

Zygmunt Zdrojewicz

Gabinet leczenia zaburzeń hormonalnych i seksuologicznych
e-mail: zygmuntdzdrojewicz@wp.pl

Jacek Winiarski

Zakład Psychiatrii Konsultacyjnej i Badań Neurobiologicznych,
Katedra Psychiatrii
e-mail: jacekwini@gmail.com

Ewa Popowicz

Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
Studentka Wydziału Lekarskiego
e-mail: ewafiga@gazeta.pl

Marta Szycza

Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
Studentka Wydziału Lekarskiego
e-mail: marta.szycza@gazeta.pl

Bartłomiej Śmieszniak

Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
Student Wydziału Lekarskiego
e-mail: bartlomiejsmieszniak@hotmail.com

Tomasz Michalik

Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
Student Wydziału Lekarskiego
e-mail: tomasz.j.michalik@gmail.com

Klaudia Buczko

Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
Studentka Wydziału Lekarskiego
e-mail: kbuczko@onet.eu

Rola argininy w organizmie człowieka

STRESZCZENIE

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie roli argininy w organizmie człowieka. Arginina jest aminokwasem względnie egzogennym, co oznacza, że pomimo tego, iż jest produkowana w ludzkim ciele, to dostarczanie jej wraz z pożywieniem jest również ważne dla zachowania homeostazy organizmu. Główne źródło argininy w diecie stanowią mięso i owoce morza. Aminokwas ten jest syntezowany w czasie cyklu mocznikowego w wątrobie, a także w nerkach. Bierze udział między innymi w wytwarzaniu tlenu azotu, który jest czynnikiem rozszerzającym naczynia. Liczne prace wskazują również na skuteczność suplementacji arginina w zaburzeniach erekcji. Udział

argininy w tej reakcji przyczynił się do zainteresowania wielu badaczy. Dowiedziono, że oprócz powszechnie znanego zastosowania argininy jako leku wspomagającego wątrobę w usuwaniu z organizmu amoniaku, odpowiednia suplementacja tego aminokwasu ma pozytywny wpływ na poprawę wartości ciśnienia tętniczego indukowanego ciężką, nadciśnienia płucnego oraz wyrównanie niewydolności nerek, cukrzycy, jaskry, gojenia się ran i profilaktykę udarów mózgu. Uważa się, że stężenie argininy wpływa na rozwój chorób neurodegeneracyjnych postępujących z wiekiem. Aminokwas ten jest też środkiem chętnie stosowanym przez sportowców w celu poprawienia wydolności organizmu. Jednak przeprowadzone do tej pory badania nie potwierdzają jego pozytywnego wpływu w tym zakresie.

Słowa kluczowe: arginina, wątroba, tlenek azotu, doping.

Arginina to endogenny aminokwas, który został wyizolowany w 1886 r. z kielków lubinu. W latach 30. XX wieku badania Krebsa i Henseleita wykazały znaczący udział tego aminokwasu w cyklu mocznikowym, gdzie odgrywa istotną rolę w eliminacji szkodliwego amoniaku z ustroju człowieka. Dzięki temu odkryciu możliwe było stosowanie L-argininy w chorobach wątroby, a także jako leku antyastenicznego¹. Udowodniono również, że aminokwas ten jest substratem kreatyny, z której to powstaje kreatynina wykorzystywana jako wskaźnik czynności nerek. W latach 1950–1970 prowadzono intensywne badania na temat roli argininy w organizmie człowieka. Dowiedziono wówczas, że aminokwas ten jest niezbędny dla prawidłowego rozwoju i funkcjonowania organizmów młodych. Prawdziwym przełomem w badaniach nad metabolizmem L-argininy było odkrycie, że jest ona prekursorem tlenku azotu (NO), który wpływa rozkurczająco na naczynia krwionośne. Odkrycie to spowodowało wzrost zainteresowania znaczeniem tego aminokwasu w organizmie człowieka².

