



Kompensatoriska rörelsemönster hos frambenshalta islandshästar vid longering

Fanny Boqvist

Självständigt arbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Veterinärprogrammet

Uppsala 2024



Kompensatoriska rörelsemönster hos frambenshalta islandshästar vid longering

Compensatory asymmetries in forelimb lame Icelandic horses on the lunge

Fanny Boqvist

Handledare: **Katrina Ask, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi**

Examinator: Emma Persson-Sjödin, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E

Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin

Kurskod: EX1003

Program/utbildning: Veterinärprogrammet

Kursansvarig inst.: Institutionen för kliniska vetenskaper

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2024

Omslagsbild: Fanny Boqvist

Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

Nyckelord: Objektiv rörelseanalys, EquiMoves, islandshäst, longering, frambenshalta

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Veterinärprogrammet

Sammanfattning

Hälta är vanligt förekommande hos hästar och utgör mer än hälften av alla skador och sjukdomar som hästägare söker veterinärvård för. Hältbedömning görs subjektivt av veterinären för att identifiera det halta benet. Olika hjälpmedel används; exempelvis longering för att förstärka låggradiga hältor, och diagnostisk anestesi för att kunna förstärka en befintlig hältmisstanke genom att bedöva bort det smärtande området. Idag är det alltmer vanligt att man väljer att komplettera den subjektiva bedömningen med objektiv rörelseanalys då forskning har visat att samstämmigheten mellan olika bedömare är låg för den subjektiva bedömningen. Objektiva rörelseanalyser kan idag göras med hjälp av så kallade tröghetssensorer, IMUs, där en tre-axlad accelerometer och ett gyroskop kan mäta hästens rörelsemönster. Med hjälp av mjukvara kan sedan specifika symmetriparametrar beräknas, vanligen från trav, då detta är en symmetrisk gångart med avseende på huvudet, mankens och bäckenets rörelser under stegen vilket möjliggör beräkning av skillnader mellan höger och vänster sidas kroppshalva.

Hos hästar med tre gångarter har man identifierat kompensatoriska mönster på det raka spåret; en primär frambenshälta ger upphov till kompensatoriska rörelsemönster för det kontralaterala bakbenet och en primär bakbenshälta ger upphov till kompensatoriska rörelsemönster för det ipsilaterala frambenet. Då hästen springer på en volt framkommer även en naturlig voltasymmetri som har setts ge uttryck i en inner bakbenshälta men det är inte lika säkerställt hur den naturliga asymmetrin ter sig på frambenen.

Islandshästen är en ras som blivit mycket populär i Sverige, inte minst tack vare sina två extra gångarter; tölt och pass. Huruvida dessa extra gångarter kan medföra möjligheter för islandshästar att uttrycka andra kompensatoriska rörelsemönster vid hälta vid longering, än de man vanligen ser hos hästar med tre gångarter, vet vi inte.

Den aktuella studiens syfte var att undersöka hur islandshästens rörelsemönster påverkas av en frambenshälta när hästen longeras och om islandshästar visar tecken på samma kompensatoriska rörelsemönster vid longering som hästar med tre gångarter. Data samlades in på Island under två månader, och totalt tre hästar deltog i studien. Mätningar med ett IMU system (EquiMoves) gjordes på rakt spår och longering i båda voltvarv innan och efter diagnostisk anestesi. Samtliga hästar hade en frambenshälta som efter diagnostisk anestesi bedömdes positiv på rakt spår. Resultaten från studien indikerar att islandshästar förbättras i samma utsträckning på volt som på rakt spår. Exempelvis sågs att skillnader mellan huvudets lägsta positioner i steget (HDmin) tenderar att följa det raka spårets förbättring i procent på de båda voltspåren. I den aktuella studien sågs dock inga tydliga tecken på att frambenshalta islandshästar vid longering uppvisade liknande kompensatoriska rörelsemönster som setts hos hästar med tre gångarter. Vidare sågs tecken på en kvarstående voltorsakad asymmetri där skillnader i mankens och pelvis lägsta punkter (WDmin respektive PDmin) uppvisade tecken på att återfå en naturlig kvarstående asymmetri som är likartad i de båda varven. Huvudet-, manken- och pelvis skillnader i den högsta positionen i steget (HDmax, WDmax respektive PDmax) uppvisar även de kvarstående asymmetrier i voltvarven, som är högersidiga för vänster volt och vänstersidiga för höger, även om dessa värden sällan är likartade i storlek. För att kunna dra säkra slutsatser krävs dock ett större underlag än det som samlades in i denna studie och resultaten som presenteras i detta examensarbete är att betrakta som en pilotstudie.

Nyckelord: Objektiv rörelseanalys, EquiMoves, islandshäst, longering, frambenshälta

Abstract

Lameness is a common cause of disease in horses and is one of the most common causes for seeking veterinary care. During a lameness assessment, in addition to running on the straight line, the lunge is used to enhance low-grade lameness. To better define the anatomical area in which the lameness is derived, diagnostic anesthetics may be used as well to reduce the pain in the affected area.

Research have shown that inter-rater agreement during subjective lameness assessments is low, even among experienced veterinarians. To make the lameness assessment less biased, objective gait analysis methods have been developed. One of these methods contains so called inertial measurement units (IMU), which consist of several sensors, each containing a three-axes accelerometer and gyroscope. These collect data from the moving horse which can be processed into different symmetry parameters using a software. The collection of data is usually done in trot, since this is a symmetrical gait in which the poll, withers and sacrum is moved twice up and down on the vertical axis during the stride. This makes it possible to calculate which side there is an asymmetry. Research have found evidence of compensatory lameness on the straight line; a primary forelimb lameness generates a compensatory (or “false”) movement asymmetry in the contralateral hindlimb. In a primary hindlimb lameness, compensatory movement asymmetry is usually present in the ipsilateral (same side) forelimb, this is commonly known as “law of sides”. On the lunge, there’s evidence of a natural circle asymmetry, expressed in sound horses. This is often referred to as creating a hindlimb lameness on the inside limb, e.g. a right hindlimb lameness on the right lunge. It is not yet determined what happens if a horse is lame in the forelimbs, with papers showing evidence for both inside and outside forelimb lameness on the lunge.

The Icelandic horse has become an exceedingly popular breed in Sweden over the last years, much thanks to their extra gaits; tölt and pace. If this enables the horse to express other compensatory patterns when lame compared to three gaited horses, is something we do not know yet.

In this study, the purpose was to investigate changes of symmetry parameters during lunging of Icelandic horses with forelimb lameness and to examine if Icelandic horses show similar compensatory movement patterns on the lunge to that of three-gaited horses. Data was collected in Iceland for two months, and a total of three horses could be included in the study. All three horses had a forelimb lameness and was considered better on the straight line trot after diagnostic anesthesia. Measurements were made using an IMU system (EquiMoves) and data was collected from the lunge before and after diagnostic anesthesia. The results from the study suggest that Icelandic horses improve the asymmetry similarly on the lunge as on the straight line. HDmin, the difference between the poll’s lowest position in the stride, was having a percentage improvement in the same size on the lunge as on the straight line. The current study did not show any evidence that Icelandic horses with forelimb lameness express the same type of compensatory movement patterns on the lunge as three-gaited horses do. The difference between the lowest positions of the withers and the pelvis, WDmin and PDmin, had a remaining asymmetry of comparable size on the two circles. The difference between the poll, withers and pelvis highest positions in the stride (HDmax, WDmax, PDmax) all showed signs of having a restored, remaining asymmetry on the two circles as well, a left asymmetry in the right circle and a right asymmetry in the left circle. These values were on the contrary, not in comparable sizes. The number of horses in the current study was low, why a greater number of horses would need to be analysed to be able to identify any significant conclusions.

Keywords: Objective analysis, EquiMoves, Icelandic horse, lunging, forelimb lameness

Innehållsförteckning

1. Inledning	9
2. Litteraturoversikt.....	11
2.1 Islandshästens gångarter.....	11
2.2 Hälsa.....	13
2.2.1 Hältutredning	14
2.3 Objektiv rörelseanalys.....	15
2.3.1 Inertial measurement units	16
2.4 Rörelseasymmetrier.....	17
2.4.1 Kompensatoriska rörelseasymmetrier	18
2.4.2 Voltorsakade asymmetrier	21
3. Material och metod	23
3.1 Urval.....	23
3.1.1 Inkluderade hästar	24
3.2 Utförande	25
3.3 Analys och hantering av data.....	26
4. Resultat	28
5. Diskussion	33
5.1 Ändringar av symmetri-parametrar vid longering.....	33
5.2 Felkällor.....	36
5.3 Konklusion.....	37
Referenser.....	38
Populärvetenskaplig sammanfattning	44
Tack	46

1. Inledning

Hästnäringen är en stor bransch i Sverige som omsatte cirka 32 miljoner kronor år 2022 (Svenska Ridsportförbundet, 2023). Den senaste rapporten från Jordbruksverket (2016) uppger att Sveriges hästpopulation uppgår i totalt 355 500 hästar, där minst 30 000 av dessa är islandshästar.

Arbete med hästar är därför en viktig och resurskrävande del inom veterinärbranschen. Skadestatistik från Agria Djurförsäkringar (2018) visar att hälta orsakad av skador i leder, senor och ligament står för över hälften av alla sjukdomar som drabbar hästar. Hältor påverkar därför både näringen ekonomiskt men framför allt påverkar det också hästars välfärd i hög grad. Att som veterinär kunna genomföra en adekvat hältutredning är absolut nödvändigt för att kunna utreda och korrekt behandla en uppkommen hälta. Många veterinärer, inklusive erfarna hästveterinärer, upplever den subjektiva hältutredning som ett svårt moment. Samstämmigheten kring från vilket ben en hälta har sitt ursprung ifrån är överraskande låg mellan hältutredare och man har inte sett att samstämmigheten ökar vid användning av longering, speciellt svårt är det att bedöma låggradiga hältor (Hammarberg *et al.* 2016; Keegan *et al.* 1998; Keegan *et al.* 2010). Longering är med det sagt ett viktigt verktyg vid hältutredning, framför allt vid utredning av låggradiga hältor då hältor kan förstärkas när hästen springer på en volt.

I takt med detta har man utvecklat objektiva metoder för att bedöma hältor. Något som är på uppgång är användningen av inertial measurement units, förkortat IMUs, som registrerar hur hästen rör sig och därefter räknas olika symmetri-parametrar ut genom validerade algoritmer via en programvara. Forskning på objektiva system har framför allt utförts på hästar med tre gångarter, där den bästa gångarten för att utvärdera symmetri-parametrar är trav (Buchner *et al.* 1996b). Forskning har funnit olika ändringar i rörelsemönster som uppstår vid olika typer av hälta, och sett hur olika symmetri-parametrar förändras med avseende på huvudets, mankens och bäckenets rörelser på den vertikala axeln. Symmetri-parametrar som ofta används är skillnaden mellan stegens två minsta respektive två högsta positioner för en viss anatomisk hållpunkt (huvud, manke och bäcken) som benämns min- respektive maxdiff (Buchner *et al.* 1996b). Kompensatoriska rörelsemönster är ett centralt begrepp som innebär att hästarna uppvisar förändringar i rörelser som ser ut som hälta på ett annat ben för att minska påfrestning för ett halt ben. Ofta talar man om ”law of sides” som innebär att en primär bakbenshälta ger upphov till ett kompensa-

toriskt rörelsemönster i det ipsilaterala (samsidiga) frambenet och att en primär frambenshäla ger upphov till ett kompensatoriskt rörelsemönster i det kontralaterala bakbenet (Maliye *et al.* 2013; 2015; Phutthachalee *et al.* 2020; Reed *et al.* 2020; Marunova *et al.* 2022; Person-Sjödén *et al.* 2023). Man har även sett att longering i sig ger upphov till asymmetrier som man måste ta i beaktning vid en hältutredning. Forskningen är begränsad för hur dessa voltorsakade asymmetrier ser ut hos halta hästar.

Hästar med fler än tre gångarter anses vara svårare att hältbedöma både subjektivt och objektivt (Carpenter *et al.* 2020). Islandshästar, med sina extra gångarter tölt och pass, är inget undantag då man sett att de skiljer sig både vid undersökning av ohalta och halta hästar med avseende på rörelsemönster och symmetriparametrar (Rhodin *et al.* 2022; Smit *et al.* 2023). Islandshästar kan därför ha svårt att uppvisa ren trav, vilket är en förutsättning för en adekvat objektiv rörelsemätning. Dessutom diskuteras att hästar som kan uttrycka andra gångarter också skulle ha möjlighet att uppvisa andra kompensationer vid en häla.

Syftet med denna uppsats är att undersöka hur islandshästens rörelsemönster påverkas av en frambenshäla när hästen longeras. Förändringar av symmetriparametrar vid longering på islandshästar är ett relativt outforskat område och den aktuella studien kan antas vara en pilotstudie inom detta ämne. Hypotesen är att islandshästar med en frambenshäla uppvisar kompensatoriska asymmetrier som skiljer sig från de som tidigare setts i studier av varmblodiga hästar.

2. Litteraturöversikt

2.1 Islandshästens gångarter

För att förstå hur hälsa yttrar sig krävs det att man förstår rörelsemönstret hos en ohalt häst.

Rörelsen hos varje ben delas in i två huvudfaser; belastningsfas och svävningsfas (Leach *et al.* 1984). Belastningsfasen är den del av stegcykeln då hoven är i kontakt med marken och börjar med en isättning och avslutas med ett frånskjut då hoven rullar över och lyfter från maken. Detta indikerar början av pendelfasen som således är fasen där hela benet är i luften, fram tills att en ny belastningsfas påbörjas då hoven åter sätts ned mot underlaget.

