



УДК 612.1 + 612.8

EDN PSJNMD

<https://doi.org/10.33910/2687-1270-2024-5-1-6-11>

К 95-летию Владимира Михайловича Покровского — создателя представлений о ведущей роли мозгового уровня в иерархической системе ритмогенеза сердца в целостном организме

И. А. Чередник¹, Ю. В. Кашина¹, С. В. Полищук^{✉1}, А. Н. Арделян¹

¹Кубанский государственный медицинский университет, 350063, Россия, г. Краснодар, ул. М. Седина, д. 4

Сведения об авторах

Ирина Леонидовна Чередник, SPIN-код: 3771-2100, Scopus AuthorID: 7004027261, ResearcherID: I-4579-2017, ORCID: 0000-0002-2988-954X, e-mail: ilch2009@rambler.ru

Юлия Викторовна Кашина, SPIN-код: 3132-5516, Scopus AuthorID: 57206482170, ResearcherID: AAF-6042-2019, ORCID: 0000-0002-3997-5601, e-mail: yulia-kashina@yandex.ru

Светлана Владимировна Полищук, SPIN-код: 8159-1499, ResearcherID: AAB-3411-2022, ORCID: 0000-0003-1147-5311, e-mail: svpolischuk@rambler.ru

Александр Николаевич Арделян, SPIN-код: 8230-4232, Scopus AuthorID: 57190250830, ResearcherID: AAB-8692-2022, ORCID: 0000-0002-7882-2595, e-mail: ardel@bk.ru

Для цитирования: Чередник, И. А., Кашина, Ю. В., Полищук, С. В., Арделян, А. Н. (2024) К 95-летию Владимира Михайловича Покровского — создателя представлений о ведущей роли мозгового уровня в иерархической системе ритмогенеза сердца в целостном организме. *Интегративная физиология*, т. 5, № 1, с. 6–11. <https://doi.org/10.33910/2687-1270-2024-5-1-6-11> EDN PSJNMD

Получена 9 февраля 2024; прошла рецензирование 20 апреля 2024; принята 22 апреля 2024.

Финансирование: Исследование не имело финансовой поддержки.

Права: © И. А. Чередник, Ю. В. Кашина, С. В. Полищук, А. Н. Арделян (2024). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY-NC 4.0.

Аннотация. 3 ноября 2023 года исполнилось 95 лет профессору кафедры нормальной физиологии Кубанского государственного медицинского университета Владимиру Михайловичу Покровскому, заслуженному деятелю науки России, доктору медицинских наук, заведующему кафедрой с 1973 по 2021 г. В. М. Покровский показал, что формирование ритма сердца в целостном организме осуществляется иерархической системой, включающей мозговой и внутрисердечный уровни. Используемые оригинальные подходы и методы для исследования системы ритмогенеза сердца раскрывают талант исследователя. Предложенная В. М. Покровским залповая стимуляция эфферентных структур блуждающих нервов явилась адекватной экспериментальной моделью для изучения нервных влияний на сердце в организме. Стимуляция симпатических сердечных нервов выявила их модулирующее влияние на феномен синхронизации вагусного и сердечного ритмов. Предложенная методика получения сердечно-дыхательного синхронизма у всех людей, способных управлять дыханием в такт стимулятора с определенной частотой, показала, что при этом в продолговатом мозге в эфферентных ядрах блуждающих нервов формируются сигналы, поступающие к синоатриальному узлу, и сердце начинает сокращаться с частотой этих сигналов. Центральный генератор обеспечивает адаптивные реакции сердца в естественных условиях, подавляя внутрисердечный генератор, который поддерживает насосную функцию сердца тогда, когда центральная нервная система находится в состоянии глубокого торможения. При двусторонней одномоментной блокаде проведения возбуждения по блуждающим нервам в эксперименте у собак получена кратковременная остановка сердца — преавтоматическая пауза. Переход от центрального ритмовождения к автоматии синоатриального узла сопровождался снижением частоты сердечных сокращений, что свидетельствовало о проявлении принципа градиента автоматии. При моделировании снижения степени доминантности центрального уровня ритмогенеза у собак регистрировали нарастание электрокардиографических проявлений синдрома слабости

синусового узла, при этом фиксировали уменьшение сечения очага первоначального возбуждения в синоатриальной области сердца.