Biochemiczna rola argininy

L-arginina (kwas 2-amino-5-guanidynowalerianowy – Arg) jest zasadowym endogennym aminokwasem. W jego skład wchodzi chiralny atom węgla oraz cztery połączone z nim podstawniki, a łańcuch boczny stanowi grupa guanidynowa. Posiada zatem typową dla aminokwasów budowę³. Aż 60% argininy endogennej jest syntezowane w nerkach, a proces ten jest warunkowany obecnością wytwarzanej w jelicie cienkim cytruliny. Nerka, która już w późnym okresie płodowym nabywa zdolność do syntezy argininy, jest organem odpowiadającym za zawartość tego aminokwasu we krwi. Zaobserwowano również, że ilość powstającej z cytruliny argininy wzrasta podczas stosowania diety wysokobiałkowej, a także podczas głodzenia. Sugeruje to zdolności przystosowawcze ludzkiego organizmu do zapewnienia odpowiedniego poziomu tego aminokwasu we krwi przy obniżonej jego podaży z poży-

¹ M. Matuszak, J. Suliburska, *Rola argininy w prewencji i leczeniu chorób metabolicznych*, „Forum Zaburzeń Metabolicznych” 2012, nr 3, 2, s. 50–53.

² D. Ścibior, H. Czeczot, *Arginina – metabolizm i funkcje w organizmie człowieka*, „Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej” 2004, nr 58, s. 321–332.

³ R. K. Murray, D. K. Granner, P. A. Mayes, V. W. Rodwell, *Biochemia Harpera*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2001, s. 328–337.

wieniem⁴. Kolejnym organem istotnym dla wytwarzania argininy jest wątroba, w której cytrulina poprzez argininobursztynian z udziałem syntazy N-acetyloglutaminianowej i liazы argininobursztynianowej jest przekształcana do argininy⁵. Arginina podlega wielu przemianom anabolicznym (w nerkach i wątrobie) i katabolicznym. Bierze udział w produkcji białek, proliny, kreatyny, mocznika, poliamin (spermidyny, putrescyny, sperminy) czy tlenku azotu (NO)⁶. W ostatnim czasie bardzo interesującą funkcją argininy wydaje się być jej udział w syntezie tlenku azotu. Ten rozszerzający naczynia związek znany był wcześniej jako EDRF (*derived relaxing factor*). Pełni on w organizmie człowieka wiele funkcji, ale najważniejsze i najlepiej poznane to obniżanie napięcia mięśni gładkich naczyń krwionośnych, hamowanie przylegania, aktywacji i agregacji płytek krwi. Jest również neuroprzekaznikiem w mózgu oraz obwodowym układzie autonomicznym⁷. Tlenek azotu jest produktem utleniania grupy iminowej reszty guanidynowej L-argininy za pomocą tlenu cząsteczkowego. Reakcja ta jest katalizowana przez syntazę tlenku azotu (NOS). Intensywne badania, które miały miejsce w ciągu ostatniej dekady, wykazały, że istnieją trzy typy tego enzymu, a są to: indukowalna iNOS (typ II NOS) neuronalna NOS (nNOS, typ I NOS) i śródbłonkowa eNOS (typ III NOS). Niektóre komórki organizmu (np. neurony, miocyty, komórki śródbłonka naczyń) mają zdolność stałej produkcji NOS typu I i NOS typu III. Natomiast aktywność izoenzymu typu II jest wywoływana w większości komórek przez toksyny bakteryjne i cytokiny prozapalne (szczególnie przez interferon-g)⁸. Ostatnie badania sugerują jednak, że nadmiar neuronalnej syntazy tlenku azotu (nNOS) może przyczyniać się do powstawania chorób neurodegeneracyjnych. W związku z tym zaprojektowanie specyficznych leków blokujących ten izoenzym mogłoby poprawić rokowanie chorych⁹. W syntezie tlenku azotu bierze udział jedynie 54% argininy znajdującej się w osoczu krwi, reszta tego niezbędnego do reakcji aminokwasu jest pozyskiwana z innych źródeł, np. z degradacji białek¹⁰. Duże ilości argininy, a także lizyny znajdują się w histonach. Są to białka proste występujące w chromosomach, w jądrze komórkowym w połączeniu z kwasem deoksyrybonukleinowym (DNA). Rola histonów polega na równoważeniu swoistych reszt fosforanowych DNA, co umożliwia swoiste upakowanie jego dużych cząsteczek. Białka te biorą również udział w regulacji czynności genów¹¹.

