

BIOLOGY

Точність сенсомоторної реактивності як критерій оцінки зрівноваженості нервових процесів

В.С. Лизогуб^{1*}, М.В. Макаренко^{1,2}, Ю.В. Коваль¹

¹ Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, м. Черкаси, Україна

² Науково-дослідний центр гуманітарних проблем Збройних сил України, м. Київ, Україна

*Corresponding author. E-mail: v_lizogub@ukr.net

Paper received 26.06.15; Accepted for publication 14.07.15.

Анотація. Обґрунтовано та доведено можливість застосування тесту «реакція на рухомий об'єкт» як одного із адекватних і інформативних методичних прийомів для діагностики властивості зрівноваженості основних нервових процесів у людини. Критерієм її (властивості) вважати показник стійкості реакції з урахуванням відносної частоти точних відповідей (33 і більше відсотків від загальної кількості пред'явлених навантажень). Прийнято положення, що при незрівноваженості нервової системи більшість наявних передчасних відповідей характеризує перевагу гальмівного процесу, а запізнювальних, навпаки, – перевагу збуджувального.

Ключові слова: реакція на рухомий об'єкт, зрівноваженість нервових процесів, індивідуально-типологічні властивості вищої нервової діяльності

Постановка проблеми. На етапі розробки вчення про типи вищої нервової діяльності поведінкові реакції тварин, в основі яких лежать властивості основних нервових процесів, І.П. Павлов характеризував двома ознаками: зрівноваженістю і силою. І якщо сила як у теоретичному аспекті, так і в методичному відношенні вважалася найбільш обґрунтованою та зрозумілою, то зрівноваженість нервових процесів, особливо у людини, до теперішнього часу залишається найменше вивченою і найбільше загадковою. Як з'ясувалося, причиною такого стану є методичні труднощі оцінки збудження і гальмування.

Властивість зрівноваженості – це похідна від сили обох процесів і ми не можемо визначити її, оскільки невідомо як діагностувати силу процесу гальмування, і реєструємо зрівноваженість як баланс активуючих і гальмівних реакцій за допомогою переваги одного над іншим, або відсутності такої переваги. Методичні ж підходи визначення зрівноваженості за швидкістю утворення умовних позитивних і гальмівних рефлексів, характером зриву умовнорефлекторного стереотипу, так званім «коефіцієнтом зрівноваженості» нервових процесів за відношенням абсолютних величин гальмівного умовного рефлексу (в більшості випадків кількості виділеної слини на дію диференційованого подразника) до величин позитивного умовного рефлексу за відповідні періоди у виробленому стереотипі та в період переробки сигнального значення асоційованої пари умовних подразників у тварин виявилися непридатними для їх використання на людині [5, 6, 11, 14].

Також не знайшли застосування і методики для виявлення зрівноваженості, запропоновані співробітниками школи Теплової-Небиліцина у людей з визначення орієнтувального умовного рефлексу та швидкості його згасання, швидкості вироблення гальмівного та запізнювального умовних рефлексів за умов діагностування рухових, шкірно-гальванічних, дихальних, судинних, плетизмографічних і фотохімічних умовних рефлексів [1, 2, 7, 9, 10, 15]. За ними неможливо отримати не лише інтегральну кількісну оцінку дослі-

джуваної властивості, а і самі вони надзвичайно громіздкі та складні, вимагають спеціальних приміщень і, звичайно, не дають можливості використовувати їх для масових обстежень.

Описані Ільїним методичні підходи з виявлення «зовнішнього» та «внутрішнього» балансу (зрівноваженості) нервових процесів з використанням рефлексометричної методики Ю.А. Поворінського, шкірно-гальвано-нічної методики В.С. Мерліна, кінематометричної методики Є.П. Ільїна за наявністю кінематометра М.І. Жуковського, графічні та динамометричні варіанти цих методик для визначення властивості зрівноваженості не можна визнати їх відпрацьованими. Залишається незрозумілими ціла низка теоретичних питань, зокрема і механізми прояву різних варіантів балансу, як збудження за «внутрішнім балансом» співвідносяться із збудженням за «зовнішнім», градації та шкали оцінок і т.д., на що в свій час звертав увагу і Є.П. Ільїн [3, 4]. Окрім цього, методики не апробовані на репрезентативних вибірках як у науковій сфері, так і в практичній діяльності, відсутні дані їх валідності та надійності.

