

ФІЗІОЛОГІЧНІ ЗМІНИ СИСТЕМ ОРГАНІЗМУ СПОРТСМЕНІВ З ІНВАЛІДНІСТЮ В РАМКАХ ПРОГРАМИ ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ

Руденко Р. Є., Магльований А. В., Григус І. М., Кунинець О. Б.

ВСТУП

На думку фахівців, спорт інвалідів вищих досягнень розвивається відповідно до спорту вищих досягнень здорових атлетів, зберігаючи свої специфічні особливості, зумовлені функціональними можливостями атлетів різних нозологічних груп, як-от: адаптація правил змагань; розроблення та використання спеціального інвентаря та обладнання; використання специфічних для спорту інвалідів програм діагностики, функціональної та психологічної класифікації; розподіл спортсменів за функціональними класами та проведення змагань у межах кожного окремого класу тощо^{1, 2, 3}. В умовах сучасної системи спортивного тренування спортсменів з інвалідністю, коли високого результату можна досягнути лише завдяки ефективному тренуванню з використанням значних навантажень, велика увага має приділятися повноцінній фізичній реабілітації із застосуванням всіх її засобів, спрямованих на відновлення здоров'я, фізичного стану, працездатності, оздоровлення організму загалом. Важливе місце серед засобів відновлення, що сприяють підвищенню фізичної працездатності спортсменів з інвалідністю та перешкоджають виникненню різних негативних наслідків після фізичних навантажень і вторинних захворювань, мають посідати

¹ Boghushesky Dariush, Kovalska Siljvija, Adamchuk Jakub Ghrehoshh, Bjaloshevsky Dariush. Ocinka efektyvnosti sportyvnoho masazhu v pidtrymci rozmynkyy. *Pedagoghika, psykhologhija ta medyko-biologhichni problemy fizychnogho vykhovannja i sportu*, 2014, no. 10, pp. 67-71. doi:10.5281/zenodo.10496

² Prystupa T. Impact of athletic recovery parameters of hemodynamics in disabled powerlifters with cerebral palsy. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2017. № 3. С. 131–138.

³ Rudenko R. Analysis of Results of Biochemical Indicators of Disabled Athletes in the Dynamics of Physical Therapy Programs. *Journal of Physical Education and Sport*. 2017. Vol. 17, is. 3. P. 2148–2151.

немедикаментозні засоби, до яких належать засоби фізичної реабілітації.

Дослідження науковців за останні десятиліття довели доцільність і необхідність застосування під час тренувального процесу спортсменів з інвалідністю лікувально-оздоровчих та корекційно-відновлювальних заходів^{4,5}.

Однак тренувальний процес спортсменів з інвалідністю має свої особливості й суттєві проблеми, які потребують негайного вирішення. Фізичні навантаження, різні за обсягом та інтенсивністю, вимагають інтенсифікації функціонування органів та систем організму, що викликає поглиблення патологічного стану та потребує застосування засобів та методів фізичної реабілітації спрямованих на покращення функціональних можливостей, фізичних якостей, адаптаційних резервів, спортивної спроможності, якості життя спортсменів з інвалідністю.

Відзначивши наукове і практичне значення розглянутих праць вітчизняних і зарубіжних науковців, доцільно зауважити, що питання створення особистісно орієнтованих програм фізичної реабілітації спортсменів з інвалідністю з урахуванням нозологічних форм захворювань, адекватної реакції систем організму на запропоновані фізичні навантаження не обговорювалися. Також актуальною проблемою, яку необхідно вирішити, є розробка теоретичних та практичних складових фізичної реабілітації, зокрема масажу, спеціальних вправ лікувальної фізичної культури для спортсменів з інвалідністю.

Засоби фізичної реабілітації є достатньо доступні їх можна застосовувати у навчально-тренувальному процесі, перед фізичними навантаженнями, після них, під час пасивного й активного відпочинку, сполучати з іншими засобами відновлення. Питання підготовки спортсменів з інвалідністю з використанням засобів фізичної реабілітації, з урахуванням перебігу патологічного процесу, основного й супутніх захворювань, інтенсивності фізичного навантаження, періодів тренувального циклу в доступній

⁴ Магльований А. В. Показники функціонального стану нервово-м'язової та сенсорних систем спортсменів – паралімпійців. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту*. 2012. № 3. С. 75–78.

⁵ Prystupa T. Impact of athletic recovery parameters of hemodynamics in disabled powerlifters with cerebral palsy. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2017. № 3. С. 131–138.

нам літературі не виявлено. Визначальним в обґрунтуванні застосування засобів фізичної реабілітації є фізичні навантаження, які вимагають інтенсифікації функціонування органів та систем організму, що може викликати поглиблення патологічного стану та потребує індивідуально орієнтованого застосування засобів та методів фізичної реабілітації. Адекватність фізичного навантаження спортсменів різних нозологій потребує детального вивчення.

1. Біохімічні зміни показників крові та сечі у фізичній реабілітації спортсменів з інвалідністю

Під час адаптації до великих фізичних навантажень в організмі відбувається суттєва перебудова обмінних процесів, спрямована на економізацію роботи функціональних систем та підвищення їх стійкості до екстремальних впливів. Різкі зрушення метаболічних показників можуть стати обмежувальними чинниками працездатності спортсменів і ефективності тренувального процесу у відповідь на вплив великих за обсягом та інтенсивністю тренувальних навантажень і недостатньої швидкості відновлення нормальної діяльності найважливіших функціональних систем організму, особливо, коли спортсмени є інвалідами з певними порушеннями^{6, 7}. У зв'язку з цим, вкрай важливо з'ясувати особливості метаболізму і можливості спрямованого впливу на певні метаболічні процеси, важливі для підвищення швидкості відновлення після напруженої м'язової діяльності та реабілітаційних втручань спортсменів з інвалідністю. Мінеральні речовини необхідні для здійснення багатьох біохімічних процесів в організмі. Це незамінні чинники харчування, оскільки в організмі вони не утворюються.

Мінеральний склад організму підтримується на відносно постійному рівні, хоча може істотно змінюватися під впливом різних умов середовища, зокрема і фізичних навантажень. Фізичні навантаження супроводжуються виходом мінеральних речовин із тканин у кров, перерозподілом їх між тканинами, а також посиленням виведенням з організму з потом і сечею, особливо

⁶ Земцова І. І. Практикум з біохімії спорту : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. спортив. профілю / І. І. Земцова, С. А. Олійник. Київ : Олімп. л-ра, 2010. 183 с.

⁷ Магльований А. В. Показники функціонального стану нервово-м'язової та сенсорних систем спортсменів – паралімпійців. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту*. 2012. № 3. С. 75–78.

натрію і калію^{8, 9}. Недостатній вміст мінеральних речовин в організмі призводить до зниження фізичної працездатності, а іноді і до виникнення захворювань, загострень наявних патологій¹⁰.

Визначення біохімічних показників проводили використовуючи діагностичні набори для лабораторної діагностики *in vitro* науково-виробничого підприємства «Філісіт-Діагностика» (Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 04.01.2013 № 2). Було створено дві однорідні групи досліджуваних: основну групу та групу порівняння по 56 осіб у кожній. Спортсмени з інвалідністю належать до групи підготовки вищих досягнень (20 спортсменів з вадами зору, 32 – з вадами слуху; 20 – після травм, захворювань спинного мозку та з наслідками поліомієліту; 20 – з наслідками церебрального паралічу; 20 – після ампутації кінцівок).

Ми провели дослідження біохімічних показників калію, кальцію, фосфору, креатиніну, креатинфосфокінази в крові, 17-КС сечі (фонові показники, після фізичного навантаження). Головною функцією калію є формування трансмембранного потенціалу та поширення змін потенціалу по мембрані клітин через обмін з іонами натрію по градієнту концентрацій.

Разом з натрієм, хлором, калій є постійним складовим елементом усіх клітин та тканин, що забезпечує постійність внутрішнього середовища. Таким чином, калій бере участь у підтриманні електричної активності головного мозку, функціонуванні нервової тканини, скороченні скелетних й серцевого м'язів¹¹.

Ураховуючи основні функції калію і можливість суттєвих коливань цього елемента під час значних за об'ємом тренувальних і змагальних навантажень, ми провели дослідження цього мікроелемента у спортсменів з інвалідністю різних нозологічних форм захворювань.

⁸ Земцова І. І. Практикум з біохімії спорту : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. спортив. профілю / І. І. Земцова, С. А. Олійник. Київ : Олімп. л-ра, 2010. 183 с.

⁹ Prystupa T. Impact of athletic recovery parameters of hemodynamics in disabled powerlifters with cerebral palsy. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2017. № 3. С. 131–138.

¹⁰ Rudenko R., Mahlovanu A., Shuyan O., Prystupa T. Physical rehabilitation and thermoregulatory processes in athletes with disabilities. *Journal of Physical Education and Sport*. 2015. Vol. 15, is. 4. P. 730–735.

¹¹ Земцова І. І. Практикум з біохімії спорту : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. спортив. профілю / І. І. Земцова, С. А. Олійник. Київ : Олімп. л-ра, 2010. 183 с.

