

В.В. Маслюк

Характеристика функціональної рухливості нервових процесів машиністів залізничного транспорту

С целью определения связи функциональной подвижности нервных процессов (ФПНП) с профессиональной успешностью операторов динамических систем (машинистов локомотивов) и анализа асимметрии сенсомоторных реакций было проведено обследование 213 машинистов локомотивов. Профессионально успешные машинисты характеризуются высшим уровнем ФПНП. Уровень показателя ФПНП 110 раздражителей за 1 мин. позволяет с 85% точностью прогнозировать профессиональную успешность машинистов локомотивов. Выявлена связь динамики времени реакции правой и левой руки на протяжении выполнения теста с профессиональной успешностью, что целесообразно использовать при профессиональном психофизиологическом отборе.

Вступ

Діяльність операторів динамічних систем пов'язана з постійним інформаційним навантаженням та можливістю виникнення екстремальних ситуацій. Прогноз діяльності операторів у даних ситуаціях не в останню чергу залежить від можливостей, що базуються на особливостях індивідуально-типологічних властивостей нервових процесів, в тому числі функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП).

Як вважає Макаренко [7] функціональна рухливість - одна з основних генетично детермінованих властивостей нервових процесів, що характеризується здатністю вищих відділів центральної нервової системи забезпечувати максимально можливий для даної особи рівень швидкодії при виконанні навантаження за безпомилковим диференціюванням позитивних і гальмівних сигналів, які слідує один за одним, і, отже, потребує екстреного переключення дії та частой зміни процесу збудження гальмівним і навпаки. Кількісним вираженням рівня функціональної рухливості є гранично можлива частота пред'явлення позитивних і гальмівних сигналів у режимі "зростаючої складності", при котрій обстежуваний допускає не більше ніж 5-5,5% помилок. ФРНП відображає комплексну реакцію нервової системи, що містить у собі швидкість виникнення і припинення збудження, швидкість руху нервових процесів, швидкість відновлення і функціональної готовності рефлекторного апарату до нової реакції, ірадіацію та концентрацію, швидкість центрального опрацювання інформації тощо. А це дозволяє розглядати дану властивість як фізіологічну основу для з'ясування її ролі у прогнозуванні придатності до професій, що пов'язані з керуванням рухомими об'єктами і системами.

© В.В. Маслюк

За даними професіографічного дослідження діяльності машиністів залізничного транспорту прогнозується велика ймовірність важливого значення ФРНП. До того, для операторів динамічних систем професійно важливим є здатність прогнозувати можливу небезпеку на основі деяких ознак, котрі проявляються в процесі динамічної ситуації що звично розвивається [4]. За даними Брагіної та Доброхотової [1] ця здатність більш притаманна особам з домінуванням лівої півкулі мозку, причому посилення їх нервово-психічних можливостей в момент екстремальних ситуацій може досягатись за рахунок збільшення функціональної асиметрії півкуль мозку. На нашу думку, за умов інформаційного стресу, коли необхідно приймати рішення при дефіциті часу, одним з проявів згаданої асиметрії є збільшення асиметрії функціональних систем, що забезпечують сенсомоторні реакції.

З метою визначення зв'язку ФРНП з професійною успішністю операторів динамічних систем та аналізу асиметрії сенсомоторних реакцій нами було виконано дане дослідження.

Методика

Проведено обстеження 213 машиністів електровозів. Всі обстежувані за об'єктивними показниками діяльності та експертними оцінками розподілені на дві групи: I – професійно успішних; II – професійно неуспішних.

Досліджували динаміку сенсомоторних реакцій за умов інформаційного стресу, що напевне перевищує можливості реагування будь-якої людини. ФРНП визначали за методикою Макаренко [7] при роботі обстежуваного в режимі східчастого збільшення швидкості пред'явлення подразників. Початковий темп пред'явлення був 30 за 1 хв. Кожне наступне завдання збільшується на 10 сигналів і так до 150 сигналів за 1 хв. включно. Інтервал між подразниками становить 0,2 с. Диференційовані позитивні сигнали розподіляли симетрично на обидві руки. Фіксували час складної сенсомоторної реакції на кожний зоровий стимул (геометрична фігура), кількість помилкових реакцій окремо правої та лівої руки у разі необхідності вибору сигналу, що відповідає кожній руці, та наявності гальмівного сигналу. Підраховували кількість помилок на кожній швидкості пред'явлення і за цими даними визначали ФРНП. Досліджували середній час реакції, середній час реакції правої та лівої руки, різницю середнього часу реакції правої та лівої руки, середній час реакції на початку тесту (перших десяти) та в кінці тесту (91-100 реакції) загалом і для кожної руки окремо, різницю часу реакції на початку тесту та в кінці, коефіцієнт варіації та коефіцієнти варіації часу реакції правої та лівої руки.

