

Лизогуб В.С., Хоменко С.М., Пустовалов В.О., Кожемяко Т.В.

НЕЙРОДИНАМІЧНІ ОСНОВИ ПРОГРАМУВАННЯ У СПОРТІ

(Монографія)

Черкаси – 2025

УДК 612.821.2:001.891.5
Л 55
ISBN 978-966-9730-68-0

*Рекомендовано до друку науковою радою Черкаського національного
університету імені Богдана Хмельницького
(протокол №1 від 19.02.2025 року).*

Рецензенти:

Шинкарук Оксана Анатоліївна – доктор наук з фізичного виховання та спорту, професор, проректор з навчально-методичної роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України, професор кафедри кіберспорту та інформаційних технологій, Член-кореспондент Української Академії наук, Заслужений працівник фізичної культури і спорту України.

Макарчук Микола Юхимович – доктор біологічних наук, академік Макарчук Микола Юхимович – доктор біологічних наук, академік Академії наук вищої школи України, професор кафедри фізіології та анатомії ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, професор кафедри фізіології та анатомії ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Безкопильний Олександр Олександрович – доктор педагогічних наук, доцент кафедри теорії та методики фізичного виховання Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького.

Лизогуб В.С. Нейродинамічні основи програмування у спорті : монографія / В.С. Лизогуб, С.М. Хоменко, В.О. Пустовалов, Т.В. Кожемяко. - Черкаси : ФОП Гордієнко Є.І., 2025. - 197 с.

ISBN 978-966-9730-68-0

В монографії представлені результати багаторічних досліджень колективу авторів з проблеми формування нейродинамічних функцій, становлення фізичної працездатності та удосконалення енергетичних, кардіореспіраторних характеристик м'язової діяльності у спортсменів різних видів спорту. Монографія розрахована на наукових спеціалістів, викладачів курсів: фізіологія вищої нервової діяльності, диференціальна психофізіологія, фізіологія праці та спорту, психофізіологія; медико-біологічних основ програмування в спорті та реабілітації, користувачів приладів «Діагност–1», «Діагност–1М», аспірантів, докторантів наукові розробки яких пов'язані з оцінкою індивідуальних особливостей вищої нервової діяльності, а також для розробки систем професійного психофізіологічного відбору у спорті, спеціалістів різних професій, оцінки функціональних станів людини, для програмування та вибору раціональних тактик тренування і реабілітаційних заходів та ін.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	6
ПЕРЕДМОВА	8
СВІТЛОЇ ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРА МИКОЛИ МАКАРЕНКА.....	10
ГЛАВА 1 ДІАГНОСТИКА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СПОРТСМЕНІВ.....	13
1.1. Нейродинамічні властивості у забезпеченні м'язової діяльності.....	13
1.2. Теоретичні аспекти поняття і змісту нейродинамічних властивостей основних нервових процесів	25
1.3. Дослідження функціональної рухливості нервових процесів за показниками швидкості переробки інформації з використанням режиму нав'язаного ритму (зростаючого навантаження).....	33
1.4. Дослідження функціональної рухливості нервових процесів з використанням режиму зворотного зв'язку.....	39
1.5. Дослідження сили нервових процесів за показниками якості виконання розумового навантаження з використанням режиму нав'язаного ритму.....	42
1.6. Дослідження сили нервових процесів за показниками кількості переробки інформації з використанням режиму зворотного зв'язку	46
1.7. Дослідження врівноваженості нервових процесів за показниками точності реакцій на рухомий об'єкт (РРО)....	48
1.8. Дослідження показників розумової працездатності (РП) з використанням режиму нав'язаного ритму.....	56
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ВІДМІННОСТЕЙ СЕНСОМОТОРНОГО РЕАГУВАННЯ НА РОЗУМОВІ НАВАНТАЖЕННЯ РІЗНОГО СТУПЕНЯ СКЛАДНОСТІ	61
2.1. Дослідження швидкості простих сенсомоторних реакцій (ПЗМР) на зорові подразники.....	62
2.2. Визначення швидкості складних сенсомоторних реакцій за показниками латентних періодів реакції вибору одного із трьох (РВ ₁₋₃) сигналів	69

2.3. Дослідження швидкості складних сенсомоторних реакцій за показниками латентних періодів реакції вибору двох із трьох (PB ₂₋₃) сигналів	71
2.4. Дослідження сенсорного, моторного компонентів та часу центральної обробки інформації	76
2.5. Визначення динамічної м'язової витривалості за допомогою теплінг-тесту	76
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ВІДМІННОСТЕЙ НЕЙРОДИНАМІЧНИХ ФУНКЦІЙ ЗА УМОВИ М'ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	83
3.1. Функціональна рухливість нервових процесів у спортсменів різного характеру м'язової діяльності	84
3.2. Сила нервових процесів у спортсменів різної спортивної спрямованості.....	88
3.3. Зв'язок індивідуально-типологічних властивостей нервової системи з ігровою діяльністю футболістів	98
3.4. Зв'язок сенсомоторних властивостей різної складності з ігровою діяльністю футболістів	107
3.5. Показники нейродинамічних функцій спортсменів різного характеру м'язової діяльності.....	117
3.6. Дослідження та оцінка індивідуальних психофізіологічних властивостей інтелекту спортсменів.....	125
ГЛАВА 4 БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ПРОГРАМУВАННЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ М'ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	138
4.1. Дослідження стану біоенергетичного метаболізму.....	139
4.2. Особливості формування енергетичних аеробних та анаеробних систем у спортсменів та не спортсменів різного віку	145
4.3. Дослідження енергетичного метаболізму з використанням тредмілметрії.....	152
4.4. Дослідження біоенергетичного потенціалу спортсменів з використанням польового тесту човникового бігу до відмови від подальшої роботи	154
4.5. Особливості формування енергетичних механізмів забезпечення фізичної працездатності спортсменів з різними індивідуально-типологічними властивостями центральної нервової системи.....	155

4.6. Показники біоенергетичних властивостей спортсменів різного характеру м'язової діяльності	165
ГЛАВА 5 ТЕЛЕМЕТРИЧНІ СИСТЕМИ, МЕТРОЛОГІНІ ТА БІОМЕХАНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СПОРТСМЕНІВ.....	172
5.1. Дослідження фізичної працездатності спортсменів-футболістів з використанням телеметричних GPSports систем.....	172
5.2. Зв'язок індивідуально-типологічних властивостей нервової системи з фізичною працездатністю спортсменів, що отримані з використанням телеметричної системи GPSports	173
ЛІТЕРАТУРА.....	184

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ІРП – індекс розумової працездатності;
МК – моторний компонент;
ПЗМР – проста зоровомоторна реакція;
ПСМР – проста слухомоторна реакція;
РВ1-3 – реакція вибору одного з трьох подразників;
РВ2-3 – реакція вибору двох з трьох подразників;
РП – розумова працездатність;
РРО – реакція на рухомий об'єкт;
СК – сенсорний компонент;
СНП – сила нервових процесів;
ФРНП – функціональна рухливість нервових процесів;
ФРРП – функціональний резерв розумової працездатності;
ЦОІ – центральна обробка інформації;
АнП – поріг анаеробного обміну;
АНС – автономна нервова система;
АТ – артеріальний тиск;
ВНД – вища нервова діяльність;
ВНП – врівноваженість нервових процесів;
ЕКГ – електрокардіографія;
ІС, % – індекс скоротливості міокарда;
КДД, мм. – кінцевий діастолічний діаметр;
КДО, мл. – кінцевий діастолічний об'єм;
КСД, мм. – кінцевий систолічний діаметр;
КСО, мл. – кінцевий систолічний об'єм;
МЛШ, г. – масу лівого шлуночка;
НЛа, ммоль · л⁻¹ – кінцевий продукт гліколізу або анаеробного окислення вуглеводів (лактат);
ПЗМР – проста зорово-моторна реакція;
РВ – реакція вибору;
СВ, л · хв.⁻¹ – хвилинний об'єм крові;
СІ, л · хв.⁻¹ · м⁻² – серцевий індекс;
СНП – сила нервових процесів;
ССС – серцево-судинна система;
Т, хв. – час роботи;
УІ, мл · м⁻² – ударний індекс;
УОК мл. – систолічний об'єм;

ФВ % – фракція викиду;
 ФРНП – функціональна рухливість нервових процесів;
 ФС – функціональний стан;
 ЦНС – центральна нервова система;
 ЦОІ – центральна обробка інформації;
 Average Distance, м. – середня дистанція;
 Average Velocity, $\text{км} \cdot \text{год}^{-1}$ – середня швидкість;
 Avg Heart Rate – середня частота серцевого ритму;
 HR Average BPM – середня частота пульсу у різних зонах;
 HR Average Distance (Session) – середня дистанція у різних бігових режимах;
 HR Average Duration (Session), хв. – середня тривалість роботи (Т) у різних зонах частоти серцевих скорочень;
 HR Distance – загальна відстань, котру долає спортсмен у зоні частоти серцевого ритму;
 HR Duration – тривалість перебування у зоні частоти серцевого ритму;
 HR, $\text{уд} \cdot \text{хв}^{-1}$ – частота серцевих скорочень;
 HR_{max.}, $\text{уд} \cdot \text{хв}^{-1}$ – максимальне значення ЧСС;
 Maximum Velocity – максимальна швидкість бігу;
 R-R – тривалість серцевого циклу;
 S, м. – загальна дистанція подолана спортсменом;
 Total Duration, хв. – тривалість вибраних часових інтервалів;
 V, $\text{км} \cdot \text{г}^{-1}$ – швидкість бігу;
 VE л. $\cdot \text{хв}^{-1}$ – хвилиний об'єм дихання;
 Velocity Average Distance (Session) – середня дистанція в окремих бігових зонах;
 Velocity Distance % – відсоток дистанції в окремих бігових зонах;
 Velocity Total Distance – загальна дистанція в окремих бігових зонах;
 VO₂^{max}, $\text{мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ – максимальне споживання кисню;
 VCO₂, $\text{мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ – швидкість виділення вуглекислого газу;
 W, Вт. – потужність;
 W, Вт. $\cdot \text{кг}^{-1}$ – потужність на кілограм маси тіла.

ПЕРЕДМОВА

Серед різних аспектів психофізіології розумової та фізичної діяльності особливе місце займає диференціальна психофізіологія, яка вивчає фізіологічні основи індивідуально - психологічних відмінностей між людьми. Провідна роль серед них відведена індивідуально-типологічним особливостям прояву властивостей вищих відділів центральної нервової системи, що обумовлюють характер взаємодії організму з оточуючим середовищем і знаходять своє відображення у усіх його функціях. Індивідуалізація навчального і трудового процесу, науково обґрунтований професійний відбір, забезпечення високої результативності у різних сферах діяльності неможлива без урахування індивідуальних та особистісних характеристик.

Дана проблема від самого початку її виникнення набула не тільки теоретичного, але і практичного значення. Роль індивідуально-типологічних властивостей вищої нервової діяльності уже не є дискусійним. В спеціальності фізіологія людини і тварин, фізіології праці та фізіології спорту захищено більше 40 кандидатських та докторських дисертацій, надруковано біля 200 робіт, аналіз яких показав, що вплив властивостей основних нервових процесів проявляється у всіх фізіологічних компонентах поведінки людини: в характері сенсомоторного реагування на розумові навантаження з переробки інформації різного ступеня складності, електричний активності головного мозку та серцево-судинній системі, адаптації та стійкості емоційних станів, успішності навчання та ефективності трудової, військової діяльності, спорті.

Проте ще і дотепер при вивченні індивідуальних відмінностей застосовують методики, які не є адекватними поставленим задачам, що приводить до неправильних висновків. І особливо це стосується тих із них, що направлені на діагностування високо генетичного детермінованих властивостей, якими є функціональна рухливість, сила та зрівноваженість нервових процесів, і які здійснюються в першій та другій сигнальній системах, а також методик виявлення швидкості рухових реакцій на розумові навантаження різного ступеня складності.

В цьому виданні ми не ставили задачу дати характеристику усім методикам, а зосередили увагу саме на тих, що розроблені нами і широко використовуються як у нас в країні, так і за її межами. Окремі фрагменти обґрунтування фізіологічної суті методик, наявність технічних засобів, хід проведення обстежень,

отримані результати і їх оцінку можна знайти в різних літературних джерелах, надрукованих нами. Але комплексно вони не представлені.

Об'єм праці не дозволяє, хоча ми вважаємо, що і цього достатньо, розглянути велику кількість методик, які відносяться до даної проблеми. Крім того ми врахували як специфіку навчання, так і особливо практичне їх використання. Тому головною задачею ми вважали представити уніфіковані і розроблені нами підходи оцінки властивостей вищих відділів центральної нервової системи, які реалізовані в різних методичних системах, апробовані на різних вибірках і контингентах людей, різних спеціальностей і за різних впливів на організм факторів зовнішнього і внутрішнього середовища і т.д., дати шкалу оцінок досліджуваним перемінним, ознайомити з технічними характеристиками системи «Діагност-1М», за допомогою яких вивчаються індивідуальні відмінності нейродинамічних, сенсомоторних та рухових якостей людини.

СВІТЛОЇ ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРА МИКОЛИ МАКАРЕНКА



В палітрі наукових видань про визначних людей зрідка з'являються книги про науковців їх творчий та життєвий шлях. А тому особливо приємно представити широкий науковій аудиторії монографію про результати дослідження нейродинамічних властивостей центральної нервової системи, якій Микола Васильович Макаренко – талановитий, самобутній вчений і педагог, разом з учнями, присвятив усе своє життя.

Макаренко Микола Васильович (06.02.1937 – 09.02.2019). Професор кафедри авіаційної, морської медицини та психофізіології Української військово-медичної академії Міністерства оборони України; член Українського фізіологічного товариства імені П.Г. Костюка; член редакційної колегії журналу «Вісник Черкаського університету. Серія біологічні науки. Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького»; член редакційної колегії журналу «Актуальні проблеми фізичної культури і спорту» Державного НДІ фізичної культури і спорту України; член бюро Федерації космонавтики, голова секції медико-біологічних проблем космічних польотів; засновник і куратор (разом з професором В.С. Лизогубом) регулярних наукових зібрань у м. Черкаси (з 1991 р. конференції та симпозіуми) з напрямків «Формування та становлення психофізіологічних функцій людини в онтогенезі» та «Психофізіологічні функції людини і професійна діяльність»; засновник Охніківського шкільного благодійно-заохочувального фонду (село і школа, в якій навчався) в Прилуцькому районі, Чернігівської області, мета якого – розвиток благодійництва, утвердження гуманізму та милосердя в суспільстві, сприяння розвитку освіти та науки, виявлення серед школярів талановитої творчої молоді та допомога їй; майстер спорту СРСР з класичної боротьби; 3-х кратний абсолютний чемпіон і 5-и кратний призер СК «Наука» АН України по водним лижам (1968-1976 роки); лауреат премії НАН України імені

О.О. Богомольця, почесний професор Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького, академік Аерокосмічної академії, Заслужений діяч науки і техніки України, доктор біологічних наук, професор.

Кандидатську дисертацію із спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварин на тему: «Влияние тиреоидэктомии на условнорефлекторную деятельность крыс неполовозрелого и половозрелого возрастов» захистив у 1966 році в Інституті фізіології імені О.О. Богомольця АН УРСР. Науковий керівник – учень І.П. Павлова, доктор біологічних наук, професор В.О. Трошихін. Докторську дисертацію «Роль функциональной подвижности нервных процессов в формировании психофизиологических функций и значение их в надежности операторской деятельности» захистив 15 вересня 1987 року на засіданні спеціалізованої ради Д 016.15.01 при Інституті фізіології імені О.О. Богомольця АН УРСР.

Макаренко М.В. є спеціалістом в області фізіології вищої нервової діяльності людини і тварин, диференціальної та вікової психофізіології. Науковий стаж – 55 років, із них 47 років в Інституті фізіології імені О.О. Богомольця. Коло наукових інтересів – теоретичні та практичні аспекти стану індивідуально-типологічних особливостей вищих відділів центральної нервової системи і їх значення в формуванні і розвитку електрофізіологічних, соматовегетативних, психомоторних та особистісних властивостей у людей різного віку та професій за умов дії на організм різноманітних факторів внутрішнього та зовнішнього середовища, в т.ч. критичних ситуацій виробничої сфери та військової діяльності. Роль властивостей високо генетично детермінованих властивостей основних нервових процесів в успішності навчання, набутті професіональних навиків та використання їх в реальних умовах.

Розробка, обґрунтування та валідизація методики оцінки індивідуально-типологічних властивостей і властивостей сенсомоторних якостей, методичного арсеналу, їх діагностування (властивостей: тести, апаратурні підходи, комп'ютерні системи); оцінка функціонального стану в різних умовах діяльності, контролю і профілактики виникнення несприятливих зрушень у нервовій системі та їх корекції; професійний психофізіологічний відбір, зокрема операторів по керуванню рухомими системами та об'єктами.

Ним започатковано новий напрямок у вивченні надійності трудової діяльності людини на основі властивостей основних

нервових процесів. На льотчиках випробувачах та льотчиках військової і цивільної авіації, радіотелеграфістах та телеграфістах, операторах десантних кораблів на повітряній подушці та операторах наземних транспортних засобів, операторах енергосистем та спецконтингенту, курсантах військово-морських та військово-авіаційних училищ, спортсменах різної кваліфікації і різних видів спорту та студентах вузів, учнях середньої школи, технікумів і ліцеїв доказано, що функціональна рухливість та сила основних нервових процесів є базовими властивостями в забезпеченні сомато-вегетативних та психомоторних функцій, відіграє важливу роль в забезпеченні ефективності і результативності навчальної, професійної та спортивної діяльності. Саме ці властивості є найбільш імовірною фізіологічною передумовою у відмінностях між людьми.

Розроблені методики проведення і оцінки індивідуально-типологічних властивостей стали загально прийнятими і отримали визнання не лише в нашій країні, а і за її межами.

Опубліковано 427 наукових праць, серед яких 6 монографій, 3 наукових посібників, 1 словник-довідник, 2 брошури з питань радянської космонавтики. Отримано 12 патентів на винахід, в т.ч. 2 авторських свідоцтва СРСР, 9 раціоналізаторських пропозицій. Підготував 7 докторів та 25 кандидатів наук. Його учні обіймають посади директорів та заступників директорів НДІ і ННІ, деканів факультету, завідувачів кафедр та лабораторій, працюють за кордоном.

Його науковий і життєвий шлях приклад для наслідування. Завдяки таким самовідданим людям як М.В. Макаренко на прикладі його життя ми виховуємо патріотів, формуємо високі моральні якості.

Автори

ГЛАВА 1

ДІАГНОСТИКА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СПОРТСМЕНІВ

1.1. Нейродинамічні властивості у забезпеченні м'язової діяльності

Відомим є той факт, що для забезпечення механізму будь якого рухового акту, необхідним фактором є вплив м'язів на кістки скелету. Така взаємодія між м'язовою і кістковою системами не можлива без участі нервової системи. Саме за участі нервової системи відбувається планування, створення, контроль, регуляція і корекція всіх можливих рухів, що виконує людина.

Нервова система контролює роботу всього організму людини в цілому. Нервові волокна утворюють свого роду цілу мережу, по якій нервові імпульси передаються від головного мозку до всіх ділянок людського тіла, до кожної клітини, до кожного органу, які виконують лише їм властиві функції, необхідні для забезпечення нормальної життєздатності організму. Це стосується і здібності людини до виконання рухів. Усі рухи, які може виконувати людина, розділяються на довільні та мимовільні. До довільних рухів можна віднести усі види спортивної діяльності людини, вони як правило керуються діяльністю головного мозку. Керування мимовільними рухами людиною відбуваються на рівні підсвідомості.

Рух людини – це результат сумісної діяльності багатьох фізіологічних систем організму: кісткової, м'язової, кровоносної, дихання, гормональної та інших. Але при цьому, керівною ланкою сумісної діяльності різних фізіологічних систем, є діяльність центральної нервової системи.

В організмі людини розрізняють робочі і регулюючі органи і системи. Так, до робочих органів і систем відносять ті, котрі в основному забезпечують адаптаційні реакції організму. Розглянемо це на прикладі рухового акту. Так будь-який руховий, який забезпечують наступні фізіологічні системи: кісткова, м'язова, серцево-судинна, дихальна та інші. Регулюючі системи, беруть участь у сприйнятті і переробці інформації, яка надходить із зовнішнього середовища та із середини, самого організму,

здійснюючи на основі цієї інформації управління всіма життєво важливими системами та органами. Цю головну функцію управління виконує – центральна нервова система (ЦНС). Як відомо, у центральній нервовій системі розрізняють – вегетативний та соматичний відділи, тобто вегетативну і соматичну нервові системи. Вегетативна нервова система, регулює роботу внутрішніх органів, які забезпечують рухову діяльність людини. Симпатичний відділ вегетативної нервової системи посилює діяльність дихальної, серцево-судинної, ендокринної систем. У свою чергу парасимпатичний відділ посилює діяльність систем травлення та виділення. Соматична нервова система регулює діяльність скелетно-м'язової і сенсорних систем, які надають інформацію про виконання рухової дії до ЦНС.

Система управління руховими діями людини повинна швидко адаптуватись до переходу у різні стани, особливо це простежується під час занять різними видами спорту, де зміни різних змагальних ситуацій відбувається постійно, часто і швидко. Тому всі задіяні фізіологічні системи організму спортсменів, у першу чергу ЦНС, необхідні органи повинні бути адаптовані до діяльності у різних умовах спортивної діяльності [111].

Фізіологічна класифікація рухової діяльності спортсменів у різних видах спорту

Основу рухових дій спортсменів які спеціалізуються у різних видах спорту складають спортивні вправи. У спортивній практиці, спортивні вправи розподіляються на дві групи – стандартні і ситуативні.

Стандартні вправи – вони, зазвичай виконуються в чіткій послідовності і у стандартних (постійних) умовах. Як правило, виконання більшості таких вправ у спортсменів високого класу доведена до автоматизму. Досягнення високих результатів визначається високим рівнем технічної підготовки та прояву спеціальних фізичних якостей. Так, до видів спорту, в яких спортсменами використовуються такі вправи відносяться: легка атлетика, веслування, плавання, ковзанярський спорт, лижні перегони та інші).

За структурою рухів стандартні вправи поділяються на циклічні й ациклічні.

Циклічні вправи характеризуються повторенням одного й того ж циклу рухів. В основі таких вправ лежать ритмічність, постійність і певна тривалість виконання рухів. Прикладами виконання таких вправ є спортивна ходьба, біг, плавання, веслування.

Ациклічні спортивні вправи – це цілісні рухові дії, що їх виконують спортсмени, які характеризуються короткочасністю і підвищеною координаційною складністю їхнього виконання. Як правило, це силові та швидко-силові вправи. Усі ациклічні вправи поділяються на однократні рухові дії та їх комбінації. Прикладом виконання ациклічних стандартних вправ є: легкоатлетичні метання, гімнастичні комбінації, тощо. Прикладами ациклічних, нестандартних (ситуативних) вправ є: спортивні ігри та різні види одноборств.

Ситуативні вправи – такі вправи характеризуються тим, що вони в основному виконуються спортсменами у нестандартних умовах, у ситуаціях що виникають неочікувано, не передбачено і швидко змінюються. Серед видів спорту, основу яких складають такі вправи є: спортивні ігри (футбол, волейбол, баскетбол, гандбол та інші), бокс, різні види боротьби та одноборств. Визначальними факторами у досягненні спортсменами високих результатів у даних видах спорту є: наявність належного рівня техніко-тактичної підготовки та прояву необхідних фізичних якостей [63].

Властивості нервової системи визначаються функціональними особливостями нервових клітин. Одні нервові клітини витримують сильні і тривалі подразнення, не знижуючи працездатність. Інші швидко втрачають нервову енергію, навіть за умов наявності незначної напруженості нервових процесів. Клітини, які мають великий запас нервової енергії, складають сильну нервову систему, а ті нервові клітини, які мають малий запас енергії становлять і характеризують діяльність слабкої нервової системи.

За даними Бірюкова З. І. відомо, що спортсмени із сильною і рухливою нервовою системою швидше прогресують і мають вищі здобутки у тих видах спорту, в яких вимагається високий

рівень швидкісних якостей та координаційних здібностей (метання, стрибки, спортивні ігри, одноборства та інші). Тоді як, спортсмени у яких переважає сильна і інертна властивості нервової системи краще виступають і мають вищі досягнення у циклічних видах спорту, в основному пов'язаних із проявом такої фізичної здібності як – витривалість (біг, плавання, веслування на середні і дальні дистанції, ковзанярський спорт, лижні перегони).

Успішна спортивна діяльність і досягнення високих спортивних результатів обумовлюється проявами індивідуально-типологічних властивостей вищих відділів центральної нервової системи спортсменів з тими вимогами, які є притаманними для тих видів спорту у яких вони спеціалізуються.

Дослідженнями доведено, що у видах спорту пов'язаних з проявом координаційних здібностей кращі здобутки матимуть спортсмени, які характеризуються проміжними ознаками нервової системи, де відбувається поєднання перебігу властивостей нервових процесів сили – слабкості, рухомості – інертності. Спортсмени у яких домінуючими є крайні типи прояву властивостей нервових процесів, мають кращі досягнення у тих видах спорту, для яких характерними є особливі вимоги до прояву різних видів стійкості та витривалості [58].

Прояви нейродинамічних функцій у спортсменів, які спеціалізуються у різних видах спорту

Досягнення високих результатів у спорті залежить не тільки від показників морфофункціонального розвитку та фізичної підготовленості спортсменів, а й від прояву індивідуальних нейродинамічних функцій, до яких відносять індивідуально-типологічні властивості нервових процесів (функціональну рухливість – ФРНП, силу – СНП і врівноваженість – ВНП нервових процесів, а також сенсомоторні реакції різного ступеня складності, проста зорово-моторна реакція – ПЗМР та реакції з вибором одного – РВ1-З та двох подразників з трьох – РВ2-З). При цьому, фізіологічною основою прояву нейродинамічних функцій виступають високо генетично детерміновані властивості вищих відділів центральної нервової системи: функціональна рухливість, сила та врівноваженість нервових процесів.

ФРНП – (функціональна рухливість нервових процесів), здатність нервової системи максимально швидко переробляти інформацію з диференціацією позитивних і гальмівних подразників.

СНП – (сила нервових процесів), здатність нервової системи витримувати довготривале і концентроване збудження чи дію сильного подразника, не переходячи в стан позамежного гальмування.

ВНП – (врівноваженість нервових процесів) характеризується, як здатність центральної нервової системи втримувати баланс (рівновагу) між процесами збудження і гальмування.

Розглянемо, як кожна із перерахованих індивідуально-типологічних властивостей і сенсомоторних реакцій пов'язана з успішністю у різних видах спорту.

Характеристики нейродинамічних функцій спортсменів різних видів спорту за властивостями функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП)

На думку дослідників [2, 36, 49] які серед всіх нейродинамічних функцій, виділяли рухливість нервових процесів (ФРНП), як основну індивідуально-типологічну властивість ВНД, від якої залежить успішність у навчальній, професійній та спортивній діяльності людини.

Функціональна рухливість нервових процесів характеризується здатністю нервової системи максимально швидко переробляти інформацію з диференціацією позитивних і гальмівних подразників.

За даними авторів [36, 49], які вивчали нейродинамічні функції спортсменів, що спеціалізувалися у різних видах спорту відомо, що прояви функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП) відіграють велике значення у тих видах спорту, які характеризуються проявом швидкісних та координаційних здібностей в процесі змагальної діяльності. Коли виконання рухових дій спортсменами характеризується вмінням швидко і своєчасно орієнтуватися у різних ситуаціях і приймати правильні рішення для їх вирішення. До таких видів спорту відносяться спортивні ігри та різновиди одноборств, а також види спорту

пов'язані з проявом швидкісно-силових здібностей, (легка атлетика, гімнастика, силові види спорту та інші).

Дослідженнями [2, 36] доведено, що показники індивідуально-типологічних властивостей ВНД, зокрема функціональна рухливість нервових процесів у спортсменів були вищими, ніж у осіб які не займалися спортом. Що вказує на те, що систематичні фізичні навантаження сприяють покращенню функціональної рухливості нервових процесів.

Вивчаючи вплив нейродинамічних функцій, зокрема ФРНП на успішність у спортивній діяльності, автори задалися метою дослідити прояви показників функціональної рухливості нервових процесів у спортсменів високого рівня кваліфікації, які спеціалізуються у різних видах спорту. Тобто, у видах спорту, у яких зміст спортивної діяльності відрізнявся за характером і особливостями м'язової роботи. Для цього спортсмени були розподілені на групи за видами спорту: силові види спорту (пауерліфтинг, важка атлетика), швидкісні види спорту (легка атлетика, спринт, фехтування), швидкісно-силові види спорту (легка атлетика метання, спортивна гімнастика), ігрові види спорту (футбол, баскетбол, волейбол) та одноборства (боротьба, бокс, карате), види спорту пов'язані із проявом швидкісної витривалості (легка атлетика, біг на середні дистанції, веслування, плавання) та види спорту з проявом витривалості (легка атлетика, біг на довгі дистанції, велоспорт, триатлон).

В ході аналізу результатів пов'язаних з проявом функціональної рухливості нервових процесів у спортсменів, які займалися різними видами спорту встановили, що вищими показники досліджуваної нейродинамічної властивості, як ФРНП виявилися у представників видів спорту, у яких переважно розвивають і демонструють силові, швидкісні, швидкісно-силові здібності та спритність (легка атлетика, спринт, різновиди метань, спортивні ігри, одноборства, спортивна гімнастика та силові види спорту). Спортсмени представники видів спорту, у яких характер м'язової діяльності спрямований на тренування і прояви витривалості і швидкісної витривалості характеризувалися дещо нижчими показниками ФРНП.

Характеристики нейродинамічних функцій спортсменів різних видів спорту за показниками сили нервових процесів (СНП)

Серед індивідуально-типологічних властивостей вищої нервової діяльності, разом із функціональною рухливістю, дослідники виділяють ще одну з основних властивостей – силу нервових процесів (СНП).

Сила нервових процесів характеризується здатністю нервової системи витримувати дію тривалих і сильних навантажень не переходячи у стан позамежного гальмування. Силу нервових процесів можна охарактеризувати як властивість, що відповідає за енергетичні можливості вищої нервової діяльності. Дана властивість нервових процесів є визначальною у проявах такої фізичної здібності як витривалість, яка є вкрай важливою у спортивній діяльності спортсменів у багатьох видах спорту. Також від проявів сили нервових процесів залежить здатність, витримувати різні стресові ситуації, які мають місце у спортивній (змагальній) діяльності.

Цілий ряд авторів [2, 36, 49] займалися вивченням питання стосовно впливу такої індивідуально-типологічної властивості як – сила нервових процесів на успішність спортивної діяльності спортсменів високого рівня кваліфікації, які спеціалізувалися у різних видах спорту. З цією метою, як і під час вивчення впливу індивідуально-типологічної властивості ВНД – функціональної рухливості нервових процесів на успішність спортивної діяльності, спортсмени були розподілені на групи за видами спорту: силові, швидкісні, швидкісно-силові види спорту, ігрові види та одноклубства, види спорту пов'язані із проявом швидкісної витривалості і окрему групу склали види спорту з проявом витривалості. В ході досліджень науковці визначали і порівнювали показники СНП між групами спортсменів, які спеціалізувалися у різних видах спорту.

В ході аналізу отриманих даних стосовно проявів індивідуально-типологічної властивості – сили нервових процесів у представників різних видів спорту встановили, що дещо кращими показниками характеризувалися спортсмени які займалися швидкісно-силовими та швидкісно-витривалими видами спорту. У спортсменів з інших видів спорту відповідні

показники СНП були дещо меншими. Але при цьому автори відмічали, що за показниками сили нервових процесів достовірних відмінностей поміж груп спортсменів різних видів спорту не було виявлено ($p > 0,05$). Водночас, на основі отриманих даних науковці вказують на те, що досягнення спортсменами високих результатів у спортивній діяльності, не можливе без проявів високого рівня такої індивідуально-типологічної властивості ВНД як – сила нервових процесів. Що сила нервових процесів, як і функціональна рухливість є високо генетично детермінованими індивідуально-типологічними властивостями вищих відділів нервової діяльності, які передаються спадково, і є вродженими.

Характеристики нейродинамічних функцій спортсменів різних видів спорту за властивостями врівноваженості нервових процесів (ВНП)

До індивідуально-типологічних властивостей вищої нервової діяльності крім функціональної рухливості та сили нервових процесів, науковці відносять ще таку властивість, як – врівноваженість нервових процесів (ВНД). Врівноваженість нервових процесів, характеризується як здатність центральної нервової системи втримувати рівновагу між процесами збудження і гальмування, що виникають у самій ЦНС.

На думку фахівців, дана індивідуально-типологічна властивість вищої нервової діяльності є важливою і необхідною для спортсменів, з точки зору досягнення високих результатів у різних видах спорту. Для яких саме видів спорту, дана властивість є вкрай необхідною в ході своїх досліджень з'ясовували науковці [2, 36, 49]. Для цього, як і під час вивчення впливу індивідуально-типологічних властивостей ВНД – функціональної рухливості і сили нервових процесів на успішність спортивної діяльності спортсменів, автори при провели розподіл на групи за характером і особливостями м'язової діяльності спортсменів, які спеціалізуються у різних видах спорту. Всього було сформовано 6 груп спортсменів різних спортивних спеціальностей, у яких вивчали показники врівноваженості нервових процесів (ВНП).

За результатами досліджень автори встановили, що дещо кращими результатами ВНП характеризувалися спортсмени які спеціалізувалися у ігрових видах спорту, однокористуваннях, видах спорту пов'язаних з проявом силових, швидкісних та швидкісно-силових здібностей. Дещо меншими відповідні показники були у представників тих видів спорту, у яких переважали прояви таких фізичних здібностей як, швидкісної-витривалості та витривалості. Між відповідними групами спортсменів за показниками ВНП були встановлені достовірні відмінності ($p < 0,05$).

Підводячи загальний висновок, стосовно впливів індивідуально-типологічних властивостей ВНД на успішність спортивної діяльності спортсменів, які спеціалізуються у різних видах спорту автори вказують на залежність досліджуваних нейродинамічних властивостей з особливостями м'язової діяльності спортсменів у зв'язку із специфікою видів спорту. Види спорту, для представників яких, притаманними є прояви таких фізичних здібностей як: сила, спритність, швидкісні та швидкісно-силові здібності в більшій мірі існує залежать від прояву такої індивідуально-типологічної властивості ВНД як – функціональна рухливість нервових процесів (ФРНП). У представників тих видів спорту, в яких результати в більшій мірі залежать від прояву фізичних здібностей: витривалості, швидкісної та силовій витривалості, дещо вищими були показники – сили нервових процесів (СНП). Спортсмени які спеціалізувалися у видах спорту пов'язаних із проявом координаційних здібностей та спритності характеризувалися кращими показниками – врівноваженості нервових процесів (ВНП).

Таким чином, на основі аналізу даних різних авторів, які займалися вивченням питань стосовно проявів нейродинамічних функцій у спортсменів різної кваліфікації та їх впливу на успішність спортивної діяльності можна стверджувати про велику значущість досліджуваних властивостей у досягненні високих спортивних результатів. Оскільки, отримані експериментальні дані вказують на те, що спортсмени високої кваліфікації характеризувалися високими показниками індивідуально-типологічних властивостей вищої нервової

діяльності, як функціональна рухливість, сила та врівноваженість нервових процесів. Кожна з індивідуально-типологічних властивостей ВНД має вплив на успішність спортивної діяльності спортсменів з різних видів спорту [58].

Характеристики нейродинамічних функцій спортсменів різних видів спорту за показниками сенсомоторних властивостей.

Відомо, що до нейродинамічних функцій науковці, які займалися їх вивченням, разом з індивідуально-типологічними властивостями вищих відділів нервової діяльності – функціональною рухливістю, силою і врівноваженістю нервових процесів (ФРНП, СНП і ВНП), ще виділяють сенсомоторні реакції різного ступеня складності – просту зорово-моторну реакцію (ПЗМР) та реакції вибору одного та двох подразників з трьох (РВ1-3 і РВ2-3). Всі перераховані індивідуально-типологічні властивості і сенсомоторні реакції складають нейродинамічні функції, які мають вплив на успішність у різних сферах діяльності людини: навчальній, трудовій, професійній і спортивній. Про вплив індивідуально-типологічних властивостей ВНД на успішність спортивної діяльності ми вже розглянули, детальніше зупинимось на особливостях проявів сенсомоторних реакцій різного ступеня складності у спортсменів, які спеціалізуються у різних видах спорту.

Під час дослідження індивідуально-типологічних властивостей ВНД спортсменів, фахівці [2, 36, 49] вивчали прояви сенсомоторних реакцій різного ступеня складності.

ПЗМР – (проста зорово-моторна реакція), інтегральний показник швидкості проведення збудження по різних ланках рефлекторної дуги.

РВ1-3 – (реакція вибору одного подразника з трьох), характеризує швидкість і точність диференціювання сенсомоторних актів, що здійснюються в умовах швидкого реагування на дію одного подразника з трьох.

РВ2-3 – (реакція вибору двох з трьох), характеризує швидкість і точність диференціювання сенсомоторних актів, що здійснюються в умовах швидкого реагування на дію двох подразників з трьох.

Як відомо, оцінка швидкості сенсомоторного реагування відбувається на основі величини латентних періодів зорово-моторних реакцій різного ступеня складності. При цьому, час простої зорово-моторної реакції (ПЗМР) є критерієм стану збудливості центральної нервової системи до дії зорового подразника і відповіді на нього. Час латентних періодів зорово-моторних реакцій різного ступеня складності (реакції вибору одного РВ1-3 та двох подразників РВ2-3 з трьох) визначає швидкість і точність сенсомоторного реагування, що здійснюється в умовах реакцій вибору. При цьому основним показником є величина латентного періоду, яка визначається у мілісекундах (мс), а кількість помилок – характеризує точність виконання завдання.

Науковці [14, 19, 52, 71] та інші, які займалися вивченням проявів сенсомоторних реакцій у спортсменів, що спеціалізувалися у різних видах спорту вказували на відмінність у показниках досліджуваних функцій. Що на їхню думку, пов'язано із особливостями спортивної діяльності, специфікою виконуваних ними функцій та рівнем спортивної кваліфікації спортсменів. Але необхідно відмітити, що за наявності великої кількості експериментальних даних, отриманих авторами у різні часи, з використанням різних методик досліджень, все ж не дають можливості у повній мірі охарактеризувати прояви сенсомоторних реакцій спортсменів у зв'язку із особливостями м'язової діяльності притаманної для різних видів спорту.

Цікавим моментом при дослідженні сенсомоторних реакцій різного ступеня складності науковою групою на чолі з Макаренком М.В. та Лизогубом В.С. є визначення складових компонентів досліджуваних сенсомоторних функцій. Серед яких науковці виділяють – час центральної обробки інформації (ЦОІ), моторний компонент (МК) та сенсорний компонент (СК).

ЦОІ – показник часу центральної обробки інформації, це різниця в часі між латентними періодами складної зорово-моторної реакції РВ2-3 та прихованого часу простої зорово-моторної реакції ПЗМР.

МК – моторний компонент сенсомоторних реакцій характеризує швидкість роботи м'язів. Він визначається автоматично, під час натискань на кнопку в ході виконання

завдань на прояв сенсомоторних реакцій різного ступеня складності.

СК – сенсорний компонент, це швидкість сприйняття інформації. Він визначається за різницею часу латентних періодів простої зорово-моторної реакції ПЗМР та швидкості моторної реакції.

Виходячи із вище наведених експериментальних даних, зібраних багатьма дослідниками, які вивчали прояви нейродинамічних функцій в онтогенезі та їх вплив на успішність у різних видах діяльності людини, зокрема і у спортивній. На основі накопиченого матеріалу отриманого в ході досліджень що проводяться у Нашій науковій школі, розпочатих під керівництвом Макаренко М.В., і що тривають нині під керівництвом Лизогуба В.С. завданням нашої роботи було вивчити особливості прояву нейродинамічних функцій у спортсменів, які спеціалізуються у різних видах спорту.

1.2. Теоретичні аспекти поняття і змісту нейродинамічних властивостей основних нервових процесів

У вченні І.П. Павлова про типи вищої нервової діяльності на етапі їх розробки відмінності в поведінкових реакціях тварин (сангвініків і флегматиків при їх однаковій працездатності) характеризувались двома властивостями: силою та врівноваженістю. В 1932 р. І.П. Павловим була запропонована нова властивість, яку він називав лабільністю чи навіть збудливістю, але мова йшла саме про той індикатор, який у 1933 р. отримав назву рухливості нервових процесів. В цю назву академік вклав спочатку життєвий, а дещо пізніше і фізіологічний зміст. На той час, ще за життя І.П. Павлова, як писала пізніше одна із його учениць В.В Яковлєва, рухливість характеризувалась швидкістю проходження процесів, тобто швидкістю їх значення і концентрації після первинної фази іррадіації, а також їх зникненням їх після припинення дії подразника. Показником рухливості була їх бистрота зміни одного подразника іншим, йому протилежним.

Взагалі терміни лабільність, функціональна рухливість в фізіології вищої нервової діяльності увійшли з нервово-м'язової фізіології. М.С. Введенський перший звернув увагу на різну здатність збудливих структур генерувати максимальну кількість потенціалів дії за відповідний проміжок часу у відповідь на заданий ритм. І це він запропонував використовувати в якості показника лабільності тканини. Під цим він розумів більшу чи меншу швидкість рухових актів, які притаманні даному апарату і супроводжуються функціональною рухливістю. Дещо пізніше О.О. Ухтомський, як і його вчитель характеризує лабільність як показник того, скільки окремих закінчених періодів збудження здатний вмістити субстрат за одиницю часу вважаючи, що кожній тканині притаманна своя величина лабільності, до якої її рівень повертається після любых функціональних коливань.

Невдовзі поняття рухливості нервових процесів, функціональна рухливість, лабільність в теорії вищої нервової діяльності набувають дещо іншого змісту, ніж того, яке мали М.С. Введенський та О.О. Ухтомський лабільність характеризують швидкістю проходження елементарних реакцій,

які супроводжують функціональну рухливість конкретної тканини. Тому І.П. Павлов під рухливістю розумів швидкість появи, протікання та припинення нервових процесів, а також здатність нервової системи швидко змінювати збудливий процес на гальмівний, і навпаки, гальмівний на збудливий у відповідності із вимогами зовнішніх умов.

Проте, при аналізі експериментального матеріалу, представляється можливим різницю між цими поняттями (рухливість за І.П. Павловим, лабільність та функціональну рухливість за М.Є. Введенським – О.О. Ухтомським) зблизити, так як вони включають всі особливості функціонування нервової системи, в якій проявляється фактор часу.

До такого узагальнення прийшов і Б.М. Теплов разом із колективом своїх співробітників, які багато років займалися аналізом наявних робіт павловської школи, присвячених вивченню типів нервової системи та окремих їх властивостей, в тому числі і рухливості. Він вважав, що якщо зібрати разом всі перераховані визначення рухливості як здатності швидко реагувати на зміни в оточуючому середовищі, то можна прийти до такого висновку: під рухливістю в широкому значенні цього терміну розуміються всі часові характеристики роботи нервової системи, всі сторони цієї роботи, до яких підходить категорія швидкості. Лише ця ознака об'єднує всі сторони поняття рухливість, яка висловлена різними авторами, та всі у вищій мірі різнобічні показники рухливості.

До результатів глибокого аналізу матеріалів павловської школи залучені і спеціальні обстеження на людях, в яких порівнювались різні індикатори рухливості, що дозволило Б.М. Теплову зробити нові змістовні висновки відносно структури даної властивості. Він запропонував гіпотезу, згідно якої вивчені передбачувані, а також не вивчені і ще не передбачувані індикатори рухливості аж ніяк не є одноставним з точки зору їх нейрофізіологічних механізмів і, що в цій сукупності, слід вважати, відображають більше ніж одну властивість нервової системи. Більше того з'ясувалось, що деякі окремі індикатори за своїм фізіологічним змістом є надто складними і незрозумілими і тому не можна їх вважати не лише показниками рухливості, а і якої-небудь другої властивості.

На тому етапі вивчення рухливості нервових процесів Б.М. Теплов вважають, що її слід розподілити хоча би на дві самостійні властивості: власне рухливість, яка відбиває здатність нервової системи здійснювати переробку знаків умовних сигналів, та лабільність, яка віддзеркалює швидкість виникнення і припинення нервового процесу. Пропонуючи лабільність як одну із основних властивостей вищої нервової діяльності, він звертав увагу на те, що її рано ототожнювати з лабільністю в розумінні М.Є. Введенського – О.О. Ухтомського, зате відмічав на деяку схожість понять лабільність та рухливість нервової системи. Проте в подальших роботах учнів і послідовників Б.М. Теплова були отримані матеріали, які підтвердили його висновок про лабільність як самостійну властивість нервової системи і, що вона не суперечить уявленням про неї М.Є. Введенським – О.О. Ухтомським.

Обґрунтуванню фізіологічної сутності поняття рухливості нервових процесів, як однієї із надзвичайно складної, багатофакторної і найменш вивченої властивості вищої нервової діяльності, а також розробці методик її діагностування та шкал оцінок багато праць присвятив М.В. Макаренко. Аналіз експериментальних даних його робіт дозволив поряд з рухливістю та лабільністю, запропонувати нову властивість – функціональну рухливість нервових процесів. Дана властивість в трактовці М.В. Макаренка характеризується здатністю вищих відділів центральної нервової системи забезпечувати максимально можливий для даного індивіду рівень швидкої дії з виконання розумових навантажень та безпомилковому диференціюванню позитивних гальмівних сигналів, що слідує один за одним і, вимагають як екстреного переключення дій, так і швидкої зміни в часі збудливого процесу гальмівним і, навпаки, гальмівного збудливим.

Таким чином, властивість функціональна рухливість узгоджується з рухливістю нервових процесів у павловському розумінні, але і не суперечить властивості лабільності за М.Є. Введенським – О.О. Ухтомським, хоча і має відповідні відмінності, оскільки представляє собою швидкісну характеристику цілісної системи, а не конкретного нервового субстрату: нерве, нервового центру і т.п., та відображає здатність

нервової системи здійснювати за одиницю часу відповідну кількість робочих циклів із позитивних та гальмівних актів. Водночас ці ж особливості відрізняють її і від властивості лабільності в розумінні Б.М. Теплова яку діагностують за показниками критичної частини світлових миготінь, фосфену та ін.

У результаті обстежень М.В. Макаренка у одних і тих же осіб індивідуальних особливостей лабільності нервової системи в розумінні М.Є. Введенського – О.О. Ухтомського за показниками критичної частоти світлових миготінь, рухливості нервових процесів у трактуванні І.П. Павловим (або власне рухливості, як називав її Б.М. Теплов) із використанням класичної методики переробки рухових реакцій, та функціональної рухливості нервових процесів, запропонованою М.В. Макаренком, за показниками максимального темпу правильного диференціювання смислових подразників, виявлена відсутність достовірного зв'язку, між досліджуваними рядами цих перемінних, як і відсутність достовірних відмінностей між ними у груп осіб з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів. На думку М.В. Макаренка наявність таких результатів є експериментальним доказом того, що лабільність, рухливість (власне рухливість) та функціональна рухливість відбивають різні сторони функціонування нервової системи і тому, слід гадати, не можуть вважатись одними і тими ж типологічними властивостями вищої нервової діяльності.

Підтвердженням такого висновку є наступні експериментальні дані. Коефіцієнт кореляції у всій вибірці із 116 обстежених чоловіків одного віку, що знаходились в однакових умовах харчування, сну, відпочинку та праці між лабільністю нервової системи, діагностовано на приладі на приладі ДПФО (дистанційний прилад фізіологічних обстежень) конструкція дозволяє за появою світлових миготінь і функціональною рухливістю нервових процесів, який виявляли на приладі ПНН (прилад нервової напруги) за максимальною швидкістю переробки інформації різного ступеня складності становив $r=0,04$, а між показником критичної частоти на її зниження $r=0,05$. Характерно і те, що середні значення світлових миготінь на появу і затихання їх з різним рівнем функціональної

рухливості виявились досить близькими, тобто між групами обстежених за даним показником відсутні статистично достовірні відмінності ($p > 0,05$).

