

Evaluation of selected serum biochemical and mineral indices in foals of breed Norik Muráň type

Biokémiai vérértékek és elektrolitok vizsgálata hidegvérű Murány-Norik fajtájú csikókban

J. Bílek¹
Cs. Tóthová²
O. Nagy²
F. Novotný¹
S. Pošiváková³
T. Pošiváková³
I. Valocký¹
L. Pleva⁵

Ján Bílek¹, Csilla Tóthová², Oskar Nagy², František Novotný¹, Serena Pošiváková³, Terézia Pošiváková³, Igor Valocký¹, László Pleva⁵

1. Állatorvostudományi és Gyógyszerészeti Egyetem, Lógyógyászati Klinika, Kassa, Szlovákia

2. Állatorvostudományi és Gyógyszerészeti Egyetem, Kérődzők Klinikája, Kassa, Szlovákia

*e-mail: Csilla.Tothova@uvlf.sk

3. Állatorvostudományi és Gyógyszerészeti Egyetem, Járványtani és Parazitológiai Tanszék, Kassa, Szlovákia

4. Állatorvostudományi és Gyógyszerészeti Egyetem, Állathigiéniai és Környezetvédelmi Intézet, Kassa, Szlovákia

5. Magánállatorvos, Alsószele, Szlovákia

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők jelen tanulmányukban bemutatják egyes biokémiai paraméterek és elektrolitok vizsgálatának eredményeit 12 hidegvérű Murány-Norik fajtájú csikónál a születés utáni 1., 3., 6. és 8. héten. A vérmintákban a glükóz, az albumin, a koleszterin, a foszfor és a kálium koncentrációját, valamint az aszpartát-aminotranszferáz és az alkalikus foszfatáz aktivitását mérték. A korrrelatív negatív korrelációt mutatott a glükóz, az albumin, az alkalikus foszfatáz és a koleszterin, míg az aszpartát-aminotranszferáz, foszfor és kálium esetében pozitív korreláció állt fenn. A szerzők mindezek alapján rámutatnak, hogy a csikók életkora befolyásolhatja a biokémiai paraméterek és elektrolitok értékeit.

SUMMARY

Background: Serum biochemical analyses in horses are important to determine the correct clinical diagnosis of general diseases and also some infectious and parasitic diseases. Reference values of blood parameters may vary depending on the breed, age and they can be affected by breeding conditions as well. **Objectives:** The aim of the study was to monitor changes in selected biochemical parameters in 12 cold-blooded foals of the Norik Muráň breed from the 1st day of foaling until 60th day of life.

Materials and Methods: Blood samples were collected from *v. jugularis* using vacuum tubes on the first, third, sixth and eighth week of age. Biochemical parameters such as glucose, albumin, aspartate aminotransferase, alkaline phosphatase, and cholesterol, and from the electrolytes phosphorus and potassium were determined by COBAS c 111th analyzer. The results were statistically evaluated using the Correl test and the differences were evaluated between all groups by Student t-test.

Results and Discussion: Age was negatively correlated with glucose ($p < 0.01$), albumin ($p < 0.05$), alkaline phosphatase ($p < 0.01$) and cholesterol ($p < 0.05$), while positive correlation was found with aspartate aminotransferase ($p < 0.05$), phosphorus ($p < 0.05$) and potassium ($p < 0.05$). Data obtained from this study can enhance our understanding of the biochemical and mineral parameters in these species allowing the veterinarians to establish appropriate interpretation of the laboratory data and give these animals appropriate care. The results suggest that some serum biochemical indices in foals may be markedly influenced by age. This should be taken into consideration when interpreting the biochemical profile of young foals of the breed Norik Muráň type.



Az ellést követő időszak az egyik legkritikusabb és leginkább stresszes szakasz az anyaállat, és az újszülött számára is. A lótenyésztők számára a legfontosabb, hogy minél több csikó maradjon életben és élje meg a választási kort (3). Az ellés után a kancák és a csikók kifejezetten sérülékenyek. A szervezetben lejátszódó élettani változások hatására számos hematológiai és biokémiai érték dinamikusán változhat. Az ellést követő korai időszakban a legfontosabb, hogy a csikók hozzászokjanak a méhen kívüli környezethez: a magzati vérkeringés megszűnéséhez és átalakulásához, valamint a tüdővel való légzéshez és az önálló táplálkozáshoz (19). Azt az időszakot, amely alatt ezek a változások bekövetkeznek, és amely a születéskor kezdődik és a 30. napig tart, adaptációs időszakként nevezik (5, 20). Az ellést követő korai időszakban az újszülött csikók fogékonyabbak a fertőző betegségekre (vérfertőzés, köldök-, vékony- és vastagbél-, valamint tüdőgyulladás), anyagcsere-rendellenességekre (hyperlipaemia, hypoglikemia) valamint az anyai eredetű (maternális vagy kolosztrális) immunitás passzív megszerzésének elmulasztására is (27). A kolosztrum a tápanyagok és bioaktív anyagok, nevezetesen az immunglobulinok, peptidok, hormonok, növekedési faktorok, nukleotidok és enzimek értékes forrása (3). Az elfogyasztott tej és a kanca tejében található emészthető energia mennyiségének alapján (0,48 kcal/l), az emészthető napi energiaigény egészséges csikóknál hozzávetőleg 120 kcal/kg (24).

