

Академія наук України
Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова

На правах рукопису

МАГЛЬОВАНИЙ Анатолій Васильович

УДК [612.825.8:612.745.1] : 371.732

**ЗАКОНОМІРНОСТІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ РОЗУМОВОЇ І ФІЗИЧНОЇ
ПРАЦЕДАТНОСТІ СТУДЕНТІВ І МЕТОДИ
ОПТИМІЗУЮЧОГО УПРАВЛІННЯ НИМИ ЗАСОБАМИ
ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ**

05.13.09 — управління в біологічних і медичних
системах (включаючи застосування
обчислювальної техніки)

**Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора біологічних наук**

Київ 1993

Дисертація є рукописом.

Робота виконана у Львівському державному медичному інституті.

Наукові консультанти: доктор медичних наук,
академік АН і АМН України
НАВАКАТІКЯН О. О.,
доктор медичних наук, професор
САФРОНОВА Г. Б.

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук
КОТОВА А. Б.,
доктор біологічних наук, професор
ЦОНЄВА Т. М.
доктор біологічних наук, професор
ІЛЬНИЦЬКИЙ В. І.

Провідна установа: Український державний університет
фізичного виховання і спорту

Захист відбудеться «15» грудня 1993 р. о 14 год.
на засіданні спеціалізованої ради Д 016.45.05 при інституті кібернетики
імені В. М. Глушкова АН України за адресою:
252207 Київ 207, проспект Академіка Глушкова, 40

З дисертацією можна ознайомитися в науково-технічному архіві
інституту.

Автореферат розісланий «3» грудня 1993 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради

КОЗАК Л. М.

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

ЛНБ України ім. В. Стефаника



00802362 (L)

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. Проблеми управління функціональним станом систем організму засобами фізичної культури і спорту з метою підвищення і оптимізації фізичної і розумової працездатності базуються на сучасних знаннях фізіологічних механізмів взаємодіючих факторів (Ілюхіна В. А., Хон Ю. В., 1973; Інгар Д. К., 1976; Трахтенберг І. М., Грайсман А. Л., 1977; Навакатікян О. О. і співавт., 1979, 1987, 1989; Келх, 1983 та ін.). Але, незважаючи на те, що вплив фізичних вправ і занять різними видами спорту на розумову працездатність став об'єктом інтенсивних досліджень в останні десятиріччя (Сергеев В. Н., Ананьев Н. І., 1982; Магльований А. В., 1986, 1992; Чайченко С. М., 1990; Мартиросова В. Г., 1990; Мандзюк С. Б., 1990; Мельничук Н. П., 1992), багато питань їх взаємодії ще не вивчено досконально. Доведено, що систематичні заняття фізичною культурою і спортом протягом періоду навчання у вузі неспецифічно підвищують фізичну працездатність і стійкість організму до факторів, що знижують розумову працездатність, підвищують нервовопсихічну стійкість до емоціональних стресів під час екзаменаційної сесії, є важливим засобом збереження здоров'я, підтримуючи розумову працездатність на оптимальному рівні, сприяють підвищенню успішності студентів і учнів (Сафронова Г. Б. і співавт., 1981, 1983, 1991; Пратусевич Ю. М., 1983, 1985, 1989; Коляда В. А., 1984; Рейзин В. М., Бальсевич В. Б., 1985; Ландсберг О. А., Бойко Н. С., 1987; Магльований А. В., 1988, 1993; Бачериков Н. Е., Воронцов Н. П., Дობроміль Н. І., 1988 та ін.).

Разом з тим, проблема пошуку фізіологічних механізмів управління розумовою працездатністю студентів за допомогою конкретної форми рухової активності ще не тільки не вивчена, але і не сформульована, у зв'язку з чим дані літератури розрізнені, дослідження показників фрагментарні, а цілісна концепція взаємодії фізичної і розумової працездатності ще чекає свого обґрунтування (Птіцин Г. І., 1980, 1985; Коробльова Е. М., 1980; Русаков В. П., 1982; Рейзин В. М., 1983).

Особливе значення надається вивченню нейрофізіологічних механізмів розумової працездатності (Бехтерева Н. Н., 1982, 1984, 1988; Хомська О. Д., 1987; Pribram R., 1975; Levins A. S., 1979, 1980; Steinberg P. I., 1979 та ін.) за допомогою комплексних одночасних досліджень компонентів розумової і фізичної працездатності із застосуванням електрофізіологічних методів (Навакатікян О. О. і співавт., 1979, 1984, 1986, 1987, 1989; Пратусевич Ю. М., 1983, 1985, 1989; Сафронова Г. Б., Масальська С. А., 1981, 1982, 1993; Магльований А. В., 1990, 1992, 1993; Mindy-Coste A. C., 1975; Verzeano M., 1977; Wieneke I. H., Leinema

С. Н., А. 1980). Виявлено, що невідповідність між оптимальним функціональним станом вищих відділів ЦНС і характером регуляції вегетативних функцій організму з боку нижчих відділів нервової системи супроводжується зниженням розумової працездатності. Встановити ці закономірності в умовах впливу фізичних навантажень виключно важливо, бо вони можуть бути використані для обґрунтування корегуючих впливів фізичних вправ на розумову працездатність студентів, тобто, управління ними.

Смової і фізичної працездатності, на які вказують їх нап'ямом, ступінь,

Шляхами управління стають кореляційні зв'язки параметрів розумової динаміки залежно від рівня фізичної працездатності, періоду річного циклу навчання, структури фізичних навантажень, видів рухової активності і спорту. Вони можуть бути використані для обґрунтування засобів управління, які сприяють покращенню конкретних ланок розумової працездатності студентів. У програмах з фізичного виховання ці питання не розглядаються. Вивчення їх має важливе значення як для покращення сприймання інформаційних навантажень у вузі, так і для підвищення потенціалу здоров'я студентів.

Робота виконана згідно з планом науково-технічної програми України за комплексною темою «Форми і методи комплексного контролю розумової і фізичної працездатності студентів-медиків, які займаються різними формами фізичних вправ» з шифром ІН.39.00.0001.86.02.

Мета та основні завдання дослідження

Мета роботи — скласти концептуальні основи побудови діагностичної технології оцінки фізичної і розумової працездатності студентів, її корекції та оптимізації з використанням фізичних і спортивних вправ в навчальному процесі.

Згідно з визначенням Комітету експертів ВООЗ (Женева, 1990), «діагностична технологія» являє собою поняття, яке включає систему управління комплексом організаційно-технічних заходів по взаємодії інфраструктур, що вирішують задачу діагностики функціонального стану людини з використанням обладнання, методик, програм для ЕОМ, що забезпечують оцінку і оптимізують корекцію виявлених змін.

Завдання дослідження:

1. Вивчити динаміку внутрішньосистемних і міжсистемних взаємозв'язків показників розумової і фізичної працездатності у студентів при різному рівні рухової активності в основні періоди навчального року і під впливом тестових граничних навантажень.

2. Визначити роль функціонального стану центральної нервової системи студентів з різним рівнем рухової активності в оптимізації розумової працездатності за даними взаємозв'язків параметрів ЕЕГ і розумової працездатності.

3. Виявити особливості функціональної структури оптимізуючих взаємозв'язків показників розумової працездатності, кардіо-, гемодинаміки і кардіорегуляції у студентів з різним рівнем рухової активності в основні періоди навчального року.

4. Виділити типи міжсистемних зв'язків показників розумової працездатності з показниками рухової системи, ЦНС і ССС і встановити функціональну структуру комплексів ведучих факторів оптимізації розумової працездатності в різні періоди навчального року.

5. Вивчити особливості показників розумової і фізичної працездатності, ЕЕГ, ЕКГ, сейсмокардіограми і варіаційної пульсограми у студентів, які займаються стрільбою з лука, спортивними іграми, оздоровчим бігом і обґрунтувати їх застосування в учбовому процесі з фізичного виховання з метою підвищення як загальних, так і конкретних ланок розумової працездатності студентів.

6. Розробити рекомендації щодо методики оптимізуючого управління основних механізмів розумової працездатності студентів з різним рівнем фізичної працездатності з боку рухової, серцево-судинної, центральної нервової систем для підвищення їх стійкості в умовах граничних фізичних навантажень і під впливом деяких видів спорту.

Наукова новина роботи

1. Розроблено концептуальні основи діагностичної та корегуючої технології розумової та фізичної працездатності студентів методами фізичного виховання та спорту на базі даних, отриманих з допомогою ЕОМ. Так, встановлено, що групи студентів з високою і низькою фізичною працездатністю розрізняються не тільки за результатами короткострокових тестів визначення розумової працездатності в стані спокою, але і за їх спрямованістю в річному циклі навчання, за їх реакцією на граничне велоергометричне навантаження, а також за напрямком і щільністю взаємозв'язків з показниками переважно аеробного або анаеробного компонентів роботи, електричної активності мозку, електричної і скорочувальної функції серця і кардіорегуляції у цих умовах.

2. Встановлено, що співвідношення коефіцієнтів кореляції між кількісними і якісними показниками розумової працездатності і системами показників фізичної працездатності, ЕЕГ, кардіо-, гемодинаміки і кардіорегуляції можуть бути застосовані як чутливий інструмент визна-

чення напрямку і ступеня взаємозв'язків процесів, що відбивають різні варіанти короточасної і довгочасної адаптації як до фізичного навантажувального тесту, так і до комплексу факторів, що забезпечують розумову працездатність у різні періоди навчального року.

3. Встановлено два типи оптимізації розумової працездатності. I тип — адаптаційний, холінергічний, за якого впливи на діяльність серця відбиваються у функціональних характеристиках показників альфаритму мозку, в структурі взаємозв'язків параметрів діяльності серця і розумової працездатності, покращуючи якісні і гальмуючи швидкісні прояви, що в цілому покращує розумову працездатність і переважає у студентів з високою працездатністю. II тип — компенсаторний, адренергічний, за якого покращення переважно кількісних показників розумових і сенсорних операцій відбувається при активації ЦНС і серцево-судинної системи на фоні низької фізичної працездатності студентів.

4. Виявлено критерії, умови і механізми зниження кількісних і якісних показників розумової працездатності, серед яких провідну роль відіграють низькі, нестабільні, неадекватні та інверсовані взаємозв'язки з показниками рухової, центральної нервової і серцево-судинної систем, які обумовлені періодами навчального року, втому після тесту і сезонними біоритмами.

5. Виявлено неоднорідні впливи видів спорту з різною спрямованістю і структурою рухової активності на однакові показники розумової і фізичної працездатності, електричної активності мозку, кардіо-, гемодинаміки і кардіорегуляції, що обумовлює їх застосування: а) для підвищення якості і ефективності розумової працездатності (стрільба з лука); б) для посилення холінергічних механізмів регуляції функцій, які сприяють стабілізації розумової працездатності за рахунок гальмування адренергічних механізмів (оздоровчий біг); в) для зниження «фізичною розрядкою» стресових станів з емоційним і інтелектуальним напруженням (спортивні ігри).

Теоретична цінність роботи

1. Визначені конкретні механізми підвищення розумової працездатності, впливаючи на які засобами фізичного виховання і спорту можна підсилювати холінергічну спрямованість регуляції серцево-судинної системи, покращувати якість, об'єм і точність розумових операцій переважно у студентів з високою фізичною працездатністю.

2. Доведено, що при низькій фізичній працездатності покращення розумової працездатності зв'язано з підсиленням адренергічних впливів на серцево-судинну і центрально-нервову системи.

3. Встановлено, що напрямок, щільність, розповсюдженість достовірних коефіцієнтів кореляції між показниками розумової працездатності, рухової, центрально-нервової і серцево-судинної системами може мати динамічний характер холінергічної або адренергічної спрямованості: переходити в більш оптимальний під впливом фізичних і спортивних вправ, періоду навчального року, сезонних факторів.

