

ДІАГНОСТИКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ АВТОНОМНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ДЕЗАДАПТАЦІЇ

Д. І. МАРАКУШИН, Л. В. ЧЕРНОБАЙ, І. М. ІСАЄВА,
І. С. КАРМАЗІНА, Н. І. ПАНДІКІДС,
О. М. СОКОЛ, О. Д. БУЛИНІНА

Warsaw 2021



RS Global



**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ФІЗІОЛОГІЇ**

**Д. І. Маракушин, Л. В. Чернобай, І. М. Ісаєва, І. С. Кармазіна,
Н. І. Пандікідіс, О. М. Сокол, О. Д. Булініна**

**ДІАГНОСТИКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО
СТАНУ АВТОНОМНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ТА
ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ
ДЕЗАДАПТАЦІЇ**

**RS Global
Warsaw, Poland
2021**

**Діагностика функціонального стану автономної регуляції
та прогнозування розвитку дезадаптації**

DOI: 10.31435/rsglobal/033

*Рекомендовано до публікації проблемною комісією з фундаментальних
дисциплін Харківського національного медичного університету
(протокол № 1 від 17 лютого 2021 року).*

*Recommended for publication by the Academic Council of Kharkiv National
Medical University (Minutes № 1, February 02, 2021)*

Рецензент

І.А. Іонов, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України, завідувач кафедри анатомії та фізіології людини імені д.м.н., професора Я.Р. Синельникова ХНПУ імені Г.С. Сковороди.

Reviewer:

I.A. Ionov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, correspondent member of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Head of Anatomy and Human Physiology Department of H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University

**Маракушин Д. І., Чернобай Л. В., Ісаєва І. М., Кармазіна І. С.,
Пандікідіс Н. І., Сокол О. М., Булініна О. Д.**

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації: Монографія. – Warsaw: RS Global Sp. Z O. O., 2021. – 31 с.

ISBN 978-83-960619-9-7
ISBN 978-83-961179-0-8 (eBook)

© Маракушин Д. І., 2021
© Чернобай Л. В., 2021
© Ісаєва І. М., 2021
© Кармазіна І. С., 2021
© Пандікідіс Н. І., 2021
© Сокол О. М., 2021
© Булініна О. Д., 2021
© RS Global Sp. z O.O., 2021

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

Анотація. Встановлено, що в осіб з ваготонією та симпатикотонією стан регуляторних механізмів характеризується помірною напругою з витратою додаткових резервів.

Виявлені наявні ознаки неефективності механізмів регуляції та забезпечення навантаження, де в осіб з ваготонією адаптація до фізичного навантаження відбувається переважно за рахунок надлишкового збільшення ЧСС у комбінації з підвищенням діастолічного артеріального тиску. В осіб з симпатикотонією виявлено надмірний приріст пульсового артеріального тиску, що є несприятливою ознакою та предиктором розвитку артеріальної гіпертензії. Особливості протікання періоду відновлення свідчили про неспроможність регуляторних механізмів і неузгодженість реалізації реципрокності відділів автономної нервової системи.

Вперше виявлено несприятливий діапазон динаміки показників після фізичного навантаження в осіб з вихідною ваготонією (середньо динамічний артеріальний тиск до 6-30 %, ЧСС до 80-120%, коефіцієнт витривалості – 5-27% та індекс Робінсона до 121–200%) та в осіб з вихідною симпатикотонією (коефіцієнт витривалості – 5-27%, пульсовий артеріальний тиск – 75-105%), які свідчать про помірний ступінь дезадаптації, який потребує ранньої корекції задля профілактики розвитку неспецифічних та специфічних змін у діяльності внутрішніх органів.

Економічна ефективність нашого дослідження полягає в скороченні фінансових витрат за рахунок попередження розвитку розладів автономної регуляції чи ранньої їх діагностики.

Ключові слова: адаптація, автономна регуляція, адаптаційний потенціал, ваготонія, варіабельність ритму серця, дезадаптація, напруга регуляторних систем, прогнозування, симпатикотонія, студенти-медики, функціональні резерви, фізична витривалість.

**Діагностика функціонального стану автономної регуляції
та прогнозування розвитку дезадаптації**

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ.....	5
ВСТУП	6
1 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	7
1.1 Програма дослідження.....	7
1.2 Методи дослідження.....	7
2. АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ МЕХАНІЗМІВ АВТОНОМНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ	11
2.1 Аналіз вихідного тонусу автономної нервової системи у стані спокою.....	11
2.2 Аналіз показників варіабельності ритму серця у студентів-медиків у стані спокою.....	11
2.3 Аналіз гемодинамічних показників у студентів-медиків залежно від тонусу автономної нервової системи у стані спокою.....	14
3 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ РЕЗЕРВІВ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВИХІДНОГО ТОНУСУ АВТОНОМНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ.....	18
4 АЛГОРИТМ ДІАГНОСТИКИ РІВНЯ ЗДОРОВ'Я ЗАЛЕЖНО ВІД СТАНУ АВТОНОМНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ДЕЗАДАПТАЦІЙНИХ РОЗЛАДІВ.....	24
ВИСНОВКИ.....	28
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	29

**ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК,
ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ**

АМо	– амплітуда моди
АНС	– автономна нервова система
АТ	– артеріальний тиск
АТд	– артеріальний тиск діастолічний
АТп	– артеріальний тиск пульсовий
АТс	– артеріальний тиск систолічний
АТсер	– артеріальний тиск середній
ВП	– варіаційна пульсоμετρία
ВПР	– вегетативний показник ритму
ВР	– варіаційний розмах
ВСР	– варіабельність серцевого ритму
ЗСПО	– загальний судинний периферійний опір
ІВР	– індекс вегетативної рівноваги
ІН	– індекс напруги
ІР	– індекс Робінсона
КВ	– коефіцієнт витривалості
КГ	– контрольна група
КЕК	– коефіцієнт ефективності кровообігу
КІГ	– кардіоінтервалографія
Мо	– мода
ОЕП	– обмінно-енергетичні процеси
ПАПР	– показник адекватності процесів регуляції
ПАРС	– показник активності регуляторних систем
ПНС	– парасимпатична нервова система
СНС	– симпатична нервова система
СО	– систолічний об'єм
ССС	– серцево-судинна система
ТСК	– тип саморегуляції кровообігу
ФН	– фізичне навантаження
ХОК	– хвилинний об'єм крові
ЧСС	– частота серцевих скорочень
HF	– високочастотні коливання
LF	– низькочастотні коливання
RRmax	– максимальне значення RR інтервалу
RRmin	– мінімальне значення RR інтервалу
TR	– загальна потужність спектру
VLF	– дуже низькочастотні коливання

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

ВСТУП

Питання зміцнення та збереження здоров'я є пріоритетними цілями кожної країни. Стан організму (його здоров'я або хвороба) є результатом адаптації або дезадаптації до факторів навколишнього середовища. Трансформація від стану здоров'я до хвороби є результатом поступового зниження здатності організму пристосовуватись до соціальних, навчальних та природних факторів. Функціональні резерви критично впливають на здатність організму адаптуватися до факторів навколишнього середовища. В. М. Лісовий, В. А. Капустник та В. О. Коробчанський та інші відомі науковці показали, що розвитку клінічних форм захворювань передують розлади функціонального стану, що мають межовий характер. При цьому, своєчасна донозологічна діагностика, виявлення та усунення факторів ризику здатні попередити розвиток патологічного стану. Важливо зазначити, що донозологічна діагностика ґрунтується на визначенні якісних та кількісних показників адаптаційного процесу, які виявляються в результаті профілактичного обстеження.

Тому, метою даного дослідження було аналіз функціональних резервів організму студентів-медиків залежно від стану вихідного тонуру автономної нервової системи.

Мета даного дослідження досягалась шляхом вирішення наступних завдань:

1. Провести оцінку вихідного тонуру автономної нервової системи шляхом математичного аналізу серцевого ритму.
2. Оцінити функціональні резерви організму шляхом аналізу показників серцево-судинної системи у процесі короткочасної адаптації до навантажень та особливостей їх нормалізації в ранньому відновлювальному періоді.
3. Розробити алгоритм діагностики рівня здоров'я залежно від стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптаційних розладів.

1 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Програма дослідження

Для досягнення мети та виконання завдань дослідження була проведена комплексна науково-дослідна програма, основні етапи якої виконані послідовно:

– на першому – проведено аналіз довідок ф.086/о та ф.025/о і звітів щорічних профілактичних медичних оглядів та амбулаторних карток студентів 1–3-х курсів ХНМУ та обрані практично здорові особи до участі у дослідженні, які не мають ніякої хронічної чи гострої патології та віднесені до основної медичної групи, з метою виключення вторинних порушень автономної регуляції;

– на другому етапі проведено формування груп спостереження за станом автономної регуляції (особи з еутонією, ваготонією та симпатикотонією), шляхом оцінки вихідного тонуусу автономної нервової системи у стані спокою за допомогою математичного аналізу серцевого ритму;

– на третьому – проведено аналіз ступеня напруги регуляторних систем та здійснена оцінка функціональних резервів організму шляхом аналізу показників серцево-судинної системи у процесі короткочасної адаптації до навантажень та особливостей їх нормалізації в ранньому відновлювальному періоді за допомогою навантажувальних проб;

Робота проводилась на базі кафедри фізіології та кафедри громадського здоров'я та управління охороною здоров'я Харківського національного медичного університету. Для отримання метеорологічного звіту підписано договір про співробітництво з ДУ «Харківський обласний лабораторний центр МОЗ України» Харківської міської філії. Для аналізу анамнестичних даних підписано договір про співробітництво з Університетською клінікою ХНМУ.