Az ellést követő időszak az egyik legkritikusabb és leginkább stresszes szakasz az anyaállat és újszülött számára is

A hematológiai és biokémiai értékek meghatározása elősegítheti számos betegség korai felismerését

A hematológiai és biokémiai értékek meghatározása elősegítheti számos betegség korai felismerését, és ezáltal gyógyítását is. Egyes szérumbiokémiai érték és elektrolit koncentrációja fajtól, nemtől, kortól és a takarmány típusától függően változhat (2). Ezért jelen tanulmányban az ezekben végbemenő változásokat vizsgáltuk újszülött csikóknál egy, három, hat és nyolc héttel a születés után.

A szerzők 12 egészséges Murány-Norik fajtájú csikó vérértékeit vizsgálták

Jelen tanulmányban 12, klinkai tüneteket nem mutató, egészséges Murány-Norik fajtájú csikót vizsgáltunk egy Dobšinában (Dobsina) Szlovákiában található állományban. A vérmintákat a *v. jugularis*ból vettük 18G-s tűvel, (Vacutainer® Precision Glide™, BD Diagnostics, USA) vákuumcsövek segítségével (Serum-SST™II Advance, BD Diagnostics, USA) a reggeli órákban, majd 4 °C-on tartottuk, és a lehető leghamarabb vizsgáltuk a levett mintákat. A biokémiai paraméterek közül a glükóz (Glu), albumin (Alb) és koleszterin (Chol) koncentrációját, az aszpartát-amino-transzferáz (AST) és alkalikus foszfatáz (ALP) aktivitását, az elektrolitok közül pedig a foszfor (P) és a kálium (K) koncentrációját vizsgáltuk a COBAS c 111 (Roche, Svájc) automata biokémiai berendezés segítségével. A vérmintákat a születést követő 1., 3., 6., és 8. héten vettük. A nyert adatokat számtani átlag ± szórás formájában fejeztük ki, majd Student-féle t-próba alapján értékeltük (Microsoft Excel 2010) a Correl statisztikai módszer alkalmazásával.

EREDMÉNYEK

Vért vettek az állatokból a születést követő 1., 3., 6. és 8. héten

A vizsgált állatokban a születést követő 1., 3., 6. és 8. héten mért értékek összegzését az [1. táblázat](#) tartalmazza. A különbségeket minden csoportra vonatkozóan értékeltük, és statisztikailag szignifikáns eltérést találtunk az 1. és a 8. hét között az összes vizsgált érték esetében.

A glükóz koncentrációja a születés utáni 1. héten volt a legnagyobb, majd csökkenni kezdett

A glükóz koncentrációja a születés utáni 1. héten volt a legnagyobb. A 3. és a 6. héten az értékek enyhe (nem szignifikáns) csökkenése volt megfigyelhető, amit a 8. héten további csökkenés követett. Az 1. és a 8. héten mért értékek között statisztikailag szignifikáns különbséget rögzítettünk ($8,8 \pm 0,63$ vs. $7,03 \pm 0,38$ mmol/L; $p < 0,01$) ([1. ábra](#)). Az alkalikus foszfatáz aktivitása a születés utáni 3. héten szignifikán-

TÁBLÁZAT 1. A vizsgált biokémiai paraméterek és elektrolitok átlagos értékei Murány-Norik fajtájú csikóknál a születés utáni 1., 3., 6. és 8. héten

Szignifikáns különbségek: a1-d1, a2-d2, a2-c2, a2-b2 = $p < 0,01$; a3-d3, b3-d3, b3-c3, a4-d4, a5-d5, a6-d6, a7-d7, b2-d2, b5-d5, b6-d6 = $p < 0,05$, a7-d7, b2-d2, b5-d5, b6-d6 = $p < 0,05$

TABLE 1. Biochemical and mineral indices in foals of breed Norik Muraň type on the 1st, 3rd, 6th and 8th week of post partum Data are expressed as arithmetic mean of measures ($n = 12$) \pm standard deviation. Statistical significance: a1-d1, a2-d2, a2-c2, a2-b2 = $p < 0.01$; a3-d3, b3-d3, b3-c3, a4-d4, a5-d5, a6-d6, a7-d7, b2-d2, b5-d5, b6-d6 = $p < 0.05$

| Paraméterek | 1.hét | 3.hét | 6.hét | 8.hét |
|---------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Glu (mmol/L) | 8,8 \pm 0,63 a1 | 7,92 \pm 1,21 | 8,11 \pm 1,9 | 7,03 \pm 0,38 d1 |
| ALP (U/L) | 1376,4 \pm 264,0 a2 | 904,2 \pm 168,6 b2 | 744,0 \pm 198,6 c2 | 706,8 \pm 143,4 d2 |
| Chol (mmol/L) | 5,83 \pm 0,89 a3 | 5,15 \pm 0,2 b3 | 4,01 \pm 0,78c3 | 4,03 \pm 0,7 d3 |
| P (mmol/L) | 2,04 \pm 0,41 a4 | 2,16 \pm 0,15 | 2,7 \pm 0,43 | 2,77 \pm 0,2 d4 |
| K (mmol/L) | 4,68 \pm 0,26 a5 | 4,42 \pm 0,4 b5 | 5,1 \pm 1,66 | 5,4 \pm 0,32 d5 |
| Alb (g/L) | 30,21 \pm 0,83 a6 | 30,9 \pm 1,7 b6 | 29,33 \pm 3,12 | 28,85 \pm 1,2 d6 |
| AST (U/L) | 218,4 \pm 19,8 a7 | 228,0 \pm 44,4 | 232,2 \pm 18,0 | 249,0 \pm 15,0 d7 |

