

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ  
НАУК БЕЛАРУСИ»

УДК 615.241:616.839

**САВАНЕВСКАЯ**  
**Елена Николаевна**

**ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ МОЗГА И  
СЕНСОРНЫХ НЕРВОВ ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ  
ВКУСОВЫХ РЕЦЕПТОРОВ**

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

по специальности 03.03.01 – физиология

Минск, 2022

## ВВЕДЕНИЕ

Аппетитивное поведение человека является результатом интегративной деятельности множества функциональных систем, среди которых ведущее значение имеют процессы нервной сигнализации [Солтанов В. В., 1994]. Вкусовое ощущение формирует основу пищевого поведения человека, обуславливая формирование аппетитивной и отвергающей реакции на предлагаемую пищу [Han P. et al., 2019; Солтанов В. В., 1994]. Рецепция вкуса начинается на молекулярном уровне в ходе уже достаточно изученного [Lee A. A., Owyang C., 2017; Lu P. et al., 2017] процесса активации мембранных рецепторов вкусовых клеток, расположенных на сосочках языка и диффузно в ротовой полости. На сегодняшний день процессы лиганд-рецепторного взаимодействия на мембране вкусовых чувствительных клеток и сопряженные с ним внутриклеточные сенсорные процессы изучены достаточно подробно [Deerankumar S. et al., 2019; Li T. et al., 2020; Diószegi J. et al., 2019].

Намного менее исследованными остаются последующие этапы сенсорной рецепции, протекающие в проводниковом [Солтанов В. В., 1994; Кульчицкий В. А. и др., 2011] и центральном отделах вкусового анализатора [Avery J. A. et al., 2020; McCaughey S. A., 2019]. Механизмы функционирования коркового отдела вкусового анализатора детализированы не полностью, в отношении как локализации, так и динамики возбуждающих и тормозных межклеточных взаимодействий [Pedersen A. et al., 2018].

Несмотря на доказанное [Kinnamon S. C., 2019] существование отдельных молекулярных рецепторов, вторичных посредников и ионных каналов, вовлеченных в рецепцию нутриентов со свойствами основных модальностей вкуса, ощущение после контакта пищи со вкусовыми сосочками складывается при сложении нескольких химических и физических составляющих, действующих одновременно [Grabenhorst F. et al., 2020]. Поэтому оправдан поиск объективных методов оценки реакции человеческого организма на действующие сложные вкусовые факторы поедаемых продуктов питания с применением интегративного методического подхода. Одним из информативных показателей может быть электрическая активность коры больших полушарий [Smith N. J. et al., 2020]. В литературе имеются сведения об успешном выявлении максимумов электрической активности нейронов в некоторых областях коры больших полушарий при действии на вкусовые рецепторы нутриентов, но работы в данном направлении еще далеки от завершения [Andersen C. A. et al., 2019; Di Flumeri G. et al., 2017].

Современные исследования корковой фазы сенсорной рецепции нутриентов в организме человека основаны на методах, позволяющих с высокой точностью локализовать участки возбуждения, возникающие вследствие роста импульсной активности нейронных сетей в ответ на

раздражение тех или иных рецепторов. Имеются сведения [Yiannakas A., Rosenblum K., 2017] о том, что в качестве надежного метода получения информации о динамике корковых процессов при сенсорной рецепции пищевых веществ может выступать компьютерная электроэнцефалография (ЭЭГ).

Различия в восприятии густаторной сенсорной системой вкуса пищи зависят от многих факторов, в том числе от функционирования периферических рецепторов и афферентных волокон [Солтанов В. В., 1994]. Известно, что передача сигнала от хеморецепторов языка осуществляется по нескольким нервным каналам. В литературе устоялось представление [Kinnamon S. C., Finger T. E., 2019], в соответствии с которым основной вклад в оценку вкуса пищи вносят афферентные системы лицевого (барабанная струна) и тройничного нервов. Волоконный состав и свойства афферентных волокон барабанной струны (*Chorda tympani*) исследуются уже на протяжении ряда десятилетий [Ylikoski J. et al., 1983; Frank M. E., Blizard D. A., 1999; Fernandes A. V. et al., 2020], преимущественно с точки зрения рецепции пищевых стимулов, действующих со стороны ротовой полости. При анализе современных литературных источников создается иллюзия изученности афферентных систем, задействованных в восприятии вкуса. Однако в современной литературе не существует свидетельств, характеризующих афферентную активность барабанной струны при предъявлении на язык мультимодальных пищевых раздражителей.

В источниках недавних лет появились сведения о том, что белковые субъединицы вкусовых рецепторов экспрессируются в клетках, располагающихся далеко за пределами ротовой полости [Fernandes A. V. et al., 2020]. Для некоторых из клеток, осуществляющих экспрессию вкусовых рецепторных белков вне ротовой полости, известны анатомические проводники нервного импульса в центральные структуры [Солтанов В. В., 1972]. Но большая часть афферентных путей от подобных рецепторных клеток по-прежнему не описана. Имеются скудные данные о том, что при гипергликемии глюкоза может секретироваться в слюну и вызывать у человека чувство сладкого вкуса на языке [Gupta V., Kaup A., 2020]. Данных о том, что чувствительные нервные волокна барабанной струны могут быть вовлечены в рецепцию глюкозы, действующей со стороны внутренней среды, в литературе не обнаружено.

Таким образом, цель диссертационного исследования определена неполной изученностью механизмов вкусовой рецепции на уровне афферентных и центральных звеньев вкусовой сенсорной системы.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами.** Диссертация выполнена на кафедре физиологии человека и животных биологического факультета Белорусского государственного университета в ходе работы над НИР № 684/56 «Анализ функционального состояния мозга с помощью электроэнцефалографии у пациентов с бруксизмом» (№ госрегистрации 20211944) ГПНИ «Конвергенция – 2025». Соискатель является руководителем НИР «Сенсорно-моторные реакции стволовых ядер и нервных структур при гипертонусе жевательной мускулатуры и в условиях предъявления пищевых стимулов», получившей финансирование в рамках гранта БГУ на 2021 г. Тема исследования соответствует приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 гг., утвержденным Указом Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 г. № 156 (пп. «системная и синтетическая биология» п. 2 – Биологические, химические, медицинские и фармацевтические технологии и производства).

**Цель и задачи исследования.** Цель работы – выявить электрофизиологическими методами особенности активации афферентного звена вкусовой сенсорной системы в ходе рецепции нутриентов.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Методом компьютерного частотного картирования ЭЭГ охарактеризовать распределение суммарной электрической активности головного мозга человека при предъявлении на рецепторы языка пищевых раздражителей, вызывающих ощущения сладкого, соленого, кислого вкусов и чувство жжения.

2. Выявить электрофизиологические корреляты рецепции соленого, сладкого, жгучего и кислого вкуса в импульсации афферентных волокон барабанной струны крысы.

3. Исследовать способность экстероцептивных волокон *Chorda tympani* к интероцепции в условиях модельной системной гипергликемии.

**Объект исследования** – здоровые взрослые добровольцы обоего пола (возраст 18–25 лет); белые лабораторные крысы-самцы массой 200–400 г.

