



Гигиенические детерминанты психического здоровья городского населения: обзор литературы

И.М. Синева, А.А. Хафизова, И.А. Пермяков

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»,
Ленинские горы, д. 1, стр. 12, г. Москва, 119234, Российская Федерация

Резюме

Введение. На сегодняшний день более половины населения Земли проживает в городах, и ожидается рост этого показателя до 68 % к 2050 году. Стремительная урбанизация, происходящая во всем мире, сопровождается значительными экологическими, экономическими и социальными трансформациями, в частности касающимися здоровья населения.

Цель: обзор и систематизация данных, касающихся особенностей воздействия ряда специфических для городской среды гигиенических факторов на психическое здоровье населения.

Результаты. В настоящем обзоре на основании изучения публикаций двух последних десятилетий представлены данные о воздействии ряда специфических для урбанизированной среды факторов на психическое здоровье и благополучие городского населения. Рассмотрено влияние некоторых особенностей городской среды и разных видов загрязнения (воздушного, светового и шумового). Основными последствиями их воздействия являются стрессовые реакции, нарушения сна, тревожные и депрессивные состояния, повышение риска манифестации и тяжести протекания психических расстройств. В качестве механизмов, опосредующих психогенное воздействие рассматриваемых факторов, выступают эндокринные и нейрофизиологические нарушения, оксидативный стресс.

Заключение. Подчеркивается необходимость учитывать при анализе и оценке дифференциальной значимости различных условий городской среды другие виды факторов (социальные, бытовые, генетические, индивидуальные психологические и физиологические особенности). Представленные данные свидетельствуют о важности продолжения исследований влияния факторов урбанизированной среды на психическое здоровье людей, результаты которых могут быть использованы в организации гигиенических мероприятий и разработке программ городского планирования.

Ключевые слова: городская среда, световое загрязнение, загрязнение воздуха, шумовое загрязнение, психическое здоровье, психологическое благополучие.

Для цитирования: Синева И.М., Хафизова А.А., Пермяков И.А. Гигиенические детерминанты психического здоровья городского населения: обзор литературы // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 11. С. 67–75. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-11-67-75>

Сведения об авторах:

✉ **Синева** Ирина Михайловна – к.б.н., доцент кафедры антропологии биологического факультета; e-mail: i-sineva@yandex.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3336-898X>.

Хафизова Айнура Асхадовна – аспирантка кафедры антропологии биологического факультета; e-mail: aya.khafizova@gmail.com; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4764-6792>.

Пермяков Игорь Александрович – к.м.н., старший научный сотрудник кафедры физического воспитания и спорта; e-mail: ipermyakov1960@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3085-1004>.

Информация о вкладе авторов: Синева И.М. предложила идею статьи, внесла существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, осуществила редактирование окончательного варианта статьи, окончательно утвердила присланную в редакцию рукопись; Хафизова А.А. внесла существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, занималась поиском и анализом литературных данных, работала над текстом статьи, подготовила первый вариант рукописи, подготовила итоговый вариант рукописи; Пермяков И.А. внес существенный вклад в переработку статьи и расширение освещения гигиенического аспекта.

Финансирование: работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 19-78-10013).

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 03.03.21 / Принята к публикации: 03.11.21 / Опубликовано: 30.11.21

Environmental Determinants of Urban Mental Health: a Literature Review

Irina M. Sineva, Ainur A. Khafizova, Igor A. Permyakov

Lomonosov Moscow State University, Bldg 12, 1 Leninskie Gory, Moscow, 119234, Russian Federation

Summary

Introduction: More than half of the global population currently lives in cities; by 2050, this rate is expected to increase to 68 %. The worldwide process of rapid urbanization is associated with significant environmental, economic and social changes, particularly in public health. The aim of the study: review and systematization of data concerning the impact of a number of hygienic factors specific to the urban environment on the mental health of the population.

Results: This review is based on articles published over the last two decades and provides an overview of urban environment-related risk factors for mental health and well-being of citizens. The studies reviewed give evidence of adverse health effects of environmental exposures to air, light, and noise pollution in the cities. The main consequences of their impact on mental health include psychological distress, sleep disturbance, anxiety, depression, an increased risk of manifestation and higher severity of mental disorders, all mediated by endocrine and neurophysiological disorders and oxidative stress.

Conclusion: The analysis and assessment of the differential significance of various environmental conditions of the urban environment require consideration of other factors, including social, household, genetic, individual psychological and physiological characteristics. Our findings indicate the importance of further research on the influence of urban environment on mental health, the results of which can be implemented in various hygiene practices and urban planning programs.

Keywords: urban environment, light pollution, air pollution, noise pollution, mental health, psychological well-being.

For citation: Sineva IM, Khafizova AA, Permyakov IA. Environmental determinants of urban mental health: A literature review. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(11):67–75. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-11-67-75>

Author information:

✉ **Irina M. Sineva**, Cand. Sci. (Biol.); Associate Professor, Department of Anthropology, Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University; e-mail: i-sineva@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3336-898X>.

Ainur A. Khafizova, postgraduate student, Associate Professor, Department of Anthropology, Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University; e-mail: aya.khafizova@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4764-6792>.

Igor A. Permyakov, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Department of Physical Education and Sports, Lomonosov Moscow State University; e-mail: ipermyakov1960@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3085-1004>.

Author contributions: Sineva I.M. developed the study conception and design; Khafizova A.A. contributed to the development of the study conception and design, did a literature review, and wrote the manuscript; Permyakov I.A. revised the manuscript and expanded the coverage of its hygienic aspect; all authors reviewed the results, contributed to the discussion, and approved the final version of the manuscript.

Funding: The research was carried out with financial support of the Russian Science Foundation, Grant No. 19-78-10013.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: March 3, 2021 / Accepted: November 03, 2021 / Published: November 30, 2021

Введение. Стремительная урбанизация, происходящая во всем мире, сопровождается значительными изменениями в образе жизни, социальном поведении и здоровье людей. Согласно прогнозу департамента Организации Объединенных Наций (ООН) по экономическим и социальным вопросам, к 2050 году 68 % населения мира (6,3 млрд) будет жить в городах. Сейчас этот показатель составляет 55 %, и в мире насчитывается около 4,2 млрд городских жителей (в 1950 году их было всего 751 млн). Хотя городские условия жизни привлекательны ввиду того, что открывают множество потенциальных возможностей (доступ к развитой системе здравоохранения, трудоустройства, образования), нельзя не учитывать риски для физического и психического здоровья населения, которые они порождают.

