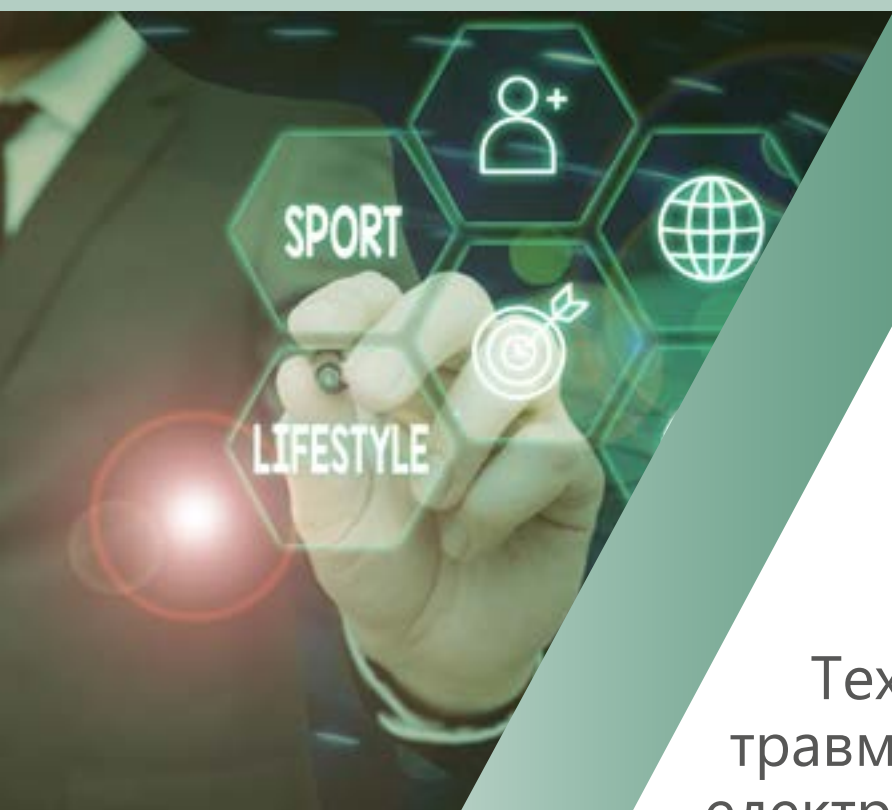


Національний університет фізичного виховання і спорту України
Науково-дослідний інститут

Колективна монографія

НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ У ФІЗИЧНІЙ КУЛЬТУРІ І СПОРТІ, ФІЗИЧНІЙ ТЕРАПІЇ, ЕРГОТЕРАПІЇ, ТУРИЗМІ



Технологія оцінки ризику
травматизму спортсменів за
електронеуроміографічними
та психофізіологічними
показниками

КИЇВ – 2021

ТОМ 2

ББК 75.091.7
УДК 796.071.2:616-001.1
Т65

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Національного університету фізичного
виховання і спорту України
(протокол № 2 від 25 жовтня 2021 р.)*

Рецензенти

Макарчук М. Ю. – завідувач кафедри фізіології людини і тварин ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, доктор біологічних наук, професор

Шахліна Л. Я-Г. – професор кафедри спортивної медицини Національного університету фізичного виховання і спорту України, доктор медичних наук, професор

Шинкарук О. А. – завідувач кафедри кіберспорту та інформаційних технологій Національного університету фізичного виховання і спорту України, доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор

Науково-методологічні дослідження у фізичній культурі і спорті, фізичній терапії, ерготерапії, туризмі: колективна монографія за результатами завершених у 2020 році наукових досліджень і розробок: у 2 т. / за ред. Є. В. Імаса, О. В. Борисової, І. О. Когут. – Т. 2: Технологія оцінки ризику травматизму спортсменів за електронейроміографічними і психофізіологічними показниками // С. В. Федорчук, О. В. Колосова, С. В. Тукаєв, О. М. Лисенко, Д. Д. Іваскевич, Б. Ю. Коломієць, Т. О. Халявка. – 2021. – 195 с.

У монографії представлено дослідження актуальної проблеми фізіології спорту – оцінки ризику травматизму спортсменів. Визначено критерії оцінки функціонального стану нервової і м'язової систем організму, психофізіологічного стану спортсменів у різних видах спорту, розроблено технологію прогнозування ризику травматизму.

Видання може стати у нагоді спортивним лікарям і тренерам, фізіологам, психологам, психофізіологам, викладачам та студентам біологічних, медичних та педагогічних вишів, фахівцям у сфері фізичної культури і спорту.

ЗМІСТ

	Стр
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ РИЗИКУ ТРАВМАТИЗМУ СПОРТСМЕНІВ (Федорчук С. В., Колосова О. В.)	7
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	29
2.1. Електронейроміографічні методи дослідження (Колосова О. В.) ..	29
2.2. Психофізіологічні і психологічні методи дослідження (Федорчук С. В., Іваскевич Д. Д., Лисенко О. М.)	31
2.3. Метод стабілографії (Коломієць Б. Ю., Колосова О. В.).....	43
2.4. Метод електроенцефалографії (Тукаєв С. В., Іваскевич Д. Д.).....	48
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ НЕРВОВО- М'ЯЗОВОЇ СИСТЕМИ СПОРТСМЕНА ЗА ЕЛЕКТРОНЕЙРОМІОГРАФІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ (Колосова О. В., Лисенко О. В., Халявка Т. О.)	66
3.1. Електронейроміографічні критерії ризику травматизму у групах спортсменів різної статі, що спеціалізуються у боксі.....	66
3.2. Електронейроміографічні показники у групах різної статі спортсменів-стрибунів у воду	73
3.3. Оцінка функціонального стану нервово-м'язової системи у спортсменок волейбольної команди НУФВСУ	76
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА РИЗИКУ ТРАВМАТИЗМУ СПОРТСМЕНІВ ЗА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ (Федорчук С. В., Лисенко О. М., Тукаєв С. В.)	82
4.1. Стан психофізіологічних функцій кваліфікованих спортсменів у видах спорту з різним ступенем екстремальності.....	82
4.2. Психофізіологічні показники спортсменів-гандболістів з різним рівнем мотивації до досягнення успіху та уникнення невдач	91

4.3. Стан психофізіологічних функцій і динамічна м'язова витривалість за показниками тепінг-тесту у спортсменок в ігрових видах спорту	102
РОЗДІЛ 5. ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ СКЛАДОВІ СТРЕСОСТІЙКОСТІ І СТРЕСОВРАЗЛИВОСТІ ЛЮДИНИ В УМОВАХ СПОРТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ (<i>Федорчук С. В., Лисенко О. М., Іваскевич Д. Д., Колосова О. В., Халявка Т. О.</i>)	
5.1. Стресостійкість, ефективність психічної саморегуляції й адаптивність у зв'язку з функціональним станом нервово-м'язового апарату спортсменів-тенісистів	117
5.2. Гендерні відмінності у змагальній тривожності та стратегіях подолання стресу серед юніорів збірної команди України з гандболу .	125
5.3. Спортивні травми у зв'язку з адаптивними і неадаптивними копінг-стратегіями у спортсменів-юніорів (гандбол)	134
5.4. Психофізіологічні складові стресостійкості і стресовразливості кваліфікованих спортсменок-гандболісток	141
РОЗДІЛ 6. ОСОБЛИВОСТІ ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСУ У ЛЮДЕЙ, НЕТРЕНОВАНИХ І ТРЕНОВАНИХ ДО ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ (<i>Коломієць Б. Ю., Колосова О. В.</i>)	
РОЗДІЛ 7. ОЦІНКА ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСУ СПОРТСМЕНІВ-ЮНІОРІВ, ЩО СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ У ГАНДБОЛІ (<i>Колосова О. В.</i>)	170
РОЗДІЛ 8. ПАТЕРНИ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАМ, ПОВ'ЯЗАНІ З РІЗНИМ РІВНЕМ МАЙСТЕРНОСТІ У СПОРТСМЕНІВ В ІГРОВИХ ВИДАХ СПОРТУ (<i>Тукаєв С. В.</i>).....	
ВИСНОВКИ	191
СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ АВТОРІВ, ЩО ВІДОБРАЖАЮТЬ ОКРЕМІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	192

ВСТУП

Відповідно до Державної цільової соціальної програми розвитку фізичної культури і спорту на період до 2020 р. фізичній культурі і спорту в Україні відводиться провідна роль як важливого фактору здорового способу життя, профілактики захворювань, формування гуманістичних цінностей, створення умов для всебічного гармонійного розвитку людини, сприяння фізичній та духовній досконалості людини тощо. Високий рівень фізичної працездатності спортсмена обумовлюється насамперед функціональним станом усіх систем організму, у тому числі нервової і м'язової систем, а також психофізіологічним станом спортсмена. Дослідження у галузі спорту вищих досягнень свідчать про важливість проведення контролю за станом організму спортсменів для оцінки його готовності до виконання значних навантажень, ефективності функціонування різних фізіологічних систем. Отже, великого практичного значення набуває розробка технології оцінки функціонального стану нервово-м'язової системи та психофізіологічного стану спортсменів, подальша розробка критеріїв оцінки ризику травматизму спортсменів для проведення ранньої діагностики порушень функціонування нервово-м'язової системи та своєчасної їх профілактики з метою досягнення найбільшої ефективності спортивної діяльності за умов збереження здоров'я спортсмена.

Травматизм є однією з найгостріших проблем сучасного спорту. Регулярні перевантаження під час спортивних тренувань та змагань підвищують загрозу травмування та виникнення супутніх захворювань у спортсменів. Разом з тим, уміння спортсмена подолати стрес і соціальна підтримка знижують вплив стресу на частоту травм. Тому одним із головних завдань психологічної підготовки спортсмена вважається формування вміння ефективно використовувати стратегії подолання стресу (копінг-стратегії). Таким чином, безсумнівною є необхідність розробки та запровадження у практику технології оцінки ризику травматизму спортсменів за

електронеїроміографічними і психофізіологічними показниками, важливими складовими якої є: обґрунтування та розробка алгоритму оцінки функціонального стану нервової і м'язової систем спортсменів із застосуванням сучасних діагностичних методів електронеїроміографії та психофізіології; визначення сутності і діапазону змін функціонального стану нервової і м'язової систем спортсменів на різних етапах спортивної підготовки з урахуванням рівня фізичної працездатності і характеру спортивної діяльності; визначення критеріїв та створення шкал оцінки функціонального стану нервової і м'язової систем, психофізіологічного стану спортсменів, що спеціалізуються в різних видах спорту; розробка науково обґрунтованих рекомендацій і пропозицій щодо корекції тренувального процесу та змагальної діяльності кваліфікованих спортсменів, що дозволить знизити рівень їх травматизму.

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ
СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ РИЗИКУ
ТРАВМАТИЗМУ СПОРТСМЕНІВ

Відомо, що пластичність нервової та м'язової систем організму людини залучена у виникнення та закріплення біологічно корисних змін його структурно-функціональної та метаболічної організації під впливом різних факторів (Wolpaw, 2001; Tahayori, 2012). Так, внаслідок тривалого фізичного навантаження в організмі людини відбуваються морфофункціональні зміни, що забезпечують розширення його функціональних можливостей, збільшення працездатності (Андриянова, 2014). Загальновизнано, що заняття спортом у молодому віці благотворно впливають на здоров'я з фізіологічної, психологічної та соціальної точок зору. Однак тренувальні і змагальні навантаження сучасного спорту є також чинником підвищеного ризику щодо захворювань і травм (Bergeron, 2015). При цьому існує тісний зв'язок між величиною і специфічною спрямованістю навантажень, з одного боку, та характером захворювань і травм – з іншого (Платонов, 2006).

З точки зору медичної діагностики, травми зазвичай класифікують таким чином: 1) ушкодження суглобової капсули і зв'язок; 2) ушкодження м'язів і сухожилів; 3) забиття; 4) вивих або підвивих; 5) перелом кістки; 6) садно (подряпина); 7) рвана (відкрита) рана; 8) струс (мозку); 9) інфекція або запалення (Мехелен, 2002). Чинники ризику спортивних травм поділяють на зовнішні і внутрішні. До зовнішніх відносять вид спорту, ігрове амплуа спортсмена, погодні умови, екіпірування тощо. Внутрішні чинники, пов'язані з надмірним напруженням систем організму під час фізичних навантажень, поділяють на такі, що не піддаються впливу (генетичні фактори, вік тощо), і такі, на які потенційно можна впливати (сила м'язів, стабільність суглобів, біомеханічні властивості опорно-рухового апарату, здатність підтримувати рівновагу, стан пропріоцептивного нервово-м'язового зворотного зв'язку).

Знання цих чинників стосовно специфіки конкретного виду спорту є виключно важливим для профілактики спортивного травматизму (Платонов, 2006; Шахліна, 2018). Деякі дослідники вважають логічнішим розподіл усіх причин травмування на дві групи: перша – усі причини, які можуть бути пов'язані з недоліками лікарського обслуговування спортсменів (передчасний допуск до тренувань і змагань після перенесених ушкоджень або захворювань, недостатньо кваліфікований лікарський контроль, лікарсько-педагогічні спостереження, що рідко проводяться або зовсім не проводяться, тощо); друга – помилки, пов'язані з недостатньою кваліфікацією тренера-викладача (недотримання дидактичного методу в організації і методиці тренувального процесу, порушення норм матеріально-технічного забезпечення занять, ігнорування застосування на занятті спеціальних захисних засобів і заходів попередження ушкоджень, неврахування несприятливих метеорологічних чинників під час проведення тренувань і змагань, застосування спортсменами заборонених правилами небезпечних і грубих прийомів) (Ткалич, 2013).

Серед видів спортивних ушкоджень забиття найчастіше зустрічаються в хокеї, футболі, боксі, спортивних іграх, боротьбі, ковзанярському спорті; ушкодження м'язів і сухожилів – при зайнятті штангою, легкою атлетикою і гімнастикою; розтягнення зв'язок – переважно у зайняттях штангою, боротьбою, легкою атлетикою і гімнастикою, спортивними іграми і боксом; переломи кісток відносно часто виникають у борців, ковзанярів, велосипедистів, хокеїстів, боксерів, гірськолижників, футболістів; рани, садна, потертості переважають при зайняттях велосипедним, лижним, ковзанярським спортом, хокеєм, веслуванням; струс мозку найчастіше зустрічається у боксерів, велосипедистів, футболістів, представників гірськолижного спорту (Ясюкевич, 2017).

З усіх систем організму під впливом регулярних занять спортом найбільшого навантаження зазнає опорно-руховий апарат, що характеризується складною будовою кісткових структур, які страждають від

постійних механічних напружень внаслідок роботи м'язів, зв'язок та сухожилків. Тому впливи занять фізичною культурою і спортом, як сприятливі, так і несприятливі, особливо помітно відзначаються на опорно-руховому апараті, а його недостатня функціональна підготовленість є однією з основних причин спортивних травм (Шахліна, 2018). За локалізацією ушкоджень у спортсменів найчастіше спостерігаються травми кінцівок, серед них переважають ушкодження суглобів, особливо колінного і гомілковостопного. При зайнятті спортивною гімнастикою найчастіше виникають ушкодження верхньої кінцівки (70 % усіх травм). Для більшості видів спорту характерні ушкодження нижніх кінцівок, наприклад у легкій атлетиці і лижному спорті (66 %). Ушкодження голови характерні для боксерів (65 %), пальців кисті – для баскетболістів і волейболістів (80 %), ліктьового суглоба – для тенісистів (70 %), колінного суглоба – для футболістів (48 %) (Загородный, 2016).

За результатами досліджень Hootman, у 15 видах спорту в жіночих та чоловічих університетських командах (волейбол, баскетбол, гімнастика, футбол, хокей, бейсбол та ін.), об'єднаних за роками протягом 16-річного періоду часу (1988-2004), розподіл травм за локалізацією у різних частинах тіла був однаковим як для поточних тренувань, так і для змагань. Так, більше 50 % усіх постраждалих отримали травми нижньої кінцівки як на тренуваннях, так і в іграх, причому більшість травм нижніх кінцівок становили травми колін і гомілковостопного суглоба. Наприклад, розтягнення зв'язок гомілковостопного суглоба, вочевидь, є загальною проблемою на всіх рівнях університетського спорту, оскільки вони становлять 14,8 % усіх травм. Струс головного мозку та травми передньої хрестоподібної зв'язки (*anterior cruciate ligament*, ACL) – наступні за частотою травми, які траплялися рідше, але часто мали більш значні наслідки для здоров'я. Травми верхньої кінцівки становили 18,3 та 21,4 % змагальних та тренувальних травм відповідно (Hootman, 2007).

Як показав аналіз результатів досліджень спортсменів з семи федерацій спорту Швеції (автомобільний спорт, баскетбол, флорбол, футбол, гандбол, хокей та мотоспорт), частка травм нижньої кінцівки була найбільшою у всіх командних видах спорту, за винятком хокеїстів, де травми ділянки голови або шиї були на першому місці у спортсменів обох статей. У гравців у баскетбол, флорбол, футбол та гандбол відзначалася найвища частка травм нижніх кінцівок для всіх вікових груп. Крім того, жінки мали більш високий ризик отримання травм порівняно з чоловіками у флорболі (у 1,4 рази), гандболі (1,1) та у двох автомобільних видах спорту (2,1 та 1,7 відповідно) (Aman, 2018). За результатами досліджень у групах бразильських спортсменів різних видів спорту, у спортивних єдиноборствах переважали травми суглобів (77 % усіх травм), у гандболістів – м'язові травми (67 %), а у спортсменів з водного поло – тендинопатії (52 %). Вік (≥ 30 років) позитивно асоціювався з травмами суглобів та м'язів, а також тендинопатією (Goes, 2020).

Під час Олімпійських ігор у Лондоні у 2012 р. 11 % спортсменів отримали травми, а 7 % страждали принаймні від одного захворювання. Загалом розподіл травм становив 55 % порівняно з 45 % серед змагань та тренувань (Engebretsen, 2013). Протягом зимових Олімпійських ігор у Сочі 2014 р. 39 % спортсменів команди Великої Британії були травмовані, а 18 % захворіли. Більше половини всіх травм відбулося в сноуборді та фрістайлі. Загалом, фрістайл, скелетон та сноубординг показали найбільший ризик травмування. Гірськолижний спорт, біатлон та керлінг відзначалися найменшим ризиком. Поширеність травм була близькою серед чоловіків та жінок (36 та 44 %, відповідно). За анатомічним розташуванням частка травм стегна становила 19 % усіх пошкоджень, травм колін та поперекового відділу хребта – по 15 %, травми суглобів і зв'язок – 30 %, струс мозку – 19 % (Palmer-Green, 2015). На Олімпійських іграх у Ріо-де-Жанейро 2016 р. загалом 8 % спортсменів зазнали хоча б однієї травми та 5 % – принаймні однієї хвороби. Частка травмувань була найвищою у велоспорті ВМХ (38 %

усіх травмованих спортсменів), близькою у боксі (30 %), гірському велосипедному спорті (24 %), тхеквондо (24 %), водному поло (19 %) та регбі (19 %). Найнижчий рівень травмувань спостерігався у слаломі на каное, веслуванні, стрільбі, плаванні, гольфі, стрільбі з лука та настільному тенісі (0 – 3 %). 40 та 20 % зафіксованих травм, за оцінками, призводили до не менш ніж одного та більше семи днів відсторонення від тренувань, відповідно (Soligard, 2017).

Ушкодження зв'язкового апарату хребта є менш частими, ніж зв'язок суглобів кінцівок, але все-таки вони зустрічаються при зайнятті футболом (головним чином у воротарів), боротьбою, важкою атлетикою, гімнастикою, волейболом, кінним і велосипедним спортом, стрибками у воду. Відносно частіше ушкоджуються задні зв'язкові структури хребта в результаті його форсованих надмірних згинальних рухів, причому зустрічаються травми різної тяжкості і локалізації (найчастіше в регіоні VII-VIII грудних, XII грудного-I поперекового і III-IV поперекових хребців). При дії ще більшої сили, наприклад, при падінні з коня або велосипеда, задня повздовжня зв'язка хребта ушкоджується разом із заднім сегментом фіброзноволокнистого хрящового кільця міжхребцевого диска, що може бути причиною вторинних попереково-крижових радикулітів, що важко піддаються терапевтичним впливам. При зайнятті плаванням і стрибками у воду в основному спостерігаються легкі ушкодження – забиття шкірних покривів грудей, живота, спини, проте можуть виникати і забиття, здавлення або навіть переломи остистих відростків III-IV поперекових хребців, що виникають при різкому розгинанні тіла, в повітрі і вході у воду (Ткалич, 2013). До больових відчуттів у ділянці попереку і спазму поперекових м'язів, а також спондилезу можуть привести навантаження хокеїстів, обумовлені перебуванням в положенні зігнувшись вперед. На болі в поперековому відділі хребта скаржаться більше 95 % важкоатлетів, при цьому у 31 % з них виявляються спондилез і спондилолистез, а у 18 % – осьове відхилення хребта. Біль у ділянці спини характерний і для спортсменів, що спеціалізуються у

швидкісному бігу на ковзанах, оскільки ковзаняр повинен зберігати горизонтальне положення тіла упродовж усього забігу. Біль у ділянці попереку з'являється також у фігуристів у результаті стрибків, скручувань, надмірного випрямлення тулуба і підняття партнерки (Ткалич, 2013).

Неадекватне навантаження глибоких м'язів спини може призвести до функціональних та структурних порушень нервово-м'язової системи спортсмена, таких як компресія спинномозкових нервових корінців, зокрема у попереково-крижовому відділі спинного мозку – саме цей відділ хребта спортсмена зазнає великих навантажень під час тренувань та змагань. Довготривала компресія нервових волокон призводить до сегментарної демієлінізації та (або) аксональної дегенерації. У патологічний процес залучаються спинномозкові нерви, судини, які їх супроводжують, волокна нервів вегетативної нервової системи, що проходять у складі передніх спинномозкових корінців і спинномозкових нервів. Компресія спинномозкових нервів поперекового та крижового сплетень призводить до втрати чутливості органів та тканин, рухових та рефлекторних порушень м'язів таза та нижніх кінцівок; компресія судин призводить до ішемії, гіпоксії, набряків і больового синдрому; компресія волокон нервів вегетативної системи здійснює патологічний вплив на функціонування певних внутрішніх органів (Андриянова, 2006).

Інформативним методом аналізу функціонального стану нервово-м'язової системи є електронейроміографічне (ЕНМГ) дослідження з визначенням параметрів Н-рефлексу (що отримав назву за першою літерою прізвища Paul Hoffmann, який вперше його описав) – моносинаптичної рефлекторної відповіді, що відводиться зазвичай від камбалоподібного м'яза гомілки в умовах електричної стимуляції низькопорогових аферентних (сенсорних) волокон, які йдуть у складі змішаного великогомілкового нерва (найбільшої гілки сідничного нерва, який починається з крижового нервового сплетення) (Команцев, 2006). Така стимуляція призводить до активації сенсорних волокон Ia (A α), що починаються від м'язових веретен і

закінчуються безпосередньо на α -мотонейронах, а при збільшенні сили стимуляції – також і моторних волокон; при цьому реєструються два типи м'язових відповідей: Н-відповідь (рефлекторна), що відображає проходження імпульсу по сенсорному та моторному нейронах через сегмент спинного мозку; М-відповідь (пряма), що відображає проходження імпульсу по аксону α -мотонейрона. Дослідження динаміки спінального Н-рефлексу під впливом різних факторів дозволяє визначити індивідуальну організацію збуджуючих та гальмівних процесів внутрішньосегментарних систем, а також характер низхідних впливів з вищих відділів центральної нервової системи на мотонейронний пул (Команцев, 2006). Таким чином, за допомогою Н-рефлексометрії камбалоподібного м'яза можна оцінити стан сегментарного апарата попереково-крижового відділу спинного мозку, а також відповідних периферичних нервів, зокрема наявність та ступінь демієлінізації, аксональної дегенерації, компресії нервових волокон (Андриянова, 2006; Kolosova, 2019). Дослідження динаміки спінальних рефлексів в умовах успішної адаптації до тривалого фізичного навантаження, а також за умов дезадаптації, може допомогти у розкритті механізмів регуляції м'язової діяльності, визначити дію факторів, що можуть зумовлювати порушення функціонування нервово-м'язової системи, вчасно виявити ранні ознаки таких порушень; зміни параметрів спінальних рефлексів у спортсменів можуть слугувати моделлю для дослідження механізмів пластичності нервової та м'язової систем організму людини.

Профілактика травматизму вочевидь передбачає діяльність у кількох напрямках: організаційному, матеріально-технічному, медико-біологічному, психологічному, спортивно-педагогічному. У кожному з них криються як чинники ризику, так і великі можливості профілактики спортивного травматизму, швидкого й ефективного лікування спортивних травм, реабілітації після них, підвищення ефективності спортивної підготовки (Платонов, 2006). Запобігання травмам має важливе значення для підтримання високого рівня здоров'я та фізичної активності населення, а

також для зменшення суспільних витрат, пов'язаних зі спортивним травмуванням (Aman, 2018).

Історично лікування травм та хвороб такими медичними працівниками, як лікарі та фізіотерапевти, відповідало реактивній моделі, за якою спортсмен шукає професійну допомогу після перенесених значних травм та хвороб. Ця модель надає пріоритет лікуванню, а не профілактиці, і тому не зосереджена на запобіганні виникненню травм та захворювань. Однак вимоги фінансової та часової ефективності стимулюють перехід до проактивних, профілактичних моделей охорони здоров'я, за якими для зменшення ризику поширених травм та захворювань у спорті створюються спеціальні структури, завданням яких є виявлення ранніх попереджувальних ознак травм та захворювань. При цьому первинна профілактика спрямована на попередження конкретної травми шляхом усунення або зменшення її можливих причин: наприклад, передсезонний скринінг має на меті виявити дефіцит м'язової гнучкості, сили, рівноваги або пропріоцептивної чутливості, діапазону руху у суглобах, а також встановити детальну історію попередніх травм. Вторинна профілактика спрямована на раннє виявлення травми, у певний момент, коли втручання може запобігти її прогресуванню або погіршенню, і включає: скринінг для раннього виявлення: пошук субклінічних форм травми або визначення факторів її ризику; раннє втручання або лікування з коригуванням тренувальних навантажень для усунення або зменшення патологічного ефекту (Bromley, 2018). У такому випадку спортсмен звертається за лікуванням ще до початку негативних впливів певної проблеми зі здоров'ям, а можлива річна економія на одного спортсмена завдяки попередженню травмувань становить в середньому близько 350 дол. США (Loes, 2000).

Отже, важливим завданням запобігання спортивному травматизму є виявлення початкових ознак передпатологічних станів: біомеханічних і морфофункціональних порушень, м'язового дисбалансу і змін функціональних показників. Потрібна оцінка анатомо-конституційного

стану, вестибулярної стійкості з урахуванням особових характеристик спортсмена, його психоемоційної лабільності, вікового цензу, статі, стажу зайняття спортом, клімато-географічних умов і графіка тренувального процесу, стану стомлення, перевтоми і перетренування (Ясюкевич, 2017).

Mechelen запропонував 4-етапну модель запобігання отриманню травм, згідно якої на першому етапі визначається проблема, на другому – встановлюються етіологія та механізми, на третьому – розробляється, оцінюється та здійснюється втручання, на четвертому – оцінюється ефект втручання (Mechelen, 1992). Ageberg et al. зазначають, що на сьогодні немає специфічної програми попередження травматизму, спрямованої на верхні і нижні кінцівки, зокрема для гандболістів-юніорів, серед яких як жінки, так і чоловіки вразливі до м'язово-скелетних травм. Існуючі заходи із запобігання травматизму мають обмежений вплив на здоров'я спортсменів, оскільки вони не впроваджені широко або належним чином. Крім того, кінцеві користувачі, тобто спортсмени, рідко беруть участь у процесі розробки втручання, хоча це важливо для успіху впровадження.

Автори запропонували впровадження шестикрокової програми попередження травмування спортсменів, зокрема гандболістів-юніорів, спрямованої на визначення та синтез найкращих існуючих дослідницьких напрацювань та застосування клінічного досвіду з метою того, щоб втручання було дієвим для запобігання травмуванню та водночас прийнятним для спортсменів. Одним з важливих кроків такої програми автори зазначили проведення професійних галузевих та інтердисциплінарних семінарів з експертами з фізіології, біомеханіки та психології спорту (Ageberg, 2020).

Великою небезпекою для здоров'я спортсменів є не виявлені в результаті медичного контролю відхилення у стані здоров'я. Відомо, що перенесені спортивні травми, навіть після ефективного лікування і реабілітації, роблять спортсмена більш уразливим до подальших травм. Наприклад, сполучна тканина здатна відновити лише близько 80 %

структурної і біомеханічної цілісності через 12 місяців після серйозної травми. Природно, що впродовж усього цього періоду залишається підвищеним ризик повторного травмування. Навіть за відсутності больових відчуттів занадто швидке повернення до активної тренувальної та змагальної діяльності приховує дуже високий ризик рецидиву травми. Якщо врахувати серйозні дезадаптаційні процеси, які відбуваються в організмі спортсмена у разі тривалої вимушеної перерви у тренуваннях, то стає зрозумілим, що серйозна травма може виявитися чинником, який приведе до закінчення спортивної кар'єри (Платонов, 2006).

Отже, немає альтернативи комплексній і серйозній роботі з профілактики спортивного травматизму в системі спортивної підготовки (Платонов, 2006). Дослідники наголошують, що для зниження рівня передсезонних травм повинні бути розроблені та впроваджені стратегії запобігання травматизму, такі як модифікація часу практики з урахуванням умов оточуючого середовища, визначення відповідного часу відновлення та проведення регулярного медичного обстеження перед змаганнями. Дотримання цих засобів профілактики дозволить звести ризик травми до мінімуму (Шандригось, 2014; Hootman, 2007).

Renstrom вважає, що можна значно зменшити ризик травмування передньої хрестоподібної зв'язки для спортсменів, особливо жінок, завдяки проходженню детально розробленої програми профілактики травм, спрямованої на зміну динамічного навантаження великогомілково-стегнового суглоба за допомогою нервово-м'язового та пропріоцептивного тренінгу, з акцентом на правильній техніці приземлення (Renstrom, 2008). Olsen et al. запропонували включити у програму для профілактики травматизму у норвезьких гандболісток-юніорок (16-17 років) розминку перед тренуванням, що складається, зокрема, з комплексу вправ, які покращують постуральний баланс і виконуються на м'якому килимку або балансувальній платформі: передача м'яча у положенні стоячи на двох або

одній нозі; присідання на одній або двох ногах; виштовхування один одного з положення рівноваги тощо (Olsen, 2005, рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Тренування постурального балансу за допомогою вправ на балансувальній платформі та м'якому килимку у гандболісток-юніорок (за Olsen, 2005)

За даними авторів, рівень травматизму у спортсменів-підлітків, які використовували структуровану програму розминки як частину своїх тренувань, статистично значуще знизився, особливо рівень тяжких травм коліна та голеностопа. У спортивних клубах, що застосовували тренувальні вправи для запобігання травмам, їх частота була значно нижчою, ніж у клубах контрольної групи, які не проводили профілактичних тренувань (співвідношення досліджувальна/контрольна група – усі травми: 0,48; $p < 0,001$; травми нижньої кінцівки: 0,35; $p = 0,001$; гострі травми: 0,47; $p = 0,002$; гострі травми коліна або гомілковостопного суглоба: 0,22; $p = 0,001$). Для груп спортсменів різної статі результати були подібними за категоріями травм (Olsen, 2005).

Для контролю за ефективністю реабілітаційних та тренувальних процесів з дослідженням механізмів постурального контролю можна успішно використовувати стабілометричний метод (Болобан, 2000; Zemková,

2014). У постуральній регуляції задіяні різні функціональні системи організму: опорно-рухова, центральна та периферична нервові системи. Серед органів чуття необхідно особливо відзначити пропріоцептивну та зорову системи, які несуть основне навантаження; має значення також і вестибулярний апарат (Скворцов, 2010). Центральна нервова система здійснює інтеграцію всіх сенсорних сигналів, що поступають із різних рецепторів тіла, та формує рухові імпульси для постуральних м'язів з метою забезпечення стійкості положення тіла (Левик, 2008). Характеристики коливань (амплітуда, частота, напрямок) є чутливими параметрами, що відображають стан різних систем, які беруть участь у підтриманні балансу тіла (Скворцов, 2010).

Відмінності постурального балансу спортсменів та фізично активних осіб порівняно з контрольною групою, учасники якої не займаються спортом, виявляються особливо у специфічних умовах: наприклад, при стоянні з вузькою площею опори або після виконання спортивних вправ – стрибків, обертань тощо (Zemková, 2014). За даними літератури, вид спорту і рівень активності спортсмена впливають на різні підсистеми контролю пози (Schwesig, 2009). Так, у спортсменок-акробаток спостерігається більш стабільний та менш залежний від зорового аналізатора баланс тіла в основній вертикальній стійці, ніж у танцівниць балету (Golomer, 1997); у спортсменів ігрових видів спорту (баскетбол, волейбол) та представників стендової стрільби постуральна стійкість краща, ніж у контрольної групи тестованих (Хаснутдинов, 2017). Стабілометричне дослідження дозволяє оцінити не тільки постуральний баланс тіла спортсмена в стані спокою, але і його зміни під впливом різних факторів, таких як стомлення, викликане фізичним навантаженням (Zech, 2012), або травмування передньої хрестоподібної зв'язки коліна (Oshima, 2018). Недостатньо вивченими залишаються особливості постурального балансу спортсменів, що спеціалізуються у різних видах спорту, з урахуванням їх амплуа, статі, а також впливу різних програм тренування та реабілітації.

На думку дослідників, найкраще було б запроваджувати програми профілактики травмування якомога раніше у тренувальному періоді, у деяких видах спорту у 6–10 років; програма повинна включати силові вправи, нейром'язові тренування та вправи на спритність (Renstrom, 2008). Успішна реалізація цих програм вимагає співпраці керівних органів, вчених-дослідників спорту, медиків, тренерів, батьків та спортсменів, а також суттєвої підтримки з боку спільноти спортивної медицини та всього спортивного світу, щоб запобігти травмам або, принаймні, істотно зменшити їх кількість (Renstrom, 2008).

У сучасному спорті великих досягнень перемога у змаганнях досягається у випадку врахування багатьох факторів, що впливають на успішний виступ спортсмена. Поряд із ретельно продуманими програмою тренувань, режимом навантажень все більшого значення набуває врахування індивідуальних типологічних особливостей спортсменів, що при спортивному відборі може мати вирішальне значення. Розуміння прогностичних критеріїв та оцінка показників, що характеризують стан нейродинамічних функцій, є дуже актуальним завданням тренерів при формуванні команди, розробці стратегії тренувань, профілактики травмування тощо.

Загальна кількість травм у спорті дуже велика і постійно зростає. Так, наприклад, дослідження, проведені в Швеції, показали, що на спортивні травми припадає 17-19 % всіх візитів з приводу травмування в пункти надання невідкладної допомоги (Loes, 1990; Lindqvist, 1996; Renstrom, 2002). Багато авторів відзначають прямий вплив рівня стресу на травматизм, ймовірність отримання травми, а значить, тимчасового або остаточного завершення кар'єри (Hardy, 1991; Renstrom, 2002). Стресостійкість, толерантне ставлення до стресу, вміння подолати стрес є одним з основних критеріїв фізичного і психічного здоров'я спортсмена, що дійсно знижує вплив стресу на частоту травм (Sarason, 1990; Hardy, 1991). У зв'язку з цим виключно важливим питанням психологічної підготовки спортсмена є

розвиток його здібностей до подолання стресу, формування вміння ефективного використання копінг-стратегій. У цілому, адаптивність копінг-стратегій пов'язана з цілим рядом позитивних результатів, у тому числі з суб'єктивною оцінкою свого здоров'я, соціальною підтримкою, психосоціальною адаптованістю (Vaillant, 2000). Визнано, що потужним прогностичним фактором травм у спортсменів є низький рівень вміння справлятися зі стресом (Williams, 1986).

Як фактори, що визначають психологічну адаптованість і успішність виступів спортсменів незалежно від спортивної спеціалізації, багато авторів виділяють високу мотивацію досягнення (Рудик, 1974; Уэйнберг, 1998; Воронова, 2007; Кузьмин, 2011; Яковлев, 2014; Платонов, 2015; Lindahl, 2015; Clancy, 2016; Ponseti, 2019). Разом з тим, відзначається негативний вплив високої мотивації уникнення невдач, захисту на частоту нещасних випадків порівняно з позитивним характером високої мотивації досягнення успіху: люди з високим рівнем захисту, тобто страхом перед нещасними випадками, частіше стикаються з подібними неприємностями, ніж ті, в яких переважає висока мотивація на успіх (Макклелланд, 2007).

Проте незважаючи на досить високу зацікавленість як дослідників, так і тренерів, кількісні та якісні критерії прогнозування стану нейродинамічних функцій в аспекті оцінки ризику травматизму у спортсменів на сьогодні залишаються недостатньо розробленими. Слід зазначити, що наразі відсутній єдиний підхід до методики дослідження та оцінювання результатів: зарубіжні автори займаються проблемами дослідження й оцінювання нейродинамічних характеристик спортсменів з використанням переважно психологічних методик, що безумовно призводить до недооцінювання біологічної компоненти (Yeung, 1996; O'Sullivan, 1998; Bastias, 2000; Tomczak, 2012; Лизогуб, 2017). Традиційно в Україні такі дослідження проводять лікарі та фізіологи, що сприяє посиленню уваги до фізіологічних механізмів і певною мірою – недооцінювання психологічних механізмів поведінкових реакцій (Кокун, 2004; Макарчук, 2011; Коробейников, 2013; Ровний, 2015).

У різних сферах життєдіяльності людини успішність праці, навчання, творчості, фізичне і психічне здоров'я пов'язані з її функціональним станом (Кокун, 2004; Кокун, 2006; Макарчук, 2011). В свою чергу, цей стан залежить від багатьох факторів: мотивації, змісту праці, рівня сенсорного навантаження, вихідного рівня активності нервової системи, індивідуальних властивостей вищої нервової діяльності (Кокун, 2006; Макарчук, 2011). Так, люди із сильною нервовою системою менш стійкі до роботи в умовах монотонії, і в них раніше, ніж в осіб зі слабкою нервовою системою, знижується рівень активності нервових процесів (Солодков, 2001; Кокун, 2006). Дуже близьким із поняттям функціонального стану є поняття «психофізіологічний стан». Психофізіологічний стан, за визначенням Є. П. Ільїна, є цілісною реакцією особистості на зовнішні та внутрішні стимули, що спрямована на досягнення корисного результату (Ільїн, 2001; Ільїн, 2005). На відміну від розуміння стану людини як простого комплексу чи сукупності показників, поняття психофізіологічного стану розглядають як єдину систему, що саморегулюється (Кокун, 2006). Системна сутність психофізіологічного стану людини полягає у тому, що він насамперед формується в процесі та під впливом конкретної діяльності і в той же час зумовлює її ефективність (Куценко, 2000; Кокун, 2006).

Для дослідження стану психофізіологічних функцій під керівництвом М. В. Макаренка було розроблено комп'ютерну систему "Діагност-1" (Макаренко, 2004; Макаренко, 2005; Шинкарук, 2009; Макаренко, 2011; Макаренко, 2014). Доведено, що властивості основних нервових процесів впливають як на характер адаптації та стійкості емоційних станів, так і на успішність навчання та спортивної діяльності (Макаренко, 2011; Макаренко, 2014). Саме тому перспективними і актуальними вбачаються виявлення взаємозв'язків копінг-поведінки з психофізіологічними характеристиками спортсменів, оцінка стану психофізіологічних функцій спортсменів з різним рівнем мотивації до досягнення успіху й уникнення невдач, порівняльна

характеристика стану нейродинамічних функцій спортсменів різної спеціалізації та кваліфікації залежно від наявності або відсутності травм.

Таким чином, аналіз результатів попередніх досліджень свідчить, що діагностика психофізіологічного стану спортсменів та функціонального стану нервово-м'язової системи, визначення індивідуальних відмінностей людини за властивостями основних нервових процесів (сила, рухливість, врівноваженість), індивідуальних відмінностей сенсомоторного реагування на навантаження різного ступеня складності, психологічних характеристик (рівня тривожності, здібностей до подолання стресу тощо), електронейроміографічних показників набувають першочергового значення для попередження та профілактики спортивних травм, оцінки ризику травмування спортсменів.

Список використаних джерел до розділу 1

Андріянова ЕЮ, Городничев РМ. Электронейромиографические показатели и механизмы развития пояснично-крестцового остеохондроза. Великие Луки; 2006. 119 с.

Андріянова ЕЮ, Ланская ОВ. Механизмы двигательной пластичности спинномозговых нервных цепей на фоне долговременной адаптации к спортивной деятельности. Физиология человека. 2014;40(3):73-85.

Болобан ВН, Мистулова ТЕ. Стабилография: достижения и перспективы. Наука в олимпийском спорте. Специальный выпуск ГНИИФК. 2000:5-13.

Воронова ВІ. Психологія спорту. К.: Олімп. літ.; 2017. 271 с.

Загородный ГМ. Профилактика спортивного травматизма. Минск: РНПЦ спорта; 2016. 26 с.

Ильин ЕП. Дифференциальная психофизиология. СПб.; 2001. 464 с.

Ильин ЕП. Психофизиология состояний человека. СПб.: Питер; 2005. 412 с.

Коkun ОМ. Оптимізація адаптаційних можливостей людини: психофізіологічний аспект забезпечення діяльності: Монографія. К.: Міленіум; 2004. 265 с.

Коkun ОМ. Психофізіологія. Навчальний посібник. К.: Центр навчальної літератури; 2006. 184 с.

Команцев ВН. Методические основы клинической электронейромиографии. Руководство для врачей. Санкт-Петербург; 2006. 349 с.

Коробейников Г, Приступа Є, Коробейнікова Л, Бріскін Ю. Оцінювання психофізіологічних станів у спортсменів. Львів: ЛДУФК; 2013. 312 с.

Кузьмин МА. Сравнение адаптированности спортсменов различных специализаций. Ученые записки университета имени ПФ Лесгафта. 2011;9(79):94-7.

Куценко ТВ. Стан психофізіологічних функцій у дітей молодшого шкільного віку: Автореф. дис.канд-та біол. наук: 03.00.13. К.; 2000. 18 с.

Левик ЮС. Стабилография в исследованиях управления позой. Известия ЮФУ. Технические науки. 2008;6:108-12.

Лизогуб В, Пустовалов В, Супрунович В, Гречуха С. Сучасні підходи до реалізації відбору футболістів високої кваліфікації за показниками нейродинамічних властивостей вищих відділів центральної нервової системи. Слобожанський науково-спортивний вісник. 2017;2:47-52. doi:10.15391/snsv.2017-2.008

Макаренко МВ, Лизогуб ВС. Онтогенез психофізіологічних функцій людини. Черкаси. 2011:256 с.

Макаренко МВ, Лизогуб ВС, Безкопильний ОП. Нейродинамічні властивості спортсменів різної кваліфікації та спеціалізації. Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. 2004;4:105-9.

Макаренко Н, Лизогуб В, Безкопильный А. Формирование свойств нейродинамических функций у спортсменов. Наука в олимпийском спорте.

2005;2:80-5.

Макаренко МВ, Лизогуб ВС, Безкопильний ОП. Методичні вказівки до практикуму з диференціальної психофізіології та фізіології вищої нервової діяльності людини. Київ-Черкаси. 2014:102 с.

Макарчук МЮ, Куценко ТВ, Кравченко ВІ, Данилов СА. Психофізіологія: навчальний посібник. К.; 2011. 329 с.

Макклелланд Д. Мотивация человека. Серия «Мастера психологии». СПб.:Питер. 2007. 672 с.

Мехелен В. Распространенность и степень серьезности спортивных травм. Спортивные травмы. Основные принципы профилактики и лечения. К.: Олимпийская литература, 2002:15-23.

Платонов ВН. Травматизм в спорте: проблемы и перспективы их решения. Спортивная медицина. 2006;1:54-77.

Платонов ВН. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения: учебник [для тренеров]: в 2 кн. К.: Олимп. лит. 2015; Кн. 1. 680 с.

Ровний АС, Ільїн ВМ, Лизогуб ВС, Ровна ОО. Фізіологія спортивної діяльності. Харків: ХНАДУ. 2015. 556 с.

Рудик ПА. Психология. Учебник для институтов физической культуры. М.: Физкультура и спорт. 1974. 464 с.

Скворцов ДВ. Стабилометрическое исследование: краткое руководство. М.: Мера-ТСП; 2010. 172 с.

Солодков АС, Сологуб ЕБ. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: Учебник. М.; 2001. 620 с

Ткалич ІВ, Черепок АА. Спортивная травматология. Запорожье: ЗГМУ; 2013. 160 с.

Уэйнберг РС, Гоулд Д. Основы психологии спорта и физической культуры. Киев: Олимпийская литература. 1998. 336 с.

Хаснутдинов НШ, Мавлиев ФА, Ахатов АМ, Назаренко АС. Постуральная устойчивость спортсменов с различной спортивной

специализацией и квалификацией. Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2017;231-4.

Шандригось ВІ, Латишев СВ. Травматизм та його профілактика у спортивній боротьбі. Фізична культура, спорт та здоров'я нації: зб. наук. пр. Вінниця. 2014;18(2):228-33.

Шахліна ЛГ, Коган БГ, Терещенко ТО. Спортивна медицина. К.: Олимпийская литература; 2018. 424 с.

Шинкарук ОА, Лисенко ОМ, Гуніна ЛМ, Карленко ВП, Земцова П, Олішевський СВ, та ін. Медико-біологічне забезпечення підготовки спортсменів збірних команд України з олімпійських видів спорту. За заг. ред. О.А. Шинкарук. К.: Олімп. л-ра. 2009. 144 с.

Яковлев БП. Мотивация и эмоции в спортивной деятельности. Учебное пособие. М.: Советский спорт. 2014. 312 с.

Ясюкевич АС, Загородный ГМ, Гулевич НП, Муха ПГ. Предпосылки возникновения первичной спортивной травмы в различных группах видов спорта. Минск: РНПЦ спорта; 2017. 32 с.

Ageberg E, Bunke S, Nilsen P, Donaldson A. Planning injury prevention training for youth handball players: application of the generalisable six-step intervention development process. *Inj Prev*2020;26:164-9.

Aman M, Forssblad M, Larsen K. Incidence and body location of reported acute sport injuries in seven sports using a national insurance database. *Scand J Med Sci Sports*. 2018;28:1147-58.

Bastias G, Villarroel L, Zuniga D et all. Academic performance of medical students: a predictable result? *Rev. Med. Chil*. 2000;128(6):671-8.

Bergeron MF, Mountjoy M, Armstrong N, et al. International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development. *Br J Sports Med*. 2015;49:843–51.

Bromley S, Drew M, Talpey S, McIntosh A, Finch C. Collecting Health and Exposure Data in Australian Olympic Combat Sports: Feasibility Study Utilizing an Electronic System. *JMIR Hum Factors* 2018;5(4):e27.

doi:10.2196/humanfactors.9541

Clancy RB, Herring MP, MacIntyre TE, Campbell MJ. A review of competitive sport motivation research. *Psychol. Sport Exerc.* 2016;27:232-42. doi: 10.1016/j.psychsport.2016.09.003

Engebretsen L, Soligard T, Steffen K, Alonso JM, Aubry M, Budgett R et al. Sports injuries and illnesses during the London Summer Olympic Games 2012. *Br J Sports Med.* 2013 May;47(7):407-14. doi: 10.1136/bjsports-2013-092380

Goes RA, Lopes LR, Cossich VRA, de Miranda VAR, Coelho ON, do Carmo Bastos R et al. Musculoskeletal injuries in athletes from five modalities: a cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020 Feb 24;21(1):122. doi: 10.1186/s12891-020-3141-8

Golomer E, Dupui P, Monod H. The effects of maturation on self-induced dynamic body sway frequencies of girls performing acrobatics or classical dance. *Eur.J.Appl.Physiol.* 1997;76(2):140-4.

Hardy CJ, Richman JM, Rosenfeld LB. The role of social support in the life stress/injury relationship. *Sport Psychol.* 1991;(5):128-39.

Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J Athl Train.* 2007 Apr-Jun;42(2):311-9.

Kolosova E, Lysenko E. The diagnosis of the lumbar spine neuromuscular disorders in qualified athletes with use of H-reflex study. Abstracts from the Conference Neuropathology. *Neurogenetics. Folia Neuropathol.* 2019;57(4):383. doi: <https://doi.org/10.5114/fn.2019.90820>

Lindahl J, Stenling A, Lindwall M, Colliander C. Trends and knowledge base in sport and exercise psychology research: a bibliometric review study. *Int. Rev. Sport Exerc. Psychol.* 2015;8:71-94. doi: 10.1080/1750984x.2015.1019540

Lindqvist KS, Timpka T, Bjurulf P. Injuries during leisure physical activity in a Swedish municipality. *Scand J Social Med.* 1996 Dec;24(4):282-92. doi: 10.1177/140349489602400409

Loes M. Medical treatment and costs of sports-related injuries in a total population. *Int J Sports Med.* 1990 Feb;11(1):66-72. doi: 10.1055/s-2007-1024765.

Loes Md, Dahlstedt L, Thomee R. A 7-year study on risks and costs of knee injuries in male and female youth participants in 12 sports. *Scand J Med Sci Sports.* 2000;10(2):90-7.

Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries: a review of concepts. *Sports Med.* 1992;14:82-99.

Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2005 Feb 26;330(7489):449. doi: 10.1136/bmj.38330.632801.8F

Oshima T, Nakase J, Kitaoka K, Shima Y, Numata H, Takata Y et al. Poor static balance is a risk factor for non-contact anterior cruciate ligament injury. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2018; 138(12): 1713-8. doi: 10.1007/s00402-018-2984-z.

O'Sullivan D, Zuckerman M, Kraft M. Personality characteristics of male and female participants in team sports. *Personality and Individual Differences.* 1998;25:119-28.

Palmer-Green D, Elliott N. Sports injury and illness epidemiology: Great Britain Olympic Team (TeamGB) surveillance during the Sochi 2014 Winter Olympic Games. *Br J Sports Med.* 2015 Jan;49(1):25-9. doi: 10.1136/bjsports-2014-094206

Ponseti FJ, Almeida PL, Lameiras J, Martins B, Olmedilla A, López-Walle J et al. Self-Determined Motivation and Competitive Anxiety in Athletes/Students: A Probabilistic Study Using Bayesian Networks. *Front. Psychol.* 2019;10:1947. doi: 10.3389/fpsyg.2019.01947

Renstrom PAFH. *Sports injuries.* 2002. 378 p

Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, Beynon B, Fukubayashi T, Garrett W et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med.* 2008 June;42(6):394-412. doi:10.1136/bjism.2008.048934 198

Sarason IG, Sarason JH, Pierce GR. Social support, personality, and performance. *J. Appl. Sport Psychol.* 1990;2(117):27.

Schwesig R, Kluttig A, Leuchte S, Becker S, Schmidt H, Esperer HD. The impact of different sports on posture regulation. *Sportverletz Sportschaden.* 2009 Sep;23(3):148-54. doi: 10.1055/s-0028-1109576.

Soligard T, Steffen K, Palmer D, Alonso JM, Bahr R, Lopes AD, et al. Sports injury and illness incidence in the Rio de Janeiro 2016 Olympic Summer Games: A prospective study of 11274 athletes from 207 countries. *Br J Sports Med.* 2017 Sep;51(17):1265-1271. doi: 10.1136/bjsports-2017-097956

Tahayori B, Kocejka DM. Activity-dependent plasticity of spinal circuits in the developing and mature spinal cord. *Neural Plasticity*, 964843. 2012. Online journal: <http://www.hindawi.com/journals/np/2012/964843>

Tomczak M, Walczak M, Breczewski G. Selected psychological determinants of sports results in senior fencers. *Human movement.* 2012;13(2):161-9.

Vaillant GE. Adaptive mental mechanisms. Their role in a positive psychology. *American Psychologist.* 2000;55(1):89-98.

Williams JM, Tonymon P, Wadsworth WA. Relationship of life stress to injury in intercollegiate volleyball. *J. Hum. Stress.* 1986;(12):38-43.

Wolpaw JR, Tennissen AM. Activity-dependent spinal cord plasticity in health and disease. *Annual Review of Neuroscience.* 2001;24:807-43.

Yeung RR. The effect of exercise on mood state. *Journal of Psychosomatic Research.* 1996;40(2):123-41.

Zech A, Steib S, Hentschke C, Eckhardt H, Pfeifer K. Effects of localized and general fatigue on static and dynamic postural control in male team handball athletes. *J Strength Cond Res.* 2012 Apr;26(4):1162-8. doi: 10.1519/JSC.0b013e31822dfbbb

Zemková E. Sport-specific balance. *Sports Med.* 2014 May; 44(5): 579-90. doi: 10.1007/s40279-013-0130-1

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Під час проведення комплексних психологічних і медико-біологічних досліджень за участю спортсменів відповідно до принципів біоетики дотримувалися розробленої в лабораторії теорії і методики спортивної підготовки і резервних можливостей спортсменів НДІ НУФВСУ «Програми комплексного біологічного дослідження особливостей функціональних можливостей спортсменів», а також законодавства України про охорону здоров'я, Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації (2000), Загальної декларації з біоетики та прав людини ЮНЕСКО (2005) та директиви Європейського товариства 86/609 щодо участі людей у медико-біологічних дослідженнях (Шинкарук, 2009). Всі особи, що брали участь у дослідженнях, були проінформовані про зміст тестів, процедуру вимірів і надали свою згоду на проведення тестування та використання своїх персональних даних у наукових дослідженнях (Закон України «Основи законодавства України про охорону здоров'я», 2021).

2.1. Електронеуроміографічні методи дослідження

Електронеуроміографічне (ЕНМГ) дослідження проводили за допомогою нейродіагностичного комплексу Nicolet Viking Select (Nicolet Viasys Healthcare, США-Німеччина). Використовували методику Н-рефлексометрії камбалоподібного м'яза нижньої кінцівки (*m. soleus*) (Бадалян, 1986; Команцев, 2006). Н-рефлекс викликали біполярною черезшкірною стимуляцією великогомілкового нерва нижньої кінцівки (*n. tibialis*) у підколінній ямці (поодиноким прямокутним імпульсом тривалістю 1 мс з інтервалами між імпульсами не менше 10 с). Використовували також методику визначення швидкості проведення нервового імпульсу (ШПІ) по моторних волокнах *n. tibialis*, а також по моторних волокнах середнього (*n. medianus*) та ліктьового (*n. ulnaris*) нервів верхньої кінцівки (Бадалян, 1986;

Николаев, 2013). Під час дослідження верхніх кінцівок тестований перебував в положенні сидячи, руки вільно розташовувалися на кушетці, а при дослідженні нижніх кінцівок – у положенні лежачи на животі, стопи вільно звисали з кушетки.

Аналізували такі ЕНМГ-параметри: Π_H та Π_M (пороги виникнення Н-відповіді (моносинаптичної рефлекторної відповіді, що відводиться від м'яза в умовах стимуляції її низькопорогових аферентів, які йдуть у складі змішаного нерва) та М-відповіді (прямої відповіді м'яза на подразнення моторних волокон нерва), H_{\max} та M_{\max} (амплітуди максимальної Н-відповіді та максимальної М-відповіді), Π_H/Π_M (співвідношення порогів Н- та М-відповідей), H_{\max}/M_{\max} (співвідношення амплітуд максимальних Н- та М-відповідей, у %), швидкість проведення нервового імпульсу по моторних волокнах *n. tibialis* (ШПІ_{tib}), *medianus* (ШПІ_{med}), *n. ulnaris* (ШПІ_{uln}), ШПІ по моторних та сенсорних волокнах *n. medianus* (ШПІ_{med-мот} та ШПІ_{med-сенс}), амплітуди м'язових відповідей на стимуляцію моторних та сенсорних волокон *n. medianus* (A_{med}) на проксимальній та дистальній ділянках верхньої кінцівки ($A_{med-мот-прокс}$, $A_{med-мот-дист}$, $A_{med-сенс-прокс}$, $A_{med-сенс-дист}$).

Одержували показники для правої та лівої кінцівок (ПК та ЛК). Розраховували латеральні (право-лівобічні) коефіцієнти асиметрії $K_{асим}$ для ЕНМГ-показників як відношення більшого значення певного показника до меншого. Було отримано антропометричні показники: довжина тіла (м), маса тіла (кг) та індекс маси тіла (ІМТ, $кг \cdot м^{-2}$).

Концентрацію іонів натрію, калію, хлору і кальцію у плазмі крові спортсменів-боксерів визначали в стані спокою методом оптичної флюоресценції за допомогою аналізатора для електролітів крові (Opti Medical Opti ССа Lion, США).

Список використаних джерел до підрозділу 2.1

Бадалян ЛО, Скворцов ИА. Клиническая электромиография. Москва: Медицина, М., 1986. 368 с.

Закон України «Основи законодавства України про охорону здоров'я» (Документ 2801-ХІІ, поточна редакція – Редакція від 23.04.2021), режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2801-12/page>

Команцев ВН. Методические основы клинической электронейромиографии. Руководство для врачей: Санкт-Петербург. 2006. 349 с.

Николаев СГ. Практикум по клинической электромиографии. Иваново: ПресСто; 2013. 394 с.

Шинкарук ОА, Лисенко ОМ, Гуніна ЛМ, Карленко ВП, Земцова П, Олішевський СВ, та ін. Медико-біологічне забезпечення підготовки спортсменів збірних команд України з олімпійських видів спорту. За заг. ред. О.А. Шинкарук. К.: Олімп. л-ра. 2009. 144 с.

2.2. Психофізіологічні і психологічні методи дослідження

Серед різних аспектів психофізіології розумової та фізичної діяльності людини 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 людини з навколишнім середовищем і знаходять своє відображення в усіх його функціях (Ильин, 2001; Макаренко, 2011; Макаренко, 2014). Забезпечення високої результативності в різних сферах діяльності, науково обґрунтований професійний відбір, індивідуалізація навчального процесу неможливі без урахування індивідуальних та особистісних характеристик (Уэйнберг, 1998). 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, електричній активності головного мозку та серцево-судинній системі, адаптації та стійкості емоційних станів, успішності

навчання, спортивної та професійної діяльності (Шинкарук, 2009; Филиппов, 2014).

Комп'ютерна система психофізіологічної діагностики «Діагност-1» (М. В. Макаренко, В. С. Лизогуб) дозволяє визначати індивідуальні відмінності людини за властивостями основних нервових процесів (сила, рухливість, врівноваженість), індивідуальні відмінності сенсомоторного реагування на навантаження різного ступеня складності, а також індивідуальні відмінності динамічної м'язової витривалості. Суть цієї методики полягає у застосуванні певної послідовності тестів із навантаженням та критеріїв оцінювання обробки інформації різного ступеня складності. Властивості нервових процесів визначають тип вищої нервової діяльності, який тісно пов'язаний з тим чи іншим типом темпераменту людини. Психофізіологічне дослідження з використанням комплексу «Діагност-1» дозволяє оцінити функціональний стан центральної нервової системи спортсмена та його зміни на різних етапах тренувально-змагальної діяльності, у процесі адаптації до фізичних навантажень або у процесі реабілітації після травм, що робить можливим його широке застосування у галузях спортивної медицини, фізичної реабілітації, медицини праці тощо (Макаренко, 2011; Макаренко, 2014).

Комп'ютерна система «Діагност-1» дозволяє отримувати, автоматично реєструвати та статистично обробляти такі показники, як латентний період простої зорово-моторної реакції (ЛП ПЗМР), латентний період реакції вибору одного з трьох сигналів (ЛП РВ1-3), латентний період реакції вибору двох із трьох сигналів (ЛП РВ2-3), моторний компонент та час центральної обробки інформації сенсомоторних реакцій, показники реакції на рухомий об'єкт, тепінг-тесту, а також показники швидкості, якості та кількості переробки інформації в двох режимах – «нав'язаного ритму» та «зворотного зв'язку» (визначають функціональну рухливість нервових процесів (ФРНП) та силу нервових процесів (СНП)) тощо (Макаренко, 2004; Макаренко, 2005; Шинкарук, 2009; Макаренко, 2011; Макаренко, 2014). Саме показники

швидкості, якості та кількості переробки інформації у двох режимах – «нав'язаного ритму» та «зворотного зв'язку» – надають можливість оцінити здатність вищих відділів центральної нервової системи забезпечувати максимально можливий для кожного індивіда рівень швидкої дії за безпомилковим диференціюванням позитивних і гальмівних подразників з урахуванням швидкості, якості та кількості їх переробки. Ці показники зумовлені високогенетично детермінованими властивостями основних нервових процесів, а також властивостями функцій пам'яті, мислення, сприйняття та уваги (Макаренко, 2004; Кокун, 2006; Макаренко, 2011; Макаренко, 2014).

Програмно-апаратний комплекс психологічної та психофізіологічної діагностики «БОС-тест-Професійний» призначений для проведення психологічної та психофізіологічної діагностики, тренінгів саморегуляції та стресостійкості. Комплекс «БОС-тест-Професійний» дозволяє проводити діагностику когнітивних функцій (уваги, пам'яті, мислення та інтелекту), емоційної, мотиваційно-вольової та комунікаційної сфер, типів темпераменту, характеру та особистості людини. Психологічне дослідження дозволяє оцінити психологічний статус людини та його зміни на різних етапах тренувально-змагальної діяльності, у процесі адаптації до фізичних навантажень або у процесі реабілітації після травм, що робить можливим його широке застосування у галузях спортивної медицини, психотерапевтичної реабілітації, медицини праці тощо (Комплекс для психологического тестирования «БОС-тест»).

Для визначення рівня мотивації у спортсменів було використано тести: «Методика діагностики мотивації до досягнення успіху Т. Елерса» і «Методика діагностики мотиваційної спрямованості особистості на уникнення невдач Т. Елерса» (Комплекс для психологического тестирования «БОС-тест»; Ильин, 2004; Яковлев, 2014).

Методика діагностики мотивації до досягнення успіху Т. Елерса призначена для діагностики мотиваційної спрямованості особистості на

досягнення успіху. Стимульний матеріал являє собою 41 твердження, на які респонденту необхідно дати один з двох варіантів відповідей: «так» або «ні». Тест належить до моношкальних методик. Відповіді підсумовуються по одному балу при збігу з ключем. Мотивація до досягнення успіху вважається занадто високою, якщо число балів більше або дорівнює 21; помірно високою – 17-20 балів; середній рівень – 11-16 балів; низька мотивація – 10 або менше балів (Комплекс для психологического тестирования «БОС-тест»; Ильин, 2004).

Методика діагностики мотивації уникнення невдач Т. Елерса призначена для діагностики мотиваційної спрямованості особистості на уникнення невдач. Це особистісний опитувальник. Стимульний матеріал являє собою список слів, по 3 слова в кожному питанні, респонденту необхідно вибрати тільки одне з трьох слів, яке найбільш точно його характеризує. Тест належить до моношкальних методик. Ступінь вираженості мотивації до успіху оцінюється кількістю балів, які збігаються з ключем. Оцінка результатів, відповідно: від 2 до 10 балів – низька мотивація до уникнення невдач, захисту; від 11 до 16 балів – середній рівень; від 17 до 20 балів – високий рівень; понад 20 балів – занадто високий рівень мотивації (Комплекс для психологического тестирования «БОС-тест»; Ильин, 2004).

Тест «Опитувальник способів психологічного подолання» (WCQ, The Ways of Coping Questionnaire) R. S. Lazarus i S. Folkman. Для вивчення стратегій поведінки подолання стресу (копінг-стратегій) і визначення пріоритетного стилю подолання стресової ситуації або проблем у спортсменок було використано «Опитувальник способів психологічного подолання» (WCQ, The Ways of Coping Questionnaire) R. S. Lazarus i S. Folkman (адаптований Т. Л. Крюковою, Е. В. Куфтяк та ін.) (Lazarus, 1984; Крюкова, 2005; Комплекс для психологического тестирования «БОС-тест»). Копінг-тест розроблений доктором R. S. Lazarus у Чиказькому університеті психіатрії у 1986 році. Тест містить 50 тверджень, які об'єднані в 8 шкал: «Конфронтативний копінг», «Дистанціювання», «Самоконтроль», «Пошук

соціальної підтримки», «Прийняття відповідальності», «Втеча-уникнення», «Планування вирішення проблеми» і «Позитивна переоцінка»:

1. Конфронтативний копінг – наступальні дії щодо зміни ситуації. Передбачає певний ступінь ворожості і готовності до ризику.

2. Дистанціювання – когнітивні зусилля відокремитися від ситуації і зменшити її значимість.

3. Самоконтроль – зусилля врегулювати свої почуття і дії.

4. Пошук соціальної підтримки – зусилля в пошуку інформаційної, дієвої та емоційної підтримки.

5. Прийняття відповідальності – визнання своєї ролі в проблемі з супутньою темою спроб її вирішення.

6. Втеча-уникнення – уявне прагнення і поведінкові зусилля, спрямовані до втечі або уникнення проблеми (а не дистанціювання від неї).

7. Планування вирішення проблеми – довільні проблемно-фокусовані зусилля щодо зміни ситуації, включаючи аналітичний підхід до вирішення проблем.

8. Позитивна переоцінка – зусилля у створенні позитивного значення фокусуванню на зростанні власної особистості. Включає також релігійний вимір.

Крім того, в роботі було використано російськомовну версію «Копінг-тесту» Лазаруса (WCQ) (Folkman, 1988), розроблену Є. В. Бітюцькою (Битюцкая, 2015), яка була використана для збору даних про стратегії подолання. Анкета включає 66 пунктів, які визначають методи подолання стресових ситуацій. За допомогою лайкертівської шкали від 0 (ніколи) до 3 (найчастіше використовується) учасники вказали на частоту використання стратегій копіngu. Пункти поділяються між дев'ятьма шкалами, які відповідають шкалам «Протистояння», «Відсторонення», «Самоконтроль», «Пошук соціальної підтримки», «Прийняття відповідальності», «Уникнення-втеча», «Планове вирішення проблем», «Позитивна переоцінка», «Думки про бажане» (Битюцкая, 2015). Шкала бажаного мислення не була врахована в

аналізі, оскільки була виключена з англійської версії WCQ (Folkman, 1986). Альфа Кронбаха для російської версії WCQ становить 0,87 (Битюцкая, 2015).

Специфічними психофізіологічними маркерами таких копінг-стратегій, як «Пошук соціальної підтримки», «Прийняття відповідальності» і «Втеча-уникнення», за результатами попередніх досліджень, можна вважати показники сили і динамічності нервових процесів, швидкість складної реакції вибору. Перевага неконструктивних стратегій подолання труднощів спортсменами асоціювалася зі збільшенням часу впрацювання (досягнення мінімальної експозиції сигналів у режимі зворотного зв'язку) (Fedorchuk, 2018a; Fedorchuk, 2019).

Тест «Виявлення індивідуальних копінг-стратегій» Е. Нейм. Для вивчення стратегій подолання стресу (копінг-стратегій) і визначення пріоритетного стилю подолання стресових ситуацій або проблем у спортсменів було також використано опитувальник «Виявлення індивідуальних копінг-стратегій» Е. Нейм (Нейм, 1995; Комплекс для психологического тестирования «БОС-тест»), який дозволяв досліджувати 26 ситуаційно-специфічних варіантів копінгу, розподілених відповідно до трьох основних сфер психічної діяльності на когнітивний, емоційний і поведінковий копінг-механізми (Вассерман, 2010). Види копінг-поведінки були розподілені Е. Нейм на три основні групи за ступенем їх адаптивних можливостей: адаптивні, відносно адаптивні і неадаптивні.

До адаптивних варіантів копінг-поведінки серед когнітивних копінг-стратегій належать: «проблемний аналіз», «установка власної цінності», «збереження самовладання». Серед емоційних копінг-стратегій до адаптивних варіантів копінг-поведінки належать: «протест» та «оптимізм». Серед поведінкових копінг-стратегій до адаптивних варіантів копінг-поведінки належать: «співпраця», «звернення», «альтруїзм».

До неадаптивних варіантів копінг-поведінки серед когнітивних копінг-стратегій належать: «смирність», «розгубленість», «дисимуляція», «ігнорування». Серед емоційних копінг-стратегій до неадаптивних варіантів

копінг-поведінки належать: «пригнічення емоцій», «покірність», «самозвинувачення», «агресивність». Серед поведінкових копінг-стратегій до неадаптивних варіантів копінг-поведінки належать: «активне уникнення» та «відступ».

Що стосується відносно адаптивних варіантів копінг-поведінки, конструктивність яких залежить від значущості і вираженості ситуації подолання: серед когнітивних копінг-стратегій до них належать: «відносність», «додавання сенсу», «релігійність». Серед емоційних копінг-стратегій до відносно адаптивних варіантів копінг-поведінки належать: «емоційна розрядка» і «пасивна кооперація». Серед поведінкових копінг-стратегій до відносно адаптивних варіантів копінг-поведінки належать: «компенсація», «відволікання», «конструктивна активність».

Слід зазначити, що ефективність копінг-стратегій не є стабільною характеристикою, а залежить від цілого ряду чинників. Так, фокусування уваги на проблемі може бути менш ефективною стратегією подолання стресу, ніж уникнення, якщо супроводжується емоційною інтерпретацією стресової ситуації (Suls, 1985).

За результатами попередніх досліджень виявлено відмінності психофізіологічних характеристик між групами спортсменів з адаптивними і неадаптивними поведінковими копінг-стратегіями. Так, наприклад, спортсмени з адаптивними стратегіями подолання стресу відрізнялися більш високою функціональною рухливістю нервових процесів у режимі нав'язаного ритму (Fedorchuk, 2018a). Перспективним і актуальним вбачається виявлення взаємозв'язків копінг-поведінки з психофізіологічними характеристиками спортсменів у різних видах спорту, в тому числі і з метою прогнозування розвитку емоційного стресу в умовах напруженої діяльності (Федорчук, 2018).

«Змагальна особистісна тривожність». Російська версія тесту «Змагальна особистісна тривожність» (ЗОТ) (Martens, 1977) в адаптації Ю. Л. Ханіна (Ханин, 1982) була використана для оцінювання особистісної

змагальної тривожності. Шкала включає 15 пунктів з трьома відповідями, що відповідають частоті описуваного стану. Кінцевий бал коливається між 10 (дуже низьким) та 30 (дуже високим) балами. Завдяки цьому шкала може бути використана для прогнозування ситуативної тривожності перед змаганнями. Ю. Л. Ханін (Ханин, 1982; Ханин, 1991) повідомляє про більш високі показники цієї шкали у жінок порівняно зі спортсменами-чоловіками. Альфа Кронбаха для російської версії ЗОТ варіюється від 0,75 у жіночому зразку до 0,83 у чоловічому зразку (Ханин, 1982).

Відомо, що більш високий психофізіологічний статус спортсменів відповідав меншому рівню особистісної тривожності: чим вище був рівень особистісної тривожності спортсменів, тим менш стабільною була швидкість складної сенсомоторної реакції вибору і тим меншою сила нервових процесів, стійкість центральної нервової системи до наростаючого ступеня втоми. Зниження рівня ситуативної тривожності у спортсменів було відзначено з ростом професійної майстерності, зростанням емоційної стійкості, зниженням особистісної тривожності і збільшенням сенсомоторної витривалості (Федорчук, 2017; Fedorchuk, 2018b).

Тест вибору кольорів М. Люшера було використано для оцінки психоемоційного стану спортсменів, а саме рівня існуючого стресу, емоційної стійкості та ефективності психічної саморегуляції й адаптивності (Люшер, 2002). Проблемі забезпечення оптимального психічного стану спортсменів у період тренувальної та змагальної діяльності присвячено цілий ряд досліджень (Ильин, 2001; Воронова, 2007; Воронова, 2013). Як методи оптимізації психічної саморегуляції більшість авторів розглядають формування навичок самодіагностики і контролю поведінки в стресових ситуаціях. Показник рівня існуючого стресу (РС) у межах 0-4 бали характеризував низький РС, 5-8 балів – середній і 9-12 балів – високий РС.

Інтегративний показник емоційної стійкості за тестом (ЕС) також обчислювали в балах: 3 бали присвоювали спортсмену, якщо він емоційно стійкий, 2 бали – в разі недостатності емоційної стійкості і 1 бал – при появі

тривоги, ознак емоційної нестійкості. Методика, крім того, дозволяє діагностувати рівень гармонійності і внутрішньої оптимальності нервово-психічного стану спортсменів за коефіцієнтом Вальнефера (КВ). За значеннями КВ контингент обстежуваних був розділений на осіб з високим рівнем саморегуляції та адаптивності (КВ дорівнює 1-10 у.о.), середнім рівнем (КВ дорівнює 11-20 у.о.), ознаками перевтоми і зниженням рівня саморегуляції та адаптивності (КВ більше 20 у.о.) (Опанасенко, 2002; Маврич, 2013).

Тест М. Люшера також дозволив побічно судити про симпатичне або парасимпатичне домінування активності у вегетативній нервовій системі обстежуваних. Для цієї мети було використано коефіцієнт вегетативного балансу Шипоша (КШ). Відомо, що значення $KШ > 1$ відповідає ерготропному домінуванню (симпатотонія), $KШ < 1$ – трофотропному домінуванню (ваготонія), а $KШ = 1$ трактується як вегетативна рівновага (Щербатых, 2003; Маврич, 2013).

Статистичну обробку даних проводили з використанням методів параметричної і непараметричної математичної статистики. Для опису вибіркового розподілу вказували медіани та міжквартильний розкид ($Me [25\%; 75\%]$) або середні, мінімальні і максимальні значення ($M [Min, Max]$). Для порівняння незалежних вибірок використовували критерій Манна – Уїтні. Критичний рівень значущості міжгрупових відмінностей при перевірці статистичної гіпотези приймався рівним $p=0,05$ для парних порівнянь. Для дослідження кореляційних зв'язків застосовували критерій Спірмена.

Список використаних джерел до підрозділу 2.2

- Битюцкая ЕВ. Опросник способов coping. М.: ИИУ МГОУ. 2015. 80 с.
- Вассерман ЛИ, Абабков ВА, Трифонова ЕА. Совладание со стрессом. Теория и психодиагностика. СПб.: Речь. 2010. 192 с.
- Воронова ВІ. Психологія спорту. Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. К.: Олімпійська література. 2007. 298 с.

Воронова В. Психологическое обеспечение подготовки спортсменов в футболе. Наука в олимпийском спорте. 2013;4:32-9.

Ильин ЕП. Дифференциальная психофизиология. СПб.: Питер. 2001. 464 с.

Ильин ЕП. Психология индивидуальных различий. СПб.: Питер. 2004. 701 с.

Кокун ОМ. Психофізіологія. Навчальний посібник. К.: Центр навчальної літератури; 2006. 184 с.

Комплекс для психологического тестирования «БОС-тест». Компания «Сиата» – Медицинская техника и оборудование. – Режим доступа: <http://www.siata.net.ua/index.php/kompleks-dlya-psiologicheskogo-estirovaniya-bos-test/>

Крюкова ТЛ, Куфтяк ЕВ, Замышляева МС. Адаптация методик, изучение совладающего поведения Ways of Coping Questionnaire (Опросник способов совладания Р. Лазаруса и С. Фолкмана). Психология и практика. Сборник научных трудов. РЦОИ «ЭКСПЕРТ-ЕГЭ». Кострома. 2005;4:171-90.

Люшер М. Цветовой тест Люшера. СПб., М. 2002. 192 с.

Маврич СІ, Тананакіна ТП. Психологічні особливості працівників з різним психофізіологічним статусом, зайнятих у вугледобувній та хімічній галузі екологічно небезпечних районах Луганської області. Перспективи медицини та біології. 2013;5(2):159-66.

Макаренко МВ, Лизогуб ВС, Безкопильний ОП. Нейродинамічні властивості спортсменів різної кваліфікації та спеціалізації. Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. 2004;4:105-9.

Макаренко Н, Лизогуб В, Безкопильный А. Формирование свойств нейродинамических функций у спортсменов. Наука в олимпийском спорте. 2005;2:80-5.

Макаренко МВ, Лизогуб ВС. Онтогенез психофізіологічних функцій людини. Черкаси. 2011. 256 с.

Макаренко МВ, Лизогуб ВС, Безкопильний ОП. Методичні вказівки до практикуму з диференціальної психофізіології та фізіології вищої нервової діяльності людини. Київ-Черкаси. 2014. 102 с.

Опанасенко ВВ, Пишнов ГЮ. Оцінка функціонального стану організму людини за психологічним кольоровим тестом. Довкілля та здоров'я. 2002;4(23):73-6.

Уэйнберг РС, Гоулд Д. Основы психологии спорта и физической культуры. Киев: Олимпийская литература. 1998. 336 с.

Федорчук СВ, Тукаев СВ, Лысенко ЕН, Шинкарук ОА, Воронова ВИ. Психофизиологическое состояние спортсменов с разным уровнем личностной и ситуативной тревожности в сложнокоординационных видах спорта. Спортивна медицина і фізична реабілітація. 2017;(1):26-32.

Федорчук СВ, Лысенко ЕН, Шинкарук ОА. Психофизиологические маркеры адаптивных и неадаптивных копинг-стратегий квалифицированных спортсменов (гребля на байдарках и каноэ). Спортивна наука України. 2018;2(84):40-7.

Филиппов М, Ильин В. Современные аспекты психофизиологического понимания надежности спортсмена. Наука в олимпийском спорте. 2014;(4):29-35.

Ханин ЮЛ. Адаптация шкалы соревновательной личностной тревожности. Вопросы психологии. 1982;(3):136-42.

Ханин ЮЛ. Межличностная и внутригрупповая тревога в условиях значимой совместной деятельности. Вопросы психологии. 1991;(9):56-64.

Шинкарук ОА, Лисенко ОМ, Гуніна ЛМ, Карленко ВП, Земцова П, Олішевський СВ, та ін. Медико-біологічне забезпечення підготовки спортсменів збірних команд України з олімпійських видів спорту. За заг. ред. О.А. Шинкарук. К.: Олімп. л-ра. 2009. 144 с.

Щербатых ЮВ. Насколько метод цветowych выборов Люшера измеряет вегетативный компонент тревоги? Прикладные информационные аспекты медицины. 2003;5(1-2):108-13.

Яковлев БП. Мотивация и эмоции в спортивной деятельности. Учебное пособие. М.: Советский спорт. 2014. 312 с.

Fedorchuk S, Lysenko O, Tukaiev S. Psychophysiological markers of adaptive and nonadaptive coping strategies of highly skilled athletes. The 58th Annual Meeting of the Society for Psychophysiological Research (SPR 2018), 3-7 October 2018, Quebec City, Quebec, Canada. 2018a:98.

Fedorchuk S, Tukaiev S, Lysenko O, Shynkaruk O. The psychophysiological state of highly qualified athletes performing in diving with different levels of anxiety. The 26th Congress of the European Psychiatric Association (EPA 2018), 3-6 March 2018, Nice, France: European Psychiatry. Elsevier. 2018b;48:681.

Fedorchuk S, Lysenko O, Shynkaruk O. Constructive and non-constructive coping strategies and psychophysiological properties of elite athletes. The 27th Congress of the European Psychiatric Association (EPA 2019), 6-9 April 2019, Warsaw, Poland: European Psychiatry. Elsevier. 2019;56:306.

Folkman S, Lazarus RS, Dunkel-Schetter Ch, DeLongis A, Gruen RJ. Dynamics of a stressful encounter: Cognitive appraisal, coping, and encounter outcomes. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1986;50(5):992-1003.

Folkman S, Lazarus RS. Coping as a Mediator of Emotion. *J. Pers. Soc. Psychol.* 1988;54(3):466-75.

Heim E. Coping based intervention strategies. Patient education and counseling. 1995;26(1-3):145-51.

Lazarus RS, Folkman S. Stress, appraisal, and coping. NY: Springer publishing company. 1984. 456 p.

Martens R. Sport Competition Anxiety Test. Champaign, IL. England: Human Kinetics Publishers. 1977. Режим доступа: <https://psycnet.apa.org/record/1980-51627-000>

Suls J, Fletcher B. The relative efficacy of avoidant and nonavoidant coping strategies: A meta-analysis. *Health Psychology*. 1985;4(3):249-88.

2.3. Метод стабілографії

Для вивчення властивостей балансу людей різних ступенів тренуваності використовувалась комп'ютеризована методика статичної постурографії (стабілографія), оскільки вона є неінвазивною, портативною та дає можливість вивчати вклад різних сенсорних систем у підтримку балансу.

За цією методикою, людина стоїть на платформі у вертикальному положенні (у більшості випадків) і виконує певне завдання. На підставі даних датчиків тиску, розміщених під платформою, розраховується крива зміни положення центру тиску – center of pressure (CoP).

Буквально, CoP представлений як двовимірний вектор, який складається з X (коливання у фронтальній площині) та Y (коливання в сагітальній площині) компонентів, що представляють еволюцію координат CoP у часі. Крива, яка візуалізує фронтальні та сагітальні коливання залежно від часу, називається «стабілограма» (рис. 2.3.1).

Крива, яка візуалізує сагітальні коливання залежно від фронтальних коливань, називається «статокінезіограма» (рис. 2.3.2).

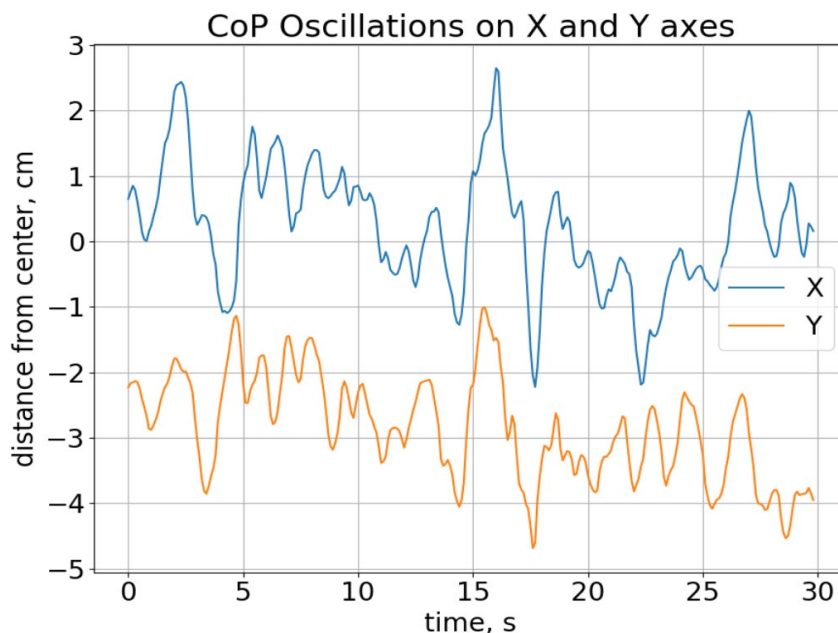


Рисунок 2.3.1 – Приклад кривої стабілограми

Для вимірів центру тиску використовували стабілографічну платформу, розроблену в рамках бакалаврської дипломної роботи (Kolomiets, 2018a;

Kolomiets, 2018b). Стабілографічна платформа – це прилад, що являє собою нерухому платформу, яка забезпечена датчиками вимірювання вертикальної складової тиску для визначення центру тиску стоп, який створюється людиною, що стоїть на платформі (рис. 2.3.3).

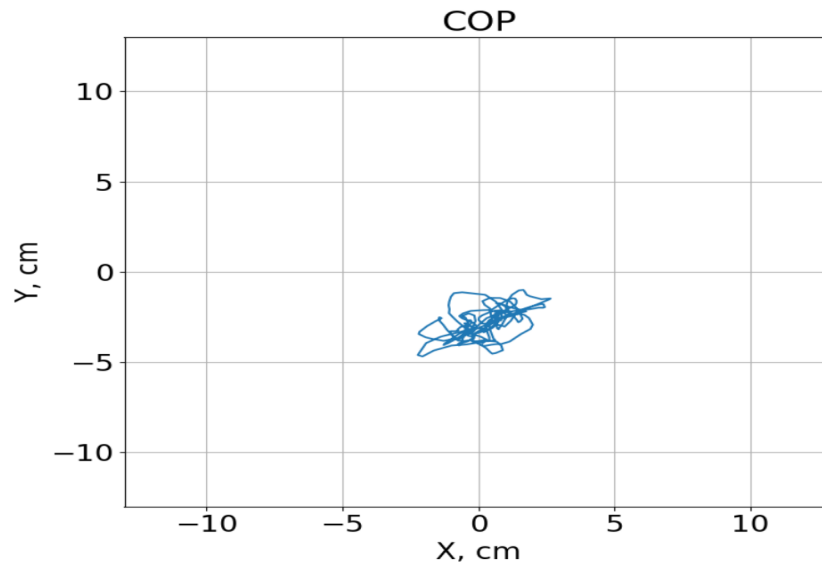


Рисунок 2.3.2 – Приклад кривої статокінезіограми

Конструктивно пристрій являє собою дерев'яний каркас, вирізаний на станку з числовим програмним управлінням, зверху накритий твердим склом, знизу містяться датчики, а під склом розташовані друкована плата та електронні компоненти.

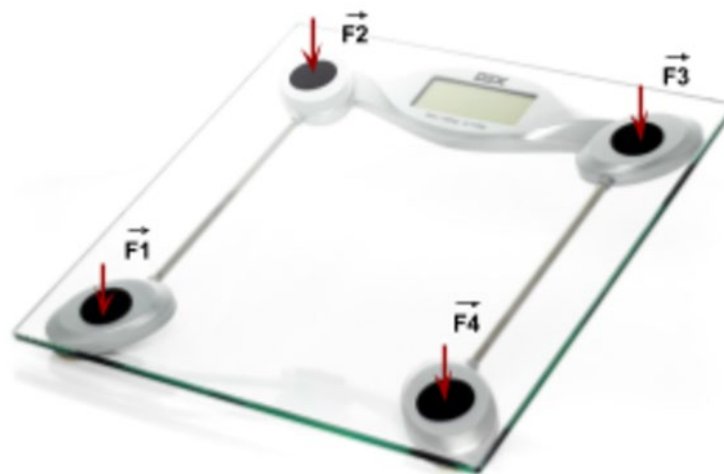


Рисунок 2.3.3 – Стабілометрична платформа

У документації до вагів зазначено, що максимальна вага, яку вони витримують – 180 кг. Ваги мають квадратну форму, довжина між датчиками кожної зі сторін становить 22,5 см. Отже, площа платформи – 506,25 см². Коефіцієнт посилення підсилювача – 32, режим – диференціальний, роздільна здатність АЦП – 24 біт із частотою дискретизації 10 Гц (Kolomiets, 2018a; Kolomiets, 2018b).

Для вивчення нелінійних властивостей сигналів *CoP* людей з різними ступенями тренуваності було використано так званий «Zero-ordered centered Detrending Moving Average» (DMA) – нелінійний метод для кількісної оцінки наявності в сигналі автокореляцій у різних масштабах та мультифрактальних властивостей.

Методи нелінійного аналізу Detrended Fluctuation Analysis (DFA) та Detrended Moving Average Analysis (DMA) – це методи, які зазвичай застосовуються для виявлення так званих «long-range correlations» в нестационарних часових рядах. У цьому дослідженні ми зосередилися на центрованому DMA-аналізі нульового порядку, оскільки він, як правило, дає кращі та більш стабільні результати, ніж аналіз DFA (Alvarez-Ramirez, 2005; Peng, 1994; Shao, 2012; Tsujimoto, 2016).

Загальну процедуру можна описати в кілька етапів:

- 1) часовий ряд $\{x(t)\}$ інтегрується після віднімання середнього значення з кожного відліку – отримуємо $\{y(t)\}$;
- 2) для того, щоб прибрати нестационарний тренд з інтегрованого часового ряду $\{y(t)\}$, тренд $\{y_n(i)\}$ оцінюється як ковзаюче середнє використовуючи ковзаюче вікно довжиною в n відліків;
- 3) використовуючи оцінений тренд $\{y_n(i)\}$, робиться оцінка середньоквадратичного відхилення від цього тренду за формулою (2.3.1):

$$F^2(n) = \frac{1}{N-n+1} \sum_i [y(i) - \bar{y}_n(i)]^2, \quad (2.3.1)$$

де N – це довжина вектора даних, а діапазон сумування залежить від масштабу n та типу DMA. У випадку центрованого DMA, суми рахуються в діапазоні, що розраховується таким чином: $[1 + (n - 1)/2, N - (n - 1)/2]$ для парних значень n ;

- 4) наявність лінійного зв'язку кривої $F(n)$ у логарифмічній шкалі означає, що між цими величинами є експоненційна залежність, ця властивість характеризується тангенсом кута нахилу кривої в логарифмічній шкалі.

Додатково до окремого одновимірного DMA-аналізу кожного компонента CoP – вздовж осі X (фронтальна) та Y (сагітальна), було використано двовимірний DMA – аналіз сигналу CoP у площині X - Y , де $F^2(n)$ визначається за формулою (2.3.2).

$$F^2(n) = \frac{1}{N-n+1} \sum_i \{ [y^{(1)}(i) - \bar{y}_n^{(1)}(i)]^2 + [y^{(2)}(i) - \bar{y}_n^{(2)}(i)]^2 \}, \quad (2.3.2)$$

де $y^{(1)}(i)$ та $y^{(2)}(i)$ – інтегровані часові ряди осей X та Y відповідно.

Тангенс кута нахилу лінійної залежності $F(n)$ у логарифмічному масштабі є оцінкою показника масштабування α . Цей нахил розраховувався на лінійному сегменті кривої, а саме починаючи з визначеної точки перегину до кінця.

Пояснення значень показника масштабування α в різних діапазонах можуть бути підсумовані таким чином:

- $0 < \alpha < 0,5$ (система має короткострокову пам'ять – минулі значення системи впливають на майбутні, але процес не має визначеного тренду, він часто змінюється),
- $\alpha = 0,5$ (процес є випадковим),
- $0,5 < \alpha < 1$ (система має довгострокову пам'ять, сигнал є «персистивним» (від англ. «persistent») – минулі значення системи впливають на майбутні і є визначений тренд),
- $\alpha \simeq 1$ (1/f-шум, рожевий шум),
- $\alpha > 1$ (необмежений нестационарний сигнал) (Feder, 2013).

«Персистивність» сигналу можна розуміти так: якщо в минулому сигнал мав позитивний приріст (тренд), то він у середньому збільшується і у майбутньому також. Тому зростаюча тенденція в минулому передбачає тенденцію до зростання в майбутньому – процес має тенденцію до підтримки знаку приросту. Проте процес є імовірним, тому тенденція може змінюватися в майбутньому (Feder, 2013).

На противагу, необмежений нестационарний сигнал можна розуміти як сигнал без тенденцій, статистичні властивості (середнє значення, дисперсія) якого нестабільні, тобто змінюються в часі (Feder, 2013).

Розрахунки проводили з використанням мов програмування Python та MatLab.

Стабілометричне дослідження за участю гандболістів-юніорів проводили за допомогою стабілометричної платформи Nintendo Wii Board (Японія-Китай). Статистичний аналіз даних проводився за допомогою програми SPSS 17.0.

Список використаних джерел до підрозділу 2.3

Alvarez-Ramirez J, Rodriguez E, Echeverría JC. Detrending fluctuation analysis based on moving average filtering. *Physica A: statistical mechanics and its applications*. 2005;(354):199-219.

Feder J. *Fractals*. Springer Science & Business Media. 2013:163-83.

Kolomiets B, Popov A. System for registration and analysis of human stabilograms. *International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering*. 2018a;14(1):660-4.

Kolomiets B, Popov A. Analysis of Stabilograms of Healthy Human Using Time and Frequency Characteristics. *IEEE International Conference on Electronics and Nanotechnology*. 2018b;14(1):316-20.

Peng CK, Buldyrev SV, Havlin S, Simons M, Stanley HE, Goldberger AL. Mosaic organization of DNA nucleotides. *Physical review*. 1994;49(2):1685.

Shao YH, Gu GF, Jiang ZQ, Zhou WX, Sornette D. Comparing the performance of FA, DFA and DMA using different synthetic long-range correlated time series. Scientific reports. 2012;(2):835.

Tsujimoto Y, Miki Y, Shimatani S, Kiyono K. Fast algorithm for scaling analysis with higher-order detrending moving average method. Physical Review. 2016;93(5):304.

2.4. Метод електроенцефалографії

Основні показники методу електроенцефалографії (ЕЕГ). Функціональне значення частотних діапазонів ЕЕГ. Основні ритми електричної активності мозку – електроенцефалографічні ритми (ЕЕГ). Під час реєстрації сумарної електричної активності нейронів мозку коливання, що відображаються на електроенцефалограмі, описуються двома основними поняттями:

Частота – кількість коливань (хвиль) за секунду. Зазвичай для аналізу використовують середню частоту за кілька часових проміжків.

Амплітуда – величина коливань від максимуму однієї хвилі до мінімуму наступної. Обраховується залежно від амплітуди калібрувального сигналу.

За частотними й амплітудними показниками всі біотоки мозку поділяють на альфа-, бета-, тета- і дельта-ритми.

Альфа-ритм має частоту від 7,62 до 12,89 Гц, амплітуду до 100 мкВ і найкраще виражений у потиличних зонах. Генерується ритмічною діяльністю верхівкових дендритів кори. Оскільки найбільшу інтенсивність альфа-ритм має в ділянці тім'яної кори з потиличною, роблять висновок, що саме ця зона є місцем його виникнення. Цей ритм добре виражений у стані спокою, але не під час сну; він зникає при зростанні активності мозку. Генералізована синхронізація альфа-ритму в стані спокою вказує на відсутність обробки сенсорної інформації (Kropotov, 2010). Посилення альфа-ритму, підвищення його амплітуди, зростання α -індексу реєструються у стані страху, під час сприйняття емоційно забарвлених слів та складання екзаменів (Markand,

1990; Kropotov, 2010; Başar, 2013). У 5-10% здорових людей альфа-ритму не спостерігається, натомість замість нього може виникати ще більш низькоамплітудна активність. У частини людей альфа-ритм реєструється навіть в умовах, в яких він зазвичай зникає. У нормі частота та амплітуда альфа-хвиль залишається сталою протягом всього життя, від початку статевої зрілості до старості; проте змінюється під дією алкоголю, психотропних речовин та ін. (Schürmann, 2001; Голуб, 2007).

Коливання альфа-ритму обох півкуль характеризуються великою синхронністю (50 і 75 % відповідно за 1 та 10 мс), яка може порушуватися при різноманітних психічних розладах, зокрема при шизофренії. При дії подразника, який викликає депресію альфа-ритму, зазвичай спостерігаються елементи орієнтувальної реакції: рух голови, зміни пульсу та дихання, шкірно-гальванічний рефлекс. Проте при повторному нанесенні цього ж подразнення реакція депресії слабшає, а згодом зовсім припиняється. Депресію альфа-ритму також викликають емоційні переживання: радість, злість, страх тощо. При підвищенні функціональної активності мозку альфа-ритм зникає. Дослідження, проведені М.Н. Русаловою, показують, що депресія альфа-ритму виникає тоді, коли увага піддослідного звернена назовні. Коли ж людина у своїх думках заглиблюється «у себе», навпаки, альфа-активність зростає (Симонов, 1998; Русалова, 2003; Русалова, 2009; Kropotov, 2010; Başar, 2012).

В останні роки з'явилася думка про декілька піддіапазонів альфа-ритму, кожен з яких має певне функціональне значення (Demanuele, 2013; Cheung, 2014). Передбачається, що існують також відмінності між «спонтанними», «викликаними» і «індукованими» альфа-коливаннями (Başar, 1997). Існує уявлення про індивідуальну домінуючу частоту альфа-ритму, виходячи з якої, пропонується виділяти два «нижніх» діапазони й один «верхній» альфа-діапазон (Premkumar, 2014). Домінуюча частота альфа-ритму пов'язана з багатьма індивідуальними характеристиками, в тому

числі віком, рівнем екстраверсії, здатністю виконання мнемонічних завдань або рівнем інтелекту (Cheung, 2014; Perone, 2018).

Бета-ритм має частоту 13-30 Гц, амплітуду до 15 мкВ і найбільш виражений у лобних та центральних зонах. Найкраще всього бета-ритм реєструється у лобових відведеннях під час напруженої розумової та фізичної праці, емоційного напруження, а також здійснення орієнтовних рефлексів. Він викликається спонтанною електричною активністю нейронів кори та проміжного мозку. Під час розумової діяльності значно посилюється і частота, і амплітуда бета-хвиль. Як і альфа-, бета-ритм у симетричних ділянках кори має достатньо велику синхронність. Несиметричне наростання бета-активності свідчить про такі патології, як пухлини, рубці; її послаблення є симптомом порушення кровообігу. Активність бета-хвиль блокується рухами і тактильним подразненням (Başar, 2013; Schmidt, 2019).

Збільшення представленості бета-ритму відображає підвищення кортикального тону (Конарева, 2011). Висловлено гіпотезу про те, що функціональна роль бета-активності пов'язана зі станом пильності в таламо-кортикальній системі (Williams, 2014). Існує також думка про бета-активність як «носія» уваги («Attention-carrier») (Kamiński, 2012). Реактивність бета-ритму показана і при формуванні моторних реакцій (Pfurtscheller, 2011). Передбачається, що низькочастотний бета-ритм бере участь у контролі організації збудливих і гальмівних кіркових інформаційних потоків (Pfurtscheller, 2011). Бета-активність розглядається як показник «кортикального збудження» на противагу «кортикальному гальмуванню» (показниками якого служать індекси тета- і альфа-активності), що формуються при організації ментальних операторів (Williams, 2014).

Тета-ритм – це коливання електричної активності мозку в діапазоні 4-7,5 Гц, джерелами активності частіше за все виступають гіпокамп або структури кори головного мозку, пов'язані з ним (Jirakittayakorn, 2017). Функціональне значення тета-ритму – це забезпечення стану пильності і готовності до переробки інформації (Düzel, 2010). Також тета-коливання

відображають механізм сенсомоторної інтеграції (Cruikshank, 2012). Збільшення медіального фронтального тета-ритму зв'язується зі збільшенням навантаження на робочу пам'ять (Deiber, 2007; Brookes, 2011). Зростання тета-активності в лівій фронтальній корі пов'язують зі збільшенням кількості слухової і зорової інформації, яку потрібно запам'ятати (Demanuele, 2013).

