

УДК 796.015.57:612.76

DOI <https://doi.org/10.24195/olympicus/2024-2.1>**Андронов Віталій Миколайович**аспірант кафедри теорії та методики фізичної культури і спорту
Запорізький національний університет**ORCID ID:** 0000-0002-4198-4160**Тищенко Валерія Олексіївна**доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор,
професор кафедри теорії та методики фізичної культури і спорту
Запорізький національний університет**ORCID ID:** 0000-0002-9540-9612

АНАЕРОБНА ВИТРИВАЛІСТЬ ТА ЛАКТАТНЕ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ: АНАЛІЗ У ЖІНОЧОМУ ГАНДБОЛІ

У контексті високих вимог до швидкісних та силових якостей гандболісток знання про анаеробні процеси дозволяє розробляти цілеспрямовані тренувальні програми, що спрямовані на максимальне використання енергетичних ресурсів спортсменок, що є ключовим для успіху в інтенсивних ігрових моментах. Актуальність дослідження полягає в недостатньому вивченні специфіки жіночого гандболу, особливо в контексті анаеробних здібностей і механізмів енергозабезпечення. Мета дослідження – визначити рівень анаеробної працездатності й анаеробного лактатного механізму енергозабезпечення організму кваліфікованих гандболісток. Методи дослідження: теоретичний аналіз і узагальнення науково-методичних джерел, педагогічні спостереження, метод визначення показників анаеробної працездатності та рівня потужності анаеробного лактатного механізму енергозабезпечення організму спортсменок за допомогою комп'ютерної програми «AnaerobHandball», методи математичної статистики. За результатами тестування на анаеробну працездатність визначено, що середні показники в обох групах мають незначні відмінності, що свідчить про однаковий початковий рівень підготовленості. Потужність анаеробного лактатного механізму енергозабезпечення в гандболісток на констатувальному етапі визначена як середня, що підкреслює можливість для подальшого розвитку та вдосконалення через цілеспрямовані тренувальні впливи. Зіставлення результатів між групами не виявило статистично значущих відмінностей, що вказало на однаковий рівень анаеробної працездатності та потужності анаеробного механізму між групами на початку дослідження. Отримані результати дозволяють закласти фундамент для подальшого вивчення та оптимізації тренувальних процесів, спрямованих на підвищення анаеробної працездатності та вдосконалення анаеробних енергетичних процесів серед жіночих гандбольних команд. Дослідження підтвердило, що систематичне застосування спеціалізованих методик тренувань може істотно покращити ці показники у спортсменок, що у свою чергу сприятиме підвищенню їх спортивної ефективності та витривалості під час змагань. Зокрема, виявлено, що рівень анаеробної працездатності та потужність анаеробного лактатного механізму енергозабезпечення мають значний вплив на здатність гандболісток виконувати високоінтенсивні дії протягом гри. Вказано на необхідності подальшого вивчення цієї теми з метою оптимізації тренувальних програм і методик відновлення. Запропоновані напрями подальших досліджень включають аналіз впливу різних тренувальних підходів на анаеробну працездатність і розроблення індивідуальних програм, що враховують особливості кожної гандболістки.

Ключові слова: гандбол, жінки, лактатний механізм, енергозабезпечення, анаеробний метаболізм, високоінтенсивні тренування.

Вступ. У сучасному спортивному світі великого значення набувають дослідження фізіологічних аспектів атлетичної діяльності, особливо в командних ігрових видах спорту, як-от гандбол. Ефективність виконання спортивних завдань у таких дисциплінах часто залежить від анаеробної працездатності атлетів, яка визначає здатність виконувати високоінтенсивні вправи

протягом коротких періодів часу. Особливий інтерес представляє вивчення анаеробного лактатного механізму енергозабезпечення, який є ключовим у підтримці високої інтенсивності роботи м'язів.

