

О. П. БЕЛОЗЕРОВ

**ЭЖЕН ГЛЕЙ И КОНЦЕПЦИЯ ГАРМОЗОНА: ПРОБЛЕМА
МЕХАНИКИ РАЗВИТИЯ В КОНТЕКСТЕ ЭНДОКРИНОЛОГИИ**

В 1905 г. Э. Старлинг выступил в Лондонском королевском медицинском колледже с речью «О химической взаимосвязи функций тела»¹, в которой употребил термин «гормон», ранее предложенный У. Б. Харди и У. Т. Веси², для обозначения «химических посредников, которые, курсируя через кровяной поток от клетки к клетке, могут координировать работу и рост различных частей тела»³. Термин был быстро воспринят научным сообществом, и это событие стало важным этапом полувековой теоретической разработки концепции внутренней секреции и становления новой биологической и одновременно медицинской науки – эндокринологии.

Как известно, впервые идея о существовании в организме внутренней секреции была сформулирована в 1855 г. французским физиологом К. Бернаром⁴, который установил, что печень является органом не только внешней секреции, вырабатывая желчь, но и внутренней – Бернар установил, что она выделяет в кровяной поток виноградный сахар (глюкозу).

В последующие годы мысль о том, что по крайней мере некоторые органы тела, прежде всего, «железы без внешних протоков» (*ductless glands*) английских авторов, или «железы кровяных сосудов» (*Blutgefäßdrüsen*) немецких, выделяют в кровь биологически активные вещества («внутренние секреты»), на двух основных языках эндокринологии периода ее становления, французском и английском – *sécrétions internes* и *internal secretions*), высказывалась неоднократно, однако эпохальным этапом в изучении внутренней секреции стал 1889 г., когда другой известный французский физиолог, Ш.-Э. Броун-Секкар, выступил в парижском Биологическом обществе с серией сообщений, в которых изложил результаты своих экспериментов с вытяжками из семенников животных⁵. Он утверждал, что после введения себе подкожно вытяжек

¹ *Starling, E. H.* On the Chemical Correlation of the Functions of the Body // *Lancet*. Vol. 166. August 5, 1905. No. 4275. P. 339–341; August 12, 1905. No. 4276. P. 423–425; August 19, 1905. No. 4277. P. 501–503; August 26, 1905. No. 4278. P. 579–583.

² Об истории термина см.: *Henderson, J.* Ernest Starling and ‘Hormones’: An Historical Commentary // *Journal of Endocrinology*. 2005. Vol. 184. No. 1. P. 9; *Medvei, V. C.* A History of Endocrinology. Lancaster, 1982. P. 7.

³ *Starling, E. H.* On the Chemical Correlation... No. 4275. P. 340.

⁴ *Bernard, C.* Leçons de physiologie expérimentale appliquée à la médecine. Paris, 1855. T. 1. P. 89–90.

⁵ *Brown-Séquard, Ch.-É.* Des effets produits chez l’homme par des injections sous-cutanées d’un liquide retiré des testicules frais de cobaye et de chien // *Comptes rendus hebdomadaires*

из семенников морских свинок и собак он почувствовал изменения, которые можно было интерпретировать как «омоложение» – значительный прилив сил, как физических, так и интеллектуальных.

Благодаря авторитету Броун-Секара (и привкусу сенсационности, который имело его выступление) изучение внутренней секреции получает новый импульс, в частности, в рамках нового медицинского направления – *органотерапии*. В 1891 г. Броун-Секар совместно со своим ассистентом А. д'Арсонвалем в нескольких докладах ⁶ выступил с очень важным теоретическим обобщением относительно внутренней секреции. Они постулировали, что

...все ткани (желез или других органов) обладают особой внутренней секрецией и таким образом выделяют в кровь что-то, кроме продуктов своей жизнедеятельности (*produit de désassimilation nutritive*). Внутренние секреты либо посредством прямого благоприятного воздействия, либо путем предотвращения имеющихся вредных воздействий, по всей видимости, оказывают большое воздействие на поддержание нормального состояния организма ⁷.

