

**ФУНКЦІОНАЛЬНІ РЕЗЕРВИ ФІЗІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ОРГАНІЗМУ ЯК
КРИТЕРІЙ ФОРМУВАННЯ РЕЖИМІВ РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ
ЛЮДЕЙ СЕРЕДЬНОГО ВІКУ**

Мета роботи – вивчити стан здоров'я людей середнього віку з різним рівнем рухової активності і запропонувати фізіологічні умови для його корекції. Дослідження проведені у 150 чоловіків у віці 26–35 років, які розділені на 4 групи в залежності від рівня фізичного навантаження і занять у спортивних секціях (лижний спорт і дзю-до). Встановлено, що 89,2% людей середнього віку мають низький рівень рухової активності, що впливає на зниження рівня адаптаційних можливостей функціональних систем їх організму. У людей, які займаються у видах спорту для розвитку загальної, спеціальної витривалості і силових якостей встановлені високі показники антиоксидантної системи, функціональних резервів серцево-судинної системи і парасимпатичної регуляції серцевого ритму. Рекомендується розробляти режими рухової діяльності з врахуванням відносної стійкості показників кардіореспіраторної та антиоксидантної систем.

Ключові слова: адаптація, функціональні системи, гемодинаміка, спектральний аналіз, антиоксидантної система.

Purpose of work – to learn the state of health of people of middle ages with a different level of motive activity and offer physiology terms for his correction. Researches are conducted in 150 men in age 26–35 years, which are parted on 4 groups depending on the level of the physical loading and employments in sporting sections (ski sport and judo). It is set that 89,2% of people of middle ages have the low level of motive activity, that influences on the decline of level of adaptation possibilities of the functional systems of their organism. At people, which get busy in the types of sport for development of general, special endurance and power qualities the set high indexes of the antioxygen system, functional backlogs of the cardio-vascular system and parasympatic adjusting of cardiac rhythm. It is recommended to develop the modes of motive activity taking into account relative firmness of indexes of the cardio-vascularity and antioxygen systems.

Keywords: adaptation, functional systems, hemodynamic, spectral analysis, antioxygen system.

Постановка проблеми та аналіз результатів останніх досліджень. Оцінка адаптаційних можливостей і резервів організму людей різного віку представляє одну з складних проблем сучасної фізіології, медицини, педагогіки у зв'язку із значним зростанням психо-емоційних навантажень на організм сучасної людини [1, 2]. Професійний чинник виключно складний по набору одночасно впливаючих на організм подразників і стимулів [3]. Він включає соціальний, поведінковий, психологічний і фізіологічний компоненти. Негативні тенденції в стані здоров'я часто посилюються шкідливими факторами, характерними для сучасного суспільства [4, 8, 11]. Медико-біологічні дослідження показують, що умови проживання в урбанізованому суспільстві мають стресовий характер, а в активний період вікового розвитку до якого відноситься середній вік людини, супроводжується зниженням адаптаційних можливостей організму, розвитком цілого ряду нозологічних станів. Найзначущим, на погляд більшості дослідників, є гіпокінезія [5, 7, 9]. Ця проблема особливо актуальна для міського населення, яке лише на 10,0% ліквідовує "локомоторний голод", а природна рухова активність неухильно знижується по мірі збільшення віку [12].

В умовах гіпокінезії розвиваються численні порушення обміну речовин, знижується резистентність організму, значно погіршується діяльність серцево-судинної системи (ССС), у 38,5% людей середнього віку виявляються функціональні порушення, у 66,2–75,1% спостерігаються низькі результати кардіореспіраторних проб [2, 3], 18,5–28,9% мають підвищення, а в 20,7% спостерігається зниження систолічного артеріального тиску [6].