Спостереження та обстеження осіб проводилось на кафедрі фізіології ХНМУ. Обстежено 162 особи молодого віку 1-3 курсів у ХНМУ віком 18 - 21 років.

1.2 Методи дослідження

Для вивчення фізичного розвитку вимірювали масу тіла та зріст за стандартними формулами. Ступінь відповідності маси та зросту розраховували за допомогою індекс маси тіла Кетле 2 за формулою: $IMT = MT/3^2$, де IMT – індекс маси тіла (kg/m^2); MT – маса тіла (kg); 3 – зріст (m) [1]. Індекс ваги, який дорівнює 18,5–25 у.о., характеризували як оптимальний.

Метод кардіоінтервалографії (КІГ) застосовано для оцінки функціонального стану серцево-судинної системи з використанням комп'ютерного електрокардіографічного комплексу «Cardiotes» (DX-системи, Харків; метрологічна повірка ДП ХРНВЦСМС 06. 2019 р.) у 12 відведеннях з часовим та

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

частотним аналізом результатів. Методика вимірів є простою, стандартизованою та сертифікованою, а застосування спеціального програмного забезпечення дозволяє визначати індикативні показники для характеристики функціонального стану серцево-судинної та автономної нервової системи [2, 3]. КІГ проводили у положенні лежачи на спині після обов'язкової адаптації до навколишнього середовища протягом 10 хв, з температурою повітря 20–22°C, у тихій затемненій кімнаті. Перед КІГ-обстеженням особи, які досліджувались, не приймали медикаментозної терапії. Перед реєстрацією місця накладення електродів обробляли спиртом та фізіологічним розчином [3, 4]. Проводили запис 100 послідовних кардіоінтервалів з подальшою комп'ютерною обробкою результатів у II стандартному відведенні.

Запис 100 кардіоінтервалів є базовою вибіркою, що дозволяє отримати інформацію про наявність та виразність як дихальних хвиль, так і повільних хвиль I та II порядків з періодами у 2–3 хв., які мають відношення до стану вазомоторних центрів регуляції артеріального тиску та периферійного току крові. Артефакти були вилучені з електронного запису ЕКГ [5].

Таким чином, математичний аналіз базової вибірки дозволяє робити висновки як про стан автономного контуру регуляції серцевого ритму, так і про діяльність внутрісистемного рівня центрального контуру регулювання [6, 7].

Аналізували такі показники КІГ:

1. Мода (Mo) – інтервал R–R, який найчастіше реєструється, що, як відомо, відображає вплив гуморального каналу регуляції АНС, характеризує домінування синусового вузла [7]. В окремих дослідженнях встановлено, що максимальні значення цього показника відображають ваготонічний стан регуляції, при мінімальних – симпатикотонічний, а середні значення показника можуть свідчити про ейтонію [7, 8, 9].

2. Амплітуда моди (AMo) – відсоток кардіоінтервалів, який відповідає за своїм рівнем Mo та відображає стан активності симпатичного відділу АНС і характеризує вплив нервового каналу регуляції серцево-судинної системи [7, 8, 9].

3. Варіаційний розмах (BP) – різниця між максимальними та мінімальними значеннями інтервалу R–R; він свідчить про активність вагусного впливу на діяльність синусового вузла, у разі симпатикотонії цей показник є мінімальним, тоді як при ваготонії – максимальним [7, 8, 9].

4. Вегетативний показник ритму (ВПР = $1/(Mo \times BP)$) відображає баланс між симпатичними та парасимпатичними впливами на діяльність міокарда та дозволяє оцінювати домінування парасимпатичного впливу; чим менше значення ВПР, тим більш виразно зміщений баланс АНС за рахунок парасимпатичної складової регуляції [7, 8, 9].

5. Показник адекватності процесів регуляції (ПАПР = AMo/Mo) дозволяє визначати домінування нервової чи гуморальної складової центрального контуру регуляції [7, 8, 9].

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

6. Індекс напруження ($ІН=АМ_0 / (2 \times М_0 \times ВР)$) використовують для оцінки ступеня напруженості адаптаційно-компенсаторних механізмів; характеризує активність механізмів симпатичної регуляції та стан центрального контуру регулювання (кора головного мозку, гіпоталамо-гіпофізарні та підкоркові вегетативні центри), а також ступінь його домінування над автономним контуром регуляції (синусовий вузол, ядра блукаючого нерва). За рівнем цього показника визначають помірну ($ІН > 200$ у.о.) чи виразну симпатикотонію ($ІН > 500$ у.о.), рівновагу парасимпатичного та симпатичного відділів АНС ($51 \leq ІН \leq 199$ у.о.), помірну ($25 < ІН \leq 50$ у.о.) чи виразну ($ІН \leq 25$ у.о.) ваготонію [7, 8, 9].

Спектральний аналіз ритмограм передбачав визначення таких їх частотних параметрів: високочастотних коливань ($HF - 0,15-0,40$ Гц) – потужність у цьому діапазоні відображає, насамперед, вагусний контроль серцевого ритму (коливання парасимпатичного відділу АНС); низько частотних коливань ($LF - 0,04 \div 0,15$ Гц) – потужність у цьому діапазоні має змішане походження та переважно відображає вплив симпатичного відділу АНС; ультранизькочастотні коливання ($VLF - 0,003-0,04$ Гц), які відображають вплив комплексу таких фізіологічних факторів, як ренін-ангіотензин-альдостеронова система, система терморегуляції, рівень катехоламінів, інші [7, 8, 9].

Для оцінки адаптаційних реакцій ССС та виявлення можливих прихованих особливостей у діяльності ССС нами було застосовано фізичне навантаження потужністю 200 Вт (60 об/хв.) індивідуальної максимальної тривалості (велоергометр ВЕ – 02; метрологічна повірка ДП ХРНВЦСМС 04.2015 р.). Тест з дозованим фізичним навантаженням проводили при температурі 18 – 20 °С, не раніше ніж через 2 години після сніданку.

Адаптаційний потенціал ССС за Р.В. Баєвським визначали за допомогою наступної формули [2, 3, 8]:

$$АП=0,011ЧСС+0,014АТс+0,008АТд+0,009ВТ-0,0093+0,014В-0,27;$$

де АП – адаптаційний потенціал системи кровообігу в балах;

ЧСС – частота серцевих скорочень (уд/хв.);

АТс та АТд – систолічний та діастолічний артеріальний тиск (мм. рт. ст.); ВТ – вага тіла (кг), З – зріст (см), В – вік (років).

Інтерпретація результатів АП проводилась наступним чином: задовільна адаптація до 2,59; напруга механізмів адаптації – 2,60–3,09, незадовільна адаптація – 3,10–3,49; зрив адаптації 3,50 та вище.

Для виявлення симпатикотонії чи ваготонії досліджували частоту серцевих скорочень (ЧСС уд/хв), вимірювали систолічний артеріальний тиск (АТс мм рт. ст.) та діастолічний артеріальний тиск (АТд мм рт. ст.) за методом М.С. Короткова.

Параметри, отримані при об'єктивному обстеженні серцево-судинної системи, було використано для вивчення інтегральних показників

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

гемодинаміки. Показники визначали за стандартними формулами: пульсовий тиск (АТп), який відображає стан гемодинаміки та кінетичну енергію кровотоку, проводили за стандартною формулою [10]; значення АТп менше 30 мм рт. ст. характеризували як нижче норми, більше 45 мм рт. ст. – вище норми. Для оцінки узгодженості регуляції серцевого викиду та периферичного судинного опору визначали середньодинамічний тиск (АТсер), який розраховували за стандартною формулою Хикема [10]. Для визначення систолічного об'єму, з метою вивчення механічної роботи міокарду, використовували оригінальну формулу Старра, так як особи з вадами серця та похилого віку не приймали участь у дослідженні, як і особи з відхиленням від норми зросто-ваговим показником. Хвилиний об'єм крові (ХОК) за стандартною формулою [10, 11]. Для оцінки рівня обмінно-енергетичних процесів у міокарді розраховували індекс Робінсона за формулою [12, 13]: $IP = ЧСС * АТс / 100$; оцінювання результатів ІР проводили за наступною шкалою: низький – більше за 111, нижче за середній – 110–95, середній – 94–85, вище за середній – 84–70, високий – менше 70.

Усі учасники добровільно погодилися взяти участь у дослідженні та підписали письмову згоду.

Статистична обробка отриманих даних проводилась за допомогою програм „Excel” та „Statistica 10.0”.

2. АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ МЕХАНІЗМІВ АВТОНОМНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ СИСТЕМИ КРОВООБИГУ

2.1 Аналіз вихідного тонузу автономної нервової системи у стані спокою

Отримані результати проведеного математичного аналізу серцевого ритму дозволили ранжувати всіх обстежених на 3 групи спостереження: контрольна група (КГ), до якої увійшли 50 осіб з еутонією, що складає 27% від усіх обстежених, серед яких 20% юнаків та 80% дівчат. До другої групи з ваготонією (II група) увійшли 58 осіб, що складає 35% від загальної кількості учасників дослідження, серед яких 86% дівчат та 14% юнаків. До третьої групи з симпатикотонією (III група) увійшли 54 учасника, що складає 33% від загальної кількості обстежених, серед яких 56% юнаків та 44% дівчат. Результати аналізу розповсюдженості різних видів дисбалансу АНС свідчать про практично рівний розподіл серед усіх учасників, з деяким превалюванням ваготонії в осіб молодого віку. Тобто, у III групі спостерігається превалювання юнаків, у II групі та КГ – дівчат [14].

