

УДК 159.928.23:78]:159.922
DOI: 10.33989/2226-4051.2021.24.255898

Олена Лобач, м. Полтава,
ORCID: 0000-0003-3577-3727
Валентин Помогайбо, м. Полтава,
ORCID: 0000-0003-4466-9470

ГЕНЕТИЧНІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ МУЗИЧНИХ ЗДІБНОСТЕЙ ОСОБИСТОСТІ

У статті проаналізовано результати доступних досліджень зарубіжних учених із проблеми генетики музикальності. Закордонні науковці відносять до критеріїв музикальності достатній музичний слух, відчуття ритму та здатність переживати задоволення від музики. Саме з цими ознаками пов'язані 36 генів (найтісніше – AVPR1, GALM, GATA2, PCDH7, SLC6A4) і 7 регіонів хромосом (4q22, 4q23, 8q13-21). Автори вважають, що подальші дослідження з нового наукового напрямку необхідно спрямувати на пошуки загальногеномних зв'язків за допомогою технології ДЗГА з метою виявлення певних варіацій будови молекули ДНК всього геному, які слугуватимуть маркерами для ранньої діагностики та розвитку музикально обдарованих дітей.

Ключові слова: музикальність; музичні здібності; структура музикальності; ген; генетичні засади розвитку музичних здібностей.

Постановка проблеми. Музикальність – це здатність сприймати, виконувати чи творити музику. Синонімами цієї ознаки можуть бути музичні здібності, музичний талант, здатність до музики чи схильність до музики. Антиподом музикальності є амузія. Музика (гр. *musikē* – мистецтво Муз) є важливим сегментом культурного простору. Вона потужно впливає як на суспільство, так і на окрему людину (експериментально доведено, що мистецтво звуку діє на біологічному, психологічному, особистісному й соціальному рівнях). Недаремно музика впродовж 2,5 тисячоліть була невід'ємним складником змісту освіти молодого покоління, більше того – супроводжувала всю історію людської цивілізації.

Неперервні реформи загальної мистецької освіти в Україні призвели до того, що в Новій українській школі з 2018 року не створено належних умов для розвитку музичних здібностей учнів: по-перше, музичне мистецтво є однією зі змістових ліній освітньої галузі «Мистецтво», яку можна обирати / не обирати;

по-друге, конкурс підручників проводиться лише з інтегрованого курсу «Мистецтво», поступово витісняючи з науково-методичного простору навчальні книги з музичного мистецтва, що спонукає вчителів-практиків обирати синтетичну змістову лінію; по-третє, згідно з нормативними документами (2010, 2016, 2020 рр.) у школі I ступеня ведуть уроки з мистецьких дисциплін переважно вчителі початкових класів, які не мають відповідної професійної підготовки, а іноді й належної музичної культури.

Отже, цілеспрямований музичний розвиток особистості здійснюється головно в початкових спеціалізованих мистецьких навчальних закладах, куди діти приймаються за конкурсом на підставі визначення рівня музикальності абітурієнтів, що й вимагає розробки валідного діагностичного інструментарію, котрий має ґрунтуватися на генетичних, психологічних і особистісних засадах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомим британським музикологом Дж. Монтеґю (1927-2020) здійснені спроби описати історію виникнення та розвитку музики (Montagu, 2007; Montagu, 2017). Але ці описи, як визнано й самим автором, складаються переважно з припущень, заснованих на результатах досліджень археологів, антропологів і музикознавців. Лише з близько 1000 років до н.е., коли була започаткована алфавітна писемність (Millard, 1986), історію музики можна вважати достатньо достовірною.