Ввиду этого Броун-Секар предположил, что указанные секреты можно использовать в терапии; в частности, заболевания какого-либо органа можно лечить с помощью препаратов из такого же органа, но здорового ⁸.

Органотерапия стала медицинским «хитом» 1890-х гг., однако достоверные доказательства эффективности этого подхода были продемонстрированы только в двух случаях: препараты щитовидной железы оказались эффективны

des séances et mémoires de la Société de biologie. 15 juin 1889. T. 1. Neuvième sér. P. 415–419; *Brown-Séguard, Ch.-É.* Seconde note sur les effets produits chez l'homme par des injections sous-cutanées d'un liquide retiré des testicules frais de cobaye et de chien // Там же. P. 420–422; *Brown-Séguard, Ch.-É.* Troisième note sur les effets des injections sous-cutanées de liquide testiculaire // Comptes rendus hebdomadaires des séances et mémoires de la Société de biologie. 22 juin 1889. T. 1. Neuvième sér. P. 430–431; *Brown-Séguard, Ch.-É.* The Effects Produced on Man by Subcutaneous Injections of a Liquid Obtained from the Testicles of Animals // *Lancet*. July 20, 1889. Vol. 134. No. 3438. P. 105–107.

⁶ *Brown-Séguard, Ch.-É., d'Arsonval, A.* De l'injection des extraits liquides provenant des glandes et des tissus de l'organisme comme méthode thérapeutique // Comptes rendus hebdomadaires des séances et mémoires de la Société de biologie. 1891. 9^e sér. T. 3. № 13. P. 248–250; *Brown-Séguard, Ch.-É., d'Arsonval, A.* Additions à une note sur l'injection des extraits liquides de divers organes, comme méthode thérapeutique // Там же. № 14. P. 265–268; *Brown-Séguard, Ch.-É., d'Arsonval, A.* Recherches sur les extraits liquides retirés des glandes et d'autres parties de l'organisme et sur leur emploi, en injections sous-cutanées, comme méthode thérapeutique // *Archives de physiologie normale et pathologique*. 1891. 5^e sér. T. 3. P. 491–506.

⁷ *Brown-Séguard, d'Arsonval.* Recherches sur les extraits liquides retirés des glandes et d'autres parties de l'organisme... P. 506.

⁸ См.: *Brown-Séguard, Ch.-É.* On a New Therapeutic Method Consisting in the Use of Organic Liquids Extracted from Glands and Other Organs // *British Medical Journal*. June 3, 1893. Vol. 1. Iss. 1692. P. 1145–1147, June 10, 1893. Iss. 1693. P. 1212–1214. Подробнее о Броун-Секаре и истории органотерапии см.: *Borell, M. E.* Origins of the Hormone Concept: Internal Secretions and Physiological Research, 1889–1905. New Haven, 1976 (Ph. D. Dissertation, Yale University); *Borell, M. E.* Organotherapy, British Physiology, and Discovery of the Internal Secretions // *Journal of the History of Biology*. 1976. Vol. 9. No. 2. P. 235–268; *Borell, M. E.* Organotherapy and the Emergence of Reproductive Endocrinology // *Journal of the History of Biology*. 1985. Vol. 18. No. 1. P. 1–30.

для лечения состояний, которые связывали с пониженным функционированием либо полной дисфункцией этой железы (кретинизм, струмипривная кахексия⁹, эндемический зоб), а препараты надпочечников продемонстрировали вазопрессорный (сосудосуживающий) эффект.