У показниках вмісту калію у крові спортсменів із порушенням функції зорового аналізатора обох груп на початку та наприкінці дослідження не виявлено вірогідної різниці вмісту цього мікроелемента. Найбільше відрізняється вміст калію у крові у стані спокою та після фізичного навантаження у спортсменів основної групи на початку дослідження (45 %). Щодо вмісту калію у спортсменів з порушенням функції слухового аналізатора, то у групах не виявлено вірогідних різниць вмісту цього метаболіту на початку та наприкінці дослідження.

Найбільше відрізняється вміст калію у крові у стані спокою та після фізичного навантаження у спортсменів основної групи на початку дослідження (25 %) та у спортсменів групи порівняння наприкінці дослідження (23 %). У спортсменів після травм, захворювань спинного мозку та з наслідками поліомієліту найбільші відмінності у динаміці показників калію виявлено у стані спокою і після фізичного навантаження в основній групі на початку дослідження (36 %) та наприкінці дослідження у групі порівняння (48 %) (рис. 1.1).

Щодо вмісту калію у крові спортсменів з наслідками церебрального паралічу основної групи та групи порівняння у стані спокою вірогідної різниці на початку та наприкінці дослідження не виявлено.

Щодо вмісту калію у крові спортсменів з наслідками церебрального паралічу основної групи та групи порівняння у стані спокою вірогідної різниці на початку та наприкінці дослідження не виявлено. Не виявлено вірогідної різниці і між групами. Після навантаження наприкінці дослідження вміст калію у спортсменів основної групи зріс на 8%, у спортсменів групи порівняння – на 12%, що вірогідно не відрізняється від аналогічних показників на початку дослідження.

У групі спортсменів після ампутації кінцівок у стані спокою на початку дослідження вміст калію у крові в обох групах був майже однаковим. Після навантаження вміст цього макроелемента зростає в основній групі на 30%, у групі порівняння – на 22,5% ($P < 0,05$). Наприкінці дослідження вміст калію у крові спортсменів з інвалідністю основної групи у стані спокою є вищим порівняно з початком дослідження та порівняно з групою порівняння. Після навантаження він зростає, причому відсоток зростання є меншим

порівняно з початком дослідження та показниками групи порівняння (рис. 1.2).

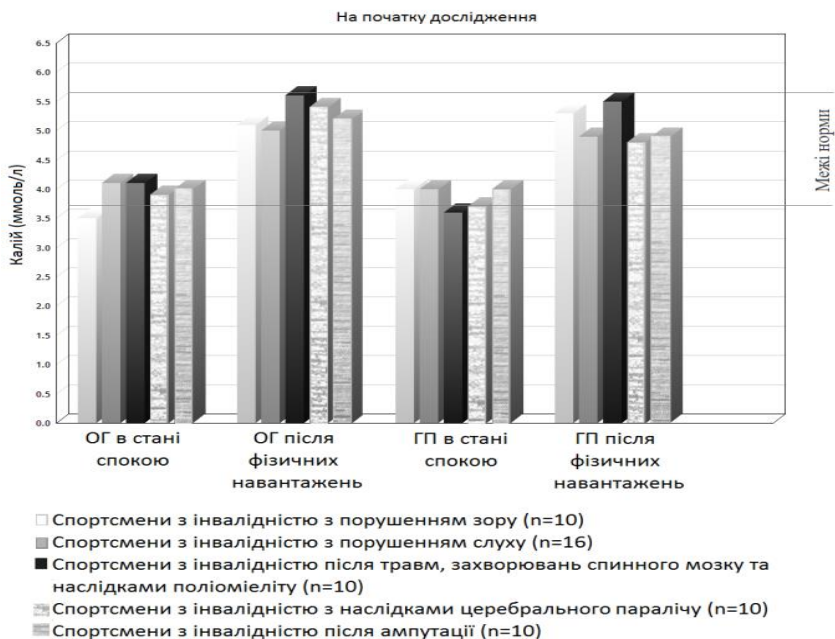


Рис. 1.1. Динаміка показників вмісту кальцію у крові кваліфікованих спортсменів з інвалідністю на початку дослідження

Високою біологічною активністю володіє кальцій, виконуючи в організмі функції регуляції внутрішньоклітинних процесів, проникливості клітинних мембран, нервової провідності і м'язових скорочень. Окрім того, кальцій бере участь у формуванні кісткової тканини, мінералізації зубів, у процесах згортання крові і підтриманні стабільності серцевої діяльності¹². Наслідки дефіциту або надлишку кальцію можуть виявлятися як на рівні всього організму, так і окремих його систем. Спортсмени з інвалідністю під час надмірної фізичної активності повинні отримувати

¹² Земцова І. І. Практикум з біохімії спорту : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. спортив. профілю / І. І. Земцова, С. А. Олійник. Київ : Олімп. л-ра, 2010. 183 с.

стандартну норму кальцію, особливо під час тренувань в умовах підвищених температур, оскільки значна кількість цього елемента виводиться з потом.

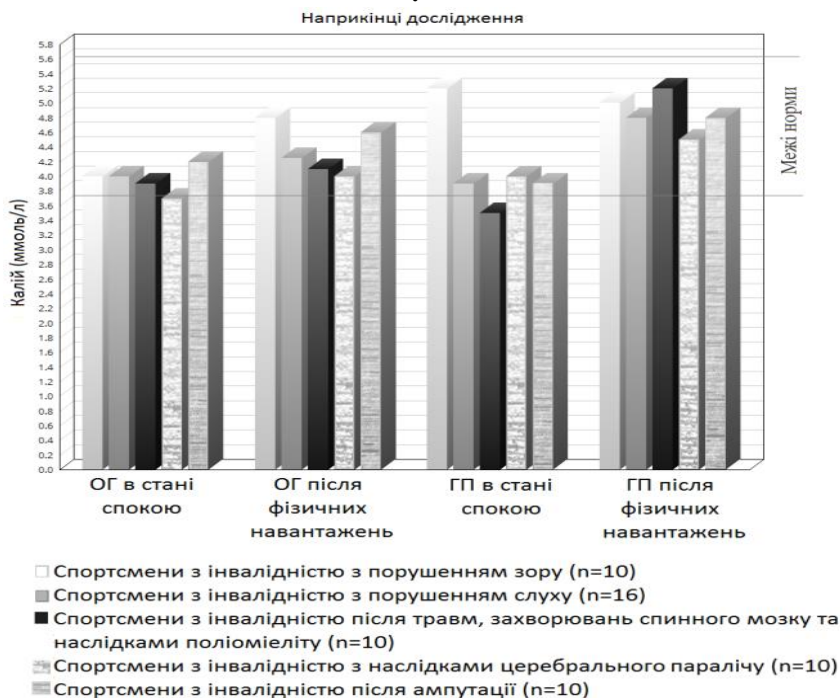


Рис. 1.2. Динаміка показників вмісту калію у крові кваліфікованих спортсменів з інвалідністю наприкінці дослідження

У показниках кальцію у крові кваліфікованих спортсменів з порушенням функції зорового аналізатора найбільші відмінності виявлено у спортсменів основної групи наприкінці дослідження.

У стані спокою вміст кальцію у цій групі становив 2,12 ммоль/л і зріс після фізичного навантаження на 25 %. У спортсменів із порушенням функції слухового аналізатора у стані спокою на початку дослідження вміст кальцію у крові спортсменів основної

групи становив 2,20 ммоль/л, після фізичного навантаження – 2,25 ммоль/л (рис. 1.3).

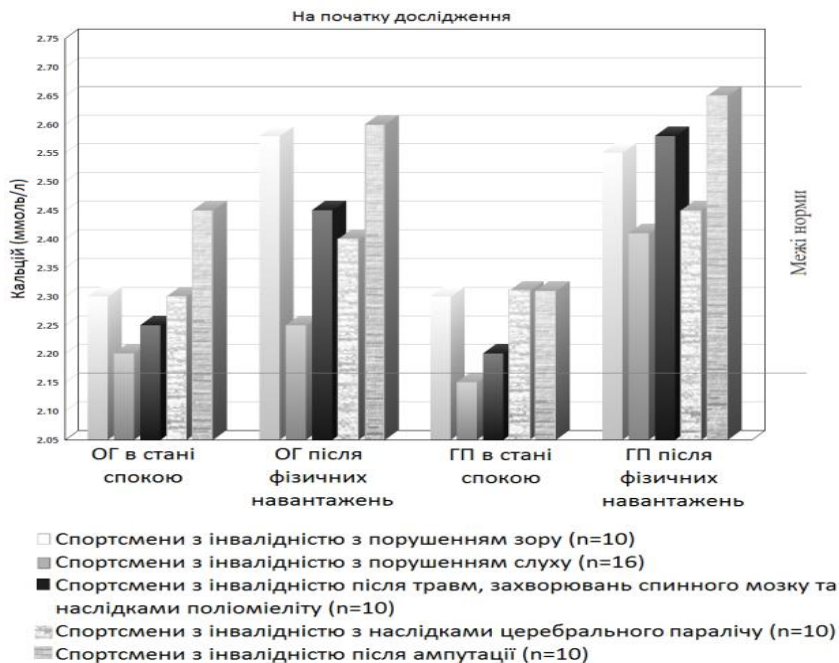


Рис 1.3. Динаміка показників вмісту кальцію у крові кваліфікованих спортсменів з інвалідністю на початку дослідження

Наприкінці дослідження у стані спокою вміст цього макроелемента у спортсменів основної групи становив 2,15 ммоль/л і підвищився після фізичного навантаження до 2,30 ммоль/л. У спортсменів групи порівняння на початку дослідження вміст кальцію у стані спокою дорівнював 2,15 ммоль/л і підвищився після фізичного навантаження до 2,41 ммоль/л, а наприкінці дослідження у стані спокою у спортсменів цієї групи становив 2,20 ммоль/л і підвищився після фізичного навантаження до 2,45 ммоль/л. Отже, більші відмінності у величині цього показника виявлено у групі порівняння.