Гандбол є командним видом спорту, що вимагає від гравців значних фізичних зусиль та високого рівня функціональної підготовки. Основна частина гри проходить у високих темпах з частими різкими спринтами, маневрами та фізичними контактами, що змушує спортсменів значною мірою покладатися на анаеробні джерела енергії [1]. Зокрема, анаеробний лактатний шлях енергозабезпечення грає ключову роль у підтримці високої інтенсивності протягом короткого періоду часу, що є вирішальним для ефективної гри.

Незважаючи на важливість анаеробних здібностей у гандболі, академічна література та практичні дослідження, що фокусуються на детальному вивченні цих аспектів серед жінок-гандболісток, є обмеженими. Більшість досліджень традиційно концентруються на чоловічих командах, тому існує значна прогалина в розумінні специфіки жіночого гандболу. Розуміння анаеробної працездатності та лактатних механізмів дозволить краще планувати тренувальні процеси, спрямовані на підвищення спортивної ефективності, а також сприятиме розробленню більш цілеспрямованих методик реабілітації та відновлення.

Зв'язок роботи з важливими науковими програмами або практичними завданнями. Робота виконана у відповідності до тем: «Теоретико-методичні засади вдосконалення навчально-тренувального процесу в різних видах спорту» (державний реєстраційний номер: 0122U001108) плану науково-дослідної роботи Запорізького національного університету на 2022–2026 рр.

Мета та завдання. Мета дослідження – визначити рівень анаеробної працездатності й анаеробного лактатного механізму енергозабезпечення організму кваліфікованих гандболісток.

Завдання дослідження:

- 1) визначити рівень анаеробної працездатності кваліфікованих гандболісток за допомогою комп'ютерної програми «AnaerobHandball»;
- 2) здійснити аналіз між групами для визначення статистичних відмінностей та вихідного рівня підготовленості.

У дослідженні взяли участь 32 кваліфіковані гандболістки з основного складу та резерву гандбольного клубу «Галичанка» м. Львів, що виступали в сезонах 2021–2022 і 2022–2023 рр. Вік спортсменок коливався в межах 18–28 р. із середнім показником – 21,3 р.

Методи дослідження: теоретичний аналіз і узагальнення науково-методичних джерел за темою дослідження, педагогічні спостереження, метод визначення показників анаеробної працездатності та рівня потужності анаеробного лактатного механізму енергозабезпечення організму спортсменок за допомогою комп'ютерної програми «AnaerobHandball», методи математичної статистики.

У ході дослідження було розроблено та апробовано спосіб тестового оцінювання анаеробної працездатності «AnaerobHandball», що дає можливість дати оцінку її кількісному рівню та взаємозв'язку між фізичною працездатністю з характером реакції кардіореспіраторної системи під час виконання фізичних навантажень аеробного характеру. Розроблений спосіб дає можливість управління фізичним станом спортсменок та його корекції під час тренувального процесу, а також урахування індивідуальних особливостей гандболісток під час планування тренувальних програм з метою оптимального розвитку анаеробної працездатності.

Розроблений спосіб тестового оцінювання анаеробної працездатності «AnaerobHandball» дозволяв не тільки визначити рівень анаеробної працездатності гандболісток (далі – PARG), але й рівень потужності анаеробного лактатного механізму енергозабезпечення організму спортсменок (далі – РПАНЛакМЕГ), які є значущими у функціональній підготовці гандболістів.

Результати. Гандбол – це дуже швидка і динамічна гра, де спортсмени постійно рухаються по майданчику, здійснюють інтенсивні спурти, стрибки та кидки, що вимагає фізичних навантажень невеликої тривалості та високої інтенсивності й залежить від розвитку високої анаеробної сили. Матчі тривають зазвичай 60 хвилин і розділені на два тайми по 30 хвилин. Велика

частина цього часу вимагає високої фізичної активності, що потребує аеробної витривалості спортсменів.

Гандбол також включає короткочасні, але дуже інтенсивні зусилля, такі як спринти до м'яча, енергійні захисні та атаквальні дії або потужні кидки, що залежать від анаеробної працездатності, яка дозволяє спортсменам виконувати інтенсивні фізичні зусилля протягом короткого періоду часу. Вміння швидко відновлюватися після інтенсивних дій є критично важливим у гандболі та включає здатність швидко переходити від анаеробного до аеробного режиму метаболізму [4]. Висока фізична підготовка дозволяє гравцям краще виконувати тактичні завдання, підтримувати високий технічний рівень протягом усього матчу та адаптуватися до змінних обставин гри.

