

Подходы к лечению никотиновой зависимости с учетом нейробиологических аспектов патогенеза. Обзор литературы

Цель. Провести анализ современных исследований, описывающих наиболее эффективные терапевтические подходы к лечению никотиновой зависимости путем обобщения данных о перспективных методах и стратегиях их применения.

Материал и методы. Применен метод обобщения данных научных исследований, в которых были проанализированы особенности патогенеза никотиновой зависимости на нейробиологическом уровне и возможные пути решения этой проблемы. Поиск осуществлялся с учетом морфологических форм семантических единиц "никотин", "вейпинг", "эпигенетика" и словосочетаний "никотиновая зависимость", "никотин-заместительная терапия", "электронные системы доставки никотина" в названиях публикаций, аннотациях, ключевых словах статей в журналах, опубликованных в период с 01.01.2020 по 01.10.2024 и размещенных в отечественных и зарубежных электронных библиографических базах данных: PubMed, Cochrane Library, eLIBRARY. На втором этапе полученные публикации оценивались согласно критериям включения и исключения. На заключительном этапе проводилось подробное изучение найденных публикаций в составленной выборке на предмет новых механизмов формирования никотиновой зависимости и возможных методов лечения.

Результаты. Показано, что в научных публикациях, размещенных и обобщенных в отечественных и зарубежных электронных библиографических базах данных, особое внимание уделено молекулярно-генетическим механизмам, ведущим к формированию нейроадаптации и развитию заболевания, а также предложен новый возможный способ решения проблемы — метод неинвазивной стимуляции мозга.

Заключение. Обобщены фактические данные о патогенезе никотиновой зависимости, свидетельствующие о том, что в настоящее время активно обсуждается участие молекулярно-генетических механизмов формирования никотиновой зависимости, уделяется внимание нейроадаптации. Необходимо проведение дополнительных исследований для анализа новой терапевтической тактики, подразумевающей неинвазивную стимуляцию мозга.

Ключевые слова: табакокурение, никотиновая зависимость, эпигенетика, микроРНК, никотин-заместительная терапия, неинвазивная стимуляция мозга.

Отношения и деятельность: нет.

Для цитирования: Собко Е.А., Гордеева Н.В., Мамаева М.Г., Быханова Е.А., Демко И.В. Подходы к лечению никотиновой зависимости с учетом нейробиологических аспектов патогенеза. Обзор литературы. Первичная медико-санитарная помощь. 2024;1(2):45-52. doi: 10.15829/3034-4123-2024-26. EDN BOHDDD

Собко Е. А.^{1,2},
Гордеева Н. В.^{1,2*},
Мамаева М. Г.^{1,2},
Быханова Е. А.¹,
Демко И. В.^{1,2}

¹ФГБОУ ВО "Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого" Минздрава России, Красноярск, Российская Федерация

²КГБУЗ "Краевая клиническая больница", Красноярск, Российская Федерация

*Corresponding author
(Автор, ответственный за переписку):
natagorday@yandex.ru

Поступила: 23.10.2024

Получена рецензия: 16.12.2024

Принята: 18.12.2024



Analysis of modern data

Review

Approaches to nicotine addiction treatment taking into account the neurobiological aspects of pathogenesis. Literature review

Aim. To analyze modern studies on most effective therapeutic approaches to the treatment of nicotine addiction by generalizing data on promising methods and strategies for their use.

Material and methods. The data from studies was generalized, in which the neurobiological pathogenesis of nicotine addiction and possible ways to solve this problem were analyzed. The search was carried out using the following keywords: "nicotine", "vaping", "epigenetics", "nicotine addiction", "nicotine replacement therapy", "electronic nicotine delivery systems" in the titles of publications, abstracts, keywords of articles in journals published in the period from January 1 2020 to October 1, 2024 and posted in following electronic bibliographic databases: PubMed, Cochrane Library, eLIBRARY. At the second stage, the received publications were evaluated according to the inclusion and exclusion criteria. At the final stage, a detailed study of the found publications in the compiled sample was carried out for new mechanisms of nicotine addiction formation and possible treatment methods.

Results. In publications posted and summarized in the above electronic bibliographic databases, special attention is paid to the molecular genetic mechanisms leading to neural adaptation and disease development. A new possible way to solve the problem is proposed — non-invasive brain stimulation.

