

Biomehanički pokazatelji lateralnosti i njihove implikacije u treningu konja

Prlić, Petra

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:090444>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-19**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Petra Prlić

Sveučilišni diplomski studij

Smjer Specijalna zootehnika

BIOMEHANIČKI POKAZATELJI LATERALNOSTI I NJIHOVE
IMPLIKACIJE U TRENINGU KONJA

Diplomski rad

Osijek, 2024.

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Petra Prlić

Sveučilišni diplomski studij

Smjer Specijalna zootehnika

**BIOMEHANIČKI POKAZATELJI LATERALNOSTI I NJIHOVE
IMPLIKACIJE U TRENINGU KONJA**

Diplomski rad

Osijek, 2024.

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Petra Prlić

Sveučilišni diplomski studij

Smjer Specijalna Zootehnika

**BIOMEHANIČKI POKAZATELJI LATERALNOSTI I NJIHOVE
IMPLIKACIJE U TRENINGU KONJA**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. doc. dr. sc. Maja Gregić, predsjednica
2. prof. dr. sc. Mirjana Baban, mentorica
3. prof. dr. sc. Pero Mijić, član

Osijek, 2024.

ZAHVALA

Neizmjerne se zahvaljujem svojoj mentorici, prof. dr. sc. Mirjani Baban na nesebičnoj pomoći i usmjeravanju pri cjelokupnom fakultetskom obrazovanju. Zajednička ljubav prema konjima dovela nas je do kontinuirane petogodišnje suradnje na brojnim zajedničkim znanstvenim i stručnim radovima, sudjelovanjima na konferencijama, osvajanju dvije rektorove nagrade kao i do mnogih zajedničkih izvannastavnih aktivnosti vezanih za konjogojstvo i konjički sport.

Zahvaljujem se doc. dr. sc. Maji Gregić i prof. dr. sc. Peri Mijiću na pregledu i ispravljanju diplomskoga rada.

Zahvaljujem se svim zaposlenicima Državne Ergele Đakovo na dugogodišnjoj suradnji i zajedničkim iskustvima koja su unaprijedila moje stručno znanje o konjima i obogatila moje životno iskustvo.

Zahvaljujem se Maši Schneider na neprocjenjivom prenesenom stručnom znanju i beskrajnom strpljenju, kao i svim dragim prijateljima koji su mi pomogli ne samo u stručnom, nego za mene izuzetno važnom i sportskom dijelu.

Posebno se zahvaljujem svojim roditeljima koji su me oduvijek podržavali i poticali u ostvarenju mojih ciljeva jer bez njihove podrške moji snovi nikada ne bi bili ostvareni.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. ZNAČAJ LATERALNOSTI KONJA.....	2
2.1. Nasljednost lateralnosti konja	3
2.2. Razvoj lateralnosti konja	5
2.3. Odnos vanjštine i lateralnosti konja	6
3. BIOMEHANIČKI POKAZATELJI MOTORIČKE LATERALNOSTI KONJA	9
3.1. Lijevostranost i desnostranost konja	9
3.2. Ravnoteža i jednostranost konja.....	11
3.3. Lateralnost konja s biomehaničkog gledišta	13
3.4. Odnos asimetrija, lateralnosti i hromosti konja.....	15
4. RAZLIKE IZMEĐU DOMINANTNE I NEDOMINANTNE STRANE ČOVJEKA	18
5. POLOŽAJ I UČINKOVITOST JAHAČA	20
5.1. Trup i sjedište jahača	21
5.2. Ruke jahača i komunikacija s konjem	23
6. INTERAKCIJA KONJA I JAHAČA	25
6.1. Utjecaj jahačevih asimetrija trupa na ravnotežu konja	26
6.2. Utjecaj jahačeve lateralnosti na napetost u dizginima.....	28
6.3. Utjecaj dresurnog treninga	30
7. ZAKLJUČAK.....	35
8. POPIS LITERATURE	36
9. SAŽETAK	46
10. SUMMARY.....	47
11. POPIS SLIKA.....	48
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	
BASIC DOCUMENTATION CARD	

1. UVOD

Lateralnost predstavlja preferenciju u bihevioralnom i biomehaničkom smislu te uzrokuje anatomsko-fiziološku bilateralnu asimetriju. Temelj svih vrsta lateralnosti je cerebralna lateralnost ili asimetrična organizacija hemisfera mozga. Preferencija za motoričke funkcije se kod konja ogleda u vidu preferiranog korištenja nogu (Deuel i Lawrence, 1987.; Siniscalchi i sur., 2014.; Crosby, 2021.) ili preferiranog smjera kretanja (Pocock i Moore-Colyer, 2010.; Shivley i sur., 2016.). Smjer i stupanj motoričke lateralnosti su karakteristike svakog konja pojedinačno, s time da je utvrđeno da je ona izraženija kod sportskih konja (McGreevy i Rogers, 2005.). U stručnoj literaturi i trenažnoj praksi je poznat pojam prirodne jednostranosti konja (Kuhnke, 2020., cit. prema De la Guérinère, 1733.; Steinbrecht, 1901.; H.DV. 12, 1937.; Müseler, 1933.; Podhajskom, 1967.; Klimke, 1985.; Autyju, 2003.; Bürgeru i Zietschmannu, 2004.; Hinnemannu i van Baalenu, 2004.; Lochu, 2000.; Miesneru i sur., 2000.; Holmu, 2008., Schmidu, 2014.) koja se intenzivno pokušava povezati s rezultatima modernih istraživanja (Roepstorff i sur., 2009.; Byström i sur., 2019.a; Kuhnke i sur., 2020.; Egenvall i sur., 2023.; Leclercq i sur., 2023.). Međutim, kompleksnost analiza motoričke lateralnosti ogleda se u nizu vanjskih čimbenika i osobitosti pojedinog konja koje utječu na asimetrije pri kretanju. Asimetrije u određenim funkcijama mogu biti uvjetovane strukturalnim asimetrijama (Marr, 2020.), zdravljem (Byström i sur., 2019.a), treningom i jahačem (Roepstorff i sur., 2009.; Byström i sur., 2020.; Kuhnke, 2020.; Schwarz i sur., 2022.), načinom potkivanja (Ronchetti i sur., 2011.) ili starenjem konja (Austin i Rogers, 2012.).

Cilj ovoga rada je analizirati trenutne znanstvene i stručne spoznaje o biomehaničkim pokazateljima lateralnosti konja i jahača te objasniti implikacije njihovih interakcija u treningu. Posebna će pažnja biti posvećena razumijevanju funkcionalnih asimetrija i opterećenja pri kretanju koje su nužne za optimizaciju i konceptualizaciju treninga konja i jahača.

2. ZNAČAJ LATERALNOSTI KONJA

Lateralnost je biološki fenomen koji se odnosi na preferenciju jedne strane tijela nad drugom pri obavljanju različitih aktivnosti. Vezana je uz niz genetskih, neuroloških i okolišnih čimbenika te je uočena kod beskralježnjaka (Frasnelli, 2013.) i kod visoko razvijenih vrsta sisavaca (Marr, 2020.). S evolucijskog je aspekta lateralnost omogućila specijalizirane odgovore i reakcije na vanjske podražaje (Corballis, 2005.) te predstavlja svojevrsni mehanizam za preživljavanje na individualnoj i populacijskoj razini (Rogers i sur., 2004.). Za razumijevanje lateralnosti ključni su njezin smjer i stupanj u kojem je smjer karakteristika pojedinca ili populacije (Frasnelli, 2013.) dok je stupanj isključivo karakteristika pojedinca (Frasnelli i Vallortigara, 2018.). Smjer lateralnosti pojedinca može biti neovisan o smjeru lateralnosti populacije (Frasnelli i Vallortigara, 2018.) i kao takav u određenim situacijama predstavlja prednost (Marr, 2020.). Pojedinci izraženijeg stupnja lateralnosti imaju veću sposobnost izbjegavanja opasnosti i učenja o njoj (Rogers i sur., 2004.) te imaju bolju kontrolu u motoričkim radnjama (Frasnelli i Vallortigara, 2018., cit. prema McGrewu i Marchantu, 1990.; Güntürkün i sur., 2000.; Rogersu, 2000.; Rogersu i sur., 2004.; Magatu i Brownu, 2009.; Bellu i Nivenu, 2016.). Za razliku od lateralnosti pojedinca, populacijska lateralnost predstavlja lateralnost u određenom smjeru na razini većega dijela neke populacije (Rogers, 2021.) te se pretpostavlja da ovisi o potrebi za usklađivanjem jedinki u određenim situacijama (Frasnelli i Vallortigara, 2018.) kao što je strateško izbjegavanje opasnosti (Marr, 2020.). Desnorukost ljudi najistraživaniji je primjer lateralnosti i zastupljena je oko 90% u ljudskoj populaciji (Leliveld, 2019., cit. prema Corballisu, 2009.). Za razliku od ljudi, u populaciji konja trenutno nije definirana prevalencija lijeve ili desne preferencije u motoričkom smislu (Byström i sur., 2019.a). Motorička se lateralnost kod konja ogleda u vidu preferiranog korištenja određene prednje noge, odnosno lijevostranosti ili desnostranosti (McGreevy i Rogers, 2005.) ili preferiranog kretanja u određenom smjeru (Pocock i Moore-Colyer, 2010.). Motorička i senzorna lateralnost uvjetovane su cerebralnom lateralnošću koja predstavlja podjelu mozga na dvije hemisfere različitih funkcija. Funkcije dvaju hemisfera obuhvaćaju: pohranu informacija u dugoročnom (LH) ili kratkoročnom (DH) sjećanju (Marr, 2020., cit. prema Frasnelli i sur., 2014.; Guou i sur., 2016.; Robinsu i Philipsu, 2010.), logičkom (LH) i instinktivnom razmišljanju (DH) (Krueger i sur., 2022.) te upravljanju pokretima u kontralateralnim stranama tijela (MacNeilage i Rogers, 2009.). Izuzetan pokazatelj cerebralne lateralnosti kod konja je

senzorna lateralnost, koja potencijalno predstavlja trag za smjer motoričke lateralnosti (Byström i sur., 2019.a). Utvrđeno je da konji tijekom osluškivanja zvukova koji izazivaju pozitivne osjećaje, uši orijentiraju prema naprijed i aktivnija im je lijeva hemisfera, a tijekom susretanja sa zvukovima koji izazivaju negativne osjećaje, uši orijentiraju u lijevo i unatrag i aktivnija im je desna hemisfera (D'Ingeo i sur., 2019.). Pod utjecajem desne hemisfere mozga je regulacija fizioloških parametara stresa kao što je izlučivanje hormona stresa i povećanje frekvencije otkucaja srca (Krueger i sur., 2022. cit. prema Rogersu, 2010.). Iz toga je razloga i stupanj reaktivnosti konja veći kada im se s nepoznatim predmetom prilazi s lijeve strane (Austin i Rogers, 2007.). No, cerebralna lateralnost u vezi sa senzornom lateralnosti se ne može promatrati samo kroz percepciju o pozitivnim i negativnim događajima, nego i kroz razinu uzbuđenosti i količinu pažnje u pojedinim situacijama (Farmer i sur., 2018.). Istraživanja upućuju da je desna hemisfera povezana s obradom svih emotivno-socijalnih informacija (Farmer i sur., 2009.; Basile i sur., 2009.). Primjerice, konji koriste lijevo monokularno vidno polje tijekom interakcije s ljudima (Farmer i sur., 2009.), pri ostvarivanju prvog socijalnog kontakta između dva konja (Farmer i sur., 2018.) ili tijekom interakcije kobile i ždrijebeta (Krueger i sur., 2022. cit. prema Karenini i sur., 2017.). Rogers (2010.) smatra da je reaktivnijim tipovima konja sklonijima agresivnom ponašanju, dominantnija desna hemisfera, a onim smirenijima i više fokusiranima lijeva hemisfera. Ipak, dodatna su istraživanja potrebna za ispitivanje korelacija između karakternih osobitosti konja i cerebralne lateralnosti, prvenstveno jer ih uvjetuju razni čimbenici. Bilateralno trenirani konji pokazuju manju sklonost za korištenje lijevoga oka u interakciji s čovjekom pa je predloženo da se preferirano korištenje lijevog oka može preusmjeriti na desno uz korištenje takvih metoda treninga (Krueger i sur., 2022. cit. prema Marr i sur., 2016.).

2.1. Nasljednost lateralnosti konja

Nasljednost lateralnosti dugogodišnja je tema rasprave u znanstvenim krugovima, a mišljenja znanstvenika o utjecaju genetske komponente na lateralnost su oprečna. Za Schmitza i sur. (2017.) je genetska komponenta jedna od važnijih čimbenika u razvoju i izražavanju lateralnosti dok za Wellsa i Blachea (2008.) ona nije nasljedna nego se razvija tijekom života. Nekim je istraživanjima dokazano da postoji genetska komponenta za lateralnost kod ljudi (Brandler i Paracchini, 2014.), ali stvarni udio genetske komponente u razvitku lateralnosti uz interakciju s kompleksnim okolišnim čimbenicima, ostaje nerazjašnjen. Merkies i sur. (2019.) predlažu da je lateralnost genetski uvjetovana zbog

utvrđenih većih mjera u području grebena konja s lijeve strane neovisno o spolu, dobi, pasmini i stupnju obučenosti konja. S druge strane, ne postoji indikacija za direktnu nasljednu komponentu primjerice nejednakih nogu kod konja (van Heel i sur. (2010.), cit. prema Ducru i sur., 2009.) za koje je utvrđeno da su povezane s motoričkim preferencijama. Strukturalne asimetrije uvjetovane su i drugim mehaničkim opterećenjima tijekom života. Sljedeća indikacija za nasljednost lateralnosti odnosi se na razlike u njezinome smjeru među spolovima (Murphy i sur., 2005.; Whishaw i Kolb, 2017.). Prema Murphyju i sur. (2005.) pastusi su više lijevo lateralizirani, a kobile više desno lateralizirane. Između smjera lateralnosti pastuha i kobila i njihovih potomaka Kuhnke i König von Borstel (2022.) ne pronalaze poveznicu. Dodatna indikacija za razlike između spolova je ona da kod kobila griva učestalije prirodno pada na desnu stranu (Whishaw i Kolb, 2017.), a to je ujedno i karakteristika desno lateraliziranih konja (Kuhnke, 2020.). Postoje i razlike među pasminama (Larose i sur., 2006.; McGreevy i Thomson, 2006.; Kuhnke, 2020.) koje podupiru hipotezu o nasljednosti smjera lateralnosti unutar neke populacije. Kod engleskih punokrvnjaka i američkih kasača utvrđena je preferencija za protrakciju lijeve noge tijekom ispaše dok kod quarter pasmine konja nije utvrđena nikakva preferencija (McGreevy i Thomson, 2006.). Kuhnke (2020.) u ispitivanju lateralnosti putem zauzimanja specifičnog stava na ispaši također potvrđuje da su američke pasmine konja ambideksternije. Nadalje, i u vidu senzorne lateralnosti postoje razlike koje se pojavljuju među različitim pasminama. Australski divlji konji i Przewalski konji u usporedbi s domaćim pasminama konja pokazuju veći stupanj lijeve lateraliziranosti pri promatranju i pozicioniranju glave u uznemirenom stanju (Austin i Rogers, 2012.). Prema Larose i sur. (2006.) flegmatičnije su pasmine manje sklone senzornoj lateralnosti od temperamentnijih pasmina konja. Roepstorff i sur. (2009.) smatraju da su dresurni konji elitnih pasmina simetričniji u kretanju za razliku od drugih pasmina. S druge strane, današnje toplokrvne pasmine konja selekcionirane su na svojstva kao što su duge noge i male glave, što ih čini sklonijima asimetriji (van Heel i sur., 2010.). Važno je za napomenuti da asimetrije u kretanju proizlaze iz bilateralne strukturalne asimetrije (Marr, 2020.) te treninga (Byström i sur., 2019.a, cit. prema Drevemu i sur., 1987.; McGreevyju i Rogersu, 2005.) i kliničkih stanja (Byström i sur., 2019.a), koji nisu primarno povezani s cerebralnom lateralnošću.