Практична цінність роботи

1. Встановлено, що під впливом фізичних і спортивних вправ різної фізіологічної потужності, структури і спрямованості можуть змінюватися різні показники розумової працездатності: кількісні і якісні — під впливом стрільби з лука і помірних бігових навантажень, кількісні при гальмуванні якісних — під впливом напружених тренувань з ігрових видів спорту.

2. Розроблені нормативні шкали оцінки розумової працездатності і ступеня зв'язків з показниками рухової активності і функціонального стану серцево-судинної і центрально-нервової систем у різні періоди навчального року.

3. Обґрунтовані положення про включення теми «Розумова і фізична працездатність студентів» до теоретичного курсу програм з фізичного виховання і спеціальності 21.00.00 «Фізичне виховання і спорт. Медико-біологічні основи фізичної культури» з метою поглиблення інформації про вплив фізичного навантаження на ефективність навчання у вузах.

Результати роботи впроваджені і використовуються в програмі з фізичного виховання для студентів медичних інститутів (МОЗ СРСР, Львів 1989), в учбовому посібнику «Масова фізична культура у вузі» (М., Вища школа, 1991), в лекційному матеріалі для студентів I—V курсів медичних вузів МОЗ СРСР (Львів, 1990, 1992), в методичних рекомендаціях МОЗ УРСР (Львів, 1988, 1989, 1990, 1991), в інформаційному листі МОЗ України «Методика оцінки кардіорегуляції при ортопедичних захворюваннях у хворих на ревматизм та здорових осіб» (Київ, 1993). Матеріали дисертації впроваджені в учбовий процес і науково-дослідну роботу кафедр фізичного виховання і здоров'я з курсом ЛК і ЛФК Донецького, Київського, Кримського, Львівського, Московського, Полтавського і Тернопільського медичних інститутів, Тернопільського педагогічного інституту, Львівського інституту фізичної культури.

Основні положення, які виносяться на захист

1. Комплексна система, що включає підсистеми характеристик параметрів і взаємозв'язків розумової і фізичної працездатності студентів.

на базі показників центральної нервової, рухової і серцево-судинної систем, забезпечує оцінку і надає можливість скласти рекомендації щодо управління працездатністю, які лежать в основі розробки програмних заходів щодо адаптації до навчальних навантажень і сприяють підвищенню розумової працездатності.

2. Розумову працездатність оптимізують два типи впливу фізичних і спортивних вправ через рухову, центральну нервову і серцево-судинну системи: адренергічний тип, притаманний переважно студентам з низькою фізичною працездатністю, спостерігається в перші хвилини після тесту і переважає у весняний період навчання; холінергічний тип переважає у студентів з високою фізичною працездатністю і частіше виявляється до тесту в осінній і зимовий періодах навчання.

3. Взаємозв'язки показників розумової працездатності і ЕЕГ відбивають вплив функціонального стану відділів мозку на розумову працездатність залежно від рівня фізичної працездатності, ступеня втоми, при різних об'ємах і структурах фізичних сигналів, періоду навчального року і мають більш оптимальний характер у студентів з високою фізичною працездатністю.

Взаємозв'язки показників розумової працездатності і серцево-судинної системи при управляючих впливах рухових сигналів у різні періоди навчального року розкривають роль часових параметрів функцій серця в реалізації кількісних показників розумової працездатності і енергетичних параметрів серця у ефективності її якісних показників.

4. Розроблені програми аеробно-анаеробних форм занять фізичною культурою і спортом оптимізують структуру розумової працездатності студентів в залежності від рівня фізичної працездатності і структури рухової активності: заняття стрільбою з лука сприяють локальній синхронізації ритмів мозку, розвитку холінергічної спрямованості кардіорегуляції, обмежують адренергічні реакції при сечедньому рівні фізичної працездатності, покращують точність і швидкість переробки інформації. Заняття спортивними іграми, формуючи підкіркову моторно і емоційно насичену домінанту, сприяють підвищенню кількісних і зниженню якісних показників розумової працездатності, помірні заняття оздоровчим бігом сприяють посиленню холінергічних впливів на кардіорегуляцію, підвищують фізичну аеробну працездатність, оптимізуючи якісні і кількісні показники розумової.

Апробація матеріалів і їх впровадження в практику

Основні положення дисертації доповідались і обговорювались на Всесоюзній науковій конференції «Физиологические механизмы адаптации к мышечной деятельности» (Волгоград, 1988); на IX, X, XI науково-

методичних конференціях з проблем фізичного виховання і спортивної медицини на Півночі (Архангельськ, 1988, 1990, 1992); на IX Всеросійському з'їзді з ЛФК і ЛК (Барнаул, 1989); на XIII з'їзді українського фізіологічного товариства ім. І. П. Павлова (Харків, 1990); на науково-практичній конференції ЛДМІ «Медицина і фармація — досягнення і перспективи» (Львів, 1990); на пленумі Українського наукового кардіологічного товариства (УПКТ) (Київ, 1990); на I, II і III Регіональних науково-практичних конференціях «Роль фізичної культури в здоровому способі життя» (Львів, 1990, 1991, 1992); на Республіканській науково-методичній конференції «Социально-философские и методические аспекты массовой физической культуры и спорта» (Хмельницький, 1990); на науково-практичній конференції «Перестройка и научный прогресс» (Брянськ, 1990); на II Всесоюзній науково-практичній конференції «Физическое воспитание студентов медицинских и фармацевтических институтов в системе подготовки специалистов здравоохранения». (Донецьк, 1991); на науковій конференції країн СНД «Фізіологія вісцеральних систем» (Львів, 1992); на I Всеукраїнській науково-практичній конференції «Здоров'я і освіта» (Львів, 1993); на II з'їзді УФТ ім. І. П. Павлова західного регіону (Львів, 1993); на I Всеукраїнській науково-практичній конференції «Роль фізичної культури в здоровому способі життя» (Львів, 1993).

П у б л і к а ц і ї

За матеріалами дисертації опубліковано 106 робіт. З них: I монографія (депонована в МРЖ), I учбовий посібник, 20 статей, депонованих у МРЖ, 2 статті у «Фізіологічному журналі», 5 методичних рекомендацій і шкала оцінки функціонального стану студентів у програмі з фізичного виховання для студентів медичних інститутів.

Обсяг і структура дисертації

Дисертація складається з 8 глав, заключення, висновків, практичних рекомендацій, покажчика літературних джерел, який включає 377 вітчизняних та країн СНД і 64 іноземних та додатку. Робота викладена на 294 сторінках машинописного тексту, ілюстрована 85 таблицями і 31 рисунками.

Характеристика контингенту і методика дослідження

Дослідження проводилися протягом 1986—1993 рр. Повторно обстежені практично здорові студенти у віці 18—24 років, які займалися фізичним вихованням за учбовою програмою для медичних інститутів

(139 чол.); оздоровчим бігом (86 чол.); спортивними іграми (футбол, гандбол — 45 чол. II і I спортивного розряду); стрільбою з лука (47 чол. — I розряду, КМС, МС).

Дослідження проведені восени на початку навчального року (ОПН), в період зимової і весняної екзаменаційних сесій (ЗПН, ВПН) в науковій лабораторії кафедри фізичного виховання і здоров'я з курсом лікарського контролю і лікувальної фізичної культури Львівського медичного інституту. Дослідження одного студента тривало від 40 до 80 хвилин, залежно від рівня фізичної підготовки. Всі дослідження проведені за однаковою схемою із застосуванням одних і тих самих приладів — велоергометр (ВЕ-02), електроенцефалограф (ЕЕГП-04), електрокардіограф системи «Малыш», сейсмолатчик 5А 2893234 СО № 902, осцилоскоп ОС 2П, хронорефлексометр, апарат для вимірювання тиску, хронометр, таблиці для розв'язання арифметичних задач, таблиці з кільцями Ландольта та ін.

Реєстрація фонових даних в усіх досліджуваних групах студентів — запис ЕКГ в 12 відведеннях і вимірювання артеріального тиску (АТ) після 15 хвилин відпочинку проводилися в положенні лежачи. Запис 100 сейсмокардіоциклів (СКГ), фону електроенцефалограми (ЕЕГ) з трьома пробами «розплющити—заплющити» очі («Р-3»), визначення латентних періодів реакцій (ЛПРР) на зорові стимули, визначення швидкості переробки зорової інформації (ШПЗІ), відчуття часу (ВЧ), розв'язання задач на множення двозначних чисел на однозначні і визначення часу розв'язання задач (ЧРЗ) і кількості помилок (КПо) проводилися в позі сидячи на велоергометрі.

Перший ступінь велоергометричного навантаження становив 300 кгм/хв. або 0,45 вт/кг/хв. при швидкості педалювання 60 обертів на 1 хв. протягом 3 хв. На третій хв. на фоні роботи проводили одночасний запис ЕЕГ з пробою «Р-3» і СКГ (40—50 кардіоциклів).

Дослідження на другій і наступних ступенях роботи підвищувалися кожні 3 хв. на 0,45 вт/кг без зупинки для відпочинку і проводилися за схемою першого ступеня.

Відразу після «відказу» від виконання роботи на велоергометрі, далі — через 5 і 10 хв. у період відновлення дослідження проводилося по схемі реєстрації фонових даних.

Студентам, які займалися в групі оздоровчого бігу, поступово за 9—12 хв. підвищували потужність роботи на велоергометрі під контролем частоти серцевих скорочень до досягнення 145 ± 5 ударів на хв., яке продовжувалося 60 хв., або до «відказу». Запис ЕЕГ, визначення ЧРЗ проводилися кожні три хвилини тесту.

Величина фізичної працездатності при пульсі 170 на 1 хв. (ФП-170) розраховувалася за формулою (Карпман В. Л. і співавт., 1974) або визначалася при досягненні пульсу 168—172 уд./хв. і розраховувалася на 1 кг маси тіла. Максимальне споживання кисню (МСК) розраховувалось за рівнянням регресії на основі даних цього ж тесту. Визначалася також сума роботи до пульсу 170 уд./хв. ($\Sigma A-170$), сума роботи до «відказу» ($\Sigma «AB»$) і її приріст ($+A«B»$) від ФП-170 до ФП «відказ» (ФП-«B»), потужність роботи при «відказі» ($N A«B»$), час роботи до «відказу» ($TA«B»$).

З великого фонду тестів для оцінки різних сторін розумової працездатності (РП) ми зупинилися на найбільш об'єктивних, стабільних, коректних (Платонов К. К., 1980; Марищук В. Л. і співавт., 1984; Бурлачук Л. Ф., Морозов С. М., 1989).

ШПЗІ і її похідні показники — коефіцієнт точності (КТ), коефіцієнт продуктивності (КП), пропускна здатність зорової сенсорної системи (S), час аналізу одного знаку (ЧАОЗ) і час реакції (Тр) визначалися за коректурнок методикою, модернізованою М. Б. Зиковим (1975).

Латентні періоди простих рухових реакцій правої і лівої руки (ЛПП і ЛПЛ) на зорове подразнення визначалися за допомогою рефлексометра, удосконаленого нами (Магльований А. В., 1985). У блоці подачі подразників автоматично спалахували 10 лампочок через різні індикатори, на дисплеї фіксувався латентний час однієї рухової реакції, а в кінці — середнє з десяти величин. Датчик реакції включався обстежуваним при розмиканні контактної пластини. На цьому ж приладі досліджувалося відчуття 5 с інтервалу при його реалізації лівою і правою рукою (ВЧЛ і ВЧП): обстежуваний натисканням на датчик вмигав мілісекундомір і зупиняв його через 5000 мс, орієнтуючись на своє «відчуття часу». Аналізувалися ЧРЗ і КПо.