У спортсменів після травм, захворювань спинного мозку та з наслідками поліомієліту різниця у вмісті кальцію у стані спокою

на початку дослідження між основною групою та групою порівняння становила 3%. Наприкінці дослідження – 5%. Після навантаження вміст кальцію зростає в обох групах. Більш вираженим є збільшення вмісту цього макроелемента у спортсменів групи порівняння як на початку, так і наприкінці дослідження (рис. 1.4).

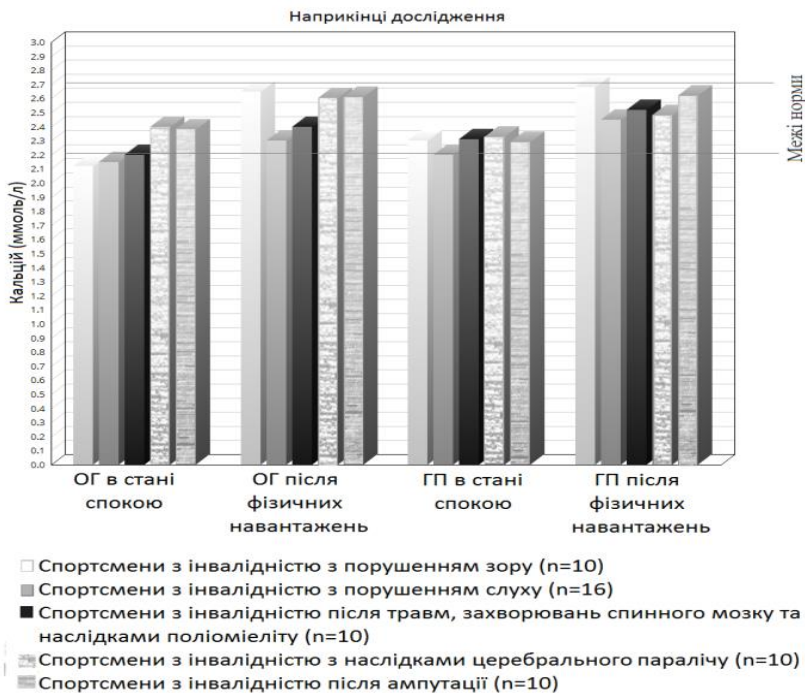


Рис. 1.4. Динаміка показників вмісту кальцію у крові кваліфікованих спортсменів з інвалідністю наприкінці дослідження

Вміст кальцію у крові спортсменів із наслідками церебрального паралічу основної групи у стані спокою на початку дослідження становив 2,30 ммоль/л, після навантаження – 2,40 ммоль/л. У спортсменів групи порівняння у стані спокою на початку дослідження вміст Са становив 2,31 ммоль/л, після фізичного навантаження – 2,45 ммоль/л. Аналогічна динаміка спостерігалася і наприкінці дослідження. Щодо вмісту кальцію у крові спортсменів

після ампутацій у стані спокою на початку дослідження показник цього макроелемента в основній групі був дещо вищим порівняно з групою порівняння. Після навантаження він зростає в обох групах, однак в основній групі це менш виражено.

Наприкінці дослідження у стані спокою вміст кальцію є дещо нижчий в обох групах, порівняно з початком дослідження. Після навантаження він зростає. Істотних відмінностей у зростанні вмісту цього макроелемента після фізичного навантаження наприкінці і на початку дослідження не виявлено.

Фосфор є другим найбільш поширеним мінералом в організмі людини. Близько 85% його кількості перебуває у кістках у вигляді кристалів гідроксиапатиту. Сполуки фосфору у вигляді аденозиндифосфору (АДФ) і аденозинтрифосфору (АТФ) є універсальним джерелом енергії для будь-яких живих клітин. Окрім того, фосфор відіграє важливу роль у діяльності головного мозку, серця і м'язової тканини¹³. Більшість людей отримують достатньо велику кількість фосфору з їжею, з безалкогольними напоями, які містять багато фосфатів. Розчинні солі фосфору формують фосфатну буферну систему, яка відповідає за кислотно-лужну рівновагу внутрішньоклітинної рідини. Вміст фосфору у спортсменів з порушенням функції зорового аналізатора на початку дослідження в основній групі був дещо вищим, порівняно з групою порівняння. Після навантаження вміст фосфору зростає як в основній, так і в групі порівняння на 7 % та 2 %, відповідно (рис. 1.5).

Вміст фосфору у спортсменів з порушенням функції слухового аналізатора основної групи на початку дослідження був дещо вищим порівняно з групою порівняння. Після навантаження він зростає в основній і в групі порівняння на 1 % та 5 %, відповідно. Наприкінці дослідження вміст фосфору у стані спокою у крові спортсменів обох груп істотно не відрізняється. Після навантаження він зростає в основній групі на 5 %, у групі порівняння – на 3 %, що не суттєво відрізняється від показників на початку дослідження. У спортсменів після травм, захворювань спинного мозку та з наслідками поліомієліту у показниках фосфору найбільш виражені зміни між періодом спокою та фізичним навантаженням у спортсменів основної групи наприкінці дослідження і становлять

¹³ Земцова І. І. Практикум з біохімії спорту : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. спортив. профілю / І. І. Земцова, С. А. Олійник. Київ : Олімп. л-ра, 2010. 183 с.

3%. Вміст фосфору на початку дослідження у стані спокою у спортсменів основної групи був дещо нижчим, порівняно з групою порівняння. Після навантаження вміст цього елемента істотно не змінюється в обох групах. Наприкінці дослідження вміст фосфору у стані спокою у крові спортсменів основної групи є нижчим порівняно з початком дослідження на 11,3%, а у крові спортсменів групи порівняння – на 5,7%. Після навантаження він зростає у спортсменів основної групи на 0,8%, в осіб групи порівняння – на 3% (рис. 1.6).

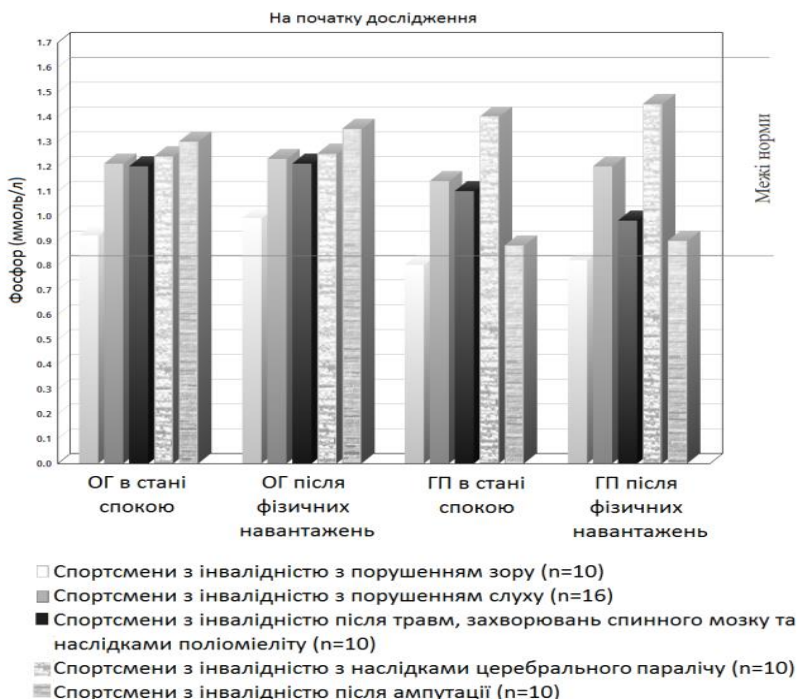


Рис. 1.5. Динаміка показників вмісту фосфору у крові кваліфікованих спортсменів з інвалідністю на початку дослідження