Результати

Проаналізовано окремо показники правої та лівої руки: середнє значення часу реакції, середнє значення перших 10 реакцій кожною рукою на значимий сигнал, середнє значення 91-100 реакцій кожною рукою на значимий сигнал, коефіцієнт варіації часу реакції та кількість помилок (табл.1).

У більшості обстежених час реакції правої руки менший за такий лівої руки, причому ця різниця статистично достовірна ($P < 0,05$). У I групі достовірно менше стандартне відхилення часу реакції правої руки та коефіцієнт

Достовірна різниця показників тесту ФРНП між групами професійно успішних та неуспішних машиністів

| Показник | Професійно успішні | Професійно неуспішні |
|---|--------------------|----------------------|
| Середній час реакції | 351,1±6,6 | 432,9±6,7 |
| Середній час реакції правої руки | 333,0±5,2 | 431,7±5,3 |
| Середній час реакції лівої руки | 381,2±5,9 | 433,2±6,1 |
| Середній час реакції в кінці тесту | 371,0±8,9 | 458,7±8,5 |
| Різниця часу реакції на початку тесту та в кінці | -1,7±9,6 | 94,1±9,4 |
| Середній час реакції лівої руки на початку тесту | 363,4±9,2 | 432,3±9,5 |
| Різниця часу реакції лівої руки на початку тесту та в кінці | 42,8±12,1 | -39,9±12,2 |
| ФРНП | 121±1,4 | 100±1,4 |
| Кількість помилок правої руки | 25,2±1,2 | 37±1,1 |
| Кількість помилок лівої руки | 24,2±1,2 | 35,5±1,1 |
| Коефіцієнт варіації часу реакції | 0,28±0,01 | 0,36±0,01 |
| Коефіцієнт варіації часу реакції правої руки | 0,31±0,01 | 0,37±0,01 |
| Коефіцієнт варіації часу реакції лівої руки | 0,26±0,01 | 0,35±0,01 |
| K_d | 1,22±0,1 | 0,68±0,01 |

варіації часу реакції правої руки. Спостерігається також зменшення часу реакцій протягом тесту. Якщо порівнювати час реакції на стимул у динаміці виконання тесту, спостерігається деяка різниця зміни часу сенсомоторної реакції в порівнюваних групах. У частини обстежених час реакції впродовж виконання тесту збільшується, що може свідчити про розвиток процесів гальмування у відповідь на інформаційний стрес; у іншій частини час реакції суттєво не змінюється. Зазначені зміни спостерігаються у обстежуваних обох груп.

Значення ФРНП достовірно ($P < 0,05$) відрізняється у групі професійно успішних та професійно неуспішних машиністів, і становить 121 та 100 подразників за 1 хв відповідно. Для професійно успішних машиністів властиве високе значення функціональної рухливості, а для професійно неуспішних - середнє та нижче від середнього (за класифікацією Макаренко [7]). При порівнянні стандартного відхилення ФРНП слід відмітити, що для професійно успішних машиністів властиве значно нижче стандартне відхилення. Це свідчить про те, що серед професійно успішних машиністів практично не зустрічаються особи з низькою ФРНП (нижче 110 подразників на хвилину) і, навпаки, серед професійно неуспішних машиністів зустрічаються незначний відсоток (14%) осіб з високою функціональною рухливістю.

Таким чином, ФРНП є однією з професійно важливих психофізіологічних якостей у діяльності операторів динамічних систем і може бути використана у разі проведення професійного психофізіологічного відбору. Як зазначає Горбунов [2], що вища ФРНП то менше ресурсів потрібно організму для підтримки життєдіяльності, то слабше виражена негативна емоційна реакція, яскравіше виявляється бажання виконувати завдання і то вищий рівень психофізіологічних витрат на переробку зростаючого обсягу

зорової інформації. За результатами наших досліджень доцільно встановити граничний рівень ФРНП як критерію професійного психофізіологічного відбору машиністів локомотивів на рівні 110 подразників за 1 хв. Даний рівень ФРНП дозволяє з 85%-ю точністю прогнозувати їх професійну успішність.