**Предмет исследования** – суммарная электрическая активность коры больших полушарий головного мозга; электрическая активность афферентных волокон висцеральных и соматических нервов (барабанная струна, брюшноаортальный нерв, большой ушной нерв, седалищный нерв).

**Научная новизна.** Впервые электроэнцефалографическим методом было установлено распределение локусов активности по коре больших полушарий при действии на язык растворов глюкозы, натрий-хлорида, лимонной кислоты, а также пряностей черного и жгучего перца.

Впервые определено, что ведущий частотный компонент, выделяемый из электрического сигнала при локализации отводящего электрода на поверхности ушной раковины (до 66% общей мощности спектра), расположен в одном диапазоне с таковым, регистрируемым от стандартных точек отведения на поверхности скальпа при вкусовой рецепции.

Впервые выявлен ингибирующий характер реакции вкусовых рецепторов на действие глюкозы и хлористого натрия после действия на рецептивное поле порошка жгучего перца. Обнаружена переменная интенсивность афферентного сигнала в чувствительных проводниках *Chorda tympani*.

Впервые установлено, что внутривенное введение раствора глюкозы, вызывающее гипергликемию, сопровождается активацией афферентных волокон барабанной струны, независимо от уровня саливации в ротовой полости. Реакция сообразна ответу интероцептивных чувствительных волокон брюшноаортального нерва и отсутствует у нервных волокон соматических нервов, что подтверждает внесосудистую локализацию интероцепторов со свойствами глюкорцепторов.

#### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

1. Внесение в полость рта пищевых стимулов различных вкусовых модальностей (сладкого, соленого, кислого, пряностей перца) сопровождается неодинаковым изменением суммарной электрической активности мозга, выражающемся в появлении дифференцированно локализованной активности, характеризующейся усилением определенной частоты ЭЭГ-ритма, в зависимости от модальности предъявленного стимула.

2. Капсаицин-содержащие компоненты пищи, действуя в ротовой полости, способны оказывать ингибирующее влияние на процессы вкусовой рецепции глюкозы и хлорида натрия на уровне периферического отдела вкусового анализатора.

3. Экстероцептивные волокна барабанной струны проявляют интероцептивные глюкосенсорные свойства при индукции системной гипергликемии.

**Личный вклад соискателя.** Соискателем лично был выполнен весь объем экспериментальной работы, математическая и статистическая обработка данных, анализ и обсуждение результатов исследования. Также самостоятельно осуществлялась подготовка иллюстраций, таблиц и оформление рукописи диссертационной работы. Научным руководителем была предложена тема диссертации, оказана консультативная помощь в постановке цели и формулировке задач исследования, разработке методических подходов к их решению, оказана консультативная помощь в обсуждении результатов работы. В соавторстве с научным руководителем соискателем опубликованы 14 работ.

**Апробация результатов диссертации.** Ключевые результаты, полученные в ходе работы над диссертацией, были представлены в форме устных докладов на следующих конференциях: VI Республиканская научно-практическая конференция молодых ученых «Природа, человек и экология» (Брест, 2019); Республиканская конференция с международным участием «Физико-химическая биология как основа современной медицины» (Минск, 2019); Научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные вопросы физиологии», посвященная 60-летию кафедры нормальной физиологии (Гродно, 2019); XXI, XXII Республиканские научно-практические конференции молодых ученых (Брест, 2019, 2020); Научно-практическая конференция с международным участием «Современная морфология: проблемы и перспективы развития», посвященная 90-летию со дня рождения П.И. Лобко (Минск, 2019); Международная научная конференция «Исследования мозга. Передовые достижения нейрофизиологии» (Минск, 2019); XVI Международная конференция молодых ученых «Молодежь в науке – 2019» (Минск, 2019); Республиканская научно-практическая конференция с международным участием «Современные проблемы естествознания в науке и образовательном процессе» (Минск, 2019); Международная научно-практическая конференция «Биотехнологические основы получения и применения природных биологически активных веществ (Нарочанские чтения – 12)» (Минск–Ставрополь, 2020); Международные молодежные научные форумы «Ломоносов» (Москва, 2020, 2021).

**Опубликованность результатов диссертации.** По результатам диссертационного исследования опубликовано 26 работ. Из них 7 статей в рецензируемых научных журналах, соответствующих п. 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, входящих в список рекомендованных ВАК Республики Беларусь; 4 – в сборниках научных статей; 15 – тезисы докладов и материалы конференций. 12 научных работ опубликованы без соавторов. В 26 работах соискатель является первым автором. Общий объем материалов, опубликованных по теме диссертации, составляет 11,4 авторского листа (из них личного авторства соискателя – 7,25).

**Структура и объем диссертации.** Рукопись диссертации включает 129 страниц (основной текст – 102 страницы). Она состоит из введения, общей характеристики работы, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, результатов проведенных экспериментов, обсуждения результатов, заключения, списка литературы, включающего 295 источников (17 – на русском, 278 – на английском языке), а также список публикаций диссертанта (26 работ), и одного приложения. Работа содержит 33 иллюстрации и 2 таблицы.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Материалы и методы исследования.** Определение суммарной электрической активности головного мозга человека выполнялось в 9 сериях (n=183). Проведение электроэнцефалографических обследований осуществлялось согласно Рекомендациям экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэпилептической лиги по проведению рутинной ЭЭГ [Беляев О. В., Самыгин Д. В., 2016].

Электроды накладывались на скальп в соответствии с международной системой 10–20. В обследованиях с экспериментальным отведением электроды располагались внутри ушной раковины. Анализировались индексы ритмов ЭЭГ в диапазонах  $\delta$  (0,5–4 Гц),  $\Theta$  (5–8 Гц),  $\alpha$  (9–14 Гц),  $\beta$  (15–35 Гц).

Раздражителями были избраны носители модальностей вкуса, которые являются нутриентами и одновременно компонентами внутренней среды организма. Вслепую предъявлялись следующие вкусовые стимулы (t=25°C, на 10 мин, по 10 мл): 1) водный раствор NaCl массовой долей 0,098%, 0,14%, 0,2%, 0,4%, 0,9% (ГОСТ ISO 3972-2014); 2) водный раствор глюкозы массовой долей 1%, 5%, 10%, 20% (ГОСТ ISO 3972-2014); 3) водный раствор лимонной кислоты массовой долей 1% (ГОСТ ISO 3972-2014); после выдерживания раствора в ротовой полости ЭЭГ регистрировалась после его проглатывания без отмывки; 4) навеска порошка перца красного молотого массой 0,1 г (ГОСТ 29053-91); 5) навеска порошка перца черного молотого массой 0,1 г (ГОСТ 29050-91); 6) образец свежей мякоти плода рода *Capsicum* массой 5 г; 7) смесь растворов NaCl 0,9% и глюкозы 10% в соотношении 1:1; 8) кусок льда около 10 г начальной температурой –10 °С. Для записи контроля при предъявлении жидких стимулов использована проточная питьевая вода (10 мл), в случае с твердыми – ватный тампон. Между предъявлениями различающихся растворов проводилось ополаскивание ротовой полости.