Біоструми відводилися від симетричних ділянок правої і лівої півкуль лобних і потиличних відділів головного мозку монополярно. Застосовувалася проба з розплющенням і заплющенням очей («Р-3») тривалістю не менше 6—7 с з інтервалом 8 с. Аналізу були піддані частота і максимальна амплітуда альфа-хвиль, енергія альфа-ритму в 1 с., альфа-індекс. Відмічалася наявність на ЕЕГ і інших ритмів та хвиль (дельта-, тета-, бета- та ін.). Оцінювались генерація, локалізація, осередкованість, симетрія. При пробі «Р-3» в чотирьох відведеннях розраховували сховані періоди десинхронізації альфа-ритму при розплю-

шенні очей («Р») і синхронізації — при заплющенні очей («З»). Розраховувалося співвідношення латентних періодів реакцій «З» і «Р» — коефіцієнт $K_{З/Р}$, який у нормі становить 1,3—1,6 одиниці (Адамович В. А., 1956).

Показник мозкової активності (ПМА) визначали як суму $K_{З/Р}$ в чотирьох відведеннях. Коефіцієнт $K_{Б/А}$, який характеризує ступінь білатеральної асиметрії, та коефіцієнт $K_{Ф/А}$, який характеризує ступінь фронтально-окципітальної асиметрії мозкової активності, розраховувалися за відомими формулами.

На підставі аналізу розміщення активних зон з високим $K_{З/Р}$ нами була вдосконалена класифікація, яка включає 8 режимів роботи мозку в стані спокою, під час навантаження і в період відновлення (Сергєєв Г. А. і співавт., 1968; Масальська С. О., 1982; Магльований А. В., 1988).

ЕКГ використовувались для контролю за впливом велоергометричного навантаження до «відказу» і пошуку критеріїв типу адаптації серця до фізичних навантажень або початкових ознак деадаптації. Аналізувалися основні і розрахункові параметри зубців та інтервалів ЕКГ (Бутченко Л. А., 1963; Граєвська Н. Д., 1975).

Кожний ряд із 100 сейсмокардіоциклів підлягав статистичному (варіаційна пульсографія — ВПГ) і аутокореляційному (аутокорелографія — АКГ) аналізу, в результаті чого були розраховані статистичні показники ВПГ і 100 коефіцієнтів аутокореляції. За допомогою ЕОМ ЕС 1030 побудовані індивідуальні гістограми і графіки аутокореляційної функції кардіоінтервалів, на яких виявлялися сховані хвилеподібні коливання різної тривалості (синусова і дихальна аритмія), відмічалися домінуючі частоти, їх взаємозв'язки, визначався тип аутокорелограми (АКГ), зв'язаний з переважанням дихальних або повільних хвиль (Заціорський В. М., Сарсанія Е., 1968; Белова Л. А., 1982). Аналіз і трактування статистичних параметрів варіаційної пульсограми і показників аутокорелограми проводили за відомими методиками (Баєвський Р. М. і співавт., 1968, 1977; Парін В. В., 1968), з урахуванням особливостей у спортсменів і людей, які займаються фізичними вправами (Швед Н. І., 1981; Белова Л. А., 1982; Белова Л. А., Магльований А. В., Сафронова Г. Б., 1992, та ін.).

Показники сейсмокардіограми розраховувалися і аналізувалися за відомими методиками (Баєвський Р. М., 1968; Геселевич В. А., 1978; Музикантова С. Ф., 1984; Магльований А. В., Сафронова Г. Б., Музикантова С. Ф., 1988). Вираховували амплітуду і тривалість I і II комп-

лексів СКГ-ми. Одночасно за допомогою пневмоприставки для уточнення дихальної аритмії в частині досліджень на тій же стрічці реєстрували дихання (Сафронова Г. Б., Магльований А. В., 1987).

Вимірювався АТ до і після «відказу», через 5 і 10 хвилин відновлення. Розраховували показники пульсового тиску (РТ), систолічного об'єму (СО) і хвилинного об'єму крові (ХОК) за відомими формулами.

Математична обробка результатів досліджень виконана на ЕОМ ЕС 1030. Проводилися розрахунки похідних показників для всіх методик дослідження: статистичних показників варіаційної пульсограми для кожного ряду із 100 кардіоциклів ($\bar{X}$; $\pm m$; $\pm \sigma$; V проц.); побудова гістограм за допомогою ЕОМ; статистичних показників для кожного ряду показників; достовірності розбіжностей між конкретно вказаними рядами (P і t); коефіцієнтів аутокореляції для кожної сотні кардіоциклів; побудова аутокорелограм за допомогою ЕОМ; розрахунки внутрішньо- і міжсистемних (ВС і МС) коефіцієнтів кореляції (ДКК), структурне модулювання взаємозв'язків РП і підсистем її забезпечуючих на підставі побудови кореляційних портретів. Всього проаналізовано 219 380 статистичних показників, обчислено 25 300 міжсистемних і внутрішньосистемних ДКК.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

1. Динаміка показників розумової і фізичної працездатності

Як видно з табл. 1, показники фізичної аеробної працездатності при пульсі 170 уд./хв. були достовірно вищими у студентів II групи, ніж I групи ($p < 0,05$) в усі періоди навчального року. Такої ж спрямованості була і різниця між показниками МСК (мл/хв. і мл/хв./кг). У студентів I групи від осіннього до весняного періоду ці показники мали лише тенденцію до збільшення. В II групі ФП-170 у ВПН знизилася, але не достовірно; зв'язані з нею показники також мали цей напрямок зміни. Сума роботи до пульсу 170 уд./хв. в I групі зменшилася у ВПН. У II групі зниження суми аеробної роботи відмічено вже в ЗПН, отже, розбіжності між I і II групами стали недостовірними, а у ВПН різниця знову стала достовірною. Сума роботи до «відказу» і потужність при «відказі» в I групі протягом року знижувалася: в II групі вони збільшувалися в ЗПН і знижувалися у ВПН, різниця між групами була достовірною. Час роботи до «відказу» в I групі знижувався, а в II — підвищувався в ЗПН. Як видно, студенти II групи за даними велоергометричного тестування відрізнялися достовірно вищою аеробною та анаеробною працездатністю, що позитивно характеризує їх функціональні резерви.

**ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ ФП СТУДЕНТІВ У РІЗНІ ПЕРІОДИ
НАВЧАЛЬНОГО РОКУ $/X \pm m/$**

Період навчання	Група	Вік, років	Маса тіла, кг	ФП-170 кг/м хв.	ФП-170/кг кг/м/хв/кг	МСК л/хв	МПК л/хв/кг	ΣA_{170} кг/м	$\Sigma A \ll B \gg$	$N A \ll B \gg$ кг/м/хв	$+ A \ll B \gg$ кг/м	$T A \ll B \gg$ хв.
ОПН	I	22,2	74,2	954,1	12,89	3169,1	42,7	4500,0	8898,2	750,8	4398,2	11,7
		0,9	3,1	42,6	0,73	93,7	2,0	606,7	679,0	24,0	595,7	0,5
	II	21,1	69,0	1255,4	18,19	3832,0	55,3	6136,0	10729,0	814,7	4592,7	12,9
		0,7	1,9	55,9	0,85	123,0	2,1	604,7	854,7	28,6	663,2	0,6
ЗПН	I	22,2	73,2	969,6	13,25	3203,2	43,8	4500,0	8745,5	743,5	4245,5	11,6
		0,8	2,4	41,6	0,53	91,5	1,4	606,8	543,7	22,4	647,7	0,4
	II	21,1	65,8	1289,1	19,59	3906,1	59,3	4827,3	12413,6	873,6	4584,1	14,0
		0,7	2,0	55,5	0,79	122,2	1,9	734,9	885,6	27,4	450,4	0,5
ВПН	I	22,2	72,4	983,1	13,58	3232,9	44,9	3436,4	8136,8	722,1	4700,5	11,4
		0,8	2,3	45,4	0,57	100,0	1,7	380,3	601,5	26,3	686,3	0,4
	II	21,3	66,9	1223,2	18,34	3772,2	56,4	5954,5	11372,3	830,5	5418,7	13,4
		0,7	1,5	66,3	1,10	146,0	2,6	57,8	415,2	34,8	859,6	0,6

Як видно з табл. 2, з 33 пар показників РП у 15 випадках кращми були показники студентів II групи ($p < 0,05$), в 10 — відмічена тенденція до покращення, а в 4 вони були однаковими. Тільки 3 показники мали тенденцію до покращення в I групі. Найвиразніша різниця показників РП між I і II групами була у ВПН, тобто, тоді, коли в I групі аеробна працездатність недостовірно підвищувалася, а частина, зв'язана з анаеробним компонентом, достовірно знижувалася. Слід відмітити, що в ЗПН у студентів обох груп більшість показників покращувалися або стабілізувалися (КТ, КП, ЧАОЗ, КПо, ВЧЛ, ВЧП), але в II групі їх значення були більш оптимальними.

2. Динаміка внутрішньосистемних показників РП

Аналіз динаміки внутрішньосистемних зв'язків показників розумової працездатності у студентів обох груп дозволяє виявити суттєві розбіжності в їх кількості і якості, що свідчить про різну функціональну структуру організації розумової працездатності. Так, у студентів з низькою фізичною працездатністю (I група) в ОПН було 31,8 проц. внутрішньосистемних ДКК РП, з них 13,6 проц. від'ємних і 18,8 проц. позитивних, серед них 46,54 проц. — середньої, 6,28 проц. — сильної і 9(1 проц. — дуже сильної щільності. В ЗПН процент ДКК залишився таким самим, а у ВПН знизився до 27,2 проц. У студентів з високою ФП (II група) кількість ДКК в ОПН була трохи меншою — 25,67 проц., серед них 10,57 проц. від'ємних і 15,10 проц. позитивних. В ЗПН кількість ДКК майже не змінилася — 24,24 проц. (з них 9,61 проц. від'ємних і 15,10 проц. позитивних), а у ВПН — трохи збільшилася. Як видно, показники короткострокових тестів РП у студентів II групи мали менше ВС ДКК, особливо в ЗПН. Розгалуження взаємозв'язків розглядається (Слобод Е. Б., 1981) як ознака підсилення компенсаторних процесів, а їх зменшення, особливо при збільшенні щільності, свідчить про формування ефективної адаптивної системи, особливо на фоні покращення абсолютних значень. У ВПН в обох групах загальна кількість і структура ДКК були майже однаковими.

Дані аналізу свідчать про те, що в період зимової сесії у студентів I групи до тесту суттєво підвищуються взаємозв'язки швидкості, точності і продуктивності переробки зорової інформації, у ВПН ці зв'язки розпадаються.

