



NMBU Veterinærhøgskolen  
Fakultet for veterinærmedisin og biovitenskap  
Institutt for sports- og familiedyrmedisin  
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Fordypningsoppgave 2021, 16,5 stp

Fordypning Hest

## **Halhetsdiagnostikk av Travhest**

Diagnosis of Lameness in The Trotter Horses

Andreas Gjerstad  
Kull 2015

Veileder: Sigrid Lykkjen, Institutt for sports- og  
familiedyrmedisin

# Innhold

Forord .....	4
Sammendrag .....	5
Innledning.....	5
Materiale og metoder .....	6
Studiedesign .....	6
Materiale.....	7
Resultater.....	7
Generell halhthetsdiagnostikk .....	7
Anamnese .....	8
Observasjon.....	9
Konformasjon.....	9
Palpasjon .....	11
Gangartsundersøkelse.....	13
Mønstring .....	13
Manipulasjon.....	17
Longering .....	19
Gangartsundersøkelse i spesifikke situasjoner .....	20
Diagnostisk lokalanestesi .....	21
Objektive verktøy for gangartsundersøkelse.....	22
Objektive systemer basert på kinetikk .....	24
Objektive systemer basert på kinematikk.....	26
Bilddiagnostikk.....	29
Diskusjon.....	29

Halhthetsdiagnostikk av travhest .....	29
Anamnese for travhest.....	30
Konformasjon av travhest .....	31
Longering av travhest.....	32
Gangartsundersøkelse av travhest kjørt i banen .....	33
Vanlige årsaker til halhthet hos travhest .....	35
Begrensninger.....	36
Konklusjon .....	37
Takk til bidragsyttere.....	38
Summary .....	38
Referanser.....	38

## **Forord**

Denne oppgaven handler om halhthetsdiagnostikk generelt, og har et særskilt fokus på diagnostikk av halhthet hos travhest. Historisk sett har halhthetsdiagnostikk basert seg på en subjektiv vurdering av hesten. Ferdighetene var hovedsakelig erfaringsbaserte, og ble videreført gjennom praktisk undervisning fra erfarne klinikere. Det har de siste årene vært stor fremgang på diagnostikk av haltet når det kommer til bildediagnostikk, men gangartsundersøkelsen står i større grad uendret. De grunnleggende ferdighetene som kreves for å gjøre en gangartsvurdering har endret seg lite de siste hundre årene, og ifølge Mike W. Ross vil ikke dette endre seg stort i nærmeste fremtid heller (Ross, 2011a). Som veterinærstudent med oppvekst i en tid hvor teknologien har utviklet seg fortere enn noensinne, tror jeg denne forandringen kommer raskere enn Ross vil tro. Subjektivitet er en variabel som det er vanskelig å forholde seg til i et forskningsbaserte perspektiv, og gjør videreformidling av kunnskap mer komplisert og tidkrevende. Det er utviklet flere objektive systemer for bevegelsesanalyse av hest, og disse blir stadig mer tilgjengelige for praktiserende klinikere. Utviklingen gir behov for mer forskning på metodikken objektive gangartsundersøkelser, for å få mer kunnskap om normalvariasjoner for hester generelt og spesifikke variasjoner mellom hesteraser og brukstyper.

I denne litteraturstudien har jeg fordypet meg i halhthetsundersøkelse av travhest, de utfordringer man møter når man utreder en travhest for halhthet og hvilke løsninger som kan være tilgjengelige. Studien er bygd opp som en generell halhthetsutredning. Jeg har også gått gjennom relevant litteratur for å gi en innføring i essensiell informasjon relatert til travhest og spesifikk biomekanisk forskning som er gjort på rasene. Det er lagt vekt på forskning gjort på objektive systemer, med fordeler og utfordringer ved bruk av disse i klinisk praksis.

## Sammendrag

*Tittel:* Halhethsdiagnostikk av travhest

*Forfattere:* Andreas Gjerstad

*Veileder:* Sigrid Lykkjen, Institutt for sports- og familiedyrmedisin

Denne oppgaven er skrevet for veterinærstudenter og veterinærer som ønsker en innføring i generell halhethsdiagnostikk, objektiv gangartsundersøkelse og spesielle forhold ved utredning av travhester. Vedrørende halhethsdiagnostikk av travhest, omtales generell bruk av travhest, eksteriørmessige forhold hos både varm og kaldblodstraver, utfordringer ved gangartsundersøkelse av travhest og mulige løsninger på disse utfordringene.

## Innledning

Halheth hos hest er et stort velferdsproblem og en av de vanligste grunnene til at man må avbryte hestens idrettskarriere (Penell et al., 2005). Halheth er også den vanligste årsak til at en hesteeier kontakter sin veterinær (Nielsen et al., 2014). Halheth kan defineres slik; Halheth er et symptom på inflammasjon, smerte, eller en mekanisk defekt som resulterer i et gangartsavvik karakterisert som halting (Ross, 2011b). Definisjonen er enkel og omfatter ikke nødvendigvis kompleksiteten i gradering av gangartsavvik, og i hvilken grad halhethen er relatert til patologi og om den utgjør et velferdsproblem for hesten. Dette skillet er ikke tydelig, og det er utfordrende å definere klinisk relevans og hva som er normalvariasjon i gangartsavvik. I en studie av hester beskrevet som haltfrie og velfungerende i daglig bruk, fant man ved subjektiv halhethsanalyse at 65% av hestene var halte (Dyson et al. 2016). I en mer omfattende subjektiv studie basert på et objektivt system som benytter inertial measurement units, fant man at 72,5% av hestene var over terskelverdien for normalvariasjon,

og ble dermed klassifisert som halte (Rhodin et al. 2017). Selve gangartsundersøkelsen baserer seg mye på erfaring, og uerfarne klinikere har ofte vanskeligere for å detektere halthet enn mer erfarne praktikere (Parkes et al. 2009; Keegan et al. 1998; Starke & May, 2017). Det er også vist at erfarne klinikere bedømmer halthet med varierende presisjon og stabilitet (Keegan et al. 1998; Keegan et al. 2010; Starke et al. 2019).

Kombinasjonen av mangel på kunnskap om normalvariasjon i gangartsmønster, den varierende evnen til å detektere halthet subjektivt og den klare grenseverdien de objektive systemene setter, gjør definisjonen på halthet mer nyansert og vanskelig å beskrive i en enkel setning. Definisjonen av halthet i lys av tilgjengeligheten på objektive systemer i klinisk praksis har også skapt debatt i fagmiljøet (van Weeren et al. 2017; Bathe et al. 2018; Adair et al. 2018).

Forskning på halhthetsdiagnostikk generelt og objektive systemer spesielt, har i hovedsak blitt utført på ridehest. Objektive systemer har blitt tatt i bruk i klinisk praksis de siste 10 årene og tilgjengeligheten medfører behov for mer forskning på området. Gjennomførte studier har i stor grad vært basert på små utvalg (Egan et al. 2019), noe som gjør generalisering vanskelig og behovet for rasespesifikk forskning stort.

Målet med dette arbeidet var å gi en generell introduksjon til halhthetsdiagnostikk, samt spesielt fokusere på ulike utfordringer og spesielle forhold ved diagnostisering av halthet hos travhest.

## **Materiale og metoder**

### **Studiedesign**

Studien er en deskriptiv litteraturstudie som omfatter relevant forskning, spesielle forhold og ulike metoder ved halhthetsdiagnostikk av travhest

## Materiale

Materiale brukt i denne studien var artikler og faglitteratur relatert til grunnleggende halhthetsdiagnostikk samt spesifikke studier av halhthet hos travhest.

Søkemotorer	Søkeord
Oria, PubMed, Google Scholar	Equine, lameness evaluation, subjective gait assessment, objective, quantitative gait analysis, asymmetry, symmetry, standardbred, coldblooded trotter, conformation

Artiklene som ble brukt var fagfelleverdert, de var skrevet på norsk, engelsk eller svensk og de var yngre enn 25 år.

## Metode

Det ble søkt etter artikler og litteratur som var relevant for studien i henhold til kriteriene nevnt ovenfor. Fokuset for studien var halhthetsdiagnostikk av travhest. Grunnleggende halhthetsdiagnostikk av hest lå til grunn og ble supplert av relevant forskning gjort på travhest.

## Resultater

### Generell halhthetsdiagnostikk

En full halhthetsundersøkelse består av følgende elementer; anamnese, inspeksjon, palpasjon, gangartsundersøkelse, diagnostiske injeksjoner og bildediagnostikk.

## **Anamnese**

En halhthetsundersøkelse begynner med en detaljert anamnese, og her bør veterinæren hente ut så mye informasjon som mulig. Signalement med rase, alder, kjønn, og bruksområde er grunnleggende og viktig informasjon. Mer spesifikt ønskes informasjon om halhtheten i seg selv, herunder opptreden, varighet, symptomer, halhthetsgrad, skoning, tidligere utredning og behandling.

Rasen i seg selv er ikke nødvendigvis relatert til halhthet, men har stor innvirkning på bruken av hesten. Ulik bruk er relatert til ulike typer halhthet. Hvilket nivå hesten konkurrerer på, og hvilke fremtidsutsikter den har, kan også ha stor innvirkning på behandlingsform og prognose (Ross, 2011c).

Etablering av nåværende problem er en essensiell del av anamnesen. Her skal veterinæren få oversikt over informasjon som; har hesten vært utsatt for et traume? Hvor lenge har halhtheten vart? Har halhtheten blitt verre eller har problemet bedret seg over tid? Er det spesielle omstendigheter hvor hesten blir verre eller bedre? Står hesten på noen form for behandling, og har den respondert på dette? Hvordan er tilstanden etter en hvileperiode? Har det vært noen forandringer i hesteholdet? En viktig del av hesteholdet er trening, endring i trening har vist seg å ha effekt på graden av bevegelsesasymmetri hos unge varmblodstravere (Ringmark et al. 2016). Grad av asymmetri hos unge travere har også innvirkning på hvor tidlig de kvalifiserte til løp (Ringmark et al., 2016). I tillegg til oversikt over nåværende problem, kan det også være nyttig å få informasjon om tidligere halhtheter og responsen av tidligere behandling. En travhest blir også ofte filmet i løp, noe det kan være nyttig å spørre etter (Ross, 2011c).



## Observasjon

Observasjon på avstand er et naturlig neste punkt i halhthetsutredningen, siden dette bør gjøres før veterinæren har påvirket hesten på noen måte. Observasjon bør gjøres på et rolig sted med et flatt og hardt underlag, og hesten må stå symmetrisk stilt opp med bena rett under seg. En hest med en høygradig halhthet vil ofte være motvillig til å stå korrekt, og dette er da et funn i seg selv (Ross, 2011d). Ved observasjon på avstand vil veterinæren vurdere hestens oppførsel, holdning og kroppssymmetri. Her kan veterinæren utelukke viktige diagnoser som for eksempel brudd som gjør at mønstring av hesten er utelukket. Et eksempel på dette er en senket albue som ofte er relatert til et brudd i øvre del av frambeinet (Davidson, 2018).

