

УДК: 612.1./66/821

Н.О. Таровик, Г.В. Коробейніков

## ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ У ПІДЛІТКІВ З РІЗНИМ РІВНЕМ РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ

*Підлітковий вік характеризується особливістю функціонування всіх систем організму. У підлітків переважають процеси збудження, значно погіршується диференційоване гальмування, умовно-рефлекторні реакції стають менш адекватні подразненню і мають більш бурхливий характер. Рухова активність дітей цього періоду відрізняється великою кількістю додаткових рухів. Також в наслідок статевого дозрівання відбувається активація гормональних функцій статевих залоз.*

*Під час дослідження була проведена комплексна оцінка психофізіологічних процесів організму підлітків. Були отримані показники нервової системи: швидкість простої та складної сенсомоторної реакції, сили, лабільності, рівноваги нервових процесів, показники розподілу та обсягу уваги і м'язової витривалості.*

**Ключові слова:** психофізіологічні процеси, центральна нервова система, сенсомоторні реакції, статеве дозрівання

**Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Специфіка підліткового етапу розвитку головним чином обумовлена біологічним фактором – статевим дозріванням. Процес статевого дозрівання супроводжується суттєвими змінами всіх фізіологічних систем, і центральної нервової системи (ЦНС) включно. Цей період індивідуального розвитку характеризується різкою активністю гіпоталамусу, що і призводить до змін функціонування організму. Незрілість периферичних статевих залоз і відсутність їх гальмівних явищ призводить до над активності гіпоталамусу. В процесі дозрівання цих залоз і формуванням механізмів саморегуляції в ендокринній системі відбувається нормалізація активності гіпоталамусу, внаслідок чого зникає його негативний вплив на організм підлітка [2].

В наслідок діяльності статевих залоз у взаємодії з гіпофізом та щитовидною залозою змінюється нейроендокринні та нейрогуморальні співвідношення в організмі, характерні для даного вікового періоду [7].

Функціональні особливості організму підлітків визначають психофізіологічні характеристики функціонального стану. У підлітковому періоді підвищується збудливість і функціональна рухливість нервових процесів. В організмі відбуваються ендокринні перебудови, які впливають на властивості вищої нервової діяльності. Рівновага основних нервових процесів змінюється за рахунок гормональних змін. Активація статевих залоз впливає на зміни реактивності організму, сили, рухливості та врівноваженості основних нервових процесів, що зумовлюється послабленням гальмування [10].

Період статевого дозрівання та пов'язані з ним зміни функціонального стану організму зумовлюють специфіку центральної регуляції рухової діяльності на цьому етапі розвитку. Це призводить до уповільнення процесу удосконалення та погіршення, в період інтенсивної, гормональної зміни фізіологічних функцій організму. На заключному етапі пубертатного періоду при формуванні стійкої взаємодії ланок ендокринної системи зупиняються негативні дестабілізуючі впливи статевого дозрівання на функціонування ЦНС. Функціональний стан ЦНС на даному етапі розвитку практично набуває зрілого рівня, проте необхідно враховувати вікові та індивідуальні функціональні можливості підлітків [2, 6].

Сила нервових процесів відображає загальну працездатність людини: людина з сильною нервовою системою здатна витримувати більш інтенсивне і тривале навантаження, ніж людина зі слабкою нервовою системою. При цьому, стомлення внаслідок психічного або фізичного напруження виникає швидше у осіб із слабкою нервовою системою [1, 4].

У пубертатному періоді спостерігається дисбаланс нервових процесів, що характеризується загальним підвищенням збудливості ЦНС і послабленням процесів гальмування [8].

**Мета роботи** – дослідження функціонального стану центральної нервової системи у підлітків з різним рівнем рухової активності.