Переважає при гіпокінезії катаболізму над синтетичними процесами в тканинах і порушення рівноваги між цими фундаментальними процесами приводить до того,

що у людей середнього віку основною причиною дисгармонійного розвитку є дефіцит чи надлишкова вага тіла [1]. Показано, що у цьому віці люди з надлишковою вагою рідше займалися в спортивних секціях, ніж ті, що мають нормальну вагу тіла, а додаткове розумове та емоційне навантаження мали частіше [12], що пов'язано з умовами професійної діяльності [3, 5]. З другого боку, гіпокінезія впливає на розповсюдження надмірної маси тіла. Люди, які переглядають телевізійні передачі не менше 4 год в день, мають вищі показники розвитку жирового компоненту і вищий індекс маси тіла, ніж ті люди, що дивляться телевізор менше 2 год в день [12].

Враховуючи комплексний характер впливу рівня рухової активності на організм, ми в своєму дослідженні спиралися на положення теорії Г. Сельє про стрес і П.К. Анохіна про формування функціональних систем [10].

Відповідно до уявлень про загальний адаптаційний синдром розрізняють еустрес і дистрес. Еустрес, що формується під впливом стресорів, є сприятливою захисною реакцією, що активує компенсаторно-відновні механізми. Дистрес характеризується розвитком патологічних станів при надмірно тривалій дії стрес-чинника на організм, яким і є вплив гіпокінезії. При цьому відповідь на стресор індивідуальна і переважно залежить від стану організму на даний момент. Такою відповіддю, зокрема, є формування функціональної системи. Згідно уявленням про функціональну систему в її склад входять такі компоненти, як нервовий центр, вегетативна і гормональна регуляція, метаболічні процеси, що можна вважати внутрішніми чинниками пристосування організму до мінливих умов середовища, а також поведінкова регуляція як зовнішній чинник. Враховуючи, що зміни в організмі відбуваються на всіх рівнях (від молекулярного до цілого організму) необхідно проводити комплексне дослідження показників вказаних систем, об'єднаних у функціональну систему і застосування багатofакторного аналізу для подальшого ранжування окремих чинників по їх значимості. У такому разі буде можливим здійснити максимально точно дозований вплив на організм, зокрема створення адекватної поведінкової реакції. Дане положення приведенне в обґрунтування використаного нами комплексу досліджень.

Мета дослідження – встановити рівень функціональних резервів фізіологічних систем організму людей середнього віку з різним рівнем рухової активності.

Організація і методи досліджень. Дослідження проведені протягом 2015–2016 рр. на базі Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. У дослідженні брали участь люди середнього віку, віднесені за станом здоров'я до 1-ї і 2-ї медичних груп і на момент обстеження не мали гострих і хронічних захворювань. Було сформовано 4 групи залежно від рівня і характеру рухової активності: люди, які працюють і зазнають фізичного навантаження тільки в об'ємі професійної діяльності (1-а група, n=30), що займаються самостійно (2-а група, n=30), що займаються в лижній спортивній секції із спрямованістю фізичних навантажень на розвиток такої фізичної якості як загальна витривалість (3-а група, n=20) і в секціях дзюдо із спрямованістю навантажень на розвиток таких фізичних якостей як сила і спеціальна витривалість і мають перший чи другий спортивний розряд (4-а група, n=25).

Вивчали показники фізичного розвитку, фізичної підготовленості і фізичної працездатності (проба Руфье-Діксона). Оцінка рівня вегетативної регуляції і стану гемодинаміки здійснювалась за допомогою кардіоінтервалографії (комп'ютерна програма "CardioLab±"). Проводилися запис і спектральний аналіз 500 послідовних кардіоциклів в горизонтальному положенні і при виконанні ортостатичної проби.

Для визначення толерантності до гіпоксії використана проба Штанге. Комплексне електрофізіологічне дослідження (ЕКГ, реоплетизмографія, ехокардіографія) проводила лікар вищої категорії Л.Р. Фрезані. Забір слини для біохімічного аналізу прово-

дили зранку в клініко-діагностичній лабораторії (зав. лабораторією – лікар вищої категорії Г.Д. Марків) центральної міської лікарні м. Івано-Франківська. Проводили аналіз рівня активності каталази, гідроперекисів, білка, муцину і лізоциму.

Одержані дані були піддані статистичній обробці загальноприйнятими методами варіаційної статистики за допомогою програм по обробці результатів наукових досліджень Microsoft Excel і Statistica 5.0 для проведення, регресійного і кластерного аналізу впливу різних факторів. Відмінності і наявність взаємозв'язків вважалися вірогідними при 95%-ному рівні значимості ($p < 0,05$ і $0,01$).

