

A szőrforgómintázatok és a neurofunkcionális lateralitás asszociációvizsgálata hazai angol telivér állományon

Kis Judit^{1*}, Rózsa László², Zsolnai Attila³, Anton István², Husvéth Ferenc²

¹Synlab Hungary Kft., Budapest, Magyarország

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Keszthely, Magyarország

³Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvár, Magyarország

*Levelező szerző, e-mail: kis.judit.1993@gmail.com

Beérkezett: 2025. július 30.; elfogadva: 2026. március 25.

Összefoglalás

Vizsgálatunk célja a szőrforgók számának, elhelyezkedésének és forgási irányának feltérképezése volt, valamint ezek asszociációs vizsgálata a neurofunkcionális lateralitással és temperamentumbeli jellemzőkkel, harmincegy hazai, tréningben álló angol telivér esetében. Az angol telivérek szőrforgóinak gyakorisági elemzését R Statistical Software 4.3.0 programmal végeztük. A fenotípusos jellemzők, a viselkedés és a lateralitás közötti kapcsolatot karámtesztel és prevalidált temperamentum-kérdőívvel vizsgáltuk. Minden ló legalább egy cirkuláris szőrforgóval rendelkezett a fején. A szőrforgók száma pozitív korrelációt mutatott az idomíthatósággal és a barátságossággal, de nem mutatott összefüggést a szorongási faktorokkal. A forgásirány szignifikáns kapcsolatban állt a lábpreferenciával.

Kulcsszavak: szőrforgó, viselkedés, lateralitás, temperamentum, angol telivér

Association between hair whorl patterns and neurofunctional laterality in the Hungarian Thoroughbred population

Judit Kis¹, László Rózsa², Attila Zsolnai³, István Anton², Ferenc Husvéth²

¹Synlab Hungary Ltd., Budapest, Magyarország

²Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Keszthely, Hungary

³Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Kaposvár, Hungary

Summary

Hair whorl patterns have long been regarded as heritable morphological features associated with behavioural characteristics, laterality, and temperament in horses. These trichoglyphic markers, particularly on the head, body, and limbs, are considered indicators of underlying neurodevelopmental asymmetries and may predict how an individual reacts to environmental stimuli. With regard to equine athletic performance, these phenotypic markers may serve as valuable indicators for training strategies, management practices, rider-horse pairing, especially in behaviourally sensitive breeds such as the Thoroughbred.

The aim of the present study was to examine the relationship between hair whorl patterns, neurofunctional laterality, and behavioural traits in Hungarian Thoroughbred racehorses. Notably, we sought to investigate the frequency, location, and orientation of hair whorls and their associations with lateralized behaviour and temperament indicators, including trainability, anxiety, and affability.

The study population comprised thirty-one Thoroughbred racehorses (n=31) in active training at Hungarian racing stables. Whorl data were collected by visual inspection and categorized by type (circular, linear), number, and

anatomical location. Rotational direction was also recorded for cranial whorls. The behavioural data were gathered using a validated temperament questionnaire, while lateralized responses were assessed through controlled paddock tests focusing on preferred limb use during grazing posture.

All horses exhibited at least one circular whorl on the head, with the majority located at or near the poll region. Notably, a high proportion of linear whorls was observed, exceeding the frequencies reported in earlier studies. Statistical analysis using R Statistical Software 4.3.0 revealed significant associations between the number and distribution of whorls and specific behavioural traits. The total number of whorls showed a positive correlation with the horses' trainability and sociability scores. In contrast, no statistically significant association was found between whorl features and anxiety scores.

Additionally, the rotational direction of head whorls was significantly related to limb preference in the paddock test. Horses with clockwise whorls tended to favour the right forelimb, whereas those with counterclockwise whorls showed a left-limb preference, suggesting a link between hair whorl orientation and cerebral lateralization.

These findings reinforce the potential of hair whorl analysis as a non-invasive, early-life phenotypic indicator of behavioural predispositions and lateral tendencies in Thoroughbreds. As such, whorl profiling may be a useful supplementary tool in horse selection, training customization, and behavioural risk assessment in racing environments. Further research with larger cohorts and neurological imaging validation is recommended to elucidate the underlying biological mechanisms.

Keywords: Thoroughbred, hair whorl, behaviour, laterality, temperament

Bevezetés

A lovak viselkedésének és teljesítményének vizsgálata kiemelt jelentőséggel bír mind az állattartás és állattartás, mind a sport- és versenylótenyésztés szempontjából. A különféle viselkedési mintázatok, temperamentumbeli sajátosságok, valamint a lateralitás nem csupán az egyedek kezelhetőségét befolyásolják, hanem meghatározó szerepet játszanak azok taníthatóságában, trenírozhatóságában és hosszú távú sportteljesítményében is. Már a 20. század végén felismerték a testfelépítésbeli, morfológiai jegyek és a viselkedésbeli karakterjegyek közötti összefüggéseket (Grandin et al. 1995; Randle 1998), amelyekre építve a 21. században egyre részletesebb, interdiszciplináris kutatások folytak a témában (King et al. 2012; Lanier et al. 2001; Topczewska et al. 2021).