В 8 сериях по исследованию афферентных нервных проводников вкусовой сенсорной системы использованы белые крысы массой 200–400 г (n=77), наркотизированные уретаном (1 г/кг). Учитывались положения Европейской конвенции об обращении с лабораторными животными. Условия проведения эксперимента, требования к операционным процедурам и порядок регистрации афферентной активности нервных волокон соблюдались с учетом рекомендаций, разработанных в Институте физиологии НАН Беларуси [Солтанов В. В., Бурко В. Е., 2005]. При нанесении на поверхность языка вкусовых пищевых стимулов проводилась регистрация афферентной импульсной активности в барабанной струне (*Chorda tympani*), отведенный сигнал анализировался по амплитуде и частоте.

Для стимуляции рецепторов языка крысы использовались (t=25°C, длительно): 1) водный раствор NaCl массовой долей 0,9%; 2) водный раствор

глюкозы массовой долей 20%; 3) навеска кристаллов поваренной соли массой 0,1 г; 4) навеска порошка перца красного молотого массой 0,1 г; 5) навеска порошка перца черного молотого массой 0,1 г. Все растворенные раздражители предъявлялись на язык животным в объеме 0,1 мл. В качестве контроля при предъявлении жидких форм стимулов выступала проточная питьевая вода (0,1 мл), в случае с твердыми – ватный тампон, равный по массе предъявляемому раздражителю. В отдельной серии осуществлялась предварительная обработка интактной поверхности языка крысы порошком жгучего перца с последующей отмывкой и нанесением а) раствора NaCl 0,9%; б) раствора глюкозы 20%.

Афферентная активность нервных волокон регистрировалась и при внутривенном введении глюкозы. Осуществлялась инъекция 1 мл водного раствора массовой долей 4%, 8%, 12%, 20% [Чумак А. Г. и др., 2008] в бедренную вену крысы. В группе сравнения вводился 1 мл изотонического раствора NaCl. Регистрировались частота и амплитуда афферентной импульсации нервных волокон барабанной струны (растворы 4%, 8%, 12%, 20%), большого ушного, седалищного, брюшноаортального нервов (раствор 20%).

Электроэнцефалографические и электронейрографические исследования, математическая обработка данных и картирование спектров мощности осуществлялись при помощи лицензионного оборудования «Нейрон-Спектр 4» производства ООО «Нейрософт», РФ.

Обработка полученных экспериментальных значений по выборкам осуществлялась стандартными статистическими методами (Microsoft Excel 2016, Statistica 8.0, R 4.0.2).

### **Изменения электроэнцефалограммы человека при действии на рецепторы языка вкусовых раздражителей**

Исследования реакций мозга человека на действие вкусовых стимулов проводились в соответствии с рекомендациями современных публикаций [Hardikar S. et al., 2018; Andersen C. A., 2019]. Они подтвердили преимущества количественного анализа частотных и амплитудных характеристик естественных корковых электрических сигналов при возбуждении вкусовых рецепторов. Опубликованы данные о том, что при анализе компонентов ЭЭГ возможно выявить те составляющие, которые соотносятся с активацией коркового отдела вкусовой сенсорной системы [Wallroth R. et al., 2018].

В доступных источниках не описано топографическое распределение активности по коре при предъявлении конкретного вкусового стимула.

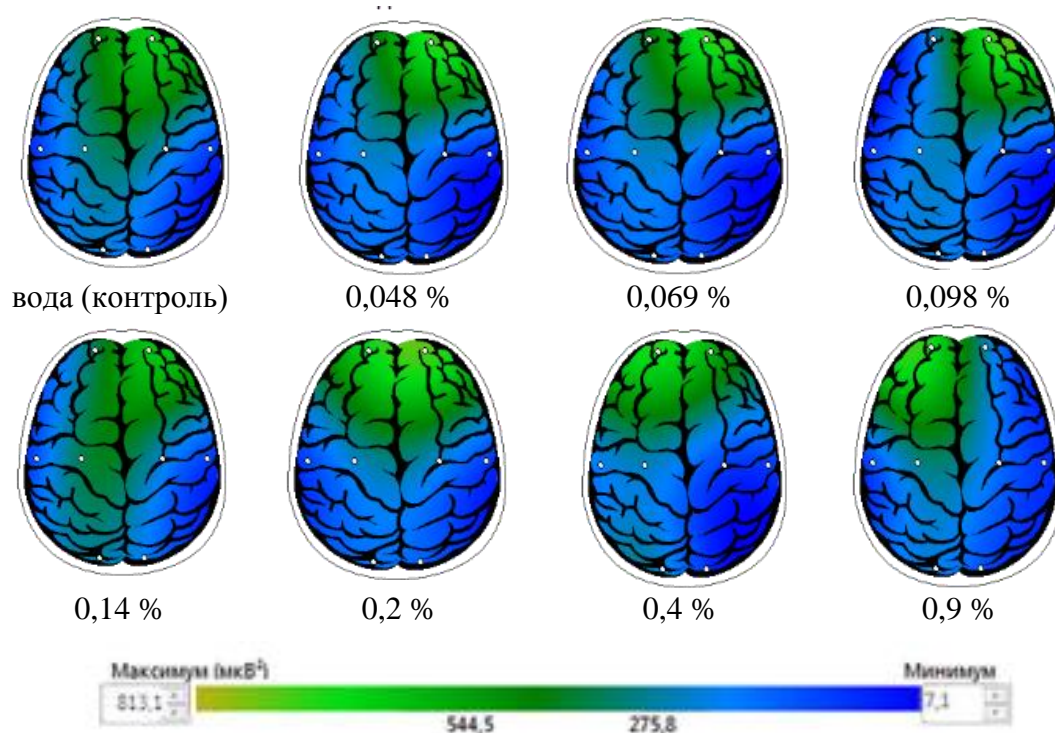
Установлено, что при предъявлении растворов поваренной соли и глюкозы, а также их смеси, в качестве вкусовых стимулов может наблюдаться



как увеличение (ответ на предъявление раствора NaCl), так и уменьшение (на раствор глюкозы) значений мощности спектра волн ЭЭГ. Основная спектральная ритмика наблюдалась в дельта-частотном диапазоне. При предъявлении раствора глюкозы массовой долей 1% наблюдалось достоверное снижение индекса дельта-компонента спектра относительно уровня фона ( $58,8 \pm 2,0\%$ ) до  $49,0 \pm 3,1\%$ . При предъявлении других концентраций раствора индекс дельта-ритма значимо не отличался от контроля.

При предъявлении соленого вкусового раздражителя в возрастающей концентрации достоверные отличия от контроля наблюдались в левом лобном отведении в дельта-частотах при предъявлении раствора поваренной соли 0,4% (рост до  $64,3 \pm 6,2\%$  против  $52,2 \pm 3,9\%$  ( $p < 0,05$ )). Более высокий индекс дельта был зафиксирован при предъявлении раствора NaCl 0,9% ( $67,0 \pm 3,8\%$ ).

С возрастанием концентрации NaCl в растворе происходило смещение локуса активности в левую фронтальную область коры (рисунок 1).



**Примечание – Мощность дельта-частот ( $\text{мкВ}^2$ ) возрастает от синего к красному**

**Рисунок 1. – Смещение локуса активности при предъявлении растворов NaCl различной концентрации у отдельно взятого испытуемого с наибольшей степенью выраженности данного эффекта**

Это может быть косвенным подтверждением изменений в работе нейронных сетей левой фронтальной зоны коры при повышении концентрации опытного раствора.