Неоднозначність з виявлення швидкісних характеристик нервових процесів на одних і тим же обстежуваних можна пояснити різною складністю завдання а отже, залученням в діяльність мозкових структур різного рівня. Слід мати на увазі, що максимально можлива швидкість переробки інформації з диференціювання складних подразників в строго задані ліміти часу, яка є основним індикатором функціональної рухливості, залежить від часу сприйняття сигналу, аналізу його, прийняття рішення, подачі команди на його здійснення і сама ефективна реакція забезпечується аналітико-синтетичною діяльністю, специфічними нейрофізіологічними механізмами появи і зупинення нервових процесів, швидкістю їх руху по нейронним комплексам кори. В даному випадку індивідуальні особливості переробки інформації залежить від центральної кортикальної ланки. Межі ж появи та зникнення критичної частоти світлових миготінь, є характеристикою лабільності нервових процесів (лабільності зорового аналізатора), зв'язані в основному з функціонуванням периферичної нервової системи.

Не виявлено вірогідних зв'язків і між показниками переробки умовних сигналів, коли на подразники, що при вироблені рухового навику адресувались на праву та ліву руку, на праву та ліву ногу при так званому «зворотному ході» (переробці) набирають протилежного значення, тобто тепер правою рукою слід здійснювати руховий акт на сигнал, що до переробки адресувався до лівої руки, чи правою ногою відповідати на сигнал, на який раніше реагували лівою ногою і т.д.) та показниками функціональної рухливості нервових процесів коефіцієнт кореляції між ними на вибірці обстеженого становило 0,16. Не отримано також і достовірних відмінностей середніх значень показників переробки у груп осіб з різними рівнями властивостями функціональної рухливості (з високим, середнім, нижче від середнього і низьким рівнем.) Не дивлячись на тенденцію до більш високих показників переробки у груп з високим і середнім рівнем у співставленні з особами інших груп, лише в одному випадку різниці середніх значень виявились

достовірними, а саме між першою і третьою групами. Між показниками цих значень інших груп різниці були недостовірними.

Слід зауважити, що тест переробки є надзвичайно складною задачею для нервової системи. Можливо, переробку слід розуміти не лише як складний процес переходу стану збудження в стан гальмування і навпаки, але і як процес руйнації зміцнених тимчасових зв'язків та появу нових, які, слід гадати залежать від індивідуальних особливостей пластичності нервової системи, вік і обстежуваного і т.ін. Переробка, як її оцінював І.П. Павлов, надто складне комплексне випробування, яке важко підлягає розшифруванню.

Важливим моментом ми вважаємо є виявлення взаємозв'язків між всіма показниками досліджуваних перемінних, що характеризують рухливість, лабільність та функціональну рухливість у одних і тих же обстежуваних. На вибірці в 108 осіб М.В. Макаренком було встановлено, що коефіцієнт кореляції між показником успішності переробки та показником критичної частоти світлових миготінь на зникнення дорівнював $r=-0,4$, на появу – $r=-0,13$. Між функціональною рухливістю нервових процесів і лабільністю нервової системи коефіцієнт кореляції становив $r=-0,02$ на зникнення і $r=-0,06$ на появу, а між функціональною рухливістю (власне рухливістю) нервових процесів $r=0,17$.

Цікаво, що як між функціональною рухливістю і лабільністю, так і між рухливістю та лабільністю спостерігається тенденція до зворотного зв'язку, тобто більш високому показнику функціональної рухливості та показнику успішності переробки відповідає більш низький показник критичної частоти світлових миготінь і, навпаки, високому показнику лабільності – більш низькі показники функціональної рухливості та успішності переробки. І хоча достовірність цієї кореляції дуже низька, разом з тим така тенденція проглядається. Водночас, між показниками максимальної швидкості виконання розумового навантаження з диференціювання складових різномодальних показників і показниками успішності переробки проявилась тенденція до прямої кореляції, тобто особи з більш високою функціональною рухливістю мали і більш високий показник успішності

переробки, а особи з більш низькими значеннями рівня функціональної рухливості характеризувались більш низькими показниками.

Підводячи загальний підсумок розгляду аналізу змісту властивості рухливості як такої, що характеризується часовими параметрами, ми приділили їй стільки уваги, щоб наголосити на багато значущості самого цього поняття і різноманітності фізіологічних процесів, які можуть бути в якості індикаторів лабільності, рухливості (власне рухливості) та функціональної рухливості.

Дані М.В. Макаренка, поряд із результатами обстежень інших авторів, підтверджують гіпотезу Б.М. Теплова про можливість розподілу рухливості та власне рухливості, яка характеризується легкістю (чи важкістю) зміни сигнального значення подразників при зміні підкріплення, та лабільність, зв'язану із швидкістю виникнення, протікання і припинення нервового процесу, а також дозволили виділити в самостійну властивість і функціональну рухливості, яка характеризується максимальним темпом безпомилкової переробки розумового навантаження з диференціювання різномодальних позитивних та гальмівних сигналів.

Стосовно властивості сили нервових процесів, то вона є найбільш вивченою як в теоретичному аспекті, так і в методичному відношенні. Ми також як і І.П. Павлов, Б.М. Теплов вважаємо, що дана властивість характеризується працездатністю головного мозку, яка проявляється в її здатності витримувати довготривале та концентроване збудження чи дію дуже сильного, але короткотривалого подразника, не переходячи в стан позамежного гальмування. А стосовно гальмівного процесу – в його здатності витримувати довготривале та надмірне напруження.

Виходячи із трактування фізіологічного змісту понять лабільність, рухливість, функціональна рухливість та сила нервових процесів в літературі представлена надзвичайно велика кількість найрізноманітніших методів та засобів їх діагностування як на тваринах, так і особливо на людях, про що ми писали раніше [37], більшість із яких, і особливо тих із них, за допомогою яких вивчаються електрофізіологічні характеристики

різних аналізаторів та їх кіркових представництв, застосовуються в наш час надзвичайно мала. Короткий огляд літературних джерел за останні 25-30 років свідчить про те, що їх ніхто не використовував. І це не лише за складності технічних засобів, відсутності спеціальних приміщень, довготривалого часу обстежень, але із-за відсутності їх наукової обґрунтованості, відсутності доказів надійності та валідності методики, отримання суперечливих даних на одних і тих же обстежених за допомогою різних експериментальних підходів з визначення одних і тих же властивостей та ін. Тому ми пропонуємо методики для визначення функціональної рухливості і сили нервових процесів (працездатності головного мозку) саме ті, які розроблені нами і які пройшли апробацію на надійність і валідність, захищені патентами на винахід, являється загально признаними і широко використовуються як у нас в країні, так і в багатьох країнах світу для вирішення теоретичних та прикладних задач. На нашу думку вони (методики) відповідають фізіологічному трактуванню, сучасному визначенню понять властивостей функціональна рухливість та сила нервових процесів.

Ми користуємось класифікацією (понятійним апаратом) властивостей основних нервових процесів, який нині найбільш застосовується в експериментальних та в прикладних обстеженнях по спеціальності фізіологія вищої нервової діяльності, диференціальна психофізіологія та ін.

В практиці досліджень властивостей вищих відділів центральної нервової системи застосовують режими оптимального ритму переробки інформації, режиму нав'язаного та зворотного зв'язку і режиму автотемпу. Для вивчення функціональної рухливості та сили нервових процесів нині використовується режим нав'язаного ритму(зростаючого навантаження) та режим зворотного зв'язку.

1.3. Дослідження функціональної рухливості нервових процесів за показниками швидкості переробки інформації з використанням режиму нав'язаного ритму (зростаючого навантаження)

Як відмічалось нами раніше у розумінні М.В. Макаренка властивість функціональна рухливість характеризується здатністю вищих відділів центральної нервової системи забезпечувати максимально можливий для даного індивіду рівень швидкодії з переробки складної інформації по диференціюванню позитивних та гальмівних сигналів, які слідують один за другим, що вимагає швидкого переключення дій та частоті зміни в дефіциті часу збудливого процесу гальмівним і навпаки. Кількісним індикатором рівня функціональної рухливості прийнято вважати гранично можливу частоту зближення цих подразників при їх переробці із зміною напрямку реагування та швидкості з умовно допустимою кількістю помилок на самій максимальній швидкості їх пред'явлення. Такий показник характеризує індивідуальні особливості прояву рівня функціональної рухливості в основі якого лежать як швидкісні характеристики перебігу нервових процесів в корі головного мозку, так, і це особливо можливо, і швидкісні реакції часу центральної обробки інформації і які, слід вважати, відіграють основну роль у прийнятті рішень.

Є підстави стверджувати, що саме даний показник за своєю внутрішньою сутністю ближче від інших відображає фізіологічний зміст рухливості нервових процесів в загальному його розумінні. Даному методичному прийому відповідають всі рухові методики з переробки складних навантажень (сигналів), які застосовуються в обстеженнях з попередньою інструкцією. Загальним для всіх цих методик є пред'явлення і переробка подразників в зростаючому темпі і адресованих переважно до першої чи другої сигнальних систем та принцип оцінки властивості післядії позитивних і гальмівних подразників в руховій реакції, а також за максимальною частотою безпомилкових чи з мінімумом помилок відтвореного ритму.

Для судження про референтність прийомів з діагностики властивості рухливості деякі автори, як і ми, порівнювали

результати обстежень перерахованих вище рухових методик з результатами обстежень рухливості, отриманих іншими методиками. Зокрема, виявили зв'язок показника швидкості засвоєння заданого ритму, який виявляли за власною методикою, з часом адекватної оптичної хронаксії та критичною частотою зникнення фосфену. В той же час С.І. Молдавська, В.О. Трошихін з С.І. Молдавською та Н.В. Кольченко поміж показників граничного темпу диференціювання позитивних і гальмівних подразників з показниками переробки (за І.П. Павловим) достовірного зв'язку не виявили. Як не отримав кореляційного зв'язку і М.В. Макаренко, який співставив показники переробки рухових навичок з максимальною швидкістю обробки інформації, яка визначається на апаратах ППЧ-2 та ПНН.

Підтвердженням ролі показника гранично можливої частоти зближення пред'явлення сигналів чи максимальної швидкості переробки інформації на самій високій швидкості її пред'явлення в якості індикатора оцінки рівня функціональної рухливості нервових процесів є і результатом обстежень генетичної обумовленості параметрів ряду функцій, які характеризують особистісні, психологічні та нейродинамічні властивості індивідуальності, проведених М.В. Макаренка, а також Кожемяко Т.В., Артеменко Б.О., з використанням близнюкового методу. Ним показано, що коефіцієнт наслідування Хольцінгера (H), що характеризує ступінь впливу генотипічних факторів на показники різних видів індивідуальності (в дану випадку показника функціональної рухливості) у монозиготних близнюків був досить високим ($H=0,61-0,86$). Ось тому і зроблено висновок, що виявлена чітко залежна від генотипу здатність нервової системи забезпечувати максимально можливий для кожного індивіду темп безпомилкової сенсомоторної діяльності в режимі нав'язаного ритму може слугувати інформативним індикатором діагностики властивості функціональної рухливості нервових процесів. Цей показник є інтегральною величиною всіх швидкісних характеристик нервових процесів: відбиттям швидкості появи та зникнення збудження, швидкості післядії позитивних і гальмівних реакцій, швидкості руху нервових процесів, їх іррадіації і концентрації,

швидкості центральної обробки інформації, відновлення готовності рефлекторної обробки інформації, системи відновлення готовності рефлекторного апарату до нової реакції, здатності до засвоєння ритму.

Особливістю режиму нав'язаного ритму (поступово зростаюче навантаження) є те, що складність завдання з диференціювання позитивних і гальмівних сигналів (слова, геометричні фігури, кольори і комбінаційний із цих подразників тест), які пред'являються один за другим в різній послідовності, підвищується поступово (ступенево) від досить простого (20 чи 30 подразників за 1 хв.) і до надто складного (150 чи 120 подразників за 1 хв.)

Приладами для діагностування функціональної рухливості нервових процесів з урахуванням особливостей режиму нав'язаного ритму можуть слугувати всі ті, що розроблені в інституті фізіології ім. О.О. Богомольця АН України під керівництвом проф. Хільченка А.Є. (прилад ППН) і проф. Трошихіна В.О. (ППЧ-2, ПНН, ПНН-2) та їх модифікації і авторів Сергєєва В.А. і Чугунова Ю.С., проф. Борисової М.Н., а також прилади і апаратно-програмні комп'ютерні системи, автором яких є М.В. Макаренко та його учні: «Славутич», «Пошук», «Прогноз», ПНДО, системи «Діагност-1» та «Діагност-1М».

Найбільшої популярності серед наукових працівників, викладачів університетів та академій, в експериментах яких вивчаються індивідуально-типологічні особливості вищої нервової діяльності та властивості психофізіологічні функцій за різних умов їх протікання, набули дії останні установки: прилад ПНДО та комп'ютерна система «Діагност-1» та її сучасна модифікація «Діагност-1М». Принцип дії їх з програмним забезпеченням використовується також в системах професійного психофізіологічного відбору різних спеціальностей, зокрема операторів по керуванню рухомими об'єктами та системами, операторів – спостерігав, кандидатів спецконтингенту на військову службу з підвищеним емоційним навантаженням в особливих умовах діяльності та ін.

Визначені з допомогою цих установок властивості функціональної рухливості за методикою М.В. Макаренка на великій кількості експериментального матеріалу пройшли

апробацію на надійність і валідність. Так, на 31 чоловіку віком 20-22 років (куранти військово-морського училища) з інтервалом в 13 місяців та на 24 особах віком 25-29 років (наукові працівники) з інтервалом 2 місяці і 12 місяців було виявлено, що коефіцієнт кореляції внутрішньо тестової надійності становив від $0,92 \pm 0,09$ до $0,69 \pm 0,17$ при $p < 0,001$. Нагадаємо, що для оцінки надійності методики найбільш широко застосовується захід дворазового обстеження однієї і тієї ж групи обстежуваних з використанням однієї і тієї ж методики з інтервалом 4-6 місяців і, що мінімально допустимим значенням вважають величину 0,7. Надійність методики виявляє не функціональний стан, а здібності та сталі психофізіологічні характеристики.

Встановлення валідності методики необхідно для того, щоб знати, чи можемо ми і в якій мірі за допомогою даної методики виявляти здібності людини, можливості та властивості, а також прогнозувати її досягнення в навчанні, оволодінні відповідною спеціальністю. При цьому визначають кореляцію між досліджуваною властивістю та так званим зовнішнім критерієм (оцінкою навчання, балом успішності, якістю виконання завдання, експертною оцінкою і т.д.), або різницею цих критеріїв поміж крайніх груп з сильними та слабкими їх властивостями. Як приклад, на 319 учнях середньої школи та 90 студентів вузу, коефіцієнт кореляції між показником успішності навчання та показником рівня функціональної рухливості коливався в межах $r = 0,49 - 0,23$ при $p > 0,001 - 0,05$. А на 279 курсантах льотного училища кореляція успішності набуття льотних навичок, за показником кількості годин нальоту до самостійного польоту, з властивістю функціональної рухливості, за показником максимальної швидкості переробки інформації, становила $r = 0,29$. Надто наглядним є і дані відрахування із училища по льотній неуспішності після першого року навчання, отриманих М.В. Макаренко на вибірці курсантів в 317 чоловік. Із груп курсантів з низькою функціональною рухливістю по непридатності до оволодіння льотною спеціальністю було відраховано 31,81%, в той час як із групи курсантів з високою функціональною рухливістю – лише 7,35%. Ці дані характеризують дану методику як надійну і валідну для вирішення поставлених задач [31].

І на апараті ПНДО, і на системі «Діагност-1», «Діагност-1М» діагностування властивостей функціональної рухливості (інших властивостей також) проводяться майже за однією і тією ж методологією. На всіх установках пред'явлення розумового навантаження з переробки складної інформації по диференціюванню позитивних і гальмівних сигналів, за результатами виконання якого визначається рівень функціональної рухливості нервових процесів, здійснюється на екрані блоку обстежуваного, чи на екрані монітора за попередньо заданою інструкцією усно, або на дисплеї установки.

Сутність методики визначення функціональної рухливості у даному режимі (нав'язаного ритму) зводиться до наступного. Одночасно з ознайомленням обстежуваного з інструкцією, згідно якої він повинен виконувати завдання, вмикають і прилад чи систему і в темпі 30-40 подразників за 1 хв. Демонструють вид обраної інформації (слова, геометричні фігури, кольори чи комбінований тест). Обстежуваному дають можливість познайомитись з характером роботи на установці протягом 2-2,5 хв. Далі йому пропонують тренування, яке проводиться на п'яти швидкостях: 30, 40, 50, 60, 70 або 30, 50, 70, 90, 110 подразників за 1 хв., кожна з яких пред'являється протягом 30 с. (ми, як правило, користувались другим варіантом 30, 50...110). Це дає йому можливість не лише концентрувати увагу на виконанні поставленого завдання, але і познайомитись з темпом подачі подразників та згасити орієнтувальний рефлекс.

Залікове обстеження розпочинається з обробки обстежуваним навантаження, яке подається на швидкості 30 чи 60 сигналів за 1 хв. і закінчується швидкістю 150 сигналів за 1 хв. Кожна наступна швидкість збільшується ступінчасто на 5 чи 10 подразників за 1 хв. (у наших дослідженнях темп подачі подразників збільшували на 10 і кожен тест виконували 30 секунд). Інтервал між пробами, без урахування реєстрації параметрів вегетативного і соматичного реагування на стрічку самописця, становить біля 10-15 с.

В разі якихось зовнішніх перешкод, що виникали при виконанні тесту налюбій швидкості пред'явлення, чи явно низькому результату його виконання із-за спостережливості експериментатора, що обстежуваний може працювати краще та

ін., кожен тест може бути повторений до трьох разів і заліковим слід вважати кращий із них.

Результати виконання кожного завдання фіксуються в пам'яті установки і виводяться на екран з інформацією швидкості пред'явлення навантаження, кількості допущених помилок та їх відсоток. Кількісним показником рівня функціональної рухливості нервових процесів є максимальний темп пред'явлення сигналів при якому обстежений зробив не більше 5,0-5,5% помилок на найвищій швидкості. При цьому вважається, чим вища швидкість виконання завдання при такому відсотку помилок, тим вищий рівень функціональної рухливості.

З урахуванням великої кількості цифрових даних по виявленню максимальної швидкості безпомилкової, чи 5,0-5,5% помилок, переробки інформації, отриманих на людях різного віку, різних спеціальностей та професій різної статі, ми пропонує шкалу для оцінки рівня властивостей функціональної рухливості, яка включає п'ять градацій:

Для переробки предметних показників пропонується вважати:

140 і більше подразників за 1 хв. – високий рівень;

130-120 подразників – вищий від середнього;

110-100 подразників – середній;

90-80 подразників – нижчий від середнього;

70 і менше подразників – низький рівень функціональної рухливості і нервових процесів.

Запропоновані рівні розраховані на їх оцінку в межах 7-22 років (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Шкали оцінок рівня ФРНП (сигналів за хвилину) у осіб різного віку з використанням режиму нав'язаного ритму на предметні подразники (геометричні фігури)

Вік, роки	Рівні нейродинамічних властивостей, (сигн./хв)					Середні значення, ($\bar{X} \pm m$)
	Низький	Нижче за середній	Середній	Вище за середній	Високий	
7-8	≥ 48	47-57	58-68	69-79	≤ 80	66,6 $\pm$ 2,7
9-10	≥ 60	61-71	72-81	82-92	≤ 93	73,3 $\pm$ 2,8
11-12	≥ 66	67-71	72-82	83-94	≤ 95	78,7 $\pm$ 2,6
13-14	≥ 73	74-80	81-87	88-94	≤ 100	84,8 $\pm$ 1,8
15-16	≥ 80	81-87	88-94	95-101	≤ 102	89,5 $\pm$ 1,7
17-18	≥ 85	86-93	94-101	102-109	≤ 110	100,5 $\pm$ 1,6
19-20	≥ 87	88- 102	103-117	118-132	≤ 133	114,4 $\pm$ 1,8
21-22	≥ 88	89- 100	101-120	121-140	≤ 141	113,0 $\pm$ 1,6

1.4. Дослідження функціональної рухливості нервових процесів з використанням режиму зворотного зв'язку

Дослідження рівня функціональної рухливості в режимі зворотного зв'язку, як і режимі нав'язаного ритму, передбачає виявлення швидкості виконання розумового навантаження з диференціювання тих же позитивних і гальмівних сигналів (слів, геометричних фігур, кольорів, комбінованого тесту), але заданої експериментатором кількості.

Особливістю режиму зворотного зв'язку є те, що при виконанні тестового завдання експозиція сигналу змінюється не за заданою програмою, а автоматично залежно від характеру відповідей: після правильної відповіді вона (експозиція) скорочується на 20 мс, а після неправильної, навпаки, подовжується на те ж значення. Діапазон коливань експозиції сигналу під час роботи обстежуваного знаходиться в межах 900-40 мс для приладу ПНДО та 900-20 мс для всіх комп'ютерних систем.

Згідно інструкції, при появі на екрані монітора вибраного роду подразників обстежуваний повинен як можна скоріше правою рукою натискувати і відпускати праву кнопку виносного пульта

на пред'явлення фігури квадрат, слів з назвою тварин, чи сигналу червоного кольору. При пред'явленні фігури кола, чи слів з назвою рослин, чи сигналу зеленого кольору – лівою рукою ліву кнопку. На інші сигнали (фігуру трикутник, слова із назвою неживих предметів і сигналу жовтого кольору) ні ліву, ні праву кнопку не натискувати. Вони являються гальмівними. Обстежуваного попереджають, що при виконанні завдання він не повинен зупинятись, а виконувати його до закінчення пред'явлення навантаження. В даному режимі правильною відповіддю вважається та, яка може бути здійснена і в міжінтервальний проміжок часу (200 мс), а не лише за період експозиції кожного сигналу. Тому, чим швидше змінюється на екрані монітора сигнали, тим вірніше і скоріше обстежуваний справляється із виконанням поставленого завдання.

Показником швидкості виконання завдання, а значить і рівня функціональної рухливості є час його виконання. В наших дослідженнях тест на виявлення даної властивості включав 120 подразників і його обстежуваний виконував три рази. За кращим результатом виконання дається оцінка рівня функціональної рухливості. Виконання даного завдання, як правило, ми здійснювали після тестів на виявлення індивідуальних відмінностей швидкості простого і складного сенсомоторного реагування і, як ми уже відмічали, на ті подразники, що і при визначенні функціональної рухливості в режимі нав'язаного ритму.

Необхідність триразового виконання одного і того ж завдання при оцінці даної властивості вищої нервової діяльності зумовлена тим, що найбільш оптимального та стійкого значення показник швидкості переробки інформації досягає протягом перших трьох обстежень.

Для оцінки рівнів функціональної рухливості пропонується також п'ять градацій, як і розподіл всіх інших властивостей, що діагностуються з допомогою наших установок, зроблено на основі обробки великої кількості цифрових масивів з урахуванням середніх значень кожної ознаки. Шкали оцінок рівнів швидкості переробки інформації заданої кількості в режимі зворотного зв'язку мають такі значення.

На предметні показники:

57 с і менше – високий рівень функціональної рухливості,

57,1-63,5 с – рівень вищий від середнього,

63,6-73,7 с – середній рівень,

73,8-79,9 с – рівень нижчий від середнього,

87,0 с і більше – низький рівень.

Представлені шкали оцінок розраховані на зіставлення отриманих результатів у обстежених віком 7-22 років (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Шкали оцінок рівня ФРНП (с) у осіб різного віку з використанням режиму заворотного зв'язку на предметні подразники (геометричні фігури)

Вік, роки	Рівні нейродинамічних властивостей, (с)					Середні значення, (X±m)
	Низький	Нижче за середній	Середній	Вище за середній	Високий	
7-8	≥ 99	98-91	90-83	82-75	≤ 74	86,6±1,7
9-10	≥ 92	91-86	85-81	80-76	≤ 75	81,3±1,4
11-12	≥ 86	85-82	81-78	77-74	≤ 73	78,7±1,3
13-14	≥ 78	77-73	72-68	67-64	≤ 63	71,7 ±1,2
15-16	≥ 75	74-71	70-67	66-63	≤ 62	68,5±1,3
17-18	≥ 72	71-68	67-64	63-61	≤ 60	66,5± 1,2
19-20	≥ 72	71-68	67-64	63-60	≤ 59	65,4±1,6
21-22	≥ 71	70-66	65-62	61-58	≤ 57	63,0±1,3

Зауважимо, що коефіцієнт кореляції між показником функціональної рухливості, яка виявляється з використанням режиму нав'язаного ритму, та таким показником функціональної рухливості, які досліджуються в режимі зворотного зв'язку, дорівнював 0,73 при $p < 0,001$. Це дає право вважати обидва методичні підходи з визначення даної властивості високо інформативними і використовувати в експерименті, чи реалізовувати в системах прогнозування успішності навчання, набутті професійних навиків, діагностуванні наявних типологічних властивостей вищої нервової діяльності. Яку з них застосовувати, залежить від досвіду експериментатора, поставлених задач, віку обстежуваного контингенту, часу

отримання узагальнення і т.ін. Але і за одною, і за другою методикою визначається високо генетично детермінована властивість – функціональна рухливість нервових процесів.

1.5. Дослідження сили нервових процесів за показниками якості виконання розумового навантаження з використанням режиму нав'язаного ритму

Зміст поняття сили нервових процесів, як однієї з основних індивідуально-типологічних властивостей, залишається незмінним із часів І.П. Павлова та його співробітників. Вважають, що сила нервових процесів характеризується межею працездатності головного мозку і проявляється в здатності витримувати довготривале та концентроване збудження, чи дію дуже сильного, але короткотривалого подразника, не переходячи в стан позамежного гальмування.

На думку А.С. Хільченка, фізіологічний зміст показника сили нервових процесів (працездатності головного мозку) полягає в тривалому зосередженні уваги, яке необхідно для виконання розумового навантаження з диференціювання обстежуваним різномодальних позитивних та гальмівних сигналів у високому, посиленому темпі упродовж заданого проміжку часу. Таким чином зберігається концентроване збудження в одних і тих же нервових структурах. Багаторазове пред'явлення та переробка інформації упродовж декількох хвилин у осіб із слабкими нервовими процесами викликає раннє порушення зосередженості уваги і зниження працездатності наступає значно скоріше, ніж у осіб із сильною нервовою системою. Настання позамежного гальмування визначається за різким збільшенням кількості помилкових відповідей.

Про межу працездатності коркових клітин А.Є. Хільченко пропонував судити по тому, скільки часу обстежуваний може адекватно реагувати на сигнали, які пред'являються на граничному для нього рівні рухливості (мінус одну швидкість від максимальної і працювати необмежено довго, до відмови). Однак робіт із застосуванням такого підходу визначення сили (працездатності) ні у самого автора, ні у його учнів в літературі ми не зустріли. Зате з'явилися роботи як самого А.Є. Хільченко,

так і його співробітників, в яких дану властивість визначали шляхом пред'явлення для переробки від 200 до 800 сигналів (в залежності від віку і задач експерименту) і також у попередньо встановленому для кожної особи темпі, що відповідав швидкості виконання розумового навантаження на максимально допустимій швидкості його пред'явлення і переробки.

При такому методичному підході рівень сили нервових процесів визначали за відсотком помилкових реакцій від загальної кількості пред'явлених позитивних та гальмівних подразників. При визначенні властивості сили з використанням приладу ППЧ зразка 1958 року (реєстрація відповідей на стрічці самописця) вважалось: 6 і менше відсотків помилкових реакцій – високий показник, від 6% до 8% - середній, 8% і більше – низький. З використанням приладу ППЧ-2 зразка 1961 року, приладом ПНН та ПНН-2 (психонервове напруження) зразка 1970 року та 1975 року (реєстрація відповідей обстежуваного здійснювалась електромеханічними лічильниками) в градацію обстежуваних з високим рівнем відносили таких осіб, які допускали 12% і менше помилок, в градацію з середнім рівнем – 13-18% помилок і в градацію з низьким – більше 18 % помилок.

Таким чином, як початковий методичний підхід з визначення сили нервових процесів (працездатності головного мозку) А.Є. Хільченко із своїми співробітниками (С.І. Молдавська, Н.В. Кольченко, М.Ф. Куркчі, Л.М. Куркчі, Т.А. Хлебутіна) передбачали визначення рівня рухливості нервових процесів. Без його визначення характеризувати силу не представлялось можливим. Інші варіанти виявлення властивості сили не пропонувались.

У запропонованій методиці М.В. Макаренко показником працездатності головного мозку є також кількість помилок у відсотках до загального числа подразників, які пред'являли за період виконання завдання, але кількість їх для всіх обстежуваних одна і таж. Алгоритм визначення властивості сили нервових процесів представляється таким чином. У обстежуваного визначають, чи не виявляють максимальну швидкість переробки інформації на самому високому рівні її пред'явлення. Пропонується таж сама інструкція для виконання завдання, проводиться те ж саме тренування, задаються ті ж самі

подрозники (слова, геометричні фігури, комбінований тест), ті ж самі швидкості (від 30 до 150 подразників за 1 хв) і з тим же самим темпом, що і при визначенні його рівня функціональної рухливості нервових процесів в режимі поступово зростаючого навантаження (режим нав'язаного ритму). При визначенні сили з таким методичним підходом експериментатор не зупиняється на межі визначення властивості функціональної рухливості, а продовжує давати навантаження обстежуваному до кінцевого рівня (150 сигналів). Тобто, всі обстежувані знаходяться в однакових умовах, виконують одну і ту ж задачу за одним і тим же алгоритмом. Показником працездатності головного мозку є лише якість виконання всього розумового навантаження (кількість помилок у відсотках до загального числа їх пред'явлення). При цьому вважається, чим менший відсоток помилок, отриманих при виконанні завдання в межах запропонованих тестів, то вищий ступінь сили нервових процесів (працездатності головного мозку).

Запропонована шкала оцінки якості переробки інформації словесних і предметних подразників в режимі нав'язаного ритму, отриманих з використанням апарату ПНДО і всіх комп'ютерних установок, також розбито на п'ять градацій.

Стосовно предметних подразників шкала має такі величини:

4,0% і менше помилок – високий рівень;

4,1%-7,7% - рівень вищий за середній;

7,8%-12,1% - середній рівень;

12,2%-15,9% - рівень нижчий за середній;

16,0% і більше помилок – низький рівень переробки інформації (сили нервових процесів).

Шкала оцінки якості переробки інформації словесних і предметних подразників в режимі нав'язаного ритму, отриманих з використанням апарату «Діагност-1М) і всіх комп'ютерних установок, також розбито на п'ять градацій для осіб 7-22 років (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Шкали оцінок рівня СНП (%) у осіб різного віку з використанням режиму нав'язаного ритму на предметні подразники (геометричні фігури)

Вік, роки	Рівні нейродинамічних властивостей, (%)					Середні значення, ($X \pm m$)
	Низький	Нижче за середній	Середній	Вище за середній	Високий	
7-8	≥ 41	40-33	32-25	24-17	≤ 16	$28,6 \pm 2,7$
9-10	≥ 34	33-27	26-20	19-13	≤ 12	$24,3 \pm 2,8$
11-12	≥ 28	27-22	21-16	15-10	≤ 9	$18,7 \pm 1,3$
13-14	≥ 24	23-19	18-14	13-9	≤ 8	$17,0 \pm 1,2$
15-16	≥ 22	21-17	16-12	11-7	≤ 6	$14,5 \pm 1,3$
17-18	≥ 18	17-14	13-10	9-6	≤ 5	$12,5 \pm 1,2$
19-20	≥ 18	17-14	13-10	9-6	≤ 5	$11,1 \pm 0,8$
21-22	≥ 17	16-13	12-9	8-5	≤ 4	$9,5 \pm 0,9$

Характерно, що між показниками рівня функціональної рухливості і сили нервових процесів, які діагностуються в режимі нав'язаного ритму, отримано високо достовірну кореляційну залежність. На одній із вибірок в 725 чоловік коефіцієнт кореляції між цими перемінними становив $r = -0,75$ - $0,68$ при $p < 0,001$ на другій, в 521 чоловік, коефіцієнт кореляції дорівнював $r = -0,80$ - $0,70$ при $p < 0,001$. Така висока кореляція між цими властивостями вказує на те, що вони тісно зв'язані і що успішне виконання складного розумового навантаження з диференціювання позитивних і гальмівних сигналів у людини можливе лише за наявності у неї високих властивостей як функціональної рухливості, так і сили нервових процесів. Особам з низькими значеннями цих властивостей упоратись із виконанням таких завдань значно складніше.

1.6. Дослідження сили нервових процесів за показниками кількості переробки інформації з використанням режиму зворотного зв'язку

При визначенні властивості сили нервових процесів в режимі зворотного зв'язку обстежуваному пропонується така ж сама інструкція, як і при вивченні властивостей функціональної рухливості в цьому ж режимі та при вивченні їх (властивостей) і в режимі зростаючого навантаження. Окрім того йому нагадують, що він не повинен зупинитися в момент високих швидкостей пред'явлення навантаження, а виконувати його ще вірніше і швидше до завершення проходження тесту, тобто до зупинки приладу.

Для виявлення рівня сили нервових процесів обстежуваному пропонується виконувати завдання протягом 2, 3, 4, 5 чи 10 хв (ми користуємось 5-хвилинним відрізком часу). Мірою рівня сили є загальна кількість пред'явлених та перероблених сигналів за визначений час. Додатковими індикаторами даної властивості є мінімальна експозиція пред'явлення сигналу за виконання завдання і час виходу на неї, які разом з кількістю перероблених сигналів виводяться на екран, чи фіксуються в пам'яті машини. Ці ж додаткові показники фіксуються і при визначенні рівня функціональної рухливості також в режимі зворотного зв'язку. Виконання даного завдання бажано б здійснювати після тесту на виявлення рівня функціональної рухливості. В інших випадках необхідно провести дворазове тестування по 5 хв кожне і за кращим результатом характеризувати рівень працездатності головного мозку (сили нервових процесів).

Шкала оцінок кількості переробки інформації для першої сигнальної системи (предметні подразники) виглядає таким чином (табл. 1.4).

Виділеними градаціями можна користуватись для оцінки рівнів сили і функціональної рухливості, визначених в режимі зворотного зв'язку, також в межах вікового періоду 7-22 років.

Раніше нами продемонстровано виявлений високий кореляційний зв'язок між показниками рівня функціональної рухливості і сили нервових процесів, які досліджуються в режимі нав'язаного ритму. Такі ж підрахунки зроблено нами і за умов визначення цих властивостей в режимі зворотного зв'язку.

Показано, що коефіцієнт кореляції між ними також високий і становить $-0,45$ при $p < 0,001$. Показовим виявився і високо достовірний зв'язок між величинами рівня сили нервових процесів, зареєстрованих в режимі нав'язаного ритму, з аналогічними величинами сили, отриманих в режимі зворотного зв'язку. Коефіцієнт кореляції між ними дорівнює $-0,48$ при $p < 0,001$. Ці кореляційні залежності виявлено на особах 8-30-річного віку, які пройшли тестування з використанням обох режимів, тобто і режим зростаючого навантаження, і режим зворотного зв'язку.

Таблиця 1.4

Шкали оцінок рівня СНП (сигналів) у осіб різного віку з використанням режиму зворотного зв'язку на предметні подразники (геометричні фігури)

Вік, роки	Рівні нейродинамічних властивостей, (сигналів)					Середні значення, ($X \pm m$)
	Низький	Нижче за середній	Середній	Вище за середній	Високий	
7-8	378	379-419	420-460	461-500	≥ 501	$453,9 \pm 13,5$
9-10	438	439-474	475-520	521-560	≥ 561	$483,0 \pm 14,7$
11-12	490	491-541	542-593	594-639	≥ 640	$566,2 \pm 13,2$
13-14	519	520-552	553-598	599-644	≥ 645	$578,9 \pm 17,6$
15-16	524	525-569	570-613	614-659	≥ 660	$594,0 \pm 19,6$
17-18	538	539-584	585-635	636-681	≥ 682	$631,0 \pm 17,0$
19-20	600	601-629	630-660	661-692	≥ 693	$654,3 \pm 11,5$
21-22	639	640-665	666-695	696-725	≥ 726	$688,9 \pm 13,5$

Раніше нами продемонстровано виявлений високий кореляційний зв'язок між показниками рівня функціональної рухливості і сили нервових процесів, які досліджуються в режимі нав'язаного ритму. Такі ж підрахунки зроблено нами і за умов визначення цих властивостей в режимі зворотного зв'язку. Показано, що коефіцієнт кореляції між ними також високий і становить $-0,45$ при $p < 0,001$. Показовим виявився і високо достовірний зв'язок між величинами рівня сили нервових процесів, зареєстрованих в режимі нав'язаного ритму, з

аналогічними величинами сили, отриманих в режимі зворотного зв'язку. Коефіцієнт кореляції між ними дорівнює – 0,48 при $p < 0,001$. Ці кореляційні залежності виявлено на особах 8-30-річного віку, які пройшли тестування з використанням обох режимів, тобто і режим зростаючого навантаження, і режим зворотного зв'язку.

Такі зв'язки між рядами цих перемінних слугують доказом того, що для визначення однієї із властивостей нервових процесів можна користуватись любым методичним підходом. Нині більшість обстежень з виявлення рівнів функціональної рухливості і сили нервових процесів проводиться з використанням режиму зворотного зв'язку, який вважається експрес-методом, хоча більш точні дані в оцінці цих властивостей фіксуються при застосуванні режиму нав'язаного ритму.

1.7. Дослідження врівноваженості нервових процесів за показниками точності реакцій на рухомий об'єкт (РРО)

Зрівноваженість (баланс) процесів збудження та гальмування у центральній нервовій системі (ЦНС) у кожного із обстежуваних оцінювали за результатами тесту «Реакція на рухомий об'єкт» (РРО).

Властивість врівноваженості нервових процесів в павловській типології була першою в хронологічному відношенні, але і до теперішнього часу залишається найменше вивченою. Причиною цього є методичні труднощі визначення її у людини. В лабораторіях І.П. Павлова дану властивість оцінювали за показниками швидкості утворення позитивних та гальмівних умовних рефлексів, характером зриву умовно рефлексорного стереотипу. Після смерті І.П. Павлова його співробітники визначали її за відношенням величини гальмівного умовного рефлексу до величини позитивного за відповідні періоди в процесі вироблення умовно рефлексорного стереотипу та при переробці сигнального значення асоційованої пари умовних подразників. В ряді випадків про врівноваженість судили і за характером переробки умовних рефлексів. Дані підходи діагностування її застосовувались лише на тваринах.

За часів інтенсивного вивчення індивідуально – типологічних властивостей вищої нервової діяльності на людині (кінець 50-х початок 60-х років XX сторіччя) методичними прийомами для визначення врівноваженості нервових процесів пропонувались методики вироблення умовного гальмівного та запізнювального рефлексів, визначення величини орієнтувального умовного рефлексу та швидкості його згасання за умов діагностування фотохімічних, судинних, плетизмографічних, шкірно-гальмівних, рухових, дихальних, умовних рефлексів. Проте майже всі ці методики виявилися непридатними для масових обстежень із-за неможливості отримати кількісну оцінку досліджуваної властивості, а також і із-за складності апаратурних засобів, спеціальних приміщень, великих затрат часу. Висловлювались міркування і появились поодинокі роботи, в яких в якості показників зрівноваженості використовували кількість та рід помилкових реакцій, тобто кількість випадків реагувань на гальмівний подразник та кількість випадків відсутності реакцій на позитивний умовний сигнал. Критерієм оцінки врівноваженості, що представляє величину ділення помилок, зроблених на позитивний подразник.

Але і на сьогодні методики з визначення індивідуально-типологічних відмінностей між людьми за властивістю врівноваженості нервових процесів практично не існує. Варіанти рухової методики, запропоновані (відтворення без участі зору амплітуди рухів, графічний варіант з реєстрацією довжини рухів на папері, кінематометричний варіант методики з використанням кінематометру) та проведення ліній на папері відповідної довжини без контролю зору, реакції на рухомий об'єкт за допомогою електросекундоміра), в основному направлені на виявлення точності рухових реакцій («недоводи», «переводи», «випередження», «запізнення») та віднесення обстежуваних до групи з перевагою збудливих, чи до групи з перевагою гальмівних. Діагностичне значення цієї методики, як на нашу думку, потребує подальших наукових уточнень. Ми ще не вміємо визначати окремо ні процес збудження, ні процес гальмування. Ми отримуємо лише інтегральний показник, який характеризує перевагу одного процесу над другим чи відсутність такої.

І не дивлячись на це, в прикладах обстеженнях для визначення індивідуальних відмінностей прояву рухових реакцій багато науковців рекомендують методику реакції на рухомий об'єкт. Це надзвичайно проста і доступна методика, яка проводиться за допомогою електросекундоміра. Від обстежуваного вимагається натискуванням кнопки правою чи лівою рукою зупинити кожного разу стрілку електросекундоміра на потрібній позначці, який запускає експериментатор. Одні автори рекомендують зупинити стрілку через 1 с, інші – через 1,8 с. Кількість проб в даному експерименті може бути різною. Але більшість експериментаторів для цього застосовують від 15 до 30 проб, оскільки схильність до того чи іншого виду реакцій більш виражена проявляється в перших 25-30 реакціях.

У обстежуваних виявляли РРО, що розуміється як реакція на об'єкт що рухається з постійною швидкістю і зупинка його в зумовленій точці. Для цього нами було застосовано комп'ютер на моніторі якого пред'являли 2 сигнали у вигляді маркерів на доріжці, один з яких статичний інший - динамічна ціль, що кожного разу мала різну відстань від статичного маркера та різне положення на доріжці та рухалась до статичного маркера. Суть завдання полягала в тому, що в кожній окремій пробі обстежуваному необхідно було як можна точніше зупинити динамічний маркер на потрібній позначці. При співпадінні динамічного і статичного сигналів обстежуваному необхідно було якомога швидше натиснути на кнопку і зупинити рух динамічного маркера.

Визначення ВВП передбачало реєстрацію точності реакцій на рухомий об'єкт. Реєстрували рухові відповіді обстежуваного на об'єкт, що рухається з рівномірною швидкістю (рис. 1.1).

При виконанні завдання реакції обстежуваних були передчасними – стрілка динамічний маркер не досягав потрібної позначки, запізниті – маркер «проскакував» потрібне положення і точними – динамічний маркер був зупинений на заданій точці. Кожні відхилення від необхідного положення, а в наших обстеженнях був нуль, характеризували абсолютними величинами в мс. Крім того, передчасні реакції позначали знаком «+», запізниті - знаком «-», точні реакції - знаком «0». В одному експерименті застосовували 30 залікових спроб після

пред'явлення 3 тренувальних. В протоколі реєстрували наявні величини кожної реакції з її знаком.

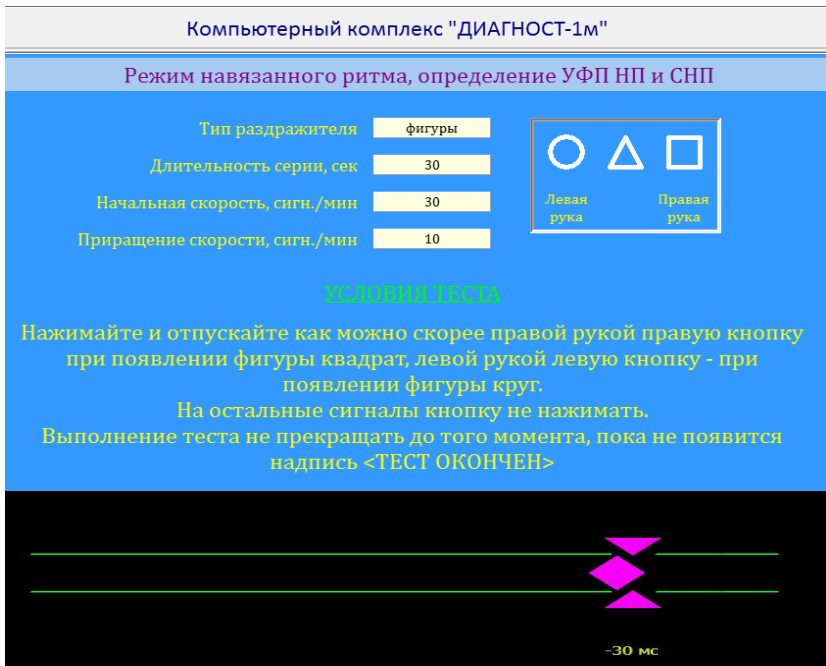


Рис. 1.1 Дослідження індивідуально-типологічних властивостей на апараті «Діагност-1М».

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:

$$K = T/30 \times 100\%,$$

де: K – частота точних відхилень,

T – кількість точних реакцій,

30 – кількість залікових спроб,

- кількість випереджувальних і кількість запізнених реакцій; сумарну величину відхилення від нуля (арифметична сума);

- середню величину помилок окремо для передчасних і окремо для запізнених (часткове від ділення сумарного цього роду помилок на їх кількість) відповідей.

Шкала оцінок по часу середньої величини помилок виглядає таким чином:

12 мс і менше – високий рівень,

13-16 мс – рівень вищий за середній,

17-20 мс – середній рівень,

21-24 мс – рівень нижчий за середній,

25 мс і більше – низький рівень зрівноваженості нервових процесів.

Точність - відношення сумарного числа правильних відповідей до загальної кількості переглянутих (пред'явлених) пунктів (дозволяє виявити осіб, що діють при вирішенні інтелектуальних завдань «навмання») ($P_m = m/q$).

Стабільність - нормована варіативність - відношення середньої різниці між суміжними значеннями базового параметра до їх суми, помноженої на константу. Виражається у відсотках до середнього значення базового параметра

$$(V = \frac{1}{q-1} \sum_{i=L}^q \frac{2|T_i - T_{i+1}|}{T_i + T_{i+1}} 100 \%).$$

Теоретично постулюється, що переважання збуджувальних (активаційних) процесів над гальмівними проявляється в тенденції до виконання обстежуваним випереджуючих натискань, тоді як переважання гальмівних процесів (зниження рівня активації) призводить до більшої кількості натискань із запізненням.

При виконанні завдання реакція обстежуваного може бути передчасною – стрілка не досягла вихідного положення, запізненою – стрілка «проскочила» вихідне положення і точною – стрілка зупинена на вихідній поділці. Кожна передчасна чи запізнена реакція має кількісну характеристику в абсолютних значеннях відхилень із своїм знаком «+» чи «-». В протоколі реєструють наявні величини кожної реакції з її знаком. За результатами обстежень визначають:

- показник стійкості реакції з урахування і середньої величини відхилень від середньої арифметичної, за формулою:

$$K = T/30 \times 100\%,$$

де: K – частота точних реакцій;
 T – кількість точних реакцій;
 30 – кількість залікових проб.

- відносну частоту точних відповідей,
- середні величини помилок окремо для передчасних і запізнених реакцій.

Переважа точних реакцій свідчить про зрівноваженість нервових процесів, перевага кількості передчасних – про підвищену збудливість, а збільшення запізнених реакцій – ознака переваги гальмівного процесу.

Враховуючи можливості техніки, методика реакції на рухомий об'єкт переведена нами в комп'ютерний варіант, зміст якої залишається таким же, як і описаний вище. Згідно з цим варіантом передбачається реєструвати рухові реакції у визначеному місці на об'єкт що рухається з рівномірною швидкістю. Момент руху об'єкта задається програмою з інтервалом 0,5-2,5 с. Кількість випробувань (як правило 30 пусків від 3 до 5 раз) задається експериментатором.

Перед початком тестування обстежуваного знайомлять з умовами тесту, що вказано на моніторі, чи усно із слів експериментатора, згідно якої він (піддослідний) повинен натискуванням на кнопку правою чи лівою рукою зупиняти рух об'єкта точно напроти курсору (два трикутника, розміщених один над одним по лінії руху об'єкта) і так до закінчення проходження тесту. Виконання завдання розпочинається після 3-5 раз тренувальних проб.

Реакція обстежуваного вважається точною при точному співпадінні об'єкта з маркером і при відхиленні точки фіксації об'єкта від зупиняючого маркера в межах ± 5 мс. Прийнято вважати, що якщо фіксацію рухового об'єкта здійснено передчасно, тобто перевищує величину -5 мс, то відмічається перевага в даній спробі збудливого процесу, а якщо фіксація

рухового об'єкта здійснена із запізненням і перевищує +5 мс, то відмічається перевага гальмівного процесу.