A trichoglyphák (szőrmintázatok) vizsgálata az utóbbi évtizedekben egyre nagyobb figyelmet kapott. Ezek potenciális viselkedésbeli biomarkerek lehetnek, különösen olyan fajok esetében, amelyek szoros humán-állat interakcióban élnek. Ezek a szőrmintázatok az embrionális fejlődés során alakulnak ki. Számuk, elhelyezkedésük, illetve orientációjuk elsősorban genetikai és neuroendokrin tényezők befolyása alatt áll. A morfológiailag stabil, születéstől fogva jelen lévő és életre szóló mintázatok az állat viselkedési sajátosságainak noninvaszív indikátorai lehetnek. A különböző fajokban leírt eredmények – például a szarvasmarha faj esetében megfigyelt korreláció a szőrforgók elhelyezkedése és a spermium morfológiai jellemzői között (Meola et al. 2004), vagy a kutyáknál észlelt összefüggések a szőrmintázat, az ivar, a szőrszálak morfológiája, illetve a motoros és szenzoros lateralitás között (Tomkins et al. 2012; Tomkins–McGreavy 2010a, 2010b) – alátámasztják a szőrforgók lehetséges szerepét a viselkedés predikciójában.

A trichoglyphák morfológiai kategorizálása lehetővé teszi pontosabb elemzésüket: megkülönböztetünk cikluláris (körkörös) és lineáris (tollszerű) típusokat. Utób-

biak orientációja horizontális vagy vertikális lehet, míg a körkörös forgók irányultsága alapján jobbra forgó (az óramutató járásával megegyező – C, azaz clockwise), balra forgó (az óramutató járásával ellentétes – CC, azaz counterclockwise) vagy sugárszerű (radiális – R, azaz radial) mintázatokot különböztethetünk meg. A genetikai háttér teljes feltérképezése még hiányos, azonban több tanulmány szerint a szőrforgók örökölhetősége (h^2) kimagasló, 0,66 és 0,99 közötti értékeket mutat (Encina et al. 2023; Górecka et al. 2007), ami arra utal, hogy ezek a morfológiai jegyek jelentős additív genetikai varianciával bírnak, és ekként potenciális szelekciós markerként szolgálhatnak.

A szőrforgók viselkedésbeli asszociációit több kutatás vizsgálta. Górecka és szerzőtársai a lengyel konik lófajtánál mutattak ki összefüggést a fejen található szőrforgók jellemzői és az állatok új ingerekre adott viselkedési válaszai között (Górecka et al. 2007). Hasonló következtetésekre jutottak Encina és szerzőtársai, valamint Randle és szerzőtársai (Encina et al. 2023; Randle et al. 2003). Az előbbi tanulmány szerzői a P.R.E. (Pura Raza Española) fajta esetében a szőrforgómintázatok szelekciós programba történő integrálását is javasolták.

A lateralitás, vagyis az agyféltekék közötti funkcionális aszimmetria széles körben dokumentált jelenség a gerinceseknél. Lovaknál ez különböző viselkedési preferenciákban manifesztálódhat. Megnyilvánulhat például az egyik végtag preferált használatában, a kedvelt elfordulási irányban (embertől, tárgytól) vagy abban, hogy az állat melyik oldalról közelíthető meg leginkább. A lateralitás háttérben álló neurobiológiai szerveződés vizsgálata nem csupán az állatok agyműködéséről ad pontosabb képet, hanem fokozott gyakorlati jelentőséggel bír a lóval való mindennapi munkában is: hatással lehet a kezelhetőségre, a képezhetőségre, a tanulási képességre és a stresszreakciókra.

Az angol telivér fajta különösen alkalmas az ilyen típusú vizsgálatokra, hiszen tenyésztése során évtizedeken át

a versenyteljesítményen – elsősorban a gyorsaságon – volt a szelekciós fókusz (Bower et al. 2012). Ez a tenyésztési irányvonal fokozott fenotípusos változatossághoz (nagy heterogenitáshoz) vezetett, így a jelenlegi populációnál különösen releváns minden olyan morfológiai vagy viselkedési marker azonosítása, amely előre jelezheti az egyedek képezhetőségét, barátságosságát vagy motoros lateralitását – ezek együtt jelentős indikátorai a sportcélú hasznosíthatóságnak. Lima és szerzőtársai a szőrforgók számának és elhelyezkedésének, valamint a temperamentumbeli sajátosságoknak az összefüggéseit vizsgálták (Lima et al. 2021). Eredményeik alátámasztották az említett markerek gyakorlati hasznosíthatóságát a trenírozási stratégiák megtervezésében. Különösen fiatal egyedek esetében fontos szempont lehet a megfelelő képzési protokoll megválasztása, mivel a fejlődés korai szakaszában alkalmazott rossz technikák fokozhatják a laterális aszimmetriát, rögzítve egyes kedvezőtlen beidgzódéseket (Krueger et al. 2022).

Jelen kutatás célja egy hazai angol telivér populáción végzett vizsgálat keretében annak megállapítása volt, hogy az egyedek testén található szőrforgók elhelyezkedése, típusa és orientációja milyen hatással van az állatok motoros és szenzoros lateralitására, viselkedési jellemzőire és különböző temperamentumbeli vonásaira, különös tekintettel a temperamentum három meghatározó komponensére: a képezhetőségre (trainability), a szociabilitásra (affability) és a szorongásra való hajlamra (anxiety). A vizsgálat célja volt továbbá, hogy empirikus alapon megerősítse vagy cáfolja azokat a korábbi szakirodalmi hipotéziseket, amelyek szerint a szőrforgómintázatok alkalmasak lehetnek a ló egyes viselkedési sajátosságainak előrejelzésére.