2.2. Razvoj lateralnosti konja

S anatomsko-fiziološkog gledišta, rane faze razvoja lateralnosti sežu do nejednake distribucije organa ploda u maternici (Leśniak, 2013.; Lucidi i sur., 2013.), anatomske građe maternice koja uvjetuje položaj i prostor ploda (Wong i sur., 2004.) te do majčinih hormona, hranidbe, emocionalnog stanja i bolesti tijekom ždrjebnosti (Kuhnke, 2020., cit. prema Jonesu i Martinu, 2008.). Istraživanja koja upućuju da je smjer lateralnosti predodređen već u maternici pretežito su provedena na ljudima. Fetus pokazuje znakove lateralnog ponašanja u maternici sisajući desni palac u 90% slučajeva (Hepper, 2013., cit. prema Hepperu i sur., 1991.). Ista novorođenčad nakon poroda pokazuje preferenciju za ležanje s glavom pozicioniranom u desnu stranu (Hepper, 2013., cit. prema Goodwinu i Michelu, 1981.; Hopkinsu i sur., 1987.). U osnovnoškolskoj je dobi za tu djecu potvrđeno da su dešnjaci (Hepper, 2013., cit. prema Hepperu, 2005.). Kod kobila je utvrđeno da u drugom stadiju ždriježbljenja muška ždriježbad pretežito izlazi prvo s lijevom nogom, a ženska ždriježbad s desnom što je povezano sa smjerom zvrkova te ždriježbadi koji je indikator za preferirani smjer u kretanju (Murphy i Arkins, 2006.). Pluháček i sur. (2012.) utvrdili su lateralni obrazac ponašanja ždriježbadi zebri tijekom sisanja. Manje od pola ispitivane ždriježbadi pokazalo je sklonost za stranu tijekom sisanja, s naglaskom na lijevu, ali se ta preferencija izražavala sa starenjem ždriježbadi. Progresija lateralnosti utvrđena je i u istraživanju van Heela i sur. (2010.) kada je ždriježbad također u ranim fazama pokazivala sklonost za zauzimanje asimetričnog stava na ispaši i ta je osobitost bila izraženija s tri godine starosti. Za razliku od istraživanja van Heela i sur. (2010.), u kojem je ždriježbad zbog motoričke lateralnosti razvijala nejednakosti u nogama, Stroud i sur. (2016.) utvrdili su asimetrije zdjelica ždriježbadi odmah nakon ždriježbljenja, koje se također s vremenom nisu popravljale. Progresija lateralnosti je i dalje relativno nerazjašnjen pojam s obzirom da su rezultati drugih istraživanja drugačiji. Većina se autora slaže da stupanj lateralnosti raste s dobi konja, ali neki tvrde da je ždriježbad inicijalno ambideksterna (McGreevy i Rogers, 2005.; McGreevy i Thomson, 2006.; Lucidi i sur., 2013.). Prema McGreevyju i Rogersu (2005.) 75% konja mlađih od dvije godine je ambideksterno u zauzimanju stava na ispaši, 27% konja u dobi od dvije godine pokazuje preferenciju za protrakciju lijeve noge na ispaši i 53% konja u dobi iznad dvije godine pokazuje preferenciju za protrakciju lijeve noge na ispaši. Lucidi i sur. (2013.) za razliku od dvogodišnjih konja, za veći broj ždriježbadi tvrde da je ambideksterno tijekom slobodnog kretanja u koralu za lonžiranje. S većinom se konja rad ne započinje prije treće godine života što može biti potencijalno objašnjenje za ambideksternost mlađih

skupina konja (Kuhnke, 2020., cit. prema Klimkeu, 1985.; McGreevyju i Rogersu, 2005.). Također, moguć uzrok progresije lateralnosti je prilagodba tijela mehaničkim opterećenjima zbog urođenih preferencija i drugi procesi uključeni u starenje konja (Biau i Barrey, 2004.). Krueger i sur. (2022.) smatraju da na lateralnost kod konja utječu način rukovanja, cjelokupni način držanja i trening konja. Postoji hipoteza da prilaženje konju s lijeve strane utječe na lateralnost, ali prilaženje i uzjahivanje konja s lijeve strane vjerojatno nije uzrok lateralnosti jer bi uz čimbenik urođene lateralnosti, tako hipotetski bilo više konja koji su lijevo, a ne desno lateralizirano (Lucidi i sur., 2013.). S druge strane, važnost pravilnog rada s konjem dokazan je u popravljaju određenih asimetrija pri kretanju već nakon nekoliko tjedana treninga (Kuhnke, 2020., cit. prema Nissenu i sur., 2016.).

2.3. Odnos vanjštine i lateralnosti konja

Bilateralna simetrija prikaz je genetskih predispozicija povezanih sa zdravljem i funkcionalnošću pojedinca (Leśniak, 2021.). Tjelesne asimetrije utječu na kretanje i preferencije u kretanju (Pocock i Moore-Colyer., 2010., cit. prema Rachen-Schöneichu i Schöneichu, 2007.), a uobičajene su u određenoj mjeri za svakog konja. Smatraju se normalnima ako su u rasponu 1-2% odstupanja od ukupne veličine pojedinog dijela tijela (Knierim i sur., 2007.). Asimetrije su posljedica nasljednih čimbenika, vanjskih čimbenika i motoričke lateralnosti, a poveznicu između lateralnosti i tjelesnih asimetrija čine mehanička opterećenja tijekom života koja utječu na mišićne i koštane strukture tijela. Poznat je Wolfov zakon koji opisuje povećanje gustoće kostiju i debljine kostiju pod trajnim ili učestalim djelovanjem sile na određenu kost (Grazio i Balen, 2019.) pa su tako povećanje površinske gustoće kostiju, volumenskog udjela kosti i trabekularnog broja neke od zapaženih promjena na dominantnoj strani ljudi (Kuhnke, 2020. cit. prema, Lezenbyju i sur., 2008.). Ujedno postoje razlike u širini epifiza i dijafiza kostiju na dominantnoj i nedominantnoj strani kod ljudi (Lijewski i sur., 2021., cit. prema Auerbachu i Ruffu, 2006.) te razlike u duljini kostiju u cijelosti na dominantnoj strani (Kuhnke, 2020., cit. prema Steelu, 2000.). Kod konja su također utvrđene razne mišićno-koštane asimetrije koje uvelike ovise o uporabnoj svrsi, kao primjerice kod konja koji se koriste za galopske utrke. Galopske utrke uvelike povećavaju tjelesne asimetrije (Kuhnke, 2020., cit. prema Dalinu i sur., 1985.; Knightu i sur., 2000.). Engleskim je punokrvnjacima na bedrenim kostima broj veznih mjesta za mišiće i ligamente pretežito veći s lijeve strane što je inducirano dugotrajnim opterećenjima na zaobljenim stazama (Pearce i sur., 2005.). U drugim konjičkim sportovima, nepravilan trening ili

neodgovarajuće sedlo, mogu rezultirati asimetričnim razvojem mišića (Merkies i sur., 2019., cit. prema Greveu i sur., 2015.). Ipak, Merkies i sur. (2019.) upućuju da vjerojatno nasljedno većina konja ima veće mjere u regiji grebena s lijeve strane, za razliku od Gunsta i sur. (2019.) koji utvrđuju padanje sedla u lijevo tijekom jahanja kojeg između ostalog povezuju s asimetričnim razvojem mišića (kao rezultat uzjahivanja s lijeve strane). Međutim, mišićne asimetrije pretežito su kratkotrajne promjene ili promjene uvjetovane hormonalnim ili drugim okolišnim čimbenicima (Leśniak, 2021., cit. prema Manningu i sur., 1996.; Manningu i sur., 1997.; Barrancu i Buchananu, 2006.), dok su dugoročne asimetrije razlike u duljinama kostiju te se smatraju povezanim s motoričkom lateralnošću. Kod većeg broja konja je metakarpalna kost na lijevoj nozi uglavnom šira nego na desnoj, dok je na desnoj ona duža nego na lijevoj (Leśniak, 2013.). Watson i sur. (2003.) utvrđuju da je i metatarzalna kost kod većeg broja konja pretežito duža nego lijeva. Potvrđuje i istraživanje Leśniak i Williams (2020.) u kojem su ispitivani konji i poniji imali dulju treću metakarpalnu i metatarzalnu kost na desnoj strani tijela. Samo su konji imali proksimalni članak na prednjoj lijevoj nozi duži i širi nego na desnoj, a ta je osobitost povezana s preferencijom za galopiranje u suprotnom smjeru od kazaljke na satu (lijevi galop). O preferiranom smjeru kretanja u odnosu na duljinu određenih kostiju govore i Pocock i Moore-Colyer (2010.). U njihovom su istraživanju konji s duljim lijevim ramenom preferirali kretanje suprotno od smjera kazaljke na satu, a konji s duljim desnim ramenom u smjeru kazaljke na satu. Položaj sapi tijekom stajanja može biti jedan od indikatora lateralnosti, primjerice devijacija stražnjeg dijela trupa u desno (vidljiva prednja desna noga između stražnjih nogu) što je pretežito osobitost desno lateraliziranih konja (Kuhnke, 2020.). U istraživanju iste autorice, većina toplokrvnih pasmina, ponija i punokrvnjaka imala je devijaciju stražnjeg dijela trupa u desno. Taj rezultat odgovara opažanjima opisanima u stručnoj literaturi (Kuhnke, 2020. cit. prema De la Guérinèru, 1733.; Steinbrechtu, 1901.; Müseleru, 1933.; Klimkeu, 1985.; Hinnemannu i van Baalenu, 2004; Lochu, 2000.; Miesneru i sur., 2000.). Pokazatelj lateralnosti i preferencija u kretanju mogu biti kopita, jer su svojevrsni vizualni prikaz opterećenja koja se stvaraju pri kretanju (Decurnex i sur., 2009.). U istraživanju Wilsona i sur. (2009.) utvrđeno je da što se duljina metakarpalne kosti, lakta i širine kopita više povećava na lijevoj strani, na desnoj se smanjuje, što znači da kraće kosti na nozi rezultiraju širim kopitom (Slika 1.). To ujedno znači da je kopito na nedominantnoj nozi konja pretežito strmije nego kopito na dominantnoj strani (Parés-Casanova, 2014., cit. prema Mietheu, 2008.), što bi potvrdilo i istraživanje van Heela i sur. (2010.) u kojem je veći kut dorzalnog zida kopita u prednjoj nozi s većom protrakcijom povezan sa ždrijebadu izraženi

lateralnosti odnosno one koja zauzima širi asimetrični stav na ispaši. Lijevo je kopito kod čak 70% konja šire nego desno (Kuhnke, 2020., cit. prema Kummeru i sur., 2006.), ali važno je za napomenuti da potkivači uvelike utječu na simetriju kopita. Samo je jedan od primjera istraživanje Ronchetti i sur. (2011.), u kojem je utvrđeno da desnoruki potkivači imaju sklonost za preobrezivanje medijalnog dijela lijevog kopita i lateralnog dijela desnog kopita prednje noge.



Slika 1. Različita konformacija kopita prednjih nogu (PL – prednje lijevo, PD – prednje desno kopito) (Izvor: autor)

Uz mišićno-koštane asimetrije, postoje drugi indikatori lateralnosti povezani s vanjštinom. Smjer zvrkova na konju ukazuje na preferenciju u kretanju. Shivley i sur. (2016.) dokazali su da konji sa zvrkom usmjerenim u smjeru kazaljke na satu pri stresnim situacijama bježe u desno, a konji sa zvrkom usmjerenim suprotno od smjera kazaljke na satu u lijevo. Za Kuhnke (2020.) većina konja koja lateralno pozicionira sapi u desno je desno lateralizirana, a u odnosu na boju zapaženo je da većina konja različitih boja pomiče sapi u desno dok 58% konja kulaš boje lateralno pomiče sapi u lijevo, iako je smjer lateralnosti za takve konje u konačnici bio jednako distribuiran. Stoga zaključak Kuhnke i König von Borstel (2022.) da još uvijek ne postoji značajna poveznica između lateralnosti i boje, odgovara prethodno navedenom. Preferencija je vidljiva čak i prema molarnoj asimetriji, tako da većina konja preferirano i kontinuirano žvače više s desne strane, što još uvijek nije povezano s preferiranim kretanjem u desno (Parés-Casanova i sur., 2020.). Kada je u pitanju strana na koju griva prirodno pada i kvaliteta izvođenja radnji na obje strane u Western jahanju, Whishaw i Kolb (2017.) ne pronalaze poveznicu s lateralnošću kod američkih pasmina. Ipak, Kuhnke (2020.) tvrdi da postoji poveznica između grive na desnoj strani vrata i dominantnosti desne strane, odnosno desno lateraliziranih konja koji preferiraju kretanje u desno.

3. BIOMEHANIČKI POKAZATELJI LATERALNOSTI KONJA

Moderna se istraživanja o motoričkoj lateralnosti konja znatno razlikuju od starijih zahvaljujući uporabi modernih tehnologija. Ranija se istraživanja svode na vizualne i subjektivne metode za procjenu smjera lateralnosti, (McGreevy i Rogers, 2005.; Wells i Blache, 2008.; Austin i Rogers, 2012.; Lucidi i sur., 2013.) dok se u modernim istraživanjima koriste razni uređaji i metode za precizniju analizu lateralnosti (Byström i sur., 2019.a; Egenvall i sur., 2023.; Leclercq i sur., 2023.). Poznato je da se motorička lateralnost konja ogleda u vidu preferiranog korištenja određene noge, odnosno lijevostranosti ili desnostranosti (McGreevy i Rogers, 2005.) ili preferiranog kretanja u određenom smjeru (Pocock i Moore-Colyer, 2010.). Obzirom na kompleksnost biomehaničkih osobitosti kretanja konja, procjena motoričke lateralnosti predstavlja veliki izazov za znanstvenike, veterinare i trenere te zbog toga zahtijeva integraciju spoznaja iz područja biomehanike, neuroznanosti, veterinarske medicine i etologije. Od motoričke je lateralnosti važno odvojiti kompenzatorna kretanja uzrokovana kliničkim stanjima (Byström i sur., 2019.a; Pitts i sur., 2020.), utjecaj treninga i načina držanja konja (Byström i sur., 2019.a, cit. prema Drevemo i sur., 1987.; McGreevy i Rogers, 2005.) te urođene ili stečene tjelesne asimetrije (Pocock i Moore-Colyer, 2010.; Leśniak i Williams, 2020.).

3.1. Lijevostranost i desnostranost konja

Zauzimanje asimetričnog stava tijekom ispaše jedan je od pokazatelja lateralnosti konja (McGreevy i Rogers, 2005.; van Heel i sur., 2010.; Kuhnke, 2020.). Prema Kunke (2020.) taj je stav pokazatelj smjera, ali ne i stupnja lateralnosti, iako van Heel i sur. (2010.) utvrđuju povezanost izraženije lateralnosti i šireg stava lateralnosti kod različitih dobnih kategorija konja. Sportski konji zauzimaju asimetričan stav na ispaši s ispruženom prednjom lijevom nogom (McGreevy i Rogers, 2005.) za razliku od netreniranih konja (Austin i Rogers, 2012.). Smatra se da je ispružena noga tijekom ispaše ona koja nosi više težine pa je ta noga i preferabilna (Slika 2.). Wells i Blache (2008.) za ispruženu nogu tijekom ispaše smatraju da ona nužno ne nosi više težine, jer je druga noga koja se nalazi ispod konja u tom stavu, potporna noga. Prema istim je autorima potrebno uključiti više metoda u analizu koje bi potvrdile stvarni smjer lateralnosti. Ipak, lijeva je noga kod većine konja očito preferabilnija i za započinjanje kretanja iz kvadratičnog stava, iako je s obzirom na statistički značajno

malu razliku između lijevo i desno lateraliziranih konja moguće tvrditi da su ti omjeri gotovo podjednaki (Crosby, 2021., cit. prema Cullyju i sur., 2018.; Grzimeku, 1968.).



Slika 2. Značajno ispružena lijeva noga na ispaši
(Izvor: autor)

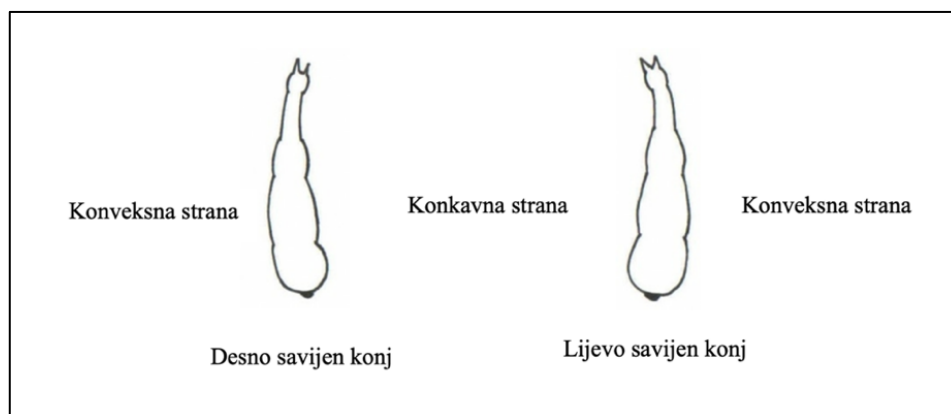
Tans i sur. (2009.) utvrđuju da većina dresurnih konja pri izvođenju prijelaza iz stoja u kas započinje kretanje prednjom desnom nogom, što je usklađeno s istraživanjem Murphyja i sur. (2005.) u kojemu su konji također pokazali veću sklonost za započinjanje kretanja prednjom desnom nogom, jednako kao i sklonost za valjanje na desnoj strani. Za razliku od senzorne lateralnosti, motorička je manje podložna promjenama, ali postoje indikacije da konji ovisno o emocionalnom stanju mijenjaju preferenciju, primjerice koraćanje lijevom nogom je učestalo pri ulasku u prikolicu (Krueger i sur., 2022., cit. prema Siniscalchiju i sur., 2014.). Marr i sur. (2018.) predlažu mogućnost korelacije motoričke lateralnosti i karaktera konja tako da oni konji koji prvo koraćaju desnom nogom očekuju da je neutralan stimulans pozitivan za razliku od konja koji prvo koraćaju lijevom nogom. To znači da senzorna lateralnost može biti trag za motoričku i potencijalno može biti vrlo važan aspekt dobrobiti u radu. Unatoč tome, Kuhnke (2020.) uočava značajnu razliku u učestalosti protrakcije pojedine noge tijekom ispaše kod konja za koje je prethodno pretpostavljeno da su lijevo ili desno lateralizirani. Lijevo lateralizirani konji, kontinuiranije ispružaju lijevu nogu tijekom ispaše od desno lateraliziranih konja, a parametri pritiska na dizginima tijekom jahanja istih konja i preferiranog korištenja lijevog oka uspješno su povezani sa pretpostavljenim smjerom lateralnosti. McGreevy i Rogers (2005.) su u istraživanju provedenom na engleskim punokrvnjacima proučavali lateralnost kroz savijanje stražnje