### Методика

При дослідженні функціонального стану нервової систем було обстежено 200 практично здорових підлітків. З них 50 учнів (25 дівчат і 25 хлопців) віком 13-14 років та 50 учнів (25 дівчат і 25 хлопців) віком 15-16 років, які навчались у ЗОШ №9 м. Білої Церкви, де рухове навантаження складало два уроки на тиждень. Також обстежено 50 ліцеїстів (25 дівчат і 25 хлопців) віком 13-14 років та 50 ліцеїстів (25 дівчат і 25 хлопців) віком 15-16 років, які навчались у спортивному ліцеї-інтернаті м. Білої Церкви, з руховим навантаженням 8–9 тренувань в тиждень.

Оцінювання психофізіологічних процесів здійснювали при використанні апаратно-програмного комплексу «НС-Психо Тест» (фірма «Нейрософт», м. Іваново) розробленого Мантровою І.М. Основним завданням цієї системи є визначення характеристик психофізіологічних функцій: швидкості простої та складної сенсомоторної реакції, врівноваженості та сили нервових процесів, типу нервової системи, м'язової витривалості, індивідуальних особливостей уваги, ступеня зорового стомлення та функціонального стану ЦНС. Дослідження осіб відбувалось у стані відносного спокою із попереднім інструктажем умов проведення діагностики.

Особливість нервових процесів у підлітків визначали при діагностиці зорово-моторної реакції. Сенсомоторна реакція зачіпає чутливі та рухові шляхи периферичної нервової системи та ділянки ЦНС, відображає стан нервової системи [9].

За методикою «Простої зорово-моторної реакції» визначались показники швидкості даної реакції. Обстежуваному послідовно пред'являлись світлові сигнали червоного кольору. При появі сигналу обстежуваний повинен якомога швидше натиснути на відповідну кнопку пульта управління. Світловий сигнал подається у досить випадкові моменти часу, щоб не вироблявся рефлекс на час.

Функціональний стан ЦНС визначався за критеріями Т. Д. Лоскутової, згідно з якими рекомендоване число пред'явлень подразників під час діагностики для підлітків – 30 подразників.

Методика «Реакція вибору» призначена для оцінки стану нервових процесів. Обстежуваному послідовно пред'являються світлові сигнали двох різних кольорів. Інтервал між сигналами варіює від 0,5 до 2,5 секунд, послідовність сигналів різного кольору випадкова. У відповідь на пред'явлення сигналу основного кольору (червоний) обстежуваний повинен якомога швидше натиснути ліву кнопку на зорово-моторному аналізаторі, у відповідь на пред'явлення сигналу другого кольору (зелений) – праву кнопку.

Методика «Реакція на об'єкт, що рухається» призначена для вимірювання врівноваженості нервових процесів збудження та гальмування. На екрані монітора зображене коло, на якому в різних точках знаходяться дві позначки, що змінюють положення від появи до появи рухомого об'єкту. Від першої позначки за годинниковою стрілкою з певною швидкістю відбувається заливка кола. Обстежуваному необхідно

натиснути на кнопку в той момент, коли заливка досягне другої позначки. Значення має не стільки швидкість реагування, скільки своєчасність відповіді на сигнал.

Методика «Критична частота світлових миготінь» є суб'єктивним психофізіологічним методом, що являє собою послідовне пред'явлення обстежуваному дискретних світлових стимулів зростаючої або спадної частоти. Респонденту необхідно натиснути кнопку на зорово-моторному аналізаторі в той момент, коли частота світлових миготінь змінюється. Необхідно відзначити, що гострота зору не впливає на результати обстежень.

Експрес-методика «теппінг-тест» розроблена Е.П. Ільїним в 1972 році для діагностики сили нервових процесів шляхом вимірювання динаміки темпу рухів кисті. Обстеження проводяться за допомогою двох спеціальних приладів: «олівця» і гумової «платформи». Респонденту необхідно було взяти в руку «олівець» і протягом заданого часу (30 секунд) стукати ним по «платформі» з максимально можливою частотою навіть в тому випадку, якщо обстежуваний відчує стомлення.