Conclusion. The factual data on the pathogenesis of nicotine addiction are summarized, indicating that the participation of molecular genetic mechanisms in nicotine addiction is currently being actively discussed. Special attention is paid to neuroadaptation. Additional research is needed to analyze novel therapeutic tactics that involve non-invasive brain stimulation.

Keywords: smoking, nicotine addiction, epigenetics, microRNA, nicotine replacement therapy, non-invasive brain stimulation.

Relationship and Activities: none.

For citation: Sobko E. A., Gordeeva N. V., Mamaeva M. G., Bykhanova E. A., Demko I. V. Approaches to nicotine addiction treatment taking into account the neurobiological aspects of pathogenesis. Literature review. *Primary Health Care (Russian Federation)*. 2024;1(2):45-52. doi: 10.15829/3034-4123-2024-26. EDN BOHDDD

Sobko E. A.^{1,2},
Gordeeva N. V.^{1,2*},
Mamaeva M. G.^{1,2},
Bykhanova E. A.¹,
Demko I. V.^{1,2}

¹Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk
State Medical University,
Krasnoyarsk, Russian Federation

²Regional Clinical Hospital,
Krasnoyarsk, Russian Federation

*Corresponding author:
natagorday@yandex.ru

Received: 23.10.2024
Revision received: 16.12.2024
Accepted: 18.12.2024



НЗТ — никотин-заместительная терапия, ПАВ — психоактивное вещество, РНК — рибонуклеиновая кислота, ЭСДН — электронные системы доставки никотина, nAChR — нейрональные никотиновые ацетилхолиновые рецепторы.

Ключевые моменты

Что известно о предмете исследования?

- Курение, в т.ч. с использованием электронных систем доставки никотина, является не только пагубной привычкой, но и формой зависимости.
- Никотиновая зависимость осложняет контроль уже имеющихся хронических неинфекционных заболеваний, в частности болезней органов дыхания.

Что добавляют результаты исследования?

- Проанализированы нейробиологические механизмы никотиновой зависимости, включая роль молекулярно-генетических и эпигенетических изменений.
- Выделены ключевые методики лечения, включая никотин-заместительную терапию, фармакологические подходы (варениклин, цитизин) и перспективные нелекарственные методы.
- Сделан акцент на необходимости дальнейших исследований для повышения эффективности существующих подходов и разработки новых стратегий.

Key messages

What is already known about the subject?

- Smoking, including using electronic nicotine delivery systems, is not only a bad habit, but also a form of addiction.
- Nicotine addiction complicates the control of existing noncommunicable diseases, in particular respiratory diseases.

What might this study add?

- The neurobiological mechanisms of nicotine addiction are analyzed, including the role of molecular genetic and epigenetic changes.
- Key treatment methods are highlighted, including nicotine replacement therapy, pharmacological approaches (varenicline, cytisine) and promising non-drug methods.
- Focus is on the need for further research to improve the effectiveness of existing approaches and develop novel strategies.

Введение

Курение — не только вредная привычка, но и форма зависимости, которая остается серьезной проблемой современного общества. Табакокурение признано основной причиной предотвратимых заболеваний и смерти во всем мире. По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно от потребления табака умирает >8 млн человек, в т.ч. 1,3 млн некурящих, подверженных воздействию вторичного табачного дыма¹. В России, несмотря на бесспорные достижения антитабачной политики [1], курение остается существенной проблемой общественного здоровья, внося наибольший вклад в развитие заболеваний, являющихся причиной преждевременной смерти и составляющих 87% в структуре смертности населения России².

Продукты сгорания табачного дыма содержат множество токсичных веществ. Эти вещества оказывают пагубное влияние на организм человека, изменяя как клеточно-опосредованные,

так и гуморальные реакции иммунной системы. Они влияют на выработку цитокинов и эффекторную функцию как врожденных иммунных клеток (дендритные клетки, макрофаги и естественные клетки-киллеры), так и адаптивных иммунных клеток, таких как цитотоксические CD8+ Т-клетки, CD4+ Th-клетки, регуляторные Т-клетки и В-клетки, что приводит к провоспалительным реакциям и/или дисфункции иммунных клеток [2].