Якщо порівняти час реакції правої руки з часом реакції лівої руки, окремо в групі професійно успішних та неуспішних машиністів, спостерігається статистично достовірна відмінність ($P < 0,05$), часу реакції правої та лівої руки (рис.1). Час реакції правої руки істотно відрізняється в обох групах обстежених, ніж час реакції лівої руки.

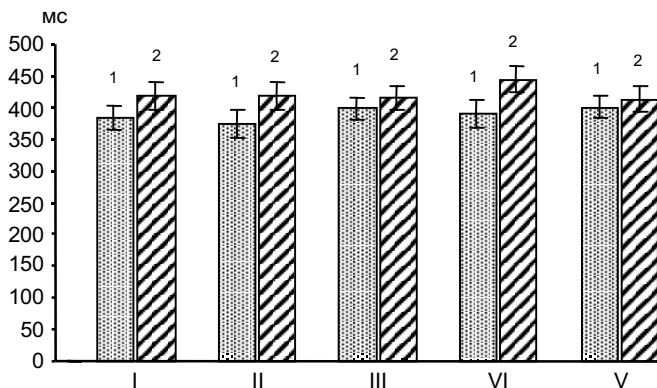


Рис. 1. Середні значення часу реакції в групах професійно успішних (1) і неуспішних машиністів (2):

I - середній час реакції, II - середній час реакції правої руки, III - середній час реакції лівої руки, IV - середній час перших десяти реакцій, V - середній час 91-100-ї реакції

Ми проаналізували також зміну часу реакції кожної руки протягом виконання тесту (рис.2). На початку тесту в II групі час реакції більший, ніж у I на 55 мс, а в кінці тесту всього на 14 мс. Тобто у I групі час реакції незначно збільшується. У II групі, навпаки, час реакції істотно зменшується. Достовірно відрізняється різниця часу реакцій правої та лівої руки. При порівнянні часу реакцій на початку тесту та в кінці в I групі спостерігається незначне підвищення і, навпаки, в II групі зменшення часу реакції. Причому істотне зменшення характерне для часу реакції лівої руки. На нашу думку це пов'язано з переходом функціональної системи, що відповідає за обробку інформації та формування і реалізацію сенсомоторної реакції на більш низький рівень. Ймовірно відбувається виключення центральної ланки переробки інформації, в результаті чого і зменшується час реакції. Підтвердженням цієї думки є також значне збільшення в даний період кількості помилок.

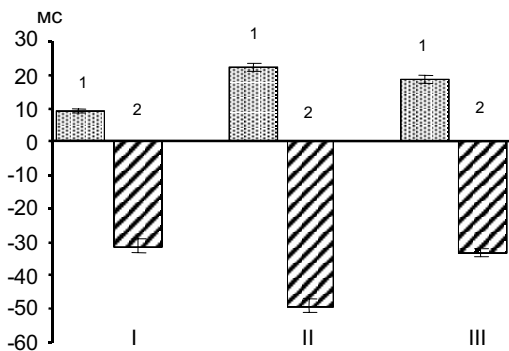
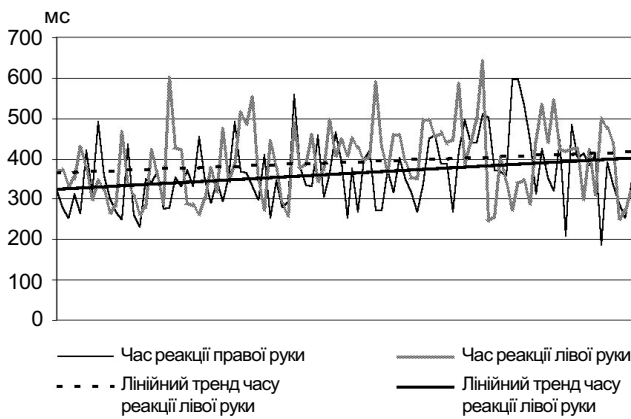


Рис. 2. Різниця значення часу реакцій правої та лівої руки в групах успішних (1) та неуспішних (2) машиністів:

I - різниця часу реакції на початку тесту та в кінці, II - різниця часу реакції правої руки на початку тесту та в кінці, III - те ж саме лівої руки

При аналізі кількості помилок, допущених при виконанні тесту окремо правою та лівою руками, ми бачимо практично рівну кількість помилок, зроблених кожною рукою. Це спостерігається як в групі професійно успішних, так і в групі професійно неуспішних машиністів. Загальна кількість допущених помилок відрізняється і становить для I групи 24 помилки, для II - 30.

