

Glutamine in equine nutrition

Mirowski A., Department of Morphological Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Warsaw University of Life Sciences – SGGW

This article aims at the presentation of the role of glutamine in equine nutrition. Glutamine, an amino acid, is one of the most important nitrogen compounds in animal body. Glutamine plays crucial roles in nitrogen and energy metabolism. It is a source of nitrogen and energy for enterocytes and also the immune cells. Glutamine supplementation can ameliorate the catabolic state. Many dietary supplements intended for human consumption contain this nutrient. Animal nutritionists are increasingly interested in using feed additives. The purpose of this review was to present the aspects of equine nutrition supplementation with glutamine.

Keywords: animal nutrition, glutamine, horse.

Glutamina jest jednym z najważniejszych związków azotowych występujących w organizmie. Pełni kluczowe funkcje w metabolizmie azotu i energii. Stanowi źródło azotu i energii dla szybko dzielących się komórek, między innymi enterocytów i komórek układu immunologicznego (1, 2, 3). Wchodzi w skład różnych suplementów diety używanych w żywieniu człowieka. Coraz większe zainteresowanie budzi również w żywieniu zwierząt.

Glutamina jest amidem kwasu glutaminowego. Jej syntezę katalizuje syntetaza glutaminowa. Według badań przeprowadzonych na kłaczkach ekspresja tego enzymu jest najwyższa w nerkach i gruczole mlekowym. Stosunkowo wysoka jest też w wątrobie i tkance tłuszczowej. Niższa jest w mięśniach pośladkowych, grasicy, okrężnicy i płucach. Jeszcze niższa w jelicie cienkim, trzustce i macicy. Poszczególne mięśnie mogą znacznie różnić się pod względem nasilenia ekspresji enzymu syntetyzującego glutaminę. Jest ona wyższa w mięśniach pośladkowych i mięśni pólbloniastym, a niższa w przeponie i sercu. Wykazano jednak odwrotną korelację między ekspresją syntetazy glutaminowej a stężeniem wolnej glutaminy w mięśniach. Stężenie wolnej glutaminy jest znacznie wyższe w mięśni sercowym niż w mięśniach pośladkowych. Największe ilości glutaminy powstają w mięśniach szkieletowych, wątrobie, tkance tłuszczowej i płucach (2).

Największe ilości glutaminy są zgromadzone w mięśniach szkieletowych, gdzie uczestniczy w metabolizmie związków azotowych. Zawartość glutaminy w organizmie zmienia się wraz z wiekiem. W mięśniach szkieletowych nowo narodzonych źrebiąt glutamina występuje

Glutamina w żywieniu koni

Adam Mirowski

z Katedry Nauk Morfologicznych Wydziału Medycyny Weterynaryjnej w Warszawie

w największych ilościach spośród wolnych aminokwasów. W ciągu pierwszych dwóch tygodni życia jej stężenie ulega jednak znacznemu obniżeniu. Przed ukończeniem pierwszego roku życia stężenie glutaminy w mięśniach szkieletowych może osiągnąć 1/3 wartości obserwowanej bezpośrednio po porodzie. Jednocześnie dochodzi do zmian aktywności syntetazy glutaminowej w mięśniach. Bezpośrednio po porodzie jest ona ledwo wykrywalna, po czym jej aktywność gwałtownie wzrasta w ciągu pierwszych dwóch tygodni życia. Drugim wolnym aminokwasem, który występuje w największych ilościach w mięśniach szkieletowych nowo narodzonych źrebiąt, jest glicyna. W ciągu pierwszych dwóch tygodni życia jej stężenie ulega obniżeniu o mniej więcej 40%, po czym utrzymuje się na stałym poziomie. W wieku dwunastu miesięcy w największych ilościach spośród wolnych α -aminokwasów występuje alanina. Następne są kwas glutaminowy, glutamina i glicyna. W osoczu krwi bezpośrednio po porodzie w największych ilościach występuje glicyna. Druga pod względem zawartości jest glutamina. Niemniej jednak w pierwszym miesiącu życia to właśnie glutamina występuje w największych ilościach (4).

Zbadano dobowe zmiany stężenia glutaminy w osoczu krwi kilku koni pełnej krwi angielskiej. Konie karmiono dwa razy dziennie, po południu o godzinie 16.00 i rano o godzinie 7.00. O godzinie 16.00 średnie stężenie wynosiło 482 $\mu\text{mol/l}$. Wzrosło po posiłku. O godzinie 20.00 wynosiło 522 $\mu\text{mol/l}$. Następnego dnia o godzinie 16.00 wynosiło 476 $\mu\text{mol/l}$ i ponownie wzrosło do 525 $\mu\text{mol/l}$ o godzinie 20.00. U kilkunastu koni tej samej rasy, które poddawano lekkiemu wysiłkowi fizycznemu, średnie stężenie glutaminy w osoczu krwi pobieranej co tydzień o godzinie 10.00 wynosiło 491 $\mu\text{mol/l}$. W tej samej pracy zauważono przejściowy wzrost stężenia glutaminy w osoczu krwi koni poddawanych wysiłkowi fizycznemu. Potem dochodziło do spadku stężenia. Najniższą wartość notowano około trzech godzin po ćwiczeniach (5). Także inne obserwacje dowodzą, że wysiłek fizyczny może spowodować obniżenie się stężenia glutaminy we krwi koni (6, 7). Może dojść do obniżenia się jej zawartości również w mięśniach szkieletowych (8). Z kolei w mięśni sercowym nie zachodzą istotne zmiany zawartości aminokwasów na skutek regularnych ćwiczeń.