Результати досліджень. При дослідженні морфометричних і фізіологічних показників відмінності між групами в основному носили характер тенденції. Виняток становили показники маси тіла в людей 4-ї групи і довжини тіла у людей 3-ї групи, де вони були максимальними, що пов'язане з впливом факторів спортивного відбору до занять у відповідному виді спорту (лижний спорт і дзюдо).

Показано, що найбільші відмінності спостерігаються за даними фізичної підготовленості. Так, різкий стрибок силової витривалості виявився у людей 26–29 років, він найбільш виражений в 4-й групі і вірогідно вищий в 1-й групі у порівнянні з 2-ю групою. Показники загальної витривалості значно зростають у людей 28–35 років представників першої і третьої групи, де темпи приросту максимальні. Рівень фізичної працездатності у порядку зростання спостерігалися відповідно в 2-ій група, 1-й, 4-й і 3-й групах, а показник тестування за індексом Руфье-Діксона відповідно склав 2,88 од., 5,84 од., 6,22 і 6,56 од.

Результати тестування резервних можливостей серцево-судинної системи представлені в таблиці.

Як видно з представлених даних, більшість показників людей першої і третьої групи відповідають рівню “задовільної адаптації”. У другій групі показники знаходяться в зоні “напруження механізмів адаптації”. При цьому спостерігаються істотно вищі показники індексу напруження (ІН) і ЧСС. Більш низькі показники амплітуди моди (АМо%) у порівнянні з аналогічними показниками людей 1-ої групи, вказують на переважання симпатичного відділу вегетативної нервової системи в регуляції серцевого ритму. Люди в 4-й групі близькі за показниками до даних 2-ої групи. З числа обстежених нами людей першої групи нормотонія відмічена у 56,7%, симпатикотонія – у 20,0%, ваготонія – у 23,3%. Відповідно 33,6%; 44,1% і 22,3% людей визначється в 2-й; 38,2%; 8,0 і 53,8% – в 3-й групі. В 4-й групі 32,0% людей середнього віку мають нормотонічний тип, а у 68,0% – ваготонічний тип регуляції серцевого ритму, що підтвердилося також при спектральному аналізі електрокардіографічних показників і свідчать про переважачий вплив центральних відділів вегетативної нервової системи.

Аналіз даних гемодинаміки виявив в 4-й групі вищі показники УО ($118,2 \pm 5,52$ мл), сили серцевого скорочення (за показником Хітер-індексу – ХІ: $19,3 \pm 2,12$ од.); у 3-й нижчі – ЧСС (64 уд/хв), систолічного артеріального тиску ($102,4 \pm 2,12$ мм.рт.ст), “подвійного добутку” в стані спокою. Значно більші відмінності спостерігалися при проведенні ортостатичної проби. Так, у людей 1-ої і 3-ої групи відмічена тенденція до зниження систолічного артеріального тиску і МОК за рахунок зменшення УО при помірному зростанні ЧСС. При цьому відбувається помірно виражене зниження ХІ і фракції викиду. Показники індексу напруги і “подвійного добутку” зростають незначно. Все це характеризує адаптивну реакцію гемодинаміки на ортостатичну пробу. У 2-й групі майже у половини обстежених людей (49,5%) виявлено наявність дизадаптивних реакцій при виконанні ортостатичної проби (збільшення УО, ХІ, значний приріст ЧСС, ІН, САД, співвідношення фаз вигнання і передвигнання). У людей 1-ої і 2-ої групи при переході у вертикальне положення індекс напруги збільшився до $198,6 \pm 21,34$ од. і