Методика «Червоно-чорні таблиці Шульте-Платонова» призначена для вивчення обсягу, переключення та розподілу уваги. Обстежуваному пред'являлась таблиця, на якій зображені кілька рядів безладно розташованих червоних і чорних цифр від 1 до 25. Завдання в максимально можливому темпі знайти числа у послідовному порядку збільшення. Розподіл і переключення уваги пов'язані з рухливістю, концентрація, стійкість, силою і врівноваженістю нервових процесів.

Дослідження «Оцінки м'язової витривалості» проводилась за допомогою ручного динамометра для вимірювання сили і витривалості м'язів. Для діагностики обстежуваному спочатку визначали м'язову силу, а потім він протягом 15 секунд утримував зусилля, що становить 75% від показника м'язової сили.

Обробку отриманих даних проводили на персональному комп'ютері за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel та STATISTIKA 6 з використанням загальних методів варіаційної статистики. Рівень достовірності відмінностей досліджуваних показників визначали за допомогою непараметричного методу Вілкоксона. Результати вважались статистично значимими при  $p < 0,05$ .

Обрані методи діагностики психофізіологічного стану безпечні та цілком автоматичні, і мають належні умови для проведення досліджень із підлітками різного віку. У дослідженні приймали участь підлітки за власним бажанням, від батьків та керівництва учбових закладів, була отримана письмова інформаційна згода, згідно умов біоетичних комісій.

### **Результати та їх обговорення**

За результатами порівняльного аналізу психофізіологічних показників організму виявлено відмінності за сенсомоторними реакціями між групами дівчат 13-14 років (табл.1). Статистично значимих відмінностей при порівнянні середніх значень показників простої та складної зорово-моторної реакції не виявлено. За результатами середніх значень швидкості простої та складної реакції ліцеїстки переважають своїх одноліток школярок. Проте показники стійкості функціональної системи у школярок достовірно вищі, але знаходяться в межах середніх значень, як і в групі ліцеїсток. Середньому значенню відповідають показники функціонального рівня та рівня функціональних можливостей нервової системи обох груп.

Дослідження даних реакції вибору не виявило вірогідних відмінностей. Проте середнє значення часу складної сенсомоторної реакції спортсменок вказує на високу рухливість нервових процесів, а результат школярок відповідає середнім показникам зорово-моторної реакції. Коефіцієнт точності реакції обраного контингенту відповідає середньому значенню. Психофізіологічний вплив внаслідок кольору подразника, що

характеризується довжиною хвилі не виявив вірогідних відмінностей у кількості помилок на колір що провокує реакцію гальмування (зелений) та на колір з високим значенням довжини хвилі (червоний), що провокує реакцію збудження [5].

Таблиця 1

Показники стану ЦНС у дівчат 13-16 років з різним рівнем рухової активності (медіана, верхній та нижній кuartиль)