noge tijekom stajanja i zaključili da većina konja nema preferenciju, dok kod onih konja koji savijaju nogu, veći broj savija stražnju lijevu nogu. U istraživanju Crosby (2021.), 50% konja pokazuje preferenciju za savijanje jedne od stražnjih nogu, a ostalih 50% niti jedne noge, s tim da uglavnom savijaju desnu stražnju nogu. Savijanje stražnje noge potencijalno je uvjetovano i rasterećenjem noge povezano s kliničkim stanjima, gdje je poveznica između tog ponašanja i lateralnosti nejasna kao i neujednačeni rezultati istraživanja. Van Heel i sur. (2010.) tvrde da se protrakcija prednje noge tijekom ispaše može povezati s preferiranim galopom, a gotovo dva puta više konja preferira galopirati u lijevom galopu nego u desnom (Deuel i Lawrence, 1987.; Kuhnke, 2020.). U svom istraživanju Kuhnke (2020.) također dokazuje da većina konja, čak i u smjeru kazaljke na satu preferira galopirati u lijevom galopu, ali konji koji su okarakterizirani kao desno lateralizirani, uvijek galopiraju u desnom galopu neovisno o smjeru kretanja. Pretpostavka je da je zabacivanje sapi pri kretanju jedan od pokazatelja smjera lateralnosti konja, isključujući čimbenike zdravlja. Zabacivanje sapi u određenom smjeru bi potencijalno uzrokovalo i različite pokrete u kukovima, koji su zasada povezani isključivo s hromosti u stražnjim nogama, a ne sa sklonosti u kretanju (MacKechnie-Guire i Pfau, 2021., cit. prema Mayju, 1987.). Kuhnke (2020.) utvrđuje da pretpostavka o smjeru lateralnosti konja temeljem zabacivanja sapi u odnosu na druge parametre odgovara njihovom smjeru lateralnosti. Ambidekstralni konji su pak nekonzistentni ili zabacuju sapi u smjeru kazaljke na satu ulijevo ili udesno pri kretanju suprotno od smjera kazaljke na satu te preferiraju galopirati u “kontra galopu” u oba smjera kretanja. Međutim, za desno lateralizirane konje je zabacivanje sapi u desno u galopu učestalije nego za lijevo lateralizirane konje što potvrđuju Egenvall i sur. (2023.) koji tvrde da desno i lijevo lateralizirani konji nisu zrcalni prikazi jedni drugih. Nakrivljen se rep u kretanju, inače povezuje s bolnošću u stražnjem dijelu tijela, a zasada nije utvrđena poveznica između preferiranog smjera kretanja i istoga (Hibbs i sur., 2020.).

3.2. Ravnoteža i jednostranost konja

Kompleksniji pristup u razumijevanju lateralnosti podrazumijeva cjelokupni smjer u kojem konj lakše izvodi određene radnje. Pretpostavlja se da izvorište ima u asimetričnom kapacitetu za opterećenje stražnjih nogu, koje je u dresurnom jahanju vrlo važno. U krugovima raznih znanstvenika je prirodna jednostranost dugogodišnja tema rasprave (Roepstroff i sur., 2009.; Byström i sur., 2019.a; Kuhnke i sur., 2022.; Leclercq i sur., 2023.). Jednostranost se može opisati i kao asimetrija u fazi kontakta nogu s tлом te različita

distribucija sila opterećenja pri kretanju (Byström i sur., 2019.a, cit. prema Rachen-Schöneichu i Schöneichu, 2015.). U stručnoj literaturi se opisuje dijagonalni par nogu s različitom distribucijom težine pri kretanju - pretežito prednja lijeva noga nosi najviše težine i stražnja desna noga najmanje (Byström i sur., 2019.a, cit. Steinbrechtu, 1886.; Karlu, 2008.; Hessu i sur., 2012.). Takva se nejednaka distribucija sila pri kretanju veže uz pojam prirodne nakrivljenosti koji se tumači i kroz prevalenciju postavljanja sapi u desno u kretanju (Kuhnke, 2020., cit. prema De la Guérinèru, 1733.; Steinbrechtu, 1901.; H.DV. 12, 1937.; Müseleru, 1933.; Podhajskom, 1967.; Klimkeu, 1985.; Autyju, 2003.; Bürgeru i Zietschmannu, 2004.; Hinnemannu i van Baalenu, 2004.; Lochu, 2000.; Miesneru i sur., 2000.; Holmu, 2008., Schmidu, 2014.). Za postavljanje sapi u desno pretpostavlja se da proizlazi iz smanjenog kapaciteta za opterećenje stražnje desne noge, odnosno pružanja stražnje desne noge ispod tijela. Stražnja je desna noga stoga pomaknuta u stranu pri kretanju, iako je zapravo razvijenija od lijeve, a lijeva stražnja noga mora iznijeti više zamaha iako je angažman iste ograničen (Byström i sur., 2019.a, cit. prema Karlu, 2008.). To rezultira izbjegavanjem pravoga kontakta na desnom dizginu te naslanjanjem na lijevi dizgin, što je povezano s opterećenjem prednje lijeve noge (Kuhnke, 2020., cit. prema Müseleru, 1963.; Klimkeu, 1985.; Bürgeru i Zietschmannu, 2004.; Hinnemannu i van Baalenu, 2004.; Miesneru i sur., 2000.).



Slika 3. Konveksna i konkavna strana u ovisnosti o prirodnoj savijenosti
(Izvor: <https://www.straightnesstraining.com/>)

Lijeva je strana stoga konveksna ili kruta strana s napetijim mišićima za desno savijenog konja (Slika 3.), a desna se strana tijela konja tada naziva konkavnom ili nakrivljenom te je fleksibilnija (Kuhnke, 2020., cit. prema De la Guérinèru, 1733.; Steinbrechtu, 1901.; Müseleru, 1933.; Klimkeu, 1985.). S obzirom da su tada na desnoj strani mišići kraći,

otežano je savijanje na lijevu, odnosno krutu stranu (Kuhnke, 2020., cit. prema Krügeru, 2009.). Zato Eisersiö i sur. (2015.) dominantnu stranu konja opisuju kao preferabilnu stranu za savijanje, što bi prema stručnoj literaturi bila konkavna strana – koja se ipak opisuje kao realno problematična strana (Kuhnke, 2020.). Egenvall i sur. (2023.) dokazuju da je kod lijevo lateraliziranih konja desna strana tijela kruća, ali je stabilnija, dok je nakrivljena strana pokretljivija na manje funkcionalan način.

3.3. Lateralnost konja s biomehaničkog gledišta

Modernija istraživanja koja asimetrije u kretanju povezuju s lateralnošću podrazumijevaju analizu parametara dobivenih različitim metodama kao što su: mjerenje sile reakcije podloge, mjerenje protrakcije i retrakcije (Byström i sur., 2018.a), optičko snimanje pokreta (Egenvall i sur., 2023.) te elektromiografska analiza pri kretanju (St George i sur., 2023.). Sila reakcije podloge je sila koju podloga vrši na tijelo koje se nalazi u kontaktu s njom, a djeluje u suprotnom smjeru od sile koju tijelo vrši na podlogu pa se asimetrije u kretanju mogu utvrditi upravo kroz razlike u tim silama. Byström i sur. (2018.a) uz pomoć pokretne trake s integriranim sustavom za mjerenje sila pri kretanju utvrđuju veću silu reakcije podloge u kasu i za prednju i stražnju lijevu nogu kod onih konja koji značajnije spuštaju lijevo rame pri kontaktu prednje lijeve noge s tlom. Uz pomoć infracrvenih kamera utvrđeno je da veći broj ispitanih konja niže spušta lijevo rame pri početnoj fazi kontakta prednje lijeve noge s tlom. Hobbs i sur. (2018.) uz pomoć ploča za mjerenje sila prate razlike između konja temeljem viših i nižih vrijednosti sila reakcije podloge koje ukazuju na različita opterećenja. Značajnije razlike su utvrđene između lijeve i desne strane i to u prednjim nogama, gdje su sila kočenja i impuls kočenja veći na lijevoj strani, što znači da konji imaju sklonost za veće opterećenje jedne strane. Veličina i orijentacija vektora sile reakcije podloge određuje brzinu i smjer kretanja tijela, a mjeri se tijekom faze retrakcije kada kopito pritišće tlo (Clayton i Hobbs, 2019.). Također, vrijednost sile reakcije podloge u vezi je s opsegom pokreta u nekom dijelu tijela koji se promatra kroz markere na tijelu povezane s optičkim sustavom za snimanje pokreta namještenima na određenu frekvenciju koja pruža mogućnost za detaljnu analizu. Istim se sustavom prate minimalne i maksimalne vertikalne vrijednosti pokreta glave, ramena i zdjelice. Veći opseg pokreta rezultira manjom silom reakcije podloge jer je povezan s učinkovitijom apsorpcijom i distribucijom energije, za razliku od smanjenog opsega pokreta koje rezultira većom silom reakcije podloge. Rezultati istraživanja Byström i sur. (2018.a) upućuju da je lijeva strana kod ispitanih konja generalno

manje pokretljiva. Orijentacija sile može biti prema naprijed ili kranijalno (propulzija), prema natrag ili kaudalno (kočenje) ili vertikalno (podržavanje). Hobbs i sur. (2018.) tvrde da su sile za prednju lijevu nogu orijentirane više kaudalno nego za prednju desnu nogu, što upućuje na veću apsorpciju sile prilikom kontakta prednje lijeve noge s tlom (usporevanje kretanja). Međutim, prednje noge konja i jesu zaslužne za silu kočenja dok su stražnje noge zaslužne za pogonsku silu (Dutto i sur., 2006.) pa je zato teško utvrditi razlike između sila reakcije podloge uspoređujući prednje i stražnje noge (Byström i sur., 2019.a). Ujedno, opterećenje na prednjim nogama je veće nego na stražnjim nogama, jer je centar gravitacije smješten bliže prednjim nogama (Merkens i sur., 1993.). Colborne i sur. (2015.) povezuju konformaciju kopita s orijentacijom sile reakcije podloge. Kut lateralnog zida kopita je povezan sa orijentacijom vektora sile na vrhu kopita, kut medijalnog zida kopita i visina medijalnog zida kopita povezani su s orijentacijom vektora sile u putičnom zglobu te su kut lateralnog zida kopita i visina medijalnog zida kopita povezani s pozicijom vektora sile u karpalnom zglobu. Njihovo istraživanje vrlo je važno za ranije spomenute asimetrije u konformaciji kopita koje su povezane s lateralnošću (van Heel i sur. 2010.) te je stoga pravilan način potkivanja vrlo važan čimbenik u postizanju optimalne ravnoteže konja i smanjenja prekomjernih opterećenja na pojedine dijelove tijela. S obzirom da je sila reakcije podloge u odnosu s centrom pritiska konja i centrom mase konja (Clayton i Hobbs, 2019.), njezine se vrijednosti mogu povezati upravo s ravnotežom konja. Veća sila reakcije podloge u kasu i za prednju i stražnju lijevu nogu koju su utvrdili Byström i sur. (2018.a), povezana je i s većom retrakcijom kontralateralne prednje noge te manjom protrakcijom i retrakcijom istostrane stražnje noge u odnosu na kontralateralnu stražnju nogu koja ujedno i „izlazi“ na kontralateralnu stranu. U tome je slučaju stražnja lijeva noga stabilnija, ali manje aktivna zbog zabilježenih vrijednosti protrakcije i retrakcije, dok desna noga služi za ravnotežu i podržavanje kretanja lijeve noge. Istraživanje tih autora upućuje na funkcionalne razlike između različitih nogu, odnosno da je distribucija sila takva da je jedna od prednjih nogu zadužena za nošenje težine, a druga pasivno podupire trup u kretanju tijekom hoda (Byström i sur., 2019.a, cit. prema Colbornu i sur., 2009.) i kretanje prema naprijed u kasu (Byström i sur., 2019.a, cit. prema Wiggersu i sur., 2015.). Također, rezultati istoga istraživanja vrlo su slični opisu pojma zabacivanja sapi u stručnoj literaturi (Byström i sur., 2019.a, cit. prema Karlu, 2008.; Hessu i sur., 2012.; Steinbrechtu, 1886.). Konji koji više spuštaju desno rame u hodu, stražnju lijevu nogu postavljaju oko pet centimetara iza prednje lijeve noge (zabacuju sapi u lijevo), dok je desna stražnja noga gotovo ravno postavljena u odnosu na prednju desnu nogu (Byström i sur., 2019.a). Prema Egenvall i sur. (2023.) desno i lijevo

lateralizirani konji nisu zrcalni prikazi jedni drugih, iako su se obje ispitivane skupine kretale uravnoteženije u desnom krugu zbog simetričnijih pokreta kukova i koljena te izraženije vertikalne simetrije ramena. Kod lijevo lateraliziranih konja zabilježeno je višlje pozicioniranje zdjelice s desne strane, veći opseg pokreta zdjelice pri kretanju u lijevo i smanjen opseg pokreta u lijevom kuku i veći opseg pokreta u desnom kuku pri kretanju u lijevo. Isto ne vrijedi za desno lateralizirane konje pri kretanju u preferiranom smjeru. Kod desno lateraliziranih konja je pak uočeno značajno niže pozicioniranje glave pri kontaktu vanjske prednje noge s tlom pri kretanju u desno uz veći raspon pokreta u vanjskom skočnom zglobu. St George i sur. (2023.) trodimenzionalnom kinematskom i elektromiografskom analizom utvrđuju različite funkcionalne zahtjeve određenih mišića tijekom galopa u vodećim i pratećim nogama. U tome istraživanju u obzir nije uzet smjer lateralnosti konja, ali je utvrđeno da postoji manja aktivnost mišića na jednoj strani tijela. Rezultat tomu je olakšano galopiranje u jednom smjeru koje može dodatno pridonjeti jednostranosti ukoliko se ne zahtijeva jačanje određenih mišića u treningu.

3.4. Odnos asimetrija, lateralnosti i hromosti konja

Lateralnost može uzrokovati neravnomjernu raspodjelu opterećenja na tijelu tako da je jedna strana tijela izložena većem stresu, a druga strana manje, iz čega proizlaze neujednačenosti u razvijenosti i snazi mišića (Kuhnke, 2020., cit. prema Bagesteiru i Sainburgu, 2002.; Farini i Merlettiju, 2003.; Pughu i Bolinu, 2004.; Diedrichsen i sur., 2007.). Izražene tjelesne asimetrije ili izražene lateralne sklonosti u kretanju utječu na izvođenje određenih radnji te predstavljaju rizik za ozljede posebice ukoliko one nisu u skladu s prirodnim sklonostima i preferencijama konja (Williams, 2011., cit. prema McGreevyju i Rogersu, 2005.; Murphyju i sur., 2005.; Warren-Smithu i McGreevyju, 2010.). Asimetrije u kretanju generalno rezultiraju prekomjernim opterećenjem jedne strane tijela što dovodi do ozljeda, iako one ne moraju biti povezane s lateralnosti (Kuhnke, 2020., cit. prema Stashaku, 1995.; Tomlinsonu i sur., 2003.; Dyson i sur., 2003.; Pearcu i sur., 2005.). Učestalost i vrsta određenih ozljeda konja generalno je povezana s uporabnom svrhom. Preponski konji uglavnom imaju jednaku učestalost ozljeda na dominantnoj i nedominantnoj strani dok dresurni konji češće podliježu ozljedama s desne strane tijela (Kuhnke, 2020.). Nekoliko se istraživanja orijentiralo na mjerenje vertikalnih asimetrija što se pokazalo vrlo korisnim u dijagnostici hromosti te djelomično u procjeni lateralnosti (Rhodin i sur., 2015.; Pitts i sur., 2020.; Leclercq i sur., 2023.; Zetterberg i sur., 2023.; Calle-González i sur., 2024.). Vertikalne asimetrije mjere se