2.2 Аналіз показників варіабельності ритму серця у студентів-медиків у стані спокою

Сучасний розвиток медицини обумовлює постійно зростаючі вимоги до професійної підготовки лікарів. Це, в свою чергу, збільшує інформативну напруженість і інтенсивність процесу навчання студентів-медиків. Такі умови неминуче призводять до формування тривалого психоемоційного стресового стану [15, 16], що негативно впливає на здоров'я студентів та якість їх професійної підготовки.

Результати статистичного аналізу проведеної кардіоінтервалографії дозволили виявити, що в осіб II групи RRmin складав – 753 мс (ЧСС – 79,7 уд/хв), RRmax – 1097 мс (ЧСС – 54,7 уд/хв.), при цьому RRNN становить 949,7 мс (ЧСС сер – 63,2 уд/хв.) [14].

Отримані результати в осіб III групи показали: RRmin – 652,2 мс, що відповідає миттєвій ЧСС у 92 уд/хв, RRmax – 940,8, що відповідає миттєвій ЧСС у 63,8 уд/хв, при цьому RRNN, яке є зворотною величиною середньої ЧСС, становить 763,4 мс, в той час як ЧСС сер – 78,6 уд/хв [14].

Оцінка показників варіаційної пульсометрії (ВП) в осіб II групи виявила, що показник M_0 збігається з M та дорівнює 0,95 с, що свідчить про нормальну тривалості кардіоінтервалу (KI), в той же час значення AM_0 дорівнює 25% та BP – 0,34 с, що свідчать про превалювання парасимпатичного тонузу та зниження стабілізуючого ефекту центрального контуру регуляції серцевого ритму та відповідає донозологічному рівню, який характеризується напруженням процесів адаптації (табл. 2.1) [17, 18].

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

Оцінка показників варіаційної пульсометрії (ВП) в осіб III групи виявила, що показник M_0 відповідає 0,76 с, що відповідає нормокардії, але значення AM_0 та показника ВР дорівнювали 37,6% та 0,29 с відповідно, які свідчили про деяке превалювання симпатичного тону (табл. 2.1) [17, 18].

Аналіз ІВР дозволив виявити, що в осіб II групи показник становить 43% від нижньої межі норми та свідчить про переважання парасимпатичного відділу АНС [17, 18, 19].

Таблиця 2.1 – Показники статистичного аналізу серцевого ритму в осіб КГ, II групи (ваготонія) та III групи (симпатикотонія) ($M \pm \sigma$, $n=162$)

Показник	Група		
	КГ	II група	III група
RRmin, мс	726,3±16	753,5±20,4	652,2±16,4* **
ЧССmax	82,6±1,8	79,7±2,2	92±3,4* **
RRmax, мс	1026,7±25,5	1096,9±44,6	940,8±28,2* **
ЧССmin	58,5±1,5	54,8±2,3	63,8±4,4**
RRNN, мс	850,1±21,9	949,7±13,9*	763,4±12,6* **
ЧССсер, уд/хв	70,6±1,9	63,2±0,9*	78,6±3,2**

Примітка: * - вірогідність розходжень показників у порівнянні з КГ ($p < 0,05$)

** - вірогідність розходжень показників у порівнянні з II групою ($p < 0,05$)

У обстежених II групи показник ВПР характеризує рівновагу відділів АНС у регулюванні серцевого ритму [14, 17, 18, 19]. Індекс напруги регуляторних систем (ІН) в осіб II групи на 27% менший за належне значення (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Показники статистичного аналізу серцевого ритму в осіб контрольної групи (КГ), осіб з ваготонією (II група) та симпатикотонією (III група) в стані спокою ($M \pm \sigma$, $n=162$)

Показник	Група		
	КГ	II група	III група
M_0 , с	0,85±0,02	0,95±0,01*	0,76±0,01* **
ВР, с	0,3±0,03	0,34±0,05	0,29±0,02* **
AM_0 , %	27,3±2,3	24,8±2,1	37,6±3,4* **

Примітка: * - вірогідність розходжень показників у порівнянні з КГ ($p < 0,05$);

** - вірогідність розходжень показників у порівнянні з II групою ($p < 0,05$)

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

Аналіз вторинних показників ВР дозволив виявити, що в осіб ІІІ групи ІВР, який відображає відношення активності ПНС та СНС, становить 30% від нижньої межі норми, що свідчить про переважну активність симпатичного відділу АНС [14, 17, 18, 19]. У обстежених ІІІ групи показник ВІР на 14% більший ніж в осіб КГ, та відповідає значенню, що характеризує зсув рівноваги з превалюванням симпатичного тонуусу [14, 17, 18, 19]. Індекс напруги регуляторних систем (ІН) в осіб ІІІ групи на 57% більший ніж в осіб КГ, що свідчить про превалюванням симпатичного тонуусу порівняно з КГ (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Розрахункові показники статистичного аналізу серцевого ритму в осіб контрольної групи (КГ), осіб з ваготонією (ІІ група) та симпатикотонією (ІІІ група) в стані спокою ($M \pm \sigma$, $n=162$)

Показник	Група		
	КГ	ІІ група	ІІІ група
ІВР	92±14	73,6±12,8	129,7±15,5* **
ВІР	3,96±0,42	3,13±0,54	4,52±1,2**
ІН	54,2±8,4	38,8±6,9*	85,3±11,8* **
ПАІР	32,2±2,9	26,1±2,3	49,5±4,9* **

Примітка: * - вірогідність розходжень показників у порівнянні з КГ ($p < 0,05$).

** - вірогідність розходжень показників у порівнянні з ІІ групою ($p < 0,05$)

Під час аналізу спектрограми загальна потужність спектру (ТР – total power) в осіб ІІ групи складає 3546 мс², високочастотні коливання (HF) складають 47%, низькочастотні коливання (LF) 29% та ультранизкочастотні коливання (VLF) відповідають 24%. Найбільший внесок у регуляцію СР має парасимпатичний відділ АНС, також спостерігається дисбаланс в автономній регуляції з переважанням парасимпатичних впливів, що відображається співвідношенням LF/HF, яке дорівнює 0,62 (табл. 2.4) [14, 17, 18, 19].

Під час аналізу спектрограми ТР в осіб ІІІ групи складає 2976 мс², високочастотні коливання (HF) складають 7%, низькочастотні коливання (LF) 69% та ультранизкочастотні коливання (VLF) відповідають 24%. Найбільший внесок у регуляцію СР переважно вносить симпатичний відділ АНС [14, 17, 18, 19], також спостерігається дисбаланс в автономній регуляції з переважанням симпатичних впливів, що відображається співвідношенням LF/HF, яке дорівнює 9,9.

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

Таблиця 2.4 – Показники спектрального аналізу варіабельності серцевого ритму в осіб контрольної групи (КГ), осіб з ваготонією (II група) та симпатикотонією (III група) в стані спокою ($M \pm \sigma$, $n=162$)

Показник	Група		
	КГ	II група	III група
TP, мс ²	3460±153	3546±168	2976±184*
VLF, мс ²	1225,2±57,3	833,3±41,8*	714,2 ±54,2*
LF, мс ²	1211,7±48,5	1042,5±45,7*	2053,4±62,4*
HF, мс ²	1023,1±87,3	1670,2±72,5*	208,3±17,9* **
LF/HF	1,2±0,03	0,62±0,05*	9,9±2,6* **
% VLF	35,4±3,7	23,5±4,3*	24±3,1*
% LF	35,0±1,8	29,4±2,1*	69±10,5* **
% HF	29,6±4,2	47,1±3,2*	7±1,4* **

Примітка: * - вірогідність розходжень показників у порівнянні з КГ ($p < 0,05$).

** - вірогідність розходжень показників у порівнянні з II групою ($p < 0,05$)

З метою комплексної оцінки варіабельності серцевого ритму, яка передбачає діагностику функціонального стану механізмів регуляції, розраховували показник активності регуляторних систем (ПАРС) відповідно до критеріїв оцінки окремих станів та характеристик системи регуляції ритму серця [7, 15, 18]. В осіб II групи визначено ПАРС, який дорівнює 4 (+1; -3), де 4 – сумарна кількість балів, але функція автоматизму, вегетативний гомеостаз та стійкість регуляції характеризуються як негативні значення, активність підкіркових центрів – як позитивне. Тобто стан регуляторних механізмів характеризується помірною напругою з витратою додаткових резервів.

Результати комплексної оцінки варіабельності серцевого ритму в осіб III групи показали, що сумарний показник ПАРС дорівнює 3 балам (+3; 0), де сумарний ефект регуляції, функція автоматизму та активність підкіркових центрів характеризуються як позитивні значення, що свідчить про помірну напругу регуляторних систем зі зсувом у симпатичний тонус з витратою додаткових резервів для підтримки вегетативного гомеостазу.