Ключевые слова: трудовая деятельность и научные достижения В. М. Покровского, формирование ритма сердца в организме человека и животных, сердечно-дыхательный синхронизм, преавтоматическая пауза, синдром слабости синусового узла

To mark the 95th anniversary of Vladimir M. Pokrovsky, the promoter of the leading role of the brain level in the hierarchy of cardiac rhythmogenesis in the whole organism

I. L. Cherednik¹, Yu. V. Kashina¹, S. V. Polischuk^{✉1}, A. N. Ardelyan¹

¹Kuban State Medical University, 4 M. Sedina Str., Krasnodar 350063, Russia

Authors

Irina L. Cherednik, SPIN: 3771-2100, Scopus AuthorID: 7004027261, ResearcherID: I-4579-2017, ORCID: 0000-0002-2988-954X, e-mail: ilch2009@rambler.ru

Yulia V. Kashina, SPIN: 3132-5516, Scopus AuthorID: 57206482170, ResearcherID: AAF-6042-2019, ORCID: 0000-0002-3997-5601, e-mail: yulia-kashina@yandex.ru

Svetlana V. Polischuk, SPIN: 8159-1499, ResearcherID: AAB-3411-2022, ORCID: 0000-0003-1147-5311, e-mail: svpolischuk@rambler.ru

Alexander N. Ardelyan, SPIN: 8230-4232, Scopus AuthorID: 57190250830, ResearcherID: AAB-8692-2022, ORCID: 0000-0002-7882-2595, e-mail: ardel@bk.ru

For citation: Cherednik, I. L., Kashina, Yu. V., Polischuk, S. V., Ardelyan, A. N. (2024) To mark the 95th anniversary of Vladimir M. Pokrovsky, the promoter of the leading role of the brain level in the hierarchy of cardiac rhythmogenesis in the whole organism. *Integrative Physiology*, vol. 5, no. 1, pp. 6–11. <https://doi.org/10.33910/2687-1270-2024-5-1-6-11> EDN PSJNMD

Received 9 February 2024; reviewed 20 April 2024; accepted 22 April 2024.

Funding: The study had no financial support.

Copyright: © I. L. Cherednik, Yu. V. Kashina, S. V. Polischuk, A. N. Ardelyan (2024). Published by Herzen State Pedagogical University of Russia. Open access under CC BY-NC License 4.0.

Abstract. On November 3, 2023, Vladimir M. Pokrovsky — professor at the Department of Normal Physiology, Kuban State Medical University, honored scientist of Russia, Doctor of Medical Sciences and head of the Department from 1973 to 2021 — turned 95 years old. The researcher showed that cardiac rhythm in the whole organism is formed by a hierarchical system comprising the brain and intracardiac levels. His talent is exemplified by the original approaches and methods used to study the system of cardiac rhythmogenesis. The volley stimulation of efferent structures of the vagus nerves proposed by Pokrovsky was an experimental model well suited for studying nervous effects on the heart in the body. Stimulation of the sympathetic cardiac nerves revealed their modulating effect on the synchronization of vagal and cardiac rhythms. The method proposed to obtain cardio-respiratory synchrony in all people who are able to control their breathing in time with the beat of the stimulator at a certain frequency shows that efferent nuclei of the vagus nerves in the medulla oblongata form signals that come to the sinoatrial node, and the heart begins to contract with the frequency of these signals. The central generator provides adaptive responses of the heart under natural conditions by suppressing the intracardiac generator, which supports the pumping function of the heart when the central nervous system is in a state of deep inhibition. The experiment obtained a short-term cardiac arrest, or a preautomatic pause, in dogs with a bilateral one-time blockade of vagus nerve excitation. The transition from central rhythm guidance to the automation of the sinoatrial node was accompanied by a decrease in the heart rate, which indicated the gradient of automation principle. Simulation of a reduced dominance of the central level of rhythmogenesis in dogs showed an increase in electrocardiographic manifestations of the sinus node weakness syndrome and a decrease in the cross-section of the focus of initial excitation in the sinoatrial region of the heart.