У студентів II групи до тесту вже в ОПН і ЗПН ШПЗІ мала позитивні ДКК з КТ і КП. Саме за ступенем і стабільністю цих взаємо-

**ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ РП У СТУДЕНТІВ В РІЗНІ ПЕРІОДИ
НАВЧАЛЬНОГО РОКУ ДО ТЕСТУ $/X \pm m/$**

Період навчання	Група	ШПЗІ, біт/с	КТ, од	КП, од.	ЧАОЗ, мс	Тр, с	чРЗ, с	КПо, од.	ВЧЛ, с	ВЧП, с	ЛПЛ, мс	ЛПП, мс
ОПН	I	3,50	0,79	54,3	286,6	6,03	7,55	2,67	5,09	5,36	225,8	226,2
		0,25	<u>0,11</u>	8,6	26,1	0,48	3,65	<u>0,18</u>	0,15	0,17	13,7	14,4
	II	3,54	0,78	58,8	265,3	5,78	6,82	1,0	5,40	5,09	218,0	216,8
		<u>0,16</u>	0,08	<u>5,2</u>	<u>13,5</u>	0,10	<u>1,47</u>	0,0	<u>0,14</u>	0,11	14,6	15,1
ЗПН	I	3,36	0,71	57,2	249,9	6,79	5,18	1,0	4,27	5,27	228,3	230,6
		0,30	0,10	7,4	13,2	0,19	0,89	0,0	0,13	0,16	13,9	13,1
	II	3,35	0,79	60,9	244,9	5,97	4,36	1,0	5,00	4,90	214,8	223,6
		0,36	0,07	6,9	22,5	0,18	0,65	0,0	0,08	0,12	7,5	14,1
ВПН	I	3,65	0,73	57,3	260,4	5,78	4,36	2,00	4,82	5,86	223,2	223,2
		0,14	0,09	5,9	14,8	0,19	0,15	0,0	0,16	0,17	13,5	11,3
	II	4,16	0,79	72,4	219,1	4,90	3,64	1,00	4,90	4,86	211,3	208,0
		0,08	0,06	<u>5,2</u>	11,6	0,21	0,19	0,0	0,20	0,21	4,8	9,1

Позначення: риска збоку — достовірні $/p < 0,05/$ розбіжності між групами;
 риска знизу — в групі між періодами.

зв'язків відрізняється РП II групи з більш високою фізичною працездатністю від РП студентів I групи, що свідчить про більш високу її надійність.

У студентів II групи було найбільше ДКК ЧРЗ в ЗПН, тобто, в період, коли ставляться найбільші вимоги до розумової працездатності. У ВПН зв'язки між показниками РП можуть стати неадекватними, що може свідчити про фазові стани ВНД.

Як видно, у студентів II групи при кращих абсолютних показниках РП суттєво відрізняються і їх механізми, які стосуються якості і кількості міжсистемних взаємозв'язків.

У студентів II групи ШПЗІ вже в ОПН була високо зв'язана з продуктивністю (0,93) і точністю (0,43) РП. В ЗПН ці зв'язки ШПЗІ з КТ і КП посилюються (0,94 і 0,91), а у ВПН зв'язки, як і в I групі, стають нижче достовірного рівня. В ЗПН у студентів II групи ЧРЗ зв'язується з ШПЗІ (0,53), з КТ (—0,88), з КПо (—0,93), тобто, в цей період забезпечуються синхронні і ефективні розумові процеси.

У ВПН зв'язки параметрів відчуття часу зникають, тобто, весняні процеси (гормональна домінанта, зміна структури навчання) впливають дезорганізуючим чином на показники розумової працездатності.

Цікаво, що ВЧ лівої і правої руки від'ємно зв'язані між собою, що, можливо, відбиває функціональні асиметрії, які підсилюються під час розумової діяльності в зв'язку з весняною гормональною домінантою.

Після «відказу» від роботи в ОПН у студентів I групи відмічено зменшення загальної кількості ДКК (від 31,81 до 27,42 проц.), кількості позитивних (від 18,61 до 16,71 проц.) і від'ємних (від 13,20 до 10,71 проц.); відбулися перебудови в щільності зв'язків: знизився процент дуже сильних (до 4,56) і середніх від 16,54 до 9,11 проц., а підвищився — сильних, від 6,88 до 14,00 проц.

В ЗПН у студентів I групи після «відказу» від роботи кількість ВС ДКК РП трохи збільшилася (від 31,81 до 33,22 проц.). Змінилася щільність зв'язків: зменшилася кількість дуже сильних (від 12,18 до 6,28 проц.) і сильних (від 12,18 до 17,61 проц.) і підвищилась — середніх (від 7,41 до 15,21 проц.). Тобто, адекватні, як описано раніше, ДКК змінюють свій знак, стають неадекватними, парадоксальними, відбивають зв'язок зі ступенем втоми.

Як видно, у студентів II групи з високою фізичною працездатністю після «відказу» від роботи в усіх періодах навчання збільшилася кількість достовірних ВС зв'язків показників РП, особливо у ВПН. Збільшення ДКК відбувалося за рахунок КК середньої щільності (0,41—0,50).

Через 5 хв. після закінчення тесту у студентів I групи кількість ДКК збільшувалася від 27,4 проц. до 34,73 проц. і продовжувала збільшуватись на 10-х хв. після тесту.

У студентів II групи через 10 хв. після тесту збільшилася кількість ДКК ШПЗУ з показниками КТ, ЧАОЗ, ЧРЗ, але зникли неадекватні зв'язки з показниками ЛПЛ, ЛПП, тобто, зв'язки внутрішньосистемного характеру у відновному періоді збільшуються і набувають адекватного напрямку.

3. Динаміка міжсистемних зв'язків розумової і фізичної працездатності

Динаміка міжсистемних зв'язків РП і ФП дозволила визначити суттєві процеси взаємовпливів, на які можна було би діяти через механізми, що забезпечують фізичну працездатність. ФП-170 в I групі від'ємно неадекватно впливала на два показники — КТ і КП у ВПН: чим вона вища, тим менші точність і продуктивність розумових операцій. Показник ФП-170/кг у II групі мав більше зв'язків позитивних з КТ, КП і від'ємних з ВЧЛ і ВЧП, ЛПЛ і ЛПП. Це означає, що чим вище ФП-170/кг, тим вищі точність і продуктивність розумової діяльності і менші ЛП і помилки відчуття часу.

Розрізняються в обох групах ДКК ЧРЗ і КПо з Σ А-170, як за знаками, так і за періодами досліджень. Так, у I групі ДКК (0,49) був лише у ВПН: чим вище Σ А-170, тим довший ЧРЗ. Цей ДКК відноситься до «парадоксальних» (весняних), у ЗПН ДКК (—0,52) показує: чим вище Σ А-170, тим коротший ЧРЗ, що логічно. Слід відзначити, що КПо в ОПН мала від'ємні ДКК з усіма показниками ФП. У студентів I групи були окремі від'ємні ДКК КПо з Σ А«В», що означає: чим вище сума роботи і потужність при «відказі», тим менші помилки. Але ця I група характеризувалася низькими показниками роботи при «відказі». Сума приросту роботи від Σ А-170 до Σ А«В» мала окремі зв'язки в I групі з КТ і КП в ОПН: чим вище приріст роботи, тим нижчі точність і продуктивність розумових операцій, тобто, анаеробні процеси, від яких залежить рівень «відказу», негативно впливають на розумову працездатність.

Як видно, показники РП мають складну, динамічну залежність від ФП і її структури, причому, деякі з них можуть давати інверсію переважно у ВПН і бувають протилежно спрямованими у студентів з низькою і високою фізичною працездатністю.

У студентів II групи при «відказі» більшість ДКК мають значення «адаптивних» (17,92 проц.), в той час, як у студентів I групи вони свідчать про вплив втомі (чим більша робота, тим гірша РП).

Через 5 хв. після тесту до «відказу», коли відбувається «стрімке» відновлення ЧСС, суттєво збільшуються зв'язки між системами РП і ФП, причому, цей процес більш помітний у студентів «слабкої» групи. Можливо, підвищення кількості ДКК у них є ознакою компенсації функцій.

Через 10 хв. відновлення кількість ДКК РП і ФП в обох групах знижується. У студентів І групи відновлення ДКК з сумарними показниками ФП не відбувалося. У студентів ІІ групи, навпаки, тільки з сумарними показниками РП в осінньому і, особливо, у зимовому періодах були ДКК. Це означає, що під впливом фізичного навантаження до «відказу» у ІІ групі покращується РП, в той час, як у студентів І групи фізичне навантаження погіршує РП і її зв'язки.

Слід думати, що фізіологічні резерви, які дозволяють студентам ІІ групи виконати більшу роботу на велоергометрі, відіграють певну роль і в оптимізації проявів РП. З наступних матеріалів буде видно, які з фізіологічних систем і їх показників, що вивчаються нами, є тими функціональними блоками керування, які забезпечують оптимальну, високу і стабільну розумову працездатність студентів.

4. Динаміка міжсистемних зв'язків показників РП і ЕЕГ

До тесту у студентів І групи було 16,34 проц. ДКК показників і ЕЕГ, і РП, у ІІ групі їх було значно більше — 28,46 проц. Позитивних ДКК в обох групах було більше, ніж від'ємних, особливо в ІІ групі (9,61 і 19,77 відповідно), розподіл за щільністю був майже однаковим.

Після тесту в І групі кількість ДКК відновилася (124 — до і 130 — через 10 хв.) як за рахунок позитивних (73 і 74), так і за рахунок від'ємних ДКК (51 і 56 ДКК). У ІІ групі кількість ДКК навіть перевищила вихідний рівень (216 і 229), переважно за рахунок від'ємних ДКК (66 і 118 ДКК).

В ЗПН у І групі після тесту спостерігалось зниження і наступне відновлення ДКК, але у ВПН кількість ДКК була в близьких межах на всіх етапах тесту. У студентів ІІ групи в ЗПН, і особливо у ВПН, зниження ДКК після «відказу» через 5 і 10 хв. змінилось на над відновлення. Як видно, кількість ДКК показників РП і ЕЕГ в обох групах має закономірну динаміку, зв'язану в обох групах має закономірну динаміку, зв'язану з інтенсивним фізичним навантаженням до «відказу»: зниження, а потім відновлення. Найбільш адекватними в обох групах були зміни ДКК в ЗПН. Адекватність змін у ВПН краще зберігалася у студентів ІІ групи.

Аналіз розподілення кількості ДКК показників РП і параметрів ЕЕГ у студентів І і ІІ груп до тесту протягом навчального року також був інформативним. Так, у студентів І групи максимальну кількість ДКК з показниками ЕЕГ мали показники КТ і ЧРЗ.

Крім того, що у студентів ІІ групи було набагато більше ДКК показників ЕЕГ і РП, у них яскраво виступають дуже високі «піки» кількості ДКК, які утворювали стійкі зв'язки з показниками ЕЕГ. Перший «пик» утворювали ДКК КТ в обох групах, але в ІІ групі їх було більше. Другий «пик» утворюють ДКК показників ВЧП і ЛПЛ і особливо ЛПП з ЕЕГ. В І групі «пик» з показниками ЕЕГ дає показник ЧРЗ. В ІІ групі ЧРЗ забезпечується тією самою кількістю ДКК, але ВЧЛ, ЛПП і ЛПП мають набагато більше зв'язків. Як видно, у студентів І і ІІ групи до тесту з боку ЦНС виявляються синхронізовані локальні системи забезпечення окремих важливих якісних показників, РП, що краще помітно в ІІ групі.

У студентів І групи найбільше ДКК показників частоти альфа-ритму визначаються в лівому лобному відведенні. У студентів ІІ групи найбільше зв'язків утворює амплітуда альфа-ритму в правому лобному і правому потиличних відділах. Багато зв'язків утворюють у них показники секундної енергії альфа-ритму і альфа-індексу в потиличних відведеннях, особливо справа. У студентів І групи параметри ЕЕГ лівої півкулі, а саме частота її альфа-ритму, має суттєве відношення до РП. До тесту у студентів І групи в ОПН ШПЗІ мала ДКК (0,56) тільки з частотою альфа-ритму в потиличних відведеннях. У ВПН зв'язки були відсутні.

У студентів ІІ групи ШПЗІ мала набагато більше зв'язків. Привертають увагу від'ємні ДКК ШПЗІ і альфа-індексу в правій півкулі: чим нижче альфа-індекс, чим більше десинхронізована права півкуля, тим вище ШПЗІ, тобто, може бути, що у них права півкуля в більшій мірі зв'язана з аналізом зорової інформації.

Беручи до уваги той факт, що ДКК змінюють не тільки своє місце в таблиці, але й знак, треба зазначити, що це свідчить про динамічність процесів в ЦНС, які зв'язані з параметрами РП.