Suplementacja argininy

Arginina od wielu lat znajduje się w szerokim kręgu zainteresowań naukowców. Często można się spotkać z twierdzeniem, że jest ona aminokwasem względnie egzogennym.

⁴ D. Ścibior, H. Czczot, op. cit.

⁵ S. M. Jr. Morris, *Regulation of enzymes of the urea cycle and arginine metabolism*, „Annual Review of Nutrition” 2002, nr 22, s. 87–105.

⁶ M. Matuszak, J. Suliburska, op. cit.

⁷ P. Vallance, *Nitric oxide and arginine*, „Growth Hormone IGF Res” 1999, nr 9(A), s. 31–36.

⁸ M. Matuszak, J. Suliburska, op. cit.

⁹ H. Li, J. Jamal, C. Plaza, S. Hai Pineda, *Structures of human constitutive nitric oxide synthases*, „Acta Crystallogr D Biol Crystallogr” 2014, nr 70(Pt 10), s. 2667–2674.

¹⁰ G. Wu, S. M. Jr. Morris, *Arginine metabolism: nitric oxide and beyond*, „Biochemical Journal” 1998, nr 336, s. 1–17.

¹¹ P. Gomulak, J. Błasiak, *Znaczenie modyfikacji histonów w transformacji nowotworowej*, „Postępy Biochemii” 2012, nr 58 (3), s. 292–301.

Oznacza to, że oprócz tego, że może być ona produkowana przez organizm człowieka, to jej niezbędnym źródłem jest pożywienie. Odpowiednia zawartość tego aminokwasu w diecie jest szczególnie istotna nie tylko dla dzieci, ale również dla osób dorosłych. Szczególnie wysokie stężenia argininy zawarte są w mięsie, owocach morza, kaszach, nasionach i orzechach (tab. 1). Należy jednak zwrócić uwagę, że aminokwas ten pochodzący z białek roślinnych jest lepiej przyswajalny niż ten zawarty w białkach zwierzęcych¹².

Tabela 1. Zawartość argininy w produktach spożywczych

Produkt spożywczy	Zawartość (mg) argininy w 100g części jadalnych produktu
Mleko 3,5%	107
Jajko całe	768
Baranina (łopatka)	1101
Cielęcina (łopatka)	1359
Konina (mięso bez kości)	1613
Wieprzowina (łopatka)	1053
Wołowina (połędwica)	1309
Indyk (tuszka)	1208
Kasza gryczana	1719
Kasza jaglana	496
Kasza jęczmienna perłowa	295
Kasza jęczmienna pęczak	310
Kasza manna	429

Źródło: na podstawie Matuszak M, Suliburska J., op. cit., s. 50–53. W modyfikacji własnej.

W klinice używana jest jako lek uzupełniający w zaburzeniach wątroby, w nieprawidłowym przebiegu cyklu mocznikowego, a także w zatruciach amoniakiem. Dodatkową korzyścią stosowania jest poprawa nadciśnienia tętniczego indukowanego ciążą, nadciśnienia płucnego, przewlekłej niewydolności nerek, cukrzycy, jaskry, gojenia się ran, profilaktyka udarów mózgu¹³. Przeprowadzono szereg badań, które wykazały, że doustna lub dożylna podaż L-argininy może łagodzić objawy chorób sercowo-naczyniowych, a także może stanowić nową terapię otyłości i zespołu metabolicznego¹⁴. Stosowanie argininy jest stosunkowo

¹² M. Matuszak, J. Suliburska, op. cit.; G. Wu, C. J. Meininger, D. A. Knabe, F. W. Bazer, J. M. Rhoads, *Arginine nutrition in development, health and disease*, „Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care” 2000, nr 3, s. 59–66.

¹³ E. Kostka-Trąbka, *Arginina — znany aminokwas o nowych możliwościach zastosowań klinicznych*, „Ordynator Leków” 2002, nr 3, s. 3–10.

