

В.В. Марлинский

Илья Фаддеевич Цион – пионер вестибулярной физиологии

Сто лет тому назад ушел из жизни выдающийся физиолог Илья Фаддеевич Цион. В первую очередь он известен как исследователь нервной регуляции сердечно-сосудистой системы [1, 2]. Помимо этого, Цион был одним из пионеров зарождавшейся физиологии вестибулярной системы. Результаты своих работ, посвященных функции вестибулярного лабиринта, Цион обобщил в монографии «Вестибулярный лабиринт как орган математического восприятия пространства и времени» [11]. Основополагающая концепция его теории о непосредственном восприятии лабиринтом трехмерной структуры пространства не нашла подтверждения, и с течением времени интерес к этой части научного наследия Циона угас. Тем не менее, результаты его настойчивых попыток выяснить неврологические основы пространственного восприятия заслуживают внимания, в особенности в этом году.

И.Ф. Цион родился 13/25 марта 1843 г. в литовском городе Паневежис. В возрасте пятнадцати лет начал изучать медицину в Медико-хирургической академии в Варшаве, затем с 1859 по 1862 год был студентом Медицинского факультета Киевского университета, после чего в 1862–1864 гг. учился в Берлинском университете, по окончании которого стал дипломированным врачом, и годом спустя подтвердил врачебный диплом в Петербургском университете. Подающий большие надежды молодой специалист получил стипендию для

© В.В. Марлинский

повышения квалификации за рубежом. Время этой научной командировки Цион плодотворно использовал, работая в лабораториях ведущих физиологов Франции и Германии. Эксперименты на изолированном сердце лягушки, выполненные им в лаборатории Карла Людвига в Лейпциге,



Илья Фаддеевич Цион (1843–1912)

привели к открытию вазомоторного депрессорного нерва [8]. Эта работа была отмечена престижной Монтионовской премией Парижской академии наук.

После возвращения в Россию Цион работает в Петербургском университете. В 1872 г. ученый назначается ординарным профессором Военно-медицинской академии на место, освободившееся после отставки Ивана Михайловича Сеченова. Несмотря на поддержку Сеченова, который считал Циона наилучшим кандидатом на занятие кафедры, это назначение вызвало неудовольствие в либерально настроенной Академии, не приветствовавшей нового профессора, известного своими консервативными политическими взглядами. Руководство кафедрой оказалось непродолжительным. Открытая антидемократическая позиция Циона вызвала студенческие волнения, в результате которых в 1877 г. он был вынужден уйти в отставку. В том же году он принял приглашение Клода Бернара, возглавлявшего медицинскую школу Сорбонны, и переехал во Францию. Впоследствии Цион принял французское гражданство и никогда более не жил в России. Илья Цион умер 23 октября 1912 г. в Париже, где был захоронен на кладбище Пер Лашез.

Те несколько лет, в течение которых Цион работал в Петербурге, были насыщены научно-исследовательской и преподавательской работой высочайшего уровня. Он опубликовал монографию «Принципы электротерапии» [9], двухтомный «Курс физиологии» [3], «Методы физиологических исследований» [10], ставшими одними из лучших руководств по экспериментальной физиологии в XIX веке. Он был блестящим лектором и преподавателем, под его руководством свою первую научную работу выполнил студент Петербургского университета, будущий лауреат Нобелевской премии Иван Петрович Павлов.

Интерес к вестибулярному лабиринту появился у Циона благодаря известному

французскому неврологу Альфреду Вульпиану. Вульпиан познакомил Илью Федеевича с работами своего наставника Пьера Флуренса, который обнаружил, что разрушения полукружных каналов вестибулярного лабиринта у голубей сопровождаются нарушениями позы животных [12]. Анатомическая структура лабиринта произвела неизгладимое впечатление на Циона. Он сразу увидел соответствие ортогонально расположенных полукружных каналов трем кардинальным осям пространства. В его телеологически организованном сознании не было сомнений в том, что эти каналы созданы для восприятия пространственных координат. Свою дальнейшую исследовательскую работу Цион посвятил вестибулярному лабиринту, который он определял как орган восприятия пространства и времени, и считал себя открывателем шестого чувства – чувства восприятия трехмерного пространства.