Після виконання тесту на екрані монітора фіксуються наступні показники:

- Кількість точних реакцій спроби, сума всіх відхилень та її середнє значення в мс;
- Кількість випереджаючих відхилень і їх середнє значення в мс кращої спроби;
- Кількість запізнєлих відхилень і їх середнє значення в мс кращої спроби;
- Номера трьох кращих спроб;
- Кількість точних реакцій із трьох кращих спроб, сума відхилень та їх середнє значення в мс;
- Кількість випереджаючих відхилень та їх середнє значення в мс із трьох кращих спроб;
- Кількість запізнєлих відхилень та їх середнє значення в мс із трьох кращих спроб;
- Кількість всіх спроб;
- Кількість точних реакцій із всіх спроб, сума відхилень та їх середнє значення в мс;
- Кількість випереджаючих відхилень та їх середнє значення в мс із всіх спроб;
- Кількість запізнєлих відхилень та їх середнє значення в мс із всіх спроб;
- Час руху об'єкта;
- Кількість проходжень.

Ці показники фіксуються і в архіві даних, чи друкуються на папері.

До тепер ми не можемо дати відповідь на питання чи методика реакції на рухомий об'єкт може використовуватись як адекватна для діагностування властивості нервових процесів, якою є зрівноваженість, як це вважав Н.С. Лейтес. За даними літератури, результати експериментального матеріалу, отриманого як цією методикою, не порівнювали з аналогічними, отриманого з використанням інших рухових методик, не говорячи уже про

методики павловської школи, які широко застосовувались на тваринах для визначення даної властивості. Не порівнювали такі результати не лише з поведінковими реакціями людини, а і з оцінками експертів за успішність професійної діяльності, чи успішність набуття знань і т.д. Разом з тим дана методика рекомендується нині багатьма авторами в наукових посібниках як одна із інформативних для застосування її в системах відбору (за показниками психофізіологічних функцій) різних спеціальностей. Хоча ні критеріїв, ні якихось шкал оцінок даної властивості не пропонується.

Із експериментального матеріалу, набраного нами і нашими учнями, ми не можемо стверджувати про її інформативність у виявленні властивості врівноваженості нервових процесів та можливості використання її в прикладних цілях. Для цього необхідно проводити спеціальні обстеження, яких у нас не вистачає.

Нами запропоновано широкий набір показників, які реєструють при виконанні завдання з реакцією на рухомий об'єкт, щоб з їх допомогою виявити і оцінити індивідуальні відмінності за параметрами врівноваженості нервових процесів і рекомендувати їх для використання в теоретичних і прикладних обстеженнях.

Доки що ми лише з певною долею вірогідності можемо вважати, що за допомогою методики реакції на рухомий об'єкт визначаються індивідуальні відмінності точності сенсомоторного реагування в окремій людини, а також перевага збудливого процесу над гальмівним, чи навпаки гальмівного над збудливим.

Отримані нами упродовж 20 років дослідження дозволяють розробити наступні шкали для оцінювання показників врівноваженості нервових процесів (табл. 1,5).

Таблиця 1.5

Шкали оцінок рівня ВВП мс у осіб різного віку з використанням режиму реакції на рухомий об'єкт

Вік, роки	Рівні нейродинамічних властивостей, мс					Середні значення, (X±m, мс)
	Низький	Нижче за середній	Середній	Вище за середній	Високий	
7-8	≥ 70	69 - 47	46-44	43-31	≤ 30	53,7±3,5
9-10	≥ 56	55-47	46-37	36-28	≤ 27	45,6±1,6
11-12	≥ 51	50-43	42-35	34-26	≤ 25	37,0±2,0
13-14	≥ 34	33-29	28-24	23-19	≤ 18	26,9±1,7
15-16	≥ 34	33-30	29-25	24 -20	≤ 19	27,0±1,8
17-18	≥ 28	27-25	24-22	21-19	≤ 18	23,0±1,5
19-20	≥ 26	25-23	22-20	19-17	≤ 16	21,5± 1,1
21-22	≥ 25	24-22	21-19	18-16	≤ 15	20,8±0,9

1.8. Дослідження показників розумової працездатності (РП) з використанням режиму нав'язаного ритму

Для визначення рівня РП нами була розроблена методика дозованого пред'явлення інформації з поступовим дискретним підвищенням та зниженням швидкості подачі подразників. Ця методика дає можливість виявити не тільки показники РП, а і адаптивні реакції та резервні можливості організму. Для визначення і оцінки РП пропонується використовувати нейрофізіологічний тест з випадковим пред'явленням стимулів на які відповідь потрібна і кондиціонуючого стимулу на який (які) відповідь не потрібна.

Спочатку в режимі «оптимального ритму» проводяться дослідження латентних періодів складної реакції вибору двох з трьох подразників (PB2-3). Визначення швидкості PB2-3 проводили для лівої та правої руки. Обстежуваному пред'являються на екрані комп'ютера позитивні і гальмівні подразники у вигляді геометричних фігур (коло, квадрат і трикутник). Перед початком роботи обстежуваний отримував інструкцію, у відповідності з якою необхідно було виконувати завдання: при появі на екрані фігури "коло" швидко натискати

пальцем лівої руки на ліву кнопку, на "квадрат" - правою рукою на праву кнопку, а при пред'явленні "трикутника" - гальмівний подразник - не натискати на жодну з кнопок.

Реєструється середній час здійснення реакції для лівої і правої руки, кількість помилок, статистичні показники переробки інформації.

Після визначення швидкості складних сенсомоторних реакцій приступають до тестування РП з реверсом. Спочатку проводять інструктаж і тренування на швидкостях пред'явлення подразників: 30, 40, 50 за хвилину. Це дає можливість обстежуваному не тільки концентрувати увагу на виконанні завдання, але й ознайомитися з ритмом подачі сигналів та загасити орієнтувальний рефлекс. Основне дослідження починається з фігур на швидкості 30 подразників за 1 хвилину. Потім швидкість пред'явлення подразників збільшувалась дискретно на 30 кадрів і переходили до 60, 90 і 120 і далі у тій же послідовності знижується. Закінчували роботу на швидкості 30 подразників за 1 хвилину.

Усього обстежувані послідовно виконують 7 серій. Час пред'явлення кожної серії - незмінний і триває 30 секунд. Час виконання роботи по переробці інформації з реверсом становить 210 с. За цей час роботи кількість переробленої інформації для обстежуваних становить 240 подразників. Кількість помилок та їх відсоток для кожної швидкості висвітлюється на екрані і записується у протокол.

Показник РП обстежуваних за умови переробки інформації з різною швидкістю пред'явлення подразників (з реверсом) визначається за формулою:

$$РП = \frac{K-P}{T};$$

де: K – кількість переробленої інформації (240 сигналів) мінус кількість помилкових реакцій;
 P – кількість допущених помилок;
 T - загальний час роботи (210 с).

Індекс розумової працездатності (ІРП) організму обстежуваного визначається за формулою:

$$IPП = \frac{0,5t_1(P_1 + P_2 + P_3 + P_4) + 0,5t_2(P_5 + P_6 + P_7)}{10},$$

де: P_1, P_2, P_3, P_4 – кількість помилок при поетапному підвищенні швидкості пред'явлення подразників (висхідних) 30, 60, 90 та 120 подр./хв;
 P_5, P_6, P_7 – кількість помилок при поетапному зниженні швидкості пред'явлення подразників (нисхідних) 90, 60 та 30 подр./хв;
 t_1 – час роботи на швидкості 30, 60, 90 та 120 подр./хв (загалом 120 с);
 t_2 – час роботи на швидкості 90, 60 та 30 подр./хв (загалом 90 с).

Коефіцієнт ефективності РП ($K_{ef.}$) визначали як відношення сумарної кількості помилок до часу роботи по переробці інформації:

$$K_{ef.} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7}{T_{заг}}$$

де: P_1, P_2, P_3, P_4 – кількість помилок при поетапному підвищенні швидкості пред'явлення подразників (висхідних) 30, 60, 90 та 120 подр./хв;
 P_5, P_6, P_7 – кількість помилок при поетапному зниженні швидкості пред'явлення подразників (нисхідних) 90, 60 та 30 подр./хв;
 $T_{заг}$ – загальний час роботи на всіх швидкостях (210 с).

Коефіцієнт ефективності РП за умови підвищення швидкості пред'явлення подразників ($K_{підв.}$) визначається як відношення сумарної кількості помилок віднесених до часу роботи по переробці інформації:

$$K_{підв.} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}{t_1};$$

де: P_1, P_2, P_3, P_4 – кількість помилок при поетапному підвищенні швидкості пред'явлення подразників (висхідних) 30, 60, 90 та 120 подр./хв;
 t_1 – час роботи на швидкості 30, 60, 90 та 120 подр./хв (на загал 120 с.);

Коефіцієнт ефективності РП за умови зниження швидкості пред'явлення подразників ($K_{зн.}$) визначається як відношення сумарної кількості помилок віднесених до часу роботи по переробці інформації:

$$K_{зн.} = \frac{П_5 + П_6 + П_7}{t_2};$$

де: $П_5, П_6, П_7$ – кількість помилок при поетапному зниженні швидкості пред'явлення подразників (нисхідних) 90, 60 та 30 подр./хв;
 t_2 – час роботи на швидкості 90, 60 та 30 подр./хв (загалом 90 с).

Функціональний резерв розумової працездатності (ФРРП) при виконанні розумової роботи по переробці інформації в режимі реверсу визначається за формулою:

$$W_{\Delta} = \frac{S_1 - S_2}{100};$$

де: $S_1 = 0,5t_1(П_1 + П_2 + П_3 + П_4)$;
 $S_2 = 0,5t_2(П_5 + П_6 + П_7)$;
 $П_1, П_2, П_3, П_4$ – кількість помилок при поетапному підвищенні швидкості пред'явлення подразників (висхідних) 30, 60, 90 та 120 подр./хв;
 $П_5, П_6, П_7$ – кількість помилок при поетапному зниженні швидкості пред'явлення подразників (нисхідних) 90, 60 та 30 подр./хв;
 t_1 – час роботи на швидкості 30, 60, 90 та 120 подр./хв (загалом 120 с);
 t_2 – час роботи на швидкості 90, 60 та 30 подр./хв (загалом 90 с).

Чим більша величина W_{Δ} , тим більший функціональний резерв РП. Показники РП на предметні та словесні подразники під час переробки інформації за замкнутим циклом її пред'явлення і у групи обстежуваних представлені у табл. 1.1.

Також можна визначити відносний функціональний резерв розумової працездатності за формулою:

$$W_{відн.} = \frac{\Pi_{підв.}}{\Pi_{зн.}}$$

де: $\Pi_{підв.}$ - кількість помилок при поетапному підвищенні швидкості пред'явлення подразників;
 $\Pi_{зн.}$ - кількість помилок при поетапному її зниженні.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ВІДМІННОСТЕЙ СЕНСОМОТОРНОГО РЕАГУВАННЯ НА РОЗУМОВІ НАВАНТАЖЕННЯ РІЗНОГО СТУПЕНЯ СКЛАДНОСТІ

Зацікавленість до вивчення швидкості сенсомоторного реагування у людини і дотепер залишається високим як в області фізіології вищої нервової діяльності та психофізіології, фізіології праці та спорту, авіакосмічної медицини та підводної фізіології і т.д., так і в потребі практиків. Аналіз наявних літературних джерел, а також наукових звітів різних відомих організацій дозволяє виділити два основних напрямки обстежень, в яких часу реакцій відводиться головна роль – інформативність показника. Один із цих напрямків передбачає використання його для оцінки та контролю функціонального стану організму в стані спокою за умов виконання фізичних навантажень різної складності на виробництві, в спортивній та розумовій діяльності, перебуванні людини в екстремальних ситуаціях, при дії найрізноманітніших факторів зовнішнього та внутрішнього середовища, розробці раціональних тактик реабілітаційних заходів, в різні вікові періоди онтогенетичного розвитку тощо. Другий напрямок – для виявлення індивідуальних відмінностей між людьми, характеристики особливостей вищих відділів центральної нервової системи з метою використання їх в системі професійного психофізіологічного відбору спеціалістів операторського профілю та спецслужб особливого призначення, особливості передбачення поведінки людини в складних ситуаціях, контролю рівня тренуваності в спорті та лікуванні організму і їх.

Особливістю вивчення прояву швидкості сенсомоторного реагування на прості та з вибором подразника, які пред'являються обстежуваному в режимі оптимального ритму, тобто найбільш зручному для кожного індивідуума. Як розумове навантаження для переробки інформації застосовуються ті ж самі зорові подразники, що мали місце при визначенні нейродинамічних властивостей з використанням режиму зростаючого навантаження та зворотного зв'язку. Це предметні символи (геометричні фігури, кольори) та словесні (назви тварин,

рослин і неживих предметів). У режимі оптимального ритму реєструють значення латентних періодів простих зорово-моторних та реакцій вибору двох із трьох.

2.1. Дослідження швидкості простих сенсомоторних реакцій (ПЗМР) на зорові подразники

Як ми уже відмічали, оцінка швидкості сенсомоторного реагування здійснюється за величиною латентних періодів зорово-моторних рухових актів, тобто за показником скритого часу від моменту пред'явлення подразника до початку відповіді на нього.

Час простої сенсомоторної реакції є інтегральним показником швидкості проведення збудження по різних ланкам рефлекторної дуги, яка включає час на фізико-хімічні процеси в рецепторі, проведення збудження від рецептора в центральну нервову систему (зоровий центр) і від неї в рухову область, проведення збудження до м'язів та їх опрацювання. Такий шлях проведення збудження по центральним утворенням дозволяє розглядати час простої сенсомоторної реакції в якості критерію збудливості центральної нервової системи і надає латентному періоду значення адекватного показника її функціонального стану.

Сутність методики полягає у вимірюванні часу рухової реакції на зоровий подразник. Для визначення латентного періоду обстежуваному пропонується інструкція, згідно якої він повинен при появі на екрані монітора сигналу у вигляді геометричної фігури, кольору чи слів якнайшвидше правою (лівою) рукою натискувати та відпускати кнопку правої руки. Прилад у реальному масштабі часу реєструє та відтворює на екрані середнє значення латентного періоду за 30 (50) застосувань однорідних подразників, а також інші статистичні показники варіаційного ряду (похибки середнього значення, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації). Отримані результати заносяться в протокол (при роботі на приладі ПНДО), фіксуються в пам'яті комп'ютера, або ж дублюються принтером на папері. Ми застосовували для пред'явлення 30 сигналів із експозицією 0,1 с. Показником швидкості сенсомоторного реагування окремого індивідуума вважали значення латентного періоду зорово-

моторного акту, яке було найкоротшим у трьох замірах кожного тесту. Таким чином в оцінці часу реакції зумовлений результатами аналізу експериментальних даних, отриманих на одних і тих же обстежених, які виконували одне і те ж завдання декілька разів. У наших спеціально проведених обстеженнях це завдання повторювалось 20 разів. Одні обстежувані його виконували протягом п'яти днів, інші - впродовж місяця. В день проведення експерименту тест застосовувався не більше п'яти разів. Виявилося, що латентні періоди, як і всі інші характеристики вищих відділів центральної нервової системи, стабілізуються й досягають свого оптимального значення в основному за перші три обстеження. Тому ми рекомендуємо для виявлення індивідуальних властивостей сенсомоторних реакцій застосовувати три повтори одного і того ж тесту, а для оцінки цих властивостей – кращий результат із цих замірів.

З урахуванням такого підходу виявлення швидкості сенсомоторного реагування пропонується наступна шкала оцінок рівнів латентних періодів простої реакції для людей зрілого віку:

182 мс і менше – високий рівень,

183-226 мс вищий за середній,

227-292 мс – середній,

293-330 мс – нижчий за середній,

331 мс і більше – низький рівень швидкості простого сенсомоторного реагування (табл. 2.1).

Розподіл на п'ять рівнів (для зручності співставлень) зроблений на основі результатів обробки великої кількості цифрових масивів (більше тисячі значень) з урахуванням середніх меж абсолютних значень латентних періодів.

Як для властивостей основних нервових процесів, так і для властивостей сенсомоторного реагування однієї із основних компонентів їх оцінки являється швидкість. І одні, і другі властивості характеризують індивідуальні відмінності їх прояву між людьми. Виникає запитання, а як вони зв'язані між собою? Адже при виявленні зв'язку чи відмінностей поміж них властивості сенсомоторних реакцій можуть бути рекомендовані чи не рекомендовані для характеристики індивідуально-типологічних властивостей вищої нервової діяльності, якими є функціональна рухливість і сила нервових процесів. Останні, як

відомо, признані найбільш відповідальними за індивідуальні особливості прояву електрофізіологічних, сомато-вегетативних та психічних функцій, що визначають успішність навчальної та професійної діяльності і, таким чином, вважається базовими в системі професійного психофізіологічного відбору і, особливо спеціалістів операторського профілю та кандидатів на військову службу для роботи в екстремальних умовах.

Таблиця 2.1

Шкали оцінок рівня ПЗМР (мс) у осіб різного віку на предметні подразники
(геометричні фігури)

Вік, роки	Рівні сенсомоторних властивостей, (мс)					Середні значення, ($\bar{X} \pm m$)
	Низький	Нижче за середній	Середній	Вище за середній	Високий	
7-8	≥ 420	419-386	385-350	349-315	≤ 316	374,5 $\pm$ 8,3
9-10	≥ 365	364-330	329-295	294-260	≤ 259	308,4 $\pm$ 8,4
11-12	≥ 346	345-306	305-265	264-223	≤ 224	295,3 $\pm$ 10,1
13-14	≥ 311	310-280	279-246	245-210	≤ 211	268,8 $\pm$ 6,9
15-16	≥ 310	309-269	268-228	227-197	≤ 196	259,7 $\pm$ 6,9
17-18	≥ 290	289-254	253-218	217-184	≤ 183	243,3 $\pm$ 8,2
19-20	≥ 260	259 -233	233-207	206-181	≤ 180	228,4 $\pm$ 9,8
21-22	≥ 234	233-217	216-201	200-185	≤ 184	204,4 $\pm$ 11,6

Функціональну рухливість і силу нервових процесів, як і швидкість простого сенсомоторного реагування визначали за тими ж методиками, що описані нами в цьому посібнику. Лише для простоти обробки та аналізу отриманих результатів обстежуваних в кількості 157 чоловік методом сигнальних відхилень поділили на три групи за рівнем їх властивостей: високий, середній і низький рівні. Для оцінки властивостей нервових процесів були взяті їх результати, отримані із застосуванням як режиму нав'язаного ритму, так і режиму зворотного зв'язку. Не дивлячись на те, що між різними показниками властивостей виявлені високі кореляційні зв'язки і можна було користуватись одною чи іншою із них, ми свідомо

пішли на співставлення всіх досліджуваних перемінних. Це обумовлено потребою у всебічному підході отримання експериментальних даних і широкому їх анамнезі, оскільки питання інформативності показників швидкості простого сенсомоторного реагування в літературі представлено різними трактуваннями навіть.

Результатами обробками та аналізу отриманого матеріалу виявлена відсутність статистично значимих відмінностей середніх значень латентних періодів простих сенсомоторних реакцій між групами обстежуваних з різними індивідуально-типологічними властивостями вищої нервової діяльності. Швидкість просто реагування на зорові подразники була майже однаковою як у груп осіб з високою, середньою та низькою функціональною рухливістю, яку діагностували в режимі зворотного зв'язку та зростаючого навантаження, так і у осіб з різною силою нервових процесів (працездатність головного мозку), яку діагностували в цих режимах. Як приклад, у групі осіб з високим рівнем властивості функціональної рухливості (режим нав'язаного ритму) середні значення латентного періоду простої реакції становили 288,14 мс, а в групі з низькою градацією - 281,71 мс. Прослідковується, але надто слабо і то не скрізь, тенденція дещо довшої величини латентного періоду у осіб з низьким рівнем властивостей основних нервових процесів. Найдовшою (294,12 мс) вона проявилась у осіб з різною силою нервових процесів (режим зворотного зв'язку). За шкалою оцінок рівнів латентних періодів простих сенсомоторних реакцій ця величина попадає в градацію рівня нижчу від середнього. Ґрунтуючись на цих даних ми уже можемо стверджувати, що швидкісні реакції у виді латентних періодів простих зорово-моторних реакцій не можуть вважатись такими, що характеризують індивідуально-типологічні властивості вищих відділів центральної нервової системи.

Докази відсутності достовірних відмінностей поміж груп обстежуваних з різними властивостями є і дані кореляційного аналізу показників швидкості простого зорово-моторного реагування з показниками швидкості та якості переробки складної інформації з диференціювання позитивних та гальмівних сигналів. Лише в одному випадку отримано

достовірний зв'язок між латентним періодом простої сенсомоторної реакції і силою нервових процесів, які виявляються в режимі зворотного зв'язку. Пояснити такий результат нам не просто. Є тільки передбачення, що можливо це зв'язано з особливим контингентом обстежуваних. Вони представленні кандидатами на військову службу з підвищеною нервово-емоційною стійкістю, для яких специфіка діяльності вимагає від них не тільки високих рівнів властивостей основних нервових процесів, а і високої швидкості простих рухових актів. За нашими даними, отриманими при вивченні формування і становлення психофізіологічних функцій людині в онтогенезі і в тому числі простих сенсомоторних реакцій, у осіб з віком від 11 до 50 років коефіцієнт кореляції між цими рядами перемінних, як і відмінності середніх значень латентних періодів поміж груп з різними властивостями функціональної рухливості, не виявлено. Такі ж результати отримано і великою кількістю наших учнів, які в своїх експериментах застосовували ті ж методичні засоби, що і ми. Тому, мабуть, цей зв'язок слід розглядати як виняток, що співпав з підбором особливого контингенту. Кореляції з поміж обома рядами сенсомоторних реакцій і рівнями функціональної рухливості та сили нервових процесів за режиму ступінчатого навантаження не виявлена. Величина латентного періоду корелювала з величиною рівня функціональної рухливості на рівні – 0,04 за умови його діагностування в режимі нав'язаного ритму і на рівні 0,18 - за умови діагностування його в режимі зворотного зв'язку, а також на рівні 0,06 - із силою нервових процесів за умов зростаючого навантаження.

Цікаво, що в групах осіб з низькими градаціями індивідуально-типологічних властивостей показники швидкості сенсомоторної реактивності були як з високим, так і з низькими значеннями, чого не спостерігалось у осіб з високими властивостями. Такі дані, слід вважати, являються підтвердженням гіпотези Б.М. Теплова про наявність зворотних зв'язків між силою нервової системи і абсолютною чутливістю.

На поставлене нами запитання, як зв'язані між собою швидкість простого сенсомоторного реагування та швидкість реакції з диференціювання подразників різного ступеня складності, висновок може бути наступним: - індивідуальні

відмінності людини по показниках швидкості простого зорово-моторного реагування та детерміновані типологічними властивостями вищих відділів центральної нервової системи не зв'язані між собою. Будучи однією із складових індивідуально-типологічних властивостей вищої нервової діяльності окремо взята величина латентного періоду простих сенсомоторних реакцій не характеризує ні функціональну рухливість, ні силу і, отже, не може бути використана в якості інформативного критерію їх оцінки. Швидкість простого сенсомоторного реагування, слід вважати, характеризує функціональний стан організму і, як ми писали раніше, рівень збудливості відповідних рефлекторних дуг, швидкість протікання збудження по нейронним ланцюгам.

Звертаємо увагу ще на один момент, який і до цього часу має місце в фізіології вищої нервової діяльності і особливо в прикладній психофізіології. Швидкість сенсомоторного реагування за величинами латентних періодів на прості зорові і слухові подразники використовується багатьма науковцями в якості інформативного критерію оцінки сили нервових процесів. При цьому для визначення даної властивості використовують методику замірів латентних періодів простих реакцій не лише при короткотривалих застосуваннях подразників, але і методику з багаторазовим їх пред'явленням, що отримало назву рефлексометричний варіант «згасання з підкріпленням». Фізіологічним обґрунтуванням даного методичного підходу є те, що застосування великої кількості сигналів, які слідкують один за другим, у нервових структурах тієї чи іншої функціональної системи, що забезпечує реалізацію сенсомоторної реакції, призводить до зміни функціонального стану. Вважається, що у осіб із слабкою нервовою системою ці зміни проявляються у збільшенні латентних періодів рухових відповідей в кінці експерименту, тоді як у людей із сильними нервовими процесами вони в основному не змінюються. Більшість авторів залежність зміни латентного часу в співставленні з фоновими значеннями пояснюють наявним початковим рівнем активації нервової системи. У осіб із слабкою нервовою системою, в яких фоновий рівень активації вищий, сумація збудження при багаторазовому частому застосуванні сигналу призводить до швидкого

досягнення межі реагування, за якими наступає розвиток гальмування. У осіб з сильними нервовими процесами вихідний рівень активації нижчий, ніж у «слабких», у зв'язку з чим сумація збудження в них може відбуватися довше і гальмування наступити значно пізніше.

Дослідники, які для визначення сили нервових процесів користувалися рефлексометричною методикою, пропонували обстежувати різну кількість подразників (від 50 до 340), на які вони повинні були реагувати. Показником сили вважається так званий коефіцієнт сили, який вираховується як процентне відношення середнього латентного часу реакції в кінці дослідження (за 10, 15 чи 20 застосувань подразників) до середнього латентного часу на початку дослідження (за такою ж кількістю подразників, як і в кінці дослідження).

Не будемо піддавати аналізу адекватність цього методичного підходу для вивчення працездатності головного мозку, а спробуємо вяснити в якому зв'язку він знаходиться з методикою, яка нині вважається загально прийнятою, тобто в якій показник сили діагностується за якістю переробки зорово-моторного навантаження, яке пред'являли в режимі зростаючого навантаження. Для цього на 170 особах віком 21-23 років виявляли силу нервових процесів за коефіцієнтом сили методикою «згасання з кріпленням» та силу нервових процесів за якістю переробки інформації. Пред'явлення зорових подразників з використанням двох методичних підходів здійснено на приладі ПНДО-1. Для визначення коефіцієнта сили обстежуваному пред'являли 240 сигналів з експозицією 0,7 с в оптимальному режимі (інтервал між пред'явленнями подразників 0,5 с- 1,9 с), для визначення якості - 585 подразників, які пред'являлись на швидкостях від 30 до 150 за 1 хв в режимі нав'язаного ритму. Коефіцієнт сили (*A*) розраховували за формулою:

$$A = \frac{ПЗМР_{(1-20)}}{ПЗМР_{(221-240)}} \cdot 100\%$$

де: $ПЗМР_{(1-20)}$ - середній час простої зорово-моторної реакції за перші 20 подразників;
 $ПЗМР_{(221-240)}$ - відповідно за останні 20 подразників.

Результати обробки і аналізу отриманих даних дозволяють стверджувати виявленні нами, що параметри сили не є індикаторами однієї і тієї ж властивості, якщо взагалі можна погодитись з тим, що коефіцієнт сили характеризує якусь властивість. Підставою для такого висновку є відсутність достовірного зв'язку по всій вибірці обстежених між показниками якості і коефіцієнтом сили, як і відсутність достовірних відмінностей коефіцієнта сили між групами з різним рівнем сили (високим, середнім і низьким). Звертає увагу тенденція до більш високої швидкості сенсомоторного реагування у осіб з високим і середнім рівнем сили. Обстежувані з низьким рівнем сили мали дещо нижчі показники рухових актів.

Слід гадати, що відсутність кореляційних зв'язків між рядами перемінних ознак та достовірних відмінностей поміж груп є однією із особливостей прояву нейрофізіологічних механізмів, які відбивають різні сторони функціонування нервової системи. Показник сили за коефіцієнтом сили відображає тільки силу збудливого процесу, в той час як сила нервових процесів, виявлена за якістю переробки розумового навантаження, характеризує силу обох нервових процесів. В свою чергу, час простих сенсомоторних реакцій більшою мірою відображає існуючий на даний момент функціональний стан.

Ось тому, порівняльні результати наших досліджень і ряду літературних даних, а також теоретичні міркування, на нашу думку, дають право вважати, що рефлексометричний варіант визначення сили нервових процесів не може бути інформативним для оцінки працездатності головного мозку.

2.2. Визначення швидкості складних сенсомоторних реакцій за показниками латентних періодів реакції вибору одного із трьох (РВ₁₋₃) сигналів

Сутність методики полягає у визначенні швидкості та точності сенсомоторного реагування, що здійснюється в умовах реакції вибору. Основним показником швидкості є абсолютне значення величини латентного періоду в мс. Показником точності — наявність помилкових реакцій.

Згідно інструкції обстежуваний повинен при появі на екрані одного із трьох сигналів (чи це квадрат, чи слово з назвою тварин, чи червоний прямокутник - реагувати на нього швидким натискуванням правою чи лівою рукою кнопку правої руки. На інші подразники кнопку не натискувати. Рід подразника та послідовність їх пред'явлення визначаються експериментатором за допомогою програмного забезпечення. При цьому реєструється середнє значення латентного періоду реакції вибору, що і при визначенні швидкості простого сенсомоторного реагування та ще і з вказівкою кількості помилкових реакцій (пропуск сигналу, натискування на гальмівний сигнал). З використанням для діагностування сенсомоторної реактивності системи «Діагност-ІМ» в пам'яті комп'ютера фіксуються, а також виводяться на екран монітора ще і дані середнього значення моторної реакції (час від початку натискування на кнопку вижимного пристрою до її відпускання) та середнє значення часу центральної обробки інформації (різниця між величиною латентного періоду реакції вибору та величиною латентного періоду простої зорово-моторної реакції). Тест із 30 подразників за 1 хвилину протягом 30 секунд пред'являється тричі і заліковим вважається кращий результат (найкоротше середнє значення величини латентного періоду).

Уточнені шкали оцінки рівнів латентних періодів реакції вибору одного із трьох сигналів характеризуються такими значеннями:

Середні значення відповідей на предметні подразники для людей зрілого віку:

280 мс і менше - високий рівень;

281-323 мс - вищий за середній;

324-398 мс – середній;

399-433 мс - нижчий за середній;

434 мс і більше - низький рівень швидкості сенсомоторного реагування реакції вибору одного із трьох сигналів (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Шкали оцінок рівня PB_{1-3} (мс) у осіб різного віку на предметні показники
(геометричні фігури)

Вік, роки	Рівні сенсомоторних властивостей, (мс)					Середні значення, ($X \pm m$)
	Низький	Нижче за середній	Середній	Вище за середній	Високий	
7-8	≥ 604	603-532	531-461	460-391	≤ 390	$523,5 \pm 6,2$
9-10	≥ 580	579-510	509-440	439-371	≤ 370	$497,5 \pm 8,8$
11-12	≥ 566	565-467	496-427	426-356	≤ 355	$457,0 \pm 7,7$
13-14	≥ 524	523-463	462-401	400-341	≤ 340	$398,3 \pm 8,5$
15-16	≥ 473	472-421	420-372	371-321	≤ 320	$378,3 \pm 6,9$
17-18	≥ 448	447-402	401-356	355-311	≤ 310	$357,1 \pm 7,5$
19-20	≥ 413	412-372	371-332	331-291	≤ 290	$350,3 \pm 5,5$
21-22	≥ 404	403-369	368- 334	333-294	≤ 293	$344,2 \pm 6,5$

Розподіл на п'ять рівнів (для зручності співставлень) зроблений на основі результатів обробки великої кількості цифрових масивів (більше тисячі значень) з урахуванням середніх меж абсолютних значень латентних періодів.

2.3. Дослідження швидкості складних сенсомоторних реакцій за показниками латентних періодів реакції вибору двох із трьох (PB_{2-3}) сигналів

Дещо складнішим завданням у порівнянні перших двох є визначення швидкості складної сенсомоторної реакції вибору двох із трьох подразників. При такому навантаженні виконання завдання здійснюється двома руками. Згідно інструкції обстежуваний повинен при появі на екрані фігури квадрат, чи слів з назвою тварин, чи сигналу червоного кольору швидко натискувати і відпускати праву кнопку правою рукою. При появі фігури коло, чи слів з назвою рослин, чи сигналу зеленого кольору - лівою рукою ліву кнопку. На фігуру трикутник, слів з назвою неживих предметів та сигналу жовтого кольору - ні праву, ні ліву кнопки не натискувати. Ці сигнали є гальмівними.

Експозиція пред'явлення сигналів у двох останніх тестах дорівнює 0,9 секундам. При визначенні швидкості простого сенсомоторного реагування її установлювали на 0,7 секунди.

Установки реєструють та відтворюють на екрані всі ті статистичні параметри швидкості переробки інформації, що і з використанням попередніх методичних підходів.

Уточнені шкали оцінки рівнів латентних періодів реакції вибору двох із трьох сигналів характеризуються такими значеннями:

335 мс і менше - високий рівень;

336-390 мс - вищий за середній;

391-463 мс – середній;

464-501 мс - нижчий за середній;

502 мс і більше - низький рівень швидкості сенсомоторного реагування реакції вибору двох із трьох сигналів.

Шкали оцінок рівнів латентних періодів реакції вибору двох із трьох сигналів є наступні (табл. 2.3 Таблица 2.3).

Таблиця 2.3

Шкали оцінок рівня РВ₂₋₃ (мс) у осіб різного віку на предметні показники (геометричні фігури)

Вік, роки	Рівні сенсомоторних властивостей, (мс)					Середні значення, ($\bar{X} \pm m$)
	Низький	Нижче за середній	Середній	Вище за середній	Високий	
7-8	≥ 637	636-577	576-516	515-455	≤ 454	578,3 $\pm$ 19,1
9-10	≥ 592	591-540	539-490	489-439	≤ 438	518,4 $\pm$ 13,1
11-12	≥ 567	566-501	516-465	464-409	≤ 408	481,1 $\pm$ 13,1
13-14	≥ 511	510-472	471-431	430-391	≤ 390	462,4 $\pm$ 13,1
15-16	≥ 505	504-455	454-403	402-351	≤ 350	451,1 $\pm$ 13,8
17-18	≥ 490	489-439	438-388	387-336	≤ 335	435,5 $\pm$ 18,2
19-20	≥ 484	483-438	437-388	387-341	≤ 340	432,3 $\pm$ 11,1
21-22	≥ 474	473-431	430-386	385-340	≤ 339	426,5 $\pm$ 13,1

З'ясувавши зв'язок швидкості простого сенсомоторного реагування з властивостями основних нервових процесів, виникає питання, в яких же «стосунках» знаходиться швидкість складного сенсомоторного реагування з індивідуально-

типологічними особливостями вищої нервової діяльності? Адже і при здійсненні реакції вибору, і при виконанні розумового навантаження, як тесту для визначення властивостей нервових процесів, відбувається переробка інформації з диференціювання позитивних і гальмівних сигналів. Різниця лише в тому, що при реакції вибору переробка інформації здійснюється в оптимальному режимі, а при виконанні тесту з визначення властивостей - в режимі нав'язаного ритму і режиму зворотного зв'язку, тобто із зміною як швидкості пред'явлення, так і кількості навантаження. Наявність між ними достовірних зв'язків, як і достовірності відмінностей різниць середніх значень латентних періодів реакцій вибору поміж груп осіб з різними властивостями основних нервових процесів, повинна дати відповідь на інформативність показника швидкості складної реакції для оцінки індивідуально- типологічних властивостей вищої нервової діяльності людини.

Методика і схема проведення обстеження, як і контингент обстежуваних, були тими ж, що і при вивченні зв'язків швидкості простого сенсомоторного реагування з властивостями основних нервових процесів. Результатом обробки і аналізу експериментального матеріалу явились такі дані. В одних випадках між середніми величинами латентних періодів реакцій вибору у виділених групах з різними індивідуально-типологічними властивостями отримано статистично достовірні відмінності ($t = 3,65-1,94$ при $p < 0,001-0,05$), в других вони мали тенденцію до різниць ($t = 1,71-1,00$ при $p > 0,05$), а в інших - були слабо виражені, або і зовсім не проявлялися ($t = 0,22-0,63$). Ці відмінності за таких умов проведення експерименту обумовлені, слід вважати, складністю розумових завдань з переробки інформації. Тобто, чим складніше пропонувалось навантаження з вибору сигналів, тим більші різниці були поміж груп. Так, при реакції вибору одного із трьох сигналів поміж обстежуваних різних груп (з високим, середнім і низьким рівнем) виявлені односпрямовані зміни. У обстежуваних з високими властивостями як рівня функціональної рухливості, так і рівня сили нервових процесів при обох режимах їх діагностування латентні періоди були завжди коротшими, ніж у осіб з середніми та низькими градаціями цих властивостей. В одному випадку

середні значення латентних періодів виявились навіть на рівні достовірності між групами з високим та низьким ($t=3,02$) і високим та середнім ($t=2,57$) рівнями сили нервових процесів при зворотному зв'язку. За умови інших співставлень збереглася чітка тенденція до подовження часу сенсомоторного реагування осіб з низькими та середніми властивостями у порівнянні з групами, що мали вищі значення.

Більш виражені відмінності середніх значень латентних періодів поміж груп з різними індивідуально-типологічними властивостями були виявлені за умови реакції вибору двох із трьох сигналів. Швидкість сенсомоторного реагування у осіб з високими властивостями основних нервових процесів достовірно значимо відрізнялась від швидкості реагування особами з низькими, а інколи і із середніми градаціями цих властивостей (у бік швидкого реагування). Особи з низькими властивостями хоч і не відрізнялись на рівні статистично значущої відмінності від осіб середнього рівня, проте тенденція подовження часу реакції вибору у них збереглася.

Отримані дані відмінностей середніх значень швидкості сенсомоторного реагування у осіб з різними особливостями вищої нервової діяльності підтверджено і результатами кореляційного аналізу. Зокрема, латентний період реакції вибору одного із трьох сигналів зберіг тенденцію зв'язку з даними рівня всіх властивостей, а з параметрами сили за умов визначення їх в обох режимах був навіть статистично значущими ($p < 0,001$).

Як і слід було очікувати, найбільш високих значень між показниками швидкості складної сенсомоторної реактивності і рівнями функціональної рухливості та сили нервових процесів кореляційний зв'язок досягнув за умови реакції вибору двох із трьох сигналів, коли обстежувані диференціювали не тільки вид подразника, але і тип відповіді (лівою чи правою рукою) та ще й з участю гальмівного подразника. За винятком одного випадку, де кореляція хоч і була на рівні 0,17, але не досягла рівня вірогідності, всі інші виявилися високо достовірними: короткі латентні періоди характерними були у осіб з високими показниками властивостей, довгі - у осіб з низькими індивідуально-типологічними властивостями.

Отримані таким чином вірогідні різниці середніх значень величин латентних періодів реакції вибору поміж груп обстежених з різними індивідуально-типологічними особливостями вищої нервової діяльності, як і кореляційні зв'язки між властивостями основних нервових процесів з швидкістю складного сенсомоторного реагування, дає право вважати латентні періоди реакції вибору двох із трьох сигналів в якості додаткових інформативних критеріїв оцінки рівнів функціональної рухливості і сили нервових процесів (працездатності головного мозку).

Надання властивостям основних нервових процесів фізіологічної основи прояву складних сенсомоторних функцій має свої підстави. При здійсненні складної реакції вибору функція мозку охоплює діяльність багатьох функціональних одиниць: нейрональні колонки, нейрональні ансамблі і нейрональні модулі. Такі об'єднання утворюються не тільки в межах якої-небудь однієї ділянки мозку, але і зачіпають різні, віддалені одна від одної. Виконання любого сенсомоторного акту з диференціювання розумових навантажень, а в нашому випадку реакцій вибору різного ступеня складності, зв'язано з участю аналітико-синтетичної діяльності мозку та включенням в дію різного числа мозкових структур. І чим складніше це завдання (і це видно із результатів наших експериментів, де відмінності середніх значень величин латентних періодів поміж груп і кореляційні зв'язки найбільш щільні і більш виражені за умов реакції вибору двох із трьох сигналів у співставленні з реакцією вибору одного із трьох), тим, слід вважати, цих об'єднань утворюється більше і більше. Окрім того, ці дані можуть слугувати одним із підтверджень ролі високо генетично обумовлених властивостей вищої нервової діяльності в формуванні та становленні сенсомоторних функцій і розширюють наші уявлення про їх роль в забезпеченні цілісної діяльності мозку.

2.4. Дослідження сенсорного, моторного компонентів та часу центральної обробки інформації

Як уже було викладено вище, величина часу сенсомоторної реакції визначається як інтервал часу між появою сенсорного сигналу і початком моторної реакції. Тому, розрахувавши різницю в часі латентних періодів складних реакцій диференціювання у відповідь на комбінацію світлових подразники (PB2-3) та прихованого часу простої сенсомоторної реакції (ПЗМР), можна визначити показник часу центральної обробки інформації (ЦОІ):

$$ЦОІ = t_{PB2-3} - t_{ПЗМР}$$

де: t_{PB2-3} – середній час обробки двох з трьох подразників;
 $t_{ПЗМР}$ – середній час простої зорово-моторної реакції.

Моторний компонент реакції (МК) визначали шляхом трикратного максимально швидкого довільного натискання та відпускання кнопки маніпулятора. Звичайно, при роботі в режимі визначення ПЗМР моторний компонент визначається автоматично, оскільки даний режим потребує максимально швидких натиснень на кнопку маніпулятора, а таких натиснень завжди більше трьох.

Кількісно сенсорний компонент (СК) визначається за різницею часу латентних періодів прихованого часу простої сенсомоторної реакції та швидкості моторної реакції:

$$СК = t_{ПЗМР} - t_{МК};$$

де: $t_{ПЗМР}$ – середній час простої зорово-моторної реакції;
 $t_{МК}$ – середній час моторного компоненту.

2.5. Визначення динамічної м'язової витривалості за допомогою теппінг-тесту

Уже більше 50 років у фізіології вищої нервової діяльності, диференціальній психофізіології, фізіології праці та спорту, педагогічній і віковій психології та в системі професійного психофізіологічного відбору різних спеціалістів для дослідження індивідуальних відмінностей між людьми застосовується методика з назвою теппінг-тест. В основу її покладено вимір

максимального темпу руху кисті за відповідні проміжки часу (30-120 с). Як вважають одні автори, величина максимальної частоти характеризує одну із основних складових вищої нервової діяльності, якою є сили нервових процесів, за думкою інших – лабільність, рухливість нервових процесів. Деякі автори вважають даний показник індикатором функціонального стану організму, стану динамічної м'язової витривалості рухового апарату, в тому числі темпу, ритму та стійкості його моторної дії.

Сам по собі методичний підхід теппінг-тесту надзвичайно простий і доступний у виконанні, отримані результати легко піддаються реєстрації та обрахунком і може застосовуватись в обстеженнях людей різного віку і статі, при дії на організм різних факторів зовнішнього і внутрішнього середовища, в умовах тренувальної діяльності та ін. Для проведення обстеження вимагається лише телеграфний ключ, з'єднаний з одним чи декількома лічильниками імпульсів та батарейки, або електромережі. При відсутності апаратури можна користуватись графічним способом реєстрації. Для цього на листку розграфлюють відповідну кількість квадратів (від 6 і більше в залежності від часу виконання тесту, але в основному за 30 с), розміщених в два ряди. Обстежуваний повинен олівцем або ручкою наносити в кожний квадрат за 5 с як можна більше крапок. В протоколі записується загальна кількість рухів і окремо за 5-секундні (а якщо це на приладі, то може бути і за 10 чи 15 с) проміжки часу.

Процедура проведення обстеження полягає в наступному. Після попереднього тренування на ключі чи на папері, обстежуваному дається завдання працювати з максимальною швидкістю на протязі 30 с (чи 60, чи 120 с). В інструкції підкреслюється, що він (обстежуваний) повинен працювати на максимумі вольових зусиль, навіть якщо він вважає (а це завжди так і відбувається), що темп руху у нього зменшується. Його попереджають, чим більшу кількість рухів він встигне зробити за відведений час, тим кращий у нього результат і тим сильніша нервова система (в дійсності для діагнозу використовується інший показник).

На основі даних 5-секундних відрізків будуються криві працездатності, на яких за вихідну точку береться темп руху за

перші 5 с. Силу нервових процесів визначають за типом кривих працездатності, виділяючи при цьому чотири групи: сильну, середню, середньо-слабку та слабку.

Особи із сильною нервовою системою характеризуються випуклим типом кривої, у яких максимальний темп зростає в перші 10-15 с роботи, а в подальшому до 25-30 с він може знизитись навидь нижче фонового рівня.

Обстежувані з середньою силою мають рівномірний тип кривої з утримуванням максимального темпу приблизно на одному рівні протягом всього часу роботи.

Для осіб із середньо-слабкою нервовою системою характерним є підтримання в перші 10-15 с фонового рівня, а потім його зниження.

Слабка нервова система характеризується низхідним типом кривої працездатності. У осіб з таким типом максимальний темп знижується уже з другого п'ятисекундного відрізка і залишається на поступовому зниженні протягом всього часу роботи.

Як вважає автор даної методики професор Ільїн Є.П., фізіологічним обґрунтуванням теппінг-тесту для визначення властивості сили нервової системи може бути наступне. При виконанні завдання за цією методикою в перші 20-25 с саме на центральну нервову систему і її вищі відділи припадає основне навантаження. Подальша робота виявляє уже фізичну втому обстежуваних, яка не завжди може бути зв'язана з приналежністю людини до тієї чи іншої типологічної градації за силою нервової системи. За думкою Є.П. Ільїна задачею методики теппінг-тест саме і є визначення змін, що відбуваються в процесі роботи у центральній нервовій системі, а не на периферії (у м'язах), які настають внаслідок біохімічних та вегетативних процесів. Максимальна інтенсивність короткотривалої роботи, на що і спрямована дана методика, є обов'язковою умовою діагностування сили нервової системи, яка дозволяє обмежити до мінімуму участь вегетативних функцій у виконанні тесту та їх вплив при розвитку втоми. Неврахування цього моменту, яке пише Є.П. Ільїн, неодноразово приводило до невдач при спробах застосувати модель м'язової діяльності для діагностування властивості сили. Підтвердженням цього є експериментальні дані М.Н. Ільїної, якими показано, що при

роботі на максимальній інтенсивності витривалість може бути однаковою і у осіб із сильною, і слабкою нервовою системою, оскільки вона забезпечується різними механізмами, краще розвинутими то у «сильних», то у «слабких» і у одному ці зміни забезпечуються за рахунок вегетативних та біохімічних змін, в інших – за рахунок гальмування, яке розвивається у нервових центрах. На нашу думку, це є великим недоліком методики, оскільки неможна диференціювати зміни у відповідних нервових структурах від тих, що зв'язані з вегетативними та біохімічними процесами, як і вважати кількісну оцінку сили нервових процесів, яку пропонує Є.П. Ільїн, інформативним критерієм її, бо вона має відношення лише до відповідної рангової типологічної групи. І разом з тим, щоб не діагностували за допомогою її, показник максимального темпу кількості рухових реакцій кисті досить чітко виявляє відмінності між окремими індивідуумами.

Останнє ще більше вимагає відповіді на питання, а чи виявляє методика саме ті властивості, про які іде мова в ній, тобто який же зв'язок максимального темпу рухових реакцій (за теппінг-тестом) з індивідуально-типологічними властивостями? Зрозуміло, неадекватність методики вирішенню поставлених задач неодмінно призведе до неправильних висновків, а вивчення зв'язку між рядами цих перемінних може бути обґрунтуванням можливості (чи неможливості) використання її однією із експрес-методик діагностування властивостей основних нервових процесів.

В літературі ми не знайшли робіт, в яких би розглядались питання співставлення параметрів максимального темпу рухових реакцій з індивідуально-типологічними властивостями вищої нервової діяльності з метою обґрунтування виявлення тих властивостей, на які направлена методика. Саме це питання ми і рішили з урахуванням в нашому розпорядженні наявних методик по виявленню цих властивостей, а для оцінки рухових реакцій застосували не динамічний ряд 5-секундних відрізків, а сумарний показник кількості рухових актів за відповідний проміжок часу. В роботах останніх років його використовують як інформативний для оцінки типологічних особливостей вищих відділів центральної нервової системи.

На обстежуваних однорідного контингенту ми вивчали максимальний темп рухових реакцій кисті, функціональну рухливість та силу нервових процесів. Максимальний темп досліджували за допомогою приладу «Діагност-1М» шляхом постукуванням спеціальною паличкою по платформі. Одна частина обстежуваних (61 чоловік) здійснювала постукування упродовж 60 с, друга (65 чоловік) – 120 с. Результати виконання завдання автоматично висвітлювались на табло монітора і записувались в протокол обстежень.

Функціональну рухливість та силу нервових процесів визначали за швидкістю і якістю переробки інформації в режимі нав'язаного ритму з використанням словесних подразників. Для пред'явлення навантаження був використаний прилад «Діагност-1М». Кількісним показником рівня функціональної рухливості був також максимальний темп пред'явлення та переробки сигналів, при якому обстежуваний виконував завдання не більше ніж з 5,0–5,5% помилок на найвищій складності. При цьому вважається, чим вищий темп, тим вищий і рівень функціональної рухливості. Показником сили нервових процесів була загальна кількість помилок (у відсотках до суми пред'явлених сигналів), які допустив обстежений за період виконання всього експериментального завдання. Прийнято, чим менший відсоток помилок, отриманих в межах запропонованих тестів, тим вищий рівень сили (працездатності головного мозку).

