

Цифровое фенотипирование как новый метод скрининга психических расстройств

Оригинальная статья

Касьянов Е.Д., Ковалёва Я.В., Мазо Г.Э.

Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В.М. Бехтерева, Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Внедрение информационных технологий неразрывно связано с повышением качества и доступности медицинской помощи, а также с сокращением расходов на медицинские услуги. Цифровое фенотипирование является одним из клинических инструментов в сфере информационных технологий, позволяющих оценить индивидуальный фенотип человека с помощью различных персональных информационных устройств, таких как смартфон, планшет, смарт-часы, различные датчики и прочие компьютерные средства.

Преимуществом цифрового фенотипирования является возможность получать информацию о состоянии пациента в режиме реального времени, без стационарного и амбулаторного наблюдения и даже без активного участия самого пациента, что существенно расширяет возможности скрининга и диагностики психических расстройств, а также помогает отследить риски возникновения рецидивов и вовремя принять меры для предотвращения обострения заболевания. Информационные технологии имеют большие перспективы для использования в научных целях — предоставляют возможность проведения исследований в режиме онлайн, не требующих посещения исследовательских центров, вместе с тем позволяют сократить время и расходы на проводимые клинические испытания.

Однако, использование цифрового фенотипирования в научных и клинических целях имеет ряд своих ограничений. Для дальнейшего усовершенствования цифрового фенотипирования в целях скрининга психопатологии и последующей оценки состояния пациентов необходима разработка новых психометрических инструментов, применяемых в электронном виде и лишённых недостатков опросников, которые применяются в настоящий период. В данном критическом обзоре приведены данные о современных возможностях и проблемах цифрового фенотипирования, а также о перспективах его развития.

Ключевые слова: цифровое фенотипирование, скрининг психических расстройств, цифровое здравоохранение

Информация об авторах

Касьянов Евгений Дмитриевич — e-mail: ohkasyan@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4658-2195>

Ковалёва Яна Викторовна — e-mail: yanakov97@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2526-0530>

Мазо Галина Элевна — e-mail: galina-mazo@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7036-5927>

Как цитировать: Касьянов Е.Д., Ковалёва Я.В., Мазо Г.Э. Цифровое фенотипирование как новый метод скрининга психических расстройств. *Обозрение психиатрии и медицинской психологии имени В.М. Бехтерева*. 2022; 56:4:96-100. <http://doi.org/10.31363/2313-7053-2022-4-96-100>.

Конфликт интересов: Г.Э. Мазо — член редакционной коллегии.

Поддержано грантом РФФ 20-15-00132

Digital phenotyping as a new method of screening for mental disorders

Research article

Kasyanov E.D., Kovaleva Ya.V., Mazo G.E.

V.M. Bekhterev National Medical Research Center for Psychiatry and Neurology, Saint Petersburg, Russia

Summary. The introduction of information technologies is inextricably linked with improving the quality and accessibility of medical care, as well as reducing the cost of medical services. Digital phenotyping is one of the clinical tools in the field of information technology that allows you to evaluate a person's phenotype using various personal information devices, such as a smartphone, tablet, smartwatch, various sensors and other computer tools.

Автор, ответственный за переписку: Касьянов Евгений Дмитриевич, ohkasyan@yandex.ru

Corresponding author: Evgeny D. Kasyanov, ohkasyan@yandex.ru

The advantage of digital phenotyping is the ability to receive information about the patient's condition in real time, without inpatient and outpatient monitoring and even without the active participation of the patient himself. This fact significantly expands the possibilities of screening and diagnosis of mental disorders, and also helps to track the risks of relapses and take timely measures to prevent an exacerbation of the disease. Information technologies have great prospects for use for scientific purposes—they provide an opportunity to conduct research online that does not require visiting research centers, while at the same time reducing the time and costs of ongoing clinical trials.

However, the use of digital phenotyping for scientific and clinical purposes has a number of limitations. For further improvement of digital phenotyping in order to screen psychopathology and subsequent assessment of the condition of patients, it is necessary to develop new psychometric tools used in electronic form and devoid of the shortcomings of questionnaires that are currently being used. This critical review provides data on the current opportunities and problems of digital phenotyping, as well as the prospects for its development.

