

Психофізіологічні дослідження процесу прийняття рішення

Головною метою цієї роботи є узагальнення результатів досліджень в психофізіології, які стосуються механізму прийняття рішення. Розглянуто різні підходи щодо послідовності, змісту та психофізіологічних особливостей перебігу стадій процесу прийняття рішення. Даний процес здійснюється завдяки роботі різних нервових центрів в різних ділянках кори, ступінь активності яких є різним на різних етапах прийняття рішення, а локалізація пов'язана із модальністю інформації. Перспективним є застосування системного підходу, згідно з яким кожна функція здійснюється не окремими структурами чи нейронами, а їх системами.

Ключові слова: прийняття рішення, стадії процесу, нервова основа, психофізіологічні особливості.

Главной целью этой работы является обобщение результатов исследований в психофизиологии, касающихся механизма принятия решения. Рассмотрены различные подходы к последовательности, содержания и психофизиологических особенностей течения стадий процесса принятия решения. Данный процесс осуществляется благодаря работе различных нервных центров в различных участках коры, степень активности которых является разным на разных этапах принятия решения, а локализация связана с модальностью информации. Перспективным является применение системного подхода, согласно которому каждая функция осуществляется не отдельными структурами или нейронами, а их системами.

Ключевые слова: принятие решения, стадии процесса, нервная основа, психофизиологические особенности.

Процес прийняття рішення та можливість впливу на нього досліджується фахівцями, що представляють різні науки: психологами, медиками, біологами, військовими, економістами та багатьма іншими. І це зрозуміло. Користуючись сучасною економічною термінологією, можна сказати, що надто високою є ціна питання. Не так давно виникли нові наукові напрями – нейробіологія, когнітивні нейронауки, нейроеконіміка, які вивчають дане питання. Лише впродовж останніх десятиріч було проведено чимало фундаментальних досліджень, присвячених проблемі прийняття рішення. Ряд праць опубліковано відомими психіатрами (M.Paulus et al., 2003; M.Ernst et al., 2004), нейропсихологами (W.Schulz, 2002; H.Heims et al., 2004), психофізіологами (В.М.Русалов, С.А.Кошман, 1980;

Я.А.Пономарев, 1982; В.Б.Швирков, 1995), неврологами (А.Bechara, H.Damasio, 2002; Bechara, 2004) та психологами (Loewenstein et al., 2001) та ін.

Огляд літературних джерел свідчить, що існують дещо відмінні підходи у трактуванні даної проблеми [3, 4, 5, 6, 9, 10, 13].

Досить поширеним є підхід М. Ернст та М. Паулюса (М. Ernst, Paulus, 2005), згідно з яким прийняття рішення можна представити у вигляді наступної схеми: вхід інформації – обробка інформації – вихід продукту обробки – оцінка результату (зворотній зв'язок). Сам же процес включає три стадії, які частково і тимчасово є незалежними на функціональному рівні. Перша передбачає оцінку інформації, що надходить і вибір одного потоку серед багатьох; друга – селекцію і виконання певної дії; третя – оцінку виконаної дії. Інший підхід, згідно з яким процес прийняття рішення включає прийом та переробку аферентної інформації, формування поля альтернатив, порівняльну оцінку альтернативних дій і власне вибір альтернативи, представлений в працях російських дослідників – В. Б. Швиркова, Ю.І. Александрова, К.С. Судакова, В.М. Русалова та ін. [4, 5, 6]. Вищезгадані автори трактують процес прийняття рішення як ключовий акт в діяльності будь – якої досить складної біологічної системи, що функціонує в реальних умовах зовнішнього середовища.

На нашу думку, особливих протиріч між даними підходами немає. Очевидним є те, що перший не включає прийом інформації, але в обох випадках оцінюється аферентна інформація та здійснюється вибір альтернативи, який і передбачає попереднє порівняння альтернативних дій. Згідно з М. Ернстом та М. Паулюсом (2005), на цьому процес прийняття рішення не закінчується. Запропонована ними схема включає також виконання певної дії та її оцінку.