Potwierdzają to badania przeprowadzone na koniach pełnej krwi angielskiej. Spośród wolnych aminokwasów w największych ilościach w komórkach mięśnia sercowego występuje glutamina. Druga pod tym względem jest tauryna. Stosunek stężenia glutaminy w sercu do stężenia tego związku w osoczu krwi wynosi 37. Wyższe wartości notuje się w przypadku tauryny – 155 i kwasu glutaminowego – 111 (9).

Glutamina jest ważna dla rozwijającego się płodu. U wielu gatunków ssaków płód zużywa znaczne ilości glutaminy. Pochodzi ona z krwioobiegu matki i z syntezy *de novo* w łożysku. Także u kłaczy łożysko ma duże znaczenie w zaopatrywaniu płodu w ten związek. Świadczy o tym wysoka aktywność syntetazy glutaminowej. Glutamina jest drugim pod względem stężenia aminokwasem obecnym w wodach płodowych. W większych ilościach występuje tylko glicyna. W łożysku w największych ilościach występuje glicyna, a następnie pod tym względem są kwas glutaminowy i glutamina (10). Według badań przeprowadzonych na kłaczkach w zaawansowanej ciąży stężenia większości aminokwasów we krwi płodu są podobne do tych obserwowanych we krwi kłaczy. Tylko kilka aminokwasów występuje w wyższych stężeniach u płodu. Jednym z nich jest glutamina (11). Jej stężenie utrzymuje się na wyższym poziomie we krwi potomstwa również po porodzie (12, 13). W okresie laktacji dochodzi do dużych zmian w metabolizmie glutaminy w organizmie kłaczy, które świadczą o nasilonym katabolizmie. Po porodzie wzrasta stężenie glutaminy w osoczu krwi. Podwyższone stężenie utrzymuje się do drugiego tygodnia po porodzie, a następnie ulega obniżeniu. Najmniejszą wartość osiąga około szóstego tygodnia laktacji. Stężenie glutaminy w mięśniach szkieletowych nie ulega większym zmianom. Ekspresja syntetazy glutaminowej jest jednak obniżona pod koniec laktacji. Zmiany w metabolizmie glutaminy u kłaczy mają odzwierciedlenie w jej zawartości w mleku. Na początku laktacji mleko zawiera dużo glutaminy, a potem dochodzi do obniżenia się jej stężenia (3). Kwas glutaminowy razem z glutaminą stanowią około 20% wszystkich aminokwasów mleka różnych gatunków zwierząt, między innymi mleka kłaczy. Następne pod tym względem są prolina i leucyna (14).

Badania przeprowadzone na różnych gatunkach zwierząt dowodzą, że stężenie

glutaminy we krwi może ulec obniżeniu w sytuacjach stresowych. W przypadku koni obniżone stężenie udokumentowano na przykład u osobników poddawanych wysiłkowi fizycznemu i zakażonych wirusem grypy. Zauważono, że w ciągu kilku dni od eksperymentalnego zakażenia dochodzi do znacznego obniżenia się stężenia tego związku (5). Coraz większe zainteresowanie budzi stosowanie dodatków paszowych zawierających glutaminę. Suplementacja może spowodować znaczny wzrost jej stężenia we krwi. Wykazano to w badaniach, w których podawano dorosłym koniom różne komponenty paszowe z dodatkiem L-glutaminy lub peptydu glutaminowego w ilościach dostarczających 30 lub 60 mg glutaminy/kg masy ciała. Nie odnotowano efektów ubocznych (15). Glutaminę można uznać za związek bezpieczny. Potwierdzają to badania, w których użyto dodatku paszowego przeznaczonego do podawania koniom w celu korzystnego wpływu na przewod pokarmowy. Nie stwierdzono efektów ubocznych u młodych koni, które otrzymywały go codziennie przez osiem tygodni w ilości dwukrotnie przekraczającej zalecaną dawkę (16).

Podsumowanie

Znaczną część badań nad metabolizmem glutaminy u koni opublikowano w ostatnich kilku latach. Świadczy to o coraz większym zainteresowaniu tym związkiem, co wynika między innymi z rosnącej popularności różnych dodatków paszowych w żywieniu koni, zwłaszcza koni sportowych.