En gångart definieras som ett givet rörelsemönster som upprepas då hästen är i rörelse (Leach *et al.* 1984). Varje gångart har sina egna specifika upprepningar av stegcykler. Även i gångarter pratar man om belastnings- och svävningsfaser (Drevemo *et al.* 1980). Belastningsfasen beskrivs som den del av steget/gångarten då en eller fler hovar är i marken och svävningsfasen är således den del av gångarten där inga hovar är i marken, hästen befinner sig helt i luften.

Vilken takt en gångart har styrs av hur många gånger hovarna slås i marken, oavsett om det är en enstaka hov eller flera hovar samtidigt, per stegcykel (Ross 2011b). Gångarter klassas vidare antingen som symmetriska eller asymmetriska (Hildebrand 1989). Detta beskrivs enklast som att de två benen på vardera kroppsidan (höger respektive vänster sidas ben) antingen rör sig lika under stegcykeln (symmetrisk) eller fördelas olika (asymmetriskt) (Robilliard *et al.* 2007).

Skritt är hästens långsammaste naturliga gångart. Den är fyrtaktig och symmetrisk med avsaknad utav svävningsfas. Stegsekvensen består av vänster bakben (VB) följt av vänster framben (VF), höger bakben (HB) och sist höger framben (HF). Hovarnas belastningsfaser överlappar med varandra så att alltid två eller tre hovar är i marken samtidigt. (Clayton & Hobbs 2019)

Trav är en symmetrisk tvåtaktig gångart där de diagonala benparen, alltså ett framben och det diagonala bakbenet, har synkroniserade belastnings- respektive svävningsfaser (Hildebrand 1965). Stegsekvensen är således alternerande mellan belastningsfaser bestående av VB/HF och HB/VF med en svävningsfas emellan (Robilliard *et al.* 2007).

Galopp är en snabb, asymmetrisk gångart som antingen är tretaktig eller fyrtaktig, och alltid följt av en svävningssfas efter varje utförd stegsekvens (Hildebrand 1989). Den tretaktiga galoppen, som i engelsk litteratur kallas *canter*, har stegsekvensen VB, följt av HB/VF som slår ner samtidigt och därefter HF i en höger galopp och stegsekvens HB, följt av VB/HF och därefter VF i en vänster galopp. Den snabbare och fyrtaktiga galoppen, som i engelsk litteratur kallas *gallop*, blir fyrtaktig då varje hov slår ner var för sig. Stegsekvensen är olika beroende på om galoppen är tvärgående eller roterande. En tvärgående galopp uppvisar en stegsekvens om VB, HB, VF, HB i en höger galopp och HB, VB, HF, VF i en vänster galopp. För den roterande galoppen är stegsekvensen i stället HB, VB, VF, HF för en höger galopp och VB, HB, HF, VF för en vänster galopp. Hästar uppvisar vanligen en tvärgående galopp, även om det kan förekomma kortare inslag av roterande galopp vid exempelvis galoppbyte (Barrey *et al.* 2008).

Traditionellt sett räknas skritt, trav och galopp till hästens naturliga gångarter (Ross 2011b). Islandshästen är unik på så vis att de uppvisar upp till två extra naturliga gångarter, tölt och pass. Den mest välkända är troligen tölt som ibland kallas för *running walk* i engelsk litteratur (Biknevicus *et al.* 2004). Detta eftersom den har samma stegmönster som skritt men med en snabbare stegfrekvens. Förutom tölt uppvisar många islandshästar även pass, vilket är en tvåtaktig symmetrisk gångart där de ipsilaterala benparen, alltså ett framben och samma sidas bakben, rör sig synkroniserat med svävningssfaser emellan (Andersson *et al.* 2012). Islandshästar brukar kallas fyrgångare om de förutom skritt, trav och galopp även uppvisar tölt, och femgångare om de dessutom uppvisar pass.

Ursprunget till islandshästens extra gångarter härrör troligen från en mutation i DMRT3 genen, som ger upphov till att ett baspar bestående av cystein (C) ändras till adenin (A). Jäderkvist *et al.* (2015) beskriver med hjälp av DNA sekvensering hur detta påverkar vilken gångart en häst kan utföra. I studien var majoriteten av hästar med homozygot AA femgångare (70,8 %) och majoriteten av hästar med heterozygot CA fyrgångare (93,7 %). Hästar med AA var lättare att träna till tölt än hästar med CA. Nyare forskning indikerar att även andra gener har påverkan på vilka gångarter en islandshäst kan utföra. Två nyidentifierade gener hos islandshästen; RELN and STAU2, har visat sig interagera med DMRT3 genen vilket skulle kunna ha stor betydelse för att i framtiden bättre förstå islandshästens gångarter och rörelsemönster (Sigurðardóttir *et al.* 2023).

Tölt beskrivs ofta som en fyrtaktig gångart med avsaknad av svävmoment (Hildebrand 1965; Robilliard *et al.* 2006), detta har dock ifrågasatts i en studie av Zips *et al.* (2001). Studien undersökte töltens gångartssekvenser i tre olika hastighetskategorier hos 23 islandshästar, som bestod av både sällskaps- och elit-hästar. Man fann att hästarnas stegcykler bestod av flera olika töltvariationer som på olika sätt differentierades från den klassiska VB, VF, HB, HF där alla steg belastar samtliga hovar ungefär lika länge och att det i vissa fall fanns en svävningss-

fas. Man delade in hästarnas tölt i fem olika kategorier; ”sann tölt” där belastningen delas lika mellan de ipsilaterala/diagonala benparen och utan förekomst av svävningssfas, ”passaktig tölt” där belastningen av de ipsilaterala benparen är minst dubbelt så lång som för de diagonala, ”travaktig tölt” där belastningen av de diagonala benparen är minst dubbelt så lång som för de ipsilaterala, ”fyrtaktig pass” där enbart ipsilaterala belastningsfaser utförs och de diagonala belastningsfaserna byts ut till svävningssfaser samt ”fyrtaktig trav” där enbart de diagonala belastningsfaserna utförs och de ipsilaterala belastningsfaserna byts ut mot svävningssfaser.

I studien såg man att hästarna rörde sig mellan en till tre olika kategorier av tölt inom samma hastighetsgrupp. Den vanligaste varianten i sakta tempo var ”passaktig tölt” och i både mellan- samt högsta tempo var den vanligaste varianten ”fyrtaktig pass”. I den snabbaste kategorin bestod 60 % av stegcyklerna av ”fyrtaktig pass”. Vidare såg man att hästar som rör sig i ett snabbare tölttempo hade fler stegcykler bestående av svävningssmoment, endast 7 % av stegcyklerna hos de snabba hästarna var utan svävningssfas, vilket alltså ifrågasätter vad man beskrivit i tidigare publikationer.

2.2 Hälta

Lameness is defined as an abnormal stance or gait caused by either a structural or a functional disorder of the locomotor system. The horse is either unwilling or unable to stand or move normally. [...] Lameness is not a disease per se but a clinical sign. (Adams 2022)

Det är en oväntad utmaning att hitta en enkel, rak definition på vad hälta faktiskt är. Detta inte minst då utvecklingen av mer avancerad hältdiagnostik under senare år, såsom objektiva mätmetoder, har gjort att gränsen mellan halt kontra ohalt blivit mer uppluckrad. Vad som definieras som hälta har därför blivit ämne för debatt och man ska noga överväga i vilka sammanhang ordet ”hälta” ska brukas (van Weeren *et al.* 2017). Flera författare menar att hälta är ett onormalt rörelsemönster som uppstår som svar på ett annat, primärt lidande där hästen försöker avlasta det smärtande benet – med andra ord, ett kliniskt symptom och inte en sjukdom i sig (Adams 2022; Ross 2011a). Baxter *et al.* (2020) beskriver hälta som en typ av rörelseasymmetri, detta innebär dock inte att dessa begrepp är synonymer (Gómez & Álvarez 2019), en häst kan vara asymmetrisk utan att räknas som halt. I Sverige används vanligen hälta när en rörelsestörning som uppstår är kopplad till smärta. Vid smärtorsakad hälta kan detta härledas från många olika strukturella eller funktionella avvikelser i extremiteter och/eller det axiala skelettet. Dessa kan uppstå exempelvis av trauma, kongenitalt ursprung, utvecklingsdefekter, infektioner, metabola störningar eller neurologiskt ursprung. (Baxter *et al.* 2020)

Ny forskning har dock visat att många hästar som av sina ägare upplevs friska, rör sig asymmetriskt. I en studie av Rhodin *et al.* (2017) såg man att 72,5 % av hästar i träning som uppfattades ohalt uppvisade någon form av rörelseasymmetri. Det är oklart om rörelseasymmetrierna är smärtorsakade hos dessa individer, men faktum är att många hästar uppvisade en rörelseasymmetri som var lika med eller till och med större än hos hästar som undersöks av veterinär för hälta. Likaså kan en häst ha morfologiska muskuloskeletala förändringar utan att uppvisa hälta och/eller rörelseasymmetri som påverkar hästen, så som exempelvis vid hovbroskförbening (Hedenström & Wattle 2014).

2.2.1 Hältutredning

Det är viktigt att ha ett tydligt mål med och att ha en utarbetad rutin på sin hältutredning. Baxter *et al.* (2020) radar upp viktiga hållpunkter att ha med. Dessa inkluderar, men är inte begränsade till; anamnes, allmän klinisk undersökning, palpation, rörelsebedömning, manipulationstest, diagnostisk anestesi och/eller bild-diagnostik.

Efter anamnes och allmän klinisk undersökning samt palpation är det vanligt att gå vidare med subjektiv rörelsebedömning. Rörelsebedömningen kan göras på många olika sätt. Vanligen görs den i variationer om rakt spår/longering och hårt/mjukt underlag. Rörelsebedömningen kompletteras vanligen med manipulations-test (exempelvis böjprov), diagnostisk anestesi och/eller bilddiagnostik. I avsnittet nedan beskrivs longering och diagnostisk anestesi närmre då dessa hjälpmedel är av stor relevans för den aktuella studien.

Longering är en bra metod för att förstärka en misstänkt lågradig hälta. Vid longering kommer en så kallad naturlig voltasymmetri att ske, vilket kommer beskrivas närmre under en egen rubrik i ett senare stycke. Det är sen tidigare känt att hästar lutar sig in mot mitten av volten vid longering i trav på plan yta (Clayton & Sha 2006). Påverkan från gravitationen och centripetalkraften gör att hästens bål får en vinkel mot marken vid longering vilket är med och bidrar till ökade rörelseasymmetrier i rörelse på volt (Pfau *et al.* 2012). Chateau *et al.* (2013) visade att den framdrivande kraften kommer att vara ökad för det yttre frambenet vid longering på hårt underlag jämfört med på mjukt underlag. Man såg också att det yttre frambenet i volten kommer få en signifikant kortare belastningsfas jämfört med det inre frambenet, utan att stegfrekvensen ändras. Den laterala sidan av det inre frambenets hov samt den mediala sidan av det yttre frambenets hov i volten kommer utsättas för en ökad kraft vid longering jämfört med hovarnas andra halva. Denna ojämna belastning tros erfarenhetsmässigt kunna vara till hjälp i att förstärka hältan och göra den tydligare hos vissa individer.

Efter att veterinären har bedömt vilket ben som en rörelsestörning utgår ifrån, kan diagnostisk anestesi användas som ett hjälpmedel för att säkerställa att man valt rätt ben samt för bättre kunna lokalisera det anatomiska område som hältan utgår

ifrån (Baxter *et al.* 2020). Det finns flera olika sätt att utföra diagnostisk anestesi på, vanligtvis görs det med hjälp av ett lokalbedövningsmedel så som mepivacain eller lidocain. Den diagnostiska anestesin kan utföras på olika sätt; vanligen via lokal infiltration, perineural injektion eller intrartikulär injektion. Perineural injektion är vanligt förekommande och kallas trivialt för lokal nervblockering. En vanlig form av lokal nervblockering är så kallad abaxial sesamoid nervblockad då lokalbedövning deponeras subkutant i närheten av *nn. digitalis palmaris medialis et. lateralis* vilka kan palperas över kotsenbenens mediala och laterala sida. Detta bedövar bort stora delar av hoven, hovled, kronben, kronled, distala delarna av djupa/ytliga böjsenan, ligament runt strålbenet och de två delarna av *lig. anulare digiti* (x-plattan och tåbindan) (Baxter *et al.* 2020).

2.3 Objektiv rörelseanalys

Forskning har visat att veterinärers subjektiva hältbedömning har låg samstämmighet över vilket ben som hältan kommer från hos travande hästar med låggradig hälta (Keegan *et al.* 1998) och senare även vid fullständig hältutredning med longering och böjprov (Keegan *et al.* 2010). Den senare studien av Keegan *et al.* (2010) konkluderade att samstämmigheten mellan erfarna veterinärer var speciellt låg vid låggradig hälta och att samstämmigheten inte ökade av att använda longering eller böjprov som hjälpmedel. Samma fenomen, låg samstämmighet vid bedömning av vilket ben som är halt, har även setts vid bedömning av digitaliserade 3D hästar med varierande grad av asymmetrier (Starke & Oosterlinck 2019). Här fann man också svårigheter att korrekt identifiera symmetriska hästar som ohalter, framför allt vid utredning om bakbenshälta men man såg även detta vid frambenshälta.

Ytterligare studier har gjorts av Hammarberg *et al.* (2016) för att undersöka samstämmigheten mellan veterinärer vid longering. Författarna konkluderade att det var låg överensstämmelse mellan veterinärerna gällande bedömningen om vilket ben som var halt, framför allt mellan oerfarna veterinärer. Man har även sett att det finns ett mått av observatörsbias, dvs. påverkan på resultatet som beror på felkällor hos den som gör bedömningen, vid subjektiv bedömning av diagnostisk anestesi. Kännedom om att en häst är bedövd ökar risken för att förbättringar ses som inte finns, detta sker framför allt vid bedömningar av låggradiga hältor gjorda av oerfarna bedömare (Arkell *et al.* 2006).

