

М.В. Макаренко, В.С. Лизогуб, Л.І. Юхименко, Ю.О. Петренко, Т.А. Бібік

## Порівняльний аналіз різних показників сили нервових процесів у людини

*Анализировали силу нервных процессов (СНП) с использованием различных методических подходов. В одном случае СНП определяли по качеству переработки сложной информации, в другом – по соотношению латентного времени двигательных ответов, зарегистрированных в конце исследований и в начале при многократном их повторении. Показано отсутствие корреляции между этими рядами переменных, когда для определения силы использовали время ответов на простые сигналы. Наличие связи между ними выявлено в тех случаях, когда в качестве нагрузки при определении силы рефлексометрическим вариантом были использованы тесты по дифференцированию сигналов.*

### ВСТУП

Нині актуальним залишається вибір адекватних методик для оцінки властивостей основних нервових процесів людини. Описано різні методичні підходи, в тому числі і виявлення сили нервових процесів (СНП) за латентними періодами простої реакції на зорові та слухові подразники при їх багаторазовому застосуванні [1,4-6,8,12,13,16,17,19,20]. Ще І.П. Павлов вважав, що сила нервової системи характеризується її здатністю витримувати тривале і концентроване збудження, або дію надзвичайно сильного, але короткочасного подразника, не переходячи в стан позамежного гальмування. Тим самим Павлов І.П. вказував на два головних напрямки дослідження межі працездатності кіркових клітин, тобто СНП. Один із них – дослідження спроможності вищих відділів центральної нервової системи витримувати тривале та багаторазове повторення навантаження, другий – знаходження межі інтенсивності подразника, який може викликати позамежне гальмування. Доведено [15,20], що СНП об'єднує певний комплекс інших властивостей. Але одна із цих властивостей є основною. Додаткови-

ми ознаками є стійкість нервових клітин до інших подразників, особливості концентрації та іррадіації процесу збудження, абсолютна сенсорна чутливість і тощо [7,10,18]. Разом з тим, порівняльний аналіз даних довів, що часто не збігаються значення СНП, отримані в одних і тих самих обстежених, але за різними методиками [14,21,23].

Метою нашої роботи було вивчення зв'язку між СНП, яку діагностували за якістю переробки складної зорової інформації, та силою, котру визначали за зіставленням швидкості реагування на навантаження різного ступеня складності за умов багаторазового застосування зорових сигналів.

### МЕТОДИКА

Обстежено 170 осіб віком від 21 до 23 років. Для визначення СНП було використано дві методики: одна з них запропонована Макаренком [6,8] і застосовується багатьма НДІ та вузами країни, інша – так званий рефлексометричний варіант методики “згасання з підкріпленням” [5,12,16,20]. Дослідження та оцінку СНП (перший варіант методики) про-

б М.В. Макаренко, В.С. Лизогуб, Л.І. Юхименко, Ю.О. Петренко, Т.А. Бібік

водили на приладі ПНДО-1 із використанням режиму “нав’язаного ритму” [6]. Характеристикою СНП була якість переробки заданої інформації за диференціюванням різних подразників, які пред’являлися дискретно на швидкості від 30 до 150 подразників за 1 хв включно. Вважалося, що менше помилок зробив обстежуваний при диференціюванні 585 зорових подразників (геометричні фігури), то вищий у нього рівень працездатності головного мозку.

З використанням рефлексометричного варіанта методики СНП виявляли також із застосуванням приладу ПНДО-1 (дослідження даної властивості можна проводити на будь-якому рефлексометрі, котрий дозволяє заміряти час сенсомоторного реагування). При цьому СНП оцінювали за швидкістю рухових актів на зорові сигнали при багаторазовому їх застосуванні. Обстежуваному пред’являли 240 сигналів у вигляді квадрата, кола та трикутника (по 80 сигналів кожного) з різним інтервалом між ними. Час експозиції становив 0,7 с. Обстежуваний повинен був якомога швидше натискати і відпускати кнопку на появу будь-якого подразника. Автоматично фіксували час кожної відповіді чи (за бажанням експериментатора) за певні його проміжки, тобто час простої зорово-моторної реакції (ЧПЗМР). Коефіцієнт сили (А), який є показником сили нервової системи, розраховували за формулою  $A = \text{ЧПЗМР}(1-20) / \text{ЧПЗМР}(221-240) \times 100 \%$ , де ЧПЗМР(1-20) – середній час реакції за перші 20 подразників, а ЧПЗМР(221-240) – за останні 20 подразників відповідно.