Keywords: digital phenotyping, screening of mental disorders, digital healthcare

Information about the authors:

Evgeny D. Kasyanov — e-mail: ohkasyan@yandex.ru , <https://orcid.org/0000-0002-4658-2195>

Yana V. Kovaleva — e-mail: yanakov97@yandex.ru , <https://orcid.org/0000-0003-2526-0530>

Galina E. Mazo — e-mail: galina-mazo@yandex.ru , <https://orcid.org/0000-0001-7036-5927>

To cite this article: Kasyanov ED, Kovaleva YaV, Mazo GE. Digital phenotyping as a new method of screening for mental disorders. V.M. Bekhterev review of psychiatry and medical psychology. 2022; 56:4:96-100. <http://doi.org/10.31363/2313-7053-2022-4-96-100>. (In Russ.)

Conflict of interest: Galina E. Mazo — member of the editorial board.

Supported by RSF grant 20-15-00132

В современном мире информационные технологии внедрились во все сферы жизни, а в некоторых направлениях даже стали её неотъемлемой частью. Развитие цифровых и информационных технологий привело к их активному использованию в системе здравоохранения в целях улучшения качества и скорости оказываемых услуг. Так в медицине появилось отдельное развивающееся направление — **цифровое здравоохранение** [16].

Планомерное развитие цифрового здравоохранения связано с повышением качества медицинской помощи за счет использования персонализированного подхода, повышения доступности услуг для большего числа граждан и уменьшению затрат на медицинские услуги [2], а также с более высокой доступностью медицинской информации [26]. Перед цифровым здравоохранением ставятся следующие задачи: создание новых более удобных способов ведения документации, таких как электронные медицинские карты, [23], а также внедрение телемедицины и других информационных технологий для оптимизации терапевтического процесса и дистанционного консультирования и ведения пациентов [2]. Еще одной важной задачей цифрового здравоохранения является улучшение диагностики с помощью цифровых технологий и развитие систем скрининга и мониторинга за состоянием здоровья пациентов [4], что позволит на раннем этапе выделять группы риска, требующие медицинского вмешательства.

Новым клиническим инструментом в сфере информационных технологий, расширяющим возможности скрининга и диагностики, является **цифровое фенотипирование** [17]. Цифровое фенотипирование — это оценка индивидуаль-

ного фенотипа человека с помощью персональных цифровых устройств [19]. Данные, собранные цифровыми устройствами, делятся на *активные*, такие как опросы, требующие участия субъекта, и *пассивные*, такие как данные, собранные при согласии индивидуума с датчиков различных гаджетов, не требующие участия субъекта [18]. Сбор данных происходит преимущественно с помощью смартфонов, но также используются различные электронные устройства, такие как смарт-часы, планшеты и прочие персональные компьютерные средства [20]. Смартфоны и другие устройства фиксируют как поведение человека, так и окружающую среду (например, сон, освещенность, температуру). Таким образом, данные цифрового фенотипирования могут способствовать пониманию того, как люди ведут себя в режиме реального времени в течение терапии [20].

Электронные устройства позволяют проанализировать новые данные, которые ранее собрать было крайне затруднительно. Предлагая самопросники в цифровом виде, можно отслеживать различные симптомы более удобным и менее обременительным способом. Использование пассивных методов сбора информации, таких как GPS (*Global Positioning System* — система глобального позиционирования), может пригодиться для определения временной мобильности и подвижности пациентов или программ, распознающих голосовые записи, для обнаружения в речи голосовых маркеров психопатологии и многое другое. Наконец, в последние годы появилась возможность измерять пульс, проводимость кожи, температуру и окружающий свет в режиме реального времени [27].

Применение цифрового фенотипирования особенно актуально в области психиатрии, т.к. оно открыло новые возможности для последовательного сбора данных о состоянии здоровья, образе жизни и клинических характеристиках пациентов с психическими расстройствами [11,14]. С помощью новых потоков данных с цифровых датчиков, в сочетании с клиническим наблюдением и субъективным самоотчетом, врачи получают больше информации о состоянии пациента не только в режиме стационарной и амбулаторной помощи, но и за пределами больничных стен [6]. В связи с чем появляется возможность отслеживать риски возникновения рецидивов заболевания и вовремя оказывать необходимые меры для предотвращения обострения, что уменьшит количество госпитализаций и нагрузку на стационар, а также возместит нехватку медицинского персонала [11].

Более того, использование методов цифрового фенотипирования и применение цифровых технологий в научных целях может существенно увеличить эффективность проводимых клинических испытаний. Цифровые технологии способны оптимизировать затраты на проводимые исследования, существенно сократить время на проводимые испытания, увеличить доступ для тех людей, кто находится далеко от исследовательского центра [9].

Некоторые клинические исследования возможно полностью перевести в цифровой формат, что позволит расширить охват участников, сделает процесс исследования менее трудоёмким и сложным, чем в традиционных очных подходах, к тому же такой подход позволяет уйти от бумажных носителей [21].