Показники		Школярки 13-14 років	Ліцеїстки 13-14 років	Школярки 15-16 років	Ліцеїстки 15-16 років
Проста зорово-моторна реакція	Середнє значення часу реакції (мс)	228 (204;236)	217 (203;225)	214 (207;225)	207 (197;230)
	Функціональний рівень системи	4,8 (4,6; 5,2)	4,5 (4,2; 4,7)	4,3 (4,2;4,6)	4,7** (4,5; 4,9)
	Стійкість системи	2,2 (1,8;2,5)	1,7* (1,4; 2,0)	1,6 (1,2;1,8)	1,9** (1,6;2,3)
	Рівень функціональних можливостей	3,7 (3,3; 4,0)	3,3 (2,9; 3,7)	3,1 (2,7;3,5)	3,6** (3,2; 3,9)
Реакція вибору	Середнє значення часу реакції (мс)	368 (324; 419)	330 (312; 356)	324 (307;348)	323 (298; 365)
	Коефіцієнт точності (Уіпла)	0,14 (0,12; 0,19)	0,19 (0,12; 0,21)	0,17 (0,09;0,21)	0,17 (0,14; 0,27)
	Кількість помилок на головний колір (червоний)	2 (1;3)	3 (1; 4)	2 (1; 3)	3 (2; 4)
	Кількість помилок на другорядний колір (зелений)	2 (2;3)	2 (1;3)	2 (1; 3)	3 (2; 4)
Реакція на об'єкт, що рухається	Середнє значення часу реакції (мс)	- 2,22 (-6,06; 0,88)	0,0 (-6,67; 3,89)	0,0 (-2,38; 3,92)	0,0 (-6,25; 5,09)
	Число випереджень	11 (9; 14)	10 (7; 15)	9 (8; 13)	10 (8; 14)
	Число запізнь	5 (4; 7)	5 (4; 7)	4 (4; 6)	4 (2; 6)
Критична частота світлових мерехтінь	Частота злиття мерехтінь (Гц)	41 (40; 42)	42 (41; 44)	42 (40; 44)	42 (41; 44)
Тепінг-тест	Число натискань	122 (94;163)	168* (156;185)	151 (105;170)	159 (142;188)
Таблиці Шульте-Платонова	Час проходження (с)	46 (37; 51)	41 (36; 48)	37 (32; 43)	38 (34; 40)
М'язова витривалість	Показник м'язової витривалості (%)	12 (8;17)	12 (9;19)	7 (5;13)	16** (14;22)

Примітка: \* -  $p < 0,05$ , достовірність відмінностей значень між групами школярок та ліцеїстком 13-14 років; \*\* -  $p < 0,05$ , достовірність відмінностей значень між групами школярок та ліцеїстком 15-16 років

При порівнянні середніх значень показників реакції на об'єкт, що рухається у дівчат 13-14 років достовірно значимих відмінностей не виявлено. Обробка результатів вказує на переважання сили збудження нервових процесів.

Оцінка результатів критичної частоти світлових миготінь відповідають середнім значенням рухливості нервових процесів у корковому відділі зорового аналізатору, що характеризує середній ступінь зорового стомлення та функціонального стану ЦНС.

Аналіз показників в дослідженнях «Тепінг-тесту» виявив достовірні відмінності, які вказують на більшу працездатність дівчат ліцеїсток.

За результатами когнітивного тесту «Червоно-чорні таблиці» (у модифікації Шульте-Платонова) не виявлено вірогідних відмінностей, що відображає середній рівень обсягу та розподілу уваги досліджуваних. Проте, результати ліцеїсток вказують на кращий рівень розвитку властивостей уваги.

Дослідження результатів м'язової витривалості не виявило достовірних відмінностей і засвідчує низький рівень цього показника.

Згідно аналізу табл. 1 встановлено, що показники латентного періоду простої рухової реакції школярки та ліцеїсток 15-16 років вказують на середній рівень сенсомоторної реакції. Було виявлено достовірні відмінності за показниками функціонального рівня системи, стійкості системи, рівнем функціональних можливостей. Функціональний рівень системи спортсменок знаходиться на високому рівні, що засвідчує повільний розвиток втомних нервових процесів, показники школярки відповідають середньому рівню. Середньо статистичні дані стійкості системи та рівня функціональних можливостей відповідають середнім значенням.

Під час дослідження швидкості реакції вибору не було встановлено достовірної різниці. Показники складної реакції виявили високі значення школярки та юних спортсменок, це свідчить про високу рухливість нервових процесів на різнокольорові стимули: на колір, що провокує реакцію гальмування (зелений) та на колір з високим значенням довжини хвилі (червоний), що провокує реакцію.

Статистично значимих різниць між показниками реакції на об'єкт, що рухається у дівчат 15-16 років не визначено. Відмічено переважання реакцій на випередження в порівнянні з реакціями на запізнення, що доводить домінування сили збудження над силою гальмування нервових процесів у підлітковому віці [2].

Результати критичної частоти світлових мигань відповідають середнім значенням і вказують на середній рівень лабільності нервових процесів.