Але незалежно від того, де ми ставимо точки відліку початку та закінчення процесу прийняття рішення і на які стадії його поділяємо, ключовими залишаються ті зміни, що проходять в мозковому субстраті, і саме вони мають визначати і регламентувати визначені стадії.

Як відомо, процес прийняття рішення пов'язаний з роботою великої кількості нервових центрів, що включаються в роботу на його різних етапах. За допомогою нейрофізіологічних і клінічних досліджень встановлено, що лобові частки мозку є основним нервовим субстратом, що здійснюють прийняття рішення при реалізації доцільних довільних форм діяльності людини (Л.Р.Лурія, Є.Д.Хомська, 1966).

Нейрофізіологічною основою процесу прийняття рішення є складна взаємодія первинних проекційних зон аналізаторів і лобних

ділянок мозку як провідного інтегративного центру в корі мозку. Ускладнення проблемної ситуації викликає зростання кількості функціональних зв'язків між різними ділянками кори головного мозку і формування підвищеної активності у її фронтальних ділянках. Від ступеня визначеності в проблемній ситуації залежить і поширеність нейронної активності в корі – при зниженні рівня невизначеності спостерігається концентрація нейронної активності в лобних та потиличних (для зорової інформації) та лобних і скроневих (для слухової інформації) ділянках. Активація тим'яних зон кори спостерігається на заключних етапах процесу прийняття рішення [4, 5]. Крім того, показано, що ушкодження лобових часток мозку, що не зачіпає фізіологічні процеси на вході системи (сприйняття інформації), призводить до істотних порушень процесу вибору альтернативної дії.

Згідно з теорією функціональної системи П. К. Анохіна, прийняття рішення означає перехід одного системного фізіологічного процесу (аферентний синтез) в інший (програма дії). Цей механізм утворює критичний момент інтегративної діяльності, коли різноманітні комбінації фізіологічних збуджень, які формуються у центральних проєкційних зонах мозку під впливом відповідних сенсорних потоків, перетворюються в еферентні потоки імпульсів – обов'язкові виконавчі команди [1].

Процес оцінки інформації пов'язаний з активацією як пізнавальних, так і емоційних ділянок головного мозку. До факторів, які впливають на надання переваги конкретним стимулам, тобто на певну преференцію, відносяться фізичні параметри подразників, характеристики обраного типу реакції (позитивне чи негативне значення, інтенсивність та величина, вірогідність виконання та вчасність, відносна значимість стимулів та їх кількість, попередній досвід реагування на такого роду стимули, зовнішній та внутрішній аспекти, пов'язані із прийняттям рішення). Кожний із зазначених факторів може мати зв'язок з певними нейронними сітками та окремими нейрохімічними системами. Численні дослідження показують, що в найбільшій мірі у зазначених процесах приймають участь такі ділянки лімбічної системи як амігдала, інсула, орбітофронтальна кора та передня частина поясної звивини (J.Hornak et al., 2004; H.Heims et al., 2004). Інсула, амігдала, передня частина поясної звивини та медіальна ділянки префронтальної кори утворюють нетворк (тобто сітку) структур, яка допомагає ідентифікувати емоційну значимість подразника, забезпечити дієву відповідь та регулювати відповідний стан (M. Phillips et al., 2003).

Що стосується наступної стадії, то, як уже зазначалось, вона передбачає запуск, реалізацію та завершення тих преференцій, які були визначені в першій фазі. Безпосередню участь у зазначених процесах приймають кора передньої частини поясної звивини та латеральні відділи префронтальної кори. Насамперед, вони забезпечують моніторинг помилок і визначення протиріч). Напряма енергетичний компонент самої дії визначається мотивацією. В свою чергу, мотиваційний компонент діяльності пов'язаний із вентральним стріатумом, амигдалою та вендролатеральними ділянками префронтальної кори (M.Ernst et al., 2004; Taylor et al., 2004). М. Ернст та М. Паулюс (M.Ernst, M.Paulus, 2005) зазначають, що складові цієї стадії залишаються досі недостатньо вивченими. Разом з тим, саме з цією стадією пов'язаний цілий ряд відхилень, притаманних психічним хворобам. До них відносяться, насамперед, дочасно ініційована дія (імпульсивність), незавершена дія (поведінкова фрагментація) та запізнена або недостатньо мотивована дія (психомоторна ретардація).