Цифровые технологии получили особенно широкое применение в работе с пациентами с расстройствами настроения и тревожными расстройствами [22,15]. Это связано с тем, что данные патологии имеют высокое бремя и широко распространены среди молодого населения, которое активно пользуется IT-технологиями и ищет помощь в интернете [10]. В исследовании Faurholt-Jerpén M. et al. проводилось наблюдение за состоянием пациентов с биполярным аффективным расстройством, где собирались данные о продолжительности сна, социальной и физической активности, проводилась оценка настроения по самопросникам [3]. Проводимые работы на пациентах с расстройствами настроения показали, что аффективные колебания при биполярном расстройстве коррелирует с определенными изменениями в использовании мобильного телефона. Результаты свидетельствуют о возможности применения пассивно собранных метаданных клавиатуры для обнаружения и отслеживания нарушений настроения [29].

В работе Kleiman E.M. et al. проводился мониторинг суицидальных мыслей и суицидального поведения пациентов [13]. Были сделаны выводы о том, что мониторинг в режиме реального времени — это лучший способ понять природу суицидальных мыслей и суицидального поведения [13].

Так же имеются результаты пилотного исследования Barnett I. et al. по прогнозированию рецидивов у пациентов с шизофренией. [8].

Использование методов цифрового фенотипирования также имеет перспективы в области фундаментальных исследований. В 2016 г. в Hyde S.L. et al. опубликовали результаты самого большого на тот момент полногеномного ассоциативного исследования депрессии. Авторы использовали базу данных генетической компании 23andMe (США), где было собрано 75607 геномов лиц, которые сами сообщили в результате он-лайн опроса о наличии у них диагноза депрессии, и 231747 геномов здорового контроля [7]. Кроме того, был проведён мета-анализ полученных и уже опубликованных результатов других полногеномных ассоциативных исследований у пациентов с депрессией и выявлено 17 однонуклеотидных полиморфизмов в 15 геномных локусах, достоверно связанных с риском развития депрессии.

Перспективы развития

Ключевой особенностью цифрового фенотипирования является то, что сбор информации о пациентах проходит без непосредственного присутствия врача, а в обычных пациента условиях [24]. Проблема использования в научных и практических целях цифрового фенотипирования касается в первую очередь ограничений самих психометрических инструментов [5, 25]. Данные ограничения могут включать: изучение только текущего состояния респондента (но не предыдущую историю психопатологии), направленность преимущественно только на одно патологическое состояние, субъективный выбор исследуемых симптомов создателями опросников и др [12, 28]. В связи с этим критически важным моментом является использование релевантных инструментов для скрининга психических расстройств, оценки тяжести психопатологических нарушений и дальнейшего сбора информации о течении заболевания и эффектах терапии.

Для повышения практической и научной релевантности цифрового фенотипирования необходимо использовать валидные психометрические инструменты, которые должны соответствовать следующим критериям:

- Иметь формат самоопросника в электронном (цифровом) виде;
- Базироваться на диагностических критериях DSM-5/МКБ-11;
- Структура скринингового инструмента должна включать дополнительные релевантные клинические характеристики, имеющие практическое значение (возраст манифеста, семейный анамнез и др.) и повышающие точность скрининга;
- Возможность оценивать не только текущее состояние респондента, но и оценку его состояния в течение жизни.
- Имели структуру “древа” вопросов, которая бы позволила проводить скрининг сразу нескольких расстройств.

– Возможность количественной оценки категориальной и количественной оценки результатов.

На настоящий момент нет валидизированных инструментов на основе DSM-5/МКБ-11 для электронного фенотипирования пациентов, оценивающих не только текущее состояние, но и психические расстройства, которые проявлялись в прошлом. Кроме того, психические расстройства — мультисистемная патология, которая часто сочетается с соматическими заболеваниями [1], генетическая архитектура которых изучена лучше. Поэтому, помимо фенотипа психических расстройств, необходимо собирать как можно больше данных о других болезненных состояниях и показателях здоровья.

Стоит также учесть тот факт, что большинство научных исследований имеют поперечный дизайн и ограничиваются одним визитом пациента, что сильно уменьшает возможности для проведения

глубокого фенотипирования. Тем не менее, цифровое фенотипирование также может решить данную проблему, обеспечив возможность для лонгитюдного исследования путём создания регистров пациентов для сбора дополнительных данных по мере их выявления.

