

НЕЙРОПЕПТИДЫ В СПОРТЕ ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ
(обзор отечественной литературы за последние 5 лет)

А.А. ХАДАРТЦЕВ, Н.А. ФУДИН, Б.Г. ВАЛЕНТИНОВ, О.Н. БОРИСОВА

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», медицинский институт,
ул. Болдина, д. 128, г. Тула, 300012, Россия

Аннотация. По базе данных *elibrary* проведен поиск источников по проблеме использования нейрорепептидов в спорте за 5 последних лет. В обзоре показана классификация регуляторных пептидов, нейрорепептидов, их основные свойства. Выделены *опиоидные пептиды, пептиды мозга и кишечника, пептиды нервной системы, пептидные гормоны, вазоактивные пептиды, тахикинины, иммуномодулирующие пептиды*. Определена их полифункциональность. Дана характеристика свойств нейрорепептида циклопролилглицина, как положительного модулятора АМРА-рецептора. Определены свойства *мозгового нейротрофического фактора (BDNF)*, наряду с *фактором роста нервов (NGF)*, как нейротрофических факторов, вызывающих рост аксонов, нейронов, дендритов, участвующих в формировании синапсов, что обнадуживает в плане их восстановления после спортивных травм. Показана значимость *эндорфинов α и β* , мотивирующих алкогольное поведение, ноцицептивные реакции, стресс и участвующих в регуляции циркадных ритмов, как и *динорфины А и В (риморфин)*. Охарактеризована группа *опиоидных пептидов: энкефалинов, эндорфинов, динорфинов, геморфинов, дельторфинов, дерморфина, орфанина FQ (ноцицептина)* и др. *нейрорепептидов FF, AF и SF, энкефалинов* – осуществляющих локальную регуляцию соматических функций, контроль поведенческих реакций, участвуют в нейродегенеративных патологиях. *Геморфины* – обеспечивают анальгетический эффект и состояние эйфории после физической работы. *Эндоморфины 1 и 2* – обеспечивают интенсивную и продолжительную анальгезию, *β -казаморфин* – мощный иммуномодулятор, стимулятор потребления пищи. Применение обилия имеющейся информации о регуляторных пептидах в практической деятельности ограничено из-за отсутствия исследований научно обоснованных путей проведения *нейрорепептидов* во внутренние среды организма человека. Необходимо проблемно ориентированное изучение возможностей электромагнитных полей и излучений для инкорпорирования *нейрорепептидов*.

Ключевые слова: опиоидные пептиды, пептиды мозга и кишечника, пептиды нервной системы, пептидные гормоны, вазоактивные пептиды, тахикинины, иммуномодулирующие пептиды, спорт

NEUROPEPTIDES IN HIGHER ACHIEVEMENT SPORT
(review of Russian literature over the past 5 years)

A.A. KHADARTSEV, N.A. FUDIN, B.G. VALENTINOV, O.N. BORISOVA

FSBEI HE "Tula State University", Medical Institute, Boldin Str., 128, Tula, 300012, Russia

Abstract. The *elibrary* database was used to search for sources on the problem of the use of neuropeptides in sports over the past 5 years. The review shows the classification of regulatory peptides, neuropeptides and their main properties. We identified the *opioid peptides, peptides of the brain and intestines, peptides of the nervous system, peptide hormones, vasoactive peptides, tachykinins, immunomodulatory peptides*. Their polyfunctionality is determined. The characteristics of the properties of the neuropeptide cyclopropylglycine as a positive modulator of the AMPA receptor are given. The properties of the brain neurotrophic factor (BDNF), along with the nerve growth factor (NGF), as neurotrophic factors that cause the growth of axons, neurons, dendrites involved in the formation of synapses, have been determined, which is encouraging in terms of their recovery after sports injuries. The significance of endorphins α and β , motivating alcoholic behavior, nociceptive reactions, stress and participating in the regulation of circadian rhythms, as well as dynorphins A and B (rimorphin), was shown. A group of opioid peptides has been characterized: *enkephalins, endorphins, dynorphins, hemorphins, deltorphins, dermorphin, orphanin FQ (nociceptin) and other neuropeptides FF, AF, and SF, enkephalins* - which carry out local regulation of somatic functions, control of behavioral reactions, participate in neurodegenerative pathology. *Hemorphins* - provide an analgesic effect and a state of euphoria after physical work. *Endomorphins 1 and 2* - provide intense and long-lasting analgesia, β -casamorphine is a powerful immunomodulator, stimulant of food intake. The use of the abundance of available information on regulatory peptides in practice is limited due to the lack of research on scientifically substantiated ways of carrying *neuropeptides* into the internal environment of the human body. A problem-oriented study of the possibilities of electromagnetic fields and radiation for the incorporation of *neuropeptides* is needed.

Keywords: opioid peptides, peptides of the brain and intestines, peptides of the nervous system, peptide hormones, vasoactive peptides, tachykinins, immunomodulatory peptides, sports

Регуляторные пептиды – разновидность молекул белка, которые являются регуляторами физиологических функций организма человека и животных. Молекулы регуляторных пептидов характеризуются такими свойствами, как широкий спектр физиологического действия, относительно короткая химическая структура – от 5 до 52 аминокислотных остатков, присущая олигопептидам, которые образуются при гидролизе пептидов-предшественников. В [29] выделены такие группы активных пептидов, как **опиоидные пептиды, пептиды мозга и кишечника, пептиды нервной системы, пептидные гормоны, вазоактивные пептиды, тахикнины, иммуномодулирующие пептиды**. Их функционирование осуществляется при участии *центральной нервной системы* (ЦНС).

Нейропептиды – синтезируются в основном в нервных клетках, участвуют в обмене веществ, регуляции гомеостаза, иммунных процессов, влияют на механизмы сна, памяти, обучении, они могут действовать как медиаторы и как гормоны. Они являются регуляторами взаимодействия клеточных осцилляторов ритма, улучшают показатели умственной работоспособности спортсменов, играют определенную роль в патогенезе кишечных коликов. Из-за своей полифункциональности – один и тот же *нейропептид* выполняет зачастую различные функции (*ангиотензин, энкефалины, эндорфины*) [20, 27, 35].

