

Тітов Іван Геннадійович

кандидат психологічних наук, доцент,
доцент кафедри психології

Полтавського національного педагогічного
університету імені В. Г. Короленка,

м. Полтава, titovpsy@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0276-4050>

НЕЙРОКОГНІТИВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ КРЕАТИВНОСТІ

Поява протягом останніх двох десятиліть сучасних методів дослідження структури мозку та його функцій призвела до експоненціального зростання кількості нейрокогнітивних досліджень креативності (Abraham, 2013; Lustenberger et al., 2015; Zaidel, 2014). Разом із тим відмічається неоднорідність та суперечливість даних про нейрофізіологічні та нейроанатомічні кореляти творчого процесу, які пов'язують з методологічними, концептуальними та методичними проблемами нейронаукового вивчення креативності. Залишаючи тут осторонь розгляд дискусій щодо визначення поняття креативності та підходів до її дослідження, розглянемо переваги та недоліки найпоширеніших у практиці нейрокогнітивних досліджень креативності методів: електроенцефалографії (ЕЕГ), позитронно-емісійної томографії (ПЕТ) та функціональної магнітно-резонансної томографії (фМРТ).

ЕЕГ, ПЕТ та фМРТ надають часові та / або просторові візуалізації змін в активності головного мозку досліджуваного при розв'язанні ним творчих задач (способів розв'язання яких немає в досвіді досліджуваного) або дивергентних задач, які передбачають багато варіантів розв'язку.

ЕЕГ полягає в реєстрації електромагнітних полів, що генеруються нейронною активністю. Окрім фіксації ритмічних коливань електричних потенціалів (альфа-, бета-, гамма-, дельта- та тета-ритмів) також аналізуються спектральна потужність (локальна активність нейронних ансамблів в певній ділянці кори головного мозку) та когерентність (ступінь зв'язаності та узгодженості в роботі нейронних ансамблів у різних ділянках кори головного мозку), динаміка яких відображає особливості виконуваної творчої діяльності. Висока часова роздільна здатність (здатність виявити реакцію мозку на подразник з точністю до мікросекунди) надає ЕЕГ перевагу порівняно з іншими електрофізіологічними методами, проте низька просторова роздільна здатність (важкість встановити локалізацію нейронів, що викликають зміну електромагнітного поля; висока чутливість до біоелектричної активності кіркових нейронів та низька – до нейрональної активності базальних відділів мозку) є істотним недоліком ЕЕГ, що значно обмежує інформативність цього методу (Jung-Beeman et al., 2004; Wiggins & Bhattacharya, 2014).

ПЕТ, навпаки, має високу просторову роздільну здатність (метод здатний вимірювати нейронну активність вокселів – ділянок мозку розміром близько 5 мм³, кожна з яких містить 5,5 млн нейронів та близько 50 млрд синапсів), але

низька часова роздільна здатність. Останнє пояснюється тим, що період розпаду радіоактивного ізотопу у складі речовини, яка в нормі споживається мозком, складає приблизно 40 сек. Тому ПЕТ потребує 40 і більше секунд для того, щоб виміряти підвищену радіоактивність у локальних структурах мозку та побудувати 3D візуалізацію мозкової активності, пов'язану з розв'язанням творчої або дивергентної задачі (Sawyer, 2011).

Вища ніж у ПЕТ просторова та часова роздільна здатність (зображення можна отримувати кожні дві секунди), а також відсутність необхідності вводити досліджуваному в кров радіоактивні речовини при кожному випробуванні, робить фМРТ на сьогоднішній день одним з основних методів нейрокогнітивних досліджень креативності. Цей метод ґрунтується на вивченні характеристик магнітного поля, створеного співвідношенням оксигенованої (насиченої киснем та зв'язаним із ним гемоглобіном) та деоксигенованої (із низьким вмістом кисню та гемоглобіну) крові в різних ділянках мозку. Коли відбувається активація нейронів, залучених під час розв'язання творчої або дивергентної задачі, локальний мозковий кровотік збільшується швидше, ніж нейрони можуть використати кисень, внаслідок чого змінюється співвідношення оксигенованої та деоксигенованої крові (blood oxygen level dependent, BOLD) та підсилюється BOLD сигнал, який фіксується апаратом фМРТ. Проводячи фМРТ дослідження креативності, слід враховувати, по-перше, що BOLD-сигнал при максимальній активації нейронів збільшується порівняно зі станом спокою лише на 1-3%, по-друге, коли нейрони активізуються, BOLD-сигнал підсилюється лише через декілька секунд після збільшення нейрональної активності (пік гемодинамічної реакції настає на 4-6 секунд пізніше, і він не знижується до вихідного рівня протягом 15-20 секунд); по-третє, просторове розташування BOLD-сигналу не завжди точно відповідає нейронам, активація яких збільшується, оскільки BOLD визначає анатомічне розташування дрібних кровоносних судин, а не розташування самих нейронів) (Abraham, 2013).

