

DOI 10.29254/2077-4214-2025-1-176-366-373

UDC 612. 1 : 796

<sup>1,2,3</sup>*Bakunovskiy O. M., <sup>1</sup>Poltoratska I. Y., <sup>1,4</sup>Babak S. V., <sup>4</sup>Andrushchenko V. O.*

### METHOD OF STUDY OF THE STATIC LOAD EFFECT ON THE CONDITION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM USING RHEOGRAPHY AND ELECTROCARDIOGRAPHY

<sup>1</sup>National University of Ukraine on Physical Education and Sport (Kyiv, Ukraine)

<sup>2</sup>International Center for Astronomical and Medico-Ecological Research under Presidium of NAS of Ukraine (Kyiv, Ukraine)

<sup>3</sup>Bogomoletz Institute of Physiology NAS of Ukraine (Kyiv, Ukraine)

<sup>4</sup>The National Defense University of Ukraine named after Ivan Chernyakhovskiy (Kyiv, Ukraine)

[s.babak.s.1234@gmail.com](mailto:s.babak.s.1234@gmail.com)

*Performing static exercises that develop the strength of the athlete influences the cardiovascular system. There are different techniques for the study of the cardiovascular system of the athlete, but it is important to combine different techniques for the formation of a general idea of the state of the system during exercise and during the recovery of the body. Concomitant use of conventional devices should not interfere with the athlete's load.*

*Purpose of the study: setting the method of study of the static load effect on the cardiovascular system condition using rheography and electrocardiography in laboratory conditions.*

*We have organized and set the methodology for the study of the condition of the cardiovascular system at rest, during static load and during the recovery period in the laboratory. Equipment used: 8-channel «ReoCom XAI-Medika» computer diagnostic complex; electrocardiograph with electrodes in a set and a personal computer that meets the requirements and registration of ECG indicators; mechanical tonometer for measuring blood pressure; DS-200 torso dynamometer.*

*A team of students (under the guidance of two teachers) who took part in the scientific and practical process were formed for the study.*

*During such a study, the condition of the cardiovascular system can be recorded during the development of maximum force, maintaining the level of such force and within six minutes of recovery.*

*We have obtained the results of rheography, electrocardiography and blood pressure with the fixation of the dynamometer data. The results are informative and readable. The comprehensive methodological approach to the study of the athlete's cardiovascular system can be used in practice. Approbation of the given method was carried out with the involvement of 18 volunteers.*

**Key words:** *organization and setting of the method, cardiovascular system, rheography, electrocardiography, blood pressure, torso dynamometer, static load.*

#### Connection of the publication with planned research works.

The work was carried out in accordance with the plan of research works of the Department of Medical and Biological Disciplines of the National University of Ukraine on Physical Education and Sport «Influence of endogenous and exogenous factors on the course of adaptive reactions of the body to physical exertion of various intensities» (state registration number 012U108187).

#### Introduction.

Physiological studies of the body of athletes differ from studies that are conducted on non-athletes. This is due to the fact that in sports it is quite important to know about the state of different organs and systems of organs not during rest, but during the exercise, as well as during the recovery of the body. There are certain requirements for devices used in sports physiology. They should quickly perceive information and not interfere with the athlete during exercise.

It is important to study the functioning of the cardiovascular system during exercise, since this system is of great importance for the success and effectiveness of the athlete [1, 2, 3, 4].

Isometric and static exercises are widely used for the development of strength. It is important to control the physiological processes of the cardiovascular system of the body during static loads [5, 6].

Previously, we have successfully completed the methodology of simultaneous study of central and peripheral hemodynamics in the conditions of dosed dynamic physical activity [7]. Using the experience gained in the physiology of sports, we considered the possibility of setting the method of studying the status of the cardiovascular system with static load using conventional devices that would not interfere the athlete from performing a force load.

The relevance of the methodology with the simultaneous study of the methods of rheography, electrocardiography and blood pressure measurement is obvious, since such research is comprehensive and quite informative.

#### The aim of the study.

Setting the method of study of the static load effect on the cardiovascular system condition using rheography and electrocardiography in laboratory conditions.

### Object and research methods.

Teachers (2) and students (19) of NUUPES and NDUU participated in the research process. The research was conducted in the NUUPES laboratory of the Department of Medical Biology and Sports Nutrition. Eighteen volunteers – young men aged 18-19 years old were informed about the purpose, means, structure and sequence of research. After that they gave written consent to participate in the study (filled in the form of the volunteer informed to participate in the study). The total number of participants in the research process is 39. The study was conducted in accordance with international norms of bioethics and legislation of Ukraine.

For the study used – equipment and inventory:

- DS-200 torso dynamometer;
- rheographer: 8-channel «ReoCom XAI-Medika» computer diagnostic complex;
- set of coil electrodes – 3 pcs.;
- personal computer that meets the requirements of «ReoCom Instructions» on the installation and launch of the system, with the installed software of the diagnostic complex «ReoCom XAI-Medika»;
- electrocardiograph (ECG), with electrodes in a set;
- personal computer that meets the requirements and registration of ECG indicators;
- centimeter tape for measuring stretching distances;
- mechanical tonometer to measure blood pressure;
- clock with a stopwatch for fixing indicators during testing and for monitoring the observance of time parameters (cyclogram) of «technological cycle» of research and coordination of research participants actions.