Отже, можемо констатувати, що нині відсутні загально визнані методики з визначення зрівноваженості як однієї із основних індивідуально-типологічних властивостей вищої нервової діяльності (ВНД), запропонованих І.П. Павловим. Графічні варіанти її визначення за особливостями проведення ліній (без участі зору) відповідної довжини, обстеженнями з реакціями на час, як і динамометричний варіант відтворення м'язових зусиль, що інколи використовувалися в психологічних і педагогічних обстеженнях, а також методика РРО (реакція на рухомий об'єкт), яка в основному описана військовими науковцями [12, 13], спрямовані на діагностування такої якості складної сенсомоторної реакції як точність реагування та визначення балансу нервових процесів. Але під останніми розуміється і подається лише перевага «недоводів» (передчасних реакцій) над «переводами» (запізними реакціями), чи навпаки, і стійкості цих

реакцій та вказується на показники, які можна отримувати за їх допомогою. Кількісні значення цих показників відсутні і тільки у посібнику Пухова [12] представлена шкала бальних оцінок лише точних реакцій.

В роботі нами зроблена спроба обґрунтувати та рекомендувати тест РРО в якості одного із інформативних і валідних для визначення зрівноваженості основних нервових процесів.

Методи та організація досліджень. Обстежено 180 осіб обох статей віком від 17 до 46 років: 61 курсант 21-24 років IV-V курсів військово-морського училища, 55 курсантів 19-22 років III-IV курсів військового авіаційного училища льотчиків, 54 студентки 17-20 років I-II курсів торгово-економічного інституту та 10 офіцерів 32-46 років – керівники польотів.

У обстежуваних виявляли РРО, що розуміється як реакція людини на об'єкт що рухається з постійною швидкістю і зупинка його в зумовленій точці. Для цього нами було застосовано електросекундомір, стрілка якого здійснювала повний оборот за 1 с, а на циферблаті нанесені поділкі десятих і сотих долів секунди. Вимагали як можна точніше зупинити кожного разу стрілку електросекундоміру на потрібній позначці через відповідний час. Для студенток вузу цей час становив 1 с, для всіх інших – 2 с.

При виконанні завдання реакції обстежуваних були передчасними – стрілка електросекундоміру не досягла потрібної позначки, запізнілі – стрілка «проскакувала» потрібне положення і точними – стрілка зупинена на заданій поділці. Кожен відхилення від необхідного положення, а в наших обстеженнях був нуль, характеризували абсолютними величинами в мс. Крім того, передчасні реакції позначали знаком «-», запізнілі – знаком «+», точні реакції – знаком «0». В одно-

му експерименті застосовували 30 залікових спроб після пред'явлення 3-5 тренувальних. В протоколі реєстрували наявні величини кожної реакції з її знаком. За результатами виконання завдання для кожного обстежуваного визначали наступні показники: відносну частоту точних відповідей у відсотках (показник стійкості реакції) з урахуванням середньої величини відхилень від середньої арифметичної за формулою $K=T/30*100\%$, де K – частота точних відхилень, T – кількість точних реакцій, 30 – кількість залікових спроб; кількість випереджувальних і кількість запізнілих реакцій; сумарну величину відхилення стрілки від нуля (арифметична сума); середню величину помилок окремо для передчасних і окремо для запізнілих (часткове від ділення сумарного цього роду помилок на їх кількість) відповідей.