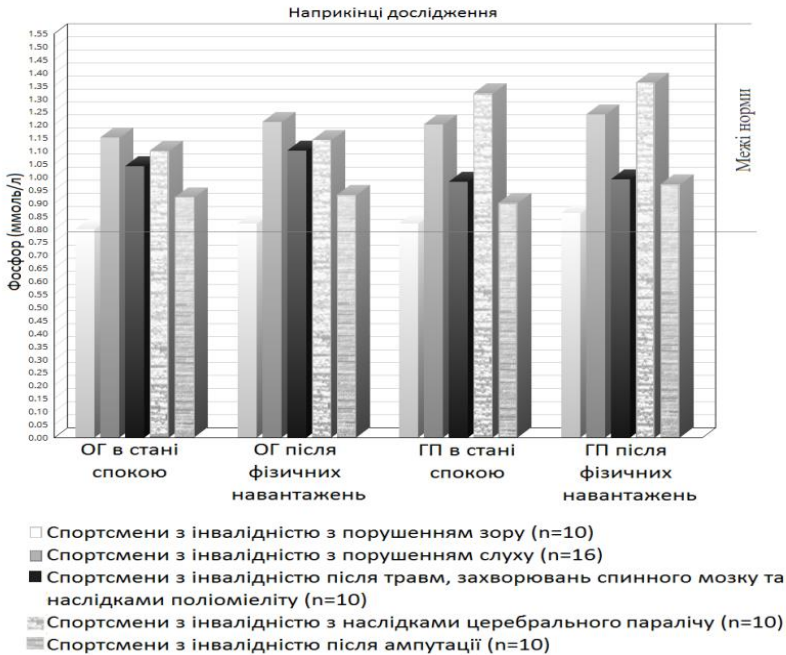


Рис. 1.6. Динаміка показників вмісту фосфору у крові кваліфікованих спортсменів з інвалідністю наприкінці дослідження

Показники фосфору у крові спортсменів з наслідками церебрального паралічу на початку дослідження у стані спокою у спортсменів основної групи був дещо нижчим порівняно з групою порівняння. Після навантаження вміст цього елемента істотно не змінюється в обох групах. Наприкінці дослідження вміст фосфору у стані спокою у крові спортсменів основної групи є нижчим порівняно з початком дослідження на 11,3%, а у крові спортсменів групи порівняння – на 5,7%. Після навантаження він зростає у спортсменів основної групи на 0,8%, в осіб групи порівняння – на 3%. Креатинін – один із метаболітів біохімічних реакцій амінокислотно-білкового обміну в організмі. Це кінцевий продукт креатинфосфокіназної реакції. Головним донатором АТФ для м'язової тканини є креатин фосфат – фосфорильована заміна

амінокислота креатин¹⁴. Після синтезу в печінці він потрапляє в м'язи, де і відбувається його дефосфорилування ферментом креатинфосфокіназою. Кінцевим продуктом цієї реакції є утворення АТФ і креатиніну. Аденозинтрифосфорна кислота (АТФ) витрачається м'язами на задоволення енергетичних потреб, а креатинін виділяється у кров, бере участь у енергетичному обміні. Як кінцевий продукт реакцій розпаду, він не витрачається в організмі на здійснення інших метаболічних процесів. Креатинін малотоксичний, але у разі різких відхилень від норми може шкідливо впливати на тканини, тому повинен максимально виводитися з організму. Виведення креатиніну здійснюють нирки з сечею після фільтрації. Весь креатинін не може бути фільтрований і екскретований нирками.

Це пов'язано з тим, що відбувається постійне його виділення в кров у результаті функціонування м'язової тканини. Однак плазма крові повинна містити відносно стабільну концентрацію креатиніну, яка може варіювати залежно від віку, особливостей м'язової активності і харчування. Порушення обміну креатиніну може статися на етапах його надходження, метаболізму або виведення¹⁵.

Існують максимальні та мінімальні межі норми креатиніну, які враховують усі ці моменти і свідчать про нормальне функціонування органів. Під час аналізу обміну креатиніну найчастіше доводиться мати справу з підвищенням концентрації цього метаболіту. Дуже важливо правильно інтерпретувати отримані показники з урахуванням можливості фізіологічного і патологічного підвищення, вікових норм та норм за статтю. Стан, при якому реєструється підвищення вмісту креатиніну в плазмі, називають гіперкреатинінемією. Підвищення рівня креатиніну може бути фізіологічним, що виникає не через захворювання, і патологічним. У цьому випадку поява згаданого метаболіту у більшості є наслідком різних патологічних станів і сигналізує про їх наявність. Основною причиною гіперкреатинемії виступає ниркова недостатність при будь-яких видах ураження нирок, при яких кількість креатиніну може підвищитися в кілька разів. Фізіологічна гіперкреатинемія ніколи не може бути представлена великим відхиленням від норми. Посилене фізичне навантаження

¹⁴ Земцова І. І. Практикум з біохімії спорту : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. спортив. профілю / І. І. Земцова, С. А. Олійник. Київ : Олімп. л-ра, 2010. 183 с.

¹⁵ Там само.

зумовлює збільшення в крові вмісту креатиніну. У спортсменів із порушенням функції зорового аналізатора основної групи на початку дослідження вміст креатиніну у крові після фізичного навантаження зростає на 5 % і на 12 % у групі порівняння (рис. 1.7).

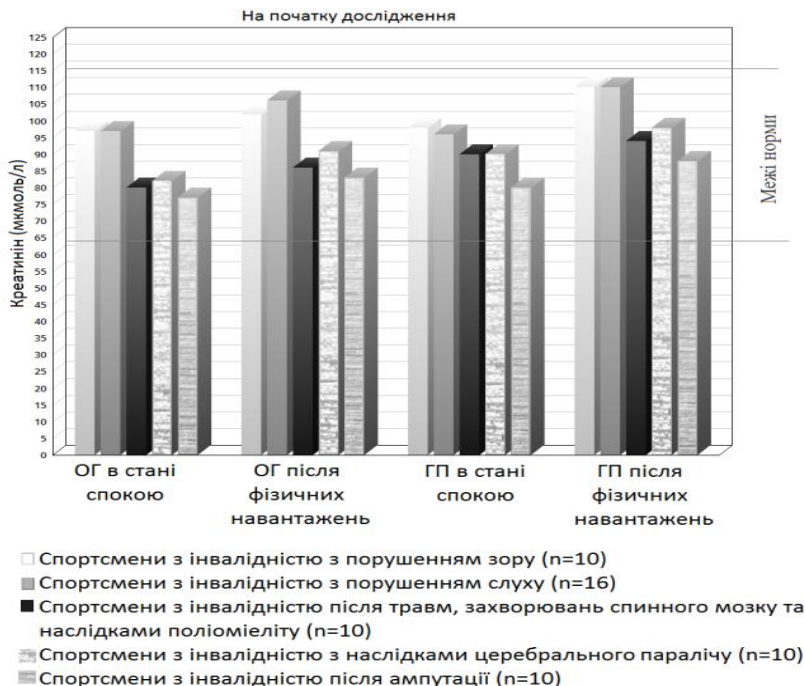


Рис. 1.7. Динаміка показників вмісту креатиніну у крові кваліфікованих спортсменів з інвалідністю на початку дослідження

Наприкінці дослідження в основній групі після фізичного навантаження вміст креатиніну зростає на 4%, у групі порівняння – на 7%. Таку динаміку спостерігаємо у всіх дослідженнях. Ми не виявили істотних відмінностей вмісту цього показника між основною групою та групою порівняння на початку та наприкінці дослідження, а також між нозологічними формами захворювань (рис. 1.8).

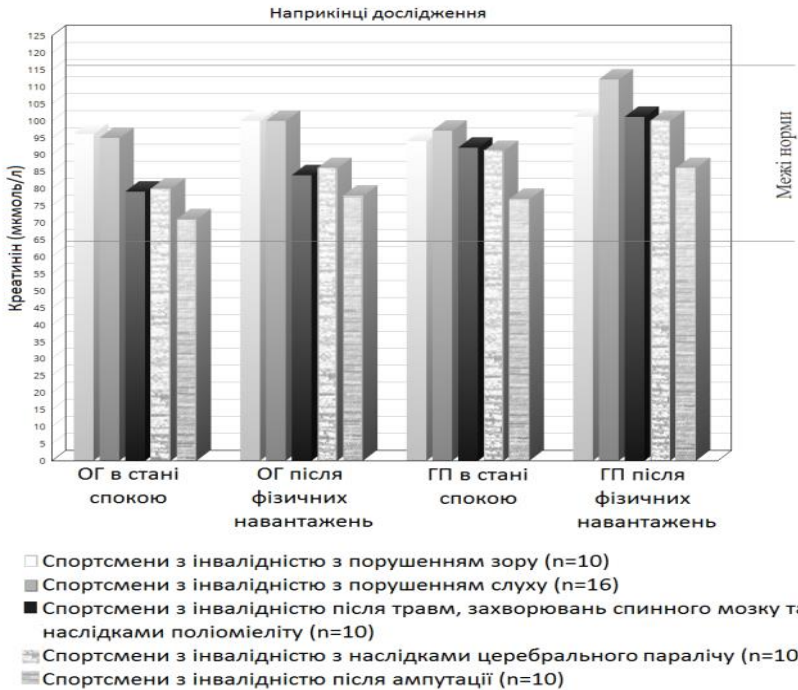


Рис. 1.8. Динаміка показників вмісту креатиніну у крові кваліфікованих спортсменів з інвалідністю наприкінці дослідження

Ці показники є в межах норми, а підвищення вмісту цього метаболіту після фізичного навантаження пояснюється фізіологічними причинами, оскільки під час м'язової роботи відбувається інтенсивне розщеплення креатинфосфату. Такий показник є лабільним, тому певні відмінності у значенні цього показника пояснюються залежністю його від м'язової маси та складу раціону.