При предъявлении на язык раствора цитрата было установлено, что преобладающей формой реакции по выборке была активность в различных

локусах правого полушария мозга. Например, достоверные отличия индекса бета-ритма под правым фронтальным электродом наблюдались при предъявлении разведения 1% ( $19,4 \pm 0,4\%$  при  $13,8 \pm 1,5\%$  в контроле).

По результатам серии неясно, обусловлена ли данная активность исключительно рецепцией вкуса, либо же в ней отражены другие виды чувствительности. Поэтому было выполнено сравнение паттернов ЭЭГ, вызванных нанесением на язык раствора цитрата и его проглатыванием. Отмывка языка после проглатывания не проводилась. Выяснено, что достоверный рост спектральной мощности происходит лишь в бета-частотном диапазоне в правой фронтальной области коры. Таким образом, бета-частотная динамика под правым лобным электродом может быть выделена как коррелят вкусовой чувствительности к раствору лимонной кислоты.

Метод частотного картирования спектров мощности позволил выявить различную топологию зон ЭЭГ-активности при стимуляции языка «острым» вкусом. При действии на вкусовые рецепторы пряностей жгучего перца, а также мякоти плодов перца рода *Capsicum* наблюдается всплеск активности в бета-частотном диапазоне (с  $17,1 \pm 4,1\%$  до  $33,8 \pm 1,5\%$  ( $p < 0,05$ )) в правой фронтальной области коры, возможно, связанный с действием капсаицина на ноцицептивные афферентные волокна [Кульчицкий В. А. и др., 1994]. При аппликации на язык порошка черного перца точка максимальной активности локализовалась в левой фронтальной области коры с доминирующей дельта-частотной составляющей.

Не менее выраженную реакцию давала аппликация на поверхность языка 5 г сочной мякоти свежего плода жгучего перца. На воздействие сочной мякотью жгучего перца в дополнение к росту активности в бета-частотном участке спектра ЭЭГ отмечено изменение спектральной мощности в тета-диапазоне (рост индекса тета-ритма с  $18,8 \pm 1,0\%$  до  $23,4 \pm 2,0\%$  в отведении С3-А1, с  $18,8 \pm 1,6\%$  до  $21,5 \pm 1,1\%$  в С4-А2 ( $p < 0,05$ )).

По итогам анализа было выявлено значительное сходство в характере активности нейронных популяций, зарегистрированном аурикулярно и в стандартных отведениях. Это сходство обнаружено по совпадению импульсации в разных частотных диапазонах. Так, например, при вкусовой рецепции порошка жгучего перца спектральный состав ЭЭГ, отведенной от ушных раковин, менялся в бета-частотном диапазоне (рост на  $65,7 \pm 1,6\%$  от левого уха ( $p < 0,05$ )). Указанные изменения согласуются с ЭЭГ-активностью, зарегистрированной от поверхности головы в лобных отведениях (рост на  $50,3 \pm 2,9\%$  в бета-частотном диапазоне ( $p < 0,05$ )).

Таким образом, отражение в аурикулярном сигнале наиболее ярких сдвигов активности, зафиксированных методом ЭЭГ, позволяет рассматривать

возможность его использования наравне с традиционным для изучения сенсорной рецепции вкуса пищевых раздражителей.

### **Особенности рецепции вкусовых раздражителей афферентными системами языка крысы**

Различия в восприятии густаторной сенсорной системой вкуса пищи, одобренной такими усиливающими вкус пищевыми компонентами, как поваренная соль или перец, зависят от многих факторов, среди которых можно выделить функционирование афферентных волокон.

В ходе экспериментов был определен паттерн активации *Chorda tympani* при действии на язык растворов поваренной соли, глюкозы, а также их смеси. В течение первых минут после нанесения раствора NaCl частота импульсной активности *Chorda tympani* возросла с  $13,7 \pm 0,5$  имп/с в контроле до отметки  $20,3 \pm 0,4$  имп/с ( $p < 0,05$ ). Максимальное значение составило  $20,6 \pm 0,2$  имп/с.

Аппликация глюкозы на дорсальную поверхность языка вызывала рост афферентной активности до  $16 \pm 0,9$  имп/с на первой минуте воздействия (в среднем) с  $9,1 \pm 0,9$  имп/с в контроле ( $p < 0,05$ ). Ее максимальное значение составило  $21,2 \pm 0,6$  имп/с и было достигнуто на 13 минуте стимуляции.

Жгучий перец вызывал прирост активности лишь в ряде опытов, в других никакой реакции на его присутствие отмечено не было. Однако было обнаружено, что предварительное нанесение на поверхность языка порошка жгучего перца с последующей отмывкой изменяло паттерн импульсации, в норме наблюдаемый для барабанной струны при стимуляции рецепторов.

После предварительной обработки языка порошком красного перца и последующего нанесения на него раствора глюкозы 20% возрастания частоты импульсации в барабанной струне выявлено не было. Так, среднее значение частоты импульсации в контроле составило  $18,69 \pm 0,38$  имп/с, а в течение 30 мин после аппликации глюкозы –  $17,98 \pm 0,35$  имп/с. То же самое наблюдалось и при стимуляции вкусовых рецепторов раствором поваренной соли. Если в контроле среднее значение фоновой частоты импульсации находилось на уровне  $23,9 \pm 0,2$  имп/с, то после предъявления порошка жгучего перца и последующего нанесения раствора хлорида натрия значение частоты импульсации постепенно достигло уровня  $19,1 \pm 0,4$  имп/с.

Разница уровней фона в опытах по нанесению растворов глюкозы и поваренной соли на интактный и обработанный перцем язык может быть объяснена проведением опытов в разное время года, происхождением лабораторный животных из разных пометов.

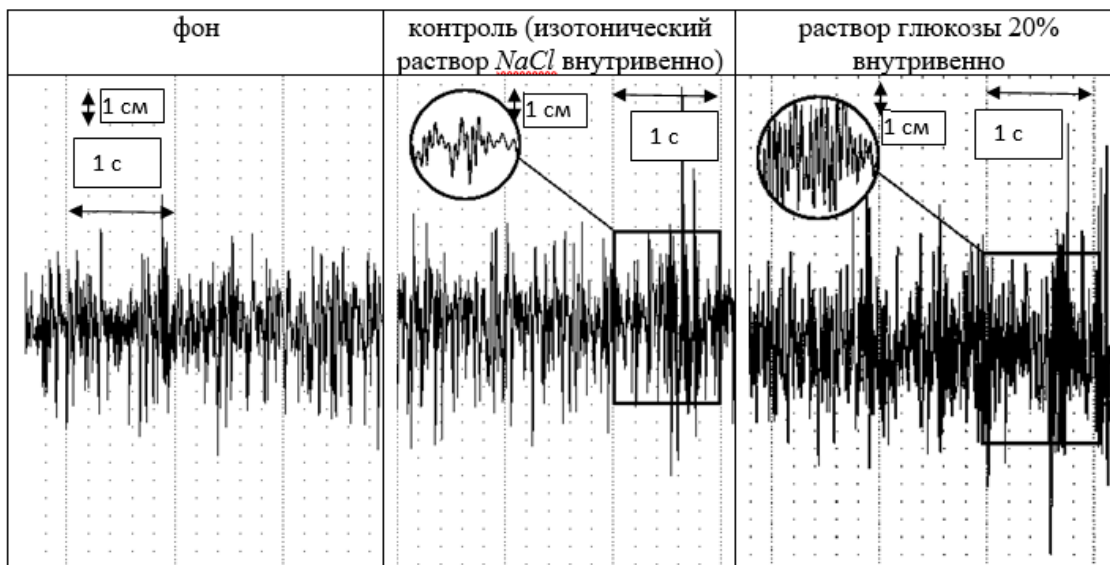
В ходе исследования был установлен волновой характер импульсной активности барабанной струны. Выявлено, что результатом воздействия на язык вкусового стимула является изменение длительности периода ее