Результати та їх обговорення. Враховуючи, що в тесті РРО застосовується 30 пред'явлень сигналу і результатом їх переробки є точні і неточні (передчасні і запізнілі) відповіді, слід гадати, найбільш ідеальною моделлю зрівноваженості нервових процесів могла би бути така, в якій отримано 15 і більше відповідей точних та 15 і менше відповідей інших напрямків (відхилень від нульової позначки), тобто 50,0% і більше точних реагувань, і 50,0% і менше – передчасних і запізнілих реакцій від загальної кількості застосованих реакцій. А якщо виходити із таких міркувань, що в тесті передбачено три напрямки відповідей (передчасні, точні та запізнілі), то такою моделлю зрівноваженості можна було б вважати і таку, в якій би відповіді розподілялись порівно – по 10 кожного напрямку. Отримані нами результати виконання завдання всіма групами обстежуваних співпали з другою прогнозованою моделлю (таблиця 1).

Таблиця 1. Контингент обстежуваних та середні значення відносних показників результату виконання тесту РРО

| № | Контингент обстежуваних | Вік, роки | Кількість | Характеристика реакції, % | | |
|----|-------------------------|-----------|-----------|---------------------------|------------|-----------|
| | | | | точні | передчасні | запізнілі |
| 1. | Курсанти моряки | 21-24 | 61 | 41,03 | 28,08 | 31,31 |
| 2. | Курсанти льотчики | 19-22 | 55 | 34,12 | 30,78 | 34,78 |
| 3. | Керівники польотів | 32-46 | 10 | 33,66 | 33,33 | 33,30 |
| 4. | Студентки університету | 17-20 | 54 | 30,00 | 31,50 | 38,20 |
| | Σ | | 180 | 138,81 | 123,69 | 131,59 |
| | M | | | 34,70 | 30,92 | 34,38 |

Загалом у всього контингенту досліджуваних середні значення трьох напрямків відповідей виявились близькими. Із 5400 відповідей (180 осіб по 30 реалізацій) точні реакції становили 34,70 %, запізнілі – 34,38 % і передчасні – 30,92%. Ось тому, маючи такий розподіл відповідей, тобто майже по 10 кожного (чи 33,33% із знаком « 0 », 33,33% - із знаком « - » та 33,33% - із знаком « + »), ми можемо умовно вважати, що до осіб із зрівноваженими нервовими процесами слід відносити тих, хто зробив 33,33% та більше точних відповідей. Особи, які в процесі виконання тесту роблять більше 66,66% передчасних та запізнілих реакцій, слід вважати із незрівноваженими нервовими процесами. При цьому, більша кількість передчасних відповідей є характеристикою переваги гальмівного процесу і, навпаки, більша кількість реакцій, які запізнілі є ознакою збуджувальних процесів над гальмівним. Прийняття такого положення обумовлено трактуваннями І.П. Павлова, що показником процесу збудження є діяльність того чи

іншого органу, а припинення (уповільнення) її (діяльності) характеризує гальмування. Таке трактування відрізняється від тих, за якими вважається перевага передчасних реакцій як зрушення нервових процесів в сторону збудження, а запізніле зупинення руху – про зрушення нервових процесів в сторону гальмування.

Запропоноване нами положення оцінки нервових процесів за показниками запізнілих та випереджувальних реакцій підтверджено і даними обстежень точності сенсорного реагування в тесті із відтворенням на папері ліній (без участі зору) відповідної величини. Для цього на 54 студентках, окрім тесту РРО, застосували і тест на проведення ліній (також по 30 реалізацій). Результатом виконання завдання отримали лінії еталонного зразку (задані експериментатором), лінії меншого зразку (недоводи) та більшого зразку (переводи). При врахуванні кількості недоводів та кількості переводів ліній, передчасних та запізнілих рухових актів на електросекундомірі виявлено, що у 81,5% осіб ці реагу-

вання співпали, тобто недоводи ліній з передчасними реакціями, а переводи – із запізнілими. Окрім того, на нашу думку, експериментальним доказом даного положення є дані Г.И. Борягина та М.Ф. Пономарева, наведені Є.П. Ільїним [4], із застосуванням бром-кофеїнових проб: кофеїн приводив до збільшення числа переводів, а бром – збільшення числа недоводів. Із літератури відомо, що в тестах великого і малого стандартів з діагностування типологічних особливостей вищих відділів центральної нервової системи кофеїн використовувався для підвищення збудження, а бром – підвищення гальмування.