Третя стадія, згідно з підходом М. Ернста і М. Паулюса, передбачає отримання результату та його оцінку. Специфічність цієї стадії пов'язана з тим, що в цей час відбувається порівняння отриманого результату із гіпотетичним, який би міг мати місце у випадку іншого вибору на першій стадії. Відчуття незадоволення та розчарування можуть суттєво впливати на подальшу поведінку людини. З іншого боку, досить часто спостерігається здивування, що базується на контрасті між уявною та реальною діями, і величина якого визначається різницею між отриманим та очікуваним результатами (B.Mellers and A.McGraw, 2001).

Адекватна оцінка цієї різниці є надзвичайно важливою для процесу навчіння. Електрофізіологічні дослідження на мавпах, проведені В. Шулцом (W.Schulz, 2002), показали, що оцінка відмінності між очікуваним і отриманим виступає у ролі навчального сигналу, який дозволяє поведінці стати адаптивною. Чим більшою є різниця, тим неочікуваніший результат і тим сильніший навчальний сигнал. Крім того, було показано, що неочікуваний результат справляє набагато сильніший емоційний та нервовий вплив, ніж очікуваний.

Тепер стосовно ділянок головного мозку, які забезпечують перебіг останньої стадії. Слід зазначити, що окрім таких вищезгаданих структур, як амигдала, інсула, орбітофронтальна кора, ядра ассумбенса, які забезпечують емоційне забарвлення даної фази, значну роль виконує медіальна частина префронтального кортексту, включаючи поле № 10 за К. Бродманом (остання має виняткове значення для оцінки результату дії). Саме з нею пов'язують оцінку

рівня задоволення, винагороди і формування позитивних асоціацій (R. Passingham et al., 2000).

Надзвичайно важливою є відповідь на питання, що стосуються змін на рівні функціонування нейронів. Як зазначають В.Б. Швирков та П.К. Анохін, динамічний характер інтегральної оцінки на клітинному рівні організації нервової системи виявляється у використанні в різних умовах функціонування і в різних комбінаціях одних і тих же нейронів. Такий динамізм клітинних механізмів інтеграції і вибору визначається особливостями сенсорного входу центрального нейрона, варіабельністю його рецептивного поля. Мотиваційні впливи вибірково підвищують збудливість тільки тих нейронів і активізують тільки ті рецептивні поля, які коли-небудь уже використовувалися в поведінкових актах. Ситуативна аферентація також модифікує активацію рецептивних полів центральних нейронів. Самі ж мотиваційні та ситуативні впливи, що визначають “передпускову інтеграцію” нейронного механізму прийняття рішення, не активують центральні нейрони. Їх збудження відбувається лише на основі конвергенції на нервовій клітині дегонаторних впливів, що визначаються функціональною організацією і топографією синапсів, які вони активують [1, 6].

Як зазначають вищезгадані автори, конвергенція на одному нейроні різних сенсорних потоків свідчить про те, що нервова клітина є досить складним інтегруючим утворенням, яке реалізує процес прийняття рішення у вигляді створення окремого потенціалу дії або певної часової послідовності таких потенціалів. Забезпечення цілеспрямованої діяльності системи на основі процесу прийняття рішення немислимо без оцінки ефективності виконаної дії, що в кібернетичних системах здійснюється за допомогою зворотного зв’язку. Структурну основу такого зворотного зв’язку в нейронних структурах утворюють колатералі аксонів, що постачають кірковим і підкірковим нейронам точні копії, моделі еферентних збуджень.