Таким чином, велика енергетична витрата та розвинені аеробні та анаеробні здібності необхідні для підтримки високої результативності в гандболі, що вимагає від спортсменів не тільки фізичних, але й психологічних зусиль для успіху в грі.

Під час високоінтенсивних дій, які тривають короткочасно, наприклад, у разі швидкого спурту або потужного кидку, організм використовує анаеробний метаболізм, що означає, що енергія виробляється без використання кисню, в основному через гліколіз, де глюкоза перетворюється на піруват та аденозинтрифосфат (АТФ), що є основним енергетичним носієм у клітинах. Побічним продуктом анаеробного гліколізу є молочна кислота, яка може призводити до м'язового втоми. Тобто анаеробний метаболізм забезпечує енергію для коротких, високоінтенсивних дій, як-от спурти або стрибки, і відбувається без використання кисню [7]. Гандбол вимагає від атлетів здатності до швидкого звільнення великої кількості енергії для експлозивних рухів, що підкреслює важливість анаеробної здатності.

Після інтенсивних дій організм повинен перейти на аеробний метаболізм, щоб використовувати кисень для вироблення АТФ та видалення молочної кислоти, відновлюючи тим самим енергетичні запаси м'язів і знижуючи рівень втоми. Аеробний метаболізм здійснюється у мітохондріях м'язових клітин і дозволяє довше підтримувати фізичну активність. Аеробні здібності визначаються здатністю організму спортсмена використовувати кисень для вироблення енергії [5]. У гандболі це особливо важливо через необхідність підтримувати високий рівень активності протягом усього матчу. Аеробна витривалість дозволяє спортсменам відновлювати сили під час менш інтенсивних періодів гри та підтримувати високу продуктивність без швидкого настання втоми.

Отже, швидке відновлення між анаеробними та аеробними фазами метаболізму критично важливе для гандболістів, адже дозволяє підтримувати високий рівень продуктивності впродовж усього матчу без значної втрати сили чи швидкості. Ефективне відновлення забезпечує меншу втому та кращу загальну витривалість [3].

Фізіологічна здатність швидко переходити від стану високої активності до відновлення і назад важлива для того, щоб підтримувати інтенсивність гри без втрати продуктивності [8; 10]. Ефективність цього процесу частково залежить від аеробної кондиції, але також від кількості та активності мітохондрій у м'язах, які відіграють ключову роль у виробленні енергії.

Метаболічна гнучкість як здатність організму ефективно переключатися між різними джерелами енергії (вуглеводами та жирами) в залежності від інтенсивності та тривалості фізичної активності є особливо важливою, оскільки гра включає переміжну активність зі швидкими змінами між високими та низькими рівнями інтенсивності.

Змагальна діяльність гандболістки характеризується постійними змінами темпу, різкими рухами та стрибками, для реалізації яких необхідна висока потужність анаеробних процесів для забезпечення енергією. Анаеробна працездатність виступає ключовим елементом для успішної гри, і її оцінювання має велике значення для тренувального процесу та підготовки гандболісток високої кваліфікації [9].

Результати тестування анаеробної працездатності та лактатного механізму енергозабезпечення представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Показники тестування анаеробної працездатності та лактатного механізму енергозабезпечення в гандболісток високої кваліфікації на констатувальному етапі дослідження

Показник	Експериментальна група (n=16)	Контрольна група (n=16)	p
Tсер, с	6,62±0,06	6,63±0,07	>0,05
Квт, с	0,43±0,01	0,44±0,02	>0,05
Tmax, с	6,46±0,05	6,49±0,06	>0,05
Tmin, с	6,89±0,19	6,93±0,20	>0,05
РАРГ, бали	56,81±0,71	56,74±0,70	>0,05

Отримані результати анаеробної працездатності висококваліфікованих гандболісток на констатувальному етапі дослідження свідчать про їхні можливості виконання навантажень високої інтенсивності та забезпечення м'язової діяльності без участі кисню. Середній результат пробігання всіх десяти відрізків у гандболісток експериментальної групи становив 6,62±0,06 с, у контрольній групі – 6,63±0,07 с, коефіцієнт втоми – 0,43±0,01 с та 0,44±0,02 с відповідно.