Аналогічну динаміку виявлено стосовно активності креатинфосфокінази у крові спортсменів з інвалідністю досліджуваних груп. Креатинфосфокіназа – це фермент, природний

каталізатор хімічних реакцій, що значно збільшує швидкість утворення АТФ креатину і АДФ¹⁶.

Ця реакція протікає з великою швидкістю під час інтенсивних м'язових скорочень. У спортсменів із порушенням функції зорового аналізатора на початку дослідження активність креатинфосфокінази у крові після фізичного навантаження зростає в основній групі на 8%, у групі порівняння – на 10% (рис. 1.9).

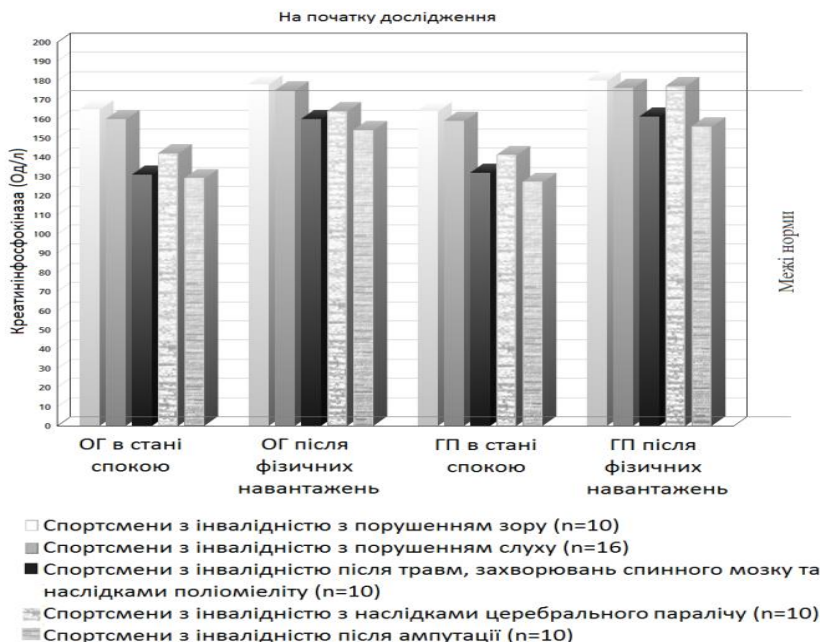


Рис 1.9. Динаміка показників вмісту креатинфосфокінази у крові кваліфікованих спортсменів з інвалідністю на початку дослідження

Наприкінці дослідження в основній групі після фізичного навантаження активність ферменту зростає на 30%, у групі порівняння – на 19%. Таку динаміку спостерігаємо у всіх досліджуваних групах (рис. 1.10).

¹⁶ Земцова І. І. Практикум з біохімії спорту : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. спортив. профілю / І. І. Земцова, С. А. Олійник. Київ : Олімп. л-ра, 2010. 183 с.

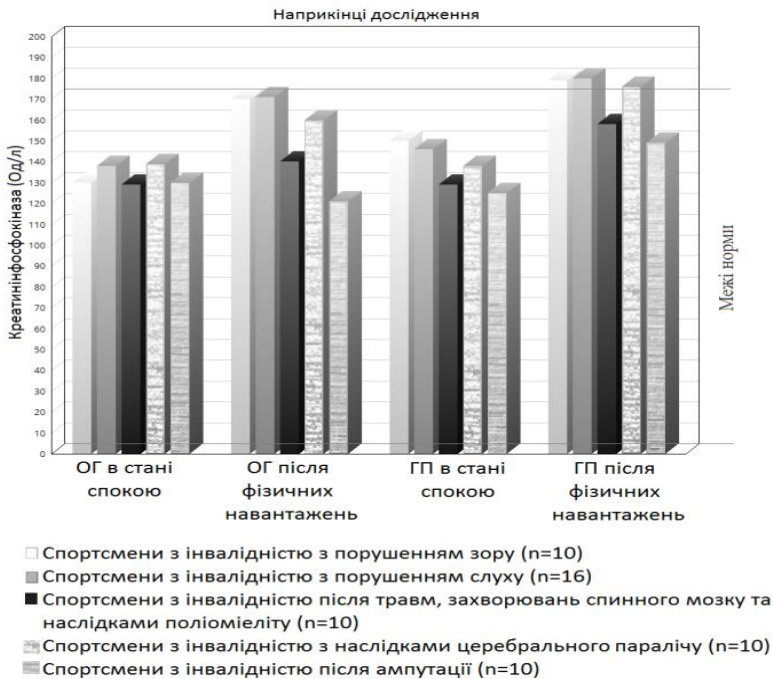


Рис. 1.10. Динаміка показників вмісту креатинфосфокінази у крові кваліфікованих спортсменів з інвалідністю наприкінці дослідження

Підвищення активності креатинфосфокінази після навантаження пояснюється інтенсивним ресинтезом АТФ під час фізичних навантажень. Пристосувально-компенсаторні зміни, що виникають в організмі внаслідок впливу чинників довкілля та внутрішнього середовища, забезпечуються нервовими центрами та системами регулювання. Гіпоталамо-гіпофізарно-адренкортикальна система відіграє першорядну роль у регуляції обмінних процесів, які визначають розвиток загального адаптаційного синдрому у відповідь на стрес. Зміни рівня функціонування нейроендокринної системи зумовлюють зрушення не тільки секреції гормонів, а й рецепторної реалізації їхньої дії.

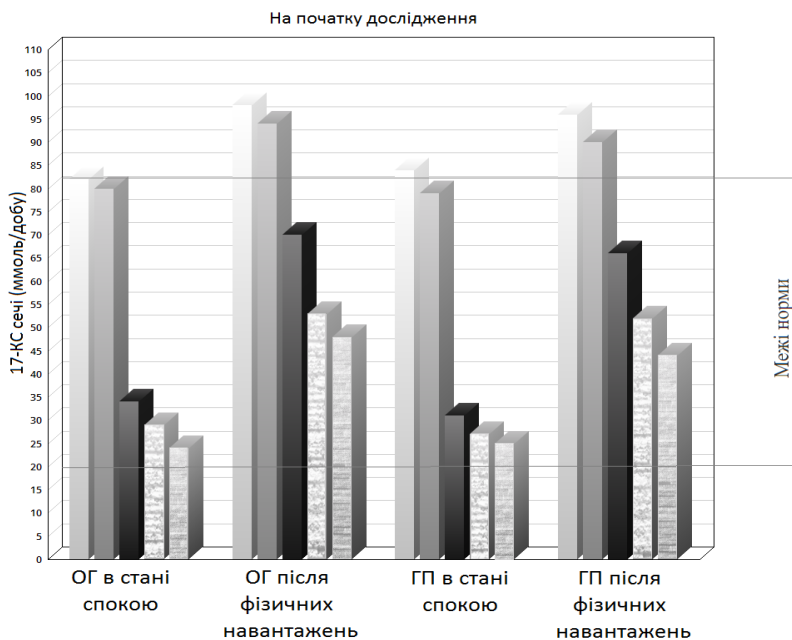
Показниками, які характеризують реакцію організму на фізичне навантаження, є 17-кетостероїди, що є продуктами метаболізму

чоловічих статевих гормонів андрогенів. Їх назва пов'язана з наявністю карбонільної групи в 17-му положенні стероїдного кільця молекули. У жіночому організмі практично всі 17-кетостероїди, які виділяються з сечею, утворюються з андрогенів, секретуються корою надниркових залоз. У чоловіків джерелом 1/3 загальної кількості метаболітів андрогенів є яєчка, а 2/3 – надниркові залози. Близько 10–15 % 17-кетостероїдів утворюються з попередників глюкокортикоїдів, зокрема кортизолу¹⁷. Розпад і перетворення гормонів відбувається в печінці шляхом злиття з глюкуронідом або сульфатом і подальшого виділення з сечею. Аналіз на 17-КС сечі містить кілька показників: етіохоланолон, андростендіон, дегідроепіандростерон, андростерон, епіандростерон. Вміст 17-КС сечі спортсменів із порушенням функції зорового аналізатора основної групи на початку дослідження після фізичного навантаження зростає на 19 % та на 14% у групі порівняння.

Наприкінці дослідження у спортсменів основної групи цей показник підвищився на 10 % та на 26 % у групі порівняння (рис. 1.11).

У спортсменів із порушенням функції слухового аналізатора вміст 17-КС сечі після фізичного навантаження зростає на початку дослідження на 17% в основній групі та на 13% – у спортсменів групи порівняння; наприкінці дослідження – на 3% у спортсменів основної групи, та 11 % – у групі порівняння. У групах спортсменів з інвалідністю після травм, захворювань спинного мозку та з наслідками поліомієліту, у групах спортсменів з інвалідністю з наслідками церебрального паралічу та після ампутацій відсоток зростання вмісту цього метаболіту після фізичного навантаження є вищим. Так, вміст 17-КС сечі спортсменів з інвалідністю з наслідками церебрального паралічу зростає після фізичного навантаження на 82% на початку дослідження у спортсменів основної групи та на 92% у спортсменів групи порівняння; наприкінці дослідження у спортсменів основної групи – на 63% та на 96% – у спортсменів групи порівняння. Аналогічна динаміка простежується і у групі спортсменів після ампутацій (рис. 1.12).