Vizsgálati anyag és módszer

A szőrforgók vizsgálata, a karám- és az etológiai tesztek adatbázisa

A vizsgálatba összesen harmincegy ($n = 31$) angol telivér fajtájú, aktív tréningben álló versenylovat vontunk be, amelyek mindegyike Magyarországon, az Alagi Versenylovó Tréningközpont (Dunakeszi) területén került elhelyezésre. Az állatok életkorának mediánértéke 2 év volt (minimum 1 év; maximum 12 év). A populáció ivar szerinti megoszlása 25 herélt és 6 kanca. A színeloszlás a következők szerint alakult: pej ($n = 18$; 58,07 százalék), sárga ($n = 7$; 22,58 százalék) és szürke ($n = 6$; 19,36 százalék). A vizsgált egyedeknek azonos tartási és takarmányozási körülményeket biztosítottak, egységes napi munkaterhelést kaptak, és hasonló volt a napi rutinjuk. A teljes mintát három különböző trénerhez tartozó istállók egyedei alkották, istállónként megközelítőleg azonos létszámmal (10–10–11 ló). Az állatok egészségügyi állapotát a tréningidőszak alatt rendszeresen ellenőrizte állatorvos,

a vizsgálat idején valamennyi ló klinikailag egészségesnek bizonyult.

A szőrforgók azonosítása során az egyedek testfelületén előforduló cirkuláris és lineáris szőrforgókat regisztráltuk, különös tekintettel a fej, a nyak, a törzs, az oldalak és a végtagok területére. Az adatgyűjtéshez az angol telivérek hivatalos azonosító dokumentuma (lóútlevél) szolgált alapul, amely tartalmazza az egyed származási adatait, mikrochip-azonosítóját, valamint a fehér jegyek és a szőrforgók elhelyezkedésének sematikus ábrázolását (angolteliver.com). Vizsgálatunk során a lóútlevelekben alkalmazott sztenderdizált vizuális jelölési rendszert alkalmaztuk saját adatfelvételünkhöz is.

A feji (cranialis) régióban a szőrforgók számlálása az orrlyukak vonalától a fülek alsó vonaláig terjedt. A fej szőrforgóinak elhelyezkedését három fő és hét kategóriába soroltuk az alábbiak szerint:

- szemvonal fölött: jobb felső, középső felső, bal felső;
- szemvonalak között: felső és alsó szemvonal közötti zóna;
- szemvonal alatt: jobb alsó, középső alsó, bal alsó.

A nyak bal és jobb oldalán a C1 csigolyától a lapockáig terjedő szakaszon elemeztük a szőrmintázatokat, beleértve a szegycsonti (centrális) régiót. A teljes testfelületre kiterjedő vizsgálat részeként a szőrforgók szimmetriáját is rögzítettük, különös figyelemmel a feji és nyaki régiókra, amelyek a lateralitási tendenciák szempontjából kiemelt jelentőséggel bírnak.

A cirkuláris szőrforgók forgásirányát is rögzítettük, és ezek alapján a következő csoportokba soroltuk az állatokat.



1. ábra | Cirkuláris szőrforgók orientációja (balról jobbra haladva): jobb (C), radiális (R), bal (CC)
Forrás: a szerzők

- Jobb oldali orientációjú csoport: azok a lovak, amelyek fején kizárólag jobbra forgó (az óramutató járásával megegyező – C) és/vagy radiális (R) szőrforgók fordultak elő.
- Bal oldali orientációjú csoport: azok az egyedek, amelyek fején kizárólag balra forgó (az óramutató járásával ellentétes – CC) és/vagy radiális szőrforgók voltak megfigyelhetők.
- Kétoldali (ambidextrous) csoport: azok a lovak, amelyek fején megfigyelhető volt mindkét forgásirány és/vagy radiális típusú szőrforgók.

In vivo karámteszt

A megfigyeléseket egy 16×21 méteres, nyitott oldalú, homokos talajú karámban végeztük, amely megfelelő vizuális kapcsolatot biztosított a környezettel, ugyanakkor legelésre nem adott lehetőséget. Változó rendszerességgel minden telivér járt ebbe a karámba, ismerték az azt körülvevő környezetet. A vizsgálatok reggel 8:00 és 12:00 óra között zajlottak, más ló jelenléte nélkül. Sántaságot mutató állatok nem kerültek a vizsgálatba.

A karámteszt célja a lovak motoros lateralitási preferenciájának felmérése volt, természetes mozgás és táplálékfelvétel közbeni megfigyelés útján. A vizsgálat során minden egyed szabadon engedtünk, lehetőséget biztosítva számára a mozgásra és az esetleges felesleges energia levezetésére. Ezt követően, körülbelül öt perc elteltével – miután az állat mozgása nyugodtabbá vált – 50 grammnyi szeletelt sárgarépat helyeztünk el egy 20 literes műanyag vödörben a karám középső pontján. A ló 60 másodpercig szabadon megközelíthette és elfogyaszthatta a kihelyezett takarmányt. A megfigyelések során rögzítettük azt a mellső végtagot, amellyel az állat a táplálkozás során kitémasztott (ún. „plant leg”), és ezt az oldalt az egyed preferált oldali lábaként dokumentáltuk. Emellett minden elfordulási irányt is feljegyeztünk: a ló elfordulási irányát a vizsgálatot végző személytől, valamint az elfordulás irányát a táplálékforrástól (tehát elfordulás a személytől, kitémasztó láb, elfordulás a vödörtől). Az egyedi megfigyelések tízszeri ismétléssel történtek, minden esetben 60 másodperces aktív fázissal és 180 másodperces pihenőidővel, így egyedenként összesen 10×60 másodpercnyi célzott viselkedési adat gyűlt össze. A tesztelést végző személy valamennyi vizsgált lovat jól ismerete, a megfigyelések során pedig semleges, egyszerű fekete öltözetet viselt a vizuális ingerek minimalizálása érdekében.