Documentation to be filled in the study process:

- questionnaire,
- reography protocol,
- electrocardiography protocol,
- dynamometry protocol.

### Research results and their discussion.

The study should be conducted in a well lighted room that is sufficiently ventilated.

A number of researchers – 8 is required for conducting the study:

- supervisor – 1 person,
- researchers – 7 people.

The supervisor should be aware of the purpose, content of the research process, scheme, structure, sequence of stages. The supervisor is constantly monitoring and must be able to perform any part of the study to assist as needed.

The functions of researchers:

- 1st researcher performs «paper work» and conducts instruction;
- the 2nd researcher imposes electrodes and connects them to the corresponding rheographer channels;
- the 3rd researcher (personal computer operator) registers (records) the reograms in accordance with the «ReoCom Instructions» recommendations on the technique of registration of rheographic signals;
- 4th researcher imposes ECG electrodes and connects them to the appropriate channels;

- 5th researcher (personal computer operator) registers (records) ECG data;

- 6th researcher measures blood pressure;

- 7th researcher is responsible for the time control and registration of certain data during the study.

Surveys and informing the subject:

1) The subject (male sex) gets acquainted with the content and procedure of the study and gives informed consent to participate in the study.

2) the subject fills in the questionnaire, which indicates anthropometric data, sleep mode, food diet, sports, etc.

The task of the subject: under the command to execute the load – a standard force thrust on the torso dynamometer (in a standing position on the platform of the dynamometer).

The subject should not touch or to take out the electrodes on his own!

When researchers on computers give a signal «RECORDING» the subject should in no way move and talk.

Researchers' actions:

The 1st researcher meets the subject, instructs, provides a form of the questionnaire for self-filling of the subject.

The 2nd and 4th researcher imposes electrodes and connect them to the corresponding rheographer and ECG channels:

- before starting loads to study at rest,

- while performing the load,

- immediately after loading, and they are monitoring the placement of the electrodes within the next minutes for recording in the recovery state after: 1 min, 2 min, 3 min, 4 min, 5 min and 6 minutes.

Electrode installation and connection:

- The rheographer electrodes are placed according to a special scheme for recording from the chest.

- After installing the electrodes, the 2nd researcher measures the distance between electrodes with a centimeter tape and reports them to the 3rd researcher.

- ECG electrodes are placed according to standard outputs.

The 3rd and 5th researchers (PC operators) record the data of the subject into the computer system database, record reograms and ECGs in accordance with registration techniques. Additionally, records are recorded in separate protocols for rheography and ECG.

The 6th researcher measures (with a mechanical tonometer) blood pressure at rest, during loading and when recovered – from 1 min to 6 min after loading. Measurement results reports to the 3rd researcher.

The 7th researcher signals to the subject about the beginning of the load and fixes time in a separate form, which additionally indicates certain indicators, for example: the beginning of testing, the maximum weight that can be achieved by the subject when performing the thrust on the dynamometer, the start of weight fluctuations, the total time of execution, etc.

Conducting the study.

The subject after filling the questionnaire takes a convenient position, sitting on a chair, with exposed torso and lower legs for electrodes. After placing and checking the operation of the electrodes, the safety and rules of the study are instructed and the regis-

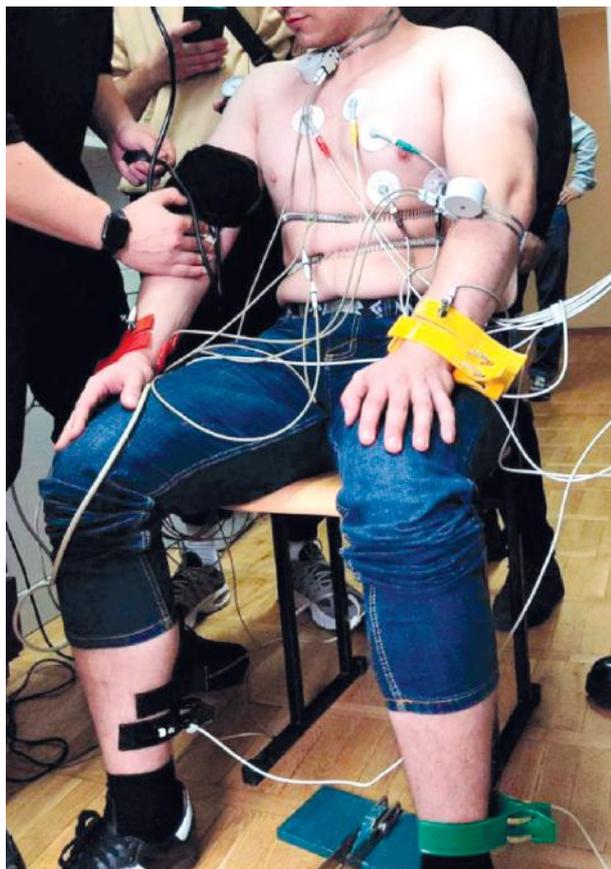


Figure 1 – Study of the condition of the cardiovascular system at rest.

tration (recording) of indicators at rest is carried out (fig. 1).