Искусный экспериментатор, Цион селективно разрушал полукружные каналы и тщательно регистрировал движения глаз и изменения позы, которые возникали после таких разрушений у лягушек, голубей и кроликов. Анализируя полученные данные, он заключил, что возбуждение нервных окончаний в ампулах полукружных каналов обеспечивает восприятие направлений трех осей пространства. Это восприятие лежит в основе нервных процессов, которые контролируют мышечную активность, отвечающую за движения глаз, головы и туловища в направлениях соответствующим осям трехмерного пространства. Результаты этих опытов совпадали с аналогичными исследованиями, выполненными в то же время Гольцем, Бреером, Эвальдом и др. [5, 11, 13]. В дополнение к этим экспериментам, Цион, вместо разрушения каналов, аккуратно удалял из них эндолимфу и перилимфу, что устраняло давление жидкости в каналах, либо замещал перилимфу желатином, который затвердевал и создавал

препятствия для движения жидкости в каналах. Манипуляции с лимфой в каналах не приводили к двигательным расстройствам, которые возникали после их разрушения. С точки зрения Циона это противоречило концепции Бреера–Маха–Крум Брауна [5, 7, 17], в соответствии с которой возбуждение вестибулярных чувствительных органов возникает благодаря инерционному движению отолитов макул и лимфы каналов. Вместо этой концепции он выдвинул гипотезу о том, что нервные окончания в ампулах полукружных каналов отвечают на стимулы, непосредственно связанные с пространством. Изначально в качестве таких стимулов он рассматривал акустические волны с частотами, лежащими за пределами слухового восприятия. Впоследствии он засомневался в существовании волн, специфически связанных с осями трехмерного пространства, и только выразил надежду на то, что природа стимулов, связанных с пространственными координатами, будет выяснена в дальнейшем. Тем не менее, для Циона это было лишь незначительным препятствием, которое не могло изменить его уверенность в правоте собственной гипотезы и остановить настойчивые усилия, направленные на ее подтверждение.

Внимательный наблюдатель, И.Ф. Цион заметил, что у лошадей, скачущих на манеже или цирковой арене, изменение положения головы предшествует изменению траектории движущегося тела. Он увидел в этом иллюстрацию несостоятельности идеи Бреера о том, что изменение положения головы, возникающее при вращательном движении всего тела, является вторичной рефлекторной реакцией, и рассматривал это наблюдение как подтверждение восприятия полукружными каналами пространственного направления, которое и определяет положение головы. В настоящее время общепринято представление о том, что изменение положения

головы является ведущим элементом координированной скелетомоторной активности при целенаправленном изменении траектории движения тела. При этом считается, что сигналы возникающие в вестибулярном аппарате при движении головы облегчают перераспределение активности скелетных мышц, в результате которого происходит поворот тела [6].

Ученый понимал различия в реакциях на вестибулярные раздражения, которые возникают во время произвольных и непроизвольных движений головы, и указывал на необоснованность заключений, сделанных на основе смешивания данных, полученных в разных экспериментальных условиях. Несколько десятилетий спустя теоретический анализ активности нервных центров, регулирующих произвольное поддержание позы, которое сопровождается подавлением вестибулярных рефлексов, привели фон Хольста и Миттельштадта [15] к формулировке концептуального представления об эфферентной копии произвольной двигательной команды, которая модифицирует проприоцептивную афферентацию, возникающую при выполнении произвольно вызванного движения.

Цион исследовал субъективное восприятие пространства у людей. Он обнаружил, что при наклонах обследуемые ошибочно оценивали свое пространственное положение, вместе с тем их ощущение ортогональности осей трехмерного пространства оставалось неизменным. Он считал это наблюдение свидетельством существования субъективной пространственной схемы, координаты которой определяются полукружными каналами. Илья Фаддеевич рассматривал такую субъективную схему как основу человеческого представления о трехмерном пространстве, на которое проецируются зрительные, слуховые и тактильные пространственные ощущения. Цион считал, что у животных, имеющих только два полукружных канала,

например у миноги, пространственное восприятие редуцировано до двухмерного и в соответствии с этим подобные животные могут ориентироваться только в двух плоскостях.

Исходя из этих рассуждений, исследователь пришел к генерализованному представлению о том, что трехмерное Евклидово пространство является не чисто геометрическим, но также и физиологическим. В соответствии с этим, пространственная направленность геометрических форм является следствием их восприятия сенсорными органами, в первую очередь полукружными каналами вестибулярного лабиринта. Цион понимал философскую неоднозначность этого утверждения и подчеркивал, что благодаря вестибулярному лабиринту субъект ощущает реальное пространство. Он отрицал адекватность субъективного феноменализма Беркли [4] и Кантовского представления о пространстве как об априори существующем феномене [16] для понимания субъективной способности восприятия трехмерной структуры собственного тела и внешнего мира.