I och med detta har man utvecklat objektiva mätmetoder för att komplettera den subjektiva bedömningen. Grovt kan man dela in objektiva mätmetoder i kinetiska och kinematiska metoder där kinetiska metoder utvärderar kraften som uppkommer av rörelse och kinematiska metoder analyserar olika kroppssegments rörelser i förhållande till varandra (Barrey 2008; Crecan & Pestean 2023).

Gold standard, metoden som i dagsläget är den mest precisa och pålitliga, är att mäta *ground reaction force* (markens motkraft) som uppstår under benets belastningsfas (Clayton & Hobbs 2019). Att analysera hästens rörelse genom att använda sig av tryckplattor har både hög sensitivitet och specificitet men är både tidskrävande och har en komplex datainsamlingsprocess (Crecan & Pestean 2023).

Gold standard inom kinematiska metoder anses vara *optical motion capture* (OMC), vilket innebär att man sätter reflektoriska markörer på olika anatomiska hållpunkter på hästen och rörelsen hos dessa fångas upp av höghastighetskameror som emitterar infrarött ljus. Därefter räknas olika symmetri-parametrar ut genom att relatera markörernas linjära och vinkelmässiga variabler mot varandra (Barrey 2008). I forskningsstudier har detta tidigare gjorts genom att hästen får springa på ett rullband, men på senare år har man börjat implementera detta system i den kliniska miljön (Hardeman *et al.* 2022) genom att exempelvis ha kameror som täcker en större volym där hästen kan springa rakt spår och på volt (Qualisys u.å.) beroende på utformningen av utrymmet. OMC har visat sig vara en användbar och säker komplettering till subjektiv rörelseanalys, speciellt i fall där veterinärer har visat sig ha låg samstämmighet kring vilken grad en hälsa har (Hardeman *et al.* 2021). OMC ger möjlighet att samla mycket information, men utrustningen är kostsam och systemen är inte portabla (Keegan 2007).

2.3.1 Inertial measurement units

Ett kinematiskt alternativ till OMC är *inertial measurement units* (IMU). Dessa sensorer placeras på olika anatomiska hållpunkter och kan därigenom utvinna data genom att sensorerna är utrustade med en tre-axlad accelerometer och ett gyroskop. IMUs mäter accelerationer under hästens rörelser och efter mätningen samlas data in från samtliga sensorer och processas via ett mjukvarusystem och presenteras därefter i form av olika symmetri-parametrar (Crecan & Pestean 2023).

Studier har gjorts där man jämför IMU med befintliga objektiva mätmetoder. Keegan *et al.* (2004) jämförde ett IMU baserat system (Lameness Locator) med en beprövad OMC metod. IMU sensorerna mätte huvudets och pelvis vertikala acceleration samt höger fram- respektive bakbens vinkelacceleration. Studien kom fram till att överensstämmelsen för att detektera hälta på framben var mycket hög utan signifikanta skillnader jämfört med OMC metoden. Keegan *et al.* (2011) har även validerat IMU sensorers interna tillförlitlighet då man sett att upprepade mätningar gjorda på hästar, både med och utan rörelseasymmetrier, som travar på rakt spår var mycket tillförlitliga. Validering har även gjorts specifikt på det IMU baserade systemet EquiMoves, där man jämförde metoden mot en etablerad OMC metod (Bosch *et al.* 2018). Systemen fick samla data från sju hästar samtidigt, och de uträknade symmetri-parametrarna kunde sedan jämföras. Man såg att systemen hade väl överensstämmelse med avseende på mankens och pelvis vertikala asymmetrier med mindre än 1 millimeters skillnad. Däremot var överensstämmel-

sen inte lika bra vid mätning av benens vinkelvariabler, speciellt adduktion och abduktion.

IMU sensorer har även jämförts med subjektiva mätmetoder. McCracken *et al.* (2012) jämförde i en experimentell studie hur snabbt ett IMU system bestående av totalt tre sensorer; två accelerations-sensorer placerade på huvud och pelvis samt en gyroskopsensor placerad på höger framben, kunde avgöra vilket ben en häst var halt på. Tre erfarna hältutredningsveterinärer bedömde hästarna samtidigt som försöken pågick, utan att veta vilket ben hästen var halt på. När de tre veterinärerna valde samma ben, oberoende av varandra, räknades det som positivt för den subjektiva bedömningen. McCracken *et al.* (2012) kom fram till att IMU sensorerna kunde identifiera hälta signifikant tidigare än de tre veterinärerna.

2.4 Rörelseasymmetrier

Användning av symmetri-parametrar vid hältutredning bygger på konceptet att hästens kropp rör sig symmetriskt i trav. I dessa gångarter rör sig hästens bäcken, manke och huvud symmetriskt upp och ner på den vertikala axeln, två gånger per stegcykel. Ohalta hästar uppvisar således ett rörelsemönster i en sinusoidal kurva på den vertikala axeln i skritt och trav (Buchner *et al.* 1996b). Symmetri-parametrar som ofta används för att detektera rörelseasymmetrier och hälta är skillnaden mellan huvudets, mankens och bäckenets högsta samt lägsta position i de två delarna av steget vilka benämns som maxdiff respektive mindiff. Huvudets lägsta position sker i mitten på benets belastningsfas och den högsta positionen sker i slutet av eller precis efter belastningsfasen (Buchner *et al.* 1996b). Bäckenets lägsta position sker mitt under belastningsfasen och den högsta positionen sker strax efter frånskjut (push-off) (Kramer *et al.* 2004). Min- respektive maxdiff uttrycks i millimeter, där 0 innebär total symmetri (ingen skillnad mellan stegen) och ett positivt värde indikerar en asymmetri som motsvarar en högersidig hälta och ett negativt värde indikerar en asymmetri som motsvarar en vänstersidig hälta. De skillnader som man sett med avseende på symmetri-parametrar hos hästar med inducerad hälta var signifikanta och kunde bäst ses i trav (Buchner *et al.* 1996b). Man har även sett att hältor i skritt uppvisar mer diffusa kompensatoriska mekanismer än i trav, och att dessa kompensationer ofta var svårare att mäta i skritt (Serra Bragança *et al.* 2021). Detta är bidragande anledningar till att trav är den föredragna gångarten att utvärdera hälta i.

Vid en hälta kommer hästen att ändra den naturliga stegsymmetrin för att avlasta det onda benet. Buchner *et al.* (1996b) utförde en experimentell studie där man jämförde olika symmetri-parametrar innan och efter hältinducering. Vid inducerad hälta kommer amplituden på oscillationen avseende huvudet, manken och bäckenet att minska under det halta benets belastningsfas och öka under belastningsfasen av det kontralaterala benet. Buchner *et al.* (1996b) visade att hästen kommer att hålla

huvudet högre vid isättning av det onda benet och på så vis omdistribuera koppens belastning för det halta benet. Detta innebär att hästen sänker huvudet mindre ("nickar mindre") vid isättning av det onda benet, vilket subjektivt upplevs som att hästen enbart nickar vid isättning av det friska benet (när hästen i själva verket nickar vid isättning av båda benen, men huvudet sänks mer för det friska jämfört med det onda benet).

Experimentella studier har också visat att de asymmetrier som syns i bäckenet hänger samman med att hästen får en minskad neråtgående rörelse vid det halta benets belastningsfas och likaså att den uppåtgående rörelsen blir mindre efter frånskjut av det halta benet (Kramer *et al.* 2004). Detta gör således att maxpeaken minskar och minpeaken ökar för det halta benet.

2.4.1 Kompensatoriska rörelseasymmetrier

Ett kompensatoriskt rörelsemönster definieras olika beroende på om man slår i engelsk eller svensk litteratur. I engelsk litteratur beskrivs kompensatoriska rörelsemönster oftast som en kompensatorisk hälta (Baxter *et al.* 2020) medan det i svensk litteratur samt nyare forskning på området (Persson-Sjödén *et al.* 2023) ofta refereras till som ett kompensatoriskt rörelsemönster eller rörelseasymmetri. Anledningen till detta är att hälta enligt den svenska definitionen ofta innebär en rörelsestörning som utgår från smärta, vilket inte är fallet vid kompensatoriska rörelsemönster. Kompensatoriska rörelsemönster uppstår i den andra delen av kroppen för att försöka avlasta det onda benet. Detta innebär att om vi reducerar den primära hälтан, exempelvis genom diagnostisk anestesi, reducerar vi även det kompensatoriska rörelsemönstret.

Kompensatoriska rörelsemönster beskrivs ofta som "law of sides", som innebär att en primär bakbenshälta ger upphov till ett kompensatoriskt rörelsemönster i det ipsilaterala frambenet och en primär frambenshälta ger upphov till ett kompensatoriskt rörelsemönster i det kontralaterala bakbenet. Det kan numera anses finnas god evidens för att en primär bakbenshälta ger upphov till ett kompensatoriskt rörelsemönster i det ipsilaterala frambenet, vilket visats av ett antal studier (Uhlir *et al.* 1997; Kelmer *et al.* 2005; Rhodin *et al.* 2023; Reed *et al.* 2020; Phutthachalee *et al.* 2020; Persson-Sjödén *et al.* 2023). Det verkar också generellt vara så att primär frambenshälta ger upphov till ett kompensatoriskt rörelsemönster i det kontralaterala bakbenet. Det finns flera studier som övervägande visat på denna typ av kompensation (Maliye *et al.* 2013; 2015; Phutthachalee *et al.* 2020; Reed *et al.* 2020; Marunova *et al.* 2022; Persson-Sjödén *et al.* 2023). Maliye *et al.* (2013; 2015) har i båda sina studier undersökt förändringar av symmetri-parametrar hos naturligt frambenshalta hästar mätta med ett IMU system (Lameness Locator). I båda studierna såg man en primär frambenshälta som förbättrades efter diagnostisk anestesi avseende huvudets min- respektive maxdiff (HDmin och HDmax) samt även huvudets totala asymmetri (HMA). Ihop med denna förbättring sågs även en

signifikant förbättring utav pelvis totala rörelseasymmetri (PMA) i det kontralaterala bakbenet. Maliye *et al.* (2015) påvisade förbättringar avseende pelvis maxdiff (PDmax) vilket indikerar att det kompensatoriska rörelsemönstret skulle efterlikna en push-off håltä (utgående från benets frånskjut). Persson-Sjödén *et al.* (2023) såg även i sin studie ett kompensatoriskt rörelsemönster i det kontralaterala bakbenet främst med avseende på PDmax. Även Reed *et al.* (2020) identifierade i sin retrospektiva studie av en stor population av naturligt halta hästar att den vanligaste kompensationen vid primär frambenshälsa var ett kontralateralt rörelsemönster i bakbenen avseende PDmax. Liknande resultat erhöles i en annan retrospektiv studie (Phutthachelee *et al.* 2020) där man även såg att för varje minskad mm i en vektorsumma av HDmin och HDmax erhöles en signifikant minskning av PDmax på 0,086 mm för hästar med primär frambenshälsa med kompensatorisk kontralateral push-off bakbenshälsa. Man såg även i denna studie att den vanligaste typen av primär frambenshälsa är en belastningshälsa som främst visar sig med avseende på HDmin.

Studier finns också som visat på primär frambenshälsa med ett ipsilateralt kompensatoriskt mönster i form av en ipsilateral PDmin. Detta har framför allt visats hos hästar med inducerad hälsa. Kelmer *et al.* (2005) gjorde en experimentell studie med hältinducerade hästar där man såg tecken på primär frambenshälsa med både kontralaterala och ipsilaterala kompensatoriska rörelsemönster. När man jämförde hästar med primär frambenshälsa såg man att det fanns en signifikant negativ korrelation mellan PDmax och huvudets asymmetri-parametrar och en positiv korrelation mellan PDmin och huvudets asymmetri-parametrar. Detta skulle innebära att en primär frambenshälsa kan ge upphov till en kompensation av frånskjutskaraktär i det kontralaterala bakbenet och en kompensation med isättningskaraktär i det ipsilaterala bakbenet. Liknande resultat har även fått av Rhodin *et al.* (2013) där man fann att en primär, inducerad frambenshälsa gav upphov till kompensationer i pelvis som kunde tolkas som antingen ipsilaterala eller kontralaterala beroende på om man jämför med PDmin (ipsilateral) eller PDmax (kontralateral). Detta är också i linje med vad Weishapt *et al.* (2006) fann i sin experimentella studie där man undersökte krafter genom inducerade hältor där hästarna sprang på rullband och kraften mättes med en tryckplatta. Studien kom fram till att kraften från det hältinducerade benet var reducerad, men att det också gav upphov till minskad kraft i det ipsilaterala bakbenet men även en liten ökning av kraft i det kontralaterala benet.

Senare forskning har även undersökt hur mankens rörelseasymmetri kan vara av värde för att avgöra om den primära hältan sitter i ett framben eller ett bakben. Detta har undersökts på experimentell nivå av Rhodin *et al.* (2018) och senare hos naturligt halta hästar i klinisk miljö (Persson-Sjödén *et al.* 2023). Dessa studier kom fram till att hos hästar som uppvisar klinisk frambenshälsa vid hältutredning går det att differentiera mellan primär frambenshälsa respektive kompensatoriskt rörelse-

mönster genom att studera mankens asymmetrier, som ofta är ipsilateral med huvudets asymmetri hos en sann frambenshälta och kontralateral vid en kompensatorisk frambenshälta. Forskning av Marunova *et al.* (2022) visade att en positiv diagnostisk anestesi på ett framben gav upphov till reducerad HDmin och HDmax, samt en signifikant förbättring med avseende på mankens parametrar i samma riktning, undantaget parametern WDmin (mankens mindiff) på mjukt underlag.