Rövidítések: glükóz (Glu), alkalikus foszfatáz (ALP), koleszterin (Chol), foszfor (P), kálium (K), albumin (Alb), aszpartát aminoszferáz (AST)

TÁBLÁZAT 2. A vizsgált biokémiai paraméterek és elektrolitok korrelációja

TABLE 2. Correlation of biochemical and mineral parameters

| Paraméterek | Glu (mmol/L) | ALP (U/L) | Chol (mmol/L) | P (mmol/L) | K (mmol/L) | Alb (g/L) | AST (U/L) |
|--------------|--------------|-----------|---------------|------------|------------|-----------|-----------|
| Korreláció r | -0,54 | -0,61 | -0,49 | 0,52 | 0,55 | -0,35 | 0,52 |

Rövidítések: glükóz (Glu), alkalikus foszfatáz (ALP), koleszterin (Chol), foszfor (P), kálium (K), albumin (Alb), aszpartát aminoszferáz (AST)

Az alkalikus foszfatáz aktivitása a születés utáni 3. héten szignifikánsan csökkent

A foszfor szérumszintje fokozatosan emelkedett a vizsgált időszakban

A vér albuminkoncentrációja a születés utáni első három hétben nagyobb volt, mint a 6. és 8. héten

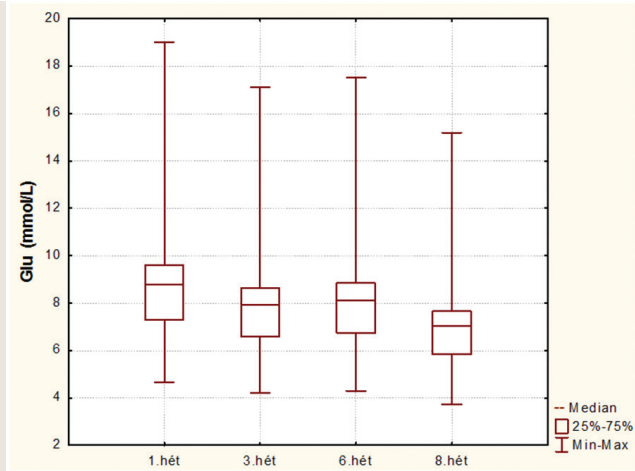
san csökkent az 1. héten mért értékekhez képest (1376,4 \pm 264,0 vs. 904,2 \pm 168,6 U/L; $p < 0,01$), majd a 6. és a 8. héten további csökkenés volt megfigyelhető. Az ALP aktivitása a születés utáni 8. hétre csaknem a felére csökkent az 1. héten mért értékekhez képest (2. ábra).

A koleszterin esetében szignifikáns csökkenést figyeltünk meg a születést követő 3. héten az 1. héten nyert értékekhez képest (5,83 \pm 0,89 vs. 5,15 \pm 0,2 mmol/L; $p < 0,05$), további szignifikáns csökkenéssel a születés utáni 8. hétig ($p < 0,05$; 3. ábra).

A vizsgált elektrolitok esetében, a foszfor szérumszintje fokozatosan emelkedett a vizsgált időszakban (4. ábra). Szignifikáns különbséget a születés utáni 1. és 8. hét között figyeltünk meg ($p < 0,05$). A kálium koncentrációja a születés utáni 3. hétig gyakorlatilag nem változott, jelentősebb emelkedés a mért értékekben a 6. héttől kezdve volt megfigyelhető (5. ábra). Szignifikánsan nagyobb értékeket a születés utáni 8. héten mutattunk ki az 1. és 3. héten mért értékekhez képest ($p < 0,05$).

A vér albuminkoncentrációja a születés utáni első három hétben nagyobb volt, mint a 6. és 8. héten mért adatok. Szignifikáns különbségeket az 1. és 8. hét között (30,21 \pm 0,83 vs. 28,85 \pm 1,2 g/L; $p < 0,05$), valamint a 3. és a 8. héten nyert értékek között (30,9 \pm 1,7 vs. 28,85 \pm 1,2 g/L; $p < 0,05$) mutattunk ki. Az aszpartát-aminotranszferáz aktivitásában fokozatos szignifikáns emelkedést figyeltünk meg a születés utáni 1. héttől kezdve egészen a 8. hétig ($p < 0,05$; 6. ábra).

Összefoglalva: gyenge, negatív korrelációt találtunk a Glu ($r = 0,54$); Alb ($r = -0,35$); ALP ($r = -0,61$) és Chol ($r = -0,49$) ($r = -0,29 - -0,69$) esetében, míg gyenge pozitív korrelációt találtunk az AST ($r = 0,52$); P ($r = 0,52$) és a K ($r = 0,55$) ($r = +0,29 - +0,69$) esetében (2. táblázat).