¹⁷ Земцова І. І. Практикум з біохімії спорту : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. спортив. профілю / І. І. Земцова, С. А. Олійник. Київ : Олімп. л-ра, 2010. 183 с.



- Спорсмени з інвалідністю з порушенням зору (n=10)
- Спорсмени з інвалідністю з порушенням слуху (n=16)
- Спорсмени з інвалідністю після травм, захворювань спинного мозку та наслідками поліомієліту (n=10)
- ▨ Спорсмени з інвалідністю з наслідками церебрального паралічу (n=10)
- ▨ Спорсмени з інвалідністю після ампутації (n=10)

Рис. 1.11. Динаміка показників 17 КС сечі кваліфікованих спортсменів з інвалідністю на початку дослідження

Підвищення вмісту цих метаболітів є результатом стрес-реакції організму у відповідь на фізичні навантаження. Однак позитивним є те, що наприкінці дослідження відсоток підвищення концентрації гормону знижується.

За результатами досліджень, які ми провели, можна стверджувати про позитивний вплив засобів особистісно орієнтованих програм фізичної реабілітації спортсменів з інвалідністю різних нозологічних форм захворювань на біохімічні показники деяких макроелементів та зменшення стрес-реакції організму на фізичні навантаження.

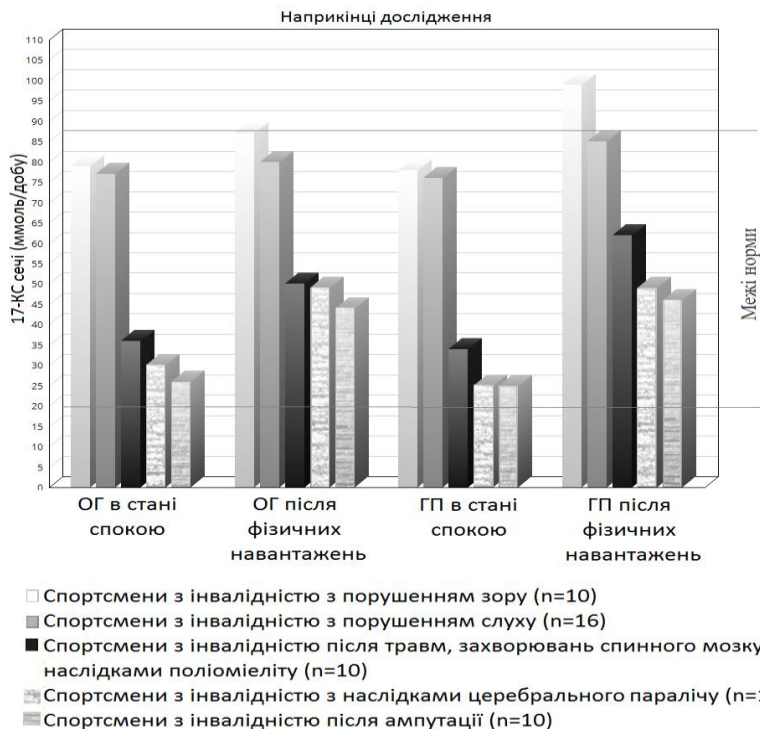


Рис. 1.12. Динаміка показників 17 КС сечі кваліфікованих спортсменів з інвалідністю наприкінці дослідження

2. Показники термографії під час фізичної реабілітації спортсменів з інвалідністю

Температура тіла людини підтримується на відносно постійному рівні незалежно від коливання температури зовнішнього середовища^{18, 19}.

¹⁸ Boghushhesky Dariush, Kovalska Siljvija, Adamchuk Jakub Ghregoshh, Bjaloshevsky Dariush. Ocinka efektyvnosti sportyvnoho masazhu v pidtrymci rozmynky. *Pedagoghika, psykhologhija ta medyko-biologhichni problemy fizychnogho vykhovannja i sportu*, 2014, no. 10, pp. 67-71. doi:10.5281/zenodo.10496

¹⁹ Rudenko R., Mahlovanyy A., Shuyan O., Prystupa T. Physical rehabilitation and thermoregulatory processes in athletes with disabilities. *Journal of Physical Education and Sport*. 2015. Vol. 15, is. 4. P. 730–735.

Ця постійність температури називається ізотермією. Ізотермія необхідна для нормального функціонування органів людини і зберігається лише завдяки рівновазі між теплоутворенням і тепловіддачею всього організму. Це досягається завдяки фізіологічним механізмам терморегуляції (нервовим і ендокринним). Оптимальне співвідношення теплопродукції і тепловіддачі забезпечується сукупністю фізіологічних процесів, званих терморегуляцією. Розрізняють фізичну (теповіддача) і хімічну (теплоутворення) терморегуляцію. Показниками, що визначають інтенсивність метаболізму в організмі, є кількість тепла, а отже, і температура тіла. Забезпечення температурного балансу здійснюється механізмами теплоутворення (хімічною терморегуляцією, зумовленою збільшенням інтенсивності метаболічних процесів у тканинах; скоротливим термогенезом) та тепловіддачі (фізичною терморегуляцією), що забезпечується конвекцією, радіацією, випаровуванням, проведенням. Хімічна терморегуляція відбувається внаслідок зміни рівня теплоутворення під дією зовнішнього середовища. Основним джерелом теплоутворення в організмі є клітинний метаболізм. У клітинах і органах проходять окисні процеси, які супроводжуються вивільненням енергії. Найбільш інтенсивне теплоутворення відбувається у м'язах. У спокої в скелетних м'язах виробляється 20 % тепла. Незначна рухова активність збільшує теплоутворення на 50–80 %, а важка м'язова робота на 400–500 %²⁰. У всіх згаданих механізмах важливу роль відіграє шкірний кровообіг. Якщо його інтенсивність зростає, віддача тепла значно збільшується. Цьому також сприяє збільшення обсягу циркулюючої крові. Термографія – метод функціонального діагностування, заснований на реєстрації інфрачервоного випромінювання тіла людини, пропорційного до його температури, що дає змогу визначити кількісну характеристику процесів терморегуляції організму під час виконання різних фізичних навантажень, маніпулятивних дій. Розподіл та інтенсивність теплового випромінювання в нормі визначається особливістю фізіологічних процесів, які відбуваються в організмі людини.

²⁰ Rudenko R., Mahlovanuy A., Shuyan O., Prystupa T. Physical rehabilitation and thermoregulatory processes in athletes with disabilities. *Journal of Physical Education and Sport*. 2015. Vol. 15, is. 4. P. 730–735.

Коливання температури шкіри залежить від низки чинників: судинних реакцій, швидкості кровообігу, наявності локальних або загальних джерел тепла всередині тіла. За допомогою методу термографії ми досліджували вплив засобів фізичної реабілітації на температуру шкіри окремих ділянок тіла спортсменів з інвалідністю різних нозологічних форм захворювань. Розподіл температури в різних частинах людського тіла може слугувати діагностичним критерієм і доказом певних фізіологічних процесів, які відбуваються в організмі і спричинені механічною дією, фізичним навантаженням тощо. Вплив теплових процедур у відновленні спортсменів-інвалідів плавців обґрунтовано у наукових дослідженнях Тетяни Приступи (2014)²¹. Автор зазначає, що під час тренування напруженість м'язів має хвилеподібний характер, фінська сауна зменшує підвищений тонус м'язів у стані спокою, підтримує fit body condition.

Ці висновки підтверджують можливість використання сауни у відновлювальному процесі спортсменів з інвалідністю. Адамчук Якуб Грегощ, Мастей Маріуш, Богушевски Даріуш (2014) досліджували використання термографії у непрямій неінвазивній оцінці фізичної працездатності. Досліджували вплив тестових фізичних навантажень на зміну температури шкіри окремих частин тіла та визначали залежність між температурою тіла та максимальним споживанням кисню (VO₂max). Результати дослідження свідчать про пряму залежність між температурою тіла та рівнем максимального споживання кисню. Зокрема, чим нижча температура шкіри тулуба, тим вище VO₂max.

Упродовж наших досліджень ми визначали температуру шкіри спини, верхніх та нижніх кінцівок у стані спокою, після фізичного навантаження, після застосування загальноприйнятих засобів відновлення та засобів фізичної реабілітації. Дослідження проводили в одному приміщенні, в однаковий час (у першій половині дня).