2.3 Аналіз гемодинамічних показників у студентів-медиків залежно від тонусу автономної нервової системи у стані спокою

Для оцінки вихідного тонусу вегетативної нервової системи проведено аналіз гемодинамічних показників у стані спокою. Було встановлено, що в осіб контрольної групи (КГ) показники ЧСС і СО знаходяться в межах норми завдяки збалансованій взаємодії симпатичного (СНС) та парасимпатичного (ПНС) відділів вегетативної нервової системи (як відомо, ЧСС визначається переважним впливом ПНС, але СО переважно СНС). Виходячи з

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

вищезазначеного, значення CO також характеризувалось як ефективне у стані спокою. Оптимальне значення АТс в осіб КГ зумовлене збалансованим тонусом СНС і ПНС, що створює ефективні умови для достатньої сили та частоти скорочення міокарда в систолу й, отже, оптимального CO та ЧСС (табл. 2.1) [10, 12, 19]. Для вивчення факторів, що впливають на АТд, ми розраховували загальний периферичний судинний опір (ЗСПО) як характеристику тону судинної стінки. Було встановлено, що завдяки нормальним показникам АТсер і ХОК в осіб КГ ЗСПО характеризується як достатній для формування оптимального АТд у стані спокою, що пояснюється адекватним тонусом СНС.

Аналізуючи індекс Робінсона (ІР) у КГ, було встановлено, що рівень метаболічних процесів у міокарді, необхідний для забезпечення достатнього скорочення міокарду шлуночків у систолі, відповідає середньому значенню. Також фізіологічні показники АТп та ЧСС визначають оптимальні значення коефіцієнта ефективності кровообігу (КЕК) та коефіцієнта витривалості (КВ) у осіб даної групи [19, 20]. Тип саморегуляції кровообігу (ТСК) характеризується як серцево-судинний, тобто регуляція системного кровообігу зумовлена паралельною взаємодією діяльності серця та судинного тону. Аналіз адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи за Р.М. Баєвським, дозволив зробити висновок, що у спокої в осіб даної групи адаптація характеризується як задовільна [16].

Таблиця 2.5 – Характеристика функціональних показників серцево-судинної системи в осіб контрольної групи (КГ), осіб з ваготонією (II група) та симпатикотонією (III група) в стані спокою (M±σ, n=162)

Показник	Група		
	КГ	ваготонія	симпатикотонія
ЧСС (уд/хв)	71,1±8,7	65,8±2,8	77,4±6,8**
АТс (мм рт. ст.)	119,4±3,4	96,6±2,4*	131,8±9,4**
АТд (мм рт. ст.)	76,2±4,9	64,9±2,5	86,4±6,6**
АТп (мм рт. ст.)	43,6±6,2	31,7±3,2	45,4±10,9
АТсер (мм рт. ст.)	90,7±3,6	74,8±1,9*	101,5±5,7**
ЗСПО (дин/с/см ²)	1625,1±267,1	1372±73,7	1500±±83,4
CO (мл)	64,4±5,7	66±3,3	69,4±3,3
ХОК(л/хв.)	4,6±0,68	4,3±0,2	5,4±0,3
КЕК (ум.од.)	3100±601	2170±191	3513±189,6
КВ (ум.од.)	16,7±3,3	20,8±2,4	17±2,4
ІР (ум.од.)	84,9±11,1	62,4±4,1*	102±6,7**
ТСК (ум.од.)	108,8±14,5	98,8±3,3	111,6±7,4
АП	2,4±0,15	1,9±0,1*	2,41±0,3**

Примітка: * - вірогідність розходжень показників у порівнянні з КГ (p<0,05).

** - вірогідність розходжень показників у порівнянні з II групою (p<0,05)

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

Таким чином, згідно з аналізом гемодинамічних параметрів, в осіб КГ у стані спокою, механізми регуляції характеризують оптимальний гомеостаз ВНС і відбуваються без зайвих витрат функціональних резервів, з ефективним міокардо-гемодинамічним гомеостазом.

Під час аналізу гемодинамічних показників у осіб групи з ваготонією (П група) виявлено, що АТс на 19% менше, ніж в осіб КГ. Подальший аналіз дозволив виявити, що низькі показники АТс в осіб даної групи спостереження пояснюються здебільшого зниженням ЧСС, але показники СО достовірно не відрізняються від показника в осіб КГ, також як і значення ХОК. Визначено, що в стані спокою показник АТд в осіб П групи на 15% менше, ніж в осіб КГ. Значення АТд знаходиться у межах норми та пояснюється достатнім тонусом судинної стінки, що підтверджується значенням ЗПСО, який дорівнює 1372 дин/с/см².

З метою аналізу рівня обмінно-енергетичних процесів (ОЕП) міокарда вивчали ІР, де виявлено, що в осіб П групи у стані спокою рівень ОЕП характеризується як високий та на 27% менший, ніж в осіб КГ, що свідчить про те, що в стані спокою енерговитрати міокарда на одне скорочення для створення поточного АТс значно менші, ніж в осіб КГ [14, 21, 22]. Аналізуючи КЕК встановлено, що в осіб П групи показник знижений на 33%, ніж в осіб КГ, що свідчить про зменшення енергії, яка забезпечує лінійну швидкість кровотоку. Оскільки даний коефіцієнт є добутком двох показників, то його зниження в даному випадку, більше залежить від значення АТп, власне АТп приводить до зниження ефективності кровообігу, з іншого боку, це є зниження ХОК чи об'ємної швидкості кровотоку [10, 12, 23]. Під час аналізу типу саморегуляції кровообігу (ТСК) виявлено, що в осіб П групи у стані спокою регуляція АТ та кровообігу відбувається одночасно за рахунок роботи серця та відповідної зміни судинного тону, характеризується як серцево-судинний, але в порівнянні з ТСК осіб КГ відхилення зазначається як – 10%, тобто при низьких значеннях АТсер регуляція кровообігу відбувається більше за рахунок зміни діяльності серця, ніж узгодженості судинного тону та серцевої діяльності [14, 23, 24, 25]. Адаптаційний потенціал у стані спокою характеризується як задовільний, але спостерігається тенденція до зменшення АП при зниженні АТсер, так в осіб П групи АП на 21% менший, ніж в осіб КГ (табл. 3.5) [14, 15, 24].

Аналіз гемодинамічних показників в осіб III групи спостереження дозволив виявити, що рівень ЧСС знаходився у межах фізіологічної норми, але на 9% більше ніж в осіб КГ, та не є статистично значущим. Спостерігалось збільшення значення АТс та АТд, на 11% та 15% відповідно, порівняно з КГ, що можна охарактеризувати як нормальні високі значення артеріального тиску, але без значущих змін у рівні АТп, яке дорівнювало 45,4 мм рт. ст., що дорівнює лише 2%. В той же час, значення АТсер дорівнює 101,5 мм рт. ст., тобто більш ніж в осіб КГ на 12% та є статистично достовірним. Значення показника ЗСПО в

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

осіб даної групи на 8% менш ніж в осіб КГ, що обумовлено підвищеним значенням СО та ХОК відповідно до КГ, на 8% та 17%, але знаходяться у межах фізіологічної норми. Достовірним відхилення показника КВ у осіб даної групи та КГ не було виявлено, але спостерігалось значуще збільшення показника в осіб II групи на 20% відповідно до значення КГ та III групи. Аналізуючи ІР було встановлено, що показник на 20% більш ніж в осіб КГ та відповідає рівню нижче середнього. Показник ТСК характеризує тип саморегуляції як судинний, але відхилення від показника КГ складало лише 2% [10, 12, 26]. Також, не було встановлено достовірних відхилень за адаптаційним потенціалом ССС між представниками КГ та III групи спостереження.

Результати аналізу функціонального стану ССС у спокої також свідчили про те, що за більшістю показників у осіб II групи спостерігалися незначні відхилення від КГ. Однак виявлені такі особливості: низькі показники АТс в основному пов'язані зі зниженням ЧСС, оскільки показники СО та ХОК достовірно не відрізняється від інших значень в осіб КГ. Показник АТд в осіб обох груп спостереження відповідає нижній межі норми, що підтверджується достатнім судинним тонусом на підставі показника ЗСПО. Комплексна оцінка механізмів регуляції серцевого ритму дозволила виявити, що в осіб II групи показник активності регуляторних систем свідчить про помірну напругу з витратою додаткових функціональних резервів. Результати оцінки гемодинамічних показників у стані спокою осіб III групи показали, що середнє значення рівня АТс відповідає гіпертензії I ступеня, що обумовлено помірною симпатикотонією у стані спокою. Тобто, особливу увагу заслуговують представники II та III груп з незбалансованою регуляцією, тому що мають більшу тенденцію до розвитку захворювань ССС, при цьому в осіб III груп – ці розлади відбуваються завдяки гиперстимуляції симпатичного відділу автономної нервової системи, що у разі несвоєчасної корекції може привести до розвитку гострої ССС патології. У багатьох випадках ваготонія у молодому віці трансформується в симпатикотонію, з подальшим розвитком гіпертонічної хвороби, також існують дані дослідників, щодо більш тяжкого перебігу, з частими гіпо- та гіпертензивними кризами, вегетативними пароксизмами та терапевтичною резистивністю [10, 12, 27, 28].