Метаанализ исследований о связи проживания в городах с уровнем психического здоровья обнаружил наличие корреляции между степенью урбанизации территории и риском возникновения различных психических расстройств (тревожных, психотических, аффективных, зависимостей) [1]. Также было показано, что в городах распространенность всех психических заболеваний выше на 30 %, аффективных расстройств — на 39 %, тревожных расстройств — на 21 %, вдвое выше риск манифестации шизофрении по сравнению с жителями неурбанизированных территорий [2]. В связи с этим актуальной становится необходимость расширить представления о факторах урбанизированной среды, которые оказывают наибольшее влияние на психическое состояние населения, изучить специфику их воздействия, оценить доказательность причинно-следственной связи развивающихся негативных эффектов и механизма их развития. Гигиена, как медицинская наука, рассматривает влияние совокупности физических, химических и биологических факторов окружающей среды на человека, а также включает оценку и контроль факторов, которые могут воздействовать на здоровье. Выявление гигиенических аспектов воздействия факторов внешней среды на здоровье человека необходимо с целью оценки соответствия их санитарным нормам и правилам (СанПиН), а также изучения физиологических и патофизиологических механизмов влияния того или иного фактора среды обитания на организм и определения допустимого безопасного уровня воздействия этого фактора. На основании полученной информации определяется стратегия защиты организма человека от негативного воздействия изучаемого фактора, а также уточняются и разрабатываются нормативные документы.

В качестве детерминант психического здоровья городского населения выделяются следующие гигиенические факторы: звуковой ландшафт (шумовое загрязнение), уровень загрязнения воздуха, воды, световое загрязнение, особенности городского дизайна (архитектура, особенности застройки и планировки городского пространства), транспортная инфраструктура, жилищные условия. При этом их роль не исключительно негативная, они могут обеспечивать и защиту, компенсирующую воздействие других стрессовых факторов [3].

Несмотря на отмечающееся влияние урбанизации на психическое здоровье населения России [4], в доступной отечественной литературе наблюдается недостаток обзорных работ, освещающих

возможные гигиенические факторы, влияющие на психологическое благополучие, необходимость в которых увеличивается на фоне возрастающего интереса международного научного сообщества к экopsихологическим проблемам городской среды. Настоящая работа призвана заполнить данную лакуну и обозначить возможные направления гигиенических исследований для изучения влияния городской экосистемы на психическое здоровье индивидуума.

Цель настоящего исследования состоит в обзоре и систематизации данных, касающихся особенностей воздействия ряда специфических для городской среды гигиенических факторов на психическое здоровье населения.

Материалы и методы. В обзоре анализируются преимущественно зарубежные публикации в электронных базах данных (Web of Science, Scopus, PubMed, Google Scholar) в период с 2000 по 2020 год.

Результаты исследования

Городская среда

Вне зависимости от индивидуального образа жизни городские жители так или иначе входят во взаимодействие с пространством города, поэтому нельзя недооценивать влияние городских пейзажей на психологическое состояние людей [3]. Психогенное воздействие оказывает уже архитектурное пространство. Основными параметрами, которые следует учитывать, являются масштабность, форма, цвет построек. Для городского ландшафта характерно преобладание однообразных архитектурных форм: голые стены из бетона и стекла, глухие заборы, однообразные переходы и асфальтовые покрытия, преобладание одинаковых элементов (ряды окон в высотных домах). Если человек не занят переработкой разнообразной информации (в т. ч. визуальной) из внешнего мира, то возникает риск скуки, руминации, что, в свою очередь, создает опасность возникновения стресса, тревожных и депрессивных состояний, депрессии [3, 5].

Ввиду общемировой тенденции увеличения количества многоэтажных домов стали широко изучаться их визуально-психологические эффекты [6, 7]. Огромные размеры зданий вызывают у людей чувство собственной незначительности, ничтожности [7]. В частности, описывается феномен так называемого чувства подавленности (*sense of oppression* или *oppressiveness*), возникающего у городских жителей от масштабов зданий [8].

Другой важной частью городской среды является транспортная инфраструктура и необходимость для большинства городских жителей ежедневно проводить довольно продолжительное время в дороге. Качественная и хорошо продуманная транспортная система оказывает положительное влияние на психическое здоровье горожан, поскольку обеспечивает эффективное и доступное передвижение по городу и посредством этого увеличивает возможности для образования, работы, отдыха, социального взаимодействия, доступа к природе, что, в свою очередь, играет важную роль для психического здоровья [3]. Вместе с тем шум, толпа, непредсказуемость трафика, количество затраченного на дорогу времени влияют на настроение, уровень стресса, тревожности, враждебности и агрессивности [9–11]. Исследования показывают, что увеличение времени, затраченного на дорогу, связано с ухудшением качества сна [10],

проявлением симптомов депрессии [12]. Кроме того, чем больше времени люди тратят на дорогу, тем меньше времени они проводят со своими друзьями и семьей [13], что также отражается на психическом состоянии.

В то же время определенные особенности городского дизайна и планирования могут улучшить и сохранить психическое здоровье городских жителей, компенсировать неблагоприятное психогенное воздействие урбанизированной среды. Специалисты Центра городского дизайна и психического здоровья (*The Centre for Urban Design and Mental Health*), основываясь на результатах исследований, проведенных по всему миру, считают, что в качестве компенсаторных факторов могут рассматриваться зеленые зоны, пространства для физической и социальной активности, безопасные пространства. Они тесно взаимосвязаны и неотделимы друг от друга [3].

Одним из ключевых принципов городского планирования является обеспечение безопасности граждан, как экологической, так и социальной. Среда должна быть достаточно безопасной для жизнедеятельности людей, для социального взаимодействия, физической активности, что, в свою очередь, повлияет на их психологическое благополучие. Основными мерами, которые можно учесть при городском планировании, являются благоустройство улиц и жилищ, понятная планировка и наличие ориентиров, функциональное зонирование для насыщения улиц людьми в любое время дня, поддержание порядка, хорошее освещение. Для способствования социальному взаимодействию предлагается организовать разнообразные общедоступные и безопасные городские пространства, в которых могут происходить общественные мероприятия, места, где люди могут не только общаться, но и участвовать в полезных для общества акциях. Организация пространств для физической активности включает в себя не только постройку площадок для воркаута, мест для групповых видов спорта, но также расширение велосипедных и пешеходных зон. С точки зрения гигиенической науки, один из самых упоминаемых факторов для сохранения психического здоровья в городе — это озеленение городского пространства. Показано, что доступ жителей к зеленым (скверы, парки, сады) и голубым (пруды, озера и прочие водоемы) зонам уменьшает стресс, улучшает социальное и когнитивное функционирование, уменьшает симптомы тревоги и депрессии [14, 15].