Курение является основным фактором риска хронической обструктивной болезни легких³. Larsson SC и Burgess S путем менделевской рандомизации провели метаанализ результатов множества исследований и показали, что генетическая предрасположенность к курению связана с повышенным риском 13 заболеваний системы кровообращения. Повышался риск возникновения заболеваний пищеварительной системы (дивертикулярная болезнь, желчнокаменная болезнь, гастроэзофагеальный рефлюкс, болезнь Крона, острый панкреатит, пародонтит), развития эпилепсии, некоторых заболеваний опорно-двигательного аппарата (переломы, остеоартроз,

¹ WHO Tobacco Dashboard [Internet]. July 31, 2023. <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/tobacco> (22.10.2024).

² WHO. WHO Report on the Global Tobacco Epidemic, 2021: Addressing new and emerging products. WHO. 2021. <https://www.who.int/publications/item/9789240032095> (14.06.2024)

³ Российское респираторное общество. Клинические рекомендации по хронической обструктивной болезни легких. 2021. 91 с.

ревматоидный артрит). Выявлена связь с развитием эндокринных (синдром поликистозных яичников, сахарный диабет 2 типа) и глазных заболеваний (возрастная дегенерация желтого пятна, старческая катаракта), а также рака легких, головы и шеи, пищевода, поджелудочной железы, мочевого пузыря, почек, шейки матки и яичников и миелоидного лейкоза [3]. У некоторых людей табачный дым может также запускать механизмы интерстициального повреждения, которые приводят к различным патологическим изменениям и легочному фиброзу [4]. В исследовании Крапошиной А.Ю. и др. [5] курение упоминают как один из наиболее значимых факторов, препятствующих достижению контроля течения бронхиальной астмы. Отмечено, что у пациентов с тяжелой формой бронхиальной астмы курение способствует формированию нейтрофильного воспаления в дыхательных путях, которое может перекрывать воспаление эозинофильное, затрудняя эффективность противозонофильной терапии.

Основным компонентом табака и ведущей причиной, связанного с ним аддиктивного поведения, является никотин. Никотин — это психоактивное вещество (ПАВ), содержащееся в листьях табака. Во всем мире насчитывается >1 млрд курильщиков, что делает табак вторым по частоте использования ПАВ [6]. Помимо никотина, на привыкание к табаку могут влиять и другие компоненты, содержащиеся в сигаретах, такие как ароматизаторы и неникотиновые соединения [7].

В последнее время появилась тенденция к снижению традиционного курения, но возникла новая проблема: табачная промышленность стала продвигать электронные системы доставки никотина (ЭСДН) и нагреваемые табачные изделия [8]. Распространенность вейпинга обогнала обычные сигареты как наиболее частую форму потребления никотина среди 15-24-летних лиц, что подтверждается результатами одномоментного исследования ЭПОХА-РФ — выборочного опроса взрослого населения, проведенного в рамках выполнения приказа Минздрава России⁴ по утвержденной методике и направленного на мониторинг и оценку реализации мер антитабачной политики в России [9].

В исследовании Стадник Н.М. и др. [10] проведена оценка динамики распространенности потребления табачной и никотин-содержащей продукции в России в разрезе возраста, пола и регионов страны. Результаты исследования позволили выявить две противоположные тенденции: снижение распространенности потребления куритель-

ного табака и рост распространенности потребления электронных сигарет. Причем, если первое наблюдалось преимущественно среди мужчин, то рост распространенности потребления электронных сигарет был сопоставимым среди обоих полов. На рынке имеется большое количество как легальных, так и нелегальных продуктов и поставщиков, предлагающих >8 000 различных вкусов вейпа, чьи добавки не тестируются, не изучаются и не регулируются, а профиль безопасности и токсичности остается неизвестным [11].

Вейпинг не является "безопасной альтернативой" обычным сигаретам. Neszpor EW et al. (2022) сообщают, что на фоне применения ЭСДН происходит симпатическая активация сердечно-сосудистой системы, усиливается жесткость сосудов, возникает эндотелиальная дисфункция [12]. Имеются убедительные доказательства, демонстрирующие связь использования электронных сигарет с отравлением, ингаляционной токсичностью немедленного действия (включая судороги) и повреждением легких, связанным с использованием электронных сигарет или вейпинговых продуктов (EVALI-синдром), а также с неисправными устройствами, вызывающими травмы и ожоги. Доказательства относительно воздействия на другие клинические исходы (онкопатология, развитие, психическое и репродуктивное здоровье) недостаточны ввиду непродолжительного времени использования ЭСДН [13].

Цель обзора — анализ результатов современных исследований, описывающих наиболее эффективные терапевтические подходы к лечению никотиновой зависимости путем обобщения данных о перспективных методах и стратегиях их применения.