Forskning har även gjorts för att undersöka hur islandshästen skiljer sig mot andra raser med avseende på rörelseasymmetrier. I studien *Timing of Vertical Head, Withers and Pelvis Movements Relative to the Footfalls in Different Equine Gaits and Breeds* av Rhodin *et al.* (2022) kom man fram till att islandshästar har signifikant snävare vertikal range of motion (ROM), alltså mindre distans mellan maxpeak och minpeak, med avseende på huvud, manke och pelvis jämfört med andra hästar i trav. Detta innebär att de rör sig mindre upp och ner i trav jämfört med andra raser. Likaså såg man att islandshästar har högre stegfrekvens än andra raser, vilket stämmer överens med tidigare forskning (Waldern *et al.* 2015) som visat att tölten på så vis får en kortare stegduration jämfört med trav som utförs i samma hastighet. Här diskuterades även om islandshästens förmåga att röra sig i tölt och/eller pass, det vill säga mutation av DMRT3-genen, kan ge upphov till andra kompensatoriska mönster vid en hälta.

En nyligen publicerad studie av Smit *et al.* (2023) undersökte hur symmetriparametrar förändrades för inducerat frambenshalta islandshästar i skritt och trav (för hand och uppsuttet) och tölt (enbart uppsuttet). Islandshästarna i studien uppvisade i skritt och trav liknande asymmetrier i huvudets rörelse avseende HDmin och HDmax som hästar med tre gångarter, vilka ökade signifikant i skritt och trav (undantaget HDmax för skritt uppsuttet). En kompensatorisk PDmax däremot uppvisades enbart i trav uppsuttet och för hand, och alltså inte i skritt. I tölt såg man ingen förändring avseende HDmin, men en signifikant ökning för HDmax och PDmax. Även en ökning för WDmax sågs i tölt, men detta överensstämmer med vad som sågs i trav. Vidare visade studien att det totala rörelseomfånget (ROM) ökade vid en inducerad frambenshälta i skritt för huvud, manke och pelvis. För trav såg man i stället en ökning för enbart huvudets ROM, men en minskning för både mankens och pelvis omfång. I tölt såg man ingen förändring alls avseende ROM. En annan intressant observation var att en frambenshälta gav upphov till att den totala andelen ”sanna tölt”-steg (för förklaring, se avsnitt 2.1) minskade från 30,7 % till 20,1 %. Hästarna rörde sig alltså i mer ”oren” tölt efter att de blivit halta. Vidare såg man att islandshästarna uppvisade större förändringar i trav jämfört med skritt, vilket också setts hos hästar med tre gångarter (Buchner *et al.* 1996b) samt att HDmin och WDmin tenderar att följa varandra var det gäller vilken polaritet som asymmetrin antar. I studien av Smit *et al.* (2023) sågs även indikationer på att hästarna omfördelade belastningen till bakre delen av kroppen, då bäckenets asymmetrier ökade under ryttare. Vidare uppvisade de frambenshalta hästarna även

en tidigare isättning av det ohalta frambenet, kontra det halta, då hästarna framfördes i tölt. Detta tror författarna beror på att hästarna försöker omdistribuera belastningen från det halta frambenet, vilket skulle kunna underlättas av att ren tölt inte har någon svävningssfas.

2.4.2 Voltorsakade asymmetrier

Longering gör som nämnt i ett tidigare stycke även att hästar som rör sig symmetriskt på rakt spår blir asymmetriska. Dessa är så kallade voltorsakade asymmetrier och studier har gjorts för undersöka hur dessa asymmetrimönster yttrar sig och vilka förändringar som kan förväntas vid en hälta. Flera författare är överens om att longering skapar en naturlig asymmetri hos ohalta hästar som efterliknar en hälta på det bakben som är placerat som innerben i volten. Detta beror mest sannolikt på en minskad neråtgående rörelse i pelvis under det inre bakbenets belastningsfas vilket alltså avspeglas i pelvis mindiff, PDmin (Starke *et al.* 2012; Pfau *et al.* 2016; Rhodin *et al.* 2016; Greve *et al.* 2017). Det finns även studier som visat att det yttre bakbenet skulle få en minskad uppåtgående rörelse under belastningsfasen vilket alltså skulle ses med avseende på pelvis maxdiff (PDmax), detta har dock inte varit lika konsekvent bevisat (Pfau *et al.* 2016; Rhodin *et al.* 2016). Vid inducerad hälta har man tydligt sett att en bakbenshälta förstärks då det halta benet agerar innerben (Rhodin *et al.* 2013). Effekten blev tydlig eftersom den voltorsakade asymmetrin summerades med den hältorsakade. Likaså såg man att hältor på ytterbenet tenderar att maskeras av den naturliga voltorsakade asymmetrin som efterliknar en innerbenshälta, vilket innebär att en häst som uppvisar symmetri på volten i själva verket kan ha en ytterbenshälta.

Huvudets rörelsemönster under longering är mer svårtolkat. Studier finns som visat på att den voltorsakade asymmetrin orsakar en innerbenshälta med avseende på HDmin. Man har sett detta både på mjukt (Pfau *et al.* 2016) och hårt underlag (Starke *et al.* 2012) på hästar som uppfattas som ohalta av sina ägare. Det finns dock ett par studier som visar det motsatta; att den voltorsakade asymmetrin skulle ge upphov till en ytterbenshälta med avseende på HDmin (Rhodin *et al.* 2013; 2016). Rhodin *et al.* (2013) kom fram till att en inducerad frambenshälta förstärktes som ytterben i volten, vilket är i motsats till en senare studie av Pfau *et al.* (2016) där man sett att naturliga frambenshältor förstärkts av att agera innerben i volten. Båda dessa studier var avseende huvudets mindiff, HDmin.

Rhodin *et al.* (2013) har även undersökt kompensatoriska rörelsemönster vid longering. Vid en inducerad frambenshälta (med avseende på HDmax) såg man tecken på kompensatoriska rörelsemönster i det ipsilaterala bakbenet med avseende på PDmin, men man såg också tecken på ett kompensatoriskt kontralateralt rörelsemönster avseende PDmax. För ett hältinducerat bakben (avseende PDmin) såg man i stället tecken på enbart kompensatoriska ipsilaterala rörelsemönster, både vad det avsåg HDmin och HDmax. Värt att notera är dock att då en inducerad frambens-

hållta gav upphov till en kompensation i bäckenets rörelse, var de kompensatoriska rörelseasymmetrierna mycket mindre än den inducerade frambens-hålltan. Detta skiljer sig från det ipsilaterala mönstret vid en inducerad bakbenshållta då man sett att asymmetrierna är likartade avseende både huvudets och pelvis asymmetrier.

Lite är känt om voltorsakade asymmetrier kopplade till manken. En studie av Greve *et al.* (2017) såg indikationer på att skillnaden mellan mankens lägsta punkter i steget, WDmin, följer pelvis mindiff. Detta innebär alltså en asymmetri som är negativ i vänster varv och positiv i höger varv.

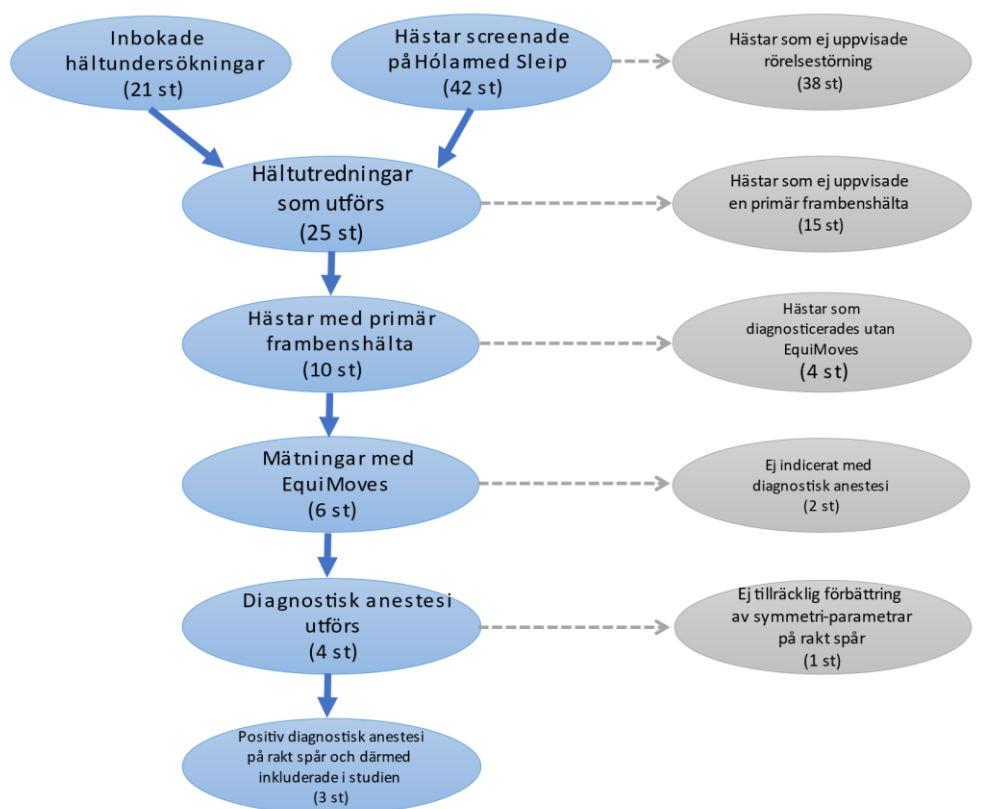
3. Material och metod

3.1 Urval

Insamlingen av data utfördes på Island i samband med att en veterinär med stor erfarenhet genomförde hältundersökningar av Islandshästar. Urvalsprocessen för att hitta kandidater till studien (illustrerad i figur 1) bestod av 21 inbokade hältutredningsfall till veterinären samt screening av skolhästar med misstänkt rörelsestörning på Högskolan i Hólar. Screening på Hólar utfördes genom filmning av hästen framifrån och bakifrån samt på volt i trav med mobilapplikationen Sleip. Anamnes om misstänkt hältproblematik, avvikelser vid allmän rörelsebedömning och/eller avvikelser vid Sleip filmning utgjorde grund för vidare undersökning.

Av 42 screenade hästar på Hólar var det fyra som uppvisade en tillräckligt stor rörelsestörning (bedömt av veterinär både genom videofilm och objektivt presenterad data) som undersöktes vidare med hältutredning.

Av totalt 25 utförda hältutredningar var det 15 hästar som uteslöts då de inte uppvisade en primär frambenshälta. Av de tio hästar som hade en primär frambenshälta var det fyra hästar som uppvisade problem som gick att diagnosticera utan att gå vidare med objektiva rörelsemätningar, i två fall stark misstanke om fång, i ett fall upptäcktes en hovböld och i ett fall fanns stark misstanke om senskada och man beslutade att i stället gå vidare direkt med bilddiagnostik (ultraljud). Återstående sex hästar bedömdes indicerat att mäta med EquiMoves. Fyra av dessa bedömdes ha en tillräckligt tydlig rörelseasymmetri vid mätning att det var indicerat att gå vidare med diagnostisk anestesi. Tre hästar bedömdes av veterinären ha en positiv diagnostisk anestesi på rakt spår rent subjektivt och om möjligt avseende HDmin (förbättring med över 50 %), och blev inkluderade i studien.



Figur 1. Urvalsprocess och exklusionsflöde.

3.1.1 Inkluderade hästar

Nedan följer en beskrivning av de hästar som inkluderades i studien.

- Häst 1 var ett 14-årigt sto som av djurägaren beskrevs ha oregelbundna gångarter men utan någon tydlig hälta. Vid undersökningen upptäcktes inga kliniska palpationsfynd men hästen var tydligt asymmetrisk vid hältundersökningen. Hästen hade svårt att trava på rakt spår under mätningarna, den vill enbart röra sig i skritt eller tölt innan diagnostisk anestesi. Efter bedövning kunde den röra sig i trav även på rakt spår. En abaxial diagnostisk anestesi utfördes på vänster framben, då det var detta ben som uppvisade asymmetri vid objektiv mätning, och den diagnostiska anestesin bedömdes positiv.
- Häst 2 var ett 13-årigt sto som av djurägaren upplevdes halt på höger framben. Vid klinisk undersökning hittades palpationsfynd över djupa böjsenan på höger framben samt en högersidig asymmetri vid objektiv mätning. En abaxial diagnostisk anestesi utfördes på höger framben som bedöms släcka kliniskt och objektivt.

- Häst 3 var en 7-årig hingst som uppvisade en svullnad över kronranden/hovleden på höger framben. Djurägaren uppgav att hästen även har haft episoder av hovsprickor i samma hov tidigare, samt att den har gått och betäckt ston under sommaren. Vid subjektiv rörelseanalys upplevdes hästen halt på höger framben. En abaxial diagnostisk anestesi utfördes på höger framben, som veterinären upplevde var positivt på rakt spår men att hältan såg ut att skifta åt vänster framben, framför allt vid longering. En abaxial diagnostisk anestesi utfördes även på vänster framben men denna bedömdes vara negativ.

3.2 Utförande

De tre hästar som medverkade i studien genomgick en översiktlig allmän klinisk undersökning innan rörelsemätning gjordes med EquiMoves. Samtliga mätningar genomfördes på mjukt underlag i ridhus.

EquiMoves gör mätningar genom nio IMU sensorer som placeras lateralt och strax proximalt om varje kota, högst på manken, korsets högsta punkt mellan båda sidornas *tuber sacrale*, över vardera *tuber coxae* samt högst på huvudet. Sensorerna hålls på plats med hjälp av speciella benskydd, en gjord över hästens manke och genom att tejpa sensorer med silvertejp högst på hästens grimma, över vardera *tuber coxae* samt mellan *tuber sacrale*.

