

МЕТАБОЛІЗМ АРГІНІНУ В ТКАНИНАХ ОРГАНІЗМУ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ФІЗИЧНУ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ СПОРТСМЕНІВ

Ганна Осипенко¹, Наталія Вдовенко², Людмила Станкевич¹, Анна Іванова²

¹Національний університет фізичного виховання і спорту України

²Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту

Анотація. Ганна Осипенко, Наталія Вдовенко, Людмила Станкевич, Анна Іванова. Метаболізм аргініну в тканинах організму та його вплив на фізичну працездатність спортсменів // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. – 2015. – № 33 (1). – С. 34-40. *Мета дослідження* – розкрити біологічну роль та метаболізм аргініну в тканинах під час фізичних навантажень, а також виявити ефективність використання екзогенного аргініну на фізичну працездатність спортсменів. *Методи:* теоретичний аналіз та узагальнення даних сучасної наукової літератури. *Результати:* Показано широкий спектр біологічної дії амінокислоти аргініну в організмі людини, який пов'язаний із утворенням з нього оксиду азоту, креатину та креатинфосфату, участі в знешкодженні аміаку, активації екскреції гормонів, зокрема гормону росту, активації синтезу інших важливих речовин, необхідних для забезпечення адаптаційних процесів під час фізичних тренувань. Розкрито тканинний метаболізм аргініну та виявлено неоднозначний вплив харчових аргініновмісних добавок на фізичну працездатність спортсменів, що потребує подальших досліджень з даного наукового напрямку.

Ключові слова: аргінін, метаболізм, спортсмени, фізична працездатність.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій

У практиці сучасного спорту широко використовують різні фармакологічні препарати та харчові добавки, що підвищують фізичну працездатність, прискорюють перебіг процесів відновлення, запобігають розвитку втоми та виснаженню організму спортсменів або сприяють більш швидкій його реабілітації. Згідно з одним з базових положень, що наведено в роботі Г. Макарової [5], використання фармакологічної підтримки спортсменами та застосування відновних препаратів повинно базуватися на «чіткому науковому уявленні того, з якою метою вони використовуються, які основні механізми їх дії, та виходячи з цього, характері впливу на ефективність тренувального процесу». Це положення аргументує необхідність використання спортсменами лише тих препаратів, що не будуть порушувати динаміку адаптаційних процесів, поглиблювати рівень втоми і матиме чітке наукове обґрунтування ефективності їх дії на процеси метаболізму та функції організму спортсмена в певному періоді річного циклу підготовки.

Протягом останніх десятиріч, у зв'язку з відкриттям важливої ролі оксиду азоту (NO) як універсального регулятора внутрішньоклітинного метаболізму та міжклітинних взаємодій в організмі людини, в клінічній і спортивній практиці стали широко використовувати азотовмісні біологічні добавки, що впливають на активність ферментів метаболізму оксиду азоту або є попередниками його утворення [28]. В багатьох оглядових роботах показано суттєвий вплив NO на стан здоров'я людини, протікання процесів адаптації до різних факторів середовища, в тому числі і фізичних навантажень [1, 6-8, 34, 36]. Оксид азоту регулює процес розслаблення кровоносних судин, що викликає їх розширення та сприяє кращому надходженню в скелетні м'язи і міокард поживних речовин і кисню, тобто покращує енергетичний потенціал, впливає на експресію генів окремих ферментних систем і скоротливих білків м'язів, тобто регулює біосинтетичні процеси, підвищує активність ферментів біологічного окиснення в мітохондріях, антиоксидантної захисної системи клітин, покращує функцію імунної системи, бере участь у формуванні питного та харчового стану організму, можливо, впливає на швидкість гліколізу [26]. Тому спортсменам різної спеціалізації важливо підтримувати нормальний клітинний метаболізм оксиду азоту для забезпечення високої фізичної працездатності та протікання процесів адаптації до фізичних навантажень.

Оксид азоту у клітинах організму людини синтезується переважно з амінокислоти аргінін [31]. Аргінін виконує також багато інших функцій в організмі людини, що суттєво впливають на фізичну працездатність [1, 6, 10].