Keywords: work and scientific achievements of V. M. Pokrovsky, heart rhythm development in the human and animal body, cardiorespiratory synchrony, preautomatic pause, weak sinus node syndrome

Заслуженному деятелю науки России, доктору медицинских наук, профессору Владимиру Михайловичу Покровскому 3 ноября 2023 года исполнилось 95 лет. Коллектив кафедры нормальной физиологии Кубанского государственного медицинского университета присоединяется к искренним поздравлениям, пришедшим в адрес Владимира Михайловича от физиологов и врачей России.

Окончив с отличием Кубанский государственный медицинский институт в 1951 году, В. М. Покровский пришел работать на кафедру нормальной физиологии, где прошло его становление до заведующего кафедрой (1973–2021) и на которой он продолжает работать в должности профессора (рис. 1). Работая с 1977 по 2003 год проректором по научной работе, В. М. Покровский развивал научно-организационную работу в вузе, создал в 1979 году диссертационный совет, в 1993 году воссоздал журнал «Кубанский научный медицинский вестник».



Рис. 1. Владимир Михайлович Покровский в рабочем кабинете с учебником «Физиология человека» под его редакцией, 2008 г. (Источник: <http://pokrovskii.kuban.ru/index.html>)

Fig. 1. Vladimir M. Pokrovsky in his office with the textbook *Human Physiology*, of which he was the editor, 2008 (URL: <http://pokrovskii.kuban.ru/index.html>)

За период с 2019 по 2023 год под руководством Владимира Михайловича защищены 1 докторская и 3 кандидатские диссертации, получен патент на полезную модель, успешно выполнено исследование при финансовой поддержке грантом «Наставник», опубликовано 36 статей в рецензируемых журналах, а также тезисы и методические пособия.

В. М. Покровский, придя на кафедру, быстро овладел техникой сложного физиологического эксперимента и постоянно проявлял творческий подход как в совершенствовании осваиваемых методов, так и в создании новых оригинальных демонстрационных методик, так как лекции в те годы всегда сопровождалась демонстрациями классических опытов на животных.

Владимир Михайлович является автором новых представлений о ритмогенезе сердца в целостном организме, основанных на научных доказательствах, которые получены им в последовательных сериях экспериментов. Результаты своих исследований В. М. Покровский объединил в монографии «Формирование ритма сердца в организме человека и животных» и сформулировал следующие выводы:

1. Синхронизация вагусного и сердечного ритмов возникает при залповой стимуляции эфферентных структур блуждающих нервов как в продолговатом мозге, так и ствола блуждающего нерва (Покровский 2007, 38). Качественное различие в реакции сердца на раздражение блуждающего нерва, осуществляемое традиционным способом, и при раздражении нерва залпами импульсов достигается за счет приближения параметров раздражения нерва при залповой стимуляции к естественной импульсации в нем и делает экспериментальную модель адекватной для изучения нервных влияний на сердце в организме (Покровский 2007, 23).

2. Активация симпатических влияний на сердце за счет стимуляции симпатических сердечных нервов, действия адреналина и синтетического препарата изадрина, а также посредством рефлекторной активации симптоадреналового механизма закономерно смещает синхронизацию вагусного и сердечного ритмов, достигаемую залповым раздражением блуждающего нерва, вверх по шкале частот. При значительных интенсивностях симпатических влияний полоса управляемого ритма захватывает и зону тахикардии. При блокаде симпатических эфферентов обзиданом диапазоны вагусно-сердечной синхронизации смещаются вниз — в сторону углубления брадикардии. Симпатическая нервная система оказывает модулирующее влияние на феномен синхронизации вагусного

и сердечного ритмов, имеющий парасимпатическую природу (Покровский 2007, 46). Этот феномен надежно дублирован: он имеет место как при стимуляции только одного правого или одного левого блуждающего нерва, так и при их совместной стимуляции. Феномен воспроизведен у 10 видов животных, что свидетельствует о его общебиологической природе (Покровский 2007, 56).