Тета-ритм може бути пов'язаний з емоціями; разом з тим, він реєструється також під час статичної м'язової роботи. П.В. Симонов вважає, що тета-ритм залежить не від рухової активності як такої, а від її ефективності, від успішності рухів, ступеня виконання мети (Симонов, 2004). Тета-ритм виникає в ситуаціях, які потребують енергетичної та інформаційної мобілізації. (Бехтерева, 1988). Одним із електроенцефалографічних симптомів емоційного збудження є посилення тета-ритму. Існує залежність активності тета-ритму від емоційного стану людини: у здорових, емоційно врівноважених людей у стані спокою тета-ритм слабо виражений, у той час як у тих самих людей, але при переживанні різких негативних емоцій, цей ритм проявляється значно інтенсивніше. Тета-ритм корелює з емоційною неврівноваженістю та відсутністю самоконтролю (Başar, 2013). Про тісний зв'язок тета-ритму з механізмами регуляції емоцій свідчить той факт, що фотостимуляція, яка має його частоту, викликає у спокійних людей злість і роздратованість, а у роздратованих – лють (Симонов, 2004).

Посилення тета-ритму є симптомом зростання як позитивного, так і негативного емоційного збудження. Під час позитивних емоцій зростає амплітуда альфа-ритму, посилюється тета-активність, проте може відбуватися депресія альфа-ритму на фоні посилення коливань бета-ритму. Найбільш типовими показниками негативних емоцій є депресія альфа-активності і посилення швидких коливань. При постійних негативних емоціях з'являються повільні коливання (Симонов, 2004). На основі аналізу даних ЕЕГ осіб різного віку, виділяють два типи тета-ритму, максимум амплітуди кожного з яких припадає на відведення Fz, але більш швидкий тета 1 – поширюється на

передню частину мозку і характеризує фізіологічну активність ЕЕГ, наприклад концентрацію уваги в ситуації очікування сигналу (Enriquez-Gerrert, 2014), а повільний тета 2 – охоплює задні відділи кори і має клінічне значення для діагностики дисфункцій мозку (Shinomiya, 1994).

В іншому дослідженні робочої пам'яті теж було відзначено збільшення потужності фронтального тета-ритму по центральній лінії при збільшенні обсягу пропонованої інформації, при цьому потужність тім'яно-центрального низькочастотного альфа-ритму зменшувалася (Bashivan, 2014). Ефект збільшення тета-активності пояснюється збільшенням ресурсів, необхідних для концентрації уваги на більшій кількості інформації, а зниження альфа-активності – додатковим включенням великої кількості кортикальних ділянок, необхідних для обробки цієї інформації. На користь такої гіпотези свідчить і факт збільшення потужності альфа-ритму при виробленні навички виконання завдання, внаслідок чого знижується обсяг ресурсів, необхідний для успішного запам'ятовування.

Зміни ЕЕГ відображають функціональний стан мозку і залежать від ступеня функціонального навантаження. Так, при електроенцефалічному обстеженні вагітних виявилось, що спектральна потужність альфа- і тета-ритмів значно більша у групах з низьким рівнем тривожності, а частота альфа-ритму переконливо вища у жінок з високим рівнем тривожності (Смирнов, 2005). При підвищеному рівні гормону стресу кортизолу спостерігається зниження когерентності електроенцефалограми, зокрема зменшується міжпівкульова когерентність альфа-, дельта- і тета-активності (Пономарева, 2007). В осіб з дифузним розподілом бета-активності спостерігається низька стресостійкість та низька продуктивність. При хронічному стресі ЕЕГ має депресивний характер. В осіб з посттравматичними стресовими розладами спостерігається пригнічення альфа-активності (Голуб, 2007). У дослідженні Гудмана при виконанні завдання на оперативну пам'ять в умовах постійного підвищення рівня стресу до рівня шоку показано, що у стані страху обстежувані з більшим базальним

станом асиметрії альфа-активності виявили кращу емоційну регуляцію (Goodman, 2012). Співвідношення спектральної потужності тета-діапазону до спектральної потужності бета-діапазону (тета/бета співвідношення) відображає рівень контролю уваги та може змінюватися залежно від рівня стресу (Putman, 2014).

Учасники ЕЕГ дослідження. У дослідженні впливу аматорського спорту на зміни активності головного мозку взяли участь 348 здорових добровольців (94 чоловіки і 254 жінки у віці від 17 до 23 років, $M=18$, $SD=1,24$), студенти першого-третього років навчання Навчально-наукового центру «Інститут біології і медицини» та факультету психології Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Учасники мали право на участь у дослідженні, якщо їм було більше 17 років, і вони не мали клінічних проявів психічних або когнітивних порушень. Серед критеріїв виключення були прийом психоактивних ліків, наркоманії або алкогольна залежність, а також психіатричні або неврологічні скарги.

Студенти були розподілені на дві групи за рівнем фізичної активності. До групи «Спортсмени» входило 67 осіб (33 чоловіки та 34 жінки) у віці від 17 до 23 років ($M = 18$, $SD = 1,57$), які регулярно займалися спортом (спортивний стаж 2-7 років), причому як командними видами (футбол, волейбол), так і індивідуальними (легка атлетика, плавання). До контрольної групи увійшли студенти, які не мали досвіду занять спортом, крім уроків фізкультури в школі і виші. Причому їх кількість серед студентів психологів і біологів значно перевищувала тих, хто займається спортом: 281 студент (220 жінок і 61 чоловік віком від 17 до 23 років, $M = 18$, $SD = 1,13$). Студенти були ознайомлені зі змістом тестів і дали згоду на їх проведення.

У дослідженні взяло участь 12 студенток, спортсменок збірної команди з волейболу Національного університету фізичного виховання і спорту України (НУФВСУ) віком 18-20 років ($M=18,35$ років). Як контрольна група в дослідженні взяли участь 6 кваліфікованих спортсменок резервної групи Національної збірної України з гандболу (юніорки до 19 років, $M=18,77$

років). Дослідження основної групи (спортсменок збірної команди з волейболу) проводилося в два етапи: перед стартом нового тренувального процесу (вересень 2019 р.) і після закінчення його першого етапу, через 6 місяців (лютий 2020 р.). Завданням програми було підвищити фізичну підготовку студенток-волейболісток до піку перед змаганнями. Спортсменки резервної групи Національної збірної України з гандболу проходили дослідження під час зборів влітку 2019 р.

Перед початком тестування було отримано письмову інформовану згоду кожного учасника відповідно до Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації (WMA) (Гельсінкі, Фінляндія, червень 1964 р.). Обстежувані були проінструктовані щодо мети і завдання дослідження.

Методика реєстрації електроенцефалограми. Електричну активність кори головного мозку реєстрували за допомогою апаратно-програмного комплексу «НейроКом» (XAI-MEDICA, Україна), а також застосовуючи мобільну EEG систему SMARTING (mBrainTrain, Сербія). Під час реєстрації електроенцефалограми у стані спокою з використанням апаратно-програмного комплексу «НейроКом» дев'ятнадцять активних хлор-срібних електродів розташовували за міжнародною системою 10-20 %.

Електроенцефалограму реєстрували монополярно у наступних стандартних відведеннях: симетричних передньо-лобових (Fp1, Fp2), лобових (F3, F4, Fz, F7, F8), центральних (C3, C4, Cz), тім'яних (P3, P4, Pz), потиличних (O1, O2) і скроневих (T3, T4, T5, T6). У якості референтного використовували об'єднаний вушний електрод (A1, A2) (рис. 2.4.1). Для покращення якості запису використовували додаткові референтні електроди N (nasion) і Ref та вмонтовану в комплекс систему реєстрації електрокардіограми (ЕКГ). Міжелектродний імпеданс був нижче 5 кОм. Частота дискретизації аналогового сигналу – 500 Гц. Використовували фільтр верхніх частот з частотою зрізу 45 Гц і режекторний фільтр лінії електропередачі (50 Гц); постійна часу тракту посилення становила 0,3 с. Епоха аналізу складала 5000 мс без перекриття. Для спектрального аналізу

електроенцефалограми застосовували швидке перетворення Фур'є. Видалення артефактів проводили у програмі XAI-MEDICA NeuroCom v.3.4.1227.12220 за допомогою функцій «поточення артефактів», «майстер видалення артефактів» і аналізу незалежних компонентів (ICA). Оцінювалася спектральна потужність окремих піддіапазонів ЕЕГ від 4 до 45 Гц: тета 1– (4-6 Гц), тета 2– (6-7,5 Гц), альфа 1– (7,5-9,5 Гц), альфа 2 – (9,5-11 Гц), альфа 3– (11-13 Гц), бета 1– (13-20 Гц), бета 2– (20-35 Гц), гамма – (35-50 Гц).

Зміну електричної активності мозку під час обстеження при фізичному навантаженні на велотренажері реєстрували, застосовуючи мобільну електроенцефалографічну систему SMARTING (mBrainTrain, Сербія). У складі комплекту були: Smarting підсилювач, Smarting стример – прилад потокового запису, 3D вбудований гіроскоп для запису руху голови, EASYCAP RBE 24 – шапочка для реєстрації ЕЕГ у режимі реального часу, що не обмежує рухи обстежуваного, з 24 вмонтованими відведеннями, які відповідають міжнародній системі 10-20 %. Імпеданс під час запису ЕЕГ не перевищував 5 кОм.

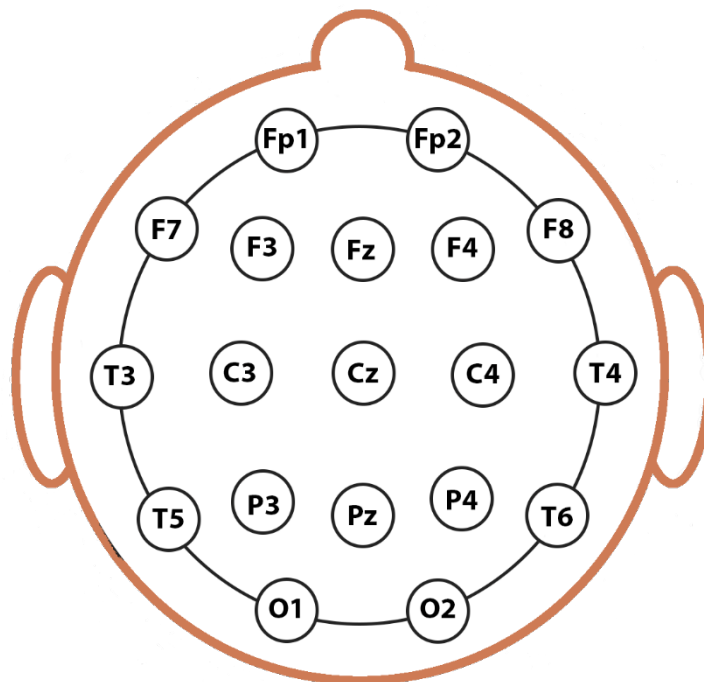


Рисунок 2.4.1 – Схема розміщення електродів (НейроКом)

Реєстрацію ЕЕГ проводили монополярно в симетричних відведеннях (рис. 2.4.2): передньофронтальних (Fp1, Fp2, AFz), середньофронтальних (F3, F4), центральньо-фронтальному (Fz), латерально-фронтальних (F7, F8), центральних (C3, C4), вертексних центральному (Cz), середньо-центральнотім'яному (CPz), скроневих (T7, T8), тім'яних (P3, P4), задньотім'яних (P7, P8), середньо-тім'яному (Pz), потиличних (O1, O2) і середньотім'яно-потиличному (POz). Відведення M1 і M2 поміщені на соскоподібному відростку. Відведення AFz використовували для заземлення, як референтний електрод – фронтально-вертексний електрод FCz (рис. 2.4.2). Запис ЕЕГ відбувався в частотному діапазоні 1-100 Гц з частотою дискретизації 500 Гц. Оцінювалась спектральна потужність окремих піддіапазонів ЕЕГ від 4 до 45 Гц: тета 1 – (4-6 Гц), тета 2 – (6-7,5 Гц), альфа 1 – (7,5-9,5 Гц), альфа 2 – (9,5-11 Гц), альфа 3 – (11-13 Гц), бета 1 – (13-20 Гц), бета 2 – (20-35 Гц), гамма – (35-50 Гц). Для аналізу було відібрано безартефактні записи ЕЕГ восьми волейболісток (з 12-ти) і шести спортсменок резерву Національної збірної команди з гандболу.

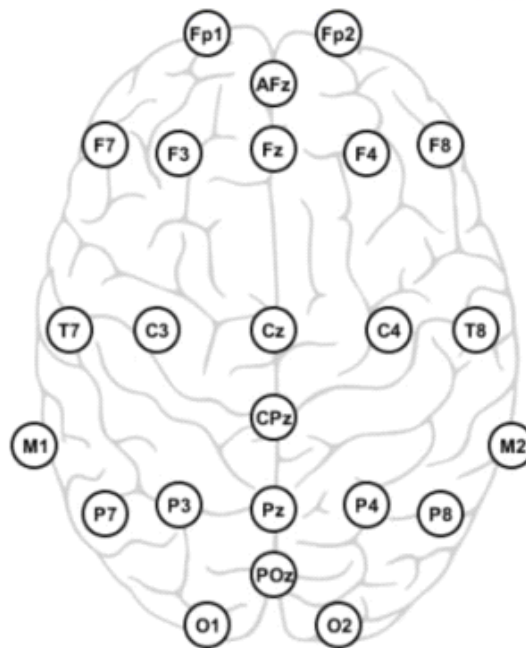


Рисунок 2.4.2 – Схема розміщення електродів (SMARTING)

Обробка отриманих даних – препроцесинг. Для попередньої обробки даних, виділення частотних діапазонів та статистичної обробки даних, використовували програмне середовище MATLAB 2020B (The MathWorks) за допомогою програмного пакета EEGLAB2021.0 (SCCN) (Delorme, 2004) та пакет статистичної обробки даних SPSS Statistics 17.0.

Для препроцесингу даних використовувався модернізований Pipeline Макото з такими етапами обробки:

1. Зменшення частоти дискредитації з 500 до 246 Гц для пришвидшення препроцесингу сигналу. Таке зменшення не вносить викривлень у подальший аналіз, бо при обробці частотний діапазон від 45 Гц і вище відфільтровувався.

2. Відфільтровування сигналу поза межами діапазону від 1 до 45 Гц фільтром зі скінченною імпульсною характеристикою (нерекурсивний фільтр) або FIR-фільтр (скорочено від англ. FIR (finite impulse response) – скінченна імпульсна характеристика). За допомогою мережевого фільтру було відкинуто дані, які знаходилися на частоті 50 Гц.

3. Імпорт розташування каналів з координатного файла MNI (Montreal Neurological Institute) для моделі BEM (Boundary element model) dipfit, що відповідає міжнародній системі 10-20 %.

4. Використання плагіну EEGLAB CleanLine для адаптивної частотної фільтрації шуму в сигналі.

5. Для виявлення та видалення артефактів використали функцію cleanLineNoise плагіну PREP Pipeline toolbox (Bigdely-Shamlo et al, 2015), також виявлення артефактних каналів проводили за допомогою плагіну EEGLAB clean_rawdata.

6. Для відновлення кількості каналів виконали інтерполяцію відсутніх каналів.

7. Ререференс за середнім (використання віртуальної референтної точки, яка є розмитою по всій поверхні скальпа) для обчислення середнього значення по всіх відведеннях.

8. Використання плагіну EEGLAB Cleanraw для реконструкції артефактного підпростору (Artifact Subspace Reconstructions, ASR).

9. Аналіз незалежних компонент (ICA) для розкладу сигналу на підкомпоненти та подальшого видалення тих підкомпонент, які зашумлюють сигнал, проводили за допомогою плагіну AMICA (Palmer, 2011).

10. Через функцію Dipfit розраховували локалізацію незалежних компонент як диполів активності. Класифікація та відбір незалежних компонент мозку з вірогідністю мітки більше ніж 0,7 та залишковою дисперсією, меншою, ніж 0,15. Для автоматичної обробки на цьому етапі використовували програмний код середовища МАТЛАБ, в який було включено синтаксис плагіну EEGLAB IClab (Pion-Tonachini, 2019). На основі класифікації компонент видаляли компоненти, що містили сигнали артефактного походження (Makoto's preprocessing pipeline, 2021; Makoto's useful EEGLAB code, 2021).

11. Аналіз спектрального складу для виділення ритмів ЕЕГ проводили за допомогою швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) (епоха аналізу 2 с, перекриття епох – 50 % (для мінімізації втрат даних), частота дискредитації – 10 Гц). Метод ШПФ широко розповсюджений при аналізі даних ЕЕГ та є більш точним методом обробки порівняно з вейвлет-аналізом. За допомогою Darbeliaі, плагіну до програми EEGLAB, з використанням ШПФ було здійснено виділення частотних діапазонів і піддіапазонів, їх спектральної щільності потужності (СЩП): дельта (2,0-4,0 Гц), тета (4,0-7,5 Гц), тета 1 (4,0-6,0 Гц), тета 2 (6,0-7,5 Гц), альфа (7,5-13,0 Гц), альфа 1 (7,5-9,5 Гц), альфа 2 (9,5-11 Гц), альфа 3 (11-13 Гц), бета (13-35 Гц), бета 1 (13-20 Гц), бета 2 (20-35 Гц), нижня гамма (35-45 Гц). СЩП – одна з основних спектральних характеристик ЕЕГ, що описує розподіл потужності сигналу залежно від частоти, тобто потужність, що припадає на одиничний інтервал частоти ($\text{мкВ}^2/\text{Гц}$). Більші значення СЩП означають більшу потужність та активацію певного ритму мозку чи його піддіапазону у конкретній ділянці мозку.

12. Завершальним етапом попередньої обробки було позначення часових міток на записах та поділ записів на епохи з часовими рамками відносно мітки від -500 до 1000 мс. На основі епохованих даних проводився груповий аналіз та було розраховано показники викликаної десинхронізації і синхронізації для всіх електродів окремо та топокарти спектральної потужності в таких частотних діапазонах: тета (4-7,49 Гц), альфа (7,5-12,9 Гц), бета (13-34,9 Гц), гамма (35-44,9 Гц).

Також на основі даних спектральної потужності було розраховано такі показники:

- Індекс збудження, співвідношення спектральної потужності бета-/альфа-ритмів є показником емоційного стану респондента: бета-ритм відображає збуджений стан мозку, в той час як альфа-ритм домінує у розслабленому стані (Воїці, 2010).
- Індекс навантаження мозку визначається як відношення спектральної потужності тета-діапазону у фронтально-центральному відведенні (Fz) до спектральної потужності альфа-ритму в тім'яному центральному відведенні (Pz): $BLI = \theta(Fz)/\alpha(Pz)$. Зміни даного індексу вказують на валентність пережитої емоції, рівень стресу, фокус уваги, когнітивний контроль (Giannakakis, 2015).
- Для визначення відносної активності правої/лівої півкулі використовували метод оцінки різниці (the difference score method, DSM) (Allen, 2004). Проста одномірна шкала вказує на відносну активність правої або лівої півкулі мозку. Амплітуда альфа-хвилі обернено пропорційна активності, тому більш високі бали DSM у рівнянні $\ln(L) - \ln(R)$ вказують на відносно велику активність правої лобової кори. Співвідношення активності в альфа-діапазоні правої і лівої фронтальної кори в досліджуваний момент відображає валентність, знак пережитої емоції, емоційного напруження: при переважній активності лівої фронтальної кори

домінує позитивний емоційний фон, при переважанні правої – негативний (Русалова, 2003).

Статистична обробка. Статистичний аналіз даних проводили за допомогою пакета SPSS Statistics. Абсолютні значення СЩП (мкВ²/Гц) були виділені для діапазонів та імпортовані у програму SPSS Statistics для виконання аналізу за непараметричними критеріями. Для встановлення відмінностей між групами застосовували *t*-критерій Стьюдента, для вивчення домінантного вкладу психологічних якостей у формування емоційного вигорання – множинний регресійний аналіз. Для визначення типу розподілу застосовували критерій Колмогорова-Смирнова. За допомогою критерію Шапіро-Вілکا було встановлено, що переважна більшість аналізованих показників не характеризувалися нормальним розподілом даних, тому для оцінки значущості отриманих змін використовувались непараметричні статистичні критерії. Порівняння незалежних вибірок проводили за допомогою непараметричного критерію Манна-Уїтні.

Список використаних джерел до підрозділу 2.4

Бехтерева НП, Варганян ИА, Василевский НН. Механизмы деятельности мозга человека. Часть 1. Нейрофизиология человека. Л.:Наука; 1988. 289 с.

Голуб ЯВ, Жиров ВМ. Медико-психологические аспекты применения светозвуковой стимуляции и биологически обратной связи. СПб:КЕРИ; 2007. 128 с.

Конарева ИН. Модуляция высокочастотных ритмов ЭЭГ в условиях реакции активации: зависимость от психологических характеристик личности. Нейрофизиология. 2011;43(1):51-62.

Пономарева НВ. Межполушарная дезинтеграция и стресс при нормальном старении и болезни Альцгеймера. Структурно-функциональные, нейрхимические и иммунохимические закономерности асимметрии и пластичности мозга: материалы Всеросс. Конфер. М.; 2007:507-13.

Русалова МН. Функциональная асимметрия мозга: эмоции и активация. Успехи физиологических наук. 2003;34(5):93-112. <http://cerebral-asymmetry.narod.ru/Rusalova.pdf>

Русалова МН, Русалов ВМ. Функциональная асимметрия мозга и эмоции. Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. М. 2009:521-51.

Симонов ПВ. Функциональная асимметрия эмоций. Журнал ВНД им. ИП Павлова. 1998;48(2):375-9. <http://cerebral-asymmetry.narod.ru/Simonov.pdf>

Симонов ПВ. Эмоциональный мозг. Избранные труды. Том 1: Мозг: эмоции, потребности, поведение. М.:Наука. 2004:5-170.

Смирнов АГ, Батуев АС, Микитина ЕЛ, Жданова ЕА. Взаимосвязь ЭЭГ беременных женщин с их уровнем тревожности. Журнал высшей нервной деятельности. 2005;55(3):305-14.

Allen JJ, Coan JA, Nazarian M. Issues and assumptions on the road from raw signals to metrics of frontal EEG asymmetry in emotion. *Biological psychology*. 2004 Oct 1;67(1-2):183-218. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2004.03.007>

Başar E, Schürmann M, Başar-Eroglu C, Karakaş S. Alpha oscillations in brain functioning: an integrative theory. *International journal of psychophysiology*. 1997 Jun 1;26(1-3):5-29. doi: [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(97\)00753-8](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(97)00753-8)

Başar E. Brain function and oscillations: volume I: brain oscillations. Principles and approaches. Springer Science & Business Media. 2012. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-72192-2>

Başar E, Güntekin B. Review of delta, theta, alpha, beta, and gamma response oscillations in neuropsychiatric disorders. *Supplements to Clinical neurophysiology*. 2013;(62):303-41. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-5307-8.00002-8>

Bashivan P, Bidelman GM, Yeasin M. Spectrotemporal dynamics of the EEG during working memory encoding and maintenance predicts individual

behavioral capacity. *European Journal of Neuroscience*. 2014 Dec;40(12):3774-84. doi: <https://doi.org/10.1111/ejn.12749>

Bigdely-Shamlo N, Mullen T, Kothe C, Su KM, Robbins KA. The PREP pipeline: standardized preprocessing for large-scale EEG analysis. *Frontiers in neuroinformatics*. 2015 Jun 18;9:16. doi: <https://doi.org/10.3389/fninf.2015.00016>

Bojić T, Vuckovic A, Kalauzi A. Modeling EEG fractal dimension changes in wake and drowsy states in humans—a preliminary study. *Journal of theoretical biology*. 2010 Jan 21;262(2):214-22. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2009.10.001>

Brookes MJ, Wood JR, Stevenson CM, Zumer JM, White TP, Liddle PF, Morris PG. Changes in brain network activity during working memory tasks: a magnetoencephalography study. *Neuroimage*. 2011 Apr 15;55(4):1804-15. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.10.074>

Cheung MC, Chan AS, Han YM, Sze SL. Brain activity during resting state in relation to academic performance: Evidence of neural efficiency. *Journal of Psychophysiology*. 2014;28(2):47. doi: <https://doi.org/10.1027/0269-8803/a000107>

Cruikshank LC, Singhal A, Hueppelsheuser M, Caplan JB. Theta oscillations reflect a putative neural mechanism for human sensorimotor integration. *Journal of Neurophysiology*. 2012 Jan;107(1):65-77. doi: <https://doi.org/10.1152/jn.00893.2010>

Deiber MP, Missonnier P, Bertrand O, Gold G, Fazio-Costa L, Ibanez V, Giannakopoulos P. Distinction between perceptual and attentional processing in working memory tasks: a study of phase-locked and induced oscillatory brain dynamics. *Journal of cognitive neuroscience*. 2007 Jan;19(1):158-72. doi: <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.1.158>

Delorme A, Makeig S. EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of neuroscience methods*. 2004 Mar 15;134(1):9-21. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2003.10.009>

Demanuele C, Broyd SJ, Sonuga-Barke EJ, James C. Neuronal oscillations in the EEG under varying cognitive load: A comparative study between slow waves and faster oscillations. *Clinical neurophysiology*. 2013 Feb 1;124(2):247-62. doi: 10.1016/j.clinph.2012.07.021

Düzel E, Penny WD, Burgess N. Brain oscillations and memory. *Current opinion in neurobiology*. 2010 Apr 1;20(2):143-9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conb.2010.01.004>

Enriquez-Geppert S, Huster RJ, Figge C, Herrmann CS. Self-regulation of frontal-midline theta facilitates memory updating and mental set shifting. *Frontiers in behavioral neuroscience*. 2014 Dec 5;8:420. doi: <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2014.00420>

Giannakakis G, Grigoriadis D, Tsiknakis M. Detection of stress/anxiety state from EEG features during video watching. In 2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) 2015 Aug 25:6034-37. IEEE. doi: 10.1109/EMBC.2015.7319767.

Goodman RN, Rietschel JC, Lo LC, Costanzo ME, Hatfield BD. Stress, emotion regulation and cognitive performance: The predictive contributions of trait and state relative frontal EEG alpha asymmetry. *International Journal of Psychophysiology*. 2013 Feb 1;87(2):115-23. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2012.09.008>

Jirakittayakorn N, Wongsawat Y. Brain responses to a 6-Hz binaural beat: effects on general theta rhythm and frontal midline theta activity. *Frontiers in neuroscience*. 2017 Jun 28;11:365. doi: <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00365>

Kamiński J, Brzezicka A, Gola M, Wróbel A. Beta band oscillations engagement in human alertness process. *International Journal of Psychophysiology*. 2012 Jul 1;85(1):125-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2011.11.006>

Kropotov YD. Quantitative EEG cognitive evoked potentials of the human brain and neurotherapy. Donetsk: Publisher Zaslavsky AY. 2010.

Markand ON. Alpha rhythms. *Journal of Clinical Neurophysiology*. 1990;7(2):163-90. doi: 10.1097/00004691-199004000-00003.

Palmer JA, Kreutz-Delgado K, Makeig S. AMICA: An adaptive mixture of independent component analyzers with shared components. Swartz Center for Computational Neuroscience, University of California San Diego, Tech. Rep. 2012. Retrieved from http://sccn.ucsd.edu/~jason/amica_a.pdf

Perone S, Palanisamy J, Carlson SM. Age-related change in brain rhythms from early to middle childhood: Links to executive function. *Developmental science*. 2018 Nov;21(6):e12691. doi: 10.1111/desc.12691

Pfurtscheller G, Da Silva FL. EEG-Event-Related Desynchronization (ERD) and Event-Related Synchronization. In *Electroencephalography-Basic Principles, Clinical Applications and Related Fields*. 2011:935-48. Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins.

Pion-Tonachini L, Kreutz-Delgado K, Makeig S. ICLabel: An automated electroencephalographic independent component classifier, dataset, and website. *NeuroImage*. 2019 Sep 1;198:181-97. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.05.026>

Premkumar P, Espirito-Santo M, Onwumere J, Kumari V, Groom M, Kuipers E. Greater leftward frontal alpha activation during criticism is associated with schizotypal traits and anxiety. *Schizophrenia Research*, 2014;153(1):155-7.

Putman P, Verkuil B, Arias-Garcia E, Pantazi I, van Schie C. EEG theta/beta ratio as a potential biomarker for attentional control and resilience against deleterious effects of stress on attention. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 2014 Jun;14(2):782-91. doi: <https://doi.org/10.3758/s13415-013-0238-7>

Schmidt R, Ruiz MH, Kilavik BE, Lundqvist M, Starr PA, Aron AR. Beta oscillations in working memory, executive control of movement and thought, and sensorimotor function. *Journal of Neuroscience*. 2019 Oct 16;39(42):8231-8. doi: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1163-19.2019>

Schürmann M, Başar E. Functional aspects of alpha oscillations in the EEG. *International Journal of Psychophysiology*. 2001;39(2-3):151-8. doi: [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(00\)00138-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(00)00138-0)

Shinomiya S, Urakami Y, Nagata K, Takahashi N, Inoue R. Frontal midline theta rhythm: differentiating the physiological theta rhythm from the abnormal discharge. *Clinical Electroencephalography*. 1994 Jan;25(1):30-5. doi: <https://doi.org/10.1177/155005949402500109>

Williams JJ. ECoG correlates of visuomotor transformation, neural plasticity, and application to a force-based brain computer interface. *All Theses and Dissertations*. 2014; 3(4):1179-84.

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ НЕРВОВО-М'ЯЗОВОЇ СИСТЕМИ СПОРТСМЕНА ЗА ЕЛЕКТРОНЕЙРОМІОГРАФІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

3.1. Електронейроміографічні критерії ризику травматизму у групах спортсменів різної статі, що спеціалізуються у боксі

За даними літератури, дослідження функціонального стану серцево-судинної та дихальної систем у стані спокою та при фізичному навантаженні, а також м'язової сили та потужності ударів проводилися переважно у чоловічих групах кваліфікованих спортсменів-боксерів (Chaabène, 2015). Потрібно зазначити, що справжнє визнання жіночого боксу почалося в 1990-і роки, а включений у програму Олімпійських ігор він був лише з 2012 року. Проводилися також дослідження міжм'язової координації за допомогою методики поверхневої електроміографії у боксерів окремо в чоловічих та жіночих групах, але недостатньо вивченими залишаються особливості електронейроміографічних показників, пов'язані зі статтю (Valentino, 1990; Dyson, 2007; Zhang, 2011).

Фізичне навантаження, як стресова ситуація, здійснює суттєвий вплив також на біохімічні процеси, що відбуваються в організмі, що може призвести до змін констант внутрішнього середовища – величин концентрацій електролітів крові (Меерсон, 1988). Визначення рівня електролітів використовується у комплексному лікарському обстеженні як для всебічної оцінки функціональної підготовленості спортсменів, так і для виявлення симптомів дезадаптації до навантажень.

Метою роботи є дослідження функціонального стану нервово-м'язової системи у різних статевих групах висококваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються у боксі, та виявлення його можливих функціональних і структурних порушень за допомогою методів електронейроміографії.

Для досягнення поставленої мети необхідно було оцінити функціональний стан сегментарного апарата попереково-крижового відділу спинного мозку спортсменів, а також швидкісні показники проведення нервового імпульсу по моторних волокнах нервів верхніх та нижніх кінцівок та виявити можливі функціональні та структурні порушення нерво-м'язової системи, а також визначити пов'язані зі статтю особливості функціонування нерво-м'язового апарату з використанням методів електронейроміографії.

У дослідженні брали участь 16 висококваліфікованих спортсменів (7 чоловіків та 9 жінок), що спеціалізуються у боксі, у віці від 18 до 28 років. У всіх дев'яти жінок домінуючою верхньою кінцівкою була права, а у чоловічій групі: у п'яти осіб – права, у двох – ліва; з дев'яти жінок сім мали праву домінуючу нижню кінцівку, дві – ліву, а з семи чоловіків шість мали праву, один – домінуючу ліву.

Було отримано антропометричні показники: довжина тіла (м), маса тіла (кг) та індекс маси тіла (ІМТ, $\text{кг}\cdot\text{м}^{-2}$), електронейроміографічні показники та біохімічні параметри.

Концентрацію іонів натрію, калію, хлору і кальцію у плазмі крові спортсменів-боксерів визначали в стані спокою методом оптичної флюоресценції за допомогою аналізатора для електролітів крові (Opti Medical Opti CСa Lion, США).

Для порівняльного аналізу спортсмени були розділені на групи чоловіків та жінок. За результатами дослідження виявлено, що у жінок величини маси тіла та індексу маси тіла були статистично значуще меншими, ніж у чоловіків (табл. 3.1.1), але величини довжини тіла не мали відмінностей. Потрібно відзначити, що, за даними наших попередніх досліджень спортсменів-веслувальників на байдарках та каное, не тільки маса тіла, індекс маси тіла, але також довжина тіла були значуще вищими у чоловічій групі в порівнянні з жіночою (Колосова, 2018). Отримані дані

свідчать про необхідність урахування специфіки професійної спортивної діяльності при аналізі статевих відмінностей антропометричних показників.

Таблиця 3.1.1 – Антропометричні показники спортсменів, які спеціалізуються у боксі, в групах чоловіків та жінок (mean \pm se)

Групи	Вік, роки	Довжина тіла, м	Маса, кг	Масо-зростовий індекс (кг·м ⁻²)
Чоловіки n=7	22,9 \pm 1,2 (19-26)	1,741 \pm 0,025 (1,66-1,83)	69,4 \pm 3,7 (54-70)	22,8 \pm 0,7 (23,7-24,2)
Жінки n=9	23,8 \pm 1,1 (19-28)	1,693 \pm 0,018 (1,61-1,78)	59,9 \pm 2,0* (51-66)	20,9 \pm 0,5* (18,4-23,7)

* статистична значущість відмінностей між групами чоловіків та жінок $p < 0,05$.

У більшості спортсменів усі ЕНМГ-показники знаходилися в межах норми, але у 28 % чоловіків та 11 % жінок спостерігалися відхилення деяких параметрів Н-рефлексометрії від референтних значень, а саме – зменшення амплітуд Н-відповідей *m. soleus* (1,5 \pm 0,5 мВ) та зниження величини співвідношення амплітуд $H_{\text{макс}}/M_{\text{макс}}$ (21,3 \pm 7,0 %). Можна припустити, що відхилення ЕНМГ-параметрів від норми спостерігалися внаслідок впливу на спинномозкові нерви крижового сплетіння комплексу чинників – компресії, ішемії та гіпоксії, що мають місце при синдромі м'язової блокади міжхребцевих дисків або внаслідок компресії периферичних нервів розташованими по ходу нервів гіпертонічними м'язами тазового пояса або нижніх кінцівок. Такі зміни у структурах дуги моносинаптичного рефлекса, ймовірно, належать в основному до її аферентної частини, яка є більш чутливою до компресії.

Отримані результати узгоджуються з даними досліджень інших авторів, у яких визначалися відмінності показників функціонального стану нервово-м'язової системи у групі здорових осіб та у групі пацієнтів з діагнозом «остеохондроз хребта» (Андриянова, 2006), а також з результатами наших попередніх досліджень спортсменів, що спеціалізуються в інших

видах спорту (Колосова, 2015а; Колосова, 2015б). Величини ЕНМГ-параметрів та загальні характеристики Н- і М-відповідей були аналогічними.

Таблиця 3.1.2 – Показники Н-рефлексометрії спортсменів, які спеціалізуються у боксі, в групах чоловіків та жінок (mean \pm se)

ЕНМГ-показники	Референтні значення	Бік тіла	Чоловіки n=7	Жінки n=9
П _Н , мА	<12	ПК	8,1 \pm 1,1	9,6 \pm 1,0
		ЛК	8,8 \pm 0,9	9,1 \pm 0,9
П _М , мА	<20	ПК	12,1 \pm 1,8	14,8 \pm 1,7
		ЛК	12,0 \pm 1,6	16,0 \pm 1,7
П _Н / П _М , ум. од.	<1	ПК	0,72 \pm 0,03	0,66 \pm 0,03
		ЛК	0,76 \pm 0,05	0,58 \pm 0,02
Н _{макс} , мВ	3-12	ПК	7,5 \pm 1,8	5,9 \pm 0,7
		ЛК	5,9 \pm 0,8	7,2 \pm 0,9
М _{макс} , мВ	3-15	ПК	10,1 \pm 1,9	9,6 \pm 0,9
		ЛК	10,5 \pm 1,2	10,6 \pm 0,9
Н _{макс} /М _{макс} , %	40-100	ПК	61,4 \pm 6,0	69,8 \pm 7,4
		ЛК	55,0 \pm 9,1	68,4 \pm 6,4

За результатами порівняльного аналізу у чоловічих та жіночих групах спортсменів, усі ЕНМГ-показники яких знаходилися в межах норми, статистично значущих гендерних відмінностей електронейроміографічних показників не виявлено, хоча спостерігається тенденція до підвищення порогів Н- та М-відповідей у жінок в порівнянні з чоловіками (табл. 3.1.2). Потрібно зазначити, що, за даними наших попередніх досліджень, електронейроміографічні показники спортсменів-біатлоністів та веслувальників на байдарках та каное мали статистично значущі статеві відмінності (Dornowski, 2017; Колосова, 2018). Так, у жінок спостерігалися значуще ($p < 0,05$) вищі порогові значення Н- та М-відповідей, ніж у чоловіків, що може бути пов'язано з більшою товщиною підшкірної жирової тканини у жінок, що призводить до збільшення електричного опору. Крім цього, у чоловічих групах спортсменів-біатлоністів та веслувальників було виявлено значуще ($p < 0,05$) більші амплітуди максимальних Н- та М-відповідей в порівнянні з жінками, що може бути наслідком більшого об'єму м'язових

волокон (у першу чергу за рахунок більшої площі їх поперечного перерізу, а також внаслідок їх більшої довжини) у м'язах чоловіків, ніж жінок (Dornowski, 2017; Колосова, 2018).

За літературними даними, гістологічні та біохімічні якості у м'язів чоловіків і жінок не мають відмінностей (Schantz, 1983). Саме більший об'єм м'язових волокон (і більша загальна м'язова маса, як наслідок) дозволяє чоловічому організму розвивати більшу силу, ніж жіночому. Хоча абсолютні силові показники у чоловіків у середньому більші, ніж у жінок, при розрахуванні сили відносно одиниці площі поперечного перерізу м'яза різниці не спостерігається (Уилмор, 2001). Можна припустити, що відсутність значущих гендерних відмінностей амплітуд максимальних Н- та М-відповідей у спортсменів-боксерів може бути пов'язана з невеликою різницею об'єму м'язів у чоловіків та жінок досліджуваної групи. До того ж, відсутність значущої різниці у довжині тіла у чоловічій та жіночій групах може призводити до приблизно однакової довжини м'язів.

Показники швидкості нервового імпульсу по *n. tibialis*, *n. medianus* та *n. ulnaris* у спортсменів, які спеціалізуються у боксі, в групах чоловіків та жінок не мали значущих відмінностей, що може бути ознакою подібних адаптаційних змін до фізичного навантаження у різних гендерних групах (табл. 3.1.3).

Таблиця 3.1.3 – Показники швидкості проведення нервового імпульсу (ШПІ) по *n. tibialis*, *n. medianus* та *n. ulnaris* у спортсменів, які спеціалізуються у боксі, в групах чоловіків та жінок (mean \pm se)

ШПІ	Норма	Бік тіла	Чоловіки n=7	Жінки n=9
ШПІ _{tib} , м·с ⁻¹	35-55	ПК	45,5 \pm 1,0	42,0 \pm 1,7
		ЛК	42,2 \pm 2,2	41,4 \pm 1,1
ШПІ _{med} , м·с ⁻¹	45-65	ПК	57,3 \pm 1,8	57,5 \pm 2,0
		ЛК	59,9 \pm 1,7	57,1 \pm 0,8
ШПІ _{ulna} , м·с ⁻¹	45-65	ПК	54,5 \pm 0,8	53,8 \pm 0,9
		ЛК	55,9 \pm 1,2	53,7 \pm 1,3

Порівняльний аналіз ЕНМГ-показників з правого та лівого боків тіла показав, що величини коефіцієнтів асиметрії ($K_{\text{асим}}$) для більшості параметрів виходять за межі норми (табл. 3.1.4). Спостерігається тенденція до більшої вираженості асиметрії показників у чоловічій групі у порівнянні з жіночою, а $K_{\text{асим}}$ для амплітуд М-відповідей (цей параметр можна розглядати як побічний корелят м'язової сили) у середньому по групі є статистично значуще вищим у чоловіків, ніж у жінок ($p < 0,05$). Цей показник є вищим за граничне значення (1,25) у 85 % чоловіків та 33 % жінок. За даними літератури, певна латеральна (право-ліва) асиметрія показників сили м'язів нижніх кінцівок (флексорів та екстензорів) при максимальному довільному скороченні пов'язана з індивідуальним домінуванням правої або лівої нижньої кінцівки та спостерігається як у нетренованих осіб (7-15%), так і у кваліфікованих спортсменів-борців (8-18%) (Drid, 2009).

Таблиця 3.1.4 – Коефіцієнти асиметрії електронейроміографічних показників спортсменів, які спеціалізуються у боксі, в групах чоловіків та жінок (mean \pm se)

Показники	Чоловіки n=7	Жінки n=9	Діапазон нормальних значень
P_H	1,51 \pm 0,16 (1,00-1,83)	1,33 \pm 0,05 (1,00-1,50)	1-1,25
P_M	1,57 \pm 0,14 (1,11-2,09)	1,29 \pm 0,07 (1,04-1,66)	1-1,25
$H_{\text{макс}}$	1,34 \pm 0,12 (1,09-1,64)	1,20 \pm 0,09 (1,00-1,74)	1-1,25
$M_{\text{макс}}$	1,63 \pm 0,15 (1,21-2,37)	1,27 \pm 0,10* (1,01-1,93)	1-1,25
$H_{\text{макс}} / M_{\text{макс}}$	1,48 \pm 0,15 (1,04-2,17)	1,32 \pm 0,11 (1,04-1,83)	1-1,25

* статистична значущість відмінностей між групами чоловіків та жінок $p < 0,05$.

Однак, значна м'язова асиметрія може бути ранньою ознакою реакції опорно-рухового апарату на дію неадекватного навантаження, що в подальшому збільшує ризик порушень функціонування нервово-м'язової системи. До того ж, за результатами наших досліджень, в обох гендерних

групах спортсменів не було виявлено статистично значущого кореляційного зв'язку між домінуванням нижньої кінцівки та латеральною асиметрією показників, тобто вища амплітуда М-відповіді з певного боку тіла не була наслідком більшого розвитку м'язів домінуючої кінцівки у процесі адаптації до фізичного навантаження.

Виявлено, що у багатьох спортсменів-боксерів із чоловічої групи спостерігається відхилення показників концентрації іонів натрію, калію, хлору і кальцію у плазмі крові від референтних значень (табл. 3.1.5). Відомо, що іони кальцію беруть участь у передачі нервового імпульсу, у здійсненні контролю збудження, скорочення та розслаблення м'язів. Зниження концентрації кальцію може бути пов'язане з дефіцитом магнію та вітаміну D, а зниження концентрації кальцію з одночасним підвищенням концентрації калію може свідчити про ризик ураження скелетних м'язів (Волков, 2000). Збільшення концентрації хлору і калію у крові може бути ознакою дегідратації організму спортсмена (Кишкун, 2010).

Таблиця 3.1.5 – Показники концентрації електролітів у плазмі крові спортсменів, які спеціалізуються у боксі, в групі чоловіків (mean \pm se)

Показники	Чоловіки, n=7		
	Показники спортсменів-боксерів	Референтні значення, ммоль·л ⁻¹	Кількість осіб з відхиленнями від норми, %
Ca ⁺²	1,03 \pm 0,03 (0,9-1,13)	1,16-1,32	100 (нижче норми)
K ⁺	4,67 \pm 0,15 (4,04-5,19)	3,5-5,1	28 (вище норми)
Cl ⁺	108,8 \pm 0,8 (105,1-111,7)	98-107	86 (вище норми)
Na ⁺	136,8 \pm 0,65 (134,7-140,3)	136-145	14 (нижче норми)

Таким чином, дані, отримані за допомогою електронейрографічного методу дослідження, дозволяють оцінити функціональний стан нервово-м'язової системи спортсменів, виявити його порушення внаслідок дезадаптації до фізичного навантаження, спрогнозувати ризик травматизму, встановити

особливості функціонування нервово-м'язового апарату спортсменів, пов'язані зі статтю. Показники концентрації іонів кальцію, хлору, калію та натрію у крові можна використовувати як допоміжні діагностичні критерії функціонування нервово-м'язової системи, що дозволяють оцінити інтенсивність мінерального та енергетичного обміну, а також виявити передпатологічний стан. Отримані результати стануть у нагоді тренерам та спортивним лікарям для розробки індивідуальної тренувальної та реабілітаційної програми, спрямованої на збереження здоров'я кожного спортсмена та його повернення до повноцінної тренувальної діяльності.

3.2. Електронеуроміографічні показники у групах різної статі спортсменів-стрибунів у воду

Великих фізичних навантажень під час тренувань у спортсменів складнокоординаційних видів спорту зазнає, зокрема, попереково-крижовий відділ хребта, результатом чого часто стають порушення функціонування та структурні зміни відповідних спинномозкових корінців і периферичних нервів, які спричиняють патологічні зміни і в м'язах кінцівок.

Таким чином, існує необхідність ранньої діагностики порушень функціонування рухової системи для проведення своєчасного лікування з метою збереження здоров'я спортсмена. Функціональний стан нервово-м'язового апарату спортсмена та його зміни у процесі адаптації до фізичного навантаження, які можуть слугувати моделлю для дослідження механізмів пластичності нервової та м'язової систем, можна оцінити за допомогою електронеуроміографічного методу (Бадалян, 1986; Команцев, 2006). Так, у спортсменів, що займаються різними видами спорту, визначали швидкість проведення нервового імпульсу (Pawlak, 2010; Лисенко, 2014), але недостатньо вивченими залишаються особливості цих показників, пов'язані зі статтю. Метою нашої роботи було детальне дослідження електронеуроміографічних показників у різних гендерних групах висококваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються у стрибках у воду.

У дослідженні брали участь 15 висококваліфікованих спортсменів (майстри спорту, майстри спорту міжнародного класу та заслужені майстри спорту) обох статей (7 чоловіків у віці від 17 до 27 років та 8 жінок – від 16 до 31 року). Було виділено дві групи спортсменів: у першій групі усі ЕНМГ-показники знаходилися в межах норми, а у другій (26 %, з них 13 % – жінки та 13% – чоловіки) спостерігалися відхилення показників від норми. Так, спостерігалось зменшення амплітуд Н-відповідей *m. soleus* ($1,4 \pm 0,7$ мВ), а також зниження величини співвідношення амплітуд $H_{\text{макс}}/M_{\text{макс}}$ ($21,5 \pm 4,2$ %) (табл. 3.2.1).

Отримані результати узгоджуються з даними інших авторів (Андриянова, 2006) та даними наших досліджень у групах спортсменів інших видів спорту (Колосова, 2015; Колосова, 2016). Можна припустити, що відхилення ЕНМГ-параметрів від норми спостерігалися внаслідок впливу на спинномозкові нерви крижового сплетення комплексу чинників – компресії, ішемії та гіпоксії, що мають місце при синдромі м'язової блокади міжхребцевих дисків.

Таблиця 3.2.1 – Електронеуроміографічні показники спортсменів, які спеціалізуються в стрибках у воду, в групах чоловіків та жінок (mean \pm se)

ЕНМГ-показники	Норма	Сторона тіла	Чоловіки n=7	Жінки n=8
П _Н , мА	<12	ПК	6,0 \pm 1,1	6,0 \pm 0,7
		ЛК	5,5 \pm 0,9	6,5 \pm 0,7
П _М , мА	<20	ПК	7,7 \pm 1,2	8,9 \pm 1,5
		ЛК	8,1 \pm 1,3	9,9 \pm 1,3
П _Н /П _М , ум. од.	<1	ПК	0,78 \pm 0,06	0,72 \pm 0,04
		ЛК	0,69 \pm 0,05	0,68 \pm 0,03
H _{макс} , мВ	3-12	ПК	7,1 \pm 1,5	5,6 \pm 0,6
		ЛК	7,2 \pm 1,4	5,8 \pm 0,5
M _{макс} , мВ	3-15	ПК	12,8 \pm 1,2	10,0 \pm 1,3
		ЛК	12,3 \pm 1,1	9,3 \pm 0,6*
H _{макс} /M _{макс} , %	40-100	ПК	63,4 \pm 6,8	71,7 \pm 8,2
		ЛК	63,2 \pm 6,8	69,9 \pm 6,3

* статистична значущість відмінностей між групами $p < 0,05$.

Для подальшого порівняльного аналізу спортсмени першої групи були розділені на групи чоловіків та жінок. Встановлено, що амплітуди М-відповідей з лівого боку тіла були статистично значуще вищими в групі чоловіків порівняно з групою жінок (табл. 3.2.1), що може бути пов'язано з більшим об'ємом м'язових волокон у м'язах нижніх кінцівок у чоловіків, ніж у жінок. Відомо, що фізичні тренування однакової спрямованості призводять до меншої функціональної гіпертрофії м'язів у жінок, ніж у чоловіків (Уилмор, 2001).