**Діагностика функціонального стану автономної регуляції
та прогнозування розвитку дезадаптації**

**3 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ РЕЗЕРВІВ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ
В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВИХІДНОГО ТОНУСУ АВТОНОМНОЇ
НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ**

З метою вивчення особливостей адаптаційних реакцій ССС при фізичному навантаженні максимальної тривалості одразу після фізичного навантаження та у відновлювальному періоді визначали ЧСС та АТ. Отримані дані наведені в табл. 3.1 та 3.2.

Таблиця 3.1 – Динаміка показників серцево-судинної системи в осіб контрольної групи (КГ) та осіб з ваготонією (ІІ група) ($M \pm \sigma$, $n=162$)

Показник	До навантаження		Одразу після навантаження		Період відновлення	
	КГ	ІІ група	КГ	ІІ група	КГ	ІІ група
ЧСС	71,1±8,7	65,8±2,8	127,9±18,1	143,8±8,3	82,5±10,7	95,1±8,3
АТс	119,4±3,4	96,6±2,4*	143,5±10,9	135,6±5,4	120,7±8,8	114,9±4,4
АТд	76,2±4,9	64,9±2,5	69,6±7,6	81,9±2,5*	74,9±5,5	70,3±3,4
АТп	43,6±6,2	31,7±3,2	73,6±10,5	53,7±5,6*	45,8±7,0	44,6±3,9
АТсер	90,7±3,6	74,8±1,9*	94,1±7,9	99,8±2,6	90,2±5,9	85,1±3,3
ЗСПО (дин/с/см ²)	1625,1±267,1	1372±73,7	728±145	826±135	1348±214	1004,3±111
СО (мл)	64,4±5,7	66±3,3	83,3±7,3	97±8,5	66,3±4,7	71,1±4,1
ХОК(л/хв.)	4,6±0,68	4,3±0,2	10,6±1,7	13,6±3,3	5,5±0,8	6,76±2,1
КЕК (ум.од.)	3100±601	2170±191*	9415±195	7722±184*	3773±750	4241,4±630
КВ (ум.од.)	16,7±3,3	20,8±2,4	17,7±3,4	26,8±6,5	18,5±4,5	21,3±5,4
ІР (ум.од.)	84,9±11,1	62,4±4,1*	183,7±32,1	195±27,2	99,5±14,3	108,3±10,3
ТСК (ум.од.)	108,8±14,5	98,8±3,3	55,6±10,3	56,9±13,3	92,1±12,6	73,7±15,2
АП	2,4±0,15	1,9±0,1*	3,3±0,3	2,92±0,9	2,5±0,2	2,24±0,8

Примітка: * - вірогідність різниці показників у порівнянні з КГ ($p < 0,05$).

**Діагностика функціонального стану автономної регуляції
та прогнозування розвитку дезадаптації**

Таблиця 3.2 – Динаміка показників серцево-судинної системи в осіб контрольної групи (КГ) та симпатикотонією (ІІІ група) (М±σ, n=162)

Показник	Стан спокою		Одразу після навантаження		Період відновлення	
	КГ	ІІІ група	КГ	ІІІ група	КГ	ІІІ група
ЧСС	71,1± 8,7	77,4± 3,6*	127,9±1 8,1	122,2± 6,5	82,5± 10,7	98,5± 7,0*
АТс	119,4± 3,4	131,8± 4,6*	143,5± 10,9	165,4± 8,5	120,7±8,8	137,5± 6,2
АТд	76,2± 4,9	86,4± 2,5*	69,6± 7,6	73,9± 5,8*	74,9± 5,5	80,6± 4,7
АТп	43,6± 6,23	45,4± 4,32	73,6± 10,5	91,6± 8,2	45,8± 6,95	56,9± 6,4
АТсер	90,7± 3,6	101,5± 5,6*	94,1± 7,9	102,8± 6,8	90,2± 5,9	99,3± 4,2
ЗСПО	1625,1 ±267,1	1492,6±232	728±145	696,8±98	1348±214	1097,1±124
СО	64,4±5,7	69,4± 5,1	83,3±7,3	97,1± 9,8	66,3±4,7	73,8± 4,1
ХОК	4,6±0,68	5,4±0,8	10,6±1,7	11,8±1,6	5,5±0,8	7,2±0,98
КЕК	3100±601	3514±681	9415±195	11175,2 ±1201	3773±750	5604,6±871
КВ	16,7±3,3	17,1±5,1	17,7±3,4	13,3±7,2	18,5±4,5	17,3±9,3
ІР	84,9±11,1	102,2±10,6	183,7±32,1	201,3±15,4	99,5±14,3	135,4±18,6*
ТСК	108,8 ±14,5	111,6±12,3	55,6±10,3	60,6±10,7	92,1±12,6	81,4±9,2
АП	2,4±0,15	2,49±0,23	3,3±0,3	3,34±0,34	2,5±0,2	2,76±0,21

Примітка: * - вірогідність різниці показників у порівнянні з КГ (p<0,05).

Визначено, що тривалість ФН в осіб КГ у середньому складає 103 с. Аналіз динаміки ЧСС показав, що приріст ЧСС після ФН в осіб КГ складає 80%, при цьому на 5-й хвилині відновлення ЧСС складає 83 уд/хв., тобто показник відновився на 55%, а в порівнянні зі станом спокою дефіцит відновлення складає 16% (табл. 3.1).

Аналізуючи динаміку ЧСС в осіб ІІ групи, встановлено, що приріст ЧСС після ФН складає 119%, що на 39% більше, ніж в осіб КГ, при цьому тривалість ФН в осіб даної групи складає 67 с, що на 35% менше, ніж в осіб КГ. У період відновлення ЧСС складає 95,1 уд/хв, де різниця 51%, у порівнянні з обстеженими КГ, відновлення ЧСС проходить повільніше та відхилення показника у відновлювальному періоді складає 45%, але в осіб КГ на 5-й хв відновлення різниця досягає 16%.

Під час аналізу ЧСС в осіб ІІІ групи встановлено, що приріст ЧСС після ФН складає 60%, що на 59% більше, ніж в осіб ІІ групи, та на 20%

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

менше, ніж в осіб КГ, при цьому тривалість ФН практично дорівнювала тривалості у КГ (табл. 3.2).

Отримані результати динаміки ЧСС в осіб II групи свідчать, що чим нижчий вихідний показник ЧСС та рівень АТ у стані спокою, тим більший приріст ЧСС, а їх відновлення відбувається повільніше, що свідчить про недосконалість процесів нормалізації АТ [14, 29, 30].

Аналізуючи динаміку АТс та АТд в осіб КГ, встановлено, що приріст АТс складає 20% та на 5-й хвилині відновлення вже досягає вихідного рівня, де відхилення складає 1%. Динаміка АТд показує зниження показника після ФН, де відхилення в порівнянні зі станом спокою становить 9%, а на 5-й хв відновлення відхилення показника – 2% та спостерігається практично повне повернення показника до вихідного рівня, що відображає ефективність та адекватність процесів регуляції АТ та задовільне забезпечення фізичної діяльності [10, 12, 14, 28, 31, 32].

Аналіз динаміки АТс та АТд в осіб II групи дозволив виявити, що приріст АТс після ФН складає 36%, що на 16% більше, ніж в осіб КГ, відхилення показника у відновлювальному періоді від стану спокою складає 14%, що більше ніж в осіб КГ. При аналізі динаміки АТд виявлено, що приріст АТд після ФН складає 22%, тобто спостерігається підвищення показника, на відміну від динаміки АТд в осіб КГ. У періоді відновлення відбувається зниження показника, але відхилення сягає 5%.

Динаміка АТс та АТд в осіб III групи доводить, що приріст АТс після ФН складає 25%, що на 9% менше, ніж в осіб II групи, та на 5% більше, ніж в обстежених КГ. Аналізуючи динаміку АТд, виявлено, що в осіб III групи спостерігається зменшення АТд продовж ФН. Відхилення показника склало 15% та у відновлювальному періоді зберігалось деяке зниження на 6% від вихідного рівня. Зменшення показника АТд при ФН в осіб КГ та III групи свідчить про адекватну відповідь у разі динамічного навантаження, та пояснюється масивною вазодилатацією м'язів, що працюють [32].

Аналіз динаміки АТсер та АТп в осіб КГ дозволив виявити, що приріст АТсер після ФН складає 4% та АТп 30%, які пояснюються тим, що одразу після ФН за рахунок підвищення АТс та декілька зниженого АТд спостерігається збільшення АТп, але значення АТсер достовірно не змінюється тому, що здебільшого залежить від діастолічного тиску, тобто реакція ССС на даний тип ФН характеризується як ефективна та здатна задовольнити поточні метаболічні потреби тканин, що працюють [10, 12, 14, 28]. У відновлювальному періоді показники наближаються до вихідного стану.

Аналізуючи динаміку АТсер в осіб II групи, виявлено, що показник на 13% менший, ніж в осіб КГ, та показник АТп на 25% менший, ніж в осіб КГ. Після ФН приріст АТсер складає 28%, але в осіб КГ приріст складає тільки 4%, що обумовлено тим, що в умовах зниженого вихідного АТсер судинний тонус реагує вазоконстрикцією, тому спостерігається підвищення АТд, АТп та,

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

відповідно, АТсер. В період відновлення показники АТсер та АТп зберігаються підвищеними на 9% та 36% відповідно (табл. 3.1). Вищевказані дані свідчать про те, що менш тривале ФН не обумовлює масивної метаболічної вазодилатації, де підвищення АТд відбувається за рахунок симпатичного впливу з пропріорецепторів м'язів, що скорочуються. У період відновлення спостерігається збереження підвищених показників, що характеризує процеси регуляції, тобто механізми, що обумовлюють відновлення показників після припинення дії подразнюючого фактора, як незадовільні [10, 12, 32, 33].