На сьогодні повно представлено психологію музичних здібностей. Засновником цього напрямку у вітчизняній диференціальній психології справедливо вважають Б. Теплова. Ґрунтуючись на працях зарубіжних учених і результатах тривалої власної дослідно-експериментальної роботи, 1947 р. він запропонував оригінальну концепцію психології загальних музичних здібностей, яка дотепер не втрачає своєї актуальності. Структуру музикальності складають емоційний відгук на музику як її центр, відчуття ритму, ладове відчуття та музично-слухові уявлення (інформація важлива для порівняння із зарубіжними підходами, описаними нами нижче).

У 1960-ті роки ідеї відомого вченого продовжила Н. Ветлугіна в контексті вивчення цілісного процесу музичного

розвитку дітей дошкільного віку. Вона уточнила структуру музикальності та виокремила в ній репродуктивний і перцептивний компоненти. Її наступницею стала К. Тарасова (1988 р.), яка простежила онтогенез музичних здібностей дошкільнят.

Активні дослідження з порушеної проблеми здійснювались у 1980-ті роки. За цієї доби розпочато вивчення спеціальних музичних здібностей – інструментальних, вокальних, композиторських, а також особливостей музично-виконавської діяльності з використанням спеціальної дослідницької апаратури (Ю. Цагареллі, Г. Ципін). Побіжно зауважимо, що один із перших приладів для діагностики виконавського апарату (моторики) піаніста розробив С. Шевченко, викладач фортепіано Полтавського державного музичного училища імені М. В. Лисенка (Шевченко, 1965). Зауважимо, що в останні десятиріччя вищезазначений дослідницький напрям розробляє Д. Кірнарська (2004 р.), яка апробує результати своїх наукових пошуків у провідних університетах світу (Гарвардський, Кембриджський, Оксфордський та ін.). У 80-ті роки Л. Бочкарьов експериментально довів специфіку музичних переживань, а М. Бонфельд виокремив і теоретично обгрунтував сутність музичного мислення.

Накопичення нових психологічних фактів, здійснення потужної дослідно-експериментальної роботи, узагальнення результатів попередніх і актуальних досліджень привело в останнє десятиріччя ХХ століття до усвідомлення предмету нової галузі науки – музичної психології (В. Петрушин), яка почала викладатися як навчальна дисципліна для здобувачів музичних спеціальностей (музикознавців, виконавців, педагогів) у закладах вищої та післядипломної освіти.

С. Науменко, професору Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова належить першість у розробці вікової психології музичних здібностей (1996 рік). Згодом вона узагальнила результати двадцятилітньої діяльності власної наукової школи в монографії «Психологія музичної діяльності», де глибоко й ретельно проаналізувала величезний масив першоджерел з обговорюваної проблеми, що дає змогу не включати їх до списку використаної літератури нашої статті (Науменко, 2015).

У музичній психології генетичні засади процесу розвитку музичних здібностей особистості висвітлюються декларативно, побіжно, емпірично, що свідчить про їхнє недостатнє дослідження у вітчизняній науці, що й спонукало нас до пошуку та аналізу зарубіжних студій із порушеної проблеми.

Метою статті є узагальнення результатів сучасних досліджень генетичної природи музичних здібностей, що сприятиме вдосконаленню загальної та спеціальної музичної освіти сучасної молоді.

Методи дослідження. Для вирішення поставленої мети було застосовано загальнонаукові методи (аналіз, синтез, абстрагування, систематизація, порівняння, узагальнення, наукова екстраполяція) для обґрунтування вихідних теоретичних позицій, визначення сутності категоріально-понятійного апарату, упорядкування наукового матеріалу та накреслення перспектив подальших досліджень.

