

Comparison of *in situ* measured plasma lactate-levels during standardised exercise in high water aquatrainer and on treadmill in show jumpers

D. Ütő^{1*}
N. Takács¹
A. Vincze²
Cs. Szabó³
T. Á. Hevesi¹

1. Pannon Lógyógyászati és Rehabilitációs Kft.
H-7400 Kaposvár, Guba Sándor utca 40.

*e-mail: drutodaniel@gmail.com

2. Kaposvári Egyetem, Hippológia Intézeti Tanszék
H-7400 Kaposvár, Guba Sándor utca 40.

3. Debreceni Egyetem, MÉK, Takarmány- és Élelmiszer Biotechnológiai Tanszék
H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

Száraz és mélyvizes futópadon végzett standardizált edzőmunka közben *in situ* mért laktátszint-változások összehasonlítása ugrólovokban

Ütő Dániel^{1*}, Takács Noémi¹, Vincze Anikó², Szabó Csaba³, Hevesi Tibor Ákos¹

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők száraz és mélyvizes futópados berendezésben standard edzőmunkát végző ugrólovak *in situ* mért plazmalaktátszint-változásainak összehasonlítását írják le. A vizsgálatokra használt berendezés víz alatti és száraz futópadként is működik. A mintákat 4 átlagos ugrólóból vették. A 2 szakaszban végzett 4 napos edzésprotokoll során, a mintagyűjtés beültetett, tartós vénakanülön keresztül történt. A száraz és mélyvizes edzés során kapott eredmények alapján megállapításra került, hogy az értékelés tekintetében célszerűbb az egyedi értékeket figyelembe venni, az összesített átlagértékek helyett, mert sokkal jobban tükrözik a munka során végbemenő biokémiai változásokat.

SUMMARY

Background: A few data is available in the literature focusing on the changes of *in situ* measured biochemical parameters that compare differences between aqua and dry treadmill.

Objectives: The aim of the study was to investigate how the underwater exercise modifies the changes of plasma lactate of the horse during training.

Materials and Methods: Measurements were made on 4 normally trained show jumpers within a 4 days long period (1st day: warm up, 2–4th day: training, 1 week rest between the two periods). The blood samples for plasma lactate determination were collected during exercise through a permanent intravenous catheter in the jugular vein.

Results and Discussion: 1. The average of the minimum values of all horses was significantly ($p = 0.017$) lower on aqua than on dry device but no significant difference presented between the average of the maximum values ($p = 0.943$). The average of cumulated lactate level (T/1–T/5 samples, 2–4th day) was almost significantly lower on aqua than on dry unit ($p = 0.058$), but no significant difference was measured in the average of cumulated data from samples T/6–T/8. 2. The day after day cumulated data analysis did not show significant differences concerning the average of the minimum and maximum values and the average of samples T/1–T/5 on each day from 2–4th day. The average of samples T/6–T/8 was significantly ($p = 0.033$) higher on aqua on the 2nd day. 3. The maximum values in water were higher on the 2–3rd day and lower on the 4th day than on dry treadmill. Trends of day after day individually cumulated values from T/1–T/5: in water values were lower on each day except two days (almost equal).

Differences considering the individuals were much more obvious than in cumulated analysis, especially when the evaluation of the sampling times was divided into two parts. The exercise seems to be more intensive in aquatrainer, based on the higher maximum post-training values. The appropriate temperature, the more intensive flexor–extensor exercise, the massage effect of water and increased capillary activity could be important factors to decrease the lactate level during aquatraining.



A szakirodalom részletesen foglalkozik a rendes, ill. a versenyeket szimuláló, beállított edzésmunkák során végzett biokémiai értékek változásainak vizsgálatával (1, 5, 20). Ezen tanulmányok jól reprezentálják a valós körülményeket, de hátrányuk, hogy a sok változó miatt nem standardizáltak, így nem megismételhetők. A különböző versenyeken vizsgált lovakból származó eredmények mutatják legjobban az állatokban zajló biokémiai folyamatokat (18). Előnyük, hogy *in situ* mutatják a lovak edzettségi állapotát, és a fellépő kisebb eltérések is jól kimutathatók (22).