Ступінь впевненості особи, яка приймає рішення при виборі певної альтернативи, визначається величиною суб’єктивної ймовірності цієї альтернативної дії. Ці суб’єктивні ймовірності засновані на наступних трьох емпірично виведених постулатах (П. Ліндсей, Д. Норман): 1) люди зазвичай переоцінюють зустрічальність подій, що мають низьку вірогідність, і недооцінюють зустрічальність подій, які характеризуються високими значеннями ймовірності; 2) люди вважають, що подія, яка відбулася впродовж деякого часу, має велику ймовірність настання в найближчому майбутньому; 3) люди переоцінюють імовірність сприятливих для них подій і недооцінюють ймовірність несприятливих [5].

Когнітивні та афективні компоненти процесу прийняття рішення змінюються з розвитком індивідуума. Ці зміни досліджені на даний момент недостатньо, особливо це стосується механізму прийняття рішень в дитячому та підлітковому віці. Разом з тим, цікаві дані отримані А. Дамазіо та співавт. (Damasio A. et al., 1996) в результаті обстеження пацієнтів з ушкодженнями нижньої частини фронтальної кори головного мозку. Як правило, інтелект у них вищий середнього або високий, але в значній мірі порушеними є сприйняття і переживання емоцій. Такі хворі не відчувають емоційних реакцій самі і не розуміють емоцій інших людей. Виявилось, що така відсутність емоцій супроводжується ірраціональністю та необдуманістю вчинків. Тому можна сказати, що емоції є невід'ємною складовою процесу прийняття раціональних рішень. Крім того, літературні джерела свідчать про те, що з точки зору онтогенетичної перспективи, процес прийняття рішення перш за все підпадає під контроль з боку емоцій, а вже пізніше, в процесі розвитку, зростає його зв'язок із пізнавальними процесами, що і піднімає даний процес на вищий, більш зрілий рівень оптимізації механізму досягнення мети.

Надзвичайно важливим питанням, що потребує подальших досліджень, залишається проблема порушень механізму прийняття рішення. Це стосується розладів як на рівні етапів прийняття рішень, так і нейронних субстратів, що лежать в їх основі.

Узагальнюючи представлений матеріал, вважаємо за доцільне зупинитись на точці зору Я.А. Пономарьова (1982) та В.Б. Швиркова (1995) стосовно організації подібних досліджень на рівні формулювання гіпотез та інтерпретації одержаних результатів. В їх працях підкреслюється, що пошуки нейрофізіологічних корелят психічних процесів не призводить до позитивних рішень. Наприклад, з одного боку, зміни викликаних потенціалів можуть розглядатися як нейрофізіологічні кореляти сприйняття, мислення, уваги, вольового зусилля та ін., залежно від того, який процес чи функцію вивчає автор. З другого боку, в якості корелята одного і того ж психічного процесу, наприклад, сприйняття, різні автори можуть пропонувати проведення збудження від рецепторів до кори, збудження специфічних нейронів – детекторів, специфічного ансамблю клітин, специфічний патерн розряду або ж просторову синхронізацію біопотенціалів [3, 6].

Визначається, що в наш час практично не залишилось недослідженої кореляції електричної активності мозку з тим чи іншим психічним процесом чи станом. Арсенал сучасних методів дослідження електричної активності мозку надзвичайно великий. Складається враження, що маса даних, отриманих при дослідженнях мозкових процесів утворює конгломерат знань, який

переповнює науку. Не дивно, що такий напрям розвитку психофізіології було охарактеризовано як екстенсивний. Саме тому на місце суб'єктивних критеріїв подрібнення явища, розмежування його окремих аспектів та сторін, має прийти структурованість рівнів їх організації, системний підхід, згідно з яким будь – яка функція здійснюється не окремими структурами чи нейронами, а їх системами [6.]. Такий підхід в цілком стосується і досліджень процесу прийняття рішення, а отже, дає можливість окреслити напрями подальших наукових пошуків.