¹⁴ R. H. Boger, S. M. Bode-Boger, *The clinical pharmacology of L-arginine*, „Annual Review of Pharmacology and Toxicology Journal” 2001, nr 41, 79–99; S. M. Jr. Morris, op. cit.

bezpieczne. Według przeprowadzonych badań spożycie ≤ 30 g nie stanowi zagrożenia życia. Niewłaściwe stosowanie, np. zakłócenie równowagi kwasowo-zasadowej czy wysoka podaż dawek, może powodować efekty niepożądane, m.in. przy stosowaniu doustnym mogą wystąpić nudności czy dolegliwości żołądkowo-jelitowe, zaś przy długotrwałej infuzji dożylniej miejscowe podrażnienie lub zapalenie żyły. Do przeciwwskazań suplementacji należą skłonności alergiczne, kwasica metaboliczna lub oddechowa, ciężkie zaburzenia czynności nerek. Pacjenci otrzymujący infuzję L-argininy powinni być monitorowani pod kątem zaburzeń rytmu serca i elektrolitów (zwłaszcza potasu)¹⁵. Interakcje mogą wystąpić z lekami moczopędnymi oszczędzającymi potas, który to podczas suplementacji argininy jest przesunięty z komórek do przedziału zewnątrzkomórkowego, co prowadzi do hiperkaliemii¹⁶. Farmakokinetyka L-argininy jest wciąż nie do końca poznana. Interesujące wydają się wyniki badań sugerujące związek między stężeniem L-argininy a rozwojem chorób otypeńnych, których przykładem jest choroba Alzheimera. Genezy występowania sporadycznej postaci choroby Alzheimera upatruje się w różnorodnych procesach fizjologicznych i patologicznych, w tym miażdżycy¹⁷.

Arginina w dopingu

W ostatnim czasie wśród osób uprawiających sport bardzo popularne stało się stosowanie suplementów diety zawierających czystą postać argininy (L-argininę) lub też wzbogaconą o dodatki w postaci innych aminokwasów lub witamin. Powszechny jest pogląd, że arginina pozwala zwiększyć wydolność fizyczną organizmu przy długotrwałym wysiłku¹⁸.

Ocena skuteczności suplementacji oparta jest na badaniu klinicznym osób w trakcie rekonwalescencji oraz u osób z chorobami układu krążenia. Wykazano pozytywny efekt stosowania zwiększenia zawartości argininy we krwi w postaci poprawy wydolności fizycznej poprzez stymulację kreatyny, która wpływa na wzrost masy mięśniowej, metabolizm tlenowy i obniżenie poziomu kwasicy mleczanowej. Korzystnie na przemiany anaboliczne w organizmie wpływa również, regulowany przez obecność tego aminokwasu, hormon wzrostu. Dodatkowo stwierdzono zależność między podażą L-argininy w dawce 0,1–0,2 g/kg masy ciała, a wzrostem syntezy tlenu azotu, który może wspomagać rozszerzenie naczyń krwionośnych i dzięki temu zmniejszać opór naczyniowy, a także pozytywnie wpływać na regenerację włókien mięśniowych, zmniejszenie ilości urazów i stanów zapalnych¹⁹. Mimo tak powszechnej popularności suplementów niepodważalnym faktem są niejednoznaczne wyniki badań dotyczących podaży L-argininy w grupie zdrowych sportowców. Wśród badanej grupy maratończyków, którzy przyjmowali dziennie 30 g L-argininy lub 10 g L-argininy z innymi aminokwasami, nie zaobserwowano pozytywnego wpływu na wydolność

¹⁵ R. H. Boger, S. M. Bode-Boger, op. cit.

¹⁶ D. A. Bushinsky, F. J. Gennari, *Life-threatening hyperkalemia induced by arginine*. „Annals Internal Medicine” 1978, nr 89(5), s. 632–634.

¹⁷ Y. Jing, L. L. Horkey, A. L. Friedlich, Y. Shi, J. T. Rogers, X. Huang, *L-Arginine and Alzheimer's Disease*, „International Journal of Clinical and Experimental Pathology” 2009, nr 3, s. 211–238.

¹⁸ M. Matuszak, J. Suliburska, op. cit.; R. H. Boger, S. M. Bode-Boger, op. cit.