A futópadok lehetővé teszik standardizált edzésmunka nyomán kialakuló sportélettani változások vizsgálatát

A lovak edzettségi állapotának, ill. egyes edzésprogramok hatékonyságának vizsgálatokor fontos követelmény, hogy az elvégzett vizsgálatok jól tervezhetők és megismételhetők legyenek. A lovak számára kialakított futópadok megjelenése, rohamos fejlődése, a lovakon végzett sportélettani kutatásoknak is nagy lendületet adott. A futópados edzések során sok befolyásoló tényező kizárható, mint az időjárás, a lovas, a tréner, továbbá más tényetők pedig standardizálhatók, úgymint a sebesség, az időtartam, a nehézségi fok (futópad dőlésszöge), a hőmérséklet. A futópadon végzett edzések során a különböző biokémiai értékek vizsgálatáról készült cikkekben előnyként említik, hogy ezek az edzésmunkák jól standardizálhatók (17). A futópadon több ló egyazon, vagy egy ló különböző kondíciók melletti vizsgálatát lehet jól meghatározott körülmények között elvégezni. Egyes szerzők fontosnak tartják a lovak hozzászoktatását a futópadhoz az érdemi vizsgálatok előtt, mivel az első alkalommal kapott eredményeket befolyásolhatja a fokozott stresszállapot az ismeretlen berendezés miatt (8). A biokémiai értékek *in situ* méréséhez a vért edzés közben kell levenni (2), így nem szakad meg az edzésmunka, ami jelentősen befolyásolhatná a kapott értékeket. További előny, hogy egyéb vizsgálatok is könnyen elvégezhetőek a berendezések mellett, mialatt a ló zavartalanul dolgozik (15, 16, 21).

A futópadok speciális változata az aquatréner vagy mélyvizes futópad. A berendezések még kevésbé elterjedtek, ezért szegényesebb adatok érhetőek el a velük végzett edzésmunka alatt a lovakban végbemenő biokémiai változásokról. LINDNER és mtsai készítettek tanulmányokat, több szempontból is megvizsgálva a témát (10, 11).

Egyes szerzők az aquatréner rehabilitációban betöltött fontos szerepét taglalják (13). A vízben való mozgás során a végtagokra a felhajtóerő miatt kevesebb súly nehezedik, valamint a hátat és a gerincoszlopot is tehermentesíti, emellett a víz magasságának emelésével a hát mozgása megváltozik (12), ami kedvező a rehabilitációs munka során.

A száraz és mélyvizes futópadon alkalmazott standard edzésmunka alatt kialakuló enzimaktivitás, és egyéb biokémiai változásokról nagyon kevés összehasonlító tanulmány született (24). Az egyik közleményben a laktátszint, a hemoglobintartalom és a szívfrekvencia mérésén alapuló vizsgálatokkal hasonlítják össze a két berendezés által okozott változásokat. Az eredmények azt mutatták, hogy sem a sebesség, sem a száraz munka, sem a vízmagasság függvényében nem jelentkezett szignifikáns laktátszint-emelkedés (24).

A lovak edzettségi állapotának megbecslésére leggyakrabban a laktátszintet és a szívverésszámot használják (3, 4). Egy tanulmány tisztavérű spanyol lovakban nagy egyedszámmal ($n = 94$) a normál értékek meghatározását tűzte ki célul nyugalmi állapotban, ill. száraz futópadon végzett többlépcsős munka során (17).

A lovak edzettségi állapotának megbecslésére leggyakrabban a laktátszintet és a szívverésszámot használják

SAJÁT VIZSGÁLAT

Négy, átlagos edzettségi állapotú ugróló vett részt a vizsgálatokban

Ugyanazt az edzésmunkát száraz és mélyvízes futópádon is elvégezték

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgált állatok: Négy, átlagos edzettségi állapotú, 8–10 év közötti, 550–600 kg testtömegű, ugyanazon istállóban tartott ugróló vett részt a vizsgálatokban 2014-ben. Az állatok kiválasztásánál az ivart nem vettük figyelembe. A lovak tartási körülményei azonosak voltak (3 × 3 m-es bokszos elhelyezés), takarmányozásuk zabbal és szénával történt, önitató vízfelvételi lehetőséggel.

Edzésprotokoll: A száraz és vizes, standardizált edzésprotokoll teljes mértékben megegyezett (Táblázat). A lovak számára 2 × 4 napos edzésperiódust határoztunk meg. 1. nap bemelegítés, 2–4. nap edzés, a két 4 napos szakasz között 1 hét pihenő. A mélyvízes edzés során a vízmagasságot a lovak vállízülete felett egy tenyérvivel állítottuk be, és a vízhőmérsékletet 21 °C volt (1. ábra). Mind a száraz, mind a vizes edzést követően az állatokat 20 percen keresztül infraszolárium alatt pihentettük (4. ábra).