В некоторых современных городах реализуются программы по улучшению здоровья граждан, и многие из них связаны с модификацией различных аспектов городской среды. Однако среди них нет таких, которые имеют своей целью улучшение непосредственно психического здоровья [3]. Следует отметить, что соматическое и психологическое здоровье тесно взаимосвязаны, и соматические болезни могут стать дополнительным стрессовым фактором, инициирующим манифестацию и вызывающим развитие психических расстройств. Однако на сегодняшний день нет однозначного мнения относительно преимуществ или минусов урбанизации для состояния здоровья населения [16]. По данным официальной статистики в 2019 году, в РФ как первичная заболеваемость, так и

заболеваемость отдельными классами болезней различается в группах городских и сельских жителей¹. Так, например, если сравнивать Москву и Московскую область, то у городских жителей чаще диагностировались новообразования, болезни эндокринной и мочеполовой системы, а среди жителей Московской области — болезни нервной системы, системы кровообращения и органов дыхания. Однако картина значительно варьирует в зависимости от субъекта РФ.

Световое загрязнение

В течение XX века искусственное освещение стало использоваться настолько широко, что его стали рассматривать как антропогенное нарушение среды обитания — световое загрязнение. Световое загрязнение сопровождается явлением индустриализации и встречается прежде всего в городских районах развитых стран [17]. В настоящий момент световое загрязнение затрагивает 99 % населения США и Европы и приблизительно 60 % населения остального мира [18]. Большое количество работ свидетельствуют о том, что оно имеет значительные экологические и социальные последствия, в том числе для физического и психического здоровья человека [19–21].

Согласно официальному определению Международной ассоциации темного неба (*the DSA*), под световым загрязнением понимается нецелесообразное, чрезмерное и инвазивное использование искусственного света, которое может иметь серьезные последствия для человека, дикой природы и экологии в целом. Основными источниками светового загрязнения являются промышленные комплексы, городское уличное освещение, архитектурное освещение, светящиеся рекламные щиты или прожекторы. Световое загрязнение — это комплексный термин, включающий ряд феноменов. Слепление светом (*glare*) представляет собой сильный визуальный дискомфорт, возникающий при взгляде на источник очень яркого света (например, частичное слепление возникает, когда человек смотрит на солнце, на фары автомобиля). Световое вторжение (*light trespass*) возникает при проникновении нежелательного света в частную собственность извне (например, проникновение луча света от фонаря или от соседей в окно ночью). Чрезмерное освещение (*over-illumination*) — это явление, при котором освещение осуществляется с интенсивностью, превосходящей необходимую для данной деятельности (возникает, например, при использовании дизайна зданий, витрин или рекламных таблоидов с использованием многочисленных источников света или при дневном освещении). Переизбыток источников света (*clutter*) — это избыточное скопление источников света, оно может отвлекать внимание, дезориентировать и вызывать несчастные случаи (например, ДТП при отвлечении на рекламные щиты). В случае, когда весь свет от искусственных источников направляется в небо и рассеивается в нижних слоях атмосферы, увеличивается площадь светового загрязнения, создавая над городами так называемые световые купола (*skyglow*) [21].

Негативное влияние светового загрязнения на психическое здоровье человека включает: возникновение или учащение головных болей, утомляемость и усталость, возрастание уровня тревожности и стресса, снижение либидо, возникновение или

¹ Регионы России. Социально-экономические показатели: сборник. [Электронный ресурс.] Доступно по: (<https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>).

усиление депрессивных симптомов и аффективных расстройств [17, 19, 21].

Считается, что негативные последствия светового загрязнения, в том числе для психического здоровья, обусловлены нарушением биологических циклов [18]. У человека основным регулятором эндогенных биологических циклов является мелатонин, который синтезируется в эпифизе мозга в ночное время. При световом загрязнении в ночное время процесс синтеза мелатонина нарушается, что оказывает влияние на различные системы организма через ряд физиологических реакций и приводит к нарушению биологических ритмов [18, 19]. Лабораторные исследования на животных показывают, что абerrантная экспозиция искусственным освещением по ночам вызывает у них симптомы, похожие на депрессию (в частности, ангедония, уменьшение двигательной активности), и нарушения циркадных ритмов [17, 19].

Аналогичные психологические и физиологические ответы на световое загрязнение могут наблюдаться и у людей [17, 20]. Показано, что увеличение уровня искусственного ночного освещения приводит к увеличению депрессивных симптомов [22], причем эта ассоциация остается достоверной и после учета других потенциальных экологических корреляторов (загрязнение воздуха, шум, социальная разобщенность и депривация, зеленые пространства) [20].

Потенциальные механизмы влияния светового загрязнения на развитие аффективных расстройств не ограничиваются только супрессией синтеза мелатонина [17, 19]. Исследование на грызунах показало, что экспозиция тусклым светом (что является эквивалентом интенсивности освещения, которое обычно испытывают люди по ночам от телевизоров, компьютеров, ночников) по ночам вызывает симптомы, похожие на депрессию [19]. Пока не удалось точно идентифицировать механизмы, объясняющие данные квазидепрессивные состояния, но предполагаемый путь, по всей видимости, связан с гиппокампом, структурой мозга, участвующей в патофизиологии большого депрессивного расстройства [17, 23].

Еще один механизм, который может играть значительную роль в депрессивной симптоматике, вызванной различными типами нарушений биологических циклов, — нейровоспаление [19]. При экспозиции тусклым светом в ночное время у лабораторных животных наблюдается увеличение экспрессии фактора некроза опухоли альфа (TNF α) в гиппокампе; фармакологическое лечение ингибитора TNF α предупреждает депрессивные симптомы [17]. Связь между поведением и нарушением циркадных ритмов и нейровоспалением согласуется с предположительной ролью провоспалительных цитокинов и нарушений циркадного ритма в патогенезе депрессии [17].

Различные неблагоприятные последствия светового загрязнения для здоровья могут рассматриваться и как результат оксидативного стресса. Так, долговременная и непрекращающаяся экспозиция светом может вызвать оксидативный стресс [18]. Известно, что мелатонин и его метаболиты обладают способностью защиты от оксидативного стресса и заболеваний, являющихся результатом оксидативной атаки. Супрессия его синтеза в результате светового загрязнения может стать причиной развития различных патологических

процессов из-за невозможности организма справляться с оксидативным стрессом.

Загрязнение воздуха

Загрязнение атмосферного воздуха является одним из основных факторов риска для здоровья, связанных с окружающей средой. Результаты недавних эпидемиологических исследований свидетельствуют о значительном негативном эффекте аэрополлютантов на рост бремени болезней и смертности людей по всему миру [24, 25].