Узгодження трактування оцінки нервових процесів за показниками характеру реагувань в тестах РРО та відтворення ліній, а також встановлення умовно нормативного рівня оцінки властивості зрівноваженості за відносною частотою (показником стійкості) точних реакцій постало питання і визначення відношень між

нервовими процесами за умов їх незрівноваженості, тобто за умов переваги одного над іншим. Але ми ще не маємо достатньої кількості експериментальних даних, щоб до них застосувати математичну обробку, розробити шкали оцінок і рекомендувати для практичного використання. Проте деякі із них заслуговують на увагу. Як видно із табл. 1, у різних вибірках обстежуваного контингенту спостерігається тенденція переваги запізнілих відповідей над передчасними. Така ж тенденція відмічена і в тесті з відтворенням ліній, де відсоток ліній більшої величини (переводи) переважає над відсотком відтворення ліній меншої величини (недоводів). Це дає можливість вважати, що серед людей віком 17-46 років із незрівноваженою нервовою системою переважну більшість становлять ті, у кого процес збудження переважає над процесом гальмування. Особливо чітко це видно, якщо порівняти лише неточні реакції (табл. 2).

Таблиця 2. Значення середніх величин відносних показників передчасних та запізнілих рухових актів обстежуваних при виконанні тесту РРО

| № | Контингент обстежуваних | Кількість | Характеристика реакції, % | |
|----|-------------------------|-----------|---------------------------|-----------|
| | | | передчасні | запізнілі |
| 1. | Курсанти моряки | 59 | 38,98 | 61,01 |
| 2. | Курсанти льотчики | 52 | 42,30 | 57,70 |
| 3. | Керівники польотів | 10 | 30,00 | 70,00 |
| 4. | Студентки університету | 54 | 29,60 | 70,40 |
| | Σ | 175 | 140,88 | 259,11 |
| | М | | 35,22 | 64,78 |

З'ясувалось, що в середньому із загальної кількості осіб з незрівноваженими нервовими процесами (а їх у цьому віковому періоді виявилось майже 65%) у 35% із них гальмівний переважав над процесом збудження. Цікаво, що за неопублікованими нами лонгітудинальними обстеженнями, отриманими на малій вибірці, у віці 70 років нервові процеси стали зовсім іншими. Передчасні відповіді проявилися у 75%, в той час як запізнілі – лише у 25%. Тобто, з віком процес збудження уступає місце процесу гальмування і він стає домінуючим. Інших співставлень не проводили, хоча обстеження здійснювали не лише один раз по 30 пред'явлень подразників одній особі, а і три, шість та десять раз і також по 30 пред'явлень і із результату виконання завдання виявляли кращий показник, середню величину відхилень від нуля окремо для передчасних і запізнілих реакцій і для кожної із груп, сумарну величину відхилень і також для всіх реалізацій і окремо для груп. Зараз продовжуємо набір цифрових масивів.

Наявність експериментального матеріалу, отриманого із використанням такого роду методичних підходів, слід гадати, дозволить вийти на побудову шкал градації незрівноваженості нервових процесів з розподілом їх на рівні переваги одного процесу над іншим [8].