A temperamentum főkomponenseinek (szorongás, taníthatóság, barátságosság) értékeléséhez a Momozawa és szerzőtársai által előzetesen validált, húsz kérdésből álló kérdőívet alkalmaztuk (Momozawa et al. 2005). Az értékelést két olyan személy végezte, akik legalább hat hónapja ismerték az adott egyedet (pl. idomár, lovas,

lovász), és napi szintű kapcsolatban álltak vele. A skálázás minden viselkedési jellemző esetében 1-től 9-ig terjedt. A pontszámokat a Momozawa és szerzőtársai által leírt módszertan szerint (Momozawa et al. 2007) faktorcsoportonként kategorizáltuk és értékeltük.

Statisztikai elemzés

Először a szőrforgók elhelyezkedését (bal, jobb, közép) és számát elemeztük testtájanként (fej, nyak, törzs, oldalak, végtagok), különös tekintettel a cirkuláris (körkörös) és lineáris (tollszerű) mintázatokra, majd ezek eloszlását és pozícióját vizsgáltuk aszerint, hogy a fej felső, középső vagy alsó harmadában helyezkedtek-e el. A testtájakra jellemző körkörös és lineáris szőrforgók arányát Fisher-próbával hasonlítottuk össze.

A lovakat a fej szőrforgóinak forgásirányától függően három csoportba soroltuk: jobb oldali, bal oldali vagy kétoldali irányultságúak. A karámteszt alapján a lovakat „ballábasként” kategorizáltuk, ha a táplálékfelvétel során tíz esetből legalább nyolcszor a bal mellső lábukat használták támasztó lábnak (vagy balra fordultak), „jobb lábasként”, ha a jobb mellső láb volt a domináns, és „kétoldaliként”, ha a lábhasználat megoszlása ennél (8:2) nagyobb megoszlási eltérést mutatott.

Az adatelemzés során leíró statisztikát (átlag, szórás, gyakoriság) és különböző inferenciális statisztikai módszereket alkalmaztunk. A szőrforgójellemzők és a lateralitás, valamint a temperamentum közötti összefüggések vizsgálatához χ^2 -próbát, Spearman-féle rangkorrelációt, valamint Anova-tesztet használtunk. Az elfordulás iránya és a lábpreferencia közötti kapcsolatot Fisher-próbával vizsgáltuk.

A temperamentum-pontszámok (szorongás, taníthatóság, barátságosság) kiszámítása Momozawa és szerzőtársai módszere alapján történt (Momozawa et al. 2007).

- Szorongásfaktor: a tesztben alkalmazott 1., 5., 9., 11., 14., 18., 19. kérdések.
- Taníthatóságfaktor: a tesztben alkalmazott 2., 4., 8., 15. kérdések.
- Barátságosságfaktor: a tesztben alkalmazott 6., 10., 13., 16. kérdések.

Az egyes faktorokra vonatkozó pontszámokat összegeztük, majd általános lineáris modelleket (GLM) alkalmaztunk annak vizsgálatára, hogy a különböző tényezők (ivar, szín, szőrforgók elhelyezkedése, iránya, teljes szőrforgószám, lábpreferencia) befolyásolják-e a temperamentumjellemzőket. Pearson-féle korrelációs próbát használtunk annak megállapítására, hogy a szőrforgók teljes száma (cirkuláris és lineáris együtt) milyen kapcsolatban áll az egyes személyiségjegyekkel. A statisztikai elemzésekhez az R 4.3.0 statisztikai szoftvert alkalmaztuk; a szignifikanciaszint minden esetben $p < 0,05$ volt.

Vizsgálati eredmények

Szörforgók

A szörforgók elhelyezkedése alapján a cirkuláris szörforgók a vizsgált testrészek mindegyikén gyakoribbak voltak a lineáris típusúaknál, azonban a különböző típusok eloszlási mintázatai hasonló tendenciát mutattak. A harmincegy angol telivér versenyló mindegyikénél legalább egy körkörös szörforgó volt azonosítható a fejen és a testen (nyak és oldalak), míg a végtagokon mindössze 25,8 százalékuknál ($n = 8$) fordult elő ez a típus. Ezzel szemben lineáris szörforgókat a lovak 38,7 százalékánál ($n = 12$) találtunk a fejen, és 77,4 százalékánál ($n = 24$) a testen, de a végtagokon egyetlen esetben sem.

A fejen a körkörös szörforgók mediánszáma 1 [1–3], míg a lineáris szörforgóké 0 [0–3] volt. A fej összes szörforgójának (cirkuláris és lineáris együtt) mediánja 2 [1–6] volt. A testen – a fejet nem számítva – a cirkuláris szörforgók mediánja 5 [2–7], míg a lineárisé 1 [0–5]; az összes szörforgó száma itt 6 [2–10] volt.