Заключение

Таким образом, несмотря на бурное развитие цифрового здравоохранения, для дальнейшего усовершенствования цифрового фенотипирования в целях скрининга психопатологии и последующей оценки состояния пациентов необходима разработка новых психометрических инструментов, применяемых в электронном виде и лишённых недостатков опросников, которые применяются в настоящий период.

Литература / References

1. Касьянов Е.Д., Рукавишников Г.В., Кибитов А.А. и др. Современные подходы к изучению генетики депрессии: возможности и ограничения. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2021;121(5-2):61-66. Kasyanov ED, Rukavishnikov GV, Kibitov AA et al.. Modern approaches to the genetics of depression: scopes and limitations. *Zhurnal Nevrologii i Psikhiiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2021;121(5-2):61-66. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/jnevro202112105261>
2. El-Miedany Y. «Telehealth and telemedicine: how the digital era is changing standard health care». *Smart Homecare Technology and TeleHealth*. 2017;4:43-52. <https://doi.org/10.2147/SHTT.S116009>
3. Faurholt-Jepsen M, Frost M, Vinberg M, Christensen EM, Bardram JE, Kessing LV. Smartphone data as objective measures of bipolar disorder symptoms. *Psychiatry Res*. 2014;217(1-2):124-7. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2014.03.009>
4. Graber ML, Byrne C, Johnston D. The impact of electronic health records on diagnosis. *Diagnosis (Berl)*. 2017;4(4):211-223. <https://doi.org/10.1515/dx-2017-0012>
5. Hieronymus F, Østergaard S. Rating, berating or overrating antidepressant efficacy? The case of the Hamilton depression rating scale. *European Neuropsychopharmacology*. 2021;52:12-14
6. Hsin H, Fromer M, Peterson B, Walter C, Fleck M, Campbell A, Varghese P, Califf R. Transforming Psychiatry into Data-Driven Medicine with Digital Measurement Tools. *NPJ Digit Med*. 2018;1:37. <https://doi.org/10.1038/s41746-018-0046-0>
7. Hyde CL, Nagle MW, Tian C et al. Identification of 15 genetic loci associated with risk of major depression in individuals of European descent. *Nat Genet*. 2016;48(9):1031-1036. <https://doi.org/10.1038/ng.3623>
8. Ian Barnett, John Torous, Patrick Staples, Luis Sandoval, Matcheri Keshavan, Jukka-Pekka Onnela. Relapse prediction in schizophrenia through digital phenotyping: a pilot study. *Neuropsychopharmacology*. 2018;43(8):1660-1666. <https://doi.org/10.1038/s41386-018-0030-z>
9. Inan OT, Tenaerts P, Prindiville SA, Reynolds HR, Dizon DS, Cooper-Arnold K, Turakhia M, Pletcher MJ, Preston KL, Krumholz HM, Marlin BM, Mandl KD, Klasnja P, Spring B, Iturriaga E, Campo R, Desvigne-Nickens P, Rosenberg Y, Steinhubl SR, Califf RM. Digitizing clinical trials. *NPJ Digit Med*. 2020;3:101. <https://doi.org/10.1038/s41746-020-0302-y>
10. Insel TR. Digital phenotyping: a global tool for psychiatry. *World Psychiatry*. 2018;17(3):276-277. <https://doi.org/10.1002/wps.20550>
11. Insel TR. Digital Phenotyping: Technology for a New Science of Behavior. *JAMA*. 2017;318(13):1215-1216. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.11295>
12. Kidron CA, Kirmayer LJ. Global Mental Health and Idioms of Distress: The Paradox of Culture-Sensitive Pathologization of Distress in Cambodia. *Cult Med Psychiatry*. 2019;43(2):211-235. <https://doi.org/10.1007/s11013-018-9612-9>
13. Kleiman EM, Nock MK. Real-time assessment of suicidal thoughts and behaviors. *Curr Opin Psychol*. 2018;22:33-37. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.07.026>
14. Lydon-Staley DM, Barnett I, Satterthwaite TD, Bassett DS. Digital phenotyping for psychiatry: Accommodating data and theory with network science methodologies. *Curr Opin Biomed Eng*. 2019;9:8-13. <https://doi.org/10.1016/j.cobme.2018.12.003>
15. Melcher J, Hays R, Torous J. Digital phenotyping for mental health of college students: a clinical review. *Evid Based Ment Health*. 2020;23(4):161-166.