Asymmetri i muskelfylde skyldes ofte atrofi, enten som følge av mangel på bruk eller på grunn av nerveskade. Forskjellen mellom disse er sjelden tydelig og kan være vanskelig å differensiere. Muskelsitringer bør veterinæren også merke seg. Dette kan være symptomer på smerte eller myopatiske lidelser. Utformingen av høvene kan gi en indikasjon på endringer i slitasje, belastning og skoing. Slik asymmetri bør registreres (Ross & McIlwraith, 2011; Ross, 2011d). *Pelvis* asymmetri registreres, men bør vurderes nøye opp mot kliniske symptomer.

Atrofi av glutealområdet kan oppstå ved bakbeinshalhthet uansett underliggende årsaker.

Unormal *tuber sacrale* er en normalvariasjon som ikke nødvendigvis kan relateres til *iliosacral* leddsmerte (Dyson & Murray, 2003). Holdning av nakke bør også observeres da mange hester med nakkesmerter holder hode og nakke lavere enn manken. Disse kan ved noen tilfeller også peke med frambein på samme siden som smerten kommer fra (Ross, 2011d).

## Konformasjon

Konformasjonen av hesten er relevant da ulike bygningstrekk kan predisponere for halhthet.

Halhthet i seg selv er imidlertid ofte multifaktoriell, og dårlig konformasjon er ofte ikke eneste

årsak til haltheten. Området krever ytterligere forskning for å få en bedre forståelse av effekten av konformasjon på halthet (Dyson, 2018).

Når veterinæren ser på konformasjonen av hesten, vurderes balanse, vinkler, lengder, holdning og symmetri. Ved optimal fysiologisk balanse vil en hest være like lang fra skulder til *tuber ischii* som den er høy (mankehøyde), og *tuber sacrale* skal være like høy som manken. Nakken skal være proporsjonalt lang i forhold til kroppen og sitte på skuldrene slik at den flukter naturlig med en synlig manke. Skulderen skal ha en vinkel på 45 grader mot bakken og være av god lengde. Sett fra siden skal frambeinet ha en rett linje gjennom *tuber spinae*, *carpus*, kode og balleparti, og overgangen mellom *radius*, *carpus* og pipa skal være jevn. Sett forfra skal en linje fra skulderleddet dele frambeinet i to like halvdel. Krysset skal ha god lengde og være moderat hellende, og hoftelddet skal være godt vinklet. Hasen skal komme ned rett under *tuber ischii* og da være på linje med koden, hasevinkelen må ikke være for åpen/rett. Alle beina sett framifra og bakfra skal følge en rett vertikal linje og høvene skal peke rett frem om ikke noe lateralt. Tå aksel skal kunne trekkes fra koden og ned gjennom hovleddet, et avvik vil observeres som en brutt vinkel i kronranden (Ross & McIlwraith, 2011).

Eksempler på avvik i konformasjonen som forekommer; for lang eller kort rygg. Bratt skulder med en høyt ansatt hals og kort nakke. *Tuber sacrale* er høyere enn manken. For lange bein. Tåtrang/tåvid. *Carpus* varus. Knepet inn under *carpus*. Bukkebeint, hvor *carpus* henger cranialt over pipa. Sabelbeint, hvor *carpus* overekstenderes. Steil has, hvor vinkelen i hasen er for åpen. Krokhas, hvor vinkelen i hasen er for trang og den dorsale siden av hasen er konkav. Kuhas, hvor bakbena er vridd lateralt og hasene kommer tettere sammen. Brutt tåakse, både positiv og negativ brytning (Ross & McIlwraith, 2011).

## **Palpasjon**

Når veterinæren har hørt om og sett på hesten, er det på tide å ta på hesten. Som en gylden regel er en generell klinisk undersøkelse nyttig uansett årsak til veterinærbesøket. Formålet med undersøkelsen er å bekrefte at hesten er allment frisk. Undersøkelsen kan godt gjøres før veterinæren går videre med palpasjon. Ved palpasjon vil veterinæren bruke sine fingre og hender til å klemme, manipulere, føle og vurdere de anatomiske strukturene på hesten.

Palpasjonen skal være systematisk og gå gjennom relevante strukturer på hesten, selv etter ledende funn fra tidligere undersøkelse. Dette er viktig for å unngå å gå glipp av andre avvik og eventuelle kompensatoriske lidelser. Relevante strukturer er nakke, bryst, rygg, buk, lysk og skrotum (hanndyr), og bekken. På ekstremitetene er det mange strukturer, noen av dem som er relevant for palpasjon er; carpalledd, kodeledd, hovledd, kneledd, haseledd, kodeseneskjeden, overfladiske og dype bøyesene, gaffelbånd inkludert grenene, annularligamentet og den lange tåstrekkeren. Hoven er vanskelig å palpere. Varme kan detekteres ved palpasjon av kronranden. Veterinæren bør også merke seg om det er økt digital pulsasjon i noen av bena, da dette kan tyde på en inflammatorisk tilstand distalt for koden. Ved palpasjon av selve hoven brukes en visiteringstang, her løfter veterinæren foten opp i en avslappet stilling for å lett kunne detektere en smerterespons. Hoven visiteres systematisk fra tåa og bakover medialt og lateralt, kråka klemmes både fra medialt og lateralt og balleområdet kan klemmes sammen om visiteringstangen er stor nok eller justerbar (Ross, 2011e). Større hevelser kan ofte registreres ved observasjon. Mindre hevelser og effusjoner i seneskjeder og ledd kan derimot kreve mer nøye palpasjon for å detekteres. For å få en god oversikt over hevelsen er det viktig å vurdere relevante strukturer på både belastet og løftet bein (Ross, 2011e). Å palpere effusjon i ledd og seneskjeder kan være utfordrende. En studie sammenlignet ultralyd og palpasjon med hensyn til egnethet til å detektere leddeffusjon i kronledd (Olive et al., 2014). Studien viste at enigheten mellom veterinærene var betydelig

dårligere ved palpasjon enn ved ultralyd. Det var en generell enighet om økt distensjon ved økt mengde injisert væske, og sensitiviteten for deteksjonen ved palpasjon var 95% ved 4 ml injisert væske i leddet. Oppsummert viser studien at veterinæren muligens går glipp av milde leddeffusjoner ved palpasjon, men palpasjon er fortsatt nyttig for å detektere moderat distensjon av ledd (Olive et al., 2014).

Veterinæren kjenner også etter klassiske tegn på inflammasjon som varme, rødme, smerte, hevelse og tap av funksjon (Ross, 2011e). Varme er noe av det første som oppstår etter en skade, og dette kan noen ganger være det eneste anmerkningen man gjør seg i et område.

Veterinæren må ikke legge for mye i en temperaturforandring i beina, da det er vist at variasjon i temperatur mellom alle fire bein kan være en normalvariasjon. Det er også viktig å merke seg om det er andre ulikheter mellom områdene man sammenligner. For eksempel vil et barbert området ofte føles mye varmere enn et ubarbert område. Rødme er vanskelig å detektere på pigmentert hud, men kan observeres i sålen og hos hester som har hudområder uten pigment (Ross, 2011e).

Smerte vurderes av veterinæren som unormalt stor respons på trykk eller manipulasjon av relevante strukturer. Noen hester kan være veldig sensitive, og det er viktig å gjøre en nøye vurdering av hva som er reell smerte og hva som er ren irritasjon over palpasjonen i seg selv (Ross, 2011e). Palpasjon er et nyttig verktøy for å detektere ryggsmarter. I en studie hvor de undersøkte hvilke parameter som var mest relevant til ryggsmarter ble det vist at *longissimus dorsi* spasmer, paravertebral muskelstivhet og motvillighet til lateral bøyning, er de mest spesifikke symptomene på ryggsmarter (Mayaki et al. 2020).

Tap av funksjon vurderes av veterinæren gjennom manipulasjon og bøyning av ledd og bløtvev. Ved manipulasjon og statisk bøyning av ledd vurderes bevegelsesfriheten i leddet og hestens respons på manipulasjonen i seg selv. I bløtvevet kan adheranser og tap av smidighet vurderes ved palpasjon. Krepitasjon bør også merkes, dette er en knitrende følelse som

kommer av bein som gnir seg mot bein. Dette er et tegn på fraktur eller kan også høres ved uttalt osteoartritt (Ross, 2011e).

## **Gangartsundersøkelse**

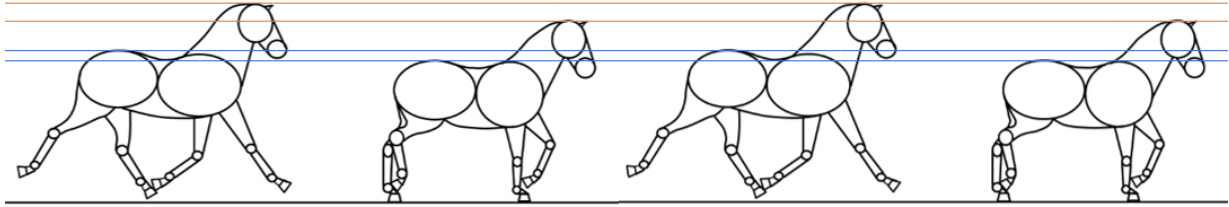
### **Mønstring**

Når en hest mønstres ledes den som oftest bort fra veterinæren, snur og ledes tilbake igjen. Om området tillater det kan den ledes i en trekant hvor veterinæren står i et av hjørnene for også å kunne observere hesten fra siden, eventuelt kan veterinæren flytte seg til siden for å observere en hest som går på rett spor. For å kunne bedømme en gangart er det viktig at hesten beveger seg så regelmessig som mulig. Mønstreren skal løpe i et passelig og naturlig tempo for hesten og ha så lite kontakt i leietauet som mulig, men samtidig ikke så lite at hesten ikke holder hodet rett frem. Underlaget bør også være jevnt, hardt og fast så hesten ikke sklir. Ved mønstring bedømmes hesten i skritt og trav. Før vurderingen er det viktig å vurdere om hesten er skikket til mønstring, slik at situasjonen ikke forverres ved for eksempel et beinbrudd.

Skritt er en firtaktig gangart hvor intervallet mellom beinet løftes og beinet settes ned er likt for alle bein. Beina skal også løftes og ikke slepes. Avhengig av lengden på beina og lengden på kroppen vil hesten ha varierende grad av overtramp. Med overtramp menes at bakfoten settes i bakken fremfor samme sides framfot (Pilliner et al., 2002a).