Еще одним краеугольным камнем в здании эндокринологии стала речь Э. Шефера «О внутренней секреции», с которой он выступил в 1895 г. на собрании Британской медицинской ассоциации. В ней он отметил, что

Общие результаты [...] (рассмотренные им ранее в докладе. – О. Б.) убедительно свидетельствуют в пользу теории внутренних секретов, и очевидно, что такие секреты могут быть не менее важны, чем лучше известные функции желез внешней секреции¹⁰.

Ранее в этом же выступлении он указывал, что

...не одни железы без протоков (*ductless glands*) обладают способностью производить внутренние секреты [...] Каждая часть тела, в действительности, берет материалы из крови и преобразует их в другие материалы. Преобразованные таким образом, они в конечном итоге возвращаются в обращающиеся жидкости тела (*into the circulating fluid*), и в этом смысле каждая ткань и орган тела осуществляет внутреннюю секрецию¹¹.

Мы видим, что в целом определение Шефером внутренней секреции совпадало с определением Броун-Секара, однако истоки и контексты воззрений этих авторов различались: как отмечала М. Э. Борелл, если «личная убежденность Броун-Секара в существовании разнообразных внутренних секретов произрастало из его экспериментальной работы и рассуждения по аналогии»¹², то «поддержка Шефером теории внутренних секретов основывалась на [...] новых физиологических данных»¹³, и в своем докладе он «возвысил понятие внутренних секретов до статуса теории»¹⁴.

Как видно в том числе из вышесказанного, с момента введения Бернардом термина «внутренняя секреция» и на протяжении десятилетий его содержание было очень широким: к «внутренним секретам» причислялись практически любые вещества, отделяемые органами в кровь. Прогресс эндокринологии и введение относительно четко определенного термина «гормон» привели к необходимости упорядочения «внутренних секретов». Уже сам Старлинг, вводя новый термин, отмечал, что «мы могли бы [...] говорить о двух классах химических стимуляторов (гормонов. – О. Б.), таких как активаторы (*augmentor*) и ингибиторы (*inhibitor*)», поскольку он полагал, что

⁹ Болезненное состояние, возникающее после оперативного удаления зоба.

¹⁰ Schäfer, E. A. On Internal Secretion // Lancet. August 10, 1895. No. 3754. P. 324.

¹¹ Там же. С. 321.

¹² Borell. Origins of the Hormone Concept... P. 28.

¹³ Там же. P. 96.

¹⁴ Там же. P. 94. Подробнее о различных истоках воззрений Броун-Секара и Шефера на внутренние секреты см.: Borell. Origins of the Hormone Concept... P. 27–29, 94–99; Borell. Organotherapy, British Physiology... P. 260–267.



Эжен Глей (M. Le Dr E. Gley, membre de l'Académie de médecine... P. 97)

при обсуждении внутренних химических реакций тела будет удобно разделить их на два класса, а именно на те, которые включают (1) повышенную активность органа и (2) повышенный рост ткани или органа. В обоих случаях мы должны допустить, что реакция на химический стимул сама по себе химической природы, первый класс включает, однако, те изменения, которые имеют главным образом катаболическую или диссимильную природу и всегда связаны с активностью, а второй класс включает пониженный катаболизм и повышенный рост (*building up*), или анаболизм¹⁵.

Однако, пожалуй, наиболее глубокий анализ понятия «внутреннего секрета» провел один из «отцов-основателей» эндокринологии Э. Глей. В рамках данной статьи воззрения Глея нам интересны тем, что они до опре-

деленной степени имеют отношение к проблематике других научных дисциплин – механики развития и отчасти генетики.

Марсель Эжен Эмиль Глей¹⁶ (1857–1930) внес вклад в становление эндокринологии и как экспериментатор, и как теоретик, и как организатор. Уроженец Эпиналя (Франция), в 1881 г. он получил степень доктора медицины на Медицинском факультете в Нанси, где его руководителем был А.-Э. Бони. В 1880–1883 гг. он работал в лаборатории Э.-Ж. Маррея (Маре) в Коллеж де Франс, в 1882 г. был инструктором (*moniteur*), а в 1883–1889 гг. – препаратом физиологического практикума на Медицинском факультете в Париже. С 1886 г. Глей – директор клинической лаборатории парижской больницы Отель-Дьё, с 1889 г. – профессор-агреже (*professeur agrégé*) парижского Медицинского факультета, с 1893 г. – ассистент (*attaché*) Музея естественной истории. В 1908 г. Глей возглавил кафедру общей биологии в Коллеж де Франс.