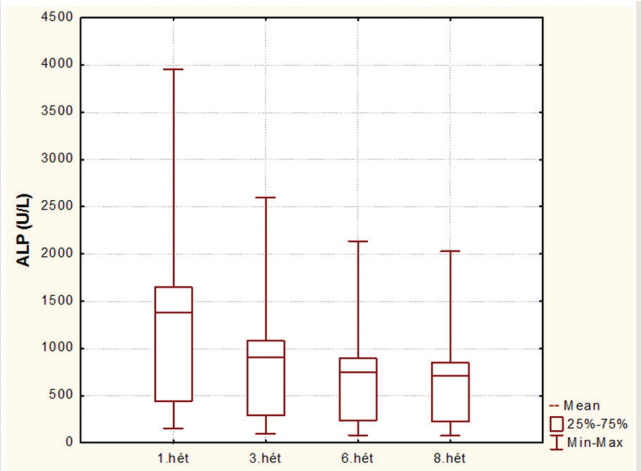


1. ÁBRA. A glükóz koncentrációjának megoszlása a vizsgált csikókban a születés utáni első 8 héten

A doboz ábrázolja a mediánértéket, az interkvartilis terjedelmet, valamint a legnagyobb és legkisebb értékeket

FIGURE 1. The distribution of the concentrations of glucose in foals during the first 8 weeks of life

The plots show the median (line within box), 25th and 75th percentiles (box), minimal and maximal values (whiskers)

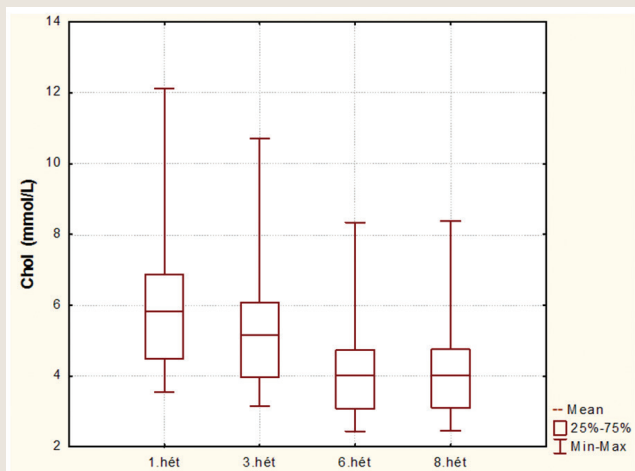


2. ÁBRA. Az ALP aktivitásának megoszlása a vizsgált csikókban a születés utáni első 8 héten

A doboz ábrázolja a mediánértéket, az interkvartilis terjedelmet, valamint a legnagyobb és legkisebb értékeket

FIGURE 2. The distribution of the activity of ALP in foals during the first 8 weeks of life

The plots show the median (line within box), 25th and 75th percentiles (box), minimal and maximal values (whiskers)

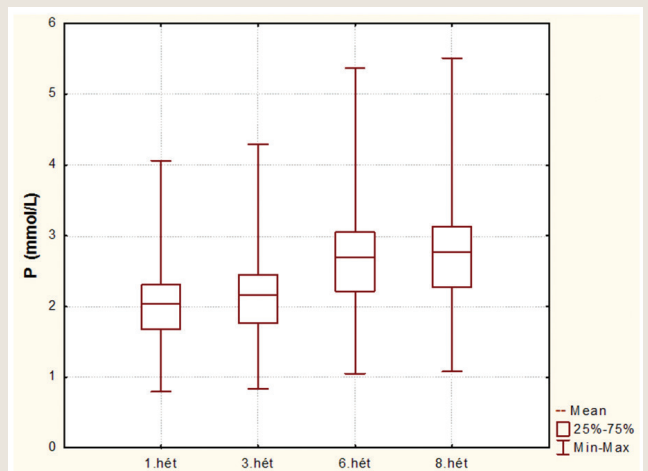


3. ÁBRA. A koleszterin koncentrációjának megoszlása a vizsgált csikókban a születés utáni első 8 héten.

A doboz ábrázolja a mediánértéket, az interkvartilis terjedelmet, valamint a legnagyobb és legkisebb értékeket

FIGURE 3. The distribution of the concentrations of cholesterol in foals during the first 8 weeks of life

The plots show the median (line within box), 25th and 75th percentiles (box), minimal and maximal values (whiskers)

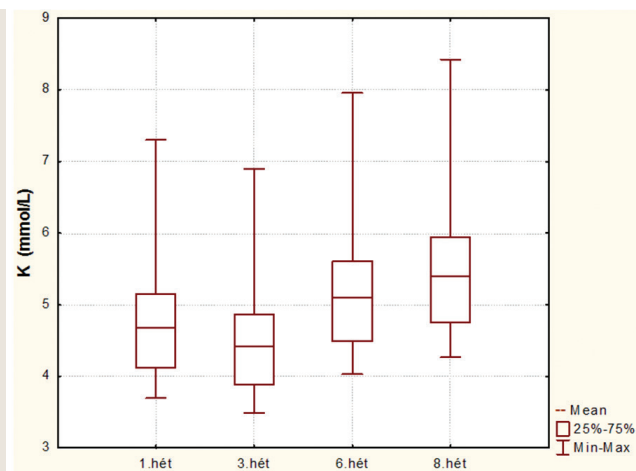


4. ÁBRA. A foszfor koncentrációjának megoszlása a vizsgált csikókban a születés utáni első 8 héten