The next step is to execute the load: according to the command of the timingist, the subject performs the exercise in the classical technique of torso dynamometry. At the same time, the subject voices the performance of the exercise in certain words: «I pull» – at the beginning of the load, «I hold» – during the maintenance of maximum weight, and, in the end, «I let go». Immediately after the load, the researchers begin to register the indicators and continue within 6 minutes, every minute (fig. 2).

The timingist observes the dynamometer indicators and enters the dynamometry protocol: the maximum force, time of detention and time of reduction of force.

The moment of fatigue is also recorded – the oscillation of the dynamometer arrow. The timingist repeats the words of the subject («I pull», «I hold», «I let go») for recording at these moments of rheography, EEG and blood pressure.

The research methods that we used are known [8-10]. However, the simultaneous use of rheography, electrocardiography and blood pressure measurement at rest and during static loading is a new approach to the study of the cardiovascular system during such load and after it during the recovery period.

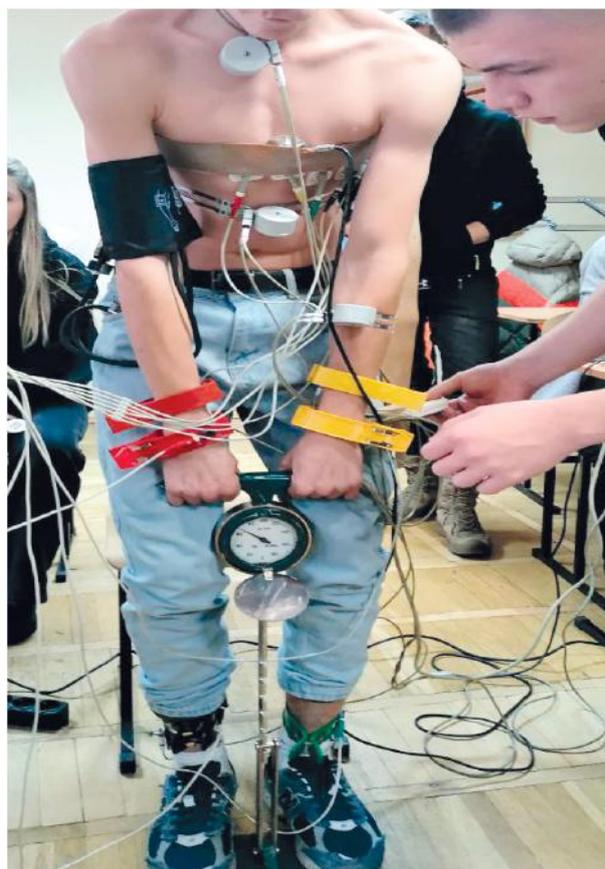


Figure 2 – Study of the status of the cardiovascular system during static load using the torso dynamometer.

The analysis of the results of the researches shows its validity and informativeness. Approbation of the methodology was carried out with the participation of 18 volunteers. We simultaneously obtained a complex of data that is valuable for understanding the physiological processes in the cardiovascular system of the athlete during static loading.

#### Conclusions.

We carried out and described the technique of researching the cardiovascular system of the athlete during static load and during the recovery period with simultaneous recording of rheography, electrocardiography and determination of blood pressure and fixation of dynamometer data. The results are informative and readable. Such a comprehensive methodological approach to studying the condition of the athlete's cardiovascular system can be used in practice. Conducting the described comprehensive study is possible with the long work of the agreed actions of the team of scientists. The approbation of the technique with the involvement of 18 volunteers was successful and effective.

#### Prospects for further research.

Further improvement of methodological approaches in the field of sports physiology is the basis for the professional performance of athletes.

## МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТАТИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА СТАН СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕОГРАФІЇ ТА ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЇ

<sup>1</sup>Національний університет фізичного виховання і спорту України (м. Київ, Україна)

<sup>2</sup>Міжнародний центр астрономічних та медико-екологічних досліджень при Президії НАН України (м. Київ, Україна)

<sup>3</sup>Інститут фізіології імені О.О. Богомольця НАН України (м. Київ, Україна)

<sup>4</sup>Національний університет оборони України (м. Київ, Україна)

[s.babak.s.1234@gmail.com](mailto:s.babak.s.1234@gmail.com)

*Виконання статичних справ, що розвивають силу спортсмена, впливає на серцево-судинну систему. Є різні методики дослідження серцево-судинної системи спортсмена, але важливим є одночасне поєднання різних методик для формування загального уявлення про стан системи під час фізичного навантаження та у період відновлення організму. Одночасне використання звичайних приладів має не заважати виконувати спортсмену силове навантаження.*

*Мета дослідження: постановка методики дослідження впливу статичного навантаження на стан серцево-судинної системи з використанням реографії та електрокардіографії в лабораторних умовах.*