Якщо представити графічно значення часу кожної реакції окремо правої та лівої руки можемо побудувати лінії регресії (тренду), які характеризуються коефіцієнтами K_{Π} (правої руки) і $K_{\text{Л}}$ (лівої руки). Дані коефіцієнти характеризують кут нахилу ліній регресії. У I групі спостерігаються два варіанти – незначне рівномірне збільшення часу реакції правої та лівої руки або збереження часу реакції обох рук на майже стабільному рівні (рис.3). Тобто в обох випадках різниця динаміки збільшення часу реакції правої та лівої руки досить незначна ($K_{\Pi} \approx K_{\text{Л}}$).



Для більшості обстежуваних II групи характерне зменшення часу реакції протягом виконання тесту (рис.4),

Рис. 3. Динаміка часу реакції правої та лівої руки протягом тесту, характерна для професійно успішних машиністів (на прикладі машиніста Н)

причому зменшення часу реакції лівої руки значно інтенсивніше, ніж зменшення часу реакції правої руки, тобто $K_{\text{Л}}$ значно більший за K_{Π} .

У деяких обстежуваних II групи, навпаки, K_{Π} значно більший за $K_{\text{Л}}$. Ймовірно це пов'язано з тим, що більшість обстежуваних були праворукими, а деякі з них – ліворукими (феномен право- чи ліворукості нами не досліджувався). Таким чином, у II групі, на відміну від I, спостерігалася значна різниця між динамікою збільшення часу реакції правої та лівої руки ($K_{\Pi} > K_{\text{Л}}$ або $K_{\Pi} < K_{\text{Л}}$).



Рис. 4. Динаміка часу реакції правої та лівої руки протягом тесту, характерна для професійно неуспішних машиністів (на прикладі машиніста М)

Виявлений феномен, на нашу думку, свідчить про різні стратегії реагування на інформаційний стрес, що характеризуються асиметрією функціональної системи, яка забезпечує реалізацію сенсомоторної реакції. Можна зробити припущення про функціональну асиметрію роботи півкуль з переважною задіяністю однієї з півкуль мозку в переробці інформації в одному випадку, або гармонійною роботою обох півкуль у іншому випадку, що призводить до успішного подолання інформаційного стресу. Ми вважаємо, що феномен нерівномірного зростання часу реакції правої та лівої руки може свідчити про розвиток за умов інформаційного стресу інверсії функціональної асиметрії, що і спричинює значне зниження ефективності діяльності. Визначення даного феномену потребує подальшого дослідження і може бути використано в процесі професійного психофізіологічного відбору операторів динамічних систем.

Наведені результати свідчать про відмінність способів переробки та аналізу інформації в центральній нервовій системі, що потребує додаткових досліджень основних властивостей нервової системи та особливостей переробки інформації в правій і лівій півкулях головного мозку. Зменшення часу реакції лівої руки з одночасним збільшенням кількості помилок може вказувати на неефективне функціонування системи, що забезпечує сенсомоторну реакцію лівої руки. Успішність діяльності оператора у разі вирішення задач зростаючої складності визначається здатністю саме лівої півкулі до опрацювання обсягу інформації, який збільшується [3]. Від ступеня функціональної активності правої півкулі та її регуляторного впливу на гомеостатичні системи залежать адаптаційні резерви організму людини [9]. Показано що регуляторна роль правої півкулі в перебудові адаптивних процесів відповідно до зміни факторів зовнішнього середовища полягає у активації нейроендокринних, енергетичних, імунних функціональних та біофізичних механізмів гомеостазу. Леутін, Ніколаєва [5] показали, що асиметрія мозку відіграє значну роль у механізмах регуляції вегетативних функцій.

