

# Застосування кластерного аналізу та багатofакторних моделей для визначення основних психофізіологічних функцій школярів

Н. І. Осадчук  
кафедра мікробіології  
Вінницький національний медичний університет  
імені Миколи Пирогова, Вінниця, Україна  
osadchuk69@mail.ru

## Application of cluster analysis and multivariate models for the determination of the basic psycho-physiological functions schools

N. Osadchuk  
Department of Microbiology  
National Pirogov Memorial Medical University  
Vinnitsa, Ukraine  
osadchuk69@mail.ru

**Анотація**—В роботі представлені дослідження основних психофізіологічних функцій школярів, які мають соціальну та навчальну значущість, що показали тісний взаємозв'язок з комплексним показником гармонійності фізичного розвитку дівчат і юнаків. Проведені дослідження надали можливість розробити багатofакторні моделі щодо передбачення особливостей їх взаємозв'язку та взаємозалежності, імовірного передбачення критеріальних значень комплексного показника фізичного розвитку протягом різних вікових періодів життя, здійснити їх ґрунтовну прогностичну оцінку.

**Abstract**—This paper presents the study of basic psycho-physiological functions of pupils with social and educational significance of that showed a close relationship with the complex refractive harmonious physical development of girls and boys. The research made it possible to develop a multi-factor model for the anticipation of the characteristics of their interconnection and interdependence, the probabilistic prediction of criterion values of complex index of physical development for different age periods of life, to carry out their thorough prognostic assessment.

**Ключові слова** — кластерний аналіз; багатofакторні моделі; фізичний розвиток; психофізіологічні функції

**Keywords** — cluster analysis; multifactor models; physical development; physiological functions

### I. ВСТУП

Специфіка системної організації інтеграційних процесів у дитячому та підлітковому віці визначається певним ступенем зрілості вищих відділів центральної нервової системи (ЦНС), зокрема, показників швидкості простої та диференційованої зорово-моторної реакції, врівноваженості, рухомості та лабільності нервових процесів, функцій уваги тощо. Водночас морфологічне дозрівання провідних ланок зорової сенсорної системи та рухового апарату, їх досить висока функціональна готовність до виконання різноманітних навчально-значущих операцій дозволяють використати як характеристики функціональних можливостей організму учнів показники критичної частоти світлових миготінь, лінійного окоміру, точності кінестезії, координації рухів та стійкості м'язів до динамічного і статичного навантаження [1, 2].

Одним із основних критеріїв вивчення функціонального стану ЦНС школярів є дослідження швидкості умовних сенсомоторних реакцій, насамперед таких, як зорово-моторна та слухо-моторна реакції. Такий підхід, перш за все, надає можливість оцінити ступінь функціональної готовності учнів до роботи в умовах

вираженого нервово-емоційного і зорового напруження, а також психологічного дискомфорту, які надзвичайно характерні для сучасної школи.

## II. РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРОБКИ ТА ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводилось з урахуванням даних аналізу сучасної наукової літератури гігієнічного, психофізіологічного, психологічного і педагогічного змісту, що визначають коло критеріальних, найбільш значущих з навчальної точки зору психофізіологічних функцій організму. До їх числа були віднесені: функціональні характеристики вищої нервової діяльності (латентний період (ЛП) простої зорово-моторної реакції (ПЗМР) і латентний період диференційованої зорово-моторної реакції (ДЗМР), рухомість та врівноваженість нервових процесів), уваги (ефективність праці, ступінь втягування у діяльність, що виконується, психічна витривалість), зорово-сенсорної системи (критична частота злиття світлових миготінь (КЧСМ)) та сомато-сенсорного аналізатора (координація рухів).

Визначення особливостей зв'язку провідних психофізіологічних функцій (ПФФ) школярів, які мають соціальну і навчальну значущість, з показниками фізичного розвитку дітей і підлітків, обов'язково має передбачати проведення регресійного аналізу показників, на підставі використання процедури прямого покрокового регресійного аналізу, що передбачає здійснення поступового покрокового включення досліджуваних змінних у рівняння лінійної регресії з наступною перевіркою ступеня міцності їх кореляційних зв'язків з певною результуючою величиною згідно з рівнем значущості [3, 6].