3. Для выявления возможности формирования ритма сердца в естественных условиях в точном соответствии с частотой сигналов, возникших в центральной нервной системе и поступающих к сердцу по блуждающим нервам, была создана методика для наблюдения и анализа этого процесса с помощью сознательного управления дыханием. В результате экспериментов показана возможность получения сердечно-дыхательного синхронизма у всех здоровых людей, способных осуществлять учащенное дыхание в задаваемом ритме фотостимуляции (Покровский 2007, 67).

4. Полученные экспериментально факты свидетельствуют о формировании сигналов в эфферентных ядрах блуждающего нерва в продолговатом мозге, при поступлении которых по блуждающим нервам к сердцу в нем генерируется ритм в точном соответствии с частотой поступивших сигналов. Логично было предпринять исследования, позволяющие выяснить взаимодействие сигналов, поступивших по блуждающим нервам к сердцу, с его собственной ритмогенной структурой — синоатриальным узлом (Покровский 2007, 71).

5. Анализ электрофизиологических процессов в синоатриальном узле сердца показал, что при воспроизведении сердцем ритма сигналов, поступающих к нему по блуждающим нервам как при искусственной стимуляции нервов, так и при формировании ритмических посылок к сердцу в центральной нервной системе, очаг инициации возбуждения в узле резко увеличивается. Важно, что степень увеличения площади очага инициации возрастает как при интенсификации раздражения блуждающих нервов в остром опыте, так и при восстановлении функционального состояния организма человека и животного после оперативного вмешательства. Наряду с увеличением площади очага инициации в наблюдениях на целостном организме возрастает роль надсегментарных мозговых структур в формировании ритма сердца. Обнаружение факта корреляции размеров очага инициации возбуждения и диапазона синхронизации сердечного и дыхательного ритмов открывает возможность неинвазивной оценки

функционального состояния организма человека (Покровский 2007, 120).

6. Показано, что в естественных условиях жизнедеятельности организма синоатриальный узел выполняет роль латентного водителя ритма. Ритм сердца формируется сигналами, поступающими к нему по блуждающим нервам. Площадь очага инициации возбуждения в синоатриальном узле сердца отражает степень доминантности мозгового уровня иерархической системы ритмогенеза (Покровский 2007, 132).

7. Интеграция двух иерархических уровней ритмогенеза обеспечивает надежность и функциональное совершенство системы генерации ритма сердца в целостном организме. Внутрисердечный генератор является жизнеобеспечивающим фактором, который поддерживает насосную функцию сердца тогда, когда центральная нервная система находится в состоянии глубокого торможения. Центральный генератор обеспечивает адаптивные реакции сердца в естественных условиях, подавляя автоматию синоатриального узла (Покровский 2007, 139). Проверка этого факта выполнена в хронических экспериментах с двусторонней одномоментной блокадой проведения возбуждения по блуждающим нервам у собак. При таком воздействии развивается кратковременная остановка сердца, представляющая собой преавтоматическую паузу, обусловленную переходом от центрального ритмовождения к проявлению собственной автоматии синоатриального узла. Факт перехода подтверждался уменьшением площади инициации возбуждения в синоатриальном узле. Переход сопровождался снижением частоты сердечных сокращений, что свидетельствовало о проявлении принципа градиента автоматии (Покровский 2007, 138). Понимание процессов формирования ритма сердца в целостном организме открывает возможности для решения целого ряда прикладных аспектов в экспериментальной и клинической кардиологии, а также в оценке функционального состояния организма как целостной системы (Покровский 2007, 141).

8. С позиций взаимодействия мозгового и внутрисердечного уровней иерархической системы ритмогенеза показана возможность моделирования ряда патогенетических механизмов возникновения нарушений ритма сердца, таких как синдром слабости синусового узла, внезапная сердечная смерть и других (Покровский 2007, 141).