Виявлено, що значення ШПІ по сенсорних волокнах *n. medianus* у жінок та чоловіків з обох боків тіла були статистично значуще вищими, ніж по моторних волокнах (табл. 3.2.2). Такі відмінності можуть бути пов'язані з тим, що сенсорні волокна є більш мієлінізованими, ніж моторні (Бадалян, 1986; Команцев, 2006). Крім того, виявлено, що як у жінок, так і у чоловіків амплітуди м'язових відповідей на дистальну стимуляцію сенсорних волокон *n. medianus* з обох боків тіла були статистично значуще вищими, ніж амплітуди аналогічних відповідей на проксимальну стимуляцію. У жінок, крім цього, були значуще вищими також амплітуди м'язових відповідей на дистальну стимуляцію моторних волокон *n. medianus* (з правого боку), ніж на проксимальну. Показано також, що у жінок були значуще вищими, ніж у чоловіків, амплітуди відповідей на проксимальну та дистальну стимуляцію моторних волокон *n. medianus* (з правого боку), що може бути ознакою специфічної адаптації нервово-м'язового апарату спортсменів різної статі до фізичного навантаження (табл. 3.2.2).

Таблиця 3.2.2 – Амплітудні та швидкісні показники ($\text{mean} \pm \text{se}$) *n. medianus* у чоловіків та жінок

Показники	Сторона тіла	Чоловіки n=7	Жінки n=8
ШПІ _{med-морг} , М/с	ПК	57,0 ± 1,0	54,9 ± 1,3
	ЛК	63,7 ± 1,4	62,4 ± 1,0
ШПІ _{med-сенс} , М/с	ПК	58,9 ± 1,2	58,2 ± 1,5
	ЛК	66,9 ± 3,3	64,9 ± 3,0

Продовження таблиці 3.2.2

$A_{med-мот-прокс}$, мВ	ПК	$7,4 \pm 0,7$	$9,3 \pm 0,3^*$
	ЛК	$6,9 \pm 0,7$	$6,8 \pm 0,6$
$A_{med-мот-дист}$, мВ	ПК	$10,1 \pm 1,5$	$14,6 \pm 0,4^*$
	ЛК	$9,3 \pm 1,3$	$9,5 \pm 1,5$
$A_{med-сенс-прокс}$, мкВ	ПК	$29,9 \pm 4,7$	$27,8 \pm 3,1$
	ЛК	$28,0 \pm 3,5$	$32,5 \pm 4,7$
$A_{med-сенс-дист}$, мкВ	ПК	$60,6 \pm 7,2$	$65,4 \pm 6,7$
	ЛК	$68,0 \pm 7,4$	$60,1 \pm 10,1$

* статистична значущість відмінностей між групами $p < 0,05$.

Отже, виявлено певні особливості функціонування нервово-м'язового апарату кваліфікованих спортсменів. Отримані результати свідчать про значущість фактора статі для оцінки змін функціонального стану нервово-м'язового апарату спортсменів протягом адаптації до фізичного навантаження.

3.3. Оцінка функціонального стану нервово-м'язової системи у спортсменок волейбольної команди НУФВСУ

У дослідженнях брали участь 12 кваліфікованих спортсменок-юніорок, що спеціалізуються у волейболі (I дорослий розряд, КМС, середній спортивний стаж 7 років), у віці 17-20 років. Використовували методику Н-рефлексометрії камбалоподібного м'яза нижньої кінцівки.

Аналіз результатів показав, що у значної частини спортсменок спостерігалися відхилення ЕНМГ-показників від референтних значень. Порушення характеризувалися: 1) збільшенням порогів та латентностей Н-відповідей, зниженням амплітуд максимальних Н-відповідей і співвідношень амплітуд максимальних Н- і М-відповідей (такі зміни є ознакою сегментарної демієлінізації сенсорних волокон великогомілкового нерва) у 75,0 % осіб із групи; 2) збільшенням порогів та латентностей М-відповідей, зниженням амплітуд максимальних М-відповідей (ознака сегментарної демієлінізації моторних волокон) у 41,7 % осіб; 3) зміною форми Н-відповіді з дво-трифазної на поліфазну (ознака аксональної дегенерації сенсорних волокон)

у 25,0 % осіб; 4) зміною форми М-відповіді з дво-трьохфазної на поліфазну (ознака аксональної дегенерації моторних волокон великогомілкового нерва) у 16,7 % осіб із групи. При цьому у певної спортсменки спостерігалось від одного до чотирьох типів порушень. Односторонні аномалії було виявлено у 33,3 % спортсменок із групи, а двосторонні – у 41,7 %.

Наші результати загалом узгоджуються з літературними даними (Hangai, 2010), за якими 61,8% з групи студентів університетів, що займаються спортом (середній вік 18,4 років, спортивний стаж 4,3 роки), протягом життя відчували біль у нижній частині спини, при цьому 8,5 % з них, крім цього, відчували біль та втрату чутливості у нижніх кінцівках. Вочевидь, відхилення ЕНМГ-параметрів від норми виникали внаслідок впливу на нерви попереково-крижового відділу спинного мозку комплексу чинників – компресії, ішемії і гіпоксії. Порушення стосувалися переважно структур аферентної частини дуги моносинаптичного рефлексу, що є більш сприйнятливою до компресії, однак в деяких випадках еферентна частина теж зазнавала порушень. Патологічний процес, який є причиною виникнення такого синдрому, ймовірно, починається внаслідок невідповідності навантаження та фізичних можливостей стабілізуючих м'язів спини, зокрема міжхребцевих – міжпоперечних та міжкостистих. Потрібно відзначити, що у переважної більшості спортсменок з відхиленням ЕНМГ-показників від норми спостерігали біль та дискомфорт в нижній частині спини, пов'язаний із фізичним навантаженням.

Отримані результати підтверджують необхідність регулярної оцінки функціонального стану нервово-м'язової системи спортсменів, своєчасної реабілітації у випадку виявлення порушень, а також розробки та широкого використання профілактичного комплексу вправ, спрямованих на тренування глибоких м'язів спини.

Висновки до розділу 3

1. Встановлено, що у 28 % чоловічої та 11 % жіночої груп висококваліфікованих спортсменів, що спеціалізуються у боксі, є відхилення електронейроміографічних параметрів від референтних значень, а саме – зменшення амплітуд Н-відповідей та зниження величини співвідношення максимальних амплітуд Н- та М-відповідей *m. soleus*, що може слугувати ознакою компресії сенсорних волокон периферичних нервів.

2. Виявлено значну асиметрію величин корелятив м'язової сили – амплітуд М-відповідей камбалоподібного м'язу у 85 % чоловіків та 33 % жінок спортсменів-боксерів у групі осіб, електронейроміографічні показники яких знаходяться у межах норми. Це може бути ранньою ознакою реакції опорно-рухового апарату на дію неадекватного навантаження, що в подальшому збільшує ризик порушень функціонування нервово-м'язової системи.

3. Виявлено, що у більшості спортсменів-боксерів із чоловічої групи спостерігається відхилення показників концентрації іонів у плазмі крові від нормальних – зниження концентрації кальцію (у 100 % з групи) та підвищення концентрації хлору (у 86 % з групи), що свідчить про ризик дегідратації організму спортсменів, а також можливий дефіцит магнію та вітаміну D. Існує необхідність у корекції раціону з метою відновлення балансу мінеральних речовин в організмі спортсменів.

4. Показано, що у спортсменів-боксерів не спостерігається статистично значущих гендерних відмінностей електронейроміографічних показників, на відміну від спортсменів інших видів спорту (біатлоністів та веслувальників на байдарках і каное). Це може свідчити про подібність величин об'єму м'язових волокон (площі їх поперечного перерізу, а також довжини) у чоловіків та жінок, що є відображенням специфічної адаптації до фізичного навантаження у боксі.

5. Показано, що у 26 % спортсменів-стрибунів у воду спостерігалися відхилення ЕНМГ-показників від норми, що може бути діагностичною

ознакою синдрому м'язової блокади міжхребцевих дисків, викликаного дією неадекватного навантаження на хребет.

6. Виявлено, що у спортсменів-стрибунів у воду (як у групах чоловіків, так і жінок) з обох боків тіла значення швидкості проведення імпульсу по сенсорних волокнах *n. medianus* були значуще вищими, ніж по моторних; амплітуди м'язових відповідей на дистальну стимуляцію сенсорних волокон *n. medianus* були вищими, ніж відповідей на проксимальну стимуляцію.

7. Встановлено також певні статеві відмінності ЕНМГ-показників для групи спортсменів-стрибунів у воду. Так, амплітуди М-відповідей *m. soleus* були статистично значуще вищими в групі чоловіків у порівнянні з групою жінок, що пов'язано із суттєво більшим об'ємом м'язових волокон у м'язах нижніх кінцівок у чоловіків, ніж у жінок. Виявлено також, що амплітуди м'язових відповідей на проксимальну та дистальну стимуляцію моторних волокон *n. medianus* були значуще вищими у жінок, ніж у чоловіків.

8. Встановлено, що у значної частини досліджуваних спортсменок-учасниць університетської волейбольної команди спостерігаються відхилення ЕНМГ-параметрів від норми, що може бути діагностичною ознакою синдрому компресії спинномозкових нервів крижового сплетіння, викликаного впливом неадекватного навантаження на поперековий відділ хребта.

Список використаних джерел до розділу 3

Андріянова ЕЮ, Городничев РМ. Электронейромиографические показатели и механизмы развития пояснично-крестцового остеохондроза. Великие Луки; 2006. 119 с.

Бадалян ЛО, Скворцов ИА. Клиническая электромиография. Москва: Медицина, М., 1986. 368 с.

Волков НИ, Несен ЄН, Осипенко АА, Корсун СН. Биохимия мышечной деятельности. К.:Олимпийская литература; 2000. 504 с.

Кишкун АА. Клиническая лабораторная диагностика: учебное пособие. М:ГЭОТАР-Медиа. 2010:976 с.

Колосова ЕВ, Халявка ТА. Электронейромиографическая характеристика квалифицированных спортсменов, специализирующихся в циклических и сложнокоординационных видах спорта. *Știința Culturii Fizice*. 2015a;24(4):74-9.

Колосова ЕВ, Халявка ТА. Электронейромиографическая характеристика высококвалифицированных спортсменов-биатлонистов различных гендерных групп. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2015b;(3):225-29.

Колосова ЕВ, Халявка ТА, Лысенко ЕН. Электронейромиографические корреляты синдрома мышечной блокады межпозвонковых дисков у квалифицированных спортсменов. *Спортивная медицина*. 2016;(1):51-6.

Колосова ОВ, Халявка О.В. Кореляція антропометричних та електронейроміографічних показників у осіб, тренуваних до фізичного навантаження. *Вісник Одеського національного університету імені І. І. Мечникова. Біологія*. 2018;2(43):125-38.

Команцев ВН. Методические основы клинической электронейромиографии. Руководство для врачей: Санкт-Петербург. 2006. 349 с.

Лисенко ОМ, Колосова ОВ, Халявка ТО. Оцінка функціонального стану нервово-м'язової системи за допомогою методу стимуляційної електроміографії. *Фізіологічний журнал*. 2014;60(3-додаток):169-70.

Меерсон ФЗ, Пшенникова МГ. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. М.:Медицина; 1988. 254 с.

Уиллмор ДХ, Костилл ДЛ. Физиология спорта. К.:Олимпийская литература; 2001. 503 с.

Chaabène H, Tabben M, Mkaouer B, Franchini E, Negra Y, Hammami M, et al. Amateur boxing: physical and physiological attributes. *Sports Med.* 2015;45(3):337-52.

Dornowski M, Kolosova YV, Gorkovenko AV. Gender and Age-Related Peculiarities of the H-Reflex Indices in Sportsmen. *Neurophysiology.* 2017;49(6):458-61.

Drid P, Drapsin M, Trivic T, Lukač D, Obadov S, Milosevic Z. Asymmetry of muscle strength in elite athletes. *Biomedical Human Kinetics.* 2009;(1):3-5.

Dyson R, Smith M, Martin C, Fenn L. Muscular recruitment during rear hand punches delivered at maximal force and speed by amateur boxers. XXV ISBS Symposium. Brazil (Ouro Preto). 2007:591-94.

Hangai M, Kaneoka K, Okubo Y, Miyakawa S, Hinotsu S, Mukai N, Sakane M, Ochiai N. Relationship between low back pain and competitive sports activities during youth. *Am J Sports Med.* 2010;38(4):791-6.

Kolosova OV, Gorkovenko AV. Gender and age peculiarities of electromyographic indices in qualified rowing athletes. Program No. 497.04. 2018 Neuroscience Meeting Planner. San Diego, CA: Society for Neuroscience. 2018.

Pawlak M, Kaczmarek D. Field hockey players have different values of ulnar and tibial motor nerve conduction velocity than soccer and tennis players. *Arch. Ital. Biol.* 2010;148(4):365-76.

Schantz P, Randall-Fox E, Hutchison W, Tyden A, Astrand P-O. Muscle fibre type distribution, muscle cross-sectional area and maximal voluntary strength in humans. *Acta Physiologica Scandinavica.* 1983;(117):219-26.

Valentino B, Esposito LC, Fabozzo A. Electromyographic activity of a muscular group in movements specific to boxing. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 1990;30(2):160-2.

Zhang RH, Kang ZX. Women boxing athletes' EMG of upper limbs and lumbar muscles in the training of air striking of straight punch. *Chinese Journal of Applied Physiology.* 2011;27(2):253-6.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА РИЗИКУ ТРАВМАТИЗМУ СПОРТСМЕНІВ ЗА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

4.1. Стан психофізіологічних функцій кваліфікованих спортсменів у видах спорту з різним ступенем екстремальності

Зростання напруженості спортивного тренування виводить на перший план встановлення фізіологічних, психологічних і психофізіологічних факторів, що забезпечують ефективність діяльності і є основою стійкого функціонального стану та здоров'я спортсмена. У сучасному спорті високий рівень фізичної працездатності спортсмена обумовлюється функціональними властивостями і станом усіх систем організму (Солодков, 2001; Макаренко, 2011; Kenney, 2015; Machado, 2015; Шинкарук, 2017). Особливого значення набувають оцінювання функціонального стану центральної нервової системи у взаємозв'язку з індивідуально-типологічними характеристиками спортсменів, визначення індивідуальних психологічних детермінант стресостійкості (Лысенко, 2015; Шинкарук, 2017; Fedorchuk, 2018b; Fedorchuk, 2019; Tukaiev, 2020). Разом з тим, з кожним роком зі зростанням вимог до спортсменів збільшується потенційний ризик отримання травм, тому наразі одне з основних завдань спортивних медиків, психологів, фізіологів, особливо у спорті вищих досягнень, – зниження травматизму в спорті (Renstrom, 2002; Самойлов, 2007).

Аналіз наукової літератури дозволяє стверджувати, що на сьогодні проблема індивідуалізації підготовки спортсменів є однією з актуальних і вимагає постійного дослідження. Більшість науковців наголошують на важливості контролю за станом організму спортсменів для оцінювання їх готовності до виконання напружених фізичних навантажень у спорті вищих досягнень, ефективності функціонування різних фізіологічних систем для оптимізації структури підготовленості спортсменів, моніторингу їх

психічного стану тощо (Платонов, 2013; Kenney, 2015; Machado, 2015; Tukaiev, 2020).

Дані багатьох дослідників у галузі спорту вищих досягнень свідчать про важливість оцінювання функціонального стану нервової і м'язової систем та прогнозування ризику травматизму спортсменів для оцінки готовності до виконання значних навантажень, ступеня мобілізації і використання резервних можливостей організму (Платонов, 2013; Kenney, 2015; Kolosova, 2019).

Підвищення спеціальної фізичної працездатності спортсменів ґрунтується на збільшенні об'єму та інтенсивності тренувальних і змагальних навантажень, при цьому відзначається зростання спортивного травматизму. Багато дослідників звертають увагу на негативні наслідки стресу, викликаного професійною та спортивною діяльністю (Khan, 2013; Fedorchuk, 2019; Tukaiev, 2020). Рівень стресу може впливати на частоту травм у спортсменів (Renstrom, 2002).

Роль психофізіологічних показників підвищується зі зростанням спортивної кваліфікації, деякі з них можуть використовуватися як модельні характеристики для прогнозування надійності спортсмена: властивості нервової системи, деякі анатомо-морфологічні та психофізіологічні показники (характерологічні якості, пам'ять, мислення, швидкість переробки інформації, показники сенсомоторики та ін.) (Василюк, 2016). Головною умовою надійності майбутніх спортивних виступів спортсмена або команди вбачається готовність діяти ефективно в екстремальних умовах (Василюк, 2016).

Спортивна діяльність у цілому в сучасному спорті здійснюється в екстремальних умовах. Особливо зростає психічне напруження в період змагань, де виникає велика кількість екстремальних і надекстремальних ситуацій (Самойлов, 2007).

Більшість авторів до суто екстремальних видів спорту відносять альпінізм, скейтбординг, сноубординг, парашутизм, скелелазіння,

спелеотуризм, роуп-джампінг та ін. (Pedersen, 1997; Самойлов, 2007; Thorpe, 2007; Breivik, 2010; Brymer, 2010; Tukaiev, 2020). Безумовно, екстремальні види спорту часто пов'язані з балансуванням на межі життєвих можливостей, що значно підвищує ризик травмування порівняно з іншими видами спорту і не може не викликати появу стресу. Отже, у спортсменів з високим ступенем екстремальності спортивної діяльності виникає необхідність вироблення стійкості до стресу (Makarowski, 2016; Тукаев, 2017; Tukaiev, 2020), що висуває особливі вимоги як до психофізіологічного відбору спортсменів, так і до психологічної підготовки в таких видах спорту.

Виявлено індивідуально-психологічні детермінанти, пов'язані зі стресостійкістю спортсменів, що спеціалізуються в екстремальних видах спорту (Тукаев, 2017; Tukaiev, 2020). Результати дослідження свідчать про те, що структура стресостійкості спортсменів екстремальних видів спорту збалансована і в ній присутні системні вольові якості (сила, стабільність), властивості саморегуляції поведінки (самооцінка) й особливості нервової системи, що характеризують сприйнятливність до зовнішніх подій (емоційна стійкість або нейротизм) (Тукаев, 2017).

Детермінанти стресостійкості для спортсменів неекстремальних видів спорту були дещо відмінні: зокрема, важливу роль відігравав самоконтроль, який у спортсменів екстремальних видів спорту не виявив очікуваного суттєвого впливу на рівень стресостійкості, на відміну від самооцінки, яка не визначала формування стресостійкості у спортсменів неекстремальних видів спорту (Тукаев, 2017).

Психологічна підготовка спортсмена, на думку М. Г. Самойлова, має проводитися з урахуванням як специфіки спортивної діяльності, так і дії екстремальних ситуацій (Самойлов, 2007). За інтенсивністю впливу екстремальних чинників на спортсмена всі види спорту, за класифікацією М. Г. Самойлова, розподілено таким чином: до першої групи належать бадмінтон, різні види стрільби, теніс настільний, армспорт, більярдний спорт, городковий спорт, гольф, кеглі, радіоспорт, шашки та шахи; до другої групи

– ігрові види спорту, велосипедний спорт (трек, шосе), єдиноборства, зимові і водні види спорту, гімнастика, акробатика, стрибки у воду і на батуті, легка та важка атлетика; до третьої групи – автомобільний, мотоциклетний, дельтапланерний, підводний, гірськолижний і парашутний спорт, а також скелелазіння й альпінізм (Самойлов, 2007).

Спортсмени третьої групи, за класифікацією М. Г. Самойлова, які займаються спортом під впливом таких чинників, як несподіваність появи і некерованість екстремальною ситуацією, підвищений ступінь ризику, загроза здоров'ю та життю, витримують значно сильніші екстремальні дії, ніж спортсмени перших двох груп за рівнем екстремальності (Самойлов, 2007).

Таким чином, наразі необхідним є пошук принципово нових шляхів для одночасного вирішення проблеми досягнення найвищих рівнів спеціальної фізичної працездатності і проблеми збереження здоров'я спортсменів. Важливим кроком на цьому шляху є постійний контроль стану психофізіологічних функцій для прогнозування ризику травматизму спортсменів, психологічна підготовка з метою збереження здоров'я спортсмена та надання йому можливості якнайдовше продовжувати активне спортивне життя. Метою дослідження було порівняння стану психофізіологічних функцій спортсменів високої кваліфікації, які спеціалізуються у видах спорту з різним ступенем екстремальності.

У дослідженні як обстежувані брали участь 18 спортсменів високого класу (кандидати в майстри спорту (КМС), майстри спорту (МС), майстри спорту міжнародного класу (МСМК), заслужені майстри спорту (ЗМС)) віком 15-42 років, вид спорту – сноубординг, гірськолижний спорт, лижні перегони. Дослідження проводили на базі Науково-дослідного інституту НУФВСУ. Для визначення стану психофізіологічних функцій спортсменів, максимального темпу руху кисті (за методикою тепінг-тесту) використовували діагностичний комплекс «Діагност-1» (Макаренко, 2014).

До групи обстежених увійшли кваліфіковані спортсмени, які займаються лижними видами спорту, що характеризуються переважанням

динамічної швидкісної роботи та високим ступенем вірогідності травматизації. Ці види спорту висувають особливі вимоги насамперед до центральної нервової системи (ЦНС) спортсменів. Ступінь екстремальності спортивної діяльності у сноубордингу і гірських лижах, безумовно, значно вищий, ніж у лижних перегонах (Самойлов, 2007). Тому обстежені спортсмени були розподілені на дві групи: I – сноубордисти та гірськолижники (n=8) і II – спортсмени, які спеціалізувалися у лижних перегонах (n=10). За віком і спортивним стажем виділені групи спортсменів не відрізнялися (табл. 4.1.1).

Таблиця 4.1.1 – Показники динамічної м'язової витривалості за тепінг-тестом в обстежених спортсменів (n=18), Me [25 %, 75 %]

Показник	I група n=8	II група n=10
Показник динамічної м'язової витривалості руху кисті домінантної руки, кількість натискань	421,50 [384,50; 436,00]*	382,00 [363,00; 400,00]
Показник динамічної м'язової витривалості руху кисті субдомінантної руки, кількість натискань	357,00 [329,00; 400,00]	329,50 [310,00; 358,00]
Показник асиметрії	1,15 [1,10; 1,19]	1,17 [1,11; 1,17]
Вік, роки	20,00 [17,00; 24,00]	20,50 [19,00; 28,00]
Спеціальний спортивний стаж, роки	10,50 [8,50; 15,00]	11,00 [10,00; 18,00]
Загальний спортивний стаж, роки	12,50 [11,00; 20,00]	12,00 [10,00; 18,00]

* $p < 0,05$ – значуща різниця між I і II групами за тестом Манна – Уїтні

Відповідно до мети роботи у спортсменів досліджували латентні періоди простої зорово-моторної реакції, простої і складної реакції вибору, ефективність сенсомоторної діяльності (визначалася за часом мінімальної експозиції сигналів у режимі зворотного зв'язку), динамічність нервових процесів (визначалася за часом виходу на мінімальну експозицію в режимі зворотного зв'язку), точність реакції на рухомий об'єкт (РРО) та

співвідношення реакцій випередження і запізнювання, динамічну м'язову витривалість правої та лівої кистей (за показниками тепінг-тесту), а також основні властивості нервової системи, а саме функціональну рухливість нервових процесів (ФРНП) і силу нервових процесів (СНП).

За результатами проведених досліджень виділені групи спортсменів за тестом Манна – Уїтні значуще не відрізнялись як за показниками ФРНП, ефективності сенсомоторної діяльності, динамічності нервових процесів, так і за латентними періодами простої зорово-моторної реакції, простої і складної реакції вибору (табл. 4.1.2).

Встановлено відмінності між виділеними групами спортсменів за показником СНП у режимі нав'язаного ритму (табл. 4.1.2) при високій швидкості пред'явлення і переробки подразників – 140 сигн/хв ($p < 0,05$). За іншими вимірюваними показниками СНП відмінності між виділеними групами спортсменів не набули рівня значущості. Але, як видно з даних таблиці 4.1.2, у сноубордистів і гірськолижників простежується тенденція до більш високих результатів за показниками СНП.

Загалом, у спортсменів I групи виявлено превалювання респондентів з більш високими показниками сили нервових процесів у режимі зворотного зв'язку (відповідають середньому рівню), що свідчить про більш високу сенсомоторну витривалість, вищу працездатність головного мозку під час тривалих сенсомоторних навантажень.

Таблиця 4.1.2 – Показники стану психофізіологічних функцій обстежених спортсменів (n=18), Me [25 %, 75 %]

Показник	I група n=8	II група n=10
Латентний період простої зорово-моторної реакції, мс	236,60 [231,10; 268,67]	252,84 [241,73; 299,77]
Моторний компонент простої зорово-моторної реакції, мс	84,67 [67,57; 105,39]	102,02 [84,57; 121,67]
Латентний період простої реакції вибору одного сигналу з трьох (РВ 1-3), мс	353,67 [344,56; 359,61]	392,00 [312,33; 442,56]

Продовження таблиці 4.1.2

Моторний компонент РВ 1-3, мс	101,60 [89,78; 121,37]	125,52 [102,56; 141,00]
Час центральної обробки інформації РВ 1-3, мс	115,41 [94,33; 131,44]	110,84 [82,86; 133,91]
Латентний період складної реакції вибору двох сигналів з трьох (РВ 2-3), мс	411,67 [393,87; 428,61]	419,00 [400,00; 447,61]
Моторний компонент РВ 2-3, мс	97,81 [89,43; 128,06]	138,36 [97,50; 164,18]
Час центральної обробки інформації РВ 2-3, мс	163,76 [125,53; 206,22]	170,68 [163,38; 183,08]
Показник сили нервових процесів (тест 5 хв), загальна кількість оброблених сигналів	638,50 [609,50; 658,50]	618,50 [543,00; 671,00]
Показник функціональної рухливості нервових процесів (тест 5 хв), с	67,56 [65,84; 68,27]	67,24 [63,60; 69,11]
Показник функціональної рухливості нервових процесів (режим нав'язаного ритму), сигн/хв	100,00 [95,00; 110,00]	90,00 [80,00; 110,00]
Показник сили нервових процесів (режим нав'язаного ритму), % помилок	15,34 [12,53; 19,34]	20,87 [15,67; 26,24]
Кількість помилок (режим нав'язаного ритму), швидкість пред'явлення і переробки подразників 140 сигн/хв	20,00 [16,50; 28,00]*	29,00 [23,00; 35,00]
Точність реакції на рухомий об'єкт, кількість точних влучень	14,00 [13,00; 18,50]	13,50 [12,00; 17,00]
Сумарне відхилення в реакції на рухомий об'єкт, мс	1981,00 [1554,00; 2108,00]	2074,00 [1766,00; 2904,00]
Сумарне випередження в реакції на рухомий об'єкт, мс	879,00 [640,00; 1170,00]*	1291,00 [892,00; 1604,00]
Сумарне запізнювання в реакції на рухомий об'єкт, мс	1003,00 [817,00; 1087,00]	778,00 [542,00; 1300,00]
Співвідношення сумарного випередження і сумарного запізнювання в реакції на рухомий об'єкт	0,87 [0,62; 1,28]*	1,59 [1,18; 2,26]
Середнє відхилення в реакції на рухомий об'єкт, мс	22,00 [17,25; 23,40]	23,05 [19,60; 32,30]

Продовження таблиці 4.1.2

Середнє випередження в реакції на рухомий об'єкт, мс	25,80 [21,40; 27,85]	29,55 [22,90; 37,90]
Середнє запізнювання в реакції на рухомий об'єкт, мс	24,85 [22,75; 26,70]	26,90 [17,00; 31,80]
Співвідношення середнього випередження і середнього запізнювання в реакції на рухомий об'єкт, мс	1,00 [0,92; 1,11]*	1,22 [1,04; 1,53]

* $p < 0,05$ – значуща різниця між I і II групами за тестом Манна – Уїтні

Серед спортсменів II групи виявлено переважання респондентів з низькою і середньою силою нервових процесів у режимі зворотного зв'язку. Слід зазначити, що латентні періоди складної реакції вибору можуть розглядатися як додаткові показники сили і функціональної рухливості нервових процесів (Макаренко, 2014). Хоча відмінності між групами спортсменів у даному випадку не набули рівня значущості, можна відзначити тенденцію до зменшення латентного періоду складної реакції вибору у спортсменів I групи, що додатково може свідчити про більш високий розвиток сенсомоторної витривалості у спортсменів I групи порівняно з II групою (табл. 4.1.2).

Однією з основних генетично обумовлених властивостей нервових процесів є функціональна рухливість (коефіцієнт Хольцингера для ФРНП – 0,61–0,86) (Макаренко, 2011). Відомо, що результативність у швидкісних, швидкісно-силових та деяких інших видах спорту залежить від швидкісних процесів у нервовій системі спортсменів (Солодков, 2001; Макаренко, 2011). За показниками ФРНП виділені групи не відрізнялися: переважна більшість спортсменів в обох групах характеризувалася середньою функціональною рухливістю нервових процесів (табл. 4.1.2).

Аналогічна ситуація склалася з показниками точності РРО: за кількістю точних влучень обстежені спортсмени не відрізнялися. Проте за іншими вимірюваними показниками РРО рівень функціонального стану ЦНС був

вищим у спортсменів I групи з більш високим ступенем екстремальності спортивної діяльності і ризиком травматизму (табл. 4.1.2).

Одним із показників функціонального стану організму, який характеризує здатність усіх ланок рухового аналізатора до швидкості та витривалості, динамічну м'язову витривалість, як зазначав М. В. Макаренко, є максимальний темп руху кисті за методикою тепінг-тесту (Макаренко, 2014). Методика тепінг-тесту досить відома і широко застосовується у сучасній психофізіології (Ильин, 2001; Макаренко, 2014). Виявлено зв'язки результативності максимального руху кисті з рівнем спортивної кваліфікації у представників швидкісно-витривалих видів спорту (Голяка, 2005). За показниками тепінг-тесту, асиметрія між правою та лівою руками у спортсменів I і II груп не відрізнялася. Для домінантної (правої) руки динамічна м'язова витривалість руху кисті була значуще більша у спортсменів I групи ($p < 0,05$). Виявлено тенденцію до збільшення динамічної м'язової витривалості руху кисті субдомінантної (лівої) руки у спортсменів I групи, але ці відмінності за тестом Манна – Уїтні не досягли рівня значущості. Загалом, отримані результати вказують на більш високий рівень динамічної м'язової витривалості у спортсменів I групи (табл. 4.1.1). Як було зазначено, в I групу потрапили спортсмени з більшим ступенем екстремальності спортивної діяльності – сноубордисти і гірськолижники.

За психофізіологічними показниками спортсмени з більш високим ступенем екстремальності спортивної діяльності і ризиком травматизму (I група) продемонстрували вищі результати, деякі відмінності досягли рівня значущості, що може свідчити насамперед про більший розвиток сенсомоторної витривалості, сили нервових процесів та динамічної м'язової витривалості у сноубордистів і гірськолижників. Рівень функціонального стану ЦНС за показниками РРО теж був вищим у сноубордистів і гірськолижників.

Відомо, що основні властивості нервової системи генетично обумовлені, але розвиваються й удосконалюються з віком (Куценко, 2000;

Лизогуб, 2002; Макаренко, 2011; Макарчук, 2011) і в процесі спортивної діяльності (Макаренко, 2005; Макаренко, 2011; Лысенко, 2015; Fedorchuk, 2018b). Не є винятком (за результатами проведеного дослідження) й екстремальні види спорту з високим ризиком травматизму, які теж загалом сприяють розвитку, вдосконаленню психофізіологічних функцій, що свідчить про позитивний вплив фізичних навантажень і занять різними видами спорту. Тобто отримані результати підтверджують і доповнюють відомі дані літератури (Макаренко, 2005; Макаренко, 2011; Лысенко, 2015; Fedorchuk, 2018).

Таким чином, більш високий психофізіологічний статус за показниками сили нервових процесів (як у режимі зворотного зв'язку, так і впродовж довготривалих сенсомоторних навантажень, у режимі нав'язаного ритму) та показниками реакції на рухомий об'єкт продемонстрували спортсмени з більш високим ступенем екстремальності спортивної діяльності і ризиком травматизму (сноубордисти і гірськолижники). Більш високий рівень динамічної м'язової витривалості за показниками тепінг-тесту виявлено також у сноубордистів і гірськолижників. Виявлені відмінності стану психофізіологічних функцій у спортсменів з різним ступенем екстремальності спортивної діяльності і рівнем ризику травматизму можуть мати прогностичну цінність і використовуватися для оптимізації спортивного удосконалення в даних видах спорту.

4.2. Психофізіологічні показники спортсменів-гандболістів з різним рівнем мотивації до досягнення успіху та уникнення невдач

Одним із методів попередження спортивних травм, досягнення оптимальних результатів у кожному виді спорту є рівень психічної підготовленості спортсмена. Проблема профілактики травм у спорті не втрачає своєї актуальності. На сьогодні прогнозування травм ґрунтується на аналізі особистісних характеристик (тривожність, самооцінка, мотивація досягнення, стратегії подолання стресових ситуацій) (Renstrom, 2002;

Fedorchuk, 2019). Питанням забезпечення оптимального психічного стану спортсменів з метою підвищення результативності тренувальної та змагальної діяльності присвячено цілий ряд досліджень (Уэйнберг, 1998; Яковлев, 2014; Платонов, 2015; Бочавер, 2016; Шинкарук, 2017; Fedorchuk, 2017; Fedorchuk, 2018a). Як фактори, що визначають психологічну адаптованість і успішність виступів спортсменів незалежно від спортивної спеціалізації, деякі автори виділяють: високу мотивацію досягнення, адаптивні здібності, інтернальний локус контролю, організованість, цілеспрямованість, наполегливість (Рудик, 1974; Уэйнберг, 1998; Кузьмин, 2011; Платонов, 2015; Clancy, 2016; Ponseti, 2019).

Мотивація досягнення є одним з основних чинників мобілізації спортсмена до щоденних фізичних і психічних навантажень в умовах напруженої спортивної діяльності. Вона багато в чому визначає успішність змагальної діяльності, особливо в спорті вищих досягнень (Рудик, 1974; Яковлев, 2014; Платонов, 2015). Наразі, існує три основні теорії мотивації досягнення, одна з них – теорія потреби досягнення, відповідно до якої кожній людині властиві два основних мотиви досягнення: досягнення успіху та уникнення невдач (Уэйнберг, 1998). У разі високої мотивації до здобуття успіху і незначної мотивації до уникнення невдач людям подобається оцінювати власні здібності і вони не переймаються думками про невдачу. І навпаки, людям з низькою мотивацією до здобуття успіху й високою до уникнення невдач властиві страх невдачі, постійні думки про можливу поразку. Чіткого прогнозу для інших комбінацій цих мотивів теорія потреби досягнення не окреслює (Уэйнберг, 1998).

Значимість мотивації до досягнення успіху й уникнення невдач у спорті, особливо в спорті вищих досягнень, досліджували багато авторів (Уэйнберг, 1998; Lindahl, 2015; Clancy, 2016; Ponseti, 2019). Слід зазначити, що свого часу ще Д. Макклелланд встановив, що основні алгоритми поведінкового вирішення завдань із досягнення успіху формуються до тринадцяти років (Макклелланд, 2007). Разом з тим, мотивацію до

досягнення успіху можна розвинути і в зрілому віці (Макклелланд, 2007). Поведінка спортсменів, у яких переважає мотив уникнення невдач, має переважно оборонний характер, вони частіше захищаються і діють на контратаках: у спортивних іграх можна бачити, як добре підготовлена, але дуже честолюбна команда весь час веде контратакуючу гру, незважаючи на різні атакуючі варіанти (Сингер, 1980). Крім того, відзначено негативний вплив високої мотивації до уникнення невдач, захисту на частоту нещасних випадків порівняно з позитивним характером високої мотивації до досягнення успіху: люди з високим рівнем захисту, тобто страхом перед нещасними випадками, частіше потрапляють у подібні неприємності, ніж ті, в яких переважає висока мотивація до успіху (Макклелланд, 2007).

Одним із методів прогнозування надійності та успішності спортивної діяльності є моніторинг функціонального стану центральної нервової системи спортсменів у взаємозв'язку з їх індивідуально-типологічними характеристиками (Макаренко, 2004; Шинкарук, 2004; Лысенко, 2015). 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, електричній активності головного мозку та серцево-судинній системі, адаптації та стійкості емоційних станів, успішності навчання, спортивної та професійної діяльності (Макаренко, 2011; Макаренко, 2014). Так, за результатами останніх досліджень виявлено, що гравцям у гандбол з діаметрально різними показниками властивостей уваги, швидкості обробки інформації досить складно забезпечити якість технічної та тактичної взаємодії у мінливій ігровій ситуації, що може призвести до збільшення технічних і тактичних помилок та втрат м'яча (Gillard, 2019).

Метою дослідження було оцінювання стану психофізіологічних функцій спортсменів з різним рівнем мотивації до досягнення успіху й уникнення невдач. Дослідження проводили на базі Науково-дослідного інституту НУФВСУ та Олімпійського навчально-спортивного центру

«Конча-Заспа». У дослідженні брали участь 18 юніорів збірної команди України з гандболу (кандидати в майстри спорту (КМС)) віком 16-17 років, спортивний стаж – від 3 до 13 років. Для визначення психофізіологічних властивостей нервової системи спортсменів використовували діагностичний комплекс «Діагност-1» (Макаренко, 2014).

Комп'ютерна система психофізіологічної діагностики «Діагност-1» дозволяє визначати індивідуальні відмінності людини за властивостями основних нервових процесів (сила, рухливість, врівноваженість), індивідуальні відмінності сенсомоторного реагування на навантаження різного ступеня складності, а також індивідуальні відмінності динамічної м'язової витривалості. Суть цієї методики полягає у застосуванні певної послідовності тестів із навантаженням (базовий пакет – 8 тестів) та критеріїв оцінювання обробки інформації різного ступеня складності. Властивості нервових процесів визначають тип вищої нервової діяльності, який тісно пов'язаний з тим чи іншим типом темпераменту людини. Психофізіологічне дослідження з використанням комплексу «Діагност-1» дозволяє оцінити функціональний стан ЦНС спортсмена та його зміни на різних етапах тренувально-змагальної діяльності, у процесі адаптації до фізичних навантажень або реабілітації після травм, що робить можливим його широке застосування у галузях спортивної медицини, фізичної реабілітації, медицини праці тощо (Шинкарук, 2004; Шинкарук, 2009; Макаренко, 2014; Лысенко, 2015).

У цьому дослідженні аналізували показники сили нервових процесів (СНП) і функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП), ефективності сенсомоторної діяльності, динамічності нервових процесів, швидкість простої та складної сенсомоторної реакції вибору (відповідно, одного сигналу з трьох і двох сигналів із трьох), показники точності реакції на рухомий об'єкт (РРО) (результати при тестуванні домінантною рукою), сенсомоторної асиметрії і асиметрії динамічної м'язової витривалості правої і лівої кистей (тепінг-тест) та ін.

Для визначення рівня мотивації у спортсменів було використано тести: «Методика діагностики мотивації до досягнення успіху Т. Елерса» і «Методика діагностики мотиваційної спрямованості особистості на уникнення невдач Т. Елерса» (Комплекс для психологического тестирования «БОС-тест»; Ильин, 2004).

Методика діагностики мотивації до досягнення успіху Т. Елерса призначена для діагностики мотиваційної спрямованості особистості на досягнення успіху. Стимульний матеріал являє собою 41 твердження, на які респонденту необхідно дати один з двох варіантів відповідей: «так» або «ні». Тест належить до моношкальних методик. Відповіді підсумовуються по одному балу при збігу з ключем. Мотивація до досягнення успіху вважається занадто високою при числі балів, що більше або дорівнює 21; помірно високий рівень мотивації до досягнення успіху – 17–20 балів; середній рівень мотивації до досягнення успіху – 11-16 балів; низька мотивація до досягнення успіху – менше або дорівнює 10 балів (Комплекс для психологического тестирования «БОС-тест»; Ильин, 2004).

Методика діагностики мотивації до уникнення невдач Т. Елерса призначена для діагностики мотиваційної спрямованості особистості на уникнення невдач. Це особистісний опитувальник. Стимульний матеріал являє собою список слів, по 3 слова в кожному питанні. Респонденту необхідно вибрати тільки одне з трьох слів, яке найбільш точно його характеризує. Тест належить до моношкальних методик. Ступінь вираження мотивації до уникнення невдач, захисту оцінюється кількістю балів, які збігаються з ключем. Оцінка результатів, відповідно: від 2 до 10 балів – низька мотивація до уникнення невдач, захисту; від 11 до 16 балів – середній рівень мотивації до уникнення невдач, захисту; від 17 до 20 балів – високий рівень мотивації до уникнення невдач, захисту; понад 20 балів – занадто високий рівень мотивації до уникнення невдач, захисту (Комплекс для психологического тестирования «БОС-тест»; Ильин, 2004).

У цьому дослідженні було зроблено спробу виділити критерії оцінювання потенційних резервів спортсменів в ігрових видах спорту (на прикладі гандболу) шляхом аналізу взаємозв'язків психофізіологічних характеристик з рівнем мотивації до досягнення успіху й уникнення невдач. За результатами новітніх досліджень, знання індивідуальних особливостей гравців у гандбол дозволяє вибирати ігрові лінії, які найбільше відповідають психофізіологічним характеристикам спортсменів, що в цілому по команді дозволяє зменшити кількість втрат м'яча в умовах високого психоемоційного напруження матчу і збільшення фізичної втоми (Gillard, 2019).

За результатами досліджень, серед обстежених виявлено 83,3 % спортсменів з помірно високим і дуже високим рівнем мотивації до досягнення успіху і 16,7 % із середнім рівнем мотивації до досягнення успіху. З них 61,1 % спортсменів увійшли до I групи (11 гандболістів) – групи з переважанням мотивації до досягнення успіху. Серед спортсменів з невираженим мотиваційним полюсом було виділено дві групи. В одну з них потрапило 4 спортсмени (22,2 %). Вони характеризувалися як помірно високим / дуже високим рівнем мотивації до досягнення успіху, так і високим / дуже високим рівнем мотивації до уникнення невдач (II група). У III групі (3 спортсмени, 16,7 %) в обстежених як мотивація до досягнення успіху, так і мотивація до уникнення невдач не перевищували середнього рівня. Спортсменів з яскравим вираженням (переважанням) мотивації до уникнення невдач серед обстежених не виявлено. В цілому, серед обстежених виявлено 22,2 % спортсменів з високим і дуже високим рівнем мотивації до уникнення невдач, 55,6 % – із середнім рівнем мотивації до уникнення невдач, 22,2 % – з низькою мотивацією до уникнення невдач.

Загалом, отримані результати підтверджують дані літератури: мотив досягнення успіху у спортсменів (особливо високої кваліфікації) виражений значно сильніше, ніж мотив уникнення невдач (Рудик, 1974; Яковлев, 2014; Slancy, 2016). Це сприяє високій продуктивності і стійкості їх діяльності. Сильно виражена потреба в досягненні успіху породжує високу активність,

наполегливість і завзятість у досягненні поставлених цілей (Рудик, 1974; Яковлев, 2014).

За результатами психофізіологічних тестів виявлено відмінності за критерієм Манна – Уїтні між виділеними групами (табл. 4.2.1). Спортсмени I групи показали більш високий рівень показників сили нервових процесів у режимі зворотного зв'язку і функціональної рухливості нервових процесів у режимі нав'язаного ритму порівняно зі спортсменами II групи ($p < 0,05$).

У респондентів II групи виявлено більш низький рівень ФРНП у режимі нав'язаного ритму порівняно зі спортсменами I групи ($p < 0,05$) і більш низький рівень ФРНП у режимі зворотного зв'язку порівняно зі спортсменами III групи ($p < 0,05$).

При цьому спортсменам II групи був притаманний вищий рівень моторного компонента простої і складної реакції вибору, тобто у них виявилася більша швидкість реакції вибору (значущі різниці між I і II групами за тестом Манна – Уїтні, $p < 0,05$) (табл. 4.2.1).

Спортсмени I і III груп не відрізнялися за вимірюваними психофізіологічними показниками (табл. 4.2.1), що побічно підтверджує позитивну роль середнього рівня мотивації до уникнення невдач, про що свідчать багато авторів (Рудик, 1974; Уэйнберг, 1998; Яковлев, 2014).

Таблиця 4.2.1 – Психофізіологічні показники спортсменів ($n=18$) з різним рівнем мотивації до досягнення успіху та уникнення невдач, М [Min, Max]

Показник	I група n=11	II група n=4	III група n=3
Рівень мотивації до досягнення успіху, бали	20,27 [17,00; 24,00]	20,00 [18,00; 21,00]	15,00 [14,00; 16,00]
Рівень мотивації до уникнення невдач, бали	12,36 [8,00; 16,00]**	19,75 [19,00; 21,00]	11,67 [5,00; 16,00]
Моторний компонент простої реакції вибору, мс	111,48 [80,78; 155,75]*	79,01 [64,67; 110,13]	92,37 [80,22; 110,67]
Моторний компонент складної реакції вибору, мс	125,33 [89,23; 198,43]*	92,98 [71,00; 114,90]	97,79 [78,26; 110,86]

Продовження таблиці 4.2.1

Показник сили нервових процесів (тест 5 хв), загальна кількість подразників	606,18 [554,00; 696,00]*	557,00 [516,00; 588,00]	591,33 [568,00; 634,00]
Показник сили нервових процесів (тест 5 хв), кількість оброблених сигналів в інтервалі 90-120 с	63,45 [56,00; 80,00]*	55,50 [52,00; 59,00]	60,00 [55,00; 66,00]
Показник сили нервових процесів (тест 5 хв), кількість оброблених сигналів в інтервалі 120-150 с	65,72 [59,00; 80,00]*	53,50 [48,00; 61,00]	63,33 [58,00; 66,00]
Показник сили нервових процесів (тест 5 хв), кількість оброблених сигналів в інтервалі 150-180 с	65,18 [56,00; 82,00]*	58,25 [55,00; 62,00]	63,33 [59,00; 67,00]
Показник функціональної рухливості нервових процесів (тест 5 хв), с	69,74 [65,22; 75,74]	70,38 [67,89; 73,48]\$	67,16 [66,36; 67,63]
Показник функціональної рухливості нервових процесів (режим нав'язаного ритму), сигн/хв	95,45 [80,00; 120,00]*	77,50 [70,00; 90,00]	93,33 [80,00; 110,00]
Спеціальний спортивний стаж (гандбол), роки	8,45 [6,00; 11,00]	8,25 [7,00; 10,00]	7,00 [3,00; 10,00]
Загальний спортивний стаж, роки	10,82 [7,00; 13,00]	8,75 [7,00; 12,00]	7,67 [3,00; 10,00]

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ – значуща різниця між I і II групами за тестом Манна – Уїтні
 & $p < 0,05$ – значуща різниця між I і III групами за тестом Манна – Уїтні
 \$ $p < 0,05$ – значуща різниця між II і III групами за тестом Манна – Уїтні

Наявність у мотивації помірно вираженого прагнення до уникнення невдач спонукає спортсменів ретельно відпрацьовувати техніку вправ, продумувати і планувати тактику і стратегію змагальної поведінки, збирати інформацію про можливих (імовірних, передбачуваних) суперників, обумовлює дії спортсменів, спрямовані на попередження можливих невдач (проактивна діяльність) (Рудик, 1974; Яковлев, 2014).

Таким чином, за психофізіологічними показниками найбільше відрізнялися від інших виділених груп саме спортсмени II групи з високим та занадто високим рівнем захисту, тобто мотивацією до уникнення невдач, у поєднанні з помірно високим та занадто високим рівнем мотивації до досягнення успіху. Слід зазначити, що саме спортсмени цієї групи продемонстрували більш високий рівень травмування (50,0 %) порівняно зі

спортсменами I і II груп (відповідно 36,4 % та 33,3 %), що в цілому узгоджується з даними літератури і дещо доповнює їх. Дослідження Д. Макклелланда показали, що люди з високим рівнем захисту, тобто страхом перед нещасними випадками, частіше потрапляють у подібні неприємності, ніж ті, в яких переважає висока мотивація до успіху (Макклелланд, 2007).

Кореляційний аналіз отриманих даних показав, що в обстежених спортсменів спортивний стаж, за критерієм Spearman, був пов'язаний з моторним компонентом реакції вибору одного сигналу з трьох і показником сили нервових процесів (тест 5 хв) (відповідно $r = 0,53$, $p < 0,05$; $r = 0,48$, $p < 0,05$). Таким чином, збільшення спортивного стажу (а значить, підвищення спортивної майстерності спортсменів) було пов'язано зі зростанням сили нервових процесів, що підтверджує дані літератури (Макаренко, 2011). Збільшення моторного компонента реакції вибору з ускладненням умов тестування у більш досвідчених гравців можна інтерпретувати як результат дещо зниженої, недостатньої зацікавленості в результатах або більшою мірою втоми. Наразі, взаємозв'язків рівня мотивації зі спортивним стажем не виявлено.

Усі проведені дослідження дещо зменшують невизначеність у взаємозв'язках між мотивацією і психофізіологічним станом спортсменів в ігрових видах спорту на прикладі гандболу. Кореляційний аналіз отриманих даних за критерієм Spearman виявив наявність взаємозв'язків рівнів мотивації до досягнення успіху й уникнення невдач в обстежених спортсменів з показниками швидкості і точності сенсомоторних реакцій, сили нервових процесів (табл. 4.2.2).