Varje mätning började med att sensorerna kalibrerades samtidigt som en videoinspelning startades som var i gång under hela mätningen. Efter montering av alla IMU sensorer skrittades hästarna några steg för att vänja sig vid sensorerna. Därefter gjordes mätningar på rakt spår i trav om minst 30 meter fram och tillbaka en till två gånger. Sedan gjordes longering i trav i båda varven, minst en minuts mätning i vardera varvet.

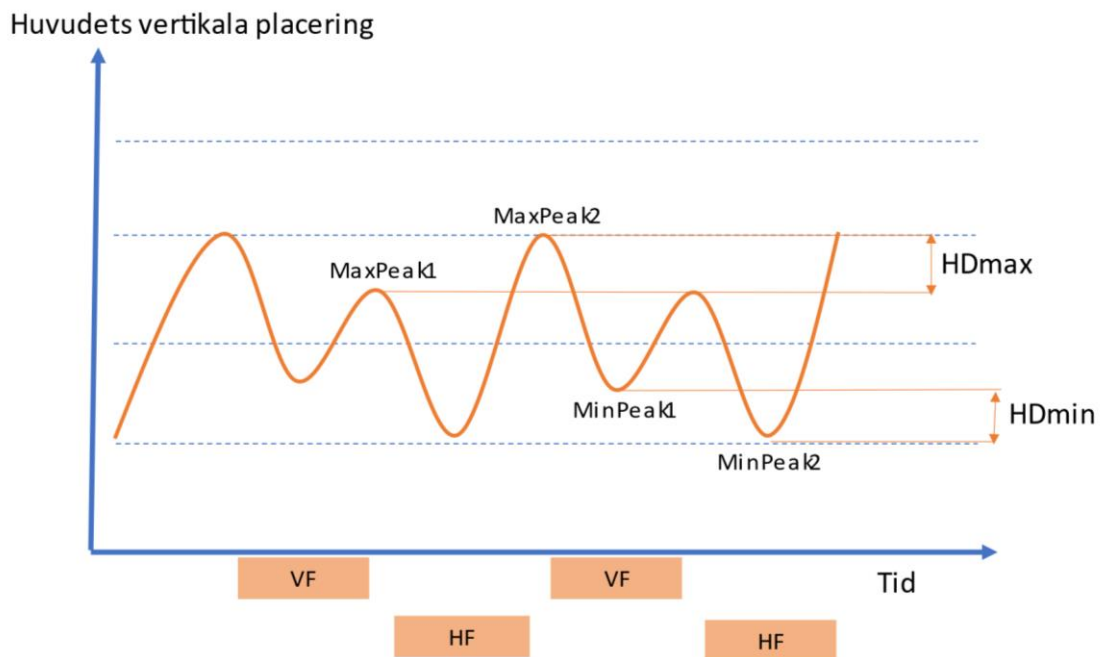
Sammantagen subjektiv och objektiv bedömning låg sedan till grund om den ansvariga veterinären valde att gå vidare med diagnostisk anestesi. Vilken anestesi som valdes utgjordes av noggrann klinisk undersökning sammantaget med rörelsebedömning.

Efter bedövning gjordes mätningarna om enligt beskrivningen ovan och i samma ordning som innan bedövningen. Bedövningen kontrollerades genom känseltest efter minst 5 minuter med hjälp av en penna, på distala delarna av benet och hästarna fick cirka en minut på sig att akklimatisera sig till bedövningen innan mätningarna började.

3.3 Analys och hantering av data

De nio IMU sensorerna tillhörande EquiMoves skickade registrerade data trådlöst en mottagare (gateway) där data tids-synkroniserades för att sedan överföras till en laptop där EquiMoves mjukvaruprogram analyserade data och räknade ut symmetri-parametrar. De olika parametrar som faller under tre rubriker, finns kort beskrivna nedan.

- **Steg timing:** Data som presenteras är hur lång tid varje steg tar (definieras som tiden mellan att en hov slår i marken till att samma hov slår i marken igen), hur lång tid varje belastnings- respektive pendelfas tar upp av steget och även hur många steg som totalt tas i varje mätt sekvens.
- **Benets vinklar:** Data som presenteras är protraktion, vinkeln med vilken benet förs fram, samt retraktion; vinkeln med vilket benet förs bakåt i steget. Även adduktion och abduktion presenteras, vilket beskriver benets vinkel inåt respektive utåt i steget.
- **Övre delen av kroppen:** Data presenteras i form av olika asymmetri-variabler så som skillnaden mellan huvudets, mankens och pelvis högsta samt lägsta position i de två delarna av steget vilka benämns som maxdiff respektive mindiff (se exempel i figur 2 nedan). Övriga symmetri-parametrar som presenteras är symmetri-index, hip-hike diff (skillnaden i total vertikal utbredning av *tuber coxae* totala vertikala utbredning) under både belastnings- och pendelfas i steget.



Figur 2. Exempel på kurva över huvudets vertikala rörelse, i detta fall asymmetri kopplat till vänster framben (exempelvis efter att ha fått in en vass sten i skon). Minpeak sker under mitten på benets belastningsfas och maxpeak sker i slutet av eller precis efter belastningsfasen. HDmax är skillnaden mellan huvudets maximala vertikala position och HDmin är skillnaden mellan huvudets minimala vertikala position i delarna av steget.

4. Resultat

Totalt inkluderades data från tre islandshästar; en med vänstersidig frambenshälta (häst 1) och två med högersidig frambenshälta (häst 2 och 3). Totala antalet steg som inkluderades i studien var 1181, varav 80 steg på rakt spår, 545 i höger voltvarv och 556 i vänster voltvarv. Medelantalet steg för varje spår var följande; 11,4 ($\pm 4,0$) steg på rakt, 68,1 ($\pm 29,9$) steg i höger varv och 69,5 ($\pm 35,1$) steg i vänster varv. Stegdurationens medelvärde var 0,53 ($\pm 0,20$) s på rakt spår och 0,58 ($\pm 0,21$) s i vardera av de båda voltvarven.

Nedan finns korta sammanfattningar för resultatet från samtliga symmetri-parametrar, följt av en tabell för varje häst där alla symmetri-parametrar innan och efter diagnostisk anestesi presenteras i mm, samt förändringar efter diagnostisk anestesi i mm och procent.

HDmin

Häst 1 uppvisar en initial vänstersidig asymmetri som tydligt minskar i båda varven efter diagnostisk anestesi, procentmässigt är förändringen likartad i de båda varven. Häst 2 uppvisar en initial högersidig asymmetri som tydligt minskar i båda varven, procentmässigt är förändringen likartad i de båda varven och även med rakt spår. Häst 3 uppvisar en initial högersidig asymmetri som tydligt minskar i båda varven. Minskningen är likartad i absolut storlek (mm) även om hästen uppvisar en ökning rent procentmässigt i höger voltvarv. En kvarstående negativ asymmetri ses i höger varv och en kvarstående positiv asymmetri ses i vänster varv.

För en häst (häst 1) förstärks håltan bäst innan diagnostisk anestesi då det halta frambenet agerar innerben, för häst 2 och 3 förstärks håltan bäst då det halta benet agerar ytterben.

HDmax

Samtliga hästar uppvisar ett initialt asymmetriskt värde med samma polaritet som för HDmin. Förändringen för HDmax följer förändringen som ses för HDmin, där samtliga hästar uppvisar en initial vänstersidig asymmetri (häst 1) eller högersidig asymmetri (häst 2 och 3) som får en positiv förändring i båda voltvarv för häst 1 och en negativ förändring i båda voltvarv för häst 2 och 3. Häst 3 uppvisar en liknande förändring avseende absolut värde (mm) och procentmässig förändring för HDmax som ses för HDmin; förändringen i mm är likartad med samma polaritet

men procentmässigt uppvisar hästen ett positivt värde för höger varv och ett negativt värde för vänster.

WDmin

För häst 1 följer förändringen för WDmin förändringen som ses för HDmin (och HDmax) i vänster voltvarv, i höger voltvarv går förändringen för WDmin i motsatt håll mot HDmin (och HDmax). Den initiala vänstersidiga asymmetrin är störst i vänster voltvarv avseende både HDmin och WDmin. Häst 2 uppvisar en förändring som följer HDmin (och HDmax) och blir mer negativ i båda voltvarven efter diagnostisk anestesi. Häst 3 uppvisar enbart små förändringar (+1,0 respektive +1,4 mm skillnad) efter diagnostisk anestesi.

WDmax

WDmax uppvisar en initial vänstersidig asymmetri som förändras positivt efter diagnostisk anestesi för häst 1 och en initial högersidig asymmetri som förändras negativt för häst 2. Förändringen för WDmax följer förändringen för HDmax (och HDmin) för både häst 1 och 2. Häst 3 uppvisar en förändring som går åt samma håll som HDmax och HDmin för ett voltvarv; vänster.

PDmin

PDmin följer förändringen som ses för HDmin för häst 1 och 2, förändringen är liten i samtliga varv. Enbart hos häst 2 i höger voltvarv ses en förändring som är mer än marginell efter diagnostisk anestesi. Denna förändring har motsatt riktning som HDmin.

PDmax

Förändringen som ses för PDmax är hos häst 1 och 2 tydlig enbart i ena varvet; vänster varv, och går i motsatt håll som förändringen för HDmin. Häst 3 uppvisar en förändring efter diagnostisk anestesi som i båda varv rör sig åt samma håll som för HDmin.

Tabell 1. Resultat för häst 1 som initialt uppvisade en hälta på vänster framben. Överst presenteras data från huvudets, mankens och bäckenets min- respektive maxdiff innan och efter diagnostisk anestesi på höger och vänster volt. Värdena uttrycks i mm (\pm standardavvikelser). Nederst presenteras absolut förändring i mm samt procentuell förändring för samtliga symmetri-parametrar efter diagnostisk anestesi. Δ mm anges som positivt då förändringen går åt höger och som negativ då förändringen går åt vänster. Negativa procenttal indikerar förbättring och positiva procenttal indikerar försämring. Förändringar för rakt spår saknas för häst 1, beskrivet i avsnitt 3.1.

	HDmin (\pm SD)	HDmax (\pm SD)	WDmin (\pm SD)	WDmax (\pm SD)	PDmin (\pm SD)	PDmax (\pm SD)
Volt höger						
innan	-10,4 (\pm 12,7)	-31,2 (\pm 31,8)	+13,6 (\pm 12,8)	-11,5 (\pm 10,9)	+7,0 (\pm 8,7)	-2,8 (\pm 7,7)
efter	-0,1 (\pm 15,7)	-6,1 (\pm 22,6)	+6,4 (\pm 13)	-0,3 (\pm 4,8)	+10,5 (\pm 7)	+0,9 (\pm 5,1)
Volt vänster						
innan	-45,3 (\pm 13,4)	-11,4 (\pm 22,1)	-33,7 (\pm 13,4)	-8,5 (\pm 6,9)	-12,6 (\pm 13)	+14,9 (\pm 8,5)
efter	+10,5 (\pm 23)	26,5 (\pm 22,7)	-3,4 (\pm 7)	+8,5 (\pm 4,2)	-10,6 (\pm 7)	-1,9 (\pm 6,2)
Rakt						
Δ %	Data saknas	Data saknas	Data saknas	Data saknas	Data saknas	Data saknas
Volt höger						
Δ mm	+10,3	+25,1	-7,2	+11,2	+3,5	+3,7
Δ %	-99,0%	-80,4%	-52,9%	-97,4%	+50,0%	-132,1%
Volt vänster						
Δ mm	+55,8	+37,9	+30,3	+17,0	+2,0	-16,8
Δ %	-123,2%	-332,5%	-89,9%	-200,0%	-15,9%	-112,8%

Tabell 2. Resultat för häst 2 som initialt uppvisade en hälta på höger framben. Överst presenteras data från huvudets, mankens och bäckenets min- respektive maxdiff innan och efter diagnostisk anestesi på höger och vänster volt. Värdena uttrycks i mm (\pm standardavvikelser). Nederst presenteras absolut förändring i mm samt procentuell förändring för samtliga symmetri-parametrar efter diagnostisk anestesi. Δ mm anges som positivt då förändringen går åt höger och som negativ då förändringen går åt vänster. Negativa procenttal indikerar förbättring och positiva procenttal indikerar försämring.

	HDmin (\pm SD)	HDmax (\pm SD)	WDmin (\pm SD)	WDmax (\pm SD)	PDmin (\pm SD)	PDmax (\pm SD)
Volt höger						
innan	+41,4 (\pm 10,8)	+9,4 (\pm 14,6)	+16,8 (\pm 4,1)	-4,1 (\pm 5,4)	+1,1 (\pm 4,3)	-2,7 (\pm 4,3)
efter	+5,7 (\pm 10,2)	-16,5 (\pm 10,9)	+9,7 (\pm 4,0)	-14,5 (\pm 4,3)	+6,5 (\pm 4,5)	-4,9 (\pm 5,4)
Volt vänster						
innan	+45,0 (\pm 16,0)	+26,3 (\pm 22,2)	+1,7 (\pm 3,9)	+6,3 (\pm 5,0)	-11,2 (\pm 9,8)	+12,5 (\pm 6,1)
efter	+8,8 (\pm 14,7)	+0,9 (\pm 13,9)	-8,9 (\pm 4,9)	+0,9 (\pm 5,5)	-10,1 (\pm 16,6)	+17,6 (\pm 6,9)

	HDmin	HDmax	WDmin	WDmax	PDmin	PDmax
Rakt						
Δ %	-88,6%	-115,0%	-77,0%	-853,8%	+700,0%	-380,0%
Volt höger						
Δ mm	-35,7	-25,9	-7,1	-10,4	+5,4	-2,2
Δ %	-86,2%	-275,5%	-42,3%	+253,7%	+490,9%	+81,5%
Volt vänster						
Δ mm	-36,2	-25,4	-10,6	-5,4	+1,1	+5,1
Δ %	-80,4%	-96,6%	-623,5%	-85,7%	-9,8%	+40,8%

Tabell 3. Resultat för häst 3 som initialt uppvisade en hälta på höger framben. Överst presenteras data från huvudets, mankens och bäckenets min- respektive maxdiff innan och efter diagnostisk anestesi på höger och vänster volt. Värdena uttrycks i mm (\pm standardavvikelser). Nederst presenteras absolut förändring i mm samt procentuell förändring för samtliga symmetri-parametrar efter diagnostisk anestesi. Δ mm anges som positivt då förändringen går åt höger och som negativ då förändringen går åt vänster. Negativa procenttal indikerar förbättring och positiva procenttal indikerar försämring.