Материал и методы

Исследование проведено на основании научных материалов электронных баз данных PubMed, Cochrane Library, eLIBRARY.

Исследование последовательно реализовано в три взаимосвязанных и взаимообусловленных между собой этапа:

I. На первом этапе были определены проблематика, предмет, цель и задачи исследования, а также осуществлен поиск отечественных и зарубежных электронных библиографических баз и интернет-порталов, на которых размещено максимальное количество научных публикаций в открытом доступе. Такими источниками выбраны PubMed, Cochrane Library, eLIBRARY.

II. На втором этапе был сформирован поисковый запрос, включающий ключевые слова "никотин", "вейпинг", "эпигенетика". Поиск осуществлялся с учетом морфологических форм

⁴ Приказ Минздрава России от 15.11.16 №859н "Об утверждении методики проведения мониторинга и оценки эффективности реализации мероприятий, направленных на предотвращение воздействия окружающего табачного дыма и сокращение потребления табака". Зарегистрировано в Минюсте России 13.11.17 №45204.

словосочетания "никотиновая зависимость", "никотин-заместительная терапия", "электронные системы доставки никотина" в названиях публикаций, аннотациях, ключевых словах статей в журналах.

Критерии включения в исследование:

— научная публикация опубликована в период с 01 января 2020г по 01 октября 2024г;

— в научной публикации содержится семантическая единица "никотин", "вейпинг", "эпигенетика";

— полный текст научной публикации в исследуемых электронных базах данных доступен для просмотра.

Критерии невключения в исследование:

— научная публикация не относится к указанному выше периоду;

— в научной публикации отсутствуют ключевые слова и словосочетания: "никотин", "вейпинг", "эпигенетика", "никотиновая зависимость", "никотин-заместительная терапия", "электронные системы доставки никотина";

— отсутствие полнотекстовых версий научных публикаций.

III. На третьем этапе проводилось подробное изучение найденных публикаций в составленной выборке на предмет новых механизмов формирования никотиновой зависимости и возможных методов лечения.

Результаты и обсуждение

В исследовании Rabat Y et al. (2021) представлены данные, свидетельствующие о функциональных и структурных изменениях головного мозга под воздействием никотина. Когда человек курит, никотин достигает мозга за 15 сек, активируются дофаминергические нейроны в вентральной тегментальной области среднего мозга, что увеличивает высвобождение дофамина в прилежащем ядре. Острая реакция мозга на поступление никотина активирует префронтальную кору, таламус и зрительную систему, что приводит к закреплению поведенческих реакций. В итоге происходят изменения в выходных нейронах прилежащего ядра и префронтальной коры после сенситизации. Отмечается ремоделирование нейронных контактов и путей, известное как нейронная пластичность после длительного воздействия никотина [14].

Picciotto M и Kenny PJ (2021) в исследовании на мышах демонстрируют, что никотин действует в мозге через нейрональные никотиновые ацетилхолиновые рецепторы (nAChR). Эти рецепторы являются аллостерически регулируемыми лиганд-зависимыми ионными каналами, состоящими из 5-и трансмембранных субъединиц. Были клони-

рованы 6 α -субъединиц млекопитающих ($\alpha 2$ - $\alpha 7$) и 3 β -субъединицы ($\beta 2$ - $\beta 4$). Преобладающими подтипами nAChR в мозге млекопитающих являются те, которые содержат субъединицы $\alpha 4$ и $\beta 2$ (обозначаемые как nAChR $\alpha 4\beta 2^*$). Подтипы nAChR $\alpha 4\beta 2^*$ опосредуют многие формы поведения, связанные с никотиновой зависимостью, и становятся основными целями для одобренных средств для прекращения курения. Установлено, что у людей аллельная вариация в кластере генов субъединицы $\alpha 5/\alpha 3/\beta 4$ nAChR, расположенном в хромосомном регионе 15q25, значительно повышает риск развития табачной зависимости. Например, среди лиц европейского происхождения распространен однонуклеотидный полиморфизм (SNP) в C *HRNA5* (rs16969968). У пациентов, несущих один аллель гена, риск формирования табачной зависимости увеличивается на 30%, а у тех, кто несет два аллеля — риск повышается более чем вдвое. Кроме того, та же генетическая изменчивость в *CHRNA5* также является основным фактором риска развития рака легких и хронической обструктивной болезни легких у курильщиков. Помимо SNP rs16969968 в *CHRNA5*, существует повышенный риск табачной зависимости у лиц, имеющих SNP rs6495308, rs578776 или rs1051730 в *CHRNA3* и rs1948 в *CHRNA4* [15].