Таблиця 4.2.2 – Кореляційні зв'язки (за Spearman) психологічних та психофізіологічних характеристик спортсменів-гандболістів (n=18), r_s

Показники	Кореляційні зв'язки, r_s
Рівень мотивації до досягнення успіху – показник сили нервових процесів (режим нав'язаного ритму), % помилок	-0,49*
Рівень мотивації до досягнення успіху – сумарне запізнювання в реакції на рухомий об'єкт (домінантна рука), мс	-0,48*
Рівень мотивації до уникнення невдач – моторний компонент реакції вибору одного сигналу з трьох, мс	-0,49*

* статистична значущість коефіцієнта кореляції $p < 0,05$

У цілому, чим вище була мотивація в обстежених спортсменів, тим вищий рівень психофізіологічних показників вони продемонстрували. Так, у разі більш високої мотивації до досягнення успіху спортсмени допускали менше помилок при тестуванні в режимі нав'язаного ритму (в разі тривалих сенсомоторних навантажень). Тобто більш високий рівень мотивації до досягнення успіху відповідав більш високому рівню сили нервових процесів, працездатності головного мозку (в режимі нав'язаного ритму). Крім того, більш високому рівню мотивації до досягнення успіху відповідало менше сумарне запізнювання за результатами кращої спроби в реакції на рухомий об'єкт, тобто дещо вища точність РРО (табл. 4.2.2).

Рівень мотивації до уникнення невдач, захисту в обстежених спортсменів асоціювався з моторним компонентом реакції вибору одного сигналу з трьох: чим вищою у спортсменів була швидкість реакції вибору (в даному випадку менший моторний компонент реакції), тим більшою виявилася мотивація до уникнення невдач (табл. 4.2.2).

Отже, специфічними психофізіологічними маркерами мотивації до досягнення успіху можна вважати показник сили нервових процесів у режимі нав'язаного ритму та один з показників точності реакції на рухомий об'єкт (сумарне запізнювання за результатами кращої спроби). Психофізіологічним маркером мотивації до уникнення невдач можна вважати швидкість

сенсомоторної реакції вибору (а саме моторний компонент реакції вибору). Рівні мотивації до досягнення успіху та уникнення невдач виявилися взаємопов'язаними з основними властивостями нервової системи, які генетично обумовлені та розвиваються і вдосконалюються як в онтогенезі, так і в процесі спортивної діяльності (Макаренко, 2011; Лысенко, 2015). Виявлені взаємозв'язки мотивації до досягнення успіху та уникнення невдач із психофізіологічними характеристиками спортсменів можуть мати прогностичну цінність та використовуватися для оптимізації спортивного вдосконалення молоді в даному виді спорту.

Таким чином, серед обстежених виявлено 83,3 % спортсменів з помірно високим і дуже високим рівнем мотивації до досягнення успіху і 16,7 % – із середнім рівнем мотивації до досягнення успіху. Виявлено 22,2 % спортсменів з високим і дуже високим рівнем мотивації до уникнення невдач, 55,6 % – із середнім рівнем мотивації до уникнення невдач, 22,2 % спортсменів – з низькою мотивацією до уникнення невдач. Більш високий рівень мотивації до досягнення успіху відповідав більш високому рівню сили нервових процесів, працездатності головного мозку (в режимі нав'язаного ритму) і більш високій точності в реакції на рухомий об'єкт (меншому сумарному запізнюванню за результатами кращої спроби). Рівень мотивації до уникнення невдач в обстежених спортсменів асоціювався з моторним компонентом реакції вибору одного сигналу з трьох: чим вищим у спортсменів був рівень захисту, тим більшою виявилася швидкість реакції вибору.

Спортсмени з високим та занадто високим рівнем захисту, тобто мотивацією до уникнення невдач, у поєднанні з помірно високим та занадто високим рівнем мотивації до досягнення успіху продемонстрували більш високий рівень травмування (50,0 %) порівняно з іншими спортсменами, у яких рівень травмування дорівнював 36,4 % та 33,3 %).

4.3. Стан психофізіологічних функцій і динамічна м'язова витривалість за показниками тепінг-тесту у спортсменок в ігрових видах спорту

Волейбол і гандбол – ігрові види спорту, які належать до ситуаційних видів та відзначаються високим рівнем травматизму. Дослідження особливостей формування нейродинамічних функцій, індивідуально-типологічних властивостей основних нервових процесів спортсменок ігрових видів спорту у взаємозв'язку з успішністю спортивної діяльності, рівнем адаптації до специфічних фізичних навантажень представляють не лише теоретичний інтерес, а й практичне значення (Ильин, 2001; Игнатъева, 2008; Шинкарук, 2009). Наразі, особливого значення набуває комплексне вивчення загальної та спеціальної підготовленості спортсменок ігрових видів спорту з урахуванням стану психофізіологічних функцій у передзмагальному періоді для розроблення практичних рекомендацій до підвищення ефективності змагальної діяльності.

Встановлено, що результативність змагальної діяльності в ігрових видах спорту залежить від функціональних можливостей та психофізіологічного стану спортсменок, а також біологічних особливостей жіночого організму – гормональних циклічних змін функцій усіх його систем (Шахлина, 2001; Игнатъева, 2008). Результативність в ігрових видах спорту залежить, передусім, від швидкісних процесів у нервовій системі спортсменів (Солодков, 2001; Лизогуб, 2002; Макаренко, 2011). Разом із тим відомо, що розвиток властивостей основних нервових процесів відповідає характеру фізичних навантажень (Макаренко, 2005; Коробейников, 2011; Лысенко, 2015; Fedorchuk, 2018b). Метою дослідження було порівняння стану психофізіологічних функцій і динамічної м'язової витривалості руху кисті спортсменок у різних ігрових видах спорту (волейбол і гандбол).

Дослідження проводили на базі Науково-дослідного інституту НУФВСУ та Олімпійського навчально-спортивного центру «Конча-Заспа». У дослідженні як обстежувані брали участь 31 спортсменка (I-II дорослий

розряд, кандидати в майстри спорту, майстри спорту) віком 16-21 рік, види спорту – волейбол, гандбол. Для визначення стану психофізіологічних функцій і динамічної м'язової витривалості руху кисті (за показниками тепінг-тесту) використовували діагностичний комплекс «Діагност-1» (Макаренко, 2014).

У групу обстежених увійшли спортсменки, які займаються ігровими видами спорту, що належать до ситуаційних та характеризуються переважанням динамічної швидко-силової роботи, високою емоційністю і травматичністю. Ці види спорту вимагають високої сили і рухливості нервових процесів, стійкості центральної нервової системи (ЦНС) до перешкод в умовах значної нервово-емоційної напруженості, творчих здібностей та особливих вимог до розумової працездатності, пам'яті й уваги (Солодков, 2001). Вважається, що особлива здатність до нестандартних ситуаційних навантажень притаманна спортсменам з холеричним і сангвінічним типами темпераменту (Солодков, 2001).

Відповідно до мети роботи у спортсменок досліджували латентні періоди простої зорово-моторної реакції, латентні періоди простої і складної реакції вибору, ефективність сенсомоторної діяльності (визначалася за часом мінімальної експозиції сигналів у режимі зворотного зв'язку), динамічність нервових процесів (визначалася за часом виходу на мінімальну експозицію в режимі зворотного зв'язку), точність реакції на рухомий об'єкт (РРО), кількість реакцій випередження і запізнювання та середнє відхилення у РРО, основні властивості нервової системи (у тому числі функціональна рухливість нервових процесів – ФРНП і сила нервових процесів – СНП).

Динамічну м'язову витривалість руху кисті спортсменок визначали за максимальним темпом руху кистей домінантної і субдомінантної рук упродовж 60 с за методикою тепінг-тесту (Макаренко, 2014).

Спортсменки були розподілені на дві групи: I – волейболістки (I–II дорослий розряд, кандидати в майстри спорту), віком 17-21 рік (n=16) і II – гандболістки (кандидати в майстри спорту, майстри спорту), віком 16-19

років ($n=15$), які не відрізнялися за спеціальним спортивним стажем (відповідно волейбол / гандбол). Загальний спортивний стаж (у різних видах спорту) в обстежених волейболісток був більшим ($p<0,05$): до I групи потрапили більш досвідчені спортсменки (табл. 4.3.1).

За результатами проведених досліджень виділені групи спортсменок за тестом Манна – Уїтні значуще не відрізнялися за переважною більшістю вимірюваних психофізіологічних показників, а саме: за латентними періодами та іншими показниками простої зорово-моторної реакції, простої і складної реакції вибору, за показниками ефективності сенсомоторної діяльності, динамічності нервових процесів, ФРНП і СНП у режимі зворотного зв'язку (табл. 4.3.1), а також за показником ФРНП у режимі нав'язаного ритму (табл. 4.3.2).

Таблиця 4.3.1 – Показники стану психофізіологічних функцій спортсменок ($n=31$), Me [25 %, 75 %]

Показник	I група, волейбол $n=16$	II група, гандбол $n=15$
Латентний період простої зорово-моторної реакції, мс	270,67 [258,06; 281,72]	272,50 [240,35; 285,73]
Латентний період простої реакції вибору (одного сигналу з трьох), мс	390,67 [368,89; 435,56]	391,89 [363,56; 458,56]
Латентний період складної реакції вибору (двох сигналів із трьох), мс	460,44 [442,12; 496,69]	476,24 [433,17; 507,32]
Показник сили нервових процесів (тест 5 хв), сигн.	575,00 [549,50; 616,00]	567,00 [529,00; 614,00]
Показник функціональної рухливості нервових процесів (тест 5 хв), с	70,87 [67,33; 73,02]	70,59 [66,36; 74,00]
Точність реакції на рухомий об'єкт, кількість точних влучень	11,00 [8,50; 14,50]	14,00 [12,00; 15,00]
Кількість реакцій випередження	42,00 [36,00; 46,00]*	37,00 [33,00; 40,00]
Кількість реакцій запізнювання	39,00 [32,50; 41,50]	39,00 [35,00; 43,00]
Середнє відхилення в реакції на рухомий об'єкт, мс	26,75 [22,90; 34,45]	23,60 [19,60; 25,80]
Середнє відхилення (реакції випередження), мс	32,35 [29,65; 40,50]*	26,90 [24,40; 37,10]
Середнє відхилення (реакції запізнювання), мс	28,35 [25,70; 33,45]	26,10 [21,00; 31,30]
Вік, роки	19,00 [17,50; 19,00]	18,00 [18,00; 19,00]
Спеціальний спортивний стаж (волейбол/гандбол), роки	7,00 [6,75; 9,00]	8,00 [6,00; 10,00]
Загальний спортивний стаж, роки	11,00 [8,50; 13,50]*	8,00 [6,00; 10,00]

* $p<0,05$ – значуща різниця між I і II групами за тестом Манна – Уїтні

Час виходу на мінімальну експозицію в режимі зворотного зв'язку, тобто час впрацювання, з ускладненням умов тестування збільшувався у спортсменок обох груп, але в групі гандболісток ці зміни були менш суттєві, що дозволяє зробити припущення про дещо вищу динамічність нервових процесів у зазначеній групі.

Таблиця 4.3.2 – Показники стану психофізіологічних функцій спортсменок (режим нав'язаного ритму) (n=24), Me [25 %, 75 %]

Показник	I група, волейбол n=16	II група, гандбол n=8
Показник функціональної рухливості нервових процесів, сигн/хв	90,00 [80,00; 100,00]	85,00 [75,00; 100,00]
Показник сили нервових процесів, % помилок	21,21 [19,34; 24,62]	22,15 [17,21; 28,96]
Кількість помилок, швидкість пред'явлення і переробки подразників 50 сигн/хв	0,00 [0,00; 0,00]*	1,00 [0,00; 1,00]
Кількість помилок, швидкість пред'явлення і переробки подразників 90 сигн/хв	2,50 [1,50; 4,00]*	5,50 [3,00; 7,00]
Вік, роки	19,00 [17,50; 19,00]	18,00 [17,00; 19,00]
Спеціальний спортивний стаж (волейбол/гандбол), роки	7,00 [6,75; 9,00]	8,00 [6,00; 8,00]
Загальний спортивний стаж, роки	11,00 [8,50; 13,50]*	8,00 [6,00; 8,00]

* $p < 0,05$ – значуща різниця між I і II групами за тестом Манна – Уїтні

Встановлено відмінності між виділеними групами спортсменок за деякими показниками СНП у режимі нав'язаного ритму ($p < 0,05$). Серед обстежених волейболісток і гандболісток виявлено переважання респонденток з низькою і нижче середньої силою нервових процесів за загальним відсотком помилок при тривалих сенсомоторних навантаженнях. Проте у волейболісток виявлено превалювання респонденток з більш високими показниками СНП при швидкості пред'явлення і переробки подразників 50 сигн/хв та 90 сигн/хв, що свідчить певною мірою про більш високу сенсомоторну витривалість, вищу працездатність головного мозку у спортсменок I групи (табл. 4.3.2), що, можливо, пояснюється більшим загальним спортивним стажем спортсменок цієї групи, хоча кореляційний аналіз отриманих даних виявив зв'язок сили нервових процесів (як у режимі

зворотного зв'язку, так і в режимі нав'язаного ритму) тільки з віком обстежених спортсменок (табл. 4.3.3, 4.3.4).

Для досягнення високих результатів у ігрових видах спорту велику роль відіграє функціональна рухливість нервових процесів (Солодков, 2001; Лизогуб, 2002; Макаренко, 2011). Це певною мірою підтвердив кореляційний аналіз отриманих даних (табл. 4.3.4): саме ФРНП за відповідним показником у режимі нав'язаного ритму асоціювалася зі спеціальним спортивним стажем спортсменок ($p < 0,05$). Проте в режимі зворотного зв'язку функціональна рухливість нервових процесів за відповідним показником (табл. 4.3.3) була пов'язана тільки з віком обстежених спортсменок ($p < 0,01$).

Таблиця 4.3.3 – Кореляційні зв'язки (за Spearman) психофізіологічних показників (режим зворотного зв'язку) з віком ($n=31$), r_s

Показники	Кореляційні зв'язки, r_s
Показник сили нервових процесів (тест 5 хв), загальна кількість оброблених сигналів	0,49**
Показник сили нервових процесів (тест 5 хв), кількість оброблених сигналів в інтервалі 30–60 с	0,43*
Показник сили нервових процесів (тест 5 хв), кількість оброблених сигналів в інтервалі 130–150 с	0,37*
Показник сили нервових процесів (тест 5 хв), кількість оброблених сигналів в інтервалі 180–210 с	0,43*
Показник сили нервових процесів (тест 5 хв), кількість оброблених сигналів в інтервалі 210–240 с	0,49**
Показник функціональної рухливості нервових процесів (тест 5 хв), с	-0,46**

* статистична значущість коефіцієнта кореляції $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Таблиця 4.3.4 – Кореляційні зв'язки (за Spearman) психофізіологічних показників (режим нав'язаного ритму) з віком, спортивним стажем ($n=24$), r_s

Показники	Кореляційні зв'язки, r_s	
	з віком	зі спеціальним спортивним стажем
Показник функціональної рухливості нервових процесів, сигн/хв	–	0,43*
Кількість помилок, швидкість пред'явлення і переробки подразників 90 сигн/хв	-0,44*	–
Кількість помилок, швидкість пред'явлення і переробки подразників 110 сигн/хв	-0,41*	–

* статистична значущість коефіцієнта кореляції $p < 0,05$

Відомо, що для ФРНП коефіцієнт Хольцингера (показник генетичної обумовленості) дорівнює 0,61–0,86 (Макаренко, 2011). Відсутність відмінностей за показниками ФРНП між виділеними групами спортсменок дає змогу припустити, що саме ця властивість ЦНС була тією основною професійно важливою якістю, за якою спортсменок було відібрано в обидві команди.

За отриманими результатами, переважна більшість спортсменок в обох групах характеризувалася середньою функціональною рухливістю нервових процесів як за показниками в режимі зворотного зв'язку, так і в режимі нав'язаного ритму. Зазвичай ФРНП та СНП у спортсменів досягає свого максимального розвитку в 20–25 років (Макаренко, 2011), що дає підстави сподіватися на подальший розвиток цих властивостей в обстежених спортсменок.

Слід зазначити, що латентні періоди складної реакції вибору можуть розглядатися як додаткові показники сили і функціональної рухливості нервових процесів (Макаренко, 2014). Несуттєві відмінності між групами спортсменок у даному випадку не набули рівня значущості (табл. 4.3.1).

Дещо подібна ситуація склалася з більшістю показників точності РРО: спортсменки за вимірюваними показниками майже не відрізнялися (табл. 4.3.1). Проте кількість реакцій випередження і середнє відхилення в реакціях випередження були більшими в групі волейболісток ($p < 0,05$). Тобто більш точними в реакції на рухомий об'єкт за кількістю реакцій випередження і середнім відхиленням у реакціях випередження виявилися обстежені гандболістки, що може бути пояснено вищою майстерністю спортсменок цієї групи (в команду гандболісток увійшли переважно майстри спорту та кандидати в майстри спорту).

Одним із показників функціонального стану організму, який характеризує здатність усіх ланок рухового аналізатора до швидкості та витривалості, як зазначав М. В. Макаренко (Макаренко, 2014), є максимальний темп руху кисті за методикою тепінг-тесту, який визначає

динамічну м'язову витривалість. Методика тепінг-тесту досить відома і широко застосовується у сучасній психофізіології (Ильин, 2001; Ильин, 2003; Макаренко, 2014). Виявлена тенденція до більшої динамічної м'язової витривалості руху кистей домінантної та субдомінантної рук у спортсменок-волейболісток, але ці відмінності за тестом Манна – Уїтні не досягли рівня значущості. Асиметрія за показниками тепінг-тесту між правою та лівою руками в обстежених спортсменок не відрізнялася (табл. 4.3.5).

Загалом, удосконалення спеціальної підготовленості обстежених спортсменок було пов'язане насамперед з розвитком функціональної рухливості нервових процесів та точності реакції на рухомий об'єкт. З віком були пов'язані показники СНП та ФРНП (табл. 4.3.3, 4.3.4), що підтверджує результати інших дослідників. Як було зазначено вище, основні властивості нервової системи генетично обумовлені, але розвиваються й удосконалюються як в онтогенезі (Куценко, 2000; Ильин, 2001; Макаренко, 2011; Макаруч, 2011), так і в процесі спортивної діяльності (Макаренко, 2005; Fedorchuk, 2018b; Shynkaruk, 2019; Fedorchuk, 2020).

Таблиця 4.3.5 – Показники динамічної м'язової витривалості (тепінг-тест) спортсменок (n=24), Me [25 %, 75 %]

Показник	I група, волейбол n=16	II група, гандбол n=8
Показник динамічної м'язової витривалості руху кисті домінантної руки (тепінг-тест), кількість натискань	387,00 [365,00; 401,00]	370,50 [357,50; 378,50]
Показник динамічної м'язової витривалості руху кисті субдомінантної руки (тепінг-тест), кількість натискань	329,00 [317,50; 357,00]	316,50 [310,50; 328,50]
Показник асиметрії (тепінг-тест)	16,50 [13,00; 23,50]	17,50 [13,50; 20,50]

За результатами дослідження, ігрові види спорту сприяють розвитку, вдосконаленню однієї з основних властивостей ЦНС, зокрема функціональної рухливості нервових процесів, що цілком узгоджується з

відомими даними літератури про вплив фізичних навантажень і занять різними видами спорту на формування і стан цих властивостей (Ильин, 2003; Коробейников, 2011; Макаренко, 2011; Лысенко, 2015).

Таким чином, удосконалення спеціальної підготовленості обстежених спортсменок було пов'язане насамперед з розвитком функціональної рухливості нервових процесів та точності реакції на рухомий об'єкт. Виявлено кореляційний зв'язок функціональної рухливості нервових процесів (у режимі нав'язаного ритму) зі спеціальним спортивним стажем спортсменок. За рівнем функціональної рухливості нервових процесів обстежені спортсменки не відрізнялися. Більш точними в реакції на рухомий об'єкт за кількістю реакцій випередження і середнім відхиленням у реакціях випередження виявилися обстежені гандболістки (спортсменки з вищим рівнем спортивної майстерності). Більш високий психофізіологічний статус за показниками сили нервових процесів упродовж довготривалих сенсомоторних навантажень (у режимі нав'язаного ритму) продемонстрували волейболістки (спортсменки з більшим стажем спортивного тренування).

Висновки до розділу 4

1. Спортсмени з більш високим ступенем екстремальності спортивної діяльності і ризиком травматизму (сноубордисти і гірськолижники) продемонстрували більш високий психофізіологічний статус за показниками сили нервових процесів та реакції на рухомий об'єкт, ніж спортсмени з меншим ризиком травматизму (лижні перегони). Більш високий рівень динамічної м'язової витривалості за показниками тепінг-тесту виявлено у сноубордистів і гірськолижників. Відмінності стану психофізіологічних функцій у спортсменів з різним ступенем екстремальності спортивної діяльності і рівнем ризику травматизму можуть мати прогностичну цінність і використовуватися для оптимізації спортивного удосконалення в даних видах спорту.

2. Серед обстежених юніорів збірної команди України з гандболу виявлено 83,3 % спортсменів з помірно високим і дуже високим рівнем мотивації до досягнення успіху та 16,7 % – із середнім рівнем мотивації до досягнення успіху. Виявлено 22,2 % спортсменів з високим і дуже високим рівнем мотивації уникнення невдач, 55,6 % – із середнім рівнем мотивації до уникнення невдач, 22,2 % – з низькою мотивацією до уникнення невдач. Спортсмени з високим та занадто високим рівнем захисту, тобто мотивацією до уникнення невдач, у поєднанні з помірно високим та занадто високим рівнем мотивації до досягнення успіху продемонстрували більш високий рівень травмування (50,0 %) порівняно з іншими спортсменами, у яких рівень травмування дорівнював 36,4 % та 33,3 %. Більш високий рівень мотивації до досягнення успіху відповідав більш високому рівню сили нервових процесів, працездатності головного мозку і більш високій точності в реакції на рухомий об'єкт. Рівень мотивації до уникнення невдач в обстежених спортсменів асоціювався з моторним компонентом реакції вибору одного сигналу з трьох: чим вищим був рівень захисту, тим більшою виявилася швидкість реакції вибору.

3. Удосконалення спеціальної підготовленості обстежених спортсменок в ігрових видах спорту (волейбол, гандбол) було пов'язане насамперед з розвитком функціональної рухливості нервових процесів та точності реакції на рухомий об'єкт. Виявлено кореляційний зв'язок функціональної рухливості нервових процесів зі спеціальним спортивним стажем спортсменок. За рівнем функціональної рухливості нервових процесів обстежені спортсменки не відрізнялися. Більш точними в реакції на рухомий об'єкт за кількістю реакцій випередження і середнім відхиленням у реакціях випередження виявилися обстежені гандболістки (спортсменки з вищим рівнем спортивної майстерності). Більш високий психофізіологічний статус за показниками сили нервових процесів упродовж довготривалих сенсомоторних навантажень продемонстрували волейболістки (спортсменки з більшим стажем спортивного тренування).

Список використаних джерел до розділу 4

Бочавер КА, Довжик ЛМ. Совладающее поведение в профессиональном спорте: феноменология и диагностика. Электронный журнал «Клиническая и специальная психология». 2016;5(1):1-18. doi: 10.17759/psyclin.2016050101

Василюк ВМ. Прогнозування змагальної діяльності студентів-спортсменів. Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини, 2016;9:83-91.

Голяка СК. Властивості нейродинамічних та психомоторних функцій у студентів різної спортивної кваліфікації: Автореф. дис. канд. біол. наук: 03.00.13; Львів, 2005. 18 с.

Игнатъева ВЯ. Гандбол: учебник. М., 2008. 384 с.

Ильин ЕП. Дифференциальная психофизиология. СПб.: Питер, 2001. 464 с.

Ильин ЕП. Психомоторная организация человека. СПб.: Питер, 2003. 384 с.

Ильин ЕП. Психология индивидуальных различий. СПб.: Питер, 2004. 701 с.

Комплекс для психологического тестирования «БОС-тест». Компания «Сиата» – Медицинская техника и оборудование. Режим доступа: <http://www.siata.net.ua/index.php/kompleks-dlya-psihiologicheskogo-estirovaniya-bos-test/>

Коробейников ГВ. Психофизиология деятельности человека: монографія. Saarbrucken: «LAP Lambert Academic Publishing», 2011. 126 с.

Кузьмин МА. Сравнение адаптированности спортсменов различных специализаций. Ученые записки университета имени ПФ Лесгафта. 2011;9(79):94-7.

Куценко ТВ. Стан психофізіологічних функцій у дітей молодшого шкільного віку: Автореф. дис. канд. біол. наук: 03.00.13; К., 2000. 18 с.

Лизогуб ВС, Харченко ДМ, Хоменко СМ, Юхименко ЛІ, Петренко ЮО, Явник ОЕ. Онтогенез нейродинамічних функцій людини. Фізіологічний журнал. 2002;48(2):123-4.

Лысенко ЕН, Шинкарук ОА. Влияние на проявление нейродинамических свойств спортсменов полового диморфизма и напряженной физической работы. Наука и спорт: современные тенденции. 2015;6(1):11-8.

Макаренко МВ, Лизогуб ВС, Безкопильний ОП. Нейродинамічні властивості спортсменів різної кваліфікації та спеціалізації. Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. 2004;(4):105-9.

Макаренко Н, Лизогуб В, Безкопильный А. Формирование свойств нейродинамических функций у спортсменов. Наука в олимпийском спорте. 2005;2:80-5.

Макаренко МВ, Лизогуб ВС. Онтогенез психофізіологічних функцій людини. Черкаси, 2011. 256 с.

Макаренко МВ, Лизогуб ВС, Безкопильний ОП. Методичні вказівки до практикуму з диференціальної психофізіології та фізіології вищої нервової діяльності людини. Київ-Черкаси, 2014. 102 с.

Макарчук МЮ, Куценко ТВ, Кравченко ВІ, Данилов СА. Психофізіологія: навч. посіб. К., 2011. 329 с.

Макклелланд Д. Мотивация человека. Серия «Мастера психологии». СПб.: Питер, 2007. 672 с.

Платонов ВН. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и ее практическое применение. К.: Олимп. лит-ра, 2013. 624 с.

Платонов ВН. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения: учебник [для тренеров]: в 2 кн. К.: Олимп. лит-ра, 2015; Кн. 1. 680 с.

Рудик ПА. Психология. Учебник для институтов физической культуры. М.: Физкультура и спорт, 1974. 464 с.

Самойлов МГ. Класифікація видів спорту за ступенем екстремальності. Проблеми екстремальної та кризової психології. Харків: УЦЗУ. 2007;3(2):240-5.

Сингер РН. Мифы и реальность в психологии спорта. Учебник для институтов физической культуры. М: Физкультура и спорт, 1980. 152 с.

Солодков АС, Сологуб ЕБ. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: Учебник. М., 2001. 620 с.

Тукаев СВ, Долгова ЕН, Руженкова АО, Лысенко ЕН, Федорчук СВ, Гаврилец ЮД, Ризун ВВ, Шинкарук ОА. Типологические и личностные детерминанты стрессоустойчивости у спортсменов экстремальных видов спорта. Спортивна медицина і фізична реабілітація. 2017;2:8-15.

Уэйнберг РС, Гоулд Д. Основы психологии спорта и физической культуры. К.: Олимп. лит-ра, 1998. 336 с.

Шахлина ЛГ. Медико-биологические основы спортивной тренировки женщин. К., 2001. 326 с.

Шинкарук О, Лысенко Е. Влияние полового диморфизма и физических нагрузок на проявление нейродинамических свойств у спортсменов высокого класса. Наука в олимпийском спорте. 2004;(1):75-9.

Шинкарук ОА, Лисенко ОМ, Гуніна ЛМ, Карленко ВП, Земцова П, Олішевський СВ та ін. Медико-біологічне забезпечення підготовки спортсменів збірних команд України з олімпійських видів спорту. За заг. ред. ОА Шинкарук. К.: Олімп. літ-ра, 2009. 144 с.

Шинкарук О, Лисенко О, Федорчук С. Стрес та його вплив на змагальну та тренувальну діяльність спортсменів. Фізична культура, спорт та здоров'я нації: збірник наук. праць. Вінниця: ТОВ «Планер». 2017;3(22):469-76.

Яковлев БП. Мотивация и эмоции в спортивной деятельности. Учебное пособие. М.: Советский спорт, 2014. 312с.

Breivik G. Trends in adventure sports in a post-modern society. Sport in Society. 2010;13(2):260-73. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/17430430903522970>

Brymer E. Risk taking in extreme sports: A phenomenological perspective. *Annals of Leisure Research*. 2010;13(1-2):218-38. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/11745398.2010.9686845>

Clancy RB, Herring MP, MacIntyre TE, Campbell MJ. A review of competitive sport motivation research. *Psychol. Sport Exerc*. 2016;27:232-42. doi: 10.1016/j.psychsport.2016.09.003

Fedorchuk S, Lysenko O, Kolosova O, Khalyavka T, Romaniuk V. Influence of psychoemotional stress on the functional state of the neuromuscular system and the efficiency of sensorimotor activity of highly skilled athletes. *Slobozhanskyi herald of Science and Sport*. 2017;4(60):27-32.

Fedorchuk S, Lysenko O. Influence of psychoemotional stress on the efficiency of the sensory-motor activity of high-qualified athletes. The 26th Congress of the European Psychiatric Association (EPA 2018), 3–6 March 2018, Nice, France: European Psychiatry. Elsevier. 2018a;(48):682.

Fedorchuk S, Lysenko O, Romanyuk V. Neurodynamic properties and psychological characteristics of high qualification sportships with different sports trainings. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv (Problems of Physiological Functions Regulation)*. 2018b;24(1):27-31. doi: http://dx.doi.org/10.17721/2616_6410.2018.24.27-31

Fedorchuk S, Lysenko O, Shynkaruk O. Constructive and non-constructive coping strategies and psychophysiological properties of elite athletes. The 27th Congress of the European Psychiatric Association (EPA 2019), 6–9 April 2019, Warsaw, Poland: European Psychiatry. Elsevier. 2019;(56):306.

Fedorchuk S, Petrushevskyi Ye. The state of psychophysiological functions in handball players with different experience of sports training. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Biology*. 2020;81(2):42-5. doi: http://dx.doi.org/10.17721/1728_2748.2020.81.42-45

Gillard M. Differences in attention attributes for female handball players. The 5th EHF Scientific Conference ‘Handball for Life’ (Cologne/Germany, November 21–22, 2019).

http://cms.eurohandball.com/PortalData/1/Resources/4_activities/3_pdf_act/5th_EHF_Scientific_Conference.pdf

Kenney L, Wilmore J, Costill D. *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign, Illinois: Human kinetics, 2015. 648 p.

Khan A et al. What physical activity contexts do adults with psychological distress prefer? *Journal of science and medicine in sport*. 2013;16(5):417-21.

Kolosova O, Khalyavka T, Fedorchuk S, Lysenko O. Indices of stress level and nerve conduction in qualified athletes. The 27th Congress of the European Psychiatric Association (EPA 2019), 6–9 April 2019, Warsaw, Poland: European Psychiatry. Elsevier. 2019;56:307.

Lindahl J, Stenling A, Lindwall M, Colliander C. Trends and knowledge base in sport and exercise psychology research: a bibliometric review study. *Int. Rev. Sport Exerc. Psychol*. 2015;8:71-94. doi: 10.1080/1750984x.2015.1019540

Machado S et al. Neuroscience of exercise: association among neurobiological mechanisms and mental health. *CNS Neurol. Disord. Drug Targets*. 2015;14:1315-6.

Makarowski R, Makarowski P, Smolicz T, Plopa M. Risk profiling of airline pilots: Experience, temperamental traits and aggression. *J. of Air Transport Management*. 2016;57:298-305. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2016.08.013>

Pedersen DM. Perceptions of high risk sports. *Perceptual and motor skills*. 1997;85(2):756-8. doi: 10.2466/pms.1997.85.2.756

Ponseti FJ, Almeida PL, Lameiras J, Martins B, Olmedilla A, López-Walle J et al. Self-Determined Motivation and Competitive Anxiety in Athletes/Students: A Probabilistic Study Using Bayesian Networks. *Front. Psychol*. 2019;10:1947. doi: 10.3389/fpsyg.2019.01947

Renstrom PAFH. *Sports injuries*. 2002. 378 p.

Shynkaruk O, Lysenko O, Fedorchuk S. Assessment of psychophysiological characteristics of the representatives of cyclic sports. *European Psychiatry, Elsevier*. 2019;56:679-80.

Thorpe H. Berkshire encyclopedia of extreme sports. Berkshire Publishing Group, 2007. 421 p.

Tukaiev S, Dolgova O, Van Den Tol AJM, Ruzhenkova A, Lysenko O, Fedorchuk S, Ivaskevych D, Shynkaruk O, Denysova L, Usychenko V, Iakovenko O, Byshevets N, Serhiyenko K, Voronova V. Individual psychological determinants of stress resistance in rock climbers. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020;20(Suppl. 1):469-76. doi:10.7752/jpes.2020.s1069

РОЗДІЛ 5

ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ СКЛАДОВІ СТРЕСОСТІЙКОСТІ І СТРЕСОВРАЗЛИВОСТІ ЛЮДИНИ В УМОВАХ СПОРТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

5.1. Стресостійкість, ефективність психічної саморегуляції й адаптивність у зв'язку з функціональним станом нервово-м'язового апарату спортсменів-тенісистів

Психологічні якості, як відомо, не є об'єктом медичного дослідження, але саме вони зумовлюють систему цінностей особистості, сприяють реалізації резервів адаптації організму, мотивації до збереження і підвищення здоров'я, застосування закладених природою психофізіологічних якостей (Маврич, 2013; Платонов, 2015; Тукаєв, 2017б; Федорчук, 2017б), що в цілому сприяє адаптації спортсмена до умов напруженої спортивної діяльності. Емоції, як відомо, виконують важливу регулюючу роль у формуванні функціонального стану та цілеспрямованої поведінки людини, як позитивну, так і негативну, що спонукає до глибшого вивчення психоемоційної сфери (Яковлев, 2014). Проблема діагностики різних аспектів психічного стану недостатньо розроблена і досить актуальна. Це важливо, перш за все, для забезпечення ефективної адаптації молодих кваліфікованих спортсменів до постійних змін умов тренувального і змагального процесів.

Психоемоційне напруження, стрес (як загальний адаптаційний синдром) – невід'ємна частина повсякденного життя особистості кваліфікованого спортсмена, що вимагає відповідної психологічної готовності до успішної спортивної діяльності, що і є предметом відповідних міждисциплінарних досліджень у руслі збереження і підвищення результативності змагальної діяльності, фізичного і психічного здоров'я, профілактики розвитку емоційного вигорання (Ісічук, 2016; Романюк, 2016а;

Тукаев, 2017; Шинкарук, 2017). Вельми важливим є його стимулюючий ефект, коли стресові впливи не перевищують пристосувальні можливості спортсмена (Грановская, 1984). В умовах психоемоційного напруження відбувається мобілізація внутрішніх адаптаційних резервів, захисних сил, розкриваються додаткові можливості, активізуються психічні процеси (Хекалов, 2003; Макарчук, 2010). За рахунок цього (певною мірою) у більшості спортсменів підвищується ефективність діяльності (Хекалов, 2003). Динаміка стресу обумовлена як властивостями нервової системи, так і особистісними індивідуально-типологічними характеристиками спортсмена (Воронова, 2007; Вейнберг, 2014; Тукаев, 2017).

Спортивна діяльність вимагає високого рівня психічної готовності, що доведено фахівцями з різних видів спорту та спортивними психологами (Ильин, 2001; Воронова, 2007; Платонов, 2015; Шинкарук, 2017). Відомо, що спортсмени з більш високою майстерністю піддаються впливу негативних факторів меншою мірою (Бейгул, 2014; Тукаев, 2017). Слід зазначити, що факторами, які зменшують стресогенність середовища і її негативний вплив на організм людини, є передбачуваність зовнішніх подій, можливість заздалегідь підготуватися до них, контроль над подіями. Значну роль у подоланні негативного впливу стрес-факторів відіграють вольові якості особистості, а також особливості темпераменту і характеру, функціональної асиметрії півкуль головного мозку, співвідношення першої і другої сигнальних систем (Ісічук, 2016; Романюк, 2016а; Тукаев, 2017). Важливим напрямом оптимізації психічної саморегуляції може бути підвищення впевненості в собі, формування навичок самодіагностики і контролю поведінки в стресових ситуаціях, оволодіння певними антистресовими технологіями (Хекалов, 2003; Макарчук, 2010; Чікіна, 2012).

Проблема адаптації до напружених фізичних навантажень з різним характером енергозабезпечення залежно від індивідуальних особливостей спортсменів, як відомо, є однією з найбільш актуальних проблем біології і медицини, психології і фізіології спорту (Ильин, 2001; Вейнберг, 2014;

Платонов, 2015; Шинкарук, 2017). Формування довгострокової адаптації організму спортсмена до фізичних навантажень різної спрямованості приводить до підвищення ефективності спортивної діяльності. Для досягнення специфічної фізіологічної адаптації, характерної для різних типів тренувальних навантажень у різних видах спорту, тренувальна програма повинна забезпечити навантаження саме тих фізіологічних систем, які мають вирішальне значення для досягнення оптимальних спортивних результатів (Платонов, 2015).

Для оцінювання функціонального стану нервово-м'язового апарату спортсменів перспективним є застосування електронейроміографічного (ЕНМГ) дослідження з визначенням параметрів Н-рефлексу, що являє собою моносинаптичну рефлекторну відповідь, яка відводиться від м'яза в умовах електричної стимуляції її низькопорогових чутливих волокон, що входять до складу змішаного нерва (Бадалян, 1986; Колосова, 2016; Колосова, 2017).

Одним із методів прогнозування надійності та успішності спортивної діяльності є моніторинг психофізіологічного та психоемоційного стану спортсменів у взаємозв'язку з їх індивідуально-типологічними характеристиками (Ильин, 2001; Воронова, 2007; Шинкарук, 2009; Шинкарук, 2017; Федорчук, 2017а). Можна зробити цілком логічне припущення, що психофізіологічні характеристики, загальний психічний стан, психічні властивості особистості можуть позначатися на зміні функціонального стану нервово-м'язового апарату кваліфікованих спортсменів за умов психоемоційного напруження.

Мета роботи полягала в тому, щоб визначити, чи взаємопов'язаний функціональний стан нервово-м'язового апарату кваліфікованих спортсменів-тенісистів (за ЕНМГ показниками) із психологічними характеристиками за методикою вибору кольорів М. Люшера, які визначають актуальний стан спортсменів на момент обстеження.

У проведеному дослідженні брали участь 31 кваліфікований спортсмен-тенісист віком 11–17 років обох статей. Дослідження проводили

на базі Науково-дослідного інституту НУФВСУ. Електронейроміографічні дослідження проводили на нейродіагностичному комплексі «Nicolet Viking Select». Використовували методику визначення швидкості проведення нервового імпульсу (ШПІ) по рухових волокнах різних нервів верхніх та нижніх кінцівок (Бадалян, 1986; Лисенко, 2014б).

При дослідженні верхніх кінцівок тестований спортсмен перебував у положенні сидячи, руки вільно розташовувалися на кушетці. Проводили електричну стимуляцію серединного нерва (*n. medianus*) у ділянці зап'ястка і ліктьового суглоба з реєстрацією М-відповіді (прямої відповіді м'яза на подразнення моторних волокон нерва) від м'яза, що відводить великий палець руки (*m. abductor pollicis brevis*).

При дослідженні нижніх кінцівок спортсмен перебував у положенні лежачи на животі, стопи вільно звисали з кушетки. При визначенні швидкості проведення нервового імпульсу по моторних волокнах великогомілкового нерва (*n. tibialis*) проводили його стимуляцію в підколінній ямці і ділянці позаду від медіального надвиростка та реєстрували М-відповіді від м'яза короткого згинача великого пальця ноги (*m. flexor hallucis brevis*). Для реєстрації електроміографічних сигналів використовували пару стандартних поверхневих електродів з міжелектродною відстанню 20 мм.

Аналізували такі ЕНМГ параметри: значення швидкості проведення імпульсу по моторних волокнах великогомілкового і серединного нервів; визначали показники для правої і лівої кінцівок.

Для оцінювання наявного психічного стану спортсменів, а саме рівня існуючого стресу (РС), емоційної стійкості (ЕС) та ефективності психічної саморегуляції й адаптивності було застосовано тест вибору кольорів М. Люшера (Люшер, 2002). Проблемі забезпечення оптимального психічного стану спортсменів у період тренувальної та змагальної діяльності присвячено цілий ряд досліджень (Ильин, 2001; Воронова, 2007; Воронова, 2013).

Показник рівня існуючого стресу у межах 0–4 бали характеризував низький рівень, 5–8 балів – середній і 9–12 балів – високий рівень стресу. Інтегративний показник емоційної стійкості також обчислювали в балах: 3 бали присвоювали спортсмену, якщо він емоційно стійкий, 2 бали – в разі недостатності емоційної стійкості і 1 бал – при появі тривоги, ознак емоційної нестійкості. Методика, крім того, дозволяє діагностувати рівень гармонійності і внутрішньої оптимальності нервово-психічного стану спортсменів за коефіцієнтом Вальнефера (КВ). За значеннями КВ контингент обстежуваних був розділений на осіб з високим рівнем саморегуляції та адаптивності (КВ 1–10 у.о.), із середнім рівнем (КВ 11–20 у.о.), з ознаками перевтоми і зниженням рівня саморегуляції та адаптивності (КВ більше 20 у.о.) (Опанасенко, 2002; Маврич, 2013).

Тест М. Люшера також дозволив побічно судити про симпатичне або парасимпатичне домінування активності у вегетативній (автономній) нервовій системі обстежуваних. З цією метою був використаний коефіцієнт вегетативного балансу Шипоша (КШ). Відомо, що значення $KШ > 1$ відповідає ерготропному домінуванню (симпатотонія), $KШ < 1$ – трофотропному домінуванню (ваготонія), а $KШ = 1$ трактується як вегетативна рівновага (Щербатых, 2003; Маврич, 2013).

Кореляційний аналіз за критерієм Spearman показав наявність статистично значущої позитивної кореляції між коефіцієнтом вегетативного балансу за тестом М. Люшера і швидкістю проведення нервового імпульсу по рухових волокнах великогомілкового нерва правої нижньої кінцівки і серединного нерва правої верхньої кінцівки (табл. 5.1.1). Тобто симпатичне домінування у функціонуванні вегетативної нервової системи було пов'язано з більшою швидкістю проведення нервового імпульсу.

Отримані результати підтверджують та доповнюють відомі дані літератури, отримані з використанням методики вибору кольорів М. Люшера (Щербатых, 2003; Воронова, 2013). Як відомо, особам з переважним збудженням симпатичної нервової системи властиві активація діяльності,

спрямованість на витрачання сил і енерговитрати (Воронова, 2013). Для осіб з переважним збудженням парасимпатичної нервової системи характерні формування стану підвищеного енергодефіциту, необхідність відновлення, накопичення енергетичних запасів, збільшення потреби у відпочинку (Воронова, 2013).

Таблиця 5.1.1 – Кореляційні зв'язки (за Spearman) психологічних характеристик спортсменів, коефіцієнта вегетативного балансу за тестом М. Люшера з електронейроміографічними показниками, r_s

Кореляційні зв'язки, r_s	Коефіцієнт вегетативного балансу Шипоша	Показник рівня стресу	Коефіцієнт Вальнефера	Показник емоційної стійкості
Швидкість проведення нервового імпульсу по великогомілковому нерву (права сторона)	0,26*	-0,57*	-0,49**	–
Швидкість проведення нервового імпульсу по великогомілковому нерву (ліва сторона)	–	-0,42*	-0,43*	0,43**
Швидкість проведення нервового імпульсу по серединному нерву (права сторона)	0,30*	–	–	–

* статистична значущість коефіцієнта кореляції $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Крім того, за даними літератури, ваготоніки (особи з переважним збудженням парасимпатичної нервової системи) при емоційному стресі більш схильні до депресії. Превалювання парасимпатичної регуляції може погіршувати адаптивні можливості організму (Воронова, 2007; Китаєв-Смык, 2009), що підтверджується і результатами аналізу особливостей варіабельності серцевого ритму (Лисенко, 2014а).

Своєю чергою, ШПІ залежить від температури в ділянці нервового стовбура, стану периферичного кровообігу в кінцівці, а також від кислотно-лужної рівноваги та електролітного обміну в тканинах, що оточують нерв (Бадалян, 1986). Можна припустити, що взаємозв'язок вегетативного балансу за тестом М. Люшера і швидкості проведення нервового імпульсу

обумовлений певним функціональним станом серцево-судинної системи (зокрема, кровопостачанням тканин кінцівки, що оточують нерв), індивідуальним для кожного спортсмена в певний період спортивної підготовки.

Крім того, було виявлено статистично значущі негативні кореляції між психологічними показниками за тестом М. Люшера (а саме показником рівня стресу і коефіцієнтом Вальнефера) та значеннями швидкостей проведення нервового імпульсу по великогомілковому нерву з обох боків тіла. Виявлено також позитивну кореляцію між ШПІ по великогомілковому нерву з лівого боку тіла і показником емоційної стійкості за тестом М. Люшера. Отже, більш високій швидкості проведення нервового імпульсу відповідали: більш низький рівень стресу, більш високий рівень ефективності психічної саморегуляції і адаптивності, більш високий рівень емоційної стійкості. Слід зазначити, що отримані дані дещо відрізняються від результатів попереднього дослідження групи спортсменів більш старшого віку (15–30 років), які спеціалізувалися в іншому виді спорту – стрибках у воду, з урахуванням ШПІ по рухових волокнах ліктявого нерва (*n. ulnaris*) (Федорчук, 2017а), що, можливо, пов'язано з віковими особливостями розвитку спортсменів, різним рівнем адаптації до довготривалих фізичних навантажень або ж саме з типом фізичного навантаження.

У даних літератури представлено референтні величини ШПІ по різних нервах кінцівок у груп людей різного віку (Бадалян, 1986; Команцев, 2006). Як відомо, значення швидкостей проведення нервового імпульсу, з одного боку, обумовлені генетично, а з іншого, можуть збільшуватися в процесі успішної адаптації до тривалого фізичного навантаження. Так, за результатами наших попередніх досліджень, величини ШПІ по моторних волокнах *n. tibialis* і *n. medianus* можуть змінюватися в процесі адаптації до тривалого фізичного навантаження певного типу (Колосова, 2014; Колосова, 2016).

Таким чином, аналіз отриманих результатів дає можливість підсумувати, що швидкість проведення нервового імпульсу взаємопов'язана з психологічними характеристиками обстежених спортсменів за тестом М. Люшера, а саме з показниками рівня існуючого стресу, емоційної стійкості та ефективності психічної саморегуляції й адаптивності. Отже, можна зробити припущення, що вищевказані показники можуть служити специфічними психологічними маркерами змін функціонального стану нервово-м'язового апарату молодих кваліфікованих спортсменів-тенісистів. Виявлено позитивну кореляцію між коефіцієнтом вегетативного балансу, що визначався за допомогою тесту М. Люшера, і швидкістю проведення нервового імпульсу по рухових волокнах великогомілкового і серединного нервів, що може бути пов'язано з функціональним станом серцево-судинної системи спортсменів у певний період спортивної підготовки. Безумовно, останнє припущення потребує подальших досліджень з використанням фізіологічних методів аналізу функціонального стану за вегетативними показниками (зокрема, методів варіаційної пульсометрії, ЕКГ, біохімічних та інших, які мають широке застосування у спортивній медицині).

Цікавим є подальше дослідження з проведенням порівняльного аналізу психологічних і електронейроміографічних показників у спортсменів, що спеціалізуються в різних видах спорту, нервово-м'язовий апарат яких у процесі професійної діяльності зазнає навантаження різних типів.

Таким чином, виявлено взаємозв'язок електронейроміографічних та психологічних характеристик у спортсменів-тенісистів: більш високій швидкості проведення нервового імпульсу відповідали більш низький рівень стресу, більш високий рівень ефективності психічної саморегуляції й адаптивності, більш високий рівень емоційної стійкості за тестом М. Люшера. Виявлено позитивну кореляцію між коефіцієнтом вегетативного балансу, що визначався за допомогою тесту М. Люшера, і швидкістю проведення нервового імпульсу по рухових волокнах великогомілкового і серединного нервів, що може бути пов'язано з функціональним станом

серцево-судинної системи спортсменів у певний період спортивної підготовки. Симпатичне домінування у функціонуванні вегетативної нервової системи (за тестом М. Люшера) було пов'язане з більшою швидкістю проведення нервового імпульсу. Виявлені взаємозв'язки показників вегетативного балансу та психічного стану (за тестом М. Люшера) з параметрами функціонального стану нервово-м'язового апарату (за електронейроміографічними показниками) можуть використовуватися для професійного відбору і корекції тренувального процесу юних спортсменів.

5.2. Гендерні відмінності у змагальній тривожності та стратегіях подолання стресу серед юніорів збірної команди України з гандболу

Питанням забезпечення оптимального психічного стану спортсменів з метою підвищення результативності тренувальної та змагальної діяльності присвячено цілий ряд досліджень (Уэйнберг, 1998; Ильин, 2001; Ильин, 2009). Як методи оптимізації психічного стану більшість авторів розглядають оволодіння певними антистресовими технологіями, а також формування навичок самодіагностики і контролю поведінки в стресових ситуаціях, стратегій подолання стресу (копінг-стратегій) (Чікіна, 2012; Рассказова, 2013; Шинкарук, 2017). Велику кількість робіт присвячено подоланню (копінгу) стану або відчуття тривоги у спортсменів (Бочавер, 2016; Fedorchuk, 2018c).