Отже, відповідно до отриманих на підставі застосування зазначеної процедури статистичного аналізу та прогнозування даних [4, 5], закономірності взаємозв'язку параметрів комплексного показника фізичного розвитку (КПФР) дівчат у віці 12 років з цілим рядом досліджуваних ознак, які відображували особливості розвитку ПФФ організму слід було визначити у вигляді рівняння:

$$y = 2,259 + 0,541x_1 + 0,256x_2 + 0,229x_3 - 0,223x_4 + 0,201x_5, \\ (R^2 = 0,616; F(5,24) = 3,420; p < 0,05),$$

де  $y$  – значення КПФР (ум. од.);  $x_1$  – кількість дотиків до стінок лабіринту за даними тремометрії;  $x_2$  – ступінь втягнення у діяльність, що виконується, за результатами роботи з таблицями Шульте (с);  $x_3$  – рівень врівноваженості нервових процесів за даними визначення реакції на об'єкт, що рухається (помилка у мс);  $x_4$  – величина КЧСМ (Гц);  $x_5$  – величина ЛППЗМР за даними хронорефлексометрії (мс).

Разом з тим закономірності взаємозв'язку показників КПФР юнаків у віці 12 років з провідними характеристиками досліджуваних ПФФ організму необхідно було представити у наступному вигляді:

$$y = 0,808 + 0,387x_1 + 0,362x_2 + 0,261x_3 + 0,231x_4 + 0,174x_5, \\ (R^2 = 0,690; F(5,241) = 1,969; p < 0,05),$$

де  $y$  – значення КПФР (ум. од.);  $x_1$  – значення рухомості нервових процесів за даними числа зривів диференційованих реакцій під час хронорефлексометрії;  $x_2$  – кількість дотиків до стінок лабіринту за даними тремометрії;  $x_3$  – рівень врівноваженості нервових процесів за даними визначення реакції на об'єкт, що рухається (помилка у мс);  $x_4$  – ступінь втягнення у діяльність, що виконується, за результатами роботи з таблицями Шульте (с);  $x_5$  – величина ПКР за даними тремометрії (ум. од.).



Рис. 1. Психофізіологічні функції дівчаток, що мали найбільш значущий кореляційний зв'язок з показниками фізичного розвитку школярів



Рис. 2. Психофізіологічні функції хлопчиків, що мали найбільш значущий кореляційний зв'язок з показниками фізичного розвитку школярів

Закономірності взаємозв'язку показників КПФР 14-річних дівчат з цілим рядом досліджуваних ознак, які відображували особливості розвитку ПФФ організму слід було визначити у вигляді рівняння:

$$y = 1,129 + 0,351x_1 + 0,191x_2 - 0,342x_3 + 0,280x_4 + 0,268x_5,$$

$$(R^2 = 0,629; F(5,24) = 4,426; p < 0,05),$$

де  $y$  – значення КПФР (ум. од.);  $x_1$  – кількість дотиків до стінок лабіринту за даними тренометрії;  $x_2$  – ефективність роботи, що виконується, за результатами роботи з таблицями Шульте (с);  $x_3$  – величина КЧСМ (Гц);  $x_4$  – величина ЛП ДЗМР за даними хронорефлексометрії (мс);  $x_5$  – рівень врівноваженості нервових процесів за даними визначення реакції на об'єкт, що рухається (помилка у мс).

Водночас закономірності взаємозв'язку показників КПФР 14-річних юнаків з провідними характеристиками досліджуваних ПФФ організму необхідно було представити у такому вигляді:

$$y = 0,515 + 0,303x_1 + 0,181x_2, \\ (R^2 = 0,629; F(2,27) = 2,005; p < 0,05),$$

де  $y$  – значення КПФР (ум. од.);  $x_1$  – ступінь втягнення у діяльність, що виконується, за результатами роботи з таблицями Шульте (с);  $x_2$  – рівень психічної стійкості за результатами роботи з таблицями Шульте (с).

Закономірності взаємозв'язку показників КПФР дівчат у віці 17 років з цілим рядом досліджуваних ознак, які відображували особливості розвитку ПФФ організму, слід було визначити у вигляді рівняння:

$$y = 1,535 + 0,665x_1 + 0,527x_2 + 1,169x_3 + 0,384x_4 + \\ + 0,271x_5 + 0,839x_6, \\ (R^2 = 0,648; F(6,23) = 7,078; p < 0,001),$$

де  $y$  – значення КПФР (ум. од.);  $x_1$  – значення рухомості нервових процесів за даними числа зривів диференційованих реакцій під час хронорефлексометрії;  $x_2$  – ефективність роботи, що виконується, за результатами роботи з таблицями Шульте (с);  $x_3$  – кількість дотиків до стінок лабіринту за даними тренометрії;  $x_4$  – рівень врівноваженості нервових процесів за даними визначення реакції на об'єкт, що рухається (помилка у мс);  $x_5$  – ступінь втягнення у діяльність, що виконується, за результатами роботи з таблицями Шульте (с);  $x_6$  – величина ПКР за даними тренометрії (ум. од.).