В число аэрополлютантов входят взвешенные частицы (*particulate matter*), газы (озон, оксид углерода, оксид и диоксид азота, диоксид серы и др.), токсичные металлы (например, свинец, ванадий, никель, медь, марганец), а также ряд органических (например, полициклические ароматические гидрокарбонаты) и биологических молекул (например, бактериальные эндотоксины) [26, 27]. Наибольшее негативное воздействие на здоровье людей оказывает загрязнение воздуха взвешенными частицами, которое является пятым среди основных факторов риска смертности в мире [24]. За последнее десятилетие в зарубежной научной литературе появляется все больше работ, посвященных изучению влияния загрязнения атмосферного воздуха не только на физическое, но и на психическое здоровье.

Взвешенные частицы являются смесью твердых и жидких органических и неорганических веществ, присутствующих в атмосферном воздухе в виде аэрозоля. Обычно выделяют следующие типы взвешенных частиц: «крупные» — с диаметром от 2,5 до 10 μm (PM₁₀), «мелкие» — с диаметром меньше 2,5 μm (PM_{2,5}), и «очень мелкие» — с диаметром меньше 0,1 μm (PM_{0,1}) [27]. От природы и размера взвешенных частиц зависят их аэродинамические свойства и биологический эффект. Наибольшую опасность для здоровья представляют мелкодисперсные частицы PM_{2,5}, которые проникают с вдыхаемым воздухом в легкие и депонируются в бронхиолах и альвеолярных пространствах, а ультрамелкодисперсные частицы могут проникать непосредственно в кровоток [26–28]. Взвешенные частицы могут накапливаться в различных органах и тканях и оказывать влияние на разные системы организма.

Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха на показатели субъективного благополучия (показатели удовлетворенностью жизнью, счастья), полученная в разных странах мира, позволяет говорить о существовании отрицательной связи между субъективным благополучием и загрязнением атмосферного воздуха [28]. Более того, экспозиция аэрополлютантами негативно влияет на психологическое состояние еще и потому, что вызывает психологический дистресс [29], а также ухудшает качество сна [30], увеличивает раздражительность [31] и тревогу [32].

Работы по изучению ассоциаций между долговременной и кратковременной экспозицией различными типами аэрополлютантов и депрессией не дают согласованных результатов [33, 34]. Например, в обзоре и мета-анализе S.J. Fan и коллег не было выявлено статистически достоверной связи между экспозицией PM_{2,5} (как долговременной, так и кратковременной) и депрессией, но обнаружена достоверная ассоциация между кратковременной экспозицией NO₂ (но не другими аэрополлютантами) и депрессией [34].

В то же время в обзоре и метаанализе I. Braithwaite и коллег обнаружена статистически достоверная связь между долговременной экспозицией $PM_{2.5}$ и риском развития депрессивных расстройств, но не обнаружена статистически достоверная связь между долговременной экспозицией PM_{10} и развитием депрессии [33]. Загрязненность воздуха также может рассматриваться как один из факторов риска манифестации расстройств шизофренического спектра [35]. Помимо этого, загрязнение воздуха негативно влияет на когнитивное функционирование и развитие различных когнитивных нарушений на всех жизненных стадиях от пренатального развития до старости [28, 32, 36].

Негативное воздействие аэрополлютантов на центральную нервную систему осуществляется посредством разнообразных клеточных, молекулярных и воспалительных путей, каждый из которых может повреждать мозговые структуры и создавать предпосылки для неврологических заболеваний. Аэрополлютанты могут воздействовать на ЦНС непосредственно (например, ультрамелкодисперсные частицы) либо опосредованно через системное воспаление.

Проникновение аэрополлютантов в ЦНС предположительно осуществляется через назальный и респираторный путь [27]. Первый путь предполагает попадание аэрополлютантов через носовую полость в обонятельную луковицу, чья слизистая непосредственно контактирует с воздухом окружающей среды, а затем в ЦНС. Вторым путем предполагает попадание аэрополлютантов с вдыхаемым воздухом в легкие, где, пройдя через аэрогематический барьер, они попадают в системный кровоток и разносятся по всему организму. В случае непосредственного проникновения аэрополлютантов попадают в ЦНС либо из кровеносных сосудов, пройдя через гематоэнцефалический барьер, либо по тройничному или блуждающему нерву. Опосредованный путь предполагает, что аэрополлютанты, попадая в периферические ткани/органы или оставаясь в сосудах и воздействуя на сосудистый эндотелий, могут создавать локальный оксидативный стресс или локальные очаги воспаления, затем медиаторы воспаления попадают в кровоток, проникают через гематоэнцефалический барьер и транслируются в ЦНС [27].

Точные патофизиологические механизмы, объясняющие вклад загрязнения воздуха в развитие неврологических и психических расстройств, не вполне ясны. Предполагается, что ведущую роль играет нейровоспаление, оксидативный стресс, активация микроглии и повреждение кровеносных сосудов головного мозга. Считается, что нейродегенеративные заболевания (например, болезни Альцгеймера, Паркинсона) и неврологические заболевания развития (например, расстройства аутистического спектра) связаны с нейротоксичностью, вызванной долговременной экспозицией аэрополлютантами, к которой наиболее чувствительны развивающиеся и стареющие организмы [27]. Нейровоспаление играет значимую роль в патогенезе как расстройств психотического спектра [37], так и депрессии [38]. Кроме того, с депрессией связывают нарушение синтеза дофамина из-за повреждения дофаминергических нейронов в результате оксидативного стресса, вызванного аэрополлютантами [39]. Экспозиция

аэрополлютантами вызывает нарушение гипоталамо-гипофизарно-адреналовой оси, которая регулирует ответ организма на стресс через продукцию гормонов, таких как кортизол, следовательно, этот механизм может рассматриваться как важный этиологический фактор в развитие депрессии и тревожности [40].

Шумовое загрязнение

Акустическое, или шумовое, загрязнение, наряду с загрязнением воздуха, является одним из ведущих негативных факторов окружающей среды, оказывающих пагубное воздействие на физическое и психическое здоровье и благополучие людей [41].

Под шумовым загрязнением понимается раздражающий шум антропогенного происхождения. Шумом может быть назван любой нежелательный звук или сочетание звуков, нарушающие тишину, мешающие восприятию полезных звуков (человеческой речи, сигналов и пр.) и оказывающие вредное воздействие на организм человека [41].