	HDmin (\pm SD)	HDmax (\pm SD)	WDmin (\pm SD)	WDmax (\pm SD)	PDmin (\pm SD)	PDmax (\pm SD)
Volt höger						
innan	-3,8 (\pm 16,1)	-20,8 (\pm 22,1)	+4,8 (\pm 9,0)	-19,7 (\pm 13,3)	+25,9 (\pm 10,3)	-0,9 (\pm 6,9)
efter	-17,7 (\pm 19,8)	-39,8 (\pm 29,8)	+5,8 (\pm 6,9)	-18,4 (\pm 11,6)	+21,7 (\pm 7,3)	-7,9 (\pm 6,5)
Volt vänster						
innan	+35,6 (\pm 12,2)	+21,1 (\pm 13,8)	+0,7 (\pm 5,6)	+13,3 (\pm 7,5)	-22,3 (\pm 8,2)	+19,9 (\pm 5,6)
efter	+18,9 (\pm 18,9)	+12,7 (\pm 13,2)	+2,1 (\pm 6,5)	+6,8 (\pm 6,2)	-22,7 (\pm 17,1)	+14,0 (\pm 5,8)

	HDmin	HDmax	WDmin	WDmax	PDmin	PDmax
Rakt						
$\Delta\%$	-74,0%	+800,0%	-32,4%	-476,5%	+75,0%	-70,2%
Volt höger						
Δ mm	-13,9	-19,0	+1,0	+1,3	-4,2	-7,0
$\Delta\%$	+365,8%	+91,3%	+20,8%	-6,6%	-16,2%	+777,8%
Volt vänster						
Δ mm	-16,7	-8,4	+1,4	-6,5	-0,4	-5,9
$\Delta\%$	-46,9%	-39,8%	+200,0%	-48,9%	+1,8%	-29,6%

5. Diskussion

Syftet med studien var att utreda hur islandshästens rörelsemönster i trav påverkas av en frambenshälta då hästen rör sig på en volt. I den aktuella studien sågs påverkan på symmetri-parametrarna, som kunde konstateras vara orsakade av frambensheltan, då det fanns en tydlig förändring efter diagnostisk anestesi.

5.1 Ändringar av symmetri-parametrar vid longering

Avseende HDmin ser vi en förbättring hos samtliga hästar i båda varv. Förbättringen är tydlig för den absoluta förändringen i millimeter och hästarna uppvisar tydliga initiala asymmetrier som för en vänstersidig asymmetri får ett mer positivt värde efter diagnostisk anestesi och som för en högersidig asymmetri får ett mer negativt värde efter diagnostisk anestesi. Detta är inte helt oväntat då det var ett av inklusionskriterierna att hästarna skulle förbättras på rakt spår avseende huvudets parametrar (främst HDmin).

En häst (häst 3, höger voltvarv) uppvisar ett initialt värde för HDmin som är negativt (-3,8), trots en högersidig frambenshälta, som sedan får en ännu högre vänstersidig asymmetri (-17,7). Rent procentmässigt blir detta således en positiv förändring (en ”försämring” av en asymmetri). Den faktiska skillnaden i mm är dock likartad i de båda voltvarven; -13,9 respektive -16,7 mm, vilket innebär att den faktiska förändringen ändå är lika avseende HDmin för denna häst i båda varven och tolkas som en tydlig förbättring av en högersidig hälta eftersom asymmetrin blir mer negativ i båda varven (går mer åt en vänstersidig asymmetri).

Två av tre hästar uppvisade en initial asymmetri som förstärktes på volten av att det halta benet agerade ytterben innan diagnostisk anestesi (Häst 2 och 3) och en häst uppvisade en asymmetri som förstärktes då det halta benet agerade innerben (Häst 1). Tidigare forskning har inte heller varit överens om hur huvudets symmetri-parametrar påverkas vid longering och hur en frambenshälta förvärras på volten. Starke *et al.* (2012) såg i sin studie att hästar som uppfattas som ohalta uppvisade tecken på asymmetrier kopplade till innerbenet, vilket även Pfau *et al.* såg i sin studie. Detta är i motsats till forskning av Rhodin *et al.* (2013; 2016). Ena studien (Rhodin *et al.* 2013) undersökte voltorsakade asymmetrier hos hästar med inducerad hälta och kom fram till att heltan förstärktes då det halta benet agerade ytterben i volten. Rhodin *et al.* (2016) undersökte hästar som uppfattas som ohalta

och såg att dessa hästar oftare uppvisade voltorsakade asymmetrier som går att tolka som en asymmetri kopplat till ytterbenet avseende HDmin. Efter bedövning uppvisar samtliga hästar i den aktuella studien kvarstående asymmetrier, förutom ett värde (höger volt hos häst 2), som indikerar asymmetrier kopplade till frambenets ytterben vilket skulle kunna vara en del av den naturliga voltasymmetrin. Resultatet i den aktuella studien såg även i flera fall att HDmin-förändringen i procent tenderar att följa varandra på rakt spår och de två voltspåren rent storleksmässigt (exempelvis förändras häst 2 med -88,6 %, -86,2 % respektive -80,4 %).

HDmax förbättras för samtliga hästar i båda varv, och förändringen följer HDmin vad det gäller åt vilket håll asymmetrin rör sig efter diagnostisk anestesi. Liknande det som sågs för häst 3 i höger voltvarv avseende HDmin, ses även för samma häst och varv för HDmax. Hästen uppvisar en initial vänstersidig asymmetri (-20,8) som blir mer negativt efter bedövning (-39,8) och återigen blir den procentmässiga förändringen positiv ("försämrad") även om den faktiska förändringen räknas som en förbättring då den initiala högersidiga hältan rör sig vänster efter diagnostisk anestesi. För häst 3 valde man att gå vidare med diagnostisk anestesi även på vänster framben då HDmin och HDmax fortfarande uppvisade en betydande vänstersidig asymmetri på rakt spår efter diagnostisk anestesi. En släckning av hältan uteblev dock efter denna bedövning varför dessa resultat ej har presenterats i studien. Samtliga hästar uppvisar även en kvarstående negativ asymmetri i höger voltvarv och en kvarstående positiv asymmetri i vänster voltvarv avseende HDmax. Även om dessa värden inte är likartade i storlek i de båda varven, som hos HDmin, och att visa av HDmax värdena uppvisar hög SD, är det en intressant observation då detta stämmer överens med forskning från Starke *et al.* (2012) som också såg tendenser till att HDmax skulle ha ombytt polaritet i de olika varven. Detta är i motsats till forskning av Rhodin *et al.* (2013; 2016) där man i stället såg tecken på positiva HDmax värden i höger varv och vice versa.

För mankens första symmetri-parameter, WDmin, ses en förändring hos häst 1 som följer HDmin och HDmax för vänster voltvarv och som går i motsatt riktning i höger voltvarv. Hos häst 2 uppvisar följer WDmin HDmin och HDmax i båda voltvarv, vilket stämmer med tidigare forskning som visat att WDmin indikerar hälta på samma ben som HDmin vid en frambenshälta (Buchner *et al.* 1996b; Rhodin *et al.* 2018; Persson-Sjödén *et al.* 2023). Hos dessa hästar förändras alltså både huvudets och mankens rörelser när hältan släcks, vilket indikerar att hältan också syns hos båda rörelse-parametrar innan den diagnostiska anestesin. Efter bedövningen ser vi tecken hos både häst 1 och 2 på en återställd naturlig voltasymmetri med positiva värden i höger voltvarv och negativa värden i vänster voltvarv vilket stämmer med tidigare forskning (Starke *et al.* 2012; Greve *et al.* 2017). Värdena är likartade i de båda varven hos samma häst (+6,4 och -3,4 respektive +9,7 och -8,9). Hos häst 3 ses en försämring av WDmin i båda voltvarv, dock är den faktiska skillnaden på +1,0 respektive +1,4 mm vilket i praktiken är en

obetydande liten skillnad. Flera värden innan och efter bedövning har dessutom en hög standardavvikelse (SD) vilket bidrar till att resultat från häst 3 bör tolkas med viss försiktighet avseende WDmin.

Mankens andra symmetri-parameter, WDmax, uppvisar en förändring som för häst 1 följer HDmin och HDmax, alltså en initial vänstersidig asymmetri som förändras positivt efter diagnostisk anestesi. Detta sker även hos häst 2 som uppvisar en initial högersidig asymmetri för förändras negativt efter diagnostisk anestesi. Häst 3 däremot, har ett WDmax värde som följer HDmin och HDmax i vänster voltvarv, men som går åt motsatt håll i höger varv. I höger varv är dock förändringen enbart +1,3 mm vilket kan anses obetydande, tillskillnad från förändringen i vänster varv (-6,5). Samtliga WDmax efter bedövning har uppvisat ett värde med motstående polaritet som voltvarvet; det vill säga i höger voltvarv ses en kvarstående vänstersidig asymmetri och i vänster voltvarv ses en kvarstående högersidig asymmetri. Denna kvarstående asymmetri är dock inte likartad i de båda varven varför det är något svårare att utreda om detta skulle vara en voltorsakad asymmetri. Den forskning som finns (Starke *et al.* 2012; Greve *et al.* 2017) instämmer dock i detta; att mankens maxdiff skulle följa ytterbenet i volten och skulle alltså ha en kvarstående vänstersidig asymmetri i höger varv och vice versa.

PDmin uppvisar en kvarstående asymmetri i samtliga fall, positiva värden kvarstår i höger voltvarv och negativa värden kvarstår i vänster voltvarv. Värdena är likartade i de båda varven hos samma häst (+10,5 och -10,6, +6,5 och -10,1, +21,7 och -22,7) vilket tolkas som en kvarstående voltorsakad asymmetri som efterliknar ett innerbens bakbenschälta, vilket stämmer med tidigare forskning (Starke *et al.* 2012; Pfau *et al.* 2016; Rhodin *et al.* 2016; Grevé *et al.* 2017). I den aktuella studien finns inga tydliga trender vad det gäller hur PDmin rör sig i förhållande till hur HDmin och HDmax rör sig. Förändringar som ses är generellt små, samt endast hos häst 2 i höger voltvarv, där förändringen är av en möjlig betydande storlek. Denna förändring går åt motsatt håll som HDmin och HDmax och skulle på så vis innebära en möjlig kontralateral kompensatorisk asymmetri för bakbenet avseende PDmin, detta går dock emot tidigare forskning (Rhodin *et al.* 2013). I den aktuella studien ses ej tydliga tecken på att det förekommer en compensation vid en frambenschälta på volten avseende PDmin.

PDmax uppvisar hos både häst 2 och 3 en kvarstående negativ asymmetri i höger voltvarv och en kvarstående positiv asymmetri i vänster voltvarv vilket överensstämmer med vad man tidigare sett på volten hos ohalta hästar (Pfau *et al.* 2016; Rhodin *et al.* 2016). Både häst 2 och 3 uppvisar dessutom en kvarstående högersidig bakbensasymmetri på det raka spåret som kan innebära antingen en naturlig asymmetri eller en ytterligare hälta som tidigare maskerats. Detta skulle kunna innebära att värdena som kvarstår efter bedövning (-4,9 och +17,6 respektive -7,9 och +14,0) egentligen borde var mer lika i storlek om hästen var ohalt. Häst 1 uppvisar en initial högersidig bakbensasymmetri i vänster varv och vice versa i

höger varv, som där emot byter polaritet efter bedövningen. Det rör sig dock om små värden, $+0,9 (\pm 5,1)$ och $-1,9 (\pm 6,2)$, vilket gör att observationen inte är av oklar biologisk relevans. Förändringen som sker på volten för PDmax efter diagnostisk anestesi är tvetydiga. För häst 1 och 2 ses en förändring enbart tydligt i ena varvet; vänster voltspår, som rör sig åt motsatt håll som för HDmin och HDmax. För häst 3 ses en tydlig förändring i båda varven som rör sig i samma håll som HDmin och HDmax. Det sistnämnda är inte helt förenligt med den begränsade forskning som finns inom området (Rhodin *et al.* 2013) som visar att hästar med inducerad frambenshälta uppvisar ett kompensatoriskt rörelsemönster avseende PDmax som är kontralateralt på volten. Där stämmer resultaten hos häst 1 och 2 bättre in men bara i det ena varvet.

De förändringar och tecken på en återställd voltasymmetri som syns hos dessa tre hästar indikerar inte, i denna studie, att islandshästar uppvisar andra voltorsakade asymmetrier efter en återställd hälta än hästar med tre gångarter. Det finns dock tecken på att islandshästar kan uppvisa andra kompensatoriska mönster vid frambenshälta jämfört med hästar med tre gångarter i trav vid longering. De tecken på kompensatoriska rörelsemönster som sågs för bakbenen var inte lika tydliga som de man sett på studier på hästar med tre gångarter, och förändringarna efter en positiv diagnostisk anestesi var inte heller så tydliga som man sett i andra studier.