283,4±22,86 од. відповідно ($p<0,05$). Така зміна цього інтегрального показника свідчить про посилення процесів напруження адаптації в 2-ій групі людей з гіпокінезією. Аналогічні результати в 1-ій і 3-ій групах (відповідно 36,4% і 40,2% людей з дезадаптивними реакціями). Спектральний аналіз підтверджує одержані дані. Так, у людей 1-ої і 3-ої групи переважає внесок високочастотних (0,01-0,1 Гц) і барорегуляторних коливань основних показників гемодинаміки (артеріальний тиск, ЧСС, УО, фракція викиду, амплітуда коливань аорти і периферичних судин нижньої кінцівки). У людей 2-ої і 4-ої групи виявляється більш виражений вплив повільнохвильових (барорефлекторних і метаболічних) складових спектру. Зміна положення тіла з горизонтального на вертикальне підсилює глибину відмінностей і вказує на те, що гіпокінезія приводить до ослаблення впливу парасимпатичної регуляції діяльності серцево-судинної системи. Переважання вищих рівнів регуляції, яке відзначається у людей 2-ої групи характеризується зниженням вираженості дихальної аритмії у спокої і менш адаптивним реагуванням на ортостатичну пробу, що відображає значне напруження функціонування ССС.

Таблиця 1

**Результати кардіоінтервалографії людей з різним рівнем рухової активності
(у положенні лежачи, $M\pm m$)**

Показник	1-а група	2-а група	3-а група	4-а група
Частота серцевих скорочень, уд/хв	69,6±2,80	84,46±2,44*	61,22±1,58**	81,6±2,08**
Амплітуда моди, %	29,2±1,88	36,2±2,52*	24,5±1,24*	35,6±2,12**
Варіаційний розмах, с	0,28±0,04	0,22±0,03*	0,32±0,02*	0,24±0,04**
Індекс напруги, од.	98,7±6,42	136,6±10,12**	62,5±4,46*	124,4±6,98*
Вегетативний показник ритму, од.	3,2±0,22	3,6±0,24*	2,6±0,12**	3,5±0,20**

Примітка: * – вірогідність відмінностей при $p<0,05$; ** – $p<0,01$.

При аналізі процесів перекисного окислення ліпідів виявлено, що в 2-й і 4-й групах понижена антиоксидантна активність (рівень каталази) і підвищений вміст кінцевих продуктів перекисного окислення ліпідів, але без зниження рівня білка, що дає підставу говорити про окислювальний стрес, який носить компенсований характер і відображає стан “напруження процесів адаптації”, який можна розглядати як преморбідний фон.

Оцінка кореляційних зв'язків вивчених показників дає уявлення про характер формування функціональних систем. При цьому виявлено найбільшу кількість взаємозв'язків у людей 2-ої і 4-ої групи, що свідчить про наявність напруження резервних можливостей функціональних систем організму.

Подальший аналіз дозволив нам розбити всі показники на 7 кластерів в кожній з дослідних груп.

Провідними показниками були:

– в 1-ій групі: рівень дикетонів, систолічного артеріального тиску лежачи, холестерину, ХІ, коронарного індексу, динамометрії, окружності грудної клітки;

– в 2-й групі: окружності грудної клітки, систолічного артеріального тиску лежачи, динамометрія робочої кисті, перерозподіл судинної пульсації, результати з бігу на 1000 м і човниковому бігу 9х4 м, тривалість фази вигнання;

– в 3-ій групі: амплітуда моди (АМо), вага тіла, ХІ, фракція викиду, ударний об'єм при виконанні ортостатичної проби, ІН в положенні стоячи, результат з бігу на 1000 м;

– в 4-й групі: УО при виконанні ортостатичної проби, вага тіла, частота дихання, динамометрія робочої кисті, результат з бігу на 1000 м, рівень амплітуди пульсової хвилі на гомілці при виконанні ортостатичної проби, ХІ.

Отже, характер вживаних фізичних навантажень явно відображається на формуванні ведучих ознак у стані функціональних системах. Наприклад, у людей 3-ої групи простежується переважання показників, пов'язаних з розвитком такої фізичної якості як витривалість (АМо, ХІ і УО, ІН і результати з бігу на 1000 м), а в 4-й – вага тіла, динамометрія робочої кисті, рівень амплітуди пульсової хвилі на гомілці. Зокрема, відомо, що розвиток м'язів гомілки необхідний борцям і гімнастам для утримання рівноваги, а показник амплітуди пульсової хвилі на гомілці відображає участь цього відділу периферичного кровотоку в регуляції системного артеріального тиску у представників таких видів спорту.