Под длительным воздействием никотина изменяется экспрессия генов, участвующих в формировании зависимости, а последовательность дезоксирибонуклеиновой кислоты остается той же. Эти изменения, вероятно, вызваны прямым связыванием никотина с nAChR в центральной нервной системе [16]. Зарубежные авторы показывают, что никотин увеличивает ацетилирование гистонов [17], снижает их репрессивное метилирование, индуцирует транскрипцию некодирующих рибонуклеиновых кислот (РНК) [18], широко регулирует метилирование дезоксирибонуклеиновой кислоты [19] в мозге.

За последние 15 лет ключевыми регуляторами экспрессии генов признаны различные виды РНК [16]. В исследовании Gould TJ (2023) показано, что никотин изменяет экспрессию микроРНК [20]. Hajiasgharzadeh K et al. (2023) представили полный обзор всех микроРНК, на которые влияет никотин [21]. Нарушение экспрессии микроРНК в свою очередь может приводить к изменениям в экспрессии генов, участвующих в формировании никотиновой зависимости [22].

Изменения, происходящие на фоне длительного потребления табака в структуре и функциях мозга, называют нейроадаптациями. Они нарушают работу мозга, а также приводят к переходу от контролируемого, эпизодического употребления веществ к хроническому злоупотреблению,

которое трудно контролировать. Более того, эти изменения мозга сохраняются долгое время после того, как человек прекращает употреблять ПАВ. Они могут вызывать постоянную, периодическую тягу к веществу, что может привести к рецидиву [23].

Примерно 70% курящих людей хотят бросить. Согласно различным исследованиям, без постоянной помощи только 5% курильщиков воздерживаются от курения в течение 6 мес., в то время как медицинское лечение приводит к показателям воздержания от 19 до 47% за этот период [24]. Эффективными методами лечения признаны как медикаментозные, так и немедикаментозные методы [25].

К современным немедикаментозным методам отказа от курения относятся: мотивация отказа от курения, выработка саногенного мышления и когнитивно-поведенческая терапия, т.к. часто основой желания начать употреблять никотин является эмоциональная проблема [26].

Не теряют актуальность медикаментозные методы борьбы с курением. Один из них — никотинзаместительная терапия (НЗТ). Резкое прекращение курения может вызвать симптомы отмены и сильную тягу, что усложняет процесс отказа от курения. Никотиновая абстиненция возникает, когда человек, курящий сигареты, резко прекращает их употребление. НЗТ предлагает контролируемый способ снижения никотиновой зависимости и постепенного управления этими эффектами. Использование НЗТ эффективно снижает тягу к курению сигарет, обеспечивая организм никотином с помощью более безопасного альтернативного метода. Никотин доступен в различных формах, включая пластыри, леденцы, ингаляторы, спреи и жевательную резинку. Эти альтернативы доставляют в организм контролируемую дозу никотина, схожую с количеством, получаемым из сигарет⁵.

С 2006г продолжает активно использоваться препарат Варениклин, который имеет такую же эффективность, как и НЗТ. Благодаря свойствам частичного агониста применение Варениклина сопряжено с более низким риском развития отмены по сравнению с другими препаратами, назначаемыми для отказа от курения⁶.

Не меньшую эффективность продемонстрировал Цитизиниклин в рандомизированном клиническом исследовании, проведенном Courtney RJ et al. [27]. Цитизиниклин — это алкалоид растительного происхождения, который селективно связы-

вается с никотиновыми ацетилхолиновыми рецепторами $\alpha 4\beta 2$, опосредующими никотиновую зависимость [28].

В последнее время проводится исследование методов неинвазивной стимуляции мозга, таких как повторяющаяся транскраниальная магнитная стимуляция и транскраниальная стимуляция постоянным током. Эти методы уже опробованы для лечения других зависимостей, таких как алкоголизм, а также иных психиатрических заболеваний, например, депрессии или обсессивно-компульсивного расстройства. В 2020г Управление по контролю за продуктами и лекарствами выдало маркетинговое одобрение системам Brainway deer TMS в качестве средства для краткосрочного отказа от курения [29].