Порівняння максимального темпу руху кисті, отриманого за одні і ті самі проміжки часу, вказує на відсутність відмінностей. Так, якщо в групі осіб ($n=65$) максимальна кількість рухових актів за перші 30 с становила $219 \pm 2,37$, то за другі 30 с – $217,12 \pm 2,31$. Майже такі результати отримано і при виконанні аналогічного завдання, але з часом виконання 1хв., а саме: за першу хвилину цей показник становив $425,69 \pm 4,56$ натискувань, за другу – $425,08 \pm 4,64$. Не виявлено достовірних відмінностей між середніми значеннями двох вимірів і в групі обстежених ($n=61$), коли вони виконували завдання протягом 2 хв.: $299,55 \pm 11,00$ за перші 2 хв та $835,18 \pm 13,16$ – за другі.

Вивчення зв'язків максимального темпу руху кисті з функціональною рухливістю та силою нервових процесів довели відсутність їх між цими рядами. З жодним числом рухових актів

показник сили та функціональної рухливості не виявив достовірної кореляції. Коефіцієнт кореляції надзвичайно низькі та вказують на відповідну тенденцію зворотного зв'язку ($r = -0,02-0,15$) із силою нервових процесів. Низькі результати зв'язку отримані і для функціональної рухливості ($r = 0,02-0,09$). На нашу думку, уже ці результати являються експериментальним доказом того, що показник теппінг-тесту, оцінюваний максимальним темпом руху кисті, не зв'язаний з властивостями основних нервових процесів, якими є працездатність головного мозку (сила) та функціональна рухливість.

Підтвердженням відсутності кореляційних зв'язків між рядами досліджуваних перемінних є і аналіз достовірності різниць середніх значень теппінг-тесту у груп осіб з різним рівнем типологічних властивостей (з високим, середнім і низьким). Порівняння середніх значень максимального темпу між цими групами провели за перші та другі 30 с, та за першу і другу хвилини його виконання (співставлення проведено на 65 особах з різним рівнем сили нервових процесів). Отримані результати засвідчили відсутність статистично значимих різниць показників максимальних актів у осіб з різними градаціями сили нервових процесів. За умов виконання завдання протягом 30 с середні значення максимального руху кисті в обох випадках (за перші та другі 30 с) були в межах 215-222 натискувань. При виконанні завдання тривалістю в 1хв ці величини не перевищували 418-428 натискувань. Індивідуальні показники при цьому коливались в межах 181-264 натискувань при 30-секундному виконанні завдання та 345-520 натискувань – за хвилину.

Порівняння величин максимального темпу у осіб з різною функціональною рухливістю також свідчить про відсутність статистично значимих відмінностей цих показників поміж виділених груп. Характерно, що середні величини рухових актів у груп з різним рівнем функціональної рухливості при такому тривалому виконанні завдання мають більш виражені відмінності, ніж при короткочасному навантаженні. Проте якоїсь закономірності чи до її тенденції в змінах середніх значень показників в залежності від функціональної рухливості не виявлена.

Отже, відсутність статистично значимих відмінностей максимального темпу руху кисті у осіб з різними індивідуально-типологічними властивостями вищої нервової діяльності доводить, що кількісні показники теппінг-тесту, отримані протягом 30 с, в першу та другу хвилини не можуть вважатись інформативними критеріями оцінки функціональної рухливості та сили нервових процесів. За відсутністю наявних даних ми не можемо стверджувати що саме характеризує максимальний темп руху. Можливо він є одним із показників функціонального стану, чи характеризує витривалість нервово-м'язового апарату, втому і т.ін. Результати кореляційного аналізу, як і відмінності середніх значень величин максимального темпу в осіб з різними властивостями основних нервових процесів, дають підставу стверджувати, що він (максимальний темп) будучи зв'язаний із швидкістю і витривалістю здійснення рухових актів, не характеризує індивідуально-типологічні властивості, якими є функціональна рухливість та сила нервових процесів.

Завершуючи цю частину роботи, не можна не звернути увагу на наступне. Методичний підхід виявлення максимального темпу рухових реакцій кисті рухи для характеристики властивостей сили та рухливості нервових процесів у варіанті методики теппінг-тест не має прямого відношення до здійснення аналітико-синтетичної діяльності вищих відділів центральної нервової системи, що включає в себе: сприйняття і прийом інформації, аналіз її, прийняття алгоритму виконання, видачу команди на здійснення цього рішення і самого ефекторного акту і, що є обов'язковою умовою для всіх методик з виявлення індивідуально-типологічних властивостей вищої нервової діяльності. В методиці теппінг-тест виконання не зв'язано з центральною переробкою інформації по диференціюванню позитивних і гальмівних сигналів різного ступеня складності, тобто зміною процесів збудження і гальмування. Ось тому, мабуть, показник максимального темпу в методиці теппінг-тест і не характеризує індивідуально-типологічні властивості вищих відділів центральної нервової системи.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ВІДМІННОСТЕЙ НЕЙРОДИНАМІЧНИХ ФУНКЦІЙ ЗА УМОВИ М'ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Досягнення високих результатів у спорті забезпечуються не лише фізичним розвитком, фізичною підготовленістю людини, її мотивацією тощо, але залежать і від стану розвитку індивідуальних характеристик психофізіологічних функцій, фізіологічною основою яких є високо генетично детерміновані властивості вищих відділів центральної нервової системи, про що було акцентовано вище.

Науковці, що займаються проблемами фізіології спорту [3, 8, 11, 55, 56], вказують на необхідність вивчення та важливість впровадження в практику занять, тренувань і спортивних змагань знання про властивості основних нервових процесів спортсменів. У попередній частині роботи нами показано, що індивідуально типологічні властивості вищої нервової діяльності у осіб, які систематично займалися фізичною культурою та спортом вищі, ніж у не спортсменів. Було висунуте припущення, що фізичні навантаження сприяють покращанню функціональної рухливості та сили нервових процесів. Маючи такі результати і проаналізувавши дані інших авторів, не могло не виникнути питання: яку ж роль, або який зв'язок властивостей основних нервових процесів з результативністю діяльності спортсменів різних видів спорту, тобто спортсменів з різним характером м'язової діяльності? За умов отримання зв'язку між ними, а також відмінностей середніх значень поміж груп з різними властивостями нейродинамічних функцій можна ставити питання про використання останніх в системі спортивного відбору. Безумовно, це цілий напрямок в фізіології спорту, який цікавить не лише фізіологів, але і лікарів, педагогів та спортсменів.

Дану частину роботи виконано на 379 спортсменах 18-23 років, які регулярно (не менше 3–4 разів на тиждень) займалися різними видами спорту і мали високу спортивну кваліфікацію (майстер спорту міжнародного класу, майстер спорту, кандидат у майстри спорту та 1 розряд). У всіх них визначали рівень функціональної рухливості та силу нервових процесів.

3.1. Функціональна рухливість нервових процесів у спортсменів різного характеру м'язової діяльності

Показник рівня функціональної рухливості визначали у двох режимах: «нав'язаного ритму» (поступово зростаюче навантаження) та «зворотного зв'язку». Враховуючи високо достовірну кореляцію ($r=0,73$; $p<0,001$) між перемінними цих рядів у обох тестах, ми обмежились викладенням результатів тільки у режимі «нав'язаного ритму»

За характером спортивної діяльності обстежувані були розподілені на 6 груп. Для цього використали відому у фізіології спорту класифікацію Costill D.L. [77], Ровний А.С. [58]. До першої групи увійшли особи, характер м'язової діяльності яких пов'язаний здебільшого з силовими рухами (гирьовий спорт, важка атлетика, пауерліфтинг); до другої – спортсмени, у характері м'язової діяльності яких переважали швидкісні вправи (біг на короткі дистанції, фехтування); до третьої – ті, що розвивали швидкісно-силові якості (стрибки у довжину та висоту, метання спису та диска, спортивна гімнастика, різні види боротьби); до четвертої – ті, що займалися ігровими видами спорту (баскетбол, волейбол, ручний м'яч, футбол, хокей на траві); до п'ятої – з швидкісною витривалістю (біг на середні дистанції, веслування на байдарках, каное та академічне веслування, поліатлон) і до шостої – ті, що розвивали витривалість (біг на довгі дистанції, лижні гонки, велоспорт, триатлон). Ще одна група – це особи, які спортом не займалися. Їх налічувалось 68 чоловік.

Цифрові масиви обробляли окремо для кожної обстежуваної групи. Для встановлення зв'язку функціональної рухливості та відмінностей середніх значень поміж груп з різними видами спортивної діяльності всіх осіб умовно розподілили на три групи: з високим рівнем – 150-130 подразників за 1 хв, середнім – 120-100 подразників і низьким – 90-70 подразників за 1 хв (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Розподіл спортсменів та не спортсменів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП) поміж груп різної спортивної спрямованості

Характер спортивної діяльності	Кількість обстежуваних	Рівні ФРНП (подрозділів за хв.)		
		150-130	120-100	90-70
		розподіл обстежуваних, %		
силові	48	39,7	51,2	9,1
швидкісні	54	41,3	54,6	4,1
швидкісно-силові	69	35,4	56,3	8,3
ігрові	72	38,4	47,4	14,2
швидкісно-витривалі	61	33,5	54,4	12,1
витривалі	75	34,8	44,4	20,8
не спортсмени	68	19,3	51,4	29,3

Найбільшою за кількістю виявилась група з середнім рівнем функціональної рухливості. Серед представників швидкісних, силових, швидкісно-силових та швидкісно-витривалих видів спорту таких спортсменів було більше 50%. Серед ігрових видів та видів спорту, які розвивають витривалість – близько 44-47%. У групі не спортсменів з таким рівнем було – 51,4% осіб. Найменша кількість обстежуваних виявилася з низькою функціональною рухливістю.

Серед осіб, які займалися швидкісними, швидкісно-силовими та силовими видами низькі показники даної властивості виявлені у 4,1%-9,1%, а серед видів спорту, які розвивали швидкісну витривалість та ігрові якості, вони були дещо більшими і становили – 12,1% та 14,2%. У спортсменів, які розвивали витривалість, ця величина сягала – 20,8%. Найбільше осіб з низьким рівнем було у групі не спортсменів – 29,3%, обстежуваних з високим рівнем найбільша кількість була серед представників швидкісних – (41,3%), силових – (39,7%) та ігрових – (38,4%) видів спорту. Дещо менше – серед представників швидкісно-силових – (35,4%), витривалих –

(34,8%) та швидкісно-витривалих – (33,5%) видів спорту, тоді як серед не спортсменів – лише 19,3% обстежуваних.

Аналіз абсолютних значень величин функціональної рухливості у групах обстежуваних з різним характером спортивної діяльності показав, що вони коливаються в межах – від $127,8 \pm 3,6$ до $104,8 \pm 2,4$ подразників за 1 хвилину (табл. 2). Індивідуальні значення були ще більшими – від 70 до 150 подразників. Саму високу функціональну рухливість показали спортсмени, характер діяльності яких направлений на розвиток силових, швидкісних та швидкісно-силових якостей. У цих обстежуваних середні показники становили відповідно – $127,8 \pm 3,6$, $125,0 \pm 4,3$ та $123,0 \pm 4,8$ подразників за 1 хвилину (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Показники функціональної рухливості нервових процесів у обстежуваних різних видів спорту та не спортсменів

Характер спортивної діяльності	Кількість обстежуваних	$X \pm m$	σ
силові	48	$127,8 \pm 3,6$	24,9
швидкісні	54	$125,0 \pm 4,3$	31,2
швидкісно-силові	69	$123,0 \pm 4,8$	39,8
ігрові	72	$120,5 \pm 4,7$	39,7
швидкісно-витривалі	61	$116,3 \pm 3,0$	22,8
витривалі	75	$113,3 \pm 3,5$	29,7
не спортсмени	68	$104,8 \pm 2,4$	20,3

Розгляд вірогідних різниць середніх значень рівнів функціональної рухливості нервових процесів поміж груп обстежених різної спортивної спрямованості (табл. 3.3) дозволяє констатувати, що не було їх встановлено між групами спортсменів силових, швидкісних, швидкісно-силових та ігрових видів спорту ($p > 0,05$).

На рівні достовірності виявлено поміж груп спортсменів силових видів з групами витривалості та швидкісної витривалості

($p < 0,02-0,05$), а також між групами спортсменів, що займалися розвитком швидкості і витривалості ($p < 0,05$).

Тобто, види спорту, які переважно розвивають силу, швидкість, швидкісно-силові якості та спритність характеризуються дещо кращим станом функціональної рухливості нервових процесів на відміну від тих, характер м'язової діяльності яких спрямований на тренування витривалості та швидкісної витривалості.

Таблиця 3.3

Вірогідність різниць середніх значень показників функціональної рухливості у обстежуваних різних видів спорту та не спортсменів

Види спорту	1	2	3	4	5	6	7
1	*	0,4	0,9	1,2	2,4	2,8	4,8
2	-	*	0,3	0,7	1,8	2,2	3,7
3	-	-	*	0,5	1,3	1,7	2,7
4	-	-	-	*	0,6	1,2	2,6
5	0,05	-	-	-	*	0,9	2,5
6	0,02	0,05	-	-	-	*	2,2
7	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05	*

Примітка: наводяться дані тільки вірогідних різниць показників ФРНП ($p < 0,05$); 1 – силові, 2 – швидкісні, 3 – швидкісно-силові, 4 – ігрові, 5 – швидкісно-витривалі, 6 – витривалі види спорту, 7 – не спортсмени.

Крім того, як з наявних результатів, так і результатів попередніх обстежень видно, що майже у всіх спортсменів, незалежно від характеру м'язової діяльності, функціональна рухливість була високою і, особливо, по відношенню до не спортсменів ($p < 0,001-0,05$). З цього виходить, що високі спортивні результати різних видів спорту можуть бути досягнуті і за умов високого рівня розвитку даної індивідуально-типологічної властивості. При цьому, обстежувані з високим її рівнем досягли високих результатів в тих видах спорту, характер м'язової діяльності яких спрямований переважно на розвиток сили, швидкості, швидкісної сили та спритності. Для тих видів спорту, характер м'язової діяльності яких спрямований на

розвиток витривалості, швидкісної та силової витривалості, високі спортивні досягнення виявилися зв'язаними з функціональною рухливістю нервових процесів у меншій мірі.

3.2. Сила нервових процесів у спортсменів різної спортивної спрямованості

Силу нервових процесів визначали за сумою помилок (у відсотках), які були допущені обстежуваними під час виконання всього дозованого завдання. Вважалося, чим менше помилок, тим вищий рівень сили нервових процесів і, навпаки, чим їх більше, тим нижча і сила.

Як і у випадку з функціональною рухливістю всі спортсмени за характером м'язової діяльності були розподілені на 6 груп. Сьому групу склали особи, які спортом не займалися. Виявлено, що індивідуальні відмінності якості виконання завдання у них знаходяться в широких межах – від 0% до 21%. Щоб з'ясувати прояв сили нервових процесів спортсменів різної кваліфікації та спортивної спрямованості, всіх їх також умовно розподілили на три групи: з високим (0-7%), середнім (8-15%) та з низьким (16-21%) рівнем даної властивості.

Найбільша кількість обстежуваних характеризувалася середнім рівнем. Більше 48,1-53,7% їх виконували тестове завдання з 8-15% помилок. До групи з низьким рівнем увійшли спортсмени з різним характером м'язової діяльності і майже з однаковим кількісним (у %) показником – 12,1-5,8%, в той час як неспортсменів – 27,2%. Обстежуваних, які успішно справлялися з завданням і не робили більше ніж 7% помилок, було найбільше серед спортсменів. Щодо цього виділити окремо який-небудь вид спорту було дуже складно. Осіб з таким високим рівнем серед всіх обстежуваних було – 34,1-36,7%, тоді як серед неспортсменів – 21,1% (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Розподіл спортсменів та не спортсменів за рівнем сили нервових процесів (СНП) поміж груп різної спортивної спрямованості

Характер спортивної діяльності	Кількість обстежуваних	Рівні СНП (кількість помилок %)		
		0-7	8-15	16-21
		розподіл обстежуваних, %		
швидкісно-витривалі	61	34,9	49,3	15,8
швидкісно-силові	69	33,1	51,4	15,5
витривалі	75	34,2	53,7	12,1
швидкісні	54	36,7	48,1	15,2
силові	48	35,5	52,4	12,1
ігрові	72	34,1	50,6	15,3
не спортсмени	68	21,1	51,7	27,2

Тобто, про суттєві відмінності сили нервових процесів поміж виділених груп можна говорити, якщо співставляти спортсменів та не спортсменів. Серед не спортсменів значно більше було осіб з низьким рівнем, а серед спортсменів – з високими її характеристиками. Виділити окремі види спортивної діяльності, серед яких було б достовірно більше осіб з високим, середнім або низьким рівнем сили, не виявилось.

Маючи великий фактичний матеріал і не отримавши чітких відмінностей поміж груп з різною спрямованістю м'язової діяльності (окрім груп спортсменів та не спортсменів) за показником сили, ми поцікавились станом абсолютних значень середніх групових величин працездатності головного мозку у кожній із них (груп) за видом спортивної діяльності і не спортсменів (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Показники сили нервових процесів у обстежуваних різних видів спорту та не спортсменів

Характер спортивної діяльності	Кількість обстежуваних	$\bar{X} \pm m$	σ
швидкісно-витривалі	61	$5,4 \pm 1,3$	9,5
швидкісно-силові	69	$5,8 \pm 1,8$	8,3
витривалі	75	$6,0 \pm 0,8$	6,5
швидкісні	54	$6,4 \pm 1,3$	9,7
силові	48	$7,1 \pm 1,0$	7,1
ігрові	72	$7,8 \pm 1,2$	9,9
не спортсмени	68	$11,2 \pm 1,1$	9,3

Представлені результати вказують на досить суттєві відмінності розподілу спортсменів та не спортсменів за рівнем сили нервових процесів. Серед не спортсменів значно більше було осіб з низьким рівнем СНП, а серед спортсменів - з високими її характеристиками. Разом з цим, виділити окремі види спортивної діяльності, серед яких було б більше осіб з високим або низьким рівнем СНП було складно. Тому ми провели статистичний аналіз даних СНП у групах обстежуваних різних за характером спортивної діяльності та не спортсменів (табл. 3.5, рис. 3.1).

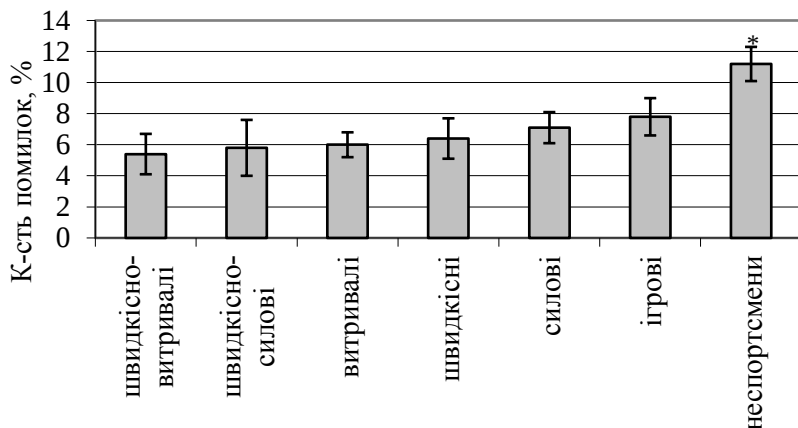


Рис. 3.1. Показники сили нервових процесів у обстежуваних різних видів спорту та не спортсменів: вірогідність різниці * - $p < 0,01$ від показників осіб швидкісно-витривалих видів спорту.

Результатом такої обробки виявлено, що найвища середня величина сили була у спортсменів швидкісної витривалості та швидкісно-силових якостей. Представники цих видів спорту допускали найменшу кількість помилок, а це значить мали і найвищу працездатність головного мозку – ($5,4 \pm 1,3\%$ і $5,8 \pm 1,8\%$). Дещо більша кількість помилок, а значить і нижчий рівень сили був у представників видів спорту, які займалися розвитком витривалості ($6,0 \pm 0,8\%$) та швидкості – ($6,4 \pm 1,3\%$). У спортсменів силових та ігрових видів середні величини знаходилися на рівні – $7,1 \pm 1,0\%$ та $7,8 \pm 1,2\%$ помилок. Найнижчими вони були у не спортсменів – $11,2 \pm 1,1\%$ помилок.

Отже, і цей підхід обробки цифрових масивів не виявив достовірних різниць поміж груп спортсменів різних видів спорту (табл. 3.6). Зате достовірними вони були поміж груп спортсменів та не спортсменів ($p < 0,05-0,01$).

Таблиця 3.6

Вірогідність різниць середніх значень показників сили нервових процесів у спортсменів різної спрямованості та не спортсменів

Види спорту	1	2	3	4	5	6	7
1	*	0,7	0,4	0,5	1,0	1,4	3,4
2	-	*	0,2	0,3	0,6	0,9	2,6
3	-	-	*	0,3	0,9	1,3	3,8
4	-	-	-	*	0,4	0,8	2,8
5	-	-	-	-	*	0,5	2,7
6	-	-	-	-	-	*	2,1
7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	*

Примітки: наводяться дані тільки вірогідних різниць ($p < 0,05$); 1 – швидкісно-витривалі, 2 – швидко-силові, 3 – витривалі, 4 – швидкісні, 5 – силові, 6 – ігрові види спорту, 7 – не спортсмени.

Отримані таким чином дані дозволяють вважати, що в досягненні високих спортивних результатів значну роль відіграють індивідуально-типологічні властивості вищої нервової діяльності.

Види спорту, характер м'язової діяльності яких пов'язаний з розвитком швидкості, сили та швидко-силових якостей більшою мірою знаходяться у залежності від функціональної рухливості, ніж ті, які розвивають витривалість. Стосовно властивості сили нервових процесів, то в досягненні високих спортивних результатів любого виду спорту їй відводиться важлива роль, якщо не провідна.

Результати зв'язку властивостей основних нервових процесів з характером спортивної діяльності узгоджуються з дослідженнями інших авторів [60, 62]. Подальший аналіз індивідуально-типологічних властивостей вищих відділів центральної нервової системи у спортсменів, які займалися різними видами спорту показав, що статистично значимі найбільш високі показники функціональної рухливості нервових процесів були у спортсменів, в характері діяльності яких переважали фізичні вправи на розвиток сили (важка атлетика, пауерліфтинг, гирьовий спорт). З літератури [7, 83, 106] відомо,

що високий спортивний результат у осіб цих видів спорту знаходиться в залежності від власне м'язових силових компонентів [69, 89, 92] та центрально-нервових факторів [81, 85]. Останні забезпечують термінову концентрацію нервового збудження у нервових центрах і, таким чином, підтримують максимальне збудження робочих м'язів.

Крім того, розвиток максимального напруження вимагає складної внутрішньо-м'язової і міжм'язової координації, що, на нашу думку, великою мірою зумовлено рівнем розвитку функціональної рухливості нервових процесів. Тому, чим вищий її рівень, тим більш успішно у нервовій системі обробляється пропріорецептивна інформація, тим вищими можуть бути і показники сили. Те ж саме ми спостерігали і у видах спорту, які характеризувалися високою швидкістю рухів (біг на короткі дистанції, фехтування). Ми розуміємо, що одним з важливих факторів, який забезпечує високий спортивний результат цих видів спорту, є швидкісні скоротливі властивості м'язів [76, 81], а також високий рівень їх робочої координації. Таке узгоджене скорочення одного або групи м'язів краще відповідає піку швидкості. Крім того, такі параметри як темп, кількість скорочень в одиницю часу, а також і ступінь розслаблення м'язів-антагоністів є важливими факторами, які суттєво впливають на швидкість рухів. Логічно припустити, що всі ці складні координаційні процеси відбуваються не без участі функціональної рухливості.

Висока функціональна рухливість була і у спортсменів, які тренувалися у швидкісно-силових видах спорту (стрибки у висоту та довжину, метання диска, спису, штовхання ядра, різні види боротьби та спортивна гімнастика). Це ті види, у яких високий силовий компонент роботи співпадає з максимально можливою швидкістю м'язових скорочень [7, 68]. Виконання таких фізичних вправ супроводжується швидкою мобілізацією оптимального числа рухових одиниць та м'язових груп, або швидким аналізом аферентного потоку імпульсів від пропріорецепторів, що відбувається у результаті зміни центру ваги. Тоді і виникає необхідність терміново перерозподілити тонус великих м'язових груп. На нашу думку такі зміни

швидкості і сили м'язових скорочень можуть відбуватися також за умов високого рівня функціональної рухливості.

Відносно високою функціональною рухливістю характеризувалися спортсмени в тих видах спорту, у яких високий темп рухів відбувався за умов швидкої зміни ситуації, з вираженим моментом раптовості, швидкою і точною диференціровкою подразників (спортивні ігри). Від спортсмена вимагалася швидка та диференційована рухова реакція з розвинutoю здатністю до термінового гальмування непотрібних рухів.

Дещо нижчою функціональна рухливість була у представників тих видів спорту, де раптовість подразників та вибірковість рухових реакцій, а також концентрація м'язевих зусиль якщо не була повністю виключена, то зведена до мінімуму. А особливого значення набував монотонний і тривалий характер виконання фізичних вправ, переважно або виключно аеробного характеру (витривалість), а також у тих випадках, коли спортсмен тривалий час виконував фізичні вправи з відносно невеликим проявом сили (силова витривалість) та швидкості (швидкісна витривалість).

Звертає на себе увагу і той факт, що властивість сили нервових процесів не мала чітких відмінностей поміж груп спортсменів різних видів спорту, як це спостерігалось у випадку з функціональною рухливістю. Оскільки всі спортсмени мали високі спортивні розряди вважаємо, що значні результати у будь-якому виді спорту можливі тільки за умов високого рівня сили нервових процесів. Спортивні змагання і особливо багаторічний тренувальний процес пред'являють високі вимоги до здатності нервової системи довгий час підтримувати концентроване збудження, більш тривалого збереження слідових процесів та ін., що великою мірою зумовлено розвитком даної властивості. І все ж, хоч і недостовірно, виділялися окремі види спорту, які характеризувались дещо вищими показниками сили. Це ті, які розвивали швидкісну, силову та загальну витривалість.

Найявні результати демонструють зв'язок властивостей основних нервових процесів з спрямованістю тренувальних навантажень, що для формування коркової нейродинаміки у

спортсменів важливе значення має вид спорту, у якому він спеціалізується.

Отже, високі спортивні результати залежать від розвитку властивостей нервових процесів (функціональної рухливості та сили), які складають нейродинамічну основу результативної спортивної діяльності. Аналізуючи отриманий експериментальний матеріал з позицій сучасних уявлень про фізіологічні механізми адаптації до фізичного навантаження [30, 53] слід вважати, що формування пристосувальних реакцій до специфічних за характером м'язових подразнень проявляється як на рівні мозку, так і на рівні виконавчих органів. Виходячи з цього ми вважаємо, що процес надходження, обробки, збереження і направлення інформації до виконавчих органів під час складної спортивної діяльності залежить від здатності нервової системи витримувати тривале концентроване збудження, швидко утворювати нові тимчасові зв'язки, більш тривалого збереження слідових процесів і таке інше, що великою мірою обумовлено рівнем розвитку властивостей основних нервових процесів.

Таким чином, результати наших досліджень та аналіз літературних джерел свідчать, що функціональній рухливості та силі нервових процесів у результативності прояву м'язової діяльності відводиться важлива роль. Найбільш чітка залежність спортивної діяльності проявляється від типологічних особливостей вищої нервової діяльності, які складають нейродинамічну основу фізичних вправ у різноманітних видах спорту. Це означає, що чим вищий рівень функціональної рухливості та сили нервових процесів, тим більш успішно під час тренування та змагань обробляється інформація, яка надходить у нервову систему від пропріорецепторів працюючих м'язів та внутрішніх органів. Ми вважаємо, що максимально можливий темп обробки такої інформації у характері м'язової діяльності спортсменів забезпечується, з одного боку – функціональною рухливістю, тобто швидкісними нейродинамічними характеристиками, а з іншого – здатністю нервової системи створювати стійкі робочі домінанти і, таким чином, підтримувати тривалий час ефективну фізичну працездатність рухового апарату. Тому, чим вищий рівень розвитку функціональної

рухливості нервових процесів, тим результативнішою стає діяльність спортсменів у тих видах спорту, характер м'язової діяльності якої пов'язаний з розвитком швидкості та сили м'язів. Тоді як високий рівень розвитку сили нервових процесів обумовлює успішну спортивну діяльність у всіх обстежуваних нами видів спорту і, в першу чергу, у тих, де до спортсменів пред'являються високі вимоги щодо розвитку витривалості. Такий зв'язок підтверджується ще і тим, що разом з високою генетично-детермінованими властивостями основних нервових процесів рухові якості сили, швидкості і витривалості тяж значною мірою визначаються спадковістю [74].

Тому є всі підстави вважати функціональну рухливість та силу нервових процесів як найбільш відповідальними за індивідуальні особливості успішної спортивної діяльності. Цей факт є дуже важливим, якщо враховувати, що динамічні параметри складної м'язової діяльності такі як швидкість, сила, спритність, точність, координація рухів, що забезпечують і характеризують результативну спортивну діяльність у цих видах спорту, у більшій мірі знаходяться в залежності від функціональної рухливості нервових процесів, в той час як здатність протидіяти втомі, підтримувати протягом тривалого часу високу працездатність організму спортсмена, його виконавчих та обслуговуючих систем обумовлюється силою нервових процесів.

Принципово важливим твердженням формування термінових та довготривалих адаптаційних змін у спортсменів різних видів спорту є зміна взаємовідносин між різними функціональними системами. Інтенсивне функціонування домінуючої системи викликає гальмування інших систем, що дозволяє забезпечити зосередження ресурсів організму на вирішенні завдання, яке виникло у процесі роботи, і збільшенні функції домінуючої системи. Такі суперечливі взаємовідносини у структурному та функціональному забезпеченні організму спортсменів до специфічного для них подразника проявляються як на рівні виконавчих органів, так і на різних рівнях ієрархічної системи управління рухами [4, 88]. Тому типологічні властивості нервової системи є детермінантами цієї багатопараметричної та багаторівневої системи управління, що забезпечують необхідний підбір цих параметрів і контролюють їх у процесі роботи.

В даній частині роботи, як і у попередніх розділах, було встановлено, що показники властивостей основних нервових процесів у спортсменів, незалежно від виду спорту, були вищими, ніж у не спортсменів. Причиною більш високого рівня їх у спортсменів може бути те, що під час залучення до спортивних занять талановитої молоді відбувається відбір осіб як з найбільш сприятливими соматичними параметрами, психологічними та функціональними властивостями організму людини [8, 45, 59], так і з високою функціональною рухливістю та силою нервових процесів [23]. Останнє не підтверджується результатами наших досліджень. З іншого боку можливо припустити, що у процесі багаторічного спортивного тренування відбувається розвиток цих властивостей.

Підводячи загальний підсумок отриманим результатам даного розділу, відмічаємо наступне:

- у обстежуваних різних видів спорту індивідуально-типологічні властивості вищої нервової діяльності знаходяться у відповідному зв'язку з характером м'язової діяльності, у якій тренуються спортсмени. Види спорту, що розвивають силові, швидкісні та швидкісно-силові якості в більшій мірі пов'язані з функціональною рухливістю нервових процесів. У спортсменів з спрямованістю видів спорту на розвиток витривалості, швидкісної та силової витривалості дещо кращі зв'язки з силою нервових процесів;
- показники функціональної рухливості та сили нервових процесів можна рекомендувати як одні із основних психофізіологічних критеріїв оцінки перспективності спортсмена для відбору у секції талановитої молоді та вибору індивідуальних засобів і методів тренування під час підготовки спортсменів.

3.3. Зв'язок індивідуально-типологічних властивостей нервової системи з ігровою діяльністю футболістів

У підрозділі 3.1 та 3.2. проаналізовані результати дослідження закономірностей та особливості формування індивідуально-типологічних властивостей ЦНС у спортсменів високої кваліфікації під впливом граничних фізичних навантажень. З огляду на ряд досліджень [22, 24, 36, 57, 100, 103,] розглядалися питання щодо особливостей формування індивідуально-типологічних властивостей у кваліфікованих футболістів необхідно констатувати, що у цій проблемі залишається багато нерозв'язаних питань. Тільки в окремих роботах встановлений зв'язок фізичної працездатності футболістів з окремими характеристиками індивідуально - типологічних властивостей ЦНС та іншими показниками функціональної підготовленості спортсмена [100]. Залишаються недостатньо вивченими і мало використовуються у практиці тренувальної та змагальної діяльності характеристики ігрової діяльності футболістів з урахуванням індивідуальних особливостей типологічних властивостей ЦНС [29]. Припускаємо, що ігрова активність та фізична працездатність спортсменів-футболістів може бути обумовлена функціональними можливостями та властивостями ЦНС. Нез'ясованими є питання, у тому числі і зв'язок індивідуально-типологічних властивостей ЦНС з ігровою активністю футболістів у різних ігрових режимах [100]. Наскільки значущі будуть, з прогностичної точки зору, особливості індивідуально-типологічних властивостей ЦНС для управління тренувальним процесом? І, нарешті, чи можна використовувати результати дослідження індивідуально - типологічних властивостей ЦНС у системі відбору та комплектування команди? Тому знання про особливості індивідуально-типологічних властивостей ЦНС у елітних футболістів та об'єктивна оцінка стану фізичної працездатності та функціональної реактивності різних систем має важливе значення для наукового обґрунтування побудови раціональної тактики гри та тренування, що і є головним завданням біологічної науки, теорії і практики спорту, медицини та фізіології.

Такі знання необхідні для встановлення закономірностей і особливостей адаптації організму спортсмена до інтенсивних фізичних навантажень. Це є базисом подальшого підвищення ігрової активності футболістів, підґрунтям попередження розвитку патологічних станів і становить актуальну проблему біологічної та медичної науки, а також теорії і практики спорту. Це необхідно для того, щоб, уникнути втоми, вичерпання джерел енергетичних ресурсів і досягнути високого спортивного результату.

Підрозділ 3.3 присвячений дослідженню індивідуально-типологічних властивостей у спортсменів-футболістів високої кваліфікації. Дослідженням індивідуально-типологічних властивостей: функціональної рухливості, сили та зрівноваженості нервових процесів слід приділити велику увагу, оскільки науковцями [18, 33, 34,] висока ступінь спадковості. Необхідно було дослідити типологічні властивості ФРНП, СНП, ВНП у футболістів високої кваліфікації і провести порівняльний аналіз з результатами осіб того ж віку, які спортом не займаються.

Відомо, що організм спортсмена-футболіста у продовж багатьох років тренувальної та змагальної діяльності знаходиться під впливом граничних фізичних навантажень. За цих умов відбувається формування фізіологічних систем та мозкових структур [56, 73]. Тому було важливо визначити рівень розвитку нейродинамічних функцій у спортсменів футболістів.

За допомогою комп'ютерної системи «Діагност-1М» Нами було досліджено показники різних нейродинамічних властивостей футболістів-професіоналів та не спортсменів. У таблиці 14 представлені показники прояву нейродинамічних функцій спортсменів-футболістів, представників Прем'єр Ліги України (табл. 3.7).

У спортсменів-футболістів визначали показники нейродинамічних функцій, до яких входили сенсомоторні реакції різного ступеня складності: латентні періоди простої та складних реакцій (проста зорово-моторна реакція ПЗМР, реакція вибору одного подразника з трьох – РВ1-3 та реакція вибору двох подразників з трьох – РВ2-3), моторний компонент зорово-моторної реакції (ММР), час центральної обробки інформації

(ЦОІ). Також визначали індивідуально-типологічні властивості вищих відділів ЦНС: функціональну рухливість, силу та врівноваженість нервових процесів (ФРНП, СНП та ВНП).

Таблиця 3.7

Показники нейродинамічних функцій гравців професійних футбольних команд

НЕЙРОДИНАМІКА																					
№	різниц	Вік	Амплуа	Реактивність		Реакція вибору		Диференціювання		Торна швидкі		Програмуван		Заг. Швидкість		Розездатність		Координація		Сума	Рівень
				ПЗМР,	Бали	РВ1-3,	Бали	РВ2-3,	Бали	ММР,	Бали	ЦОІ, (	Бали	Т 120,	Бали	ПГМ, (	Бали	РДО	Бали		
1	Г.М.	16	півзахист	228	9	272	10	366	7	82	10	128	8	63	10	573	8	22	9	70	В
2	Р.Ц.	16	півзахист	196	11	282	10	344	10	143	4	148	6	60	12	706	13	31	4	70	В
3	О.І.	16	воротар	215	9	260	10	377	7	124	6	162	6	63	10	661	10	17	11	69	В
4	М.А.	16	півзахист	226	9	247	10	295	12	117	8	99	10	69	5	621	10	30	4	68	В
5	Н.Д.	16	Захист	212	11	318	8	319	12	130	6	107	10	67	5	606	8	20	9	68	В
6	М.Я.	16	півзахист	207	11	310	10	347	10	100	10	145	6	71	2	581	8	19	11	68	В
7	К.Я.	16	півзахист	208	11	258	10	399	7	146	4	191	4	65	7	624	10	18	11	65	Вс
8	С.І.	16	півзахист	217	9	299	10	370	7	109	8	152	6	66	7	603	8	23	9	64	Вс
9	Р.Ф.	16	Захист	220	9	282	10	369	7	100	10	148	6	73	2	568	5	27	7	56	Вс
10	О.М.	16	півзахист	210	11	283	10	381	7	109	8	170	4	67	5	539	5	30	4	55	Вс
11	З.М.	16	Захист	235	7	338	8	409	5	116	8	183	4	67	5	574	8	23	9	53	Вс
12	Д.І.	16	Захист	183	11	289	10	406	5	150	2	190	4	73	2	525	5	33	4	44	С
МОДІ				183	10	247	10	295	10	82	10	99	10	60	8	706	10	17	10	78	В
Мінімальне				183	6,6	247	8	295	4,8	82	2	99	4	60	2,4	525	5,2	17	4,4	43,8	
Максимальне				235	11	338	10	409	12	150	10	191	10	73	12	706	13	33	11	70,2	
S (Середнє (М))				213,1	9,7	286,5	9,7	365,2	8	118,8	7	151,9	6,2	67	6	598,4	8,2	24,4	7,7	62,5	

Отримані в ході досліджень результати індивідуально-типологічних властивостей футболістів та не спортсменів представлені в табл. 3.8 та рис. 3.2.

Таблиця 3.8

Середні значення нейродинамічних індивідуально-типологічних властивостей футболістів (n=64) та не спортсменів (n=73)

Обстежувані групи	Нейродинамічні властивості, X±m		
	ФРНП, с.	СНП, сигналів	ВНП, мс
Спортсмени	60,3±0,7	734,4±10,6	15,6±2,1
Не спортсмени	64,5±0,5	634,5±12,3	21,6±2,3
Рівень значущості відмінностей, Р	0,043	0,037	0,047

Швидкість диференціювання та переробки сигналів суттєво залежала від швидкісних характеристик перебігу нервових процесів. Дослідження ФРНП у футболістів виявило наступні значення цієї властивості. Так, середнє значення ФРНП в режимі «зворотного зв'язку» у спортсменів становило – $60,3 \pm 0,7$ с. тоді, як у їх однолітків цей показник був статистично нижчий і дорівнював величині – $64,5 \pm 0,5$ с. ($p=0,043$). Дослідження ФРНП у спортсменів багатьма вченими [10, 11, 22, 36] вказано на зростання цієї властивості у порівнянні з не спортсменами того ж віку. Дослідники [24, 34, 36] вважають, що визначений показник ФРНП є інтегральною величиною всіх швидкісних характеристик нервових процесів (сприйняття, аналізу, прийняття рішення, відповіді на подразник). Слід відмітити значну перевагу ФРНП у професійних футболістів на відміну від не спортсменами [94].

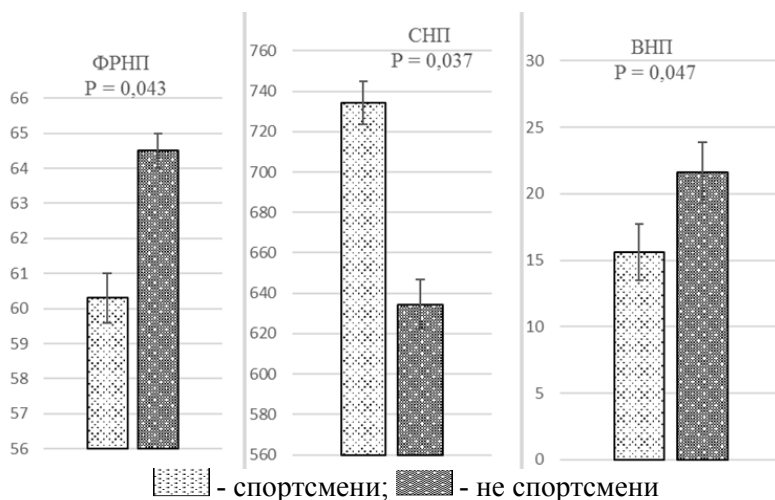


Рис. 3.2 Середні значення нейродинамічних індивідуально-типологічних властивостей футболістів ($n=64$) та не спортсменів ($n=73$).

Властивість СНП характеризує працездатність нервових клітин головного мозку, що проявляється у їх здатності витримувати довготривале та концентроване збудження, або дію

сильних короткотривалих подразників протягом певного проміжку часу [24, 36]. При визначенні властивості СНП в режимі «зворотного зв'язку» обстежуваному дається така ж сама інструкція, як і при вивченні властивостей ФРНП. Для виявлення рівня СНП випробовуваному пропонується виконувати завдання упродовж 5 хв. Мірою оцінки рівня СНП є загальна кількість пред'явлених та перероблених сигналів. Цей показник і є результатом, який характеризував рівень СНП (працездатності головного мозку).

У процесі дослідження нами були виявлені наступні показники СНП у футболістів та не спортсменів (табл. 3.8). Згідно даних таблиці спортсмени-футболісти під час виконання завдання з диференціювання інформації упродовж 5 хв. переробляли – $734,4 \pm 10,6$ сигналів, проти результатів, що були отримані для осіб, які спортом не займалися – $634,5 \pm 12,3$ сигналів ($p=0,037$). Отже, більша кількість переробленої інформації свідчить про кращу якість роботи та характеризує вищий рівень ПГМ і СНП у елітних футболістів.

Дослідження врівноваженості (балансу) процесів збудження та гальмування у ЦНС для кожного обстежуваного оцінювали за результатами тесту «Реакція на рухомий об'єкт» (РРО). У обстежуваних виявляли точність РРО у мс, що розуміється як реакція спортсмена на об'єкт що рухається з постійною швидкістю і зупинка його в зумовленій точці. При виконанні завдання реакції обстежуваних були передчасними – динамічний маркер не досягав потрібної позначки, запізниті – маркер «проскакував» потрібне положення і точними – динамічний маркер був зупинений у заданій точці. Кожні відхилення від необхідного положення, а в наших обстеженнях був нуль, характеризували абсолютними величинами в мс. Крім того, передчасні реакції позначали знаком «+», запізниті - знаком «-», точні реакції - знаком «0». Теоретично постулюється, що переважання збуджувальних (активаційних) процесів над гальмівними проявляється в тенденції до виконання обстежуваним випереджуючих натискань, тоді як переважання гальмівних процесів (зниження рівня активації) призводить до більшої кількості натискань із запізненням. Кількість спроб – три рази. Відстань від точки старту до зупинки об'єкту з екрана рівна

500 пікселів (кількість точок на моніторі) і цю відстань рухомий об'єкт проходить за заданий час руху дослідником в меню (1000 мс). Реакція обстежуваного вважається точною при відключенні точки фіксації об'єкта від маркера зупинки в межах ± 10 мс, і, безсумнівно, точному суміщенні об'єкту з маркером. Якщо фіксація рухомого об'єкту проведена передчасно, тобто перевищує величину $- 10$ мс, то відмічається переважання гальмівного процесу, і, навпаки, якщо фіксація рухомого об'єкту проведена із запізненням і перевищує $+10$ мс, то відмічається переважання процесу збудження. В цілому судити про врівноваженість нервових процесів необхідно за загальною кількістю правильних відповідей і співвідношенню випереджувальних та гальмівних рухів з врахуванням середніх величин всіх відхилень виражених в мілісекундах [35].

Дослідження ВНП у футболістів виявлено середні по групові значення сумарних відхилень реакції на рухомий об'єкт. Так, середнє значення ВНП у футболістів становило $- 15,6 \pm 2,1$ мс. Тоді, як у не спортсменів цей показник був статистично гірший і дорівнював величині $- 21,6 \pm 2,3$, що вірогідно нижче ($p=0,047$).

На основі отриманих результатів нейродинамічних властивостей у футболістів та їх однолітків не спортсменів ми розробили шкали оцінок, для розподілу обстежуваних на групи, які включають три групи з високим – В, середнім – С та низьким – Н рівнями досліджуваної типологічної властивості. Для розробки диференційованого кількісного і якісного оцінювання нейродинамічних властивостей ми використали технологію шкал.

Щоб отримати відносні значень показників на основі їх абсолютних характеристик з урахуванням величини середньоквадратичного відхилення – (σ) від середнього статистичного – (X) було обраховано градацію значення – X_i показників для кожного функціонального класу. Відповідно до цього були встановлені межі функціональних рівнів для нейродинамічних властивостей ФРНП, СНП та ВНП у спортсменів-футболістів та їх однолітків не спортсменів (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Визначення функціональних рівнів показників нейродинамічних властивостей

Показники	Рівні оцінювання психофізіологічних властивостей		
	Низький	Середній	Високий
X_i	$X+0,67\sigma \leq X_i \leq X+\sigma$	$X-0,67\sigma \leq X_i \leq X \pm 0,5\sigma$	$X-\sigma \leq X_i \leq X-0,67\sigma$

Запропоновані шкали оцінок розраховані для зіставлення індивідуальних кількісних і якісних результатів у спортсменів-футболістів та їх однолітків не спортсменів з метою визначення рівня нейродинамічних властивостей. За даними представлених в таблицях 1 та 2 ми провели розподіл спортсменів-футболістів та їх однолітків не спортсменів на групи за рівнем індивідуально-типологічних властивостей ЦНС. Шкали оцінок нейродинамічних властивостей у спортсменів-футболістів та їх однолітків не спортсменів представлені в табл. 3.10.

Таблиця 3.10

Диференційні шкали оцінювання рівня нейродинамічних властивостей у футболістів та не спортсменів

Досліджувані показники	Рівні нейродинамічних властивостей		
	Низький	Середній	Високий
ФРНП, с.	≤ 66	60 – 65	≤ 59
СНП, сигналів	≥ 671	672 – 754	≥ 755
ВНП, мс	≥ 26	20 – 25	≤ 19

За цими шкалами до групи з високим рівнем з результатами аналізу індивідуально-типологічних властивостей ЦНС увійшли футболісти і не спортсмени, які мали значення для СНП вищі за – 755 сигналів і менше, для ВНП суму відхилень – 19 мс і менше, а для ФРНП – 59 с. і менше. Відповідно, до групи з низьким рівнем нейродинамічних властивостей можуть бути віднесені футболісти і не спортсмени, які мають показники СНП на рівні 671 сигналів і менше, а для ВНП – більше ніж 26 мс. і для ФРНП – більше 66 с. До групи з середніми значеннями індивідуально-типологічних властивостей були віднесені спортсмени та не спортсмени, які за результатами тестування мали показники для

ФРНП в межах – 60-65 с., для СНП – 672-754 сигнали і для ВНП – 20-25 мс.

Розподіл обстежуваних за відносними показниками за рівнями рухливості, сили та зрівноваженості основних нервових процесів у % для групи футболістів та не спортсменів показав наступне. До групи з низьким рівнем індивідуально-типологічних властивостей ЦНС увійшли 10% футболістів, які мали низький рівень для СНП, тоді як для не спортсменів з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості було – 20% (табл. 3.11. та рис. 3.3).