Trav er en symmetrisk totaktig gangart. Beina beveger seg i et diagonalt mønster hvor diagonale beinpar løftes og settes ned samtidig. Rett før de diagonale beinparene settes ned har hesten et kort svevemoment hvor alle bein er over bakken samtidig. Knærne og hasen skal bøyes fritt og komme opp til lik høye på begge sider (Pilliner et al., 2002b). I løpet av stegsyklusen går hodet og *pelvis* opp og ned 2 ganger, denne svingningen vil nå sin topp når

et av beinparene er i ferd med å treffe bakken og sin bunn når et av beina er midt i støttefasen med en vinkel på 90 grader mot bakken (Keegan, 2005a; Keegan, 2005b).



Figur 1. Illustrasjon av bevegelse av hodet og pelvis i løpet av travets stegsyklus.

Ved bedømmelse av haltet, skilles det mellom støttehalthet og fremføringshalthet. Ved en støttehalthet ses en reduksjon av tidsrommet det halte beinet er i bakken og belastningen av dette beinet, mens ved en fremføringshalthet ses en endring i hvordan hesten fører og bærer det halte beinet. Denne differensieringen er vanskelig å bedømme da hesten ofte har en kombinasjon av begge ved en smertefull haltet (Davison, 2018).

Vurderingen av om en hest er haltfri, halt og på hvilket bein den eventuelt er halt på, baseres på flere ulike parametere. Disse parametere inkluderer; «head nod», «hip hike/pelvic hike», senkning av koden, lyd, steglengde og steghøyde. Som tidligere nevnt beveges hodet opp og ned to ganger i løpet av en stegsyklus i trav (Figur 1). Denne bevegelsen brukes spesifikt for å detektere halthet. Frambeinshaltet viser seg ofte gjennom en endring i hodebevegelsen.

Uttrykket «head nod» refererer til at hestens hode ser ut til å gå lavere når hestens friske bein går i bakken og hesten «nikker». Det finnes selvsagt variasjoner i hvordan hodet beveger seg i forhold til når smertenivået er høyest gjennom stegsyklusen. Ved en klassisk ensidig støttehalthet vil man kunne anta at smerten er størst når hesten treffer bakken og beinet belastes. Dette vil resultere i at hode ikke kommer like langt ned ved belastning av det halte beinet som det friske. Hodet vil også komme høyere opp etter fraspark fra det friske beinet i forhold til det syke. Dette mønsteret vil hjelpe med å avlaste det halte beinet. Uttrykket «head

nod» baseres dermed på at noen finner det lettere å identifisere et nikk ovenfor det som i realiteten er et løft i bæringen av hodet (Keegan, 2005b). Det blir dermed en personlig preferanse om man foretrekker å se etter nikket på det friske beinet, eller løftet på det halte beinet.

En bakbeinshaltet er ofte vanskeligere å identifisere enn en frambeinshalthet (Keegan et al. 2010). Begrepet «hip hike» kan referere til to ulike parametere, bevegelse av *tuber coxae* og bevegelse av *pelvis*. I begrepets rette forstand omtaler det bevegelsen av *tuber coxae*. *Tuber coxae* vil på samme side som det halte benet bevege seg i større grad opp og ned enn den friske siden (Keegan, 2007). «Hip hike» refererer også til den fullstendige vertikale bevegelsen av hele *pelvis*, også noen ganger omtalt som «*pelvis hike*». Her vil man på samme måte som med hodet se at *pelvis* går opp og ned to ganger i løpet av en stegsyklus. Ved en klassisk ensidig støttehalthet, vil *pelvis* både senkes mindre ved belastning av det halte beinet, og det vil komme høyere opp etter avspark fra det friske beinet. Halthet vises dermed som en «hip hike/*pelvis hike*» på det beinet som er halt (Keegan, 2005a).

Et avvik i den vertikale bevegelsen kan maskeres dersom hesten drifter bort fra det halte bakbeinet. Dette kan ses ved mønstring, eller når hesten er i bruk. Et eksempel på dette er en travhest som ligger på bommen når den kjøres i vogn. En travhest som er halt på venstre bakbein vil drifte bort fra dette beinet og ligge på den høyre bommen på vogna (Ross, 2011f). Hestens frampart og bakpart oppfører seg ikke som to separate enheter. Ved noen tilfeller kan hesten vise tegn på frambeinshaltet, men være halt bak og omvendt. Eksempelvis kan en halthet som stammer bakfra se ut som en halthet på det samsidige (ipsilaterale) frambeinet når den traver. Dette kommer av at hesten flytter vekten fremover ved belastning av det halte bakbeinet, hvilket fører til at hesten «nikker» ned på det diagonale frambeinet. Denne formen er den vanligste å se, men det forekommer også hester med frambeinshalthet som kan se ut som at de er halte på det diagonale bakbeinet (Ross, 2011f).

Ved å observere senkningen av koden, vil man kunne se at koden på det halte beinet ikke vil komme like dypt som de andre for å minske belastningen på dette beinet (Ross, 2011f). Om hesten mønstres på et hardt underlag som for eksempel asfalt, kan man høre at det friske beinet lander hardere enn det halte og dermed lager en kraftigere lyd. Steglengde og høyde vurderes fra siden, hvor det halte beinet ofte vil ha en kortere kranialfase enn det friske beinet (Ross, 2011f).

Som et ledd i gangartsvurderingen graderer veterinæren haltheten. Dette er nyttig både ved vurdering av samme hest ved gjentatte besøk, i forbindelse med bøyepøver og ved diagnostisk analgesi. Det er også nyttig som en indikator for andre veterinærer som skal vurdere samme hesten ved en annen anledning. Det finnes ulike skalaer som går fra fra 0-5 og 0-10. American Association of Equine Practitioners (AAEP) har en skala fra 0-5 som graderer ut ifra når haltheten observeres, hvilket underlag hesten går på og i hvilken gangart den er i. Denne skalaen gjør gradering komplisert og lite anvendbar, spesielt om man ikke har mulighet til å se hesten i alle situasjoner. Mike W. Ross har laget en alternativ skala som er mer anvendelig og refererer direkte til grad av «head nod» og «hip hike» (se tabell) (Ross, 2011f).

Grad	Observasjoner
0	Haltfri.
1	Mild halthet er observert når hesten travet på rett spor. Når det friske frambeinet treffer bakken observeres et svakt «head nod». Når det halte bakbenet treffer bakken observeres et svakt «hip hike». «Head nod» og «hip hike» kan være litt inkonsekvente.
2	Tydelig halthet er observert. «Head nod» og «hip hike» er konsekvent og avviker med flere centimeter.



3	Uttalt «head nod» og «hip hike» på mange centimeter. Om hesten er unilateralt bakbeinshalt vil det ses «head- and neck nod» når det diagonale frambeinet treffer bakken (kan forveksles med ipsilateral frambeinshalhet).
4	Høygradig halthet med ekstrem «head nod» og «hip hike» observeres. Hesten kan imidlertid fortsatt traves.
5	Hesten legger ingen vekt på det halte benet. Om hesten traves vil den bære beinet over bakken. Hester som er ikke vektbærende på et bein i skritt og/eller hvile bør ikke mønstres i trav.

Tabell 1. Alternativ gradering av halthet (Ross, 2011f)

## Manipulasjon

Manipulasjon blir brukt for å fremprovosere underliggende smerte, dette kan gjøres i form av en bøyeprobe, statisk palpasjon eller ved å plassere hoven på en kloss eller kile. Bøyeprobe er den meste brukte formen for manipulasjon. Da bøyer veterinæren leddene med en kraft på rundt 10 kg i 1 minutt for så å mønstre hesten i trav på rett spor (Ross 2011g). Dette vil presse vevet i og rundt leddet ved kompresjon og strekk som vil kunne indusere smerte i flere strukturer. Ved positiv bøyeprobe blir haltheten av en høyere grad enn hestens utgangshalthet. En annen positiv respons på denne testen kan være smerte ved statisk bøyning. Dette omtales ofte som passiv bøyemhet. Det er vanlig med 1-2 grader bøyerespons de første par stegene etter en bøyeprobe, og dette bør dermed tolkes som normalvariasjon. Her vil det være viktig å vurdere responsen fra det friske beinet først for å danne seg et inntrykk av hestens generelle bøyerespons (Ross, 2011g). Det er en utfordring at bøyeprobe-testen er lite standardisert. Det er rom for variasjon i faktorer som for eksempel, trykket i bøyingen, varigheten på bøyingen, antall gjentatte bøyninger over kortere intervaller og alder på hesten (Keg et al. 1997; Busschers & van Weeren, 2001). Ikke standardiserte variabler fører til økt sjanse for både

falske positive og falske negative resultater. En bøyeprøve brukes for å framprovosere og lokalisere lavgradige haltheter. Dette for eksempel som en prediksjon av underliggende problem ved en kjøp- og salgsundersøkelse, og i forbindelse med en halhthetsutredning, for å snevre inn det området veterinæren tror halhtheten kommer fra. Et bein bøyes ofte i to seksjoner, høyt og lavt. Den lave bøyingen omfatter kodeledd, kronledd, hovledd og alle strukturene rundt. En høy bøying omfatter på frambein carpalledd, albueledd, skulderledd og strukturene rundt disse. På bakbein omfatter høy bøying haseledd, kneledd, hoftledd og strukturene rundt disse. Siden bøyeprøven vanligvis omfatter flere ledd og leddnære strukturer, kan den ikke bidra til å begrense området ned til et spesifikt ledd, og det er umulig å bedømme om smerten kommer fra strukturer i leddet eller bløtvevet rundt (Ross, 2011g).

Ved en kjøp- og salgsundersøkelse vil veterinæren utelukke en eksisterende haltet og muligens gi en form for uttalelse om mulighetene for fremtidig halhthet. Som tidligere nevnt er faren for å få falske positive bøyeprøver stor, og en lavgradig positiv bøyeprøve skal vurderes kritisk med hensyn til hvorvidt den er et farevarsel om fremtidig halhthet. En studie av 100 haltfrie hester avdekket at 60% av disse hadde en mild positiv respons på bøyeprøver (Busschers & van Weeren, 2001). Det ble også vist at ved et intervall mellom bøyeprøvene på 6 måneder, ble den gjennomsnittlige responsen redusert med 0,68 grader. Dette var bare basert på 6 måneder og gir ingen langsiktige resultater i form av fremtidig halhthet, men gir en pekepinn på hvor god prediktiv verdi en enkel bøyeprøve har ved en kjøp- og salgsundersøkelse.