*Нами здійснено організацію та постановку методики дослідження стану серцево-судинної системи в стані спокою, під час статичного навантаження та у період відновлення в лабораторних умовах. Обладнання, яке використовувалось: комп'ютерний діагностичний комплекс «РеоКом ХАІ-Медика» 8-ми каналний; апарат електрокардіограми в наборі з електродами та персональний комп'ютер, що відповідає вимогам проведення та реєстрації показників ЕКГ; механічний тонометр для вимірювання артеріального тиску; динамометр ДС-200 становий.*

*Для здійснення дослідження сформовано колектив зі студентів (під керівництвом двох викладачів), які взяли участь у науково-практичному процесі.*

*Під час такого дослідження можна зафіксувати стан серцево-судинної системи під час розвитку максимальної сили, утримання рівня такої сили та впродовж шести хвилин відновлення.*

*Нами отримано результати реографії, електрокардіографії та артеріального тиску із фіксацією даних динамометра. Результати є інформативними та читабельними. Описаний у статті комплексний методичний підхід до вивчення стану серцево-судинної системи спортсмена може використовуватись в практиці. Апробація поставленої методики здійснена із залученням 18 добровольців.*

**Ключові слова:** організація і постановка методу, серцево-судинна система, реографія, електрокардіографія, артеріальний тиск, становий динамометр, статичне навантаження.

### **Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.**

Робота виконана відповідно до плану науково-дослідних робіт кафедри медико-біологічних дисциплін Національного університету фізичного виховання і спорту України «Вплив ендогенних та екзогенних факторів на перебіг адаптаційних реакцій організму до фізичних навантажень різної інтенсивності» (номер державної реєстрації 012U108187).

### **Вступ.**

Фізіологічні дослідження організму спортсменів відрізняються від досліджень людей, які не займаються спортом. Це пов'язано із тим, що в спорті досить важливим є знання про стан різних органів та систем органів не під час спокою, а саме під час виконання вправи, а також у період відновлення організму. Є певні вимоги до приладів, які використовуються в фізіології спорту. Вони мають швидко сприймати інформацію та не заважати спортсмену під час фізичного навантаження.

Важливим є вивчення функціонування серцево-судинної системи під час фізичного навантаження, оскільки саме ця система має велике значення для успішності та результативності спортсмена [1, 2, 3, 4].

Для розвитку сили широко використовують ізометричні і статичні вправи. Важливим є контроль фізіологічних процесів серцево-судинної системи організму під час виконання статичних навантажень [5, 6].

Раніше ми успішно здійснили постановку методики одночасного дослідження центральної та периферійної гемодинаміки в умовах дозованого динамічного фізичного навантаження [7]. Використовуючи отриманий досвід постановки методик у фізіології спорту, ми розглядали можливість постановки методики дослідження стану серцево-судинної системи при статичному навантаженні із використанням звичайних приладів, які б не заважали виконувати спортсмену силове навантаження.

Актуальність постановки методики з одночасним дослідженням методів реографії, електрокардіографії та вимірювання артеріального тиску є очевидною, оскільки таке дослідження є комплексним та досить інформативним.

### **Мета дослідження.**

Постановка методики дослідження впливу статичного навантаження на стан серцево-судинної системи з використанням реографії та електрокардіографії в лабораторних умовах.

### Об'єкт і методи дослідження.

У науково-дослідному процесі брали участь викладачі (2) та студенти (19) НУФВСУ і НУОУ. Дослідження проводилось в лабораторії кафедри медичної біології і спортивної дієтології НУФВСУ. Вісімнадцять волонтерів – юнаки віком 18-19 років були поінформовані стосовно мети, засобів, структури та послідовності проведення дослідження. Після цього вони дали письмову згоду на участь у дослідженні (заповнювали форму інформованої згоди волонтера на участь у дослідженні). Загальна кількість учасників науково-дослідного процесу – 39 осіб. Дослідження проводилось згідно до міжнародних норм біоетики і законодавства України.

Для дослідження використовували – обладнання та інвентар:

- динамометр ДС-200 становий;
- реограф: комп'ютерний діагностичний комплекс «РеоКом ХАІ-Медика» 8-ми каналний;
- комплект котушкових електродів – 3 шт.;
- персональний комп'ютер, що відповідає вимогам «Інструкції з експлуатації РеоКом» з установки та запуску системи, з встановленим програмним забезпеченням діагностичного комплексу «РеоКом ХАІ-Медика»;
- апарат електрокардіограми (ЕКГ), в наборі з електродами;
- персональний комп'ютер, що відповідає вимогам проведення та реєстрації показників ЕКГ;
- сантиметрова стрічка для вимірювання міжелектродних відстаней;
- механічний тонометр для вимірювання артеріального тиску;
- годинник з секундоміром для фіксації показників під час тестування та для контролю за дотриманням часових параметрів (циклограми) «технологічного циклу» дослідження і узгодження дій учасників дослідження.

Документація, яку слід заповнювати в процесі дослідження:

- опитувальник,
- протокол реографії,
- протокол електрокардіографії,
- протокол динамометрії.

### Результати дослідження та їх обговорення.

Дослідження має проводитись в добре освітленому приміщенні, яке достатньо провітрюється.

Для проведення дослідження необхідна кількість дослідників – 8:

- керівник – 1 особа,
- дослідники – 7 осіб.