A vizsgált állatok fején összesen 60 szörforgót azonosítottunk (ebből 42 körkörös és 18 lineáris), amelyek 73,3 százaléka ($n = 44$) a fej felső részén, 23,3 százaléka ($n = 14$) a szemek közötti területen, míg mindössze 3,3 százaléka ($n = 2$) az alsó régióban helyezkedett el. Az említett 60 szörforgó 61,7 százaléka ($n = 37$) középen, 23,3 százaléka ($n = 14$) a bal oldalon, 15,0 százaléka ($n = 9$) pedig a jobb oldalon volt található. A testen (nyak, törzs, oldal) összesen 182 szörforgót rögzítettünk (körkörös és lineáris együtt); ezek 39,6 százaléka ($n = 72$) a bal oldalon (ebből $n = 30$ a bal oldali régióban), 22,5 százaléka ($n = 69$) a jobb oldalon (ebből $n = 31$ a jobb oldali régióban), míg 37,9 százaléka ($n = 41$) középen helyezkedett el. A végtagokon kizárólag körkörös típusú szörforgók jelentek meg ($n = 12$); ezek 41,7 százaléka ($n = 5$) a bal, míg 58,3 százaléka ($n = 7$) a jobb végtagokon fordult elő.

A fej cirkuláris szörforgói ($n = 41$) közül 51,2 százalék ($n = 21$) radiális, 26,8 százalék ($n = 11$) balra forgó (ellenkező irányú), míg 21,95 százalék ($n = 9$) jobbra forgó (az óramutató járásával megegyező irányú) volt. A bal oldaliak 60 százaléka (3/5) ellenkező irányú, a jobb oldaliak 33,3 százaléka (4/12) jobbra forgó, míg a középben elhelyezkedő szörforgók 66,7 százaléka (16/24) radiális (sugárirányú) volt.

A testen az összesen 135 cirkuláris szörforgóból 4,4 százalék ($n = 6$) volt sugárirányú, 48,9 százalék ($n = 66$) balra forgó és 32,7 százalék ($n = 54$) jobbra forgó. A bal oldalon található szörforgók 87,9 százaléka (51/58) balra forgó, a jobb oldalon elhelyezkedők 87,5 százaléka (49/56) jobbra forgó volt, míg a középső régióban elhelyezkedők 52,4 százaléka (11/21) radiális típust mutattak.

A végtagokon található 12 darab körkörös szörforgó között nem fordult elő radiális; 41,7 százalék ($n = 5$)

balra forgó, 58,3 százalék ($n = 7$) jobbra forgó volt. A bal oldali végtagokon lévő szörforgók 28,6 százaléka (2/7) balra, míg a jobb oldaliak 40,0 százaléka (2/5) jobbra forgó volt.

Karámteszt

A harmincegy vizsgált ló közül 25,81 százalék ($n = 8$) nem mutatott oldalpreferenciát a vizsgáló személytől való elfordulás során, míg 54,84 százalékuk ($n = 17$) az esetek több mint 80 százalékában balra, 19,36 százalék ($n = 6$) pedig több mint 80 százalékban jobbra fordult el az embertől.

A vödörtől való eltávolodáskor 45,16 százalék ($n = 14$) nem mutatott oldalpreferenciát, 32,26 százalék ($n = 10$) az esetek több mint 80 százalékában balra, míg 22,58 százalék ($n = 7$) jobbra fordult el. Takarmányfelvétel esetén 41,94 százalék ($n = 13$) nem mutatott lábpreferenciát (preferált kitámasztó láb). 32,26 százalék ($n = 10$) több mint 80 százalékban a bal mellső lábát helyezte előre, míg 25,81 százalék ($n = 8$) a jobbat.

Szignifikáns összefüggést találtunk a fejen elhelyezkedő körkörös szörforgók iránya és a takarmányfelvétel közben tapasztalt lábpreferencia között ($\chi^2 = 28,532$, $p < 0,001$). A tizenkilenc ló közül, amelyek nem mutattak oldalpreferenciát, 63,15 százalék ($n = 12$) fején vagy radiális szörforgó volt, vagy egyszerre bal és jobb orientált szörforgó is jelen volt. A bal mellső lábukat előre-helyező – „ballábasnak” tekinthető – lovak 83,33 százalékánál ($n = 5$) kizárólag balra forgó (vagy bal és radiális, de nem jobbra forgó) szörforgókat azonosítottunk. A jobb lábukat előrehelyező lovak („jobblábasok”) esetében 100 százalékban ($n = 6$) csak jobbra forgó (vagy jobb és radiális, de nem balra forgó) szörforgók fordultak elő.

Temperamentum-pontok

A barátságosság ($p = 0,006$, $r = 0,484$) és a taníthatóság ($p = 0,014$, $r = 0,436$) pontszámok szignifikánsan pozitív korrelációt mutattak a test bármely pontján (fej, test, végtagok) megtalálható szörforgók (körkörös és lineáris együtt) összes számával, vagyis a sok szörforgóval rendelkező állatok kezesebbnek bizonyultak kevesebb forgóval rendelkező társaiknál. A barátságossági pontszám szignifikánsan magasabb volt ($p = 0,031$) azoknál a lovaknál, amelyek fején és testen is legalább egy lineáris szörforgó volt, mint azoknál, amelyeknél sehol nem fordult elő ez a típus. A barátságosság átlagos (\pm SD) pontszámai sorrendben: 20,3 \pm 8,2 (lineáris szörforgó nélkül), 25,7 \pm 6,2 (legalább egy a fejen vagy a testen), valamint 29,2 \pm 4,7 (legalább egy a fejen és a testen is).