Таблиця 3.11

Розподіл обстежуваних (%) за рівнями рухливості, сили та зрівноваженості основних нервових процесів у групах футболістів та не спортсменів з різним рівнем нейродинамічних властивостей

Досліджувані показники	Досліджувані групи	Рівні нейродинамічних властивостей		
		Н	С	В
ФРНП, с.	Футболісти	7	48	45
	не спортсмени	20	57	23
СНП, сигналів	Футболісти	10	43	47
	не спортсмени	21	53	26
ВНП, мс	Футболісти	12	49	39
	не спортсмени	27	51	22

Для властивості ВНП з низьким її рівнем виявилось – 27%, тоді як у групі футболістів їх було всього – 12%. Дослідження ФРНП показали, що тільки – 7% футболістів характеризувались низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості, а не спортсменів – 20%. До групи з високим рівнем ФРНП увійшли – 45% обстежуваних футболістів і тільки – 23% не спортсменів. У 47% футболістів виявили високі значення СНП, а серед не спортсменів – 26%. Для властивості ВНП з високим її рівнем були віднесені – 39% футболістів і 22% не спортсменів. Найбільша кількість (43-58%) футболістів і не спортсменів склали групу з середнім рівнем індивідуально-типологічних

властивостей ЦНС, дещо меншою була кількість осіб із середнім рівнем досліджуваних нейродинамічних властивостей (22-47%) і до груп спортсменів і не спортсменів з низькою градацією входило від 7 до 27% від загальної кількості обстежуваних.

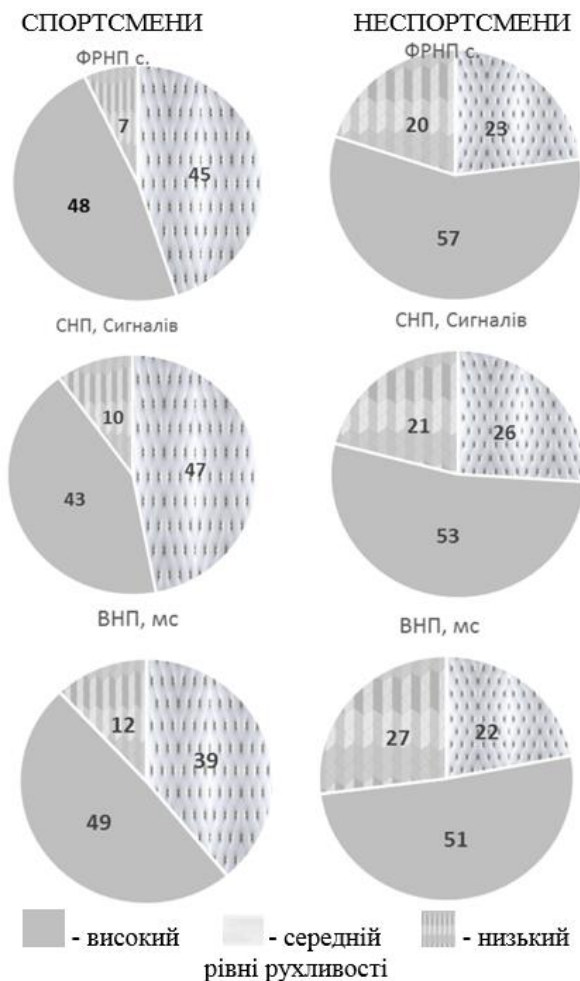


Рис. 3.3. Розподіл обстежуваних (%) за рівнями рухливості, сили та зрівноваженості основних нервових процесів у групах футболістів та не спортсменів з різним рівнем нейродинамічних властивостей.

До групи з високим рівнем індивідуально-типологічної властивості ФРНП увійшли – 45% обстежуваних футболістів і тільки – 23% не спортсменів. У 47% футболістів виявили високі значення СНП, а серед не спортсменів таких осіб було усього – 26%. Для властивості ВНП з високим її рівнем були віднесені – 39% футболістів і тільки – 22% не спортсменів. Найбільша кількість – (43-58%) обстежуваних як футболістів так і не спортсменів склали групу з середнім рівнем індивідуально-типологічних властивостей ЦНС.

Підсумовуючи результати дослідження розподілу індивідуально-типологічних властивостей ЦНС у відсотковому співвідношенні можна констатувати, що досліджувані властивості ЦНС характеризуються вищим і випереджаючим рівнем розвитку ФРНП, СНП та ВНП у спортсменів-футболістів, ніж у їх однолітків не спортсменів.

Отже, встановлені особливості формування досліджуваних психомоторних властивостей у спортсменів-футболістів, які визначаються більш інтенсивним та випереджаючим характером розвитку, вищим їх рівнем, а також більш високою пластичністю у спортсменів, ніж у не спортсменів.

3.4. Зв'язок сенсомоторних властивостей різної складності з ігровою діяльністю футболістів

Подальше дослідження було зв'язане з пошуком особливостей залежності швидкості сенсомоторних характеристик переробки зорово-моторної інформації різного ступеня складності від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи футболістів.

Результати досліджень швидкості сенсомоторного реагування різної складності у футболістів та не спортсменів представлені у табл. 3.12 та рис. 3.4.

Таблиця 3.12

Середні значення сенсомоторних властивостей футболістів
(n=64) та не спортсменів (n=73)

Досліджувані показники та групи	Досліджувані показники (мс)				
	ПЗМР	РВ 1-3	РВ 2-3	ЦОІ	МР
Спортсмени	208,7±6,8	291,3±9,4	377,3±9,8	164,2±9,1	107,3±8,7
Не спортсмени	228,4±7,8	344,2±6,5	426,5±10,1	195,7±7,8	136,3±8,3
Рівень значущості відмінностей, Р	0,043	0,037	0,047	0,023	0,032

Дослідження швидкісних характеристик простих ПЗМР, складних РВ1-3 та реакцій диференціювання РВ2-3 у футболістів виявило, що середні значення сенсомоторних реакцій були статистично нижчими, а реактивність рухових актів вища ніж у однолітків не спортсменів ($p=0,037-0,047$). Час центральної затримки (ЦОІ) рухових реакцій та моторний компонент (МР) рухових актів у спортсменів також були статистично меншими, що свідчить про високі швидкісні характеристики та реактивність нервової системи елітних футболістів у порівнянні з не спортсменами того ж віку ($p=0,023-0,032$).

Дослідники [78] вважають, що визначений показники простих та складних сенсомоторних реакцій та їх компоненти є інтегральною величиною всіх швидкісних характеристик нервових процесів (сприйняття, аналізу, прийняття рішення та моторного акту на сигнали). Слід відмітити значну перевагу швидкісних характеристик простих та складних сенсомоторних реакцій професійних футболістів на відміну від не спортсменів. Висунули припущення, що швидкісні характеристики зорово-моторних реакцій та реактивність нервової системи будуть залежати від ФРНП.

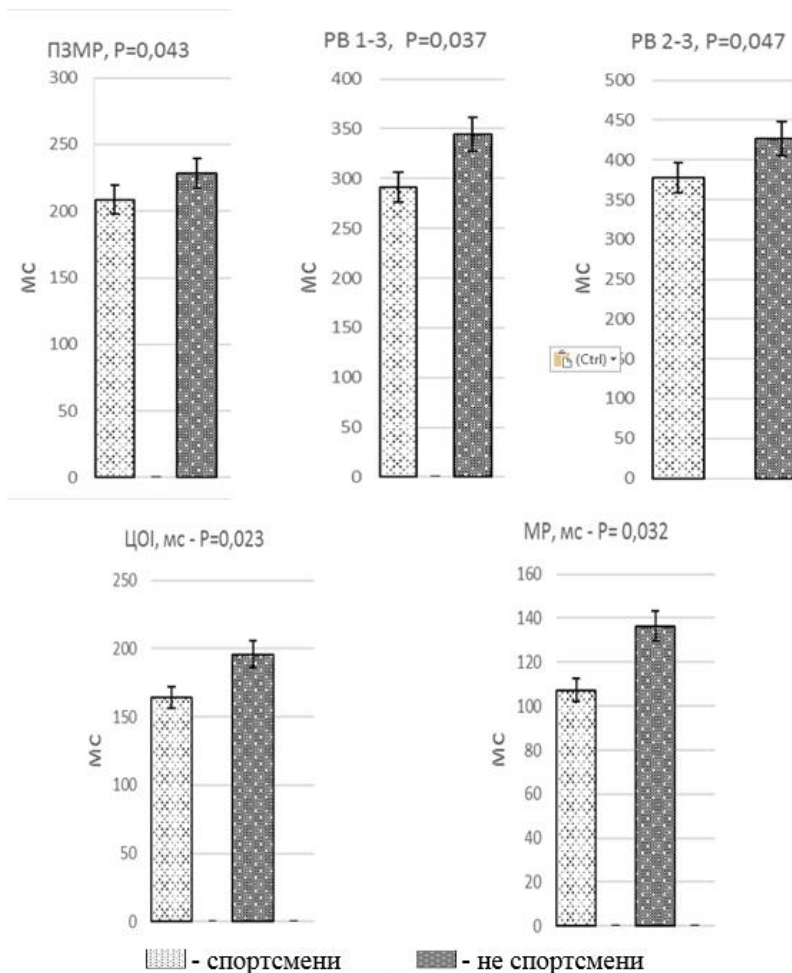


Рис. 3.4. Середні значення сенсомоторних властивостей футболістів ($n=64$) та не спортсменів ($n=73$).

Для встановлення зв'язку між швидкістю сенсомоторних реакцій різного ступеня складності та індивідуально-типологічними властивостями ФРНП обстежуваних футболістів розподілили на три групи з високим, середнім та низьким їх рівнем. Цифрові значення сенсомоторних властивостей різної складності порівнювали для кожної групи ФРНП (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Сенсомоторна реактивність у футболістів (n=64) з різними рівнями функціональної рухливості нервових процесів

Досліджувані показники	Рівні нейродинамічних властивостей			Вірогідність різниці, Р		
	Н	С	В	н-с,	н-в,	с-в
ПЗМР, мс	223,4±8,7	213,8±8,8	198,9±10,8	0,063;	0,055;	0,074
РВ1-3, мс	324,3±10,3	301,8±9,4	276,4±10,7	0,078;	0,045;	0,056
РВ2-3, мс	422,6±11,5	379,3±11,5	345,5±11,5	0,034;	0,021;	0,036
ЦОІ, мс	224,6±9,1	175,3±9,1	109,3±10,6	0,033;	0,027;	0,031
МР, мс	153,4±8,9	118,3±10,3	87,6±9,4	0,023;	0,018;	0,046

Примітка: жирним виділені статистично значущі різниці між В – високим, С – середнім та Н – низьким рівнем типологічних властивостей.

В кожній із виділених груп за рівнями властивостей вираховували середні значення латентних періодів простої реакції, вибору і диференціювання та виявляли статистично значущі різниці.

В результаті всебічного аналізу наявності чи відсутності індивідуальних відмінностей у прояві сенсомоторного реагування встановили, що статистично значущі різниці швидкості реакції ПЗМР були відсутні поміж груп обстежуваних з різними градаціями типологічних властивостей нервової системи. Латентні періоди були майже однаковими як у осіб з високою, середньою та низькою ФРНП (рис. 3.5).

Наявний матеріал про відсутність достовірних відмінностей латентних періодів ПЗМР поміж груп осіб з різними градаціями ФРНП, може слугувати доказом про неможливість їх застосування, як індикатору індивідуально-типологічних властивостей ЦНС. Це підтверджують і результати кореляційного аналізу між досліджуваними ознаками. Коефіцієнт кореляції між ФРНП і ПЗМР дорівнював – 0,22 ($p=0,074$), що підтверджує відсутність зв'язку між перемінними рядами.

Цікаво те, що в градації обстежуваних з низькими рівнями властивостей абсолютні значення швидкості ПЗМР були виявлені як у осіб з високими, так і з низькими величинами, чого не спостерігалось у осіб з високими характеристиками.

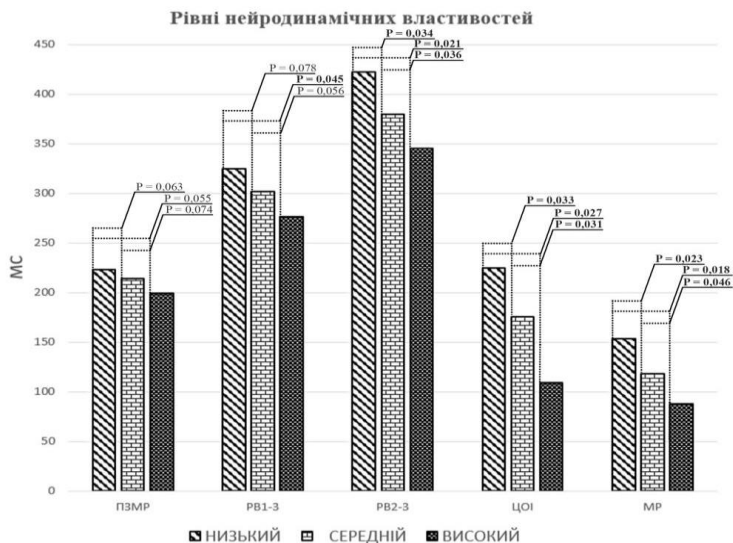


Рис. 3.5. Швидкісні характеристики простих (А) зорово-моторних реакцій, вибору одного із трьох сигналів (Б) та диференціювання двох сигналів із трьох (В) у осіб з В – високою, С – середньою та Н – низькою функціональною рухливістю нервових процесів.

В результаті обробки результатів дослідження швидкості сенсомоторного реагування при переробці інформації з диференціювання позитивних та гальмівних подразників РВ1-3 та РВ2-3 виявлено дещо інші результати. В одних обстеженнях поміж груп осіб різних градацій ФРНП середні значення швидкості рухових реакцій вибору мали тенденції до різниць та були слабо виражені, або і зовсім відсутні. В інших, за умови реакцій РВ2-3, ЦОІ та МР – мали статистично значущі відмінності. Такі результати, слід думати, обумовлені складністю розумового навантаження, чим сенсомоторне завдання складніше, тим більші різниці поміж груп обстежуваних. Наведені результати ми пояснюємо добором контингенту обстежуваних у яких ігрова діяльність вимагає наявності у них високо генетично детермінованих індивідуально-типологічних

властивостей нервової системи, так і прояву високої швидкості складних рухових актів.

Вказані особливості сенсомоторних властивостей ПЗМР, РВ1-2, РВ2-3, ЦОІ та МР у елітних спортсменів супроводжувались змінами граничних меж реактивності нервової системи. У спортсменів ПЗМР, РВ1-2, РВ2-3, ЦОІ та МР були не тільки на більш високому рівні реагування, а і характеризувались більш високим рівнем модельних характеристик досліджуваних типологічних та сенсомоторних властивостей нервової системи.

З урахуванням визначених показників здійснили співставлення середніх величин досліджуваних параметрів з модельними характеристиками гравців (табл. 3.14, рис. 3.6).

Таблиця 3.14

Модельні максимальні, середні та мінімальні характеристики індивідуально-типологічних та сенсомоторних властивостей футболістів (n=64) високого рівня кваліфікації

Досліджувані показники	Максимальні	Мінімальні	Середні, $\bar{X} \pm m$	Різниця середніх та модельних значень, %
ПЗМР, мс	179	236	208,7 $\pm$ 6,8	16
РВ1-3, мс	246	354	291,3 $\pm$ 11,4	18
РВ2-3, мс	324	444	377,3 $\pm$ 9,8	16
ЦОІ, мс	101	245	164,2 $\pm$ 9,1	62
МР, мс	63	173	107,3 $\pm$ 8,7	69
ФРНП, с	52	66	59,3 $\pm$ 0,9	13
СНП, сигналів	830	610	720,6 $\pm$ 7,4	13
ВНП, мс	13	28	19,2 $\pm$ 0,8	41

Як видно з таблиці, модельні максимальні, середні та мінімальні характеристики індивідуально-типологічних та сенсомоторних властивостей футболістів високого рівня кваліфікації, як і слід було очікувати, відрізнялися. Відмінності середніх показників для команди від модельних характеристик гравців коливалися в межах від – 13 до 69%. Такі відмінності для сенсомоторних властивостей були більшими і становили 16–69%. А для нейродинамічних, індивідуально-типологічних

властивостей були значно меншими – 13% для ФРНП та СНП і – 46% для ВВП (рис. 3.6).

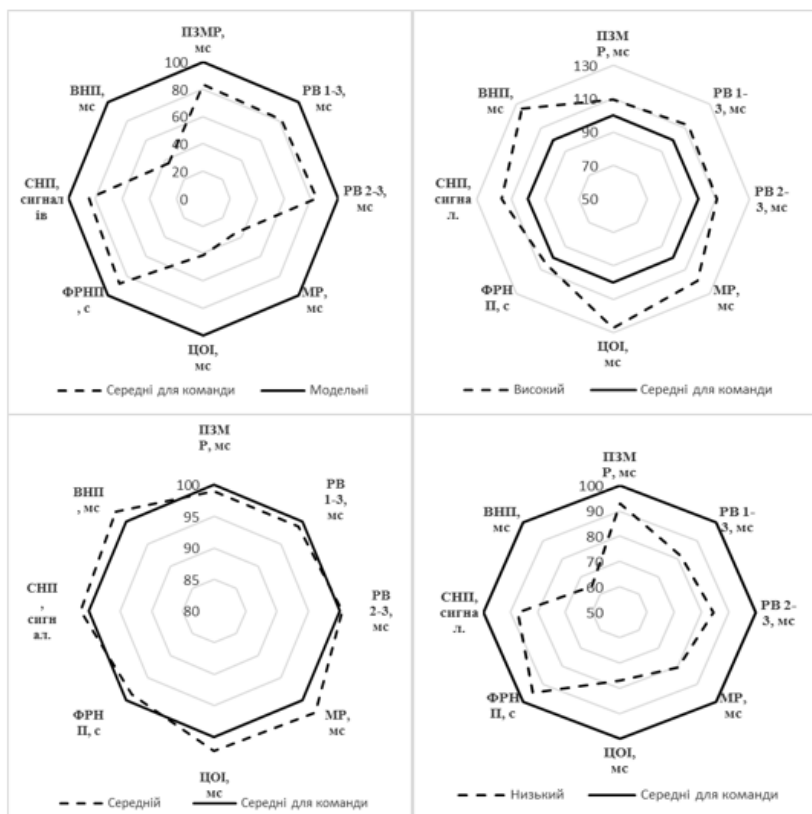


Рис. 3.6. Скатерограма середніх показників сенсомоторних та індивідуально-типологічних властивостей футболістів у порівнянні з модельними характеристиками команди (n=30).

Отже, з представлених на рис. 3.6 даних видно, що з усіх досліджуваних властивостей відповідність середньокомандних показників і модельних характеристик дещо відрізнялася. Так, простежується більша відповідність середніх результатів індивідуально-типологічних властивостей ФРНП та СНП футболістів модельним характеристикам. Тоді, як відмінності за

модельними характеристиками і середніми показниками прояву сенсомоторних властивостей виявилися дещо більшими.

На нашу думку, такий характер неоднакової відповідності середніх для команди показників досліджуваних властивостей з модельними характеристиками футболістів високого рівня майстерності, можна пояснити тим, що показники сенсомоторних властивостей можуть змінюватися під впливом тренувальних занять. Їх можна розвивати, удосконалювати і покращувати. Тоді як індивідуально-типологічні властивості, такі як ФРНП і СНП є генетично детермінованими властивостями, тобто є вродженими і у процесі тренувальної і змагальної діяльності елітних футболістів вони не змінюються [36, 40].

Для діагностичних можливостей адаптації спортсменів до фізичних навантажень широко використовують критерії та розрахунки модельних характеристик максимального рівня. Ми намагалися прояснити питання про роль ФРНП у формуванні функціональної межі для нейродинамічних та сенсомоторних властивостей різної складності.

Оскільки, вище була встановлена кореляція сенсомоторних реакцій різного ступеня складності з ФРНП, то цікаво було простежити залежність функціональної межі формування модельних характеристик сенсомоторних та нейродинамічних властивостей від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи. Ми здійснили обробку результатів дослідження і визначили середні значення та граничні межі функціональних моделей футболістів у залежності від особливостей ФРНП.

У таблиці 3.15 представлені результати, а на рис. 6 скатерограми модельних та середніх характеристик нейродинамічних та сенсомоторних властивостей футболістів з вище за середній, середнім та нижче за середній рівнями ФРНП.

Таблиця 3.15

Сенсомоторна реактивність та нейродинамічні властивості ($X \pm m$) у спортсменів ($n=64$) з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів

Досліджувані показники	Рівні нейродинамічних властивостей			Модельні значення для команди
	Н	С	В	
ПЗМР, мс	223,4 $\pm$ 8,7	213,8 $\pm$ 8,8	198,9 $\pm$ 10,8	179
РВ1-3, мс	324,3 $\pm$ 10,3	301,8 $\pm$ 9,4	276,4 $\pm$ 10,7	246
РВ2-3, мс	411,6 $\pm$ 12,8	379,3 $\pm$ 10,2	345,5 $\pm$ 11,5	324
ЦОІ, мс	127,6 $\pm$ 11,5	115,3 $\pm$ 8,4	106,3 $\pm$ 9,0	101
МР, мс	123,4 $\pm$ 8,9	118,3 $\pm$ 10,3	87,6 $\pm$ 9,4	73
ФРНП, мс	65,3 $\pm$ 0,6	60,9 $\pm$ 0,7	56,3 $\pm$ 0,4	52
СНП, мс	632,2 $\pm$ 23,3	721,7 $\pm$ 21,5	794,4 $\pm$ 18,7	830
ВНП, мс	22,8 $\pm$ 3,1	18,4 $\pm$ 2,3	16,1 $\pm$ 2,8	13

Аналіз результатів модельних нейродинамічних і сенсомоторних характеристик футболістів з різним рівнем індивідуально-типологічних властивостей ФРНП виявив наступне. До групи з високим рівнем індивідуально-типологічних властивостей ЦНС увійшли футболісти з високими значеннями максимального рівня та модельними характеристиками ФРНП, СНП та ВНП, а також ПЗМР, РВ1-2, РВ2-3, ЦОІ та МР. Різниці середніх показників для групи осіб з високим рівнем індивідуально-типологічних властивостей і модельними характеристиками досліджуваних показників нейродинамічних та сенсомоторних властивостей складав від – 4 до 23%. Тоді як, для групи з низькими градаціями ФРНП різниці досліджуваних показників нейродинамічних та сенсомоторних властивостей були значно більшими і становили – 22-68% (табл. 3.16).

Таблиця 3.16

Сенсомоторна реактивність та нейродинамічні властивості та їх різниці (%) у футболістів (n=64) з різними рівнями функціональної рухливості нервових процесів

Досліджувані показники	Рівні нейродинамічних властивостей			Моделльні значення для команди
	Н	С	В	
ПЗМР, мс	24	18	10	179
РВ1-3, мс	30	22	12	246
РВ2-3, мс	30	17	6	324
ЦОІ, мс	22	13	8	101
МР, мс	68	61	18	73
ФРНП, мс	25	17	7	52
СНП, мс	24	14	4	830
ВНП, мс	69	38	23	13

Представлений комплекс фізіологічних реакцій основних нейродинамічних систем може значно відрізнятися у спортсменів з різними рівнем індивідуально-типологічних властивостей нервової системи. Наведені результати можуть свідчити про залежність максимальних модельних характеристик сенсомоторної реактивності та нейродинамічних функцій від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи. Для осіб з високим рівнем ФРНП функціональні межі досліджуваних сенсомоторних та нейродинамічних властивостей були вищими, ніж у групах з низькою градацією типологічних властивостей нервової системи.

Отже, з усього вище викладеного можна зробити узагальнення, що індивідуально-типологічні властивості нервової системи, а саме ФРНП, спортсменів-футболістів визначає індивідуальних характер, а також функціональні межі нейродинамічних та сенсомоторних властивостей.

Феноменологія вказаних пристосувальних змін у реактивних властивостях нервової системи спортсменів добре описана у літературі [21, 28, 38, 43, 57, 82]. Зрозуміло, що застосування нейродинамічного підходу до управління тренувальним процесом на основі диференціювання та урахування

індивідуально-типологічних властивостей ЦНС спортсменів дуже широка науково-практична проблема і не може бути у повній мірі вирішена у рамках даної роботи. Тому у дисертації була поставлена мета експериментально обґрунтувати і показати роль індивідуально-типологічних властивостей ЦНС для управління та корекції фізіологічних функцій та фізичної працездатності висококваліфікованих спортсменів ігрових видів спорту.

Таким чином, можемо стверджувати, що функціональні межі нейродинамічних (ФРНП, СНП, ВНП) та сенсомоторних властивостей (РВ1-3, РВ2-3, ЦОІ, МР) спортсменів визначаються індивідуально-типологічними (спадковими) властивостями ЦНС.

3.5. Показники нейродинамічних функцій спортсменів різного характеру м'язової діяльності

Про значущість і важливість знань стосовно особливостей прояву нейродинамічних функцій спортсменів і застосування їх у практику навчально-тренувальних занять та змагальної діяльності вказують чимало провідних науковців та фахівців у галузі фізичної культури та спорту [11, 48, 55,]. У результатах багатьох наукових досліджень було встановлено, що нейродинамічні функції у осіб, які систематично займалися фізичною культурою та спортом були вищі, ніж у не спортсменів. Зокрема деякі автори [12, 50] вказують на те, що регулярні і систематичні фізичні навантаження у більшій мірі сприяють покращанню показників сенсомоторних реакцій різного ступеня складності у осіб, що займаються фізичною культурою та спортсменів, а також у певних межах покращенню показників прояву індивідуально-типологічних властивостей вищих відділів ЦНС. Посилаючись на експериментальні дані інших науковців, а також на результати власних досліджень, постає питання, яку ж роль відіграють прояви нейродинамічних функцій у заняттях різними видами спорту і чи існує залежність між показниками нейродинамічних функцій з результативністю діяльності спортсменів у різних видах спорту? Актуальність даного питання є очевидним, оскільки під час занять різними видами спорту досягнення високих спортивних результатів спортсменами на

пряму залежать від проявів властивостей вищих відділів нервової системи і характеру м'язевої діяльності. На нашу думку вивчення показників нейродинамічних функцій і встановлення зв'язків між проявами даних властивостей і механізмів забезпечення м'язової діяльності під час занять різними видами спорту суттєво може допомогти науковцям, фахівцям і тренерам у системі здійснення спортивного відбору, для занять різними видами спорту та під час підготовки спортсменів високого рівня кваліфікації. Саме тому, у наших дослідженнях були задіяні спортсмени високого рівня кваліфікації з різних видів спорту: майстри спорту міжнародного класу, майстри спорту, кандидати у майстри спорту та спортсмени, які мали 1 спортивний розряд.

У спортсменів високого рівня кваліфікації, представників різних видів спорту вивчали показники нейродинамічних функцій – сенсомоторні реакції різного рівня складності та індивідуально-типологічні властивості ВНД. З урахуванням специфіки і особливостей характеру м'язевої діяльності спортсменів притаманним для різних видів спорту, був проведений розподіл спортсменів по групам в залежності від видів спорту у яких вони спеціалізувалися. Так, першу групу склали спортсмени, які спеціалізувалися у спортивних іграх (футбол, баскетбол, волейбол, хокей з шайбою та хокей на траві), другу групу – спортсмени, які займалися різними видами спортивних одноборств (боротьба, бокс, карате), і до третьої групи увійшли спортсмени, які спеціалізувалися у циклічних видах спорту (легка атлетика, плавання, триатлон, веслування та велоспорт). Таким чином ми провели аналіз результатів між групами спортсменів, які займалися спортивними іграми, різними видами одноборств та циклічними видами спорту (табл. 3.17).

Таблиця 3.17

Показники нейродинамічних функцій спортсменів, які спеціалізуються у ігрових видах спорту

Вид спорту Нейрод. функції	Футбол	Баскетбол	Волейбол	Хокей	
				з шайбою	на траві
ПЗМР, мс	211,3±4,1	221,0±6,9	222,5±7,2	228,3±4,7	237,6±8,2
РВ1-3, мс	296,5±4,3	302,4±6,5	310,8±8,3	313,1±9,2	320,2±9,5
РВ2-3, мс	366,2±6,5	375,8±7,3	382,9±9,0	395,1±9,3	387,5±10,2
ЦОІ, мс	122,5±5,0	105,8±4,1	131,4±3,9	116,1±3,6	137,3±4,2
МР, мс	143,7±4,8	156,0±6,8	179,6±8,4	173,1±8,7	151,9±7,8
ФРНП, с.	60,6±0,5	62,4±1,1	63,2±1,4	64,2±1,3	65,3±1,0
СНП, сигн.	694,3±7,4	660,3±12,5	652,7±13,6	649,8±18,2	627,4±19,5
ВНП, мс	19,4±1,1	21,2±1,5	22,8±1,6	21,8±1,2	22,1±1,3

Аналізуючи показники середніх значень нейродинамічних функцій між спортсменами, які спеціалізуються у спортивних іграх встановили, що дещо кращими результатами серед спортсменів-ігровиків характеризувалися – футболісти. Вони демонстрували наступні результати: середній показник часу простої зорово-моторної реакції (ПЗМР) у них становив – 211,3±4,1 мс, показники латентних періодів реакцій вибору одного і двох подразників з трьох (РВ1-3 і РВ2-3) відповідали значенням – 296,5±4,3 і 366,2 ± 6,6 мс. Середні показники м'язово-моторної реакції (ММР) та центральної обробки інформації (ЦОІ) відповідно становили – 122,5±5,0 і 143,7±4,8 мс.

Результати у тестових завданнях на прояв індивідуально-типологічних властивостей ВНД були наступними, середній показник функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП) становив – 60,6±0,5 с., сили нервових процесів (СНП) – 694,3±7,4 подразників і врівноваженості нервових процесів (ВНП) – 19,4±1,0 мс. Спортсмени, представники інших ігрових видів спорту характеризувалися нижчими результатами досліджуваних нейродинамічних функцій.

Вивчаючи показники нейродинамічних функцій у спортсменів, які займалися різними видами спортивних одноборств (боротьба, бокс, карате) встановили, що кращими результати виявилися у спортсменів – боксерів (табл. 3.18).

Таблиця 3.18

Показники нейродинамічних функцій спортсменів, які спеціалізуються у спортивних одноборствах

Вид спорту Нейрод. функції	Боротьба	Бокс	Карате
ПЗМР, мс	219,7±5,8	203,7±4,6	212,1±6,2
РВ1-3, мс	312,1±5,6	289,6±5,9	301,4±6,3
РВ2-3, мс	365,9±8,3	355,4±7,2	362,2±7,9
ЦОІ, мс	143,6±4,8	117,2±4,9	122,6±4,3
МР, мс	145,4±7,1	136,7±6,5	149,1±6,9
ФРНП, с.	63,4±0,9	61,2±0,6	62,0±0,7
СНП, сигналів	659,7±14,2	682,9±10,5	675,9±13,8
ВНП, мс	22,4±1,3	20,5±1,2	21,2±1,4

Так, за результатами досліджень сенсомоторних реакцій різного ступеня складності спортсмени-боксери демонстрували наступні результати, час простої зорово-моторної реакції у них становив – 203,7±5,8 мс, часові показники латентних періодів реакцій вибору одного і двох подразників з трьох (РВ1-3 і РВ2-3) – 289,6±5,9 і 355,4±7,7 мс. Відповідно середні показники м'язово-моторної реакції (ММР) та центральної обробки інформації (ЦОІ) відповідали значенням – 117,2±4,9 і 136,7±7,1 мс. Стосовно результатів у тестових завданнях на прояв індивідуально-типологічних властивостей ВНД, то середній показник функціональної рухливості нервових процесів у них становив – 61,2±0,6 с., значення величини сили нервових процесів відповідали показнику – 682,9±10,5 опрацьованих подразників, і показник врівноваженості нервових процесів у них виявився на рівні – 21,8±1,3 мс. Спортсмени з інших видів спортивних одноборств характеризувалися дещо нижчими результатами досліджуваних сенсомоторних функцій та індивідуально-типологічних властивостей вищих відділів головного мозку.

Ми вивчали і порівнювали показники нейродинамічних функцій у спортсменів високого рівня кваліфікації, які спеціалізувалися у циклічних видах спорту (легка атлетика, плавання, веслування, велоспорт, триатлон) (табл. 3.19).

Таблиця 3.19

Показники нейродинамічних функцій спортсменів, які спеціалізуються у циклічних видах спорту

Вид спорту Нейрод. функції	Легка атлетика	Плавання	Триатлон	Велоспорт	Веслування
ПЗМР, мс	209,8±5,7	236,0±8,1	241,7±8,8	237,8±7,3	225,0±7,8
РВ1-3, мс	290,7±6,8	309,2±7,4	317,1±8,7	307,3±7,1	318,3±8,5
РВ2-3, мс	356,1±8,1	379,5±9,3	383,2±10,1	397,9±10,4	383,4±7,9
ЦОІ, мс	120,2±5,3	134,3±6,4	139,7±7,2	147,0±5,8	133,6±7,7
МР, мс	138,4±6,3	159,6±6,5	162,9±8,4	180,7±8,6	158,6±7,9
ФРНП, с.	60,8±1,2	63,5±1,4	63,9±1,3	62,6±0,9	61,9±0,7
СНП, сигн.	678,0±8,6	641,5±17,2	635,7±15,9	632,7±16,3	641,7±14,1
ВНП, мс	20,2±1,3	20,0±1,2	21,1±1,4	22,7±1,4	22,0±1,5

З представлених у таблиці даних видно, що поміж усіх спортсменів, представників різних циклічних видів спорту кращі показники у тестових завданнях на прояв нейродинамічних функцій демонстрували – легкоатлети. Так латентні періоди сенсомоторних реакцій різного ступеня складності у них були наступними: середній показник часу простої зорово-моторної реакції (ПЗМР) становив – 209,8±5,7 мс, показники латентних періодів більш складних реакцій вибору подразників (РВ1-3 і РВ2-3) відповідали значенням – 290,7±6,8 і 356,1±8,1 мс. Середні показники м'язово-моторної реакції (ММР) та центральної обробки інформації (ЦОІ) відповідно становили – 120,2±5,3 і 138,5±6,3 мс. Показники функціональної рухливості сили нервових процесів (ФРНП, СНП) становили – 60,8±1,1 с. і 678,0±8,8 подр. і показник врівноваженості нервових процесів (ВНП у них був – 20,2±1,3 мс. Спортсмени, представники інших видів спорту характеризувалися нижчими результатами досліджуваних нейродинамічних функцій.

Таким чином, здійснивши аналіз показників проявів нейродинамічних функцій спортсменів у групах розподілених за характером м'язової діяльності притаманних для споріднених різних видів спорту, ми з'ясували що, дещо кращими результатами на прояв сенсомоторних реакцій різного ступеня складності та індивідуально-типологічних властивостей ВНД серед представників ігрових видів спорту характеризувалися –

спортсмени-футболісти, серед представників спортивних одноборств – боксери і серед представників циклічних видів спорту кращі результати мали – легкоатлети. Необхідно відмітити, що за результатами досліджень на прояв нейродинамічних функцій у групах спортсменів розподілених видами спорту за характером м'язевої діяльності були встановлені вірогідні відмінності ($p<0,05$).

На наступному етапі досліджень ми провели аналіз даних прояву нейродинамічних функцій між групами спортсменів представників різних видів спорту, які відрізнялися за характером м'язевої діяльності. Ми порівняли показники спортсменів, які спеціалізувалися у ігрових видах спорту, спортивних одноборствах та легкій атлетиці (табл. 3.20).

Таблиця 3.20

Показники нейродинамічних функцій спортсменів, які спеціалізуються у різних видах спорту, які відрізнялися за характером м'язевої діяльності

Вид спорту Нейродинамічні функції	Футбол	Бокс	Легка атлетика
ПЗМР, мс	211,3±4,1	203,7±4,6	209,8±5,7
PВ1-3, мс	296,5±4,3	289,6±5,9	290,7±6,8
PВ2-3, мс	366,2±6,5	355,4±7,2	356,1±8,1
ЦОІ, мс	122,5±5,0	117,2±4,9	120,2±5,3
МР, мс	143,7±4,8	136,7±6,5	138,4±6,3
ФРНП, с.	60,6±0,5	61,2±0,6	60,8±1,2
СНП, сигналів	694,3±7,4	682,9±10,5	678,0±8,6
ВНП, мс	19,4±1,1	20,5±1,2	20,2±1,3

В ході аналізу даних, поданих у таблиці встановили, що серед спортсменів представників різних видів спорту, які відрізнялися за характером м'язевої діяльності результати прояву нейродинамічних функцій дещо відрізнялися. Так, серед спортсменів, які спеціалізувалися у різних видах спорту, дещо

кращими показниками на прояв сенсомоторних реакцій різного ступеня складності характеризувалися спортсмени-боксери. Зокрема, їхні показники становили, під час простої зорово-моторної реакції – $203,7 \pm 5,8$ мс, часові показники латентних періодів реакцій вибору одного і двох подразників з трьох (PB1-3 і PB2-3) – $289,6 \pm 5,9$ і $355,4 \pm 7,7$ мс. Відповідно середні показники м'язово-моторної реакції (ММР) та центральної обробки інформації (ЦОІ) відповідали значенням – $117,2 \pm 4,9$ і $136,7 \pm 7,1$ мс. Тоді як під появу індивідуально-типологічних властивостей кращими показниками були у футболістів. Вони мали наступні результати, середній показник функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП) становив – $60,6 \pm 0,5$ с., у тесті на прояв сили нервових процесів (СНП) – $694,3 \pm 7,4$ подразників і під час дослідження врівноваженості нервових процесів (ВНП) – $19,4 \pm 1,0$ мс. Спортсмени, представники інших видів спорту характеризувалися нижчими результатами досліджуваних нейродинамічних функцій.

Отже, аналізуючи отримані результати стосовно проявів нейродинамічних функцій між групами спортсменів представників різних видів спорту, які відрізнялися за характером м'язової діяльності встановили, що серед спортсменів які спеціалізуються у спортивних іграх, одноборствах та легкій атлетиці кращими показниками сенсомоторних реакцій різного ступеня складності характеризувалися спортсмени-боксери, а показники індивідуально-типологічних властивостей ВНД вищими виявилися у футболістів. Такий характер прояву нейродинамічних функцій у спортсменів представників різних видів спорту, зокрема боксерів і футболістів можна пояснити специфікою спортивної діяльності, притаманним саме цим видам спорту. Для представників спортивних одноборств прояви сенсомоторних реакцій є більш значимими у зв'язку із специфікою спортивної діяльності. Спортсмени повинні миттєво реагувати на дії суперників, і у свою чергу так само, швидко виконувати власні дії, з метою отримання переваги над суперником. Такі вимоги висуваються до спортсменів у спортивних одноборствах. Стосовно прояву кращих показників індивідуально-типологічних властивостей у спортсменів-

футболістів, то напевно це можна пояснити тим, що спортсменам, які спеціалізуються у спортивних іграх в ході змагальної діяльності потрібно більше вирішувати завдання техніко-тактичного плану. Вирішення подібних завдань в процесі ігрової діяльності у спортсменів-ігровиків вимагає більшого залучення механізмів діяльності структур вищих відділів головного мозку, на основі яких відбувається прийняття рішення у різних ігрових ситуаціях. Особливості змагальної діяльності спортсменів у різних видах спорту потребує побудови різних, спеціальних тренувальних програм по підготовці спортсменів з урахуванням вимог, особливостей і специфіки різних видів спорту. Саме тому, ми могли отримати такі результати, і на їх основі висунути відповідні припущення і висновки.

Таким чином, результати цього розділу дозволяють узагальнити:

- встановлені особливості формування досліджуваних нейродинамічних властивостей у спортсменів-футболістів, які визначаються більш інтенсивним та випереджаючим характером розвитку, вищим їх рівнем та пластичністю ніж у не спортсменів;
- встановлені нами у ході досліджень закономірності і особливості динаміки психофізіологічних функцій осіб, які систематично займаються футболом, розвивають концептуальні положення психофізіології, про те, що нейродинамічні, індивідуально-типологічні властивості ЦНС є найбільш значимими у формуванні досліджуваних психофізіологічних функцій;
- у роботі констатовано, що індивідуальні типологічні властивості ФРНП, СНП, ВНП описують генетично обумовлені індивідуальні відмінності та є базовими властивостями ЦНС, що визначають характер участі інших психофізіологічних характеристик у формуванні функціональної системи ігрової діяльності футболістів;
- індивідуально-типологічні властивості ЦНС повинні бути враховані для розробки науково-обґрунтованої системи відбору, підготовки, корекції, тренінгу та профілактики

розвитку негативних станів, а також оптимізації тренувальної та спортивної діяльності;

- встановлені особливості формування досліджуваних індивідуально-типологічних властивостей ЦНС, сенсомоторних властивостей у спортсменів-футболістів, які визначають більш високу кінетиною розгортання, відновлення та стійкості функцій, функціональною стійкістю, інтенсивним та випереджаючим характером розвитку, вищим їх рівнем та досягнення максимумів, а також високою нейрогуморальною регуляції, ніж у не спортсменів;
- в ході обстеження спортсменів, представників різних видів спорту, які відрізнялися за характером м'язової діяльності встановили, що серед спортсменів які спеціалізуються у спортивних іграх, одноборствах та легкій атлетиці кращими показниками сенсомоторних реакцій різного ступеня складності характеризувалися спортсмени-боксери, а показники індивідуально-типологічних властивостей ВНД вищими виявилися – у футболістів.

3.6. Дослідження та оцінка індивідуальних психофізіологічних властивостей інтелекту спортсменів

Основною метою системи підготовки у різних видах спорту є досягнення високих спортивних результатів у змаганнях національного, європейського та світового рангу [6, 80]. Результат досягається, не тільки за рахунок фізичних, функціональних, техніко-тактичних можливостей та прояву вольових зусиль, а і шляхом реалізації інтелектуальних здібностей [67]. Тому завданням спортивної підготовки у ігрових видах спорту є формування та набуття спеціальних знань, умінь, навичок з техніки, тактики, стратегії гри потрібних для успішної реалізації індивідуальних та командних інтелектуальних можливостей [80].

У досягненні майстерності та максимального спортивного результату важливе місце займає інтелектуальний розвиток особистості. Високі результати у змаганнях та перевага над

суперником досягається, у тому числі, і за рахунок високого рівня абстрактно-логічного мислення. Тому навчально-тренувальний процес повинен бути спрямований не тільки на розвиток технічної, тактичної, фізичної, ментальної, морально-вольової підготовки, а і включати удосконалення інтелектуальних можливостей атлетів [6]. Основним видом спортивної підготовки є спеціальна інтелектуальна підготовка та її складові (теоретична, психологічна, спеціально-практична). Інтелектуальна підготовка повинна включати безпосередньо компоненти мислення та логіки, а також формування прийомів розумової діяльності: абстракції, узагальнення та конкретизації [13, 51, 79]. Показниками інтелектуальної діяльності можуть бути такі психофізіологічні властивості розумової діяльності: аналіз, синтез та порівняння; індуктивних, дедуктивних висновків та по аналогії, а також розуміння, засвоєння зв'язків та відношень, формування понять, класифікації та систематизації знань [41, 109]. В. Платонов (1988) зазначає, що інтелектуальна підготовка спрямована на забезпечення творчої активності щодо безпосередньої участі спортсмена в навчально-тренувальному процесі та змагальній діяльності, а також творчого аналізу який пов'язаний з пізнавальною діяльністю [95]. Крім цього процеси сприйняття, аналізу, порівняння, узагальнення та прогнозування ефективно впливають на якість тренувальної та змагальної діяльності. М.П. Пітін (2015) вказує на те, що теоретична підготовка, з одного боку є самостійною структурною одиницею, а інтелектуальна її компонентом, з іншого вона є складовою інтелектуальної та складає основу спеціальної практичної [87].

Другим аспектом інтелектуальної підготовки, як зазначалося вище, є виховання інтелектуальних здібностей як вищій ступені пізнавальної діяльності до спортивної діяльності в цілому [109]. Інтелектуальні здібності спортсмена реалізуються від тієї стратегії, яку він обрав в залежності від ігрового амплуа, або ситуації, що виникла та здатності вирішити її на основі пошуку різних варіантів.

Гра у футбол дозволяє встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, удосконалювати мислення, розвиває пам'ять. Футболіст має постійно пророховувати варіанти, що виникають, планувати й намагатися провести гру, вміти передбачати та протистояти

планам супротивника. Труднощі розуміння суті гри полягають у тому, що футбол має унікальне за своєю специфікою поєднання елементів гри, наукового пізнання і, навіть, своєрідного мистецтва. Гра у футбол активізує психічні процеси як сприйняття, запам'ятовування, мислення, а також уміння творчо осмислити вивчений матеріал та правильно застосувати його на практиці. Увага спортсмена перебуває у тісному зв'язку з мисленням [64, 79, 80, 101, 109]. Специфічними психофізіологічними властивостями інтелектуальної діяльності футболістів можуть бути компоненти розумової діяльності, що включають окремі складові, які не притаманні іншим видам спорту. До них слід віднести: принципи організації навчально-пізнавальної діяльності, особливості засобів та методів спортивного тренування, які спрямовані на розвиток інтелектуальних здібностей, формування знань та навиків ведення змагальної гри, використання сучасних інформаційних технологій (відеофільми, комп'ютерні ігри, GPSport-систем).

Аналіз літератури показав, що серед інтелектуальних психофізіологічних властивостей футболістів необхідно виділити швидкість сприйняття ігрової ситуації та когнітивної інформації, швидкість обробки та прийняття одного, двох або декількох правильних рішень та дій із декількох альтернативних завдань, максимальну швидкість формування програми дій та здатність оцінювати їх реалізацію в складних ігрових ситуаціях [1, 101]. Важливим для футболістів є інтелектуальна продуктивність, що характеризує можливості спортсмена ефективно, з малою кількістю помилок, упродовж тривалого ігрового часу, на високій швидкості вирішувати когнітивні завдання, а також вміння передбачати зміни ігрової ситуації та правильно і своєчасно здійснювати атакуюльно-захисні дії [1, 101, 109].

У зв'язку з викладеним вище, у завдання входило розробити інноваційну методику дослідження кількісної і якісної оцінки інтелектуальних властивостей футболістів. Для отримання експериментального матеріалу інтелектуальних можливостей футболістів ми розробили комп'ютерний комплекс і пакет програми «Intellect» з пультом управління для пацієнта та

розміщеними на ньому клавішами для лівої та правої ноги футболіста.

У даній роботі ми зупинилися на розробці комп'ютерного комплексу «Intellect», з пультом управління для ніг. Методика дозволяла дослідити та оцінки інтелектуальні психофізіологічні властивості футболістів. Обстеження проводили в двох режимах: «оптимального ритму» та «зворотного зв'язку». У режимі «оптимального ритму», найбільш зручного для кожного футболіста пред'явлення для переробки когнітивної інформації різного ступеня складності, проводили визначення інтелектуальних властивостей: час сприйняття інформації (СІ), швидкість рішення однієї (ШРЗ₁) та двох правильних (ШРЗ₂) із трьох альтернативних завдань. З використанням іншого режиму - «зворотного зв'язку» здійснювали діагностування швидкісних та якісно-кількісних інтелектуальних властивостей: максимальної швидкості переключення (МШП) вирішення складних зорово-моторних завдань, інтелектуальна продуктивність (П), передбачуваність (ШПер) та точність виконання завдання (ТВЗ). Ці тести визначають та оцінюють психофізіологічні властивості інтелекту футболістів та здатність вищих відділів головного мозку забезпечувати максимально можливий для кожного гравця темп швидкої та безпомилкової моторної дії ногами на когнітивні позитивні і гальмівні сигнали.

Визначення СІ проводили у положенні сидячи перед монітором комп'ютера, ноги пацієнта були розташовані на пульті. Обстеженому пропонували інструкцію: «При появі на екрані монітора будь-якого сигналу (червоний, жовтий чи зелений) Вам необхідно максимально швидко правою ногою натиснути та відпускати клавішу на пульті». Прилад у реальному часі реєструє та відтворює на екрані середнє значення швидкості СІ за 30 сигналів, а також інші статистичні показники: середнє квадратичне відхилення, похибка середнього, коефіцієнт варіації. Ми застосовували 30 сигналів із експозицією 0,7 с. Оцінку властивості СІ проводили за середнім часом реакції відповіді у мс. Чим менший був час рухової дії, тим кращим був показник СІ.

Щоб отримати значення ШРЗ₁ обстеженому пропонували інструкцію: «При появі на екрані монітора сигналу червоного

кольору Вам необхідно швидко лише правою ногою натискати праву клавішу. На інші сигнали не реагувати». Установка реєструє та відтворює на екрані середнє значення часу ШРЗ₁ з тими ж показниками, що і при визначенні СІ із вказівкою кількості помилкових реакцій. Оцінку властивості ШРЗ₁ проводили за середнім часом реакції відповіді у мс. Чим менший був час рухової дії, тим кращим був результат ШРЗ₁.