TÁBLÁZAT. Edzésprotokoll

TABLE. Training protocol

Fázis	Időintervallum perc	Mintavétel időpontja perc kód	Sebesség km/h	Jármód
0	0	0.	0	előkészítés, állás
1	0-10	10.	4,5	aquatrainner feltöltése, lépés
2	10-20	20.	16,5	ügetés mélyvízben
2	20-30	30.	16,5	ügetés mélyvízben
2	30-40	35.	16,5	ügetés mélyvízben
2	40-44	40.	16,5	ügetés mélyvízben
3	44-60	44.	4,5	aquatrainnerből víz leeresztése, lépés
4	60-120	60.	0	állás, pihenő infraszolárium alatt
5	120.	120.	0	állás, pihenőbokszaiban

1. ÁBRA. A ló a mélyvízes futópádon az edzés kezdetekor, a vízfeltöltés fázisában látható

FIGURE 1. The horse is in the aquatrainner during the initial phase (water loading)



2. ÁBRA. A ló mélyvizes futópadon, munka közben

Jól látható a vérvételhez használt kanülhöz csatlakoztatott hosszabbító, valamint az aktuális sebességet jelző kezelőpanel

FIGURE 2. The horse during exercise

The image shows the catheter with its extension and the remote displaying the actual speed



Tréningberendezés: Mind a száraz, mind a mélyvizes vizsgálatokat ugyanazon berendezésben végeztük (AquaHunVet-equi, Pannon Lógyógyászati és Rehabilitációs Kft.). A megközelítően 3,5 tonnás berendezés 4,7 m hosszú, belső szélessége 0,92 m, belső magassága 2 m. A futófelület 1 m széles, 9 mm vastag végtelenített gumiszalag, amit nagy teljesítményű villanymotor hajt meg. A gumiszalag sebessége 0 és 16,5 km/h között változtatható 0,1 km/h pontossággal.

A gépben a maximális vízmagasság 1,6 m. Az alkalmazott csapvizet egy hőcserélő fűtőberendezés melegíti a kívánt hőfokra, és egy többlépcsős szűrő- és tisztítóberendezés tisztítja.

A plazma laktátszintjének meghatározásához a vérmintákat edzés közben vettük

Vérvételek: A plazma laktátszintjének meghatározásához a vérmintákat a Táblázat szerint bemutatott időpontokban, edzés közben vettük (2. ábra) az előre, sterilen a véna jugularisba beültetett tartós vénakanülön (Large vessels catheterization set with single lumen cannula 6F × 20 cm, Balton Sp. Z.O.O) keresztül (3. ábra), NaF-os vércsővekbe. A mintagyűjtéskor különös figyelemmel jártunk el a katéterben, és a hosszabbító szilikoncsőben lévő pangó vér mintavételt megelőző maradéktalan eltávolítása érdekében. Ez a mennyiség (15 ml) bőven meghaladta a katéter és hosszabbító szilikoncső üregének előzetesen lemért térfogatát. A mintákat a levétel után 5 percen belül lecentrifugáltuk (4000 rpm, 3 perc), a plazmát 2–6 °C között legfeljebb 8 órán át tároltuk a laktátszint meghatározásáig.

Laboratóriumi vizsgálatok: A levett vérminták laboratóriumi vizsgálatát a Kaposi Mór Oktató Kórház Központi Laboratóriuma végezte Roche Modular SWA típusú berendezéssel (Hoffmann-La Roche Ltd.).

Statisztikai elemzés: A kapott eredményeket páros t-próbával elemeztük (GraphPad Prism 7.05).

Referenciaérték: Meghatározásához a 4 kiválasztott ló tartási helyén lévő összes, 59 egyedből vettünk vérmintát. A lovak életkora 5–20 év között változott. A különböző ivarú egyedeket nem kezeltük elkülönítetten. Az állatok azonos takarmányozási, és tartási körülmények között elhelyezett, díjugrató, díjlovagló, military és lovastornaszakágban dolgozó lovak voltak.

Az adatok értékelésének szempontjai:

1. 2–4. napon mért összesített minimum, ill. maximum értékek összehasonlító vizsgálata száraz és vizes tréning esetén.