В начале научной деятельности Глея его интересы лежали в таких областях, как физиология свертывания крови и нейрофизиология, впоследствии основными темами его работы стало изучение желез внутренней секреции и «внутренних секретов». В области эндокринологии следует отметить такие открытия Глея, как установление им того факта, что введение водного экстракта щитовидной железы животному, у которого она была ранее удалена, облегчает состояние животного¹⁷ и переоткрытие паращитовидных желез

¹⁵ *Starling*. On the Chemical Correlation... No. 4275. P. 340.

¹⁶ Установившаяся русская транслитерация, правильный вариант – Гле (Gley).

¹⁷ *Gley, M. E.* Note préliminaire sur les effets physiologiques du suc de diverses glandes et en particulier du suc extrait de la glande thyroïde // *Comptes rendus hebdomadaires des séances et*

(1891), первое систематическое описание которых было дано в 1880 г. И. В. Сандстрёмом и тогда осталось незамеченным¹⁸.

Свою классификацию «внутренних секретов» Глей обнарудовал в 1910-х гг.¹⁹ Все внутренние секреты он подразделил на четыре категории:

Питательные вещества. Служат источником энергии или необходимы для поддержания нормального состава крови. Примером таких веществ является глюкоза, выделяемая печенью, – случай, описанный Бернарром.

Морфогенетические вещества. Контролируют образование тканей и органов в ходе онтогенеза. Для обозначения таких «внутренних секретов» Глей предложил термин *гармозоны*²⁰ (*harmosones*, от греч. *ἀρμόζω* – управляю, руковожу). Железы, их продуцирующие, формируют группу желез морфогенетического действия, т. е. оказывающих влияние на формирование структур организма; в нее, по мнению Глея, входят внутрисекреторная часть семенников, желтое тело яичников, щитовидная железа, гипофиз, тимус).

Гормоны. Играют роль «возбудителей» физиологических функций организма и таким образом регулируют последние. Гормоны Глей делит на *химические*, вызывающие изменения химических процессов в организме, и *физиологические*, оказывающие влияние на физиологические функции. Примером первых является секрет щитовидной железы, который «способствует азотному и дыхательному обмену и таким образом выступает как мощный фактор диссимилиации»²¹, вторых – секретин, адреналин и неизученные вещества, вызывающие секрецию молока.

mémoires de la Société de biologie. 1891. T. 3. № 43. P. 250–251. В том же году Дж. Мюррей опубликовал свои данные о лечении микседемы человека с помощью экстракта щитовидной железы, что стало важной предпосылкой становления органотерапии и эндокринологии в целом. Подробнее об истории изучения внутрисекреторной функции щитовидной железы и соответствующей библиографии см.: Slater, S. The Discovery of Thyroid Replacement Therapy. Part 1: In the Beginning // Journal of the Royal Society of Medicine. 2011. Vol. 104. No. 1. P. 15–18; Part 2: The Critical 19th Century // Там же. No. 2. P. 59–63; Part 3: A Complete Transformation // Там же. No. 3. P. 100–106.

¹⁸ Gley, E. Sur les fonctions du corps thyroïde // Comptes rendus hebdomadaires des séances et mémoires de la Société de biologie. 1891. T. 3. № 43. P. 841–842; Gley, E. Note sur les fonctions de la glande thyroïde chez le lapin et chez le chien // Там же. P. 843–847. Более подробно о биографии и научной деятельности Глея см.: M. Le D^r E. Gley, membre de l'Académie de médecine // Le progrès médical. 1903. 3^e sér. T. 17. № 6. P. 97–98; Emile Gley // Le progrès médical. 1930. № 45. P. 1939–1940; Titres et travaux scientifiques du D^r E. Gley, Paris, 1892.