За умови визначення ШРЗ₂ футболісту необхідно було виконувати роботу двома ногами. Обстежуваному рекомендували таку інструкцію: «При появі на екрані монітора сигналу червоного кольору Вам необхідно швидко натиснути правою ногою і відпускати праву клавішу на пульті. При появі сигналу зеленого кольору — лівою ногою натиснути ліву клавішу. На сигнал жовтого кольору - не реагувати». Комп'ютерна установка реєструє та відтворює на екрані той же перелік статистичних показників, що і в попередньому режимі. При визначенні ШРЗ₂ в обох останніх тестах ми пред'являли також 30 сигналів із експозицією в 0,9 с. Оцінку властивості ШРЗ₂ проводили за середнім часом реакції відповіді у мс. Чим менший був час рухової дії, тим кращим був результат ШРЗ₂.

Визначення властивості інтелекту МШП у зорово-руховій системі та для вирішення складних завдань, а також інтелектуальної продуктивності за показниками швидкості, якості і кількості переробки інформації обстеження футболістів проводили в режимі «зворотного зв'язку». У цьому режимі за умови виконання інтелектуального тестового завдання експозиція сигналу змінювалась автоматично залежно від характеру відповідей обстежуваного: після правильної відповіді експозиція наступного сигналу скорочується на 20 мс, а після неправильної навпаки, подовжується на те ж значення. Діапазон коливань експозиції сигналу під час роботи обстеженого знаходився в межах 900-20 мс. Інструкція для обстеженого за умови проведення обстежень з використанням даного режиму така, як і у режимі «оптимального ритму» з ШРЗ₂.

Оцінка МШП у зорово-моторній системі є час виконання завдання. В наших дослідженнях футболістам пред'являли інтелектуальний тест із 120 сигналів і за результатом виконання цього завдання оцінювали рівень МШП. На екран комп'ютера

виводяться показники: задана кількість кольорових сигналів, показник рівня МШП у с, мінімальна експозиція і час її досягнення. Оцінку властивості МШП проводили за середнім часом реакції відповіді у мс. Чим менший був час виконання інтелектуального завдання з переробки 120 сигналів, тим кращим був результат – МШП.

Для визначення властивості інтелектуальної продуктивності футболісти виконували завдання упродовж 3 хв. Мірою оцінки властивості ІП є загальна кількість пред'явленої та переробленої когнітивної інформації за цей час. Результат виконання тесту фіксували на екрані: ІП (у вигляді кількості переробленої інформації), мінімальну експозицію та час виходу на неї, відсоток правильних відповідей для правої та лівої ноги. Оцінку властивості ІП проводили за кількістю пред'явленої та переробленої інтелектуальної інформації. Чим більше футболіст поробляв інформації, тим більшим був показник ІП.

Властивості, що характеризують здатність атлета до передбачення та точність виконання інтелектуального завдання визначали та оцінювали як рухову реакцію футболіста на об'єкт, що рухається з постійною швидкістю. У завдання футболіста входило передбачити коли у просторі та часі необхідно було натиснути на клавішу щоб зупинити об'єкт що рухається в зумовленій точці. Для цього ми застосували режим, що виявляв точність і своєчасність реагування. Даний варіант методики дослідження ІПер та ТВЗ дозволяє реєструвати рухові відповіді футболістів (у заданому місці і своєчасно) на переміщення об'єкту, що рухається. Момент руху об'єкта задається програмою. Кількість випробувань після тренування задається експериментатором (зазвичай 30 спроб, 2-3 серії). Реакцію досліджуваного вважали точною за умови відхилення точки фіксації об'єкту від маркера у межах ± 10 мс, та точним співпадінням об'єкту з маркером. Перед початком дослідження обстежуваного знайомили з умовами тестування. Обстежуваному пропонували інструкцію: "Натисніть правою, чи лівою ногою на клавішу, намагайтесь зупинити рухомий об'єкт точно проти нерухомого маркера. Виконання тесту не припиняти до того моменту, поки на екрані не з'явиться – «тест закінчено». Після виконання тесту на екрані монітору висвічувались

показники: кількість точних реакцій, кількість реакцій, що запізнювались та випереджували, середній їх час у мс. Оцінку властивості ІПер проводили за середнім часом реакції відхилення у мс, а ТВ за загальною кількістю точних відповідей.

Проведені дослідження психофізіологічних показників СІ, ШРЗ₁, ШРЗ₂, МШП, ІП, ІПер, ТВЗ, суть яких була у тому, щоб використати їх результати для оцінки індивідуальних властивостей інтелекту футболістів. ми припустили, що від цих властивостей залежить успішне оволодіння необхідними для футболу фізичними, технічними, тактичними вміннями та навичками.

Показником СІ окремого футболіста слід вважати те значення, яке було найменшим у трьох замірах. Необхідність триразового виконання одного і того ж завдання, при оцінці даної інтелектуальної властивості зумовлений тим, що найбільш оптимального та стійкого значення показник СІ досягає упродовж перших трьох обстежень. Такий підхід оцінки часу сприйняття інтелектуальної інформації зумовлений результатами аналізу експериментальних даних, що отримані на одних і тих же обстежених, які виконували одне і те ж завдання декілька разів (рис. 3.7).

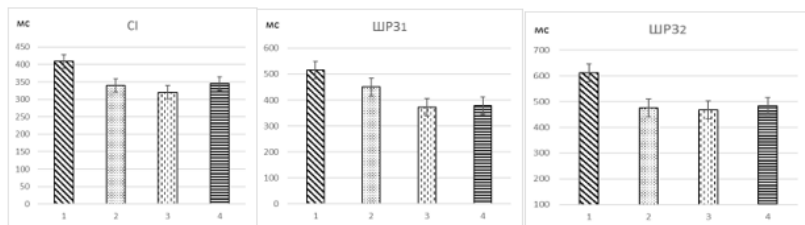


Рис. 3.7. Середні значення ($X \pm m$) показників часу рухових реакцій, що спрямовані на виявлення інтелектуальних властивостей СІ, ШРЗ₁ та ШРЗ₂ футболістів з використанням комп'ютерного приладу «Intellect»: 1 – перше, 2 – друге, 3 – третє та 4 – четверте обстеження.

Виявили, що час СІ, ШРЗ₁ та ШРЗ₂ стабілізується й досягає свого оптимального значення, в основному за перші три обстеження. Тому ми рекомендуємо для виявлення

індивідуальних властивостей СІ, ШРЗ₁ та ШРЗ₂ застосовувати три повтори одного й того ж тесту, а для оцінки цієї інтелектуальної властивості — кращий результат із цих трьох проб.

Для характеристики інтелектуальних властивостей СІ, ШРЗ₁ та ШРЗ₂ нами розроблена і запропонована шкала їх оцінок. Згідно з даною шкалою СІ, ШРЗ₁ та ШРЗ₂ мають п'ять градацій (табл. 3.21).

Таблиця 3.21

Шкали оцінок рівня інтелектуальних властивостей СІ, ШРЗ₁ та ШРЗ₂ у футболістів (n=52)

Рівень властивостей	Досліджувані інтелектуальні властивості		
	СІ, мс	ШРЗ ₁ , мс	ШРЗ ₂ , мс
Високий	≤ 291	≤ 360	≤ 415
Вище за середній	292-314	385-361	439 – 416
Середній	333-315	411-386	475 – 440
Нижче за середній	359-334	412-436	510 – 476
Низький	≥ 360	≥ 437	≥ 511

Розподіл на п'ять рівнів проведений на основі результатів обробки великої кількості цифрових масивів з урахуванням середніх значень СІ, ШРЗ₁ та ШРЗ₂. Значення, використані для побудови шкал, зареєстровані у осіб віком 6 до 45 років і тому шкалами оцінок стану інтелектуальних властивостей СІ, ШРЗ₁ та ШРЗ₂ можна користуватися в межах вказаного вікового періоду.

Визначення інтелектуальних властивостей МШП, ІП, ІПер та ТВЗ за показниками швидкості, якості та кількості переробки інформації проводили в режимі «зворотного зв'язку».

Виявили, що показники МШП, ІП, ІПер та ТВЗ стабілізується й досягають свого оптимального значення, в основному, за перші три обстеження. Тому ми рекомендуємо для виявлення індивідуальних властивостей МШП, ІП, ІПер та ТВЗ застосовувати три повтори одного й того ж тесту. Для оцінки вказаних інтелектуальних властивостей використовували кращий результат із трьох вимірювань.

Для характеристики інтелектуальних властивостей МШП, ІП, ІПер та ТВЗ пропонується шкала їх оцінок. Згідно з даною шкалою МШП, ІП, ІПер та ТВЗ мають п'ять градацій (табл. 3.22, рис. 3.8).

Таблиця 3.22

Шкали оцінок рівня інтелектуальних властивостей футболістів МШП, ІП, ІПер та ТВЗ, у футболістів (n=52)

Рівень властивостей	Досліджувані інтелектуальні властивості			
	МШП, с	ІП, сигналів	ІПер, мс	ТВЗ, кі-сть
Високий	≤ 60	≥ 570	≤ 20	≥ 10
Вище за середній	61–64	569–531	21-25	8-9
Середній	65–68	500–530	26-31	6-7
Нижче за середній	68–71	499–451	32-36	4-5
Низький	≥ 72	≤ 450	≥ 37	≤ 3

Розподіл на п'ять рівнів зроблений на основі результатів обробки великої кількості цифрових масивів з урахуванням середніх меж значень МШП, ІП, ІПер та ТВЗ. Значення, використані для побудови шкал, зареєстровані у осіб віком 9 до 45 років.

Описані в даній роботі методики виявлення СІ, ШРЗ₁, ШРЗ₂, МШП, ІП, ІПер, ТВЗ якості та кількості переробки інформації застосовуються, насамперед, для визначення інтелектуальних властивостей футболістів. Знання цих властивостей може бути використане в різних дослідженнях, в тому числі і для вивчення значення їх у формуванні нейрофізіологічних, психомоторних функцій футболістів, що в свою чергу відкриває шлях до розуміння біологічних основ ігрової діяльності та індивідуальних психофізіологічних відмінностей гравцями.

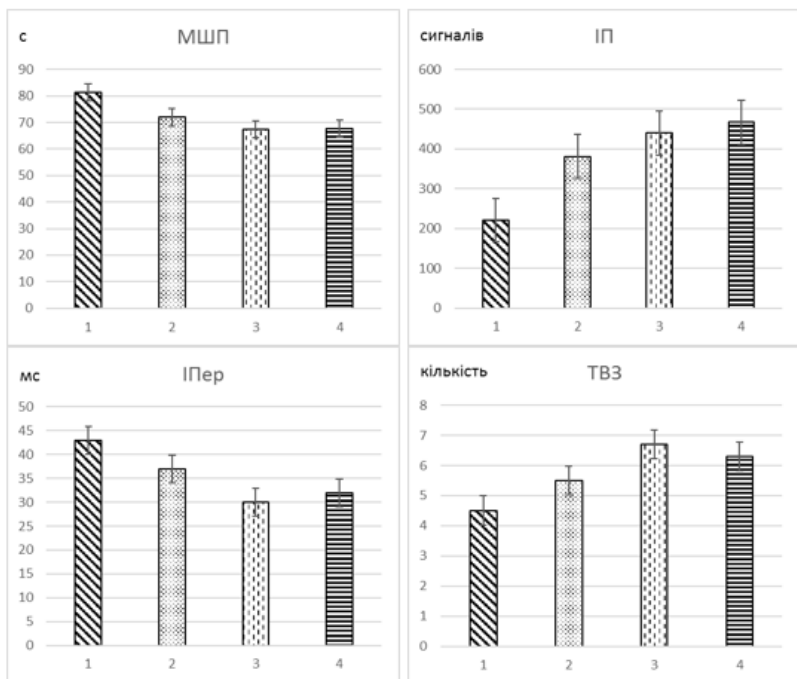


Рис. 3.8. Середні значення ($\bar{x} \pm SD$) психофізіологічних показників, що спрямовані на виявлення інтелектуальних властивостей МШП, ІП, ІПер та ТВЗ футболістів на приладі «Intellect»: 1 – перше, 2 – друге, 3 – третє та 4 – четверте обстеження.

З метою підтвердження того, що досліджувані кількісні та якісні показники інтелекту СІ, ШРЗ₁, ШРЗ₂, МШП, ІП, ІПер, ТВЗ зв'язані з ігровою діяльністю футболістів ми за допомогою досвідчених тренерів (6 осіб) провели її експертну оцінку та розробили шкалу оцінювання (табл. 3.23).

Було встановлено, що до групи з високим рівнем ігрової діяльності експерти віднесли 11% футболістів (5 осіб), з вище за середній рівень – 24% (17 осіб), а до середнього рівня увійшли більшість гравців – 57% (27 осіб). За цим показником – 8% футболістів (4 особи) були віднесені до групи з нижче за середній

рівень ігрової діяльності. Футболістів з низьким рівнем ігрової діяльності (1-2 бали) експерти не виявили.

Таблиця 3.23

Експертна оцінка ігрової діяльності футболістів

№ п/п	Рівень ігрової діяльності	Індекс ігрової діяльності футболістів, бали
1.	Високий	9–10
2.	Вище за середній	7–8
3.	Середній	5–6
4.	Нижче за середній	3–4
5.	Низький	1–2

Кореляційний аналіз успішності ігрової діяльності з досліджуваними інтелектуальними властивостями показників ІІ показав високі значення ($r=0,38$; $p=0,034$). Для МШП, ІПер і ШРЗ₂ кореляції були в межах статистичної вірогідності (відповідно, $r=0,33$; $p=0,041$, $r=0,31$; $p=0,047$ та $r=0,30$; $p=0,049$). З показниками СІ, ШРЗ₁, ТВЗ інтелектуальних властивостей та експертної оцінки ігрової діяльності коефіцієнти кореляції не досягли рівня статистичної значущості ($r=0,23$; $p=0,071$, $r=0,19$; $p=0,076$ та $r=0,24$; $p=0,059$). Це вказує на те, що футболісти з високим та вищим за середній бал ігрової діяльності характеризувались у, більшості випадків, високим значеннями досліджуваних інтелектуальних властивостей ІІ, МШП, ІПер та ШРЗ₂.

Отже, футболісти з високим значеннями інтелектуальної продуктивності, максимальної швидкості вирішення складних інтелектуальних завдань, передбачуваності та швидкості рішення двох правильних когнітивних із трьох альтернативних завдань характеризувалися вищими експертними оцінками ігрової діяльності. Враховуючи теоретичні концепції інтелекту Дж. Гілфорда [84], «потрійного інтелекту» Р. Стернберга [105], «множинного інтелекту» К. Девіса [107], а також результати наших досліджень ми сформулювали теоретичні підходи для визначення особистісних психофізіологічних властивостей

ігрового інтелекту футболістів. Запропонована методика діагностики та визначення інтегрального показника ігрового інтелекту футболістів за формулою: $ІФ=ІП+МШП+ІПер+ШРЗ_2$. Максимальних значень індивідуальний показник ігрового інтелекту у наших обстежуваних дорівнював 33 бали, а мінімальний – 22 балів. Результати даного тесту зумовлені не лише набутими у процесі життя та тренування інтелектуальними, а і високо генетично детермінованими властивостями вищих відділів головного мозку, а також функцій пам'яті, мислення, сприйняття та уваги [25, 36].

Отже, з представлених результатів та даних літератури видно, що критеріями успішності ігрової діяльності у футболі можуть виступати як показники фізичної, технічної, функціональної підготовленості футболістів, ігрове амплуа гравців, типи статури, біологічний вік, індивідуальні особливості [20, 29, 47, 49] так і, особливого значення набувають інтелектуальні властивості гравців, які є інформативними щодо прогнозування успішністю ігрової діяльності футболістів [46, 65, 91, 99]. Таким критеріям, за результатами нашої роботи, відповідають показники інтелектуальної продуктивності, максимальної швидкості вирішення складних інтелектуальних завдань, передбачуваність та швидкість рішення двох правильних із трьох альтернативних інтелектуальних завдань, які відрізняються міцною і стійкою біологічною природою.

Результати зіставлення даних кількісної оцінки ефективності ігрової діяльності з комплексом показників інтелектуальних властивостей можуть знайти застосування при вирішенні низки практичних питань спортивного відбору і наукової організації праці, оптимізації навчання.

Запропонована методика дослідження та оцінки інтелектуальних властивостей може бути корисною у вирішенні питань, коли потрібно встановити вплив на функціональний стан кори великих півкуль головного мозку різноманітних факторів змагальної та тренувальної діяльності. Це стосується втоми, виснаження, відпочинку, фізичного та розумового навантаження, дії різноманітних фармакологічних речовин, гіпоксії чи гіпероксії, температури, емоцій тощо. В усіх цих випадках коливання рівня ІП, МШП, ІПер та ШРЗ₂, в той чи інший бік

можуть бути використані поряд із застосуванням їх для оцінки індивідуальних психофункціональних відмінностей гравців, як чутливі та об'єктивні індикаторами функціонального стану організму спортсменів. Дана методика і пакети адаптованих програм на комп'ютері і автоматизація експериментів принесла багато нового в результати обстежень ігрового інтелекту, відчутно розширила можливості отримання більш якісного та різноманітного матеріалу. Наявність великого експериментального матеріалу, отриманого за різних умов обстеження на однорідних чи різних групах спортсменів та інших видів спорту, з використанням приладів, розроблених у нашій лабораторії, а також комп'ютерних установок і враховуючи прохання багатьох співробітників із різних наукових установ мати можливість зіставляти отримані результати, була причиною уніфікації методики проведення обстежень та оцінки індивідуальних інтелектуальних властивостей футболістів. Дослідження з використанням одних і тих же методик, тестів та критеріїв оцінки інтелектуальних властивостей футболістів дає змогу підвищити можливості аналізу різного експериментального матеріалу та його цінність.

Запропонована комп'ютерна методика «Intellect» для проведення дослідження та оцінки індивідуальних психофізіологічних властивостей інтелекту футболістів показала свою високу ефективність та надійність.

Встановили статистично значущі кореляції експертної оцінки ігрової діяльності з психофізіологічними властивостями інтелекту ІП, МШП, ІПер та ШРЗ₂ футболістів.

Запропоновано методику визначення інтегрального психофізіологічного показника ігрового інтелекту футболістів: $ІФ = ІП + МШП + ІПер + ШРЗ_2$.

Представлені шкали оцінки показників простих та складних когнітивних (інтелектуальних) завдань, а також швидкісних кількісних та якісних психофізіологічних характеристик переробки когнітивної інформації можуть бути використані в процесі тренувально-ігрової діяльності футболістів.

ГЛАВА 4

БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ПРОГРАМУВАННЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ М'ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

З літературних джерел відомо, що фізичну працездатність людини можна визначити прямим та непрямим шляхом.

До методів оцінки фізичної працездатності прямим шляхом відносять навантаження, які виконуються на велоергометрі, підйом ваги, пробігання, пропливання дистанції до повного виснаження. При цьому про рівень фізичної працездатності судять по показниках спортивних результатів, тривалості роботи, енерговитратам, частоті серцевих скорочень, споживанню кисню, виділенню вуглекислого газу, накопиченню молочної кислоти та ін. Такий метод визначення фізичної працездатності зі значними навантаженнями може виклати несприятливі зрушення в організмі випробовуваного. Для того, щоб перешкодити впливу великих навантажень при дослідженні фізичної працездатності людини, використовують непрямий шлях її визначення. До непрямих методів, з допомогою котрих оцінюється фізична працездатність у спортсменів, відносяться дослідження з допомогою велоергометричного тесту чи Гарвардського тесту. Крім того, фізична працездатність спортсмена може бути охарактеризована по величині максимального споживання кисню, кисневого боргу, надлишку виділення вуглекислого газу, кількості вуглекислоти і т.д.(по величині зрушень різних фізіологічних показників при виконанні роботи).

Фізична працездатність залежить від багатьох факторів, в силу цього її адекватна оцінка не може бути досягнута з допомогою одного будь-якого показника, хай навіть дуже інформативного [16]. Тому виміри фізичної працездатності (аеробної та анаеробної) повинні бути засновані на принципі комплексності оцінки визначаючих та лімітуючих її факторів. Розрізняють такі характеристики кожної з систем енергозабезпечення: потужність, ємність, ефективність, мобілізуємість, реалізуємість енергетичної системи, причому для визначення кожної із характеристик вимагається визначення різних показників. Кожен із факторів енергетичної системи змінюється незалежно від

інших факторів. Так, коефіцієнт кореляції між МПК та максимальною аеробною ємністю складає +0,545.

У фізіології спорту урахування динаміки росту фізичної працездатності спортсменів розглядають у якості інтегрального показника функціональної підготовленості організму до спортивних навантажень [10, 26, 42, 61, 66]. Тому в основі диференціації функціональних можливостей спортсменів, лежить оцінка різних сторін енергозабезпечення тренувальних і змагальних навантажень. Зазвичай виходять з оцінки загальних можливостей енергетичних анаеробної та аеробної систем. При цьому проводять оцінку резервних можливостей, реактивності, потужності, ємності та ефективності кожної з них. Сьогодні запропонована система тестів для оцінки функціональних можливостей потужності, ємності та ефективності біоенергетичних процесів [42, 53, 87, 86]. Але, з аналізу наукової літератури невідомими залишаються питання багаторічної адаптації енергетичних систем спортсменів різного віку до довготривалої напруженої тренувальної та змагальної роботи відсутні знання про роль індивідуально-типологічними властивостями нервової системи у реалізації ємності, потужності та ефективності анаеробної та аеробної енергетичної систем людини в онтогенезі.

Тому завданням цього розділу було визначити ключові напрямки оцінки та реалізації функціональних можливостей енергозабезпечення дітей, підлітків та юнаків. Необхідно було з'ясувати питання про основні закономірності формування та зв'язок ємності потужності та ефективності анаеробної та аеробної енергетичної системи з індивідуально типологічними властивостями нервової системи в онтогенезі.

4.1. Дослідження стану біоенергетичного метаболізму.

Дослідження починали з визначення морфо-функціональних характеристик обстежуваних. Визначення основних показників, які відображають морфо-функціональні характеристики проводилось за допомогою стандартних загальновизнаних інструментів та методів [15, 16].

Передбачалося провести експрес-діагностику енергетичного метаболізму, функціональних та резервних можливостей організму обстежуваних. З літературних джерел відомо, що розрізняють такі характеристики систем енергозабезпечення: потужність, ємність та ефективність енергетичної системи, причому для визначення кожної з властивостей вимагається визначення різних показників [104]. Кожен із факторів енергетичної системи змінюється незалежно від інших факторів. Так, коефіцієнт кореляції між МСК та максимальною аеробною ємністю складає 0,545. Об'єктивно існує тісний взаємозв'язок швидкості деполяризації міокарду правого та лівого шлуночків, що визначається за величиною процентного відношення амплітуд зубців R до суми зубців R та S в правих та лівих грудних відведеннях ЕКГ спокою, з метаболічними показниками відповідно анаеробної та аеробної фізичної працездатності. Це дозволяє достатньо точно оцінити важливі параметри аеробного і анаеробного енергетичного метаболізму [15]. Виходячи з цього взаємозв'язку, можна достатньо швидко визначити різні показники діяльності систем енергозабезпечення. Аеробна потужність оцінюється по МСК з допомогою ЕКГ, що реєструється в стані відносного м'язового спокою в лівому грудному відведенні V₆, в якому вимірюють амплітуду зубців, а потім обчислюють відношення $R_{100}/R+S$. 1% цього відношення відповідає 1 мл·хв⁻¹·кг⁻¹ МСК. Точність вимірів показників аеробної продуктивності з застосуванням даного методу складає $\pm 5\%$, а показників анаеробної продуктивності $\pm 15\%$.

В наших дослідженнях ЕКГ реєструвалось в положенні лежачи із застосуванням 6 грудних відведення за F. Wilson [16]. Реєстрація та оцінка отриманих даних виконувались на апаратурній системі «D&K-TEST», розробленій в лабораторії С.А. Душаніна [15, 16].

Спосіб дослідження енергетичного метаболізму полягає в реєстрації ЕКГ у стані м'язового спокою, вимірювання амплітуд R і S - зубців кардіосигналу в правих грудних однополюсних відведеннях за Вільсоном V_{3R}, V₁, V₂ і лівих відведеннях V₄, V₅, V₆. Кардіосигнал вводили в обчислювальний пристрій і визначали відсоткове відношення амплітуди зубця R до суми амплітуд зубців R і S у зазначених відведеннях ЕКГ і оцінку за

цими відношеннями ємності, ефективності та потужності метаболічних, аеробної, а також креатинфосфатної і гліколітичної анаеробних функціональних систем, які забезпечують енергією м'язову роботу.

Анаеробна ємність (АН) характеризує здатність до виконання інтенсивних навантажень різного типу на межі можливостей організму. Обчислюється як сума відсоткових відношень $R/R+S$ у відведеннях V3R, V1 і V2.

Аеробна ємність (АЄ) характеризує ємність аеробного джерела енергозабезпечення м'язової діяльності, що визначає здатність до тривалого виконання фізичних та інших типів навантажень помірної інтенсивності. Обчислюється як сума відсоткових відношень $R/R+S$ у відведеннях V4, V5 і V6.

Іншими важливими енергетичним параметром є потужність креатинфосфатного (КрФ) і гліколітичного (ГЛ) джерел енергозабезпечення м'язової роботи, які визначаються так само, але, відповідно, за даними відведень V3R і V2 ЕКГ. Під час обчислення показників КрФ і ГЛ береться до уваги найбільша амплітуда зубця R. Показник КрФ свідчить про швидкість і динамічну силу, які прямо залежать від максимальних витрат в скелетних м'язах креатинфосфату, як джерела енергозабезпечення в умовах короткочасної роботи. А з допомогою енергетичного показника ГЛ оцінюється потенційна можливість максимального накопичення молочної кислоти в крові, що характеризує швидкісну витривалість організму.

Не менш важливий параметр - це потужність аеробного джерела енергозабезпечення (VO_{2max}). Показник VO_{2max} визначає якість виконання фізичних та інших навантажень аеробної спрямованості до рівня порога анаеробного обміну (ПАНО), а також загальну витривалість організму.

Показник ПАНО – ефективність використання аеробного джерела енергозабезпечення м'язової діяльності визначається відношенням $R/R+S$ на ЕКГ у відведеннях V2 і V6. Величину ПАНО у відсотках від VO_{2max} одержують в результаті ділення величини VO_{2max} у V6 на суму цих відношень у V2 і V6.

Таким чином, можна зробити висновок, що наведені показники детермінують динаміку потужності та ємності джерел енергозабезпечення м'язової діяльності, індивідуальну

збалансованість в організмі функцій репродукції та утилізації значною мірою зумовлюють найвищий рівень досягнень спортсменів. Це дозволяє припустити, що даний метод дослідження та оцінки енергетичного метаболізму може використовуватися для моніторингу аеробної та анаеробної продуктивності організму.

Таким чином, запропонована багатofакторна експрес-діагностика базується на біологічній закономірності зв'язку біохімічних процесів, які відбуваються в організмі, з роботою його м'язів (рис. 4.1, 4.2).

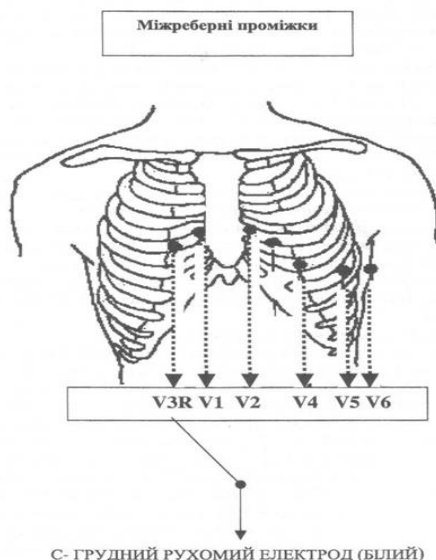


Рис. 4.1. Встановлення датчиків для дослідження УКГ у спортсменів: місця відведень V3R, V1, V2, V4, V5 і V6 на грудній стінці для накладання рухомого електрода.

В цьому дослідженні енергетичний потенціал волейболістів, який характеризує анаеробну, аеробну метаболічну ємність (АН, АЕ), ефективність (Чсс/ПАНО) і потужність аеробної (VO_{2max}) та анаеробної, креатин фосфатної (КрФ) і гліколітичної (ГЛ) а також економічності аеробно-анаеробних механізмів (ПАНО) визначали за допомогою комп'ютерного пристрою і програмного

забезпечення експрес-діагностики функціонального стану і резервних можливостей організму „D&K-Тест” [16].

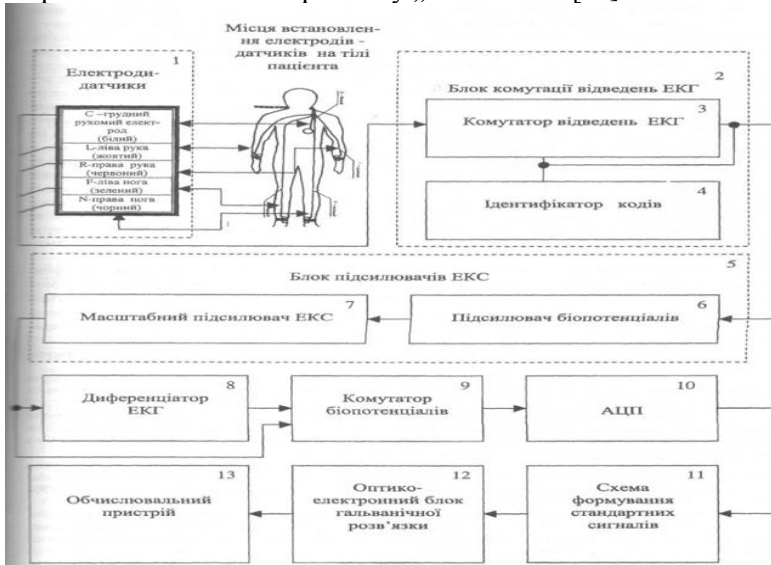


Рис. 4.2. Блок схема установки С.А. Душаніна.

Об'єктивно існує тісний взаємозв'язок швидкості деполяризації міокарду правого та лівого шлуночків, що визначається по величинам процентного відношення амплітуд зубців R до суми зубців R та S в правих та лівих грудних відведеннях ЕКГ спокою, з метаболічними показниками відповідно анаеробної та аеробної фізичної працездатності, котрий дозволяє достатньо точно оцінити важливі параметри аеробного і анаеробного енергетичного метаболізму [15].

Виходячи з цього взаємозв'язку можна достатньо швидко визначити різні показники діяльності систем енергозабезпечення. Для запобігання похибок ЕКГ диференціюється до першої похідної (dЕКГ) з допомогою включення в електросхему так званого R-С ланцюжка.

Наприклад, аеробна потужність оцінюється по МПК з допомогою ЕКГ, що реєструється в стані відносного м'язового спокою в лівому грудному відведенні V6, в котрому вимірюють амплітуду зубців, а потім обчислюють відношення $R_{100}/R+S$. 1%

цього відношення відповідає 1 мл/хв·кг МПК. Точність вимірів показників аеробної продуктивності з застосуванням даного методу складає $\pm 5\%$, а показників анаеробної продуктивності $\pm 15\%$. В наших дослідженнях ЕКГ реєструвалось в положенні лежачи із застосуванням 6 грудних відведень по F. Wilson [16]. Реєстрація та оцінка отриманих даних виконувались на апаратурній системі, розробленій в лабораторії С.А. Душаніна, з допомогою програм складених там же на персональному комп'ютері (табл. 4.1, 4.2).

Таблиця 4.1

Показники „D&K-TEST” у спортсменів та спортсменок з олімпійських та не олімпійських видів спорту

Показник, %	Стать	Статистичний параметр			Діапазон коливань	
		X	($\pm m$)	($\pm G$)	мін.	Макс.
АНАМС, %	жінки	7920	0,67	31,86	4,00	265,00
	чоловіки	81,10	0,57	33,86	2,00	250,50
АМС, %	жінки	236,00	0,80	37,77	101,00	300,00
	чоловіки	232,85	0,61	36,23	68,00	300,00
ЗМС, %	жінки	315,18	1,10	52,05	133,00	45420
	чоловіки	313,98	0,81	48,49	116,00	521,00
АНАМС/ЗМС, %	жінки	24,70	0,17	7,92	1,56	67,26
	чоловіки	25,40	0,14	8,38	1,00	56,34
АМС/ЗМС, %	жінки	7529	0,17	8,11	17,00	98,44
	чоловіки	74,59	0,14	8,45	29,00	99,19
ПКФ, %	жінки	32,98	0,20	9,33	2,00	76,00
	чоловіки	3231	0,17	10,25	2,00	79,20
ПГЛ, %	жінки	3130	0,15	7,01	14,00	77,30
	чоловіки	3135	0,11	6,35	11	69,00
ПАДЕ, %	жінки	64,05	0,15	7,34	27,00	86,10
	чоловіки	63,97	0,13	7,54	25,00	86,90
WПАНО, %	жінки	6731	0,11	5,13	43,65	86,00
	чоловіки	6720	0,81	4,77	43,90	85,10
ЧСС на ПАНО	жінки	162,66	0,22	10,64	104,50	195,00
	чоловіки	162,51	0,18	10,76	100,17	196,40

Таблиця 4.2

Модельні характеристики біоенергетичного метаболізму
провідних спортсменів

Показники	Провідні спортсмени	Макс.	Мін.
АнМЕ	134,8	156,9	18,1
%АнМ	27,3	40,9	7,0
АаМе	278,5	296,3	232
%АеМ	72,7	93,4	59,0
ЗМЕ	378	441,1	218,1
КрФ	31,8	45,2	24,2
Гл	32,9	61,6	24,4
МСК	70,7	79,8	55,2
Пано	75,8	75,9	58,3
ЧСС\Пано	187,6	194,6	151,9
ЗЕФ	214,8	233,6	193,5

4.2. Особливості формування енергетичних аеробних та анаеробних систем у спортсменів та не спортсменів різного віку

Опрацювуючи літературу вдалося встановити, що вивченням проблеми займалися ряд дослідників [27, 42, 72]. Але, вивчення фізичного розвитку спортсменів потребує подальших уточнень і є досить актуальним напрямом наукових досліджень. Дослідження показників морфо-функціонального розвитку спортсменів різного віку та їх однолітків, які не займалися систематично спортом продемонструвало факт того, що у процесі спортивного відбору суттєво переважали не спортсменів. Так за усіма досліджуваними параметрами волейболісти всіх вікових груп мали вищі показники які статистично були вірогідні ($p < 0,05$) (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Порівняльна характеристика волейболістів та не спортсменів різного віку за показниками морфо-функціонального розвитку ($X \pm m$)

Вік, Роки	Досліджувані показники	Зріст (см)	Вага (кг)	ОГК (см)	Довжина ноги (см)	Довжина руки (см)
14-15	Волейболісти (25)	175,2 $\pm$ 1,6*	66,3 $\pm$ 1,7*	77,7 $\pm$ 1,4*	81,6 $\pm$ 1,6*	71,6 $\pm$ 1,3*
	Не спортсмени (28)	155,1 $\pm$ 4,1	55,6 $\pm$ 2,2	70,3 $\pm$ 2,6	75,1 $\pm$ 2,8	59,3 $\pm$ 2,2
16-17	Волейболісти (25)	179,8 $\pm$ 1,6*	73,4 $\pm$ 2,3*	87,9 $\pm$ 1,6*	90,8 $\pm$ 1,1*	78,8 $\pm$ 0,9*
	Не спортсмени (30)	172,5 $\pm$ 0,8	67,7 $\pm$ 0,7	78,4 $\pm$ 0,6	81,6 $\pm$ 1,4	63,3 $\pm$ 1,5
18-19	Волейболісти (21)	192,4 $\pm$ 1,9*	86,7 $\pm$ 1,5*	101,7 $\pm$ 1,3*	100,9 $\pm$ 0,7*	92,4 $\pm$ 0,9*
	Не спортсмени (30)	169,9 $\pm$ 1,5	73,2 $\pm$ 1,3	78,8 $\pm$ 1,4	87,1 $\pm$ 1,0	64,7 $\pm$ 0,7
20-25	Волейболісти (19)	194,6 $\pm$ 1,5*	87,8 $\pm$ 1,3*	100,7 $\pm$ 1,1*	103,3 $\pm$ 1,4*	88,6 $\pm$ 1,1*
	Не спортсмени (28)	169,4 $\pm$ 1,3	76,2 $\pm$ 1,4	79,7 $\pm$ 0,9	86,6 $\pm$ 1,3	63,8 $\pm$ 0,7

Примітка: * – статистично вірогідні різниці показників між волейболістами та не спортсменами у досліджуваних вікових групах ($p < 0,05$)

Результати засвідчують, що у процесі початкового відбору у спортивні групи тренери спираються, у першу чергу, на показники зросту та довжину кінцівок дитини. Проте, на нашу думку, даний підхід відбору є не досить об'єктивним, адже в професійних командах різниця у показниках зросту, ваги чи довжини кінцівок для спортсменів не є статистично значимою [71]. Отже, можемо припустити, що успішна спортивна діяльність формується не лише за рахунок зросту, довжини рук чи ніг. Тому на етапах початкового відбору варто звертати увагу, також і на ті параметри, які будуть незмінні в майбутньому, але що суттєво впливають на спортивну діяльність людини.

Проте, важливість тотальних розмірів тіла у спорті не можливо ігнорувати. Адже, результати досліджень різних науковців свідчать про важливість морфологічних показників, а також дають підстави стверджувати про необхідність при комплектації команд різного рівня майстерності у процесі набору

та відбору звертати увагу на тотальні показники розмірів тіла спортсмена [102]. Особливо на початкових етапах спортивного удосконалення.

Процес фізичної підготовки в спорті відбувається паралельно із онтогенетичним розвитком спортсмена, саме тому це привертає особливу увагу науковців. У наукових роботах багатьох дослідників описано різні сторони процесу підготовки та адаптації організму до спеціальних фізичних навантажень [108]. Проте особливу увагу привертають питання енергетичного метаболізму організму спортсменів. Питання аеробного та анаеробного забезпечення спортсменів різного віку давно досліджується, але залишається багато питань, що не розкриті. Зокрема, надзвичайно важливим є дослідження особливостей формування аеробних та анаеробних механізмів енергозабезпечення спортивної діяльності в онтогенезі.

Енергетичні властивості спортсменів різного віку досліджували за допомогою комп'ютерної діагностичної системи „D&K-Тест” аеробних та анаеробних енергетичних процесів (табл. 4.4 та рис. 4.3).

Таблиця 4.4
Характеристика енергетичного метаболізму волейболістів (1) та не спортсменів (2) різного віку

Дослід. показн.	Групи обст.	Вікові групи, роки			
		14-15, ^a	16-17, ^b	18-19, ^c	20-25, ^d
АН, н.о.	1	57,9±5,9 ^{b,c,d}	109,3±7,3 ^{a,d}	117,3±6,5 ^{a,b,d}	127,3±6,0 ^{a,b}
	2	53,4±6,7 ^{b,c,d}	*77,6±8,6 ^{a,d}	*86,2±7,5 ^a	*92,5±7,0 ^{a,b}
АЕ, н.о.	1	163,4±8,4 ^{b,c,d}	204,7±7,4 ^{a,c,d}	244,7±9,7 ^{a,b,d}	294,4±8,4 ^{a,b,c}
	2	154,3±9,3 ^{c,d}	*165,6±8,3 ^d	*172,4±5,2 ^a	*183,5±7,3 ^{a,b}
Крф, н.о.	1	26,1±4,4 ^{c,d}	29,0±3,3 ^d	32,4±1,8 ^{a,b,d}	44,3±2,3 ^{a,b,c}
	2	23,1±6,6	24,9±4,5	*26,5±2,7	*27,3±4,3
ГЛ, н.о.	1	18,5±2,8 ^{b,c,d}	27,8±2,3 ^{a,c,d}	33,3±0,6 ^{a,b,d}	37,6±1,8 ^{a,b,c}
	2	17,5±3,7	*17,8±3,4	*18,3±2,5	*19,5±2,9
VO ₂ max, мл/кг/хв. ⁻¹	1	45,6±2,3 ^{b,c,d}	57,5±2,7 ^{a,c,d}	60,7±2,9 ^{a,b,d}	63,6±1,7 ^{a,b}
	2	43,5±4,2	*45,6±2,3	*46,6±3,5	*45,7±2,7
ПАНО, % VO ₂ max.	1	47,7±2,3 ^{b,c,d}	56,3±1,7 ^{a,c,d}	65,2±1,6 ^{a,b,d}	67,9±0,7 ^{a,b}
	2	42,4±3,7 ^{c,d}	*45,2±2,6 ^d	*47,3±3,8 ^{a,d}	*51,3±1,8 ^{a,b}
ЧСС/ПАНО, у/хв. ⁻¹	1	149,4±4,3 ^{b,c,d}	154,4±2,7 ^{a,c,d}	167,6±3,1 ^{a,b,d}	171,3±2,1 ^{a,b,c}
	2	143,6±4,2 ^{c,d}	*142,4±3,6 ^d	*147,6±4,2 ^a	*151,3±3,2 ^{a,b}

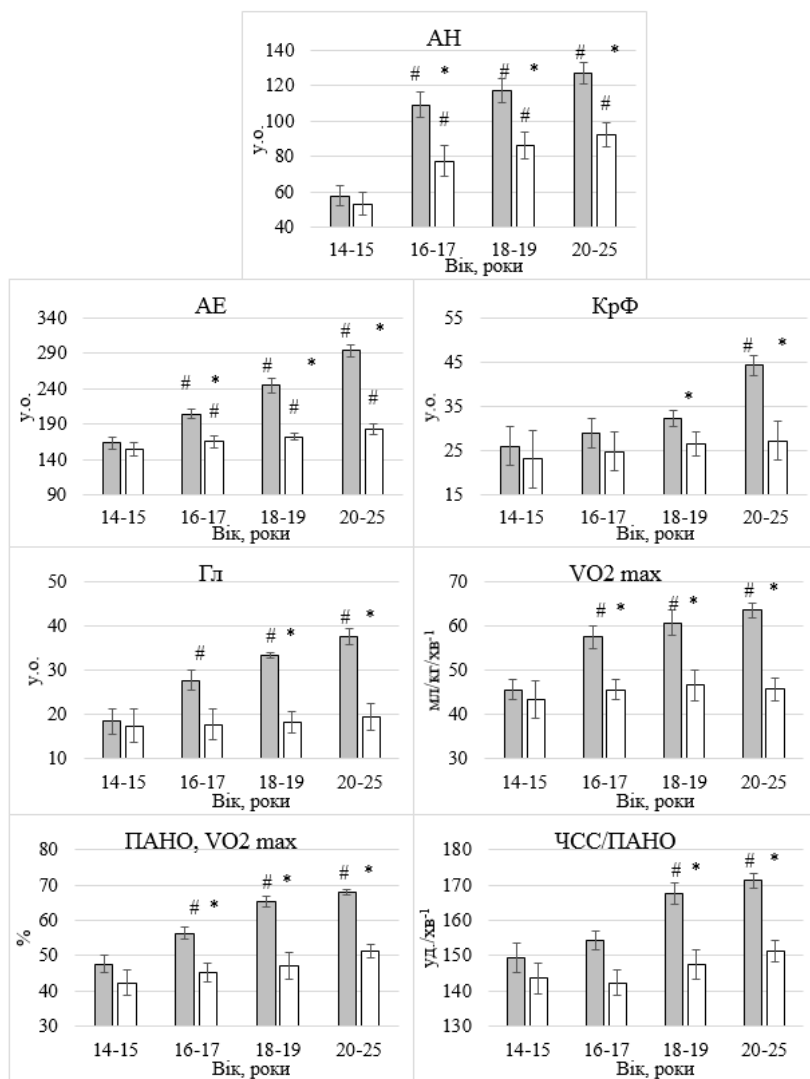


Рис. 4.3 Характеристика енергетичного метаболізму - спортсменів та - не спортсменів різного віку; * – статистично вірогідні різниці показників між спортсменами та не спортсменами у досліджуваних вікових групах ($p < 0,05$); # – статистично вірогідні різниці показників по відношенню до групи 14-15 років ($p < 0,05$).

Наведені результати показують, що енергетичний метаболізм у обстежуваних підлітків 14-15, 16-17 та юнаків 18-19 і осіб зрілого віку 20-25 років спортсменів та не спортсменів поступово покращується і найвищого розвитку досягає у спортсменів у 20-25 років. Встановили спільні закономірності для юнаків, підлітків, осіб зрілого віку, як для не спортсменів так і особливості для спортсменів формування ємності (АН, АЕ), потужності (КрФ, Гл, $VO_{2\max}$, ПАНО, % $VO_{2\max}$) та економічності (ЧСС/ПАНО, у/хв.⁻¹) аеробних та анаеробних процесів. Встановлено, що для обох груп обстежуваних формування енергетичних аеробних та анаеробних процесів підпорядковуються спільним закономірностям: неперервного розвитку, нерівномірного та гетерохронного характеру їх формування. Доведено, що у спортсменів особливостями формування енергетичних характеристик в онтогенезі слід вважати більш динамічний і випереджаючий характер розвитку та вищий їх рівень. Показано, що у підлітків та юнаків обох груп аеробні та анаеробні енергетичні процеси поступово розвиваються і досягають свого найвищого рівня у зрілому віці. А вікові періоди (15-17 р.) характеризуються більш інтенсивним та сповільненим їх розвитку у 20-25 років.

Результати досліджень та їх аналіз свідчить про те, що темпи підвищення функціональних можливостей в онтогенезі для характеристик потужності, ємності та ефективності енергетичних систем у спортсменів та не спортсменів різні. Для цього ми наводимо результати підвищення функціональних характеристик аеробних та анаеробних механізмів забезпечення м'язів у відносних значеннях, % (рис. 4.4).

Результати таблиці показали, що з віком енергетичні аеробні та анаеробні механізми підвищуються як за рахунок ємності (АН, АЕ), потужності (КрФ, Гл, $VO_{2\max}$, ПАНО, % $VO_{2\max}$) та ефективності (ЧСС/ПАНО, у·хв.⁻¹). Необхідно відмітити, вищий рівень та випереджаючий характер формування ємності, ефективності та потужності анаеробних та аеробних енергетичних процесів у осіб, що займаються спортом у порівнянні з однолітками не спортсменами.

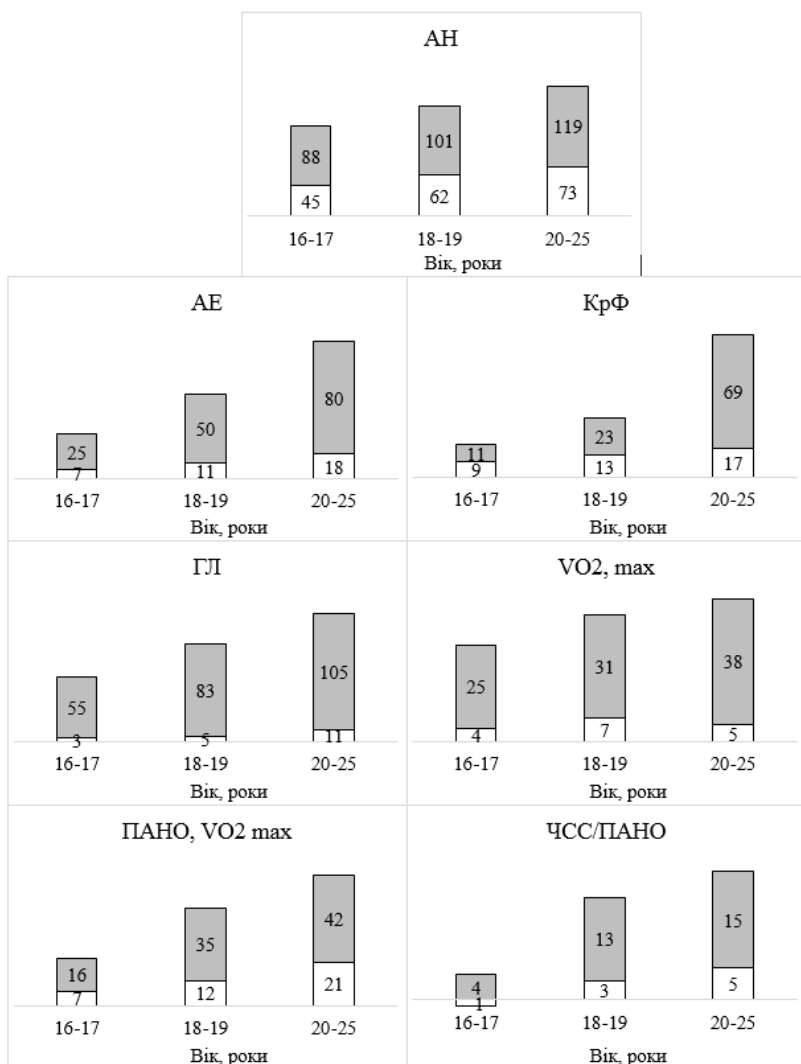


Рис. 4.4. Темпи підвищення (%) енергетичного метаболізму - спортсменів та - не спортсменів у різні вікові періоди в порівнянні із віком 14-15 років.