Багато від'ємних ДКК ЧРЗ з'явилося у ВПН з частотою альфа-ритму в лобних відведеннях — чим він повільніший, тим швидше розв'язуються задачі; з максимальною амплітудою альфа-ритму в потиличних зонах: чим вона вища, тим швидше розв'язуються задачі. Особливо багато ДКК ЧРЗ з енергією альфа-ритму: найбільше ДКК в потиличних відділеннях мозку ($-0,79$ і $-0,75$): синхронізація альфа-ритму прискорює РП.

Від'ємні ДКК ЧРЗ також реєструються і з альфа-індексом, причому, найбільші ДКК були в правому лобному і потиличних відведеннях, як і для енергії альфа-ритму. Це підтверджує думку, що для прискорення ЧРЗ треба мати вищу енергію і вищий альфа-індекс. Тобто, місцева синхронізація альфа-хвиль збільшує швидкість розв'язання задач, але, як випливає з попереднього тексту, при цьому можуть збільшуватись і помилки у рішеннях.

У студентів II групи ЧРЗ мав від'ємні ДКК з частотою альфа-ритму в лобному і позитивні — в потиличному відведенні, тобто, між ними відмічені дискордантні, протилежно спрямовані зв'язки. Позитивні ДКК з КЗ/Р в потиличних відділах підтверджують значення оптимального ступеня активації для оптимальної РП: чим вища активація, тим гірше вирішуються задачі.

У студентів II групи КПо мала багато ДКК, причому, частота альфа-ритму в лобних відведеннях змінювала знак з від'ємного ($-0,44$ і $-0,43$) на позитивний високої щільності ($0,75$ і $0,77$). Це означає, що в ОПН чим повільніші альфа-хвилі, тим більше помилок, а в ЗПН чим повільніші хвилі, тим менше помилок. Ця інверсія має змістовний характер: в ЗПН для високої РП треба мати оптимальний ступінь частоти альфа-ритму. У ЗПН у студентів II групи мають значення для РП низькі частоти альфа-ритму в лівому лобному і правому потиличному, низький альфа-індекс в лівому лобному, високий КЗ/Р в правому лобному відведеннях. В усіх періодах в ефективності РП грає роль коефіцієнт білатеральної асиметрії. В ОПН — чим він вищий, тим більше помилок, і навпаки, в ЗПН — чим він вищий, тим менше помилок. Тобто, в ЗПН підвищується інтенсивність активації ЦНС і це позитивно впливає на розумову працездатність. Параметри «відчуття часу» лівої і правої руки (ВЧЛ і ВЧП) мали у студентів I групи ДКК з частотою альфа-ритму ($0,48$ і $0,63$). Це означає, що чим менша частота альфа-ритму, тим менші «помилки часу».

Латентні періоди простих рухових реакцій лівої і правої руки (ЛПЛ і ЛПП) у студентів I групи мали різні спектри ДКК з показниками ЕЕГ. Так, в ОПН ЛПЛ мали від'ємні ДКК ($-0,47$) з альфа-ритмом правої півкулі, що відповідає інформації про перехресну інервацію м'язів. У студентів II групи показники ЛПЛ і ЛПП мали найбільшу кількість ДКК. Енергетичні показники альфа-ритму всіх відведень мали позитивні ДКК: чим вищі показники енергії альфа-ритму, тим довші ЛП. КЗ/Р мав від'ємні ДКК з ЛПЛ: чим більший КЗ/Р, тим коротші ЛП, що не суперечить попереднім фактам.

КТ мав різноспрямовані зв'язки з частотою альфа-ритму в лобних і потиличних відведеннях, а з енергією і максимальною амплітудою — позитивні, переважно в ЗПН. Тобто, в сесійний період висока енергія альфа-ритму позитивно впливає на точність переробки зорової інформації.

Через 10 хв. після тесту під впливом велоергометричного навантаження посилюється синхронізація альфа-ритму, особливо в II групі, що переважно негативно впливає на деякі кількісні і якісні параметри РП, позитивно покращуючи їх.

5. Характеристика взаємозв'язків показників РП і системної гемодинаміки

У студентів I групи до тесту ШПЗІ була зв'язана від'ємними неадекватними зв'язками ($-0,46$ і $-0,59$) з РТ і СО. Таку ж щільність мали зв'язки з РТ і СО, КТ і S, а ЧАОЗ був зв'язаний з ними позитивно. Це означає, що в ОПН у I групи підвищення ШПЗІ, КТ зв'язано із зниженням показників гемодинаміки адаптивного характеру. КПо зв'язаний з мінімальним АТ і ХОК позитивно: чим менше Мп АТ і ХОК, тим менше помилок. Можливо, механізми неадекватних зв'язків ШПЗІ з РТ і СО пролягають через адренергічні впливи, стимуляція яких знижує ефективність РП.

З ЗПН система ШПЗІ з гемодинамікою зв'язків не мала. Лише ЧРЗ був від'ємно зв'язаний з СО: чим коротший ЧРЗ, тим більший СО. Більше зв'язків мала По з Мх АТ ($0,57$), РТ ($0,46$) і СО ($-0,51$): чим нижче Мх АТ і РТ, чим вище СО, тим більше помилок робили студенти I групи. Ці зв'язки, слід думати, мали деадаптивний характер.

У ВПН з'явилися адренергічні зв'язки ШПЗІ з СО ($0,60$) і ХОК ($0,51$), що означає: чим вище показники гемодинаміки — СО і ХОК в стані спокою, тим вища ШПЗІ. З'явилися позитивні зв'язки КТ і КП з ЧСС.

У II групі до тесту серцевий цикл (С) був зв'язаний з ШПЗІ тільки у ВПН ($0,47$): чим довший С, тим вища ШПЗІ, тобто типовий адаптивний зв'язок. Тільки ЧРЗ в ЗПН і ВПН мав окремі адренергічні зв'язки з С: чим короткий С, тим гірше розв'язуються задачі. У ВПН був зв'язок з КПо: чим довший С, тим більше помилок. Ці зв'язки свідчать про те, що для оптимального виконання розумового тесту треба мати високий рівень швидкої адаптації до навантаження.

До тесту взаємозв'язки Мх АТ з показниками РП у студентів I групи були відсутні, а у студентів II групи характеризувалися адаптивною спрямованістю: чим нижче Мх АТ, тим вище КТ, КП.

Через 10 хв. після тесту Мх АТ мав від'ємний ДКК з ШПЗІ ($-0,57$) і позитивний ($0,53$) з КП. У студентів II групи Мх АТ мав багато від'ємних зв'язків, через 10 хв. після тесту в ОПН: з ШПЗІ ($0-0,85$) з КТ ($-0,64$) і з КП ($-0,61$). Це означає, що, чим краще йде відновлення через 10 хв. (нижче АТ), тим вищі ШПЗІ, КТ, КП, коротший ЧАОЗ, але довший ЧРЗ у ВПН.

Як видно, переважно від'ємні ДКК з показниками системи ШПЗІ свідчать про те, що вищі значення Мх АТ і до, і після тесту — небажані. Чим краще відновлюється АТ, тим вище показники РП. Ця закономірність краще виступає у студентів II групи і свідчить про те, що підвищення загальної адаптації до фізичної роботи покращує розумову працездатність.

У студентів II групи до тесту Мп АТ впливає на РП від'ємно: чим він вищий, тим нижчі показники РП, а після тесту — позитивно: чим вище Мп АТ, тим вища РП, що відображає відновлення Мп тиску з низьких показників до вищих.

Після «відказу» у I групі кількість ДКК збільшилась, деякі дали інверсію у різні періоди року. Інверсія зв'язків ХОК з ШПЗІ і КП була односпрямованою: у ОПН зв'язки свідчили про зворотну залежність показників РП і ХОК: чим нижче, ХОК, тим вище РП, а у ВПН навпаки: чим вище ХОК, тим більше ШПЗІ і вище КП. З КПо був від'ємний зв'язок ($-0,45$): чим вище ХОК, тим менше помилок.

Зв'язки показників гемодинаміки свідчать про те, що оптимальні впливи на розумову працездатність відбуваються при нижчих показниках ЧСС, СО, ХОК, Мп АТ відбувається за рахунок адренергічних гормональних реакцій, які негативно впливають на РП, руйнуючи зв'язки між ГД і РП.

6. Динаміка взаємозв'язків показників РП і ЕКГ

Аналіз динаміки кількості і спрямованості ДКК РП і ЕКГ у студентів I і II груп на різних етапах досліджу за весь рік виявив суттєві розбіжності, які пов'язані з особливостями адаптації до велоергометричного навантаження до «відказу» і ступенем відновлення після тесту.

Так, вже до тесту у студентів другої групи було дещо менше, ніж у першій, ДКК показників РП і ЕКГ (20, 70 проти 22, 72), в основному за рахунок позитивних ДКК (8,33 проти 10,10 проц.), в той час як від'ємні ДКК були за кількістю майже однакові (12,37 і 12,62). Помітна різниця в кількості, спрямованості і щільності ДКК через 10 хв. відновного періоду: у студентів II групи відмічено зниження загальної кількості ДКК порівняно з фоном, у той час, як у студентів I групи кількість ДКК збільшилась.

Як видно, процеси відновлення після тесту складніше відбуваються у студентів з низькою фізичною працездатністю (І група), в той час, як у студентів з високою ФП (ІІ група) напрямки реакцій за даними динаміки ДКК РП і ЕКГ більш однорідні. Відновлення кількості і щільності ДКК в обох групах через 10 хв. після тесту було незавершеним.

Кількісні і якісні показники РП (ЧРЗ, КПо) у студентів І групи в ОПН мали лише окремі позитивні за змістом ДКК з параметрами ЕКГ: з амплітудою зубця T_z (0,54), правим індексом Соколова-Лайона (0,57), з інтервалом RR (—0,42). У ЗПН з'явилися від'ємні ДКК ЧРЗ з інтервалом $R-Q$, з R і амплітудою T_z . Встановлено, що у студентів І групи відмічаються окремі неоднозначні зв'язки параметрів ЕКГ і РП, що свідчить про переважну незавершеність біоенергетичних процесів у серці від розумової працездатності.

Показники ВЧЛ і ВЧП у студентів І групи мали в усіх періодах учбового року від'ємні ДКК з інтервалом $R-R$, тобто, напруження серцевої діяльності супроводжується гальмуванням підсвідомих процесів відчуття часу. З систолічним показником (СП) тільки в ЗПН були відмічені позитивні ДКК ЛПЛ і ЛПП. Зв'язок неадекватний, можливо, пов'язаний з гіподинамічним впливом зимового періоду навчання на біоенергетику серця і гальмівним — на швидкість рефлекторного реагування. у ВПН відмічено від'ємний зв'язок суми зубців R у стандартних відведеннях і ЛП реакцій, тобто, адренергічні впливи весняного періоду стимулюють рухові реакції.

Через 10 хв. після тесту у студентів І групи зникли ДКК КТ, КП, ВЧЛ і ВЧП, ЛПП. Залишилися окремі зв'язки ЧРЗ (0,55) з КПо (—0,58), зв'язки адекватні, але досягають достовірності в різні періоди навчального року. Позитивні ДКК з правим індексом Соколова-Лайона свідчать про те, що напруження правої половини серця супроводжується збільшенням ЛП реакцій.

У студентів ІІ групи до тесту QT_f і СПД мали позитивні окремі адаптивні зв'язки з ШПЗІ: чим більші QT і СП, тим більша ШПЗІ. Позитивні ДКК ШПЗІ з R і лівим індексом свідчать про те, що в ЗПН у них налагоджуються адекватні зв'язки між біоелектричними процесами в серці і ШПЗІ. У ВПН вони розпадаються.