На теперішній час накопичено переконливі докази того, що функціональні асиметрії людини рухомі, вони посилюються, чи навпаки, функції парних органів стають більш симетричними [1, 3]. За екстремальних умов перевагу отримують особи з найменшою спеціалізацією півкуль мозку, у яких, відповідно, півкулі мозку симетричні відносно серединних структур, котрі відповідають за вегетативну регуляцію. Рівень розумової працездатності та швидкість настання стомлення відрізняються у осіб з різними профілями асиметрії та різною стратегією переробки інформації.

За деякими даними [1, 8] важливим питанням є сукупність усіх ознак моторної, сенсорної, психічної асиметрій. Якість діяльності оператора динамічних систем визначається (серед багатьох інших факторів) такими параметрами, як профіль функціональної асиметрії (кращими за ефективністю діяльності стають особи з правим профілем асиметрії), вираженість асиметрій, рухливість асиметрій. Відмічається погіршення якості професійної діяльності водіїв, що мають ліві асиметрії чи симетрію рук, зору, слуху; у осіб зі “зменшенням функціональної асиметрії та підвищенням питомої ваги симетрії” більш часті порушення правил дорожнього руху, створення передумов до автодорожніх пригод.

Висновки

1. Функціональну рухливість нервових процесів (ФРНП) доцільно використовувати як критерій професійної психофізіологічної придатності операторів динамічних систем.

2. Рівень ФРНП, який становить 110 подразників за 1 хв. найкраще розділяє машиністів локомотивів на придатних і непридатних до роботи.

3. Феномен різної динаміки протягом тесту часу реакції правої та лівої руки в групах професійно успішних і неуспішних машиністів потребує додаткової перевірки. Доцільно подальше вивчення динаміки функціональних асиметрій сенсомоторних реакцій з метою визначення критеріїв професійної придатності операторів динамічних систем.

V. V. Maslyuk

THE RELATIONSHIP OF FUNCTIONAL MOTILITY OF NERVOUS PROCESSES WITH PROFESSIONAL RATING OF THE ENGINEMAN

The relationship of functional motility of nervous processes (FMNP) with a professional rating of the operators of dynamic systems (engineman) was researched. The analysis of asymmetry sensory-motor responses was carried out. The examination 213 engineman was carried out. Professionally successful engineman are characterized more high level FMNP. The level of parameter FMNP 110 stimuli in one minute allows from 85% by accuracy to forecast professional successful of engineman. The relationship of dynamics of change of a response time of a right and left hand is detected during fulfillment of the test with professional successful. These data are expedient for using at professional psychophysiological selection.

Ukrainian Military - Medical Academy, Kiev

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. – М.: Медицина, 1988. – 240с.
2. Горбунов В.В. Психофізіологічне забезпечення надійності оперативної діяльності: Автореф. дис.... д-ра.біол.наук, 1994. - 46с.
3. Даниленко Г.Н., Привалова Н.Н., Сухоруков В.И. Исследование статических и динамических характеристик асимметрии двигательных реакций у школьников // Архив психиатрии. - 1997. - №12 - 13. – С.47-49.
4. Кольченко Н.В. Функциональная подвижность основных нервных процессов и ее значение для некоторых видов трудовой деятельности. Автореф. дис....канд.мед.наук, 1978. - 27с.
5. Леутин В. П., Николаева Л. П. Психологические механизмы адаптации и функциональной асимметрии мозга. – Новосибирск: Наука, 1988. – 108с.
6. Ломов Б.Ф., Сурков Е.Н. Антиципация в структуре деятельности. – М.: Наука, 1980. – 276с.
7. Макаренко Н.В. Теоретические основы и методики профессионального психофизиологического отбора военных специалистов. – К.: “Сент-Жак”, 1996. – 336с.
8. Турашвили Р.И., Базылевич Г.Т. Функциональная асимметрия и профессиональная надежность водителей автотранспорта. В кн.: Взаимоотношения полушарий мозга. – Тбилиси, 1982. – С.141-142.
9. Хаснулин В.И. Деадаптация, патология и асимметрия мозга // Архив психиатрии. – 1997. - №12-13. - С.23-26.

*Укр. військ-мед. академія,
Київ*

*Матеріал надійшов
до редакції 15.03.2001*