¹⁹ Gley, E. Relations entre les organes à sécrétions internes et les troubles de ces sécrétions // XVIIIth International Congress of Medicine. Section II. Physiology. Discussion No. 1. London, 1913 (то же самое имеется в: Gley, E. Sécrétions internes. Physiologie des glandes surrénales et autres glandes endocrines. Physiologie du coeur. Varia. Paris, 1913–1915 (Collège de France. Travaux du laboratoire. T. 3). P. 30–39; Gley, E. Les sécrétions internes principes physiologiques, applications à la pathologie. Paris, 1914; Gley, E. The Internal Secretions Their Physiology and Application to Pathology. New York, 1917. P. 134–174.

²⁰ Впервые этот термин Глей использовал в лекциях, прочитанных в 1908/09 г. в Коллеж де Франс (об этом факте упоминается в: Gley, E. Le néo-vitalisme et la physiologie générale // Revue scientifique. 4 mars 1911. № 9. P. 262. Лев. столбец. Сноска 1). В литературе довольно часто встречается иной вариант, гармозоны (*hormozones*), однако его следует признать искажением оригинального термина Глея.

²¹ Gley. The Internal Secretions... P. 143–144.

Паргормоны (parhormones). К этому классу Глей относит экскреторные продукты, которые вырабатываются одним органом и выводятся из организма другим, одновременно оказывая возбуждающее действие либо на этот экскреторный, либо какой-либо иной орган. В качестве примера Глей приводит мочевину, которая образуется в печени и выводится из организма почками, оказывая при этом на последние диуретическое (мочегонное) действие. От настоящих гормонов, по его мнению, паргормоны отделяет то, что, во-первых, гормоны целенаправленно вырабатываются специализированными клеточными элементами с целью оказания влияния на другие органы для поддержания целостности функций организма, имеют четко определенную мишень для своего воздействия и эффективны в малых количествах, в то время как паргормоны являются побочным продуктом «пищевых преобразований» (*mutations nutritives*) возможно даже не в одном, а многих органах, предназначены в первую очередь для вывода из организма («возбуждающее» действие для них – побочное) и вырабатываются в значительных количествах.

С классификацией «внутренних секретов» он увязал и классификацию желез внутренней секреции²².

Исключая внутренние секреты морфогенного действия из понятия «гормон» и вводя для их обозначения отдельный термин «гармозон», Глей полагал, что

это различие совершенно необходимо. Невозможно определять как гормоны, как это часто делается в настоящее время, все продукты внутренней секреции. Сколь многие врачи и даже физиологи позволяли сбить себя с толку из-за этой путаницы. «Наука есть ясный язык». Путаница в терминах неизбежно влечет путаницу в идеях. Гормон есть ничто иное как возбуждающий агент, согласно этимологии слова и, более того, согласно значению, которое вложил в этот термин его создатель Старлинг. Это слово не подходит ни для чего другого кроме того, что ранее было названо *специфическими функциональными возбудителями* (курсив в оригинале. – О. Б.) [...]

Нельзя более, по крайней мере в свете того, что мы сейчас знаем о физиологическом действии морфогенных веществ, смешивать эти последние с гормонами. Можем ли мы, например, классифицировать как гормон то вещество, которое происходит из семенника и регулирует развитие скелета таким образом, что объект его воздействия, кости, растут в длину?²³

И далее снова акцентирует:

Я, таким образом, придеживаюсь той точки зрения, что существуют эндокринные продукты, которые не могут быть обозначены как гормоны;

²² См.: Gley, E. Classification des glandes à sécrétion interne et des produits qu'elles sécrètent // La presse médicale. 23 juillet 1913. № 60. P. 605–606 (то же самое имеется в: Gley. Sécrétions internes. Physiologie des glandes surrénales et autres glandes endocrines. Physiologie du coeur. Varia...); Gley. The Internal Secretions... P. 167–174. Впервые общую классификацию желез Глей предложил еще в 1893 г. (Gley, E. Conception et classification physiologique des glandes // Revue scientifique. 1 juillet 1893. T. 52. № 1. P. 8–17.