Керівник має бути обізнаним стосовно: мети, змісту дослідницького процесу, схеми, структури, послідовності етапів. Керівник постійно здійснює контроль та має вміння виконувати будь-яку частину дослідження для надання допомоги у разі необхідності.

Функції дослідників:

- 1-й дослідник виконує «паперову роботу» та проводить інструктаж;
- 2-й дослідник накладає електроди та під'єднує їх до відповідних каналів реографа;
- 3-й дослідник (оператор персонального комп'ютера) реєструє (записує) реограми відповід-

но до рекомендацій з техніки реєстрації реографічних сигналів «Інструкції з експлуатації РеоКом»;

- 4-й дослідник накладає електроди ЕКГ та під'єднує їх до відповідних каналів;
- 5-й дослідник (оператор персонального комп'ютера) реєструє (записує) дані ЕКГ;
- 6-й дослідник вимірює артеріальний тиск
- 7-й дослідник відповідає за контроль часу та за реєстрацію певних даних під час дослідження.

Опитування та інформування досліджуваного:

1) досліджуваний (чоловічої статі) знайомиться зі змістом та порядком проведення дослідження і дає поінформовану згоду на участь в дослідженні.

2) досліджуваний заповнює анкету, в якій вказуються антропометричні дані, режим сну, харчовий раціон, заняття спортом та ін.

Завдання досліджуваного: за командою виконати навантаження – стандартна силова тяга на становому динамометрі (в положенні стоячи на платформі динамометру).

Досліджуваний немає торкатись чи власноруч знімати електроди!

Коли дослідники за комп'ютерами подають сигнал «ЗАПИС», досліджуваний в жодному разі не повинен рухатись та розмовляти.

Дії дослідників:

1-й дослідник зустрічає досліджуваного, інструктує, надає бланк анкети для самостійного заповнення досліджуваним.

2-й та 4-й дослідник накладають електроди та підключають їх до відповідних каналів реографа та ЕКГ:

- перед початком навантажень для дослідження в стані спокою,
- під час навантаження,
- одразу після навантаження та контролюють розміщення електродів впродовж наступних хвилин для запису у стані відновлення після: 1 хв, 2 хв, 3 хв, 4 хв, 5 хв та 6 хв.

Установка та підключення електродів:

- Електроди реографа розміщуються за спеціальною схемою, для запису з грудної клітки.
- Після установки електродів 2-й дослідник вимірює сантиметровою стрічкою міжелектродні відстані і повідомляє їх 3-му досліднику.
- Електроди ЕКГ розміщуються за стандартними відведеннями.

3-й та 5-й дослідники (оператори персональних комп'ютерів) заносять дані обстежуваного в базу даних комп'ютерної системи, реєструють (записують) реограми та ЕКГ відповідно до рекомендацій з техніки реєстрації. Додатково ведуть записи в окремих протоколах для реографії та ЕКГ.

6-й дослідник вимірює механічним тонометром артеріальний тиск у стані спокою, під час навантаження та при відновленні – від 1 хв до 6 хв після навантаження. Результати вимірювань повідомляє 3-му досліднику.

7-й дослідник подає сигнали досліджуваному про початок навантаження та фіксує час в окремому бланку, в якому додатково зазначає певні показники, наприклад: початок тестування, максимальна вага, якої може досягти досліджуваний при вико-

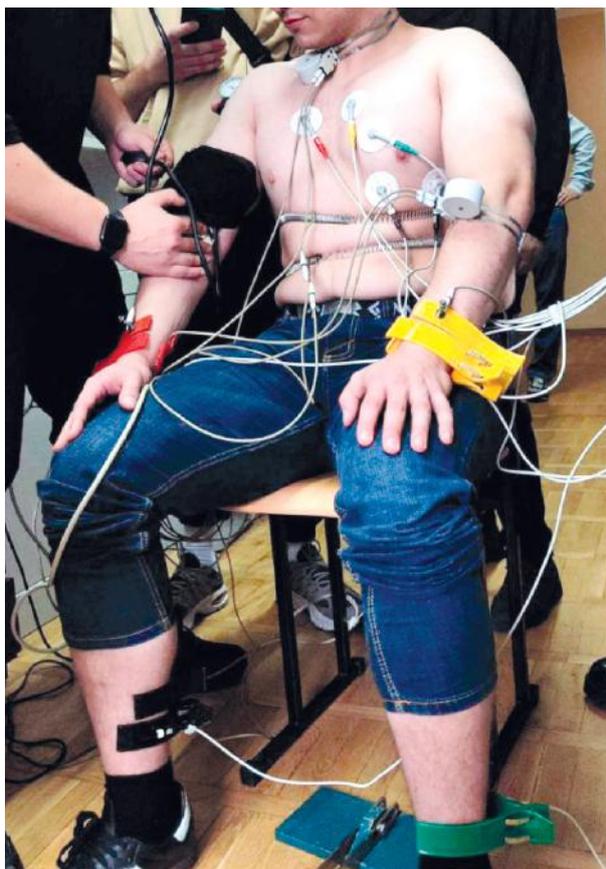


Рисунок 1 – Дослідження стану серцево-судинної системи у стані спокою.

нанні тяги на динамометрі, початок коливань ваги, загальний час виконання тощо.