колебательного профиля. Это может свидетельствовать о формировании временного паттерна активации, в котором зашифрована информация о параметрах воспринимаемого вкуса. Кроме того, обнаружено, что характер колебательных профилей активации *Chorda tympani* при нанесении на язык порошков черного и жгучего перца отличается от такового при предъявлении растворов поваренной соли и глюкозы. Возможно, это обусловлено разобщением транспорта болевой и вкусовой информации по нескольким нервным путям. При этом барабанная струна является преимущественным проводником импульсации от вкусовых рецепторов языка.

### Реакции афферентных волокон соматических и висцеральных нервов в процессе моделирования гипергликемии

Экстероцептивные свойства афферентных волокон барабанной струны исследуются на протяжении ряда десятилетий. Данных о том, что чувствительные нервные волокна барабанной струны могут быть вовлечены в рецепцию глюкозы, действующей со стороны внутренней среды, в литературе не обнаружено.

Нами было установлено, что внутривенное введение раствора глюкозы в высоких концентрациях, вызывающих состояние гипергликемии, сопровождается заметной реакцией афферентных волокон в составе барабанной струны. Введение 20% раствора сопровождалось увеличением частоты с  $8,2 \pm 0,6$  имп/с до  $19,7 \pm 0,4$  имп/с ( $p < 0,05$ ) (рисунок 2).



Примечание – По вертикали обозначена амплитуда сигнала (1 см=2 мкВ), по горизонтали – время (с). Параметры калибровочной сетки указаны на нейрограммах

Рисунок 2. – Афферентная активность волокон барабанной струны до (контроль) и на первой минуте после внутривенного введения водного раствора глюкозы с массовой долей 20%

Статистически значимый прирост частоты импульсации наблюдался в течение первых четырех–пяти секунд. Реакция на внутривенное введение раствора глюкозы проявлялась и в изменении амплитудных характеристик. Так, средняя амплитуда потенциалов после внутрисосудистого воздействия 20%-ного раствора возрастала с  $6,4 \pm 2,2$  мкВ до  $13,0 \pm 3,6$  мкВ ( $p < 0,05$ ). Указанные изменения были зафиксированы на пятой секунде после завершения введения и извлечения иглы из сосуда.

Рост амплитудных и частотных характеристик импульсации наблюдался как в условиях естественного увлажнения поверхности языка слюной, так и при ограничении саливации. В последнем случае амплитуда сигнала при внутривенном введении 1 мл 20% раствора глюкозы возрастала с  $4,2 \pm 2,4$  до  $10,4 \pm 3,4$  мкВ ( $p < 0,05$ ). Частота афферентной импульсации также увеличивалась с  $8,3 \pm 0,9$  до  $20,2 \pm 0,3$  имп/с ( $p < 0,05$ ) (рисунок 2).

В опытах зарегистрировано возрастание активности афферентных волокон в составе ветвей брюшноаортального сплетения после внутривенного введения глюкозы (1 мл). При этом частота импульсации значимо изменялась с  $15,2 \pm 0,5$  имп/с до  $18,4 \pm 2,4$  имп/с уже в течение 3–4 с после окончания введения, что несколько меньше изменений, зарегистрированных для барабанной струны. Далее на первой минуте достигалось максимальное значение в  $18,7 \pm 1,3$  имп/с, после чего шло ее снижение до уровня фона. За интраваскулярным введением глюкозы следовал рост амплитуды пиков с  $18,8 \pm 2,3$  до  $39,9 \pm 4,9$  мкВ к концу первой минуты регистрации, что свидетельствует о синхронизации активности отдельных афферентных волокон.

Также было установлено, что внутривенное введение 1 мл 20%-ного раствора глюкозы не сопровождалось реакцией со стороны афферентных волокон седалищного и большого ушного нервов. Амплитуда и частота следования импульсов в них статистически не отличались от фонового уровня. Так, до начала воздействия частота импульсации волокон большого ушного нерва составила  $17,4 \pm 0,3$  имп/с. После инъекции раствора моносахарида она составила  $17,6 \pm 0,2$  имп/с. Активность седалищного нерва также значимо не изменялась. Перед началом пробы частота афферентной активности его волокон равнялась  $17,9 \pm 0,2$  имп/с. Инъекция раствора глюкозы внутривенно не сопровождалась подъемом уровня импульсации, с сохранением частоты пиков нейrogramмы на уровне  $17,6 \pm 0,3$  имп/с. Достоверное сохранение значений импульсации без реакции на гипергликемию у волокон соматических нервов, обнаруженное в опытах, свидетельствует об отсутствии в их составе проводников с «сосудистыми» хеморецепторными окончаниями. Результаты в согласии с данными классической литературы [Минут-Сорохтина О. П., 1972] ставят вопрос о том, что глюкорцепторные интероцептивные окончания присутствуют не диффузно во всех сосудах тела, а расположены локально.

К таким локальным глюкорецепторным рецептивным полям, наряду с областями иннервации барабанной струной (язык), относятся и те органы, которые иннервирует брюшноаортальный нерв – органы малого таза с мочевым пузырем и толстой кишкой. Именно в этих органах обнаружены [Laffitte A. et al., 2014] так называемые экстраоральные глюкочувствительные мембранные рецепторы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

Определены паттерны электрической активности нейронных сетей мозга человека и их топографическая локализация, а также характер активации афферентных волокон барабанной струны лабораторной крысы в процессе рецепции растворов глюкозы, поваренной соли, лимонной кислоты, а также пряностей перечной группы сенсорами ротовой полости и интероцепторами.

1. При анализе ЭЭГ добровольцев обнаружены различия в частотных характеристиках и топографическом распределении активности нейронных сетей мозга при рецепции нутриентов в полости рта. После предъявления раздражителей соленого и сладкого вкусов основные изменения параметров ЭЭГ обнаружены в диапазоне дельта-частот (достоверное ( $p < 0,05$ ) падение индекса мощности с  $58,8 \pm 2,0\%$  до  $49,0 \pm 3,1\%$  при рецепции раствора глюкозы 1%, рост с  $52,2 \pm 3,9\%$  до  $67,0 \pm 3,8\%$  ( $p < 0,05$ ) при действии раствора хлорида натрия 0,9% [1, 4]) с локализацией в левой фронтальной области коры. ЭЭГ-сигналы, сопутствующие предъявлению жгучего перца (возрастание индекса ритма на 97,7%) [3, 4] и лимонной кислоты (увеличение на 73,1% при воздействии 1%-ным раствором) [2], проявлялись в диапазоне бета-частотного компонента спектра в правой фронтальной коре.