У цій роботі ми не обмежилися визначенням коефіцієнта сили тільки за часом реакцій на просте зорове навантаження, як це здійснювали інші автори [5,12,16,20], а визначали його за умов застосування і більш складного навантаження: реакцій вибору одного (РВ1-3) та двох (РВ2-3) з трьох зорових подразників. Для визначення часу РВ1-3 обстежуваний повинен був при появі на екрані монітора квадрата якнайшвидше правою рукою натискати праву кнопку. На по-

яву кола і трикутника – кнопку не натискати. Для визначення часу більш складної реакції (РВ2-3), завдання виконували обома руками. При цьому обстежуваному необхідно було при появі на екрані монітора квадрата якнайшвидше натискувати правою рукою праву кнопку, а при появі кола – ліву кнопку лівою рукою. У разі появи трикутника ні ліву, ні праву кнопку не натискати. Коефіцієнт сили для РВ1-3 та РВ2-3 розраховували за тією ж формулою, що і для ЧПЗМР. Описані методики визначення й оцінки СНП узгоджуються з трактовкою І.П. Павлова та його учнів у визначенні цієї властивості [6,8,9].

Отримані ряди цифрових масивів оброблено за допомогою комп’ютерної статистичної програми Microsoft Excel – 97.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати аналізу працездатності головного мозку, які характеризують СНП за якістю роботи з одного боку, і коефіцієнта сили нервової системи за швидкістю простого сенсомоторного реагування – з іншого, дозволяють вважати, що вони не є індикаторами однієї і тієї властивості нервової системи. Підставою для цього є результати, отримані при такому їх зіставленні. Відповідно до методики оцінки СНП всіх обстежуваних методом сигмальних відхилень ми поділили на три групи: з високим, середнім та низьким її рівнем. Порівняння коефіцієнтів сили нервової системи, отриманих за умови пред’явлення і переробки простого зорового навантаження між групами з різним рівнем СНП, достовірних різниць не виявило ( $P > 0,05$ ). Незважаючи на відсутність достовірних відмінностей між групами, простежувалась тенденція до більш високої швидкості у відповідях на прості сигнали для обстежуваних з високим і середнім рівнем СНП. Особи з низьким рівнем даної властивості мали дещо нижчі показники рухових актів (рисунок). Характерно також, що між показниками СНП і коефіцієнтом сили нервової системи за умо-

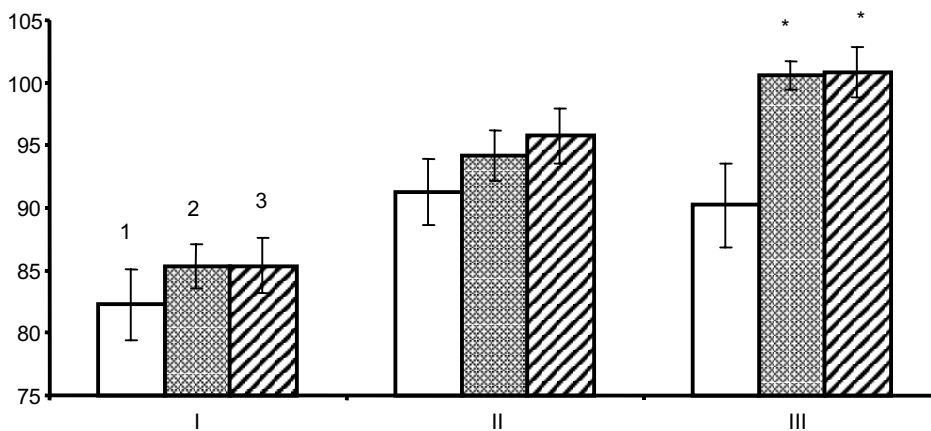
ви переробки ПЗМР по всій вибірці обстежуваних не виявлено достовірної кореляційної залежності. Нагадаємо, що коефіцієнт сили нервової системи виявляли за відношенням часу простої зорово-моторної реакції, отриманого за останні 20 подразників до часу реакції, отриманого за перші 20 подразників (загальна кількість подразників становила 240).