Неинвазивная стимуляция мозга может быть разнообразной по модальностям, а также по параметрам стимуляции и монтажу. В повторяющейся транскраниальной магнитной стимуляции магнитные поля индуцируют фокальные электрические токи косвенно и обеспечивают фокальную стимуляцию целевой области, чаще с высокой частотой (10 Гц) в префронтальную кору провокацией сигналом [30]. Усиленная дорсолатеральная активность префронтальной коры улучшает исполнительную функцию и когнитивный контроль, а также может увеличить выброс дофамина, что может уравновесить систему вознаграждения и помочь пациентам справиться с периодами отмены [31].

Остается неясным, можно ли сочетать эти методы с медикаментозным лечением резистентных курильщиков или это может быть альтернативой для пациентов, которые не переносят побочные эффекты лекарств. Также неизвестно, сохраняется ли продолжительность воздержания в течение длительного времени. Для ответа на эти вопросы необходимы полномасштабные рандомизированные контролируемые исследования с более длительным наблюдением [32, 33].

Заключение

Проанализировав литературу, можно сделать вывод, что никотиновая зависимость по-прежнему остается актуальной проблемой в мире. Изобретение ЭСДН не стало безопасной альтернативой курения, а, наоборот, спровоцировало увеличение численности населения с зависимостью и снизило средний возраст начала потребления никотина.

Особое внимание в проанализированных исследованиях уделяется роли эпигенетической регуляции, нейрональной пластичности и влиянию никотина на микроРНК. Также нами освещена тема нейроадаптации в головном мозге, которая приводит к формированию хронического и прак-

⁵ Sandhu A, Hosseini SA, Saadabadi A. Nicotine Replacement Therapy. StatPearls [Internet]. Nov 12, 2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493148/> (22.10.2024)

⁶ Singh D, Saadabadi A. Varenicline. StatPearls [Internet]. Oct 5, 2024. (22.10.2024)

тически неконтролируемого употребления никотина. Эта тема открывает новые перспективы для разработки методов терапии, таких как неинвазивная стимуляция мозга, которые требуют дальнейших рандомизированных исследований для оценки их долгосрочной эффективности.

Таким образом, актуальными направлениями остаются совершенствование методов отказа от курения, разработка новых подходов с учетом нейробиологических механизмов зависимости и интеграция инновационных технологий в терапевтическую практику.