Nie wydaje się, aby wysiłek fizyczny o niskiej intensywności zwiększał zapotrzebowanie mięśni szkieletowych na glutaminę (17). Suplementacja glutaminy może ograniczać wzrost aktywności kinazy kreatynowej we krwi koni sportowych (18). Potrzeba dalszych badań nad użytecznością glutaminy w żywieniu koni podawanych wysiłkowi fizycznemu o różnej intensywności, a także koni chorych. Glutamina stwarza nadzieję na poprawę żywienia, zwłaszcza w stanach nasilonego katabolizmu.

Piśmiennictwo

- Duckworth D.H., Madison J.B., Calderwood-Mays M., Soubra W.W.: Arteriovenous differences for glutamine in the equine gastrointestinal tract. *Am. J. Vet. Res.* 1992, **53**, 1864–1867.
- Manso Filho H.C., Costa H.E., Wang Y., McKeever K.H., Watford M.: Distribution of glutamine synthetase and an inverse relationship between glutamine synthetase expression and intramuscular glutamine concentration in the horse. *Comp. Biochem. Physiol. B Biochem. Mol. Biol.* 2008, **150**, 326–330.
- Manso Filho H.C., McKeever K.H., Gordon M.E., Costa H.E., Lagakos W.S., Watford M.: Changes in glutamine metabolism indicate a mild catabolic state in the transition mare. *J. Anim. Sci.* 2008, **86**, 3424–3431.
- Manso Filho H.C., McKeever K.H., Gordon M.E., Manso H.E., Lagakos W.S., Wu G., Watford M.: Developmental changes in the concentrations of glutamine and other amino acids in plasma and skeletal muscle of the Standardbred foal. *J. Anim. Sci.* 2009, **87**, 2528–2535.
- Routledge N.B., Harris R.C., Harris P.A., Naylor J.R., Roberts C.A.: Plasma glutamine status in the equine at rest, during exercise and following viral challenge. *Equine Vet. J.* 1999, **30** (Supplement), 612–616.
- Hackl S., van den Hoven R., Zickl M., Spona J., Zentek J.: The effects of short intensive exercise on plasma free amino acids in standardbred trotters. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)* 2009, **93**, 165–173.
- Westermann C.M., Dorland L., Wijnberg I.D., de Sain-van der Velden M.G., van Breda E., Barneveld A., de Graaf-Roelfsema E., Keizer H.A., van der Kolk J.H.: Amino acid profile during exercise and training in Standardbreds. *Res. Vet. Sci.* 2011, **91**, 144–149.
- van den Hoven R., Bauer A., Hackl S., Zickl M., Spona J., Zentek J.: Changes in intramuscular amino acid levels in submaximally exercised horses – a pilot study. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)* 2010, **94**, 455–464.
- King N., Suleiman M.S.: Effect of regular training on the myocardial and plasma concentrations of taurine and alpha-amino acids in thoroughbred horses. *Amino Acids* 1998, **15**, 241–251.
- Manso Filho H.C., Costa H.E., Wu G., McKeever K.H., Watford M.: Equine placenta expresses glutamine synthetase. *Vet. Res. Commun.* 2009, **33**, 175–182.
- Silver M., Fowden A.L., Taylor P.M., Knox J., Hill C.M.: Blood amino acids in the pregnant mare and fetus: the effects of maternal fasting and intrafetal insulin. *Exp. Physiol.* 1994, **79**, 423–433.
- Rogers P.A., Fahey G.C. Jr., Albert W.W.: Blood metabolite profiles of broodmares and foals. *Equine Vet. J.* 1984, **16**, 192–196.
- Zicker S.C., Rogers Q.R.: Temporal changes in concentrations of amino acids in plasma and whole blood of healthy neonatal foals from birth to two days of age. *Am. J. Vet. Res.* 1994, **55**, 1012–1019.
- Davis T.A., Nguyen H.V., Garcia-Bravo R., Fiorotto M.L., Jackson E.M., Lewis D.S., Lee D.R., Reeds P.J.: Amino acid composition of human milk is not unique. *J. Nutr.* 1994, **124**, 1126–1132.
- Harris R.C., Harris P.A., Routledge N.B., Naylor J.R., Wilson A.M.: Plasma glutamine concentrations in the horse following feeding and oral glutamine supplementation. *Equine Vet. J.* 2006, **36** (Supplement), 637–642.
- Lindinger M.L., Anderson S.C.: Seventy day safety assessment of an orally ingested, l-glutamine-containing oat and yeast supplement for horses. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 2014, **70**, 304–311.
- Peters L.W., Smiet E., de Sain-van der Velden M.G., van der Kolk J.H.: Amino acid utilization by the hindlimb of warmblood horses at rest and following low intensity exercise. *Vet. Q.* 2013, **33**, 20–24.
- Stohrer M., Brincker B., Menn M., Stangassinger M.: Antioxidative status of h horses after glutamine supplementation and altitude training. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 2007, **16**, 23.

Lek. wet. mgr inż. zoot. mgr biol. Adam Mirowski, Katedra Nauk Morfologicznych, Wydział Medycyny Weterynaryjnej SGGW, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, e-mail: adam_mirowski@o2.pl