Умови сучасного урбанізованого суспільства пред'являють підвищені вимоги до здоров'я людей [2, 8]. Численні зміни рівня здоров'я людей середнього віку обумовлені дією інформаційних перевантажень на фоні прогресивного зниження рухової активності [5], що ставить досить актуальне питання розробки системи заходів, направлених на поліпшення ситуації за рахунок науково обгрунтованих режимів рухової діяльності як в цілому в системі фізичної культури, так і на індивідуальному рівні [1, 7]. Нові підходи до вирішення даної проблеми визначає розроблена П.К. Анохіним загальна теорія функціональних систем, що постулює організуючий вплив стрес-реакції не як відображеної дії, а її результатів, що саме вони виступають як провідні чинники регуляції різних систем організму людини [9, 10]. Процес адаптації можна розглядати як процес формування системи, що характеризується появою нових властивостей, якими не володіє жоден з елементів цієї системи зокрема [11]. Найважливішою ланкою функціональної системи слід рахувати поведінкову регуляцію. В даному випадку можна говорити про спосіб та якість життя людей [2], направлений на зміцнення здоров'я засобами фізичної культури в поєднанні з іншими можливостями (харчування, харчові добавки, психотренінг тощо). При цьому рівень рухової активності можна достатньо ефективно регулювати, використовуючи його і з метою оздоровлення, і як коректор порушень соматичного здоров'я, так і в цілях спортивного тренування [3, 4, 8]. Пропонуючи термін “тренуюча терапія” або “кінезітерапія”, Т.В. Хугієв (цит. за Н.А. Агаджанян і співав. [2]) вказує, що це область навантажень від межі норми і патології (терапія) до межі спортивного тренування (тренуюча терапія). Важливість дозування фізичних навантажень оздоровчої спрямованості очевидна і у світлі негативної оцінки надмірних (спортивних) навантажень на стан здоров'я [7].

Проте, як справедливо вказує К.В. Судаков [10], стрес – це не тільки медико-біологічна, але й соціальна проблема, отже, вирішення даної проблеми вимагає здійснення науково обгрунтованих заходів для регуляції характеру рухового режиму людей середнього віку в сучасних умовах розвитку суспільства.

Висновки

1. Рівень і спрямованість рухової активності повинна знаходитися у прямій залежності від резервів фізіологічних систем.

2. Гіпокінезія значно погіршує перебіг процесів адаптації (наявність дезадаптивних реакцій гемодинаміки, переважання повільнохвильових складових спектру регуляції серцевого ритму, зниження активності антиоксидантних ферментів), що може приводити до розвитку патологічних процесів.

3. При нормуванні режимів рухової активності необхідно розробляти такі рівні фізичного навантаження, при яких спостерігається відносна стійкість показників кардіореспіраторної системи та антиоксидантної систем.