¹⁹ E. Kostka-Trąbka, op. cit.; K. Durkalec-Michalski, J. Jeszka, *Czy suplementacja arginina jest skuteczną metodą wspomagania zdolności wysiłkowych w sporcie?*, „Zeszyty Naukowe Wielkopolskiej Wyższej Szkoły Turystyki i Zarządzania w Poznaniu” 2011, nr 6, s. 101–111.

organizmu. Pomimo wzrostu stężenia argininy we krwi nie zaobserwowano stymulacji kreatyny, regulacji hormonu wzrostu czy wzrostu syntezy tlenu azotu. Podczas badań przeprowadzonych w latach 70. i 80. nie uwzględniano grupy kontrolnej, dlatego nie stanowiły one potwierdzenia skuteczności suplementacji argininy w sportach siłowych. Ze względu na tak liczną różnorodność i specyfikę dyscyplin sportowych należy przeprowadzać kolejne badania nad stosowaniem argininy w różnych dziedzinach sportu z uwzględnieniem badań krzyżowych z podwójnie ślepą próbą²⁰.

Arginina i seksuologia

Zaburzenia erekcji są istotnym problemem przyczyniającym się do braku satysfakcji z życia seksualnego. Niestety są też one bardzo częste. W badaniu na grupie ponad tysiąca mężczyzn powyżej 30. roku życia stwierdzono występowanie tych zaburzeń aż u 71% badanych, z czego u ponad połowy w stopniu średnim bądź ciężkim. Zastanawiająca jest też niska samoświadomość uczestników badania. Aż 36% z tych, którzy nie widzieli u siebie problemów z erekcją, w obiektywnym kwestionariuszu prezentowało różnego stopnia objawy²¹. Mechanizm wzwodu związany jest z rozluźnieniem mięśni gładkich w ścianach tętniczek doprowadzających krew do prącia, a w konsekwencji do zwiększenia ich średnicy oraz napływu krwi. Zmiany te powodują stopniowe wypełnienie zatok ciał jamistych penisa i w konsekwencji jego erekcję. Mechanizm ten pozostaje pod stałą kontrolą układu nerwowego. W stanie wiotkości penisa naczynia doprowadzające krew znajdują się pod dominującym wpływem układu współczulnego, jednak pobudzenie seksualne lub drażnienie receptorów czuciowych okolicy genitalnej powoduje wzmożone napięcie układu przywspółczulnego. Zakończenia włókien nerwowych wchodzących w skład tego układu wydzielają znaczne ilości tlenu azotu oraz takie substancje jak: acetylocholina, VIP, adenozylna, powodujące wtórnie jego uwalnianie z komórek śródbłonna. NO, wnika do komórek mięśni gładkich, wywołuje szereg reakcji prowadzących do ucieczki jonów wapnia do przestrzeni pozakomórkowej i w konsekwencji ich relaksacji²². Nie sposób w związku z tym nie dostrzec roli, jaką arginina, będąc potencjalnym źródłem tlenu azotu, może odgrywać w leczeniu zaburzeń wzwodu. W 2013 roku opublikowano wyniki randomizowanego badania z podwójnie ślepą próbą z placebo przeprowadzonego u pacjentów prezentujących łagodny i średni stopień zaburzenia erekcji. Badanie polegało na podaży doustnej 8 g asparagianu argininy i 200 mg monofosforanu adenozylny 1–2 h przed stosunkiem. Zaobserwowano zmniejszenie objawów w porównaniu z grupą kontrolną²³. Działanie lecznicze argininy zostało też zbadane na grupie mężczyzn w Japonii cierpiących na łagodny lub średni stopień zaburzenia wzwodu. Przyjmowali oni przez 8 tygodni

²⁰ A. L. Buchman, W. O'Brien, C. N. Ou, *The effect of arginine or glycine supplementation on gastrointestinal function, muscle injury, serum amino acid concentrations and performance during a marathon run*, „International Journal of Sports Medicine” 1999, nr 20, 315–321.

²¹ S. Ridwan, J. Kaufman, M. Magee, D. Creanga, D. Russell, M. Budhwani, *Lack of awareness of erectile dysfunction in many men with risk factors for erectile dysfunction*, „BMC Urology Journal” 2010, nr 10, s. 18.

²² J. Dobruch, A. Borówka A., *Fizjologia wzwodu prącia*, „Przegląd Urologiczny” 2005, nr 2, s. 30.