У жінок не проводили дослідження у період овуляції (температура тіла жінки залежить від ритму гормональної

²¹ Prystupa Tetjana. Vplyv termichnoji peregrivu na zminu pruzhnosti skeletnykh m'jaziv u sportsmeniv-invalidiv, shho berutj uchastj v plavanni [The effect of thermal overheating upon the change of skeletal muscles elasticity in athletes with disabilities who do swimming]. *Pedagoghika, psykholohija ta medyko-biologhichni problemy fizychnogho vykhovannja i sportu*, 2014, no. 7, pp. 43-49. doi:10.6084/m9.figshare.1015582

активності, менструального циклу). Для спортсменів основної групи застосовували засоби, що входили до особистісно орієнтованих програм фізичної реабілітації, які розробили ми, для спортсменів групи порівняння – загальноприйняті засоби відновлення, які рекомендували медичні центри тренувальних баз.

Показники термографії спини, верхніх та нижніх кінцівок ОГ та ГП у стані спокою спортсменів з інвалідністю з порушенням функції зорового та слухового аналізатора були дещо нижчими від меж фізіологічної норми (34–36 °С). Особливо цей показник відрізнявся на ділянках шкіри верхніх та нижніх кінцівок в усіх нозологічних групах. Лише у спортсменів після ампутацій температура шкіри спини була у межах фізіологічної норми (ОГ – 34,25 °С; ГП – 34,15 °С).

Після фізичного навантаження показники термографії підвищувалися в обох групах досліджуваних. Після застосування засобів відновлення та засобів фізичної реабілітації показники термографії підвищилися як у спортсменів групи порівняння, так і у спортсменів основної групи. Проте показники термографії спортсменів основної групи були вищими від групи порівняння.

Спортсмени після травм, захворювань спинного мозку та з наслідками поліомієліту, з наслідками церебрального паралічу мають порушення або повну відсутність рухових функцій верхніх / нижніх кінцівок, порушення функцій органів малого таза, атрофію м'язів, знижений метаболізм.

Звуження судин шкіри, відкриття артеріовенозних анастомозів зменшує приплив тепла від ядра до оболонки та сприяє збереженню його в організмі, про що свідчать показники термографії спини, верхніх та нижніх кінцівок перед застосуванням засобів фізичної реабілітації (рис. 2.1).

Завдяки здатності підтримувати постійну температуру тіла і здатності теплового випромінювання тканин ми можемо визначити, наскільки нижчі ці показники від фізіологічної норми (рис. 2.2).

Лише після застосування засобів особистісно орієнтованих програм з фізичної реабілітації показники термографії спортсменів основної групи досягли меж норми у ділянці спини, показники верхніх та нижніх кінцівок були нижчими в обох групах досліджуваних.

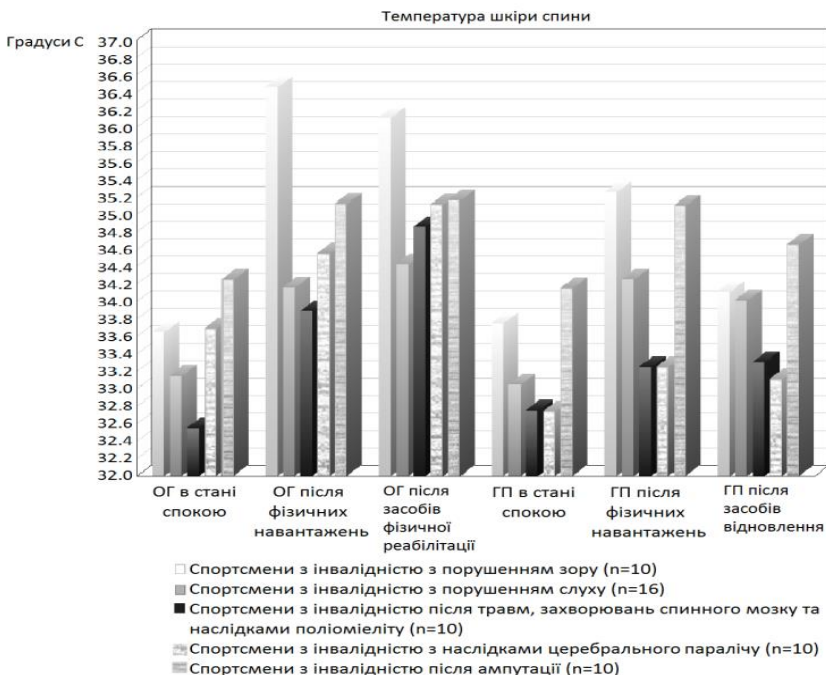


Рис. 2.1. Динаміка показників термографії шкіри спини спортсменів з інвалідністю різних нозологічних форм захворювань

Привертає увагу той факт, що в показниках термографії після застосування засобів фізичної реабілітації, засобів відновлення спостерігається підвищення температури шкіри, що впливає на процеси метаболізму, знижує процеси атрофії у м'язах, поліпшує кровопостачання органів малого таза.

Ми довели, що у разі млявих та спастичних паралічів механізм терморегуляції порушується і часткова стимуляція цього процесу відбувається через застосування засобів фізичної реабілітації. Після застосування курсу фізичної реабілітації за особистісно орієнтованими програмами спостерігаємо підвищення температури шкіри досліджуваних ділянок тіла (рис. 2.3).

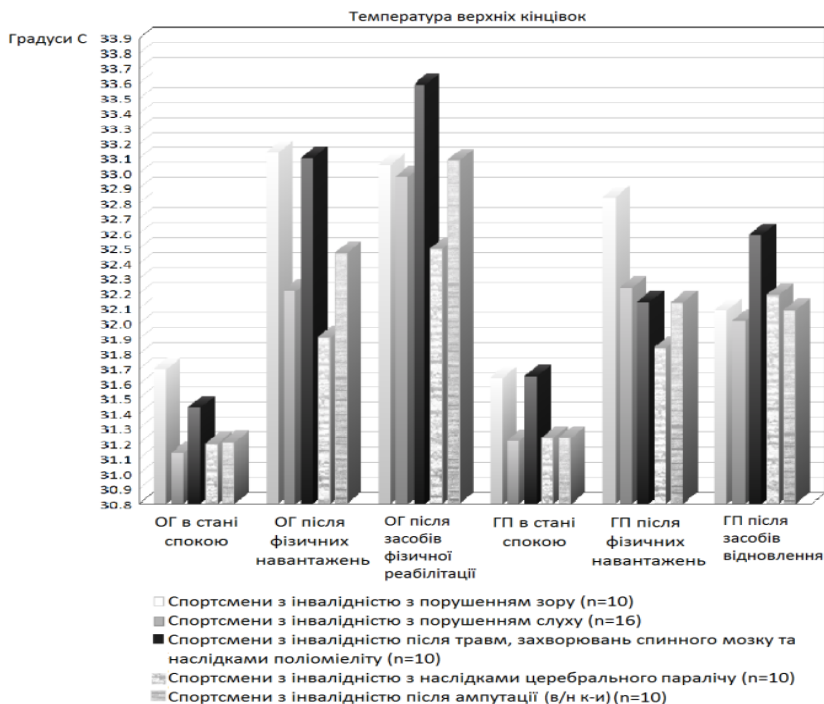


Рис. 2.2. Динаміка показників термографії шкіри верхніх кінцівок спортсменів з інвалідністю різних нозологічних форм захворювань

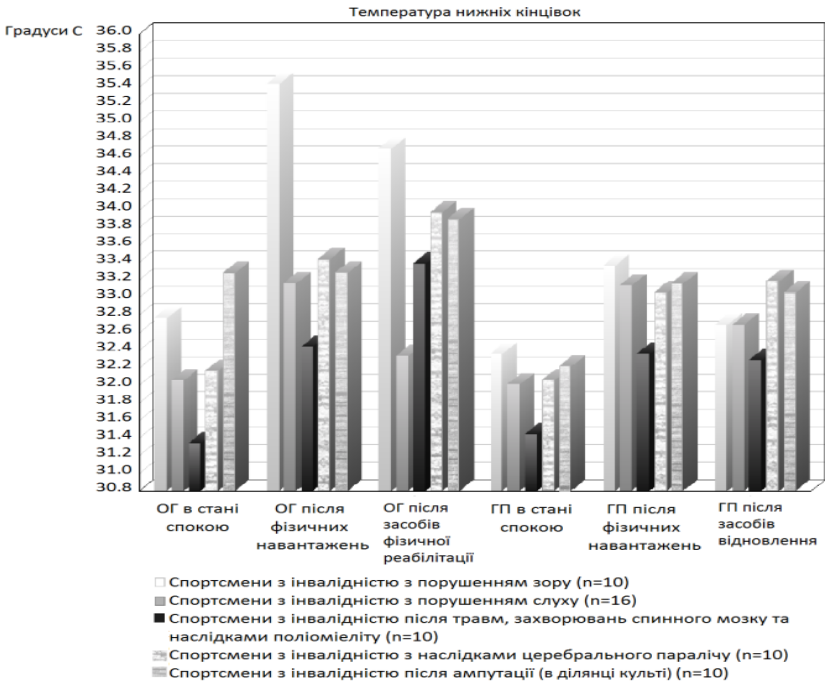


Рис. 2.3. Динаміка показників термографії шкіри нижніх кінцівок спортсменів з інвалідністю різних нозологічних форм захворювань

Очевидно, підвищення температури мало терміновий ефект під час застосування лікувальної фізичної культури, зокрема спеціальних вправ, корекційного масажу. Серед вільних нервових закінчень є рецептори, чутливі не лише до больових, а й до механічних і температурних подразнень^{22, 23}.