1. Антропова М. В. Физическое развитие и состояние здоровья людей разного возраста / М. В. Антропова, Г. Г. Манке, Г. В. Бородкина // *Здравоохранение РФ*. – 2007. – № 3. – С. 29–33.
2. Агаджанян Н. А. Экология, здоровье, качество жизни (Очерки системного анализа) / Н. А. Агаджанян, Г. П. Ступаков, И. Б. Ушаков. – М. ; Астрахань : Изд-во АГМА, 2006. – 260 с.
3. Бородкина Г. В. Состояние здоровья людей среднего возраста в зависимости от профессиональной деятельности / Г. В. Бородкина // *Гигиена и санитария*. – 2014. – № 4. – С. 77–80.
4. Давыдов Б. И. Состояние здоровья людей из экологически неблагоприятных условий проживания / Б. И. Давыдов, В. П. Вавилова, В. И. Коба // *Здравоохранение РФ*. – 2012. – № 9. – С. 17–19.
5. Коваленко Е. А. Гипокинезия / Е. А. Коваленко, Н. Н. Гуровский. – М. : Медицина, 1980. – 320 с.
6. Лебедькова С. Е. Распространенность и структура артериальных гипертензий в популяции людей разного возраста / С. Е. Лебедькова, Г. Б. Кацкова, И. К. Рахимова // *Педиатрия*. – 2012. – № 4–6. – С. 77–78.
7. Меерсон Ф. З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшеничникова. – М. : Медицина, 1988. – 256 с.
8. Сидоренко Г. И. Актуальные проблемы изучения воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения / Г. И. Сидоренко, Г. И. Румянцев, С. М. Новиков // *Гигиена и санитария*. – 2008. – № 4. – С. 3–8.
9. Соколов Е. И. Эмоции, гормоны и атеросклероз / Е. И. Соколов. – М. : Наука, 2011. – 294 с.
10. Судаков К. В. Физиология. Функциональные системы / К. В. Судаков. – М. : Медицина, 2010. – 784 с.
11. Сухарев А. Г. Здоровье и физическое воспитание детей и подростков / А. Г. Сухарев. – М. : Медицина, 1991. – 272 с.
12. Relationship of Physical Activity and Television Watching With Body Weight and Level of Fatness of Peoples. Results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey / E. Ross, R.D. Andersen, Carlos J. Crespo // *J. Am. Med. Academic*. – 2008. – V. 279. – P. 938–942.

References:

1. Antropova, M.V., Manke, G.G. and Borodkina, G.V. (2007), “Fizicheskoe razvitie i sostojanie zdorov’ja ljudej raznogo vozrasta”, *Zdravoohranenie RF*, no 3, pp. 29–33.
2. Agadzhanjan, N.A., Stupakov, G.P. and Ushakov, I.B. (2006), *Jekologija, zdorov’e, kachestvo zhizni (Oчерki sistemnogo analiza)* [Ecology, health, quality of life (Essays of systems analysis)], izd-vo АGMA, Moscow-Astrahan’, Russia.
3. Borodkina G.V. (2014), “Sostojanie zdorov’ja ljudej srednego vozrasta v zavisimisti ot professional’noy dejtelnosti”, *Gigiiena i sanitarija*, no 4, pp. 77–80.
4. Davydov, B.I., Vavilova, V.P. and Koba, V.I. (2012), “Sostojanie zdorov’ja ljudej iz jekologicheski neblagoprijatnyh uslovij prozhivanija”, *Zdravoohranenie RF*, no 9, pp. 17–19.
5. Kovalenko, E.A., Kovalenko, E.A. and Gurovskij, N.N. (1980)? *Gipokinezija* [Hypokinezia], Medicina, Moscow, Russia.
6. Lebed’kova, S.E., Kackova, G.B. and Rahimova, I.K. (2012), “Rasprostranennost’ i struktura arterial’nyh gipertenzij v populjacii ljudej raznogo vozrasta”, *Pediatrija*, no 4-6, pp. 77–78.
7. Meerson, F.Z. and Pshennikova, M.G. (1988), *Adaptacija k stressornym situacijam i fizicheskim nagruzkam* [Adaptation to the stressing situations and physical loadings], Medicina, Moscow, Russia.
8. Sidorenko, G.I., Rumjancev, G.I. and Novikov, S.M. (2008), “Aktual’nye problemy izuchenija vozdejstvija faktorov okružhajushhej sredy na zdorov’e naselenija”, *Gigiiena i sanitarija*, no 4, pp. 3–8.
9. Sokolov, E.I. (2011), *Jemocii, gormony i ateroskleroz* [Emotions, hormones and atherosclerosis], Nauka, Moscow, Russia.
10. Sudakov, K.V. (2010), *Fiziologija. Funkcional’nye sistemy* [Physiology. Functional systems], Medicina, Moscow, Russia.
11. Suharev, A.G. (1991), *Zdorov’e i fizicheskoe vospitanie detej i podrostkov* [Health and physical education of children and teenagers], Medicina, Moscow, Russia.
12. Ross, E., Andersen, R.D. and Crespo, Carlos J. (2008). “Relationship of Physical Activity and Television Watching With Body Weight and Level of Fatness of Peoples. Results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey”, *J. Am. Med. Academic*, vol. 279, pp. 938–942.