Крім того, з віком підвищення фізичної підготовленості у спортсменів відбувається шляхом вираженого удосконалення

ємності енергетичних процесів, у першу чергу, та вираженого підвищення анаеробних енергетичних механізмів забезпечення спортивної діяльності. Встановлено, що зростання у спортсменів потужності анаеробних енергетичних процесів, відбувалось, у першу чергу, за рахунок значного зростання потужності лактатних (ГЛ), підвищення алактатних (КрФ) та змішаного аеробно-анаеробного (ПАНО) механізмів енергетичних систем. Такі особливості прояву енергетики відповідає характеру спортивної діяльності, яка пред'являє високі вимоги до прояву швидко-силових здібностей та швидкісної витривалості. Найменш значимі зміни в онтогенезі та під впливом систематичних занять відбувалися за показниками аеробної ємності (АЕ) та аеробної потужності (VO_{2max}), а також ефективності енергетичного забезпечення (ЧСС/ПАНО, у/хв.⁻¹), що можна вважати як резерв підвищення функціональної підготовленості спортсменів.

Отже, на підставі власних результатів та літературних даних проведений аналіз фізіологічних механізмів, які забезпечують підвищення показників фізичної підготовленості у процесі вікового розвитку. Показано, що аеробна енергетична система характеризується високими можливостями і резервами у підлітків 14-15 років і у подальшому у підлітків 16-17 та юнаків 18-19, а також осіб зрілого віку 20-25 років, особливо тих, хто займається спортом спостерігаємо подальший розвиток морфо-функціональних характеристик та фізичної підготовленості, головним чином, за рахунок удосконалення анаеробних механізмів енергозабезпечення. Дозрівання механізмів енергозабезпечення у підлітків 14-15 та юнаків 16-17 років співпадає зі значними змінами активності тканинних ферментів, а також з перебудовами у складі м'язових волокон [45, 54]. Процес статевого дозрівання і, особливо, систематичні заняття волейболом здійснюють суттєвий вплив на розвиток анаеробної енергетики шляхом стимуляції тестостероном росту м'язових волокон типу II. Нашими дослідженнями показано, що вікове підвищення результатів фізичної підготовленості спортсменів відображає, перш за все, зміну потужності енергетичних систем, і лише в окремих випадках здатні характеризувати зміни її ємності та ефективності (табл. 4.5)

Таблиця 4.5

Показники ємності, потужності та ефективності
біоенергетичних систем у 16-річних футболістів

БІОЕНЕРГЕТИКА																			
№	Рівни	Вік	Ампла	ЄМНІСТЬ						ПОТУЖНІСТЬ						ЕФЕКТИВНІСТЬ			
				Анаеробна		Аеробна		Загальна		Швидкість		Шв.внтр.		Витрив.		Аер.-Анаер.		Економ.	
				АНАМЕ	бали	АМЕ	бали	ОМЕ	бали	КФ	бали	ГЛ	бали	МПК	бали	ПАНО	бали	СС ПАНО	бали
1	Р.Ц.	16	Захист	67	6	283	10	350	10	31	6	29	6	73	10	71	10	175	8
2	О.М.	16	півзахист	79	8	274	10	353	10	31	6	32	6	71	8	69	8	171	6
3	З.М.	16	Захист	111	10	268	10	379	10	36	8	29	6	66	6	69	8	164	4
4	С.І.	16	півзахист	74	8	235	4	309	6	37	8	32	6	72	8	69	8	173	8
5	Р.Ф.	16	півзахист	110	10	237	4	390	10	35	6	38	8	68	6	60	2	173	8
6	К.Я.	16	Захист	81	8	255	8	336	8	35	6	35	6	68	6	66	6	168	6
7	М.А.	16	воротар	94	10	246	6	339	8	36	8	34	6	62	4	65	6	161	2
8	Н.Д.	16	півзахист	74	8	200	2	275	2	30	6	29	6	67	6	70	8	166	6
9	Г.М.	16	півзахист	47	4	245	6	292	4	35	6	33	6	67	6	67	6	167	6
10	М.Я.	16	півзахист	72	8	226	2	298	4	34	6	28	4	65	6	70	8	162	4
11	Д.І.	16	Захист	102	10	183	2	285	4	30	6	35	6	59	4	63	4	156	2
12	О.І.	16	півзахист	109	10	180	2	270	2	39	8	30	6	58	4	58	2	154	2
МОДЕЛЬ				111	10	283	10	390	10	39	8	38	8	73	8	71	8	175	8
Мінімальне				47	4	180	2	270	2	30	6	28	4	58	4	58	2	154	2
Максимальне				111	10	283	10	390	10	39	8	38	8	73	10	71	10	175	8
S (Середнє (М))				85	8	236	5,5	323	6,5	34,1	6,7	32	6	66,3	6,2	66,4	6,3	165,8	5,2

Окрім того, як показники ємності, що знаходяться у залежності від змін, які відбуваються у регуляторних процесах демонструють в ході онтогенезу багатократне зростання, який відповідає реальному підвищенню робочих можливостей підлітків та юнаків.

4.3. Дослідження енергетичного метаболізму з використанням тредмілметрії

В експерименті взяли участь 29 футболістів. Дослідження були схвалені Комісією з біомедичної етики, а обстежувані ознайомлені з метою дослідження і дали згоду. Дослідження проводили в умовах лабораторії. Для всіх обстежуваних дотримувалися єдиного режиму дослідження. Поряд з комплексною оцінкою максимальної аеробної і анаеробної спроможності визначали критичну потужність, яка відповідала максимальному споживання кисню та порогу анаеробного обміну.

Спершу у футболістів, визначали антропометричні показники: вік, зріст (м), вагу (кг), індекс маси тіла ($IMT, \text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$), частоту серцевих скорочень ($HR, \text{уд} \cdot \text{хв}$), артеріальний тиск

(АТ, мм.рт.ст.), лактат в крові (HLa, Ммоль·л), швидкість споживання кисню (VO_2 , $\text{мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$) [97].

Наступним етапом дослідження був тест зі ступеневим підвищенням швидкості бігу на тредмілі “Schiller AG”, Швейцарія (рис. 4.5).



Рис. 4.5. Дослідження фізичної працездатності на тредмілі “Schiller AG”.

Робота складалася з розминки та основної частини. Розминку проводили 5 хв. на швидкості 5 км/год, з підйомом доріжки на кут 2 %. Дослідженнями М.І. Волкова [5] встановлено, що аеробні процеси на кожній ступені заданої потужності розгортаються через 45-60 с і швидка фаза зростання поглинання кисню закінчується. Тому на кожній ступені потужності тривалість навантаження становила одну хвилину. Початкове навантаження встановлювали зі швидкості бігу – 7 км·год⁻¹, а кут нахилу доріжки – 25%. Інтенсивність бігу зростала кожену хвилину у послідовності: 10, 13, 16, 19, 22 та 25 км/год. Швидкісні пороги встановлювали з урахуванням рекомендацій щодо активності футболістів у матчі: ходьба (walking) – 0,7-7,1 км·год⁻¹, біг підтюпцем (jogging) – 7,2-14,3 км·год⁻¹, аеробний біг (running) – 14,4-19,7 км·год⁻¹, швидкісний біг (high-speed running) – 19,8-25,1 км·год⁻¹, та спринт (sprinting) – >25,1 км·год⁻¹ [5, 11, 15]. Загальний час дослідження не перевищував 10 хв. На кожній ступені роботи на тредмілі, з допомогою ергоспірометра «Metalyser 3B-R2» фірми «Cortex» (Германія), досліджували показники поглинання кисню (VO_2 , $\text{мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$). Швидкість поглинання кисню організмом

усереднювали за 30 с і визначали значення VO_{2max} та розраховували аеробну і анаеробну працездатність [44, 99].

HR реєстрували у стані спокою та під час ергоспирометричного тесту з використанням пульсометра Polar m400 HR фірми «Polar» (Фінляндія). Вимірювали середнє та максимальне HR для кожного обстежуваного [75].

Для визначення лактату в крові (HLa , $Ммоль \cdot л^{-1}$) використовували аналізатор ABL800 фірми «Radiometr» (Данія). У стані спою та під час кожної ступені навантаження визначали $HLakt$, VO_2 , HR та $АнП$, вище якого розвивався метаболічний ацидоз. Початком метаболічного ацидозу вважали підвищення лактату в крові більш ніж – $4.4 Ммоль \cdot л^{-1}$ [96].

4.4. Дослідження біоенергетичного потенціалу спортсменів з використанням польового тесту човникового бігу до відмови від подальшої роботи

Фізична працездатність та функціональна реактивність основних функціональних систем футболістів досліджувалась з використанням тесту з ступеневим зростанням навантаження.

Під час тестування спортсмен виконував човникову ходьбу та біг між двома фішками, які знаходилися на відстані 20 м. Швидкість ходьби та бігу задавалась аудіосигналом зі зростаючим ритмом. Виконання тесту вважали закінченим, тоді коли спортсмен двічі не встиг добігти до фішки. Тривалість тестування становила 15-20 хв і залежала від індивідуальних можливостей обстежуваного. Додатковий час витрачався на підготовку до тестування (5 хв).

Програма дослідження фізичної працездатності та функціональної реактивності кардіореспіраторної системи складалась: 1 хв. проводили дослідження у стані спокою сидячи; 2 хв - у стані стоячи; 3 хв - човникова ходьба зі швидкістю $5 км \cdot год^{-1}$; 5-20 хв - неперервний човниковий біг з поступово зростаючою швидкістю (кожну хв. швидкість зростала на $0,5 км \cdot год^{-1}$, початкова - $10 км \cdot год^{-1}$) і до «відмови» від подальшої роботи. Після закінчення тестування спортсмен переходив до відновлення, продовжував виконувати ходьбу 3 хв. зі швидкістю $5 км \cdot год^{-1}$ до ЧСС $120 уд \cdot хв^{-1}$ (рис. 4.6).



Рис. 4.6. Дослідження фізичної працездатності з використанням польового тесту човникового бігу до відмови від подальшої роботи.

Індивідуальний рівень фізичної працездатності та функціональної реактивності визначався за наступними показниками: хронометрії, ергометрії, газоаналізу, пульсометрії, методами математичної статистики. Кардіореспіраторні можливості спортсменів визначали з допомогою портативного газоаналізатора Oxycon Mobile фірми Jaeger (Німеччина), який забезпечував телеметричну реєстрацію даних.

4.5. Особливості формування енергетичних механізмів забезпечення фізичної працездатності спортсменів з різними індивідуально-типологічними властивостями центральної нервової системи

У зв'язку з вище наведеними результатами енергетичного метаболізму у різні періоди онтогенезу нас цікавило питання і особливостей і психомоторних можливостей спортсменів. Даний вид фізичної підготовленості давно досліджується, але залишається багато питань не розкритими. Зокрема, надзвичайно важливим є виявлення прояву психомоторних можливостей у спортсменів з різними індивідуально-типологічними

особливостями діяльності нервової системи людини. Разом з тим, різновиди прояву психомоторних властивостей в першу чергу залежать від діяльності ЦНС, від узгодженості дій різних її відділів, від рівня м'язової та міжм'язової координації тощо [17]. Багаторазове повторювання фізичного навантаження удосконалює систему нервової регуляції рухів, оптимізує процес м'язової активності, сприяє автоматизації таких рухів [9, 110]. Спорт має специфіку, особливості змагальної діяльності, які створюють специфічні умови для ЦНС спортсмена. Із підвищенням рівня спортивної майстерності удосконалюється фізіологічна система управління рухами. Деякі дослідники пов'язують етапи становлення технічної майстерності з формуванням в свідомості спортсмена відповідних рухових образів [53, 74]. Для спортсмена є вкрай важливим правильно орієнтуватися на майданчику, точно і своєчасно визначати траєкторію польоту м'яча чи руху суперника. Дані вимоги з плином постійних тренувань формують у спортсмена специфічну систему просторово-часової орієнтації, яка покликана забезпечити успішну діяльність. Здебільшого спортсмени, виконуючи різні тактико-технічні прийоми, перебуває у різних положеннях саме це і ускладнює досягнення позитивного результату. Як наголошують деякі дослідники, система просторово-часової орієнтації є основою для успішної реалізації всіх тактико-технічних спортивних прийомів [14, 53]. В той же час, згідно даних наукової літератури, прояви анатомо-фізіологічної системи просторово-часової орієнтації та сенсомоторних можливостей атлетів залежать від основних властивостей нервової системи, зокрема від ФРНП, ВНП та СНП [32, 91].

Саме тому цікавим було дослідити та визначити особливості формування енергетичних характеристик у спортсменів різного віку у залежності від індивідуально-типологічних властивостей центральної нервової системи під час виконання фізичних навантажень на тредмілі.

З цією метою були проведені дослідження фізичної працездатності та енергетичного метаболізму у футболістів з різними рівнем ФРНП. В експерименті взяли участь 29 футболістів 19-33 роки. Дослідження були схвалені Комісією з

біомедичної етики, а обстежувані ознайомлені з метою дослідження і дали згоду. Для всіх обстежуваних дотримувались єдиного режиму. Поряд з комплексною оцінкою фізичної працездатності та індивідуально-типологічних властивостей нервової системи (ФРНП) визначали критичну потужність, яка відповідала максимальному споживання кисню та поріг анаеробного обміну, максимальну аеробну і анаеробну спроможність.

Починали дослідження з визначення у спортсменів індивідуально-типологічних властивостей - ФРНП (результати представлені у підрозділі 3.1.1). Потім переходили до визначали антропометричних показників: вік, зріст (м), вагу (кг), індекс маси тіла ($IMT, \text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$), частоту серцевих скорочень ($HR, \text{уд} \cdot \text{хв}^{-1}$), артеріальний тиск ($AT, \text{мм.рт.ст.}$), лактат в крові ($HLakt, \text{ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$), швидкість споживання кисню ($VO_2, \text{мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$) [26, 43].

Наступним етапом дослідження був тест зі ступеневим підвищенням швидкості бігу на тредмілі “Schiller AG”, Швейцарія. Робота складалася з розминки та основної частини. Розминку проводили - 5 хв. на швидкості - $5 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$, з підйомом доріжки на кут - 2%. На кожній ступені потужності тривалість навантаження становила одну хвилину. Початкове навантаження встановлювали зі швидкості бігу - $7 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$, а кут нахилу доріжки - 25%. Інтенсивність бігу зростала кожен хвилину у послідовності: 10, 13, 16, 19, 22 та $25 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$. Загальний час дослідження не перевищував - 10 хв. На кожній ступені роботи на тредмілі, з допомогою ергоспірометра «Metalyser 3B-R2» фірми «Cortex» (Германія), досліджували показники поглинання кисню ($VO_2, \text{мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$). Швидкість поглинання кисню організмом усереднювали за 30 с і визначали значення VO_{2max} та аеробну і анаеробну працездатність [5, 28, 99].

HR реєстрували у стані спокою та під час ергоспірометричного тесту з використанням пульсометра (Polar m400 HR, Фінляндія). Вимірювали середнє та максимальне HR для кожного обстежуваного [75]. Визначення лактату в крові ($HLakt, \text{ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$) виконували у стані спою та під час кожної ступені навантаження з допомогою мікроаналізатора ABL800 фірми «Radiometr» (Данія). За показниками $HLakt, VO_2$ та HR визначали ПАНО, вище якого розвивається метаболічний ацидоз.

Початком метаболічного ацидозу вважали підвищення $HLakt$ в крові більш ніж $-4,4 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ [96].

З допомогою тредмілу “Schiller AG”, визначали загальну фізичну працездатність. Реєстрували показники максимальної швидкості бігу ($V_{\text{макс}}$, $\text{км} \cdot \text{г}^{-1}$), яку спортсмен досягав на останній хвилині тесту зі ступеневим підвищенням навантаження, а також характеристики кардіореспіраторної системи: $VO_{2\text{макс}}$, HR та HLa . За результатами дослідження фізичної працездатності середні показник швидкість бігу на тредбані (V) у футболістів становил $-17,6$ [10,8; 21,7] $\text{км} \cdot \text{г}^{-1}$, а швидкість поглинання кисню організмом ($VO_{2\text{макс}}$) $-59,3$ [56,3; 72,6] $\text{мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$. При цьому максимальна HR дорівнювала $-183,3$ [167,3; 195,4] $\text{уд} \cdot \text{хв}^{-1}$, а $HLakt$ $-10,9$ [8,2; 12,3] $\text{ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$. Результати дослідження фізичної працездатності футболістів та кардіореспіраторної системи на тредмілі представлені у табл. 4.6 та рис. 4.7.

Таблиця 4.6

Результати дослідження фізичної працездатності та кардіореспіраторної системи спортсменів ($n=29$) за умови виконання навантаження на тредмілі

Дослідж. показники	Швидкість бігу, $\text{км} \cdot \text{г}^{-1}$						
V , $\text{км} \cdot \text{г}^{-1}$	7	10	13	16	19	22	25
HR, $\text{уд} \cdot \text{хв}^{-1}$	102,9 [96;128]	128,0 [117;137]	134,7 [121;147]	145,3 [134;153]	177,3 [159;183]	174,4 [167;187]	175,2 [169;193]
$VO_{2\text{макс}}$, $\text{мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$	43,0 [39; 48]	45,0 [37; 53]	50,3 [41; 57]	54,3 [42; 62]	58,8 [53; 67]	59,4 [50; 72]	59,7 [52; 69]
$HLakt$, $\text{ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$	1,9 [1,5;2,4]	2,3 [2,3; 3,3]	2,6 [2,2; 5,3]	3,7 [3,2; 5,3]	4,5 [3,8; 6,3]	6,7 [4,6; 7,8]	10,9 [8,2;12,3]

З наведених даних видно, що гранична швидкість бігу на тредмілі у футболістів дорівнювала $-25 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$. Гарантована потужність, яку досягли 100% футболістів склала $-16 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$, в той час як навантаження потужністю -19 та $22 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$ змогли виконати тільки, відповідно -59 і 34% обстежуваних. Максимальних значень фізичної працездатності $25 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$ досягли тільки 7% футболістів. Отже, гранична межа фізичної працездатності, яку виконують більшість футболістів за

показниками швидкості бігу на тредмілі становить – $16 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$, що можна розглядати у якості нормативного тесту.

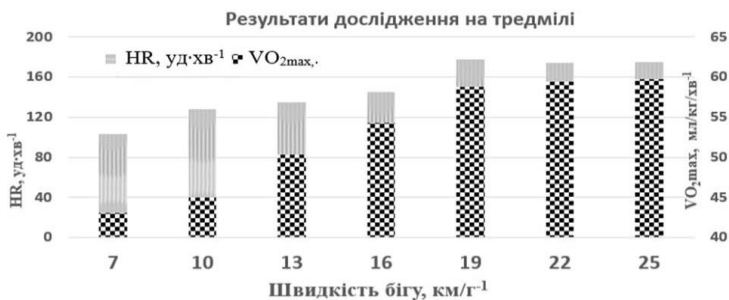


Рис. 4.7. Фізична працездатність та показники кардіореспіраторної системи під час виконання роботи на тредмілі.

Аналіз досліджуваних показників виявив зв'язок між показниками HR, $\text{VO}_{2\text{max}}$, та V при навантаженні – 7, 10, 13, та $16 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$. Результати свідчать, що у більшості випадків високий рівень фізичної працездатності на тредмілі характеризувався і вищими значеннями HR, $\text{VO}_{2\text{max}}$. Поступове підвищення швидкості бігу на тредмілі приводило до зростання досліджуваних показників кисневотransпортної системи. Подальше зростання швидкості бігу на тредмілі до 19, 22 та $25 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$ призвело до відносного уповільнення підвищення HR, VO_2 та більш інтенсивного зростання HLa (рис. 4.8).



Рис. 4.8. Результати дослідження вмісту молочної кислоти у крові спортсменів під час виконання фізичного навантаження на тредмілі.

Отже, потужність роботи на тредмілі на рівні – $16 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$ і HR на рівні – $145,3 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$, а $\text{VO}_{2\text{max}}$ $54,3 \text{ мл} \cdot \text{хв} \cdot \text{кг}^{-1}$ та HLa – $3,7 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ можна вважати межею аеробних процесів, вище за які в організмі футболістів розвиваються метаболічні процеси, що пов'язані з переважанням анаеробних механізмів енергозабезпечення і швидко накопичується лактат [99]. Потужність роботи зі швидкості бігу на тредмілі – $19 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$ і вище та характеристики HR на рівні – $177,3 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$, а VO_2 – $58,8 \text{ мл} \cdot \text{хв} \cdot \text{кг}^{-1}$ та HLakt – $4,5 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ можна вважати, як анаеробний поріг.

З метою встановлення зв'язку фізичної працездатності футболістів з характеристиками індивідуально-типологічних властивостей ЦНС ми провели розрахунки і зіставлення індивідуальних кількісних і якісних результатів виконання тесту на тредмілі у групах спортсменів з різними градаціями ФРНП (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

Розподіл обстежуваних (%) за результатами дослідження фізичної працездатності футболістів з різною градацією функціональної рухливості нервових процесів за умови виконання тесту на тредмілі ($n=29$)

Рівні ФРНП	Швидкість бігу, $\text{км} \cdot \text{г}^{-1}$						
V , ($\text{км} \cdot \text{г}^{-1}$)	7	10	13	16	19	22	25
Високий	100	100	100	100	100	96,5	3,5
Середній	100	100	100	100	79,5	17,0	3,5
Низький	100	100	100	100	78,5	21,5	0

З наведених даних видно, що граничної швидкості бігу ($25 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$) на тредмілі змогли досягнути – 2 футболіста, які відносилися до групи з високою та середньою градацією ФРНП. Гарантовану потужність ($16 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$), змогли виконати всі 100% обстежувані не залежно від рівня ФРНП. В той час як фізичне навантаження зі швидкістю бігу – $19 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$ змогли виконати тільки – 78,5% осіб, з низькою та – 79,5% футболістів з середньою і 100% обстежуваних з високою градацією ФРНП. Високу

фізичну працездатність на швидкості бігу $22 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$ змогли досягти - 96,5% обстежуваних з високим та - 17% футболістів з середнім рівнем ФРНП. Тільки - 21,5% спортсменів з низьким рівнем ФРНП змогли виконати фізичне навантаження на швидкості $22 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$.

Отже, наведені результати демонструють залежність фізичної працездатності футболістів від індивідуально-типологічних властивостей ЦНС.

Середні значення фізичної працездатності у футболістів з високим, середнім та низьким рівнем ФРНП представлені в табл. 4.8 та рис. 4.9.

Таблиця 4.8

Середні значення ($X \pm m$) та статистичні відмінності (P) фізичної працездатності у футболістів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів

Фізична працездатність та статистична значущість різниць		Рівні властивості ФРНП		
		Низький	Середній	Високий
$V, \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$		15,7	18,3	20,1
P	Низький		0,032	0,021
	Середній			0,042

За результатами, які наведені у таблиці 4.8 у групі з високим рівнем ФРНП середній показник швидкості бігу на тредмілі становив - $20,1 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$. Тоді як для групи обстежуваних, що відносилися до групи з середнім рівнем рухливості це показник дорівнював - $18,3 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$. А для осіб, що були віднесені за результатами ФРНП до групи з низькою градацією досліджуваної типологічної властивості показник фізичної працездатності був менший, а швидкість бігу для цієї групи становила - $15,7 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$. Статистична вірогідність різниць між середніми значеннями швидкості бігу на тредмілі у групах обстежуваних футболістів з різною градацією ФРНП досягла рівня значущих відмінностей і не перевищувала значення $P=0,021-0,042$ (рис. 4.9).

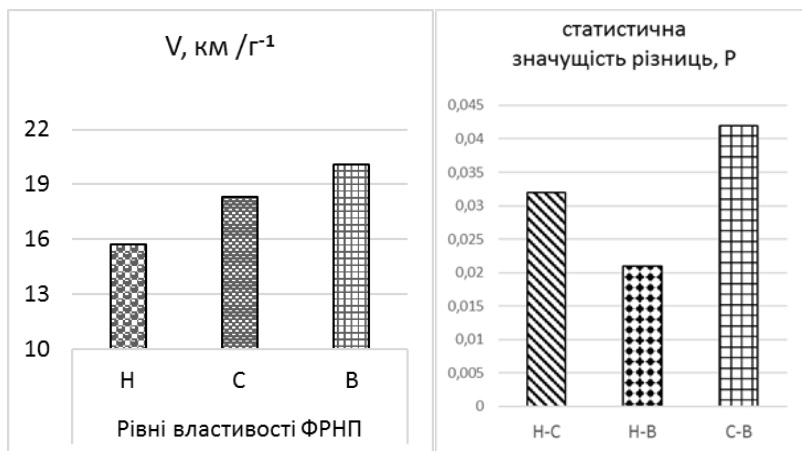


Рис. 4.9. Середні значення ($\bar{X} \pm m$) та статистичні відмінності (P) фізичної працездатності у футболістів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів.

Отже, наведені результати цього підрозділу та співставлення середніх значень у групах з різною градацією досліджуваної властивості переконують нас у тому, що загальна фізична працездатність футболістів під час виконання тесту на тредмілі знаходиться у залежності від індивідуально-типологічних властивостей ЦНС. Встановлено, що футболісти з високим та середнім рівнем ФРНП характеризувалися більш високим рівнем фізичної працездатності на тредмілі, ніж особи з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості.

Таким чином з результатів цього підрозділу можна зробити узагальнення про те, що фізична працездатність спортсменів-футболістів знаходиться у залежності від індивідуально-типологічних властивостей центральної нервової системи.

Таким чином, наведені результати кореляційного та порівняльного аналізу показали, що спеціальна фізична працездатність футболістів високої кваліфікації знаходиться у залежності від індивідуально-типологічних властивостей ЦНС. Індивідуально-типологічні властивості нервової системи, ФРНП визначають участь різних швидкісних режимів у забезпеченні фізичної працездатності футболістів. Встановлено, що

футболісти у групах з високим та середнім рівнем ФРНП характеризувались вищою спеціальною фізичною працездатністю, ніж особи з низькою досліджуваною типологічною властивістю ЦНС. Результати фізичної працездатності футболістів за характеристиками бігового режиму показали, що футболісти з високим рівнем ФРНП під час гри демонстрували більш високий рівень працездатності у режимі швидкісного бігу, ніж особи з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості. Футболісти з низьким рівнем типологічної властивості мали переваги фізичної працездатності у режимі повільного бігового режиму.

Основним узагальненням результатів цього підрозділу є те, що проведені дослідження встановили у висококваліфікованих футболістів існує зв'язок фізичної працездатності з індивідуально-типологічними властивостями нервової системи. За наявності необхідних фізичних, антропометричних, функціональних та інших характеристик, особи з високою ФРНП досягали кращих результатів спеціальної фізичної працездатності під час офіційної гри, ніж ті футболісти, у яких показники індивідуально-типологічних властивостей ЦНС були нижчими. Наявність зв'язку між індивідуально-типологічними властивостями нервової системи з фізичною працездатністю та характеристиками швидкісних режимів лягли в основу сформульованого нами узагальнення - типологічні властивості основних нервових процесів (ФРНП) проявляють генетичний вплив на спеціальну фізичну працездатність футболістів. З урахуванням наших даних і теоретичного аналізу наукових джерел існують вагомі підстави вважати, що футболісти з вище за середній та середнім рівнем ФРНП характеризувались високою спеціальною фізичною працездатністю, ніж особи з нижче за середнім рівнем досліджуваної типологічної властивості нервової системи ($p < 0,033$), що забезпечує їм досягнення високих результатів у ігровій діяльності та у порівнянні з представниками з низькими градаціями типологічних властивостей.

Власне, удосконалення координаційних механізмів у структурах мозку, центрального та периферійного апарату, зміна лабільності, координації та засвоєння ритму відкриває

можливості для підвищення ФРНП засобами фізичної культури та спорту. Враховуючи те, що типологічні властивості нервової системи є генетично детермінованими, слід звернути увагу і на той факт, що високий рівень досліджуваних властивостей основних нервових процесів у висококваліфікованих спортсменів може бути результатом природного добору. Імовірно, що у процесі багаторічного спортивного удосконалення відбувається відбір футболістів з високими показниками ФРНП і вибіракування тих, у кого ці властивості були низькими. Тому у футболістів високої кваліфікації представників з високим рівнем розвитку типологічних властивостей нервової системи було значно більше і саме це обумовило більш виражені характеристики спеціальної фізичної працездатності у більш високих швидкісних режимах.

Отже, індивідуально-типологічні властивості нервової системи функціональна рухливість складають нейродинамічну основу фізичної працездатності у забезпеченні ігрової діяльності. Спеціальна фізична працездатність та її забезпечення у професійних футболістів знаходяться у залежності від рівня розвитку високо генетично-детермінованих властивостей основних нервових процесів (рис. 4.10).

БІОЕНЕРГЕТИКА																														
№	Ізвіць	Вік	Амплуа	ЕМНІСТЬ						ПОТУЖНІСТЬ						ЕФЕКТИВНІСТЬ						Бали	Рівні	Придатн.						
				Анаеробна			Аеробна			Загальна			Швидкість			Ша.вигр.			Витрив.						Аер.-Анаер.			Економ.		
				АНАМЕ	бали	АМЕ	бали	ОМЕ	бали	КФ	бали	ГЛ	бали	МПК	бали	ПАНО	бали	НСС ПАНО	бали	ПАНО	бали				НСС ПАНО	бали				
1	Р.Ц.	16	Захист	67	6	283	10	350	10	31	6	29	6	73	10	71	10	175	8	66	8	Безумовн.								
2	О.М.	16	півзахист	79	8	274	10	353	10	31	6	32	6	71	8	69	8	171	6	62	8	Придатн.								
3	З.М.	16	Захист	111	10	268	10	379	10	36	8	29	6	66	6	69	8	164	4	62	8	Придатн.								
4	С.І.	16	півзахист	74	8	235	4	309	6	37	8	32	6	72	8	69	8	173	8	56	8	Придатн.								
5	Р.Ф.	16	півзахист	110	10	237	4	390	10	35	6	38	8	68	6	60	2	173	8	54	8	Придатн.								
6	К.Я.	16	Захист	81	8	255	8	336	8	35	6	35	6	68	6	66	6	168	6	54	8	Придатн.								
7	М.А.	16	воротар	94	10	246	6	339	8	36	8	34	6	62	4	65	6	161	2	50	8	Придатн.								
8	Н.Д.	16	півзахист	74	8	200	2	275	2	30	6	29	6	67	6	70	8	166	6	44	8	Умовнопог.								
9	Г.М.	16	півзахист	47	4	245	6	292	4	35	6	33	6	67	6	67	6	167	6	44	8	Умовнопог.								
10	М.Я.	16	півзахист	72	8	226	2	298	4	34	6	28	4	65	6	70	8	162	4	42	8	Умовнопог.								
11	Д.І.	16	Захист	102	10	183	2	285	4	30	6	35	6	59	4	63	4	156	2	38	8	Умовнопог.								
12	О.І.	16	півзахист	109	10	180	2	270	2	39	8	30	6	58	4	58	2	154	2	36	8	Умовнопог.								
МОДЕЛЬ				111	10	283	10	390	10	39	8	38	8	73	8	71	8	175	8	66	8	В								
Мінімальне				47	4	180	2	270	2	30	6	28	4	58	4	58	2	154	2	36										
Максимальне				111	10	283	10	390	10	39	8	38	8	73	10	71	10	175	8	66										
S (Середнє (М))				85	8	236	5,5	323	6,5	34,1	6,7	32	6	66,3	6,2	66,4	6,3	165,8	5,2	50,7										

Рис. 4.10. Комп'ютерний комплекс визначає та оцінює стан енергетичних властивостей у м'язах для реалізації швидкості, витривалості та швидкісної витривалості у футболістів.

На завершення цього підрозділу роботи можна зробити узагальнення:

- встановлені особливості фізичної працездатності футболістів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів. Для футболістів високого рівня кваліфікації виявили зв'язок функціональної рухливості нервових процесів та фізичної працездатності. Коефіцієнт рангової кореляції R_{xy} між показниками ФРНП та рівнем фізичної працездатності футболістів високої кваліфікації становив - 0,36 ($p < 0,027$).
- встановлено, що футболісти з високим та середнім рівнем ФРНП характеризувалися більш високим рівнем фізичної активності, ніж особи з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості;
- результати фізичної працездатності виявили, що футболісти з більш високою ФРНП демонстрували більш високу працездатність у біговому режимі, ніж особи з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості;
- футболісти з низьким рівнем типологічної властивості демонстрували більш високий рівень спеціальної фізичної працездатності у режимі бігу з низькою швидкістю бігу.

4.6. Показники біоенергетичних властивостей спортсменів різного характеру м'язової діяльності

У спортсменів високого рівня кваліфікації, представників різних видів спорту вивчали показники біоенергетичних властивостей – показники ємності, потужності та ефективності фізичної активності. Особливий характер та специфіка тренувального процесу, фізичної працездатності та м'язової діяльності спортсменів притаманні для різних видів спорту. Було виокремлено декілька груп спортсменів, в залежності від видів спорту, у яких вони спеціалізувалися. Так, першу групу склали спортсмени, які підвищували свою спортивну майстерність у спортивних іграх (футбол, баскетбол, волейбол, хокей з шайбою та хокей на траві), другу групу – спортсмени, які займалися різними видами спортивних одноборств (боротьба, бокс, карате), і до третьої групи увійшли спортсмени, які спеціалізувалися у

циклічних видах спорту (легка атлетика, плавання, триатлон, веслування та велоспорт).

У таблиці 4.9 представлені показники біоенергетичних властивостей спортсменів, які спеціалізувалися у спортивних іграх.

Таблиця 4.9

Показники біоенергетичних властивостей спортсменів, які спеціалізуються у ігрових видах спорту

Вид спорту/ біоенергетичні функції	Футбол	Баскетбол	Волейбол	Хокей з шайбою	Хокей на траві
ANAME, у.о.	71,7±4,4	68,8±5,9	57,3±5,2	64,7±7,1	63,6±4,2
AME, у.о.	248,5±7,5	254,9±7,1	265,2±6,9	246,8±6,2	240,2±5,5
OME, у.о.	290,6±13,5	321,2±12,3	322,9±13,4	304,4±10,3	287,5±10,2
КФ, у.о.	36,6±1,8	34,8±1,4	31,8±1,9	31,9±1,6	30,9±1,2
ГЛ, у.о.	34,2±1,1	32,9±1,3	32,4±1,4	31,8±1,6	31,1±1,5
МПК, мл/хв/кг	59,3±1,9	66,4±2,1	63,2±1,4	65,8±1,3	65,3±1,0
ПАНО, %	63,2±2,6	65,3±2,5	67,7±2,6	67,2±2,8	64,4±2,5
ЧСС ПАНО, уд/хв	166,7±2,5	169,2±3,3	167,1 ±2,6	164,8±2,2	165,1±2,3

З результатів, представлених в табл. 4.9 видно, що анаеробна ємність (ANAME) найкраще розвинена у футболістів (71,7±4,4 у.о.). Тоді як, найнижчими ці властивості були у спортсменів, що спеціалізувались у волейболі (57,3±5,2 у.о.). Проміжне значення за цим показником займали спортсмени, що спеціалізуються у видах спорту: баскетбол, хокей з шайбою та хокей на траві. Аеробні енергетичні характеристики (AME) були найкращими у спортсменів, що спеціалізувались у волейболі, і становили 265,2±6,9 у.о. Інші види спорту за цим показником не перевищували значення 254,9±7,1 у.о. Загальна метаболічна ємність (OME) біоенергетичних характеристик була найвищою у спортсменів-волейболістів та баскетболістів і знаходились у межах 322,9-321,2 у.о. Тоді як у спортсменів, які тренуються у видах спорту футбол, хокей з шайбою та хокей на траві загальна метаболічна ємність не перевищувала значення 304,4±10,3 у.о. і

була значуще нижчою, ніж у спортсменів баскетболістів і волейболістів.

Аналіз результатів потужності креатинфосфатної енергетичної системи (КФ) показав, що найвищих значень вона досягала у футболістів і становила $36,6 \pm 1,8$ у.о. Спортсмени інших видів спорту, таких як баскетбол, волейбол, хокей з шайбою мали значуще нижчі показники креатинфосфатної системи. Найнижчі значення креатинфосфатної енергетичної системи були встановленні для хокеїстів на траві і дорівнювали $30,9 \pm 1,2$ у.о.

Лактатна система (ГЛ) енергозабезпечення мала аналогічний розподіл за видами спорту, як і енергетична система КФ. Найвищі значення лактатної системи були у футболістів ($34,2 \pm 1,1$ у.о.), а найнижчі – у спортсменів, що спеціалізуються у хокеї на траві ($31,1 \pm 1,5$ у.о.)

Потужність аеробних механізмів енергозабезпечення, що визначалась за показником МПК, характеризувалась найвищою величиною кардіореспіраторної системи у баскетболістів ($66,4 \pm 2,1$ мл·хв⁻¹·кг⁻¹) та у хокеїстів з шайбою ($65,8 \pm 1,3$ мл/хв/кг) та на траві ($65,3 \pm 1,0$ мл·хв⁻¹·кг⁻¹). Низькими характеристиками потужності киснево-транспортної системи відзначались футболісти, у яких МПК не перевищував $59,3 \pm 2,6$ мл·хв⁻¹·кг⁻¹.

Ефективність біоенергетичних характеристик, яку визначали за показниками ПАНО (%) та ЧСС ПАНО (уд./хв.), виявили особливості, що були пов'язані з характером ігрової діяльності спортсмена. Найвищий показник ефективності за результатами дослідження ПАНО був встановлений для спортсменів-волейболістів та хокею з шайбою, у яких показник ПАНО перевищував 67%. Тоді як, у баскетболістів та хокеїстів на траві цей показник був нижчим за 65%. Найнижчий показник ПАНО виявили у футболістів ($63,2 \pm 2,6\%$). За показником ЧСС ПАНО встановили, що найбільш високий показник ефективності досягали баскетболісти ($169,2 \pm 3,3$ уд./хв.). У той час, як найнижча ефективність була виявлена у спортсменів хокеїстів з шайбою ($164,8 \pm 2,2$ уд./хв.). Проміжне значення ефективності біоенергетичних систем мали футболісти, волейболісти та хокеїсти на траві.

Отже, стан біоенергетичних характеристик за показниками ємності, потужності та ефективності, знаходиться у взаємозв'язку з характером ігрової діяльності спортсменів.

Дослідження показників біоенергетичних властивостей, що забезпечують спортивну працездатність спортсменів в ациклічних видах спорту (боротьба, бокс, карате) виявили особливості, що знаходились у залежності від характеру тренувальної та змагальної діяльності спортсменів (табл. 4.10).

Таблиця 4.10

Показники біоенергетичних властивостей спортсменів, які спеціалізуються у спортивних одноборствах

Вид спорту Біоенергетичні функції	Боротьба	Бокс	Карате
ANAME, у.о.	69,6±5,4	78,6±5,8	68,2±4,8
AME, у.о.	274,6±6,7	294,9±7,4	259,9±6,8
OME, у.о.	340,9±12,2	394,2±11,8	338,3±10,7
КФ, у.о.	34,1±1,2	34,8±1,4	32,2±1,3
ГЛ, у.о.	32,1±1,4	33,3±1,5	31,4±1,4
МПК, мл/хв/кг	65,9±2,9	68,2±2,7	66,1±2,3
ПАНО, %	68,7±2,2	70,1±2,4	67,3±2,6
ЧСС ПАНО, уд/хв	171,1±3,6	174,2±3,5	166,8±3,7

З результатів наведених в таблиці 4.10 видно, що анаеробна ємність (ANAME) найкраще розвинена у боксерів (78,6±5,8 у.о.). Тоді як, у спортсменів-борців та каратистів, цей показник був у межах 69,6±5,4 - 68,2±4,8 у.о. Аеробні енергетичні характеристики (AME) були найкращими у спортсменів, що спеціалізувались у боксі, і становили 294,9±7,4 у.о. Інші види спорту за цим показником не перевищували значення 274,6±6,7 у.о. Загальна метаболічна ємність (OME) біоенергетичних характеристик була найвищою у спортсменів-боксерів і становила 394,2±11,8 у.о. Тоді як найнижчі значення загальної метаболічної ємності були встановлені для каратистів

($338,3 \pm 10,7$ у.о.), а проміжне значення за цим показником займали спортсмени-борці ($340,9 \pm 12,2$ у.о.).

Аналіз результатів потужності креатинфосфатної енергетичної системи (КФ) показав, що найвищих значень вона досягала у спортсменів, що спеціалізуються у боксі та боротьбі, і становила відповідно $34,8 \pm 1,4$ у.о. та $34,1 \pm 1,2$ у.о. Дещо нижчі значення креатинфосфатної енергетичної системи були встановлені для каратистів і дорівнювали $32,2 \pm 1,3$ у.о.

Аналогічна закономірність спостерігалась і за показниками потужності лактатної системи (ГЛ): найвищими вони були у боксерів ($33,3 \pm 1,5$), нижчі значення були вичвлені у борців ($32,1 \pm 1,4$) та у каратистів ($31,4 \pm 1,4$).

Потужність аеробних механізмів енергозабезпечення, що визначалась за показником МПК, характеризувалась найвищою величиною кардіореспіраторної системи для боксерів ($68,2 \pm 2,7$ мл/хв/кг). Низькими характеристиками потужності киснево-транспортної системи відзначались борці, у яких МПК не перевищував $65,9 \pm 2,9$ мл/хв/кг. Проміжне значення показника МПК мали каратисти ($66,1 \pm 2,3$ мл/хв/кг).

Ефективність біоенергетичних характеристик, яку визначали за показниками ПАНО (%) та ЧСС ПАНО (уд./хв.), були пов'язані з характером спортивної діяльності борців, боксерів та каратистів. Найвищий показник ефективності за результатами дослідження ПАНО був встановлений для спортсменів-боксерів, у яких цей показник перевищував 70%. Тоді як, у борців та каратистів показник був нижчим за 68%. За показником ЧСС ПАНО встановили, що найбільш високий показник ефективності досягали боксери ($174,2 \pm 3,5$ уд./хв.). У той час, як найнижча ефективність була виявлена у спортсмені-каратистів ($166,8 \pm 3,7$ уд./хв.). Проміжне значення ефективності біоенергетичних систем мали борці ($171,1 \pm 3,6$ уд./хв.).

Отже, стан біоенергетичних характеристик за показниками ємності, потужності та ефективності, знаходяться у взаємозв'язку з характером м'язової діяльності спортсменів ациклічних видів спорту.

Досліджували і порівнювали показники біоенергетичних властивостей у спортсменів високого рівня кваліфікації, які

спеціалізувалися у циклічних видах спорту (легка атлетика, плавання, веслування, велоспорт, триатлон) (табл. 4.11).

Таблиця 4.11

Показники біоенергетичних властивостей спортсменів, які спеціалізуються у циклічних видах спорту

Вид спорту Біоенергетичні функції	Легка атлетика	Плавання	Триатлон	Велоспорт	Веслування
ANAME, у.о.	71,5±5,5	69,7±5,3	70,1±4,9	67,1±4,5	68,3±4,7
AME, у.о.	282,7±6,5	268,2±6,2	277,1±5,9	254,9±6,1	271,4±5,5
OME, у.о.	363,2±10,2	345,1±9,7	358,6±11,1	334,1±10,4	361,5±9,6
КФ, у.о.	33,4±1,3	32,8±1,4	31,8±1,4	32,1±1,3	32,2±1,5
ГЛ, у.о.	33,6±1,4	32,7±1,2	32,5±1,2	32,1±1,1	33,1±1,4
МПК, мл/хв/кг	69,2±2,5	70,1±2,3	67,7±2,3	67,2±2,2	68,7±2,4
ПАНО, %	68,9±2,1	66,7±2,2	67,9±2,4	67,4±2,1	67,8±2,2
ЧСС ПАНО, уд/хв	170,7±3,6	165,9±3,4	166,8±3,7	166,1±3,4	168,2±3,6

З представлених у табл. 4.11 даних видно, що анаеробна ємність (ANAME) характеризувалась найвищими значеннями у легкоатлетів, що спеціалізуються в бігових видах легкої атлетики (71,5±5,1 у.о.). Тоді як, у спортсменів, що спеціалізувались у плаванні, триатлоні, велоспорті та веслування, ці показники були нижчими і не перевищували 70,1±4,9 у.о. Аеробні енергетичні характеристики (AME) були найкращими також у спортсменів, що спеціалізувались у бігових видах легкої атлетики (282,7±6,5 у.о.). Тоді як у спортсменів, що займались велоспортом та плаванням, ці показники були нижчими і не перевищували значення 168,2±6,2 у.о. Проміжне значення (277,1±5,9 у.о. та 271,4±5,5 у.о.) за цим показником було встановлено у триатлоністів та веслувальників. Загальна метаболічна ємність (OME) біоенергетичних характеристик була найвищою у спортсменів-легкоатлетів (363,2±10,2 у.о.) та веслувальників (361,5±9,6 у.о.). Найнижчі значення загальної метаболічної ємності були виявлені у велосипедистів (334,1±10,4 у.о.). Проміжне значення за цим показником було встановлено для плавців (345,1±9,7 у.о.) та триатлоністів (358,6±11,1 у.о.) відповідно.

Аналіз результатів потужності креатинфосфатної енергетичної системи (КФ) показав, що найвищих значень вона досягала у легкоатлетів і становила $33,4 \pm 1,3$ у.о. Спортсмени інших видів спорту, таких як велоспорт, веслування та плавання, мали значення цього показника в межах $32,8$ - $32,1$ у.о. Найнижчі значення креатинфосфатної енергетичної системи були встановлені для триатлоністів і дорівнювали $31,8 \pm 1,4$ у.о.

Лактатна система (ГЛ) енергозабезпечення мала аналогічний розподіл за видами спорту, як і енергетична система КФ. Найвищі значення лактатної системи були у легкоатлетів ($33,6 \pm 1,4$ у.о.) та веслувальників ($33,1 \pm 1,4$ у.о.), а найнижчі – у спортсменів, що спеціалізуються у велоспорті ($32,1 \pm 1,1$ у.о.).

Потужність аеробних механізмів енергозабезпечення, що визначалась за показником МПК, характеризувалась найвищою величиною кардіореспіраторної системи у спортсменів-плавців ($70,1 \pm 2,3$ мл/хв/кг). Низькими характеристиками потужності киснево-транспортної системи відзначались триатлоністи та спортсмени, що спеціалізуються у велоспорті, у яких МПК не перевищував 68 мл/хв/кг.

Ефективність біоенергетичних характеристик, яку визначали за показниками ПАНО (%) та ЧСС ПАНО (уд./хв.), виявили особливості, що були пов'язані з характером циклічної діяльності спортсмена і були найвищими у легкоатлетів та становили відповідно $68,9 \pm 2,1$ % та $170,7 \pm 3,6$ уд./хв. Найнижчими ці значення були у спортсменів, що спеціалізуються у плаванні і відповідно становили $66,7 \pm 2,2$ % та $165,9 \pm 3,4$ уд./хв. Проміжне значення за показниками ефективності біоенергетичних систем мали спортсмени, що спеціалізуються у триатлоні, велоспорті та веслуванні.

Отже, стан біоенергетичних характеристик за показниками ємності, потужності та ефективності, знаходиться у взаємозв'язку з характером циклічної діяльності спортсменів.

ГЛАВА 5

ТЕЛЕМЕТРИЧНІ СИСТЕМИ, МЕТРОЛОГІНІ ТА БІОМЕХАНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СПОРТСМЕНІВ

5.1. Дослідження фізичної працездатності спортсменів-футболістів з використанням телеметричних GPSports систем

Фізичну працездатність футболістів досліджували під час проведення календарних ігор у чемпіонаті країни 2018-2019 рр. Керуючись принципами біомедичної етики та на підставі інформаційної згоди у 39 професійних футболістів віком – $23,1 \pm 0,9$ р. під час календарних ігор, з використанням телеметричної системи «Catapult GPSports Console version 1.7.0», «GPSports Team AMS», «GPSports EVO», кардіодатчика T31 та пульсометра «Polar» (Electro OU, Finland), а також програмного забезпечення визначали спеціальну фізичну працездатність (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Дослідження фізичної працездатності футболістів за допомогою телеметричної системи «Catapult GPSports Console version 1.7.0».