Результат кращого пробігання відрізка в досліджуваних гандболісток експериментальної групи становив 6,46±0,05 с, що відповідало середньому рівню анаеробного лактатного механізму енергозабезпечення організму, в гандболісток контрольної групи – 6,46±0,05 с, що також було на середньому рівні. Результат гіршого пробігання відрізка в досліджуваних гандболісток експериментальної групи становив 6,89±0,19 с, у контрольній групі – 6,93±0,20 с, що було невірогідно гірше порівняно з гандболістками експериментальної групи на 0,04 с (p>0,05).

Рівень анаеробної працездатності гандболісток на констатувальному етапі дослідження в спортсменок експериментальної групи становив 56,81±0,71 бала, у гандболісток контрольної групи – 56,74±0,70 бали, що відповідало середньому рівню в обох групах.

За результатами, представленими на рисунку 1, видно, що високий рівень анаеробної працездатності спостерігався лише у 6,25% гандболісток обох груп, вищий за середній – у 37,50% гандболісток контрольної групи та 50% експериментальної, середній – у 43,75% та 31,25% відповідно, нижчий за середній – у 12,50% спортсменок обох груп.

Отримані результати можуть мати кілька важливих імплікацій для подальшого дослідження та тренувального процесу. Так, оскільки стартові умови між групами є однаковими, це створює ідеальну базу для подальшого аналізу впливу різних тренувальних програм на анаеробні здібності спортсменок. Подальше дослідження повинно зосередитися на аналізі, як різні методики

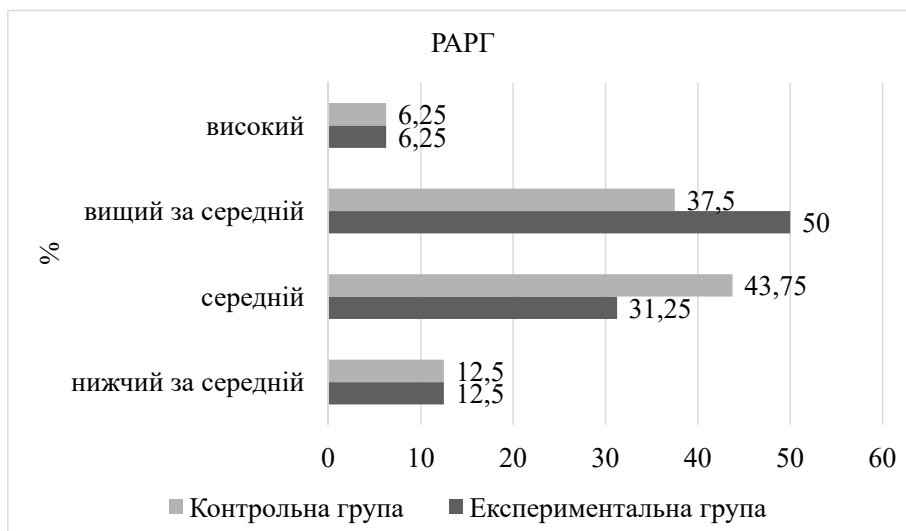


Рис. 1. Розподіл рівнів анаеробної працездатності гандболісток (РАРГ) у гандболісток обох груп на етапі констатувального дослідження

тренувань впливають на підвищення анаеробної працездатності. Схожість в анаеробній працездатності на початковому етапі також підкреслює важливість стандартизації тренувальних впливів для обох груп для забезпечення об'єктивності результатів в експериментах.