Også andre manipulasjonstester baserer seg på samme prinsipp, dvs. for å prøve å lokalisere halhtheten stresser man vevet over en kort periode for så å mønstre hesten. Statisk palpasjon kan gjøres ved press fra fingre eller ved en visiteringstang rundt hoven. Her legges det press på strukturer man ønsker å undersøke nærmere. Presset legges på i 15-30 sekunder og hesten mønstres direkte etterpå (Ross 2011g). Positiv respons av press fra fingre regnes fra en grad

og oppover i halhthetsscore. Ved bruk av visiteringstang er det vanlig med falske positive (Ross 2011g), men ulike respons fra ulike bein kan gi en god indikasjon. Bruk av klosser og kiler er en manipulasjonstest hvor hesten settes med hoven på en kloss slik at den belastes skjevt i en retning. Hesten står på klossen i 60 sekunder og mønstres på direkten og vurderes på samme måte som ved en bøyeprøve (Ross, 2011g). Det finnes også noe som heter grev, som er en liten metallkloss som skrus fast i ulike posisjoner på skoen til hesten. Dette får hesten til å belaste beinet skjevt når den mønstres og stresser vevet dynamisk mens hesten er i bevegelse.

### **Longering**

Når en hest longeres vises den på bøyd spor i en sirkel. Her er hesten friere til å bevege seg og kan vurderes i galopp i tillegg til skritt og trav. Hesten longeres begge veier hvor det ofte refereres til høyre og venstre hånd, hvor høyre hånd refererer til at hestens høyre side vender inn i sirkelen (med klokken), mens i venstre hånd vender hestens venstre side inn i sirkelen (mot klokken). Ved å longere hesten endres belastningen på beina gjennom kompresjon, torsjon og strekk av ulike strukturer i beina. Den endrede belastningen gjør ofte halhtheten tydeligere i longe enn på rett spor. Belastningen på beina endres også basert på retningen hesten longeres. Dette kan påvirke halhtheten ved at den vises tydeligere på for eksempel venstre hånd enn høyre hånd. Ved en skade for eksempel medialt i hovbeinet eller på det tredje carpalbeinet, vil det oppstå en økt kompresjon av skaden når det halte beinet er på utsiden av sirkelen (Ross, 2011f). På samme måte vil strekk kunne påvirke halhtheten. For eksempel vil halhthet ved en proksimal gaffelbåndsskade være tydeligst når det halte beinet er på utsiden og senen strekkes i større grad (Ross, 2011f). Halhthet relatert til koden vil i større grad (65%) bli verre når det halte beinet er på innsiden, men dette varierer også med den artikulære lokalisasjonen av smerte (Ross, 2011f).

Å evaluere haltet i longe kan være utfordrende (Hammarberg et al. 2016) idet hester viser ulik tilpassing av bevegelsesmønsteret for å gå på bøyd spor (Rhodin et al. 2016; Starke et al, 2012). En studie av Starke et al. (2012) så på 12 hester, og viste at bevegelsesmønsteret på bøyd spor kunne etterligne en halthet på både innvendig frambein og innvendig bakbein hos hester som ikke var halte. En studie av Rhodin et al. (2016) så på 94 hester i longe. Denne studien bekreftet et bevegelsesmønster som etterligner en innvendig bakbeinshalthet, men fikk motstridende resultater for asymmetri for frambein i longe. Det ble i større grad vist en endring som etterlignet en utvendig frambeinshalthet i longen. De ulike resultatene kan ha sammenheng med faktorer som underlag, ulike sensorsystem, og som vist i en tidligere studie; sirkelstørrelse og fart (Pfau et al. 2012). Ved mindre sirkelstørrelse og økt fart vinkler hesten kroppen mer innover. Dette medfører ytterligere tilpasning i bevegelsesmønsteret for å gå på bøyd spor. Det er en tydeligere og mer konsekvent tilpasning av bevegelsesmønsteret på bakbein enn på frambein (Rhodin et al. 2013). Følgelig bør veterinæren være litt tilbakeholden med å vurdere halthet på innvendig bakbein i longe.

Det kan være vanskelig å sammenligne visuelle parametere på halthet ved mønstring på rett spor med vurdering i longe, og hesten bør alltid vurderes i begge retninger. Veterinæren bør også være bevist på normalvariasjonene i sirkelindusert bevegelsessymmetri når den vurderer en hest i longe.

### **Gangartsundersøkelse i spesifikke situasjoner**

Halhthet vises ikke alltid ved mønstring eller i longe. I noen tilfeller vil haltheten bare vises når hesten blir ridd, kjørt, i spesielle øvelser, eller for eksempel når hesten går i en bakke. Om dette er tilfellet blir denne haltheten utgangshaltheten for den videre undersøkelsen. Når hesten blir ridd eller kjørt i vogn, endres belastningen på hesten ved at hesten må bære rytter eller trekke en vogn. Det er viktig å merke seg at kusken eller rytteren kan ha stor innvirkning

på hesten og i noen tilfeller gi en falsk halthet. Det kan være nyttig å ha kontakt med en erfaren og dyktig rytter eller kusk som kan delta på undersøkelsen og bidra til å utelukke at dette er en rytterindusert (falsk) halthet. En annen situasjon hvor belastningen på hesten endres er i oppoverbakke eller nedoverbakke. Patologi som kan gi halthet i oppover og/eller nedoverbakke er; gaffelbåndsskader, patellaluksasjon og nevrologiske lidelser (Ross, 2011f).

## **Diagnostisk lokalanestesi**

Diagnostisk lokalanestesi er et nyttig verktøy for lokalisering av smerte som årsak til halthet. Lokalanestesi kan brukes på forskjellige måte. Mest aktuelt i halhthetsdiagnostikken er ledningsanestesier, intraartikulær anestesi og infiltrasjonsanestesi. Ved lokalanestesi blokkeres nervernes evne til å lede impulser og derfor blokkeres ledningen av nosiseptiv impulser mot hjernen. Blokkene baserer seg på en inhibering av noisiseptiv nervekonduksjon ved å inhibere den økte permabiliteten av natrium ioner i cellemembranen (Eappen & Datta, 1998). Ved valg av analgetikum er lidocain og mepivacain de mest brukte. Når brukt som nerveblokk har lidocain effekt på rundt 30-45 min, og mepivacain har effekt på opptil tre timer (Schumacher et al. 2013). Dette er et kort tidsrom med effekt som gjør de velegnet til diagnostisk analgesi. Mepivacain er det mest brukte analgetikumet på grunn av sin hurtige virkning, og fordi det er mindre vevsirriterende enn lidocain. Effekten av Mepivacain inntreer etter 5 minutter og reevalueringen av halhtheten kan utføres etter dette (Schumacher et al. 2013). For å forebygge fare for infeksjon ved injeksjon skal området rundt stikkstedet alltid vaskes med en antibakteriell såpe og etterpå sprites. Ved injeksjon til ledd er det spesielt viktig med hygiene og det anbefales alltid å klippe området rundt stikkstedet i tillegg til den antiseptiske vasken (Bassage II & Ross, 2011).

Når veterinæren skal begynne å sette blokker er det viktig å vurdere hvilken rekkefølge disse skal settes i. Hovedprinsippet går ut på å begynne distalt og flytte seg i små seksjoner

proksimalt. Dette gir en mer nøyaktig lokalisering av smerteopphavet, men er tidkrevende. I noen tilfeller kan det være mer aktuelt å sette mer selektive blokker når veterinæren har en tydelig mistanke om lokalisasjonen. Selv om en leddblokk injiseres lokalt i et ledd vil det forekomme diffusjon til nærliggende nerver. Dette må veterinæren ta hensyn til når han planlegger rekkefølgen på blokkene (Bassage II & Ross, 2011).

Som et viktig og mye brukt verktøy, er det også nyttig å være klar over begrensningene til metoden. Lednings- og leddanestesi krever god teknikk og god kunnskap om anatomien i det aktuelle området. Videre er det viktig å være klar over at det etter noe tid alltid skjer diffusjon av anestesimiddel til omkringliggende strukturer. Veterinæren skal da være bevisst på at flere strukturer kan være påvirket ved en reevaluering og ikke bli for detaljert i sin konklusjon etter diagnostisk anestesi. Forstyrrelsen av diffusjonen kan reduseres ved å gjøre hyppige reevalueringer av halhtheten etter injeksjon (Davidson, 2018). En hyppig reevaluering kan gi et bilde av effekten av diffusjonen som forekommer over tid gjennom evalueringen. Når veterinæren evaluerer halhthet etter lokalanestesi er det i utgangspunktet ønskelig å se en 100% forbedring. Dette er ikke alltid tilfellet, men en forbedring på 70-80% regnes fortsatt som en positiv respons på de fleste hester. Vurderingen av halhthet etter lokalbedøvelser, påvirkes ofte av partiskhet hos veterinæren som ønsker at injeksjonen skal ha hatt en effekt (Arkeil et al. 2006). Dette kan medføre at en veterinær får et falskt positivt resultat og potensielt feilbehandler hesten.

### **Objektive verktøy for gangartsundersøkelse**

Ved objektiv gangartsanalyse måles gangartsparametere med teknologi spesialtilpasset for hest. Analysen kan enten baseres på mål av kraften som skaper bevegelse (kinetikk), eller mål av selve bevegelsen uten å ta hensyn til kraften som forårsaker bevegelsen (kinematikk).

Mange objektive systemer er stasjonære og krever et stabilt og egnet miljø for å kunne gjøre

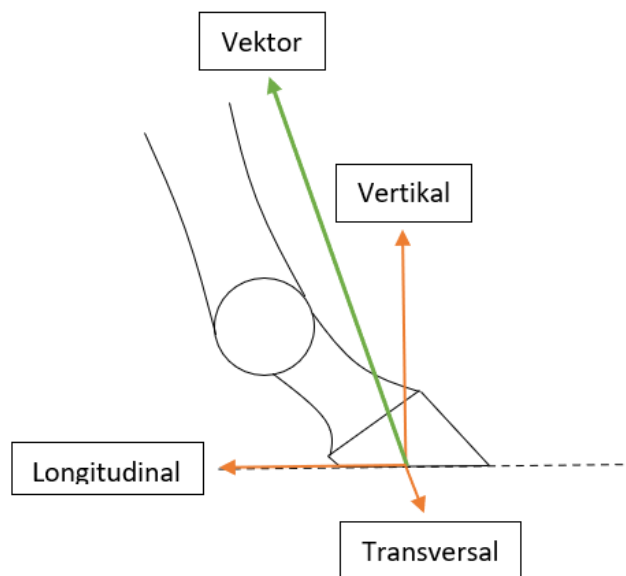
målinger. Det er de siste årene utviklet flere objektive systemer som er anvendelige i felt og tilgjengelig på markedet. Objektive gangartsanalyser kan hjelpe veterinærer på flere områder. Objektive systemer har vist seg å ha høy sensitivitet for å detektere milde haltheter, og målingene har vist seg å være godt reproduserbare (McCracken et al. 2012; Keegan et al. 2011). Analysene kan hjelpe veterinærer å detektere milde haltheter på et tidligere stadium, og minske faren for bias ved en reevaluering av en halthet etter diagnostisk analgesi (Maliye et al. 2013). Det er også vist at objektive målinger kan være nyttig ved evaluering av bøyeprøver (Marshall et al. 2012; Leelamankong et al. 2020).