Виклад основного матеріалу. Розподіл музикальності в генеральній сукупності людей має вигляд дзвоноподібної кривої і містить всі її рівні – від вродженої амузії до абсолютного музикального таланту. Історико-біографічний аналіз наративів професійних музикантів і композиторів констатує, що талановиті люди частіше зустрічаються в певних родовах. Це явище свідчить про спадкову (генетичну) природу музикальності. Історія музики містить безліч таких прикладів, найбільш яскравим із яких є рід Й. С. Баха (1685-1750). Успадкування музичних здібностей у цьому роду спостерігалось протягом шести поколінь і нараховує дев'ять відомих музикантів, із яких двоє були видатними (Wolff, 1983). Вплив генетичних чинників на розвиток особистої музикальності достовірно підтверджено в дослідженнях пар близнят (Drayna, Manichaikul, de Lange, Snieder, & Spector, 2001; Vinkhuyzen, van der Sluis, Posthuma & Boomsma, 2009). Коефіцієнт успадкованості при цьому варіював у межах 71-84%, підвищуючись по мірі зростання рівня обдарованості. Вплив загального навколишнього середовища виявився незначним (15-29%), але він полягає найперше в ранньому музичному навчанні та в сімейних традиціях. Окрім того, наявність взаємодії «гени-середовище» переконує, що генетичний потенціал музика-

льності може реалізуватися та привести до високих показників майстерності лише за умови суворої практики (Hambrick & Tucker-Drob, 2015).

Новітні молекулярно-генетичні технології, наприклад, дослідження загальногеномних асоціацій (Dehghan, 2018), дають широкі можливості для вивчення генетичних механізмів музикальності та пошуків молекулярно-генетичних маркерів задля найбільш раннього виявлення в дитини схильності до музики. Дослідження загальногеномних асоціацій (далі – ДЗГА) полягає у виявленні порівняно незначних варіацій у будові молекул ДНК всього геному. До таких варіацій відносяться одонуклеотидні поліморфізми (ОНПи), втрати певних ділянок молекули ДНК (делеції), вставки фрагментів ДНК (інсерції), зміни кількості копій певних ділянок молекули ДНК. Та чи інша варіація може трапитися в будь-якій ділянці геному – в екзоні (кодуючій ділянці) чи в промоторі (регуляторній ділянці) гена, в інтроні (некодуючій ділянці) гена або в міжгенній ділянці геному. В усіх цих випадках вона може впливати на функціонування відповідного гена. Серед цих варіацій абсолютно домінують ОНПи, які полягають у заміні у послідовності молекули ДНК однієї основи на іншу, наприклад, цитозину (С) на тимін (Т). Цінність ДЗГА визначається переважно не ідентифікацією генів, причетних до ознаки, а виявленням незначних структурних варіацій молекули ДНК, які можуть у широкому діапазоні змінювати функціонування відповідних генів і в такий спосіб варіювати рівень вияву ознаки. Варто нагадати, що музикальність є полігенною когнітивною ознакою, у формуванні та функціонуванні якої можуть брати участь десятки, можливо, й сотні різноманітних генів.

Вище ми вже висловили припущення, поширене серед музикознавців, що музика і мова мають спільну природу і розвинулися з первісних вокалізованих бурмотінь. Воно підтверджується сучасними нейрофізіологічними дослідженнями, які свідчать, що деякі структури та функції мозку (права слухова та префронтальна зони кори, а також тім'яна зона головного мозку) є спільними для музики і мови (Peretz 2016; Brauchli et al., 2019). Крім того, виявлено, що в осіб з високими музичними показниками наявні варіанти окремих генів, які позитивно впливають на

розвиток внутрішнього вуха та слухове сприйняття, когнітивну сферу та пам'ять, а також розвиток мови (Liu et al., 2016).