2. В процессе контакта с поверхностью языка лабораторной крысы вкусовых раздражителей обнаружена активация афферентных волокон *Chorda tympani*, выражающаяся в достоверном ( $p < 0,05$ ) учащении их импульсации (при раздражении раствором глюкозы 20% – с  $9,1 \pm 0,9$  имп/с до  $21,2 \pm 0,6$  имп/с, раствором хлорида натрия 0,9% – с  $13,7 \pm 0,5$  имп/с до  $20,6 \pm 0,2$  имп/с [5]). Предварительная обработка языка жгучим перцем отменяла рост активности, сопровождающий нанесение растворов глюкозы и поваренной соли на сосочки языка (наблюдалось отсутствие изменений частоты импульсации:  $18,69 \pm 0,38$  имп/с до и  $17,98 \pm 0,35$  имп/с после стимуляции раствором глюкозы;  $23,9 \pm 0,2$  имп/с в контроле и  $19,1 \pm 0,4$  имп/с – в течение 30 мин после действия раствором NaCl). Обнаружена переменная интенсивность афферентного сигнала в чувствительных проводниках *Chorda tympani* [5].

3. Установлена вовлеченность афферентных волокон барабанной струны в рецепцию глюкозы во внутренней среде организма. Внутривенное введение 1 мл 20%-ного раствора глюкозы сопровождалось достоверным ростом параметров афферентной импульсации в волокнах ветвей брюшноаортального сплетения (с  $18,8 \pm 2,3$  до  $27,3 \pm 2,7$  мкВ ( $p < 0,05$ ) по амплитуде) и барабанной струны (с  $8,2 \pm 0,6$  имп/с до  $19,7 \pm 0,4$  имп/с ( $p < 0,01$ ) по частоте). В ходе нейрографии седалищного и большого ушного нервов достоверных изменений параметров импульсации обнаружено не было ( $17,4 \pm 0,3$  имп/с до воздействия и  $17,6 \pm 0,2$  имп/с после – для большого ушного нерва,  $17,9 \pm 0,2$  имп/с в контроле и  $17,6 \pm 0,3$  имп/с при гипергликемии – для седалищного) [6, 7].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

Разработана методика оценки вкусовой рецепции аппетитивных стимулов, заключающаяся в применении метода электронейрографии для определения функционального состояния афферентного звена вкусового анализатора лабораторной крысы, а также метода электроэнцефалографии с целью определения электрической активности вкусовой коры человека. Методика позволяет получать сведения относительно уровня функционирования проводникового и центрального отделов вкусовой сенсорной системы. Разработка внедрена на кафедре физиологии человека и животных биологического факультета Белорусского государственного университета и используется в учебном процессе (акт о внедрении № 2.4/188 от 02.07.2021 г.).

## **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Статьи в научных журналах**

1. Саваневская, Е. Н. Электрофизиологические корреляты активности орбито-фронтальной коры мозга в процессе сенсорной рецепции сладкого / Е. Н. Саваневская, А. Г. Чумак // Новости медико-биологических наук. – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 16–22.

2. Саваневская, Е. Н. Электроэнцефалографические корреляты коркового этапа сенсорной рецепции лимонной кислоты / Е. Н. Саваневская // Журнал Белорусского государственного университета. Биология. – 2019. – № 3. – С. 33–39.

3. Саваневская, Е. Н. Изменение электроэнцефалограммы человека в процессе сенсорной рецепции пряностей перечной группы / Е. Н. Саваневская, А. Г. Чумак // Новости медико-биологических наук. – 2019. – Т. 19, № 4. – С. 9–14.

4. Саваневская, Е. Н. ЭЭГ-корреляты вкусовой рецепции нутриентов в электрическом сигнале, отведенном от ушных раковин / Е. Н. Саваневская, А. Г. Чумак // Новости медико-биологических наук. – 2020. – Т. 20, № 4. – С. 5–11.

5. Саваневская, Е. Н. Флуктуации частоты афферентной импульсации в *Chorda tympani* при рецепции нутриентов базовых и жгучих вкусовых модальностей / Е. Н. Саваневская, А. Г. Чумак // Новости медико-биологических наук. – 2021. – Т. 21, № 1. – С. 5–12.

6. Саваневская, Е. Н. Активность афферентных волокон висцеральных и соматических нервов в условиях повышенного содержания глюкозы в крови / Е. Н. Саваневская, А. Г. Чумак // Новости медико-биологических наук. – 2021. – Т. 21, № 2. – С. 5–10.

7. Саваневская, Е. Н. Количественные характеристики сигнализации в афферентных волокнах барабанной струны при рецепции глюкозы во внутренней среде организма / Е. Н. Саваневская // Новости медико-биологических наук. – 2021. – Т. 21, № 2. – С. 32–37.

#### **Статьи в сборниках и материалах конференций**

8. Саваневская, Е. Н. Электрическая активность мозга при активации вкусового анализатора / Е. Н. Саваневская, А. Г. Чумак, К. М. Люзина // Актуальные вопросы физиологии : сборник материалов научно-практической конференции с международным участием, посвященная 60-летию кафедры нормальной физиологии, Гродно, 23 мая 2019 г. / Гродненский государственный медицинский университет ; отв. ред. В. В. Зинчук. – Гродно, 2019. – С. 214–218.

9. Саваневская, Е. Н. Применение ЭЭГ-картирования мозга для определения локуса активации коры больших полушарий при сенсорной рецепции вкуса / Е. Н. Саваневская, А. Г. Чумак // Современная морфология: проблемы и перспективы развития : сб. трудов науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Республики Беларусь, лауреата Государственной премии Республики Беларусь, профессора Петра Иосифовича Лобко, Минск, 3–4 октября 2019 г. / Белорусский государственный медицинский университет ; редкол.: Н. А. Трушель [и др.]. – Минск, 2019. – Ч. 2. – С. 82–84.

10. Саваневская, Е. Н. Электрическая активность коры больших полушарий мозга в процессе вкусовой рецепции пряностей острого вкуса / Е. Н. Саваневская, А. Г. Чумак // Современные проблемы естествознания в науке и образовательном процессе : сборник статей Республиканской научно-практической конференции с международным участием, Минск, 19 октября 2019 г. / БГПУ имени М. Танка ; редкол.: А. В. Деревинский [и др.]. – Минск, 2019. – С. 137–139.



11. Саваневская, Е. Н. Афферентная активность в проводниковом отделе вкусового анализатора при действии капсаицин-содержащей пряности / Е. Н. Саваневская, А. Г. Чумак // Биотехнологические основы получения и применения природных биологически активных веществ (Нарочанские чтения – 12) : материалы Международной научно-практической конференции, Минск-Ставрополь, 14 октября 2020 г. / Белорусский государственный университет, Северо-Кавказский федеральный университет ; редкол.: В. П. Курченко [и др.]. – Минск-Ставрополь, 2020. – С. 134–138.