Висновки:

1. Можемо рекомендувати тест РРО як один із адекватних і інформативних методичних прийомів для виявлення властивості зрівноваженості нервових процесів. Критерієм оцінки її (властивості) вважати показник стійкості реакції з урахуванням відносної частоти точних відповідей, за яким обстежуваного відносять із зрівноваженою, чи незрівноваженою нервовою системою.
2. Індивіди, які при виконанні сенсомоторного навантаження в 33 чи більше відсотках реалізацій від загальної кількості пред'явлених сигналів відповіли точно, слід віднести до градації осіб із зрівноваженими нервовими процесами. У тих, що мали неточність відповідей 67% - до градації осіб із незрівноваженими нервовими процесами. При цьому більшу кількість одного із напрямків реагувань (передчасних чи запізнілих) вважати перевагою одного процесу над іншим. Якщо більше передчасних реакцій над запізнілими, то це є ознакою переваги гальмівного процесу, а якщо запізнілих реакцій більше від передчасних, то це перевага збудливого процесу.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Борисова М.Н., Гуревич К.М., Ермолаева-Томина Л.Б. и др. Материалы к сравнительному изучению различных показателей подвижности нервной системы у человека. – М.: Изд-во АПН РСФСР. - 1963. - Т. 3. – С. 180 - 201.
- [2] Воронин Л.Г., Соколова Е.Н., У-Бао-Хуа. Типологические особенности ориентировочного рефлекса // Вопросы психологии. – 1959. - № 6. – С. 73 - 88.
- [3] Ильин Е.П. Дифференциальная психофизиология физического воспитания и спорта. Учебное пособие. – Л., 1979. – 84 с.
- [4] Ильин Е.П. Методические указания к практикуму по психофизиологии (экспресс - методы при изучении свойств нервной системы). – Л., 1981. – 83 с.
- [5] Кокорина Э.П. Оценка основных свойств нервных процессов по результатам нескольких функциональных испытаний

- ний // Методики оценки свойств высшей нервной деятельности. – Л.: Наука, 1971. – С. 26-56.
- [6] Красуский В.К. Определение типов нервной деятельности у собак по пищевой секреторной методике // Методики изучения типологических особенностей высшей нервной деятельности животных. – М.-Л.: Наука, 1964. – С. 32-42.
- [7] Лейтес Н.С. Результаты определения уравновешенности основных нервных процессов тремя методиками // Типологические особенности высшей нервной деятельности человека. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1956. – С. 182-206.
- [8] Макаренко М.В. Методика проведения обстежень та оцінки індивідуальних нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності // Фізіологічний журнал. – 1999. – № 4. – С. 125-131.
- [9] Мерлин В.С. Методика испытаний общего типа высшей нервной деятельности у человека по кожно-гальваническому показателю // Вопросы психологии. – 1958. № 5. – С. 159-162.
- [10] Небылицын В.Д. Электроэнцефалографическое изучение свойства силы нервной системы и уравновешенность нервных процессов у человека с применением факторного анализа // Типологические особенности высшей нервной деятельности человека. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1963. – Т. 3. – С. 41-80.
- [11] Образцова Г.А. Характеристика типологических особенностей нервной системы кролика по отряхивательной методике // Методики изучения типологических особенностей высшей нервной деятельности животного. – М.-Л.: Наука, 1964. – С. 82-91.
- [12] Основы профессионального психофизиологического отбора военных специалистов. Пособие подготовлено под руководством и общей редакцией докт. мед. наук, проф. В.А. Пухова. – Министерство обороны СССР, 1981. – 428 с.
- [13] Психофизиологический отбор военных специалистов. Методическое пособие. – Ордена Трудового Красного Знамени военное издательство Министерства обороны СССР. – М., 1973. – 202 с.
- [14] Роговенко Е.С., Соколова Е.В. Угашение с подкреплением как возможный тест определения уравновешенности нервных процессов у собак // Журн. высш. нервн. деят. – 1962. – 12, вып. 2. – С. 219-284.
- [15] Рокотова Н.А. О методике определения типа нервной системы у человека // Физиолог. журн. СССР. – 1954. – 40, № 6. – С. 727-729.