Известна возможность модуляции *AMPA*-рецептора (рецептора *α*-амино-3-гидрокси-5-метил-4-изоксазолпропионовой кислоты) – ионотропного рецептора глутамата, передающего быстрые возбуждающие сигналы в синапсах нервной системы позвоночных.

Эти рецепторы также активируются синтетическим аналогом глутамата – аминокислотой *AMPA*.

Нейропептид циклопролилглицин (ЦПГ) обладает ноотропной, нейропротекторной, антигипоксической и анксиолитической активностью, является эндогенным положительным модулятором *AMPA*-рецептора. Их позитивная модуляция усиливает экспрессию и высвобождение нейротрофинов, особенно *мозгового нейротрофического фактора* (*BDNF*). То-есть, эндогенная положительная модуляция *AMPA*-рецепторов, вызванная ЦПГ, носит зависимый от *BDNF* характер [5,6,14]. *BDNF*, наряду с *фактором роста нервов* (*NGF*), относится к одной из 8 групп нейротрофических факторов, способен вызывать рост аксонов, нейронов и дендритов и участвовать в формировании синапсов, что ранее не признавалось возможным. Кроме того, установлено участие *BDNF* в регуляции ноцицептивной функции, в дифференцировке и выживании сенсорных нейронов, в инициации образования сосудистых структур [13].

Биологически активные пептиды, обладающие сродством к рецепторам опиоидного типа (дельта-, каппа-, мю-, орфано-) с последовательностью аминокислот *TyrGly-Gly-Phe* – относятся к группе **опиоидных пептидов**. К ним относятся *энкефалины, эндорфины, динорфины, геморфины, дельторфины, дерморфины, орфанин FQ* (*ноцицептин*), *ноцистатин, эндоморфины, нейропептиды FF, AF и SF*. Взаимодействуя с опиоидными рецепторами, пептиды обеспечивают морфиноподобное анальгезирующее и седативное воздействие. *Энкефалины* (*лейцин-энкефалин* и *метионин-энкефалин*) – осуществляют локальную регуляцию соматических функций, контроль поведенческих реакций, участвуют в нейродегенеративных патологиях. *Эндорфины α* и *β* участвуют в мотивации алкогольного поведения, ноцицептивных реакциях, при стрессе и в регуляции циркадных ритмов. *Динорфины A* и *B* (*риморфин*) – участвуют в центральных и периферических ноцицептивных процессах. *Дерморфин* и *дельторфин* – агонисты опиоидных рецепторов, оказывают анальгезирующий эффект, стимулируют выброс *β*-*эндорфина*. *Геморфины* – обеспечивают анальгетический эффект и состояние эйфории после физической работы. *Эндоморфины 1* и *2* – обеспечивают интенсивную и продолжительную анальгезию, *β*-*казаморфин* – мощный иммуномодулятор, стимулятор потребления пищи. *Нейропептид FF* – обладает антиопиоидной активностью, усиливают болевой эффект, состояние беспокойства, стимулируют выброс АКТГ и кортикостерона, влияют на синдром отмены у морфин-зависимых животных. К этой же группе относится пептид *ноцистатин*, снижающий болевую реакцию, влияя на орфанные рецепторы, что позволяет прогнозировать возможность разработки новых анальгетиков, к которым не будет привыкания и морфин-подобной зависимости. Аналог *лей-энкефалина* используется, в частности, при лечении эндометриоза [32].

Группа пептидов мозга и кишечника. К ней относится *галанин*, тормозящий секрецию желудочного сока и инсулина. *Галанин₁₋₁₃* - *брадикинин_{2,9}* – антагонист *галанина* – применяется при пространственном обучении. *Галанин₁₋₁₃*- *нейропептид Y₂₅₋₃₆* и *галанин₁₋₁₃*- вещество *P₅₋₁₁* являются высокоэффективными антагонистами для галаниновых рецепторов и обратимо ингибируют нейрональную активность *галанина* [3]. *Холецистокинин* – участвует в регуляции функций желудочно-кишечного тракта (стимулирует секрецию поджелудочной железы, моторику кишечника, сокращение стенок желчного пузыря), а также регулирует деятельность ЦНС (эмоциональное состояние, пищеводобывательное поведение, участвует в патогенезе шизофрении). *Галанин* является нейропротектором, предупреждающим стрессиндуцированную патологию [16]. *VIP* (*His-Ser-Asp-Ala-Val-Phe-Thr-AspAsn-Tyr-Thr-Arg-Leu-Arg-Lys-Gln-Met-AlaVal-Lys-Lys-Tyr-Leu-Asn-Ser-Ile-Leu-Asn*) – участвует в вазо- и бронходилатации, является медиатором в серотонинергической и холинергической системах, участвует в регуляции поведенческих реакций, стимулирует процессы обучения и памяти. Структурный гибрид *нейротензина₆₋₁₁* и *VIP₇₋₂₈* является антагонистом *VIP*. *Грелин* (*жрелин*) – принимает участие в активации соматотропного гормона, участвует в жировом обмене, высокий уровень его – начальный признак ожирения, коррелирует с массой тела,