Важливою частиною подальшого дослідження є використання ретельно спланованих методологій для вимірювання змін в анаеробній працездатності, які будуть включати повторні тести після імплементації специфічних тренувальних втручань для кожної групи. Зібрані дані допоможуть нам визначити ефективність різних тренувальних підходів та їх вплив на підвищення анаеробної працездатності у висококваліфікованих гандболісток.

Щодо оцінювання рівня потужності анаеробного лактатного механізму енергозабезпечення організму (РПАНЛакМЕ), то досліджувані групи гандболісток високої кваліфікації розподілилися так, як представлено на рисунку 2. Високий рівень потужності анаеробного лактатного механізму енергозабезпечення спостерігався у 37,50% гандболісток контрольної групи та 31,25% експериментальної, середній – у 37,50% гандболісток обох груп, нижчий за середній – у 25,1% гандболісток контрольної групи та 31,25% експериментальної групи відповідно.

Розроблення та імплементація програми, що включає інтервальні тренування високої інтенсивності, тренування сили та спеціалізовані аеробні вправи, може допомогти спортсменкам позитивно вплинути на швидкість, краще адаптуватися до вимог гри, підвищуючи їхню анаеробну працездатність та ефективність використання енергії [2].

Ураховуючи ці аспекти, можна зробити висновок, що здатність до анаеробної роботи має вирішальне значення для гандболісток, а вдосконалення цих здібностей може відіграти ключову роль у підвищенні їх спортивної ефективності.

Таким чином, здатність організму висококваліфікованих гандболісток обох груп ефективно використовувати анаеробний метаболізм для забезпечення потреб у високоенергетичних спортивних вправах була на середньому рівні і потребувала включення засобів в експериментальну програму для вдосконалення анаеробної працездатності, а також анаеробного лактатного механізму енергозабезпечення м'язової діяльності [6].

Отримані дані на констатувальному етапі дослідження стануть основою для розроблення індивідуальних програм тренувального процесу з метою оптимізації анаеробної працездатності та досягнення високої змагальної результативності.

Висновки. Оскільки стартові умови між групами є однаковими, це створює ідеальну базу для подальшого аналізу впливу різних тренувальних програм на анаеробні здібності спортсменок.

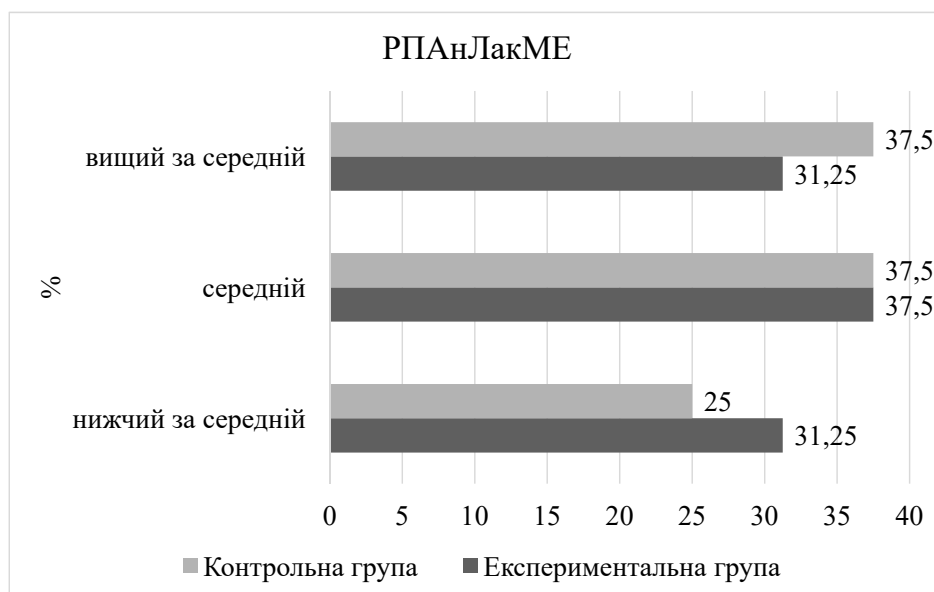


Рис. 2. Розподіл рівнів потужності анаеробного лактатного механізму енергозабезпечення організму (РПАНЛакМЕ) у гандболісток обох груп на констатувальному етапі дослідження

Для підвищення ефективності відновлення треба включити в план підготовки спеціалізовані тренування, які включають інтервальні тренування з високою інтенсивністю, тренування на витривалість, а також заняття, спрямовані на покращення мітохондріальної функції. З часом такі тренування допоможуть організму швидше переключатися між різними типами метаболізму та підтримувати вищу загальну продуктивність.

