещение связаны с различными механизмами мультисенсорной интеграции (Rohde et al., 2011). «Иллюзия резиновой руки» имеет многочисленные вариации (напр., Перепелкина, 2014), каждая из которых позволяет исследовать различные аспекты процесса мультисенсорной интеграции.

В данном исследовании была сконструирована методика для формирования иллюзии в условиях виртуальной реальности (“virtual hand illusion”, VHI). В отличие от статической «иллюзии резиновой руки», испытуемый имел возможность активно двигать рукой, совершая целенаправленные движения. Классическая RHI позволяет исследовать особенности зрительно-тактильной интеграции, тогда как динамическая иллюзия позволяет также исследовать вклад кинестетической модальности в процесс восприятия тела. Ранее нами было показано (Perrepelkina et al., 2016), что движения испытуемого и синхронное с ними наблюдение этих движений аватара в положении от первого лица вызывают субъективное ощущение обладания виртуальной конечностью. Нами также была разработана новая методика измерения проприоцептивного смещения в условиях виртуальной реальности. Целью данного исследования было изучение динамики формирования иллюзий (RHI, VHI).

Методика

В исследовании приняли участие 27 человек (возраст 34.1 ± 7.0 лет, 14 женщин, правши, без диагностированных психических и неврологических заболеваний). Каждый испытуемый участвовал в обоих экспериментах по формированию динамической (VHI) и статической (RHI) «иллюзии искусственной руки». Эксперименты проводились в разные дни. Последовательность участия в экспериментах была уравнена. Обе иллюзии формировались по отношению к правой руке испытуемого. Эксперименты состояли из двух частей: 1) формирование и 2) угасание иллюзии. Динамика иллюзий исследовалась за счет поэтапной стимуляции: длительность стимулов была 15, 30, 60, 120 и 240 сек. Шкала времени была выбрана логарифмической, чтобы охватить больший масштаб времени при меньшем количестве манипуляций. Каждый период стимуляции представлял собой: 1) в RHI – синхронное прикосновение идентичными кисточками к спрятанной реальной и находящейся перед испытуемым искусственной рукой, 2) в VHI – движения реальной руки испытуемого, синхронизованные с наблюдаемыми движениями виртуального аватара; при этом виртуальная рука была смещена на 15 см правее реальной. Задача испытуемого в RHI была наблюдать за прикосновениями кисточек и не двигаться, а в VHI – сбрасывать виртуальные предметы со стола. После каждого периода стимуляции следовало измерение воспринимаемого положения реальной правой руки (проприоцептивного смещения) и заполнение опросника обладания искусственной рукой. Опросник состоял из тестовых и контрольных вопросов. Этап угасания иллюзии также включал периоды стимуляции (15, 30, 60, 120, 240 сек), после которых осуществлялось измерение проприоцептивного смещения (опросник обладания конечностью на данном этапе не заполнял-

ся). Стимуляция на этапе угасания представляла собой наблюдение за пустым столом без предъявления искусственной конечности и без тактильной стимуляции и движений. Статистическая обработка результатов осуществлялась при помощи R 3.3.3 (R Studio Version 0.99.896).

Результаты

Данные опросника и проприоцептивного смещения, полученные в обоих экспериментах, были стандартизованы перед последующим анализом. Для каждого типа иллюзии было рассчитано проприоцептивное смещение. Динамика данного показателя иллюзий была схожей в обоих экспериментах: смещение постепенно нарастало в первом этапе, и угасало — во втором (рис. 1А). Субъективное ощущение обладания искусственной конечностью также возрастало в процессе формирования иллюзии (рис. 1В).

Динамика ответов на тестовые и контрольные вопросы опросника обладания искусственной конечностью значимо различалась, как в «иллюзии резинової», так и в «иллюзии виртуальной руки» ($p < .01$), рис. 2.