Існує достатня кількість експериментальних і клінічних досліджень, що підтверджують ефективність використання препаратів екзогенного аргініну при багатьох захворюваннях, пов'язаних із дефіцитом аргініну та оксиду азоту в тканинах [1, 6, 8]. У спортивній практиці дієтичні добавки, що містять аргінін, є одними з найпопулярніших ергогенних факторів підвищення сили, потужності й швидкості відновлення м'язів під час анаеробних і аеробних навантажень [12, 34]. Тому актуальним є розуміння процесів метаболізму амінокислоти аргініну в тканинах, його участі в забезпеченні м'язової діяльності, а також ефективності впливу аргініновмісних добавок на фізичну працездатність і відновлення організму спортсменів.

Зв'язок із науковими програмами або практичними завданнями

Дослідження виконано в рамках тем наукових досліджень 2.22. «Розробка комплексної системи визначення індивідуально-типологічних властивостей спортсменів на основі прояву геному» та 2015-1 «Використання ергогенних факторів у практиці підготовки кваліфікованих спортсменів».

Мета досліджень – розкрити біологічну роль та метаболізм аргініну в тканинах під час фізичних навантажень, а також виявити ефективність використання екзогенного аргініну на фізичну працездатність спортсменів.

Методи дослідження – вивчення, аналіз й узагальнення даних науково-методичної літератури щодо ефективності використання аргініновмісних харчових добавок під час підготовки спортсменів.

Результати дослідження та їх обговорення

Будова, вміст у тканинах та вплив аргініну на біологічні процеси. Аргінін для організму людини є умовно незамінною амінокислотою. Ця амінокислота синтезується в достатній кількості у тканинах організму здорової дорослої людини і тому є замінною амінокислотою, але в тканинах організму дітей і підлітків, а також старіючої і хворої людини не синтезується або синтезується недостатньо, тому для них вона є незамінною амінокислотою [2].

Молекула аргініну містить іміногрупу (=NH), з якої разом з молекулярним киснем за участю ферментів синтезується молекула оксиду азоту – універсального регулятора багатьох процесів в організмі. При цьому швидкість синтезу NO залежить як від кількості і активності ферментів нітрооксидсинтаз (NO-синтазы або NOS-КФ 1.14.13.39), так і концентрації L-аргініну в клітинах.

У природі амінокислота аргінін (2-аміно-5-гуанідинпентанова кислота або δ-гуанідин-α-аміновалеріанова кислота) існує у вигляді двох ізоформ: L- та D-аргініну. В тканинах організму людини ця кислота використовується лише у вигляді L-форми. Молекула L-аргініну несе заряд і проявляє високу основність (лужність), тому може утворювати іонні зв'язки з різними групами, особливо фосфатними, і брати участь у транспорті речовин та регуляції величини рН біологічних рідин.

Найбільша кількість L-аргініну (до 85 %) в тканинах міститься в лужних білках гістонах [29]. Багато його знаходиться у складі протамінів крові, а також нуклеопротейдних комплексах ДНК хроматину в ядрах клітин.

Концентрація аргініну в крові становить біля 95 ммоль·л⁻¹ [10]. Вона залежить від надходження аргініну в організм з їжею, особливостей транспорту його всередину клітин, швидкості метаболізму в них, а також утворення його в цитруліновому циклі та в результаті розпаду тканинних білків [19].

Організм дорослої людини витрачає протягом доби і повинен поповнювати біля 2 – 6 г аргініну [2]. Ця амінокислота міститься в різноманітній їжі тваринного і рослинного походження. Значну кількість містить м'ясо (до 1,5 г в 100 г), риба (1,2 г), молоко (0,1 г), горіхи (2,4 г), сушений горох (2,3 г), насіння гарбуза (5,3 г). Найбільше аргініну поповнюється з білковою їжею, тому що у кожному грамі білка міститься біля 54 мг L-аргініну [3]. Для дорослої людини масою 70 кг лише на поповнення запасів креатину та креатинфосфату потрібно біля 2,3 г аргініну на день. Креатинфосфат, як відомо, використовується для швидкого відновлення АТФ – єдиного джерела енергії, що інтенсивно використовується м'язовими волокнами, нейронами під час м'язової діяльності, а вільний креатин впливає на біосинтез білка в м'язах, проявляє антиоксидантні й протизапальні властивості, покращує глікозотолерантність у людей [10].