A szorongási pontszámok szignifikánsan magasabbnak bizonyultak ($p = 0,049$) a sárga színű lovak körében. A sárga egyedek átlaga 41,7 \pm 9,4, míg a más színű lovak

átlag 32,5±10,8 volt. A szorongás és a szórforgók száma között ugyanakkor nem volt szignifikáns kapcsolat ($p = 0,156$).

A többi vizsgált paraméter egyike sem mutatott szignifikáns hatást a temperamentum-változókra (minden esetben $p > 0,05$).

A vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, összefoglalása és következtetések levonása

Szórforgók

Minden állatra jellemző egy egyedi szórforgóminta, amely élethosszig változatlan marad, ezért a lóazonosításban (fenotípusos) kiegészítő azonosítási módszerként is használható az egyéb adatgyűjtési és DNS-alapú azonosítási eljárások mellett (Murphy–Arkins 2008). Míg a gyakorlatban jellemzően csak a főbb forgókat dokumentálják, vizsgálatunk során valamennyi testtájon előforduló szórforgót részletesen rögzítettünk. A harmincegy vizsgált egyed közül minden ló rendelkezett legalább egy körkörös fejforgóval (100 százalék), míg a végtagokon csak kevés állatnál észleltünk ilyen (25,8 százalék). Eredményeink összhangban vannak Encina és szerzőtársai adataival (Encina et al. 2023), ahol a P.R.E. lovak esetében 95 százalékban fordult elő fejforgó és 16 százalékban végtagforgó.

Újabb tanulmányok alapján a P.R.E. fajtában gyakoribbak az ellentétes (az óramutató járásával ellentétes irányú) körkörös forgók (Encina et al. 2023), mint angol telivéreknél (Yokomori et al. 2019), és ezek leginkább a bal oldalon, a szemek vonala alatti területen található (Encina et al. 2023). Vizsgálatunkban a legtöbb lónál radiális-körkörös forgók jelentek meg, amelyek leggyakrabban a fej felső részén helyezkedtek el. Ez összhangban áll Yokomori és szerzőtársai megfigyeléseivel (Yokomori et al. 2019). A körkörös forgók előfordulása gyakoribb volt a lineáris típusúakkal szemben. Ugyanakkor számos korábbi tanulmány nem különbözteti meg egyértelműen a lineáris és cirkuláris típusokat, illetve nem tisztázza, hogy ezeket külön vagy együttesen számították-e (Abdel-Azeem–Emeash 2021; Murphy–Arkins 2008).

A szórforgók össz-számát tekintve az általunk vizsgált lovak több forgóval rendelkeztek, mind összesítve, mind pedig a fej felső részén – a szemvonal fölött 24 egyed (77,4 százalék), a szemek között 8 egyed (25,8 százalék), a szemvonal alatt 2 egyed (6,5 százalék) –, összevetve Encina, Lima, Shivley és szerzőtársaik eredményeivel (Encina et al. 2023; Lima et al. 2021; Shivley et al. 2016). Leggyakrabban egy forgó fordult elő a fejen ($n = 19$, 61,3 százalék), ami összhangban van más szerzők megfigyeléseivel is (Górecka et al. 2007; Lima et al. 2021). Ugyanakkor vizsgálatunkban magas volt a lineáris fejforgók aránya ($n = 13$, 41,9 százalék), valamint a teljes testfelületen előforduló lineáris forgók jelenléte is ($n =$

25, 80,6 százalék). Korrelációt találtunk a testtájék szerinti elhelyezkedés és a forgók forgásiránya között: megfigyeléseink szerint a jobb oldalon elhelyezkedő forgók jellemzően az óramutató járásával megegyező irányúak, a bal oldalon inkább ellentétes irányúak voltak, míg a test középvonalában, például a nyakon elhelyezkedők többnyire radiális mintázatot mutattak.

A szórforgók kialakulásának genetikai háttere továbbra is tisztázatlan, és jelenleg nem áll rendelkezésre elegendő tudományos adat arra vonatkozóan, hogy a környezeti tényezők milyen mértékben játszanak szerepet kialakulásukban (Willems et al. 2023). Ennek ellenére vizsgálatunk során pozitív korrelációt tapasztaltunk a taníthatóság, barátságosság és a testforgók száma között.

Karámteszt

A mezőgazdasági és sportcélú lótarásban különösen fontos szempont a viselkedési reakciók és a tanulási képességek értékelése, mivel ezek alapvetően meghatározzák az állatok kezelhetőségét, trenírozhatóságát és hosszú távú hasznosíthatóságát. A jelen vizsgálatban alkalmazott karámteszt egy egyszerű, nem invazív viselkedésvizsgálati módszer, amelynek során az egyedek szabad mozgás közben, ismert környezetben, kontrollált megfigyelési körülmények között kerültek értékelésre. A teszt célja az volt, hogy feltárja az egyedek reakcióit a térbeli elhelyezkedés, a társas izoláció és az ismeretlen környezet hatására, illetve azonosítsa azokat a viselkedési jegyeket, amelyek relevánsak lehetnek a taníthatóság, a bátorság vagy éppen a szorongás szempontjából. Megfigyeléseink alapján az egyedek eltérő aktivitási mintázatokat mutattak, különösen az első két tesztnél, amelyek során az állatok többsége intenzív helyváltoztatást tanúsított (járálás, futás). Az ezt követő időszakban aktivitásuk általában csökkent, és inkább exploratív, vizsgálódó vagy a környezethez való alkalmazkodásra utaló magatartásformák kerültek előtérbe (szaglászás, fejforgatás, figyelés). Ezek az egyedi preferenciák feltehetően összefüggésben állnak az agyféltekék dominanciájával. Hasonló megfigyelésekről más kutatások is beszámoltak (McGreevy–Rogers 2005).