Під час аналізу АТсер в осіб ІІІ групи достовірних відхилень порівняно зі станом спокою не виявлено, що може бути пояснено тим, що спостерігалось паралельне зниження АТд та значне підвищення АТп. Встановлено, що АТсер на 25% більший, ніж в осіб ІІ групи, та на 10%, більший, ніж в осіб КГ. Встановлено підвищення показника АТп у 2 рази та дефіцит його відновлення склав 21%. Підвищення значення АТп пояснюється підвищенням АТс та зниженням АТд.

Аналізуючи динаміку ЗСПО в осіб КГ, виявлено, що після ФН показник зменшився на 55% за рахунок збільшення ХОК та зменшення АТд, що задовольняє поточні метаболічні потреби в умовах фізичного навантаження. Після припинення дії подразника, тобто у відновлювальному періоді, спостерігається підвищення ЗСПО, але відхилення від вихідного рівня складає 19%, що можливо є наслідком фізіологічної артеріальної гіперемії [10, 12, 14, 28]. Динаміка ЗСПО в осіб ІІ групи вказує на більш виражене зменшення показника після ФН, де відхилення складає 61%, що пояснюється більшим зростанням ХОК за рахунок надмірного зростання ЧСС, де приріст складає 119%, у той час як в осіб КГ приріст дорівнює 80%, та надмірного збільшення СО, який на 21% більший, ніж в осіб КГ, після ФН та у відновлювальному періоді відхилення від вихідного стану складає 28%, що на 9% більше, ніж в осіб КГ.

Показник ЗСПО в осіб ІІІ групи у стані спокою на 8% менший ніж в осіб КГ, що обумовлено декілька більшим значенням ХОК. Динаміка ЗСПО після ФН вказує на зменшення показника у 2 рази відносно стану спокою, що також пояснюється зростанням ХОК за рахунок підвищення СО на відміну від результатів отриманих в осіб ІІ групи, де приріст був у 2,5 рази. У відновлювальному періоді не відбувається нормалізація показника де відхилення відносно стану спокою складає – 27%.

Аналізуючи динаміку ІР, встановлено, що в осіб ІІ групи у стані спокою рівень ОЕП характеризується як високий та на 26% менший, ніж в осіб КГ. Тобто чим менший рівень АТс, тим меншими є енерговитрати міокарда на одне скорочення для створення поточного АТс, ніж в осіб КГ. Але після ФН спостерігається приріст показника в 3 рази, що вказує на неадекватність ОЕП в міокарді при ФН в умовах зниженого артеріального тиску [10, 12, 14, 28].

У відновлювальний період в осіб ІІ групи показник зберігається підвищеним на 40%, що також свідчить про низькі енергоресурси міокарда в умовах ФН та відновленні, тобто регуляція системного АТ та гемодинаміки в

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

цілому відбувається з надмірною витратою енергії та свідчить про високу «ціну» адаптації ССС до навантаження, що, швидше за все, пов'язано з неповноцінністю процесів регуляції гемодинаміки [10, 12, 14, 34].

Аналізуючи динаміку ІР, встановлено, що в осіб ІІІ групи у стані спокою рівень ОЕП характеризується як нижче за середній та на 17% більший, ніж в осіб КГ. Тобто, чим більший рівень АТс, тим більші енерговитрати міокарда на одне скорочення для створення поточного АТс, ніж в осіб КГ; у відновлювальному періоді нормалізація показника не відбувається.

Аналізуючи динаміку КВ, встановлено, що у стані спокою в осіб ІІ групи скорочення міокарда відбувається з меншою ЧСС та швидкістю серцевого викиду, ніж в осіб КГ, що свідчить про більш «економний» режим скорочення міокарда, але при ФН за рахунок надмірного збільшення ЧСС, у поєднанні з меншою швидкістю серцевого викиду та меншого АТп, у порівнянні з показником в осіб КГ, «ціна» адаптації ССС до фізичних навантажень вище, ніж в осіб КГ. При цьому приріст показника після ФН в осіб даної групи складає 33%, що на 19% більше, ніж відхилення КВ в осіб КГ [10, 12, 28].

Достовірних відхилень показника КВ в осіб ІІІ групи у стані спокою порівняно з КГ не було виявлено, але значення більш ніж фізіологічне на 14%. Після ФН спостерігалось зниження показника за рахунок значного підвищення АТп, але протягом відновлювального періоду відбувалася нормалізація показника.

Аналізуючи КЕК встановлено, що показник знижений, де відхилення від даного показника в осіб КГ складає – 31%, що свідчить про зменшення енергії, яка забезпечує лінійну швидкість току крові. Оскільки даний коефіцієнт є результатом добутку двох показників, отже, його зниження в даному випадку більше залежить від показника АТп, власне АТп приводить до значного зниження даного коефіцієнта як показника ефективності кровообігу, з іншого боку, це зниження ХОК або об'ємної швидкості току крові. Після ФН спостерігається підвищення КЕК, де приріст складає 260%, (при цьому в осіб КГ приріст показника 202%), що викликано надмірним підвищенням ЧСС. У період відновлення в осіб даної групи показник КЕК зберігається підвищеним на 97%, що також свідчить про неадекватність саморегуляторних процесів, що викликана несвочасним включенням останніх у відновлювальні процеси після припинення дії подразника [10, 12].

Показник КЕК в осіб ІІІ групи достовірно не відрізнявся від показника КГ, але після ФН спостерігалось підвищення показника у 3,2 рази порівняно зі станом спокою, також відновлення показника не відбулось, де відхилення складало 60%.

Аналізуючи саморегуляцію кровообігу, виявлено, що в осіб КГ та ІІ групи в стані спокою тип саморегуляції є серцево-судинний, також після ФН однаково в усіх обстежених саморегуляція характеризується серцевим типом,

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

за рахунок переважання ЧСС над рівнем АТд, але в період відновлення в осіб II групи, завдяки невідновленій ЧСС, регуляція кровообігу відбувається за рахунок надмірного скорочення міокарда, навіть після припинення ФН, з іншого боку, при адекватній реакції процесів саморегуляції в осіб КГ спостерігається відновлення ЧСС та ТСК знову характеризується як серцево-судинний. Аналіз показника ТСК в осіб III групи достовірних відхилень від показника КГ не виявив, але ТСК характеризується як судинний, в той же час, як в осіб КГ та II групи – як серцево-судинний, але після ФН та у відновлювальному періоді – як серцевий, тобто більш за рахунок скоротливих властивостей міокарду [10, 12, 28].

Таким чином, в осіб II групи виявлено, що адаптація забезпечується переважно за рахунок збільшення ЧСС, що свідчить про неефективне реагування ССС та наявні ознаки більш високої «ціни» забезпечення навантаження у порівнянні з КГ. Результати динаміки ЧСС в обох групах спостереження дозволили виявити, що чим нижчий вихідний рівень ЧСС в стані спокою, тим більший приріст ЧСС, що також було підтверджено співвідношення АТс з ЧСС і превалювання ЧСС над АТс після ФН. Додатковою ознакою неефективності механізмів регуляції при ваготонії є те, що спостерігається підвищення АТд відразу після фізичного навантаження і продовжується деякий час у відновному періоді, що може бути пояснено підвищеним тонусом резистивних судин і значним підвищенням ЧСС, внаслідок чого відбувається значне підвищення АТсер. В осіб III групи найбільш інформативними були показники КВ та АТп, де було виявлено надмірний приріст останнього. Як відомо, зростання АТп після ФН, яке не відповідає тривалості та інтенсивності навантаження, є несприятливою ознакою та пре диктором розвитку артеріальної гіпертензії [34].

Дуже демоєстративним був характер періоду відновлення в осіб II та III групи, де нормалізація показників затягувалася до 10 хвилин, що свідчить про неспроможність регуляторних механізмів і неузгодженість реалізації реципрокності відділів АНС.

4 АЛГОРИТМ ДІАГНОСТИКИ РІВНЯ ЗДОРОВ'Я ЗАЛЕЖНО ВІД СТАНУ АВТОНОМНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ДЕЗАДАПТАЦІЙНИХ РОЗЛАДІВ

З метою вивчення функціонального стану організму в осіб з різним типом вихідного тонуусу автономної нервової системи, зокрема рівня функціонування ССС, проводили аналіз адаптаційного потенціалу (АП) за Р.М. Баєвським. Оскільки АП має пряму залежність від ЧСС, АТс, АТд, встановлено, що в стані спокою в усіх групах дослідження рівень функціонування ССС характеризується задовільною адаптацією та складає в осіб КГ – 2,4, II групи – 1,9 та III групи – 2,49, тобто, чим нижчий рівень ЧСС, АТс, АТд та маси тіла, тим рівень функціонування та адаптація ССС кращий, та навпаки, але показовим був період одразу після ФН, де найбільший приріст показника спостерігався в осіб III групи та у відновленому періоді характеризувався напругою процесів адаптації, але в осіб КГ та II групи – свідчив про задовільну адаптацію. В запропонованій шкалі інтерпретації рівня функціонування [2, 3] не передбачено знижений рівень показників, що характерно для осіб II групи, отже, можна зробити висновок, що навіть при занижених рівнях показників гемодинаміки в стані спокою, рівень функціонування задовільний, що підтверджено аналізом ОЕП в міокарді, але при ФН ступінь напруження функціонального стану ССС достовірно підвищується, що підтверджено математичним аналізом серцевого ритму. Також в осіб II групи спостерігається зменшення функціонального резерву ССС, що також підтверджено шляхом аналізу показників гемодинаміки при ФН.