uz pomoć akcelerometara koji se fizički pričvršćuju na dijelove tijela ili uz pomoć infracrvenih markera. Kas je jedina kretanja pri kojoj se one učinkovito zapažaju jer se pri kretanju na ravnoj liniji glava, greben i zdjelica konja pomiču vertikalno simetrično i stvaraju sinusoidni obrazac kretajući se dva puta prema gore i dolje tijekom svakog koraka (Bos, 2020., cit. prema Boschu i sur., 2018.; Braganči i sur., 2018.). Konji koje njihovi vlasnici smatraju zdravima, ali osjete asimetrije u kretanju - uglavnom i jesu hromi u manjem stupnju (Egenvall i sur., 2023., cit. prema Rhodinu i sur., 2017.; Hardemanu i sur., 2022.), stoga hromost predstavlja veliki izazov u povezivanju lateralnosti s vertikalnim asimetrijama (Slika 4.). Vertikalne asimetrije hromih konja vidljive su u asimetričnom sinusoidnom grafu tijekom smanjenja vertikalnog pomaka pri fazi kontakta hrome noge s tlom i povećanja vertikalnog pomaka tijekom kontakta zdrave noge s tlom (Bos, 2020., cit. prema Braganči i sur., 2018.). Putanja kretanja pravi veliku razliku u analizi vertikalnih asimetrija uz pomoć senzora jer Rhodin i sur. (2015.) mjerenjem vertikalnih asimetrija glave i zdjelice u kasu tijekom lonžiranja zaključuju da više od pola ispitanih konja pokazuje simetrično asimetrični obrazac kretanja u oba smjera, tako da se i zdravi konji kreću asimetrično imitirajući hromost. Međutim, Calle-González i sur. (2024.) korištenjem kamera i sustava umjetne inteligencije bez fizičkih markera utvrđuju da je kod većeg broja konja pri kretanju na mekoj površini u lijevom krugu minimalna vrijednost za zdjelicu značajno manja nego u desnome krugu za razliku od ostalih parametara koji su pretežito podjednaki. Kretanje na tvrdoj podlozi pokazuje sličan obrazac s manje izraženom asimetrijom zdjelice, tako da je na lijevom krugu na tvrdoj podlozi utvrđena manja i minimalna i maksimalna vrijednost za poziciju glave i zdjelice u odnosu na desni krug na tvrdoj podlozi. Greve i sur. (2017.) tvrde da generalno kretanje na krugu inducira asimetriju dorzoventralnih pokreta torakolumbalne regije i nalikuje hromosti unutarnje stražnje noge, a Pitts i sur. (2020.) povezuju hromost u jednoj od prednjih nogu s opterećenjem kontralateralne stražnje noge koje uzrokuje manji potisak iz iste stražnje noge, što u konačnici značajno utječe na asimetrije zdjelice pri kretanju. Osim hromosti, vertikalne asimetrije i rotacije zdjelice u hromosti, uvjetuju i konformacija (Calle-González i sur., 2024., cit. prema Rossu i sur., 2011.) te različiti obrasci pokreta i prilagodbi u rotaciji kukova (Calle-González i sur., 2024., cit. prema Buchneru i sur., 1996.; Rossu i sur., 2011.; Starku i sur., 2015.; Starku i sur., 2022.). Vertz i sur. (2018.) potvrđuju da se zdjelica značajno spušta tijekom kontakta kraće noge sa zemljom te se značajno podiže tijekom i poslije kontakta duže noge sa zemljom. Leclercq i sur. (2023.) jedini su povezali vertikalne asimetrije tijekom kretanja u kasu s preferencijom za korištenje prednje noge i percepcijom jahača za jednostranost pod sedlom. Značajna korelacija

pronađena je između vertikalnih asimetrija i percepcije jahača, takva da su sa strane na kojoj se pod pretpostavkom nalazi „slabija stražnja desna noga“, odnosno ona koju konj ne želi opteretiti, minimalne vrijednosti gibanja zdjelice izraženije. U njihovom je istraživanju objektivna analiza kretnji provedena uz pomoć sustava inercijalnih mjernih jedinica (IMU) koji se sastojao od dva akcelerometara i jednog žiroskopa. Isti sustav koriste Zetterberg i sur. (2023.) koji kod ždrijebadi dokazuju da su minimalne vrijednosti senzora postavljenima na zdjelici izraženije na desnoj strani, što otvara mogućnost nizu novih istraživanja povezanih s vertikalnim asimetrijama i lateralnošću konja.



Slika 4. Prikaz mjerenja vertikalnih asimetrija uz pomoć senzora na glavi, grebenu i zdjelici

(Izvor: <https://vet.arioneo.com/en/blog/how-to-quantify-asymmetry-and-lameness-with-equisym/>)

4. RAZLIKE IZMEĐU DOMINANTNE I NEDOMINANTNE STRANE ČOVJEKA

Kod ljudi lateralnost također uzrokuje bilateralnu asimetriju tako da karakteristike lijeve i desne strane tijela nisu zrcalni prikaz jedna drugoj (Corballis, 2007.). Kostii gornjih ekstremiteta ljudi na desnoj su strani u prosjeku dulje od kostiju na lijevoj strani, dok su kosti donjih ekstremiteta prosječno duže na lijevoj strani u usporedbi s kostima na desnoj strani (Palmer, 1996.; Hiramoto, 1993.). Asimetrije u duljinama kostiju rezultat su različitih mehaničkih opterećenja i naprezanja kojima su kosti izložene tijekom rasta, a asimetrija u duljini gornjih ekstremiteta izraženija je na dominantnoj strani tijela, dok je zbog potpornog i stabilizacijskog djelovanja kontralateralnih mišića, asimetrija izraženija u donjim ekstremitetima nedominantne strane - križna simetrija (Kanchan i sur., 2008.). U desnorukoj populaciji dominantna strana ima uglavnom i veću mišićnu masu (Kuhnke, 2020., cit. prema Steelu, 2000.). Pravilo 10%, teorija je prema kojoj je dominantna ruka otprilike 10% jača u odnosu na nedominantnu, a utemeljena je na rezultatima istraživanja Bechtola (1954.), gdje je ocjena snage stiska dominantne ruke u prosjeku iznosila 5-10% više u usporedbi s nedominantnom rukom. Međutim Petersen i sur. (1989.) sugeriraju da pravilo 10% vrijedi samo za desnoruke osobe, a snaga stiska se treba smatrati ekvivalentnom u obje ruke kod ljevorukih osoba. Ljevacii generalno pokazuju manji stupanj lateralnosti i razlike između dominantne i nedominantne strane su im manje izražene (Kuhnke, 2020., cit. prema Goblu i Brownu, 2008.; Roussonu i sur., 2009.). Prema Tanklu i Heimanu (1983.) neovisno o korištenoj ruci, ljevacii brže pišu zrcalne riječi nego dešnjacii, što znači da možda bolje mogu mijenjati smjerove (s lijeva na desno i s desna na lijevo). Prema Kuhnke (2020.) ljevacii također bolje postižu kontakt s konjima oba smjera lateralnosti i uspješniji su u višim kategorijama dresurnog jahanja. U dešnjaka nedominantna lijeva ruka služi za interakcije s dominantnom rukom (Kuhnke, 2020. cit. prema Sainburgu, 2002.) i to tijekom izvođenja pokreta koji iziskuju manje vještine, kao što je podizanje malih predmeta ili stabilizacija objekata kojima prvotno upravlja dominantna ruka (Kuhnke, 2020., cit. prema Brydenu i sur., 1997.; McManusu 2002.). Povećana učinkovitost motoričkih jedinica uzrokovana je prilagodbom mišića na preferirano korištenje jedne ruke (Kuhnke, 2020., cit. prema Adamu i sur., 1998.). Zato su i brzina i preciznost dominantne strane tijela gornjih ekstremiteta veće u odnosu na nedominantnu (Jee i Park, 2019., cit. prema Sachlikidis i Salter, 2007.). Tijekom početne i završne faze adukcije i abdukcije, uočljivija je veća stabilnost i bolja kontrola pokreta na dominantnoj strani (Jee i Park, 2019.). S druge strane gornji i donji ekstremiteti nedominantne strane imaju manju snagu, finu motoričku kontrolu i maksimalnu brzinu (Jee

i Park, 2019., prema cit. Sachlikidisu i Salteru, 2007.; McGrathu i sur., 2016.). Armstrong i Oldham (1999.) tvrde da postoje značajne razlike u snazi između dominantne i nedominantne ruke pri maksimalnoj voljnoj kontrakciji prvog međukošanog mišića hrpta šake, snazi stiska šake i snazi štipanja prstima, odnosno prihvata predmeta jagodicama prstiju. Eksitacija mišića praćena elektromiografijom također je veća na dominantnoj strani (Krzysztofika i sur., 2021.). Vaisman i sur. (2017.) proučavali su razvoj snage mišića nogu kod nogometaša i utvrdili da se razvija ravnomjerno, bez obzira na preferenciju noge s kojom se češće izvode udarci. Dok dominantna noga izvodi specifičan pokret, nedominantna noga ipak ostaje aktivna pružajući posturalnu (stabilizirajuću) potporu, odnosno, dok dominantna noga izvodi udarac, nedominantna noga aktivno generira savijanje i ispravljanje koljena i kuka potrebno za podršku težini tijela. Ovu tezu potvrđuju rezultati istraživanja Sadauskaitė-Zarembienė i sur. (2018.), gdje je snaga fleksora i ekstenzora koljena u nedominantnoj nozi bila značajno veća u odnosu na dominantnu nogu. Istraživanje Fleisig i sur. (2022.) pokazalo je da je kod dešnjaka vanjska rotacija desnog ramena veća, dok je unutarnja rotacija lijevog ramena izraženija, što upućuje na razlike u opsegu i tipu pokreta koji u konačnici rezultiraju različitim opterećenjima dominantne i nedominantne strane. Bilateralni trening u vođenju lopte s obje noge tijekom nogometnog treninga dokazano može poboljšati izvedbu nedominantne noge (Kuhnke, 2020., cit. prema Teixeiri i sur., 2003.). Istraživanje Macedo i Magee (2008.) pokazalo je veći opseg pokreta u fleksiji i unutarnjoj rotaciji kuka, kao i fleksiji koljena nedominantne strane donjih ekstremiteta u općoj populaciji, što je suprotno rezultatima istraživanja Daneshjoo i sur. (2013.), gdje je dominantna noga pokazala značajno veću fleksibilnost u zglobovima kuka u usporedbi s nedominantnom nogom kod nogometaša, zbog učestalih aktivnosti poput udarca loptom, što dovodi do veće fleksibilnosti kroz ponavljajuće dinamičko istezanje. Ambideksterost je pak odsutnost u preferencijama, a smatra se nedostatkom jer bi ispitanici koji ne preferiraju određenu stranu refleksno pokazuju kognitivno kašnjenje prilikom odlučivanja koju ruku ili nogu koristiti za bijeg ili obranu, mogli biti pod većim rizikom od smrti ili ozljede (Kuhnke, 2020., cit. prema Uzoigwe, 2013.).

5. POLOŽAJ I UČINKOVITOST JAHAČA

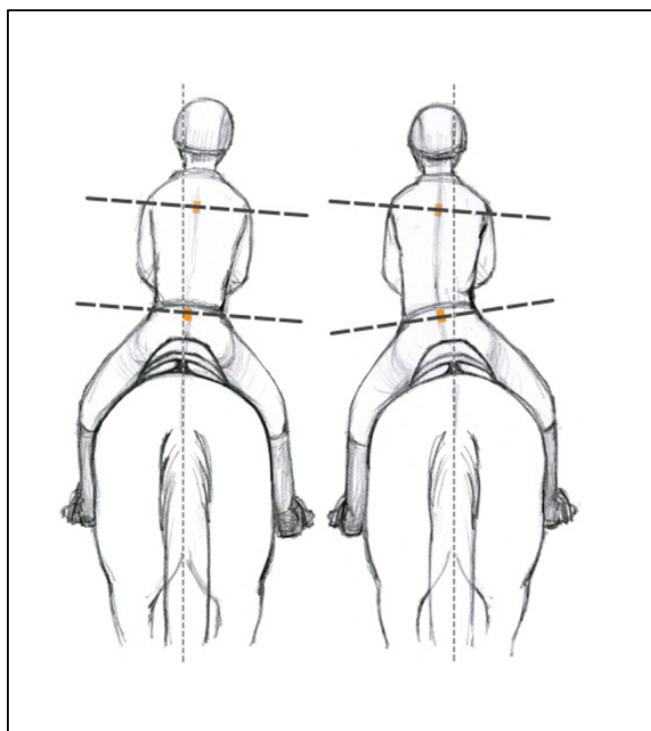
Kvalitetna tehnika u jahanju ovisi o skladu interakcije između konja i jahača koje su uvjetovane jahačevim pasivnim praćenjem pokreta konja i učinkovitosti jahačevog aktivnog djelovanja. Iskusan i vješt jahač dobro kontrolira pokrete vlastitog tijela i raspodjelu vlastite težine tijekom predviđenih događanja specifičnih za određenu kretnju i radnju uz to što brzo reagira na nepredvidive događaje (Clayton i sur., 2023.). Postizanje maksimalnog stupnja učinkovitosti i dinamički stabilnog sjedišta podrazumijeva neovisnost o korištenju dizgina i prekomjernog stiskanja nogu radi održavanja ravnoteže (Heidbuchel i sur., 2023.). Prema istim je autorima pasivno praćenje kretnji rezultat mekog i gibljivog sjedišta te fleksibilnosti trupa, bokova i zdjelice jahača. Uz pasivno praćenje kretnji konja, od kojih svaka zbog različitih taktova uzrokuje pokrete trupa u hodu, kasu i galopu (Münz i sur., 2014.), jahač djeluje i aktivno kroz primjenu pomagala koje izazivaju naučene odgovore kod konja (Clayton i sur., 2023.). Uporaba svih prirodnih pomagala zasniva se na primjeni pritiska u određenim dijelovima tijela kroz distribuciju težine i efikasnost drugih pokreta (Clayton i sur., 2023.). Težinu jahača podržava kontaktno područje sjednih kostiju, glutealnih mišića, bedara i nogu u uzengijama, a da bi jahač komunicirao putem signala težine, ne smije gubiti ravnotežu (Kuhnke, 2020., cit. prema Preuschoftu, 1993.). Prilikom sjedenja u sedlu, centar jahačeve mase trebao bi biti gotovo vertikalno iznad centra mase konja, koji se otprilike nalazi kod četrnaestog torakalnog kralješka konja (Clayton i sur., 2023., cit. prema Buchneru i sur., 2000.). Lateralno pomicanje težine jahača ima velik utjecaj na centar mase konja i služi za komunikaciju, a bez aktivne komunikacije on djeluje prema prednjem dijelu tijela konja, osim kod dresurnih jahača kod kojih se težina pomiče prema stražnjem dijelu tijela (Kuhnke, 2020., cit. prema Preuschoftu i sur., 1994.). Noge jahača služe za komunikaciju vezanu uz brzinu ili smjer kretanja, a igraju važnu ulogu u održavanju usklađenosti jahača s centrom mase konja (Baragli i sur., 2022., cit. prema Hawsonu i sur., 2013.). Vrlo važan utjecaj jahača odnosi se na održavanje stalnog kontakta s ustima, koji mora biti neovisan o njegovom položaju i pokretima konja (Kuhnke, 2020., cit. prema Müseleru, 1933.; Miesneru i sur., 2000.). Dizgin direktno povezuje jahačeve ruke sa žvalom u ustima, a pritisak i napetost dizgina koriste se za kontrolu brzine, smjera i položaja glave konja (Eisersiö i sur., 2015.). Kontakt u ustima smatra se izrazito važnim, a uvelike ovisi o dosljednosti jahača za održavanje istoga (Bohara i sur., 2023., cit. prema de Cartier d'Yvesu i Ödbergu, 2005). Kada je riječ o napetosti dizgina u jahanju, jahač utječe na minimalnu i prosječnu napetost, dok konj određuje raspon i maksimalnu napetost (Kuhnke, 2020., cit. prema Eisersiö i sur.,

2015.; Egenvallu i sur., 2015.). Prema Heidbuchelu i sur. (2023.) još nije potpuno razjašnjeno koji fizički čimbenici točno određuju optimalan položaj jahača i predisponiraju ga za kvalitetnije jahanje, ali opće je prihvaćeno da je glavna svrha svih mišićnih aktivnosti tijekom jahanja povezana s koordinacijom i posturalnom stabilizacijom (Kuhnke, 2020., cit. prema Teradi i sur., 2004.). Münz i sur. (2014.) ukazuju na veću sposobnost održavanja vlastite ravnoteže i ravnoteže konja kod profesionalnih jahača pa bi pretpostavka o ispravljanju asimetrije konja treningom bila moguća.

5.1. Trup i sjedište jahača

Profesionalni jahači u usporedbi s početnicima bolje održavaju ravnotežu i imaju zdjelicu više zarotiranu prema naprijed (Münz i sur., 2014.). Također, stabilnijeg su stava zbog smanjene varijabilnosti trupa i manjeg opsega pokreta trupa te manjeg opsega pokreta koljena pri prikupljenom galopu i hodu (Heidbuchel i sur., 2023). Početnici se pak više naginju gornjim dijelom tijela prema naprijed (Kuhnke, 2020., cit. prema Schillsu i sur., 1993.) i naginju zdjelicu asimetrično u desno i unatrag (Münz i sur., 2014.). Propriocepcija je kod profesionalnih jahača izraženija nego u početnika, što im omogućuje bržu posturalnu koordinaciju za održavanje ravnoteže i komunikaciju (Kuhnke, 2020., cit. prema Oliveru i sur., 2016.). Početnici pak imaju problem s koordinacijom pokreta u sjedećem kasu (Kuhnke, 2020., cit. prema Teradi, 2000.) i učestalo u prvim tjednima obuke mijenjaju svoju posturu (Kuhnke, 2020., cit. prema Kangu i sur., 2010.). Uz iskustvo, anatomske razlike u građi također utječu na učinkovitost izvođenja određenih pokreta. Primjerice, ženska je zdjelica kraća i šira, stoga jahačice imaju širu bazu oslonca i veću sposobnost rotacije zdjelice i trupa, osobito unatrag (Clayton i sur., 2023., cit. prema Byu i Martinu, 2021.). Položaj zdjelice je inače vrlo važan u učinkovitom prikupljanju konja, tako da iskusniji jahači tada više rotiraju zdjelicu prema naprijed, minimalno ju pomiču lateralno i to neovisno o drugim dijelovima tijela (Uldahl i sur., 2021., cit. prema Byström i sur., 2015.; Engellu i sur., 2016.). Kada je riječ o asimetrijama, utvrđeno je da se nedominantno rame jahača uglavnom pozicionira više od dominantnog pa i mišići cijeloga trupa od nedominantnog ramena do dominantnog kuka mogu biti slabi (Kuhnke, 2020., cit. prema Walldenu, 2011.). U tome se slučaju zdjelica naginje na jednu stranu i zatvara se na dominantnoj strani u području sakroilijačnog zgloba, što uzrokuje nestabilnost kroz dominantnu nogu i slabost mišića (Kuhnke, 2020., cit. prema Walldenu, 2011.). Većina jahača ima veći raspon pokreta u desnom ramenu, rotira ramena u lijevo i čak može imati različite duljine nogu (Kuhnke, 2020., cit. prema Symesu i Ellisu,

2009.). Takav nakrivljen jahač potpuno je asimetričan i ne može kvalitetno trenirati konja kao što ne može ispraviti njegove asimetrije (Kuhnke, 2020.). Münz i sur. (2014.) utvrđuju i da je desni kuk više podložan rotaciji od lijevog kuka, što je povezano i s pomicanjem zdjelice u desno. Tijekom sjedećeg kasa, jahač koji „kolabira“ u jednom kuku stvara veći pritisak na kontralateralnoj strani sedla, a nagninjanje jahača na jednu stranu, bez „kolabiranja“ u kuku stvara veću silu na istu stranu (Gunst i sur., 2019.).