A forgók számával és elhelyezkedésével való korreláció elemzése során azt találtuk, hogy azok az egyedek, amelyek nagyobb számú szórforgóval rendelkeztek a testükön – különösen a végtagok, a nyak és a váll régióiban –, kevésbé mutattak szorongásos vagy menekülő reakciókat, és hajlamosabbak voltak nyugodtabb testhelyzetek felvételére. Ez arra utal, hogy a szórforgók potenciálisan viselkedési markerként is alkalmazhatók lehetnek a jövőben, a temperamentum előzetes becsléséhez.

Temperamentum-kérdőív

A lovak egyéni temperamentuma jelentős hatással van kezelhetőségükre, kiképezhetőségükre és általános teljesítményükre, így viselkedésgenetikai és alkalmazott

etológiai vizsgálatok során is kiemelt jelentőséggel bír. A vizsgálatainknál alkalmazott temperamentumértékelés során a Momozawa és szerzőtársai által validált kérdőívet használtuk (Momozawa et al. 2005), amely a ló pszichés profilját három fő tényező mentén értékeli: szorongás (anxiousness), taníthatóság (trainability) és barátságosság (affability).

A faktoranalízis eredményei alapján a lovak szorongás-faktora és taníthatósági faktora között fordított irányú kapcsolat volt kimutatható: azok az egyedek, akik magasabb szorongásszinttel jellemezhetők, általában alacsonyabb taníthatósági pontszámokat kaptak, míg a nyugodtabb, kevésbé reaktív egyedek jobban reagálnak az utasításokra, a feladatokra, és könnyebben alkalmazkodtak az ismeretlen ingerekhez. A szőrszín tekintetében a tesztet kitöltő személyek a sárga színű egyedeket szorogóbbnak írták le társaiknál.

Összességében megállapítható, hogy az egyedek temperamentumában megfigyelt különbségek – különösen a szorongásos és taníthatósági faktorok mentén – részben párhuzamba állíthatók voltak a karámteszt során mutatott viselkedési reakciókkal, valamint a testen és a fejen található szőrforgók számával és elhelyezkedésével. Eredményeink megerősítik azt a feltételezést, hogy a viselkedési profilok és a testfelszíni morfológiai jegyek (mint amilyen a szőrforgók mintázata) közötti összefüggések sikeresen alkalmazhatók lehetnek a lovak temperamentumának előrejelzésében, különösen tenyésztési vagy sportcélú kiválasztás során.

A vizsgálat eredményei előzetesen alátámasztják a szőrforgómintázatok és a viselkedési jellemzők, különösen a lateralitás és a temperamentum közötti kapcsolat lehetőségét. Ugyanakkor a minta korlátozott elemszáma miatt az eredmények általánosíthatósága behatárolt, így indokolt a kutatás kiterjesztése nagyobb létszámú populációra, ami lehetővé tenné megbízhatóbb statisztikai következtetések levonását és a feltárt összefüggések megerősítését.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program doktori hallgatói ösztöndíj-programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült (KDP 2020, R2535223 projekt).