Необхідно звернути увагу на те, що при пероральному надходженні L- аргініну в організм він швидко адсорбується слизовою оболонкою тонкої кишки, але майже на 60 % розщеплюється ферментом аргіназою, який там знаходиться. Тому біодоступність його з їжі незначна і, за результатами різних авторів, коливається в межах 5 – 50 або 51 – 87 % [10, 30].

Добова потреба аргініну значно збільшується при старінні, фізичних навантаженнях [32]. З віком знижується активність ферментів, що забезпечують метаболізм аргініну в тканинах. Так, у осіб старше 75 років вміст оксиду азоту в крові у 3 – 4 рази нижчий, ніж у 30-річних. Тому вважається, що порушення обміну оксиду азоту являється одним із важливих механізмів старіння організму [1, 37]. Під час фізичних навантажень в скелетних м'язах та інших тканинах система обміну оксиду азоту суттєво активується, що вимагає своєчасного та достатнього поповнення аргініну [7].

L-аргінін відіграє важливу роль у процесах тканинного метаболізму та функціях організму людини, що беруть участь у забезпеченні високої фізичної працездатності [32]. Він впливає на досить різноманітні процеси:

- утворення оксиду азоту в епітелії кровоносних судин, що розширює їх та знижує артеріальний тиск, покращує надходження кисню і аеробне енергоутворення [14]. Під впливом фізичних тренувань збільшується NO – залежна вазодилатація великих та малих судин [16]. Це

створює умови під час фізичних навантажень силового спрямування для «пампінгу» – суб'єктивного відчуття збільшення щільності (накачування) м'язів після тренувань, а під час тренувань з проявами витривалості підвищує аеробний потенціал організму спортсмена;

- прискорення біосинтезу білка на генетичному рівні, в тому числі окремих ферментів і скоротливих білків м'язів, що має суттєве значення в адаптаційних процесах під час м'язової діяльності та збільшенні маси тіла [4, 35];

- знешкодження аміаку шляхом участі у біосинтезі сечовини в печінці, а отже покращує відновлення організму і перенесення фізичних навантажень [29];

- біосинтез та транспорт креатину в м'язи, утворення креатинфосфату, що має суттєве значення для прояву швидкісно-силових якостей спортсмена [2, 12];

- збільшення секреції гормонів: соматотропіну, інсуліну, глюкагону, адреналіну, норадреналіну та ін., причому L-аргінін серед багатьох амінокислот є самим сильним стимулятором синтезу інсуліну, а це створює умови для більш ефективних адаптаційних змін регуляції метаболізму у спортсменів [27, 13, 17];

- перекисне окиснення ліпідів, утворення вільних радикалів та їх виведення, проявляючи антиоксидантну дію і захист ліпідів мембран клітин від пошкодження, а отже запобігає старінню та розвитку стомлення під час напружених фізичних тренувань [37];

- зменшення синтезу холестерину [9, 25];

- покращення стану імунної системи, так як він є імуномодулятором, підвищує активність Т-клітин, підсилює утворення інтерлейкіна-2 тощо [8, 35];

- утворення окремих амінокислот, зокрема проліну, глутамату і глутаміну [19];

- зміну величини рН в клітинах і крові [29];

- покращує обмін речовин в кістках та м'язах під час фізичних навантажень [27].

Деякі автори [12] виділяють три найважливіших ефекти аргініну в організмі людини, що спонукають до використання харчових домішок цієї амінокислоти спортсменами, а саме: активація екскреції гормону росту, участь у біосинтезі креатину, підвищення рівня оксиду азоту в тканинах. Але необхідно знати, чи завжди прийом аргінінових добавок приводить до збільшення вмісту цієї кислоти в організмі, покращення процесів, пов'язаних з його метаболізмом та підвищення фізичної працездатності.

Метаболізм аргініну в тканинах організму людини та його особливості під час фізичних тренувань.