Objektive systemer har mange fordeler og gjør en gangartsundersøkelse mer bevisbasert enn en subjektiv vurdering. Når det er sagt er det viktig å være bevisst på begrensningene ved bruken av et slikt system. De ulike systemene måler ulike parametere, og ofte bare enkelte parametere. Eksempler på dette er vertikal forflytning av *pelvis* og hodet («hip hike» og «head nod»), eller kraften fra hvert bein som går ned i bakken gjennom et steg (ground reaction force). Dette gjør at ulike systemer ikke alltid detekterer den samme haltheten, nettopp fordi de måler ulike parametere. Dermed kan veterinæren gå glipp av en reell halthet ved å basere seg på et enkelt objektivt system alene (Donell et al. 2015). En annen begrensning er at de objektive systemene ofte har en grenseverdi som ikke tar hensyn til normalvariasjon. Det er studier som viser at hester som fungerer i daglig bruk og oppleves som haltfrie av eier, måles over terskelverdiene. I en studie av 222 haltfrie ridehester, ble 72,5% av hestene ble målt over systemets terskelverdi (Rhodin et al. 2017). En studie av unge travere viste at opp til 94% av hestene kom over disse verdiene (Kallerud et al. 2020). Dette er en veldig stor andel hester som måles med en asymmetri som går over terskelverdien for halthet. En halt hest er asymmetrisk, men en asymmetrisk hest er ikke nødvendigvis halt. Det er dermed mulig å tro at en andel av de asymmetriske hestene ikke har en reell halthet, men at asymmetrien som vises i populasjonen er en del av normalvariasjonen av bevegelsesmønster. Det kreves mer

forskning på området for å bedre forstå normalvariasjon av asymmetri og i hvilken grad den relateres til en tilstedeværende eller fremtidig halthet.

### Objektive systemer basert på kinetikk

Kinetikk er studien av kreftene som skaper bevegelse. Hos hest benyttes målinger av bakkens reaksjonskraft (ground reaction force) når hoven treffer den for å detektere halthet. Bakkens reaksjonskraft er kraften som oppstår når hesten treffer bakken med hvert enkelt ben. Denne kraften er vektorbasert, noe som vil si at den har en retning. Dette kan enklest beskrives ved at kraften følger retningen beinet har mot bakken. Vektoren for kraften kan deles inn i en longitudinal, en transversal, og en vertikal vektor (Figur 2).



Figur 2. Illustrasjon av de tre kategoriene av vektor retningene for bakkens reaksjonskraft, longitudinal, transversal, og vertikal.

Av disse har den vertikale vektoren størst betydning for halthet. Om en hest er halt vil den forsøke å minimere belastningen av det smertefulle beinet, og dermed reduseres bakkens reaksjonskraft på det aktuelle beinet. Denne reduksjonen kommer tydeligst frem gjennom en



reduksjon av den vertikale vektoren for bakkens reaksjonskraft. En halhthet detekteres dermed gjennom en forskjell i kraften som legges i de to ulike beinparene (frambein og bakbein) (Clayton, 2016).

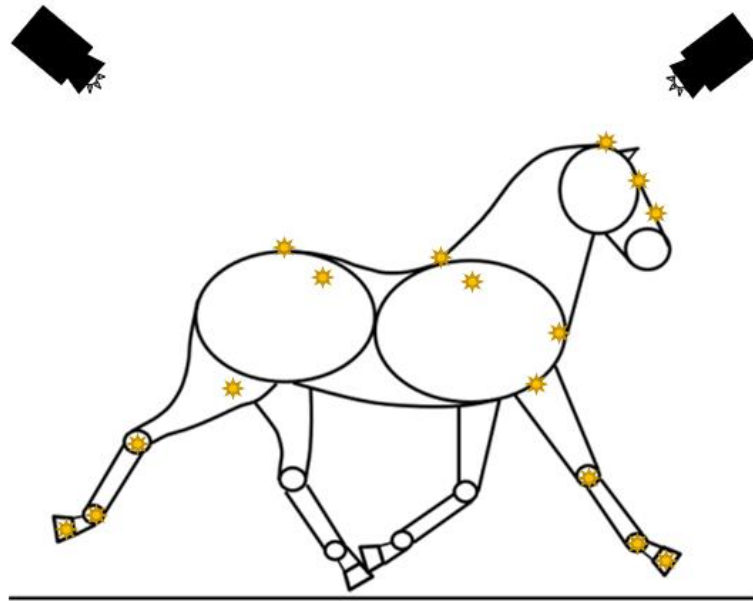
For å måle bakkens reaksjonskraft finnes det flere verktøy. Disse inkluderer stasjonære kraftplater, trykkplater, instrumentutstyrte hestesko og kraftmålende tredemøller. Stasjonære kraftplater er det mest utbredte og tilgjengelige verktøyet for å måle bakkens reaksjonskraft (Keegan, 2011). Kraftplater er regnet som gullstandarden for kinetisk halhthetsanalyse og måler alle tre vektorretninger (Bragança et al. 2018). En stasjonær kraftplate er ikke så stor og hesten kan kun treffe platen med en fot av gangen for å få en måling, dermed må hesten løpe flere ganger over platen for å samle nok steg. Selv om det bare kreves 5-6 steg for å få akseptable resultat er dette en tidkrevende prosess, og gjør det umulig å måle flere bein samtidig (Keegan, 2011). Et alternativ til kraftplater er trykkplater som har mulighet til å måle flere steg om gangen gitt at platen er stor nok. Dette er et system som baserer seg på trykk, og det gir også et bilde av vektfordistribusjon i hoven. Systemet er mindre sensitivt enn en kraftplate, og begrenser seg til å måle den vertikale reaksjonskraften til bakken (Bragança et al. 2018). Instrumentutstyrte hestesko vil også kunne måle flere steg av gangen, men har vist seg å være tunge og påvirker bevegelsen til hesten i for stor grad (Bragança et al. 2018). Det har blitt gjort vellykkede forsøk med lettere sko, men teknologien er foreløpig ikke tilgjengelig på markedet (Bragança et al. 2018). Det er også utviklet en kraftmålende tredemølle som står på universitetet i Zurich. Tredemøllen måler stegene kontinuerlig, men begrenser seg til å måle den vertikale reaksjonskraften til bakken (Bragança et al. 2018). Systemet krever også at hestene er tilvendt til å gå på tredemølle (Bragança et al. 2018). Systemet er ikke kommersielt tilgjengelig.

## **Objektive systemer basert på kinematikk**

Kinematikk er studie av bevegelse uten å ta hensyn til kreftene som skaper denne bevegelsen. For å relatere dette til halthet er det det standardiserte bevegelsesmønsteret til for eksempel hestens hode, kropp og bekken som gjenkjennes av systemene. Kinematiske systemer baserer seg på å registrere bevegelsesmønstre, sammenligne hestens høyre og venstre side og se på graden av symmetri mellom de to. Målinger av kinematikk blir påvirket av hestens andre bevegelser som ikke relateres til halthet. Som for eksempel en stresset hest som traver skeivt, eller en nysgjerrig hest som kikker og flytter mye på hode. Dette gjør målingene mindre regelmessige og krever dermed flere steg for å få en tilstrekkelig måling for å detektere halthet. Målinger basert på bakkens reaksjonskraft påvirkes mindre av disse bevegelsene og krever dermed færre steg for å få en sensitiv måling (Keegan, 2011). Det er hovedsakelig to målemetoder for kinematikk hos hest og disse inkluderer; kamerabaserte systemer og kroppsmonterte sensorer.

### ***Kamerabaserte systemer***

Siden utviklingen av seriefotografi og film er dette blitt brukt til å analysere bevegelsesmønstre hos hest. Fra analyse av en serie med bilder, er teknologien utviklet til å kunne registrere reflekterende markører montert på hesten i et tredimensjonalt analyseprogram. Systemene baserer seg i hovedsak på multiple infrarøde kamera som er plassert rundt et kalibrert målsvolum (Bragança et al. 2018). Kameraene registrerer posisjonen til alle markørene kontinuerlig og sammen skaper de et tredimensjonalt bilde av bevegelsen til disse markørene (Bragança et al. 2018).



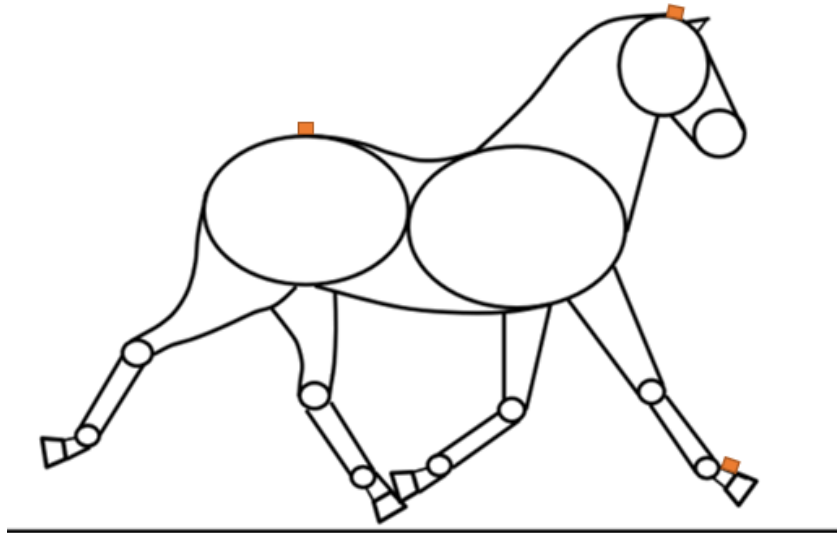
*Figur 3. Illustrasjon av hvordan et kamerabasert system kan se ut. Eksempel på antall markører, da dette kan variere.*

Målinger som baserer seg på kinematikk har stor variasjon i bevegelse og krever mange steg for å detektere små endringer (Keegan, 2011). Problemet kan løses ved å filme hesten på en tredemølle, men har den utfordringen at dette kan påvirke hestens bevegelsesmønster (Keegan, 2011). I nyere tid har det kommet systemer som benytter seg av flere kamera over et større område. Dette gjør det mulig å måle en hest over flere steg mens den løper på bakken (Bragança, 2018). En slik løsning gjør det mulig å måle hester på rett spor ved mønstring og på sirkel ved longering. Et 3D basert kamerasystem er veldig presist og regnes som gullstandarden for kinematiske analyser (Bragança, 2018). Ulempen er at utstyret er kostbart og krever mer eller mindre et permanent rom for å kunne utføre målingene. Det gjør det lite anvendelig i klinisk praksis, og bortimot umulig å bruke i felt.