Проведення дослідження.

Досліджуваний після заповнення анкети займає зручне положення, сидячи на стільці, з оголеними торсом та гомілками для розміщення електродів. Після розміщення і перевірки роботи електродів, проводиться інструктаж щодо техніки безпеки та правил проведення дослідження та проводиться реєстрація (запис) показників в стані спокою (рис. 1).

Наступним етапом іде виконання навантаження: по команді хронометриста виконується вправа в класичній техніці станової динамометрії. Одночасно з цим досліджуваний озвучує виконання вправи певними словами: «Тягну» – на початку виконання навантаження, «Тримаю» – під час утримання максимальної ваги, і, в решті-решт, – «Відпускаю». Одразу після виконання навантаження дослідники починають реєстрацію показників та продовжують протягом 6 хвилин, через кожну хвилину (рис. 2).

Хронометрист спостерігає за показниками динамометра і заносить у протокол динамометрії: максимальну силу, час утримання та час зниження сили.

Фіксується також момент втоми – коливання стрілки динамометра. Хронометрист повторює слова досліджуваного («Тягну», «Тримаю», «Відпускаю») для запису в ці моменти реографії, ЕЕГ та артеріального тиску.

Методи досліджень, які використовувались нами, є відомими [8-10]. Але, одночасне використання реографії, електрокардіографії та вимірювання артеріального тиску в стані спокою та під час

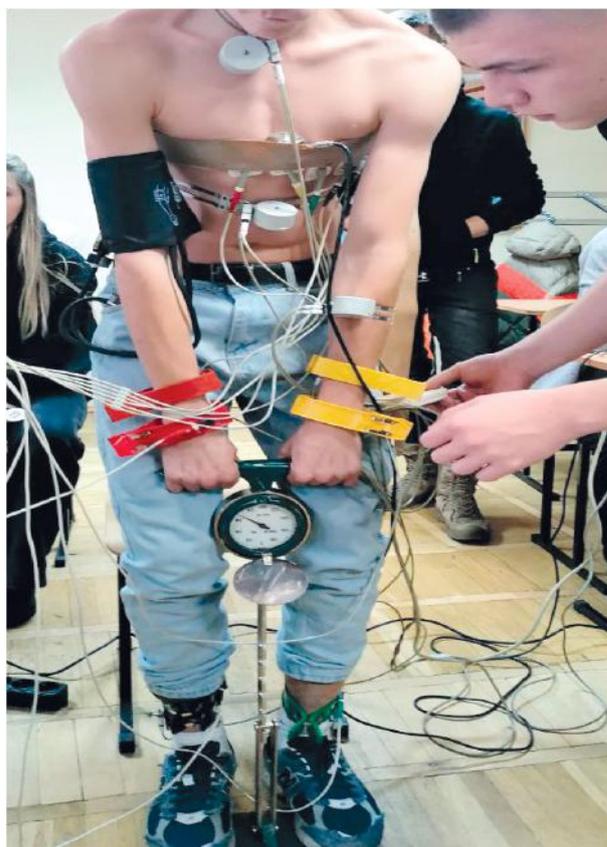


Рисунок 2 – Дослідження стану серцево-судинної системи під час статичного навантаження із використанням станового динамометра.

статичного навантаження – є новим підходом до вивчення стану серцево-судинної системи під час такого навантаження та після нього у періоді відновлення.

Аналіз результатів дослідження показує його валідність та інформативність. Апробація методики була здійснена за участі 18-ти добровольців. Нами одночасно отримано комплекс даних, цінних для розуміння фізіологічних процесів в серцево-судинній системі організму спортсмена під час виконання статичного навантаження.

#### Висновки.

Здійснили та описали постановку методики дослідження серцево-судинної системи спортсмена під час виконання статичного навантаження та у період відновлення з одночасним записом реографії, електрокардіографії та визначенням артеріального тиску і фіксацію даних динамометра. Отримані результати є інформативними та читабельними. Такий комплексний методичний підхід до вивчення стану серцево-судинної системи спортсмена може використовуватись в практиці. Проведення описаного комплексного дослідження є можливим при тривалому відпрацюванні узгоджених дій колективу науковців. Апробація поставленої методики із залученням 18 добровольців виявилась успішною та результативною.

#### Перспективи подальших досліджень.

Подальше вдосконалення методичних підходів в області фізіології спорту є базою для професійної результативності спортсменів.