уровнем инсулина и лептина в сыворотке крови. Установлена роль лептина и *нейропептида Y* в развитии первичного ожирения [1,7,28,34]. *Гастрелиберин* – для некоторых линий опухолевых клеток является активатором митогенеза, ограничивает пищевую мотивацию, стимулирует синтез инсулина, консолидирует память, участвует в стресс-реакциях. Из энтероэндокринных клеток кишечника секретируется *глюкагон* или *GLP (GLP-1 и GLP-2)*, который экспрессируется в ядре солитарного тракта и в нейронах аркуатного ядра мозга, участвует в потреблении пищи, в центральной регуляции потребления пищи и энергетического гомеостаза, в стимуляции пролиферации клеток островков Лангерганса и зависимую от глюкозы секрецию инсулина. Установлена значимость *GLP-1* и *GLP-2* при стрессах, нейродегенеративной патологии, при модуляции нейрональной пластичности, процессов памяти и обучения, контроле уровня артериальной гипертензии и сердечно-сосудистой деятельности. Пептид *нейротензин* вместе с допамином тропен к нигростриатной и мезокортиколимбической зонам, а с прогестероном – к ядрам вентrolateralного гипоталамуса. *Нейротензин* имеет прямое отношение к управлению поведенческими, соматическими, ноцицептивными и стресс-реакциями, половым поведением. Установлено модулирующее воздействие *нейропептида Y* на биоэлектрическую активность нейронов супрахиазматического ядра гипоталамуса, на генерацию потенциала действия кардиомиоцитов [22]. С помощью методики актографии впервые было продемонстрировано влияние трехкратного интраназального введения *нейропептида Y* на поведенческий ритм локомоторной активности при беге в колесе лабораторных крыс в условиях отсутствия световой синхронизации активности циркадианного осциллятора супрахиазматического ядра. Изменения исследуемых параметров определялись моментом введения *нейропептида Y* в суточном цикле. При этом статистически значимые изменения выявлялись только при введении пептида в конце проецированного темного периода суток. Аналогичные воздействия в другие моменты суточного цикла не были эффективными. Основной чертой реакции ритма локомоторной активности на введение *нейропептида Y* был опережающий фазовый сдвиг акрофазы, сопровождавшийся соответствующими изменениями почасового профиля суточной активности: ростом в конце проецированного светлого периода и снижением в конце проецированного темного периода и в начале проецированного светлого периода. Под влиянием *нейропептида Y* изменений периода ритма и суммарной активности не возникало, независимо от момента введения пептида. Определена его значимость в патогенезе нервной анорексии у подростков, влияния на циркадианный ритм спонтанной локомоторной активности [8-10, 15, 19, 23, 24]. Обоснован способ ингибирования *нейропептида Y*, его участие в регуляции контрактильной способности миокарда, деятельности кишечника [2, 11, 17, 18, 38, 39].

Основным активирующим медиатором ЦНС в эксперименте при формировании оборонительных рефлексов является медиатор *серотонин*, а тормозным – *нейропептид FMRF-амид*. Инкубация ЦНС с ними моделирует как сенситизацию, так и привыкание соответственно. Эти процессы участвуют в формировании долговременной памяти. Проведены сравнительные исследования по влиянию этих нейротрансмиттеров на метилирование гистона *H3* в функционально различных ганглиях ЦНС *Helix*. Установлено, что *серотонин* и *FMRF-амид* оказывают реципрокный эффект на метилирование гистона *H3* в комплексе ганглиев ЦНС *Helix*, которые специализируются на оборонительном поведении. Тем самым определено, что активаторные и ингибиторные пути, опосредуемые *серотонином* и *FMRF-амидом*, взаимодействуют на эпигенетическом уровне через влияние на метилирование гистона *H3*. Такие изменения лежат в основе конвергенции активаторных и тормозных путей, которые участвуют в формировании долговременной памяти, и влияют на экспрессию генов, необходимых для пластических перестроек [4, 21]. *Нейропептиды* (дельта-сон индуцирующие) – *кисспептин-10* и *PT-141* – активно влияют на половое поведение [30].

В работе [33] определено взаимодействие иммунной и нейроэндокринной систем в рамках интегральной гомеостатической сети (нейро-эндокринно-иммунного блока), формирующейся в период эмбрионального и неонатального развития. Эпифизарные пептиды (*эпиталамин* и *эпиталон*) обладают геопротективным влиянием на инволюцию тимуса. Пептидные препараты тимуса (*тималин* и *timoген*) также замедляли инволюцию эпифиза. В сыворотке старых животных снижается уровень *тимулина*, что связано с ослаблением его продукции тимусом. Отмечается также частичное восстановление его уровня при введении бычьего *соматотропина*, продуцируемого в гипоталамусе, или гормона гипофиза *пролактина*. При старении организма наблюдается снижение ответа гипофиза в ответ на пептиды, продуцируемые или контролируемые тимусом, включая цитокины. Отмечено влияние *катехоламинов* и *глюкокортикоидов* на селекцию тимоцитов. Показано участие *катехоламинов* в регуляции развития в тимусе *T*-регуляторных клеток (*Tregs*). Отмечено влияние сложных взаимодействий между *катехоламинами*, *глюкокортикоидами* и *нейропептидом Y* в регуляции функций макрофагов и их значение в патогенезе аутоиммунных воспалительных заболеваний. *Цитокины*, продуцируемые макрофагами, вызывают воспалительный процесс в мозге при острых (инсульт или травмы головы) и хронических (рассеянный склероз и болезнь Альцгеймера) его заболеваниях мозга. От баланса между про- и противовоспалительными *цитокинами* зависит направление последующего ответа. При сдвиге в сторону продукции провоспалительных *цитокинов*, *IL-1* и *TNF-α* активируется процесс нейродегенерации. Под действием противовоспалитель-

ных цитокинов, контролируемых тимусом и его гормоном *тимулином*, активируются нейропротективные эффекты. Баланс этих процессов зависит как от функции тимуса, так и от активности регуляторных реакций, с которыми связаны синтез, секреция и доставка в ткани и клетки мозга биологически активных пептидов, в том числе *цитокинов*.