Показники якості розумових операцій — КТ і КП мали до тесту найбільше ДКК в ОПН: від'ємні з $R-Q$, P_2 і R ; чим вони коротші і менші, тим більша точність і продуктивність розумових операцій. Від'ємні зв'язки QT_f , OT_d з КТ свідчать, що, чим вони менші, тим більша точність розумових операцій. За змістом ці зв'язки адренергічні, компенсаторні.

З QTф ДКК мали лише ЛПЛ і ЛПП в ОПН і у ВПН. В ЗПН зв'язків не було. Від'ємний характер цих зв'язків свідчить про те, що, чим більша електрична систола, тим коротші латентні періоди. Зв'язок носить адаптивний характер. З СПф тільки в ЗПН були позитивні ДКК з ЛПЛ і ЛПП: чим більший СП, тим довші ЛП. Зв'язок неадекватний, можливо, пов'язаний з гіподинамічним впливом зимового періоду навчання. Від'ємний зв'язок R у ВПН має адекватний зміст: чим більша сума зібців R, тим коротші ЛПЛ і ЛПП, тобто, адренергічні впливи на серце у весняному періоді стимулюють і рухові реакції. Від'ємні зв'язки T_з і правого індекса в ЗПН і ВПН свідчать про те, що їх збільшення приводить до скорочення ЛПЛ і ЛПП.

У студентів II групи через 10 хв. після тесту інтервал R—R зв'язувався позитивно (0,56) з ЧРЗ в ОПН, з КПо в ОПН і ЗПН (0,58 і 0,51), тобто, чим більший інтервал R—R, тим більше помилок. Зв'язок дизадаптивний і у ВПН зникає. Як видно, адаптивні зв'язки між показниками РП і ЕКГ розвиваються в різних ланках в різні періоди, краще у студентів II групи. Відновні процеси в серці, за даними зубця T_з, тим вище ШПЗІ; з ЧРЗ (—0,63): чим вище T_з, тим коротший ЧРЗ; з КПо (—0,54): чим вище T_з, тим менші помилки у відчутті часу. Тобто, ефективність відновних процесів у міокарді сприяє якості розумових операцій.

Як видно, через 10 хв. відновлення зв'язки показників РП і ЕКГ в I і II групах неоднозначні, хоча переважає адаптивний зміст, переважно з руховими реакціями. У студентів II групи адаптивні зв'язки більш виразні.

7. Динаміка взаємозв'язків показників РП і СКГ

До тесту в I групі було 21,88 проц. ДКК показників РП і СКГ, у другій — 27,27 проц., позитивних і від'ємних приблизно порівну. Після «відказу» процент ДКК в обох групах знизився, причому зниження позитивних і негативних було однаковим. Дані свідчать про утримання стабільних взаємовідносин між показниками РП і СКГ.

В II групі найбільше ДКК СКГ було в ОПН до тесту. На етапах тесту їх кількість знижувалася, переважно за рахунок від'ємних. Кількість позитивних ДКК залишалася близькою на всіх етапах. Щільність ДКК знижувалася після тесту, особливо сильних. У I групі спостерігалась така ж сама закономірність: зниження кількості і щільності після тесту, але переважно за рахунок позитивних зв'язків. Відновлення через 10 хв. не відбувалося.

ЧАОЗ з t_{A_2} мав ДКК в усі періоди навчального року, але в ОПН і ВПН зв'язок позитивний (0,46 і 0,48), а у ЗПН — від'ємний (—0,52). Це може означати, що, чим довший t_{A_2} , тим довший ЧАОЗ, тобто, зниження серцевого ритму і збільшення t_{A_2} супроводжується збільшенням ЧАОЗ (неадекватний зв'язок). Амплітудні показники I і II СКГ комплексів у ці зв'язки не вступають. Інверсія ДКК з t_{A_2} (—0,52) в ЗПН означає, що, чим довший t_{A_2} , тим коротший ЧАОЗ (адаптивний зв'язок). В ЗПН дуже знижується рухова активність студентів, і це може сприяти розвитку (або прояві) гіподинамії міокарду, одною з ознак якої стає збільшення часу t_{A_2} , але розумова працездатність підвищується. У ВПН ДКК t_{A_2} з ЧАОЗ знову стають «адренергічними»: скорочення t_{A_2} сприяє скороченню ЧАОЗ.

Це може означати, що для підвищення РП в ЗПН треба збільшити аеробні та емоційно насичені рухові вправи, щоб сприяти її оптимізації через механізми помірно адренергічних впливів.

У ВПН порівняно з ЗПН переважають адренергічні впливи на серцево-судинну систему і РП. Вони приводять до інверсії ДКК серцево-судинної системи і РП, що вказує на зміну інтенсивності впливів фізіологічних механізмів на розумову працездатність. Аналіз взаємозв'язків на протязі навчального року дає основу для обґрунтування рекомендацій щодо змісту рухової активності студентів у річному циклі навчання.

Через 10 хв. після тесту, коли відбувається «повільне» відновлення ЧСС (з індивідуальними вагіаціями, менш виразними, ніж через 5 хв.) у II групі спостерігалось значне збільшення загальної кількості ДКК. В I групі найбільше ДКК мав показник HA_1 . Цікаво, що в другій групі цей показник мав найменше ДКК. Можливо, тут грає роль розвиток елементів гіподинамії міокарду у студентів II групи, які мають більшу ФП. Але з показниками HA_2 в обох групах кількість ДКК зближується. Якщо проаналізувати зв'язки окремих параметрів РП і СКГ, то видно, що вони в I групі зменшилися, а в II — підвищилися. Тобто, через 10 хв. після тесту у студентів з високою ФП підвищується ступінь синхронізації між серцево-судинною системою і РП.

Через 10 хв. після тесту показники ВЧЛ і ВЧП студентів I групи мали окремі ДКК HA_{2m} і HA_{2x} (0,51 і —0,47): чим вище HA_{2n} , тим більші помилки у відчутті часу, чим більша різниця, тим менші помилки у відчутті часу. Ці зв'язки були лише в ОПН. В ЗПН зв'язки не відмічені, а у ВПН відмічені лише енергетичні зв'язки з ВЧЛ від'ємного характеру. У студентів II групи показники ВЧЛ мали ДКК з показниками П СКГ комплексу, а ВЧП тільки у ВПН з тими самими ж показниками.

8. Динаміка взаємозв'язків показників РП і ВПГ

Тонко відбиваючи впливи центрального і автономного контурів регуляції, адренергічного і холінергічного характеру, варіаційна пульсограма і її вивідні методики (АКГ, КРГ) можуть вказати на функціональний стан серця, при якому розумова працездатність носить оптимальний характер, має найбільші резерви, особливо в умовах втоми від фізичних навантажень у студентів з низькою і високою фізичною працездатністю.

До тесту у студентів І групи кількісні показники системи ШПЗІ (КТ, КП, ЧАОЗ, Тр) мали ДКК з ВПГ тільки у ОПН і ВПН. В ЗПН зв'язки з показниками ВПГ були відсутні. Найбільше позитивних ДКК ШПЗІ в ОПН було з X , $\pm m$, $M_x R R$, M_o — чим вищі ці показники, тим вища ШПЗІ. Зв'язки адаптивні, адекватні. З ІН зв'язки були від'ємні: чим нижче напруження, тим вище ШПЗІ, що логічно. КТ у ВПН мав зворотні зв'язки: $(-0,57)$ з X ; $(-0,46)$ і $(-0,51)$ з $M_x R R$ і $M_p R R$; $(-0,63)$ з M_o . Це означає, що, чим більші ці показники, тим менша точність РП. Ми знову зустрічаємося з інверсією спрямованості ДКК у ВПН: чим більше напруження, тим коротші ці показники.

В ОПН зв'язки РП з ВПГ були відсутні. Показник ЧРЗ мав ДКК в ЗПН, які підлягали інверсії у ВПН. Від'ємні ДКК в ЗН означають, що, чим довші показники ВПГ, тим коротший ЧАОЗ, що ми вже зустрічали під час аналізу гемодинаміки. Інверсія ДКК $M_x R R$, $M_p R R$, M_o у ВПН свідчить про високий ступінь впливу гормональних зрушень на РП: чим коротші показники ВПГ, тим коротший ЧРЗ. Тобто, оптимальна РП у студентів І групи з ЗПН і ВПН пов'язана з протилежними станами ВПГ: холінергічною спрямованістю в ЗПН і адренергічною — у ВПН («жіночий тип адаптації»).

У студентів ІІ групи до тесту було значно менше ДКК, причому, вони мали більш високу щільність. ДКК X , $M_p R R$ з ШПЗІ становили 0,42 і 0,72: чим довший середній і мінімальний кардіоциклі, тим вище ШПЗІ. В ЗПН лишаються зв'язки з $M_p R R$ (0,48). Цікаво, що у V проц. і $\pm G$ мали зворотні зв'язки: чим більша варіативність кардіоциклів, тим менша ШПЗІ. У ВПН ДКК були відсутні. У ЗПН були окремі ДКК КТ і КП з V проц. $(-0,62)$ і $(-0,61)$: чим вища варіативність кардіоциклів, тим нижча точність і продуктивність розумової діяльності. ЧРЗ має єдиний ДКК у ОПН $(-0,49)$ з X : чим кардіоциклі більший, тим менший час розв'язання задач, у ВПН — навпаки: чим довший ЧРЗ (інверсія, адренергічний неадекватний зв'язок).

Після «відказу» від роботи у студентів І групи кількість ДКК ВПГ значно зменшилась, особливо в ОПН і ВПН. Зменшення йшло переваж-

но за рахунок від'ємних ДКК у ВПН і позитивних в ОПН. Знизилась відповідно і кількість середніх і, особливо, сильних ДКК. В ІІ групі після «відказу» кількість ДКК збільшилась, особливо у ЗПН (від 15 до 28), збільшилась кількість позитивних ДКК (від 25 до 49), особливо в ОПН і ЗПН.

Відразу після «відказу» у студентів І групи ШПЗІ була зв'язана у ВПН тільки з Мо (0,45): чим вище ШПЗІ, тим більша (довша) мода. У ВПН зв'язок змінив знак ($-0,63$): чим коротша Мо, тим більша ШПЗІ (адренергічний компенсаторний зв'язок). Можна вважати, що інверсія знака ДКК і збільшення щільності від'ємних ДКК показує, що у ВПН, як і до тесту, адаптивні зміни ВПГ пов'язані з адренергічною спрямованістю реакцій. В ОПН ДКК не було. ЧАОЗ в ОПН після «відказу» мав ДКК з $X, \pm m, MxRR, \Delta X$: чим вони менші, тим коротший ЧАОЗ. У студентів ІІ групи багато ДКК після «відказу» було з АМо, причому, в ЗПН відмічена позитивна інверсія. В І групі АМо з РП зв'язків не виявила. Від'ємні ДКК АМо ($-0,65$) і ІН ($-0,56$) показують, що, чим вони нижчі, тим більші ШПЗІ, КТ і КП. В ЗПН зв'язки стають зворотними: чим вище АМо і ІН, тим менші показники ШПЗІ, КТ, КП.

Через 10 хв. відновлення в І групі кількість ДКК ВПГ зменшилася, особливо у ЗПН. У ІІ групі через 10 хв. після тесту кількість ДКК за усі періоди року впала до 27, як позитивних, так і від'ємних, переважно за рахунок ДКК сильної щільності, кількість ДКК кожного показника РП стала нижчою. Деякі показники зовсім позбулися ДКК ($MxRR, AMo, IN$). Через 10 хв. «відновлення» в І групі відбулося перегрупування ДКК у показників КТ, S, особливо у ВПН. Їх стало більше, ніж до тесту, а показники ЧРЗ і КПо їх зовсім втратили. В ІІ групі через 10 хв. кількість ДКК кожного показника РП і ВПГ знизилася. Тільки показники правої руки (ВЧП і ЛПП) мали відносно більші ДКК.