Slika 5. Jahač koji se nagninje u desno i jahač koji „kolabira“ u desnom kuku
(Izvor: Gunst i sur., 2019.)

Clayton i sur. (2023.) također tvrde da će jedan asimetričan dio tijela jahača, uvijek rezultirati kompenzacijom ostalih dijelova u svrhu stabilizacije. Prema istim autorima, tijekom jahanja na krugu je izraženo da jahač koji kolabira kroz jedan kuk obično odvaja od sedla istostrano bedro i koljeno. Također, ukoliko je jedno stopalo jahača više pronirano od drugog (peta je okrenuta prema konju, a prsti na van), dolazi do spuštanja zdjelice na kontralateralnu stranu odnosno nagninjanja na tu stranu (Clayton i sur., 2023., cit. prema Engellu i sur., 2018.). Također, jahači koji pri stajanju i hodanju imaju izvrnuti gležanj, pokazuju specifičan obrazac asimetrija u jahanju i nakon postavljanja na stolicu koja se pomiče s jedne strane na drugu, tako da za svaki 1 stupanj asimetrije u rotaciji zdjelice pri ljuľljanju stolice se predviđa 2.4 stupnja asimetrije tijekom jahanja (Uldahl i sur., 2021., cit. prema Engellu i sur., 2019.).

Naginjanje trupom događa se i radi razlika u duljini nogu i to prema onoj kraćoj nozi (MacKechnie-Guire i sur., 2020.). Prema istim autorima skraćivanje samo jednog stremena dovodi do asimetrija u raspodjeli sila što upućuje na važnost jednakog pritiska na uzengije. Iskusniji jahači generalno imaju manji raspon savijanja i ispružanja koljena (Clayton i sur., 2023., cit. prema Eckardtu i sur., 2016.). Važno je za napomenuti da odstupanja od optimalnog položaja može biti rezultat asimetrija sedla ili sedla koje ne odgovara konju i jahaču (Kuhnke, 2020., cit. prema Guireu i sur., 2016.) te da se jahači bolje snalaze i simetričniji su na poznatoj opremi (Kuhnke, 2020., cit. prema Biau i Debrilsu, 2016.).

5.2. Ruke jahača i komunikacija s konjem

Ruke jahača trebale bi biti neovisne o sjedištu i nogama u smislu održavanja ravnoteže, ali se ne mogu smatrati potpuno neovisnima zbog sinergičnog djelovanja svih prirodnih pomagala jahača (Kuhnke, 2020., cit. prema Autyju, 2003.; Miesneru i sur., 2000.; Müseleru, 1933.). Svrha kontakta je kontrola brzine, smjera i položaja glave i vrata konja (Eisersiö i sur., 2015.), a uvjetovan je jahačevom dosljednosti za održavanje istoga (Bohara i sur., 2023., cit. prema de Cartier d'Yvesu i Ödbergu, 2005). Dosljednost za održavanje kontakta odnosi se na mirnu, ali ne i potpuno statičnu ruku, a iskusni jahači imaju koordiniranije pokrete ramena i laktova tijekom faze kontakta nogu konja s tlom te ujednačeno održavaju položaj zgloba ruke u odnosu na dizgine (Clayton i sur., 2023., cit. prema Teradi i sur., 2006.). Kod jahača koji ne pokazuju vidljive probleme s održavanjem ravnoteže je zabilježeno da tijekom polusjedećeg stava generalno primjenjuju manji pritisak na dizgin nego tijekom sjedenja, čime potencijalno rukom kompenziraju slabosti u drugim dijelovima tijela ili se jednostavno tijekom sjedećeg stava, stvara jača veza u komunikaciji s konjem (Eisersiö i sur., 2015.). Također, Kuhnke (2020.) utvrđuje najveće napetosti u dizginima tijekom prijelaza iz jedne kretnje u drugu, s naglaskom na prijelaz iz galopa u hod što upućuje na jednu od svrha kontakta – kontrola brzine kretanja. Piccolo i Kienapfel (2019.) utvrđuju da je napetost dizgina koju uvjetuje konj pri kretanju bez jahača, znatno manja od one u kombinaciji s jahačem u jahanju. Za simetrično izvođenje radnji, cilj je ujednačenost u kontaktu koja ne proizlazi samo iz korištenja ruke, a ukoliko nije sinergična s ostalim prirodnim pomagalima, dolazi do neujednačenog pritiska na dizgine. Neujednačen pritisak na dizgine treba odvojiti od različitih funkcija dvaju dizgina, jer vanjski dizgin održava ravnotežu konja (Kuhnke, 2020., cit. prema Autyju, 2003.) i određuje položaj i veličinu kruga (Kuhnke, 2020., cit. prema Podhajskom, 1967.) dok unutarnji dizgin kontrolira položaj

glave i vrata i dodatno kontrolira savijenost uzrokovanu sjedištem i nogama (Kuhnke, 2020., cit. prema Podhayjskom, 1967.). Održavanje kontakta i pravilna funkcija dvaju različitih dizgina smatraju se neophodnima za održavanje ravnoteže konja (Warren-Smith i sur., 2007., cit. prema McGreevyju i sur., 2005.), a tako bi u svrhu održavanja ravnoteže pri kretanju u lijevo, veća prosječna maksimalna napetost bi trebala uvijek biti na vanjskome dizginu (Kuhnke, 2020., cit. prema De la Guérinèru, 1733.; Steinbrechtu, 1901.; Miesneru i sur., 2000.; Müseleru, 1983.). Kuhnke (2020.) utvrđuje da takav obrazac odgovara u kombinacijama desnorukih jahača i desno lateraliziranih konja, ali nepravilan i kontinuirano neujednačeni pritisak na jedan od dizgina uvelike uvjetuje lateralnost čovjeka. Desna ruka dresurnih jahača uzrokuje veću varijaciju u maksimalnoj i srednjoj napetosti dizgina jer je pokretljivija i više uključena u davanje signala za razliku od lijeve koja je stabilnija (Clayton i sur., 2023., cit. prema Marlinu i sur., 2022.). Signali desne ruke su ujedno blagi i fleksibilni, a signali lijeve ruke kruti, napeti i ometajući (Kuhnke, 2020. Cit. prema Wycheu, 2004.). Eisersiö i sur. (2015.) tvrde da je pritisak pretežito veći na desnom dizginu, a rezultati njihovog istraživanja pokazuju da je asimetričan pritisak posebice izražen u desnom galopu što je vjerojatno uvjetovano smjerom lateralnosti i jahača i konja. Također, prosječna maksimalna napetost dizgina jača je na desnom dizginu na krugovima u lijevo i na krugovima i ravnim linijama u desno čak i kod profesionalnih jahača, što dodatno upućuje na lateralnost jahača (Kuhnke, 2020., cit. prema Kuhnke i sur. 2010.). Warren-Smith i sur. (2007.) utvrđuju povećanu napetost dizgina u smjeru u kojem se skretalo u jahanju, odnosno da je izražena primjena podražaja za skretanje na dizginu koji inicira skretanjem i popuštanjem kontakta na suprotnom dizginu. Poveznicu s lateralnosti predstavlja veća napetost dizgina pri skretanju u desno u usporedbi sa skretanjem u lijevo. Zanimljivo je što isti autori, takve asimetrije nisu utvrdili pri lonžiranju na dugom dizginu s poda, što upućuje na jahačeve kompenzacije ili lateralnost tijekom jahanja.

6. INTERAKCIJA KONJA I JAHAČA

Kada je konj u tijelu izravnat, podjednako pokretljiv i reaktivan na obje strane, obje su stražnje noge pod jednakim opterećenjem što rezultira jednakom napetošću u oba dizgina (Byström i sur., 2019.a, cit. prema Ritteru, 2018.). Kontakt i povezanost nisu istoznačni pojmovi, a povezanost se definira kao stabilni protok energije koja dolazi od stražnjih nogu konja, preko leđa i vrata do žvale, i ponovno od žvale natrag kroz konja do stražnjih nogu kroz napetost dizgina (Bohara i sur., 2023.). Povezanost ima cilj omogućiti konju aktiviranje stražnjih nogu i prihvaćanje težine na stražnjem dijelu trupa kako bi se kretao efikasnije prema naprijed (Bohara i sur., 2023., cit. prema USDF, 2014). Za to je vrlo važna i aktivnost pri kretanju, a najučinkovitija faza za poticanje aktivnosti konja je ona kada jahač sjedi (Roepstorff i sur., 2009.). U tome su istraživanju korišteni reflektivni markeri, infracrvene kamere i traka za mjerenje sila reakcija podloge uz pomoć kojih je zaključeno da povećano opterećenje tijekom faze sjedenja u kasu dovodi do smanjene protrakcije stražnje noge odnosno njezinog bržeg pomicanja i aktivacije glutealnih mišića. U praksi se ista pojava često naziva „brzinom stražnjih nogu“ koja je ključna za uspješno izvođenje određenih dresurnih radnji. Potisak iz stražnjih nogu povezan je i s povećanjem nagiba zdjelice konja, odnosno aktivacijom ekstenzornih mišića kuka, a smanjenje aktivnosti glutealnih mišića pri kraju faze kontakta noge s tlom omogućuje prilagodbu nagiba zdjelice konja prema onoj strani na kojoj jahač sjedi. Tada je retrakcija stražnjih nogu izraženija što je važno za prilagodbu na promjene u kretanju i održavanje ravnoteže tijekom različitih faza kretanja (Roepstorff i sur., 2009.). Byström (2019.b) također utvrđuje povećanu fleksiju zglobova i smanjenu retrakciju stražnjih nogu tijekom izvođenja passagea, dok je vertikalni impuls pomaknut s prednjeg dijela tijela na stražnji. Za postizanje istoga je ključna sposobnost jahača za simetričnu rotaciju zdjelice jer uvelike utječe na kvalitetu i usklađenost s kretnjama konja (Uldahl i sur., 2021.). Za razliku od faze sjedenja, u fazi uzdizanja u lakom kasu, rotacija zdjelice jahača varira te može biti asimetrična u lijevo ili u desno, što će utjecati na asimetrični potisak iz stražnjih nogu konja (Clayton i sur., 2023.). No, vrijednosti zabilježene sensorima za mjerenje distribucije pritiska upućuju da se sedlo generalno asimetrično pomiče tijekom lakog kasa, tako da se tijekom faze sjedenja u sedlu pomiče na stranu stražnje noge koja je u kontaktu sa zemljom, a tijekom uzdizanja se više pomiče na stranu stražnje noge koja nije u kontaktu sa zemljom (Byström i sur., 2018.b). Ujedno, tijekom uzdizanja iz sedla, jahač primjenjuje silu na uzengije koje se suprotstavljaju sili koju stvara konj pri

kretanju te tako dolazi do smanjene visine zdjelice na dijagonalnom paru nogu koji je u zraku (Uldahl i sur., 2021.). Također, jahač može pogoršati simptome i blaže hromosti sjedeći na kompenzacijskom dijagonalnom paru nogu pri ustajanju na hromu dijagonalu (Uldahl i sur., 2021., cit. prema Persson-Sjodinu i sur., 2018.). Ukoliko je riječ o hromosti, sedlo pada na stranu hrome stražnje noge i to uglavnom samo u jednom smjeru jahanja (Byström i sur., 2018.b, cit. prema Grevu, 2014.; Grevu, 2015.). Hromost u stražnjim nogama može dovesti do naginjanja jahača, iako ostali uzroci naginjanja uključuju asimetrično kretanje konja i jahača ili bol u leđima i konja i jahača (Kuhnke, 2020., cit. prema Grevu i Dyson, 2014., 2015.; Murray i sur., 2017.). Istraživanje Gunsta i sur. (2019.) upućuje da sedlo i kod zdravih konja tijekom jahanja ipak pretežito pada u lijevo što može biti posljedica asimetričnog razvoja mišića konja ili međudjelovanja lateralnosti konja i jahača. S druge strane, Uldahl i sur. (2021.) tvrde da veći broj jahača opterećuje više desnu stranu sedla što prema Gunstu i sur. (2019.) može biti uzrokovano naginjanjem na desnu stranu ili „kolabiranjem“ u kontralateralnom (lijevom) kuku. Takav je utjecaj jahača generalno teško proučavati zbog lateralnih obrazaca koje pokazuju konji i jahači kao pojedinci, a obuhvaćaju cijelo tijelo i time je teško definiranje uzročno-posljedičnih veza određenih pojava u treningu. Schwarz i sur. (2022.) u svom istraživanju utvrđuju da se stupanj motoričke lateralnosti pod jahačem značajno povećava, ali nisu uspjeli odrediti učestalost u smjeru lateralnosti konja.

6.1. Utjecaj jahačevih asimetrija trupa na ravnotežu konja

Tijekom izvođenja određenih radnji u dresuri u oba smjera, asimetrija ili preferencija konja i jahača za bočne radnje rezultiraju različitim ocjenama u dva različita smjera (Baxter i sur., 2022.). Prema Clayton i sur. (2023.) svaki asimetričan dio tijela jahača, uzrokuje asimetriju i u nekom drugom dijelu tijela, odnosno kompenzaciju u svrhu održavanja ravnoteže na konju, a MacKechnie-Guire i sur. (2020.) to potvrđuju namjernim skraćanjem jedne uzengije. Snimanjem pokreta jahača i uz pomoć podložaka koji mjere pritisak na sedlu je utvrđeno da u svrhu stabilizacije jahači spuštaju ramena prema strani skraćene uzengije i nagnju cijeli trup prema skraćenoj uzengiji što u konačnici stvara veći pritisak na toj istoj strani (Gunst i sur., 2019.). Prema istim autorima srednja vrijednost pritiska na sedlo upućuje na veći pritisak s lijeve strane i to posebice pri kretanju u desno kod većine jahača. Markerima za zglobove za dvodimenzionalnu analizu i intercijalnim senzorima postavljenima na konje i jahače, MacKechnie-Guire i sur. (2020.) potvrđuju da asimetričan jahač uvelike utječe na dinamičku stabilnost torakolumbalne kralježnice konja. Ovisno o

skraćanju vanjske ili unutarnje uzengije pri kretanju u različitim smjerovima, odnosno naginjanja jahača na unutarnju ili vanjsku stranu, mijenja se utjecaj istoga na konja. Lateralno savijanje i kranijalnog dijela torakalne kralježnice konja se generalno smanjuje u prisutnosti jahača (Clayton i sur., 2023., cit. prema MacKechnie-Guireu i Pfau, 2021.), ali je dokazana asimetrija u stupnju savijanja u ovisnosti o poziciji jahača (MacKechnie-Guire i sur., 2020.). Ukoliko je skraćena unutarnja uzengija, kod konja je povećano savijanje naprijed-natrag (fleksija-ekstenzija) i lateralno savijanje u regiji petog torakalnog i u regiji trećeg lumbalnog kralješka. Ukoliko je skraćena vanjska uzengija je povećano savijanje naprijed-natrag (fleksija-ekstenzija) u regiji petog torakalnog kralješka i povećano je lateralno savijanje u regiji i petog torakalnog i trećeg lumbalnog kralješka (MacKechnie-Guire i sur., 2020.). Dakle, u slučaju skraćivanja vanjske lijeve uzengije i naginjanja jahača na lijevo u jahanju na desnom krugu, pritisak je veći na lijevoj strani i konj se u svrhu uravnoteženja više savija prema vanjskoj strani (na lijevo). Iako je istraživanje istih autora uključivalo namjerno izazivanje asimetrije kod iskusnih jahača, rezultati utjecaja na konja se donekle mogu povezati i s prirodnim asimetrijama kojima podliježu manje iskusni jahači. Česta je slabost u mišićima od nedominantnog ramena do dominantnog kuka jahača pri pozicioniranju nedominantnog ramena višlje od dominantnog (Kuhnke, 2020., cit. prema Walldenu, 2011.), koja uzrokuje i propadanje zdjelice na jednu stranu i zatvaranje na dominantnoj strani u području sakroilijalnog zgloba i nestabilnost kroz dominantnu nogu (Kuhnke, 2020., cit. prema Walldenu, 2011.). Istraživanja zasada nisu povezala utjecaj takvih asimetrija na konja u ovisnosti o smjeru lateralnosti konja, ali praksa nalaže da se u slučaju da se jahač prirodno naginje na lijevo i stvara veći pritisak na lijevoj strani sedla uz nestabilnu desnu nogu, dovodi do izraženije jednostranosti desno lateraliziranog konja. Desno lateraliziranim konjima smatraju se oni koji se preferirano kreću u desno (izbjegavaju kontakt na desnom dizginu), manje su fleksibilni s lijeve strane (krutost u lijevom dizginu) i zabacuju sapi u desno (Kuhnke, 2020.). Ujedno, postoji teorija da je kod desno lateraliziranog konja cijela desna strana mišića generalno kraća što znači da mu je prirodno otežano savijanje na lijevu ili krutu stranu (Kuhnke, 2020., cit. prema Krügeru, 2009.). U slučaju naginjanja jahača na lijevo i stvaranja većeg pritiska s lijeve strane u svrhu izbjegavanja pritiska s lijeve strane, konj još izraženije zabacuje sapi u desno što dovodi do otežanog savijanja u lijevoj strani tijela, osobito pri kretanju na lijevome krugu. S obzirom da je jahač nagnut u lijevo i da je potpuno neuravnotežen, može prekomjerno stiskati lijevi list u svrhu održavanja ravnoteže i ne pružati dovoljnu potporu svojim desnim listom, što uvelike utječe na ravnotežu konja (Heidbuchel i sur., 2023.). Neposlušnost na lijevi list zbog