#### Тезисы докладов

12. Саваневская, Е. Н. Электрофизиологические корреляты и индивидуальный порог вкусовой чувствительности при сенсорной рецепции NaCl и C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> / Е. Н. Саваневская // Сборник материалов XXI Республиканской научно-практической конференции молодых ученых, Брест, 10 мая 2019 г. : сб. материалов : в 2 ч. / М-во образования Респ. Беларусь, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. Е. Будько. – Брест, 2019. – Ч. 1. – С. 133–134.

13. Саваневская, Е. Н. Реактивность афферентов *Chorda tympani* в процессе вкусовой рецепции черного перца / Е. Н. Саваневская // XXII Республиканская научно-практическая конференция молодых ученых, Брест, 15 мая 2020 г. : сб. материалов : в 2 ч / М-во образования Респ. Беларусь, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. Е. Будько. – Брест, 2020. – Ч. 1. – С. 169–170.

14. Саваневская, Е. Н. Регистрация эффекта возбуждения интероцепторов в электроэнцефалограмме, отведенной от ушной раковины / Е. Н. Саваневская, А. Г. Чумак / Актуальные исследования висцеральных систем в биологии и медицине : сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Астрахань, 11–12 ноября 2020 г. / Астраханский государственный университет ; сост.: Д. Л. Теплый, Е. И. Кондратенко, Е. В. Курьянова, А. В. Трясучев. – Астрахань, 2020. – С. 59–60.

15. Саваневская, Е. Н. Электрическая активность коры больших полушарий при предъявлении NaCl в качестве вкусового раздражителя / Е. Н. Саваневская // Природа, человек и экология : сб. тез. докл. 6-й Респ. науч.-практ. конф. молодых ученых, Брест, 28 марта 2019 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: С. М. Ленивко, А. Н. Тарасюк, И. Д. Лукьянчик ; под общ. ред. С. Э. Кароза. – Брест, 2019. – С. 88.

16. Саваневская, Е. Н. Отражение вкусовой рецепции растворов NaCl и C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> различных концентраций в электрической активности фронтальных областей коры больших полушарий человека / Е. Н. Саваневская, А. Г. Чумак // Физико-химическая биология как основа современной медицины : тезисы

докладов республиканской конференции с международным участием, посвященной 110-летию со дня рождения В. А. Бандарина, Минск, 24 мая 2019 г. : в 2 ч. / Белорусский государственный медицинский университет ; редкол.: В. В. Хрусталёв [и др.]. – Минск, 2019. – Ч. 2. – С. 88–90.

17. Саваневская, Е. Н. Уровень активности коры больших полушарий во фронтальной области и зоне вертекса при действии NaCl и C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> в качестве вкусовых раздражителей / Е. Н. Саваневская // Актуальные проблемы нейробиологии : Международная конференция; X Всероссийская школа молодых ученых, посвященная памяти академика РАН Евгения Евгеньевича Никольского; сателлитный симпозиум «От нейрона к мозгу», Казань, 9–12 сентября 2019 г. : тезисы докладов / Казанский государственный университет ; редкол.: Э. А. Бухарева [и др.]. – Казань, 2019. – С. 131–132.

18. Саваневская, Е. Н. Активация коры больших полушарий в процессе вкусовой рецепции капсаицин-содержащих пищевых веществ / Е. Н. Саваневская, А. Г. Чумак // Труды международной научной конференции «Исследования мозга. Передовые достижения нейрофизиологии», Минск, 11 октября 2019 г. / Инст. физиол. НАН Беларуси ; редкол.: В. А. Кульчицкий [и др.]. – Минск, 2019. – С. 27–28.

19. Savaneuskaya, A. Implementation of ear-EEG approach in taste perception studies on example of saline sensation / A. Savaneuskaya // Молодежь в науке – 2019 : тезисы докладов XVI Международной конференции молодых ученых, Минск, 14–17 октября 2019 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых ; редкол.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2019. – С. 174–175.

20. Саваневская, Е. Н. Активность афферентных волокон барабанной струны в процессе вкусовой рецепции поваренной соли / Е. Н. Саваневская / Природа, человек и экология : сб. тез. докл. 7-й Респ. науч-практ. конф. молодых ученых, Брест, 2 апреля 2020 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: С. М. Ленивко, А. Н. Тарасюк, И. Д. Лукьянчик ; под общ. ред. С. Э. Кароза. – Брест, 2020. – С. 83.

21. Саваневская, Е. Н. Модификация афферентной активности в барабанной струне под действием жгучего перца в процессе вкусовой рецепции глюкозы / Е. Н. Саваневская / Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов-2020», Москва, 10–27 ноября 2020 г. [Электронный ресурс] / МГУ им. М. В. Ломоносова ; отв. ред. И. А. Алешковский, А. В. Андриянов, Е. А. Антипов. – Москва, 2020. – Режим доступа: [https://lomonosovmsu.ru/archive/Lomonosov\\_2020/index.htm](https://lomonosovmsu.ru/archive/Lomonosov_2020/index.htm), свободный – Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов-2020».

22. Саваневская, Е. Н. Динамика активации афферентных волокон в составе барабанной струны в ходе вкусовой рецепции NaCl / Е. Н. Саваневская,

А. Г. Чумак / Материалы международной конференции «Фундаментальные и прикладные науки – медицине», Минск, 14 октября 2020 г. / Институт физиологии НАН Беларуси ; редкол.: В. А. Кульчицкий [и др.] – Минск, 2020. – С. 60–61.

23. Саваневская, Е. Н. Импульсная активность в *Chorda tympani* при воздействии низкотемпературных раздражителей на рецепторы языка / Е. Н. Саваневская // Физико-химическая биология как основа современной медицины : республиканская конференция с международным участием, посвященная 80-летию со дня рождения Т. С. Морозкиной, Минск, 29 мая 2020 г. / Белорусский государственный медицинский университет ; редкол.: А. Д. Таганович [и др.]. – Минск, 2020. – С. 157–158.

24. Саваневская, Е. Н. Аfferентная активность волокон барабанной струны при инъекции растворов глюкозы / Е. Н. Саваневская // Природа, человек и экология : сб. тез. докл. 8-й Респ. науч-практ. конф. молодых ученых, Брест, 31 марта 2021 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: С. М. Ленивко, А. Н. Тарасюк, И. Д. Лукьянчик ; под общ. ред. С. Э. Кароза. – Брест, 2021. – С. 121.

25. Саваневская, Е. Н. Аfferентная активность *Chorda tympani* в ходе висцеральной рецепции глюкозы / Е. Н. Саваневская // Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов-2021», Москва, 12–23 апреля 2021 г. [Электронный ресурс] / МГУ им. М. В. Ломоносова ; отв. ред. И. А. Алешковский, А. В. Андриянов, Е. А. Антипов. – Москва, 2021. – Режим доступа: [https://lomonosovmsu.ru/archive/Lomonosov\\_2021/index.htm](https://lomonosovmsu.ru/archive/Lomonosov_2021/index.htm), свободный – Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов-2021».