²³ Gley. The Internal Secretions... P. 135–137.

все, что мы знаем в настоящее время о морфогенных веществах – это то, что они регулируют развитие. Старлинг назвал гормоны «химическими посредниками», но эти два выражения – не синонимы. Все гормоны являются эндокринными продуктами, но не все эндокринные продукты, т. е. не все химические посредники, – гормоны²⁴.

Концепция гармозона интересна как одна из первых попыток пролить свет на механизмы индивидуального развития. Изучение подобных механизмов было декларированной целью другой науки, чье становление происходило практически в те же годы, что и становление эндокринологии – механики развития. Говоря словами главного отца-основателя последней, В. Ру,

общей задачей механики развития является исследование причин, которые обуславливают становление, поддержание и восстановление органических форм. Механика развития поэтому должна установить причинные пути воздействия (*die ursächlichen Wirkungsweisen*) (и соответственно относящиеся к ним силы), посредством которых осуществляются эти формообразующие влияния; сюда же относятся исследования необходимых условий этих путей воздействия, а также формообразующие взаимоотношения частей тела между собой и с окружающей средой²⁵.

Несколько позднее та же проблема, поиск механизмов, управляющих развитием, получила новое звучание в связи с развитием генетики – в ее рамках актуальной стала «проблема наследственного осуществления», т. е. необходимость установления механизмов, с помощью которых гены контролируют процессы индивидуального развития и определяют таким образом формирование определенных признаков.

Введение Глеем особого класса веществ, регулирующих по крайней мере некоторые из онтогенетических процессов, чей источник известен и уже до определенной степени изучен, давал исследователям, занимающимся изучением индивидуального развития, ориентир в их работе – изучение гармозонов – и тем самым может рассматриваться как вклад эндокринолога в решение проблем других наук – механики развития и генетики.

Сам Глей не акцентировал этот аспект своей концепции гармозона, но небольшой пассаж в его работе показывает, что он понимал ее эвристическую ценность для исследований механизмов развития. Пытаясь объяснить, почему отдельные онтогенетические процессы прекращаются в определенный момент времени, он отмечает, что «мы сейчас понимаем по крайней мере часть механизма развития (т. е. действие внутренних секретов)»²⁶, из контекста этой цитаты понятно, что имеется в виду «понимаем, что гармозоны являют-

²⁴ Там же. P. 142.

²⁵ Roux, W. Programm und Forschungsmethoden der Entwicklungsmechanik der Organismen. Leipzig, 1897. S. 193. Об истории становления механики развития см.: *Maienschein, J. The Origins of Entwicklungsmechanik // Developmental Biology. A Comprehensive Synthesis. Vol. 7. A Conceptual History of Modern Embryology / S. F. Gilbert (ed.). New York, 1991. P. 43–61. Анализ концепции механики развития посвящена работа: Музрукова Е. Б. Программа исследований В. Ру // Онтогенез. 1988. № 6. С. 565–572.*

²⁶ Gley. The Internal Secretions... P. 140–141.