Индивидуальные особенности темпа, как числа выполненных за единицу времени движений, – лежат в основе качественной характеристики нервной системы спортсменов. В зависимости от вида спорта выделяются – темп гребли, гребков пловца, бега, схватки и др. Также в зависимости от вида спорта меняются требования к темпу, имеющему индивидуальные особенности, отражающие количественные характеристики выполняемых движений, а также генетический компонент спортивной работоспособности. *Нейропептиды*, в частности АКТГ, способны корректировать имеющиеся индивидуальные особенности за счет активации процессов внимания и запоминания [25]. В спорте применим лишенный гормональной активности синтетический аналог АКТГ – «*Семакс 0,1%*», допущенный к использованию в спорте. Изучение результатов антропометрических исследований и теппинг-теста после его разового применения у спортсменов-лучников – показало значимое воздействие на положительную динамику максимального темпа движений руками. Установлено также повышение умственной работоспособности у спортсменов [12,26,31,36,37].

Заключение. Выраженная полифункциональная активность *нейропептидов* свидетельствует о важности их использования в спорте высших достижений для коррекции инициальных нарушений функционирования физиологических систем организма. Применение обилия имеющейся информации о регуляторных пептидах в практической деятельности ограничено из-за отсутствия исследований научно обоснованных путей проведения *нейропептидов* во внутренние среды организма человека. Необходимо проблемно ориентированное изучение возможностей электромагнитных полей и излучений для инкорпорирования *нейропептидов*.

Литература

1. Байдаченко В.Ю. Роль лептина и нейропептида Y в развитии первичного ожирения // *Forcipe*. 2019. Т. 2, № S. С. 885–886.
2. Брунс Р.Ф.М., Гелерт Д.Р., Хоуберт Д.Д., Лунн У.Г.У. Способ ингибирования нейропептида Y. Патент на изобретение RU 2188015 С2, 27.08.2002. Заявка № 97108050/14 от 19.10.1995.
3. Гатаулин Р.Г., Веселова О.М., Писаренко О.И. Нейропептид галанин: роль в регуляции биологических функций организма человека в норме и при патологии // *Молекулярная медицина*. 2018. Т. 16, № 3. С. 3–8.
4. Гринкевич Л.Н., Воробьева О.В. Серотонин и нейропептид FMRFAMID играют противоположную роль в регуляции эпигенетических процессов, вовлеченных в формирование долговременной памяти // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2016. Т. 20, № 2. С. 262–268.
5. Гудашева Т.А., Григорьев В.В., Колясникова К.Н., Замойский В.Л., Середин С.Б. Нейропептид циклопролилглицин является эндогенным положительным модулятором АМРА-рецепторов // *Доклады Академии наук*. 2016. Т. 471, № 1. С. 106–108.
6. Гудашева Т.А., Поварнина П.Ю., Колясникова К.Н., Аляева А.Г., Воронцова О.Н., Середин С.Б. Анксиолитический эффект нейропептида циклопролилглицина опосредован АМРА- и TRKB-рецепторами // *Доклады Российской академии наук. Науки о жизни*. 2020. Т. 493, № 1. С. 364–366.
7. Добродеева В.С., Шнайдер Н.А., Миронов К.О., Насырова Р.Ф. Фармакогенетические маркеры антипсихотик-индуцированного набора веса: система лептина и нейропептида Y // *Обзор психиатрии и медицинской психологии имени В.М. Бехтерева*. 2021. № 1. С. 3–10.
8. Зверев А.А., Аникина Т.А., Исаков Н.Г., Зефилов А.Л., Зефилов Т.Л. Влияние нейропептида Y на генерацию потенциала действия рабочих кардиомиоцитов правого предсердия крыс // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2018. Т. 165, № 5. С. 550–552.
9. Зверев А.А., Аникина Т.А., Исаков Н.Г., Зефилов А.Л., Зефилов Т.Л. Влияние нейропептида Y на параметры потенциала действия рабочих кардиомиоцитов предсердий крыс в раннем постнатальном онтогенезе // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2019. Т. 167, № 6. С. 669–672.
10. Зверев А.А., Исаков Н.Г., Аникина Т.А., Зефилов Т.Л. Нейропептид Y изменяет форму потенциала действия крыс. В книге: *Адаптация развивающегося организма. Материалы XIV Международной научной конференции, посвященной 80-летию Заслуженного деятеля науки РФ и РТ Ситдикова Фарита Габдуллаковича*, 2018. С. 62–63.
11. Исаков Н.Г., Зверев А.А., Аникина Т.А., Николаев Т.И., Рябова Т.Э., Зефилов Т.Л. Влияние нейропептида Y на биоэлектрическую активность предсердного миокарда трёхнедельных крысят // *Российский кардиологический журнал*. 2021. Т. 26, № S5. С. 35–36.
12. Калистратов В.Б., Дехканов Т.Г., Плотникова О.В. Отечественные нейропептиды селанк и семакс в современной психофармакотерапии. В сборнике: *Острые нарушения мозгового кровообращения*.

Вопросы диагностики, лечения, реабилитации. Материалы межрегиональной научно-практической конференции, 2018. С. 47–48.

13. Каширская Е.И., Логинов П.В., Мавлютова Е.Б. Нейротрофические факторы в регуляции и диагностике нейродегенеративных расстройств // Астраханский медицинский журнал. 2020. Т. 15, №1. С. 48–57.

14. Колясникова К.Н., Аляева А.Г., Воронцова О.Н., Гудашева Т.А. Изучение вовлеченности АМ-РА-рецепторов в антигипоксическое действие нейропептида ЦИКЛЮ-пролилглицина // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2020. Т. 23, № 9. С. 42–45.

15. Лев Л.М., Заика В.Г., Андреева В.О. Нейропептид Y и лептин в патогенезе нервной анорексии у девочек-подростков. В сборнике: Душевные расстройства: от понимания к коррекции и поддержке. материалы региональной научной конференции. ФГБОУ ВО Ростовский государственный медицинский университет Минздрава России, ФПК и ППС, кафедра психиатрии и наркологии, 2018. С. 134–136.

16. Людыно В.И., Цикунов С.Г., Клименко В.М. Нейропептид галанин - эндогенный протектор в ЦНС, предотвращающий развитие стресс-индуцированной патологии. В сборнике: Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И. П. Павлова с международным участием, 2017. С. 1187–1189.