З метою комплексної оцінки варіабельності серцевого ритму, яка передбачає діагностику функціонального стану механізмів регуляції, розраховували показник активності регуляторних систем (ПАРС) відповідно до критеріїв оцінки окремих станів та характеристик системи регуляції ритму серця. В осіб II групи визначено ПАРС, який дорівнює 4 (+1; -3), де 4 – сумарна кількість балів, але функція автоматизму, вегетативний гомеостаз та стійкість регуляції характеризуються як негативні значення, активність підкіркових центрів – як позитивне. Тобто стан регуляторних механізмів характеризується помірною напругою з витратою додаткових резервів.

Результати комплексної оцінки варіабельності серцевого ритму в осіб III групи показали, що сумарний показник ПАРС дорівнює 3 балам (+3; 0), де сумарний ефект регуляції, функція автоматизму та активність підкіркових центрів характеризуються як позитивні значення, що свідчить про помірну напругу регуляторних систем зі зсувом у симпатичний тонус та витратою додаткових резервів для підтримки вегетативного гомеостазу.

Додатково до результатів аналізу варіабельності серцевого ритму в осіб II та III груп спостереження було виявлено наявні ознаки більш

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

неадекватного забезпечення фізичного навантаження порівняно з КГ, зокрема встановлено, що в осіб II групи адаптація забезпечується переважно за рахунок надмірного зростання ЧСС, яке не відповідає тривалості ФН та свідчить про неефективне реагування ССС. Тобто, результати дали можливість припустити, що чим нижчий вихідний рівень ЧСС в стані спокою, тим більше превалювання ЧСС над АТс після ФН. Додатковою ознакою неефективності механізмів регуляції є те, що в осіб II групи спостерігається підвищення АТд відразу після фізичного навантаження (на 26%), у той же час, як в осіб КГ та III групи спостерігалось деяке зниження АТд (на 8%) і продовжується деякий час у відновному періоді, що обумовлено підвищеним ЗСПО резистивних судин, що призводить до не виправданої концентрації маси крові в центральних судинах та неадекватного забезпечення м'язів, які працюють. Приріст АТп у представників КГ та II групи дослідження після ФН достовірно не відрізнявся, підвищення показнику досягалося шляхом різних механізмів: в осіб КГ – внаслідок незначного збільшення АТс (на 20%) і деякого зниження АТд, але в осіб II групи – за рахунок збільшення АТс і АТд. В осіб III групи спостерігалось значне підвищення АТп, майже у 2 рази, що обумовлено зниженням АТд на 15% та більшим зростом АТс, порівняно з КГ.

Дуже демонстративними були показники СО та ХОК, де в осіб III групи їх приріст показників складав 40% та 120% відповідно, але в осіб КГ – 29% та 139%, а в осіб II групи – 46% та 180% відповідно, що відбиває превалювання активності симпатичного відділу АНС. Як відомо СО залежить від ряду факторів, насамперед скоротливої активності міокарду, також часу скорочення міокарду, переднавантаженням та постнавантаженням, які здебільшого контролюються симпатичними впливами.

Динаміка АТсер показала, що в осіб КГ та III групи показник незначно збільшувався, що пояснюється зниженням АТд, але в осіб II групи спостерігалось значне збільшення показника на 35% відповідно, що обумовлено збільшенням АТд.

Аналіз періоду відновлення, показав наступне: у представників КГ спостерігалась стабільна нормалізація показників ССС, але в осіб II та III групи нормалізація показників відбувалася повільніше, де в осіб III групи дефіцит відновлення ЧСС –29%, АТп – 26% та ХОК – 29% за показник у стані спокою; в осіб II групи: дефіцит відновлення ЧСС – 46%, АТп – 40%. Вищевказані дані свідчать про несвоєчасність включення реципрокних механізмів після припинення дії подразнику, тобто неспроможність механізмів регуляції системних показників кровообігу.

Отримані результати дослідження надали можливість ранжування ступеню дезадаптації відповідно до найбільш виражених змін показників після ФН, яку ґрунтується на особливостях вихідного тону АНС та вегетативним забезпеченням ФН. Пропонується наступний алгоритм дій з

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

інтерпретацією отриманих результатів та прогнозуванням розвитку дезадаптаційних станів:

1. Визначення ЧСС та АТ у стані спокою. Інтерпретація результатів АТ проводиться за рекомендацією АНА (2019), за умов виключення вторинної гіпертензії:

Нормальний тиск: АТс – менш за 120 мм рт. ст., АТд – менш за 80 мм рт. ст.;

Підвищений тиск: АТс – менш за 120-129 мм рт. ст., АТд – менш за 80 мм рт. ст.;

Гіпертензія 1 ступеня: АТс – менш за 130-139 мм рт. ст., АТд – 80-89 мм рт. ст.;

Гіпертензія 2 ступеня: АТс – більш за 140 мм рт. ст., АТд – більш за 90 мм рт. ст.

Середнє значення АТс в осіб III групи відповідає гіпертензії I ступеня, але в осіб КГ та II групи – нормальному тиску.

2. Проведення математичного аналізу варіабельності ритму з розрахунком ПАРС задля діагностики функціонального стану механізмів регуляції, з наступною інтерпретацією:

1-2 бали: стан оптимальної напруги регуляторних систем;

3-4 бали: помірна функціональна напруга з витратою додаткових резервів для підтримки гомеостазу;

4-6 балів: виражена функціональна напруга, яка є ознакою неадекватної відповіді на дію факторів навколишнього середовища, здебільшого завдяки активації симпатoadреналової системи;

6-7 балів: перенапруга регуляторних систем, яка вказує на нездатність забезпечити адекватну реакцію на дію факторів навколишнього середовища та не підкріплюється відповідними резервами;

7-8 балів: виснаження регуляторних механізмів, зі специфічними проявами патології;

8-10 балів: зрив адаптації, характеризується наявністю специфічних патологічних відхилень та порушенням здатності регуляторних механізмів до саморегуляції.

Результати аналізу ПАРС в осіб II та III групи свідчили про помірну функціональну напругу з витратою додаткових резервів для підтримки гомеостазу.

3. Після проведення ФН провести аналіз забезпечення навантаження автономною нервовою системою. У нашому дослідженні у кожній групі спостереження були виявлені наступні найбільш інформативні показники:

У групі II (вихідна ваготонія) – приріст показників одразу після ФН: АТсер до 6–30%, ЧСС до 80–120%, КВ – 5–27% та ІР до 121–200% розцінювати як помірний ступінь дезадаптації.

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

У групі III (вихідна симпатикотонія) – приріст показників одразу після ФН: КВ – 5–27%, АТп – 75–105%, також розцінювати як помірний ступінь дезадаптації.

Додатковим показником був ТСК, який на 5-й хвилині відновлення зберігався меншим ніж 90, що свідчить про серцевий тип саморегуляції кровообігу та був характерним для осіб II та III групи.

Помірний ступінь напруги адаптаційних механізмів свідчить про донозологічний стан з витратами додаткових функціональних резервів, який виявлено в осіб II та III групи спостереження, тобто потребує ранньої корекції задля профілактики розвитку неспецифічних та специфічних змін у діяльності внутрішніх органів.

ВИСНОВКИ

1. Отримані результати проведеного математичного аналізу серцевого ритму показали, що у 27% від усіх обстежених тонуус АНС характеризується еутонією, серед яких 20% юнаків та 80% дівчат; 35% від загальної кількості учасників мали превалювання парасимпатичного тонуусу АНС, серед яких 86% дівчат та 14% юнаків; останні 33% – з превалюванням симпатичного тонуусу АНС, серед яких 56% юнаків та 44% дівчат. Результати аналізу розповсюдженості різних видів дисбалансу АНС свідчать про практично рівний розподіл серед усіх учасників, з деяким превалюванням ваготонії в осіб молодого віку. Також, симпатикотонія частіше зустрічалась у юнаків, але ваготонія – у дівчат.

2. Результати комплексної оцінки варіабельності серцевого ритму, за допомогою розрахунку показника активності регуляторних систем, дали можливість виявити, що в осіб з ваготонією та симпатикотонією стан регуляторних механізмів характеризується помірною напругою з витратою додаткових резервів.

3. Встановлено, що в осіб з ваготонією адаптація до фізичного навантаження забезпечується переважно за рахунок збільшення ЧСС, що свідчить про неефективне реагування ССС та наявні ознаки більш високої «ціни» забезпечення навантаження у порівнянні з КГ. Додатковою ознакою неефективності механізмів регуляції при ваготонії є підвищення АТд відразу після фізичного навантаження, що свідчить про підвищення тонуусу резистивних судин. В осіб III групи найбільш інформативним показником був АТп, де виявлено надмірний приріст останнього, як відомо, зростання АТп після ФН, яке не відповідає тривалості та інтенсивності навантаження є несприятливою ознакою та є предиктором розвитку артеріальної гіпертензії. Дуже показовим був характер періоду відновлення в осіб II та III групи, де нормалізація показників затягувалася до 10 хвилин, що свідчить про неспроможність регуляторних механізмів і неузгодженість реалізації реципрокності відділів АНС.