Перспективи подальших розвідок включатимуть аналіз впливу різних методик тренувань на підвищення анаеробної працездатності; індивідуальні відмінності у відповіді на тренування між спортсменками в одній групі, щоби виявити, чому деякі гандболістки реагують на тренування краще за інших.

Література:

1. Bilge M. Interval training specific to handball and training programme designs. *World Applied Sciences Journal*. 2013. Vol. 25(7). P. 1066–1077.
2. Demirman R., Bilge M., Yildirim Tuncer S., Eler N. E. B. A. H. A. T. Effect of HIIT on Motor Performance in Female Handball Players. *Balneo and PRM Research Journal*. 2024. Vol. 2. P. 15(1).
3. García-Sánchez C., Navarro R. M., Karcher C., de la Rubia A. Physical demands during official competitions in elite handball: A systematic review. *International journal of environmental research and public health*. 2023. Vol. 20(4). P. 3353.
4. Evhen P., Valeria T. Peculiar properties and dynamics of physiological indicators in handball team. *Journal of Physical Education and Sport*. 2017. Vol. 17(1). Art 49. P. 335–341.
5. Gibala M.J. Physiological basis of interval training for performance enhancement. *Exp. Physiol.* 2021. Vol. 106. P. 2324–2327.
6. Henrique J.R., Ramirez-Campillo R., Fernandez F.T.G., Castillo D., Raya-González J., Zmijewski P., Clemente F.M. High-intensity interval training programs and their impact on endurance performance in handball players: A systematic review. *Biomedical Human Kinetics*. 2024. Vol. 16(1). P. 113–130.
7. Kale M., Akdoğan E. Relationships between body composition and anaerobic performance parameters in female handball players. *Physical education of students*. 2020. Vol. 24(5). P. 265–270.
8. Lisenchuk G., Tyshchenko V., Zhigadlo G., Dyadechko I., Galchenko L., Pityk P., Bessarabova O., Chueva I. Analysis of psychological state of qualified female handball players depending on the phase of the ovarian-menstrual cycle. *Journal of Physical Education and Sport*. 2019. Vol. 19(3). Art 115. P. 808–812.
9. Orduña-Borraz E., Mainer-Pardos E., Marco-Contreras L. A., Lozano D. Enhancing Performance and Promoting Sustainability in Female Handball: The Impact of Olympic Movement Training on Jumping, Throwing, Sprinting, and Change of Direction. *Sustainability*. 2024. Vol. 16(3). P. 1182.
10. Rios M., Fernandes R.J., Cardoso R., Monteiro A.S., Cardoso F., Fernandes A., Silva J. A. Physical Fitness Profile of High-Level Female Portuguese Handball Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023. Vol. 20(9). P. 5751.

References:

1. Bilge, M. (2013). Interval training specific to handball and training programme designs. *World Applied Sciences Journal*, 25(7), 1066–1077 [in English].
2. Demirman, R., Bilge, M., Yildirim Tuncer, S., & Eler, N. E. B. A. H. A. T. (2024). Effect of HIIT on Motor Performance in Female Handball Players. *Balneo and PRM Research Journal*, 2, 15(1) [in English].
3. Evhen, P., & Valeria, T. (2017). Peculiar properties and dynamics of physiological indicators in handball team. *Journal of Physical Education and Sport*, 17(1), 335–341 [in English].
4. García-Sánchez, C., Navarro, R. M., Karcher, C., & de la Rubia, A. (2023). Physical demands during official competitions in elite handball: A systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 20(4), 3353 [in English].
5. Gibala M.J. (2021) Physiological basis of interval training for performance enhancement. *Exp. Physiol.*, 106, 2324–2327 [in English].
6. Henrique, J. R., Ramirez-Campillo, R., Fernandez, F. T. G., Castillo, D., Raya-González, J., Zmijewski, P., ... & Clemente, F. M. (2024). High-intensity interval training programs and their impact

on endurance performance in handball players: A systematic review. *Biomedical Human Kinetics*, 16(1), 113–130 [in English].