Через 10 хв. «відновлення» у студентів І групи ШПЗІ втратила зв'язки з показниками ВПГ, крім АМо ($-0,51$) і ІН (0,44) в ОПН, тобто, чим вище ІН, тим вище ШПЗІ. В ІІ групі зв'язків було трохи більше: з $MxRR$ (0,47; 0,59) в ОПН і ЗПН, з Мо в ОПН (0,46): чим вище ці показники, тим вище ШПЗІ, це холінергічна адаптивна реакція.

Підсумовуючи і узагальнюючи матеріали про структуру, спрямованість і щільність взаємозв'язків показників розумової працездатності і забезпечуючих систем, порівнюючи їх в групах студентів з низькою і високою фізичною працездатністю, аналізуючи їх зміни під впливом фізичного велоергометричного навантаження до «відказу» на протязі навчального року, можна відмітити і деякі загальні закономірності. Групи

розрізняються не тільки за абсолютними значеннями параметрів розумової працездатності (табл. 2), але і за загальною кількістю зв'язків, які вони утворюють з показниками рухової, центральної нервової і серцево-судинної систем. Так, до тесту у студентів I групи переважає забезпечення РП з боку ФП і ВПГ, а в II групі — з боку показників ЕЕГ і СКГ, це пов'язано з тим, що в другій групі більшість показників РП достовірно краще, ніж в першій. Слід вважати, що головну роль у цьому грає організація нервових процесів за даними ЕЕГ.

В умовах граничної фізичної втоми і у відновному періоді найбільш постійними залишаються внутрішньосистемні ДКК РП, знижується кількість ДКК ЕЕГ, СКГ і ВПГ. Тільки через 10 хв. після тесту у студентів обох груп відновлюється загальна кількість ДКК всіх досліджуваних систем, причому, їх співвідношення в I і II групах також відновлюються. В II групі показники ЕЕГ мають найбільше зв'язків. Як видно з попередніх даних, важливу роль в оптимізації РП студентів з високою ФП відіграють типи взаємозв'язків з показниками кардіогемодинаміки, переважно холінергічного характеру.

9. Характеристика показників ФП і РП у студентів, які займаються стрільбою з лука, спортивними іграми, оздоровчим бігом

Показники розумової і фізичної працездатності у студентів, які займаються стрільбою з лука, спортивними іграми і оздоровчим бігом, дещо відрізняється від детально вивчених нами показників центрально-нервової системи і кардіогемодинаміки у студентів, які займаються фізичним вихованням. Порівняння показників розумової і фізичної працездатності цих груп студентів дозволяє фізіологічно обґрунтувати рекомендації для занять різними видами спорту залежно від їх впливів на системи організму. Показники ФП у стрільців з лука високої кваліфікації знаходилися в зоні середніх значень для здорових людей ($19,3 \pm 0,4$ кГм/хв/кг). На ЕКГ ознак «тренованого» серця не було, лише в окремих випадках були ознаки метаболічних змін. ВПГ були оцінені, як нормергічні з тенденцією до збільшення максимальних значень кардіоциклів. ШПЗІ досягла $3,9-4,4$ біт/с, при дуже високій точності і продуктивності роботи, помилки відчуття часу становили $5,1 \pm 0,01$ с, ЛПЛ — $224,5 \pm 11,0$ мс, ЛПП — $218,3 \pm 9,0$ мс. На ЕЕГ при аналізі ритмів та їх реактивності виявлене стійке домінування правої півкулі, про що свідчить низький коефіцієнт білатеральної асиметрії (0,43). Під впливом граничних велоергометричних і специфічних стрілецьких навантажень підсилювалася синхронізація альфа-ритму при збереженні значень основних показників розумової працездатності і сенсомоторних

реакцій. Заняття цим видом спорту можна рекомендувати студента з високою фізичною працездатністю, щоб підсилити гальмівні процеси в ЦНС, що може збільшити функціональні резерви розумової працездатності, ШПЗІ, точність і продуктивність розумових операцій, відчуття часу та ін.

Для ігровиків (футболісти, гандболісти) хаґактерними були різний рівень фізичної працездатності ($25,06 \pm 0,92$ і $19,8 \pm 0,61$ кГм/хв/кг відповідно), різний рівень ШПЗІ ($2,5 \pm 0,03$, $2,35 \pm 0,09$) при зниженій точності і продуктивності роботи, короткі ЛП реакцій, великі помилки у відчутті часу. Це вказує на те, що дуже високий рівень ФП ($22-25$ кГм/хв/кг) при виразній холінергічній спрямованості кардіореґуляції ($X=1,01$ с) може від'ємно впливати на показники РП, покращуючи швидкісні і гальмуючі її якісні прояви. В зв'язку з чим при рекомендаціях занять цими видами спорту слід враховувати необхідність оптимального співвідношення фізичної і розумової працездатності, причому, рівень ФП і холінергічної реґуляції серця не повинен досягати найвищих значень.

У студентів, які займаються оздоровчим бігом до 1, 2 і понад 2 роки, також виявлена ця закономірність. При заняттях оздоровчим бігом до 2 років відмічено помірне підвищення фізичної аеробної працездатності, з'являється тенденція до перебудови варіаційної пульсограми в холінергічному напрямку, покращуються якісні і кількісні показники РП. Заняття оздоровчим бігом понад 2 роки при напруженому аеробно-анаеробному режимі тренування, супроводжуються холінергічним типом кардіореґуляції і погіршенням якісних показників РП. Таким чином, заняття оздоровчим бігом можна рекомендувати студентам з низькою ФП при контролі за станом ведучих систем організму. Оптимальною слід вважати таку інтенсивність занять, при якій відмічаються помірне підвищення ФП, тенденція до брадикардії, при збереженні кількісних і покращенні якісних показників.

МОЖЛИВІ БІОЛОГІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ВЗАЄМОДІЇ РОЗУМОВОЇ І ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

Внутрішньосистемні:

— системні показники розумової працездатності студентів ШПЗІ і ЧРЗ є найбільш чутливими до рівня фізичної працездатності і можуть управлятися за допомогою спеціально підібраних комплексів фізичних управляючих програм. Це досягається за рахунок збільшення і посилення внутрішньо-системних зв'язків.

Міжсистемні:

— показник розумової працездатності (ШПЗІ) залежить від рівня фізичної працездатності; в групі, яка підлягала додатковому програмному фізичному управлінню, зникають міжсистемні зв'язки між ШПЗІ і конкретними показниками фізичної працездатності, в той час, як для групи з низьким рівнем фізичної працездатності такі зв'язки є суттєвими, причому, ШПЗІ в другій групі набагато вище ніж в першій. Звідси виходить: для підвищення ШПЗІ можна використовувати комплексне програмне фізичне управління;

— зв'язок системних показників розумової працездатності студентів ШПЗІ і ЧРЗ з показниками ЕЕГ залежить від рівня фізичної працездатності і піддається фізичним управляючим діям, причому, залежність цих показників від параметрів ЕЕГ зменшується з зростанням фізичної працездатності за рахунок зниження функціонального напруження на фоні підвищення абсолютних значень ШПЗІ і зменшення ЧРЗ;

— зменшення часу рішення задач «сильною» групою досягається за рахунок адекватного збільшення енергетичних показників серцево-судинної системи на фоні менших значень ЧСС у цієї групи у порівнянні зі «слабкою»; інверсійна закономірність просліджується для показників ЧРЗ і варіаційної пульсограми.

В И С Н О В К И

1. Функції, що забезпечують розумову працездатність, мають динамічні зв'язки як внутрішньосистемного, так і міжсистемного характеру з показниками рухової, центральної нервової і серцево-судинної систем, що відображають закономірності адаптаційних короткострокових і довгострокових впливів адренергічного і холінергічного змісту. Структура, щільність і спрямованість зв'язків залежать від періоду навчального року та етапу тесту, а також суттєво розрізняються в групах з високою і низькою фізичною працездатністю, що лежить в основі рекомендацій щодо управляючих впливів засобів фізичної культури і спорту.

2. Щільність і спрямованість взаємозв'язків показників розумової і фізичної працездатності свідчать про різноспрямовані управляючі впливи аеробного і анаеробного компонентів роботи у студентів з високою і низькою фізичною працездатністю.

У студентів з низькою фізичною працездатністю до тесту кількість достовірних зв'язків аеробного і анаеробного компонентів роботи більша, а після тесту — менша, ніж у групі з високою працездатністю, тобто забезпечення розумової працездатності з боку рухової системи має більшу фізіологічну ціну у студентів з низькою працездатністю. Збільшення кількості достовірних зв'язків не є показником покращення досліджуваної функції, а свідчить про їх розгалуження, можливо, компенсаторного характеру.

3. При низькій фізичній працездатності найбільше зв'язків утворюють параметри альфа-ритму лівої лобової зони, а при високій — правої, причому висока точність переробки інформації спостерігається при низьких значеннях максимальної амплітуди і енергії альфа-ритму. Частотні параметри альфа-ритму переважно пов'язуються з часовими параметрами розумових операцій, енергетичні — з їх якісними характеристиками. У студентів з низькою фізичною працездатністю у весняний період навчання спостерігаються інверсія знаків і зміна коефіцієнтів кореляції в різних відділах мозку, що свідчить про нестабільність у них забезпечувальних систем. У студентів з високою фізичною працездатністю кількість і спрямованість зв'язків на етапах тесту більш стабільні.

4. Взаємозв'язки показників розумової працездатності і системної гемодинаміки залежать від періоду навчального року та етапу тесту і розрізняються в групах з низькою і високою фізичною працездатністю: холінергічна спрямованість взаємозв'язків переважала в осінній період навчання до тесту в групі з високою працездатністю і позитивно впливала переважно на якісні процеси переробки інформації. Компенсаторні, адренергічні зв'язки, що знижують якісні і частково кількісні прояви розумових операцій, переважали в групі з низькою фізичною працездатністю, у відновний період після тесту і, особливо, у весняний період навчання в обох групах.

5. Взаємозв'язки показників розумової працездатності і ЕКГ, мають невиразний характер, низьку щільність, несуттєво розрізняються між групами: їх кількість збільшується після тесту, особливо у весняний період навчання, причому з часовими параметрами ЕКГ вони мають адаптивну, а енергетичними — переважно компенсаторну спрямованість.

6. Часові параметри і енергетичні характеристики процесів скоротливості серця суттєво впливають на параметри розумових операцій: при високій фізичній працездатності у зимовий період навчання переважа-

ють адаптаційні взаємозв'язки холінергічної спрямованості; при низькій працездатності покращення розумових операцій спостерігається при адренергічних зв'язках серцевих скорочень, особливо у весняний період навчання.

7. Виявлено два типи взаємозв'язків, що оптимізують розумову працездатність: перший тип — адаптивні холінергічні взаємозв'язки, які зустрічаються у студентів з високою фізичною працездатністю, переважають у відновному періоді, мають меншу фізіологічну ціну адаптації; другий тип — компенсаторні адренергічні взаємозв'язки, які переважають при низькій працездатності, мають більше поширення і зустрічаються у весняний період навчання в обох групах студентів. На протязі навчального року спостерігаються зміни часових і енергетичних параметрів ВПГ і СКГ, щільності і напрямку взаємозв'язків, відображаючи переходи з адаптивних у компенсаторні процеси і навпаки.