ся по крайней мере одним из механизмов индивидуального развития». Была понятна эта ценность и коллегам Глея, причем, имея перед глазами уже некоторую временную перспективу (выступая «с высоты» 1930 года), они выражались гораздо более определенно: анализируя в год смерти Глея его вклад в науку, д'Арсонваль отметил среди его заслуг и такие:

Проведение различия между [...] возбуждителями, гормонами в узком смысле и морфогенетическими веществами, или *гормозонами* (такое написание слова в оригинале. – О. Б.) (с 1911 г.); экспериментальное изучение проблемы автогенеза, ставшее возможным посредством изучения гормозонов...²⁷

Практически теми же словами (вероятно, используя текст д'Арсонваля в качестве основы) годом позже выразился Ш. Рише:

№ 3 Проведение различия между [...] возбуждителями, гормонами в узком смысле, и морфогенетическими веществами, или *гормозонами* (курсив в оригинале. – О. Б.) с 1911 г.

№ 4 Экспериментальное изучение проблемы *онтогенеза* (курсив мой. – О. Б.), ставшее возможным посредством изучения гормозонов...²⁸

Плодотворность идеи Глея подтвердилась и тем, что у него нашлись последователи, которые пошли дальше Глея по начертанному им пути и, опираясь в том числе на глеевское понятие гармозона, более отчетливо концептуализировали «внутренние секреты» эндокринологии как часть механизма индивидуального развития. Речь идет об отечественном биологе М. М. Завадовском, который в первой половине 1920-х гг. предложил особую исследовательскую программу, *морфогенетику*, под которой он подразумевал

учение о морфогенезе или, другими словами, учение о причинах индивидуального развития. Анализ последнего может быть достаточно полон, как увидит читатель, лишь при учетывании того факта, что индивидуум является только звеном в цепи подобных ему предков и потомков. Отсюда необходимость учета явлений наследования. Содержание науки «морфогенетики» в этом смысле не вполне идентично с традиционным содержанием «механики развития» Roux (Завадовский, 1923, с. IV).

Позднее морфогенетика стала мыслиться Завадовским как часть обширной науки, названной им *динамикой развития организма* и по версии конца 1920-х – начала 1930-х гг. охватывающей проблематику таких дисциплин, как эмбриология, генетика, теория эволюции, геронтология и т. д.; теперь ее цель Завадовским виделась в том, чтобы определить,

в какой форме ядерное вещество и хромосомы принимают участие в процессе дифференциации клеток и ткани во время развития, какого поряд-

²⁷ d'Arsonval, A. Notice sur les travaux de M. le docteur Gley // Revue scientifique. 11 octobre 1930. № 19. P. 579.

²⁸ Richet, Ch. Eugène Gley // Journal de physiologie et de pathologie générale. 1931. T. 29. P. 3.

ка взаимодействие генов между собой и с протоплазмой, каковы те силы, что ведут к осуществлению признака при участии гена...²⁹

Завадовский предположил, что механизмом, с помощью которого наследственные задатки (гены) контролируют индивидуальное развитие, могут быть *морфогормоны*, «гормоны, обуславливающие развитие формы животных». И, давая их определение, тут же в сноске поясняет: «Глей называл их гормозонами»³⁰. Непонятно, был ли Завадовский знаком с концепцией Глея, когда предполагал существование морфогормонов, или мы имеем случай интеллектуальной конвергенции – свои работы по учению закономерностей формирования половых признаков, ставших основой для морфогенетики, Завадовский проводил в Аскании-Нова и Крыму в условиях Гражданской войны, будучи оторванным от мировой науки. Однако в любом случае он продемонстрировал ту самую эвристическую ценность идеи Глея, о которой речь шла выше.

Подробности истории создания Завадовским морфогенетики можно узнать из другой работы автора настоящей статьи³¹.

²⁹ Завадовский М. М. Динамика развития организма. М., 1931. С. 386.

³⁰ Завадовский М. М. Пол животных и его превращение (механика развития пола). М.; Пг., 1923. С. 19.

³¹ Белозеров О. П. Наследственность и индивидуальное развитие: попытки синтеза в работах М. М. Завадовского // Историко-биологические исследования (Studies in the History of Biology). 2012. Т. 4. № 2. С. 7–22.