7. Kale, M., & Akdoğan, E. (2020). Relationships between body composition and anaerobic performance parameters in female handball players. *Physical education of students*, 24(5), 265–270 [in English].

8. Lisenchuk G., Tyshchenko V., Zhigadlo G., Dyadechko I., Galchenko L., Piptyk P., Bessarabova O., Chueva I. (2019a). Analysis of psychological state of qualified female handball players depending on the phase of the ovarian-menstrual cycle. *Journal of Physical Education and Sport*, 19(3), 808–812 [in English].

9. Orduña-Borraz, E., Mainer-Pardos, E., Marco-Contreras, L. A., & Lozano, D. (2024). Enhancing Performance and Promoting Sustainability in Female Handball: The Impact of Olympic Movement Training on Jumping, Throwing, Sprinting, and Change of Direction. *Sustainability*, 16(3), 1182 [in English].

10. Rios, M., Fernandes, R. J., Cardoso, R., Monteiro, A. S., Cardoso, F., Fernandes, A., ... & Silva, J. A. (2023). Physical Fitness Profile of High-Level Female Portuguese Handball Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(9), 5751 [in English].

Andronov Vitalii, Tyshchenko Valeria

ANAEROBIC ENDURANCE AND LACTATE ENERGY SUPPLY: ANALYSIS IN FEMALE HANDBALL

*In the context of the high demands on speed and strength qualities of female handball players, knowledge of anaerobic processes allows for the development of targeted training programs aimed at maximizing their energy resources, which is key for success in intense game moments. The relevance of this study also lies in the insufficient exploration of the specifics of women's handball, particularly in terms of anaerobic abilities and energy supply mechanisms. Understanding these processes opens opportunities for more effective training of athletes, reducing the risk of injuries, and enhancing overall endurance, which is crucial for high competition results. **The aim of the study** is to determine the level of anaerobic capacity and the anaerobic lactate mechanism of energy supply in the bodies of qualified handball players. **Research methods:** theoretical analysis and synthesis of scientific-methodical sources on the topic, pedagogical observation, method of determining indicators of anaerobic work capacity and the level of power of the anaerobic lactate mechanism of energy supply in athletes using the "AnaerobHandball" computer program, and methods of mathematical statistics. **Research Results.** The testing results on anaerobic work capacity determined that the average indicators in both groups have minor differences, indicating the same initial level of preparedness. The power of the anaerobic lactate mechanism of energy supply in handball players at the initial stage is defined as average, highlighting the potential for further development and improvement through targeted training influences. The comparison of results between groups did not reveal statistically significant differences, indicating an equal level of anaerobic work capacity and power of the anaerobic mechanism between the groups at the beginning of the study. The obtained results allow laying the foundation for further study and optimization of training processes aimed at increasing anaerobic work capacity and improving anaerobic energy processes among women's handball teams. **Conclusions.** The study confirmed that the systematic application of specialized training methods can significantly improve these indicators in athletes, which, in turn, will contribute to increasing their sports effectiveness and endurance during competitions. In particular, it was found that the level of anaerobic work capacity and the power of the anaerobic lactate mechanism of energy supply have a significant impact on the ability of handball players to perform high-intensity actions during the game. The necessity of further exploration of this topic is indicated to optimize training programs and recovery techniques. The proposed directions for further research include analyzing the impact of various training approaches on anaerobic work capacity and developing individual programs that take into account the characteristics of each handball player.*

Key words: handball, women, lactate mechanism, energy supply, anaerobic metabolism, high-intensity training.