### ***Kroppsmonterte sensorer***

En annen kinematisk analysemetode baserer seg på trådløse kroppsmonterte sensorer. Disse systemene gir mulighet til kontinuerlige målinger (mange steg), men har et begrenset antall

parametere som kan analyseres. Sensorene som brukes er «inertial measurement units» og måler blant annet akselerasjon og rotasjon. Målingen av akselerasjon brukes til å kalkulere forflytning av sensoren. Dette blir en indirekte måling av posisjon, noe som gjør systemet noe mindre nøyaktig enn det kamerabaserte systemet (Bragança, 2018). Det finnes flere systemer som baserer seg på ulike antall sensorer. I dette tilfellet blir systemet «Lameness Locator» brukt som eksempel. «Lameness Locator» er et system som består av i hovedsak 3 sensorer; en på toppen av hodet/nakken, en på *tuber sacrale*, og en mellom koden og hoven på høyre frambein.



Figur 4. Illustrasjon av plasseringer av sensorer ved bruk av systemet Lameness Locator.

Sensoren på høyre frambein er et gyroskop som måler rotasjon og registrer når høyre bein er i bakken og ut ifra dette beregner når de andre beina er i bakken. Sensorene på hodet og *tuber sacrale*, måler den vertikale forflytningen av bekken og hodet. Graden av asymmetri mellom den vertikale forflytningen av høyre og venstre side brukes for å detektere halthet. Disse parameterne er vist til å være de mest sensitive for å detektere halthet gjennom kinematiske målinger (Keegan, 2011). Målingen som gjøres overføres direkte til en håndholdt tablet og

analyseres ved hjelp av spesiallagde algoritmer. Analysen kommer raskt og gir både en grafisk oversikt over målingen, samt numeriske resultater i mm med forventede terskelverdier for halhthet som referanse (Keegan, 2011). Dette og andre systemer som baserer seg på trådløse sensorer er svært anvendelige i klinisk praksis og ikke minst i felt.

## **Bilediagnostikk**

Etter lokalisering av halhtheten kan bildediagnostikk som røntgen, ultralyd, computertomografi (CT), magnetresonansundersøkelse (MR), og scintigrafi være aktuelt. Ved slik diagnostikk vil veterinæren kunne ha flere funn, og det er viktig å ha gjort en grundig undersøkelse i forveien slik at veterinæren kan vurdere funnene opp mot klinisk relevans. Dette er et stort fagfelt som faller utenfor oppgavens fokus. Det vil derfor ikke utdypes videre her.

## **Diskusjon**

### **Halhthetsdiagnostikk av travhest**

Denne generelle gangen ved halhthetsutredning av hest utgjør hovedprinsipper for utredning av halhthet også hos travhest. For noen av disse punktene er det imidlertid relevant med ytterligere kunnskap for å kunne utføre en grundig utredning av halhthet hos travhest. Disse punktene vil beskrives mer i detalj her og inkluderer; anamnese for travhest, konformasjon av travhest, longering av travhest, gangartsundersøkelse av travhest kjørt i banen og vanlige årsaker til halhthet hos travhest. For noen av punktene vil ikke gjennomførelsen av undersøkelsen i noen særlig grad påvirkes av brukstypen og disse inkluderer; observasjon, palpasjon, mønstring, manipulasjon og diagnostisk anestesi. Disse punktene vil ikke diskuteres her og det vises til generell halhthetsdiagnostikk.

## Anamnese for travhest

Når anamnesen tas, får veterinæren informasjon av eieren eller treneren av hesten. Denne informasjonen er ofte bruksspesifikk og inneholder ord og uttrykk som er spesielle for sporten. For å forstå informasjonen som blir gitt er det nødvendig at veterinæren har kjennskap til bruken av hesten, og hvilket nivå det er forventet at den presterer på.

En travhest har en aldersbegrensning for bruk i konkurranse, og kaldblodstraveren kan gå løp fra den er 2 år til den er 15 år (DNT, 2020). Varmblodstravere født før 2007 kan gå løp fra de er 2 år til de er 12 år (DNT, 2020). Varmblodstravere som er født etter 2007 kan gå løp til de er 14 år gamle (DNT, 2020). Det første løpet en travhest kan gå er et mønstringsløp, som er et løp hvor alle som fullfører innenfor gitt tidsintervall får en pengepremie. Dette løpet er til for å motivere eiere til å komme i gang med trening av unghesten (DNT, 2020). Før en travhest kan starte i totalisator/premieløp må den gjennom et prøveløp. Aldersgrense for start i prøveløp er 2 år. Prøveløpet setter et tidskrav på kilometertid i forhold til alder på hesten for godkjenning av løpet. Dette oppgis for eksempel slik 1.55.0, men nevnes på folkemunne oftest bare som 55 i kilometertid. Tabell 2 viser hvor fort en travhest må løpe i de ulike aldersgruppene. (DNT, u.å.).

Alder	Kaldblodstraver	Varmblodstraver
2 år	1.55,0	1.28,0
3 år	1.50,0	1.25,0
4 år og eldre	1.42,0	1.23,0

Tabell 2. Oversikt over tidskrav for prøveløp (DNT, u.å.). Norgesrekorden for kaldblodstraver er 1.18,4, og for varmbloodstraver 1.09,3 for sammenligning (wikipedia, 2021).

## Konformasjon av travhest

For å vurdere konformasjon hos den enkelte hest er det nyttig å vite hva raseorganisasjonen sier er ønskelige trekk hos hesten man undersøker.

En kaldblodstraver er mellom 146-159 cm i mankehøyde (90%) (DNT & Svensk Travsport, 2019). Sett fra siden er den langlinjert med liggende bog, lang manke, relativt kort rygg og et langt kryss. Hodet er kort og bredt, halsen er bredt ansatt, krum og med god lengde, bringa skal ikke være bred. Beina skal ha markerte tørre ledd, frampipa skal være kort og med noe rette hasevinkler, kodebeina skal ikke være for korte. Høvene skal være symmetriske og av god størrelse (DNT & Svensk Travsport, 2019). Det er også gjort studier på trekk hos kaldblodstraver som påvirker prestasjon (Dolvik & Klemetsdal, 1999). Økt mankehøyde og liten omkrets i gjortleie førte til økt prestasjon, men de med høyest mankehøyde i studien hadde også flere skader relatert til bevegelsessystemet. Hestene som sto trangt med bakbeina, hadde rette haser eller hadde harehas, kom sjeldnere til start og tjente mindre. De som var kuhaset kom bare sjeldnere til start (Dolvik & Klemetsdal, 1999).

En varmbloodstraver avles mer på bakgrunn av prestasjoner, de kan få en poengsum på opptil 100 poeng hvor 50 av de kan være prestasjonsbaserte og 10 av de er basert på eksteriør. Helse og avstamning utgjør de siste 40 poengene (DNT, 2015). Det er ikke gjort noen store studier på konformasjonen til varmbloodstravere siden seint på 1980 tallet av Magnusson og Thafvelin (1990). Denne studien så på 500 4 år gamle varmbloodstravere, hvor de samlet inn data på konformasjon, helse og prestasjon. De foretrukne trekkene for god helse hos en varmbloodstraver var en som var mellomstor med lange bein, normal størrelse på høvene, ikke knepet in under *carpus*, harehaset, krokhaset eller rette koder. Det var også å foretrekke rette akser på bena. Trekkene som gav økt prestasjon var en lett og edel varmbloodstraver med et kort hode, høy manke, normal størrelse på høvene, ikke knepet inn under *carpus* eller hasen, beina er rotert utover med rettere skulder og kneakser.

Ved observasjon vil veterinæren vurdere den statiske konformasjonen, men det er lite forskning på hvorvidt dette har en direkte sammenheng med den dynamiske konformasjonen. Det ble vist i en studie at hos varmblodstraver var det ingen signifikant forskjell mellom den dynamiske konformasjonen satt i forhold til statisk konformasjon av høvene (Mokry et al., 2021). Denne studien ble gjort på hester med milde avvik, så større avvik i konformasjon kan muligens ha en annen effekt. De oppdaget også at varmblodstraveren lander i større grad med flat hov i forhold til andre varmbloidshester, som viser behovet for mer rasespesifikk forskning på biomekanikk på hest.

## **Longering av travhest**

Å se en hest på bøyd spor er en nyttig del av en gangartsundersøkelse, men å longere alle typer hester er ikke alltid like enkelt. Det er få travhester som longeres jevnlig og er vant med å gå i longe. Å gjøre dette for første gang ved en gangartsundersøkelse hos veterinæren kan være utfordrende for både hest, eier og veterinær. Ross (2011f) mener at å leie hesten på sirkel i skritt og trav kan være et godt alternativ. Han mener at hester beveger seg friere og mer naturlig i longe kontra å bli leid, men at det er bedre å se hesten på bøyd spor mens den leies enn å ikke se hesten på bøyd spor i det hele tatt.

Som tidligere nevnt endrer hester sitt bevegelsesmønster for å kunne bevege seg på bøyd spor (Rhodin et al. 2016; Starke et al, 2012). Det er flere studier av ridehester på bøyd spor (Pfau et al. 2012; Rhodin et al. 2016; Starke et al, 2012; Rhodin et al. 2013), men lite forskning på hvordan travere beveger seg på bøyd spor. Det er nylig gjort en studie som sammenlikner rettstrekke og bøyd spor når varmbloedstravere blir kjørt i banen (Kallerud et al. 2020b). Studien viste at traverne fikk en sirkelindusert utvendig frambeinshalhet, som delvis samsvarer med funn hos ridehest i longe (Rhodin et al. 2016). Traverne viste også en sirkelindusert utvendig bakbeinshalhet, som er motsatt av resultater fra tidligere studier av



ridehest (Pfau et al. 2012; Rhodin et al. 2016; Starke et al, 2012; Rhodin et al. 2013). Kallerud et al. har studert hester som travet på den delen av svingen som ikke er dosert, det vil si den delen av svingen som ikke heller innover (Kallerud et al. 2020b). Radiusen på svingen er betraktelig større enn ved lange og hestene trekker en vogn som kan påvirke evnen til å tilpasse bevegelsesmønsteret til svingen. Studien så også bare på hester som gikk på høyre hånd så det er uvisst hvilken effekt bevegelsesretning i sirkelen har på bevegelsesmønsteret. Det er dermed vanskelig å direkte overføre funnene til en situasjon hvor en travhest longeres eller leies i sirkel ved en gangartsundersøkelse. Veterinæren bør imidlertid være bevisst på at en undersøkelse av en travhest på bøyd spor kan avvike fra en undersøkelse av en ridehest i lange. Kallerud et al.

sin studie viser at det er behov for ytterligere forskning på biomekanikk hos spesifikke brukstyper. Dette vil være nyttig både for subjektiv gangartsvurdering av ulike brukstyper og for videre bruk av objektive systemer for deteksjon av halthet.