Главным источником шумового загрязнения в урбанизированной среде являются транспортные средства, в наибольшей степени автомобили, железнодорожные поезда и самолеты, кроме того, вклад вносят промышленные предприятия, строительные и ремонтные работы. Источниками шумового загрязнения внутри зданий могут быть механические устройства (лифты, вентиляция, помпы, водяные трубы) или шумы бытового происхождения (голоса соседей, звук бытовой техники, музыкальных инструментов и пр.). Воздействие последних определяется не столько звуковыми характеристиками (периодичностью, силой звука), сколько содержанием. Так, звуки, производимые соседями (звук шагов, голоса и музыка), высокосодежательны, они с большей вероятностью отвлекут внимание невольного слушателя, вне зависимости от их интенсивности. В последнее время среди источников шума также выделяют шум от развлекательных мероприятий (шум, которому подвергаются люди вследствие своей деятельности в свободное время, например при посещении концертов, ночных клубов, спортивных мероприятий).

Влияние акустического загрязнения на здоровье может быть как специфическим, т. е. непосредственно поражающим органы слуха (нарушение или потеря слуха, тиннитус — шум в ушах) [42], так и вызывать неспецифическую физиологическую и психологическую реакцию.

Одним из первых и наиболее явных последствий воздействия шума является раздражение [43]. Раздражение рассматривается как комплексная стрессовая реакция, включающая в себя индивидуальные физиологические, эмоциональные, когнитивные и поведенческие ответы, которые могут частично фиксироваться в памяти и выражаться в вербальной форме [43]. Раздражение, вызванное шумовой экспозицией, влияет на повседневную активность, чувства, мысли, сон и может сопровождаться такими негативными реакциями, как утомление и симптомы психологического дистресса [44]. Шумовое загрязнение индуцирует различные физиологические реакции: увеличение кровяного давления, изменение циркуляции липидов и уровня глюкозы в крови, увеличение частоты сердечных сокращений и изменения в выбросе и активации адреналина, норадреналина и кортизола [45].

Воздействие шумового фактора во многом определяет негативные последствия для качества сна [44]. Люди воспринимают, оценивают и реагируют на звуки окружающей среды даже во сне [46]. В течение ночи шум может быть непрерывным (шумовой фон) или дискретным (единичные шумовые события). При этом само воздействие на сон будет зависеть не только от количества этих единичных шумов и их акустических характеристик, но и от фазы сна, уровня фонового шума и индивидуальных особенностей (например, чувствительности к шуму) [46]. Краткосрочные эффекты от нарушений сна вследствие шумовой экспозиции включают в себя плохое настроение, дневную сонливость и снижение эффективности когнитивной деятельности [46].

Вопрос о влиянии звукового ландшафта на психическое здоровье освещен в большом количестве работ, результаты которых противоречивы. Так, в целом ряде исследований установлены ассоциации между шумовой экспозицией и проявлением депрессивной симптоматики. Например, в работе немецких исследователей показано, что депрессия и генерализованное тревожное расстройство возрастают с увеличением степени раздражения от шума (вне зависимости от его источника) [47]. Также обнаружено, что транспортный шум вызывает депрессию, причем риск возникновения депрессии зависит от источников шума: от шума авиационного и железнодорожного транспорта — полиномиальная зависимость (риск нарастает, достигает максимума при 50–55 дБ, а потом спадает), а от шума автомобильного транспорта — линейная (риск растет с увеличением уровня шума). Авторы объясняют это различными акустическими свойствами шума от разных видов транспорта, а также тем, что к автомобильному шуму люди привыкают быстрее [48]. Результаты лонгитюдного исследования E. Orban и коллег показали, что долговременная шумовая экспозиция увеличивает риск возникновения депрессивных симптомов на 25–30 % чаще среди тех респондентов, кто регулярно подвергался шумовому воздействию свыше 55 дБ, чем среди тех, кто испытывал воздействие меньше 55 дБ, после учета сопутствующих факторов [49].

Однако выявленные корреляции подвергаются сомнению [50, 51]. Так, нет достаточного количества достоверных доказательств воздействия шума от различных источников (транспорт, ветряные турбины) на самооценку качества жизни и здоровья и развитие тревожных и депрессивных расстройств [50]. Несмотря на то что выявлена линейная связь между показателями шумовой экспозиции и депрессией, достоверность обнаруженных ассоциаций слабая [51]. Возможно, неоднозначность результатов, касающихся роли шума в развитии психических расстройств, обусловлена тем, что авторы рассматривают то или иное психическое состояние индивида как прямой результат шумовой экспозиции, не учитывая все сопутствующие факторы (генетические, социальные, экологические, индивидуальные), оказывающие влияние на развитие тех или иных психических расстройств [51]. Наиболее вероятной является модель сложной взаимосвязи между шумовой экспозицией, чувствительностью к шуму, нарушениями сна и психическими расстройствами.

Вероятный механизм влияния шумового загрязнения на психическое состояние состоит

в том, что шум как стрессовый фактор окружающей среды может стимулировать активацию эндокринной и автономной нервной систем [50], что вызывает выброс стрессовых гормонов, таких как катехоламины (например, адреналин/норадреналин) и кортизол, тем самым запуская пути воспалительного и оксидативного стресса [52]. Хроническая шумовая экспозиция может привести к пролонгированной активации данных стрессовых путей, что, в свою очередь, может стимулировать развитие депрессии и тревожных расстройств [53].

Заключение. На психическое здоровье и благополучие городского населения воздействует специфический комплекс экологических факторов, среди которых выделяют особенности городской среды и различные виды загрязнений (световое, воздушное и звуковое). Основными последствиями их воздействия являются повышение стресса, утомляемости, раздражения, снижение эффективности когнитивного функционирования, нарушения сна, проявление или усиление тревожной и депрессивной симптоматики, манифестация или осложнение протекания психических расстройств. Среди физиологических механизмов, опосредующих воздействие экологических стрессоров на психическое здоровье, наиболее часто упоминаются эндокринные нарушения, оксидативный стресс, нейровоспаление.

Следует отметить, что последствия воздействия вышеупомянутых гигиенических факторов на психическое здоровье зависят не только от их непосредственных характеристик, но и от ряда не связанных с ними параметров, таких как индивидуальные особенности людей, на которых это воздействие осуществляется, их социально-экономический статус и образ жизни.

К индивидуальным особенностям людей относятся пол, возраст, чувствительность к стрессовому фактору, предрасположенность к развитию определенных психических заболеваний, предшествующая история болезней и общее состояние здоровья (в частности, наличие или отсутствие хронических заболеваний).

Половые различия особенно ярко проявляются в случае реакции на шумовую экспозицию. Исследования показывают, что неблагоприятные последствия для психического здоровья под воздействием шума чаще отмечаются для женщин [54, 55], для которых, согласно результатам некоторых работ, свойственна более высокая чувствительностью к шуму [48, 49].

Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что воздействие загрязнений на психическое здоровье зависит от возраста: самые негативные последствия отмечаются при экспозиции поллютантами в наиболее экосенситивные периоды онтогенеза. Например, результаты ряда работ показали, что наиболее неблагоприятные последствия загрязнения воздуха для психического здоровья отмечаются для индивидов на ранних этапах индивидуального развития (пренатальном и раннем постнатальном) и в пожилом возрасте [36, 56], поскольку именно эти периоды характеризуются высокой чувствительностью к нейротоксичности аэрополлютантов, которая может вызвать или усугубить протекание расстройств развития и нейродегенеративных заболеваний [26]. Кроме того, отмечается, что дети более уязвимы к развитию психических отклонений

в результате загрязнения воздуха, по сравнению со взрослыми, ввиду разницы в абсорбции, метаболизма и экскреции химических агентов [56]. Из-за незрелости систем метаболизма токсичные вещества имеют больший период полураспада в детском организме, что повышает риск негативных последствий экспозиции аэрополлютантами для психического здоровья [56]. Аналогичная зависимость от возраста показана и в случае психических последствий шумовой экспозиции: психика детей и пожилых людей более чувствительна к шумовому загрязнению [44, 50]. Наиболее неблагоприятные для психического благополучия последствия светового загрязнения также показаны для детского и подросткового возраста, поскольку образ жизни молодых людей нередко отличается искусственной пролонгацией светового дня за счет смены распорядка дня (смещения периода бодрствования на вечернее и ночное время), чрезмерного использования искусственного освещения в темное время суток и активного использования разнообразных электронных устройств, приводящих к супрессии синтеза мелатонина [57].

Индивидуальная чувствительность к действию стрессового фактора в значительной степени определяет выраженность реакции и последствий для психического здоровья и благополучия (например, уровень раздражения, тревожности, психиатрических симптомов, расстройства сна) в случае шумового загрязнения [44, 51]. Также показано, что состояние здоровья и предшествующая история болезней (в частности, психических) в значительной степени определяют уязвимость психического здоровья индивидов к шумовому [50] и воздушному загрязнению [56].

Многочисленные исследования свидетельствуют о значимости учета **социально-экономического статуса** индивидов при оценке влияния экологических стрессовых факторов на психическое здоровье городского населения. Действительно, уязвимость некоторых групп населения к развитию психических заболеваний обусловлена сложной системой взаимосвязей между индивидуальной предрасположенностью, социально-бытовыми условиями жизни и средовыми факторами, и прежде, чем рассматривать действие факторов окружающей среды, в частности загрязнений различной природы, следует учитывать социально-экономический статус [3, 58, 59]. Так, например, низкий уровень доходов, неравенство, бедность, безработица, бездомность уже являются сильными факторами, повышающими риск развития психических заболеваний [3]. В некоторых работах отмечено, что ухудшение психологического состояния и психического здоровья из-за загрязнения воздуха сильнее выражено в более уязвимых группах населения (с низким уровнем дохода, образования, работающие на улице, живущие в более загрязненных регионах, социально депривированные группы населения) [56, 60]. Аналогичное наблюдается в группах расовых или культурных меньшинств [56].

В значительной степени влияние различных гигиенических факторов на психическое здоровье опосредуется **образом жизни**. На примере светового загрязнения можно проследить, как изменения образа жизни приводят к нарушению циркадианных ритмов и, как следствие, нарушению психического здоровья [61]. Например, показано, что сменная работа вызывает нарушение как

физического (повышается риск развития онкологических и метаболических заболеваний), так и психического здоровья [57, 61]. Наряду со сменной работой десинхроноз и негативные последствия для психического здоровья нередко возникают в результате частых перелетов из одного часового пояса в другой, так называемым синдромом смены часового пояса (*jet lag*) [61]. Следует отметить, что имеет место также и социально обусловленный десинхроноз или рассогласование циркадианных ритмов ввиду социальных причин, в случае регулярных изменений распорядка дня, например пробуждение в раннее время в будни и долгий сон в выходные дни или в отпуске, что негативно воздействует на психическое здоровье [61].

Таким образом, крайне затруднительно определить значение конкретного фактора в развитии того или иного психического состояния или расстройства. Во-первых, потому что результаты большинства исследований гетерогенны — используются различные методы измерения психологического состояния, факторов окружающей среды и учета связанных факторов. Во-вторых, чувствительность к подобному рода воздействиям зависит от индивидуальных особенностей организма и психики, т.е. один и тот же фактор может быть критичным для одного и безразличным для другого. Наконец, четкая демаркация воздействия того или иного фактора невозможна, поскольку невозможна его полная изоляция от всех других факторов для оценки его воздействия на организм человека, в любом случае оценивается некое совокупное действие факторов городской среды.

Подводя итог, можно сделать вывод о необходимости дальнейших исследований влияния факторов урбанизированной среды на психическое здоровье населения, но с учетом специфики их динамического взаимодействия и при анализе дифференциальной значимости различных экологических условий городской среды учитывать другие виды факторов (социально-экономические, бытовые, генетические, индивидуальные психологические и физиологические особенности) с целью создания алгоритма проведения гигиенических мероприятий по защите организма человека от воздействия неблагоприятных факторов и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и здоровья населения. Для исключения или сокращения действия вредных факторов на здоровье человека важным представляется проведение мониторинга загрязнений, санитарно-гигиеническая оценка уровня экологической нагрузки, вызванной факторами различной природы (акустической, оптической и др.), расчет предельных уровней загрязняющих веществ, реализации компенсационных мероприятий, направленных на снижение загрязнения от различных источников, предупреждение и устранение вредного воздействия на психическое и физическое здоровье человека факторов городской среды (разработка нормативной документации, средств индивидуальной защиты, защитных ограждений, планировка строительства и др.).