Список використаних джерел

1. Анохин П. К. Системный анализ интегративной деятельности нейрона / П.К.Анохин //Успехи физиологических наук. – 1974. – Т.5. – № 2. – С. 5 – 92.
2. Лурия А.Р. Лобные доли и регуляция психических процессов / А.Р.Лурия; Под ред. Е.Д.Хомская. – М.: Изд-во МГУ, 1966. – С.21 – 70.
3. Пономарев Я.А. Психологическое и физиологическое в системе комплексного исследования / Я. А.Пономарев// Системный подход к психофизиологической проблеме. – М.: Наука, 1982. – С. 5 – 10.
4. Русалов В.М. Дифференциально-психофизиологический анализ интеллектуального поведения человека в вероятностной среде / В.М.Русалов, С.А.Кошман// В кн.: Психофизиологические исследования интеллектуальной саморегуляции и активности. – М.: Наука, 1980. – С. 7 – 56.
5. Физиология человека/ Под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротко. – М.:Медицина, 2007. – 656 с.
6. Швырков В.Б. Введение в объективную психологию. Нейрональные основы психики / В.Б.Швырков. – М.: Институт психологии РАН, 1995. – 162 с.
7. Bechara A., Damasio H. Decision – making and addiction: Impaired activation of somatic states in substance dependent individuals when pondering decisions with negative future consequences // Neuropsychologia, 2002. – № 40. – P. 1675 – 1689.
8. Bechara A. The role of emotion in decision – making: Evidence from neurological patients with orbitofrontal damage // Brain Cognition. – № 55. – P. 30 – 40.
9. Damasio A.R., Damasio H., Christen Y. Neurobiology of decision-making. – Berlin and New York: Springer Verlag, 1996. – P. 14 – 117.
10. Ernst M., Paulus M.P. Neurobiology of decision making: A selective Review from a Neurocognitive and Clinical Perspective // Biological Psychiatry, 2005. – P. 2 – 7.

11. Ernst M., Nelson E.E., McClure E. B., Monk C. S., Munson S., Eshel N. et al. Choice selection and reward anticipation: An fMRI study // *Neuropsychologia*, 2004. – № 42. – P. 1585 – 1597.
12. Heims H.C., Critchley H.D., Dolan R., Mathias C.J., Cipolotti L. Social and motivational functioning is not critically dependent on feedback of autonomic responses: Neuropsychological evidence from patients with pure autonomic failure // *Neuropsychologia*, 2004. – № 42. – P. 1979 – 1988.
13. Hornak J., Bramham J., Rolls E.T., Morris R.G., O'Doherty J., Bullock P.R., Polkey C.E. Changes in emotion after circumscribed surgical lesions of the orbitofrontal and cingulate cortices // *Brain*, 2003. – № 126. – P. 1691 – 1712.
14. Mellers B.A., McGraw A.P. Anticipated emotions as guides to choice // *Curr. Dir. Psychological Science*, 2001. – № 10. – P. 210 – 214.
15. Passingham R.E., Toni I., Rushworth M.F. Specialisation within the prefrontal cortex: The ventral prefrontal cortex and associative learning // *Experimental Brain Research*, 2000. – № 133. – P. 103 – 113.
16. Paulus M.P., Hozack N., Frank L., Brown G.G., Schuckit M.A. Decision making by methamphetamine – dependent subjects is associated with error – rate – independent decrease in prefrontal and parietal activation // *Biological Psychiatry*, 2003. – № 53. – P. 65 – 74.
17. Phillips M.L., Drevets W.C., Rauch S.L., Lane R. Neurobiology of emotion perception: The neural basis of normal emotion perception // *Biological Psychiatry*, 2003. – № 54. – P. 504 – 514.
18. Schulz W. Getting formal with dopamine and reward // *Neuron*, 2002. – № 36. – P. 241 – 263.

The main purpose of this framework is to integrate findings of psychophysiology that explain key processes of the decision making. The different approaches to sequence, content, and psychophysiological peculiarities of stages of the decision making process were reviewed. This process is carried through the work of different nerve centers in different regions of cortex, the degree of activity which is different at different stages of decision making, and localization is associated with the modality of information. Perspective is application of approach of the systems, in obedience to which every function is carried out separate not structures or by neurons, but their systems.

Keywords: decision making, stages of process, neural basis, psychophysiological peculiarities.

Отримано: 03.03.2011