2. Napi bontásban összesített minimum, ill. maximum értékek összehasonlító vizsgálata száraz és vizes tréning esetén.

3. Az egyedi trendek összehasonlító elemzése a 2–4. napig száraz és vizes tréning esetén.

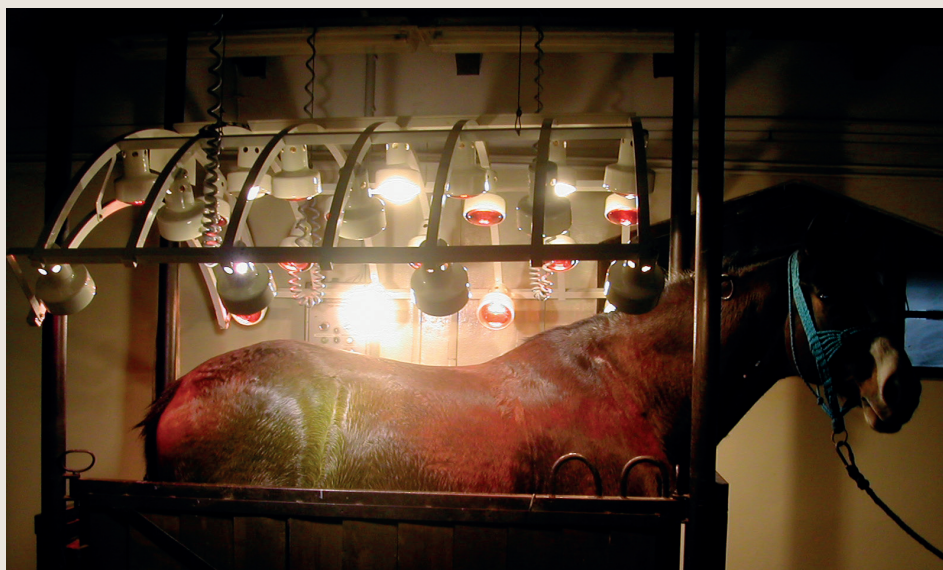
3. ÁBRA. A vérvételhez használt tartós kanül

FIGURE 3. Permanent catheter used for taking blood samples



4. ÁBRA. A ló az edzést követően a szolárium alatt

FIGURE 4. Post-exercise relaxation under the infrared solarium



EREDMÉNYEK

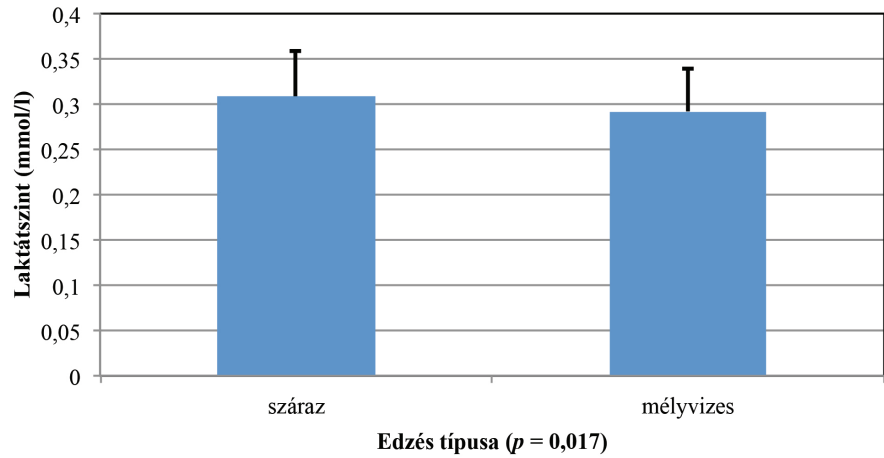
A referenciaértékek átlaga: 0,774 mmol/l, szórása: 0,229 volt.

Az összesített minimum-értékek átlaga szignifikánsan kisebb volt mélyvizes edzés esetén

Az összesített minimumértékek átlaga szignifikánsan ($p = 0,017$) kisebb volt vízi edzés esetén, mint a száraz futópádon (5. ábra), viszont a maximumértékeket figyelembe véve már nem volt szignifikáns a különbség ($p = 0,943$). Az összesített plazmalaktát átlagértéke a T/1–T/5 mintákat figyelembe véve a 2–4. napig majdnem szignifikánsan ($p = 0,058$) kisebb volt a vizes tréning esetében, mint a száraz futópádon vett minták esetében (6. ábra). A T/6–T/8 időpontokban vett minták összesített értékei között nem volt szignifikáns különbség a vizes és a száraz tréning során.