### **Gangartsundersøkelse av travhest kjørt i banen**

Mitchell et al. (2011) anbefaler ved halhthetsutredning av travhest å se hesten bli kjørt i banen. De mener at milde haltheter ses best i banen, og at undersøkelsen i banen kan gi et relevant perspektiv på haltheten. Mitchell et al. (2011) mener at haltheten ses tydeligst når hesten har joggefart, men i noen tilfeller kan det være aktuelt å se hesten i høy fart. Eksempler på hvor dette kan være relevant er for eksempel en trener som bare opplever problemer med hesten i høy fart eller bare etter en lang treningsøkt (Martin Jr. et al. 2011). En studie vurderte effekten av travhastighet på en i utgangspunktet mild halthet (Starke et al. 2013). Studien viste at på rett spor ble hestene subjektivt mindre halte ved høyere fart, mens de objektive målingene ikke endret seg signifikant. Når hesten gikk på bøyd spor var den subjektive vurderingen upåvirket av økt fart, mens de objektive systemene viste en signifikant økning i asymmetri

ved økt fart (Starke et al. 2013). Dette kan forklares med at mennesket har begrenset evne til å vurdere et bevegelsesmønster i høy fart (Holcombe, 2009). Ved en subjektiv evaluering gjorde hestens hastighet at det ble vanskeligere å detektere haltheten på rett spor ved økt fart og hestene opplevdes mindre halte (Starke et al. 2013). På bøyd spor økte graden av asymmetri ved økt fart, men denne økningen i asymmetri ble ikke detektert (Starke et al. 2013). Dette kan være på bakgrunn av at den økte farten gjorde det vanskeligere å detektere økningen i graden av asymmetri og hestene opplevdes som subjektivt like. I praksis vil det si at, om det bare er mulig å utføre en subjektiv vurdering av hesten i banen vil trolig rolig jogg være det beste tempoet for å detektere halthet.

Objektive systemer er nyttige verktøy ved gangartsevaluering i banen. Det mest aktuelle i dette tilfellet er et system som baserer seg på kroppsmonterte sensorer. Et slikt objektivt system vil kunne registrere bevegelsesmønster på en høyere frekvens enn det menneskets øye kan oppfatte (Keegan, 2011). Verktøyet gjør det mulig å evaluere hesten i høyere fart, og med bedre nøyaktighet enn ved en ren subjektiv evaluering. Optimal hastighet for objektiv halhthetsanalyse kan variere fra hest til hest. I en studie gjort av 18 hester på tredemølle viste de at 12 av hestene hadde lavest standardavvik når de travet midt mellom sin individuelle minimumsfart og maksfart (Peham et al. 2000). Seks av hestene hadde lavest standardavvik ved sin individuelle maksfart. Fire av hestene var varmbloodstravere, hvorav to pensjonerte traverne tilhørte gruppen med lavest optimalfart og de to løpsaktive traverne tilhørte gruppen med høyest optimalfart. Dette kan indikere at fysisk form påvirker hva som er optimal fart ved objektiv halhthetsanalyse (Peham et al. 2000).

Når hesten måles i banen, vil svingen i banen kunne inkluderes i målingen. Studien som sammenliknet rett strekke og bøyd spor når varmbloodstravere ble kjørt i banen, viste en endring i bevegelsesmønsteret (Kallerud et al. 2020b). De sirkelinduserte endringene var systematiske, men ble regnet for å være så små at de ikke ville påvirke den kliniske

beslutningen om tilstedeværelse av halhthet. Denne studien ble gjort på den delen av svingen som ikke er dosert og i joggefart. Effekten av høy hastighet i dosert sving er enda ikke undersøkt og kan gi andre resultater.

Ved bruk av objektive systemer vil resultatene komme med forventede grenseverdier for halhthet. En studie av varmbloodstraver åringer viste at 94% av hesten kom over denne terskelverdien (Kallerud et al. 2020a). Målingene hadde ofte høye standardavvik, noe som indikerer stor variasjon i bevegelsesmønsteret gjennom målingene. Dette beskriver også en utfordring ved å gjøre en gangartsevaluering av unge og uerfarne travere, både ved subjektiv og objektiv vurdering av halhthet. Veterinæren bør dermed være bevisst en forventning om gangartsasymmetri hos unge travere ved bruk av objektiv halhthetsanalyse når de blir kjørt i banen.

### Vanlige årsaker til halhthet hos travhest

Rase	Mest vanlige halhthetslidelser
Varmbloodstraver	Hovsmerte
	Osteoartritt i distale hovledd
	Osteoartritt i kodeledd
	Halhthet relatert til smerter i midtre avdeling av <i>carpus</i>
	Smerter Proksimopalmart på griffelbeina inkludert proksimal gaffelbåndsdesmitt
	Sesamoiditt
	Desmitt i gaffelbåndsgrener
	Halhthet relatert til hasens glideledd
	Tendonitt i den overfladiske bøyesene

	Osteokondrose i hasens tibio-tarsalledd
Kaldblodstraver	Carpale lidelser
	Tarsale lidelser
	Tendinitt i den overfladiske bøyesene
	Gaffelbåndsdesmitt
	Harehas
	Draktbruskforbeining
	Overbein
	Smerter i kodeleddene på bakbeina
	Tenosynovitt i den digitale seneskjede
	Tap av rytme

Tabell 3: oversikt over de 10 mest vanlige årsakene til halhthet hos varm- og kaldblodstraver (Torre, 2011; Ertola & Houttu, 2011).

## Begrensninger

En utfordring med forskning gjort på bevegelsesanalyse av hest er utvalgsstørrelsen. Drøye 55% av studiene gjort mellom 1978-2018, hadde en utvalgsstørrelse på under 10 hester (Egan & McGrath, 2019). Mange av studiene er basert på laboratorieforhold, og sammen med en begrenset utvalgsstørrelse gjør dette at generalisering til klinisk praksis i felt er utfordrende (Egan & McGrath, 2019). Drøye 6% av studiene fra 1978-2018, er basert på forskning på spesifikk hesterase eller brukstype. I tillegg til dette har 2 % av studiene beskrevet utfordringer med generalisering basert på rase/brukstype (Egan & McGrath, 2019). Studier som viser at raser/brukstyper kan ha ulike former for bevegelsesmønster (Mokry et al. 2021; Kallerud et al. 2020b) indikerer at en generalisering ikke er det mest optimale for videre forskning på biomekanikk. Ytterligere, spesifikk forskning på rase/brukstyper vil kunne

detektere flere slike forskjeller. Dette vil kunne gi økt kunnskap om normalvariasjon innenfor rasen/brukstypen, men også forventet normalvariasjon for hester generelt.

Mange av referansene i denne oppgaven refererer til en fagbok (Bassage & Ross, 2011; Ertola & Houttu, 2011; Keegan, 2011; Martin et al. 2011; Mitchell et al. 2011; Ross, 2011a,b,c,d,e,f,g; Ross & McIlwraith, 2011; Torre, 2011). Dette ble gjort i mangel på relevant forskning på området. Utfordringen med dette er at mange av referansene representerer forfatterens mening basert på lang erfaring og generell kunnskap på fagområdet. Disse meningene er ikke nødvendigvis usanne, men er ikke bekreftet av bevisbasert forskning. Mange felt innenfor halhthetsdiagnostikk er baser på klinisk erfaring og kunnskap som er overført fra kliniker til kliniker gjennom praktisk læring (Ross, 2011a). Mye av denne kunnskapen er akseptert som en praktisk sannhet, men uten mer forskning på området vil det ikke bli en bevisbasert sannhet.

En av artiklene inkludert i denne oppgaven overskrider grensen på 25 år (Magnusson & Thafvelin, 1990). Det er ikke gjort noen studier på området siden den gang og studien brukes som hovedverk i avl på varmbloodstravere i dag. Avlen har mulig utviklet varmbloodstravere på 30 år og kunnskapen om konformasjon er mulig større, så nytten av en ny studie med samme omfang er nok til stede.

## **Konklusjon**

Halhthetsdiagnostikk generelt er et fag som krever en bred fagkunnskap på brukstyper, konformasjon, anatomi, gjenkjennelse av spesifikke bevegelsesmønstre og tekniske kunnskaper ved bruk av objektive systemer. For halhthetsdiagnostikk av travhest er det viktig med god kjennskap til sporten, men forskningen på biomekanikk hos travhest er fortsatt mangelfull, spesielt når det gjelder kaldbloodstravere. Personlig ønsker jeg mer rase/bruksspesifikk forskning fremfor generaliserende forskning på tvers av raser/brukstyper.

Jeg tror det vil gi et mer komplett bilde av de naturlige variasjonene i hestens bevegelsesmønster. Dette vil kunne gi mer spesifikk kunnskap om rasene/brukstypene, og videre mulighet til i større grad å skreddersy undersøkelse og behandling til hver enkelt hest.

## **Takk til bidragsyttere**

Jeg vil takke veileder Sigrid Lykkjen for hennes tålmodighet og gode hjelp med fordypningsoppgaven.

## **Summary**

*Title:* Diagnosis of Lameness in The Trotter Horses

*Authors:* Andreas Gjerstad

*Supervisor:* Sigrid Lykkjen, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Companion Animal Clinical Sciences.

This paper is written for veterinary students and veterinarians that wants a general introduction to the diagnosis of lameness, objective movement analysis and different aspects of diagnosis of lameness in the trotter horses. Diagnosis of lameness in the trotter hoses will include a general introduction to how the trotter horses is used for competing, conformation of both standardbred and coldblooded trotters, challenges with evaluating movement in the trotter horses and possible solutions to those challenges.