8. Функціональний стан кардіорегуляції і взаємозв'язки її параметрів з показниками розумової працездатності підтверджують попередні висновки щодо суттєвих характеристик двох основних типів її підвищення. Холінергічна спрямованість кардіорегуляції має оптимізуючий вплив на кількісні і, особливо, якісні показники, а адренергічна — погіршує якісні і прискорює швидкісні параметри. Чим ефективніше відновлюються кардіоінтервали після тесту, тим краще відновлюється розумова діяльність, що особливо помітно в групі з низькою фізичною працездатністю. Повільно-хвилюва структура серцевого ритму як показник напруження в системі кардіорегуляції негативно впливає на якісні показники розумових операцій.

9. У студентів які займаються стрільбою з лука, переважають правосторонні домінантні зміни збудження мозку при високих показниках розумової працездатності і нормергічної, з ознаками холінергічних впливів, кардіорегуляції. У студентів, які займаються спортивними іграми, показники розумової працездатності знаходяться в зоні низьких значень при високій фізичній працездатності. Заняття оздоровчим бігом аеробної спрямованості сприяють синхронізації параметрів ЕЕГ, помірно підвищують фізичну працездатність і холінергічну кардіорегуляцію та стабілізують якісні показники розумової працездатності.

10. Для управління кількісними і якісними показниками розумової працездатності студентів слід застосовувати систематичні аеробні і аеробно-анаеробні вправи, доводячи кардіорегуляцію до помірного холінергічного типу, що викликає збільшення фізіологічних резервів, забезпечуючи їх оптимальну спрямованість адаптивного характеру, а також стрільбу з лука, специфічно підвищуючи якість розумових операцій.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Рекомендуємо включити матеріали про закономірності взаємозв'язків показників розумової і фізичної працездатності до учбового курсу лекцій з фізіології, фізіології спорту і фізичного виховання. Основа — матеріали автореферата, публікації за темою.

2. Рекомендуємо поглибити лікарський контроль за розумовою і фізичною працездатністю студентів медичного інституту за допомогою застосованої нами «батареї» психофізіологічних тестів для оптимізуючого управління ними в навчальному процесі (лекційний курс, практичні заняття).

3. Для підвищення холінергічної спрямованості механізмів, що забезпечують фізичну працездатність, рекомендуємо студентам систематичні (3 рази на день) заняття оздоровчим бігом не менше 2 років; для покращення якості розумових операцій, стабілізації функціонального стану мозку збільшення психоемоційної стабільності — заняття стрільбою з лука в межах секційних занять; для зняття стресових станів — заняття спортивними іграми в кінці тижня. (Методичні розробки).

СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Маглеваний А. В., Белова Л. А. Сравнительная характеристика показателей физической и умственной работоспособности у студентов с разным уровнем физической работоспособности, здоровья и образа жизни // Тез. докл. Всесоюз. конф. «Физиологические механизмы адаптации к мышечной деятельности». — Волгоград, 1988. — С. 215—216.

2. Методика исследования сейсмокардиограммы в ортопозах. Метод. рекомендации для врачей / А. В. Маглеваний, Л. А. Белова, С. Ф. Музыкантова, Г. Б. Сафронова. — Львов, 1988.—20 с.

3. Рекомендации по проведению врачебного контроля и врачебно-педагогических наблюдений за физическим воспитанием в вузе. Метод. рекомендации для врачей и преп. / А. В. Маглеваний, В. М. Щепаняк, С. Ф. Музыкантова, З. С. Джола. — Львов, 1989.—24 с.

4. Маглеваний А. В. Динамика показателей умственной работоспособности до, в процессе и после велоэргометрической нагрузки до «отказа» в осеннем и зимнем периодах обучения // МРЖ. — 1989. — № 10. — С. 91.

5. Маглеваний А. В. Динамика показателей /типа/ аутокоррелограммы (АКГ) у студентов до и после велоэргометрической нагрузки до «отказа» в осеннем и зимнем периодах обучения. // МРЖ. —1989.— № 10.—С. 91.

6. Маглеваний А. В. Динамика показателей электрокардиограммы у студентов до и после велоэргометрической нагрузки до «отказа» в разные периоды учебного года // МРЖ.— 1990 — № 9. — С. 88.

7. Маглеваний А. В. Динамика амплитудных и временных показателей сейсмокардиограммы у студентов под влиянием велоэргометрической нагрузки до «отказа» в разные периоды учебного года // МРЖ.— 1989. — № 1/90.—С. 68.

8. Маглеваний А. В., Довгань Н. С., Матяжова А. В. Режимы работы мозга при «отказе» от работы у лиц с разным уровнем физической работоспособности // Тез. докл. X Юбилейной регион. науч. — метод. конф. по проблемам физвоспитания и спорт. медицины на Севе-ре. — Архангельск, 190.— С. 97—98.

9. Маглеваний А. В. Механизмы адаптации систем организма студентов к аэробно-анаэробным физическим нагрузкам. // Там же.— С. 145—146.

10. Маглеваний А. В. Физиологическое обоснование влияния физ. на-грузки аэробной интенсивности на умственную работоспособность сту-дентов // МРЖ.—1990.— № 6.— С. 53.

11. Маглеваний А. В. Показатели восстановления реактивности ЦНС студентов после «отказа» от работы / режимы работы мозга в восстановительном периоде // МРЖ. — 1990. — № 6. — С. 17.

12. Изменение электроэнцефалограммы и реограммы под влиянием тестовой стрельбы из лука / Г. Б. Сафронова Е. Е. Яремко, А. В. Маг-леваний, Э. А. Сиворонова и др. // I Регион. науч. — практ. конф. «Роль физической культуры в здоровом образе жизни». — Львов, 1990. —С. 72—73.

13. Маглеваний А. В. Системный анализ механизмов оптимизации электрической активности мозга и повышение умственной работоспособ-ности студентов // МРЖ. — 1990. — № Д-19670. — № 9. —С. 87.

14. Маглеваний А. В. Динамика межсистемных взаимосвязей физи-ческой и умственной работоспособности студентов на протяжении учеб-ного года // МРЖ.— 1990, № Д-19753.— № 9.— С. 91.

15. Маглеваний А. В. Физиологическое обоснование эффективности влияния физических упражнений аэробной направленности на умствен-ную работоспособность студентов // Тез. докл. Регион. науч.—практ. конф. «Актуальные вопросы развития массовой физкультуры и спорта». —Тюмень, 1990.—С. 28—29.

16. Динаміка електричної активності мозку і розумової працездат-ності під час велоергометричного навантаження до «відказу» / А. В. Магльований, Л. А. Белова, Г. Б. Сафронова, М. С. Довганик // XIII з'їзд УФТ ім. І. П. Павлова: Тези доп.—Харків, 1990.—С. 3.

17. Взаємозв'язок рівня фізичної працездатності та показників кардіорегуляції і електроенцефалографії у студентів та спортсменів / Г. Б. Сафронова, Є. О. Яремко, А. В. Магльований та ін. // Там же. — С. 106.

18. Роль занятий оздоровительным бегом в повышении умственной и физической работоспособности студентов мединститута / А. В. Маглеваний, Н. С. Довганык, Г. Б. Сафронова, Л. А. Белова // Тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы формирования здорового образа жизни». — М., 1990. — С. 77—78.

19. Маглеваний А. В. Физическая работоспособность, как показатель отбора и ориентации в группы общей и спортивной подготовки // Тез. докл. Респ. науч.-практ. конф. «Социально-философские и методические аспекты массовой физической культуры и спорта». — Киев 1990. — С. 279—281.

20. Маглеваний А. В. Влияние физических нагрузок до «отказа» на умственную работоспособность студентов с разным уровнем двигательной активности // Физиол. журн. — 1991. — Т. 37. — № 2. — С. 98—102.

21. Маглеваний А. В. Кросскорреляционный анализ показателей умственной и физической работоспособности студентов-мужчин с разным уровнем двигательной активности // Тез. докл. II Всесоюз. науч.-метод. конф. «Физическое воспитание студентов медицинских и фармацевтических институтов в системе подготовки специалистов здравоохранения». — Львов, 1991. — Ч. I. С. 64—65.

22. Маглеваний А. В. Матяжова А. В. Методика исследования влияния управляемой статической нагрузки на функциональное состояние ЦНС и умственную работоспособность студентов // Там же. — С. 66.

23. Физиологическое обоснование необходимости повышения умственной работоспособности студентов // А. В. Маглеваний, А. В. Матяжова, Л. А. Белова, Н. В. Кравчук // Там же. — С. 93—94.

24. Маглеваний А. В. Анализ некоторых показателей умственной работоспособности и утомления студентов-медиков // Там же. — Ч. II. — С. 34—39.

25. Магльований А. В. Взаємовідношення показників функціонального стану ЦНС і розумової діяльності студентів з різним рівнем фізичної працездатності // Тези доп. II Регіон. наук.-практ. конф. «Роль фізичної культури у здоровому способі життя». — Львів, 1991. — С. 65—67.

26. Маглеваний А. В. Взаимосвязь показателей умственной и физической работоспособности студенток мединститута // Там же. — С. 67—68.

27. Массовая физическая культура в вузе: Учеб. пособие / И. Г. Бердников, А. В. Маглеваний, В. Н. Максимова и др. (Под. ред. В. А. Маслякова, В. С. Матяжова. — М.: Высш. шк., 1991.— 240 с.

28. Магльований А. В. Динаміка амплітудно-часових пагаметрів сейсмокардіограми студентів з різним рівнем рухової активності // Фізіол. журн.— 1992.— Т. 38. — № 2. — С. 104—110.

29. Влияние двигательной управляемой циклической нагрузки на умственную работоспособность студентов в утренние и вечерние часы /А. В. Маглеваний, Н. С. Довганьк, Г. Б. Сафронова, Л. А. Белова // Тез. докл. III Регион. науч.-практ. конф. «Адаптация кардиореспираторной системы к физической нагрузке».—Тюмень, 1992. — С. 57—58.

30. Белова Л. А., Магльований А. В., Сафронова Г. Б. Класифікація типів варіаційної пульсограми у здогових людей // Тез. доп. III Регіон.наук.-практ. конф. «Роль фізичної культури у здоровому способі життя». — Львів, 1992.— С. 32—34.

31. Характеристика змін типу пульсограми під впливом циклічних навантажень і в ранньому відновному періоді / А. В. Магльований, Г. Б. Сафронова, М. С. Довганьк, Л. А. Белова // Там же. С. 50—51.

32. Сафронова Г. Б., Магльований А. В., Белова Л. А. Динаміка внутрішньосистемних зв'язків показників сейсмокардіограми студентів з різним рівнем фізичної працездатності під впливом фізичного навантаження // Науково-методичні аспекти фізіології: Тези доп. наук.-практ. конф. Західного відділення Українського фізіологічного товариства. — Львів, 1993.—С.160.

33. Магльований А. В. Динаміка взаємозв'язків показників розумової працездатності і електроенцефалограми у студентів // Там же. — С. 155—156.

34. Методика оцінки кардіорегуляції при ортопереходах у хворих ревматизмом та здорових осіб. Информ. лист / М. В. Панчишина, Л. А. Белова, А. В. Магльований, Я. М. Федорів. — Київ, 1993.—2 с.

35. Магльований А. В. Динаміка взаємозв'язків показників переробки зорової інформації і альфа-ритму ЕЕГ у студентів з різним рівнем фізичної працездатності під впливом граничного фізичного навантаження // Тез. доп. I Всеукр. наук.-практ. конф. «Роль фізичної культури в здоровому способі життя». — Львів, 1993. — С. 89—91.

Підписано до друку 28. 10. 1993 р.

Формат 60x84/16. Папір типограф. № 2.

Високий друк. Друк. лист 2.0.

Тираж 100 екз. Зам. 4650.

Безплатно

Миколаївська районна друкарня.



AB 28.645
AB 28.645