References

1. Gruebner O, Rapp MA, Adli M, Kluge U, Galea S, Heinz A. Cities and mental health. *Dtsch Arztebl Int*. 2017;114(8):121–127. doi: 10.3238/arztebl.2017.0121
2. Peen J, Schoevers RA, Beekman AT, Dekker J. The current status of urban–rural differences in psychiatric

- disorders. *Acta Psychiatr Scand.* 2010;121(2):84–93. doi: 10.1111/j.1600-0447.2009.01438.x
3. McCay L, Bremer I, Endale T, Jannati M, Yi J. Urban design and mental health. In: Okkels N, Kristiansen C, Munk-Jorgensen P, eds. *Mental Health and Illness in the City. Mental Health and Illness Worldwide*. Singapore: Springer; 2019:32–48. doi: 10.1007/978-981-10-0752-1_12-1
4. Morozov PV. Mental health and urbanization: a Russian perspective. *Curr Opin Psychiatry.* 2018;31(3):272–275. doi: 10.1097/YCO.0000000000000415
5. Gong Y, Palmer S, Gallacher J, Marsden T, Fone D. A systematic review of the relationship between objective measurements of the urban environment and psychological distress. *Environ Int.* 2016;96:48–57. doi: 10.1016/j.envint.2016.08.019
6. Evans GW. The built environment and mental health. *J Urban Health.* 2003;80(4):536–555. doi: 10.1093/jurban/jtg063
7. Zarghami E, Karimimoshaver M, Ghanbaran A, SaadatiVaghar P. Assessing the oppressive impact of the form of tall buildings on citizens: Height, width, and height-to-width ratio. *Environ Impact Assess Rev.* 2019;79:106287. doi: 10.1016/j.eiar.2019.106287
8. Asgarzadeh M, Lusk AC, Koga T, Hirate K. Measuring oppressiveness of streetscapes. *Landsc Urban Plan.* 2012;107(1):1–11. doi: 10.1016/j.landurbplan.2012.04.001
9. Chatterjee K, Chng S, Clark B, et al. Commuting and wellbeing: a critical overview of the literature with implications for policy and future research. *Transp Rev.* 2019;40(1):5–34. doi: 10.1080/01441647.2019.1649317
10. Hansson E, Mattisson K, Björk J, Östergren PO, Jakobsson K. Relationship between commuting and health outcomes in a cross-sectional population survey in southern Sweden. *BMC Public Health.* 2011;11:834. doi: 10.1186/1471-2458-11-834
11. Hennessy DA. The impact of commuter stress on workplace aggression. *J Appl Soc Psychol.* 2008;38(9):2315–2335. doi: 10.1111/j.1559-1816.2008.00393.x
12. Wang X, Rodriguez DA, Sarmiento OL, Guaje O. Commute patterns and depression: Evidence from eleven Latin American cities. *J Transp Heal.* 2019;14:e100607. doi: 10.1016/j.jth.2019.100607
13. Christian TJ. Automobile commuting duration and the quantity of time spent with spouse, children, and friends. *Prev Med.* 2012;55(3):215–218. doi: 10.1016/j.ypmed.2012.06.015
14. Grellier J, White MP, Albin M, et al. BlueHealth: a study programme protocol for mapping and quantifying the potential benefits to public health and well-being from Europe's blue spaces. *BMJ Open.* 2017;7(6):e016188. doi: 10.1136/bmjopen-2017-016188
15. James P, Banay R, Hart J, Laden F. A review of the health benefits of greenness. *Curr Epidemiol Rep.* 2015;2(2):131–142. doi: 10.1007/s40471-015-0043-7
16. Ishikawa N, Kourtis K, Nijkamp P. Urbanization and quality of life: an overview of the health impacts of urban and rural residential patterns. In: Kourtis K, Nijkamp P, Stough R, eds. *The Rise of the City: Spatial Dynamics in the Urban Century*. Edward Elgar Publ.; 2015:259–317. doi: 10.4337/9781783475360
17. Lambert KG, Nelson RJ, Jovanovic T, Cerdá M. Brains in the city: Neurobiological effects of urbanization. *Neurosci Biobehav Rev.* 2015;58:107–122. doi: 10.1016/j.neubiorev.2015.04.007
18. Navara KJ, Nelson RJ. The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences. *J Pineal Res.* 2007;43(3):215–224. doi: 10.1111/j.1600-079X.2007.00473.x
19. Bedrosian TA, Nelson RJ. Influence of the modern light environment on mood. *Mol Psychiatry.* 2013;18(7):751–757. doi: 10.1038/mp.2013.70
20. Helbich M, Browning M, Huss A. Outdoor light at night, air pollution and depressive symptoms: A cross-sectional study in the Netherlands. *Sci Total Environ.* 2020;744:140914. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140914
21. Rajkhowa R. Light pollution and impact of light pollution. *Int J Sci Res.* 2014;3(10):861–867.
22. Obayashi K, Saeki K, Kurumatani N. Bedroom light exposure at night and the incidence of depressive symptoms: A longitudinal study of the HEIJO-KYO cohort. *Am J Epidemiol.* 2018;187(3):427–434. doi: 10.1093/aje/kwx290
23. Frodl T, Meisenzahl EM, Zetsche T, et al. Hippocampal changes in patients with a first episode of major depression. *Am J Psychiatry.* 2002;159(7):1112–1118. doi: 10.1176/appi.ajp.159.7.1112
24. Cohen AJ, Brauer M, Burnett R, et al. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *Lancet.* 2017;389(10082):1907–1918. doi: 10.1016/S0140-6736(17)30505-6
25. *Ambient Air Pollution: A Global Assessment of Exposure and Burden of Disease*. World Health Organization, 2016. Accessed November 25, 2021. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/250141>
26. Costa LG, Cole TB, Dao K, Chang YC, Coburn J, Garrick JM. Effects of air pollution on the nervous system and its possible role in neurodevelopmental and neurodegenerative disorders. *Pharmacol Ther.* 2020;210:107523. doi: 10.1016/j.pharmthera.2020.107523
27. Genc S, Zadeoglulari Z, Fuss SH, Genc K. The adverse effects of air pollution on the nervous system. *J Toxicol.* 2012;e782462. doi: 10.1155/2012/782462
28. Lu JG. Air pollution: A systematic review of its psychological, economic, and social effects. *Curr Opin Psychol.* 2020;32:52–65. doi: 10.1016/j.copsyc.2019.06.024
29. Sass V, Kravitz-Wirtz N, Karceski S, Hajat A, Crowder K, Takeuchi D. The effects of air pollution on individual psychological distress. *Health Place.* 2017;48:72–79. doi: 10.1016/j.healthplace.2017.09.006
30. Chen G, Xiang H, Mao Z, et al. Is long-term exposure to air pollution associated with poor sleep quality in rural China? *Environ Int.* 2019;133(Pt B):e105205. doi: 10.1016/j.envint.2019.105205
31. Jacquemin B, Sunyer J, Forsberg B, et al. Annoyance due to air pollution in Europe. *Int J Epidemiol.* 2007;36(4):809–820. doi: 10.1093/ije/dym042
32. Power MC, Adar SD, Yanosky JD, Weuve J. Exposure to air pollution as a potential contributor to cognitive function, cognitive decline, brain imaging, and dementia: A systematic review of epidemiologic research. *Neurotoxicology.* 2016;56:235–253. doi: 10.1016/j.neuro.2016.06.004
33. Braithwaite I, Zhang S, Kirkbride JB, Osborn DP, Hayes JF. Air pollution (particulate matter) exposure and associations with depression, anxiety, bipolar, psychosis and suicide risk: A systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect.* 2019;127(12):126002. doi: 10.1289/EHP4595
34. Fan SJ, Heinrich J, Bloom MS, et al. Ambient air pollution and depression: A systematic review with meta-analysis up to 2019. *Sci Total Environ.* 2020;701:134721. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134721
35. Attademo L, Bernardini F, Garinella R, Compton MT. Environmental pollution and risk of psychotic disorders: A review of the science to date. *Schizophr Res.* 2017;181:55–59. doi: 10.1016/j.schres.2016.10.003
36. Clifford A, Lang L, Chen R, Anstey KJ, Seaton A. Exposure to air pollution and cognitive functioning across the life course – A systematic literature review. *Environ Res.* 2016;147:383–398. doi: 10.1016/j.envres.2016.01.018
37. Barron H, Hafizi S, Andreazza AC, Mizrahi R. Neuroinflammation and oxidative stress in psychosis and psychosis risk. *Int J Mol Sci.* 2017;18(3):651. doi: 10.3390/ijms18030651
38. Dantzer R, O'Connor JC, Freund GG, Johnson RW, Kelley KW. From inflammation to sickness and depression: when the immune system subjugates the brain. *Nat Rev Neurosci.* 2008;9(1):46–56. doi: 10.1038/nrn2297