Аналогічні результати було отримано й у разі зіставлення середніх показників коефіцієнта сили нервової системи, визначених за умов пред'явлення та переробки дещо складнішого завдання (РВ1-3) обстежуваних з різними градаціями СНП (див.рис.). У цьому тесті від обстежуваного вимагалось якнайшвидше відповідати тільки на один із позитивних подразників і не реагувати на два інших, що були гальмівними. За цих умов у осіб з високим і середнім рівнями СНП також зберігалася тенденція до підвищення коефіцієнта сили нервової системи порівняно з особами з низьким її рівнем. Але достовірних різниць між його середніми значеннями не виявлено ( $P > 0,05$ ). Кореляційний аналіз також не виявив зв'язку між рядами цих перемінних ознак.

Тільки у випадку пред'явлення та переробки більш складного зорово-моторного навантаження (РВ2-3) у обстежуваних з висо-

ким та середнім рівнями СНП було виявлено достовірно вищі значення показників коефіцієнта сили нервової системи ( $P < 0,001$ ). Це підтверджує і кореляційний аналіз, який показав, що між показниками СНП і коефіцієнтом сили нервової системи на РВ2-3 є зв'язок у межах  $r = 0,31$  ( $P < 0,001$ ). Вищому показнику СНП відповідав і більш високий коефіцієнт сили, а низькому - більш низький.

Отже, СНП визначена за показником якості переробки інформації і коефіцієнт сили нервової системи, визначений за показниками часу ПЗМР, не зв'язані між собою. Очевидно, в основі таких реакцій лежать різні нейрофізіологічні механізми, які відбивають різні сторони функціонування нервової системи. Відомо, що показник сили, розрахований за коефіцієнтом сили за умов пред'явлення і переробки простої сенсомоторної інформації, відображає тільки силу збудливого процесу [16,17]. Крім того, час простих сенсомоторних реакцій більшою мірою відображає існуючий функціональний стан [2,3, 4,11] і характеризує, перш за все, швидкість розповсюдження збудження по нейронним ланцюгам та рівень збудливості центральних апаратів відповідних рефлекторних дуг [10]. В той час як СНП, визначена за швидкістю переробки інформації та ще і в нав'язаному



Середні значення сили нервових процесів, виявлені рефлексометричним варіантом методики “згасання з підкріпленням” у людей з різним рівнем сили нервових процесів, визначеним за якістю переробки інформації: 1 – низький, 2 – середній, 3 – високий; I – проста зорово-моторна реакція; II – реакція вибору одного подразника; III – реакція вибору двох із трьох подразників; \* - вірогідність різниць ( $P < 0,001$ ) порівняно з особами з низьким рівнем сили нервових процесів.