Сучасні молекулярно-генетичні дослідження показали значні етнічні відмінності щодо зміни кількості копій певних ділянок молекули ДНК, пов'язаних із музикальністю (Kanduri et al., 2013). Виявлено, що абсолютний слух (АС) у популяціях, які належать до різних великих рас, контролюється різними генами, які навіть розташовані в різних хромосомах. Наприклад, у членів родин європейського походження з цією ознакою пов'язаний регіон 8-ої хромосоми 8q24.21, а у членів родин східно-азіатського походження – регіон 7-ої хромосоми 7q22.3 (Theusch, Basu, & Gitschier, 2009). Більше того, різні етнічні групи мають різну поширеність АС. Так, серед студентів-музикантів азіатського походження поширеність цієї ознаки становить в середньому 38%, а неазіатського – 12% (Gregersen, Kowalsky, Kohn & Marvin, 1999; Miyazaki, Makomaska & Rakowski, 2012). Звичайно, в генеральних сукупностях таких етносів ці показники будуть у декілька разів менші. Ці відмінності залежать не від політональності мов, які доводиться опановувати східно-азіатським дітям у процесі свого раннього розвитку, як припускають деякі дослідники (Deutsch, Henthorn, Marvin & Xu, 2006). Причина полягає в тому, що східно-азіатські етноси первісно мали генетично обумовлену здатність до АС, яка й спричинила виникнення в них таких специфічних мов. Варто наголосити, що АС – рідкісна здатність, складна для масового тестування через відсутність загальноновизнаного точного її визначення та різноманітність вживаних методів оцінки. Рання оцінка 1:10000 дорослих була переглянута до рівня 1:1500 (Gingras, Honing, Peretz, Trainor & Fisher, 2015). Сучасні дослідження виявили АС лише в 1-2% студентів-музикантів і професійних музикантів, що дає підстави сумніватися в необхідності АС для набуття музичної кар'єри (Jobling, 2014).

На думку зарубіжних учених, визначальними складниками музикальності є достатній музичний слух, відчуття ритму та здатність відчувати задоволення від музики. Внаслідок цього, кандидатними генами музикальності мають бути насамперед гени, пов'язані з цими компонентами. Дійсно, ідентифіковані дослідниками гени, причетні до музикальності, якраз і пов'язані з

вищеназваними властивостями. Згідно з даними оглядових публікацій (Järvelä, 2018; Szyfter & Witt, 2020) нині виявлено 36 генів і 7 регіонів хромосом, причетних до музикальності, які беруть участь у формуванні й функціонуванні всіх відділів слухової системи людини (внутрішнього вуха, слухових нервових шляхів і слухової зони кори головного мозку), у метаболізмі та рецепції нейрогормонів задоволення тощо. Із кандидатних генів музикальності 11 (30%) беруть участь у розвитку та функціонуванні слухової системи і 7 (19%) – у забезпеченні задоволення від музичної діяльності.

Найтісніше пов'язаними з музикальністю виявилися гени *AVPR1*, *GALM*, *GATA2*, *PCDH7*, *SLC6A4* та регіони хромосом 4q22, 4q23 та 8q13-21 з поки-що неідентифікованими генами (Szyfter & Witt, 2020). Із названих генів *GATA2* і *PCDH7* причетні до розвитку та функціонування слухової системи, *SLC6A4* та *AVPR1* – до появи задоволення від музики, а *GALM* – до вуглеводного обміну. Розглянемо ці гени детальніше.

Ген *GATA2* (3q21.3) розташований у довгому плечі 3-ої хромосоми і кодує протеїн, який відіграє важливу роль у регулюванні експресії генів, що забезпечують розвиток і функціонування внутрішнього вуха, нервового слухового шляху, у відображенні й аналізі звуків у корі головного мозку. Крім того, ген *GATA2* регулює активність гена *SNCA* (4q22.1), який контролює метаболізм дофаміну в нейронах головного мозку, чим забезпечує появу задоволення від прослуховування та виконання музики.

Ген *PCDH7* (4p15.1) знаходиться в короткому плечі 4-ої хромосоми і кодує протеїн, який входить до складу клітинної мембрани й забезпечує розпізнавання та з'єднання клітин у процесі формування тканин. Він експресується в завитці внутрішнього вуха та бере участь у її розвитку. Завитка внутрішнього вуха є найважливішим органом слухової системи, що сприймає звукові коливання, перетворює їх у біоелектричні імпульси, які по нервових волокнах слухового шляху передаються в слухову зону потиличних часток кори головного мозку, де аналізуються та усвідомлюються.