Конкурентна тривога пов'язана з працездатністю спортсменів. Завдяки цьому важливо підтримувати її на оптимальному рівні. Хоча тривога має добре вивчені статеві відмінності, які пов'язані з протилежними моделями діяльності у лівій тім'яній та скроневій частках, дорсомедіальній префронтальній корі, мозочку та потиличній звивині, гендерні відмінності у змагальній особистісній тривожності (ЗОТ) та її чинники вивчені не достатньо.

Проведено дослідження змагальної особистісної тривожності та стратегій подолання в юніорів збірної команди України з гандболу.

Учасниками дослідження були 35 підлітків із середнім віком 15,63 років та стандартним відхиленням 0,49; 13 хлопців і 22 дівчини. Учасники заповнили анкету «Способи подолання», що була розроблена S. Folkman та R. S. Lazarus у 1988 р. й адаптована Є. В. Бітюцькою у 2015 р. (Folkman, 1988; Битюцкая, 2015), та шкалу змагальної особистісної тривожності (ЗОТ), яка була розроблена R. Martens у 1977 р. та адаптована Ю. Л. Ханіним у 1982 р. (Martens, 1977; Ханин, 1982).

Спортсменки мали значно більші бали як за шкалою ЗОТ, так і за фактором сприйняття відповідальності ($p=0,007$ та $p=0,006$, відповідно). Стандартизований розмір ефекту за Коуеном становив 0,47 для обох тестів. Тест на кореляцію Spearman виявив помірну кореляцію $r=0,39$ з $p=0,02$ для всієї вибірки. Таким чином, стратегія подолання шляхом прийняття відповідальності пов'язана з посиленням змагальної тривоги у спортсменів. Рівень змагальної особистісної тривожності та прийняття відповідальності з метою подолання стресових ситуацій є статево обумовленими.

Прояви тривожності і страху перед конкуренцією не заохочуються серед спортсменів. Тим не менш, вони відіграють важливу роль у досягненні успіху та запобіганні травмам. Це одна з причин відмови від спорту після отримання травм (Laver, 2018). Вважається, що емоційно нестійкі люди з високим рівнем невротизації схильні відмовлятися від спортивної діяльності через труднощі у командній грі (Тукаев, 2017). Здатність боротися із занепокоєнням – одна з важливих навичок успішної гандбольної команди (Silva, 2006; König-Görögh, 2017). Це важлива риса особистості з гендерними відмінностями та чіткими біологічними механізмами.

Схильність жінок до тривожного розладу може базуватися на специфічному функціонуванні мозку (Макарчук, 2013). M. Asher, A. Asnaani та I. M. Aderka виявили більшу поширеність та вираженість розладу соціальної тривожності серед жінок у різних вікових групах і регіонах (Asher, 2017). Незважаючи на це, чоловіки частіше звертаються по допомогу та отримують лікування (Asher, 2017). D. Seo et al. виявили відмінності у

функціонуванні мозку, які пов'язані з тривожною ситуацією, спричиненою стресом (Seo, 2017). Згідно з дослідженням, тривога пов'язана зі стресом, має позитивну асоціацію з активністю у дорсомедіальних відділах префронтальної кори, скроневій частці, передклинні, потиличній частці і мозочку серед жінок. Навпаки, тривожність, пов'язана зі стресом, має протилежний зв'язок з активністю цих ділянок у чоловіків, що дозволило D. Seo et al. прогнозувати функціонування мозку за показниками тривожності (Seo, 2017).

Особистісні риси модерують зв'язок між поліморфізмом транспортера серотоніну та симптомами тривоги у спортсменів вищої ліги. Гени, що визначають функціонування транспортера серотоніну (5НТТ), зумовлюють риси, пов'язані з тривогою, яка впливає на спортивні показники. A. Petito et al. встановили, що поліморфна ділянка, асоційована з 5-НТТ (5-НТТLPR), пов'язана з невротизмом та симптомами тривожності (Petito, 2016). Хоча невротизм співвідноситься із симптомами тривоги та депресії, він є посередником між поліморфізмом 5-НТТLPR та навичками контролю емоційного збудження і когнітивної тривожності (Petito, 2016).

За даними Н. Kristjánsdóttir et al. (Kristjánsdóttir, 2018), емоційний контроль як частина психічної витривалості відрізняє учасників змагань від гравців у національній збірній команді Ісландії з гандболу, які не беруть участь у змаганнях (Massuçá, 2014).

Крім того, риса тривожності визначає довіру людини до змагань. L. Goette et al. вимірювали конкурентоспроможність як готовність брати участь у змаганнях у стресових умовах (Goette, 2015). Дослідження показало, що люди з низьким рівнем тривожності віддають перевагу конкуренції перед лотереєю у стресовому стані, тоді як особи, які мають високу тривожність, були більш схильні брати участь у лотереї (Goette, 2015). За даними V.V.S. Rocha та F. de L. Osório змагальна тривожність у спорті корелює з рисою тривожності (Rocha, 2018). Це також пов'язано з демографічними характеристиками та спортивними умовами.

Як і риса тривожності, змагальна тривожність є більш поширеною серед жінок і проявляється когнітивними та соматичними симптомами. У той час як змагальна тривожність включає соматичні та когнітивні сфери, V.V.S. Rocha та F. de L. Osório виявили, що жінки та молодші за віком спортсмени мають більш високий показник змагальної тривожності (Rocha, 2018). Хоча різниця між молодшими та старшими спортсменами-чоловіками не велика, менш досвідчені спортсмени відчують вищу змагальну тривогу (Rocha, 2018). Крім того, не виявлено різниці між спортсменами на змаганнях різних рівнів (Rocha, 2018). Більш високе занепокоєння перед турніром серед спортсменів, які займаються індивідуальним спортом, пояснює негативний вплив змагальної тривоги на результати діяльності спортсменів з пауерліфтингу (Judge, 2016). Аналогічно, продуктивність плавців-підлітків пов'язана з їхніми показниками тривожності перед виступом (Javier Ponseti Verdager, 2016). Однак між більш та менш успішними португальськими гандболістами чоловічої статі немає різниці в тривожності (Massuça, 2013). На противагу цьому, тривожність негативно співвідноситься з показниками успішності жіночих футбольних команд (Singh, 2017).

Психологічні фактори конкурентної тривожності пов'язані зі стратегіями подолання. Кілька стратегій подолання впливають на змагальну тривожність. P. R. Thomas, S. M. Murphy та L. Hardy виявили, що когнітивна тестова тривожність має позитивні кореляції з уникненням і соціально-орієнтованою справою (Thomas, 1999). За даними N. Garnefski та V. Kraaij, катастрофізуючі та інші стратегії звинувачення для регуляції когнітивних емоцій пов'язані із симптомами тривоги (Garnefski, 2016). Хоча немає гендерних відмінностей у взаємозв'язку стратегій когнітивної регуляції емоцій із тривогою, самозвинувачення пов'язане із симптомами депресії у жінок (Garnefski, 2016). D. Kurimay, A. Pope-Rhodijs та M. Kondric визначили, що гравці настільного тенісу з більш високою конкурентною тривожністю відчують більш високий рівень відхилення поведінки та відмови (Kurimay, 2017).

Дослідження проводили на базі Олімпійського навчально-спортивного центру «Конча-Заспа» та Науково-дослідного інституту НУФВСУ. Спортсменів юніорської збірної команди України з гандболу попросили взяти участь у дослідженні за згодою тренера. Учасниками дослідження були 35 підлітків із середнім віком 15,63 років ($SD = 0,49$); 13 хлопців та 22 дівчини. Дослідження проводили у складі комплексного медичного обстеження.

Російськомовна версія «Копінг-тесту» R. S. Lazarus (WCQ), яку розробила Є. В. Бітюцька, була використана для збору даних про стратегії подолання (Folkman, 1988; Битюцкая, 2015). Анкета включала 66 пунктів, які визначають методи подолання стресових ситуацій. За допомогою лайкертівської шкали від 0 (ніколи) до 3 (найчастіше використовується) учасники вказали на частоту використання стратегій копінгу. Пункти поділяються між дев'ятьма шкалами, які відповідають шкалам «Протистояння», «Відсторонення», «Самоконтроль», «Пошук соціальної підтримки», «Прийняття відповідальності», «Втеча–уникнення», «Планове вирішення проблем», «Позитивна переоцінка», «Думки про бажане» (Битюцкая, 2015). Шкала «Бажаного мислення» не була врахована в аналізі, оскільки була виключена з англійської версії WCQ (Folkman, 1986). Коефіцієнт альфа Кронбаха для російської версії WCQ становить 0,87 (Битюцкая, 2015).

Шкала «Змагальна особистісна тривожність» (ЗОТ) в адаптації Ю. Л. Ханіна була використана для оцінювання особистісної змагальної тривожності (Martens, 1977; Ханин, 1982). Шкала включає 15 пунктів з трьома відповідями, що характеризують частоту описуваного стану. Кінцевий бал коливається між 10 (дуже низьким) та 30 (дуже високим) балами. Завдяки цьому шкала може бути використана для прогнозування ситуативної тривожності перед змаганнями. Ю. Л. Ханін повідомляє про більш високі показники цієї шкали у жінок порівняно з чоловіками (Ханин,

1982; Ханін, 1991). Альфа Кронбаха для російської версії ЗОТ варіюється від 0,75 у жіночому зразку до 0,83 у чоловічому зразку (Ханін, 1982).

Порядок проведення дослідження. Федерація гандболу України замовила дослідження в Науково-дослідному інституті Національного університету фізичної культури і спорту України. Інформована згода була отримана від батьків кожного учасника до адміністрування анкет. Анкети були представлені програмно-апаратним комплексом психологічної та психофізіологічної діагностики «БОС-ТЕСТ-Професійний» (Комплекс для психологического тестирования «БОС-тест»). Комплекс автоматично підраховував результати і не надав альфа-значення Кронбаха. Результати дослідження було надано тренеру та керівництву Федерації гандболу України. R Studio використовували для обчислення описової статистики та проведення кореляційного і регресійного аналізу даних.

Описова статистика. Середні бали у вибірці становили 8,74 (SD = 2,50) для шкали «Конфронтаційне подолання», 8,22 (SD = 2,98) – «Дистанціювання», 13,63 (SD = 2,67) – «Самоконтроль», 11,23 (SD = 3,22) – «Пошук соціальної підтримки», 7,94 (SD = 1,93) – «Прийняття відповідальності», 9,86 (SD = 3,52) – «Втеча–уникнення», 12,49 (SD = 2,97) – «Планове вирішення проблем», 13,49 (SD = 3,15) – «Позитивна переоцінка», і 19,02 (SD = 4,20) для ЗОТ (табл. 5.2.1).

Таблиця 5.2.1 – Психологічні показники обстежених спортсменів (n=35) за тестами WCQ та ЗОТ (середні і стандартні відхилення – M, SD)

Шкала	Вибірка n=35		Жінки n=22		Чоловіки n=13	
	M	SD	M	SD	M	SD
Протистояння	8,74	2,50	8,64	2,44	8,92	2,69
Дистанціювання	8,22	2,98	7,64	3,09	9,23	2,59
Самоконтроль	13,63	2,67	13,55	2,48	13,77	3,06
Пошук соціальної підтримки	11,23	3,22	11,45	3,71	10,85	2,23
Прийняття відповідальності	7,94	1,93	8,64	1,92	6,77	1,36

Продовження таблиці 5.2.1

Втеча–уникнення	9,86	3,52	10,59	3,52	8,62	3,25
Планове вирішення проблем	12,49	2,97	12,40	2,61	12,62	3,62
Позитивна переоцінка	13,49	3,15	14,04	3,43	12,54	2,44
ЗОТ	19,02	4,20	20,55	3,63	16,46	3,95

Оцінка статевої відмінності. Т-тест проводили для оцінки різниці між групами у стратегіях подолання та конкурентної тривожності. Хоча вибірка занадто мала для параметричних показників тестування, тест Вілкоксона було неможливо провести через повторення значень спостереження. Спортсменки мають значно більші показники як за шкалою ЗОТ, так і за шкалою «Прийняття відповідальності» WCQ з $p=0,007$ та $p=0,006$ відповідно (табл. 5.2.2). Стандартизований розмір ефекту за Коуеном був 0,47 для обох тестів. Спортсменки набрали 20,55 із $SD = 3,63$ за ЗОТ і 8,6 із $SD = 1,92$ за шкалою «Прийняття відповідальності». Спортсмени отримали середній бал 16,46 із $SD = 3,95$ за ЗОТ і 6,8 із $SD = 1,36$ за шкалою «Прийняття відповідальності». За іншими шкалами WCQ не було знайдено статевої відмінності.

Таблиця 5.2.2 – Гендерні відмінності обстежених спортсменів ($n=35$) у стратегіях подолання та конкурентній тривожності

Шкала	t-критерій	95% довірчий інтервал	p-значення
Протистояння/конфронтація	0,32	-1,59; 2,17	0,756
Дистанціювання/Відсторонення	1,64	-0,40; 3,59	0,113
Самоконтроль	0,22	-1,85; 2,30	0,825
Пошук соціальної підтримки	-0,60	-2,65; 1,44	0,549
Прийняття відповідальності	-3,35	-3,00; -0,73	0,002
Втеча – уникнення	-1,68	-4,38; 0,43	0,104
Планове вирішення проблем	0,18	-2,19; 2,60	0,859
Позитивна переоцінка	-1,51	-3,54; 0,52	0,140
ЗОТ	-3,04	-6,86; -1,31	0,006

Лінійна регресія. Кореляційний тест за Spearman виявив помірний рівень кореляції між показниками ЗОТ та шкалою «Прийняття відповідальності» $r=0,39$ з $p=0,02$ для всього зразка. Інших кореляцій не виявлено. Лінійна найменша квадратна регресія була проведена для перевірки причинно-наслідкових зв'язків між конкурентною тривожністю та самозвинуваченням. Оцінки ЗОТ були незалежною змінною, тоді як шкала «Прийняття відповідальності» – залежною змінною. Отримана модель була достовірною при F-статистиці = 5,19 та p-значенні = 0,021. Скоректований R-квадрат становив 0,13. Коефіцієнт регресії для шкали «Прийняття відповідальності» становив 0,845 з p-значенням = 0,02. Хоча модель є значимою, вона пояснює незначну частину дисперсії. Модель із гендерною ознакою, як наданою незалежною змінною, має кращу прогнозовану здатність (табл. 5.2.3).

Результати дослідження відповідають попереднім даним літератури. Хоча жінки більше схильні до тривожних розладів і мають вищі показники невротизму, жіночий мозок функціонує інакше в умовах стресу (Asher, 2017; Seo, 2017).

Таблиця 5.2.3 – Результати аналізу регресії для балів за шкалою ЗОТ як залежної змінної

Незалежна змінна	Показники	Коефіцієнт В	Стандартна помилка	t-значення	p-значення	Відрегульований R-квадрат
Прийняття відповідальності	Незалежна змінна	0,845	0,348	2,431	0,020	0,130
	Коефіцієнт	12,317	2,840	4,338	<0,000	
Стать	Незалежна змінна	4,084	1,313	3,111	0,004	0,200
	Коефіцієнт	12,378	2,230	5,551	<0,000	

Ці дані разом з генетичною різницею транспортера серотоніну можуть пояснити виявлену гендерну різницю у конкурентній тривожності. У зв'язку з цим для оцінки рівня тривожності для чоловіків і жінок повинні застосовуватися різні норми. Необхідні подальші дослідження взаємозв'язку

змагальної тривожності зі спортивними показниками для встановлення оптимального рівня тривожності з урахуванням навичок подолання. Окрім різниці у змагальній тривожності, гравці-юніори збірної гандбольної команди демонстрували гендерні відмінності у стратегіях подолання.

Спортсменки-підлітки більш схильні до прийняття відповідальності як стратегії подолання порівняно зі спортсменами. Хоча N. Garnefski і V. Kraaij описали зв'язок між самозвинуваченням та депресивними симптомами у жінок, вони не знайшли асоціації цієї стратегії подолання з тривожністю (Garnefski, 2016). Показники шкали «Прийняття відповідальності» WCQ, за якою спортсменки отримували більш високі бали порівняно зі спортсменами, відповідають показникам шкали «Самозвинувачення» попередньої версії WCQ (Битюцкая, 2015). Завдяки цьому жінки більш схильні до самозвинувачення порівняно з чоловіками. Кореляція між балами шкали ЗОТ та шкали «Прийняття відповідальності» дозволяє припустити причинно-наслідкові зв'язки між цими двома ознаками.

Лінійна регресія була застосована для перевірки причинно-наслідкових зв'язків між змагальною тривожністю та самозвинуваченням. Незважаючи на те, що гендерні відмінності виявляються як у балах тривожності, так і в оцінках прийняття відповідальності, результати лінійної регресії вказують на наявність значного впливу прийняття відповідальності на ЗОТ. Модель з гендерною ознакою як незалежною змінною забезпечує кращу прогнозовану здатність і пояснює 20 % дисперсності. Однак у дослідження входить невелика група учасників – 13 хлопців і 22 дівчини. У зв'язку з цим для оцінки взаємозв'язку між стратегіями подолання та конкурентною тривожністю потрібна більша кількість учасників.

Отримані результати підтвердили існування гендерних відмінностей у конкурентній тривожності та стратегіях подолання стресових ситуацій. Різниця у рівнях змагальної тривожності може бути пов'язана з відмінністю у функціонуванні мозку та генетичною схильністю. Хоча дані про вплив конкурентної тривожності на ефективність у спорті не підтверджені, високий

рівень змагальної тривоги має негативний вплив на продуктивність спортсменів. Незважаючи на зв'язок між змагальною тривожністю та «Прийняттям відповідальності», остання є гіршою в прогнозуванні конкурентної тривоги порівняно зі зміною статі. Завдяки цьому гіпотеза про причинно-наслідкові зв'язки між стратегіями подолання та тривожністю відкидається.

Таким чином, стратегія подолання стресу шляхом прийняття відповідальності була пов'язана, за отриманими результатами, з посиленням змагальної тривоги в юніорів збірної команди України з гандболу. Результати підтвердили існування гендерних відмінностей у конкурентній тривожності та стратегіях подолання стресових ситуацій, а саме: рівень змагальної тривожності та прийняття відповідальності з метою подолання стресових ситуацій були статеві обумовленими.

5.3. Спортивні травми у зв'язку з адаптивними і неадаптивними копінг-стратегіями у спортсменів-юніорів (гандбол)

Хронічні перевантаження, перенапруження під час спортивних тренувань та змагань підвищують загрозу травмування та виникнення супутніх з травмами захворювань у спортсменів. Багато авторів відзначають прямий вплив рівня стресу на травматизм: труднощі в міжособистісних відносинах, навчанні можуть трансформуватися у стрес, підвищити ймовірність отримання травми, а значить, тимчасового або остаточного завершення кар'єри (Бочавер, 2016; Шинкарук, 2017).

Стресостійкість, толерантне ставлення до стресу є одними з основних критеріїв фізичного і психічного здоров'я спортсмена (Рассказова, 2013; Федорчук, 2017а; Fedorchuk, 2018с). Уміння спортсмена подолати стрес і соціальна підтримка дійсно знижують вплив стресу на частоту травм (Sarason, 1990; Hardy, 1991). Так, у волейболістів потужним прогностичним фактором травм визнано низький рівень вміння справлятися зі стресом (Williams, 1986).

У зв'язку з цим виключно важливою складовою психологічної підготовки спортсмена є розвиток його здібностей до подолання стресу, формування вміння ефективно використовувати стратегії подолання стресу (копінг-стратегії) (Suls, 1985). Принцип адаптивності – неадаптивності копінг-стратегій міститься в концепції методики Е. Нейм (Neim, 1995). Загалом, адаптивність копінг-стратегій пов'язана з рядом позитивних результатів, у тому числі зі суб'єктивною оцінкою свого здоров'я, соціальною підтримкою, психосоціальною адаптованістю (Vaillant, 2000). Відомо три основних типи копінг-стратегій: 1) стратегії когнітивної адаптації; 2) стратегії поведінкової адаптації; 3) емоційно-орієнтовані стратегії (Neim, 1995).

Використання копінг-стратегій можливе не тільки в разі реакції на стрес, подолання стресу, але і для попередження дії стресора, підготовки до можливої стресової ситуації (проактивний копінг). Загалом, до найбільш продуктивних стратегій подолання труднощів належать проактивний копінг, стратегії активного подолання проблем, планування діяльності, пошук соціальної підтримки і стратегії гумору. До неефективних у довгостроковій перспективі відносять стратегію уникнення, ухилення від проблем (Рассказова, 2013). Слід відзначити, що ефективність копінг-стратегій не є стабільною характеристикою. Так, фокусування уваги на проблемі може бути менш ефективною стратегією подолання стресу, ніж уникнення, якщо супроводжується емоційною інтерпретацією стресової ситуації (Suls, 1985).

З практичної точки зору, необхідність дослідження стратегій подолання будь-яких життєвих труднощів, стресу пов'язана з важливістю і необхідністю підтримання досягнутої успішності спортивної діяльності та психологічного благополуччя спортсмена (Рассказова, 2013). Безумовно, доцільно досліджувати стрес як комплекс психологічних, психофізіологічних, фізіологічних реакцій спортсменів на стресову ситуацію, в тому числі з метою прогнозування ризику травматизму спортсменів.

Отже, можна зробити цілком логічне припущення, що наявність або відсутність травм у спортсменів може позначатися на адаптивності – неадаптивності копінг-стратегій. Мета роботи полягала в тому, щоб визначити, які саме типи копінг-стратегій найбільше пов'язані зі схильністю спортсменів до травм.

У проведеному дослідженні брали участь 35 спортсменів-гандболістів віком 15-16 років обох статей: 22 дівчини і 13 хлопців. Дослідження проводили на базі Олімпійського навчально-спортивного центру «Конча-Заспа» та Науково-дослідного інституту НУФВСУ. Для вивчення стратегій подолання стресу (копінг-стратегій) і визначення пріоритетного стилю подолання стресових ситуацій або проблем у спортсменів було використано опитувальник «Виявлення індивідуальних копінг-стратегій» Е. Нейм (Heim, 1995), який дозволяв досліджувати 26 ситуаційно-специфічних варіантів копінгу, розподілених відповідно до трьох основних сфер психічної діяльності на когнітивний, емоційний і поведінковий копінг-механізми. Види копінг-поведінки Е. Нейм розподілив на три основні групи за ступенем їх адаптивних можливостей: адаптивні, відносно адаптивні і неадаптивні (Heim, 1995).

До адаптивних варіантів копінг-поведінки серед когнітивних копінг-стратегій належать: «проблемний аналіз», «установка власної цінності» і «збереження самовладання»; серед емоційних копінг-стратегій – «протест» та «оптимізм»; а серед поведінкових копінг-стратегій – «співпраця», «звернення» й «альтруїзм».

До неадаптивних варіантів копінг-поведінки серед когнітивних копінг-стратегій належать: «смирність», «розгубленість», «дисимуляція» й «ігнорування»; серед емоційних копінг-стратегій – «пригнічення емоцій», «покірність», «самозвинувачення» й «агресивність»; а серед поведінкових копінг-стратегій – «активне уникнення» та «відступ».

Щодо відносно адаптивних варіантів копінг-поведінки, конструктивність яких залежить від значущості і вираженості ситуації

подолання, то серед когнітивних копінг-стратегій до них належать: «відносність», «додавання сенсу» і «релігійність»; серед емоційних копінг-стратегій – «емоційна розрядка» та «пасивна кооперація»; а серед поведінкових копінг-стратегій – «компенсація», «відволікання» і «конструктивна активність».

Одним із завдань нашого дослідження було виявлення типів копінг-поведінки спортсменів у зв'язку з наявністю спортивних травм під час тренувальної та змагальної діяльності. Було проведено дослідження копінг-поведінки гандболістів-юніорів для подальшого порівняння отриманих результатів з наявністю або відсутністю травм у групах з адаптивними, відносно адаптивними і неадаптивними стратегіями подолання стресу.

Обробка даних, отриманих у ході дослідження за методикою Е. Нейм, показала таке (табл. 5.3.1).

Таблиця 5.3.1 – Копінг-стратегії обстежених спортсменів-гандболістів за тестом Е. Нейм (n=35)

Копінг-стратегії	Кількість спортсменів (n), хлопці / дівчата	Кількість спортсменів (%), хлопці / дівчата
<i>Когнітивні копінг-стратегії</i>		
Адаптивні	19 (6; 13)	54,29 (46,15; 59,09)
Неадаптивні	4 (3; 1)	11,43 (23,08; 4,55)
Відносно адаптивні	12 (4; 8)	34,29 (30,77; 36,36)
<i>Емоційні копінг-стратегії</i>		
Адаптивні	24 (10; 14)	68,57 (76,92; 63,64)
Неадаптивні	9 (3; 6)	25,71 (23,08; 27,27)
Відносно адаптивні	2 (0; 2)	5,71 (0,00; 9,09)
<i>Поведінкові копінг-стратегії</i>		
Адаптивні	13 (5; 8)	37,14 (38,46; 36,36)
Неадаптивні	5 (2; 3)	14,29 (15,38; 13,64)
Відносно адаптивні	17 (6; 11)	48,57 (46,15; 50,00)

За даними табл. 5.3.1, використання когнітивних адаптивних стратегій було характерно для 54,29 % спортсменів (46,15 % і 59,09 % відповідно у хлопців і дівчат); когнітивних неадаптивних – 11,43 % спортсменів (23,08 % і

4,55 % відповідно у хлопців і дівчат); когнітивних відносно адаптивних – 34,29 % спортсменів (30,77 % і 36,36 % відповідно у хлопців і дівчат).

Емоційні адаптивні копінг-стратегії (табл. 5.3.1) були характерні для 68,57 % спортсменів (76,92 % і 63,64 % відповідно у хлопців і дівчат); емоційні неадаптивні – 25,71 % спортсменів (23,08 % і 27,27 % відповідно у хлопців і дівчат); емоційні відносно адаптивні – 5,71 % спортсменів (0,00 % і 9,09 % відповідно у хлопців і дівчат).

Використання поведінкових адаптивних копінг-стратегій (табл. 5.3.1) виявлено у 37,14 % спортсменів (38,46 % і 36,36 % відповідно у хлопців і дівчат); поведінкових неадаптивних – 14,29 % спортсменів (15,38 % і 13,64 % відповідно у хлопців і дівчат); відносно адаптивних поведінкових – 48,57 % спортсменів (46,15 % і 50,00 % відповідно у хлопців і дівчат).

За даними табл. 5.3.1, найбільш поширеними копінг-стратегіями серед обстежених спортсменів були: у когнітивній сфері – «збереження самовладання» та «додавання сенсу»; в емоційній – «оптимізм»; у поведінковій – «відволікання». Загалом, серед спортсменів кількісно переважало використання адаптивних стратегій порівняно з неадаптивними і відносно адаптивними. Серед адаптивних і неадаптивних копінг-стратегій найбільш поширеними були емоційні стратегії; серед відносно адаптивних переважали поведінкові відносно адаптивні стратегії.

Серед поведінкових копінг-стратегій до адаптивних варіантів копінг-поведінки належать (табл. 5.3.2): «співпраця», «звернення», «альтруїзм», під якими розуміється така поведінка особистості, коли вона вступає у співпрацю зі значимими (більш досвідченими) людьми, шукає підтримки в найближчому соціальному оточенні або сама пропонує її близьким у подоланні труднощів.

До неадаптивних варіантів копінг-поведінки серед поведінкових стратегій належать (табл. 5.3.2): «активне уникнення» та «відступ» – поведінка, яка передбачає уникнення думок про неприємності, пасивність,

усамітнення, спокій, ізоляцію, прагнення уникнути активних інтерперсональних контактів, відмова від вирішення проблем.

Таблиця 5.3.2 – Копінг-стратегії (класифікація за Е. Нейм, 1995)

Види стратегій	У когнітивній сфері	В емоційній сфері	У поведінковій сфері
Адаптивні	«проблемний аналіз», «установка власної цінності», «збереження самовладання»	«протест», «оптимізм»	«співпраця», «звернення», «альтруїзм»
Неадаптивні	«смирненість», «розгубленість», «дисимуляція», «ігнорування»	«пригнічення емоцій», «покірність», «самозвинувачення», «агресивність»	«активне уникнення», «відступ»
Відносно адаптивні	«відносність», «додавання сенсу», «релігійність»	«емоційна розрядка», «пасивна кооперація»	«компенсація», «відволікання», «конструктивна активність»

До відносно адаптивних варіантів копінг-поведінки, конструктивність яких залежить від значимості і вираженості ситуації подолання належать (табл. 5.3.2): «компенсація», «відволікання», «конструктивна активність» (поведінкові копінг-стратегії), тобто поведінка, що характеризується прагненням до тимчасового відходу від вирішення проблем (Нейм, 1995).

Як це було пов'язано зі спортивними травмами? Загалом, наявність травм у обстежених спортсменів-гандболістів позначилася на помітному зменшенні частоти використання адаптивних емоційних копінг-стратегій і, відповідно, збільшенні частоти використання неадаптивних емоційних копінг-стратегій (табл. 5.3.3).

Прямо протилежна тенденція спостерігалася щодо когнітивних і поведінкових копінг-стратегій: наявність травм позначилася на помітному зменшенні частоти використання неадаптивних когнітивних і відносно адаптивних поведінкових копінг-стратегій і, відповідно, збільшенні частоти використання адаптивних когнітивних і поведінкових копінг-стратегій обстеженими спортсменами (табл. 5.3.3). Слід зазначити, що на когнітивних

стратегіях подолання стресу наявність травм позначилася менш суттєво, тоді як на поведінкових копінг-стратегіях – найбільш помітно.

Таблиця 5.3.3 – Копінг-стратегії спортсменів-гандболістів у зв'язку з наявністю або відсутністю травм (n=35)

Копінг-стратегії	Спортсмени з травмами (n=23)		Спортсмени без травм (n=12)	
	Кількість (n), хлопців / дівчат	Кількість (%)	Кількість (n), хлопців / дівчат	Кількість (%)
<i>Когнітивні копінг-стратегії</i>				
Адаптивні	13 (3; 10)	56,52	6 (3; 3)	50,00
Неадаптивні	2 (1; 1)	8,70	2 (2; 0)	16,67
Відносно адаптивні	8 (2; 6)	34,78	4 (2; 2)	33,33
<i>Емоційні копінг-стратегії</i>				
Адаптивні	15 (5; 10)	65,22	9 (5; 4)	75,00
Неадаптивні	7 (1; 6)	30,43	2 (2; 0)	16,67
Відносно адаптивні	1 (0; 1)	4,35	1 (0; 1)	8,33
<i>Поведінкові копінг-стратегії</i>				
Адаптивні	10 (4; 6)	43,48	3 (1; 2)	25,00
Неадаптивні	3 (1; 2)	13,04	2 (1; 1)	16,67
Відносно адаптивні	10 (1; 9)	43,48	7 (5; 2)	58,33

Якщо проаналізувати копінг-стратегії окремо в групах хлопців і дівчат, можна виявити деякі особливості переваги певних стратегій подолання стресу залежно від наявності або відсутності спортивних травм у спортсменів. У дівчат (n=17) наявність травм зменшувала адаптивність емоційних та поведінкових копінг-стратегій, але збільшувала адаптивність когнітивних стратегій. У хлопців (n=6), навпаки, наявність спортивних травм збільшувала частоту використання адаптивних поведінкових копінг-стратегій і суттєво не позначилася на когнітивних і емоційних стратегіях подолання стресу. Але зважаючи на малу кількість спортсменів серед нетравмованих хлопців і дівчат (відповідно, n=7 і n=5) і серед травмованих хлопців (n=6), остаточні висновки робити все ж таки завчасно.

Таким чином, найбільш поширеними копінг-стратегіями серед обстежених спортсменів-юніорів були: у когнітивній сфері – «збереження самовладання» та «додавання сенсу»; в емоційній – «оптимізм»; у поведінковій – «відволікання». Загалом, серед спортсменів кількісно

переважало використання адаптивних стратегій порівняно з неадаптивними і відносно адаптивними. Серед адаптивних і неадаптивних копінг-стратегій найбільш поширеними були емоційні стратегії. Серед відносно адаптивних копінг-стратегій переважали поведінкові. Виявлено тенденцію: у дівчат наявність спортивних травм була пов'язана з меншою частотою використання адаптивних емоційних та поведінкових копінг-стратегій та більшою частотою використання адаптивних когнітивних стратегій подолання стресу; у хлопців пережиті травми збільшували частоту використання адаптивних поведінкових копінг-стратегій і суттєво не позначалися на когнітивних і емоційних стратегіях подолання стресу.

5.4. Психофізіологічні складові стресостійкості і стресовразливості кваліфікованих спортсменок-гандболісток

Психоемоційне напруження, залежно від його тривалості та сили, може змінювати нормальну діяльність основних фізіологічних систем організму, за певних обставин – призводити до порушення кровообігу, обміну речовин, імунореактивності тощо (Макарчук, 2010; Чікіна, 2012; Романюк, 2016б). У спортсменів рівень стресу може впливати на травматизм (Renstrom, 2002; Бочавер, 2016; Шинкарук, 2017). Уміння спортсмена долати стрес і соціальна підтримка зменшують імовірність отримання спортивної травми та вплив стресу на частоту травм (Renstrom, 2002; Бочавер, 2016).

Спортсменам доводиться стикатися з різними стрес-факторами в процесі тренувальної і змагальної діяльності. Спортсмени наражаються не тільки на небезпеку отримання травми а й, безумовно, стресу, що пов'язаний з травмою та ситуацією одужання, переживанням поразки й іншими труднощами (Уэйнберг, 1998; Воронова, 2007). Спортсмени також змушені постійно контролювати свій емоційний стан, тому що він так чи інакше впливає на спортивний результат (Бочавер, 2016; Федорчук, 2019).

Разом з тим відновлення станів після стресу ще недостатньо вивчене, тому що не завжди враховується стать людини. Зазвичай, саме у жінок

психоемоційний стрес проявляється найбільш істотно (Макарчук, 2010; Чікіна, 2012). Стратегії вирішення когнітивних завдань у чоловіків і жінок теж різні, особливо в стані тривоги (Макарчук, 2013). Відомо, що вибір копінг-стратегій та ступінь їх ефективності також певним чином пов'язані зі статтю (Рассказова, 2013; Ivaskevych, 2019). Загалом, гендерні відмінності в подоланні психологічного стресу незначні і пов'язані головним чином з відмінностями в характері стресових ситуацій. Так, чоловіки схильні більшою мірою відчувати стрес через кар'єрні труднощі і невдачі, а жінки – з причини невдач у міжособистісних стосунках (Рассказова, 2013).

У сфері міжособистісних взаємин (соціальні стресори) чоловіки частіше звертаються до уникнення і розвіювання емоцій, а жінки – до активних, сфокусованих на вирішенні проблем стратегій (Tamres, 2002). Загалом, жінки частіше звертаються до таких стратегій, як пошук емоційної підтримки, румінація думок («overthinking», «надмірне думання» або розумова жуйка), позитивна розмова з собою. Крім того, жіночий репертуар стратегій подолання стресу в середньому ширший, ніж у чоловіків (Tamres, 2002).

Дослідження стратегій подолання стресу в спорті здебільшого стосуються вивчення проблем стресостійкості, самовладання, життєстійкості, контролю емоцій, подолання відчуття або стану передстартової тривоги тощо (Уэйнберг, 1998; Бочавер, 2016; Ivaskevych, 2019). Вплив різноманітних стрес-факторів викликає як відповідну захисну реакцію організму, так і універсальний процес – адаптаційний синдром, тобто мобілізацію можливостей організму спортсмена (Воронова, 2007; Филиппов, 2014; Романюк, 2016б; Шинкарук, 2017). Загалом, стресостійкість вважається одним із чинників, що сприяють збереженню здоров'я спортсмена (Кундиев, 2002; Пічурін, 2015; Платонов, 2015; Романюк, 2016б).

Варто відзначити, що низька стресостійкість при високому рівні стресу веде до формування емоційного вигорання та професійної деформації особистості, що з часом може впливати на спортивні досягнення (Тукаев,

2013). Сприяють розвитку психічного вигорання у спорті вищих досягнень також неконструктивні копінг-стратегії (Берилова, 2015). Використання конструктивних стратегій подолання стресу визначає здатність спортсмена зберігати необхідну працездатність протягом тривалого інтервалу часу з високою ефективністю, що сприяє досягненню високих результатів (Берилова, 2015; Бочавер, 2016; Шинкарук, 2017). Таким чином, необхідність дослідження стратегій подолання стресу обумовлена важливістю підтримання досягнутої успішності спортивної діяльності, незважаючи на невдачі. Безумовно, важливим є збереження психологічного благополуччя спортсмена (Рассказова, 2013; Берилова, 2015).

Наразі доцільно досліджувати стрес як комплекс психологічних, психофізіологічних та фізіологічних реакцій спортсменів на стресову ситуацію, в тому числі з метою прогнозування ризику травматизму спортсменів (Renstrom, 2002; Берилова, 2015; Бочавер, 2016). Доведено, що властивості основних нервових процесів впливають як на характер адаптації та стійкості емоційних станів, так і на успішність навчання та спортивної діяльності (Макаренко, 2011; Макаренко, 2014).

Таким чином, перспективним і актуальним вбачається виявлення взаємозв'язків копінг-поведінки з психофізіологічними характеристиками спортсменок, зокрема, в гандболі як одному з найбільш жорстких і травматичних видів спорту (Renstrom, 2002). Метою дослідження було оцінювання психофізіологічних характеристик кваліфікованих спортсменок-гандболісток у взаємозв'язку із стратегіями подолання стресу.

Дослідження проводили на базі Олімпійського навчально-спортивного центру «Конча-Заспа» та Науково-дослідного інституту НУФВСУ. У дослідженні брали участь 19 кваліфікованих спортсменок Національної збірної команди України з гандболу (кандидати в майстри спорту, майстри спорту) віком 19–35 років, спортивний стаж – від 8 до 23 років. Для визначення психофізіологічних властивостей нервової системи спортсменок було використано діагностичний комплекс «Діагност-1» (М. В. Макаренко,

В. С. Лизогуб) (Шинкарук, 2009; Макаренко, 2014; Лысенко, 2015). У цьому дослідженні аналізували показники сили (СНП) і функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП), ефективності сенсомоторної діяльності, динамічності нервових процесів, швидкість складної сенсомоторної реакції вибору (двох сигналів із трьох) та ін.

Для вивчення стратегій поведінки подолання стресу (копінг-стратегій) і визначення пріоритетного стилю подолання стресової ситуації або проблем у спортсменок було використано «Опитувальник способів психологічного подолання» (WCQ, The Ways of Coping Questionnaire) R. S. Lazarus і S. Folkman (адаптований Т. Л. Крюковою, О. В. Куфтяк та ін.) (Lazarus, 1984; Крюкова, 2005). Копінг-тест розроблений доктором R. S. Lazarus в Чиказькому університеті психіатрії (1986 р.). Тест містить 50 тверджень, які об'єднані у вісім шкал: «Конфронтативний копінг», «Дистанціювання», «Самоконтроль», «Пошук соціальної підтримки», «Прийняття відповідальності», «Втеча – уникнення», «Планування вирішення проблеми» і «Позитивна переоцінка».

Дослідження копінг-стратегій у спортивній діяльності, зокрема у гандболі, актуальні, оскільки вищі досягнення у спорті вимагають високої психологічної компетентності в аспекті подолання стресу (Берилова, 2015; Бочавер, 2016; Шинкарук, 2017).

За результатами попередніх досліджень спортсменів високого класу (веслування на байдарках і каное) виявлено взаємозв'язки адаптивних і неадаптивних поведінкових копінг-стратегій за методикою Е. Нейм з функціональною рухливістю нервових процесів і моторним компонентом складної реакції вибору (Федорчук, 2018). Спортсмени, які віддавали перевагу адаптивним поведінковим стратегіям подолання стресу (а саме «співпраця», «звернення», «альтруїзм»), відрізнялися більш високою ФРНП і меншою швидкістю моторного компонента складної реакції вибору. Спортсмени, які віддавали перевагу неадаптивним поведінковим стратегіям подолання стресу (а саме «активне уникнення», «відступ»), відрізнялися

більш низькою ФРНП і більшою швидкістю моторного компонента складної реакції вибору (Федорчук, 2018).

У спортсменів-веслувальників за методикою WCQ виявлено взаємозв'язки копінг-стратегій з показниками нейродинамічних властивостей – сили і динамічності нервових процесів, зі швидкістю складної реакції вибору. Специфічними психофізіологічними маркерами таких копінг-стратегій, як «пошук соціальної підтримки», «прийняття відповідальності» і «втеча – уникнення», виявлено показники сили і динамічності нервових процесів, швидкість складної реакції вибору. Перевага неконструктивних стратегій подолання труднощів спортсменами асоціювалася зі збільшенням часу впрацювання (досягнення мінімальної експозиції сигналів) у режимі зворотного зв'язку (Fedorchuk, 2018a; Fedorchuk, 2019).

Крім того, було виявлено деякі особливості переваги певних стратегій подолання стресу залежно від наявності або відсутності спортивних травм у спортсменів-юніорів (гандбол). У дівчат наявність травм зменшувала частоту використання адаптивних емоційних та поведінкових копінг-стратегій, але збільшувала вірогідність застосування адаптивних когнітивних стратегій. У хлопців, навпаки, наявність спортивних травм збільшувала частоту використання адаптивних поведінкових копінг-стратегій і суттєво не позначалася на когнітивних і емоційних стратегіях подолання стресу (Федорчук, 2019).

Виявлено, що для гандболістів, як і для гравців в інших видах спорту, урахування психологічних і психофізіологічних характеристик є важливим для забезпечення якості технічної і тактичної взаємодії в ігровій ситуації, що, безумовно, впливає на успішність змагальної діяльності спортсменів (Gillard, 2019).

У цьому дослідженні було зроблено спробу виділити критерії оцінювання стресостійкості і стресовразливості спортсменок високого класу шляхом аналізу взаємозв'язків копінг-стратегій з психофізіологічними характеристиками. Обробка даних, отриманих у ході дослідження за

методикою R. S. Lazarus і S. Folkman, показала таке. В обстежених спортсменок виявлено переважання таких копінг-стратегій, як «самоконтроль», «пошук соціальної підтримки», «прийняття відповідальності», «планування вирішення проблеми» і «позитивна переоцінка». Всі ці стратегії належать до конструктивних (Расказова, 2013). Рівень напруження за цими шкалами в обстежених спортсменок перевищував 50 % (табл. 5.4.1). Отримані дані збігаються з попередніми результатами тестування кваліфікованих спортсменів в інших видах спорту (Fedorchuk, 2018a; Fedorchuk, 2018b; Fedorchuk, 2019).

Таблиця 5.4.1 – Копінг-стратегії обстежених спортсменок-гандболісток (n=19), Me [25 %, 75 %]

Копінг-стратегія	Кількість балів	Рівень напруження (%)
Конфронтативний копінг	7,95 [7,00; 9,00]	44,14 [38,90; 50,00]
Дистанціювання	8,26 [6,00; 10,00]	45,90 [33,30; 55,60]
Самоконтроль	13,47 [12,00; 16,00]	64,17 [57,10; 76,20]
Пошук соціальної підтримки	11,21 [8,00; 14,00]	62,27 [44,40; 77,80]
Прийняття відповідальності	9,16 [7,00; 11,00]	76,32 [58,30; 91,70]
Втеча – уникнення	11,53 [9,00; 13,00]	48,03 [37,50; 54,20]
Планування вирішення проблеми	12,95 [11,00; 15,00]	71,93 [61,10; 83,30]
Позитивна переоцінка	14,11 [13,00; 15,00]	67,16 [61,90; 71,40]

До неконструктивних належать копінг-стратегії «конфронтативний копінг», «дистанціювання», «втеча – уникнення». Неконструктивні стратегії подолання стресу, як відомо, можуть сприяти розвитку психічного вигорання (Берилова, 2015). Відомо, що спортсмени вважають за краще вибирати стратегію втечі при високих значеннях показників психічного вигорання – показника «знецінення досягнень» та інтегрального показника психічного вигорання. Зазвичай, чим вище показники емоційного інтелекту (самотивації, управління своїми емоціями, адекватності оцінки чужих емоцій), тим нижча ймовірність застосування спортсменами стратегії втечі

(Берилова, 2015). Доведено, що ефективність неконструктивних, непродуктивних копінг-стратегій може розглядатися тільки в найближчій перспективі, а при довгостроковому їх використанні відбуваються наростання невирішених проблем, збільшення труднощів і розвиток стану або відчуття психологічного неблагополуччя (Расказова, 2013). Рівень напруження за цими шкалами в обстежених гандболісток не перевищував 50 % (табл. 5.4.1).

Кореляційний аналіз отриманих даних за критерієм Spearman показав, що зі спортивним стажем були пов'язані показники таких копінг-стратегій, як «конфронтативний копінг» та «пошук соціальної підтримки» – відповідно $r_s = -0,49, p < 0,05$; $r_s = -0,66, p < 0,01$, тобто зі збільшенням стажу спортивного тренування у більш досвідчених спортсменок вибір цих копінг-стратегій дещо зменшувався. Слід зазначити, що жоден з показників копінг-стратегій у обстежених спортсменок не був пов'язаний з віком.

Одним із завдань нашого дослідження було виявлення взаємозв'язків ефективності копінг-поведінки кваліфікованих спортсменок з психофізіологічними характеристиками, основними властивостями центральної нервової системи, ефективністю сенсомоторної діяльності. Слід зазначити, що моніторинг функціонального стану центральної нервової системи у взаємозв'язку з індивідуально-типологічними характеристиками спортсменів вважається одним з основних методів прогнозування надійності та успішності спортивної діяльності (Лысенко, 2015).

Кореляційний аналіз показав наявність взаємозв'язків за критерієм Spearman між показниками за шкалами «Прийняття відповідальності», «Конфронтативний копінг» і показниками функціональної рухливості нервових процесів. Більш високий рівень ФРНП у режимі зворотного зв'язку асоціювався з більш високими оцінками за шкалою «Прийняття відповідальності», а в режимі нав'язаного ритму – з меншою кількістю балів за шкалою «Конфронтативний копінг». Тобто більш рухливі спортсменки віддавали перевагу конструктивній копінг-стратегії та меншою мірою

використовували неконструктивну стратегію (табл. 5.4.2). Це певним чином підтверджує раніше отримані результати у спортсменів-веслувальників за методикою Е. Нейм: обстежені з переважанням адаптивних поведінкових стратегій подолання стресу відрізнялися більш високою ФРНП, з переважанням неадаптивних поведінкових стратегій подолання – відповідно, зниженою ФРНП (Федорчук, 2018).

Більша ефективність сенсомоторної діяльності, що визначалася за мінімальним часом експозиції сигналів у режимі зворотного зв'язку (тест 5 хв), в обстежених спортсменок була пов'язана з меншим напруженням за шкалою «Самоконтроль». За рівнем сили нервових процесів у режимі зворотного зв'язку більш витривалі спортсменки продемонстрували більш високий рівень напруження за шкалами «Дистанціювання», «Втеча – уникнення» і більш низький рівень напруження за шкалою «Позитивна переоцінка» (табл. 5.4.2).

У той же час виявлено зворотну кореляцію між показниками за шкалами «Самоконтроль», «Втеча – уникнення» і рівнем сили нервових процесів при тривалих сенсомоторних навантаженнях: більш витривалі спортсменки (за результатами тестування в режимі нав'язаного ритму) більшою мірою віддавали перевагу таким копінг-стратегіям, як «самоконтроль» і «втеча – уникнення» (табл. 5.4.2).

Таблиця 5.4.2 – Кореляційні зв'язки (за Spearman) психологічних та психофізіологічних характеристик спортсменок-гандболісток (n=19), r_s

Показники	Кореляційні зв'язки, r_s
Конфронтативний копінг – рівень функціональної рухливості нервових процесів (режим нав'язаного ритму), сигн/хв	-0,46*
Конфронтативний копінг – загальний показник сили нервових процесів (режим нав'язаного ритму), % помилок	0,58**
Конфронтативний копінг – показник сили нервових процесів (режим нав'язаного ритму, швидкість пред'явлення подразників 110 сигн/хв), % помилок	0,59**
Конфронтативний копінг – показник сили нервових процесів (режим нав'язаного ритму, швидкість пред'явлення подразників 120 сигн/хв), % помилок	0,67**

Продовження таблиці 5.4.2

Дистанціювання – показник сили нервових процесів (режим зворотного зв'язку, тест 5 хв, інтервал 150-180с), сигн.	0,49*
Самоконтроль – мінімальний час експозиції сигналів (режим зворотного зв'язку, тест 5 хв), мс	0,48*
Самоконтроль – показник сили нервових процесів (режим нав'язаного ритму, швидкість пред'явлення подразників 90 сигн/хв), % помилок	-0,63**
Пошук соціальної підтримки – показник сили нервових процесів (режим нав'язаного ритму, швидкість пред'явлення подразників 120 сигн/хв), % помилок	0,55**
Прийняття відповідальності – рівень функціональної рухливості нервових процесів (режим зворотного зв'язку, тест 120 сигн), с	-0,60**
Втеча-уникнення – показник сили нервових процесів (режим зворотного зв'язку, тест 5хв, інтервал 180-210с), сигн.	0,51*
Втеча-уникнення – показник сили нервових процесів (режим нав'язаного ритму, швидкість пред'явлення подразників 100 сигн/хв), % помилок	-0,51*
Планування вирішення проблеми – показник сили нервових процесів (режим нав'язаного ритму, швидкість пред'явлення подразників 90 сигн/хв), % помилок	0,47*
Позитивна переоцінка – показник сили нервових процесів (режим зворотного зв'язку, тест 5хв, інтервал 30-60с), сигн.	-0,49*
Позитивна переоцінка – загальний показник сили нервових процесів (режим нав'язаного ритму), % помилок	0,47*
Позитивна переоцінка – показник сили нервових процесів (режим нав'язаного ритму, швидкість пред'явлення подразників 130 сигн/хв), % помилок	0,48*

* статистична значущість коефіцієнта кореляції $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Крім того, кореляційний аналіз показав наявність взаємозв'язків (виявлено пряму кореляцію) між показниками за шкалами «Конфронтативний копінг», «Пошук соціальної підтримки», «Планування вирішення проблеми», «Позитивна переоцінка», з одного боку, і рівнем сили нервових процесів, працездатності головного мозку при тривалих сенсомоторних навантаженнях, з іншого. Чим менше помилок допускали спортсменки в режимі нав'язаного ритму, тим меншим був рівень напруження за вказаними шкалами (табл. 5.4.2).