A doboz ábrázolja a mediánértéket, az interkvartilis terjedelmet, valamint a legnagyobb és legkisebb értékeket

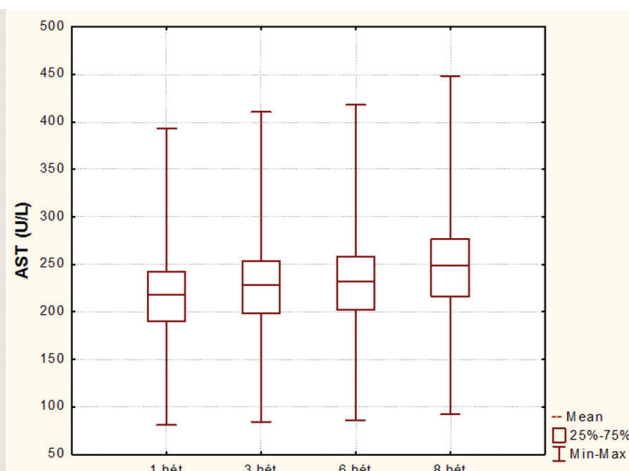
FIGURE 4. The distribution of the concentrations of phosphorus in foals during the first 8 weeks of life

The plots show the median (line within box), 25th and 75th percentiles (box), minimal and maximal values (whiskers)



5. ÁBRA. A kálium koncentrációjának megoszlása a vizsgált csikókban a születés utáni első 8 héten
A doboz ábrázolja a mediánértéket, az interkvartilis terjedelmet, valamint a legnagyobb és legkisebb értékeket

FIGURE 5. The distribution of the concentrations of potassium in foals during the first 8 weeks of life
The plots show the median (line within box), 25th and 75th percentiles (box), minimal and maximal values (whiskers)



6. ÁBRA. Az AST aktivitásának megoszlása a vizsgált csikókban a születés utáni első 8 héten
A doboz ábrázolja a mediánértéket, az interkvartilis terjedelmet, valamint a legnagyobb és legkisebb értékeket

FIGURE 6. The distribution of the activity of AST in foals during the first 8 weeks of life
The plots show the median (line within box), 25th and 75th percentiles (box), minimal and maximal values (whiskers)

MEGVITATÁS

Az újszülött csikók anyagcseréje külső hatásokra érzékenyebb és sérülékenyebb, betegséggel szemben fogékonyabb

A megfigyelt nagyobb glükózkoncentráció a kancatej laktóztartalmával, valamint a gyakori szopással lehet összefüggésben

Az újszülött időszak a magzati és a méhen kívüli élet közötti átmeneti időszak, amely során fejlődnek a homeosztatisz folyamatok annak érdekében, hogy a csikó megfeleljen a méhen kívüli környezet kihívásainak. Ez alatt az időszak alatt a csikók anyagcseréje külső hatásokra érzékenyebb és sérülékenyebb, betegséggel szemben fogékonyabb (3). Más fajták fiatal egyedeinél az újszülött korban egyes biokémiai és hematológiai értékek dinamikusan változnak.

A vizsgált csikókban a születés utáni első héten mért nagyobb glükózkoncentráció a kancatej nagyobb laktóztartalmával, valamint a gyakori szopással lehet összefüggésben. A további vizsgált időszakban a glükóz koncentrációjának csökkenése volt megfigyelhető. Aoki és Ishii a vizsgálataik során a születés utáni első napon mérték a legnagyobb értékeket, valószínűleg a kolosztrum által felvett szénhidrátok megemésztése következtében. A további vizsgált időszakban stabilizálódott a koncentrációja, ami arra enged következtetni, hogy a glükóz anyagcseréjét szabályozó rendszer a születés után rögtön működni kezd (2). Számos tanulmány számolt be arról, hogy a parenterálisan táplált csikóknál a hyperglikemia a leggyakrabban fellépő szövődmény. Ebbe beleszámítanak a születés utáni hypoxia, koraszülöttség vagy vérfertőzés következtében fellépő emésztőrendszeri működészavarban szenvedő csikók is (12, 13, 14, 23). A hyperglikémiát számos tanulmány szerzője hozta összefüggésbe a mitokondriális működészavarral (33), a fehérvérsejtek csökkentett működésével (25), valamint a fertőző betegségek kockázatával és megnövekedett elhullási aránnyal (26). A fertőző megbetegedések és az állat elhullásának hyperglikémiával összefüggésbe hozható megnövekedett kockázata a több szervi rendellenesség és a vérfertőzés gyakoribb elő-

fordulásának tulajdonítható (1). Amikor a vércukor máj általi kiválasztásának folyamatát megzavarják, akkor megnő az inzulinrezisztencia kialakulásának a kockázata (11). A tanulmányunkban mért vércukorszint az egyhetes csikókban $8,8 \pm 0,63$ mmol/l értéket ért el, míg a 8 hetes csikókban $7,03 \pm 0,38$ mmol/l értéket mértünk.