39. Block ML, Calderón-Garcidueñas L. Air pollution: mechanisms of neuroinflammation and CNS disease. *Trends Neurosci.* 2009;32(9):506–516. doi: 10.1016/j.tins.2009.05.009
40. Zorn JV, Schür RR, Boks MP, *et al.* Cortisol stress reactivity across psychiatric disorders: a systematic review and meta-analysis. *Psychoneuroendocrinology.* 2017;77:25–36. doi: 10.1016/j.psyneuen.2016.11.036
41. Jarosińska D, Héroux MI, Wilkhu P, *et al.* Development of the WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: An introduction. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(4):813. doi: 10.3390/ijerph15040813
42. Sliwińska-Kowalska M, Zaborowski K. WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and permanent hearing loss and tinnitus. *Int J Environ Res Public Health.* 2017;14(10):1139. doi: 10.3390/ijerph14101139
43. Guski R, Schreckenberger D, Schuemer R. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A systematic review on environmental noise and annoyance. *Int J Environ Res Public Health.* 2017;14(12):1539. doi: 10.3390/ijerph14121539
44. Basner M, Babisch W, Davis A, *et al.* Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet.* 2014;383(9925):1325–1332. doi: 10.1016/S0140-6736(13)61613-X
45. Jensen H, Rasmussen B, Ekholm O. Neighbor noise annoyance is associated with various mental and physical health symptoms: results from a nationwide study among individuals living in multi-store housing. *BMC Public Health.* 2019;19(1):1508. doi: 10.1186/s12889-019-7893-8
46. Basner M, McGuire S. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A systematic review on environmental noise and effects on sleep. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(3):519. doi: 10.3390/ijerph15030519
47. Beutel ME, Jünger C, Klein EM, *et al.* Noise annoyance is associated with depression and anxiety in the general population – The contribution of aircraft noise. *PLoS One.* 2016;11(5):e0155357. doi: 10.1371/journal.pone.0155357
48. Seidler A, Hegewald J, Seidler AL, *et al.* Association between aircraft, road and railway traffic noise and depression in a large case-control study based on secondary data. *Environ Res.* 2017;152:263–271. doi: 10.1016/j.envres.2016.10.017
49. Orban E, McDonald K, Sutcliffe R, *et al.* Residential road traffic noise and high depressive symptoms after five years of follow-up: Results from the Heinz Nixdorf recall study. *Environ Health Perspect.* 2016;124(5):578–585. doi: 10.1289/ehp.1409400
50. Clark C, Paunovic K. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A systematic review on environmental noise and quality of life, wellbeing and mental health. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(11):2400. doi: 10.3390/ijerph15112400
51. Dzhambov AM, Lercher P. Road traffic noise exposure and depression/anxiety: An updated systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(21):4134. doi: 10.3390/ijerph16214134
52. Hahad O, Prochaska JH, Daiber A, Muenzel T. Environmental noise-induced effects on stress hormones, oxidative stress, and vascular dysfunction: Key factors in the relationship between cerebrocardiovascular and psychological disorders. *Oxid Med Cell Longev.* 2019;2019:4623109. doi: 10.1155/2019/4623109
53. Babisch W. The noise/stress concept, risk assessment and research needs. *Noise Health.* 2002;4(16):1–11.
54. Hammersen F, Niemann H, Hoebel J. Environmental noise annoyance and mental health in adults: findings from the cross-sectional German Health Update (GEDA) Study 2012. *Int J Environ Res Public Health.* 2016;13(10):954. doi: 10.3390/ijerph13100954
55. Cebrino J, Portero de la Cruz S. Environmental, health and sociodemographic determinants related to common mental disorders in adults: A Spanish country-wide population-based study (2006–2017). *J Clin Med.* 2020;9(7):2199. doi: 10.3390/jcm9072199
56. Ventriglio A, Bellomo A, Di Gioia, *et al.* Environmental pollution and mental health: a narrative review of literature. *CNS Spectr.* 2021;26(1):51–61. doi: 10.1017/S1092852920001303
57. Bedrosian TA, Nelson RJ. Timing of light exposure affects mood and brain circuits. *Transl Psychiatry.* 2017;7(1):e1017. doi: 10.1038/tp.2016.262
58. Hobbs M, Kingham S, Wiki J, Marek L, Campbell M. Unhealthy environments are associated with adverse mental health and psychological distress: Cross-sectional evidence from nationally representative data in New Zealand. *Prev Med.* 2021;145:106416. doi: 10.1016/j.ypmed.2020.106416
59. Wu C, Zheng P, Xu X, Chen S, Wang N, Hu S. Discovery of the environmental factors affecting urban dwellers' mental health: A data-driven approach. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(21):8167. doi: 10.3390/ijerph17218167
60. Zhang X, Zhang X, Chen X. Happiness in the air: How does a dirty sky affect mental health and subjective well-being? *J Environ Econ Manage.* 2017;85:81–94. doi: 10.1016/j.jeem.2017.04.001
61. Walker WH 2nd, Walton JC, Courtney DeVries A, Nelson RJ. Circadian rhythm disruption and mental health. *Transl Psychiatry.* 2020;10(1):28. doi: 10.1038/s41398-020-0694-0