²³ Y. Neuzillet, V. Hupertan, F. Cour, H. Botto, T. Leuret, *A randomized, double-blind, crossover, placebo-controlled comparative clinical trial of arginine aspartate plus adenosine monophosphate for the intermittent treatment of male erectile dysfunction*, „Andrology” 2013, nr 2, s. 223–228.

suplementację zawierającą L-Argininę lub placebo. Wyniki ukazały istotną różnicę w poziomie objawów między grupą badaną a kontrolną²⁴. Ciekawe wyniki na tym polu opublikowano również w 2014 roku. W badaniu przeprowadzonym na szczurach wykazano, że suplementacja substratu oraz kofaktora dla syntazy tlenu azotu, czyli odpowiednio argininy oraz tetrahydrobiopteryny, w znaczący sposób poprawiła parametry erekcji, takie jak ciśnienie wewnątrz ciał jamistych. Dodatkowo udowodniono, iż suplementacja Na(NO)₂, mimo iż podniosła stężenie tlenu azotu, nie przywróciła wzrodu u starszych szczurów. Wyniki te wskazują na kluczową rolę NOS oraz argininy jako jej substratu na przebieg zaburzeń erekcji²⁵.

Podsumowanie

Arginina jest aminokwasem pełniącym ważne funkcje w organizmie człowieka. Jednak tylko dokładne poznanie reakcji, w których bierze udział, a także jej wpływu na tkanki, jest niezbędne do oceny znaczenia jej suplementacji. Należy określić przydatność stosowania argininy wśród osób uprawiających różne dziedziny sportu. Zainteresowanie budzi również zależność między stężeniem argininy, a chorobami neurodegeneracyjnymi. W dzisiejszych czasach, kiedy zaburzenia erekcji stają się coraz powszechniejszym problemem, obiecujący wydaje się pozytywny wpływ tego aminokwasu w tej dziedzinie. Potrzebne są dalsze badania w celu określenia grup, którym suplementacja może przynieść realne korzyści.

Bibliografia

- Aoki H., Nagao J., Ueda T., Strong J.M., Schonlau F., Yu-Jing S., Lu Y., Horie S., *Clinical assessment of a supplement of Pycnogenol and L-arginine in Japanese patients with mild to moderate erectile dysfunction*, „Phytotherapy Research” 2012, nr 26(2), 204–207.
- Boger R.H., Bode-Boger S.M., *The clinical pharmacology of L-arginine*, „Annual Review of Pharmacology and Toxicology Journal” 2001, nr 41, 79–99.
- Buchman A.L., O'Brien W., Ou C.N., *The effect of arginine or glycine supplementation on gastrointestinal function, muscle injury, serum amino acid concentrations and performance during a marathon run*, „International Journal of Sports Medicine” 1999, nr 20, 315–321.
- Bushinsky D.A., Gennari F.J., *Life-threatening hyperkalemia induced by arginine*. „Annals Internal Medicine” 1978, nr 89(5), s. 632–634.
- Dobruch J., Borówka A., *Fizjologia wzrodu prącia*, „Przegląd Urologiczny” 2005, nr 2, s. 30.
- Durkalec-Michalski K., Jeszka J., *Czy suplementacja arginina jest skuteczną metodą wspomagania zdolności wysiłkowych w sporcie?*, „Zeszyty Naukowe Wielkopolskiej Wyższej Szkoły Turystyki i Zarządzania w Poznaniu” 2011, nr 6, s. 101–111.

²⁴ H. Aoki, J. Nagao, T. Ueda, J.M. Strong, F. Schonlau, S. Yu-Jing, Y. Lu, S. Horie, *Clinical assessment of a supplement of Pycnogenol and L-arginine in Japanese patients with mild to moderate erectile dysfunction*, „Phytotherapy Research” 2012, nr 26(2), 204–207.

²⁵ O. Un, D. Yilmaz, N. Bayatli, E. Kaya, S. Gur, *L-arginine and tetrahydrobiopterin, but not sodium nitrite partially restored erectile dysfunction in aged rats*, „Aging Male” 2014, nr 17(4), s. 248–255.