4. Розроблено алгоритм прогнозування дезадаптаційних розладів у людей молодого віку за результатами проби з фізичними навантаженням. При виконанні фізичного навантаження в осіб з вихідною ваготонією наступний приріст показників одразу після ФН: АТсер до 6–30%, ЧСС до 80–120%, КВ – 5–27% та ІР до 121–200%, розцінювати як помірний ступінь дезадаптації (донозологічний стан з витратою додаткових резервів для підтримки гомеостазу). У групі з вихідною симпатикотонією, приріст показників одразу після ФН: КВ – 5–27%, АТп – 75–105%, також розцінювати як помірний ступінь дезадаптації.

5. Помірний ступінь напруги адаптаційних механізмів свідчить про донозологічний стан з витратами додаткових функціональних резервів; який виявлено в осіб II та III групи спостереження, тобто потребує ранньої корекції задля профілактики розвитку неспецифічних та специфічних змін у діяльності внутрішніх органів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Status, W. P. (1995). The use and interpretation of anthropometry. *WHO technical report series*, 854(9).
2. Баевский, Р. М. (2006). Проблема оценки и прогнозирования функционального состояния организма и ее развитие в космической медицине. *Успехи физиологических наук*, 37(3), 42-57.
3. Баевский, Р. М., Берсенева, А. П., Берсенева, Е. Ю., & Ешманова, А. К. (2009). Использование принципов донозологической диагностики для оценки функционального состояния организма при стрессорных воздействиях (на примере водителей автобусов). *Физиология человека*, 35(1), 41-51.
4. Гаврилова, Е. (2017). *Спорт, стресс, переменность*. Litres.
5. Коритко, З. І. (2013). Функционально-метаболические аспекты формирования переходных адаптационно-компенсаторных процессов при экстремальных воздействиях (обзор литературы с элементами собственных исследований). *Крымский терапевтический журнал*, (2), 21-28.
6. Коркушко, О. В., Писарук, А. В., & Лишневская, В. Ю. (1999). Возрастные и патологические изменения суточной вариабельности сердечного ритма. *Вестник аритмологии*, 14, 30-33.
7. Михайлов, В. М. (2002). Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода.
8. Псеунок, А. А., Муготлев, М. А., Силантьев, М. Н., & Гасанова, Р. А. (2020). Особенности вариабельности сердечного ритма у футболистов 14-16 лет. *Теория и практика физической культуры*, (1), 31-33.
9. Electrophysiology, T. F. O. T. E. S. O. C. T. N. A. S. O. P. (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*, 93(5), 1043-1065.
10. Хурса, Р. В. (2015). Географические показатели центральной гемодинамики и типы кровообращения по данным линейной регрессии параметров артериального давления: есть ли связь?. *Артериальная гипертензия*, (5 (43)).
11. Черкасова, В. Г. (2010). Методы исследования вегетативной нервной системы: метод, рекомендации. *Пермь: Престайм*, 24.
12. Гончарук, М. Д. (2014). К методике определения типов центральной гемодинамики.
13. Соловьев, В. Н. (2005). Физическое здоровье как интегральный показатель уровня адаптации организма студентов к учебному процессу. *Современные проблемы науки и образования*, (2), 38-38.
14. Ісаєва І.М. Адаптаційні реакції серцево-судинної системи в осіб молодого віку з артеріальною гіпотензією: дис. ... канд. мед. наук.: 14.03.03. Харків, 2016. 181 с.

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

15. Агаджанян, Н. А., Баевский, Р. М., & Берсенева, А. П. (2006). Проблемы адаптации и учение о здоровье. *М.: изд-во рудн*, 284, 1.
16. Вейн, А. М., & Голубев, В. Л. (2010). *Вегетативные расстройства: клиника, диагностика, лечение*. Мед. информ. агентство.
17. Максумова, Н. В. (2015). Оценка вегетативного тонуса и уровня адаптации на основе комплексного анализа показателей вариабельности ритма сердца. *Практическая медицина*, (3-1 (88)).
18. Краснов, Л. А., & Олейник, В. П. (2014). Мониторирование и анализ ритма сердца. Технические средства электронной и компьютерной диагностики в медицине. *учеб. пособие/Л. А. Краснов, ВП Олейник. – X.: Нац. аэрокосм. ун-т им. НЕ Жуковского «Харьк. авиац. ин*, 2014, 84.
19. Green, D. J., Hopman, M. T., Padilla, J., Laughlin, M. H., & Thijssen, D. H. (2017). Vascular adaptation to exercise in humans: role of hemodynamic stimuli. *Physiological reviews*, 97(2), 495-528.
20. Parsons, I. T., Stacey, M. J., & Woods, D. R. (2019). Heat adaptation in military personnel: mitigating risk, maximizing performance. *Frontiers in physiology*, 10, 1485.
21. Shi, S., Shi, J., Jia, Q., Shi, S., Yuan, G., & Hu, Y. (2020). Efficacy of Physical Exercise on the Quality of Life, Exercise Ability, and Cardiopulmonary Fitness of Patients with Atrial Fibrillation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, 11, 740.
22. Rêgo, M. L., Cabral, D. A., Costa, E. C., & Fontes, E. B. (2019). Physical exercise for individuals with hypertension: It is time to emphasize its benefits on the brain and cognition. *Clinical Medicine Insights: Cardiology*, 13, 1179546819839411.
23. Goldberger, J. J., Arora, R., Buckley, U., & Shivkumar, K. (2019). Autonomic nervous system dysfunction: JACC focus seminar. *Journal of the American College of Cardiology*, 73(10), 1189-1206.
24. Arnold, A. C., Ng, J., Lei, L., & Raj, S. R. (2017). Autonomic dysfunction in cardiology: pathophysiology, investigation, and management. *Canadian Journal of Cardiology*, 33(12), 1524-1534.
25. Черкасова, В. Г. (2010). Методы исследования вегетативной нервной системы: метод, рекомендации. *Пермь: Престайм*, 24.
26. Соловьев, В. Н. (2005). Физическое здоровье как интегральный показатель уровня адаптации организма студентов к учебному процессу. *Современные проблемы науки и образования*, (2), 38-38.
27. Таліб, Х. (2018). Корекція функціонального стану вегетативної нервової системи кваліфікованих баскетболістів. *Український журнал медицини, біології та спорту*, (3, № 6), 319-322.
28. Urbina, E. M., Dolan, L. M., McCoy, C. E., Khoury, P. R., Daniels, S. R., & Kimball, T. R. (2011). Relationship between elevated arterial stiffness and increased left ventricular mass in adolescents and young adults. *The Journal of pediatrics*, 158(5), 715-721.

Діагностика функціонального стану автономної регуляції та прогнозування розвитку дезадаптації

29. Pierce, G. L., Zhu, H., Darracott, K., Edet, I., Bhagatwala, J., Huang, Y., & Dong, Y. (2013). Arterial stiffness and pulse-pressure amplification in overweight/obese African-American adolescents: relation with higher systolic and pulse pressure. *American journal of hypertension*, 26(1), 20-26.
30. Таранцова, А. В. (2010). Результаты интегральной скрининг-оценки состояния уровня здоровья молодежи (на примере Центра здоровья Ростовской области). *Образовательный вестник «Сознание»*, 12(1).
31. Афонский, В. И. (2018). Физкультурное воспитание как педагогический процесс: ценностные характеристики. *Alma mater (Вестник высшей школы)*, (2), 50-51.
32. Городецкая, И. В., & Солодовникова, О. И. (2016). Оценка уровня учебного стресса у студентов ВГМУ. *Вестник Витебского государственного медицинского университета*, 15(2).
33. Золотухина, Т. В., & Гаврилович, Н. Н. (2018). Оценка физического статуса студенток специального учебного отделения ЧСС.
34. Kim, J. K., & Crimmins, E. M. (2020). Blood Pressure and Mortality: Joint Effect of Blood Pressure Measures. *Journal of clinical cardiology and cardiovascular therapy*, 2(1).



RS Global

Д. І. Маракушин, Л. В. Чернобай, І. М. Ісаєва, І. С. Кармазіна,
Н. І. Пандікідіс, О. М. Сокол, О. Д. Булінніна

**ДІАГНОСТИКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО
СТАНУ АВТОНОМНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ТА
ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ
ДЕЗАДАПТАЦІЇ**

Passed for printing 10.03.2021. Appearance 15.03.2021.

Typeface Times New Roman.

Circulation 30 copies.

RS Global Sp. z O.O., Warsaw, Poland, 2021

Numer KRS: 0000672864

REGON: 367026200

NIP: 5213776394

ДІАГНОСТИКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ АВТОНОМНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ДЕЗАДАПТАЦІЇ

Д. І. МАРАКУШІН, Л. В. ЧЕРНОБАЙ, І. М. ІСАЄВА,
І. С. КАРМАЗІНА, Н. І. ПАНДІКІДС,
О. М. СОКОЛ, О. Д. БУЛИНІНА

Publisher:

RS Global

Dolna 17, Warsaw,

Poland 00-773

<https://monographs.rsglobal.pl/>

Tel: +48 226 0 227 03

Email: monographs@rsglobal.pl



RS Global