A születés utáni vizsgált időszakban az albumin koncentrációja csökkenő tendenciát mutatott, ami összefüggésben állhat az albumin felezési idejével (lovaknál átlagban 19,4 nap) (18). Ezután az időszak után a máj képes az albumin előállítására. AOKI és ISHU a születés utáni csökkent szérumalbumin-koncentrációt a kolosztrumfelvétel utáni vérhígulásnak tulajdonították. Ezzel egyhangúan a globulin koncentrációja megemelkedett az ellést követő első napon a kolosztrum felvétel során bekövetkezett immunglobulin-felvétel eredményeként (2).

A nem észterezett zsírsavak szintje a vérben összefügg a kolosztrum felvételével

A nem észterezett zsírsavak (NEFA) szintje a vérben összefügg a kolosztrum felvételével (2). A szérum megemelkedett koleszterin-, valamint a triglicerid- (TG-) szintje az ellést követő első napon a zsírban gazdag kolosztrum bevitelének köszönhető. Számos, újszülött borjún végzett tanulmány kimutatta, hogy a kolosztrum és a tej a TG és NEFA forrása. Kolosztrumfelvételt követően szintén megemelkedett az összkoleszterin és az kis sűrűségű lipoproteinek (LDL) koncentrációja a születést követő első héten (15, 17, 21). Hasonló változások figyelhetők meg a vérszérum koleszterin- és TG-koncentrációjában újszülött csikókban is (4). A magzatokban nagyon aktív a lipidképződés, és a tápanyagszükséglet bevitele a vemhesség utolsó hónapjaiban megnöveli a magzati zsír mennyiségét, amely fontos szerepet játszik a hő és az energia megőrzésében az ellés során (31). A szérumlipidek és a lipoproteinek dinamikus minősége és mennyiségi változásai újszülött csikókban és borjakban a kolosztrum és tejfelvétel eredménye (3, 17). A trigliceridek koncentrációjának mérsékelt emelkedése (> 1 mmol/L) a csikókban részben májlipidózisra utalhat, mint a máj születéskori éretlenségének megnyilvánulására. Az újszülött máj fejlődése során a trigliceridek beépülnek a lipoproteinekbe, amely a vérbe való kölcsönös kiválasztásukat eredményezheti (20). Élettani körülmények között a trigliceridek, amelyek a bélben a felszívódás során, valamint a májban a tápanyagfelvétel előtti és utáni időszakban képződnek, nem tárolódnak, hanem nagyon kis sűrűségű lipoprotein (very low density lipoprotein – VLDL) frakciók formájában szállítódnak. Ez a folyamat a chylomikronok gyors átalakulását eredményezi nagyobb denzitású és könnyebben oldódó lipoproteinné, mint a VLDL-koleszterin. Ezért a legnagyobb VLDL-koleszterinkoncentráció, amely csikókban a születés utáni 3. napig észlelhető, nagy valószínűség szerint a máj fejlődésével van összefüggésben (20). Az ezt követő folyamatos TG-koncentrációcsökkenés azok oxidációjával lehet összefüggésben abból a célból, hogy kielégítsék a születés utáni növekedéshez való élettani alkalmazkodás szükségleteit (28). A máj és a többi szteroidfüggő szövet fejlődésének egyik legfontosabb mutatója az összkoleszterin koncentrációja (20). Születéskor a májutak nem teljesen működőképesek, és hogy a májműködés fejlődése a születést követő első két hétben a leggyorsabb (19). A nagy sűrűségű lipoprotein (high density lipoprotein – HDL) megtisztítja a vérfalakat a felesleges koleszterintől, és visszaszállítja azt a májba. A közelmúltban újszülött csikókon végzett megfigyelések jelentősen nagyobb HDL- és LDL-koleszterin koncentrációt mutattak ki a születés utáni első hetekben, amelyet követően a két érték különböző ütemben csökkenni kezdett. A HDL-lipoproteinek koncentrációja a 18. napig csökkent, majd a 30. napig ismét mérsékeltlen megemelkedett. Ezzel szemben az LDL-lipoproteinek koncentrációja folyamatosan csökkent a 9. és a 30. nap közötti időszakban (3). Hasonlóképpen, HEROSIMCZYK és mtsai arra utalnak, hogy a születést

A koleszterin koncentrációja folyamatosan, szignifikánsan csökkent a születés utáni első héttől kezdődően

A csikók esetében az ALP nagyobb szérumaktivitása elsősorban a csontok fejlődéséhez köthető

Megállapítható, hogy a csikók életkora befolyásolhatja a vizsgált biokémiai értékek és elektrolitok szérumkoncentrációját Murány-Norik fajtájú lovakban is

követő korai időszakban a koleszterin fokozatosan átalakul LDL-ből HDL-be (16). A gondos kezeléshez az újszülött csikók ezen élettani állapotának alapos ismerete kell, hogy szolgáljon alapjául, hiszen ezek alapvetően befolyásolják a csikók egészségét és jólétét (3). Jelen tanulmányunkban a koleszterin koncentrációja folyamatosan, szignifikánsan csökkent a születés utáni első héttől kezdődően ($5,83 \pm 0,89$ mmol/L), míg nyolchetes csikókban elérte $4,03 \pm 0,7$ mmol/L értéket, ami a koleszterin eloszlására enged következtetni.