В той же час закономірності взаємозв'язку показників КПФР юнаків у віці 17 років з провідними характеристиками досліджуваних ПФФ організму необхідно було представити у наступному вигляді:

$$y = 0,298 + 0,441x_1 + 0,457x_2 + 0,371x_3 + \\ + 0,189x_4 + 1,296x_5 + 1,081x_6 - 0,240x_7, \\ (R^2 = 0,608; F(7,22) = 4,878; p < 0,01),$$

де  $y$  – значення КПФР (ум. од.);  $x_1$  – рівень врівноваженості нервових процесів за даними визначення реакції на об'єкт, що рухається (помилка у мс);  $x_2$  – ступінь втягнення у діяльність, що виконується, за результатами роботи з таблицями Шульте (с);  $x_3$  – величина ЛП ДЗМР за даними хронорефлексометрії (мс);  $x_4$  – ефективність роботи, що виконується, за результатами роботи з таблицями Шульте (с);  $x_5$  – кількість дотиків до стінок лабіринту за даними тренометрії;  $x_6$  – величина

ПКР за даними тренометрії (ум. од.);  $x_7$  – величина КЧСМ (Гц).

На підставі здійснення процедур кластерного аналізу для ПФФ, що вивчалися, незалежно від вікових (як серед 12-річних, так і серед 14- і 17-річних учнів) та статевих (як серед дівчаток і дівчат, так і серед хлопчиків і юнаків) особливостей досліджуваних осіб було виділено 3 основних кластерних угруповання і, таким чином, прогностичних критеріїв і точок прикладання різноманітних засобів впливу на оптимізацію величин КПФР та покращення провідних показників фізичного розвитку школярів.

До їх числа слід було віднести:

– зорово-сенсорний кластер (кластер №1), що визначає ступінь узагальненого впливу на процеси формування показників КПФР характеристик лабільності зорового аналізатора, КЧСМ, швидкості зорового сприйняття та ефективності роботи під час виконання регламентованих завдань;

– зорово-моторний кластер (кластер №2), який поєднує у собі психофізіологічні кореляти простої та диференційованої ЗМР;

– інтегративно-координаційний кластер (кластер №3), який є найбільш інтегративним за своїм змістом та об'єднує у своїй структурі дані щодо просторових і часових характеристик КР, рухомості нервових процесів, показники ступеня втягнення у діяльність, яка виконується, та психічної стійкості тощо.

## ВИСНОВКИ

За результатами проведеного кореляційного, регресійного та кластерного аналізу, які засвідчували наявність достатньо тісних і стабільних взаємозв'язків величин КПФР, методика розрахунку величин якого була розроблена під час проведення наукових досліджень, та показників розвитку провідних ПФФ організму дівчат і юнаків, надали можливість розробити багатокритеріальну модель щодо передбачення особливостей їх взаємозв'язку та взаємозалежності, імовірнісного передбачення критеріальних значень КПФР протягом різних вікових періодів життя, здійснити їх ґрунтовну прогностичну оцінку тощо.

## ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Ювенологія : практикум з підліткової медицини / За ред. проф. Л.К. Пархоменко. – Харків: ФАК, 2004. – 534 с.
- [2] Сергета І.В. Організація вільного часу та здоров'я школярів / І.В. Сергета, В.Г. Бардов. – Вінниця : РВВ ВАТ "Віноблдрукарня", 1997. – 292 с.
- [3] Осадчук Н.І. Фізичний розвиток дітей і підлітків та сучасні підходи до оцінки ступеня його гармонійності / Н.І. Осадчук, І.В. Сергета. – Вінниця : ТОВ "Меркьюрі-Поділля", 2014. – 188 с.
- [4] Володарський Є.Т. Статистична обробка даних : навч. посібник / Є.Т. Володарський, Л.О. Кошеєва. – К.: НАУ, 2008. – 308 с.
- [5] Гельман В.Я. Медицинская информатика: практикум / В.Я. Гельман. – [2-е изд.]. – СПб.: Питер, 2002.
- [6] Сучасні підходи до здійснення комплексної оцінки стану здоров'я дітей, підлітків та молоді в ході проведення гігієнічних досліджень / [І.В. Сергета, К.А. Зайцева, Н.І. Осадчук, Д.П. Сергета] // Biomedical and Biosocial Antropology. – 2009. – № 13. – С. 15–18.