Ген *SLC6A4* (17q11.2) локалізований у довгому плечі 17-ої хромосоми і кодує мембранний протеїн, який регулює транспорт

нейрогормону серотоніну через синапси між нейронами головного мозку. Наявність у нейронах достатньої кількості серотоніну викликає відчуття задоволення від музики.

Найкраще щодо музикальності вивчено ген *AVPR1* (12q14.2), розташований у довгому плечі 12-ої хромосоми. Він кодує протеїн, який є мембранним рецептором нейрогормону вазопресину. Наявність цього гормону в нейронах головного мозку позитивно регулює настрій, емоції та поведінку. Виявлено, що ген *AVPR1* пов'язаний із підвищеними музичними здібностями, особливо у сфері творчості (Ukkola, Onkamo, Raijas, Karma & Järvelä, 2009). Це досить простий ген, який складається всього з двох екзонів (кодуючих ділянок), розділених інтроном (некодуючою ділянкою), але в промоторі (регуляторній ділянці) містить три поліморфізми, два із яких (кілька повторів GATA та ділянка повторів 4CT-TT-8CT-nGT) визначають його причетність до музикальної творчості.

На перший погляд, ген *GALM* (2p22.1), локалізований у короткому плечі 2-ої хромосоми, не може бути пов'язаний із музикальністю, бо продукований ним фермент бере участь у метаболізмі полісахаридів, які входять до складу рецепторів зовнішньої поверхні мембрани нейронів головного мозку. Ці рецептори розпізнають молекули біологічно активних речовин, наприклад, нейрогормонів (у даному випадку серотоніну, який забезпечує відчуття задоволення) і сприяють їх проникненню в нейрон. Нормальне функціонування гена *GALM* пов'язане з АС і задоволенням від прослуховування та виконання музики.

У регіоні довгого плеча 4-ої хромосоми 4q22, значуще пов'язаним із музикальністю, ідентифіковано ген *SNCA* (4q22.1), який бере участь у метаболізмі дофаміну, сприяє транспорту дофаміну та інших нейрогормонів між нейронами через синапси. Він активно експресується при прослуховуванні й виконанні музики, викликаючи задоволення, та регулюється геном *GATA2*, який ми описали вище.

Причетний до музичної творчості регіон довгого плеча 4-ої хромосоми 4q23 містить міжгенний ОНП rs1251078, який позитивно впливає на функціонування гена *UGT8* (4q26). Відомо, що ген *UGT8* активно експресується в центральній нервовій системі й бере участь в утворенні мієлінової оболонки нервових

волокон. Виявилося, що поблизу нього знаходиться делеція (втрата) незначної ділянки ДНК (6,2 kb), а в ньому – несинонімічний ОНП rs4148254, що спричинює схильність до музики (Park et al., 2012).

У регіоні довгого плеча 8-ої хромосоми 8q13-21, пов'язаного зі схильністю до музики, було виявлено ген *TRPA1* (8q21.11), який бере участь у регуляції діяльності волоскових клітин внутрішнього вуха. Нормальна експресія цього гена забезпечує АС і відчуття ритму (Tan, McPherson, Peretz, Berkovic & Wilson, 2014).

Сучасні молекулярно-генетичні дослідження свідчать, що під час слухання й виконання музики беруть участь не лише центральна нервова система, а й деякі фізіологічні, клітинні та молекулярні процеси в організмі. Наприклад, у периферійній крові обстежуваних через дві години після слухання класичної музики було виявлено високий рівень п'яти типів мікро-РНК (Nair, Kuusi, Ahvenainen, Phillips & Järvelä, 2019). Мікро-РНК – це короткі некодуєчі молекули РНК, які продукуються відповідними генами, регулюють синтез протеїнів у рибосомах і наступний розпад мРНК.