## References / Література

1. Tymchyk SH, Bryksin OO, Omelianchuk YeP. Vplyv riznykh typiv navantazhen na sertsevo-sudynnu y miazovu systemy v protsesi zaniat fizychnym vykhovanniam na viddilenni atletychnoi himnastyky. Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriya 15. Fizychna kultura i sport. 2021;5(136):128-132. DOI: [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2021.5\(135\).30](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2021.5(135).30). [in Ukrainian].
2. Abramchuk OM, Kachynska TV, Voron UV. Vplyv navantazhen izometrychnoho kharakteru na reohrifični pokaznyky yunakiv. Zhytomyr: Poliskyy natsionalnyy universytet; 2015. 3 s. Dostupno: . [in Ukrainian].
3. Sneha Harshini S, Sridevi G, Preetha S. Effect of Sustained Isometric and Isotonic Exercises on Blood Pressure and Heart Rate Variability – A Comparative Study. Journal of Pharmaceutical Research International. 2021;33:908-915. DOI: [10.9734/jpri/2021/v33i47B33204](https://doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i47B33204).
4. Lukiantseva HV, Bakunovskiy OM, Pastukhova VA, Drozdovska SB, Babak SV, Ilin VM. ta in. Vplyv stato-dynamichnykh vprav na parametry sertsevo-sudynnoi systemy pry zaniattakh sylovym fitnessom. Visnyk Cherkaskoho universytetu. 2024;2:50-68. DOI: [10.31651/2076-5835-2018-1-2024-2-59-68](https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2024-2-59-68). [in Ukrainian].
5. Andrushchenko VO, Babak SV. Pro vykorystannia metodyky trenuvannia Oleksandra Zassa u VVNZ. Materialy V Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii Ukrainse viisko: suchasnist ta istorychna retrospektyva; 2024 Lyst 28; Kyiv. Kyiv: NUOU; 2024. s. 196-197. [in Ukrainian].
6. Andrushchenko VO, Babak SV. Statychni vpravy u fizychnomu trenuvanni viiskovosluzhbovtiv ta fiziologichni osoblyvosti yikh vykonannia. Materialy Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii Tendentsii, problemy ta vykyky suchasnoi fiziologii, rukhovoiv aktyvnosti ta fizkulturno-sportyvnoi reabilitatsii; 2024 Lyst 27-28; Cherkasy. Cherkasy: Cherkaskyy natsionalnyi universytet imeni Bohdana Khmelnytskoho; 2024. s. 76-77. [in Ukrainian].
7. Bakunovskiy OM, Babak SV, Poltoratska IY. Methods of simultaneous study of central and peripheral hemodynamics during dosed physical exertion in laboratory conditions: organization and setting. Visnyk problem biolohii i medytsyny. 2024;1(172):324-329. DOI: [10.29254/2077-4214-2024-1-172-12-20](https://doi.org/10.29254/2077-4214-2024-1-172-12-20). [in Ukrainian].
8. Medsnab. Reohraf REOKOM Profesional. Dostupno: <http://medsnab.com.ua/product/reograf-reokom-professional.html>. [in Ukrainian].
9. Bakunovskiy OM, Lukiantseva HV, Maliuha SS, Kotliarenko LT. Zminy tsentralnoi hemodynamiky u period rannoho vidnovlennia pislia riznykh rezhymiv fizychnoho navantazhennia. Fiziol. zhurn. 2021;67(6):15-20. [in Ukrainian].
10. KNP «KHOKL» KHOR. Reohrafiia yak metod doslidzhennia krovoobihu. Kherson: KNP «KHOKL» KHOR; 2019. Dostupno: <https://oblhospital.com.ua/statti-interv-yu/796-reohrafiia-iaak-metod-doslidzhennia-krovoobihu>. [in Ukrainian].

## МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТАТИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА СТАН СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕОГРАФІЇ ТА ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЇ

Бакунівський О. М., Полторацька І. Є., Бабак С. В., Андрущенко В. О.

**Резюме.** Важливим є вивчення функціонування серцево-судинної системи під час фізичного навантаження, оскільки саме ця система має велике значення для успішності та результативності спортсмена. Для розвитку сили широко використовують ізометричні і статичні вправи. Ми розглядали можливість постановки методики дослідження стану серцево-судинної системи при статичному навантаженні з одночасним використанням звичайних приладів, які б не заважали виконувати спортсмену силове навантаження.

**Мета дослідження:** постановка методики дослідження впливу статичного навантаження на стан серцево-судинної системи з використанням реографії та електрокардіографії в лабораторних умовах.

**Результати.** Здійснили організацію та постановку методики дослідження стану серцево-судинної системи в стані спокою, під час статичного навантаження та у період відновлення в лабораторних умовах. Одночасно здійснювали – реографію, електрокардіографію, вимірювання артеріального тиску. Ізометричне навантаження здійснювалось з використанням станового динамометру. У статті подано детальний опис обладнання, змісту, етапів, суті та послідовності сумісних дій керівника, дослідників і досліджуваних науково-практичного процесу.

Під час такого дослідження можна зафіксувати стан серцево-судинної системи під час розвитку максимальної сили, утримання рівня такої сили та впродовж шести хвилин відновлення.

**Висновки.** Здійснили та описали постановку методики дослідження серцево-судинної системи спортсмена під час виконання статичного навантаження та у період відновлення з одночасним записом реографії, електрокардіографії та визначенням артеріального тиску і фіксацією даних динамометра. Отримані результати є інформативними та читабельними. Такий комплексний методичний підхід до вивчення стану серцево-судинної системи спортсмена може використовуватись в практиці. Проведення описаного комплексного дослідження є можливим при тривалому відпрацюванні узгоджених дій колективу науковців. Апробація поставленої методики із залученням 18 добровольців виявилась успішною та результативною.

**Ключові слова:** організація і постановка методу, серцево-судинна система, реографія, електрокардіографія, артеріальний тиск, становий динамометр, статичне навантаження.