Цион рассматривал вестибулярный лабиринт как орган сенсорной системы, чья функциональная роль значительно шире, чем обеспечение рефлекторного поддержания равновесия. В дальнейшем, благодаря результатам многочисленных психофизических экспериментов и исследований нейронной активности в структурах мозга, связанных с восприятием движения, понимание того, что вестибулярная система обеспечивает пространственную ориентацию, стало общепринятым. В то же время, вопрос о том, как сигналы, получаемые периферическими вестибулярными органами, становятся субъективным ощущением перемещения в пространстве остается открытым. Нейронная организация вестибулярной системы существенно отличается от организации других сенсорных систем: в таламусе нет специализирован-

ного релейного ядра, передающего вестибулярные сигналы [18], в коре головного мозга не существует локально ограниченной вестибулярной области [14]. Вестибулярные сигналы представлены практически во всех корковых участках, связанных с восприятием внешнего и субъективного внутреннего пространства, а также в областях, связанных с регуляцией движений. Весьма вероятно, что вестибулярная система обеспечивает связь сигналов, возникающих в других сенсорных органах с вектором гравитационной силы Земли. Первым ученым, который указал на эту функциональную роль вестибулярной системы, был Илья Фаддеевич Цион.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Квасов Д.Г. Памяти Ильи Фаддеевича Циона // Физиол. журн. СССР. – 1962. – 48, № 4. – С. 526-530.
2. Коштоянц Х.С. Очерки по истории физиологии. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1946. – 494 с.
3. Цион И.Ф. Курс физиологии. – Ст. Петербург: Риккер, 1873–1874. – Том 1–2.
4. Berkeley G. A Treatise Concerning the Principles of Human Knowledge. – Dublin: Aaron Rhames, 1710.
5. Breuer J. Über die Funktion der Bogengänge des Ohrlabyrinths // Med. Jahrb. Wien. – 1874. – 4. – P. 72–124.
6. Butler J.S., Smith S.T., Campos J.L., Bütlöff H.H. Bayesian integration of visual and vestibular signals for heading // J. Vis. – 2010. – 10. – P. 1–13.
7. Crum Brown A. On the sense of rotation and the anatomy and physiology of the semicircular canals of the internal ear // J. Anat. Physiol., – 1874. – 8. – P. 327–331.
8. Cyon E., Ludwig C. Die Reflexe eines der sensiblen Nerven des Herzens auf die motorischen der Blutgefäße // Berichte d. Sächs. Gesellsch. d. Wiss. – 1866. – 18. – P. 307–328.
9. Cyon E. Principes d'electrotherapie. – Paris: Bailliere, 1873.
10. Cyon E. Methoden der physiologischen Experimente und Vivisectionen mit Atlas. – Giessen: Carl Ricker, 1876.
11. Cyon E. Das Ohrlabyrinth als Organ der mathematischen Sinne für Raum und Zeit. – Berlin: Springer, 1908.
11. Ewald J.R. Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus octavus. – Wiesbaden: Verlag-Bergmann, 1892.
12. Flourens M.-J.-P. Recherches experimentales sur les

- proprietes et les fonctions du systeme nerveux dans les animaux vertebres. – Paris: Crevot, 1824.
13. Goltz F.L. Über die physiologische Bedeutung der Bogengänge des Ohrlabyrinths // Pflügers Arch. Physiol. – 1870. – **3**. – P. 172–192.
 14. Guldin W.O., Grüsser O.-J. Is there a vestibular cortex? // Trends Neurosci. – 1998. – **21**. – P. 254–259.
 15. von Holst E., Mittelstaedt H. Das Reafferenzprinzip // Die Naturwissenschaften. – 1950. – **37**. – P. 464–476.
 16. Kant I. Kritik der reinen Vernunft. – Königsberg, 1781.
 17. Mach E. Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen. – Leipzig: Engelmann, 1875.
 18. Marlinski V., McCrea R.A. Activity of ventroposterior thalamus neurons during rotation and translation in the horizontal plane in the alert squirrel monkey // J. Neurophysiol. – 2008. – **99**. – P. 2533–2545.

Неврол. ин-т имени Барроу, Феникс, Аризона, США
E-mail: vladimir.marlinski@chw.edu