Музикальні здібності інколи супроводжуються хроместезією – специфічним неврологічним станом, коли сприйняття звуків спричинює виникнення відчуття кольорів. Музикальна хроместезія наявна у близько 1% населення (Asher, 2009). Цими ж авторами було також виявлено, що з нею значуще пов'язаний регіон 2-ої хромосоми 2q24. Таку властивість мали Ф. Ліст (1811-1886), О. Мессіан (1908-1992), Я. Сібеліус (1865-1957), О. Скрибін (1871-1915) та ін. Нещодавно на підставі ДЗГА було запропоновано 7 генів, значуще пов'язаних із музикальною хроместезією (Tilot, 2018). Всі вони експресуються в ранньому дитинстві, коли формуються зв'язки між різними сенсорними системами.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Музика виникла разом із мовою і розвивалася як важливий компонент культури людства та як інструмент формування окремої особистості й соціуму загалом. Джерелом мистецтва звуку є музичні здібності людини, які забезпечують створення, виконання та сприймання музики. Внаслідок цього музичні

здібності заслуговують на ретельні дослідження генетичних засад та середовища, яке сприяє їхньому розвитку. Огляд доступних публікацій із генетики музикальності свідчить, що дослідження в цьому напрямі лише розпочато. Ймовірно, подальші дослідження необхідно спрямувати не на пошуки регіонів хромосом або генів, пов'язаних із музикальністю, бо це нічого не дасть для створення належної освіти музикантів, яка б забезпечила повну реалізацію їх спадкового потенціалу. І дійсно, яка практична користь із того, що нам відомий, наприклад, ген *PCDH7*, причетний до музикальності тим, що бере участь у розвитку завитки внутрішнього вуха? Адже він корелює з різноманітними властивостями людини, наприклад, 65 захворюваннями переважно онкологічними (MalaCards, 2021). Крім того, музикальність як полігенна когнітивна ознака пов'язана з десятками, а можливо, й сотнями різних генів.

Отже, подальші дослідження генетики музикальності необхідно спрямувати на пошуки загальногеномних зв'язків за допомогою технології ДЗГА. Такі дослідження дадуть можливість виявити достатню кількість певних варіацій будови молекули ДНК всього геному, яка буде значуще пов'язана із загальною музикальністю чи спеціальними музичними здібностями. Сукупність генетичних варіацій слугуватиме маркером для ранньої діагностики музикально обдарованих дітей, щоб забезпечити належні умови для їх ефективного навчання, виховання й розвитку.

Список використаної літератури

- Asher, J. E., Lamb, J. A., Brocklebank, D., Cazier, B., Maestrini, E., Addis, L. ... Monaco, A. P. (2009). A whole genome scan and fine-mapping linkage study of auditory-visual synesthesia reveals evidence of linkage to chromosome 2q24, 5q33, 6p12, and 12p12. *American Journal of Human Genetics*, 84(2), 279-285. doi: 10.1016/j.ajhg.2009.01.012.
- Brauchli, C., Leipold, S. & Jäncke, L. (2019). Univariate and multivariate analyses of functional networks in absolute pitch. *Neuroimage*, 189(37), 241-247. doi: 10.1016/j.neuroimage.2019.01.021.
- Dehghan, A. (2018). Genome-wide association studies. *Methods Mol. Biol.*, 1793, 37-49. doi: 10.1007/978-1-4939-7868-7_4.
- Deutsch, D., Henthorn, T., Marvin, E., & Xu, H. (2006). Absolute pitch among American and Chinese conservatory students: prevalence differences, and evidence for a speech-related critical period. *Journal of the Acoustical Society of America*, 119(2), 719-722. doi: 10.1121/1.2151799.
- Drayna, D., Manichaikul, A., de Lange, M., Snieder, H., & Spector, T. (2001). Genetic correlates of musical pitch recognition in humans. *Science*, 291(5510), 1969-1972. doi: 10.1126/science.291.5510.1969.