- <https://doi.org/10.1136/ebmental-2020-300180>.
16. Morcillo Serra C, González Romero JL. New digital healthcare technologies. *Med Clin (Barc)*. 2020;154(7):257-259. English, Spanish. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2019.07.004>.
 17. Onnela JP. Opportunities and challenges in the collection and analysis of digital phenotyping data. *Neuropsychopharmacology*. 2021;46(1):45-54. <https://doi.org/10.1038/s41386-020-0771-3>.
 18. Onnela JP, Rauch SL. Harnessing Smartphone-Based Digital Phenotyping to Enhance Behavioral and Mental Health. *Neuropsychopharmacology*. 2016;41(7):1691-6. <https://doi.org/10.1038/npp.2016.7>.
 19. Orsolini L, Fiorani M, Volpe U. Digital Phenotyping in Bipolar Disorder: Which Integration with Clinical Endophenotypes and Biomarkers? *Int J Mol Sci*. 2020;21(20):7684. <https://doi.org/10.3390/ijms21207684>.
 20. Radhakrishnan K, Kim MT, Burgermaster M, Brown RA, Xie B, Bray MS, Fournier CA. The potential of digital phenotyping to advance the contributions of mobile health to self-management science. *Nurs Outlook*. 2020;68(5):548-559. <https://doi.org/10.1016/j.outlook.2020.03.007>.
 21. Rosa C, Marsch LA, Winstanley EL, Brunner M, Campbell ANC. Using digital technologies in clinical trials: Current and future applications. *Contemp Clin Trials*. 2021;100:106219. <https://doi.org/10.1016/j.cct.2020.106219>.
 22. Sequeira L, Battaglia M, Perrotta S, Merikangas K, Strauss J. Digital Phenotyping With Mobile and Wearable Devices: Advanced Symptom Measurement in Child and Adolescent Depression. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2019;58(9):841-845. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2019.04.011>. Erratum in: *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2020;59(12):1408.
 23. Shenoy A, Appel JM. Safeguarding Confidentiality in Electronic Health Records. *Camb Q Healthc Ethics*. 2017;26(2):337-341. <https://doi.org/10.1017/S0963180116000931>. PMID: 28361730
 24. Stanghellini G, Leoni F. Digital Phenotyping: Ethical Issues, Opportunities, and Threats. *Front Psychiatry*. 2020;11:473. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.00473>.
 25. Stanghellini G, Leoni F. Digital Phenotyping: Ethical Issues, Opportunities, and Threats. *Front Psychiatry*. 2020;11:473. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.00473>
 26. Tachakra S, Wang XH, Istepanian RS, Song YH. Mobile e-health: the unwired evolution of telemedicine. *Telemed J E Health*. 2003;9(3):247-57. <https://doi.org/10.1089/153056203322502632>.
 27. Torous J, Onnela JP, Keshavan M. New dimensions and new tools to realize the potential of RDoC: digital phenotyping via smartphones and connected devices. *Transl Psychiatry*. 2017;7(3):e1053. <https://doi.org/10.1038/tp.2017.25>.
 28. Wang YP, Gorenstein C. Psychometric properties of the Beck Depression Inventory-II: a comprehensive review. *Braz J Psychiatry*. 2013;35(4):416-31. <https://doi.org/10.1590/1516-4446-2012-1048>.
 29. Zulueta J, Piscitello A, Rasic M, Easter R, Babu P, Langenecker SA, McInnis M, Ajilore O, Nelson PC, Ryan K, Leow A. Predicting Mood Disturbance Severity with Mobile Phone Keystroke Metadata: A BiAffect Digital Phenotyping Study. *J Med Internet Res*. 2018;20(7):e241. <https://doi.org/10.2196/jmir.9775>.

Сведения об авторах

Касьянов Евгений Дмитриевич — младший научный сотрудник отделения трансляционной психиатрии ФГБУ «НМИЦ ПН им. В.М. Бехтерева» МЗ РФ, 192019, Санкт-Петербург, ул. Бехтерева, 3. E-mail: ohkasyan@yandex.ru

Ковалёва Яна Викторовна — клинический ординатор отделения трансляционной психиатрии ФГБУ «НМИЦ ПН им. В.М. Бехтерева» МЗ РФ, 192019, Санкт-Петербург, ул. Бехтерева, 3. E-mail: yanakov97@yandex.ru

Мазо Галина Элевна — д.м.н., заместитель директора по инновационному научному развитию, руководитель отделения трансляционной психиатрии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В.М. Бехтерева» Минздрава РФ. E-mail: galina-mazo@yandex.ru

Поступила 26.03.2022

Received 26.03.2022

Принята в печать 30.08.2022

Accepted 30.08.2022

Дата публикации 12.12.2022

Date of publication 12.12.2022