Отдельно были проанализированы результаты проприоцептивного смещения на этапах формирования и угасания обеих иллюзий. Была построена смешанная обобщенная линейная модель для повторных измерений с величиной проприоцептивного сдвига в качестве ответа (response) и временем стимуляции, типом иллюзии (RHI/VHI) и фактором этапа эксперимента (возникновение/угасание) в качестве предикторов. Anova 2-го типа выявил, что значимым является взаимодействие факторов времени стимуляции и этапа эксперимента, $p < 0.01$, тогда как другие факторы оказались незначимы (взаимодействие факторов типа иллюзии и этапа эксперимента стало незначимым после поправки на множественные сравнения). Для каждого этапа (возникновения и угасания) в отдельности были также построены линейные модели. В обоих случаях значимым оказался фактор времени ($p < .01$), но не тип иллюзии или взаимодействие этих факторов.

Обсуждение и выводы

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что в динамической и статической иллюзиях наблюдается схожая динамика формирования чувства обладания искусственной конечностью на субъективном уровне, а также похожая динамика изменения проприоцептивного смещения. Несмотря на различия в типах стимуляции (тактильно-зрительная и кинестетически-зрительная интеграция стимулов) и в используемом оборудовании (физический макет в случае с резиновой рукой и компьютерная симуляция в случае с виртуальной рукой), статистических различий в иллюзиях обнаружено не было. Была выявлена статистически значимая разница в ответах на тестовые и контрольные вопросы в опроснике обладания конечностью, что согласуется с предыдущими работами и подтверждает специфику субъективного опыта, получаемого в данном эксперименте. Также была получена зависимость величины смещения от времени стимуляции. Полученные закономерности на здоровых испытуемых позволяют применять разработанную методику для изучения нарушения мультисенсорной интеграции у различных групп пациентов.

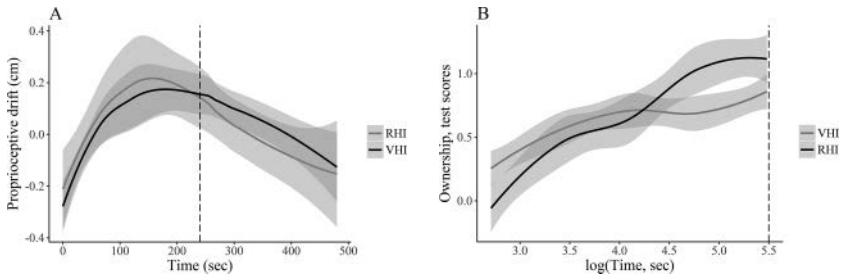


Рисунок 1. Динамика проприоцептивного смещения (А) и тестовых баллов ответов на опросник обладания искусственной конечностью (В) в иллюзиях резиновой (серая линия) и виртуальной (черная линия) рук, $n = 28$. Пунктир означает конец первого этапа эксперимента. Применено непараметрическое loess-сглаживание (Cleveland et al., 1992).

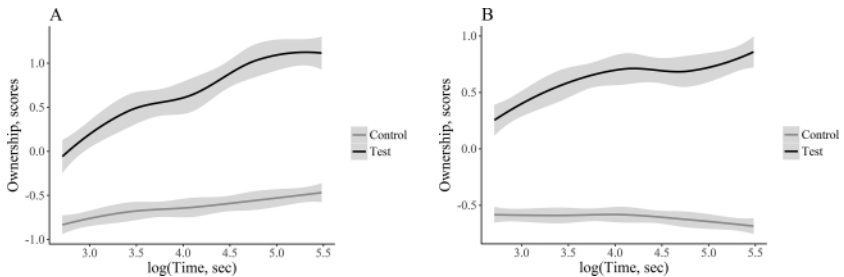


Рисунок 2. Динамика тестовых (черная линия) и контрольных (серая линия) вопросов в RHI (А) и VHI (В). Применено непараметрическое loess-сглаживание (Cleveland et al., 1992).