Отже, більш витривалі спортсменки меншою мірою використовували такі стратегії подолання стресових ситуацій, як «конфронтативний копінг», «пошук соціальної підтримки», «планування вирішення проблеми», «позитивна переоцінка». Слід відзначити, що з вказаних вище копінг-

стратегій лише «конфронтативний копінг» належить до неконструктивних копінг-стратегій, інші – до конструктивних.

Загалом, більш витривалі спортсменки послуговувалися копінг-стратегіями меншою мірою, ніж менш витривалі. Із неконструктивних стратегій більш витривалі гандболістки обирали «дистанціювання», «втеча – уникнення», а менш витривалі – «конфронтативний копінг». Із конструктивних стратегій більш витривалі спортсменки обирали «самоконтроль», а менш витривалі – «пошук соціальної підтримки», «планування вирішення проблеми», «позитивна переоцінка».

Схожі результати було отримано у спортсменів-веслувальників: більш витривалі спортсмени (за рівнем сили нервових процесів у режимі нав'язаного ритму) продемонстрували більш низький рівень напруження за шкалою «Пошук соціальної підтримки» (Fedorchuk, 2018a). Тобто як конструктивні, так і неконструктивні стратегії подолання стресу виявилися взаємопов'язаними з генетично обумовленими основними властивостями нервової системи, які розвиваються і вдосконалюються в процесі спортивної діяльності (Макаренко, 2011; Лысенко, 2015). Можна припустити, що стан психофізіологічних функцій спортсменок певним чином впливав на вибір копінг-стратегій, що своєю чергою обумовлюють формування стресостійкості або стресовразливості. Загалом, отримані результати підтверджують та доповнюють відомі дані літератури (Бочавер, 2016; Романюк, 2016б).

Таким чином, в обстежених спортсменок-гандболісток виявлено переважання конструктивних копінг-стратегій. Зі збільшенням стажу спортивного тренування вибір таких стратегій подолання стресу, як «конфронтативний копінг» та «пошук соціальної підтримки», дещо зменшувався. Спортсменки з більшою функціональною рухливістю нервових процесів віддавали перевагу конструктивній копінг-стратегії «прийняття відповідальності» та меншою мірою використовували неконструктивну стратегію «конфронтативний копінг». Більш витривалі гандболістки з

конструктивних стратегій обирали «самоконтроль», а менш витривалі – «пошук соціальної підтримки», «планування вирішення проблеми», «позитивна переоцінка». Із неконструктивних стратегій більш витривалі спортсменки обирали «дистанціювання», «втеча – уникнення», а менш витривалі – «конфронтативний копінг».

Виявлені взаємозв'язки конструктивних і неконструктивних копінг-стратегій зі станом психофізіологічних функцій спортсменок-гандболісток можуть мати прогностичну цінність та використовуватися для оптимізації спортивного вдосконалення молоді у цьому виді спорту.

Висновки до розділу 5

1. За результатами проведених досліджень, швидкість проведення нервового імпульсу була взаємопов'язана з психологічними характеристиками обстежених спортсменів за тестом М. Люшера, а саме: з показниками рівня існуючого стресу, емоційної стійкості та ефективності психічної саморегуляції й адаптивності. Виявлено взаємозв'язок електронеуроміографічних та психологічних характеристик у спортсменів-тенісистів: більш високій швидкості проведення нервового імпульсу відповідали більш низький рівень стресу, більш високий рівень ефективності психічної саморегуляції й адаптивності та більш високий рівень емоційної стійкості за тестом М. Люшера. Отже, можна зробити припущення, що вищевказані показники можуть служити специфічними психологічними маркерами змін функціонального стану нервово-м'язового апарату молодих кваліфікованих спортсменів-тенісистів.

Виявлено позитивну кореляцію між коефіцієнтом вегетативного балансу, що визначався за допомогою тесту М. Люшера, і швидкістю проведення нервового імпульсу по рухових волокнах великогомілкового (n. tibialis) і серединного (n. medianus) нервів, що може бути пов'язано з функціональним станом серцево-судинної системи спортсменів у певний період спортивної підготовки. Симпатичне домінування у функціонуванні

вегетативної нервової системи (за тестом М. Люшера) було пов'язане з більшою швидкістю проведення нервового імпульсу.

Виявлені взаємозв'язки показників вегетативного балансу (за тестом М. Люшера) та психічного стану з параметрами функціонального стану нервово-м'язового апарату за електронейроміографічними показниками можуть використовуватися для професійного відбору і корекції тренувального процесу юних спортсменів.

2. Стратегія подолання стресу шляхом прийняття відповідальності була пов'язана, за отриманими результатами, з посиленням змагальної тривожності в юніорів збірної команди України з гандболу. Результати підтвердили існування статевих відмінностей у конкурентній тривожності та стратегіях подолання стресових ситуацій, а саме: рівень змагальної тривожності та прийняття відповідальності з метою подолання стресових ситуацій були статево обумовленими.

3. Найбільш поширеними копінг-стратегіями серед обстежених спортсменів-юніорів (гандбол) були: в когнітивній сфері – «збереження самовладання» та «додавання сенсу»; в емоційній – «оптимізм»; у поведінковій – «відволікання». Загалом, серед спортсменів кількісно переважало використання адаптивних стратегій порівняно з неадаптивними і відносно адаптивними. Серед адаптивних і неадаптивних копінг-стратегій найбільш поширеними були емоційні, серед відносно адаптивних копінг-стратегій переважали поведінкові. Виявлено тенденцію: у дівчат наявність спортивних травм була пов'язана з меншою частотою використання адаптивних емоційних та поведінкових копінг-стратегій та більшою частотою використання адаптивних когнітивних стратегій подолання стресу; у хлопців пережиті травми збільшували частоту використання адаптивних поведінкових копінг-стратегій і суттєво не позначалися на когнітивних і емоційних стратегіях подолання стресу.

4. В обстежених кваліфікованих спортсменок-гандболісток виявлено переважання конструктивних копінг-стратегій. Зі збільшенням стажу

спортивного тренування вибір таких стратегій подолання стресу, як «конфронтативний копінг» та «пошук соціальної підтримки», дещо зменшувався. Спортсменки з більшою функціональною рухливістю нервових процесів віддавали перевагу конструктивній копінг-стратегії «прийняття відповідальності» та меншою мірою використовували неконструктивну стратегію «конфронтативний копінг». Більш витривалі гандболістки з конструктивних стратегій обирали «самоконтроль», а менш витривалі – «пошук соціальної підтримки», «планування вирішення проблеми», «позитивна переоцінка». Із неконструктивних стратегій більш витривалі спортсменки обирали «дистанціювання», «втеча – уникнення», а менш витривалі – «конфронтативний копінг». Можна припустити, що стан психофізіологічних функцій спортсменок певним чином впливав на вибір копінг-стратегій, що своєю чергою обумовлюють формування стресостійкості або стресовразливості.

Виявлені взаємозв'язки конструктивних і неконструктивних копінг-стратегій зі станом психофізіологічних функцій кваліфікованих спортсменок Національної збірної команди України з гандболу можуть мати прогностичну цінність та використовуватися для оптимізації спортивного вдосконалення молоді у цьому виді спорту.

Список використаних джерел до розділу 5

Бадалян ЛО, Скворцов ИА. Клиническая электромиография. М.: Медицина, 1986. 368 с.

Бейгул Ю. Вплив екстремальних умов діяльності дзюдоїстів на розвиток стресу. Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві. 2014;3:109-12.

Берилова ЕИ. Особенности взаимосвязи копинг-стратегий и профессионального выгорания у высококвалифицированных спортсменов. Ресурсы конкурентоспособности спортсменов: теория и практика реализации. 2015;(3):31-2.

Битюцкая ЕВ. Опросник способов копинга. М.: ИИУ МГОУ, 2015. 80 с.

Бочавер КА, Довжик ЛМ. Совладающее поведение в профессиональном спорте: феноменология и диагностика. Электронный журнал «Клиническая и специальная психология». 2016;5(1):1-18. doi: 10.17759/psyclin.2016050101

Вейнберг РС, Гоулд Д. Психология спорта. К., 2014. 335 с.

Воронова ВІ. Психология спорта: [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.]. К.: Олімп. літ-ра, 2007. 298 с.

Воронова В. Психологическое обеспечение подготовки спортсменов в футболе. Наука в олимпийском спорте. 2013;4:32-9.

Грановская РМ. Элементы практической психологии. Л., 1984. 392 с.

Ильин ЕП. Дифференциальная психофизиология. СПб.: Питер, 2001. 464 с.

Ильин ЕП. Психология спорта. СПб.: Питер, 2009. 352 с.

Ісічук О, Романюк В. Стрес як загальний адаптаційний синдром та навчальна діяльність студентів. Актуальні питання психологічної науки: Альманах студентського наукового товариства. 2016;10:36-9.

Китаев-Смык ЛА. Психология стресса. Психологическая антропология стресса. М., 2009. 943 с.

Колосова ЕВ, Халявка ТА. Взаимосвязь профессиональной деятельности спортсменов и скорости проведения нервного импульса: биатлон и пулевая стрельба. Олимпийский спорт и спорт для всех: Сборник материалов XXVIII Международного научного конгресса, Казахстан (Алматы). 2014. 140-3.

Колосова ЕВ, Халявка ТА. Электронеуромиографическая характеристика спортсменов-теннисистов различных возрастных групп. Збірник статей II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні проблеми медико-біологічного забезпечення фізичної культури, спорту та фізичної реабілітації», Харків, 2016:73-80.

Колосова ЕВ, Халявка ТА, Горенко ЗА. Сравнение электронейромиографических показателей у спортсменов, специализирующихся в прыжках в воду и велоспорте. Фізична культура, спорт та здоров'я нації. 2017;3(22):319-23.

Команцев ВН. Методические основы клинической электронейромиографии. Руководство для врачей: СПб., 2006. 349 с.

Комплекс для психологического тестирования «БОС-тест». Компания «Сиата» – Медицинская техника и оборудование. Режим доступа: <http://www.siata.net.ua/index.php/kompleks-dlya-psiologicheskogo-estirovaniya-bos-test/>

Крюкова ТЛ, Куфтяк ЕВ, Замышляева МС. Адаптация методик, изучение совладающего поведения Ways of Coping Questionnaire (Опросник способов совладания Р. Лазаруса и С. Фолкмана). Психология и практика. Сборник науч. трудов. РЦОИ «ЭКСПЕРТ-ЕГЭ», Кострома. 2005;(4):171-90.

Кундиев ЮИ, Кальниш ВВ, Нагорная АМ. Роль стресса в формировании здоровья населения: структурный анализ. Журнал АМН Украины. 2002;8(2):335-45.

Лисенко ОМ. Фізична працездатність кваліфікованих спортсменів та особливості вегетативної регуляції серцевого ритму. Міжнародний медико-філософський журнал «Інтегративна антропологія» Одеського національного медичного університету. 2014а;2(24):48-54.

Лисенко ОМ, Колосова ОВ, Халявка ТО. Оцінка функціонального стану нервово-м'язової системи за допомогою методу стимуляційної електроміографії. Фізіологічний журнал. 2014б;60(3, додаток);169-70.

Лысенко ЕН, Шинкарук ОА. Влияние на проявление нейродинамических свойств спортсменов полового диморфизма и напряженной физической работы. Наука и спорт: современные тенденции. 2015;6(1):11-8.

Люшер М. Цветовой тест Люшера. СПб., М., 2002. 192 с.

Маврич СІ, Тананакіна ТП. Психологічні особливості працівників з різним психофізіологічним статусом, зайнятих у вугледобувній та хімічній галузі екологічно небезпечних районах Луганської області. Перспективи медицини та біології. 2013;5(2):159-66.

Макаренко МВ, Лизогуб ВС. Онтогенез психофізіологічних функцій людини. Черкаси, 2011. 256 с.

Макаренко МВ, Лизогуб ВС, Безкопильний ОП. Методичні вказівки до практикуму з диференціальної психофізіології та фізіології вищої нервової діяльності людей. Київ-Черкаси, 2014. 102 с.

Макарчук МЮ, Чікіна ЛВ, Янчук ПІ, Федорчук СВ, Трушина ВА. Адаптація осіб різної статі до діяльності з високим рівнем відповідальності за результат. Вісник Черкаського університету (серія «Біологічні науки»). 2010;180:50-8.

Макарчук МЮ, Зима ІГ, Федорчук СВ, Чікіна ЛВ, Трушина ВА. Уявна ротація геометричних об'єктів у жінок і чоловіків із різним рівнем тривожності. Вчені записки Таврійського національного університету імені ВІ Вернадського (серія «Біологія, хімія»). 2013;26(65)4:101-9.

Опанасенко ВВ, Пишнов ГЮ. Оцінка функціонального стану організму людини за психологічним кольоровим тестом. Довкілля та здоров'я. 2002;4(23):73-6.

Пічурін ВВ. Копінг-стратегії студентів і психологічна готовність до професійної праці. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. 2015;(2):53-9.

Платонов ВН. Система підготовки спортсменів в олімпійському спорті. Общая теория и ее практические приложения: учебник [для тренеров]: в 2 кн. К.: Олимп. лит-ра, 2015; Кн. 1. 680 с.

Рассказова ЕИ, Гордеева ТО, Осин ЕН. Копинг-стратегии в структуре деятельности и саморегуляции: психометрические характеристики и возможности применения методики СОРЕ. Психология. Журнал ВШЭ. 2013;(1):82-118.

Романюк ВЛ. Стрес-стійкість як компонент психічного здоров'я людини. Nowoczesne badania podstawowe i stosowane: Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej, 30-31.07.2016, Warszawa. Zbior artykułow naukowych. Warszawa, 2016a.

Романюк ВЛ, Пилипака ЮІ. Реактивність та психічне здоров'я особистості. Психологія: реальність і перспективи: Збірник наукових праць Рівненського державного гуманітарного університету. 2016б;(7):182-8.

Тукаев СВ, Вашека ТВ, Зима ИГ. Психологические и нейрофизиологические аспекты развития синдрома эмоционального выгорания. Актуальные аспекты внутренней медицины: коллективная научная монография [под ред. ВП Волкова], Изд. «СибАК», Новосибирск, 2013:86-107. doi: 10.13140/RG.2.1.2429.3845

Тукаев СВ, Долгова ЕН, Вашека ТВ, Федорчук СВ, Лысенко ЕН, Колосова ЕВ, Гаврилец ЮД, Зима ИГ, Ризун ВВ, Шинкарук ОА. Индивидуально-психологические характеристики учащейся молодежи, занимающейся разными видами спорта. Спортивна медицина і фізична реабілітація. 2017;1:64-71.

Уэйнберг РС, Гоулд Д. Основы психологии спорта и физической культуры. К.: Олимп. лит-ра, 1998. 336 с.

Федорчук СВ, Лысенко ЕН, Колосова ЕВ, Халявка ТА, Романюк ВЛ. Влияние психоэмоционального напряжения на функциональное состояние нервно-мышечного аппарата и эффективность сенсомоторной деятельности высококвалифицированных спортсменов. Слобожанський науково-спортивний вісник. 2017а;60(4):109-16.

Федорчук СВ, Тукаев СВ, Лысенко ЕН, Шинкарук ОА, Воронова ВИ. Психофизиологическое состояние спортсменов с разным уровнем личностной и ситуативной тревожности в сложнокоординационных видах спорта. Спортивна медицина і фізична реабілітація. 2017б;(1):26-32.

Федорчук СВ, Лысенко ЕН, Шинкарук ОА. Психофизиологические маркеры адаптивных и неадаптивных копинг-стратегий квалифицированных

спортсменов (гребля на байдарках и каное). Спортивна наука України. 2018;2(84):40-7.

Федорчук СВ, Іваскевич ДД, Борисова ОВ, Когут ІО, Маринич ВЛ, Тукаєв СВ, Петрушевський ЄІ. Застосування копінг-стратегій у практиці сучасного гандболу. Спортивна медицина і фізична реабілітація. 2019;(1):10-5.

Филиппов М, Ильин В. Современные аспекты психофизиологического понимания надежности спортсмена. Наука в олимпийском спорте. 2014;(4):29-35.

Ханин ЮЛ. Адаптация шкалы соревновательной личностной тревожности. Вопросы психологии. 1982;(3):136-42.

Ханин ЮЛ. Межличностная и внутригрупповая тревога в условиях значимой совместной деятельности. Вопросы психологии. 1991;(9):56-64.

Хекалов ЕМ. Неблагоприятные психические состояния спортсменов, их диагностика и регуляция: Учеб. пособие. М., 2003. 64 с.

Чікіна ЛВ, Федорчук СВ, Трушина ВА, Янчук ПІ, Макарчук МЮ. Вплив уявної ротації об'єктів на стан психофізіологічних функцій жінок. Фізіологічний журнал. 2012;58(5):36-43.

Шинкарук ОА, Лисенко ОМ, Гуніна ЛМ, Карленко ВП, Земцова ІІ, Олішевський СВ та ін. Медико-біологічне забезпечення підготовки спортсменів збірних команд України з олімпійських видів спорту. За заг. ред. ОА Шинкарук. К.: Олімп. літ-ра, 2009. 144 с.

Шинкарук О, Лисенко О, Федорчук С. Стрес та його вплив на змагальну та тренувальну діяльність спортсменів. Фізична культура, спорт та здоров'я нації: збірник наукових праць. Вінниця: ТОВ «Планер». 2017;3(22):469-76.

Щербатых ЮВ. Насколько метод цветowych выборов Люшера измеряет вегетативный компонент тревоги? Прикладные информационные аспекты медицины. 2003;5(1-2):108-13.

Яковлев БП. Мотивация и эмоции в спортивной деятельности: Учеб. пособие. М.: Советский спорт, 2014. 312 с.

Asher M, Asnaani A, Aderka IM. Gender differences in social anxiety disorder: A review. *Clin. Psychol. Rev.* 2017;(56):1-12.

Fedorchuk S, Lysenko O. Influence of neurodynamic properties on the choice of coping strategies in qualified athletes. *Slobozhanskyi herald of Science and Sport.* 2018a;3(65):8-11.

Fedorchuk S, Lysenko O, Tukaiev S. Psychophysiological markers of adaptive and nonadaptive coping strategies of highly skilled athletes. The 58th Annual Meeting of the Society for Psychophysiological Research (SPR 2018), 3–7 October 2018, Quebec City, Quebec, Canada. 2018b:98.

Fedorchuk S, Tukaiev S, Lysenko O, Shynkaruk O. The psychophysiological state of highly qualified athletes performing in diving with different levels of anxiety. The 26th Congress of the European Psychiatric Association (EPA 2018), 3–6 March 2018, Nice, France: European Psychiatry. Elsevier. 2018c;(48):681.

Fedorchuk S, Lysenko O, Shynkaruk O. Constructive and non-constructive coping strategies and psychophysiological properties of elite athletes. The 27th Congress of the European Psychiatric Association (EPA 2019), 6–9 April 2019, Warsaw, Poland: European Psychiatry. Elsevier. 2019;56:306.

Folkman S, Lazarus RS, Dunkel-Schetter Ch, DeLongis A, Gruen RJ. Dynamics of a stressful encounter: Cognitive appraisal, coping, and encounter outcomes. *Journal of Personality and Social Psychology.* 1986;50(5):992-1003.

Folkman S, Lazarus RS. Coping as a Mediator of Emotion. *J. Pers. Soc. Psychol.* 1988;54(3):466-75.

Garnefski N, Kraaij V. Specificity of relations between adolescents' cognitive emotion regulation strategies and symptoms of depression and anxiety. *Cogn. Emot.* 2016;32(7):1401-8.

Gillard M. Differences in attention attributes for female handball players. The 5th EHF Scientific Conference 'Handball for Life' (Cologne/Germany,

http://cms.eurohandball.com/PortalData/1/Resources/4_activities/3_pdf_act/5th_EHF_Scientific_Conference.pdf

Goette L et al. Stress pulls us apart: Anxiety leads to differences in competitive confidence under stress. *Psychoneuroendocrinology*. 2015;(54):115-23.

Hardy CJ, Richman JM, Rosenfeld LB. The role of social support in the life stress/injury relationship. *Sport Psychol*. 1991;(5):128-39.

Heim E. Coping based intervention strategies. *Patient education and counseling*. 1995;26(1-3):145-51.

Ivaskevych D, Borysova O, Fedorchuk S, Tukaiev S, Kohut I, Marynych V, Petrushevskiy Ye, Ivaskevych O, Mihăila I. Gender Differences in Competitive Anxiety and Coping Strategies within Junior Handball National Team. *Journal of Physical Education and Sport*. University of Pitesti, Romania (EUP). 2019;19(2):1242-6. doi:10.7752/jpes.2019.02180

Javier Ponseti Verdaguer F, Sese A, Garcia-Mas A. The impact of competitive anxiety and parental influence on the performance of young swimmers. *Rev. Iberoam. Psicol. del Ejerc. y el Deport*. 2016;11(2):229-37.

Judge LW et al. The impact of competitive trait anxiety on collegiate powerlifting performance. *J. Strength Cond. Res*. 2016;30(9):2399-405.

König-Görögh D et al. Personality profiles of junior handball players: Differences as a function of age, gender, and playing positions. *Cogn. Brain, Behav. An Interdiscip. J*. 2017;21(4):237-47.

Kristjánsdóttir H, Erlingsdóttir AV, Saavedra JM. Psychological skills, mental toughness and anxiety in elite handball players. *Pers. Individ. Dif*. 2018;134(4):125-30.

Kurimay D, Pope-Rhodus A, Kondric M. The relationship between stress and coping in table tennis. *J. Hum. Kinet*. 2017;55(1):75-81.

Laver L et al. *Handball Sports Medicine*. Berlin: Springer Vienna. 2018;(1):654 p.

Lazarus RS, Folkman S. Stress, appraisal, and coping. NY: Springer publishing company. 1984. 456 p.

Martens R. Sport Competition Anxiety Test. Champaign, IL. England: Human Kinetics Publishers. 1977. Режим доступа: <https://psycnet.apa.org/record/1980-51627-000>

Massuça L, Fragoso I. A multidisciplinary approach of success in team-handball. *Apunt. Med. l'Esport.* 2013;48(180):143-51.

Massuça LM, Fragoso I, Teles J. Attributes of top elite team-handball players. *J. Strength Cond. Res.* 2014;28(1):178-86.

Petito A et al. The relationship between personality traits, the 5HTT polymorphisms, and the occurrence of anxiety and depressive symptoms in elite athletes. *PLoS One.* 2016;11(6):1-13.

Renstrom PAFH. Sports injuries. 2002. 378 p.

Rocha VVS, Osório F de L. Associations between competitive anxiety, athlete characteristics and sport context: Evidence from a systematic review and meta-analysis. *Rev. Psiquiatr. Clin.* 2018;45(3):67-74.

Sarason IG, Sarason JH, Pierce GR. Social support, personality, and performance. *J. Appl. Sport Psychol.* 1990;2(117):27.

Seo D et al. Gender differences in neural correlates of stress-induced anxiety. *J. Neurosci. Res.* 2017;95(1-2):115-25.

Silva JM. Psychological Aspects in the Training and Performance of Team Handball Athletes. *The Sport Psychologist's Handbook: A Guide for Sport-Specific Performance Enhancement: John Wiley & Sons Ltd.* 2006:211-43.

Singh V et al. Relationship between pre-competition anxiety and performance levels in inter-university women football teams. *Int. J. Phys. Educ. Sport. Heal.* 2017;4(5):136-9.

Suls J, Fletcher B. The relative efficacy of avoidant and nonavoidant coping strategies: A meta-analysis. *Health Psychology.* 1985;4(3):249-88.

Tamres LK, Janicki D, Helgeson VS. Sex differences in coping behavior: A meta-analytic review and an examination of relative coping. *Personality and Social Psychology Review*. 2002;6(1):2-30.

Thomas PR, Murphy SM, Hard L. Test of performance strategies: Development and preliminary validation of a comprehensive measure of athletes' psychological skills. *J. Sports Sci*. 1999;17(9):697-711.

Vaillant GE. Adaptive mental mechanisms. Their role in a positive psychology. *American Psychologist*. 2000;55(1):89-98.

Williams JM, Tonymon P, Wadsworth WA. Relationship of life stress to injury in intercollegiate volleyball. *J. Hum. Stress*. 1986;(12):38-43.

РОЗДІЛ 6

ОСОБЛИВОСТІ ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСУ У ЛЮДЕЙ, НЕТРЕНОВАНИХ І ТРЕНОВАНИХ ДО ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Баланс – це можливість утримувати центр маси на опорній поверхні. З останніх досліджень стало відомо, що здатність підтримувати рівновагу залежить від віку, статі, рівня тренованості і навіть розміру та форми тіла (Gibson, 2018). Баланс досягається і підтримується за допомогою різних сенсомоторних систем: зорової, пропріоцептивної та вестибулярної. Сенсорна інформація з цих систем надсилається до стовбура головного мозку, де вона інтегрується з інформацією від мозочка і кори головного мозку. Як результат, стовбур мозку посилає імпульси до м'язів, які контролюють наші рухи (Скворцов, 2010).

Контроль рівноваги важливий у повсякденному житті та використовується для безпечного виконання будь-яких рухів. Постуральний баланс знижує ризик порушення рівноваги, падіння та наступних травм і сприяє оптимізації працездатності (Stone, 2015). Спортивні тренування кожного з рівнів сенсорно-рухового ланцюга (тобто соматосенсорного, вестибулярного та зорового) покращують постуральну рівновагу в складних умовах (наприклад, під час сенсорної депривації), що свідчить про позитивний вплив тренувань на сенсомоторну адаптованість (Pau, 2012). Загалом, тренування викликає неврологічні адаптації, які характеризуються меншою залежністю від зорової сенсорної інформації і більшою – від даних пропріоцептивної, вестибулярної та шкірної сенсорної інформації (Pau, 2012; Kiers, 2013). Регулярні заняття спортом покращують постуральну рівновагу, але їх ефект відрізняється у різних видах спорту. Існує також залежність між рівнем спортивної підготовки та рівнем постурального балансу у спортсменів (Gautier, 2008).

Метою роботи є вивчення нелінійних властивостей сигналів CoP людей

різних ступенів тренуваності. У дослідження були залучені люди різного спортивного рівня, які склали три групи:

1. здорові люди (контрольна група), які не займаються професійним спортом та не мають серйозних проблем зі здоров'ям;
2. спортсмени, що виконують стрибки у воду (далі – спортсмени з дайвінгу (складнокоординаційний вид спорту));
3. спортсмени з веслування (байдарка та каное (циклічний вид спорту)).

Дані про здорових людей було зібрано у лабораторії кафедри електронної інженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Київ, Україна). Дані спортсменів з веслування та дайвінгу – в НДІ Національного університету фізичного виховання та спорту України (Київ, Україна). Кожна група пройшла різні набори тестів, але всі учасники у всіх трьох групах пройшли два однакових тести: «вертикальна стійка з відкритими очима» – *eyes open* (EO), «вертикальна стійка із закритими очима» – *eyes closed* (EC). Порівнювали записи сигналів центру тиску стоп під час двох тестів.

Під час тестів учасникам була надана інструкція стояти без навмисних рухів будь-яких частин тіла, розташували стопи паралельно (відстань між центрами ніг 18 см), з розслабленими руками, при цьому дивитися на точку на стіні на рівні очей. Тривалість записів становила 30 с, з перервами приблизно 5 с між вимірюваннями, щоб зберігати стаціонарний стан постуральної системи. Статистичні показники учасників дослідження (середнє та середнє стандартне відхилення для таких показників: вік, тривалість тренувань, зріст, вага, рівень спортивної майстерності) наведено в таблиці 6.1. Рівні спортивної майстерності узгоджено з рангами: заслужений майстер спорту (ЗМС) – 4, майстер спорту міжнародного класу (МСМК) – 3, майстер спорту (МС) – 2, кандидат у майстри спорту (КМС) – 1.

Таблиця 6.1 – Антропометричні та вікові показники учасників дослідження

Параметр	Контрольна група	Стрибки в воду	Гребля
Вік, років	20,67±0,83	22,36±4,41	23,3±2,89
Тренування, років	–	15,71±4,06	10,75±3,15
Зріст, см	176,58±7,32	166,14±6,29	179,95±7,55
Вага, кг	71,42±7,92	60,73±7,72	79,95±10,98
Спортивний рівень	–	3,00±0,71	2,65±0,45
Кількість учасників	13	14	20

Метод DMA був застосований до CoP сигналів учасників з метою дослідження відмінностей у підтриманні балансу в межах кожної групи (в різних станах: EO та EC) та серед груп. Після застосування методу DMA для CoP сигналу кожного учасника під час певного тесту, отримали три різні криві $F(n)$ – для осі X , для осі Y , та для площини $X-Y$. Ці три криві характеризують одного учасника у певному стані (EO/EC). Для порівняння нелінійних властивостей CoP сигналів між групами було розраховано усереднені графіки $F(n)$ у логарифмічному масштабі для кожної групи та стану, так звані «log-log криві» (рис. 6.1). Значення відповідних показників масштабування α наведено у легенді до графіків.

Кожен графік містить три криві:

1. крива, отримана за допомогою одновимірного центрованого DMA-аналізу для $X(t)$ – фронтальна площина;
2. крива, отримана за допомогою одновимірного центрованого DMA-аналізу для $Y(t)$ – сагітальна площина;
3. крива, отримана за допомогою двовимірного центрованого DMA-2D.

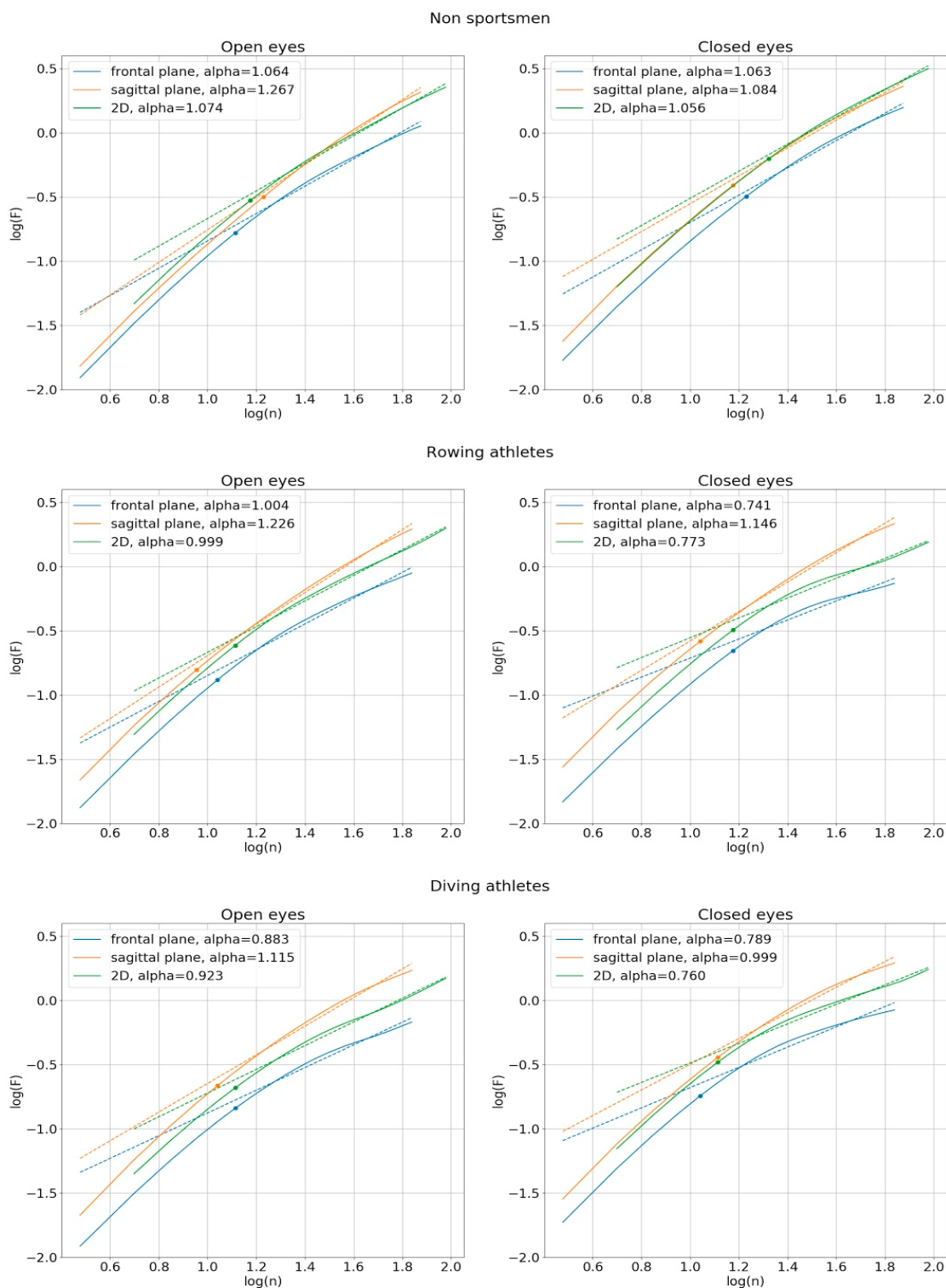


Рисунок 6.1 – Усереднені графіки $F(n)$ по осях X , Y та площині X - Y центрованого DMA-аналізу нульового порядку для трьох груп (контрольна група, спортсмени з веслування, та спортсмени із стрибків у воду) у двох станах (відкриті очі (EO), та закриті очі (EC))

Жирні точки на кривих показують розташування точок перегину, штрихові лінії – лінійні апроксимації кривих за допомогою лінійної регресії, починаючи від точок перегину до кінця; нахили цих пунктирних ліній відповідають значенню масштабного коефіцієнта α .

Аналізуючи значення α між групами, можна помітити зв'язок між рівнем тренуваності групи та персистивністю (наявністю довготривалої пам'яті) CoP сигналу, тобто α знаходиться в діапазоні $[0,5; 1]$ (табл. 6.2).

Таблиця 6.2 – Зв'язок між рівнем тренуваності та «персистивністю» CoP сигналів груп

Група	Кількість кривих, де $0,5 < \alpha < 1$	Спортивний рівень
Контрольна група	0	–
Спортсмени з греблі	3	$2,7 \pm 0,5$
Спортсмени із стрибків	5	$3,0 \pm 0,7$

Потрібно зазначити, що майже всі значення α є більшими для контрольної групи, ніж для обох груп спортсменів в обох станах (ЕО/ЕС). Виняток становить крива для сагітальної площини в стані ЕС у групі гребців, де α – більший, ніж для аналогічної кривої контрольної групи. Також усі криві контрольної групи в обох станах мають значення α більше за 1, тобто CoP сигнал є необмеженим та нестационарним.

Аналізуючи відмінності α між площинами, можна помітити, що значення α для сагітальних площин більше, ніж для фронтальних площин у всіх групах. Аналізуючи відмінності α між станами (ЕО/ЕС), слід зазначити, що заплющення очей призводить до зниження значення α . Як результат, у стані ЕС більше кривих з α у «персистивному» діапазоні. Аналізуючи розташування точок перегину в усереднених кривих, можна помітити, що для груп спортсменів точки здебільшого розташовані в інтервалі $[0,9; 1,2]$ значень $\log(n)$, тоді як точки перегину кривих контрольної групи знаходяться

здебільшого в інтервалі $[1,1; 1,3]$ значень $\log(n)$.

У сфері застосування методу DMA для CoP сигналів ще треба провести значну роботу. Ось тільки декілька проблем, які треба вирішити в наступних дослідженнях:

- вибір лінійного діапазону на осі X, на якій потрібно проводити апроксимацію;
- вибір частоти дискретизації та тривалості сигналу для обчислення показника масштабування;
- підбір тестів, оскільки різниця в постуральному контролі проявляється в кожному виді спорту в різних умовах;
- визначення взаємозв'язку між показником масштабування та іншими лінійними і нелінійними параметрами CoP;
- визначення взаємозв'язку між показником масштабування та фізіологічними процесами, які відбуваються в системі постурального балансу людини.

Висновки до розділу 6

1. Встановлено взаємозв'язок між показником масштабування α та спортивним рівнем: чим більшим є спортивний рівень, тим більше CoP сигналам людини в статичній вертикальній позі властива «персистивність». CoP сигнали досліджуваних контрольної групи виявились необмеженими та нестационарними за характеристикою методу DMA.

2. Виявлено, що закриття очей призводить до зниження значення α , та, як результат, до збільшення «персистивності» CoP сигналу.

3. Показано, що точки перегину $\log F(n)$ кривих для спортсменів знаходяться нижче, ніж для контрольної групи, що проявляє здатність спортсменів до більш точного регулювання флуктуацій центру тиску під час статичної пози, на відміну від контрольної групи.

Список використаних джерел до розділу 6

Скворцов ДВ. Стабилометрическое исследование: краткое руководство. М.: Мера-ТСП; 2010. 172 с.

Gautier G, Thouvaresq R, Vuillerme N. Postural control and perceptive configuration: influence of expertise in gymnastics. *Gait & Posture*. 2008;28(1):46-51.

Gibson AL, Wagner D, Heyward V. *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription*. Human kinetics. 2018.

Kiers H, van Dieën J, Dekkers H, Wittink H, Vanhees L. A systematic review of the relationship between physical activities in sports or daily life and postural sway in upright stance. *Sports medicine*. 2013;43(11):1171-89.

Pau M, Loi A, Pezzotta MC. Does sensorimotor training improve the static balance of young volleyball players? *Sports biomechanics*. 2012;11(1):97-107.

Stone JA, Maynard IW, North JS, Panchuk D, Davids K. Emergent perception–action couplings regulate postural adjustments during performance of externally-timed dynamic interceptive actions. *Psychological research*. 2015;79(5):829-43.

РОЗДІЛ 7

ОЦІНКА ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСУ СПОРТСМЕНІВ-ЮНІОРІВ, ЩО СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ У ГАНДБОЛІ

Досліджували постуральний баланс у групі кваліфікованих спортсменів-юніорів, які спеціалізуються у гандболі, з виявленням його можливих функціональних порушень за допомогою методу стабілометрії. У перебігу дослідження необхідно було оцінити стан постурального балансу спортсменів; розрахувати амплітудно-швидкісні показники переміщення центру тиску стоп (ЦТС) та проаналізувати зміни цих показників у різних положеннях тіла спортсмена; оцінити внесок зору та пропріоцептивного відчуття у підтримання вертикальної стійки; виявити можливі функціональні порушення постурального балансу з використанням методу стабілометрії.

У дослідженні брали участь 17 кваліфікованих спортсменів-юніорів (чоловіків), що спеціалізуються у гандболі (КМС), у віці 16-17 років, без неврологічних захворювань в анамнезі й ознак неврологічної патології на момент обстеження. У 12 осіб домінуючою верхньою кінцівкою була права, а у 5 – ліва.

Були отримані антропометричні показники: довжина тіла (м), маса тіла (кг) та індекс маси тіла (ІМТ, $\text{кг}\cdot\text{м}^{-2}$). Дослідження проводили в умовах прямої вертикальної стійки, яку в стабілометрії зазвичай позначають терміном «основна стійка». Під час тесту спортсмен стояв на стабілоплатформі без взуття, руки вздовж тулуба. Проводили чотири проби: основна вертикальна стійка з широкою базою опори (відстанню між стопами), а саме – зручним положенням стоп на ширині плечей, з відкритими та закритими очима; вертикальна стійка зі звуженою базою опори, а саме – стопи разом, з відкритими та закритими очима. Час реєстрації кожної проби дорівнював 20 с.

Для кожної проби визначали такі стабілометричні показники: X_c , мм – середнє положення ЦТС по осі абсцис (у фронтальній площині; негативне

значення X відповідало його зміщенню вліво від центра координат платформи, а позитивне – вправо); Y_c , мм – середнє положення ЦТС по осі ординат (у сагітальній площині; негативне значення Y відповідало його зміщенню назад від центра координат, а позитивне – вперед); XSD , мм – розкид (середнє квадратичне відхилення) у фронтальній площині; YSD , мм – розкид (середнє квадратичне відхилення) у сагітальній площині; VX , мм/с – середня швидкість переміщення ЦТС у фронтальній площині; VY , мм/с – середня швидкість переміщення ЦТС у сагітальній площині; V , мм/с – середня швидкість переміщення ЦТС у двомірній системі координат. Розраховували також VY/VX – відношення VY до VX . Для оцінки залежності певної величини від зорової депривації та звуження бази опори на платформу проводили 2-факторний дисперсійний аналіз. При цьому міжгруповими факторами виступали наявність зорового контролю, яка мала дві категорії – відкриті очі та закриті очі, і ширина вертикальної стійки, що складалася з двох рівнів – широка і вузька бази опори на платформу. За рівень статистичної значущості приймали $p < 0,05$. Статистичну значущість різниці середніх значень груп параметрів визначали за допомогою порівняльного аналізу ANOVA.

Антропометричні показники гандболістів-юніорів (середні по групі, мінімальні та максимальні значення) представлено в таблиці 7.1. Аналіз результатів наших досліджень показав, що у більшості спортсменів із групи стабілометричні показники в основній вертикальній стійці з широкою базою опори з відкритими очима знаходилися в межах норми, але у 29 % осіб спостерігалися відхилення деяких параметрів від референтних значень, а саме – центр тиску стоп у фронтальній площині був зміщений більше ніж на 10 мм праворуч або ліворуч від центральної поздовжньої осі платформи (рис. 7.1, А).

Таблиця 7.1 – Антропометричні показники спортсменів, які спеціалізуються у гандболі (mean \pm se)

Група	Вік, роки	Довжина тіла, м	Маса, кг	Масо-зростовий індекс (кг·м ⁻²)
Чоловіки	16,8 \pm 0,4 (16-17)	1,847 \pm 0,054 (1,72-1,93)	77,9 \pm 6,1 (66,1-93,8)	22,8 \pm 1,4 (20,4-24,8)

Це узгоджується з даними інших дослідників, за якими у 25 % спортсменів, що спеціалізуються в ігрових видах спорту, є аналогічна асиметрія пози (Замчий, 2014). Можна було б припустити, що такі зміщення положення ЦТС викликані переважною опорою на домінуючу нижню кінцівку, але не було виявлено статистично значущого кореляційного зв'язку між домінуванням нижньої кінцівки та латеральною асиметрією показників. За даними літератури, зміщення центра кривої статокінезіограми вправо або вліво відносно центра координат стабілоплатформи на 10 мм та більше може свідчити про приховані постуральні порушення (Скворцов, 2010; Быков, 2012). Така тенденція відмічається також у 27% спортсменів силових видів спорту, 12,5% – легкоатлетів, 25% – велосипедистів (Замчий, 2014).

За результатами дисперсійного аналізу впливу зорової депривації та ширини стійки на стабілометричні показники спортсменів, фактор зорового контролю мав статистично значущий вплив на розкид у фронтальній та сагітальній площинах, а також на всі показники швидкості переміщення ЦТС, тобто при закритих очах площа статокінезіограми та швидкість ЦТС більше, ніж при відкритих очах (табл. 7.2, рис. 7.3). Це узгоджується з результатами, отриманими при дослідженнях постурального балансу воротарів-юніорів національної гандбольної команди Польщі: швидкість центру тиску стоп була більшою в тестах, що проводилися при закритих очах (Wilczyński, 2018).

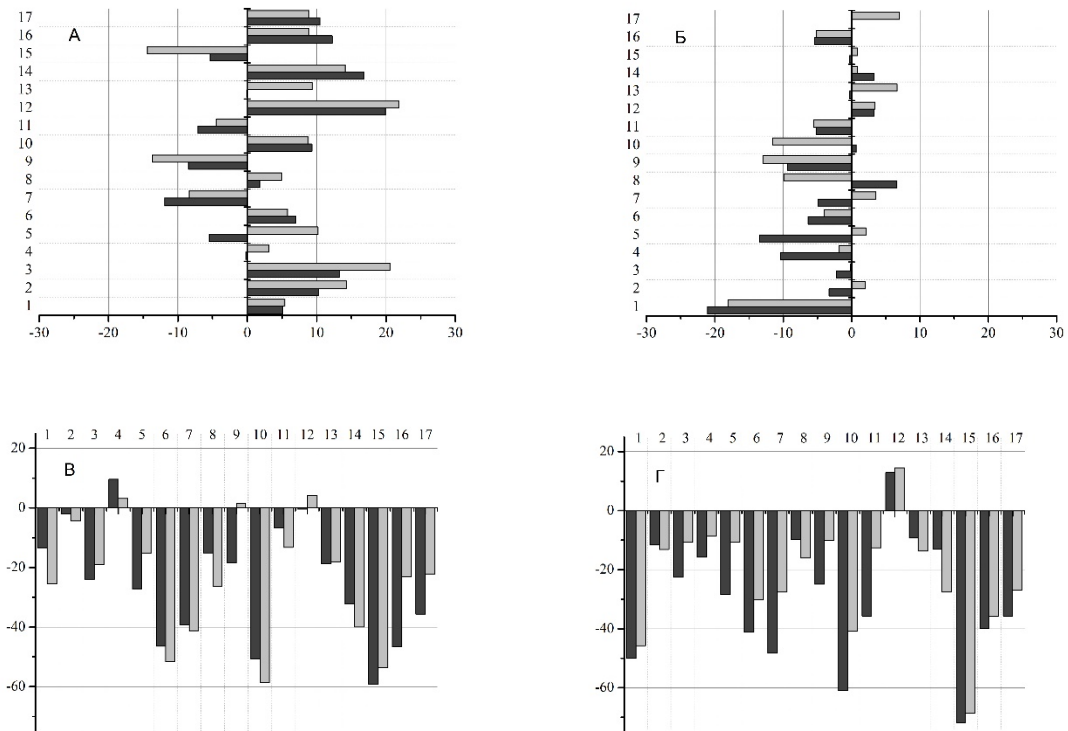


Рисунок 7.1 – Положення центру тиску стоп на стабілометричній платформі

А, Б – у фронтальній площині, А – з широкою базою опори, Б – з вузькою базою опори, В, Г – у сагітальній площині, В – з широкою базою опори, Г – з вузькою базою опори. Темно-сірі стовпчики – відкриті очі, світло-сірі стовпчики – закриті очі. 1-17: порядкові номери спортсменів. Відстані на осях X (А, Б) та Y (В, Г) надані у мм.

Таблиця 7.2 – Результати дисперсійного аналізу впливу зорового контролю та ширини стійки на стабілометричні показники спортсменів, що спеціалізуються у гандболі ($\text{mean} \pm \text{se}$)

Параметр	Фактор					
	Зоровий контроль		Ширина стійки		Зоровий контроль × Ширина стійки	
	F	p	F	p	F	p
X_c , мм	0,565	0,455	14,776	0,000**	0,001	0,977
Y_c , мм	0,778	0,381	0,131	0,719	0,362	0,550
XSD, мм	9,027	0,004**	140,149	0,000**	7,571	0,008**

Продовження таблиці 7.2

YSD, мм	4,520	0,037*	10,665	0,002**	0,005	0,946
VX, мм/с	14,693	0,000**	175,411	0,000**	9,630	0,003**
VY, мм/с	28,932	0,000**	22,271	0,000**	1,066	0,306
V, мм/с	30,948	0,000**	88,496	0,000**	4,674	0,034*
VY/X	13,558	0,000**	63,279	0,000**	5,681	0,020*

Статистична значущість впливу фактора * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Фактор ширини стійки, що пов'язаний зі зручністю пози, мав статистично значущий вплив на розкид у фронтальній та сагітальній площинах, на всі показники швидкості переміщення ЦТС (рис. 7.3), а також на положення ЦТС у фронтальній площині. Таким чином, площа статокінезіограми та швидкість ЦТС були більші у звуженій стійці, крім того, при зменшенні бази опори в цілому по групі спостерігалось і статистично значуще переміщення центру тиску стоп, незважаючи на значну індивідуальну варіативність цього показника (табл. 7.2).