Визначали показники: об'єму виконаної роботи, довжини дистанції у метрах, яку футболісти пробігали за гру, участь аеробних, аеробно-анаеробних, лактатних і алактатних механізмів енергозабезпечення, середню швидкість бігу, середню частоту серцевих скорочень (HR), а також реєстрували, пік HR для кожного спортсмена (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Телеметрична система «Catapult GPSports Console version 1.7.0».

Фізичну активність визначали за показниками довжини дистанції (S , м), яку футболісти пробігали за гру та у різних швидкісних режимах. Швидкісні режими встановлювали у відповідності до рекомендацій: ходьба (walking) – $0,7-7,1 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$, біг підтюпцем (jogging) – $7,2-14,3 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$, аеробний біг (running) – $14,4-19,7 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$, швидкісний біг (high-speed running) – $19,8-25,1 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$, та спринт (sprinting) – $> 25,1 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$ [93].

5.2. Зв'язок індивідуально-типологічних властивостей нервової системи з фізичною працездатністю спортсменів, що отримані з використанням телеметричної системи GPSports

Аналіз літератури показав, що у більшості наукових робіт відсутня ґрунтовна інформація про характер та особливості фізичної працездатності спортсменів у залежності від індивідуально-типологічних особливостей нервової системи. Не існує робіт, в яких би в якості критерію диференціювання виступали індивідуально-типологічні властивості нервової системи. Не з'ясовані можливості їх використання для моніторингу фізичної працездатності, спеціальної

підготовленості та резервних можливостей футболістів. Ось чому знання про зв'язок фізичної працездатності футболістів в умовах ігрової діяльності з типологічними властивостями основних нервових процесів має не лише теоретичний, а й практичний інтерес. Припускаємо, що вирішення цих завдань, дозволить ефективно впливати на індивідуальну фізичну працездатність спортсменів та оптимізувати процес тренування.

Аналіз літератури по проблемі свідчить, що існує об'єктивне протиріччя між необхідністю здійснити диференційований підхід до організації тренувального процесу футболістів у напрямку підвищення фізичної працездатності і науковою розробленістю цього питання з урахуванням особливостей індивідуально-типологічні властивості нервової системи.

Тому метою цього підрозділу дисертаційної роботи було встановити зв'язок спеціальної фізичної працездатності, яка визначалась під час ігрової діяльності з допомогою телеметричної системи у футболістів високої кваліфікації з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи.

У 39 футболістів визначали індивідуально-типологічні властивості ЦНС, а під час проведення календарних ігор у чемпіонаті країни 2018-2019 рр. за допомогою «GPS-sport системи Catapult Vector S7» досліджували фізичну працездатність. Досліджували показники довжини дистанції (S, м), яку футболісти пробігали за гру та у різних швидкісних режимах. Швидкісні режими встановлювали у відповідності до рекомендацій: ходьба (walking) – $0,7-7,1 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$, біг підтюпцем (jogging) – $7,2-14,3 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$, аеробний біг (running) – $14,4-19,7 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$, швидкісний біг (high-speed running) – $19,8-25,1 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$, та спринт (sprinting) – $> 25,1 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$ [93].

Функціональну рухливість нервових процесів футболістів встановлювали за методикою Макаренка М.В. та на приладі «Діагност-1М» [34]. Експерименти проводили на комп'ютерній системі IBM PC AT 386. Обстежуваному необхідно було максимально швидко диференціювати 120 збудливих і гальмівних подразників, які адресовані до лівої та правої руки. Оцінку ФРНП проводили по результатам швидкості переробки інформації. Чим менше у обстежуваного був час для переробки 120 подразників -

тим вище рівень ФРНП. Експериментальний матеріал обробляли методом варіаційної статистики за програмами Statistica 64 v12. Цікавими були результати дослідження стану фізичної працездатності у футболістів високої кваліфікації. В таблиці представлені результати фізичної працездатності, які отримані у футболістів професійної команди під час проведення календарної гри у чемпіонаті країни з використанням GPSPORTS-системи (табл. 5.1, рис. 5.3).

Таблиця 5.1
Довжина дистанції ($X \pm m$) і час ігрової активності за гру та у різних швидкісних режимах у футболістів ($n=39$)

Досліджувані показники	Довжина дистанції у різних швидкісних режимах, км·г ⁻¹					
	За гру	Walking (0,7-7,1)	Jogging (7,2-14,3)	Running (14,4-19,7)	High-speed running (19,8-25,1)	Sprinting (>25,1)
Довжина дистанції, м	11069,8 ±121,4	4012,3 ±88,5	4475,6 ±93,8	1841,0 ±44,3	611,3 ±18,4	129,6 ±11,7
Час гри у різних швидк. режимах, хв.	90,0	32,9	34,0	14,6	6,8	1,7
Відносний час гри у різних швидк. режимах, %	100	36,6	37,8	16,2	7,5	1,9

Результати дослідження фізичної працездатності, що були отримані з використанням телеметричної системи, показали, що для команди об'єм виконаної роботи та довжина дистанції становила – 11069,8±121,4 м. Основний час гри – 34,0 хв., або – 37,8 % футболісти проводили у режимі бігу підтюпцем (jogging) – 7,2-14,3 км·г⁻¹. У цьому швидкісному режимі футболісти пробігли – 4475,6±93,8 м. Дещо нижчу (36,6 %) фізичну працездатності футболісти демонстрували у режимі ходьби (walking) – 0,7-7,1 км·г⁻¹, і долали дистанцію – 4012,3±88,5 м. У режимі бігу (running) – 14,4-19,7 км·г⁻¹, фізична працездатності футболістів команди була менша (16,2 %) і становила – 1841,0±44,3 м. Фізична працездатності у режимі швидкісного бігу (high-speed running) – 19,8-25,1 км·г⁻¹ становила всього –

611,3±18,4 м, що відповідало – 7,5 % ігрового часу. У режимі спринтерського бігу, більше ніж 25,1 км·г⁻¹ футболісти пробігали – 129,6±11,7 м (1,9 %) за гру.

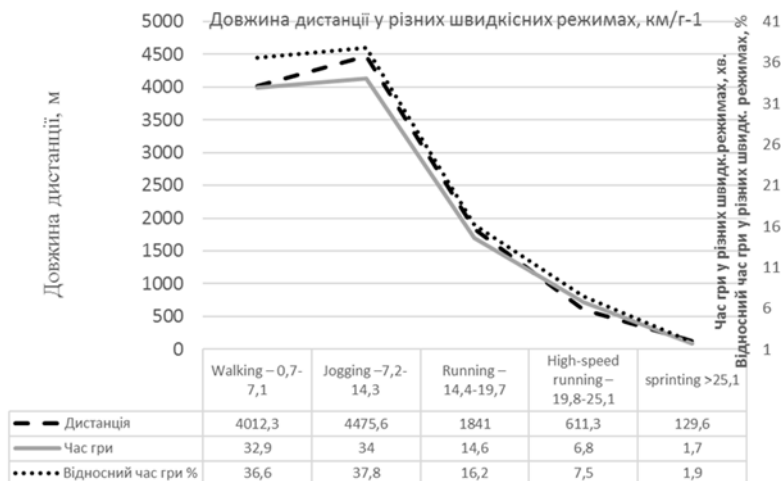


Рис. 5.3. Довжина дистанції ($X \pm m$) і час ігрової активності у різних швидкісних режимах футболістів ($n=39$).

Нас цікавило питання про зв'язок індивідуально-типологічних властивостей ЦНС зі спеціальною фізичною працездатністю футболістів. У результаті досліджень виявили, що показники фізичної працездатності футболістів мають достовірний зв'язок з ФРНП. Так, коефіцієнт рангової кореляції R_{xy} між показниками ФРНП та рівнем фізичної працездатності (середній об'єм бігової роботи у метрах за ігри першого кола) футболістів високої кваліфікації становив 0,32 ($p < 0,026$). Це вказує на те, що чим вища ФРНП у обстежуваного, тим вищий рівень фізичної працездатності і, навпаки, футболісти з низькими показниками досліджуваної типологічної властивості нервових процесів характеризувалися меншим об'ємом роботи за матч. Для підтвердження вище наведених результатів кореляційного аналізу чи їх спростування ми футболістів високої кваліфікації розподілили на три групи за рівнем ФРНП.

Спочатку встановили середній рівень ФРНП для обстежуваних високої кваліфікації футболістів був - $62,6 \pm 0,56$ с. Самий високий показник ФРНП дорівнював - 58 с, а низький - 68 с. Застосовуючи метод сигмальних відхилень розподілили на групи: з нижче за середній ($<M-0,5\sigma$), середній ($M-0,5\sigma - M+0,5\sigma$) та вище за середній ($>M+0,5\sigma$) рівень ФРНП. Результати розподілу за рівнем ФРНП свідчать, що більше за всіх футболістів виявилось з середнім рівнем рухливості (61–64 с). Серед висококваліфікованих футболістів таких осіб було - 42,0%. Кількість спортсменів з нижче (65-68 с), та вище за середній (58-60 с) показник ФРНП було значно менше і не перевищувало - 30%. Серед висококваліфікованих футболістів - 30,2% обстежуваних віднесені до групи з вище за середній показник ФРНП і виконували завдання по переробці 120 сигналів за 58-60 с. В той час як - 27,8% осіб виконували тестове завдання з диференціювання 120 збудливих і гальмівних сигналів за 65-68 с. віднесені до групи з нижче за середню градацію ФРНП.

Цікавими, як нам видається, є результати фізичної працездатності під час ігрової діяльності футболістів високої кваліфікації у зв'язку з різним рівнем ФРНП (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Довжина дистанції ($X \pm m$) за гру та у різних швидкісних режимах для команди і футболістів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів ($n=39$)

Рівні ФРНП	Дистанція за гру, м	Швидкісні режими, км·г ⁻¹				
		Walking (0,7-7,1)	Jogging (7,2-14,3)	Running (14,4-19,7)	High-speed running (19,8-25,1)	Sprinting (>25,1)
Вище за середній	11775 $\pm 143,1^*$	4021 $\pm 56,7$	4405 $\pm 66,3$	1912 $\pm 56,4^*$	663 $\pm 23,1^*$	144 $\pm 11,6^*$
Середній	11218 $\pm 128,3^*$	4048 $\pm 95,6$	4331 $\pm 67,2$	1845 $\pm 48,2^\#$	614 $\pm 19,4^\#$	128 $\pm 10,3^\#$
Нижче за середній	9844 $\pm 134,3$	4167 $\pm 68,6$	4330 $\pm 74,2$	1790 $\pm 44,2$	574 $\pm 17,2$	98 $\pm 10,9$
Середня для команди	10945,6 $\pm 121,4$	4012,3 $\pm 88,5$	4475,6 $\pm 73,8$	1841,0 $\pm 44,3$	611,3 $\pm 18,4$	129,6 $\pm 11,7$

Примітка: * - статистично вірогідні різниці між групами обстежуваних з високим, середнім та низьким рівнем ФРНП на рівні $p < 0,05$.

У групах футболістів з різними градаціями ФРНП окремо і для команди вцілому визначали та аналізували показники фізичної працездатності за показниками довжини дистанції (S , м), яку футболісти пробігали за гру та у різних швидкісних режимах (рис. 5.4).



Рис. 5.4. Довжина дистанції ($X \pm m$) за гру та у різних швидкісних режимах для команди і футболістів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів ($n=39$); * - статистично вірогідні різниці між групами обстежуваних з високим, середнім та низьким рівнем ФРНП на рівні $p < 0,05$.

Представлені результати характеризують якісний аспект зв'язку між фізичною працездатністю у футболістів і властивостями основних нервових процесів. Більш високому рівню ФРНП відповідали вищі значення фізичної працездатності. І, навпаки, спортсмени з низьким рівнем ФРНП характеризувалися низькою фізичною працездатністю. Так, футболісти з вище за середній рівень ФРНП за гру в середньому виконували об'єм бігової роботи – $11775 \pm 143,1$ м, що статистично більше, ніж у осіб з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості – $9844 \pm 134,3$ м ($p < 0,043$). Футболісти з середнім рівнем ФРНП займали проміжне становище. В

середньому за гру вони пробігали дистанцію – $11218 \pm 128,3$ м, що також було статично вище, ніж у осіб з низькими градаціями досліджуваної типологічної властивості ($p < 0,048$). Футболісти з високим рівнем ФРНП характеризувались статистично вищою спеціальною працездатністю у біговому режимі - $14,4$ - $19,7$ та $19,8$ - $25,1$ і більше ніж - $25,1$ $\text{км} \cdot \text{г}^{-1}$. Футболісти з високою ФРНП пробігали за гру у швидкісному режимі - $14,4$ - $19,7$ $\text{км} \cdot \text{г}^{-1}$ – $1912 \pm 56,4$ м., в режимі - $19,8$ - $25,1$ $\text{км} \cdot \text{г}^{-1}$ – $663 \pm 23,1$ м., а в режимі швидкісного біг (більше ніж $25,1$ $\text{км} \cdot \text{г}^{-1}$) – $144 \pm 11,6$ м, що достовірно вище, ніж у осіб з низькою ФРНП.

Отже, фізична працездатність футболістів в різних швидкісних режимах знаходиться в залежності від рівня ФРНП. Футболісти з високим та середнім рівнем ФРНП характеризувались більш високою фізичною працездатністю, ніж особи з низькою досліджуваною типологічною властивістю ЦНС. Футболісти з високим рівнем ФРНП під час гри демонстрували більш високий рівень працездатності у режимах швидкісного бігу ($14,4$ - $25,1$ $\text{км} \cdot \text{г}^{-1}$), ніж особи з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості. Футболісти з низьким рівнем типологічної властивості демонстрували більш високий рівень спеціальної фізичної працездатності у бігових режимах з низькою швидкістю ($0,7$ - $14,3$ $\text{км} \cdot \text{г}^{-1}$) ($p < 0,05$).

Наведені результати табл. 3.2 та рис. 3.10 вказують на те, що особи з високою ФРНП мають вищі показники спеціальної фізичної працездатності, ніж обстежувані з низкою градацією досліджуваної типологічної властивості. Для того, щоб перевірити і уточнити правильність такого узагальнення, а також уникнути помилок ми провели розрахунки відносної величини спеціальної фізичної працездатності футболістів з різним рівнем ФРНП для різних швидкісних режимів. Таким чином, ми отримали можливість аналізувати і порівнювати відносні результати фізичної працездатності футболістів під час гри у різних швидкісних режимах (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Якісний вклад (%) різних швидкісних режимів у спеціальну фізичну працездатність футболістів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів (n=39)

Рівні ФРНП	Дистанція за гру, м	Швидкісні режими, км·г ⁻¹				
		Walking (0,7-7,1)	Jogging (7,2-14,3)	Running (14,4-19,7)	High-speed running (19,8-25,1)	Sprinting (>25,1)
Вище за середній	11775 ±143,1*	36,1	37,4	8,2	6,6	1,8
Середній	11218 ±128,3*	36,0	38,6	16,4	5,4	1,1
Нижче за середній	9844 ±134,3	40,3	42,2	13,1	3,8	0,9
Середня для команди	11069,8 ±121,4	37,3	40,4	16,6	5,5	1,2

Примітка: * - статистично вірогідні різниці між групами обстежуваних з високим, середнім та низьким рівнем ФРНП на рівні $p < 0,05$.

Результати, які представлені у табл. 5.3. та рис. 5.5 показали особливості участі різних швидкісних режимів у забезпеченні спеціальної фізичної працездатності футболістів з різними типологічними властивостями ЦНС. Так, серед обстежуваних футболістів з високим рівнем ФРНП фізична працездатність на 36-37% підтримувалась за рахунок бігового режиму ходьби (0,7-7,1 км·г⁻¹) та повільного бігу (7,2-14,3 км·г⁻¹) і на - 18% у режимі аеробного бігу (14,4-19,7 км·г⁻¹) та - 6,6% у режимі швидкісного бігу (19,8-25,1 км·г⁻¹).

Футболісти з низькою градацією ФРНП під час матчу фізичну працездатність підтримували на - 40%, в основному, у режимі ходьби (0,7-7,1 км·г⁻¹) та 42% повільного бігу (7,2-14,3 км·г⁻¹). І, значно, менше використовували біговий режим швидкісного бігу (19,8-25,1 км·г⁻¹) та спринту (більше 25,1 км·г⁻¹), відповідно - 3,8 та 0,9%, що значно менше, ніж особи з високим рівнем ФРНП.

Отже, футболісти з високим рівнем ФРНП спеціальну фізичну працездатність під час гри досягали і підтримували шляхом більшого залучення швидкісних режимів забезпечення фізичної працездатності. Тоді як у обстежуваних атлетів з низькою градацією досліджуваної типологічної властивості нервової системи участь цих швидкісних режимів була значно нижчою. У

групі футболістів з середнім рівнем функціональної рухливості нервових процесів участь різних швидкісних режимів забезпечення спеціальної фізичної працездатності під час гри займали проміжне положення.

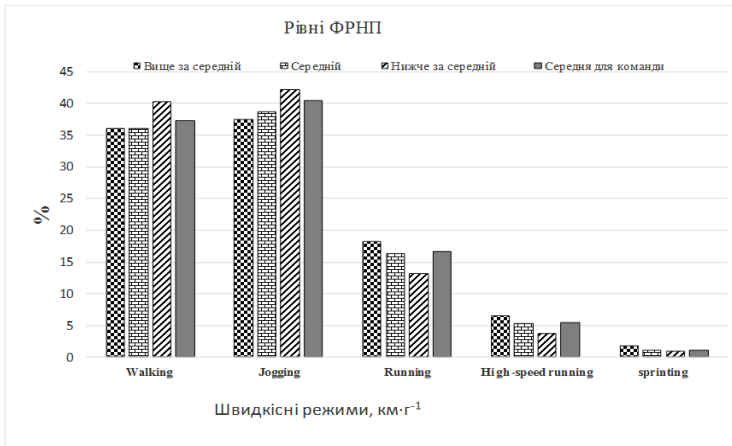


Рис. 5.5. Якісний вклад (%) різних швидкісних режимів у спеціальну фізичну працездатність футболістів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів (n=39).

Таким чином, наведені результати кореляційного та порівняльного аналізу показали, що спеціальна фізична працездатність футболістів високої кваліфікації знаходиться у залежності від індивідуально-типологічних властивостей ЦНС. Індивідуально-типологічні властивості нервової системи, ФРНП визначають участь різних швидкісних режимів у забезпеченні фізичної працездатності футболістів. Встановлено, що футболісти у групах з високим та середнім рівнем ФРНП характеризувались вищою спеціальною фізичною працездатністю, ніж особи з низькою досліджуваною типологічною властивістю ЦНС. Результати фізичної працездатності футболістів за характеристиками бігового режиму показали, що футболісти з високим рівнем ФРНП під час гри демонстрували більш високий рівень працездатності у режимі швидкісного бігу, ніж особи з низьким рівнем

досліджуваної типологічної властивості. Футболісти з низьким рівнем типологічної властивості мали переваги фізичної працездатності у режимі повільного бігового режиму.

Основним узагальненням результатів цього підрозділу є те, що проведені дослідження встановили у висококваліфікованих футболістів існує зв'язок фізичної працездатності з індивідуально-типологічними властивостями нервової системи. За наявності необхідних фізичних, антропометричних, функціональних та інших характеристик, особи з високою ФРНП досягали кращих результатів спеціальної фізичної працездатності під час офіційної гри, ніж ті футболісти, у яких показники індивідуально-типологічних властивостей ЦНС були нижчими. Наявність зв'язку між індивідуально-типологічними властивостями нервової системи з фізичною працездатністю та характеристиками швидкісних режимів лягли в основу сформульованого нами узагальнення - типологічні властивості основних нервових процесів (ФРНП) проявляють генетичний вплив на спеціальну фізичну працездатність футболістів. З урахуванням наших даних і теоретичного аналізу наукових джерел існують вагомі підстави вважати, що футболісти з вище за середній та середнім рівнем ФРНП характеризувались високою спеціальною фізичною працездатністю, ніж особи з нижче за середнім рівнем досліджуваної типологічної властивості нервової системи ($p < 0,033$), що забезпечує їм досягнення високих результатів у ігровій діяльності та у порівнянні з представниками з низькими градаціями типологічних властивостей.

Власне, удосконалення координаційних механізмів у структурах мозку, центрального та периферійного апарату, зміна лабільності, координації та засвоєння ритму відкриває можливості для підвищення ФРНП засобами фізичної культури та спорту. Враховуючи те, що типологічні властивості нервової системи є генетично детермінованими, слід звернути увагу і на той факт, що високий рівень досліджуваних властивостей основних нервових процесів у висококваліфікованих спортсменів може бути результатом природного добору. Імовірно, що у процесі багаторічного спортивного удосконалення відбувається відбір футболістів з високими

показниками ФРНП і вибраккування тих, у кого ці властивості були низькими. Тому у футболістів високої кваліфікації представників з високим рівнем розвитку типологічних властивостей нервової системи було значно більше і саме це обумовило більш виражені характеристики спеціальної фізичної працездатності у більш високих швидкісних режимах.

Отже, індивідуально-типологічні властивості нервової системи функціональна рухливість складають нейродинамічну основу фізичної працездатності у забезпеченні ігрової діяльності. Спеціальна фізична працездатність та її забезпечення у професійних футболістів знаходяться у залежності від рівня розвитку високо генетично-детермінованих властивостей основних нервових процесів.

На завершення цього розділу роботи можна зробити узагальнення:

- встановлені особливості фізичної працездатності футболістів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів. Для футболістів високого рівня кваліфікації виявили зв'язок функціональної рухливості нервових процесів та фізичної працездатності (об'єм виконаної бігової роботи). Коефіцієнт рангової кореляції R_{xy} між показниками ФРНП та рівнем фізичної працездатності футболістів високої кваліфікації становив $-0,36$ ($p < 0,027$);
- встановлено, що футболісти з високим та середнім рівнем ФРНП характеризувалися більш високим рівнем фізичної активності, ніж особи з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості;
- результати фізичної працездатності виявили, що футболісти з більш високою ФРНП демонстрували під час гри і більш високою працездатності у біговому режимі з високою швидкістю бігу, ніж особи з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості;
- футболісти з низьким рівнем типологічної властивості демонстрували більш високий рівень спеціальної фізичної працездатності у режимі бігу з низькою швидкістю бігу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Александрович М. О. Методика діагностики інтелекту та інтелектуальних операцій старших дошкільнят: єдинбурзький рисунковий тест. Теоретична та експериментальна психологія. 2010. Т. 1, № 3. С. 73–77.
2. Артеменко Б. О., Хоменко С. М. Управління навчально-тренувальним процесом волейболістів різного віку : монографія. Черкаси : Черкас. нац. ун-т ім. Богд. Хмельн., 2021. 162 с.
3. Безкопильний О. О. Диференційований підхід при початковому навчанні плаванню дітей з різними властивостями основних нервових процесів : автореф. дис. ... канд. наук з фіз. виховання і спорту : 24.00.02. Харків, 2009. 23 с.
4. Белоус П. Д. Динаміка розумової працездатності учнів 3–4 класів : автореф. дис. ... канд. психол. наук. Київ, 1977. 21 с.
5. Біохімія м'язевої діяльності / М. І. Волков та ін. Київ : Олімп. літ., 2000. 504 с.
6. Бубка С. Н., Платонов В. М. Система олімпійської підготовки: основи менеджменту. Київ : Перша друк., 2018. 624 с.
7. Вілмор Дж. Х., Костіл Д. Л. Фізіологія спорту. Київ : Олімп. літ., 2003. 655 с.
8. Волков Л. В. Фізичне виховання учнів. Київ : Рад. шк., 1988. 185 с.
9. Волков М. І. Проблема втоми й відновлення в теорії і практиці спорту. *Теорія і практика фізичної культури*. 1974. № 1. С. 60–63.
10. Вплив вегетативної регуляції серцевого ритму на прояв фізичної працездатності кваліфікованих спортсменів / О. Лисенко [та ін.] // Спортивна наука та здоров'я людини. – 2020. – № 1. – С. 70–87.
11. Голяка С. К. Властивості нейродинамічних та психомоторних функцій у студентів з різним рівнем спортивної кваліфікації : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.13. Львів, 2005. 20 с.

12. Давиденко І. М., Лизогуб В. С., Стеценко А. І. Особливості змін нейродинамічних показників під впливом занять пауерліфтингом. Адаптація учнівської молоді до навчальних занять та фізичних навантажень : Тези доп. наук. конф., м. Черкаси. 1993. С. 18.
13. Долбишева Н. Методичні основи етапів багаторічного процесу спортивної підготовки в інтелектуальних видах спорту. Спортивний вісник Придніпров'я. 2016. № 2. С. 48–55.
14. Дрюков В. О., Коробейніков Г. В., Павленко Ю. О. Психофізіологічна діагностика у спорті вищих досягнень : метод. рек. для тренерів, спортсменів, співробітників комплекс. наук. груп. Київ : Наук. світ, 2004. 25 с.
15. Душанін С. А., Береговой Ю. В., Мигулева В. Г. Прискорені методи дослідження енергетичного метаболізму м'язової діяльності : Метод. рек. Київ, 1984. 28 с.
16. Душанін С. А., Береговой Ю. В., Цветкова О. А. Система багатофакторної експрес-діагностики функціональної підготовленості спортсменів при поточному і оперативному лікарсько-педагогічному контролі. Київ, 1986. 34 с.
17. Клименко В. В. Психомоторні здібності юного спортсмена. Київ : Здоров'я, 1987. 166 с.
18. Кожемяко Т. В. Нейрофізіологічні та вегетативні механізми переробки інформації у підлітків з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи : автореф. дис. ... канд. біол. наук. Черкаси, 2018. 20 с.
19. Козіна Ж. Л. Теоретико-методичні основи індивідуалізації навчально-тренувального процесу спортсменів в ігрових видах спорту : автореф. дис. ... д-ра наук з фіз. виховання і спорту : 24.00.01. Київ, 2010. 43 с.

20. Козіна Ж. Л., Чебану О. І., Лісовський Б. П. Індивідуальні психофізіологічні фактори результативності в легкоатлетичному спринті у спортсменів високої кваліфікації з порушенням зору (на прикладі елітної спортсменки). Вісник Прикарпатського університету. 2018. № 5. С. 16–32.
21. Коробейніков Г. В., Коробейнікова Л. Г., Ричок Т. М. Статеві особливості нейродинамічних функцій у елітних спортсменів. Вісник Черкаського університету. Біологічні науки. 2015. № 2. С. 55–59.
22. Коробейнікова Л. Г. Психофізіологічні стани організму людини в період тренувань та змагань з олімпійських видів боротьби : дис. ... д-ра біол. наук. Київ, 2014. 385 с.
23. Куркчі Л. М. Дослідження функціональної рухливості нервової системи людини у зв'язку з її спортивною та трудовою діяльністю : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.13. Київ, 1966. 22 с.
24. Лизогуб В. С. Нейродинамічні властивості людини та методика їх дослідження : монографія / Володимир Сергійович Лизогуб, Сергій Миколайович Хоменко, Олександр Петрович Безкопильний. – Черкаси : ФОП Гордієнко Є.І., 2019. – 136 с.
25. Лизогуб В. С. Онтогенез психофізіологічних функцій людини : автореф. дис. ... д-ра біол. наук : 03.00.13 / Лизогуб Володимир Сергійович ; Київський національний університет імені Тараса Шевченка. – Київ, 2001. – 29 с.
26. Лисенко О. М. Оптимізація фізіологічної реактивності системи дихання в процесі адаптації до напруженої м'язової діяльності : автореф. дис. ... д-ра біол. наук / Лисенко Олена Миколаївна ; М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. – Київ, 2013. – 43 с.
27. Лисенко О. Особливості прояву енергетичного потенціалу кваліфікованих спортсменів і чутливість кардіореспіраторної системи до гіперкапнії [Електронний ресурс] / О. Лисенко, Г. Лопатенко // Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. – 2017. – № 2. – С. 16–20. – Режим доступу: <https://doi.org/10.32652/spmed.2017.2.16-20> (дата звернення: 20.01.2025). – Назва з екрана.

28. Лисенко О. Реакція кардіореспіраторної системи за умов фізичних навантажень різного характеру в залежності від фізіологічної реактивності і стомлення [Електронний ресурс] / Олена Лисенко, Світлана Федорчук // Sport science and human health. – 2019. – № 2. – С. 27–32. – Режим доступу: <https://doi.org/10.28925/2664-2069.2019.2.4> (дата звернення: 20.01.2025). – Назва з екрана.
29. Лисенчук Г. А. Управління підготовки футболістів / Г. А. Лисенчук. – Київ : Олімп. літ., 2003. – 217 с.
30. Ляшевич А. М. Фізіологічні основи фізичного виховання та спорту : навч. посіб. / А. М. Ляшевич, І. С. Чернуха. – Житомир : ЖДУ ім. Ів. Франка, 2019. – 145 с.
31. Макаренко М. В. Залежність льотного навчання курсантів від індивідуальних психофізіологічних властивостей / Микола Васильович Макаренко // Фізіологічний журнал. – 1995. – Т. 41, № 1-2. – С. 54–60.
32. Макаренко М. В. Зв'язок успішності психомоторної діяльності з викликанною активністю мозку людей з різними індивідуально-типологічними властивостями вищих відділів центральної нервової системи / Микола Васильович Макаренко // Фізіологічний журнал. – 2014. – № 3. – С. 65–66.
33. Макаренко М. В. Латентний період сенсомоторної реакції в осіб із різною функціональною рухливістю нервової системи / Микола Васильович Макаренко // Журнал вищої нервової діяльності. – 1984. – Т. 34, № 6. – С. 1041–1046.
34. Макаренко М. В. Методика проведення обстежень та оцінки індивідуальних нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності людини / Микола Васильович Макаренко // Фізіологічний журнал. – 1999. – Т. 45, № 4. – С. 123–131.
35. Макаренко М. В. Методичні вказівки до практикуму з диференціальної психофізіології людини / Микола Васильович Макаренко, Володимир Сергійович Лизогуб, Олександр Петрович Безкопильний. – Черкаси : Вертикаль, 2014. – 102 с.

36. Макаренко М. В. Онтогенез психофізіологічних функцій людини / Микола Васильович Макаренко, Володимир Сергійович Лизогуб. – Черкаси : Вертикаль, 2011. – 256 с.
37. Макаренко М. В. Основи професійного відбору військових спеціалістів та методики вивчення індивідуальних психофізіологічних відмінностей між людьми / Микола Васильович Макаренко. – Київ : Ін-т фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, 2006. – 395 с.
38. Макаренко М. В. Психофізіологічні функції людини та операторська робота / Микола Васильович Макаренко. – Київ : Наук. думка, 1991. – 216 с.
39. Маленюк Т. В. Основи адаптації у спорті : навч. посіб. / Тетяна Володимирівна Маленюк. – Кіровоград : КОД, 2012. – 120 с.
40. Медико-біологічне дозування тренувальних навантажень футболу. інтенсивність, тривалість, частота і об'єм тренувальних навантажень. / Володимир Сергійович Лизогуб [та ін.] // Медико-біологічні проблеми фізичного виховання різних груп населення : VIII Всеукр. науково-практ. конф., Луцьк, 24–25 листоп. 2022 р. – Кременець, 2022. – С. 62.
41. Методика діагностики практичного інтелекту учнівської молоді / В. П. Тименко [та ін.]. – Київ : Ін-т обдар. дитини НАПН України, 2017. – 155 с.
42. Міщенко В. С. Особливості психофізіологічних станів у борців високої кваліфікації в умовах психоемоційних навантажень : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.13 / Міщенко В. С. ; Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького. – Черкаси, 2018. – 204 с.
43. Міщенко В. С. Психофізіологічний стан висококваліфікованих спортсменів з різним рівнем нейродинамічних функцій / В. С. Міщенко // Вісник Черкаського університету. – 2017. – № 2. – С. 45–53.
44. Міщенко В. С. Реактивні властивості кардіореспіраторної системи як відображення адаптації до напруженого фізичного тренування у спорті / В. С. Міщенко, О. М. Лисенко, В. Є. Виноградов. – Київ : Наук. світ, 2007. – 351 с.

45. Міщенко В. С. Функціональні можливості спортсменів / В. С. Міщенко. – Київ : Здоров'я, 1990. – 150 с.
46. Ніколаєнко В. В. Багаторічна підготовка юних футболістів. Шлях до успіху / В. В. Ніколаєнко, В. М. Шамардін. – Київ : Самміт-кн., 2015. – 360 с.
47. Основи молекулярної генетики м'язової діяльності / С. Б. Дроздовська та ін. Київ : Олімп. літ., 2013. 113 с.
48. Особливості властивостей психофізіологічних функцій у спортсменів із різним рівнем спортивної кваліфікації / Микола Васильович Макаренко [та ін.] // Спортивна медицина. – 2008. – № 1. – С. 174–180.
49. Оцінювання психофізіологічних станів у спорті : монографія / Георгій Коробейніков [та ін.]. – Львів : ЛДУФК, 2013. – 312 с.
50. Петренко Ю. О. Нейродинамічні та психічні функції у дітей молодшого шкільного віку з різним рівнем фізичного розвитку : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.13 / Петренко Юрій Олексійович ; Київський національний університет імені Тараса Шевченка. – Київ, 2006. – 20 с.
51. Пітін М. Теоретична підготовка в спорті / Мар'ян Пітін. – Львів : ЛДУФК, 2015. – 372 с.
52. Платонов В. М. Рухові якості та фізична підготовка спортсменів / Володимир Миколайович Платонов. – Київ : Олімп. літ., 2017. – 656 с.
53. Платонов В. М. Сучасна система спортивного тренування / Володимир Миколайович Платонов. – Київ : Перша друк., 2020. – 704 с.
54. Плахтій П. Д. Фізіологія людини / Петро Данилович Плахтій. – Кам'янець-Подільський : КПДПУ, інформ.-вид. від., 2000. – 210 с.
55. Психофізіологічне забезпечення діагностики функціонального стану висококваліфікованих спортсменів / Г. В. Коробейніков та ін. Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. Збірник наукових праць. 2003. № 1. С. 53–60.

56. Пустовалов В. О. Фізична підготовленість учнів середнього шкільного віку з різним рівнем фізичного розвитку та властивостей нейродинамічних функцій : автореф. дис. ... канд. наук з фіз. виховання і спорту : 24.00.02 / Пустовалов Віталій Олександрович ; Дніпропетровський державний інститут фізичної культури і спорту. – Дніпропетровськ, 2009. – 20 с.
57. Реалізація відбору футболістів високої кваліфікації за показниками біоенергетичного метаболізму / Володимир Сергійович Лизогуб [та ін.] // Спортивний вісник Придніпров'я. – 2018. – № 3. – С. 72–77.
58. Ровний А. С. Психосенсорні механізми управління рухами спортсменів / Анатолій Степанович Ровний, Володимир Сергійович Лизогуб. – Харків : ХНАДУ, 2016. – 360 с.
59. Сахновський К. П. Підготовка спортивного резерву / К. П. Сахновський. – Київ : Здоров'я, 1990. – 152 с.
60. Третилова Т. О. Спорт і нервова система юнаків та підлітків / Т. О. Третилова. – Київ : Здоров'я, 1964. – 99 с.
61. Тронь Р. А. Контроль фізичної підготовленості кваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються у бойовому самбо. / Р. А. Тронь, В. М. Ільїн, Р. В. Бицюра // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2013. – № 10. – С. 80–83.
62. Трошихін В. В. Особливості реакції серцево-судинної системи на нервово-емоційні та фізичні навантаження у людей з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.17 / Трошихін В. В. ; Львівський державний медичний інститут. – Львів, 1989. – 16 с.
63. Фізіологія спортивної діяльності / Анатолій Степанович Ровний [та ін.]. – Харків : ХНАДУ, 2005. – 56 с.
64. Чижевська Н. Характеристика підготовки початківців в інтелектуальних видах спорту та в шашках [Електронний ресурс] / Надія Чижевська, Оксана Шинкарук // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2022. – № 2. – С. 44–49. – Режим доступу: <https://doi.org/10.32652/tmfvs.2021.2.44-49> (дата звернення: 20.01.2025). – Назва з екрана.

65. Шамардін В. М. Технологія управління системою багаторічної підготовки футбольних команд вищої кваліфікації спорту : автореф. дис. ... д-ра наук з фіз. виховання і спорту : 24.00.01 / Шамардін Валерій Миколайович ; Львівський державний університет фізичної культури. – Львів.
66. Шамардін В. М. Фізична підготовка футболістів високої кваліфікації / В. Н. Шамардін, В. Є. Виноградов, А. Ю. Дяченко. – Київ : НВФ, 2017. – 170 с.
67. Шинкарук О. А. Особливості психофізіологічного відбору спортсменів у процесі багаторічного вдосконалення / О. А. Шинкарук // Актуальні проблеми фізичного виховання та методики спортивного тренування. – 2017. – № 2. – С. 68–75.
68. Яременко Є. О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яременко. – Львів : Сполом, 2006. – 159 с.
69. Abernethy P. J. Acute and chronic responses of skeletal muscle to endurance and sprint exercise [Electronic resource] / Peter J. Abernethy, Robert Thayer, Albert W. Taylor // Sports medicine. – 1990. – Vol. 10, no. 6. – P. 365–389. – Mode of access: <https://doi.org/10.2165/00007256-199010060-00004> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
70. Analysis of power spectrum of heart rate variability in athletes during initial adaptation to mountain hypoxia conditions [Electronic resource] / V. V. Sosnovsky [et al.] // Science and education a new dimension. – 2018. – Vol. VI(186), no. 22. – P. 42–44. – Mode of access: <https://doi.org/10.31174/send-nt2018-186vi22-11> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
71. Artemenko B. Correlation of functional mobility of nervous processes with game activity success of volleyball players of high qualification. Cherkasy university bulletin: biological sciences series. 2018. No. 2. P. 15–19. URL: <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2-15-19> (date of access: 20.01.2025).

72. Artemenko, B. O., Khomenko, S. M., Kozhemiako, T. V., & Iliukha, L. M. (2023). Relationship between the functional state with the effectiveness of playing activities of volleyball players of different ages. *Cherkasy University Bulletin: Biological Sciences Series*, (1). <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2023-1-19-26>
73. Bompá T. O. Entrenamiento para jóvenes deportistas / total training for young champions / Tudor O. Bompá. – [S. l.] : Hispano Europea Editorial, 2005. – 255 p.
74. Bompá T. O. Variations of periodization of strength [Electronic resource] / Tudor O. Bompá // *Strength and conditioning journal*. – 1996. – Vol. 18, no. 3. – P. 58. – Mode of access: [https://doi.org/10.1519/1073-6840\(1996\)018%3C0058:vopos%3E2.3.co;2](https://doi.org/10.1519/1073-6840(1996)018%3C0058:vopos%3E2.3.co;2) (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
75. Bosquet L. Methods to determine aerobic endurance [Electronic resource] / Laurent Bosquet, Luc Leger, Patrick Legros // *Sports medicine*. – 2002. – Vol. 32, no. 11. – P. 675–700. – Mode of access: <https://doi.org/10.2165/00007256-200232110-00002> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
76. Carr M. Motivational components of underachievement. [Electronic resource] / Martha Carr, John G. Borkowski, Scott E. Maxwell // *Developmental psychology*. – 1991. – Vol. 27, no. 1. – P. 108–118. – Mode of access: <https://doi.org/10.1037/0012-1649.27.1.108> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
77. Costill D. L. Practical problems in exercise physiology / D. L. Costill // *Research quarterly*. – 1985. – No. 56. – P. 378–384.
78. Do the results of the sensomotor response reflect the typological properties of the central nervous system? [Electronic resource] / V. S. Lyzohub [et al.] // *Cherkasy university bulletin: biological sciences series*. – 2021. – No. 1. – P. 69–77. – Mode of access: <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2021-1-69-77> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.

79. Dolbysheva N. Fundamentals of long-term training systems in mind sports [Electronic resource] / Nina Dolbysheva // Human movement. – 2020. – Vol. 21, no. 3. – P. 1–20. – Mode of access: <https://doi.org/10.5114/hm.2020.91341> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
80. Effectiveness of above real-time training on decision-making in elite football: a dose-response investigation / J. J. Farahani [et al.] // Progress in brain research. – 2017. – No. 234. – P. 101–116.
81. Enoka R. M. Muscle strength and its development [Electronic resource] / Roger M. Enoka // Sports medicine. – 1988. – Vol. 6, no. 3. – P. 146–168. – Mode of access: <https://doi.org/10.2165/00007256-198806030-00003> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
82. Eysenck H. J. Novi pohled na inteligenciju / H. J. Eysenck // Rev. psychol. – 1993. – No. 1-2. – P. 35–39.
83. Fiber number and size in overloaded chicken anterior latissimus dorsi muscle [Electronic resource] / P. D. Gollnick [et al.] // Journal of applied physiology. – 1983. – Vol. 54, no. 5. – P. 1292–1297. – Mode of access: <https://doi.org/10.1152/jappl.1983.54.5.1292> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
84. Guilford J. P. Some changes in the structure-of-intellect model [Electronic resource] / J. P. Guilford // Educational and psychological measurement. – 1988. – Vol. 48, no. 1. – P. 1–4. – Mode of access: <https://doi.org/10.1177/001316448804800102> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
85. Häkkinen K. Changes in isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining [Electronic resource] / K. Häkkinen, M. Alén, P. V. Komi // Acta physiologica scandinavica. – 1985. – Vol. 125, no. 4. – P. 573–585. – Mode of access: <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1985.tb07759.x> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.

86. Hoff J. Soccer specific aerobic endurance training [Electronic resource] / J. Hoff // British journal of sports medicine. – 2002. – Vol. 36, no. 3. – P. 218–221. – Mode of access: <https://doi.org/10.1136/bjbm.36.3.218> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
87. Hoff J. Training and testing physical capacities for elite soccer players [Electronic resource] / Jan Hoff // Journal of sports sciences. – 2005. – Vol. 23, no. 6. – P. 573–582. – Mode of access: <https://doi.org/10.1080/02640410400021252> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
88. Ito M. The CNS as a multivariable control system [Electronic resource] / Masao Ito // Behavioral and brain sciences. – 1982. – Vol. 5, no. 4. – P. 552–553. – Mode of access: <https://doi.org/10.1017/s0140525x00013492> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
89. Larsson L. Motor unit fibre density in extremely hypertrophied skeletal muscles in man [Electronic resource] / Lars Larsson, Per A. Tesch // European journal of applied physiology and occupational physiology. – 1986. – Vol. 55, no. 2. – P. 130–136. – Mode of access: <https://doi.org/10.1007/bf00714994> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
90. Lyzohub V. Innovative approach to the evaluation of highly competitive football players' competence [Electronic resource] / Volodymyr Lyzohub, Viktoriia Supronovych, Serhii Hrechukha // Science and education. – 2017. – Vol. 23, no. 8. – P. 15–22. – Mode of access: <https://doi.org/10.24195/2414-4665-2017-8-2> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
91. Modern implementation approaches to high-trained football player selection on the basis of neurodynamic properties of the upper sections of the central nervous system / V. Lyzogub et al. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2017. Vol. 58, no. 2. P. 47–52. URL: <https://doi.org/10.15391/sns.v.2017-2.008> (date of access: 20.01.2025).

92. Moritani T. Potential for gross muscle hypertrophy in older men [Electronic resource] / T. Moritani, H. A. Devries // Journal of gerontology. – 1980. – Vol. 35, no. 5. – P. 672–682. – Mode of access: <https://doi.org/10.1093/geronj/35.5.672> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
93. Owen A. L. Football periodization to maximise performance: session design - the training week - tapering strategy [Electronic resource] / Adam L. Owen // Football Coaching Books, eBooks, Apps, Videos. – Mode of access: <https://shop.soccertutor.com/football-periodization-to-maximise-performance/st-b059> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
94. Physical performance and its relation to the individual-typological properties of the central nervous system. [Electronic resource] / V. V. Shpaniuk [et al.] // Cherkasy university bulletin: biological sciences series. – 2019. – No. 2. – P. 81–89. – Mode of access: <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2019-2-81-89> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
95. Platonov V. M. Adaptation in sports / V. M. Platonov. – Kyiv : Health Ukraine, 1988. – 215 p.
96. Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications / Karlman Wasserman [et al.]. – 4th ed. – [S. l.] : Lippincott Williams & Wilkins, 2004. – 568 p.
97. Reilly T. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer [Electronic resource] / T. Reilly, J. Bangsbo, A. Franks // Journal of sports sciences. – 2000. – Vol. 18, no. 9. – P. 669–683. – Mode of access: <https://doi.org/10.1080/02640410050120050> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
98. Reserve capabilities of the cardiorespiratory system in football players with different individual-typological properties of the nervous system [Electronic resource] / V. S. Lyzohub [et al.] // Cherkasy university bulletin: biological sciences series. – 2022. – Vol. 1. – P. 34–43. – Mode of access: <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2022-1-34-43> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.

99. Shephard R. J. Tests of maximum oxygen intake. A critical review [Electronic resource] / Roy J. Shephard // Sports medicine. – 1984. – Vol. 1, no. 2. – P. 99–124. – Mode of access: <https://doi.org/10.2165/00007256-198401020-00002> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
100. Shpaniuk V. V. Relationship of the CNS individual and typological properties and echocardiography parameters of the heart of highly qualified football players [Electronic resource] / V. V. Shpaniuk // Cherkasy university bulletin: biological sciences series. – 2021. – No. 2. – P. 88–95. – Mode of access: <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2021-2-88-95> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
101. Specificity of the training system in sport of mind [Electronic resource] / N. G. Dolbysheva [et al.] // Scientific Journal of National Pedagogical Dragomanov University. Series 15. Scientific and pedagogical problems of physical culture (physical culture and sports). – 2023. – No. 7(167). – P. 72–77. – Mode of access: [https://doi.org/10.31392/npunc.series15.2023.7\(167\).14](https://doi.org/10.31392/npunc.series15.2023.7(167).14) (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
102. Stamm R. Significance of the anthropometric factor in young female volleyballers' physical abilities, technical skills, psychophysiological properties and performance in the game / Raini Stamm [Electronic resource] / Stamm Raini [Verfasser]. – [S. l.], 2007. – Mode of access: <http://d-nb.info/984520643/34> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
103. States of psychophysiological functions of elite athletes in different aging groups / L. G. Korobeynikova et al. Fiziologichnyi zhurnal. 2016. Vol. 62, no. 6. P. 81–87. URL: <https://doi.org/10.15407/fz62.06.081> (date of access: 20.01.2025).
104. Stenger V. J. The physics of 'alternative medicine'. Bioenergetic fields / V. J. Stenger // The scientific review of alternative medicine. – 1999. – Vol. 3, no. 1.

105. Sternberg R. J. Practical intelligence, g, and work psychology [Electronic resource] / Robert J. Sternberg, Jennifer Hedlund // Human performance. – 2002. – Vol. 15, no. 1-2. – P. 143–160. – Mode of access: <https://doi.org/10.1080/08959285.2002.9668088> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
106. Strength and skeletal muscle adaptations in heavy-resistance-trained women after detraining and retraining [Electronic resource] / R. S. Staron [et al.] // Journal of applied physiology. – 1991. – Vol. 70, no. 2. – P. 631–640. – Mode of access: <https://doi.org/10.1152/jappl.1991.70.2.631> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
107. The theory of multiple intelligences [Electronic resource] / K. Davis [et al.] // SSRN. – Mode of access: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2982593 (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
108. Visual and brainstem auditory evoked potentials and maximal aerobic exercise: does the influence of exercise persist after body temperature recovery? [Electronic resource] / M. N. Magnié [et al.] // International journal of sports medicine. – 1998. – Vol. 19, no. 04. – P. 255–259. – Mode of access: <https://doi.org/10.1055/s-2007-971914> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.
109. Voronova V. Psychological support for training sportsmen in football / V. Voronova // Science in Olympic sports. – 2013. – No. 4. – P. 32–39.
110. Weinberg R. S. Foundations of sport and exercise psychology / Robert S. Weinberg, Daniel S. Gould. – [S. l.] : Human Kinetics, 2018. – 680 p.
111. Wilmore J. H. Physiology of sport and exercise [Electronic resource] / Jack H. Wilmore, David L. Costill, Gilbert W. Gleim // Medicine & science in sports & exercise. – 1995. – Vol. 27, no. 5. – P. 792. – Mode of access: <https://doi.org/10.1249/00005768-199505000-00024> (date of access: 20.01.2025). – Title from screen.