- Gomulak P., Blasiak J., *Znaczenie modyfikacji histonów w transformacji nowotworowej*, „Postępy Biochemii” 2012, nr 58 (3), s. 292–301.
- Jing Y., Horky L.L., Friedlich A.L., Shi Y., Rogers J.T., Huang X., *L-Arginine and Alzheimer's Disease*, „International Journal of Clinical and Experimental Pathology” 2009, nr 3, s. 211–238.
- Kostka-Trąbka E., *Arginina — znany aminokwas o nowych możliwościach zastosowań klinicznych*, „Ordynator Leków” 2002, nr 3, s. 3–10.
- Li H., Jamal J., Plaza C., Hai Pineda S., *Structures of human constitutive nitric oxide synthases*, „Acta Crystallogr D Biol Crystallogr” 2014, nr 70(Pt 10), s. 2667–2674.
- Matuszak M., Suliburska J., *Rola argininy w prewencji i leczeniu chorób metabolicznych*, „Forum Zaburzeń Metabolicznych” 2012, nr 3, 2, s. 50–53
- Morris S.M. Jr., *Regulation of enzymes of the urea cycle and arginine metabolism*, „Annual Review of Nutrition” 2002, nr 22, s. 87–105.
- Murray R.K., Granner D.K., Mayes P.A., Rodwell V.W., *Biochemia Harpera*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2001, s. 328–337.
- Neuzillet Y., Hupertan V., Cour F., Botto H., Lebret T., *A randomized, double-blind, cross-over, placebo-controlled comparative clinical trial of arginine aspartate plus adenosine monophosphate for the intermittent treatment of male erectile dysfunction*, „Andrology” 2013, nr 2, s. 223–228.
- Ridwan S., Kaufman J., Magee M., Creanga D., Russell D., Budhwani M., *Lack of awareness of erectile dysfunction in many men with risk factors for erectile dysfunction*, „BMC Urology Journal” 2010, nr 10, s. 18.
- Ścibior D., Czeczot H., *Arginina – metabolizm i funkcje w organizmie człowieka*, „Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej” 2004, nr 58, s. 321–332.
- Un O., Yilmaz D., Bayatli N., Kaya E., Gur S., *L-arginine and tetrahydrobiopterin, but not sodium nitrite partially restored erectile dysfunction in aged rats*, „Aging Male” 2014, nr 17(4), s. 248–255.
- Vallance P., *Nitric oxide and arginine*, „Growth Hormone IGF Res” 1999, nr 9(A), s. 31–36.
- Wu G., Meininger C.J., Knabe D.A., Bazer F.W., Rhoads J.M., *Arginine nutrition in development, health and disease*, „Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care” 2000, nr 3, s. 59–66.
- Wu G., Morris S.M. Jr., *Arginine metabolism: nitric oxide and beyond*, „Biochemical Journal” 1998, nr 336, s. 1–17.

SUMMARY

Zygmunt Zdrojewicz, Jacek Winiarski, Klaudia Buczko, Tomasz Michalik, Ewa Popowicz, Marta Szyca, Bartłomiej Śmieszniak

The role of the arginine in the human body

The aim of this study is to show the role of arginine in the human body. Arginine is a relatively exogenous amino acid, which means that, although it is produced in the hu-

man body, supplying it with food is equally important for maintaining homeostasis of the body. The main source of arginine in the diet is meat and seafood. This amino acid is synthesized during the urea cycle in the liver as well as in the kidneys. It is involved, among other processes, in the production of nitric oxide, which is a vasodilator. Numerous studies also indicate the efficacy of arginine supplementation in erectile dysfunction. The contribution of arginine in this reaction has generated interest from many researchers. It has been proven that in addition to the well-known use of arginine as a drug contributing to the removal of ammonia from the body, adequate supplementation of this amino acid has a positive effect on the improvement of pregnancy-induced hypertension, pulmonary hypertension, chronic renal failure, diabetes, glaucoma, wound healing and stroke prevention. It is believed that the concentration of arginine affects the development of neurodegenerative diseases progressing with age. This amino acid is also willingly used by athletes to improve the efficiency of the body. However, the studies carried out so far do not confirm its positive impact in this respect.

Key words: arginine, liver, nitric oxide, doping.

Data wpływu artykułu: 11.06.2018 r.

Data akceptacji artykułu: 18.09.2018 r.