Одним з показників властивостей швидкості та рухливості у діяльності нервових центрів і силі нервових процесів є максимальна частота рухів при проходженні «Тепінг-тесту» [1]. У досліджуваних достовірних відмінностей не виявлено.

На момент дослідження обсягу та розподілу уваги за допомогою таблиць Шульте-Платонова, час опрацювання відповідають середньому значенню.

Достовірність розбіжностей була вірогідною за результатами м'язової витривалості. Показники у ліцеїстках відрізняються від школярки, що свідчить про кращу тренуваність м'язів верхньої кінцівки.

Аналіз табл. 2 показників середніх значень часу простої зорово-моторної реакції та часу реакції вибору не виявив достовірних розбіжностей у хлопців 13-14 років. Отримані результати функціонального стану ЦНС, яке відображає функціональний рівень системи відповідають високому значенню. Показники стійкості системи та рівня функціональних можливостей знаходяться в межах середніх значень. Одержані дані засвідчують про повільний розвиток втомних.

Значення рухливості нервових процесів під час складної реакції вибору знаходяться на високому рівні. Показники коефіцієнту точності реакції у школярки відповідають середнім значенням. За результатами у ліцеїстках виявлено низький рівень точності реакції. Можна діагностувати зниження точності реакції у відповідь на пред'явлення сигналу провокуючого реакцію збудження, що засвідчує низьке значення верхнього порогу чутливості до інтенсивності подразника [3, 4].

Таблиця 2

Показники стану ЦНС у хлопців 13-16 років з різним рівнем рухової активності (медіана, верхній та нижній кватиль)

Показники		Школярі 13-14 років	Ліцеїсти 13-14 років	Школярі 15-16 років	Ліцеїсти 15-16 років
Проста зорово-моторна реакція	Середнє значення часу реакції (мс)	218 (209;235)	214 (189;220)	215 (204;229)	197 (183;217)
	Функціональний рівень системи	4,7 (4,2; 5,1)	4,8 (4,3;5,0)	4,5 (4,2; 4,9)	4,6 (4,0; 4,9)
	Стійкість системи	1,84 (1,3;2,2)	2,0 (1,4; 2,5)	1,7 (1,3;2,2)	1,8 (1,1;2,1)
	Рівень функціональних можливостей	3,5 (2,9; 4,0)	3,8 (3,1;4,1)	3,3 (2,8; 3,8)	3,6 (2,6; 3,8)
Реакція вибору	Середнє значення часу реакції (мс)	336 (319;357)	325 (291; 351)	307 (287; 349)	324 (298; 385)
	Коефіцієнт точності (Уіпла)	0,16 (0,09; 0,19)	0,23* (0,17; 0,30)	0,14 (0,09; 0,19)	0,17 (0,12; 0,21)
	Кількість помилок на головний колір (червоний)	2 (1;3)	3* (2;6)	2 (2; 3)	3 (2; 4)
	Кількість помилок на другорядний колір (зелений)	3 (2;3)	4 (2;5)	2 (1; 3)	2 (1;2)
Реакція на об'єкт, що рухається	Середнє значення часу реакції (мс)	0,01 (-5,80;5,29)	-4,76* (-11,11;1,23)	-1,85 (-6,84;1,67)	-2,94 (-5,05;1,23)
	Число випереджень	9 (4; 12)	11 (8; 16)	10 (7; 12)	7 (5; 13)
	Число запізнь	4 (3;5)	4 (2;5)	4 (4; 6)	2 (1;5)
Критична частота світлових мерехтінь	Частота злиття мерехтінь (Гц)	45 (41; 46)	41 (39; 43)	43 (41; 45)	42 (41; 43)
Тепінг-тест	Число натискань	152 (127;177)	184* (166;190)	172 (144;185)	173 (142;188)
Таблиці Шульте-Платонова	Час проходження (с)	47 (36; 56)	47 (42;58)	45 (39; 49)	48 (37;55)
М'язова витривалість	Показник м'язової витривалості (%)	13 (7;19)	11 (9;19)	10 (7;18)	22** (17;32)