ритмі, характеризує силу обох основних нервових процесів: процесу збудження і гальмування [9]. Встановлений зв'язок між СНП, визначеною за нашою методикою [6,8], та коефіцієнтом сили нервової системи, розрахованим за умов пред'явлення і переробки складної сенсомоторної інформації (РВ2-3), можливо вказує на однакові нейрофізіологічні механізми їх прояву. Крім того, в обох застосованих тестах на виявлення СНП та коефіцієнта сили обстежувані переробляли сенсомоторні навантаження за вибором двох із трьох пред'явлених подразників, що є складним завданням для нервової системи. Очевидно, результат виконання обох тестів зумовлений не лише стійкістю окремих збудливих нервових елементів – нервів, нервового центру тощо, як це було за умов ПЗМР, а й організацією для цього цілої функціональної системи, в якій кількість робочих актів об'єднує цикли не тільки збудливого процесу, а і гальмівного. Тому максимальна швидкість і стійкість у часі переробки такої складної інформації є показником сили цілої функціональної системи і залежить від швидкості сприйняття сигналу, його аналізу, прийняття рішення, видачі команди і її здійснення, що в свою чергу, зумовлено не тільки ефективністю функціонування периферичної нервової системи, її витривалістю до дії збудливих і гальмівних подразників, а і особливістю функціонування вищих відділів центральної нервової системи. Тому СНП, визначена за якістю переробки інформації з диференціювання складних зорових сигналів у режимі “нав'язаного ритму”, і коефіцієнт сили нервової системи, визначений за відношенням швидкостей переробки складної сенсомоторної інформації на початку та в кінці виконання тесту можуть характеризувати типологічні властивості ВНД.

Стосовно зв'язку показника СНП з коефіцієнтом сили, отриманим при переробці навантаження РВ1-3, то в даному випадку, як видно з рисунка, зберігається лише чітка тенденція змін середніх значень часу виконання між групами обстежуваних з різною

СНП, виявленою за якістю переробки інформації. Слід вважати, для одних обстежуваних завдання РВ1-3 є деякою мірою складним, для інших залишається легким. Тому між цими рядами немає достовірної кореляції і достовірної відмінності між групами.

Таким чином, порівняльний аналіз властивості СНП, визначеною за методикою, що враховує якості переробки інформації з диференціювання так званих позитивних та гальмівних подразників, пред'явлених у різному темпі, з властивістю сили нервової системи, визначеною за рефлексометричним варіантом методики “згасання з підкріпленням”, суть якого полягає у зіставленні латентних періодів ПЗМР при їх багатократному застосуванні, не виявив між ними кореляційних зв'язків. Це, на нашу думку, є доказом того, що рефлексометричний варіант як метод діагностування СНП не може вважатися інформативним для її виявлення. Як і слід було очікувати, високдостовірна кореляція між рядами як і достовірні відмінності між групами обстежуваних з різною якістю переробки інформації перемінних ознак виявлена в тому випадку, коли для визначення властивості сили нервових процесів за показниками швидкості реагування застосовували зіставлення латентних періодів складних рухових актів. Такий варіант зіставлень часу виконання завдання для визначення сили здійснено нами вперше і дає право вважати його таким, що може бути використаним для діагностування даної властивості.

**N.V. Makarenko, V.S. Lizogub,  
L.I. Yuchimenko, Y.A. Petrenko, T.A. Bibik**

### **COMPARATIVE ANALYSES OF THE NERVOUS SYSTEM POWER SHOWINGS DETERMINED WITH VARIOUS METHODS**

It was established that the showing and coefficient of the nervous system power were connected with each other only in the conditions of determining them during working up of complex sensomotor information. The coefficient of the nervous system power determined in the conditions of working up of complex sensomotor information is not connected with showings of the

nervous system power and that is why it cant be an objective showing for characteristic of the individual typological peculiarities of the high nervous activity.