Біосинтез аргініну в організмі людини відбувається переважно в нирках із амінокислоти цитруліну та аспарагінової кислоти за участю двох ферментів аргінінсукцинатсинтети та аргінінсукцинатліази [22, 31]. Схематично це показано на рисунку 1.

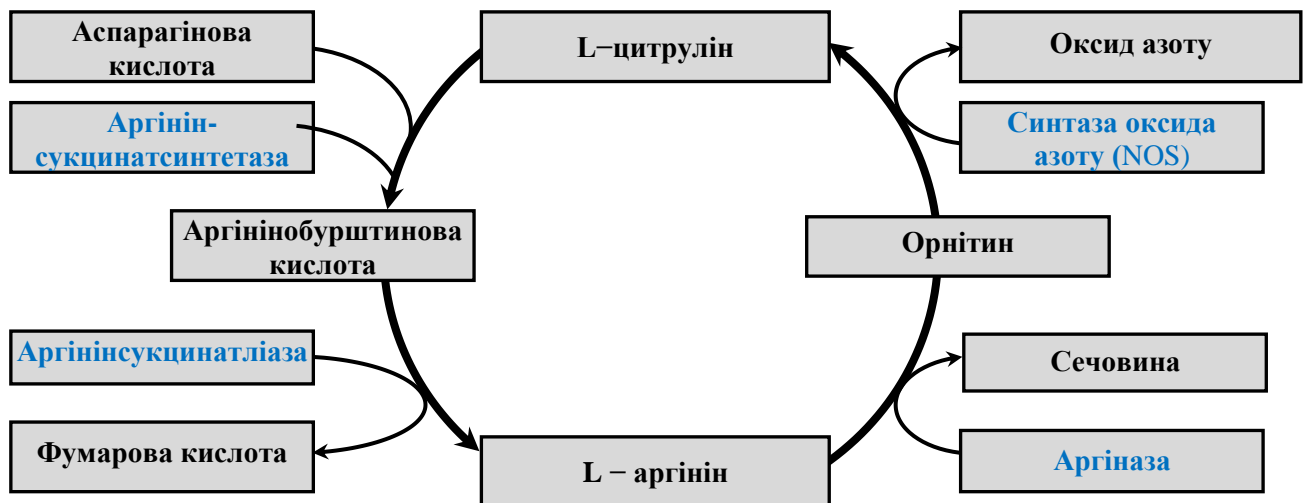


Рис. 1. Схема синтезу та розпаду L-аргініну.

При взаємодії цитруліну з аспарагіновою кислотою спочатку утворюється проміжний продукт – аргінінсукцинат, який у подальшому швидко розпадається на аргінін та фумарову кислоту. Утворений у нирках аргінін з током крові через ниркові вени доставляється до різних тканин. Тому поряд з екзогенними препаратами аргініну часто використовуються добавки цитруліну.

Цікавим є той факт, що цитрулін як попередник біосинтезу аргініну значною мірою також утворюється у тонкому кишківнику із глутаміну та глутамату, а потім із током крові надходить у

нирки та інші тканини [10]. Виходячи з цього, можна вважати, що у осіб з порушенням функцій кишківника та нирковою недостатністю вміст аргініну в тканинах буде знижений, і для них необхідний додатковий прийом екзогенного аргініну.

Велика кількість аргініну постійно утворюється у клітинах печінки в орнітиновому циклі синтезу сечовини. Проте цей аргінін швидко розщеплюється аргіназою печінки, тому не потрапляє в кров і не впливає на його рівень в інших тканинах.

Розпад аргініну в тканинах відбувається кількома шляхами. Основний розпад відбувається за участю ферменту аргінази з утворенням орнітину, сечовини та ендогенного оксиду азоту [10].

Проте, як показано в роботі Galgano F. et al. [18], аргінін може розщеплюватися за участю ферменту аргініндекарбоксілази з утворенням агматину у клітинах мозку, печінки, нирок, надниркових залозах, макрофагах та тонкій кишці савців. Біологічну роль агматину в тканинах досі точно не встановлено, але існує вірогідність того, що він може бути нейромедіатором та регулятором багатьох функцій організму.