Irodalomjegyzék

- Abdel-Azeem, N. M. & Emeash, H. H. (2021) Relationship of horse temperament with breed, age, sex, and body characteristics: A questionnaire-based study. Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences, Vol. 10. No. 1. Article No. 45. <https://doi.org/10.1186/s43088-021-00133-8>
- angolteliver.com (é. n.) <https://angolteliver.com/assets/media/rules-of-entry-to-hstb-2018.pdf> [Letöltve: 2025. 04. 05.]
- Bower, M. A., McGivney, B. A., Campana, M. G., Gu, J., Andersson, L. S., Barrett, E., Davis, C. R., Mikko, S., Stock, F., Voronkova, V., Bradley, D. G., Fahey, A. G., Lindgren, G., MacHugh, D. E., Sulimova, G. & Hill, E. W. (2012) The genetic origin and history of speed in the Thoroughbred racehorse. Nature Communications, Vol. 3. Article No. 643. <https://doi.org/10.1038/ncomms1644>
- Encina, A., Ligeró, M., Sánchez-Guerrero, M. J., Rodríguez-Sainz de Los Terreros, A., Bartolomé, E. & Valera, M. (2023) Phenotypic and Genetic Study of the Presence of Hair Whorls in Pura Raza Español Horses. Animals (Basel), Vol. 13. No. 18. Article No. 2943. <https://doi.org/10.3390/ani13182943>
- Górecka, A., Golonka, M., Chruszczewski, M. & Jezierski, T. (2007) A note on behaviour and heart rate in horses differing in facial hair whorl. Applied Animal Behaviour Science, Vol. 105. No. 1–3. pp. 244–248. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.013>
- Grandin, T., Deesing, M. J., Struthers, J. J. & Swinker, A. M. (1995) Cattle with hair whorl patterns above eyes are more behaviorally agitated during restraint. Applied Animal Behaviour Science, Vol. 46. No. 1–2. pp. 117–123. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(95\)00638-9](https://doi.org/10.1016/0168-1591(95)00638-9)
- King, T., Marston, L. C. & Bennett, P. C. (2012) Breeding dogs for beauty and behaviour: Why scientists need to do more to develop valid and reliable behaviour assessments for dogs kept as companions. Applied Animal Behaviour Science, Vol. 137. No. 1–2. pp. 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.11.016>
- Krueger, K., Schwarz, S., Marr, I. & Farmer K. (2022) Laterality in Horse Training: Psychological and Physical Balance and Coordination and Strength Rather Than Straightness. Animals (Basel), Vol. 12. No. 8. Article No. 1042. <https://doi.org/10.3390/ani12081042>
- Lanier, J. L., Grandin, T., Green, R., Avery, D. & McGee, K. (2001) A note on hair whorl position and cattle temperament in the auction ring. Applied Animal Behaviour Science, Vol. 73. No. 2. pp. 93–101. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(01\)00132-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00132-0)
- Lima, D. F. P. A., da Cruz, V. A. R., Pereira, G. L., Curi, R. A., Costa, R. B. & de Camargo, G. M. F. (2021) Genomic regions associated with the position and number of hair whorls in horses. Animals (Basel), Vol. 11. No. 10. Article No. 2925. <https://doi.org/10.3390/ani11102925>
- McGreevy, P. D. & Rogers, L. J. (2005) Motor and sensory laterality in Thoroughbred horses. Applied Animal Behaviour Science, Vol. 92. No. 4. pp. 337–352. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.11.012>
- Meola, M. G., Grandin T., Burns, P. & Deesing, M. (2004) Hair whorl patterns on the bovine forehead may be related to breeding soundness measures. Theriogenology, Vol. 62. No. 3–4. pp. 450–457. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2003.10.021>
- Momozawa, Y., Kusunose, R., Kikusui, T., Takeuchi, Y. & Mori, Y. (2005) Assessment of equine temperament questionnaire by comparing factor structure between two separate surveys. Applied Animal Behaviour Science, Vol. 92. No. 1–2. pp. 77–84. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.11.00>
- Momozawa, Y., Terada, M., Sato, F., Kikusui, T., Takeuchi, Y., Kusunose, R. & Mori, Y. (2007) Assessing equine anxiety-related parameters using an isolation test in combination with a questionnaire survey. Journal of Veterinary Medical Science, Vol. 69. No. 9. pp. 945–950. <https://doi.org/10.1292/jvms.69.945>

- Murphy, J. & Arkins S. (2008) Facial hair whorls (trichoglyphs) and the incidence of motor laterality in the horse. *Behavioural Processes*, Vol. 79. No. 1. pp. 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2008.03.006>
- Randle, H. D. (1998) Facial hair whorl position and temperament in cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, Vol. 56. No. 2–4. pp. 139–147. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(97\)00086-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(97)00086-5)
- Randle, H. D., Webb, T. G. & Gill, L. J. (2003) The relationship between facial hair whorls and temperament in Lundy ponies. *Annual Report of the Lundy Field Society* 52. Ed. by H. Randle. pp. 67–83.
- Shivley, C., Grandin, T. & Deesing, M. (2016) Behavioral Laterality and Facial Hair Whorls in Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, Vol. 44. pp. 62–66. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2016.02.238>
- Tomkins, L. M. & McGreevy P. D. (2010a) Hair whorls in the dog (*Canis familiaris*). I. Distribution. *Anatomical Record – Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology* (Hoboken), Vol. 293. No. 2. pp. 338–350. <https://doi.org/10.1002/ar.21055>
- Tomkins, L. M. & McGreevy P. D. (2010b) Hair whorls in the dog (*Canis familiaris*). Part II: Asymmetries. *Anatomical Record – Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology* (Hoboken), Vol. 293. No. 3. pp. 513–518. <https://doi.org/10.1002/ar.21077>
- Tomkins, L. M., Williams, K. A., Thomson, P. C. & McGreevy, P. D. (2012) Lateralization in the domestic dog (*Canis familiaris*): Relationships between structural, motor, and sensory laterality. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, Vol. 7. No. 2. pp. 70–79. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2011.07.001>
- Topczewska, J., Krupa, W., Sokołowicz, Z. & Lechowska, J. (2021) Does Experience Make Hucul Horses More Resistant to Stress? A Pilot Study. *Animals*, Vol. 11. No. 12. Article No. 3345. <https://doi.org/10.3390/ani11123345>
- Willems, M., Hennocq, Q., de Lara, S. T., Kogane, N., Fleury, V., Rayssiguier, R., Santander, J. J. C., Requena, R., Stirnemann, J. & Khonsari, R. H. (2023) Genetic determinism and hemispheric influence in hair whorl formation. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, Vol. 125. No. 2. Article No. 101664. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2023.101664>
- Yokomori, T., Tozaki, T., Mita, H., Miyake, T., Kakoi, H., Kobayashi, Y., Kusano, K. & Itou, T. (2019) Heritability estimates of the position and number of facial hair whorls in Thoroughbred horses. *BMC Research Notes*, Vol. 12. No. 1. Article No. 346. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4386-x>

A cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje és az esetlegesen végrehajtott módosítások feltüntetésre kerülnek.