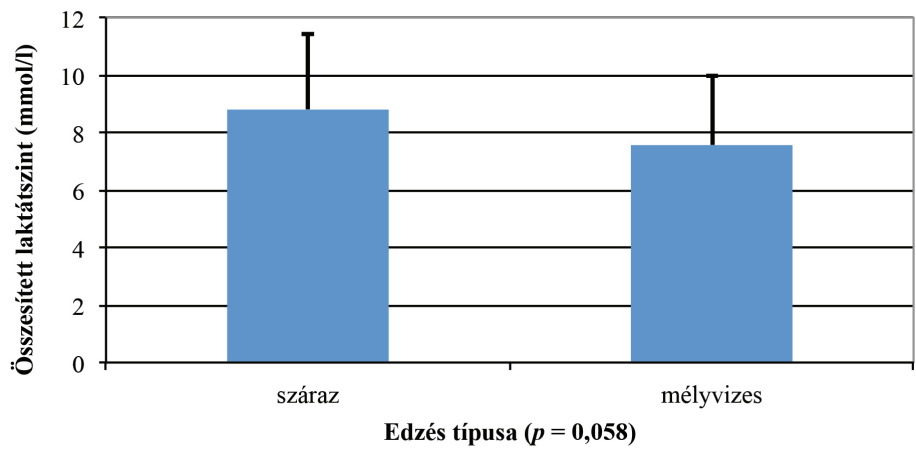
5. ÁBRA. A minimumértékek átlaga az összes ló esetében (T1–T5)

FIGURE 5. The mean of the minimum plasma lactate values of all horses (T1–T5)



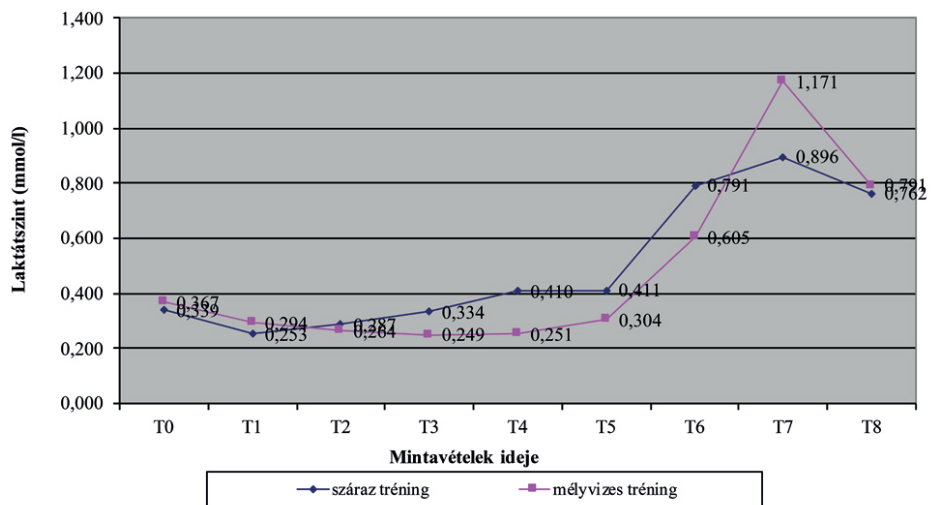
6. ÁBRA. A T1–T/5 minták összesített laktátszint-átlagai a vizsgálatok 2–4. napján

FIGURE 6. The mean of cumulated lactate levels at times T/1–T/5 between days 2–4



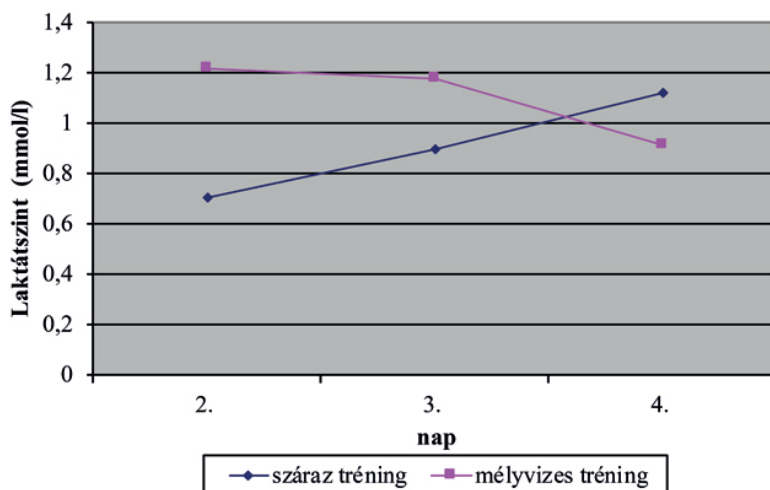
7. ÁBRA. A vérplazma laktátszintjének változásai a vizsgálatok 3. napján a kettes számú lóban

FIGURE 7. Changing of plasma lactate levels on day 3 in horse No. 2



8. ÁBRA. Az egyedi maximumértékek változása napról-napra

FIGURE 8. Changing of the individual maximum values day by day



Vizes edzés során a maximumértékek nagyobbak voltak a 2. és 3. napon és kisebbek a 4. napon a száraz edzéshez képest

A napi bontásban összesített minimum- és maximumértékek között, ill. a 2–4 napig a T/1–T/5 időpontokban vett minták átlagértéke esetében nem volt szignifikáns különbség a vizes és száraz edzés során. A T/6–T/8 időpontokban vett minták átlaga a 2. napon szignifikánsan ($p = 0,033$) nagyobb volt a vizes tréning esetében (7. ábra).