REFERENCES

- [1] Borisova, M.N., Gurevich, K.M., Ermolaeva-Tomina, L.B. et al. Materials for the comparative study of various indicators of the mobility of the nervous system in humans. – M.: Publ. APN RSFSR. – 1963. – Vol. 3. – P. 180-201.
- [2] Voronin, L.G., Sokolova, E.N., U-Bao-Hua. Typological features of the orienting reflex // Questions of psychology. – 1959. – № 6. – P. 73-88.
- [3] Ilin, E.P. Differential Psychophysiology of Physical Education and Sport. Study Guide. – L., 1979. – 84 p.
- [4] Ilin, E.P. Methodical instructions to the workshop of Psychophysiology (express methods in the study of the properties of the nervous system). – L., 1981. – 83 p.
- [5] Kokorina, E.P. Assessment of the basic properties of the nervous processes on the results of several functional tests // Methods of evaluating the properties of higher nervous activity. – L.: Nauka, 1971. – P. 26-56.
- [6] Krasuskiy, V.K. Identify the types of nervous activity in dogs by food secretory method // Methods of study of typological features of the higher nervous activity of animals. – M.-L.: Nauka, 1964. – P. 32-42.
- [7] Leytes, N.S. Results of determination of balance of the fundamental nervous processes by three methods // Typological features of the higher nervous activity. – M.: Publ. APN RSFSR, 1956. – P. 182-206.
- [8] Makarenko, M.V. The methodology of the survey and evaluation of individual neural properties of higher nervous activity // Physiological magazine. – 1999. – № 4. – P. 125-131.
- [9] Merlin, V.S. Test method of the general type of higher nervous activity in humans for galvanic skin index // Questions of psychology. – 1958. № 5. – P. 159-162.
- [10] Nebylitsyn, V.D. Electroencephalographic study of the properties of strength of the nervous system and balance of nerve processes in humans using factor analysis // Typological features of the higher nervous activity. – M.: Publ. APN RSFSR, 1963. – Vol. 3. – P. 41-80.
- [11] Obratsova, G.A. Characteristics of typological features of the rabbit nervous system rabbit shaking-off method // Methods of study of typological features of the higher nervous activity of the animal. – M.-L.: Nauka, 1964. – P. 82-91.
- [12] Fundamentals of professional psycho-physiological selection of military experts. The manual was prepared under the leadership and the general editorship of dr. med. sc., prof. V.A. Puhova. – Ministerstvo oboronyi SSSR, 1981. – 428 s.
- [13] Psychophysiological selection of military experts. Methodological Guide. – Military Publishing House of the Ministry of Defence of the USSR Order of the Red Banner. – M., 1973. – 202 pp.
- [14] Rogovenko, E.S., Sokolova, E.V. Extinction with reinforcement as a possible test of determination of balance of nervous processes in dogs // Journal of Higher Nervous Activity. – 1962. – 12, Is. 2. – P. 219-284.
- [15] Rokotova, N.A. On the method of determination of type of nervous system in humans // Physiological Journal of the USSR. – 1954. – 40, № 6. – P. 727-729.

Accuracy sensorimotor reactivity as a criterion steadiness of nervous processes

V.S. Lizogub, M.V. Makarenko, J.V. Koval

Abstract. Based upon the results of our own research and literature data, a possibility of using the test «of reaction to a moving object» as an adequate and informative methodological technique for determining one of the main individually-typological characteristics of human HNA – balance of nervous processes – was proved and established. Index of stability of motor response with account of percent of exact responses ($\geq 33\%$ of total sum of presented signals) is recommended for use as a criterion of this feature. It has been argued that in unbalanced nervous system predominance of premature reactions over deferred reactions indicates predominance of suppression over evocation and, conversely, higher percent of deferred reactions indicates predominance of evocation process.

Keywords: reaction to a moving object, balance of nervous processes, individually-typological characteristics of higher nervous activity