*A.A. Bogomoletz Institute of Physiology*

*National Academy of Science of Ukraine, Kiev*

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Голубева Э.А. Электрофизиологическое изучение свойств нервной системы и некоторые индивидуальные особенности памяти человека: Автореф. дис. ... д-ра психол. наук. – М., 1975. – 46 с.
2. Зимкина А.М. Электрофизиологические показатели функционального состояния центральной нервной системы человека. – В кн.: Функциональные состояния мозга. – М., 1975. – С. 6-19.
3. Зимкина А.М. Общее функциональное состояние ЦНС, принципы регуляции и саморегуляции и характеристики нарушений. – В кн.: Нейрофизиологические исследования в экспертизе трудоспособности. – Л., 1978. – С. 27-50.
4. Ильин Е.П. Экспресс-метод определения степени выраженности свойства “подвижность-инертность” возбуждения и торможения. – В кн.: Психофизиологические основы физического воспитания и спорта. – М., 1972. – С. 16-36.
5. Копытова Л.А. Проявление типологических свойств нервной системы в трудовой деятельности наладчика в ситуации простоя станков // *Вопр. психологии.* – 1963. - №4. – С.59-72.
6. Макаренко М.В. Методика проведення та оцінки індивідуальних нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності людини // *Фізіол. журн.* – 1999. – 45, №4. – С. 123-131.
7. Макаренко М.В., Лизогуб В.С., Давидова О.М. та ін. Стан сенсомоторних функцій у спортсменів та не спортсменів. – У кн.: Збірник наукових праць Волинського державного університету. – Луцьк, 1999. – С. 992-1002.
8. Макаренко Н.В., Сиротский В.В., Трошихин В.А. Методика оценки основных свойств высшей нервной деятельности человека. – В кн.: Нейробионика и проблемы биоэлектрической активности – К., 1975. – С. 41-49.
9. Макаренко Н.В. Теоретические основы и методики профессионального психофизиологического отбора военных специалистов. – В кн.: Сент-Жак, 1996. – 336 с.
10. Макаренко Н.В. Латентный период сенсомоторных реакций у лиц с различной функциональной подвижностью нервных процессов // *Журн. высш. нерв. деятельности.* – 1984. – 34, вып. 6. – С.1041-1047.
11. Мельникова Т.С., Фарбер Д.А. Временные параметры простой двигательной реакции как показатель функционального состояния мозга человека // *Физиология человека.* – 1976. - №5. - С.836-842.
12. Мерлин В.С. Типологически обусловленные особенности в труде и производственном обучении ткачих. – В кн.: Проблемы психологии личности и психологии труда. – Пермь, 1960. – С.5-58.
13. Небылицын В.Д. Электроэнцефалографическое изучение свойств силы нервной системы и уравновешенности нервных процессов у человека с применением факторного анализа. – В кн.: Типологические особенности высшей нервной деятельности человека. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1963. – Т.3 - С. 47-80.
14. Небылицын В.Д. Психофизиологические исследования индивидуальных различий. – М.: Наука, 1976. – 336 с.
15. Небылицын В.Д. Основные свойства нервной системы человека. – М.: Просвещение, 1966. – 383 с.
16. Пейсахов Н.М. К диагностике силы процесса возбуждения по двигательной методике. – В кн.: Проблемы психологии индивидуальных различий – Казань: Изд-во Казан. Ун-та, 1974. – С.3-23.
17. Пейсахов Н.М., Кашин А.П., Баранов Г.Г. и др. Методы и портативная аппаратура для исследования индивидуально-типологических различий человека. – Там же. - 1976. – 238 с.
18. Рождественская В.И. Индивидуальные различия работоспособности. – М.: Педагогика, 1980. – 173 с.
19. Рождественская В.И., Небылицын В.Д., Борисова М.Н. и др. Сравнительное изучение различных показателей силы нервной системы человека // *Вопросы психологии.* -1960. - №5. - С.41-56.
20. Стреляу Ян. Время двигательной реакции как показатель силы нервной системы. – В кн.: Типологические обследования по психологии личности. – Пермь, 1967. – С. 222-229.
21. Теплов Б.М., Небылицын В.Д. Проблемы изучения основных свойств нервной системы человека. – В кн.: Физиология высшей нервной деятельности – М.: Наука, 1971. – С.225-239.
22. Теплов Б.М. Новые данные по изучению свойств нервной системы человека. – В кн.: Типологические особенности ВНД человека. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1963. – С. 3-46.
23. Чайченко Г.М. Сравнительный анализ некоторых показателей высшей нервной деятельности, применяемых для определения типологических свойств нервной системы человека // *Физиол. журн.* –1988. – 34, №2. - С. 100-102.

*Ин-т фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, Київ*

*Матеріал надійшов до редакції 4.04.2002*