Az egyedi trendek esetében vizes tréning során a maximumértékek nagyobbak voltak a 2. és 3. napon, és kisebbek a 4. napon, mint a száraz edzés során (8. ábra). A T/1–T/5 időpontokban mért minták naponként és egyedenként összesített értékei mindig kisebbek voltak a vizes tréning során két nap kivételével (amikor közel egyező érték született).

MEGVITATÁS

A szakirodalomban megtalálható adatok különböző berendezésekben végzett edzőmunka során vett vérminták laktátszintjének összehasonlításával foglalkoznak. Ugyanazon berendezésben végzett száraz, és mélyvizes tréning során végzett, *in situ* laktátszint-meghatározásra, és összehasonlító értékelésre vonatkozóan csak nagyon kevés irodalmi adat áll rendelkezésre (24). LINDNER és mtsi megállapították, hogy a munka előtti és utáni laktát- és szívfrekvencia-értékek nem tértek el jelentősen egymástól kis intenzitású edzés során. Emellett leírták, hogy alacsonyabb vízmagasságnál (marmagasság 50–65%-a) nagyobbak voltak a laktátértékek. Egy másik tanulmányukban szintén arra a következtetésre jutottak, hogy a vízszint emelésével és a sebesség fokozásával nem nő párhuzamosan sem a laktátszint, sem a szívverések száma.

Nyugalmi állapotban a vér laktátszintje 1–2 mmol/l (7), a nyugalmi plazmaszint 1,5 mmol/l (14). Anaerob munkavégzés során nagy mennyiségű laktát szabadul fel, ha a sejtek oxigénellátottsága korlátozott, de energiaigénye fokozott. Ilyenkor az érték a 20 mmol/l-t is elérheti (6). Az általunk használt, saját méréseken alapuló plazmalaktát-referenciaérték 0,774 mmol/l, szórás: 0,229 volt. Ügöző versenylovakon végzett vizsgálatokkal bizonyították, hogy a versenyteljesítmény, és a laktátszint között egyenes arányosság van (9). Ezt a következtetést a versenyeredmények és a lovak V_4 -értékeinek (az a sebesség, ahol a laktátkoncentráció 4 mmol/l) az összevetésével állapították meg. Elmondható, hogy a laktát a leggyakorlatiasabban használható változó a pozitív teljesítmény megítélésében.

Anaerob munkavégzés során nagy mennyiségű laktát szabadul fel, ha a sejtek oxigénellátottsága korlátozott

A laktát a leggyakorlatiasabban használható változó a pozitív teljesítmény megítélésében

A vizsgálat során egyik állatban sem alakult ki laktacidaemia

Az alkalmazott edzésmunka közepes intenzitású, aerob szintnek felel meg

Az edzésperiódus 4. napján már a víz alatti tréning után mért maximumértékek is kisebbek voltak

A víz alatti futópados standard edzésmunka aktívabb, de kíméletesebb terhelést jelent a ló számára, kisebb laktátszintek mellett

Az általunk végzett kísérletben részt vevő lovak egyedi és összesített átlageredményei alapján is megállapítható, hogy egyik állatban sem alakult ki laktacidaemia, ami összhangban van a szakirodalomban megtalálható adatokkal (10, 11, 23, 24). Ez azt is jelenti, hogy az állatok nem érték el a V_4 -sebességet, sem a maximális laktáttegyensúlyi állapotot. A jelen tanulmányban alkalmazott standardizált edzésmunka a korábban leírt kondíciófeltételek mellett közepes intenzitású, aerob szintnek felel meg.

Jelen tanulmányban az adatok pontosabb értékelése érdekében érdekesebb az egyedi trendeket hangsúlyozottabban figyelembe venni az összesített értékek helyett.