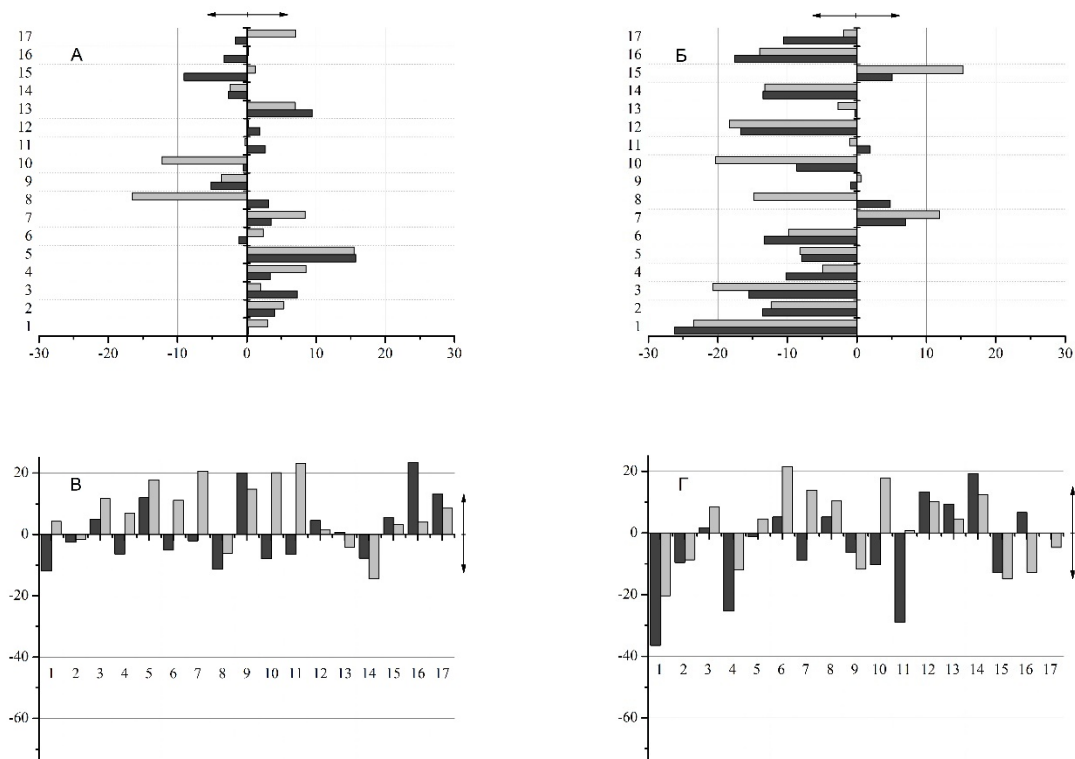


Рисунок 7.2 – Зміни положення центру тиску стоп на стабілометричній платформі при зміні умов вертикальної стійки

А, Б – у фронтальній площині, А – вплив зорової депривації, Б – вплив звуження площини опори. В, Г – у сагітальній площині, В – вплив зорової депривації, Г – вплив звуження площі опори. А, В: темно-сірі стовпчики – широка площа опори, світло-сірі стовпчики – вузька площа опори. Б, Г: темно-сірі стовпчики – відкриті очі, світло-сірі стовпчики – закриті очі. 1-17: порядкові номери спортсменів. Відстані на осях X (А, Б) та Y (В, Г) надані у мм.

Потрібно підкреслити, що середнє положення ЦТС у сагітальній площині не залежало від зорового контролю та ширини стійки, тоді як середнє положення ЦТС у фронтальній площині зазнавало незначних змін при зоровій депривації (у переважної більшості осіб), але істотно змінювалося при звуженні бази опори. При цьому у більшості спортсменів спостерігалось зміщення в лівий бік, і у 41 % осіб із групи величина зміщення значно перевищувало 10 мм (рис. 7.2, Б). Значущого кореляційного зв'язку між домінуванням нижньої кінцівки та асиметрією показників не було виявлено. Отже, таке істотне переміщення ЦТС може бути ознакою прихованих порушень міжм'язової координації та пропріоцептивного відчуття внаслідок дії на спортсмена неадекватного фізичного навантаження та може слугувати критерієм підвищеного ризику травматизму.

Взаємодія факторів зорового контролю та ширини стійки мала статистично значущий вплив на розкид у фронтальній площині, на показники швидкості переміщення ЦТС у фронтальній площині та загальний показник швидкості і співвідношення швидкості переміщення ЦТС у сагітальній площині до фронтальної. В той же час не відмічалось значущого впливу взаємодії факторів на параметри, що безпосередньо пов'язані з Y -коливаннями.

Окремо необхідно підкреслити важливість показника VY/X , який відображає переважаючу участь коливань у сагітальній або фронтальній площинах у підтриманні вертикальної стійки. В основній стійці з широкою базою опори, з відкритими очима цей показник зазвичай вище одиниці, тобто тіло людини коливається більше у напрямку вперед-назад, ніж вліво-вправо;

це підтверджується і нашими даними, $VY/X=1,30\pm 0,05$ (рис. 7.3, Г). При закриванні очей переважання Y -коливань ще збільшується, $VY/X=1,69\pm 0,07$. Але в умовах стійки зі звуженою базою опори спостерігається переважання коливань у фронтальній площині над сагітальними, $VY/X=0,94\pm 0,06$, при закриванні очей частка Y -коливань збільшується ($VY/X=1,02\pm 0,07$), але залишається меншою у порівнянні з широкою стійкою (рис. 7.3, Г).

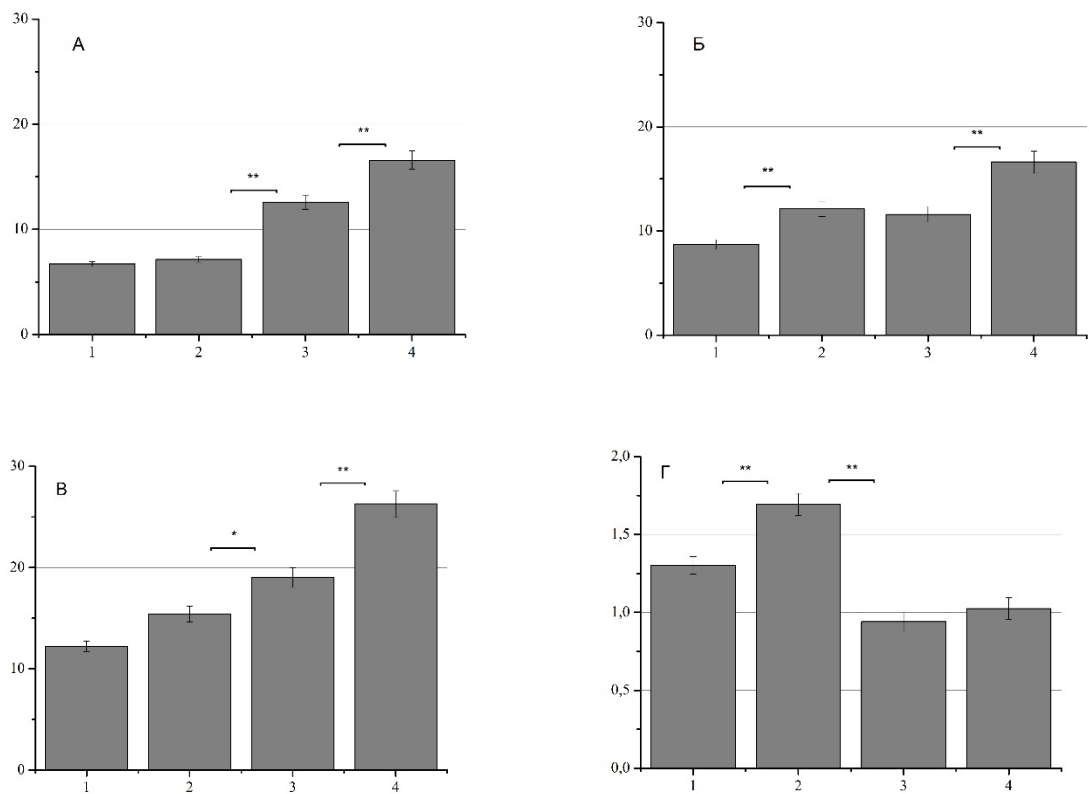


Рисунок 7.3 – Показники швидкості переміщення центру тиску стоп на стабілометричну платформу при зміні умов вертикальної стійки

А – швидкість переміщення ЦТС у фронтальній площині, Б – швидкість переміщення ЦТС у сагітальній площині, В – загальна швидкість переміщення ЦТС (у двомірній координатній системі), Г – співвідношення значень швидкості переміщення ЦТС у сагітальній площині до значення у фронтальній. 1 – широка площа опори, очі відкриті; 2 – широка площа опори, очі закриті; 3 – вузька площа опори, очі відкриті; 4 – вузька площа опори, очі закриті. Статистична значущість різниці показників * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Отже, можна зробити висновок, що ускладнення умов вертикальної стійки, такі як зорова депривація та звуження бази опори тіла, призводять до змін амплітудно-швидкісних параметрів коливань у фронтальній і сагітальній площинах, при цьому звуження бази опори тіла та взаємодія факторів зорового контролю та ширини стійки здійснюють більший вплив на медіо-латеральні коливання тіла спортсмена (рис. 7.3).

Таким чином, дані, отримані за допомогою стабілометричного методу дослідження, дозволяють оцінити стан постурального балансу спортсменів, виявити його порушення внаслідок дезадаптації до фізичного навантаження, спрогнозувати ризик травматизму, встановити особливості функціонування нервово-м'язового апарату спортсменів, пов'язані з переважним використанням певної сенсомоторної системи для підтримання вертикальної стійки. Показники асиметрії центру тиску стоп у фронтальній площині та переміщення центру тиску стоп при зміні пози тіла можна використовувати як діагностичні критерії функціонування нервово-м'язової системи, що дозволяють вчасно виявити передпатологічний стан. На думку сучасних дослідників, тестування постуральної стійкості є важливим елементом координаційного тренування із застосуванням методу біологічного зворотного зв'язку на стабілометричних платформах, яке необхідно впроваджувати у повсякденну спортивну практику для попередження травмування гандболістів-юніорів (Wilczyński, 2018; Ageberg, 2020). Отримані результати стануть у нагоді тренерам та спортивним лікарям для розробки індивідуальної тренувальної та реабілітаційної програми, спрямованої на профілактику травматизму та збереження здоров'я спортсмена.

Таким чином, існує необхідність регулярної оцінки постурального балансу спортсменів, а також розробки та широкого використання комплексу вправ, спрямованих на розвиток стійкості, з використанням методу біологічного зворотного зв'язку, з метою профілактики травмування. Планується проведення досліджень з виявлення особливостей

стабілометричних показників кваліфікованих спортсменів, що спеціалізуються в різних видах спорту, для визначення стану постурального балансу та розробки критеріїв оцінки ризику травматизму за допомогою стабілометричного методу.

Висновки до розділу 7

1. Встановлено, що у 29% чоловічої групи кваліфікованих спортсменів-юніорів, що спеціалізуються у гандболі, є відхилення стабілометричних параметрів від референтних значень, а саме – відхилення положення центру тиску стоп від центру координат більше ніж на 10 мм у фронтальній площині в основній вертикальній стійці зі зручним положенням стоп.

2. Показано, що у 41% спортсменів із обстежуваної групи спостерігається значне переміщення центру тиску стоп у фронтальній площині (більше, ніж на 10 мм) в умовах звуження бази опори на платформу.

3. Ускладнення умов вертикальної стійки, такі як зорова депривація та звуження бази опори тіла, призводять до змін амплітудно-швидкісних параметрів коливань у фронтальній і сагітальній площинах, при цьому зміна бази опори тіла та взаємодія факторів зорового контролю та ширини стійки здійснюють більший вплив на медіо-латеральні коливання тіла спортсмена у фронтальній площині.

Список використаних джерел до розділу 7

Быков ЕВ, Зинурова НГ, Плетнев АА, Чипышев АВ. Динамика показателей стабилотрии в соревновательном периоде в оценке функционального состояния хоккеистов. Фундаментальные исследования. 2012; 9(4):796-800.

Замчий ТП, Ложкина-Гамецкая НИ, Спатаева МХ. Асимметрия в поддержании вертикальной позы у спортсменов разных специализаций. Современные проблемы науки и образования. 2014;3:1-9.

Скворцов ДВ. Стабилометрическое исследование: краткое руководство. М.: Мера-ТСП; 2010. 172 с.

Ageberg E, Bunke S, Nilsen P, Donaldson A [Epub ahead of print] Planning injury prevention training for youth handball players: application of the generalisable six-step intervention development process. *Inj Prev.* 2020; Feb 4:1-6. doi: 10.1136/injuryprev-2019-043468.

Wilczyński J. Postural Stability in Goalkeepers of the Polish National Junior Handball Team. *J Hum Kinet.* 2018 Sep 24; 63: 161-70. doi: 10.2478/hukin-2018-0016.

РОЗДІЛ 8

ПАТЕРНИ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАМ, ПОВ'ЯЗАНІ З РІЗНИМ РІВНЕМ МАЙСТЕРНОСТІ У СПОРТСМЕНІВ В ІГРОВИХ ВИДАХ СПОРТУ

Зміни ЕЕГ відображають функціональний стан мозку і залежать від ступеня функціонального навантаження. При підвищеному рівні гормону стресу кортизолу спостерігається зниження когерентності ЕЕГ, зокрема зменшується міжпівкульова когерентність альфа-, дельта- і тета-активності (Пономарева, 2007). В осіб з дифузним розподілом бета-активності спостерігаються низька стресостійкість та низька продуктивність. При хронічному стресі ЕЕГ має депресивний характер. В осіб із посттравматичними стресовими розладами спостерігається пригнічення альфа-активності (Голуб, 2007). Спектральна потужність альфа- і тета-ритмів значно більша у групах з низьким рівнем тривожності, а частота альфа-ритму переконливо вища за умов високого рівня тривожності (Смирнов, 2005).

Показано, що електроенцефалограми, в яких переважає тета-ритм разом з повільною високоамплітудною альфа-активністю, властиві людям пасивним, невпевненим, залежним, тим, які погано реагують на складні життєві ситуації, схильним до стресів. Яскрава бета-активність або швидкий альфа-ритм у поєднанні з нею відповідає пасивним людям з вираженими відчуттями і прагненнями, високою напруженістю, тривожністю, нестійкими внутрішньо- і міжособистісними відносинами. На противагу їм, психічна стійкість і відносна відсутність негативних емоцій корелює з регулярною альфа-активністю і відсутністю виражених тета- і дельта-хвиль. Згідно з іншими дослідженнями, особам з підвищеною тривожністю та людям, схильним до невротичних станів, властиві низько амплітудний альфа-ритм, який то зникає, то з'являється знову, а також слабо виражені дельта- і тета-ритми. Підвищена тривожність, сильна інтравертованість, а також астенизація властива особам з так званою пласкою ЕЕГ, на якій помітний альфа-ритм не

з'являється навіть після гіпервентиляції (Бехтерева, 1988; Симонов, 2004; Başar, 2012; Başar, 2013).

Формування спортивної майстерності також відображається в змінах електричної активності мозку (ЕЕГ). В результаті шести місяців тренувань студенток університету (спортсменок збірної команди з волейболу) можна було очікувати на саме такі зміни, які б відображали підвищення професійної майстерності спортсменок волейбольної команди НУФВСУ.

Метою дослідження було встановлення змін активності головного мозку (на основі аналізу електроенцефалограми) у процесі формування спортивної майстерності на прикладі ігрових видів спорту. Дослідження проводили на базі Олімпійського навчально-спортивного центру «Конча-Заспа» та Науково-дослідного інституту НУФВСУ. У дослідженні брали участь 12 волонтерів, спортсменок збірної команди з волейболу – студенток Національного університету фізичного виховання і спорту України (НУФВСУ) віком 18-20 років ($M_{age}=18,35$). Як контрольна група в дослідженні взяли участь 6 кваліфікованих спортсменок резервної групи Національної збірної України з гандболу (юніорки до 19 років, $M_{age}=18,77$ років).

Дослідження основної групи (спортсменок збірної команди з волейболу) проводили в два етапи: перед стартом нового тренувального процесу (вересень 2019 р.) і після закінчення його першого етапу, через 6 місяців (лютий 2020 р.). Спортсменки резервної групи Національної Збірної України з гандболу проходили дослідження під час зборів влітку 2019 р.

Перед початком тестування було отримано письмову інформовану згоду кожного учасника відповідно до Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації (WMA) (Гельсінкі, Фінляндія, червень 1964 р.). Обстежувані були проінструктовані про мету і завдання дослідження.

Реєстрацію електроенцефалограми проводили під час тестового тренування на велоергометрі. Для досягнення пікового навантаження і подальшого фізичного виснаження обстежуваним надавали завдання

підтримувати швидкість з частотою обертання 60/хв протягом всього тестування. З метою підвищення навантаження збільшення останнього відбувалося кожну хвилину з кроком 10 Вт при початковому навантаженні 10 Вт.

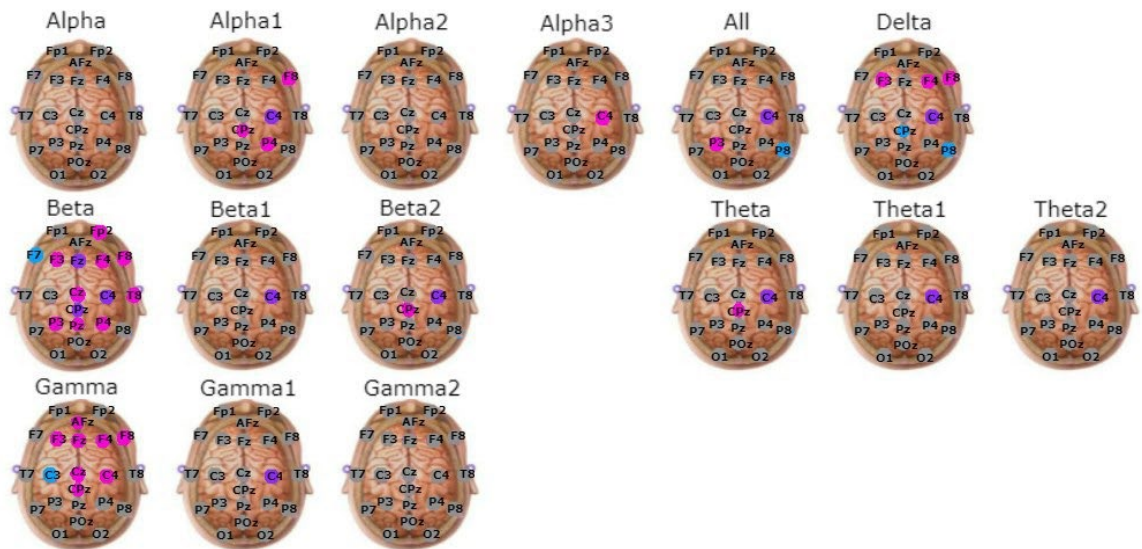


Рисунок 8.1 – Спектральна щільність потужності основних частотних діапазонів ЕЕГ в групі волейболісток до планового тренування (n=12(6)) порівняно з групою професійних гандболісток (n=12(5)), під час інтенсивного навантаження

Кольорами відмічені відведення із статистично значущими змінами спектральної щільності потужності порівняно з групою гандболісток: блакитним – зменшення ($p \leq 0,05$); рожевим – збільшення ($p \leq 0,05$); ліловим – збільшення ($p \leq 0,01$).

Статистично значущі відмінності електричної активності мозку було виявлено під час порівняння групи волейболісток (членів збірної з волейболу НУФВСУ) станом на 2019 та 2020 рр. порівняно з групою гандболісток під час пікового навантаження та відновлення після пікового навантаження на велотренажері. Генералізоване збільшення спектральної щільності потужності (СЩП) спостерігалось у діапазонах дельта-, тета-, альфа-, бета-, нижнього гамма-ритму у спортсменок збірної по волейболу НУФВСУ

порівняно зі членами збірної України з гандболу. Через півроку інтенсивних тренувань відмінності між двома групами спортсменок спостерігалися лише в альфа-3 піддіапазоні. Відмінності було виявлено переважно у фронтальних та центральних ділянках мозку, відповідальних за контроль емоцій, увагу та рухову обробку.

Генералізовані збільшення СЩП спостерігались у діапазонах дельта (C4, $p = 0,009$; F3, $p = 0,016$; F4, $p = 0,047$; F8, $p = 0,028$), тета (C4, $p = 0,006$; CPz, $p = 0,045$), тета-1, тета-2 (C4, $p = 0,006$), альфа-1 (C4, $p = 0,006$; CPz, $p = 0,045$; F8, $p = 0,045$; P4, $p = 0,045$), бета (F3, $p = 0,045$; Fz, $p = 0,006$; F4, $p = 0,018$; F8, $p = 0,028$; Cz, $p = 0,028$; C4, $p = 0,006$; CPz, $p = 0,006$; P3, $p = 0,028$; Pz, $p = 0,028$; P4, $p = 0,018$), бета-2 (C4, $p = 0,006$; CPz, $p = 0,045$), нижня гамма (35-45 Гц: F3, $p = 0,033$; Fz, $p = 0,019$; F4, $p = 0,019$; F8, $p = 0,019$; Cz, $p = 0,011$; C4, $p = 0,011$; CPz, $p = 0,011$) (рис. 8.1), при порівнянні студенток-членів збірної з волейболу НУФВСУ під час першого тестування (2019 р.) та спортсменок-членів збірної з гандболу при піковому навантаженні на велотренажері. У тім'яній ділянці збільшення активності в студенток-волейболісток спостерігалось лише в бета-діапазоні (13-35 Гц). Також було виявлено збільшення СЩП у сенсомоторної ділянці в альфа-3 (C4, $p = 0,018$), бета-1 (C4, $p = 0,006$), та гамма-1 (C4, $p = 0,006$) піддіапазонах, в загальному діапазоні (2-45 Гц) під відведеннями AFz, $p = 0,045$; P3, $p = 0,009$, та зменшення СЩП у діапазонах дельта (CPz, $p = 0,009$; P8, $p = 0,047$) (рис. 8.1).

На останній хвилині інтенсивного тренування на велотренажері при піковому навантаженні збільшення СЩП спостерігалися лише у фронтальній ділянці у піддіапазоні нижня гамма-2 (40-45 Гц) (відведення F3, $p = 0,021$; Fz, $p = 0,043$; F4, $p = 0,021$; F8, $p = 0,021$) (рис. 8.2), у бета-1 піддіапазоні (F4, $p = 0,050$). Також було виявлено локальне зменшення СЩП в діапазонах дельта (P8, $p = 0,025$), тета (P8, $p = 0,025$), та загального діапазону 2-45 Гц (AFz, $p = 0,050$), в діапазонах альфа (O1, $p = 0,034$), бета (P8, $p = 0,053$), бета-2 (P8, $p = 0,025$), та нижня гамма-1 (40-45 Гц, відведення P8, $p = 0,027$) (рис. 8.2).

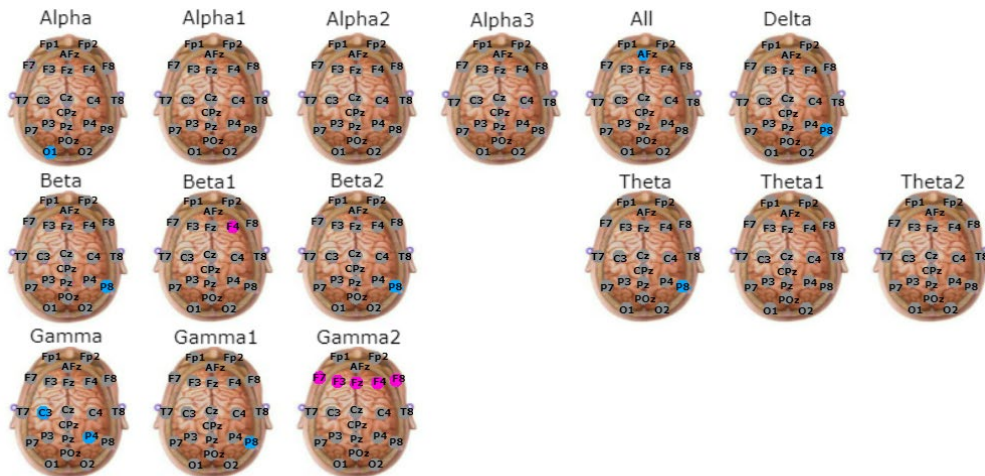


Рисунок 8.2 – Спектральна щільність потужності основних частотних діапазонів ЕЕГ в групі волейболісток до тренування ($n=12(6)$) порівняно з групою професійних гандболісток ($n=12(5)$), при піковому навантаженні (остання хвилина навантаження)

Кольорами відмічені відведення із статистично значущими змінами СЦП порівняно з групою гандболісток: блакитним – зменшення ($p \leq 0,05$); рожевим – збільшення ($p \leq 0,05$); ліловим – збільшення ($p \leq 0,01$).

При піковому навантаженні збільшення СЦП спостерігались у групі волейболісток у таких частотних діапазонах: дельта (C4, $p = 0,013$; T8, $p = 0,038$), тета (C4, $p = 0,008$), тета-1 (C4, $p = 0,013$), тета-2 (C4, $p = 0,003$), альфа (C4, $p = 0,013$), альфа-1 (C4, $p = 0,003$), альфа-2 (C4, $p = 0,04$), альфа-3 (C4, $p = 0,042$; CPz, $p = 0,028$) (рис. 8.3). При порівнянні записів волейболісток після тренувань та гандболісток протягом останньої хвилини інтенсивного навантаження, збільшення СЦП у волейболісток було виявлено, знову ж таки, у правій моторній корі у діапазонах тета- (C4, $p = 0,042$), тета-2 (C4, $p = 0,045$), альфа-1 (C4, $p = 0,028$), альфа-2 (C4, $p = 0,042$), альфа-3 ритмів (C4, $p = 0,019$), (CPZ, $p = 0,012$). Останні дані вказують на те, що саме ділянка правої моторної кори відіграє значну роль у набутті фізичної витривалості. Це питання потребує подальшого дослідження.

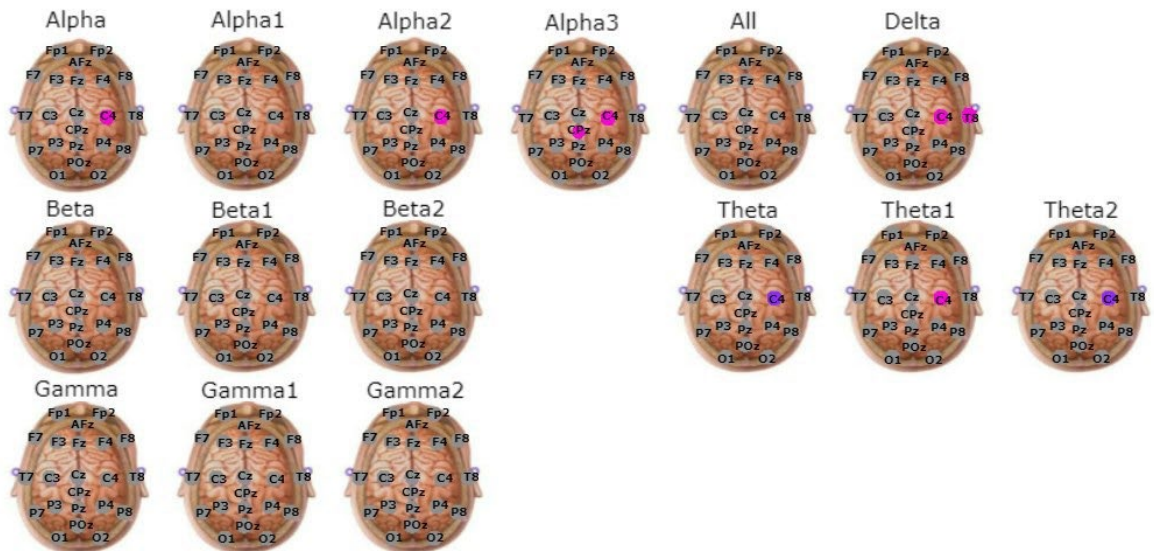


Рисунок 8.3 – Спектральна щільність потужності основних частотних діапазонів ЕЕГ в групі волейболісток після планового тренування (n=12(8)) порівняно з групою професійних гандболісток (n=12(5)), під час інтенсивного навантаження

Кольорами відмічені відведення із статистично значущими змінами СЩП порівняно з групою гандболісток: блакитним – зменшення ($p \leq 0,05$); рожевим – збільшення ($p \leq 0,05$); ліловим – збільшення ($p \leq 0,01$).

На етапі відновлення на велотренажері збільшення СЩП спостерігались у волейболісток в наступних частотних діапазонах: дельта (P8, $p = 0,043$), тета-1 (F8, $p = 0,028$), альфа (F7, $p = 0,043$; F8, $p = 0,043$; P3, $p = 0,043$), альфа-1 (O2, $p = 0,043$), бета (FP1, $p = 0,043$; FZ, $p = 0,043$; P4, $p = 0,028$; PZ, $p = 0,043$), бета-2 (CZ, $p = 0,043$; F7, $p = 0,043$; FP1, $p = 0,043$; FP2, $p = 0,043$; FZ, $p = 0,043$; P3, $p = 0,028$; P4, $p = 0,028$; PZ, $p = 0,043$), гамма (C4, $p = 0,046$; CZ, $p = 0,028$; F7, $p = 0,028$; F8, $p = 0,028$; FP1, $p = 0,028$; FP2, $p = 0,046$; P4, $p = 0,028$; P8, $p = 0,043$), гамма-1 (T8, $p = 0,043$) (рис. 8.4) порівняно з аналогічними умовами до періоду системних тренувань.

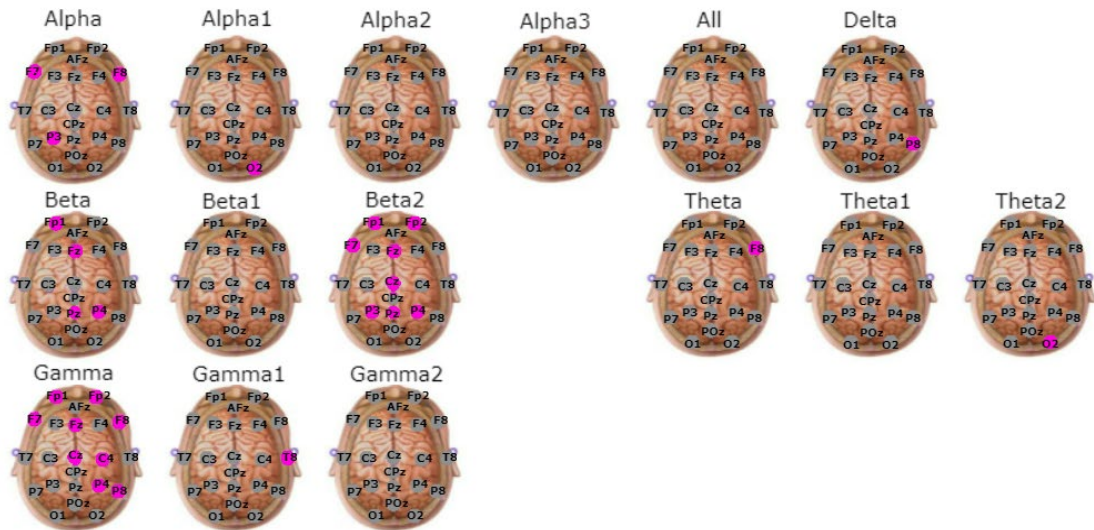


Рисунок 8.4 – Спектральна щільність потужності основних частотних діапазонів ЕЕГ у групі волейболісток до планового тренування (n=12(6)) порівняно з групою волейболісток після планового тренування (n=12(8)) під час легкого навантаження

Кольорами відмічені відведення із статистично значущими змінами СЦП порівняно з групою гандболісток: блакитним – зменшення ($p \leq 0,05$); рожевим – збільшення ($p \leq 0,05$); ліловим – збільшення ($p \leq 0,01$).

При порівнянні записів волейболісток протягом усієї тривалості інтенсивного навантаження 2019 та 2020 рр. відмінності було виявлено лише у бета-діапазоні у правій фронтальній ділянці (збільшення СЦП у правій фронтальній ділянці, F4, $p = 0,043$). При порівнянні ЕЕГ на останній хвилині пікового навантаження в правій півкулі виявлені збільшення СЦП у тета-2 ритмі (T8, $p = 0,012$), альфа-3 ритмі (T8, $p = 0,028$) та бета-ритмі (F8, $p = 0,042$).

У нашому дослідженні менша потужність у дельта- та тета-діапазонах ЕЕГ у фронтальних зонах спостерігалася у гравців із більшим досвідом тренувань, що означає виділення більшої кількості ресурсів на процеси рефлексії й уваги у професійних спортсменів. Це можна трактувати як те, що при обмеженій кількості ресурсів нервової системи при навантаженні більш тренуваним спортсменам вистачає їх ще й на такі процеси вищого порядку,

як уважність та рефлексія. Це, своєю чергою, пояснюється тим, що нервова система більш тренованих спортсменів має більше ресурсів та/або більш ефективно їх використовує. Менша потужність у дельта та тета-діапазонах у ділянці моторної кори, що корелює з більшим досвідом тренувань, може пояснюватися тим, що при однаковому навантаженні мозок більш тренованих спортсменок, порівняно з менш тренованими, потребує меншої кількості ресурсів на активність соматосенсорної ділянки мозку, що свідчить про більш ефективну роботу цієї ділянки.

Локальне збільшення альфа-активності в руховій корі відображає інструмент гальмівного моторного контролю, а збільшення альфа-ритму у фронтальних ділянках трактується як пригнічення обробки нерелевантної інформації. Відповідно до цього збільшена потужність альфа-ритму в моторній корі (відведення CPz та C4, рис. 8.1) та фронтальних ділянках (F3, F4, F7, F8, рис. 8.1, 8.4) у менш досвідчених спортсменів вказує на те, що їм потрібний більш виражений гальмівний контроль для приглушення обробки нерелевантної інформації, а отже, це відповідає думці про кращу ефективність обробки інформації у більш досвідчених спортсменів. З точки зору більшої ефективності, для досягнення найкращого показника при виконанні завдання у визначений момент потрібно задіяти якомога більше ресурсів та якомога краще здійснити пригнічення нерелевантної обробки. При довготривалому фіксованому навантаженні видається доцільним, навпаки, виділити настільки мало ресурсів, наскільки це можливо, для забезпечення необхідного рівня виконання.

Рівень активності бета- та альфа-ритмів підтверджує думку про те, що більше фізичне навантаження, яке корелює зі збільшенням потужності бет-а та альфа-ритмів, означає збільшену витрату ресурсів нервовою системою. Обернено пропорційне збільшення потужності дельта та тета-ритмів підтверджує те, що менша активація фронтальних дельти і тети при більшому досвіді тренувань, що виявлено в нашому дослідженні (рис. 8.1), означає більше виділення ресурсів на рефлексію й увагу. Довгострокові

заняття руховими вправами призводять до зниження бета-потужності в сенсомоторних і лобових кортикальних ділянках, що свідчить про підвищену автоматичність і, отже, відображає процеси рухового навчання. Це підтверджує думку про те, що більш досвідчені у виконанні фізичних вправ особи реалізують їх більш ефективно (рис. 8.1).

Слід зазначити, що при спостереженні збільшення абсолютних потужностей після виконання максимальних зусиль при фізичному навантаженні результати показали значне збільшення абсолютної потужності бета-ритму (а також альфа-ритму) після тренування у лобовій (Fp1, F3 і F4) та центральній (C4) ділянках, при чому зміни бета-ритму були найбільш виражені під відведенням C4 (рис. 8.1, 8.2). Можна зробити припущення про те, що слабше зниження бети в ділянці C4 корелює із кращою короткочасною консолідацією моторної пам'яті, хоча це все ж таки не дає пояснення, чому саме в ділянці C4 в нашому дослідженні спостерігалось зниження активності майже у всіх діапазонах у більш професійних спортсменів при інтенсивному фізичному навантаженні (рис. 8.1, 8.2, 8.3), але активність не була зниженою при помірному навантаженні (рис. 8.4). Це питання залишається відкритим. Нами відзначено збільшення гамма-активності на останній хвилині навантаження у нетренованих волейболісток порівняно з професійними гандболістками, саме у фронтальній корі (F7, F3, Fz, F4, F8). Зміни фронтального гамма-ритму у нашому дослідженні (рис. 8.1, 8.2) можна трактувати так, що менш тренуваним спортсменам потрібно докладати більше зусиль для пригнічення виражених неприємних емоцій при інтенсивному навантаженні, що корелює зі збільшеною гамма-активністю.

Висновки до розділу 8

Резюмуючи вищесказане, виявлені в нашому дослідженні відмінності електричної активності мозку ми трактуємо таким чином:

1. Генералізоване збільшення в дельта- та менш виражене збільшення в тета-діапазоні може означати більші витрати ресурсів мозку (в т. ч. поживних

речовин у мозковому кровотоку) на рефлексію й увагу в більш професійних гравців. Оскільки за ці ресурси фронтальна кора конкурує з моторною, припускаємо, що це відображає те, що в менш професійних волейболісток на когнітивні процеси не вистачає ресурсів мозку.

2. Генералізоване збільшення спектральної потужності альфа-ритму у менш професійних спортсменів, можливо, означає те, що їм потрібний більш виражений гальмівний контроль для приглушення непотрібної обробки, що також може означати більшу ефективність такої обробки у більш тренуваних гандболісток.

3. Генералізоване збільшення активності бета-ритму у менш професійних спортсменів, згідно з гіпотезою «нейронної ефективності», знову ж таки, пояснюється як менш ефективне функціонування обробки інформації. Менша активність бета-ритму у гандболісток свідчить про підвищену автоматичність виконання і, отже, відображає процеси рухового навчання.

4. Більш виражене збільшення активності нижнього гамма-ритму в моторній та фронтальній корі у студенток-волейболісток може означати збільшену потребу в полегшенні обробки інформації в моторній та фронтальній корі під час навантаження. Більш виражене збільшення нижньої гамми у фронтальній корі, в тому числі на останній хвилині навантаження, вірогідно, означає те, що новачкам потрібно докладати більше зусиль для пригнічення виражених неприємних емоцій при інтенсивному навантаженні, бо, за даними літератури, таке пригнічення корелює зі збільшеною фронтальною гамма-активністю.

Список використаних джерел до розділу 8

Бехтерева НП, Варганян ИА, Василевский НН. Механизмы деятельности мозга человека. Часть 1. Нейрофизиология человека. Л.:Наука. 1988:289с.

Голуб ЯВ, Жиров ВМ. Медико-психологические аспекты применения светозвуковой стимуляции и биологически обратной связи. СПб:КЕРИ. 2007:128с.

Пономарева НВ. Межполушарная дезинтеграция и стресс при нормальном старении и болезни Альцгеймера. Структурно-функциональные, нейрохимические и иммунохимические закономерности асимметрии и пластичности мозга: материалы Всеросс. Конфер. М. 2007:507-513.

Симонов ПВ. Эмоциональный мозг. Избранные труды. Том 1: Мозг: эмоции, потребности, поведение. М.:Наука. 2004:5-170.

Смирнов АГ, Батуев АС, Микитина ЕЛ, Жданова ЕА. Взаимосвязь ЭЭГ беременных женщин с их уровнем тревожности. Журнал высшей нервной деятельности. 2005;55(3):305-14.

Başar E. Brain function and oscillations: volume I: brain oscillations. Principles and approaches. Springer Science & Business Media. 2012. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-72192-2>

Başar E, Güntekin B. Review of delta, theta, alpha, beta, and gamma response oscillations in neuropsychiatric disorders. Supplements to Clinical neurophysiology. 2013;(62):303-41. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-5307-8.00002-8>

ВИСНОВКИ

У монографії представлено дослідження актуальної проблеми фізіології спорту – оцінки ризику травматизму спортсменів з метою проведення ранньої діагностики порушень функціонування нервово-м'язової системи та своєчасного запобігання травмування, для збереження здоров'я спортсмена та досягнення найвищої ефективності спортивної діяльності. Результати проведених досліджень надали можливість наблизитися до розуміння механізмів, що лежать в основі розвитку патологічних станів нервової та м'язової систем організму при захворюваннях і травмуваннях спортсменів та людей, професійна діяльність яких пов'язана з інтенсивною фізичною працею, та дозволили зробити такі висновки:

1. Обґрунтовано та розроблено алгоритм оцінки функціонального стану нервової і м'язової систем організму спортсменів із застосуванням сучасних діагностичних методів електронейроміографії та психофізіології; визначено сутність і діапазон змін функціонального стану нервової і м'язової систем спортсменів на різних етапах спортивної підготовки з урахуванням рівня фізичної працездатності і виду спорту.

2. Визначено критерії оцінки функціонального стану нервової і м'язової систем, психофізіологічного стану спортсменів у різних видах спорту; створено технологію прогнозування ризику травматизму спортсменів, що включає організаційно-методичні складові, інформативні методики та шкали оцінки функціонального стану нервової і м'язової систем, психофізіологічного стану; розроблено науково обґрунтовані рекомендації і пропозиції щодо корекції тренувального процесу та змагальної діяльності кваліфікованих спортсменів, що дозволить знизити рівень травматизму.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ АВТОРІВ, ЩО ВІДОБРАЖАЮТЬ ОКРЕМІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Колосова ОВ, Лисенко ОМ Гасанова СФ, Берінчик ДЮ. Електронейроміографічні критерії ризику травматизму у різних гендерних групах спортсменів, що спеціалізуються у боксі. Спортивна медицина і фізична реабілітація. 2019;1:55-62. <https://doi.org/10.32652/spmed.2019.1.55-62>

Колосова ОВ, Федорчук СВ, Лисенко ОМ. Кореляція електронейроміографічних та психофізіологічних показників у осіб, тренуваних до фізичного навантаження. Фізіологічний журнал: XX з'їзд Укр. фізіологічного товариства з міжнар. участю, присв. 95-річчю від дня народження академіка П.Г.Костюка, 27-30 травня 2019 р., Київ. 2019;65(3),Додаток:146-7.

Колосова ОВ. Оцінка функціонального стану нервово-м'язової системи у спортсменок волейбольної команди НУФВСУ. Збірник тез доповідей XIII Міжнародної конференції молодих вчених «Молодь та олімпійський рух», 16 травня 2020 р., Київ. 2020;149-50.

Колосова ОВ, Коломієць БЮ, Петрушевський ЄІ. Оцінка постурального балансу у спортсменів-юніорів, що спеціалізуються у гандболі. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2020;1:10-17. doi: <https://doi.org/10.32652/spmed.2020.1.10-7>.

Тукаєв СВ, Станиславский ЯВ, Федорчук СВ, Очеретько БЕ. Изменения ЭЭГ как отражение уровня формирования спортивного мастерства. Олимпийский спорт и спорт для всех: материалы XXV Международного научного конгресса, Минск, 15-17 октября 2020 г.: в 2 ч. Минск: БГУФК, 2020;2:250-6.

Федорчук СВ, Іваскевич ДД, Борисова ОВ, Когут ІО, Маринич ВЛ, Тукаєв СВ, Петрушевський ЄІ. Застосування копінг-стратегій у практиці сучасного гандболу. Спортивна медицина і фізична реабілітація. 2019;1:10-5. <https://doi.org/10.32652/spmed.2019.1.10-15>

Федорчук С, Лисенко О. Стратегії подолання стресу у кваліфікованих спортсменів-веслувальників. Спортивна наука та здоров'я людини. 2019;2:63-7. <https://doi.org/10.28925/2664-2069.2019.2.9>

Федорчук СВ, Іваскевич ДД, Борисова ОВ, Когут ІО, Маринич ВЛ, Тукаєв СВ, Петрушевський ЄІ. Психофізіологічна характеристика стану спортсменів-гандболістів з різним рівнем мотивації до спортивного результату. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2020;1:33-9. <https://doi.org/10.32652/spmed.2020.1.33-39>

Федорчук СВ, Іваскевич ДД, Борисова ОВ, Когут ІО, Маринич ВЛ, Тукаєв СВ, Петрушевський ЄІ. Копінг-стратегії у зв'язку з психофізіологічними характеристиками кваліфікованих спортсменок-гандболісток. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2020;2:3-11. <https://doi.org/10.32652/spmed.2020.2.3-10>

Федорчук С, Петрушевський Є. Стан психофізіологічних функцій у гандболісток з різним стажем спортивного тренування. Вісник КНУ. Серія біологія. 2020;81(2):42-5. http://dx.doi.org/10.17721/1728_2748.2020.81.42-45

Федорчук С, Петрушевський Є. Динамічна м'язова витривалість у зв'язку з станом психофізіологічних функцій кваліфікованих спортсменок. Вісник КНУ. Серія біологія. 2020;82(3):59-62. http://dx.doi.org/10.17721/1728_2748.2020.82.59-62

Федорчук С, Лисенко О, Колосова О, Хомик І, Іваскевич Д, Тукаєв С. Оцінка ризику травматизму спортсменів за психофізіологічними показниками (лижні види спорту). Спортивна наука та здоров'я людини. 2020;2(4):141-53.

Федорчук СВ, Петрушевський ЕИ. Психофизиологические характеристики спортсменок-гандболисток в связи с уровнем специальной подготовленности. Олимпийский спорт и спорт для всех: материалы XXV Международного научного конгресса, Минск, 15-17 октября 2020 г.: в 2 ч. Минск: БГУФК, 2020;2:542-7.

Халявка Т, Колосова О, Федорчук С. Ефективність психічної саморегуляції, емоційна стійкість і стрес-уразливість спортсменів-тенісистів за методикою вибору кольорів у зв'язку з функціональним станом нервово-м'язового апарату. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка (серія: Проблеми регуляції фізіологічних функцій). 2017;2(23):51-5.

Халявка ТО, Колосова ОВ. Електроенцефалографічні показники різних гендерних груп спортсменів-стрибунів у воду. Актуальні наукові дослідження в сучасному світі. 2019;1(45),Ч.5:122-5.

Fedorchuk S, Lysenko O, Shynkaruk O. Constructive and non-constructive coping strategies and psychophysiological properties of elite athletes. The 27th Congress of the European Psychiatric Association (EPA 2019), 6-9 April 2019, Warsaw, Poland: European Psychiatry. Elsevier. 2019;56:306.

Ivaskevych D, Borysova O, Fedorchuk S, Tukaiev S, Kohut I, Marynych V, Petrushevskiy Ye, Ivaskevych O, Mihaila I. Gender Differences in Competitive Anxiety and Coping Strategies within Junior Handball National Team. Journal of Physical Education and Sport. University of Pitesti, Romania (EUP). 2019;19(2):1242-6. doi:10.7752/jpes.2019.02180

Ivaskevych DD, Ivaskevych OV, Tukaiev SV, Fedorchuk SV, Petrushevskiy YeI. Competitive anxiety in sport. Youth and the Olympic Movement: XII International Conference of Young Scientists, 17-18 May 2019, Kyiv. 2019;369-370.

Ivaskevych D, Fedorchuk S, Tukaiev S. Gender differences in competitive anxiety and coping strategies in junior handball athletes. SFN Neuroscience 2019, 50th Annual Society for Neuroscience's Annual Meeting, October 19-23, 2019, Chicago, Illinois USA.

Ivaskevych D, Fedorchuk S, Petrushevskiy Y, Borysova O, Ivaskevych O, Kohut I, Marynych V, Tukaiev S. Association between Competitive Anxiety, Hardiness, and Coping Strategies: A Study of the National Handball Team. Journal of Physical Education and Sport (Special issue dedicated The Annual International

Conference “Sustainability and Legacy in Sport: Challenges and Perspectives”, Kyiv, Ukraine organized by National University of Ukraine on Physical Education and Sport). 2020;20(Suppl 1):359-65. doi:10.7752/jpes.2020.s1051

Kolomiets B, Seleznov I, Kiyono K, Popov A, Kolosova E. Detrending moving average analysis of center-of-pressure patterns. *International Journal of Electronics and Telecommunications, Proceedings of 2019 Signal Processing Symposium (SPSymo), Krakow, Poland. 2019:130-5. doi: 10.1109/SPS.2019.8882060*

Kolosova O, Khalyavka T, Fedorchuk S, Lysenko O. Indices of stress level and nerve conduction in qualified athletes. *The 27th Congress of the European Psychiatric Association (EPA 2019), 6-9 April 2019, Warsaw, Poland: European Psychiatry. Elsevier. 2019;56:307.*

Petrushevskiy Y, Borysova O, Fedorchuk S, Kolosova O, Kolomiets B, Tukaiev S, Ivaskevych D, Kohut I, Marynych V. Multiple investigations of coping strategies and neuromuscular system functional state in the female handball junior national team athletes. *The 5th EHF Scientific Conference ‘Handball for Life’, Cologne, Germany, November 21-22, 2019.*

Tukaiev S, Dolgova O, van den Tol AJM, Ruzhenkova A, Lysenko E, Fedorchuk S, Ivaskevych D, Shynkaruk O, Denysova L, Usychenko V, Iakovenko O, Byshevets N, Serhiyenko K, Voronova V. Individual psychological determinants of stress resistance in rock climbers. *Journal of Physical Education and Sport* (Special issue dedicated The Annual International Conference “Sustainability and Legacy in Sport: Challenges and Perspectives”, Kyiv, Ukraine organized by National University of Ukraine on Physical Education and Sport). 2020;20(Suppl 1):469-76. doi:10.7752/jpes.2020.s1069

Tukaiev S, Vasheka T, Dolgova O, Lysenko O, Fedorchuk S, Ivaskevych D. On the way to the active life – the changes in the amateur athlete’s brain activity. *60th SPR Annual Meeting, Virtual Annual Meeting, October 4-11, 2020. Psychophysiology. 2020;57(S1):48.*