9. Создана методика эксперимента, позволявшая у собак, полностью вышедших из наркоза, через трое суток после подготовительной

операции производить частичную блокаду проведения возбуждения по обоим блуждающим нервам посредством анодной блокады. Степень доминантности центрального (мозгового) уровня иерархической системы ритмогенеза оценивали по сечению очага первоначального возбуждения в синоатриальной области сердца. Сечение очага первоначального возбуждения в исходном состоянии (до блокады проведения возбуждения по блуждающим нервам) находилось под шестью электродами зонда. При увеличении степени частичной анодной двусторонней блокады блуждающих нервов наблюдали нарастание электрокардиографических проявлений синдрома слабости синусового узла от синусовой брадикардии, миграции водителя ритма к выскальзывающим сокращениям, синдрому тахикардии-брадикардии и, наконец, к ригидной брадикардии. При этом отмечалось уменьшение сечения очага первоначального возбуждения в синоатриальной области сердца (Покровский 2010, 232). Следовательно, в основе патогенеза синдрома слабости синусового узла «функциональной» природы лежит разобщение мозгового и внутрисердечного уровней иерархической системы ритмогенеза, описанной Владимиром Михайловичем Покровским.

Приведенные в книге представления об иерархической структуре формирования ритма сердца в организме позволяют по-новому оценить происхождение адаптивных реакций органа, рассмотреть патогенез ряда форм его аритмий и, следовательно, выработать пути патогенетической терапии, дать физиологическое осмысление параметрам вариабельности сердечного ритма (Ноздрачев 2008).

Владимир Михайлович Покровский, создав научную школу, стал победителем конкурса на получение гранта Президента Российской Федерации для поддержки ведущих научных школ РФ, под его руководством подготовлено 14 докторов наук и 94 кандидата наук, он является автором 539 печатных работ, в том числе 5 монографий, 15 патентов.

Многие поколения врачей помнят лекции Владимира Михайловича, нашедшие воплоще-

ние в созданном учебнике для образовательных учреждений высшего профессионального образования «Физиология человека», выпущенном издательством «Медицина» (Москва). Учебник регулярно переиздавался с 1997 года, в 2011 году вышел в третьем издании. В 2005 году Владимир Михайлович Покровский удостоен звания лауреата премии Правительства Российской Федерации в области образования.

Талантливый ученый, ведущий специалист в области физиологии, Владимир Михайлович всегда пользовался заслуженным уважением среди коллег и многочисленных учеников-врачей, гармонично сочетая плодотворную научную, педагогическую и общественную деятельность. Благодаря высокому профессионализму, организаторскому таланту, творческому потенциалу Владимир Михайлович является Героем труда Кубани, почетным гражданином города Краснодара и заслуженным деятелем науки России, Кубани и Республики Адыгея. Выражаем Владимиру Михайловичу Покровскому искреннюю благодарность за многолетний подвижнический труд и желаем ему здоровья, долголетия, неугасающего интереса к жизни и новых творческих дерзаний на благо российской науки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии потенциального или явного конфликта интересов.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest, either existing or potential.

Вклад авторов

Авторы участвовали в подготовке статьи в равной степени.

Author Contributions

The authors made an equal contribution to the preparation of this article.

Литература

- Ноздрачев, А. Д. (2008) Впечатления от книги В. М. Покровского «Формирование ритма сердца в организме человека и животных». *Успехи физиологических наук*, т. 39, № 3, с. 89–90.
- Покровский, В. М. (2007) *Формирование ритма сердца в организме человека и животных*. Краснодар: Кубань-книга, 143 с.
- Покровский, В. М. (2010) *Сердечно-дыхательный синхронизм в оценке регуляторно-адаптивных возможностей организма*. Краснодар: Кубань-книга, 244 с.

References

- Nozdrachev, A. D. (2008) Vпечатleniya ot knigi V. M. Pokrovskogo "Formirovanie ritma serdtsaa v organizme cheloveka i zivotnykh". [Impressions of the book by V. M. Pokrovsky "Heart rhythm formation in the human and animal organism"]. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk*, vol. 39, no. 3, pp. 89–90. (In Russian)
- Pokrovskij, V. M. (2007) *Formirovanie ritma serdtsa v organizme cheloveka i zivotnykh [Heart rhythm formation in the human and animal organism]*. Krasnodar: Kuban-Kniga Publ., 143 p. (In Russian)
- Pokrovskij, V. M. (2010) *Serdechno-dykhatel'nyj sinkhronizm v otsenke regulyatorno-adaptivnykh vozmozhnostej organizma [Cardiorespiratory synchronism used for estimation of regulatory-adaptive possibilities of organism]*. Krasnodar: Kuban-Kniga Publ., 244 p. (In Russian)