Важливим є той факт, що з L-орнітину, що утворюється у процесі розпаду аргініну, синтезуються поліаміни – молекули, що запускають процеси проліферації і диференціації клітин [1, 8], отже для перебігу цих процесів необхідним є достатній вміст аргініну в тканинах.

Таким чином, підтримка постійності концентрації амінокислоти аргініну в тканинах організму людини являється життєвою необхідністю. Тому за умов порушення активності ферментів його синтезу та розпаду, наприклад, під час напружених і тривалих фізичних тренувань, особливо дітей та підлітків, неповноцінного раціону харчування, при захворюванні серцево-судинної, ендокринної системи, старінні організму використання фармакологічних препаратів та біологічних добавок є обґрунтованим, тому що буде сприяти поліпшенню функціонуванню організму, перенесенню фізичних тренувань, прискоренню процесів відновлення.

Вплив прийому аргініновмісних харчових добавок на біохімічні показники та фізичну працездатність спортсменів

У багатьох наукових дослідженнях, проведених як на тваринах, так і на людях, показано, що після прийому аргініновмісних добавок підвищується вміст аргініну і оксиду азоту в крові, відмічається вазодилатуюча дія на судини, збільшується швидкість перебігу окремих метаболічних і фізіологічних процесів, в тому числі збільшення секреції гормону росту, а також фізична працездатність [11, 21, 27, 34]. Цікавим є дослідження авторів [15], які вивчали вплив природного харчового продукту – бурякового соку, що містить $11,2 \pm 0,6$ ммоль нітрату в 500 мл, на вміст нітросполук у плазмі крові, величину артеріального тиску та споживання кисню під час виконання субмаксимального тесту на велотренажері, що відображає толерантність до фізичного навантаження у осіб віком 19 – 38 років. Виявлено, що після прийому такої харчової добавки протягом 4–6 днів в плазмі крові збільшувалась концентрація нітритів, значно знижувався систолічний артеріальний тиск та збільшувалась фізична працездатність високої інтенсивності. Інші дослідження показали [38], що після одноразового прийому аргініну (1,5 г 10 кг маси тіла) через 12 годин після вживання їжі у елітних борців не виявлено ніякої різниці в середніх рівнях лактату, величині максимального споживання кисню або в максимальній ЧСС, але час виконання роботи до виснаження був триваліший після прийому аргініну ($1386,8 \pm 69,8$ с) порівняно з плацебо ($1313 \pm 90,8$ с) ($p < 0,05$). Ці результати показують, що L-аргінін може позитивно впливати на фізичну працездатність елітних борців, але не зрозуміло, за рахунок яких метаболічних шляхів. В роботах Alvares T.S. показано [23], що після чотирьох тижнів прийому 6 г аргініну на добу не спостерігалось метаболічних та гормональних змін у крові в стані спокою. Але після пробігання цими легкоатлетами перших та других 5 км і після 20 хв відпочинку відмічалось значне збільшення в плазмі крові концентрації нітриту, циклічного гуанозин монофосфату, лактату, аміаку, гормону росту і кортизолу порівняно з контрольною групою (приймали 6 г кукурудзяного крохмалю). Ніяких істотних змін не спостерігалось в концентрації інсуліну та інсуліноподібного фактору росту при всіх випробуваннях, на що вказується також в іншій роботі [20]. Загальна тривалість роботи між обома групами легкоатлетів суттєво не відрізнялася. Таким чином, тривалий прийом L-аргініну не викликав позитивних змін обмінних і гормональних показників у стані спокою, але збільшував їх зміни під впливом фізичних навантажень. Тому для пояснення механізмів впливу добавки аргініну на фізичну працездатність необхідно проведення подальших досліджень.

Авторами [33] висловлюється припущення, що вплив добавок L-цитруліну та L-аргініну на толерантність організму людини до аеробних і анаеробних фізичних вправ залежить від стану тренуваності. В оглядовій роботі [34], де наведено порівняльний аналіз впливу аргінінових добавок на зміни метаболічних показників, фізичну працездатність та перенесення фізичних навантажень спортсменами і нетренованими людьми і не виявлено однозначного позитивного ефекту прийому таких добавок, автори роблять висновок про неможливість на даний час відносити аргініновмісні домішки до важливої ергогенної добавки для спортсменів.