- Gingras, B., Honing, H., Peretz, I., Trainor, L. J., & Fisher, S. E. (2015). Defining the biological bases of individual differences in musicality. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B: Biol. Sci.*, 370(1664), art. 20140092. doi: 10.1098/rstb.2014.0092.
- Gregersen, P. K., Kowalsky, E., Kohn, N., & Marvin, E. W. (1999). Absolute pitch: prevalence, ethnic variation, and estimation of the genetic component. *American Journal of Human Genetics*, 65(3), 911-913. doi: 10.1086/302541.
- Hambrick, D. Z., & Tucker-Drob, E. M. (2015). The genetics of music accomplishment: evidence for gene-environment correlation and interaction. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22(1), 112-120. doi: 10.3758/s13423-014-0671-9.
- Järvelä, I. (2018). Genomics studies on musical aptitude, music perception, and practice. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1423 (Special iss.: The Neurosciences and Music VI), 82-91. doi: 0.1111/nyas.13620.
- Jobling, M. A. (2014). The music of the genes. *Investigative Genetics*, 5(1), 2. doi: 10.1186/2041-2223-5-2.
- Kanduri, Ch., Ukkola-Vuoti, L., Oikkonen, J., Buck, G., Blancher, C., Raijas, P., ... Järvelä I. (2013). The genome-wide landscape of copy number variations in the MUSGEN study provides evidence for a founder effect in the isolated Finnish population. *European Journal of Human Genetics*, 21(12), 1411-1416. doi: 10.1038/ejhg.2013.60.
- Liu, X., Kanduri, C., Oikkonen, J., Kai Karma, Raijas, P., Ukkola-Vuoti L. ... Jarvela, I. (2016). Detecting signatures of positive selection associated with musical aptitude in the human genome. *Scientific Reports*, 6(1), 21198. doi: 10.1038/srep21198.
- MalaCards. (2021). *The human disease database*. Retrieved from <https://www.malacards.org/>.
- Miyazaki, K., Makomaska, S. & Rakowski, A. (2012). Prevalence of absolute pitch: a comparison between Japanese and Polish music students. *Journal of the Acoustical Society of America*, 132(5), 3484-3493. doi: 10.1121/1.4756956.
- Montagu, J. (2007). *Origins and development of musical instruments*. Lanham, Maryland: The Scarecrow Press, Inc.
- Montagu, J. (2017). How music and instruments began: A brief overview of the origin and entire development of music, from its earliest stages. *Frontiers in Sociology*, 2(8), 1-12. doi: 10.3389/fsoc.2017.00008.
- Nair, P. S., Kuusi, T., Ahvenainen, M., Phillips, A .K. & Järvelä, I. (2019). Music-performance regulates microRNAs in professional musicians. *PeerJ*, 7(1), 6660. doi: 10.7717/peerj.6660.
- Naumenko, S. I. (2015). *Psykhologhiia muzychnoi diialnosti : Monohrafiia [Psychology of musical activity : Monograph]*. Chernivtsi : PP Vydavnychyi dim «Rodovid» [in Ukrainian].
- Park, H., Lee, S., Kim, H.-J., Ju, Y. S., Shin, J. Y., Hong, D. ... Seo, J.-S. (2012). Comprehensive genomic analyses associate *UGT8* variants with musical ability in a Mongolian population. *J. Med. Genet.*, 49(12), 747-752. doi: 10.1136/jmedgenet-2012-101209.
- Peretz, I. (2016). Neurobiology of congenital amusia. *Trends Cognit. Sci.*, 20(11), 857-867. doi: 10.1016/j.tics.2016.09.002.
- Shevchenko, S. A. (1965). *Motoryka pianistiv. Naukovo-doslidna pratsia [Motility of pianists. Research work]*. Derzhavnyi arkhiv Poltavskoi oblasti, f. 8811, op. 1, spr. 2, 197 ark. [in Ukrainian].
- Szyfter, K., & Witt, M. P. (2020). How far musicality and perfect pitch are derived from genetic factors? *Journal of Applied Genetics*, 61(3), 407-414. doi: 10.1007/s13353-020-00563-7.
- Tan, Y. T., McPherson, G. E., Peretz, I., Berkovic, S. F., & Wilson, S. J. (2014). The genetic basis of music ability. *Frontiers in psychology*, 5, 658. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00658.