17. Маслюков П.М., Будник А.Ф., Вишнякова П.А., Павлов А.В. Нейрохимические особенности нейропептид-Y-ергических энтеральных нейронов подслизистого сплетения тонкой кишки в постнатальном онтогенезе // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2021. Т. 107, № 10. С. 1209–1218.

18. Маслюков П.М., Будник А.Ф. Нейропептид Y-ергическая иннервация тонкой кишки в онтогенезе. В сборнике: Современные проблемы нейробиологии. Материалы III международной научной конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки РФ, профессора Шилкина Валентина Викторовича, 2018. С. 43–44.

19. Маслюков П.М., Вишнякова П.А., Аряева Д.А., Будник А.Ф. Постнатальный онтогенез нейропептид Y-ергических нейронов тонкой кишки // Морфология. 2019. Т. 156, № 5. С. 55–58.

20. Муронец Е.М., Донской Д.Н., Плетень А.П. Нейропептиды (обзор). В сборнике: Концепции фундаментальных и прикладных научных исследований. Сборник статей Международной научно-практической конференции, 2018. С. 135–139.

21. Нефёдова Д.А., Мочалова И.В., Теренина И.Б., Воропаева Е.Л., Мовсесян С.О., Кучин А.В., Крещенко И.Д. Rhipidocotyle sampranula (digenea, bucephalidae): мышечная система, локализация серотонина и нейропептида fmgfамида в нервной системе // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2020. № 21. С. 276–280.

22. Петрова А.А., Инюшкин А.Н. Влияние нейропептида у на функциональное состояние афферентных входов из аркуатного в супрахиазматическое ядро крыс in vitro. В сборнике: Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И. П. Павлова с международным участием, 2017. С. 330–332.

23. Петрова А.А., Инюшкин А.Н. Влияние нейропептида Y на циркадианный ритм спонтанной локомоторной активности крыс. В книге: Биосистемы: организация, поведение, управление. Тезисы докладов 70-й Всероссийской с международным участием школы-конференции молодых ученых. Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Институт биологии и биомедицины, 2017. С. 135.

24. Петрова А.А., Инюшкин А.Н. Модулирующее влияние нейропептида Y на биоэлектрическую активность нейронов супрахиазматического ядра гипоталамуса крыс // Журнал медико-биологических исследований. 2017. Т. 5, № 3. С. 79–86.

25. Пожилова Е.В., Новиков В.Е. Фармакодинамика и клиническое применение нейропептида АКГГ4-10 // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2020. Т. 19, № 3. С. 76–86.

26. Сечин Д.И. Повышение умственной работоспособности у спортсменов, при помощи нейропептида "СЕМАКС 0,1%". В сборнике: Студенческая наука и "Молодые ученые ГЦОЛИФК". Сборник материалов Межрегиональных итоговых научных конференций студентов, 2017. С. 244–246.

27. Сечин Д.И., Тамбовцева Р.В. Влияние нейропептида на показатели умственной работоспособности спортсменов, специализирующихся в стрелковых видах спорта и служебно-прикладных единоборствах. В сборнике: Студенческий спорт: состояние и перспективы развития. Сборник материалов Региональной научно-практической конференции. Под ред. Н.В. Пешковой, Ж.И. Бушевой, Н.М. Ахтемзяновой., 2018. С. 54–57.

28. Сидоров И.Е. Синтез липофильного аналога нейропептида. В книге: Школьная секция - естественные науки (химия, биология). Материалы 57-й Международной научной студенческой конференции. МНСК-2019, 2019. С. 25.

29. Соловьев В.Б. Нейропептиды: структурно-функциональная классификация // Actualscience. 2015. Т. 1, № 4 (4). С. 22–35.

30. Субботина С.Н., Юдин М.А., Парфёнова А.А., Кряжевских А.А., Орлова А.Б. Влияние нейропептидов - дельта-сон-индуцирующего пептида, Кисспептина-10 И РТ-141 - на половое поведение самцов крыс // Биомедицина. 2021. Т. 17, № 1. С. 43–56.

31. Тамбовцева Р.В., Сечин Д.И. Влияние нейропептида на темп движений руками у спортсменов-лучников // Современные аспекты санаторно-курортного лечения и реабилитации на этапах оказания медицинской помощи детскому и взрослому населению. 2017. № 1. С. 118–121.
32. Тезиков Ю.В., Липатов И.С., Жернакова Е.В., Калинкина О.Б., Краснова Н.А., Сресели Г.М. Применение аналога нейропептида лей-энкефалина в лечении эндометриоза. В сборнике: Достижения сегодня - основа будущих совершенствований. сборник научных работ научно-практической конференции, 2016. С. 313–315.
33. Торховская Т.И., Белова О.В., Зимина И.В., Крючкова А.В., Москвина С.Н., Быстрова О.В., Арион В.Я., Сергиенко В.И. Нейропептиды, цитокины и тимические пептиды как эффекторы взаимодействия тимуса и нейроэндокринной системы // Вестник Российской академии медицинских наук. 2015. Т. 70, № 6. С. 727–733.
34. Хавкин А.И., Айрумов В.А., Шведкина Н.О., Новикова В.П. Биологическая роль и клиническое значение нейропептидов в педиатрии: пептид Y и грелин // Вопросы практической педиатрии. 2020. Т. 15, № 5. С. 87–92.
35. Хавкин А.И., Богданова Н.М., Белова Е.М. Роль нейропептидов в генезе кишечных колик // Фарматека. 2019. Т. 26, № 2. С. 89–92.
36. Шевченко К.В., Нагаев И.Ю., Андреева Л.А., Шевченко В.П., Мясоедов Н.Ф. Перспективы использования интраназального введения для доставки нейропептидов в головной мозг // Химико-фармацевтический журнал. 2019. Т. 53, № 2. С. 3–15.
37. Azhikova A.K., Feldman B.V., Andreeva A.A., Teply D.D., Samotrueva M.A., Myasoedov N.F. Structural transformations of thermal burn wounds in rats under the influence of semax and selank neuropeptides // Фармация и фармакология. 2019. Т. 7, № 6. С. 321–331.
38. Masliukov P.M., Timmermans J.P., Zverev A.A., Zefirov T.L. Development of neuropeptide y-ergic innervation of the small intestine in rats // Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki. 2018. Т. 160, № 4. С. 621–629.
39. Zverev A.A., Anikina T.A., Iskakov N.G., Krulova A.V., Masliukov P.M., Timmermans J.P., Zefirov T.L. Effects of neuropeptide y on electrical activity and myocardial contractility // Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki. 2018. Т. 160, № 4. С. 601–612.