Оскільки у кожного із зазначених методів є сильні та слабкі сторони, їх часто комбінують один із одним для дослідження того, як активність мозку відповідає креативному функціонуванню людини. Одним із найпоширеніших підходів є використання ЕЕГ через його високу часову роздільну здатність, потім застосувати фМРТ через його високу просторову роздільну здатність, а потім об'єднати два висновки для більшого розуміння про діяльність мозку.

Насамкінець укажемо на деякі інші проблеми та обмеження, пов'язані з нейрокогнітивними дослідженнями креативності. До таких проблем і обмежень слід насамперед віднести:

1. Низьку екологічну валідність більшості досліджень через лабораторні умови їхнього проведення, що істотно впливають на природність творчої поведінки досліджуваного (Hasson & Honey, 2012);

2. Важкість «схоплення» нейрокогнітивними методами складної динамічної взаємодії між різнорівневими областями мозку, що утворюють релевантні креативному процесу нейронні мережі (Bressler, & Menon, 2010), здебільшого статистичний характер висновків нейрофізіологічних досліджень

(визначення мозкової локалізації творчого процесу за допомогою математико-статистичних процедур усереднення результатів багатьох дослідів у різних учасників з подальшим знаходженням мозкових корелятивів креативності) та брак у встановленні причинно-наслідкових зв'язків (Cerruti & Schlaug, 2009; Chi & Snyder, 2011).

Отже, у межах сучасних нейрокогнітивних досліджень креативності переважно використовуються методи електроенцефалографії, позитронно-емісійної томографії та функціональної магнітно-резонансної томографії. Враховуючи властиві цим методам переваги та недоліки, підкреслюється необхідність їхнього комбінування задля отримання нейровізуалізацій з високою просторово-часовою роздільною здатністю. Також важливим є забезпечення екологічної валідності нейрокогнітивних досліджень креативності та зорієнтованість на причинно-наслідковий аналіз отриманих даних.

Список використаних джерел

1. Abraham, A. (2013). The promises and perils of the neuroscience of creativity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, Article 246. <http://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00246>
2. Bressler, S. L., & Menon, V. (2010). Large-scale brain networks in cognition: emerging methods and principles. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(6), 277–290. <http://doi.org/10.1016/j.tics.2010.04.004>
3. Cerruti, C., & Schlaug, G. (2009). Anodal Transcranial Direct Current Stimulation of the Prefrontal Cortex Enhances Complex Verbal Associative Thought. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(10), 1980–1987. <http://doi.org/10.1162/jocn.2008.21143>
4. Chi, R. P., & Snyder, A. W. (2011). Facilitate Insight by Non-Invasive Brain Stimulation. *PLoS ONE*, 6(2), Article e16655. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0016655>
5. Hasson, U., & Honey, C. J. (2012). Future trends in Neuroimaging: Neural processes as expressed within real-life contexts. *NeuroImage*, 62(2), 1272–1278. <http://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.02.004>
6. Jung-Beeman, M., Bowden, E.M., Haberman, J., Frymiare, J. L., Arambel-Li, S., Greenblatt, R., Reber, P. J., & Kounios, J. (2004). Neural Activity When People Solve Verbal Problems with Insight. *PLoS Biology*, 2(4), Article e97. <http://doi.org/10.1371/journal.pbio.0020097>
7. Lustenberger, C., Boyle, M. R., Foulser, A. A., Mellin, J. M., & Frohlich, F. (2015). Functional role of frontal alpha oscillations in creativity. *Cortex*, 67, 74–82. <http://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.03.012>
8. Sawyer, K. (2011). The Cognitive Neuroscience of Creativity: A Critical Review. *Creativity Research Journal*, 23(2), 137–154. <http://doi.org/10.1080/10400419.2011.571191>
9. Wiggins, G. A., & Bhattacharya, J. (2014). Mind the gap: an attempt to bridge computational and neuroscientific approaches to study creativity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, Article 540. <http://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00540>

10. Zaidel, D. W. (2014). Creativity, brain, and art: biological and neurological considerations. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, Article 389. <http://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00389>