Литература/References

- Gambaryan MG, Kontseva AV, Popovich MV, et al. Assessment of the implementation of legislative restrictions on tobacco retailers and point-of-sale tobacco display bans based on a literature review and results from Russian tobacco control policy evaluation survey ЕРОНА-RF. Russian Journal of Preventive Medicine. 2022;25(12):21-31. (In Russ.). Гамбарян М.Г., Концевая А.В., Попович М.В. и др. Оценка реализации законодательных мер по ограничению торговли табачной продукцией и ее демонстрации в пунктах продаж по результатам анализа литературы и репрезентативного опроса ЭПОХА-РФ. Профилактическая медицина. 2022;25(12):21-31. doi:10.17116/profmed2022512121.
- Qiu F, Liang CL, Liu H, et al. Impacts of cigarette smoking on immune responsiveness: Up and down or upside down? Oncotarget. 2017;8(1):268-84. doi:10.18632/oncotarget.13613.
- Larsson SC, Burgess S. Appraising the causal role of smoking in multiple diseases: A systematic review and meta-analysis of Mendelian randomization studies. EBioMedicine. 2022;82:104-54. doi:10.1016/j.ebiom.2022.104154.
- Serrano Gotarredona MP, Navarro Herrero S, Gómez Izquierdo L, Rodríguez Portal JA. Smoking-related interstitial lung disease. Radiologia. 2022;64(3):277-89. doi:10.1016/j.rxeng.2022.10.008.
- Kraposhina AYU, Sobko EA, Demko IV, et al. Difficult-to-treat asthma: the most significant factors impeding control. Bulletin Physiology and Pathology of Respiration. 2024;(91):23-33. (In Russ.). Крапошина А.Ю., Собко Е.А., Демко И.В. и др. Трудная для лечения астма: наиболее значимые факторы, препятствующие достижению контроля. Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2024;(91):23-33. doi:10.36604/1998-5029-2024-91-23-33.
- Sansone L, Milani F, Fabrizio R, et al. Nicotine: From Discovery to Biological Effects. Int J Mol Sci. 2023;24(19):14570. doi:10.3390/ijms241914570.
- Reitsma MB, Kendrick PJ, Ababneh E, et al. Spatial, Temporal, and Demographic Patterns in Prevalence of Smoking Tobacco Use and Attributable Disease Burden in 204 Countries and Territories, 1990-2019: A Systematic Analysis from the Global Burden of Disease Study 2019. Lancet. 2021;397:2337-60. doi:10.1016/S0140-6736(21)01169-7.
- Bravo-Gutiérrez OA, Falfán-Valencia R, Ramírez-Venegas A, et al. Lung Damage Caused by Heated Tobacco Products and Electronic Nicotine Delivery Systems: A Systematic Review. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(8):4079. doi:10.3390/ijerph18084079.
- Gambaryan MG, Kalina AM, Popovich MV, et al. The whole truth of Electronic cigarettes: the Russian reality. Part III. Support for legal regulations of Electronic cigarettes. Results from adult population representative survey ЕРОНА-RF. Russian Journal of Preventive Medicine. 2020;23(1):23-34. (In Russ.). Гамбарян М.Г., Калинина А.М., Попович М.В. и др. Вся правда об электронных сигаретах: Российская реальность. Часть III. Поддержка законодательного регулирования электронных сигарет населением России. Результаты репрезентативного опроса взрослого населения ЭПОХА-РФ. Профилактическая медицина. 2020;23(1):23-34. doi:10.17116/profmed20202301123.
- Stadnik NM, Nikitina SYu, Sakharova GM, et al. Prevalence of tobacco consumption in the Russian Federation: analysis of trends in 2019-2022. Demographic Review. 2024;11(1):37-60. (In Russ.). Стадник Н.М., Никитина С.Ю., Сахарова Г.М. и др. Распространенность потребления табачной и никотинсодержащей продукции в Российской Федерации: анализ тенденций в 2019-2022 гг. Демографическое обозрение. 2024;11(1):37-60. doi:10.17323/demreview.v11i1.20931.
- Tituana NY, Clavijo CG, Espinoza EF, et al. E-cigarette use-associated lung injury (EVALI). Pneumologie. 2024;78(1):58-69. doi:10.1055/a-2161-0105.
- Neczypor EW, Mears MJ, Ghosh A, et al. E-Cigarettes and Cardiopulmonary Health: Review for Clinicians. Circulation. 2022;145(3):219-32. doi:10.1161/circulationaha.121.056777.
- Banks E, Yazidjoglou A, Brown S, et al. Electronic cigarettes and health outcomes: umbrella and systematic review of the global evidence. Med J Aust. 2023;218(6):267-75. doi:10.5694/mja2.51890.
- Rabat Y, Chanraud S, Abdallah M, et al. Precision preventive medicine of relapse in smoking cessation: can MRI inform the search of intermediate phenotypes? Biology. 2021;11:35. doi:10.3390/biology11010035.
- Picciotto MR, Kenny PJ. Mechanisms of Nicotine Addiction. Cold Spring Harb Perspect Med. 2021;11(5):a039610. doi:10.1101/cshperspect.a039610.
- Muenstermann C, Clemens KJ. Epigenetic mechanisms of nicotine dependence. Neurosci Biobehav Rev. 2024;156:a105505. doi:10.1016/j.neubiorev.2023.105505.