5.2 Felkällor

Det är svårt att dra större slutsatser av resultaten från studien. Dels är underlaget mycket begränsat, endast tre hästar är analyserade. Det finns risk för att resultaten övertolkas om exempelvis hästarna uppvisar kompensationer som resten av populationer inte har. Resultaten är således svåra att extrapolera utanför studien.

Hos minst en häst har man haft misstanke om bilateral frambenshälta, vilket återspeglar sig i flera avvikande värden hos den hästen. Dock så undersöker vi förändringen efter diagnostisk anestesi, vilket gör att detta spelar mindre roll för resultatet.

En häst saknar mätningar från rakt spår, vilket berodde på att hästen enbart ville röra sig i skritt och tölt innan bedövningen. Efter diagnostisk anestesi var den villig att trava på rakt spår vilket skulle kunna vara av betydelse. Islandshästen, med sin mutation i genen DMRT3 (Jäderkvist *et al.* 2015) skiljer sig från andra hästar vilket föranlett diskussioner om, och i vilket omfattning, islandshästen uppvisar andra kompensatoriska mönster vid en hälta (Rhodin *et al.* 2022; Smit *et al.* 2023). Det skulle kunna vara en förklaring till att hästen var ovillig att trava samtidigt som hältan var närvarande. I denna studie sågs dock inga säkra, entydiga tecken på att islandshästar kompenserar en frambenshälta på annat vis i trav.

Antalet steg i varje sekvens på rakt spår varierar mellan 10-15 steg med ett medelvärde på 11,4 steg vilket gör att varje steg får stor inverkan på resultaten.

Eventuella felsteg så som exempelvis snubblingar, oavsiktliga huvudrörelser, töltsteg med mera kan på så vis göra stor påverkan på resultatet av en mätning.

I en uppföljande studie hade det varit av intresse att öka antalet inkluderade hästar för att på så vis få säkrare resultat som lättare går att extrapolera utanför studien. Det vore även av intresse att inkludera resultat från det raka spåret för att kunna jämföra faktiska värden innan och efter och inte enbart förändringar i procentsats. I en uppföljande studie hade det även varit av intresse att standardisera utförandet så att man fick med fler steg, främst på det raka spåret, så att eventuella störningar inte kunde slå igenom lika stort.

5.3 Konklusion

Den aktuella studien kom fram till att islandshästar med en naturlig frambenshälta uppvisar asymmetrier på volten som för många symmetri-parametrar förbättras efter att en positiv diagnostisk anestesi på rakt spår har utförts. Speciellt syns detta på HDmin där förbättringarna på voltspåren ofta följer det raka spårets förbättring i procent. Hos flera symmetri-parametrar fanns även en kvarstående asymmetri efter bedövning som var likartade med olika polaritet i de båda varven, där det skulle kunna antas vara en naturlig voltasymmetri som kvarstår. Exempelvis sågs tecken på detta för WDmin och PDmin, som i samtliga fall har kvarstående högersidiga asymmetrier i höger varv och vänstersidiga asymmetrier i vänster varv som i de flesta fall är väldigt likartade i storlek. Tecken på kvarstående asymmetri finns även för samtliga maxdiffar (HDmax, WDmax, PDmax); en vänstersidig kvarstående asymmetri i höger varv och en högersidig kvarstående asymmetri i vänster varv, även om dessa värden däremot inte var likartade i varven. Det är dock mycket svårt att dra några säkra slutsatser från en studie med så litet underlag och med många felkällor (se avsnitt 5.2).

En intressant observation i denna studie var att det inte var några tydliga tecken på kompensationer i bakbenens rörelser vid longering av frambenshalta islandshästar. De tecken på kompensationer som sågs var antingen små i storlek, eller var åt motsatta håll vilket driver tesen om att islandshästar skulle kunna uppvisa andra kompensationer vid frambenshälta på volten framåt. Hypotesen om att islandshästen uppvisar andra kompensationer vid en frambenshälta på volten än hästar med tre gångarter kan därför inte uteslutas.

Referenser

- Adams, S. (2022). Overview of lameness in horses - Musculoskeletal system. I: *MSD Veterinary Manual*. Merck & Co. <https://www.msduvetmanual.com/musculoskeletal-system/lameness-in-horses/overview-of-lameness-in-horses> [2023-09-19]
- Andersson, L.S., Larhammar, M., Memic, F., Wootz, H., Schwochow, D., Rubin, C.-J., Patra, K., Arnason, T., Wellbring, L., Hjälm, G., Imsland, F., Petersen, J.L., McCue, M.E., Mickelson, J.R., Cothran, G., Ahituv, N., Roepstorff, L., Mikko, S., Vallstedt, A., Lindgren, G., Andersson, L. & Kullander, K. (2012). Mutations in DMRT3 affect locomotion in horses and spinal circuit function in mice. *Nature*, 488 (7413), 642–646. <https://doi.org/10.1038/nature11399>
- Arkell, M., Archer, R.M., Guitian, F.J. & May, S.A. (2006). Evidence of bias affecting the interpretation of the results of local anaesthetic nerve blocks when assessing lameness in horses. *Veterinary Record*, 159 (11), 346–348. <https://doi.org/10.1136/vr.159.11.346>
- Barrey, E. (2008). Chapter 2.5 - Biomechanics of locomotion in the athletic horse. I: Hinchcliff, K.W., Geor, R.J., & Kaneps, A.J. (red.) *Equine Exercise Physiology*. Edinburgh: W.B. Saunders. 143–168. <https://doi.org/10.1016/B978-070202857-1.50009-3>
- Baxter, G.M., Stashak, T.S. & Keegan, K.G. (2020). Examination for Lameness. I: Baxter, G.M. (red.) *Adams and Stashak's Lameness in Horses*. John Wiley & Sons, Ltd. 67–188. <https://doi.org/10.1002/9781119276715.ch2>
- Biknevicius, A.R., Mullineaux, D.R. & Clayton, H.M. (2004). Ground reaction forces and limb function in tölting Icelandic horses. *Equine Veterinary Journal*, 36 (8), 743–747. <https://doi.org/10.2746/0425164044848190>
- Bosch, S., Serra Bragança, F., Marin-Perianu, M., Marin-Perianu, R., Van der Zwaag, B.J., Voskamp, J., Back, W., Van Weeren, R. & Havinga, P. (2018). EquiMoves: A wireless networked inertial measurement system for objective examination of horse gait. *Sensors*, 18 (3), 850. <https://doi.org/10.3390/s18030850>
- Buchner, H.H., Savelberg, H.H., Schamhardt, H.C. & Barneveld, A. (1996a). Limb movement adaptations in horses with experimentally induced fore- or hindlimb lameness. *Equine Veterinary Journal*, 28 (1), 63–70. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1996.tb01591.x>
- Buchner, H.H.F., Savelberg, H.H.C. m., Schamhardt, H.C. & Barneveld, A. (1996b). Head and trunk movement adaptations in horses with experimentally induced fore- or

hindlimb lameness. *Equine Veterinary Journal*, 28 (1), 71–76.
<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1996.tb01592.x>

- Carpenter, R., Johnston, K., Nickels, F.A., Goodman, N.L., Overly, L.R., Dabareiner, R.M., Maher, O., Holbrook, T.C., Johnson, S.A., Frisbie, D.D., Wilson, D.A., Keegan, K.G. & Hawkins, J.F. (2020). Occupational-related lameness conditions. I: Baxter, G.M. (red.) *Adams and Stashak's Lameness in Horses*. John Wiley & Sons, Ltd. 949–1031. <https://doi.org/10.1002/9781119276715.ch9>
- Chateau, H., Camus, M., Holden-Douilly, L., Falala, S., Ravary, B., Vergari, C., Lepley, J., Denoix, J.-M., Pourcelot, P. & Crevier-Denoix, N. (2013). Kinetics of the forelimb in horses circling on different ground surfaces at the trot. *The Veterinary Journal*, 198, e20–e26. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.09.028>
- Clayton, H.M. & Hobbs, S.J. (2019). Ground reaction forces: The sine qua non of legged locomotion. *Journal of Equine Veterinary Science*, 76, 25–35.
<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2019.02.022>
- Clayton, H.M. & Sha, D.H. (2006). Head and body centre of mass movement in horses trotting on a circular path. *Equine Veterinary Journal*, 38 (36), 462–467.
<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2006.tb05588.x>
- Crecan, C.M. & Pestean, C.P. (2023). Inertial sensor technologies-their role in equine gait analysis, a review. *Sensors*, 23 (14), 6301. <https://doi.org/10.3390/s23146301>
- Drevemo, S., Dalin, G., Fredricson, I. & Hjerten, G. (1980). Equine locomotion: 1. The analysis of linear and temporal stride characteristics of trotting Standardbreds. *Equine Veterinary Journal*, 12 (2), 41–94. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1980.tb02310.x>
- 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.
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2017.01.003>
- Hammarberg, M., Egenvall, A., Pfau, T. & Rhodin, M. (2016). Rater agreement of visual lameness assessment in horses during lungeing. *Equine Veterinary Journal*, 48 (1), 78–82. <https://doi.org/10.1111/evj.12385>
- Hedenström, U.O. & Wattle, O.S. (2014). Significance of ossified ungular cartilages regarding the performance of cold-blooded trotters. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 56 (1), 74. <https://doi.org/10.1186/s13028-014-0074-y>
- Hardeman, A.M., Egenvall, A., Serra Bragança, F.M., Swagemakers, J.-H., Koene, M.H.W., Roepstorff, L., van Weeren, R. & Byström, A. (2021). Visual lameness assessment in comparison to quantitative gait analysis data in horses. *Equine Veterinary Journal*, 54 (6), 1076–1085. <https://doi.org/10.1111/evj.13545>
- Hardeman, A.M., Egenvall, A., Serra Bragança, F.M., Koene, M.H.W., Swagemakers, J., Roepstorff, L., Van Weeren, R. & Byström, A. (2022). Movement asymmetries in horses presented for prepurchase or lameness examination. *Equine Veterinary Journal*, 54 (2), 334–346. <https://doi.org/10.1111/evj.13453>
- Hildebrand, M. (1965). Symmetrical gaits of horses. *Science*, 150 (3697), 701–708

- Hildebrand, M. (1989). the quadrupedal gaits of vertebrates. *BioScience*, 39 (11), 766–775. <https://doi.org/10.2307/1311182>
- Jordbruksverket. (2017). *Hästar och anläggningar med häst 2016*. (JO 24 SM 1701). <https://jordbruksverket.se/download/18.167c46821744e70eca2a43ab/1599228066810/JO24SM1701.pdf> [2023-10-25]
- Jäderkvist, K., Holm, N., Imsland, F., Árnason, T., Andersson, L., Andersson, L.S. & Lindgren, G. (2015). The importance of the DMRT3 ‘Gait keeper’ mutation on riding traits and gaits in Standardbred and Icelandic horses. *Livestock Science*, 176, 33–39. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.03.025>
- Keegan, K.G. (2007). Evidence-based lameness detection and quantification. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 23 (2), 403–423. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2007.04.008>
- Keegan, K.G., Dent, E.V., Wilson, D.A., Janicek, J., Kramer, J., Lacarrubba, A., Walsh, D.M., Cassells, M.W., Esther, T.M., Schiltz, P., Frees, K.E., Wilhite, C.L., Clark, J.M., Pollitt, C.C., Shaw, R. & Norris, T. (2010). Repeatability of subjective evaluation of lameness in horses. *Equine Veterinary Journal*, 42 (2), 92–97. <https://doi.org/10.2746/042516409X479568>
- Keegan, K.G., Kramer, J., Yonezawa, Y., Maki, H., Pai, P.F., Dent, E.V., Kellerman, T.E., Wilson, D.A. & Reed, S.K. (2011). Assessment of repeatability of a wireless, inertial sensor-based lameness evaluation system for horses. *American Journal of Veterinary Research*, 72 (9), 1156–1163. <https://doi.org/10.2460/ajvr.72.9.1156>
- Keegan, K.G., Wilson, D.A., Wilson, D.J., Smith, B., Gaughan, E.M., Pleasant, R.S., Lillich, J.D., Kramer, J., Howard, R.D., Bacon-Miller, C., Davis, E.G., May, K.A., Cheramie, H.S., Valentino, W.L. & van Harrevelt, P.D. (1998). Evaluation of mild lameness in horses trotting on a treadmill by clinicians and interns or residents and correlation of their assessments with kinematic gait analysis. *American Journal of Veterinary Research*, 59 (11), 1370–1377
- Keegan, K.G., Yonezawa, Y., Pai, P.F., Wilson, D.A. & Kramer, J. (2004). Evaluation of a sensor-based system of motion analysis for detection and quantification of forelimb and hind limb lameness in horses. *American Journal of Veterinary Research*, 65 (5), 665–670. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2004.65.665>
- Kramer, J., Keegan, K.G., Kelmer, G. & Wilson, D.A. (2004). Objective determination of pelvic movement during hind limb lameness by use of a signal decomposition method and pelvic height differences. *American Journal of Veterinary Research*, 65 (6), 741–747. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2004.65.741>
- Leach, D.H., Ormrod, K. & Clayton, H.M. (1984). Standardised terminology for the description and analysis of equine locomotion. *Equine Veterinary Journal*, 16 (6), 522–528. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1984.tb02007.x>
- Maliye, S., Voute, L., Lund, D. & Marshall, J.F. (2013). An inertial sensor-based system can objectively assess diagnostic anaesthesia of the equine foot. *Equine Veterinary Journal*, 45 (S45), 26–30. <https://doi.org/10.1111/evj.12158>