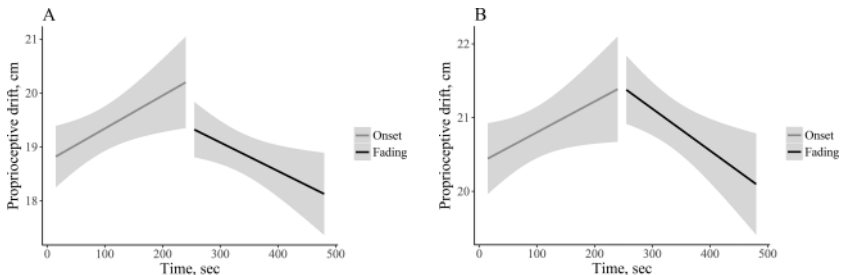


Рисунок 3. Динамика проприоцептивного смещения в «иллюзии резиновой руки» (А) и «иллюзии виртуальной руки» (В), где серым показан этап возникновения иллюзии (onset), а черным – этап угасания (fading).

Литература

Перепелкина О.С., Арина Г.А., Николаева В.В. Телесные иллюзии: феноменология, механизмы, экспериментальные модели // Психологические исследования. 2014. Т.7. № 38. URL: <http://psystudy.ru/index.php/num/2014v7n38/1068-perepelkina38.html>.

Aspell J.E., Lenggenhager B., Blanke O. Keeping in touch with one's self: multisensory mechanisms of self-consciousness // PLoS ONE. 2009. Vol. 4. No. 8. P. e6488. doi:10.1371/journal.pone.0006488

Botvinick M., Cohen J. Rubber hands 'feel' touch that eyes see // Nature. 1998. Vol. 391. P. 756. doi:10.1038/35784

Cleveland W.S., Grasse E., Shyu W.M. Local regression models // Statistical Models in S / J. Chambers, T. Hastie (Eds.). Wadsworth & Brooks/Cole, 1992. P. 16–28.

Perepelkina O., Arina G., Nikolaeva V. Moving hands perception in virtual reality // 39th European Conference on Visual Perception. 2016. P. 329–330. URL: http://istina.msu.ru/media/conferences/conferencepresentation/90e/8f7/27134386/ECVP_2016_Moving_hands_perception_in_VR.pdf.

Rohde M., Di Luca M., Ernst M.O. The rubber hand illusion: feeling of ownership and proprioceptive drift do not go hand in hand // PLoS ONE. 2011. Vol. 6. No. 6. P. e21659. doi:10.1371/journal.pone.0021659

Dynamics of Static and Moving “Rubber Hand Illusion”

Perepelkina O.S.*, Melnikova O.E., Vorobjeva V.P., Arina G.A., Nikolaeva V.V.
os.perepelkina@gmail.com
Lomonosov MSU, Moscow, Russia

Abstract. The purpose of this study was to investigate the dynamics of the illusion of an artificial limb. The dynamics of the emergence and extinction of two types of illusions (rubber hand illusion and virtual hand illusion) are analyzed. The first is a model of tactile-visual integration of stimuli in the static position of the participant; the second is a model of kinesthetic-visual integration of stimuli with active targeted movements of the participant. Both measurements of illusions such as the subjective perception of the artificial limb (sense of hand ownership) and the change in the perceived position of the real arm (proprioceptive drift) changed in the two indicated experiments in a similar way. A statistically significant difference in responses to test and control questions was revealed in the ownership questionnaire, which is consistent with previous work and confirms the specificity of the subjective experience obtained in this experiment. The dependence of the proprioceptive drift on stimulation time was also observed. The obtained findings on healthy participants allow application of the developed technique for studying multisensory integration disruption in different groups of patients.

Keywords: body perception, somatoperception, multisensory integration, bodily illusions, rubber hand illusion, virtual hand illusion, dynamics of illusion, virtual reality