prirodne sklonosti konja za izbjegavanje savijanja u lijevo, rezultira krutosti u lijevom dizginu (Kuhnke, 2020.), ali u svrhu kompenziranja neravnomjernog pritiska na leđa, konj može pružati otpor u desnom dizginu. Otpor u desnom dizginu uvjetovan je i jahačevom nemogućnosti za pružanje potpore desnim listom, odnosno ostvarenjem stabilnog i uravnoteženog kontakta s desnim dizginom. Pojam otpora u desnom dizginu djeluje suprotno teoriji o izbjegavanju desnog kontakta i krutosti u lijevom dizginu kod desno lateraliziranih konja (Kuhnke, 2020., cit. prema Klimkeu, 1985.; Müseleru, 1933), ali on nije istoznačan pojmu ukočenosti i manje fleksibilnosti koja dolazi iz tijela. Manja fleksibilnost i ukočenost u lijevom dizginu u ovom bi slučaju, proizlazila iz neposlušnosti na lijevi list i težeg savijanja oko lijevoga lista koji jahač ne može pravilno koristiti ukoliko se naginje u jednu stranu, a otpor u desnom dizginu posljedica je neadekvatnog korištenja desnog lista i izbjegavanja pritiska na lijevoj strani sedla. Lijeva stražnja noga konja je pod povećanim pritiskom zbog neravnomjerne raspodjele težine što ne znači nužno da je više angažirana nego da je čak preopterećena i manje učinkovita. Dodatna je implikacija povezana i s manjim angažmanom desne stražnje noge koja nije u optimalnom položaju za pružanje potiska i održavanje ravnoteže (devijacija sapi u desno). Stoga se preopterećenost lijeve strane tijela za desno lateraliziranog konja za vrijeme jahačevog naginjanja u lijevo i nestabilnost u desnoj strani, može povezati i s rezultatima MacKechnie-Guirea i sur. (2020.) jer naginjanje jahača uzrokuje povećavanje maksimalne vrijednosti ekstenzije putičnoga zgloba i prednje i stražnje noge s unutarnje strane kod konja (u desnoj strani). S druge strane pak, lateralnost jahača može biti pogodna. Iako u istraživanju Baxtera i sur. (2014.) nije uzet u obzir smjer lateralnosti konja, izraženiju rotaciju trupa u desno povezuju s dominantnošću desne ruke jahača, a ona je korisna za izvođenje primanje plećke u lijevo. U drugom istraživanju Baxter i sur. (2022.) utvrđuju da napredni jahači više produžuju kuk i učinkovitije rotiraju vanjsku nogu tijekom izvođenja primanja plećke, ali napredni i manje napredni jahači gotovo uvijek dobivaju niže ocjene pri jahanju primanja plećke u desno što upućuje i na veliku mogućnost utjecaja lateralnosti konja.

6.2. Utjecaj jahačeve lateralnosti na napetost u dizginima

Jahači osjete jednostranost konja u treningu i to pretežito kroz izbjegavanje kontakta na jednom od dizgina (Kuhnke, 2020.). Ista je autorica asimetrije u napetosti dizgina uspješno povezala s pretpostavkom o smjeru lateralnosti konja uz pomoć senzora koji mjere silu koju generiraju konj i/ili jahač. Ograničenja istraživanja u kojima se prati napetost dizgina odnose

se na pritisak koji generira jahač i to u nepravilnom smislu, u slučaju jahanja konja koje je teško jahati u oba smjera jer su neuravnoteženi i slabo reagiraju na sve jahačeve signale (Kuhnke, 2020., cit. prema Klimkeu, 1985.) ili su napeti u oba dizgina radi jahačevih poteškoća s održavanjem mekanog kontakta ili korekcijom pozicije glave i vrata (Kuhnke, 2020., cit. prema Kienapfelu 2011.; Kienapfelu i Preuschoftu, 2016.). Također, Rhodin i sur. (2015.) tvrde da je upitna mogućnost održavanja potpuno simetričnog kontakta zbog asimetričnih pokreta i glave i zdjelice konja pri kretanju na krugu. Asimetrična napetost može se ogledati i u slučaju povlačenja ili pritiska na lijevi dizgin (primjerice pri jahačevom naginjanju u lijevo) kako bi se kompenzirala neuravnoteženost u tijelu i postigla, doduše nepravilna savijenost konja pri kretanju u lijevo koja u suštini nije povezana s lateralnosti jahača, nego s njegovom vještinom i stupnjem obrazovanosti u jahanju. Međutim, kompenzacije jahača nisu jedini razlog za neujednačeni pritisak na dizginu, nego i urođena lateralnost jahača (Wells i Blache, 2008.; Eisersiö i sur.; 2015.; Kuhnke, 2020.) i urođena lateralnost konja (Kuhnke, 2020.; Kuhnke i König von Borstel, 2022.). Desna ruka desnorukih jahača je pokretljivija i više uključena u komunikaciju za razliku od lijeve koja je statičnija i stabilnija (Clayton i sur., 2023., cit. prema Marlinu i sur., 2022.). Signali lijeve ruke mogu biti kruti, napeti i ometajući (Kuhnke, 2020., cit. prema Wycheu, 2004.) pa bi bilo za pretpostaviti da će napetost dizgina biti veća u lijevome dizginu za desnorukog jahača, ali postoji razlika između vrste pokreta ruku i sklonosti za jače držanje dizgina. Lateralnost je kod dešnjaka izraženija i konstantna tvrdi Kuhnke (2020.), jer desnoruki jahači u kombinacijama i s desno i s lijevo lateraliziranim konjima imaju veću napetost dizgina u desnoj ruci. Primjerice, s lijevo kod lijevo lateraliziranih konja desnorukim je jahačima napetost dizgina i dalje veća u desnoj ruci i manje stabilna u dizginu koju drži desna ruka na manje preferiranoj strani konja, u tom slučaju na desnoj strani. Eisersiö i sur. (2015.) također potvrđuju veću napetost u desnom dizginu svim kretanjama izvedenima u oba smjera kod desnorukih jahača što je posebice izraženo u desnome galopu iako to istraživanje ne uključuje smjer lateralnosti konja. Jednako kao što i prema Wellsu i Blacheu (2008.) desnoruki jahači konje generalno lakše okreću u desno i smatraju ih više uravnoteženima pri kretanju u desno. Desnorukom jahaču stoga, bolje odgovara desno lateralizirani konj, jer je u toj kombinaciji dokazana simetričnija napetost dizgina, što se donekle pripisuje sposobnosti desnorukog jahača za održavanje kontakata s dominantnom desnom rukom što smanjuje oslanjanje desno lateraliziranog konja na lijevi dizgin (Kuhnke, 2020.). S druge strane, ljevaci nisu zrcalni prikaz dešnjaka te lakše postižu simetričan kontakt s konjima oba smjera pa je s njima lakše procijeniti smjer lateralnosti konja (Kuhnke, 2020.). Prema

stručnoj literaturi, ne utječe samo lateralnost jahača na različite napetosti dvaju dizgina. Smatra se da konj izbjegava pravi kontakt na preferiranoj strani te se naslanja na dizgin na nepreferiranoj strani (Kuhnke, 2020., cit. prema Müseleru, 1963.; Klimkeu, 1985.; Bürgeru i Zietschmannu, 2004.; Hinnemannu i van Baalenu, 2004.; Miesneru i sur., 2000.). Kuhnke (2020.) potvrđuje da i lijevo i desno lateralizirani konji pokazuju takav obrazac. Za desno lateralizirane konje postoji tendencija za oslanjanje na lijevi dizgin (nepreferirana strana) i izbjegavanje kontakta na desnom dizginu (preferirana strana). Prema istoj autorici teorija o cjelokupnom težem savijanju konja u jednome smjeru je povezana s većom asimetričnom napetosti dizgina pri kretanju suprotno od smjera kazaljke na satu (u lijevo). Problem sa savijanjem u smjeru suprotnom od kazaljke na satu, u kontekstu stručne literature za desno lateralizirane konje se odnosi na naginjanje prema unutra uz jahačevo povlačenje vanjskog dizgina u svrhu korekcije. Stoga su, ranije opisane asimetrije jahača potencijalno uvjetovane i lateralnošću konja, iako bi izrazito vješt jahač trebao imati sposobnost smanjenja stupnja lateralnosti kroz trening. Dodatni izazov u ispitivanju napetosti dizgina i preferencija u kretanju je to da u istraživanju Kuhnke (2020.) i lijevo lateralizirani konji također pokušavaju povećati krug preko vanjskog (desnog) ramena što zahtijeva sličnu jahačevu korekciju na desnome dizginu i listu kao i za desno lateraliziranog konja. Ti su zaključci povezani s istraživanjem Egenvalle i sur. (2023.) koji tvrde da lijevo i desno lateralizirani konji također nisu zrcalni prikazi jedni drugih, što upućuje na to da ukoliko je konj u velikom stupnju jednostran – niti jedna od strana nije adekvatno funkcionalna te zahtijeva drugačiji pristup u samome treningu.

6.3. Utjecaj dresurnog treninga

Jedinstvenost dresurnog treninga su lateralne ili bočne radnje koje su važne za razgibavanje i poticanje svijesti o pokretima i položaju tijela, ali i za fokusiranost i smirenost konja, posebno s manje iskusnim jahačima (Mendonça i sur., 2020., cit. prema de la Guérinière, 1733). Preduvjet za pravilno izvođenje lateralnih vježbi je pravilan položaj i komande jahača, a one se tijekom bočnih radnji razlikuju po intenzitetu i po primjeni na različitim anatomskim regijama tijela te se ujedno razlikuju između longitudinalnih i lateralnih radnji (Mendonça i sur., 2020., cit. prema Mcleanu i McGreevyju, 2004.; Symesu i Ellisu, 2009.; De Cocqu i sur., 2010.; Netto de Almeidi, 1997.). Svijest o položaju i naporu u određenom dijelu tijela konja i jahača potiče se kroz zahtijevane promjene u distribuciji težine i primjene sila u nogama (De Cocq i sur., 2010., cit. prema Decarpentryju, 1971.). Za to je ključan

mehanizam propriocepcije, koja podrazumijeva svjesnost o položaju i pokretima tijela te naporu, vremenu i sili mišićnih kontrakcija (Boden, 2013., cit. prema Bishopu, 2003.; Behmu i sur., 2006.). Promjene u orijentaciji tijela jahača odvijaju se uz niz drugih potrebnih signala kojeg daje konju preko raspodjele težine, promjene položaja nogu ili ciljano asimetričnog primjenjivanja pritiska nogu (De Cocq i sur., 2010., cit. prema Hölzelu i sur., 1992.). Distribucija težine jahača tijekom izvođenja primanja plečke je tema rasprave obzirom da stručna literatura nalaže pritisak na unutarnjoj strani sedla, a opće pravilo drugačije (De Cocq i sur., 2010.). Baxter i sur. (2022.) tvrde da je prilikom izvođenja primanja plečke jahačeva zdjelica paralelna sa sapima konja dok se trup, glava i ruke jahača okreću prema unutra, tako da je vanjski dizgin naslonjen na vrat konja, jahačeva unutarnja noga stoji kod kolana i primjenjuje pritisak. Kombinacija pritiska unutrašnje noge i napetosti vanjskoga dizgina rezultira pomicanjem konja bočno (Slika 6.). De Cocq i sur. (2010.) pak tvrde da je mjerenjem pritiska na sedlu utvrđeno da je pritisak veći na vanjskoj strani sedla, što ujedno odgovara i jednostavnom primanju koje se izvodi prije primanja plečke.



Slika 6. Priananje plečke u desno

(Izvor: <https://dressagetoday.com/instruction/how-to-ride-and-utilize-shoulder-in-with-ernst-hoyos/>)

Tijekom izvođenja primanja sapi, sapi konja se pomiču prema unutra i konj se savija prema unutra što znači da veća težina jahača treba biti na unutrašnjoj sjednoj kosti. De Cocq i sur. (2010.) mjerenjem sila na sedlu potvrđuju to uz to što tvrde da je srednja razlika između pritiska na vanjskoj i unutarnjoj strani sedla negativna. Kada je riječ o prednostima bočnih radnji za konja, prema Denoix (2013.) one poboljšavaju koordinaciju i propriocepciju, a ujedno su izvrsne gimnastičke vježbe za zglobove ramena i kuka, kao i njihove mobilizirajuće strukture. Prema istoj autorici, tijekom izvođenja bočnih radnji aktiviraju se mišići koji su zaduženi za pomicanje ramena ili kukova u stranu, a tada se razgibavaju i usklađuju pokreti mišića zaduženih za adukciju. Ti mišići različito djeluju tijekom bočnih radnji na obje strane pa je zato nužno izvođenje lateralnih radnji na obje strane tijekom treninga. Također, ovisno o fazi adukcije ili abdukcije, razgibavat će se i aktivirati različite skupine mišića. Radnje kao što su primanje plečke ili primanje sapi konj izvodi na način da se kreće suprotno od smjera savijenosti, odnosno os njegovoga tijela nije usklađena sa smjerom kretanja (De Cocq i sur., 2010.), a one su u ovisnosti o smjeru lateralnosti konja, ključne za razvijanje određenih skupina mišića (Slika 7.). Primjerice, abdukcija prednjih nogu tijekom lateralnih radnji potiče razvoj mišića smještenih na lateralnom dijelu ramena i grebena te inducira njihovo produljenje i gipkost, dok je adukcija povezana s koncentričnom kontrakcijom prsnih i trbušnih mišića (Denoix, 2013.). Prema istoj autorici, tijekom faze abdukcije stražnja noga smještena na strani prema kojoj se konj kreće je pod manjim opterećenjem i udaljava se od medijalne ravnine. S druge strane, abdukcija noge koja nosi veću težinu pomiče se od medijalne ravnine što rezultira micanjem tijela u smjeru bočnog pokreta. To znači da je tijekom izvođenja lijeve traverzale u fazi abdukcije desna stražnja noga pod većim opterećenjem. Tijekom faze adukcije stražnja noga na strani prema kojoj se konj kreće nosi veću težinu, a adukcija nosi tijelo konja u smjeru lateralnog pokreta. Suprotna je noga bez opterećenja i križa se ispred vodeće noge kako bi postigao angažman prije dodira s tlom (Denoix, 2013.). S obzirom da se za desno lateralizirane konje tvrdi da imaju kraće mišiće s desne strane tijela (Kuhnke, 2020., cit. prema Krügeru, 2009.) i da izbjegavaju kontakt u desnomo dizginu (Kuhnke, 2020.), istima bi potencijalno koristila vježba kao što je primanje sapi u lijevo te primanje plečke u desno.



Slika 7. Primanje sapi (travers) u lijevome galopu

(Izvor: <https://www.yourhorse.co.uk/horse-riding-training/schooling-dressage/the-trick-to-travers/>)

Međutim, dresurni je trening vrlo kompleksan i predstavlja dugoročan proces, a ukoliko je izveden pravilno poboljšat će koordinaciju i kretanje konja (Biau i Barrey, 2004.) Dresurno se jahanje generalno smatra najučinkovitijom metodom za ispravljanje asimetrije i poboljšanje ravnoteže, razvijanje mišićne snage i povećanja elastičnosti konja. Izazov u procjeni učinkovitosti dresurnog treninga predstavljaju dosadašnje analize simetrija pri kretanju koje se ne tiču nužno lateralnosti. Bos (2020.) utvrđuje značajno veći asimetrični obrazac prednjeg trupa pod jahačem što pripisuje lateralnosti konja ili drugim čimbenicima kao što je potkivanje, trening ili konformacija konja. Ujedno, suprotno smatranom učinku dresurnog treninga, Biau i Barrey (2004.) utvrđuju da se simetrija i pravilnost kasa smanjuju, posebice kod iskusnijih konja zbog novih ciljeva treninga i zahtijevanja učestale prikupljenosti. Simetrija kasa podrazumijeva usklađenu protrakciju i retrakciju dijagonalnih parova nogu, pri čemu protrakcija započinje u trenutku podizanja noge i završava u kasnoj fazi zamaha, a retrakcija obuhvaća fazu zamaha i fazu oslonca, a smanjenje simetrije u kasu može se povezati s tim da su pri izvođenju piaffa i passagea pokreti dijagonalnih parova nogu manje sinkronizirani za razliku od kasa i passagea, zbog održavanja ravnoteže pri

smanjenom kretanju prema naprijed (Clayton i Hobbs, 2019.). Stoga se može zaključiti da su određene asimetrije posljedica mijenjanja obrazaca kretanja zbog sazrijevanja konja i učenja specifičnih pokreta. S druge strane, mnoge su prednosti dresurnoga treninga dokazane. Prema Tansu i sur. (2009.) obrazovani dresurni konji učinkovitije održavaju svoju ravnotežu tijekom prijelaza kroz povećavanje vrijednosti vertikalne sile u prednjim nogama, uz kontinuirano održavani ritam kasa s pozitivnom dijagonalnom disocijacijom (stražnje noge dodiruju tlo prije nego prednje) i uz veću suspenziju pri kretanju, za razliku od mlađih konja koji pokazuju suprotno i time padaju na prednji trup. U usporedbi s konjima iz drugih disciplina imaju i veći stupanj savitljivosti kralježnice i veći raspon pokreta u regiji trećeg lumbalnog kralješka jer imaju veću snagu trbušnih mišića koja omogućava veću fleksiju lumbosakralnog i sakroilijačnog zgloba (Darby i Leśniak, 2014.). Također, kompletan raspon pokreta glave, ramena i zdjelice se prema Bosu (2020.) značajno povećava tijekom dresurnog treninga za razliku od promatranog u slobodnom kasu. Konačno, nakon tri godine dresurnog treninga sukladno ciljevima dresurnoga jahanja frekvencija koraka se smanjuje te se značajno povećava vertikalna dislokacija, odnosno ravnoteža i stabilnost pri kretanju (Biau i Barrey, 2004.).