A víz ellenállásával szemben mozogva nagyobb izomerő kifejtése szükséges, ami a teljesítménynövelés szempontjából nagyon fontos. Mélyvízes futópadon végzett edzés során megállapították, hogy a vízszint emelésével a lépésszám csökken, míg a lépéshossz növekszik (19). A közegellenállás leküzdése az edzés alatt és után nagyobb laktátszin-emelkedést feltételezne. A várakozással ellentétben, – hogy a mélyvízes munka során nagyobb laktátszintet mérünk, mint szárazon végzett tréning során – ez csak részben igazolódott be. Ha a mintavételeket 2 szakaszra osztjuk (1. T/1–T/5 és 2. T/6–T/8), akkor a edzést követően vett minták (T/6–T/8) vizes körülmények között nagyobb értékeket érnek el a 2. és 3. napon az egyedi értékeket figyelembe véve. Az adott napi összesített adatok ezt a trendet nem tükrözik. A vízi edzés utáni nagyobb értékek abból fakadhatnak, hogy a vízből való kijövetellel megszűnik az intenzív izommunka, és az az ideális külső környezet (állandó hőmérséklet, hidrosztatikai nyomás, masszírozó hatás a kapillárisokra, hőleadás segítése), amely jelentősen segíti a szervezetet a laktátszint-emelkedés kompenzálásában. Ezt a típusú emelkedést más szakirodalmi adatok nem erősítik meg, mivel az utolsó mintavételt közvetlenül a tréning után végezték (11), vagy a késői mintavételek nem kerültek értékelésre (24). Ugyanezen tanulmány nem talált szignifikáns különbséget sem a szárazon, sem a vízben végzett lépés vagy ügetés során a laktátszintekben. Száraz, 6%-os dőlésszögű futópadon nagy egyedszámmal ($n = 94$) készült tanulmány alapján kimutatható volt, hogy az edzés intenzitásának növelésével a laktátszintek emelkedtek, majd a tréning befejezése után 5 perccel már csökkentek (17). Az általunk végzett tréning során (T/1–T/5) mért plazmalaktát-értékek egyértelműen kisebbek voltak a vízi edzés során, mint ugyanazon protokoll alkalmazásával a száraz futópados esetben. Az edzésperiódus 4. napján viszont már a víz alatti tréning után mért maximumértékek is kisebbek voltak, mint a száraz edzést követően. Ez arra enged következtetni, hogy a víz alatti futópados, közepes intenzitású standard edzésmunkához a lovak rövid időintervallum alatt tudnak adaptálódni (10). A szerzők saját, szubjektív megfigyelései is ezt támasztják alá a teljesítményfokozás céljából végzett tréning, ill. rehabilitációs munkában részt vevő lovak esetében.

KÖVETKEZTETÉS

Figyelembe véve a vizsgálatok során alkalmazott kis egyedszámot, csak óvatos következtetések levonására van lehetőség. A gyűjtött adatokból valószínűsíthető, hogy a leírt, víz alatti futópados standard edzésmunka aktívabb, de kíméletesebb terhelést jelent a ló számára, kisebb laktátszintek mellett, mint a száraz futópados tréning, így jó lehetőséget biztosít a lovasok, trénernek számára a lovak kiegyensúlyozott, aerob körülmények között megvalósítandó teljesítményfokozására. Fontos azonban megjegyezni, hogy kellő figyelmet kell fordítani a tréning után a lovak levezető mozgatására, és lehetőség szerint infravörös szolárium alkalmazása javasolt az izomregeneráció edzést közvetlenül követő támogatására. Megállapítható továbbá, hogy a Magyarországon rendelkezésre

álló speciális technikai felszereltség, fontos sportélettani folyamatok teljesítménynövelésre gyakorolt hatásának további vizsgálatát teszi lehetővé.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetet mondanak a Kaposvári Egyetem Pannon Lovasakadémiájának a vizsgálatok során tanúsított együttműködéséért.