- Maliye, S., Voute, L.C. & Marshall, J.F. (2015). Naturally-occurring forelimb lameness in the horse results in significant compensatory load redistribution during trotting. *The Veterinary Journal*, 204 (2), 208–213. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.03.005>
- Marunova, E., Hoenecke, K., Fiske-Jackson, A., Smith, R.K.W., Bolt, D.M., Perrier, M., Gerdes, C., Hernlund, E., Rhodin, M. & Pfau, T. (2022). Changes in head, withers, and pelvis movement asymmetry in lame horses as a function of diagnostic anesthesia outcome, surface and direction. *Journal of Equine Veterinary Science*, 118, 104136. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2022.104136>
- McCracken, M.J., Kramer, J., Keegan, K.G., Lopes, M., Wilson, D.A., Reed, S.K., LaCarrubba, A. & Rasch, M. (2012). Comparison of an inertial sensor system of lameness quantification with subjective lameness evaluation. *Equine Veterinary Journal*, 44 (6), 652–656. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2012.00571.x>
- Persson-Sjodin, E., Hernlund, E., Pfau, T., Andersen, P.H., Forsstrom, K.H., Bystrom, A., Braganca, F.M.S., Hardeman, A., Greve, L., Egenvall, A. & Rhodin, M. (2023). Withers vertical movement symmetry is useful for locating the primary lame limb in naturally occurring lameness. *Equine Veterinary Journal*, evj.13947. <https://doi.org/10.1111/evj.13947>
- Pfau, T., Jennings, C., Mitchell, H., Olsen, E., Walker, A., Egenvall, A., Tröster, S., Weller, R. & Rhodin, M. (2016). Lungeing on hard and soft surfaces: Movement symmetry of trotting horses considered sound by their owners. *Equine Veterinary Journal*, 48 (1), 83–89. <https://doi.org/10.1111/evj.12374>
- Pfau, T., Noordwijk, K., Sepulveda Caviedes, M.F., Persson-Sjodin, E., Barstow, A., Forbes, B. & Rhodin, M. (2018). Head, withers and pelvic movement asymmetry and their relative timing in trot in racing Thoroughbreds in training. *Equine Veterinary Journal*, 50 (1), 117–124. <https://doi.org/10.1111/evj.12705>
- Pfau, T., Stubbs, S., Kaiser, L., Brown, L. & Clayton, H.M. (2012). Effect of trotting speed and circle radius on movement symmetry in horses during lunging on a soft surface. *American Journal of Veterinary Research*, 73 (12). <https://doi.org/10.2460/ajvr.73.12.1890>
- Qualisys (u.å.). *Clinical – Qhorse, lameness analysis*. <https://www.qualisys.com/life-sciences/equine-lameness-detection/> [2023-10-07]
- Rhodin, M., Egenvall, A., Haubro Andersen, P. & Pfau, T. (2017). Head and pelvic movement asymmetries at trot in riding horses in training and perceived as free from lameness by the owner. *PLoS One*, 12 (4), 315-320. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176253>
- Rhodin, M., Persson-Sjodin, E., Egenvall, A., Serra Bragança, F.M., Pfau, T., Roepstorff, L., Weishaupt, M.A., Thomsen, M.H., van Weeren, P.R. & Hernlund, E. (2018). Vertical movement symmetry of the withers in horses with induced forelimb and hindlimb lameness at trot. *Equine Veterinary Journal*, 50 (6), 818–824. <https://doi.org/10.1111/evj.12844>
- Rhodin, M., Pfau, T., Roepstorff, L. & Egenvall, A. (2013). Effect of lungeing on head and pelvic movement asymmetry in horses with induced lameness. *The Veterinary Journal*, 198, e39–e45. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.09.031>

- Rhodin, M., Roepstorff, L., French, A., Keegan, K.G., Pfau, T. & Egenvall, A. (2016). Head and pelvic movement asymmetry during lungeing in horses with symmetrical movement on the straight. *Equine Veterinary Journal*, 48 (3), 315–320. <https://doi.org/10.1111/evj.12446>
- Rhodin, M., Smit, I.H., Persson-Sjodin, E., Pfau, T., Gunnarsson, V., Björnsdóttir, S., Zetterberg, E., Clayton, H.M., Hobbs, S.J., Serra Bragança, F. & Hernlund, E. (2022). Timing of vertical head, withers and pelvis movements relative to the footfalls in different equine gaits and breeds. *Animals*, 12 (21), 3053. <https://doi.org/10.3390/ani12213053>
- Robilliard, J.J., Pfau, T. & Wilson, A.M. (2007). Gait characterisation and classification in horses. *Journal of Experimental Biology*, 210 (2), 187–197. <https://doi.org/10.1242/jeb.02611>
- Ross, M.W. (2011a). Chapter 2 - Lameness in horses: Basic facts before starting. I: Ross, M.W. & Dyson, S.J. (red.) *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*, 2. ed. Saint Louis: W.B. Saunders. 3–8. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-6069-7.00002-X>
- Ross, M.W. (2011b). Chapter 7 - Movement. I: Ross, M.W. & Dyson, S.J. (red.) *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*, 2. ed. Saint Louis: W.B. Saunders. 64–80. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-6069-7.00007-9>
- Serra Bragança, F.M., Hernlund, E., Thomsen, M.H., Waldern, N.M., Rhodin, M., Byström, A., van Weeren, P.R. & Weishaupt, M.A. (2021). Adaptation strategies of horses with induced forelimb lameness walking on a treadmill. *Equine Veterinary Journal*, 53 (3), 600–611. <https://doi.org/10.1111/evj.13344>
- Sigurðardóttir, H., Boije, H., Albertsdóttir, E., Kristjánsson, T., Rhodin, M., Lindgren, G. & Eriksson, S. (2023). The genetics of gaits in Icelandic horses goes beyond DMRT3, with RELN and STAU2 identified as two new candidate genes. *Genetics Selection Evolution*, 55 (1), 89. <https://doi.org/10.1186/s12711-023-00863-6>
- Smit, I.H., Hernlund, E., Persson-Sjodin, E., Björnsdóttir, S., Gunnarsdóttir, H., Gunnarsson, V., Rhodin, M. & Serra Bragança, F.M. (2023). Adaptation strategies of the Icelandic horse with induced forelimb lameness at walk, trot and tolt. *Equine Veterinary Journal*, evj13998. <https://doi.org/10.1111/evj.13998>
- Starke, S.D., Willems, E., May, S.A. & Pfau, T. (2012). Vertical head and trunk movement adaptations of sound horses trotting in a circle on a hard surface. *The Veterinary Journal*, 193 (1), 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.10.019>
- Starke, S.D. & Oosterlinck, M. (2019). Reliability of equine visual lameness classification as a function of expertise, lameness severity and rater confidence. *Veterinary Record*, 184 (2), 63–63. <https://doi.org/10.1136/vr.105058>
- Svenska Ridsportförbundet. *Ridsporten i siffror 2022* (2022). <https://ridsport.se/download/18.35a51b94186874a07f97033b/1677665601957/Ridsporten%20i%20siffror%202022.pdf> [2023-10-25]
- Waldern, N.M., Wiestner, T., Ramseier, L.C. & Weishaupt, M.A. (2015). Comparison of limb loading and movement of Icelandic horses while tölting and trotting at equal

speeds. *American Journal of Veterinary Research*, 76 (12), 1031–1040.
<https://doi.org/10.2460/ajvr.76.12.1031>

van Weeren, P.R., Pfau, T., Rhodin, M., Roepstorff, L., Serra Bragança, F. & Weishaupt, M.A. (2017). Do we have to redefine lameness in the era of quantitative gait analysis? *Equine Veterinary Journal*, 49 (5), 567–569. <https://doi.org/10.1111/evj.12715>

Weishaupt, M.A., Wiestner, T., Hogg, H.P., Jordan, P. & Auer, J.A. (2006). Compensatory load redistribution of horses with induced weight-bearing forelimb lameness trotting on a treadmill. *Veterinary Journal*, 171 (1), 135–146.
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2004.09.004>

Zips, S., Peham, C., Scheidl, M., Licka, T. & Girtler, D. (2001). Motion pattern of the toelt of Icelandic horses at different speeds. *Equine veterinary journal*, 33 (S33), 109-111. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2001.tb05371.x>

Populärvetenskaplig sammanfattning

Hästar drabbas i stor utsträckning av skador och sjukdomar som ger upphov till hältor. Definitionen för en hälta är omtvistat men beskrivs bäst som att det är ett symptom från en sjukdom eller skada som gör ont. En hälta kan ha sitt ursprung från exempelvis skador eller sjukdomar i leder, senor eller skelettet. Dessa åkommor utgör drygt hälften av alla skador och sjukdomar som hästägare söker veterinärvård för och bidrar till ekonomiska förluster inom hästnäringen, samt har en stor inverkan på hästars välfärd.

Vid en hältutredning använder sig veterinären av olika metoder för att kunna identifiera vart ifrån en hälta kommer. Vanligtvis ingår en så kallad subjektiv rörelsebedömning där man kan titta på hur huvudet och bäckenet rör sig upp och ner i lodrät riktning. Hos en frisk häst kommer huvudet, manken och bäckenet att röra sig upp och ner två gånger i varje steg (ett för varje benpar) med lika stor variation. Vid en hälta kommer hästen att vilja avlasta det onda benet, vilket görs genom att omfördela vikten till andra delar av kroppen. En frambenshalt häst kommer då inte att vilja sänka huvudet lika mycket vid isättning av det onda benet, och detta upplevs som en ”nickning” vid isättning av det friska benet och att huvudet rör sig uppåt vid isättning av det onda benet. Hos en bakbenshalt häst sker samma fenomen men avseende hästens kors - hästen rör korset upp och ner liknande huvudet och kommer inte vilja sänka korset lika mycket vid belastning av det onda bakbenen. Att se dessa förändringar är dock svårare än det låter och forskning har visat att samstämmigheten mellan olika veterinärer är låg, det är alltså vanligt att olika veterinärer bedömer att en häst är halt på olika ben. Bedömningen försvåras även av att hästar uppvisar kompensatoriska rörelsemönster, som gör det svårare att se vilket ben hältan kommer från. Vanligtvis uppvisar frambenshalt hästar en kompensatorisk avlastning av det motstående bakbenet, och bakbenshalt hästar uppvisar en kompensatorisk avlastning av samma sidas framben.

För att förbättra rörelsebedömningar har man därför utvecklat olika objektiva mätsystem. Ett av dem består av tröghetssensorer, eller inertial measurement units (IMUs), som genom att placeras ut på olika delar av hästens kropp kan mäta olika kroppsdelars rörelse och på så vis uppfatta asymmetrier mellan de olika sidorna. Detta görs vanligtvis i trav då skillnaderna har visat sig vara större.

Vid en hältutredning använder man sig ofta av longering vid den subjektiva och objektiva rörelsebedömningen, alltså att hästen förs på en volt, vilket kan användas

för att förstärka en hälta som är svår att se på rakt spår. Vid longering får hästen en naturlig voltasymmetri vilket man måste ta i beaktning då man ska bedöma en häst på en volt. Vanligen yttrar denna sig som att det ser ut som att hästen avlastar det inre bakbenet i volten, vilket exempelvis skulle kunna misstas för en höger bakbenshälta på höger volt. På frambenet är det lite mer omtvistat och forskning visar att både det inre och yttre frambenet kan upplevas avlastas på volten.

I detta examensarbete undersöktes hur islandshästens rörelser ser ut på volten vid en frambenshälta med hjälp av objektiva rörelsemätningar med ett IMU system (EquiMoves). Vetenskapliga studier har diskuterat möjligheten att islandshästar kan uttrycka andra kompensatoriska mönster vid hälta, då de har upp till två extra gångarter jämfört med andra hästar. Det finns endast lite forskning gjort inom detta ämne.

I den aktuella studien deltog totalt tre frambenshaltade islandshästar. Hästarna mättes med IMUs på rakt spår och på de båda volterna, och efter att man konstaterade att hästarna var halt och på vilket ben, bedövade man bort hältan. Det innebär att det onda benets nerver bedövades med lokalbedövning (via en injektion under huden i närheten av nerven), för att sedan mäta om hästarna på rakt spår och på voltspåren. En bedövning räknades som positiv om hästens hälta förbättrades med minst 50 % efter bedövningen.

Olika symmetri-parametrar kunde sedan räknas ut med hjälp av en mjukvara i en dator, och man kunde jämföra symmetri-parametrarna på volterna innan och efter bedövning av en frambenshälta. Symmetri-parametrar som användes var uträknade från skillnader mellan huvudet, mankens och bäckenets lodräta rörelser upp och ner i de två delarna av steget. Efter bedövning av hältan sågs en ungefär lika stor förbättring i asymmetrin i huvudets rörelse på rakt spår och på volt, hältan släckte alltså ungefär lika mycket på rakt spår och volt. Hästarna som ingick i den här studien uppvisade inte någon tydlig kompensatorisk avlastning av sina bakben, detta skiljer sig från det som tidigare setts hos varmlodiga ridhästar. Däremot sågs en naturlig voltorsakad asymmetri som var likartad den som tidigare setts hos andra raser där den tydligaste var en som liknade en hälta på det inre bakbenet.

Det ska dock tas i beaktning att denna studie är gjord på ett mycket begränsat underlag (tre hästar) och att många av mätvärdena uppvisar stor varians. I en uppföljande studie hade det varit av intresse att inkludera fler hästar för att kunna dra säkrare slutsatser av resultatet.

Tack

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Katrina Ask och min examinator Emma Persson-Sjödin som har varit till stor hjälp under arbetets gång. Ni har bistått inte bara med ovärderlig feedback och teknisk support, utan även att hålla motivationen uppe. Stort tack!

A big thank you to Helga Gunarsdottir for allowing us to travel with you during our time in Iceland. We have learnt so much and are incredibly grateful. Thank you!

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. **Som student äger du upphovsrätten** till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

- <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag ger härmed min tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag ger inte min tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.