References

1. Bajdachenko VJu. Rol' leptina i nejropeptida Y v razvitii pervichnogo ozhireniya [The role of leptin and neuropeptide Y in the development of primary obesity]. Forcipe. 2019;2:885-6. Russian.
2. Bruns RFM, Gelert DR, Houbert DD, Lunn UGU. Sposob ingibirovaniya nejropeptida Y [Method of inhibition of neuropeptide Y. Patent for the invention RU 2188015 C2, 27.08.2002.]. Russian Federation Patent na izobretenie RU 2188015 C2, 27.08.2002. Zajavka № 97108050/14 ot 19.10.1995. Russian.
3. Gataulin RG, Veselova OM, Pisarenko OI. Nejropeptid galanin: rol' v reguljacii biologicheskikh funkcij organizma cheloveka v norme i pri patologii [Neuropeptide galanin: the role in the regulation of biological functions of the human body in norm and pathology]. Molekuljarnaja medicina. 2018;16(3):3-8. Russian.
4. Grinkevich LN, Vorob'eva OV. Serotonin i nejropeptid FMRFAMID igrajut protivopolozhnuju rol' v reguljacii jepigeneticheskikh processov, вовлеченных в формирование долговременной памяти [Serotonin and neuropeptide FMRFAMIDE play an opposite role in the regulation of epigenetic processes involved in the formation of long-term memory]. Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2016;20(2):262-8. Russian.
5. Gudasheva TA, Grigor'ev VV, Koljasnikova KN, Zamojskij VL, Seredenin SB. Nejropeptid cikloprolilglicin javljaetsja jendogennym polozhitel'nym moduljatorom AMRA-receptorov [Neuropeptide cycloprolylglycine is an endogenous positive modulator of AMPA receptors]. Doklady Akademii nauk. 2016;471(1):106-8. Russian.
6. Gudasheva TA, Povarnina PJu, Koljasnikova KN, Aljaeva AG, Voroncova ON, Seredenin SB. Anksioliticheskij jeffekt nejropeptida cikloprolilglicina oposredovan AMRA- i TRKB-receptorami [The anxiolytic effect of cycloprolylglycine neuropeptide is mediated by AMPA and TRKB receptors]. Doklady Rossijskoj akademii nauk. Nauki o zhizni. 2020;493(1):364-6. Russian.
7. Dobrodeeva VS, Shnajder NA, Mironov KO, Nasyrova RF. Farmakogeneticheskie markery antipsihotik-inducirovannogo nabora vesa: sistema leptina i nejropeptida Y [Pharmacogenetic markers of anti-psychotic-induced weight gain: leptin and neuropeptide Y system]. Obozrenie psixiatrii i medicinskoj psixologii imeni V.M. Behtereva. 2021;1:3-10. Russian.
8. Zverev AA, Anikina TA, Iskakov NG, Zefirov AL, Zefirov TL. Vlijanie nejropeptida Y na generaciju potenciala dejstvija rabochih kardiomiocitov pravogo predserdija krys [The effect of neuropeptide Y on the generation of the action potential of working cardiomyocytes of the right atrium of rats]. Bjulleten' jeksperimental'noj biologii i mediciny. 2018;165(5):550-2. Russian.
9. Zverev AA, Anikina TA, Iskakov NG, Zefirov AL, Zefirov TL. Vlijanie nejropeptida Y na parametry potenciala dejstvija rabochih kardiomiocitov predserdij krys v rannem postnatal'nom ontogeneze [The effect of

neuropeptide Y on the parameters of the action potential of working cardiomyocytes of the atria of rats in early postnatal ontogenesis]. *Bulleten' jeksperimental'noj biologii i mediciny*. 2019;167(6):669-72. Russian.

10. Zverev AA, Iskakov NG, Anikina TA, Zefirov TL. Neuropeptid Y izmenjaet formu potentsiala dejstvija krys. V knige: Adaptacija razvivajushhegosja organizma [Neuropeptide Y changes the shape of the action potential of rats]. *Materialy XIV Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, posvjashhennoj 80-letiju Zasluzhennogo dejatelja nauki RF i RT Sitdikova Farita Abdulhakovicha*; 2018. Russian.

11. Iskakov NG, Zverev AA, Anikina TA, Nikolaev TI, Rjabova TJe, Zefirov TL. Vlijanie neuropeptida Y na bioelektricheskuju aktivnost' predserdnogo miokarda trjohnedel'nyh krys [The Effect of neuropeptide Y on the electrical activity of the atrial myocardium three-week-old rats]. *Rossijskij kardiologicheskij zhurnal*. 2021;26(S5):35-6. Russian.

12. Kalistratov VB, Dehkanov TG, Plotnikova OV. Otechestvennye neuropeptidy selank i semaks v sovremennoj psihofarmakoterapii [Domestic neuropeptides selank and semax in modern psychopharmacotherapy]. V sbornike: Ostrye narusheniya mozgovogo krovoobrashhenija. Voprosy diagnostiki, lechenija, rehabilitacii. *Materialy mezhregional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii*; 2018. Russian.