IRODALOM

- BALOGH, N. – GAAL, T. – RIBICZEYNE, P. S. – PETRI, A.: Biochemical and antioxidant changes in plasma and erythrocytes of pentathlon horses before and after exercise. *Vet. Clin. Path.*, 2001. 30. 214–218.
- BARAGLI, P. – TEDESCHI, D. – GATTA, D.: Application of a constant blood withdrawal method in equine exercise physiology studies. *Equine Vet. J.*, 2001. 33. 543–546.
- COVALESKY, M. E. – RUSSONIELLO, C. R. – MALINOWSKI, K.: Effects of show jumping performance stress on plasma cortisol and lactate concentrations and heart rate and behavior in horses. *J. Equine Vet. Sci.*, 1992. 12. 244–251.
- COUROUCE, A. – CORDE, R. et al.: Comparison of some responses to exercise on the track and the treadmill in French trotters: determination of the optimal treadmill incline. *Vet. J.*, 2000. 159. 57–56.
- DAVIE, A. L. – EVANS, D. L.: Blood Lactate Responses to Submaximal Field Exercise Tests in Thoroughbred Horses. *Vet. J.*, 2000. 159. 252–258.
- EVANS, D. L. – GOLLAND, L. C.: Accuracy of Accusport for measurement of lactate concentration in equine blood and plasma. *Equine Vet. J.*, 1996. 28. 398–402.
- HINCHCLIFF, K. W. – GEOR, R. J. – KANEPS, A. J.: *Equine Exercise Physiology: The Science of Exercise in the Athletic Horse*. Elsevier B. V., The Netherlands. 2008.
- KING, C. M. – EVANS, D. J. – ROSE, R. J.: Acclimation to treadmill exercise. *Equine Vet. J.*, 1995. Suppl. 18. 453–456.
- LINDNER, A.: Use of blood biochemistry for positive performance diagnosis of sport horses in practice. *Revue Méd. Vét.*, 2000. 151. 611–618.
- LINDNER, A. – WASCLE, S. – SASSE, H. H. L.: Effect of exercise on a treadmill submerged in water on biochemical and physiological variables of horses. *Pferdeheilkunde*, 2010. 26. 781–788.
- LINDNER, A. – WASCLE, S. – SASSE, H. H. L.: Physiological and blood biochemical variables in horses exercising on a treadmill submerged in water. *J. Anim. Physiol. An. N.*, 2012. 96. 563–569.
- MOOIJ, M. J. W. – JANS, W. et al.: Biomechanical responses of the back of the riding horses to water treadmill exercise. *Vet. J.*, 2013. 198. e120–e123.
- NANKERVIS, K. J. – LAUNDER, E. J. – MURRAY, R. C.: The Use of Treadmills Within the Rehabilitation of Horses. *J. Equine Vet. Sci.*, 2017. 53. 108–115.
- NAPPERT, G. – JOHNSON, P. J.: Determination of the acid-base status in 50 horses admitted with colic between December 1998 and May 1999. *Can. Vet. J.*, 2001. 42. 703–707.
- PERSSON, S. G. B.: Evaluation of fitness and state of training. In: *Equine Exercise Physiology*, Eds: SNOW, D. H. – PERSSON, S. G. B. – ROSE, R. J., Granta Editions, Cambridge. 1983. 441–457.
- ROSE, R. J. – EVANS, D. L.: Cardiovascular and respiratory function in the athletic horse. In: *Equine Exercise Physiology 2*, Eds.: GILLESPIE, J. R. – ROBINSON, N. E. KEEP Publications, Davis, California. 1987. 1–24.
- RUBIO, M. D. – AGÜERA, E. I. et al.: Using a treadmill to normalize different physiological parameters in the Spanish Purebred Horse. *Proc. 4th Internacional Congress, Cordoba 2008*.
- SANTOS, R. V. T. – ALMEIDA, A. L. R. et al.: Effects of a 30-km race upon salivary lactate correlation with blood lactate. *Comp. Biochem. Physiol.*, 2006. Part B 145. 114–117.
- SCOTT, R. – NANKERVIS, K. et al.: The effect of water height on stride frequency, stride length and heart rate during water treadmill exercise. *Equine Vet. J.*, 1999. Suppl. 30. 645–647.
- SERRANO, M. G. – EVANS, D. L. – HODGSON, J. L.: Heart rate and blood lactate concentrations in a field fitness test for event horses. *Aust. Equine Vet. J.*, 2001. 19. 154–160.
- VAN WESSUM, R. – SLOET VAN OLDRUITENBOURGH-OOSTERBAAN, M. M. – CLAYTON, H. M.: Electromyography in the horse in veterinary medicine and in veterinary research - a review. *Vet. Quart.*, 1999. 21. 3–7.
- VINCE, A. – SZABO, Cs. – HEVESI, A. – VERES, S. – UTO, D. – BABINSZKY, L.: Effect of age and event on post exercise values of blood biochemical parameters in show jumping horses. *Acta Agraria Kaposvariensis*, 2010. 14. 185–191.
- VINCZE, A. – SZABÓ, Cs. – BAKOS, Z. – SZABÓ, V. – VERES, S. – ÜTŐ, D. – HEVESI, A.: Effect of dietary energy source on the plasma parameters of equine athletes trained in a deep water aqua treadmill. *Ital. J. Anim. Sci.*, 2016. 15. 137–143.
- VOSS, B. – MOHR, E. – KRZYWANIEK, H.: Effects of aqua-treadmill exercise on selected blood parameters and on heart-rate variability of horses. *J. Vet. Med.*, 2002. 49. 137–143.

Közlésre érk.: 2017. dec. 27.