26. Саваневская, Е. Н. Активность аfferентных волокон висцеральных и соматических нервов в условиях гипергликемии / Е. Н. Саваневская, А. Г. Чумак // Физико-химическая биология как основа современной медицины : тезисы докладов международной конференции, посвященной 75-летию со дня рождения Е. В. Барковского, Минск, 21 мая 2021 г. / Белорусский государственный медицинский университет ; редкол.: В. В. Хрусталёв [и др.]. – Минск, 2021. – С. 244–245.

## РЭЗІЮМЭ

## САВАНЕЎСКАЯ АЛЕНА МІКАЛАЕЎНА

## Электрафізіялагічны аналіз актыўнасці мозгу і сэнсарных нерваў пры ўзбуджэнні смакавых рэцэптараў

**Ключавыя словы:** электраэнцэфалаграфія (ЭЭГ), кара вялікіх паўшар'яў, індэкс рытму ЭЭГ, нутрыент, сэнсарная рэцэпцыя, аферэнтная актыўнасць, барабанная струна

**Мэта работы:** выявіць электрафізіялагічнымі метадамі асаблівасці актывацыі аферэнтнага зв'язна густаторнай сэнсарнай сістэмы ў працэсе рэцэпцыі нутрыентаў.

**Аб'ект даследавання** – здаровыя дарослыя добраахвотнікі абодвага полу (узрост 18–25 гадоў); белыя лабараторныя пацукі-самцы масай 200–400 г.

**Метады даследавання:** электраэнцэфалаграфія (ЭЭГ), электранейраграфія.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна.** Упершыню электраэнцэфалаграфічным метадам было ўсталявана размеркаванне локусаў актыўнасці па кары вялікіх паўшар'яў пры дзеянні на язык раствораў глюкозы, натрый-хларыду, цытрынавай кіслаты, а таксама чорнага і пякучага перцу.

Упершыню вызначана, што вядучы частотны кампанент, які выдаткоўваецца з электрычнага сігнала, калі яго адводзіць ад паверхні вушной ракавіны (да 66% агульнай магутнасці спектру), размешчаны ў адным дыяпазоне з тым, які рэгіструецца ад стандартных кропак адвядзення на паверхні скальпа пры рэцэпцыі смаку.

Упершыню выяўлены інгібіруючы характар рэакцыі смакавых рэцэптараў на дзеянне глюкозы і хларыстага натрыю пасля дзеяння на рэцэптыўнае поле парашка пякучага перцу. Выяўлена пераменная інтэнсіўнасць аферэнтнага сігнала ў аферэнтных валокнах *Chorda tympani*.

Упершыню вызначана, што ўнутравеннае ўвядзенне раствора глюкозы, якое выклікае гіперглікемію, суправаджаецца актывацыяй аферэнтных валокнаў *Chorda tympani*, незалежна ад узроўню салівацыі ў ротавай поласці. Рэакцыя адпаведна адказу інтэрацэптыўных адчувальных валокнаў брушнааортальнага нерву і адсутнічае ў нервовых валокнах саматычных нерваў, што пацвярджае пазасасудзістую лакалізацыю інтэрацэптараў з уласцівасцямі глюкокарэцэптараў.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні:** атрыманыя вынікі выкарыстоўваюцца ў навучальным працэсе біялагічнага факультэта БДУ (акт № 2.4/188 ад 02.07.2021 г.).

**Галіна выкарыстання:** фізіялогія харчавання.

**РЕЗЮМЕ****САВАНЕВСКАЯ ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА****Электрофизиологический анализ активности мозга и сенсорных нервов при возбуждении вкусовых рецепторов**

**Ключевые слова:** электроэнцефалография (ЭЭГ), кора больших полушарий, индекс ритма ЭЭГ, нутриент, сенсорная рецепция, афферентная активность, барабанная струна

**Цель работы:** выявить электрофизиологическими методами особенности активации афферентного звена вкусовой сенсорной системы в ходе рецепции нутриентов.

**Объект исследования** – здоровые взрослые добровольцы обоего пола (возраст 18–25 лет); белые лабораторные крысы-самцы массой 200–400 г.

**Методы исследования:** электроэнцефалография (ЭЭГ), электронейрография.

**Полученные результаты и их новизна.** Впервые электроэнцефалографическим методом было установлено распределение локусов активности по коре больших полушарий при действии на язык растворов глюкозы, натрий-хлорида, лимонной кислоты, а также пряностей черного и жгучего перца.

Впервые определено, что ведущий частотный компонент, выделяемый из электрического сигнала при локализации отводящего электрода на поверхности ушной раковины (до 66% общей мощности спектра), расположен в одном диапазоне с таковым, регистрируемым от стандартных точек отведения на поверхности скальпа при вкусовой рецепции.

Впервые выявлен ингибирующий характер реакции вкусовых рецепторов на действие глюкозы и хлористого натрия после действия на рецептивное поле порошка жгучего перца. Обнаружена переменная интенсивность афферентного сигнала в чувствительных проводниках *Chorda tympani*.

Впервые установлено, что внутривенное введение раствора глюкозы, вызывающее гипергликемию, сопровождается активацией афферентных волокон барабанной струны, независимо от уровня саливации в ротовой полости. Реакция сообразна ответу интероцептивных чувствительных волокон брюшноаортального нерва и отсутствует у нервных волокон соматических нервов, что подтверждает внесосудистую локализацию интероцепторов со свойствами глюкорецепторов.

**Рекомендации по использованию:** полученные результаты были внедрены в образовательный процесс биологического факультета БГУ (акт о внедрении № 2.4/188 от 02.07.2021 г.).

**Область применения:** физиология питания.

## SUMMARY

SAVANEUSKAYA ALENA

**Electrophysiological analysis of brain and sensory nerves activity upon taste receptors excitation**

**Keywords:** electroencephalography (EEG), cerebral cortex, EEG rhythm index, nutrient, sensory perception, afferent activity, *Chorda tympany*

**Research aim:** to reveal by mean of electrophysiological methods the activation pattern of gustatory afferent pathway during nutrients perception.

**Research objects** are healthy adult volunteers both male and female aged 18–25 as well as white laboratory male rats weighing 200–400 g.

**Research methods:** electroencephalography (EEG), electroneurography.

**Obtained results and their novelty.** By means of electroencephalographic method the distribution of activity loci in the cerebral cortex was revealed conditioned by glucose solutions, sodium chloride, citric acid, as well as black and hot pepper spices placed on the tongue.

It has been determined that the leading frequency component extracted from the electrical signal when the lead-off electrode is located on the surface of the auricle (up to 66% of the total spectral power) is located in the same frequency range as that recorded from standard leading points on the scalp surface.

The inhibitory nature of taste buds response to glucose and sodium chloride solutions after hot pepper powder application was revealed. A variable intensity of the afferent signal was found about sensory fibers of *Chorda tympani*.

It has also been established that intravenous administration of hyperglycemia causing glucose solution is accompanied by activation of *Chorda tympani* afferent fibers, regardless of the salivation level in the oral cavity. The response is consistent with the response of the interoceptive sensory fibers of the abdominal-aortic nerve and is absent in the nerve fibers of the somatic nerves. This confirms the extravascular localization of the interoceptors with the properties of glucoreceptors.

**Recommendations on application:** the results obtained were introduced into the educational process of the Faculty of Biology of the Belarusian State University.

**Field of application:** nutritional physiology.