Окремими дослідниками не виявлено достовірних змін не лише фізичної працездатності, але й концентрації ендогенного аргініну, оксиду азоту та розширення судин чи інших взаємопов'язаних процесів у результаті прийому аргінінових добавок [9, 23, 24].

Важливим, на наш погляд, є чітка уява про дози прийому домішок аргініну (2 – 6 – 9 г чи інші), форми введення (інфузійне чи пероральне), тривалість прийому аргініну (довготривале чи одноразове), їх особливості для спортсменів окремих видів спорту. Але, незважаючи на велику кількість наукових робіт, інформаційних джерел, методичних рекомендацій щодо використання донаторів оксиду азоту для підвищення фізичної працездатності спортсменів, не розроблено науково обґрунтованої методології прийому добавок L-аргініну для підвищення ефективності підготовки спортсменів різних видів спорту.

Висновки

1. Виходячи з широкого спектру біологічної дії аргініну в тканинах організму, теоретично обґрунтованим є прийом екзогенного аргініну з добавками як для спортсменів швидкісно-силових видів спорту, так і з проявами витривалості, особливо при недостатньому надходженню з їжею, захворюванні системи травлення, а також для юних спортсменів.

2. Наявність багатьох наукових робіт, в яких не виявлено позитивного впливу прийому добавок аргініну на фізичну працездатність спортсменів, свідчить про передчасність рекомендації L-аргінінових домішок як ергогенного фактору підвищення ефективності підготовки спортсменів різних видів спорту. Для обґрунтування такої рекомендації потрібно проведення подальших наукових досліджень.

Література

1. Аргинин в медицинской практике (обзор литературы) / [Степанов Ю. М., Кононов И. Н., Журбина А. И., Филиппова А. Ю.] // Журн. АМН України. – 2004. – № 10. – С. 340 – 352.
2. Волков Н. И. Биохимия мышечной деятельности: учебник / Н. И. Волков, Э. Н. Несен, А. А. Осипенко, С. Н. Корсун. – К.: Олимпийская литература, 2000. – 504 с.
3. Клейнер С. Спортивное питание победителей / Сюзан Клейнер – М.: Эксмо, 2011. – 386 с.
4. Ломоносова Ю. Н. Защитное и сигнальное действие оксида азота на волокна скелетных мышц при различных уровнях сократительной активности: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук: спец. 03.03.01 и 03.01.04 «Физиология» и «Биохимия» / Ю. Н. Ломоносова. – Москва, 2012. – 27 с.
5. Макарова Г. Общие и частные вопросы фармакологической поддержки спортсменов / Г. Макарова // Наука в Олимпийском спорте. – 2013. – №3. – С. 59 – 64.
6. Марков Х. М. L-аргинин – оксид азота в терапии болезней сердца и сосудов / Х. М. Марков // Кардиология – 2005. – № 6. – С. 87 – 95.
7. Осипенко А. А. Роль оксида азота в процессах адаптации к физическим нагрузкам / А. А. Осипенко // Наука в олимпийском спорте. – 2014. – №1. – С. 23 – 30.
8. Проблема оксида азота в неврологии: монография / [Малахов В. О., Завгородняя Г. М., Личко В. С., Джанелидзе Т. Т., Волох Ф. О.]. – Сумы: СумДПУ им. А.С. Макаренка, 2009. – 242 с.
9. Acute supplementation with the nitric oxide precursor L-arginine does not improve cardiovascular performance in patients with hypercholesterolemia / [Wennmalm A., Edlund A., Granstrom E. F., Wiklund O.] // Atherosclerosis. – 1995 – vol. 118(2). – P. 223 – 231.
10. Arginine metabolism and nutrition in growth, health and disease / [Wu G., Bazer F. W., Davis T.A., Kim S.W. et al.] // Amino Acids. – 2008. – № 37. – P. 153 – 168.
11. Bode-Bger S. M. Effect of L-arginine supplementation on NO production in man / S. M. Bode-Bger // Europ. J. Clin. Pharm. – 2006. – vol. 62, №1. – P. 91 – 99.
12. Campbell B. I. The Ergogenic Potential of Arginine / Bill I. Campbell, Paul M. La Bounty, Mike Roberts. – Journal of the International Society of Sports Nutrition. – 2004. – № 1(2). – P. 35 – 38.
13. Collier S. R. Growth hormone responses to varying doses of oral arginine / Collier S. R., Casey D. P., Kanaley J. A. // Growth horm. and IGF res. – 2005. – vol. 15, № 2. – P. 136–139.
14. Deanfield J. E. Endothelial function and dysfunction: testing and clinical relevance. / Deanfield J. E., Halcox J. P., Rabelink T. J. // Circulation. – 2007. – vol. 115. – P. 1285 – 1295.
15. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans / [Stephen J. Bailey, Paul Winyard, Anni Vanhatalo, Jamie R. Blackwell et al.] // Journal of Applied Physiology Published. – 2009. – vol. 107, № 4. – P. 1144 – 1155.