13. Kashirskaja EI, Loginov PV, Mavljutova EB. Nejrotroficheskie faktory v reguljacii i diagnostike nejrodegenerativnyh rasstrojstv [Neurotrophic factors in the regulation and diagnosis of neurodegenerative disorders]. *Astrahanskij medicinskij zhurnal*. 2020;15(1):48-57. Russian.

14. Koljasnikova KN, Aljaeva AG, Voroncova ON, Gudasheva TA. Izuchenie vovlechnosti AMRA-receptorov v antigipoksicheskoe dejstvie neuropeptida CIKLO-prolilglycina [The study of the involvement of AMPA receptors in the antihypoxic effect of the neuropeptide CYCLO-prolylglycine]. *Voprosy biologicheskoy, medicinskoj i farmacevticheskoy himii*. 2020;23(9):42-5. Russian.

15. Lev LM, Zaika VG, Andreeva VO. Neuropeptid Y i leptin v patogeneze nervnoj anoreksii u devocek-podrostkov [Neuropeptide Y and leptin in the pathogenesis of anorexia nervosa in adolescent girls]. V sbornike: Dushevnye rasstrojstva: ot ponimanija k korrekcii i podderzhke. *materialy regional'noj nauchnoj konferencii. FGBOU VO Rostovskij gosudarstvennyj medicinskij universitet Minzdrava Rossii, FPK i PPS, kafedra psichiatrii i narkologii*; 2018. Russian.

16. Ljudyno VI, Cikunov SG, Klimenko VM. Neuropeptid galanin - jendogenyj protektor v CNS, predotvrashhajushij razvitie stress-inducirovannoj patologii [Neuropeptide galanin is an endogenous protector in the central nervous system that prevents the development of stress-induced pathology]. V sbornike: *Materialy XXIII sezda Fiziologicheskogo obshhestva im. I. P. Pavlova s mezhdunarodnym uchastiem*; 2017. Russian.

17. Masljukov PM, Budnik AF, Vishnjakova PA, Pavlov AV. Nejrohimicheskie osobennosti neuropeptid-Y-ergicheskijh jeneral'nyh neuronov podslizistogo spletenija tonkoj kishki v postnatal'nom ontogeneze [Neurochemical features of the neuropeptide Y-ergic enteric neurons of the submucosal plexus of the small intestine in postnatal ontogenesis]. *Rossijskij fiziologicheskij zhurnal im. I.M. Sechenova*. 2021;107(10):1209-18. Russian.

18. Masljukov PM, Budnik AF. Neuropeptid Y-ergicheskaja innervacija tonkoj kishki v ontogeneze [Neuropeptide Y-ergic innervation of the small intestine in ontogenesis]. V sbornike: *Sovremennye problemy nejrobiologii. Materialy III mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, posvjashhennoj pamjati zaslužennogo dejatelja nauki RF, professora Shilkina Valentina Viktorovicha*; 2018. Russian.

19. Masljukov PM, Vishnjakova PA, Arjaeva DA, Budnik AF. Postnatal'nyj ontogenez neuropeptid Y-ergicheskijh neuronov tonkoj kishki [Postnatal ontogenesis of neuropeptide Y-ergic neurons of the small intestine]. *Morfologija*. 2019;156(5):55-8. Russian.

20. Muronec EM, Donskoj DN, Pleten' AP. Neuropeptidy (obzor). V sbornike: *Koncepcii fundamental'nyh i prikladnyh nauchnyh issledovanij [Neuropeptides (review). In the collection: Concepts of fundamental and applied scientific research]. Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*; 2018. Russian.

21. Nefjodova DA, Mochalova IV, Terenina IB, Voropaeva EL, Movsesjan SO, Kuchin AV, Kreshhenko ID. Rhipidocotyle campanula (digenea, bucephalidae): myshechnaja sistema, lokalizacija serotonin i neuropeptida fmfamida v nervnoj sisteme [Rhipidocotyle campanula (digenea, bucephalidae): muscular system, localization of serotonin and neuropeptide fmfamide in the nervous system]. *Teorija i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami*. 2020;21:276-80. Russian.

22. Petrova AA, Injushkin AN. Vlijanie neuropeptida y na funkcional'noe sostojanie affe-rentnyh vhodov iz arkuatnogo v suprahiazmaticheskoe jadro krys in vitro [Effect of neuropeptide y on the functional state of afferent inputs from the arquate to the suprachiasmatic nucleus of rats in vitro]. V sbornike: *Materialy XXIII sezda Fiziologicheskogo obshhestva im. IP. Pavlova s mezhdunarodnym uchastiem*; 2017. Russian.

23. Petrova AA, Injushkin AN. Vlijanie neuropeptida Y na cirkadiannyj ritm spontannoj lokomotornoj aktivnosti krys [The effect of neuropeptide Y on the circadian rhythm of spontaneous locomotor activity in rats]. V knige: *Biosistemy: organizacija, povedenie, upravlenie. Tezisy dokladov 70-j Vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem shkoly-konferencii molodyh uchenyh. Nizhegorodskij gosudarstvennyj universitet im. N.I. Lobachevskogo, Institut biologii i biomediciny*; 2017. Russian.

24. Petrova AA, Injushkin AN. Modulirujushhee vlijanie neuropeptida Y na bioelektricheskuju aktivnost' neuronov suprahiazmaticheskogo jadra gipotalamusa krys [The modulating effect of neuropeptide Y on the bioelectric activity of neurons of the suprachiasmatic nucleus of the hypothalamus of rats]. *Zhurnal mediko-biologicheskijh issledovanij*. 2017;5(3):79-86. Russian.

25. Pozhilova EV, Novikov VE. Farmakodinamika i klinicheskoe primeneniye neuropeptida AKTG4-10 [Pharmacodynamics and clinical application of neuropeptide ACTH4-10]. Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii. 2020;19(3):76-86. Russian.