Az ALP (alkalikus foszfatáz) a trihidrogén-foszforsav monoésztereinek foszforiláza és a foszfát-észterek hidrolízisének katalizátora lúgos pH és magnéziumionok jelenléte mellett. Az ALP részt vesz a foszfátok sejtmembránokon keresztül történő szállításának folyamatában (KANEKO, 1989). A szervezet minden sejtjében jelen van, citoplazmában vagy membránokhoz kötődve. Az ALP különösen a májszövetben, az epevezetékben és a csontokban található meg (18). Az ALP szérumaktivitása nagyobb a csikókban, mint a felnőtt lovakban (6). A csikók esetében a nagyobb szérumaktivitás elsősorban a csontok fejlődéséhez köthető, amely az epifízisek elcsontosodása után folyamatosan csökken (18). A tanulmányunk során vizsgált csikók esetében az ALP koncentrációja 1 hetes korban elérte a $1376,4 \pm 264,0$ U/L értéket, amely 8 hetes korig $706,8 \pm 143,4$ U/L-re csökkent, valószínűleg a fent említett csökkent csontképződés és osteoblast-aktivitás következtében. Ezzel ellentétben az AST aktivitása mérsékelten megnövekedett a vizsgált időszakban, ami a máj aktivitásával lehet összefüggésben.

A gamma-glutamil-transzferáz (GGT) szérumszintje az epepangást eredményező máj-és epebetegségek, ill. tünetek értékes mutatója. (8). A lovakban a GGT emelkedett szérumszintje májbetegségekre, pl. toxikus májelégtelenségekre, szubklinikai májbántalomra vagy hiperlipidémiára utal (10, 34, 35). A GGT érzékeny szérum, amelyet a kolesztáz és az epeutak proliferációjának markereként tartanak számon. A lovakkal ellentétben a tehenek és a bányók kolosztruma nagy mennyiségben tartalmaz GGT-t, amelyek könnyen áthatol az újszülöttek bélfalán a plazmába (18). Habár a születést követő megemelkedett GGT-szérumaktivitásnak oka még tisztázatlan, valószínűleg ahhoz köthető, hogy megkezdődik a máj aktív anyagcseréje vagy a kanca tejmirigyéből kerül át a csikóba.

A szoptatás korai időszakában a tejben jelentősen megváltozik az ionok koncentrációja (32). A foszfor két formában van jelen a vérben: szerves (intracelluláris) és szervetlen (extracelluláris) (29). A szérum foszforkoncentrációjának változásában az elsődleges tényezők a belekben és a csontokban való felszívódás, az intracelluláris és az extracelluláris testfolyadékok közötti mozgás, valamint az állatok kora (30). A kóros állapotok kivételével a foszfor szérumkoncentrációja a tápanyagban felvett mennyiségtől, valamint annak belekben való felszívódásától függ (22, 29).

A szerzett adatokból arra lehet következtetni, hogy a csikók életkora befolyásolhatja a vizsgált biokémiai értékek és elektrolitok szérumkoncentrációját Murány-Norik fajtájú lovakban is. A bemutatott adatok a jövőben hasznosak lehetnek a kóreltán, a szülészet és a neonatológia területén végzett tanulmányokhoz.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás az Szlovák Oktatásügyi Minisztérium VEGA 1/0366/15 azonosító számú támogatási szerződésének keretében valósult meg.