7. ZAKLJUČAK

Procjena lateralnosti zasniva se na vizualnim i subjektivnim metodama ili na korištenju raznih uređaja za kvantitativnu analizu. Istraživanja starijeg datuma sugeriraju da postoji preferencija u korištenju noge za započinjanje kretanja i preferiranog smjera kretanja konja, dok modernija istraživanja to podupiru kroz utvrđivanje razlika u opterećenjima, rasponu pokreta u određenim dijelovima tijela te općim funkcionalnim asimetrijama pri kretanju. Kretanje konja su uvelike pod utjecajem njegove konformacije i tjelesne simetrije. One predstavljaju trag za postojeću motoričku preferenciju s obzirom na strukturalne promjene koje se tijekom života događaju kao posljedica prilagodbe na mehanička opterećenja. Mehanička opterećenja uvelike ovise o uporabnoj svrsi konja, ali je zasada usvojeno da većina konja, kao i desnorukih ljudi ima veće duljine kostiju s desne strane tijela. Dugo nerazjašnjenom pojmu jednostranosti temelj je postavila stručna literatura o dresurnom treningu. Za desno lateralizirane konje je zaista potvrđen opisivani obrazac zabacivanja sapi u desno uz preferiranje desne strane tijela te posljedično manje fleksibilnosti lijeve strane tijela i izbjegavanja kontakta na desnom dizginu te krutosti u lijevom dizginu. Međutim, s obzirom da je metodologija istraživanja različita, još ne postoji definitivan zaključak o prevalenciji lijevo ili desno lateraliziranih konja. Utvrđeno je da lijevo i desno lateralizirani konji nisu zrcalni prikazi jedni drugih, jednako kao što i kod ljevorukih i desnorukih ljudi postoje funkcionalne razlike s naglaskom da je u dešnjaka lateralnost izraženija. Dresurni trening zahtijeva izuzetnu koordinaciju jahačevih signala i koordinaciju pokreta konja te rezultira ujednačenijem i učinkovitijem izvođenju radnji u oba smjera. U treningu kojemu je za cilj smanjiti asimetrije, ključna je učinkovitost jahača na koju može utjecati njegova lateralnost ili lateralnost konja. Jahači će svojom individualnom lateralnošću i asimetrijama značajno utjecati na konja tijekom jahanja, a interakcije različitih smjerova lateralnosti konja i jahača tek treba istražiti.

8. POPIS LITERATURE

1. Armstrong, C. A., Oldham, J. A. (1999.): A comparison of dominant and non-dominant hand strengths. *Journal of hand surgery (Edinburgh, Scotland)*, 24(4), 421–425.
2. Austin, N. P., Rogers, L. J. (2012.): Limb preferences and lateralization of aggression, reactivity and vigilance in feral horses, *Equus caballus*. *Animal Behaviour*, 83(1), 239–247.
3. Austin, N.P., Rogers, L.J. (2007.): Asymmetry of Flight and Escape Turning Responses in Horses. *Laterality*. 12:464–474.
4. Baragli, P., Alessi, A., Pagliai, M., Felici, M., Ogi, A., Hawson, L., Gazzano, A., Padalino, B. (2022.): Rider Variables Affecting the Stirrup Directional Force Asymmetry during Simulated Riding Trot. *Animals (Basel)*. 12(23):3364.
5. Basile, M., Boivin, S., Boutin, A., Blois-Heulin, C., Hausberger, M., Lemasson, A. (2009.): Socially dependent auditory laterality in domestic horses (*Equus caballus*). *Animal Cognition*, 12(4), 611–619.
6. Baxter, J. Hobbs, S.J., Alexander, J., St George, L, Sinclair, J., Chohan, A., Clayton, H.M. (2022.): Rider Skill Affects Time and Frequency Domain Postural Variables When Performing Shoulder-in. *Journal of Equine Veterinary Science*, Volume 109, 2022, 103805.
7. Baxter, J., Hobbs, S., Chohan, A. (2014.): Preliminary Assessment of Dressage Asymmetry within Sitting Trot and Shoulder-in. *Equine Veterinary Journal*, 46, 5–5.
8. Bechtol, C.O. (1954.): Grip test; the use of a dynamometer with adjustable handle spacings. *The Journal of bone and joint surgery*, 36(4), 820-832.
9. Biau, S., Barrey, E. (2004.): Relationship between stride characteristics and scores in dressage tests. *Pferdeheilkunde Equine Medicine*. 20(2):140-144.
10. Boden, E. R. (2013.): An investigation into the effects of traditional neuromuscular training vs rider specific training on novice rider position. Research master's thesis. School of Biomedical and Biological Sciences, Faculty of Science and Technology.
11. Bohara, G., Lancaster, B., Randle, H. (2023.): The effect of elastic reins on rein tension and performance in dressage horses. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 59, 53–66.

12. Bos, R. (2020.): Upper-body asymmetry of 19 elite dressage horses: Trot in hand on the straight versus collected- and extended trot during a standardized dressage test. Master's thesis, Utrecht University, Faculty of Veterinary Medicine.
13. Brandler, W. M., Paracchini, S. (2014.): The genetic relationship between handedness and neurodevelopmental disorders. *Trends in Molecular Medicine*, 20(2), 83–90.
14. Byström, A. (2019.b): The movement pattern of horse and rider in different degrees of collection. Doctoral thesis. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Department of Anatomy, Biochemistry and Physiology, Uppsala.
15. Byström, A., Clayton, H. M., Hernlund, E., Rhodin, M., Egenvall, A. (2019.a): Equestrian and biomechanical perspectives on laterality in the horse. *Comparative Exercise Physiology*, 1–12.
16. Byström, A., Clayton, H. M., Hernlund, E., Roepstorff, L., Rhodin, M., Bragança, F. S., Egenvall, A. (2020.): Asymmetries of horses walking and trotting on treadmill with and without rider. *Equine Veterinary Journal*.
17. Byström, A., Egenvall, A., Roepstorff, L., Rhodin, M., Bragança, F. S., Hernlund, E., Clayton, H. M. (2018.a): Biomechanical findings in horses showing asymmetrical vertical excursions of the withers at walk. *PLOS ONE*, 13(9), e0204548.
18. Byström, A., Roepstorff, L., Rhodin, M., Serra Bragança, F., Engell, M.T., Hernlund, E., Persson-Sjödén, E., van Weeren, R., Weishaupt, M.A., Egenvall, A. (2018.b): Lateral movement of the saddle relative to the equine spine in rising and sitting trot on a treadmill. *PLoS One*. 13(7):e0200534.
19. Calle-González, N., Lo Feudo, C.M., Ferrucci, F., Requena, F., Stucchi, L., Muñoz, A. (2024.): Objective Assessment of Equine Locomotor Symmetry Using an Inertial Sensor System and Artificial Intelligence: A Comparative Study. *Animals*. 14(6):921.
20. Clayton, H.M., Hobbs, S.J. (2019.): A Review of Biomechanical Gait Classification with Reference to Collected Trot, Passage and Piaffe in Dressage Horses. *Animals (Basel)*. 9(10):763
21. Clayton, H.M., MacKechnie-Guire, R., Hobbs, S.J. (2023.): Riders' Effects on Horses—Biomechanical Principles with Examples from the Literature. *Animals*. 13(24):3854.
22. Colborne, G., Routh, J., Weir, K., McKendry, J., Busschers, E. (2015.): Associations between hoof shape and the position of the frontal plane ground reaction force vector in walking horses. *New Zealand Veterinary Journal*, 64(2), 76–81.

23. Corballis, M. C. (2005.): The trade-off between symmetry and asymmetry. *Behavioral and Brain Sciences*, 28(04).
24. Corballis, M. C. (2007.): The Evolution of Hemispheric Specializations of the Human Brain. *Evolution of Nervous Systems*, 379–394.
25. Crosby, A. (2021.): A study of lateralized behaviours in domestic horses (*Equus caballus*). Thesis. Linköping University. Department of Physics, Chemistry and Biology.
26. D’Ingeo S., Quaranta A., Siniscalchi M., Stomp M., Coste C., Bagnard C., Hausberger M., Cousillas H. (2019.): Horses Associate Individual Human Voices with the Valence of Past Interactions: A Behavioural and Electrophysiological Study. *Sci. Rep.* 9:11568.
27. Daneshjoo, A., Rahnama, N., Mokhtar, A. H., Yusof, A. (2013): Bilateral and unilateral asymmetries of isokinetic strength and flexibility in male young professional soccer players. *Journal of human kinetics*, 36, 45–53.
28. Darby, A., Leśniak, K. (2014.): A Comparison of Back Flexibility in Show jumping, Dressage and Leisure Horses. Description of oral presentation. 4th Alltech Hartpury Student Conference.
29. De Cocq, P., Mooren, M., Dortmunds, A., Van Weeren, P. R., Timmerman I, M., Muller, M., Van Leeuwen, J. L. (2010.): Saddle and leg forces during lateral movements in dressage. *Equine Veterinary Journal*, 42, 644–649.
30. Decurnex, V., Anderson, G.A., Davies, H.M.S. (2009.): Influence of different exercise regimes on the proximal hoof circumference in young Thoroughbred horses. *Equine Veterinary Journal*, 41(3), 233–236.
31. Denoix, J.M. (2013.): *Biomechanics and Physical Training of the Horse* (str. 72-103). CRC Press. Kindle izdanje.
32. Deuel, N. R., Lawrence, L. M. (1987.): Laterality in the gallop gait of horses. *Journal of Biomechanics*, 20(6), 645–649.
33. Dutto, D. J., Hoyt, D. F., Clayton, H. M., Cogger, E. A., Wickler, S. J. (2006.). Joint work and power for both the forelimb and hindlimb during trotting in the horse. *Journal of Experimental Biology*, 209(20), 3990–3999.
34. Egenvall, A., Clayton, H.M., Byström, A. (2023.): Pilot study of locomotor asymmetry in horses walking in circles with and without a rider. *PeerJ.* 2;11:e16373.
35. Eisersiö, M., Roepstorff, L., Rhodin, M., Egenvall, A. (2015.): A snapshot of the training schedule for 8 professional riders riding dressage. *Comparative Exercise Physiology*, 11(1), 35–45.

36. Farmer, K., Krueger, K., Byrne, R.W. (2009.): Visual laterality in the domestic horse (*Equus caballus*) interacting with humans. *Animal Cognition*, 13(2), 229–238.
37. Farmer, K., Krüger, K., Byrne, R.W., Mar, I. (2018.): Sensory laterality in affiliative interactions in domestic horses and ponies (*Equus caballus*). *Animal Cognition* 21, 631–637.
38. Fleisig, G. S., Slowik, J. S., Daggett, M., Rothermich, M. A., Cain, E. L., Jr, Wilk, K. E. (2022.): Active range of motion of the shoulder: a cross-sectional study of 6635 subjects. *JSES international*, 7(1), 132–137.
39. Frasnelli, E. (2013.): Brain and behavioral lateralization in invertebrates. *Front Psychol.* 4:939.
40. Frasnelli, E., Vallortigara, G. (2018.): Individual-Level and Population-Level Lateralization: Two Sides of the Same Coin. *Symmetry*. 10(12):739.
41. Grazio, S., Balen, D. (2019.): Tjelesna aktivnost i osteoporoza. *Medicus*. 28(2):247-255.
42. Greve, L., Pfau, T., Dyson, S. (2017.): Thoracolumbar movement in sound horses trotting in straight lines in hand and on the lunge and the relationship with hind limb symmetry or asymmetry. *The Veterinary Journal*, 220, 95–104.
43. Gunst, S., Dittmann, M. T., Arpagaus, S., Roepstorff, C., Latif, S. N., Klaassen, B., Weishaupt, M. A. (2019.): Influence of functional rider and horse asymmetries on saddle force distribution during stance and in sitting trot. *Journal of Equine Veterinary Science*.
44. Heidbuchel, A., Van Rossom, S., Molenaers, N., Minguet, P., Jonkers, I. (2023.): Comparison of the Effect of Dressage Rider Skill Level on Physical Fitness Parameters and Posture on an Equestrian Simulator. *Journal of Equine Veterinary Science*, Volume 121. 104187. ISSN 0737-0806.
45. Hepper, P. G. (2013.). The developmental origins of laterality: Fetal handedness. *Developmental Psychobiology*, 55(6), 588–595.
46. Hibbs, K. C., Jarvis, G. E., Dyson, S. J. (2020.): Crooked tail carriage in horses: Increased prevalence in lame horses and those with thoracolumbar epaxial muscle tension or sacroiliac joint region pain. *Equine Veterinary Education*.
47. Hiramoto, Y. (1993.): Right-left differences in the lengths of human arm and leg. *Kaibogaku zasshi. Journal of anatomy*, 68(5), 536–543.
48. Hobbs, S.J., Robinson, M.A., Clayton, H.M. (2018.): A simple method of equine limb force vector analysis and its potential applications. *PeerJ*. 6:e4399.

49. Jee, H., Park, J. (2019.): Comparative Analyses of the Dominant and Non-Dominant Upper Limbs during the Abduction and Adduction Motions. *Iranian journal of public health*, 48(10), 1768–1776.
50. Kanchan, T., Mohan Kumar, T. S., Pradeep Kumar, G., Yoganarasimha, K. (2008.): Skeletal asymmetry. *Journal of forensic and legal medicine*, 15(3), 177–179.
51. Knierim, U., Van Dongen, S., Forkman, B., Tuytens, F.A.M.M., Špinka, M., Campo, J.L., Weissengruber, G.E. (2007.): Fluctuating asymmetry as an animal welfare indicator - A review of methodology and validity. *Physiology and Behavior*. 92(3), 398–421.
52. 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)*.12(8):1042.
53. Krzysztofik, M., Jarosz, J., Matykiewicz, P., Wilk, M., Bialas, M., Zajac, A., Golas, A. (2021.): A comparison of muscle activity of the dominant and non-dominant side of the body during low versus high loaded bench press exercise performed to muscular failure. *J Electromyogr Kinesiol*. 56:102513.
54. Kuhnke, S. (2020.): Horse's laterality: methods of determination, genetic aspects, interaction with human handedness and the influence on horse-rider communication, horse's muscle status, sport success and risk of injury. Ph.D. Thesis. Justus-Liebig-Universität. Gießen, Germany.
55. Kuhnke, S., König von Borstel, U. (2022.): A comparison of different established and novel methods to determine horses' laterality and their relation to rein tension. *Front. Vet. Sci*. 9:789260.
56. Larose, C., Richard-Yris, M.-A., Hausberger, M., Rogers, L. (2006.): Laterality of horses associated with emotionality in novel situations. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain, and Cognition*, 11(4), 355–367.
57. Leclercq, A., Lundblad, J., Persson-Sjodin, E., Ask, K., Zetterberg, E., Herlund, E., Andersen, P.H., Rhodin, M. (2023.): Perceived sidedness and correlation to vertical movement asymmetries in young warmblood horses. *PLOS ONE* 18(7): e0288043.
58. Leliveld, L.M.C. (2019.): From Science to Practice: A Review of Laterality Research on Ungulate Livestock. *Symmetry*. 11(9):1157.
59. Leśniak, K. (2013.): Directional asymmetry of facial and limb traits in horses and ponies. *The Veterinary Journal*, 198, e46–e51.