## METHODOLOGY FOR STUDYING THE INFLUENCE OF STATIC LOADING ON THE CARDIOVASCULAR SYSTEM USING RHEOGRAPHY AND ELECTROCARDIOGRAPHY

Bakunovskiy O. M., Poltoratska I. Y., Babak S. V., Andrushchenko V. O.

**Abstract.** The study of cardiovascular system functioning during physical exertion is essential, as this system plays a crucial role in an athlete's performance and efficiency. Isometric and static exercises are widely used for strength development. We examined the feasibility of establishing a methodology for assessing the cardiovascular system under static loading while simultaneously using standard devices that would not interfere with the athlete's strength training.

**The aim of the study** – to establish a methodology for investigating the effects of static loading on the cardiovascular system using rheography and electrocardiography under laboratory conditions.

**Results.** We established and implemented a methodology for studying the cardiovascular system at rest, during static loading, and during recovery under laboratory conditions. Simultaneously, rheography, electrocardiography and blood pressure measurements were conducted. Isometric loading was applied using a static dynamometer. The

article provides a detailed description of the equipment, content, stages, essence and sequence of collaborative actions of the supervisor, researchers, and subjects in the scientific-practical process.

This study allows for the recording of the cardiovascular system's state during the development of maximal force, the maintenance of that force level and throughout a six-minute recovery period.

**Conclusions.** We established and described a methodology for investigating the athlete's cardiovascular system during static loading and recovery, with simultaneous recording of rheography, electrocardiography, blood pressure measurement and dynamometer data acquisition. The results demonstrate clear and valuable insights. This comprehensive methodological approach to studying the athlete's cardiovascular system can be used in practice. Conducting the described complex study is possible with long-term practice of coordinated actions by a team of scientists. The testing of the proposed methodology with the participation of 18 volunteers proved to be successful and effective.

**Key words:** organization and establishment of the method, cardiovascular system, rheography, electrocardiography, blood pressure, static dynamometer, static loading.

### ORCID and contributionship / ORCID автора та його внесок до статті:

Bakunovskiy O. M.: <https://orcid.org/0000-0001-6546-1025><sup>ABDEF</sup>

Poltoratska I. Y.: <https://orcid.org/0009-0001-9052-2122><sup>ABD</sup>

Babak S. V.: <https://orcid.org/0000-0002-6985-1394><sup>ABDEF</sup>

Andrushchenko V. O.: <https://orcid.org/0009-0000-7323-6864><sup>BD</sup>

### Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors declare no conflict of interest / Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

### Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Babak Svitlana Vitalliivna / Бабак Світлана Віталіївна  
National University of Ukraine on Physical Education and Sport / Національний університет фізичного виховання і спорту України  
Ukraine, 03150, Kyiv, 1 Fizkultury str. / Адреса: Україна, 03150, м. Київ, вул. Фізкультури 1  
Tel.: +380638335443 / Тел.: +380638335443  
E-mail: [s.babak.s.1234@gmail.com](mailto:s.babak.s.1234@gmail.com)

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 05.12.2024 / Стаття надійшла 05.12.2024 року  
Accepted 06.03.2025 / Стаття прийнята до друку 06.03.2025 року

DOI 10.29254/2077-4214-2025-1-176-373-381

UDC 612.015.3:612.336.3:796.01

Palladina O. L., Kaliga A. M.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF CONTEMPORARY METHODS FOR INVESTIGATING THE COMPOSITION OF THE HUMAN GUT MICROBIOME

National University of Ukraine on Physical Education and Sport (Kyiv, Ukraine)

[anastasiya.kaliga@gmail.com](mailto:anastasiya.kaliga@gmail.com)

*The human gut microbiome is a complex system comprising trillions of microorganisms, including bacteria, archaea, fungi, and viruses, which influence metabolism and play a key role in digestion, vitamin synthesis, and immune response regulation. The impact of the microbiome on human health has gained particular importance in modern medicine, especially in sports physiology. It can determine adaptation to physical activity, recovery after training, and overall physical condition in athletes.*

*This study focuses on a comparative analysis of the most common methods for studying the human gut microbiome, their technical features, and prospects for application in sports medicine. Investigating the gut microbiome is challenging due to its structural complexity and variability under the influence of numerous internal and external factors, such as diet, physical activity, environmental conditions, and the use of medical drugs. The study analyzes modern and widespread methods for studying the gut microbiome, including polymerase chain reaction (PCR), 16S rRNA gene sequencing, and metagenomic sequencing. A comparative characterization of these approaches is presented, including their technological features, sensitivity, specificity, and limitations concerning taxonomic and functional data interpretation. The importance of proper conditions for sample collection, storage, and transportation is emphasized to ensure the reliability of results, with a focus on analyzing fecal samples as the primary non-invasive method for studying the gut microbiome.*

*The findings contribute to a deeper understanding of the mechanisms through which the microbiota affects the physical condition of athletes and provide a scientific basis for the individualization of training programs.*

**Key words:** metagenomics, bioinformatics, next-generation sequencing, microbiota, genetic testing, 16S rRNA sequencing.