IRODALOM

1. ALAEDEEN, D. I. – WALSH, M. C. – CHWALS, W. J.: Total parenteral nutrition-associated hyperglycemia correlates with prolonged mechanical ventilation and hospital stay in septic infants. *J. Pediatr. Surg.*, 2006. 41. 239–244.
2. AOKI, T. – ISHII, M.: Hematological and biochemical profiles in peripartum mares and neonatal foals (Heavy draft horse). *Equine Vet. Sci.*, 2012. 32. 170–176.
3. ARFUSO, F. – GIUDICE, E. et al.: The Dynamics of Serum Lipid and Lipoprotein Profiles in Growing Foals. *J. Equine Vet. Sci.*, 2016. 40. 1–5.
4. ARMENGOU, L. – JOSE-CUNILLERAS, E. et al.: Metabolic and endocrine profiles in sick neonatal foals are related to survival. *J. Vet. Intern. Med.*, 2013. 27. 567–575.
5. BAUER, J. E. – ASQUITH, R. L. – KIVIPELTO, J.: Serum biochemical indicators of liver function in neonatal foals. *Am. J. Vet. Res.*, 1989. 50. 2037–2041.
6. BLACKMORE, D. J. – ELTON, D.: Enzyme activity in the serum of thoroughbred horses in the United Kingdom. *Equine Vet. J.*, 1975. 7. 34–39.
7. BLUM, J. W.: Nutritional physiology of neonatal calves. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 2006. 90. 1–11.
8. BRAUN, J. P. – BENARD, P. et al.: Gamma glutamyl transferase in domestic animals. *Vet. Res. Commun.*, 1983. 6. 77–90.
9. CLEMMONS, R. M. – DORSEY-LEE, M. R. et al.: Haemostatic mechanisms of the newborn foal: reduced platelet responsiveness. *Equine Vet. J.*, 1984. 16. 353–356.
10. DIVERS, T. J. – WARNER, A. et al.: Toxic hepatic failure in newborn foals. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1983. 183. 1407–1413.
11. DONMOYER, C. M. – CHEN, S. S. et al.: Infection impairs insulin-dependent hepatic glucose uptake during total parenteral nutrition. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, 2003. 284. E574–E582.
12. DURHAM, A. E. – PHILLIPS, T. J. et al.: Study of the clinical effects of postoperative parenteral nutrition in 15 horses. *Vet. Rec.*, 2003. 153. 493–498.
13. DURHAM, A. E. – PHILLIPS, T. J. et al.: Nutritional and clinicopathological effects of post operative parenteral nutrition following small intestinal resection and anastomosis in the mature horse. *Equine Vet. J.*, 2004. 36. 390–396.
14. DURHAM, A. E.: Clinical application of parenteral nutrition in the treatment of five ponies and one donkey with hyperlipaemia. *Vet. Rec.*, 2006. 158. 159–164.
15. HAMMON, H. M. – BLUM, J. W.: Metabolic and endocrine traits of neonatal calves are influenced by feeding colostrum for different durations or only milk replacer. *J. Nutr.*, 1998. 128. 624–632.
16. HEROSIMCZYK, A. – LEPCZYŃSKI, A. et al.: Blood plasma protein and lipid profile changes in calves during the first week of life. *Pol. J. Vet. Sci.*, 2013. 16. 425–434.
17. JANKOWIAK, D. – KOCHEL, A. et al.: The changes of concentration of the triglycerides, total cholesterol, HDL and LDL cholesterol in the blood plasma of the Limousine breed calves in the first ten days of the postnatal life. *Acta Sci. Pol. Zootech.*, 2010. 9. 107–118.
18. KANEKO, J. J. (szerk.): *Clinical biochemistry of domestic animals*. 4. ed. Academic Press. San Diego, 1989. 932.
19. KNOTTENBELT, D. – HOLDSTOCK, N. – MADIGAN, J. E.: *Equine neonatology medicine and surgery*. Saunders. Philadelphia, 2004. 155–364.
20. KOTERBA, A. M. – DRUMMOND, W. H. – KOSCH, P. C.: *Equine clinical neonatology*. 1st ed. Lea and Febiger. Philadelphia, 1990. 106–123.
21. KUHNE, S. – HAMMON, H. M. et al.: Growth performance, metabolic and endocrine traits and absorptive capacity in neonatal calves fed either colostrum or milk replacer at two levels. *J. Anim. Sci.*, 2000. 78. 609–620.
22. LATIMER, K. S.: *Duncan and Prasse's veterinary laboratory medicine: clinical pathology*. 5th ed. Wiley-Blackwell. Chichester, 2011. 524.
23. LOPES, M. A. – WHITE, II N.A.: Parenteral nutrition for horses with gastrointestinal disease: a retrospective study of 79 cases. *Equine Vet. J.*, 2002. 34. 250–257.
24. MARTIN, R. G. – McMENIMAN, N. P. – DOWSETT, K. F.: Milk and water intake of foals sucking grazing mares. *Equine Vet. J.*, 1992. 24. 295–299.
25. McMAHON, M. M. – BRISTIAN, B. R.: Host defences and susceptibility to infection in patients with diabetes mellitus. *Infect. Dis. Clin. North Am.*, 1995. 9. 1–9.
26. MOORE, F. – FELICIANO, D. V. et al.: Early enteral feeding, compared with parenteral, reduces postoperative septic complications. The results of a metaanalysis. *Ann. Surg.*, 1992. 216. 172–183.
27. REED, S. M. – BAYLY, W. M. – SELLON, D. C.: *Equine internal medicine*. 2nd ed. Saunders. St. Louis, 2004. 600–643.
28. ROSSDALE, P. D.: *The maladjusted foal: influence of intrauterine growth retardation and birth trauma*. Proceedings of the 50th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, Denver, C.O. Denver, Colorado, 2004. Dec. 4–8. 75–126.
29. SMITH, B. P.: *Large animal internal medicine*. 4th ed. Mosby. St. Louis, 2009. 1712.
30. STOCKHAM, S. L. – SCOTT, M. A.: *Fundamentals of veterinary clinical pathology*. 2. ed. Blackwell Publishing. Ames, 2008. 920.
31. SYMONDS, M. E. – STEPHENSON, T.: Maternal nutrient restriction and endocrine programming of fetal adipose tissue development. *Biochem. Soc. Trans.*, 1999. 27. 97–103.
32. ULLREY, D. E. – STRUTHERS, R. D. et al.: Composition of mare's milk. *J. Anim. Sci.*, 1966. 25. 217–222.
33. VAN DEN BERGHE, G.: How does blood glucose control with insulin save lives in intensive care. *J. Clin. Invest.*, 2004. 114. 1187–1195.
34. WENSING, T. – SCOTMAN, A. J. – KRONEMAN, J.: Various new clinical chemical data in the blood of normal ponies and ponies affected with hyperlipaemia (hyperlipoproteinaemia). *Tijdschr. Diergeneesk.*, 1973. 98. 673–680.
35. YAMAOKA, S. – IKEDA, S. et al.: Clinical and enzymological findings of tying up syndrome in Thoroughbred racehorses in Japan. *Exp. Rep. Equine Health Lab.*, 1978. 15. 62–78.

Közlésre érkezik: 2017. aug. 17.