16. Effect of exercise training on endothelium-derived nitric oxide function in humans/. [D.J. Green, A Maiorana, G. O'Driscoll, R. Taylor] // *J. Physiol.* – 2004. – vol. 15, № 561 (Pt. 1). – P. 1 – 25.
17. Endogenous somatostatin is critical in regulating the acute effects of L-arginine on growth hormone and insulin release in mice / [Jose Cordoba-Chacon, Manuel D. Gahete, Ana I. Pozo-Salas et al.] // *Endocrinology.* – 2013. – vol. 154(7). – P. 2393 – 2398.
18. Focused review: agmatine in fermented foods / [Galgano F., Caruso M., Condelli N., Favati F.] // *Front Microbiol.* – 2012. – vol. 3. – P. 1 – 7.
19. Grillo M. A. Arginine revisited: minireview article / Grillo M.A., Colombatto S. // *Amino Acids.* – 2004. – № 26(4). – P. 345 – 351.
20. Hormonal response to L-arginine supplementation in physically active individuals / [Silva D. V., Conte-Junior C. A., Paschoalin V. M., Alvares Tda S.] // *Food Nutr. Res.* – 2014. – vol. 58. – P. 1 – 6.
21. Kanaley J. A. Growth hormone, arginine and exercise / J. A. Kanaley. // *Current opinion in clinical nutrition and metabolism.* – 2008. – № 11(1). – P. 50 – 54.
22. L-arginine as a nutritional prophylaxis against vascular endothelial dysfunction with aging / [K. S. Heffernan, C. Fahs, S. Ranadive, E. Patvardhan] // *J. Cardiovasc. Pharmacol. Ther.* – 2010. – vol. 15. – P. 17 – 23.
23. L-arginine does not improve biochemical and hormonal response in trained runners after 4 weeks of supplementation / [Alvares T.S., Conte-Junior C.A., Silva J.T., Paschoalin V.M.] // *Nutrition research.* – 2014. – № 10. – P. 31 – 39.
24. L-arginine supplementation in peripheral arterial disease: no benefit and possible harm / [A. M. Wilson, R. Harada, N. Nair, N. Balasubramanian, J. P. Cooke] // *Circulation.* – 2007. – vol. 116(2). – P. 188 – 195.
25. Loscalzo J. Adverse Effects of Supplemental L-Arginine in Atherosclerosis / J. Loscalzo // *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* – 2003. – vol. 23, № 1. – P. 3 – 5.
26. McAllister Richard M. Vascular nitric oxide: effects of exercise training in animals / Richard M. McAllister, C. Newcomer Sean, Laughlin M. Harold // *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* – 2008. – № 33(1). – P. 173 – 178.
27. McConell G. K. Effects of L-arginine supplementation on exercise metabolism / G. K. McConell // *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* – 2007. – № 10(1). – P. 46 – 51.
28. Moncada S. The discovery of nitric oxide as the endogenous nitrovasodilator / S. Moncada, R. M. J. Palmer, E. A. Higgs // *Hypertension.* – 1988. – № 12. – P. 365 – 372.
29. Nelson D. L. *Lehninger Principles of Biochemistry* / D. L. Nelson, M. M. Cox. – W. H. Freeman and Company, 2008. – 1294 p.
30. Pharmacokinetics of intravenous and oral L-arginine in normal volunteers / [Tangphao O., Grossmann M., Chalon S. et al.] // *Br. J. Clin. Pharmacol.* – 1999. – vol. 47. – P. 261 – 266.
31. Renal arginine synthesis: studies in vitro and in vivo / [Dhanakoti S.N., Brosnan J.T., Herzberg G.R., Brosnan M.E.] // *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* – 1990. – vol. 259. – P. 437–442.
32. Scibior D. Arginine-metabolism and functions in the human organism / Scibior D., Czczot H. // *Postepy Hig. Med. Dosw.* – 2004. – vol. 58. – P. 321 – 332.
33. Sureda A. Arginine and citrulline supplementation in sports and exercise: ergogenic nutrients? / A. Sureda, A. Pons // *Med. Sport Sci.* – 2012. – vol. 59. – P. 18 – 28.
34. The effect of nitric-oxide-related supplements on human performance / [Bescos R., Sureda A., Tur J. A., Pons A.] // *Sports Med.* – 2012. – vol. 42, № 2. – P. 99 – 117.
35. Tong B. C. Cellular and physiological effects of arginine / Tong B. C., Barbul A. // *Mini Reviews in Medicinal Chemistry.* – 2004. – vol. 4(8). – P. 23 – 32.
36. Tschakovsky M. E. Nitric oxide and muscle blood flow in exercise / M. E. Tschakovsky, M. J. Joyner // *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* – 2008. – vol. 33(1). – P. 151 – 160.
37. Witte M. B. Arginine physiology and its implication for wound healing / Witte M. B., Barbul A. // *Wound Rep. Reg.* – 2003. – №11 (6). – P. 419 – 423.
38. Yavuz H. U. Pre-exercise arginine supplementation increases time to exhaustion in elite male wrestlers. / H. U. Yavuz, H. Turnagol, A. H. Demirel // *Biol. Sport.* – 2014 – № 31(3) – P. 187 – 191.