- Pisera-Fuster A, Faillace MP, Bernabeu R. Pre-exposure to nicotine with nocturnal abstinence induces epigenetic changes that potentiate nicotine preference. Mol Neurobiol. 2020;57:1828-46. doi:10.1007/s12035-019-01843-y.
- Youngson NA, Castino MR, Stuart A, et al. A role for a novel natural antisense-BDNF in the maintenance of nicotine-seeking. Addict Neurosci. 2022;2:a100010. doi:10.1016/j.addicn.2022.100010.
- Pisera-Fuster A, Zwiller J, Bernabeu R. Methionine supplementation abolishes nicotine-induced place preference in zebrafish: a behavioral and molecular analysis. Mol Neurobiol. 2021;58(6):2590-607. doi:10.1007/s12035-020-02260-2.
- Gould TJ. Epigenetic and Long-Term Effects of Nicotine on Biology, Behavior, and Health. Pharmacol Res. 2023;192:a106741. doi:10.1016/j.phrs.2023.106741.
- Hajiasgharzadeh K, Naghipour B, Shahabi P, et al. The role of microRNAs in nicotine signaling. EXCLI J. 2023;22:433-50. doi:10.17179/excli2023-6096.
- Bulygin KV, Beeraka NM, Saitgareeva AR, et al. Can miRNAs Be Considered as Diagnostic and Therapeutic Molecules in Ischemic Stroke Pathogenesis? Current Status. Int J Mol Sci. 2020;21(18):a6728. doi:10.3390/ijms21186728.
- Rigotti NA, Kruse GR, Livingstone-Banks J, et al. Treatment of Tobacco Smoking: A Review. JAMA. 2022;327(6):566-77. doi:10.1001/jama.2022.0395.
- Sazonova MS, Nesterova OV, Biryukova NV. Methods of getting rid of tobacco addiction. Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya. 2021;74(1):109-11. (In Russ.). Сазонова М.С., Нестерова О.В., Бирюкова Н.В. Методы избавления от табачной зависимости. Тенденции развития науки и образования. 2021;74(1):109-11. doi:10.18411/ij-06-2021-24.
- Patel AR, Panchal JR, Desai CK. Efficacy of varenicline versus bupropion for smoking cessation: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Indian J Psychiatry. 2023;65(5):526-33. doi:10.4103/indianjpsychiatry.indianjpsychiatry_218_22.
- Shang X, Fenfen E, Guo K, et al. Effectiveness and Safety of Varenicline for Smoking Cessation: An Overview and Meta-analysis. J Addict Med. 2023;17(5):536-43. doi:10.1097/adm.0000000000001171.
- Courtney RJ, McRobbie H, Tutka P, et al. Effect of Cytisine vs Varenicline on Smoking Cessation: A Randomized Clinical Trial. JAMA. 2021;326(1):56-64. doi:10.1001/jama.2021.16064.
- Rigotti NA, Benowitz NL, Prochaska J, et al. Cytisineline for Smoking Cessation: A Randomized Clinical Trial. JAMA. 2023;330(2):152-60. doi:10.1001/jama.2023.10042.
- Esteban-Ronda V, Esplá EP, Castedo RC. Functional Brain Imaging in the Treatment of Nicotine Dependence. Arch Bronconeumol. 2023;59(9):543-5. doi:10.1016/j.arbres.2023.01.011.
- Dinur-Kelin L, Dannon P, Hadar A, et al. Smoking cessation induced by deep repetitive transcranial magnetic stimulation of the prefrontal and insular cortices: a prospective, randomized controlled trial. Biol Psychiatry. 2014;76:742-9. doi:10.1016/j.biopsych.2014.05.020.
- Mondino M, Luck D, Grot S, et al. Effects of repeated transcranial direct current stimulation on smoking, craving and brain reactivity to smoking cues. Sci Rep. 2018;8:8724. doi:10.1038/s41598-018-27057-1.
- Petit B, Dornier A, Meille V, et al. Non-invasive brain stimulation for smoking cessation: a systematic review and meta-analysis. Addiction. 2022;117:2768-79. doi:10.1111/add.15889.
- Tseng PT, Jeng JS, Zeng BS, et al. Efficacy of non-invasive brain stimulation interventions in reducing smoking frequency in patients with nicotine dependence: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. Addiction. 2022;117:1830-42. doi:10.1111/add.15624.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Собко Е. А. — д.м.н., профессор кафедры госпитальной терапии и иммунологии с курсом постдипломного образования; зав. аллергологическим отделением, ORCID: 0000-0002-9377-5213;

Гордеева Н. В. — к.м.н., доцент кафедры внутренних болезней и иммунологии с курсом постдипломного образования; врач-пульмонолог лечебно-диагностического отделения, ORCID: 0000-0002-0586-8349;

Мамаева М. Г. — к.м.н., доцент кафедры внутренних болезней и иммунологии с курсом постдипломного образования; врач-пульмонолог лечебно-диагностического отделения, ORCID: 0000-0003-4632-8960;

Быханова Е. А. — ординатор кафедры госпитальной терапии и иммунологии с курсом постдипломного образования, ORCID: 0000-0003-2623-5310;

Демко И. В. — д.м.н., профессор, зав. кафедрой госпитальной терапии и иммунологии с курсом постдипломного образования; зав. легочно-аллергологическим центром, ORCID: 0000-0001-8982-5292.