26. Sechin DI. Povysheniye umstvennoj rabotosposobnosti u sportsmenov, pri pomoshhi neuropeptida "SEMAKS 0,1%" [Improving mental performance in athletes using the neuropeptide "SEMAX 0.1%"]. V sbornike: Studencheskaja nauka i "Molodye uchenye GCOLIFK". Sbornik materialov Mezhtsestvennykh itogovykh nauchnykh konferencij studentov; 2017. Russian.

27. Sechin DI, Tambovceva RV. Vlijanie neuropeptida na pokazateli umstvennoj rabotosposobnosti sportsmenov, specializirujushchih v strelkovykh vidah sporta i sluzhebno-prikladnykh edinoborstvakh [The effect of neuropeptide on the mental performance of athletes specializing in shooting sports and service-applied martial arts]. V sbornike: Studencheskij sport: sostojanie i perspektivy razvitiya. Sbornik materialov Regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. Pod red. N.V. Peshkovej, Zh.I. Bushevoj, N.M. Ahtemzjanovoj; 2018. Russian.

28. Sidorov IE. Sintez lipofil'nogo analoga neuropeptida. V knige: Shkol'naja sekcija - estestvennye nauki (himija, biologija) [ynthesis of a lipophilic analogue of a neuropeptide]. Materialy 57-j Mezhdunarodnoj nauchnoj studencheskoj konferencii. MNSK-2019; 2019. Russian.

29. Solov'ev VB. Neuropeptidy: strukturno-funkcional'naja klassifikacija [Neuropeptides: structural and functional classification]. Actualscience. 2015;1(4):22-35. Russian.

30. Subbotina SN, Judin MA, Parfjonova AA, Krjazhevskih AA, Orlova AB. Vlijanie neuropeptidov - del'ta-son-inducirujushhego peptida, Kisspeptina-10 I RT-141 - na polovoe povedeniye samcov krysov [Influence of neuro-peptides - Delta-sleep-inducing peptide, Kisspeptin-10 And RT-141 - on sexual behavior of male rats]. Biomedicina. 2021;17(1):43-56. Russian.

31. Tambovceva RV, Sechin DI. Vlijanie neuropeptida na temp dvizhenij rukami u sportsmenov-luchnikov [The influence of neuropeptide on the rate of arm movements in athletes-archers]. Sovremennye aspekty sanatorno-kurortnogo lechenija i rehabilitacii na etapah okazaniya medicinskoj pomoshhi detskomu i vzrosloму naseleniju. 2017;1:118-21. Russian.

32. Tezikov JuV, Lipatov IS, Zhernakova EV, Kalinkina OB, Krasnova NA, Sreseli GM. Primeneniye analoga neuropeptida lej-jenkefalina v lechenii jendometrijoza [The use of an analogue of the neuropeptide leu-enkephalin in the treatment of endometriosis]. V sbornike: Dostizhenija segodnja - osnova budushchih sovershenstvovanij. sbornik nauchnykh rabot nauchno-prakticheskoy konferencii; 2016. Russian.

33. Torhovskaja TI, Belova OV, Zimina IV, Krjuchkova AV, Moskvina SN, Bystrova OV, Arion VJa, Sergienko VI. Neuropeptidy, citokiny i timicheskie peptidy kak jeffektory vzaimodejstvija timusa i nejroendokrinnoj sistemy [Neuropeptides, cytokines and thymic peptides as effectors of interaction between the thymus and the neuro-endocrine system]. Vestnik Rossijskoj akademii medicinskih nauk. 2015;70(6):727-33. Russian.

34. Havkin AI, Ajrumov VA, Shvedkina NO, Novikova VP. Biologicheskaja rol' i klinicheskoe znachenie neuropeptidov v pediatrii: peptid YY i grelin [Biological role and clinical significance of neuropeptides in pediatrics: peptide YY and ghrelin]. Voprosy prakticheskoy pediatrii. 2020;15(5):87-92. Russian.

35. Havkin AI, Bogdanova NM, Belova EM. Rol' neuropeptidov v geneze kishhechnykh kolik [The role of neuropeptides in the genesis of intestinal colic]. Farmateka. 2019;26(2):89-92. Russian.

36. Shevchenko KV, Nagaev IJu, Andreeva LA, Shevchenko VP, Mjasoedov NF. Perspektivy ispol'zovaniya intranasal'nogo vvedeniya dlja dostavki neuropeptidov v golovnoj mozg [Prospects of using intranasal administration for delivery of neuropeptides to the brain]. Himiko-farmaceuticheskij zhurnal. 2019;53(2):3-15. Russian.

37. Azhikova AK, Feldman BV, Andreeva AA, Teply DD, Samotrueva MA, Myasoedov NF. Structural transformations of thermal burn wounds in rats under the influence of semax and selank neuropeptides. Farmacija i farmakologija. 2019;7(6):321-31.

38. Masliukov PM, Timmermans JP, Zverev AA, Zefirov TL. Development of neuropeptide y-ergic innervation of the small intestine in rats. Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki. 2018;160(4):621-9.

39. Zverev AA, Anikina TA, Iskakov NG, Krulova AV, Masliukov PM, Timmermans JP, Zefirov TL. Effects of neuropeptide y on electrical activity and myocardial contractility. Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki. 2018;160(4):601-12.

Библиографическая ссылка:

Хадартцев А.А., Фудин Н.А., Валентинов Б.Г., Борисова О.Н. Нейропептиды в спорте высших достижений (обзор отечественной литературы за последние 5 лет) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2021. №6. Публикация 3-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-6/3-8.pdf> (дата обращения: 10.12.2021). DOI: 10.24412/2075-4094-2021-6-3-8*

Bibliographic reference:

Khadartsev AA, Fudin NA, Valentinov BG, Borisova ON. Neuropeptidy v sporte vysshih dostizhenij (obzor otechestvennoj literatury za poslednie 5 let) [Neuropeptides in higher achievement sport (review of russian literature over the past 5 years)]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2021 [cited 2021 Dec 10];6 [about 8 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-6/3-8.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-6-3-8

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-6/e2021-6.pdf>