Abstract. Ganna Osypenko, Nataliia Vdovenko, Liudmyla Stankevych, Anna Ivanova. Arginine metabolism in tissues and its effect on the athletes' physical performance // *Contemporary problems of physical culture and sports.* – 2015. – № . 33 (1). –

P. 34-40. The *purpose* of the present work was to define the biological role and metabolism of the arginine in the body tissues during performance and to find out efficiency of the exogenous arginine using. *Methods*: literary review. *Results*: Arginine metabolism in tissues was described. Ambiguous influence of arginine supplements on the athletes' physical performance was defined. Concerning the controversial literature results about effects of arginine supplements intake on the athletes' physical performance this topic needs further investigation.

Keywords: arginine, metabolism, athletes, physical performance.

Аннотация. Анна Осипенко, Наталия Вдовенко, Людмила Станкевич, Анна Иванова. Метаболизм аргинина в тканях организма и его влияние на физическую работоспособность спортсменов // Актуальные проблемы физической культуры и спорта. – 2015. – № 33 (1). – С. 34-40. *Цель исследования* – раскрыть биологическую роль и метаболизм аргинина в тканях во время физических нагрузок, а также выявить эффективность использования экзогенного аргинина на физическую работоспособность спортсменов. *Методы:* теоретический анализ и обобщение данных современной научной литературы. *Результаты:* Показан широкий спектр биологического действия аргинина в организме человека, который связан с образованием из него оксида азота, креатина и креатинфосфата, участием в обезвреживании аммиака, активации экскреции гормонов, в частности гормона роста, активации синтеза других важных веществ, необходимых для обеспечения адаптационных процессов во время физических тренировок. Раскрыт метаболизм аргинина в тканях и обнаружено неоднозначное влияние пищевых аргининосодержащих добавок на физическую работоспособность спортсменов, которое требует дальнейших исследований в данном научном направлении.

Ключевые слова: аргинин, метаболизм, спортсмены, физическая работоспособность.

Статтю отримано до публікації: лютий 2015.

Статтю прийнято до публікації: березень 2015.