²² Nesterchuk N., Grygus I., Ievtukh M., Kudriavtsev A., Sokolowski D. (2020). Impact of the wellness programme on the students' quality of life. *Journal of Physical Education and Sport*, Vol 20 (Supplement issue 2), 929–938.

²³ Rudenko R., Mahlovany A., Shuyan O., Prystupa T. Physical rehabilitation and thermoregulatory processes in athletes with disabilities. *Journal of Physical Education and Sport*. 2015. Vol. 15, is. 4. P. 730–735.

ВИСНОВКИ

Під час нашого дослідження було виявлено вибірковий вплив застосованих засобів фізичної реабілітації на окремі функції, що є важливим для запобігання розиткові порушень у різних органах та системах організму.

Порушення (зміни) у функціональній активності м'язів насамперед відображаються в біохімічних показниках креатину і креатиніну в сироватці (плазмі) крові, а тому їх кількісне визначення служить маркером стану м'язів. Ушкодження м'язової тканини, невідповідне фізичне навантаження, порушення в харчуванні призводять до підвищення креатиніну в крові. Ми припускаємо, що рівень фізичних навантажень, застосування засобів фізичної реабілітації відповідають функціональним можливостям енергозабезпечення роботи м'язів спортсменів з інвалідністю. Підвищення рівня креатиніну у крові, очевидно, пов'язано з фізичним навантаженням, що вимагає підвищеного енергозабезпечення роботи м'язів. Креатинфосфокіназа (КФК) відіграє важливу роль в енергетичному обміні м'язової, нервової та інших тканин. Найбільше ферменту містять скелетна мускулатура, міокард та мозок. Достатньо високою активність КФК є в щитоподібній залозі та легенях. Фізичні навантаження можуть підвищувати каталітичну концентрацію КФК в плазмі крові. Оскільки ізоферменти КФК перебувають у скелетній мускулатурі, міокарді та ЦНС, визначення загальної активності КФК застосовують переважно для діагностування міопатій, інфаркту міокарда, зниження активності і захворювань ЦНС. Підвищене значення активності ферменту виявляють після значного фізичного навантаження, спортивних змагань. Ми це використали для виявлення відповідного фізичного навантаження під час тренувальної діяльності спортсменів з інвалідністю. Високий рівень КФК дає змогу діагностувати ушкодження м'язів, включаючи серцевий м'яз. Істотне збільшення рівня КФК сироватки свідчить про невідповідно високі фізичні навантаження, зниження характеризує малорухливий спосіб життя, зменшення м'язової маси. Деяке збільшення рівня екскреції 17-КС може свідчити про зниження захисних функцій організму. У тренувальному процесі спортсменів з інвалідністю визначення рівня екскреції 17-КС у добовій сечі може бути показником правильного фізичного навантаження й емоційного напруження.

Розподіл температури в різних частинах тіла може слугувати діагностичним критерієм і доказом певних фізіологічних процесів, які відбуваються в організмі спричинені механічною дією, фізичним навантаженням тощо. Відомо, що м'язова робота різної інтенсивності супроводжується підвищенням температури тіла. Це можна розцінювати як простий наслідок посиленої теплопродукції, або як активну спрямовану фізіологічну реакцію, корисну й необхідну для здійснення м'язової діяльності. Абсолютний рівень температури тіла під час фізичних навантажень є активно регульованою реакцією, ступінь якої залежить від інтенсивності фізичних навантажень. Застосування засобів фізичної реабілітації сприяє посиленню інтенсивності кровообігу, кровонаповнення судин, поліпшенню тонуусу артеріол і венул, що призводить до нормалізації венозного відтоку і температури шкіри ділянок тіла у спортсменів з інвалідністю.

АНОТАЦІЯ

За допомогою визначення біохімічних показників стану артеріальної, венозної крові та сечі вперше було вивчено реакцію організму на фізичні навантаження, засоби відновлення та засоби фізичної реабілітації спортсменів з інвалідністю різних нозологічних форм захворювань. Зміни у функціональній активності м'язів насамперед відображаються в біохімічних показниках креатину і креатиніну в сироватці (плазмі) крові, а тому їх кількісне визначення служить маркером стану м'язів. Ми не виявили істотних відмінностей вмісту даних мікроелементів між групами досліджуваних, а також між нозологічними формами захворювань. Для спортсменів з інвалідністю визначення екскреції 17-КС у добовій сечі може бути показником рівня фізичного навантаження й емоційного напруження. Найсуттєвіші зміни у показниках були виявлені у спортсменів з наслідками церебрального паралічу: після фізичного навантаження екскреція 17-КС зростає на 82 % на початку дослідження у спортсменів основної групи, та на 92 % у спортсменів групи порівняння; наприкінці дослідження у спортсменів основної групи екскреція 17-КС підвищилася на 63 %, та на 96 % у спортсменів групи порівняння. Аналогічна динаміка простежується і у групі спортсменів після ампутацій. Підвищення вмісту даних метаболітів

є результатом стрес реакції організму у відповідь на застосовані фізичні навантаження.

Вперше методом термографії ми встановили зміну фізіологічних процесів, які відбуваються в організмі спричинені механічною дією, фізичним навантаженням, засобами відновлення та фізичної реабілітації. Ми довели, що застосування засобів фізичної реабілітації сприяє посиленню інтенсивності кровообігу, кровонаповнення судин, покращенню тонуусу артеріол і венул, що призводить до нормалізації венозного відтоку і температури шкіри ділянок тіла у спортсменів з інвалідністю.

Література

1. Земцова І. І. Практикум з біохімії спорту : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. спортив. профілю / І. І. Земцова, С. А. Олійник. Київ : Олімп. л-ра, 2010. 183 с.

2. Магльований А. В. Показники функціонального стану нервово-м'язової та сенсорних систем спортсменів – паралімпійців. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту*. 2012. № 3. С. 75–78.

3. Boghushhesky Dariush, Kovalska Siljvija, Adamchuk Jakub Ghreghoshh, Bjaloshevsky Dariush. Ocinka efektyvnosti sportyvnoho masazhu v pidtrymci rozmynyky. *Pedagogika, psykhologhija ta medyko-biologhichni problemy fizychnogho vykhovannja i sportu*, 2014, no. 10, pp. 67-71. doi:10.5281/zenodo.10496

4. Nesterchuk N., Grygus I., Ievtukh M., Kudriavtsev A., Sokolowski D. (2020). Impact of the wellness programme on the students' quality of life. *Journal of Physical Education and Sport*, Vol 20 (Supplement issue 2), 929–938.

5. Rudenko R., Mahlovanyy A., Shuyan O., Prystupa T. Physical rehabilitation and thermoregulatory processes in athletes with disabilities. *Journal of Physical Education and Sport*. 2015. Vol. 15, is. 4. P. 730–735.

6. Prystupa T. Impact of athletic recovery parameters of hemodynamics in disabled powerlifters with cerebral palsy. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2017. № 3. С. 131–138.

7. Prystupa Tetjana. Vplyv termichnoji pereghrivu na zminu pruzhnosti skeletnykh m'jaziv u sportsmeniv-invalidiv, shho berutj uchastj v plavanni [The effect of thermal overheating upon the change of

skeletal muscles elasticity in athletes with disabilities who do swimming]. *Pedagogika, psykhologhija ta medyko-biologhichni problemy fizychnogho vykhovannja i sportu*, 2014, no. 7, pp. 43-49. doi:10.6084/m9.figshare.1015582

8. Rudenko R. Analysis of Results of Biochemical Indicators of Disabled Athletes in the Dynamics of Physical Therapy Programs. *Journal of Physical Education and Sport*. 2017. Vol. 17, is. 3. P. 2148–2151.

9. Rudenko R. Improvement of the massage curriculum for the future physical therapists. Proceedings of the 4th EMUNI Higher Education & Research Conference. Slovenia, 2013. S. 47–52.

Information about the authors:

Rudenko Romanna Evgenevna,

Associate Professor, Candidate of Science
in Physical Education and Sport,
Department of Sports Medicine, Human Health
Lviv State University of Physical Culture named after Ivan Boberskij
Kosciuszko Str., 11, 79000, Lviv, Ukraine

Mahlovanyy Anatoliy Vasyloviyh,

Doctor of Biological Sciences, Professor,
Academician of the National Academy Sciences
of Higher School of Ukraine,
Vice-rector in charge of Scientific-research,
Professor of department of physical training and sports medicine
Danylo Halytsky National Medical University
Pekarska Str., 69, 79010, Lviv, Ukraine

Grygus Igor Mychajlovych,

Doctor of Medical Sciences, Professor,
Director of Institute of Health,
National University of Water and Environmental Engineering
Soborna Str. 11, 33018, Rivne, Ukraine

Kuninets Olha Bogdanivna,

Associate Professor Ph (biology),
Head of the Department of physical training and sports medicine
Danylo Halytsky National Medical University
Pekarska Str., 69, 79010, Lviv, Ukraine