60. Leśniak, K. (2021.): Prevalence of functional trait and distal limb asymmetries and their effects on equine performance. Doctoral dissertation. University of Portsmouth.
61. Leśniak, K. G., Williams, J. M. (2020.): Relationship between magnitude and direction of asymmetries in facial and limb traits in horses and ponies. *Journal of Equine Veterinary Science*, 103195.
62. Lijewski, M., Burdukiewicz, A., Pietraszewska, J., Andrzejewska, J., Stachoń, A. (2021.): Asymmetry of Muscle Mass Distribution and Grip Strength in Professional Handball Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 18(4):1913.
63. Lucidi, P., Bacco, G., Sticco, M., Mazzoleni, G., Benvenuti, M., Bernabò, N., Trentini, R. (2013.): Assessment of motor laterality in foals and young horses (*Equus caballus*) through an analysis of derailment at trot. *Physiology and Behavior*, 109, 8–13.
64. Macedo, L. G., Magee, D. J. (2008.): Differences in range of motion between dominant and nondominant sides of upper and lower extremities. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 31(8), 577–582.
65. MacKechnie-Guire, R., MacKechnie-Guire, E., Fairfax, V., Fisher, M., Hargreaves, S., Pfau, T. (2020): The effect that induced rider asymmetry has on equine locomotion and the range of motion of the thoracolumbar spine when ridden in rising trot. *Journal of Equine Veterinary Science*, 102946.
66. MacKechnie-Guire, R., Pfau, T. (2021.): Differential Rotational Movement of the Thoracolumbosacral Spine in High-Level Dressage Horses Ridden in a Straight Line, in Sitting Trot and Seated Canter Compared to In-Hand Trot. *Animals*, 11(3), 888.
67. MacNeilage, P. F., Rogers, L. J., Vallortigara, G. (2009.): Origins of the Left and Right Brain. *Scientific American*, 301(1), 60–67.
68. Marr, I. (2020.): Non-invasive welfare evaluations in horses: The usefulness of laterality. Doctoral dissertation, University of Hohenheim, Institute of Animal Science, Department of Behavioral Physiology of Livestock.
69. Marr, I., Farmer, K., Krüger, K. (2018.): Evidence for Right-Sided Horses Being More Optimistic than Left-Sided Horses. *Animals*. 8(12):219.
70. McGreevy, P. D., Rogers, L. J. (2005.): Motor and sensory laterality in thoroughbred horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 92(4), 337–352.
71. McGreevy, P. D., Thomson, P. C. (2006.): Differences in motor laterality between breeds of performance horse. *Applied Animal Behaviour Science*, 99(1-2), 183–190.

72. Mendonça, T., Bienboire-Frosini, C., Sanchez, N., Kowalczyk, I., Teruel, E., Descout, E., Pageat, P. (2020.): de la Guérinière was right: shoulder-in is beneficial for the physical and mental states of horses. *Journal of Veterinary Behavior*.
73. Merkens, H. W., Schamhardt, H. C., Osch, G. J. V. M., Bogert, A. J. (1993.): Ground reaction force patterns of Dutch Warmblood horses at normal trot. *Equine Veterinary Journal*, 25(2), 134–137.
74. Merckies, K., Alebrand, J., Harwood, B., LaBarge, K., Scott, L. (2019.): Investigation into thoracic asymmetry in ridden horses. *Comparative Exercise Physiology*, 1–8.
75. Münz, A., Eckardt, F., Witte, K. (2014.): Horse–rider interaction in dressage riding. *Human Movement Science*, 33, 227–237.
76. Murphy, J., Arkins, S. (2006.): Laterality and visuo-spatial ability in the equine: Functional measures of sport horse selection? *BSAP Occasional Publication*. 35:159-170.
77. Murphy, J., Sutherland, A., Arkins, S. (2005.): Idiosyncratic motor laterality in the horse. *Applied Animal Behaviour Science*, 91(3-4), 297–310.
78. Palmer, A. R. (1996.): Waltzing with Asymmetry. *BioScience*, 46(7), 518–532.
79. Parés-Casanova, P. M., Crosby-Granados, R. A., Muñoz, F., Salamanca-Carreño, A. (2020.). Marked Directional Skull Asymmetry in the Araucan Horse. *VCOT Open*, 03(01), e11–e18.
80. Parés-Casanova, P.M. (2014.): Harmonic analysis of equine hoof form and its matched symmetry. 1:889.
81. Pearce, G., May-Davis, S., Greaves, D. (2005.): Femoral asymmetry in the Thoroughbred racehorse. *Australian Veterinary Journal*, 83(6), 367–370.
82. Petersen, P., Petrick, M., Connor, H., Conklin, D. (1989.): Grip strength and hand dominance: challenging the 10% rule. *The American journal of occupational therapy: official publication of the American Occupational Therapy Association*, 43(7), 444-447.
83. Piccolo, L., Kienapfel, K. (2019.): Voluntary Rein Tension in Horses When Moving Unridden in a Dressage Frame Compared with Ridden Tests of the Same Horses-A Pilot Study. *Animals (Basel)*. 9(6):321
84. Pitts, J.B., Kramer, J., Reed, S.K., Schiltz, P., Thombs, L., Keegan, K.G. (2020.): Effect of induced hindlimb length difference on body-mounted inertial sensor measures used to evaluate hindlimb lameness in horses. *PLoS One*. 15(2):e0228872.

85. Pluháček, J., Olléová, M., Bartošová, J., Pluháčková, J., Bartoš, L. (2012.): Laterality of suckling behaviour in three zebra species. *Laterality*, 18(3), 349–364.
86. Pocock, L. J., Moore-Colyer, M. J. S. (2010.): Conformation and its effect on laterality in the thoroughbred racehorse. *Advances in Animal Biosciences*, 1(01), 54.
87. Rhodin, M., Roepstorff, L., French, A., Keegan, K. G., Pfau, T., Egenvall, A. (2015.): Head and pelvic movement asymmetry during lungeing in horses with symmetrical movement on the straight. *Equine Veterinary Journal*, 48(3), 315–320.
88. Roepstorff, L., Egenvall, A., Rhodin, M., Byström, A., Johnston, C., Weeren, P. R., Weishaupt, M. (2009.): Kinetics and kinematics of the horse comparing left and right rising trot. *Equine Veterinary Journal*, 41(3), 292–296.
89. Rogers, L. J. (2010.): Relevance of brain and behavioural lateralization to animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 127(1-2), 1–11.
90. Rogers, L. J. (2021.): Brain Lateralization and Cognitive Capacity. *Animals*, 11(7), 1996.
91. Rogers, L. J., Zucca, P., Vallortigara, G. (2004.): Advantages of having a lateralized brain. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271(Suppl_6), S420–S422.
92. Ronchetti, A., Day, P., Weller, R. (2011.): Mediolateral hoof balance in relation to the handedness of apprentice farriers. *Veterinary Record*, 168(2), 48–48.
93. Sadauskaitė-Zarembienė, R., Zumbakytė-Šermukšnienė, R., Mickevičius, M. (2018.): Differences in muscle strength of the dominant and non-dominant leg of high performance female athletes. *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*, 1(88).
94. Schmitz, J., Lor, S., Klose, R., Güntürkün, O., Ocklenburg, S. (2017.): The Functional Genetics of Handedness and Language Lateralization: Insights from Gene Ontology, Pathway and Disease Association Analyses. *Front Psychol.* Jul 6;8:1144.
95. Schwarz, S., Marr, I., Farmer, K., Graf, K., Stefanski, V., Krueger, K. (2022.): Does Carrying a Rider Change Motor and Sensory Laterality in Horses? *Animals*. 12, 992.
96. Shivley, C., Grandin, T., Deesing, M. (2016.): Behavioral Laterality and Facial Hair Whorls in Horses, *Journal of Equine Veterinary Science* 44 62–66.
97. Siniscalchi, M., Padalino, B., Lusito, R., Quaranta, A. (2014.): Is the left forelimb preference indicative of a stressful situation in horses? *Behavioural Processes*, 107, 61–67.

98. St George, L.B., Clayton, H.M., Sinclair, J.K., Richards, J., Roy, S.H., Hobbs, S.J (2023.): Electromyographic and Kinematic Comparison of the Leading and Trailing Fore- and Hindlimbs of Horses during Canter. *Animals (Basel)*. 13(11):1755
99. Stroud, R., Ellis, A., Hunnisett A., Cunliffe, C. (2016.): Journal of veterinary Behaviour: Clinical Applications and Research. *Journal of Veterinary Science & Technology*. 7 (5) Proceedings of the 3rd International Veterinary Congress OMICS International.
100. Tankle, R. S., Heilman, K. M. (1983.): Mirror writing in right-handers and in left-handers. *Brain and Language*, 19(1), 115–123.
101. Tans, E., Nauwelaerts, S., Clayton, H. M. (2009.): Dressage training affects temporal variables in transitions between trot and halt. *Comparative Exercise Physiology*, 6(02).
102. Uldahl, M., Christensen, J.W., Clayton, H.M. (2021.): Relationships between the Rider's Pelvic Mobility and Balance on a Gymnastic Ball with Equestrian Skills and Effects on Horse Welfare. *Animals (Basel)*. 11(2):453.
103. Vaisman, A., Guiloff, R., Rojas, J., Delgado, I., Figueroa, D., Calvo, R. (2017.): Lower Limb Symmetry: Comparison of Muscular Power Between Dominant and Nondominant Legs in Healthy Young Adults Associated With Single-Leg-Dominant Sports. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 5(12), 2325967117744240.
104. Van Heel, M. C. V., Van Dierendonck, M. C., Kroekenstoel, A. M., Back, W. (2010.): Lateralised motor behaviour leads to increased unevenness in front feet and asymmetry in athletic performance in young mature Warmblood horses. *Equine Veterinary Journal*, 42(5), 444–450.
105. Vertz, J., Deblanc, D., Rhodin, M., Pfau, T. (2018.): Effect of a unilateral hind limb orthotic lift on upper body movement symmetry in the trotting horse. *PLOS ONE*, 13(6), e0199447.
106. Warren-Smith, A. K., Curtis, R. A., Greetham, L., McGreevy, P. D. (2007.): Rein contact between horse and handler during specific equitation movements. *Applied Animal Behaviour Science*, 108(1-2), 157–169.
107. Watson, K.M., Stitson, D.J., Davies, H.M.S. (2003.): Third metacarpal bone length and skeletal asymmetry in the Thoroughbred racehorse. *Equine Veterinary Journal*, 35(7), 712–714.
108. Wells, A. E. D., Blache, D. (2008.): Horses do not exhibit motor bias when their balance is challenged. *Animal*, 2(11), 1645.

109. Wishaw, I.Q., Kolb, B. (2017.): The mane effect in the horse (*Equus ferus caballus*): Right mane dominance enhanced in mares but not associated with left and right manoeuvres in a reining competition, *Laterality* 22 (4) 495–513.
110. Williams, J. (2011.): Laterality: implications for equine management and performance. *The Veterinary Nurse*, 2(8), 434–441.
111. Wilson, G. H., McDonald, K., O’Connell, M. J. (2009.): Skeletal forelimb measurements and hoof spread in relation to asymmetry in the bilateral forelimb of horses. *Equine Veterinary Journal*, 41(3), 238–241.
112. Wong, D., Miles, K., & Sponseller, B. (2006.): Cognietal scoliosis in a quarter horse filly. *Veterinary Radiology Ultrasound*, 47(3), 279–282.
113. Zetterberg, E., Leclercq, A., Persson-Sjodin, E., Lundblad, J., Haubro Andersen, P., Hernlund, E., Rhodin, M. (2023.): Prevalence of vertical movement asymmetries at trot in Standardbred and Swedish Warmblood foals. *PLoS One*. 18(4):e0284105.

9. SAŽETAK

Cilj ovoga rada je opisati biomehaničke pokazatelje lateralnosti konja i njihove implikacije u treningu. Motorička lateralnost, koja potječe iz mozga, izražava se kroz preferirane motoričke funkcije kao što su preferirana prednja noga tijekom ispaše, preferirana prednja noga za započinjanje kretanja i preferirani smjer kretanja. Smjer lateralnosti je i dalje tema rasprave među znanstvenicima, posebice zato što lijevo i desno lateralizirani konji nisu zrcalni prikazi jedni drugih. Bilateralne tjelesne asimetrije pod utjecajem su lateralnosti, genetskih i okolišnih čimbenika, ali većina konja ima veće kosti na desnoj strani, što upućuje na sklonost desnoj lateralnosti. Ova je pojava usklađena s modernim istraživanjima i povijesnom jahaćom literaturom, koja odavno spominje pojam jednostranosti konja. Utjecaj jahača na konja je poznat, iako još nije razjašnjeno kako određene asimetrije i smjer lateralnosti konja i jahača međusobno djeluju. Posebno se ističe dresurni trening kao metoda za ispravljanje asimetrija u kretanju. Ovaj rad ispituje međudjelovanje urođenih asimetrija i vanjskih čimbenika, procjenjujući ulogu osmišljenog treninga za poboljšanje svakog pojedinog konja.

Ključne riječi: lateralnost, asimetrije, konj, jahač, biomehanika

10. SUMMARY

The aim of this paper is to describe biomechanical indicators of laterality in horses and their implications for training practices. Motor laterality, originating in the brain, manifests through preferred motor functions such as the preferred foreleg while grazing, the preferred foreleg for initiating movement, and the preferred direction of movement. The direction of laterality in horses is still a topic of debate among scientists especially because left and right lateralised horses are not mirror images of each other. Bilateral body asymmetries are influenced by laterality, genetic and environmental factors, but predominantly, most horses exhibit larger bones on the right side, indicating a tendency towards right laterality. This observation aligns with both contemporary studies and historical equestrian literature, which have long noted horse sidedness. The rider's influence on horse is evident, even though it remains debatable how horse's and rider's asymmetries and direction of laterality interrelate. Notably, dressage training emerges as a significant intervention for correcting movement asymmetries. This paper examines the interplay between inherent asymmetries and external factors, evaluating conceptualised training's role in enhancing performance of each horse.

Key words: laterality, asymmetries, horse, rider, biomechanics

11. POPIS SLIKA

Slika 1. Različita konformacija kopita prednjih nogu (str. 8)

Slika 2. Značajno ispružena lijeva noga na ispaši (str. 10)

Slika 3. Konveksna i konkavna strana u ovisnosti o prirodnoj savijenosti (str. 12)

Slika 4. Prikaz mjerenja vertikalnih asimetrija uz pomoć senzora na glavi, grebenu i zdjelici (str. 17)

Slika 5. Jahač koji se naginje u desno i jahač koji „kolabira“ u desnom kuku (str. 22)

Slika 6. Primanje plećke u desno (str. 31)

Slika 7. Primanje sapi (travers) u lijevome galopu (str. 33)

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Sveučilišni diplomski studij, smjer Specijalna zootehnika

Diplomski rad

Biomehanički pokazatelji lateralnosti i njihove implikacije u treningu konja

Petra Prlić

Sažetak: Cilj ovog rada je opisati biomehaničke pokazatelje lateralnosti konja i njihove implikacije u treningu. Motorička lateralnost, koja potječe iz mozga, izražava se kroz preferirane motoričke funkcije kao što su preferirana prednja noga tijekom ispaše, preferirana prednja noga za započinjanje kretanja i preferirani smjer kretanja. Smjer lateralnosti je i dalje tema rasprave među znanstvenicima, posebice zato što lijevo i desno lateralizirani konji nisu zrcalni prikazi jedni drugih. Bilateralne tjelesne asimetrije pod utjecajem su lateralnosti, genetskih i okolišnih čimbenika, ali većina konja ima veće kosti na desnoj strani, što upućuje na sklonost desnoj lateralnosti. Ova je pojava usklađena s modernim istraživanjima i povijesnom jahaćom literaturom, koja odavno spominje pojam jednostranosti konja. Utjecaj jahača na konja je poznat, iako još nije razjašnjeno kako određene asimetrije i smjer lateralnosti konja i jahača međusobno djeluju. Posebno se ističe dresurni trening kao metoda za ispravljanje asimetrija u pokretu. Ovaj rad ispituje međudjelovanje urođenih asimetrija i vanjskih čimbenika, procjenjujući ulogu osmišljenog treninga za poboljšanje svakog pojedinog konja.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: prof. dr. sc. Mirjana Baban

Broj stranica: 48

Broj grafikona i slika: 7

Broj tablica: 0

Broj literaturnih navoda: 113

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: lateralnost, asimetrije, konj, jahač, biomehanika

Datum obrane: 09.07.2024.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. doc. dr. sc. Maja Gregić - predsjednica
2. prof. dr. sc. Mirjana Baban - mentorica
3. prof. dr. sc. Pero Mijić - član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
University Graduate Studies, Special zootechnics

Graduate thesis

Biomechanical indicators of laterality and their implications in horse training

Petra Prlić

Abstract: The aim of this paper is to describe biomechanical indicators of laterality in horses and their implications for training practices. Motor laterality, originating in the brain, manifests through preferred motor functions such as the preferred foreleg while grazing, the preferred foreleg for initiating movement, and the preferred direction of movement. The direction of laterality in horses is still a topic of debate among scientists especially because left and right lateralised horses are not mirror images of each other. Bilateral body asymmetries are influenced by laterality, genetic and environmental factors, but predominantly, most horses exhibit larger bones on the right side, indicating a tendency towards right laterality. This observation aligns with both contemporary studies and historical equestrian literature, which have long noted horse sidedness. The rider's influence on horse is evident, even though it remains debatable how horse's and rider's asymmetries and direction of laterality interrelate. Notably, dressage training emerges as a significant intervention for correcting movement asymmetries. This paper examines the interplay between inherent asymmetries and external factors, evaluating conceptualised training's role in enhancing performance of each horse.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: prof. dr. sc. Mirjana Baban

Number of pages: 48

Number of figures: 7

Number of tables: 0

Number of references: 113

Original in: Croatian

Key words: laterality, asymmetries, horse, rider, biomechanics

Thesis defended on date: 09.07.2024.

Reviewers:

1. PhD Maja Gregić, assistant professor - president
2. PhD Mirjana Baban, professor - mentor
3. PhD Pero Mijić, professor - member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1