Примітка: \* -  $p < 0,05$ , достовірність відмінностей значень між групами школярів та ліцеїстів 13-14 років; \*\* -  $p < 0,05$ , достовірність відмінностей значень між групами школярів та ліцеїстів 15-16 років

Реакція на об'єкт, що рухається представляє собою різновид складної сенсомоторної реакції, тобто такої реакції, яка крім сенсорного та моторного періодів включає період відносно складної обробки сенсорного сигналу центральною нервовою системою [5]. Отримані результати характеризують домінування сили збудження нервових процесів у досліджуваних.

За результатами дослідження критичної частоти світлових мигань виявлено середню швидкість появи та зникання нервових процесів збудження і гальмування.

Згідно показників «Тепінг-тесту» виявлено вірогідні відмінності. Лабільність і сила нервових процесів у ліцеїстів знаходиться на вищому рівні.

Дослідження результатів обсягу та розподілу уваги за допомогою таблиць Шульте-Платонова визначили середній час проходження тесту.

Показники м'язової витривалості обраних груп хлопців знаходяться на однаковому низькому рівні.

Згідно абсолютних даних досліджуваних значень табл. 2 встановлено, що час простої зорово-моторної реакції був вищим у хлопців ліцеїстів 15-16 років, що свідчить про кращі можливості моторної ланки сенсомоторного реагування. Середньому значенню відповідають показники функціонального рівня, стійкості системи та рівня функціональних можливостей нервової системи.

Середнє значення часу складної сенсомоторної реакції вибору відображає загальну рухливість нервових процесів і знаходиться на високому рівні швидкості реагування на подразник.

Визначення функціонального стану нервової системи за допомогою тесту реакції на об'єкт, що рухається дозволяє оцінити варіабельність відповідних реакцій, що відображають ступінь переважання гальмування або збудження нервових процесів. Встановлено перевагу реакцій збудження.

Показники критичної частоти світлових мигань не виявили вірогідних відмінностей і відповідають середньому рівню зорового стомлення.

Аналіз результатів «Тепінг-тесту» та ефективності опрацювання таблиць Шульте-Платонова не виявив вірогідних відмінностей досліджуваних груп.

Достовірність розбіжностей була вірогідною за показниками м'язової витривалості на користь спортсменів, що свідчить про кращий рівень тренуваності м'язів та функціонального стану нервової системи.

### **Висновки**

1. Комплексне тестування сенсомоторної реакції дало змогу визначити психофізіологічний стан підлітків з різним рівнем рухової активності. За результатами простої зорово-моторної реакції майже у всіх групах виявлена середня швидкість, а за показниками складної реакції високі значення.

2. Функціональний рівень нервової системи у підлітків відповідає віковим нормам, стійкість реакції та рівень функціональних можливостей – середні.

3. Результати оцінки сенсомоторної регуляції досліджуваної вибірки вказують на невірноваженість нервових процесів з домінуванням сили процесів збудження.

4. Визначення сили та типу нервових процесів у школярів та ліцеїстів обох статей віком 13-14 виявило вірогідно вищі показники ліцеїстів. Це свідчить про кращу працездатність нервової системи.

5. У групах юних спортсменів віком 15-16 років обох статей виявлені достовірні розбіжності показників м'язової витривалості в порівнянні з однолітками школярами.

### **Література**

1. Безкопильний О.О. Особливості нервово-м'язової витривалості (за показниками «тепінг-тесту») у спортсменів з різними здатностями нейро-динамічних функцій / О.О. Безкопильний // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту.– 2004.– № 3.–С.116– 119.
2. Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А. Возрастная физиология (физиология развития ребёнка), Академия, 2008. – С. 382– 395.
3. Белоусова Н.А., Особенности психомоторных функций подростков с нарушением осанки/ Д.З. Шибкова// Альманах «Новые исследования» - М.:институт возрастной физиологии, 2013. № 2(35) – С.39-44.