- Theusch, E., Basu, A., & Gitschier, J. (2009). Genome-wide study of families with absolute pitch reveals linkage to 8q24.21 and locus heterogeneity. *American Journal of Human Genetics*, 85(1), 112-118. doi: 10.1016/j.ajhg.2009.06.010.
- Tilot, A. K., Kucera, K. S., Vito, A., Asher, J. E., Baron-Cohen, S., & Fisher, S. E. (2018). Rare variants in axonogenesis genes connect three families with sound-color synesthesia. *PNAS*, 115(12), 3168-3173. doi: 10.1073/pnas.1715492115.
- Ukkola, L. T., Onkamo, P., Raijas, P., Karma, K., & Järvelä, I. (2009). Musical aptitude is associated with AVPR1A-haplotypes. *PLoS One*, 4(5), e5534. doi: 10.1371/journal.pone.0005534.
- Vinkhuyzen, A. A. E., van der Sluis, S., Posthuma, D., & Boomsma, D. I. (2009). The heritability of aptitude and exceptional talent across different domains in adolescents and young adults. *Behavior Genetics*, 39(4), 380-392. doi: 10.1007/s10519-009-9260-5.
- Wolff, C. (1983). *The new grove Bach family*. London: MacMillan.

Olena Lobach, Valentyn Pomohaibo

GENETIC FOUNDATIONS OF THE INDIVIDUAL'S MUSICAL ABILITIES DEVELOPMENT

The article presents an overview of available foreign publications on the genetics of musicality, which is a new direction of modern science (see list of references). It is emphasized that national psychologists define the following components of musicality structure: emotional response to music as its center; the sense of rhythm; the sense of mode, and musical auditory perceptions. At the same time, foreign scholars consider musical pitch, the sense of rhythm, and the ability to experience the pleasure of music as the criteria of musicality. Foreign researchers have linked 36 genes and 7 chromosome regions with those traits. Thus, the genes AVPR1, GALM, GATA2, PCDH7, SLC6A4, and chromosome regions 4q22, 4q23, and 8q13-21 with still unidentified genes correlate most closely with musicality (Szyfter & Witt, 2020). Among the above-mentioned genes, genes GATA2 and PCDH7 are involved in the auditory system development and functioning. Genes SLC6A4, and AVPR1 are responsible for getting pleasure from music, and GALM conducts carbohydrate metabolism. According to Tan, McPherson, Peretz, Berkovic & Wilson, the standard expression of TRPA1 (8q21.11) provides absolute pitch and a sense of rhythm (2014). However, absolute pitch is typical only for 1-2% of professional musicians, which gives reason to doubt it is necessary to achieve a musical career (Jobling, 2014).

The authors suggest that further research on the genetics of musicality should be based on the technology of broad genome associations research. Its value is not determined by the genes involved in musicality identification but by distinguishing the minor structural variations in the DNA molecule. These variations can alter the functioning of relevant genes in a wide range and, thus, vary the level of general musicality or special musical abilities. The identified set of genetic variations will serve as a marker for early diagnosis of musically-gifted children to ensure their successful education, upbringing, and development in the process of mandatory and regular musical and practical activities.

Keywords: *musicality; musical abilities; structure of musicality; a gene; genetic foundations of musical abilities development.*

Одержано 10.07.2021 р.