## **Referanser**

- Ross, M.W. & Dyson, S.J. (2011). *Diagnosis and management of lameness in the horse*. 2. utg.. St. Louis: Elsevier/Saunders

- Adair S, Baus M, Belknap J, Bell R, Boero M, Bussy C, et al. (2018). Response to Letter to the Editor : Do we have to redefine lameness in the era of quantitative gait analysis. *Equine Vet J.* 50: 415– 7.
- Arkell, M., Archer, R.M., Guitian, F.J. and May, S.A. (2006) Evidence of bias affecting the interpretation of the results of local anaesthetic nerve blocks when assessing lameness in horses. *Vet. Rec.* 159, 346-249.
- Bassage II, L.H., Ross, M.W. (2011). Diagnostig Analgesia. I: Ross, Mike W. & Dyson, Sue J. *Diagnosis and management of lameness in the horse.* 2. utg. s. 100-34. St. Louis: Elsevier/Saunders
- Bathe, A.P., Judy, C.E. and Dyson, S. (2018). Letter to the Editor: do we have to redefine lameness in the era of quantitative gait analysis? *Equine Vet. J.* 50, 273.
- Bragança, F.M.S., Rhodin, M. and van Weeren, P.R. (2018) On the brink of daily clinical application of objective gait analysis: what evidence do we have so far from studies using an induced lameness model? *Vet. J.* 234, 11-23
- Busschers E & van Weeren PR. (2001). Use of the flexion test of the distal forelimb in the sound horse: repeatability and effect of age, gender, weight, height and fetlock joint range of motion. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med*, 48, 413– 27
- Clayton H.M. (2016) HORSE SPECIES SYMPOSIUM: Biomechanics of the exercising horse. *Journal of Animal Sciense.* 94, 4076-86
- Davidson E.J. (2018). Lameness evaluation of the athletic horse. *Vet. Clin. N. Am. Equine Pract.* 34, 181- 191.
- DNT & Svensk Travsport (2019). Avlsplan for kaldblodstraver. Tilgjengelig fra: <http://www.travsport.no/Global/www.travsport.no/Statistikk/2017/Sport/AVLSPLAN%20FOR%20KALDBLODS%20TRAVVER%202020.pdf> (lest 05.01.2021)

- DNT (2015). Norsk avlsplan for varmbloods travhester. Tilgjengelig fra:  
<http://www.travsport.no/PageFiles/8044/Norsk%20avlsplan%20for%20varmbloods%20travhester2015-revidering%20etter%20DNTs%20behandling%20desember%202017.pdf> (lest 05.01.2021)
- DNT (2020) Løpsreglement for travsport i Norge. Tilgjengelig fra:  
<http://www.travsport.no/PageFiles/197988/DNTs%20L%20c3%b8psreglementet%20gjeldende%20fra%20og%20med%201.1.2020.pdf> (lest 03.01.2021)
- DNT (u.å.) Særskilte bestemmelser for prøveløp for travhest. Tilgjengelig fra:  
<http://www.travsport.no/Global/DNTs%20pr%20c3%b8vel%20c3%b8psbestemmelser.pdf> (lest 03.01.2021)
- Dolvik, N.I. and Klemetsdal, G. (1999). Conformational traits of Norwegian coldblooded trotters: heritability and the relationship with performance. *Acta Agr. Scand. A.* 49, 156– 162.
- Donnell, J.R., Frisbie, D.D., King, M.R., Goodrich, L.R., Haussler K.K. (2015). Comparison of subjective lameness evaluation, force platforms and an inertial-sensor system to identify mild lameness in an equine osteoarthritis model. *Vet J.* 206, 136–42
- Dyson, S. & Murray, R. (2003). Pain associated with the sacroiliac joint region: a clinical study of 74 horses. *Equine Vet. J.* 35, 240– 245.
- Dyson, S. (2018). Is there an association between conformation and lameness?, *UK-Vet Equine*, 2:2, 57-61
- Dyson, S.J. & Greve, L. (2016). Subjective gait assessment of 57 sports horses in normal work: a comparison of the response to flexion tests, movement in hand, on the lunge, and ridden. *J. Equine. Vet. Sci.* 38, 1-7



- Eappen, S. & Datta, S. (1998). Pharmacology of local anesthetics. *Seminars in Anesthesia, Perioperative Medicine and Pain*, 17, 10-17.
- Egan, S, Brama, P, McGrath, D. (2019). Research trends in equine movement analysis, future opportunities and potential barriers in the digital age: a scoping review from 1978 to 2018. *Equine Vet J*. 51: 813– 24
- Ertola, K. & Houttu, J. (2011). The Finnish Horse and Other Scadinavian Cold-Blooded Trotters. I: Ross, Mike W. & Dyson, Sue J. *Diagnosis and management of lameness in the horse*. 2. utg. s. 1076-80. St. Louis: Elsevier/Saunders
- Hammarberg, M., Egenval, I A., Pfau, T., Rhodin, M. (2016). Rater agreement of visual lameness assessment in horses during lungeing. *Equine Vet J*, 48, 78–82
- Holcombe, A.O. (2009) Seeing slow and seeing fast: two limits on perception. *Trends Cogn. Sci.*, 13, 216– 221
- Kallerud, A.S., Fjordbakk, C.T., Hendrickson, E.H.S., Sjodin, E.P., Hammarberg, M., Rhodin, M., Hernlund, E. (2020a). Objectively measured movement asymmetry in yearling Standardbred trotters. *Equine Vet J*. 53, 590– 599
- Kallerud, AS, Hernlund, E, Byström, A., Sjodin, E.P., Rhodin, M., Hendrickson, E.H.S., Fjordbakk, C.T. (2020b). Non-banked curved tracks influence movement symmetry in two-year-old Standardbred trotters. *Equine Vet J*. 00: 1– 10
- Keegan K.G., Wilson, D.A., Wilson, D.J., Smith, B., Gaughan, E.M., Pleasant, R.S., et al. (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. *Am J Vet Res*. 59: 1370– 7
- Keegan, K.G. (2005a). Pelvic movement pattern in horses with hindlimb and forelimb lameness. *Proc Am Assoc Equine Pract*, 51: 121– 127.

- Keegan, K.G. (2005b). Head movement pattern in horses with forelimb and hindlimb lameness. *Proc Am Assoc Equine Pract*, 51: 114– 20.
- Keegan, K.G. (2007). Evidence-Based Lameness Detection and Quantification, *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 23, 2, 403-423,
- Keegan, K.G. (2011). Gait Analysis for the Quantification of Lameness. I: Ross, Mike W. & Dyson, Sue J. *Diagnosis and management of lameness in the horse*. 2. utg. s. 245-250. St. Louis: Elsevier/Saunders
- Keegan, K.G., Kramer, J., Yonezawa, Y., Maki, H., Pai, P.F., Dent, E.V., Kellerman, T.E., Wilson, D.A. and Reed, S.K. (2011) Assessment of repeatability of a wireless, inertial sensor-based lameness evaluation system for horses. *Am. J. Vet. Res.* 72, 1156-63.
- Keegan, K.G., Dent EV, Wilson DA, Janicek J, Kramer J, Lacarrubba A, et al. (2010) Repeatability of subjective evaluation of lameness in horses. *Equine Vet J.* 42: 92– 7.
- Keg, P.R., Van Weeren, P.R., Back, W. & Barneveld, A. (1997). Influence of the force applied and its period of application on the outcome of the flexion test of the distal forelimb of the horse. *VeterinaryRecord*, 141, 463-466
- Leelamankong P., Estrada R., Mählmann K., Rungsri P., Lischer C. (2020) Agreement among equine veterinarians and between equine veterinarians and inertial sensor system during clinical examination of hindlimb lameness in horses. *Equine Vet J.* 52, 326–31.
- Magnusson, L.-E., Thafvelin, B. (1990). Studies on the Conformation and Related Traits of Standardbred Trotters in Sweden. *J. Anirn. Breed. Genet.* 107, 135-148

- Maliye, S., Voute, L., Lund, D. and Marshall, J.F. (2013) An inertial sensor-based system can objectively assess diagnostic anaesthesia of the equine foot. *Equine Vet. J.* 45, 26–30
- Marshall, J.F., Lund, D.G. and Voute, L.C. (2012) Use of a wireless, inertial sensor-based system to objectively evaluate flexion tests in the horse. *Equine Vet. J.* 43, 8–11.
- Martin Jr, B.B., Dyson, S.J., Ross, M.W. (2011). Experiences Using a High-Speed Treadmill to Evaluate Lameness. I: Ross, Mike W. & Dyson, Sue J. *Diagnosis and management of lameness in the horse*. 2. utg. s. 925-27. St. Louis: Elsevier/Saunders
- Mayaki, A. M., Abdul Razak, I. S., Adzahan, N. M., Mazlan, M., & Rasedee, A. (2020). Clinical assessment and grading of back pain in horses. *Journal of veterinary science*, 21, e82
- McCracken M.J., Kramer J., Keegan K.G., Lopes M., Wilson D.A., Reed S.K., et al. (2012) Comparison of an inertial sensor system of lameness quantification with subjective lameness evaluation. *Equine Vet J.* 44: 652– 6
- Mitchell, J.B., Mitchell, J.S., Nolan, P.M., Ross, M.W. (2011). The North American Standardbred. I: Ross, Mike W. & Dyson, Sue J. *Diagnosis and management of lameness in the horse*. 2. utg. s. 977-93. St. Louis: Elsevier/Saunders
- Mokry, A., Van de Water, E., Politiek, H.T., van Doorn, D.A., Pille, F., Oosterlinck, M. (2021). Dynamic evaluation of toe–heel and medio-lateral load distribution and hoof landing patterns in sound, unshod Standardbred horses with toed-in, toed-out and normal hoof conformation, *The Veterinary Journal*, 268
- Nielsen T. D., Dean R. S., Robinson N. J., Massey A., Brennan M. L. (2014). Survey of the UK veterinary profession: common species and conditions nominated by veterinarians in practice. *Veterinary Record*, 174, 324

- Olive, J., Lambert, N., Bubeck, K.A., Beauchamp, G., Lavery S. (2014). Comparison between palpation and ultrasonography for evaluation of experimentally induced effusion in the distal interphalangeal joint of horses. *Am J Vet Res.* 75, 34– 40.
- Parkes RSV, Weller R, Groth AM, May S, Pfau T. (2009). Evidence of the development of ‘domain-restricted’ expertise in the recognition of asymmetric motion characteristics of hindlimb lameness in the horse. *Equine Vet J.* 41: 112– 7.
- Peham, C., Licka, T., Mayr, A. and Scheidl, M. (2000) Individual speed dependency of forelimb lameness in trotting horses. *Vet. J.* 160, 135-138
- Penell JC, Egenvall A, Bonnett BN, Olson P, Pringle J. (2005). Specific causes of morbidity among Swedish horses insured for veterinary care between 1997 and 2000. *Veterinary Record.* 157(16): 470- 477
- Pfau T, Stubbs NC, Kaiser LAJ, Brown LEA, Clayton HM. (2012) Effect of trotting speed and circle radius on movement symmetry in horses during lunging on a soft surface. *Am J Vet Res.* 73, 1890–9.
- Pilliner, S., Elmhurst, S. & Davies, Z. (2002) Trotting. I: *The horse in motion.* S.99 Oxford: Blackwell publishing
- Pilliner, S., Elmhurst, S. & Davies, Z. (2002) Walking. I: *The horse in motion.* S.82 Oxford: Blackwell publishing
- 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): e0176253
- Rhodin M, Roepstorff L, French A, Keegan KG, Pfau T, Egenvall A. (2016). Head and pelvic movement asymmetry during lungeing in horses with symmetrical movement on the straight. *Equine Vet J,* 48, 315–20

- Rhodin M., Pfau T., Roepstorff L., Egenvall A. (2013). Effect of lungeing on head and pelvic movement asymmetry in horses with induced lameness. *Vet J.* 198, 39–45.
- Ringmark S, Jansson A, Lindholm A, Hedenström U, Roepstorff L, (2016). A 2.5 year study on health and locomotion symmetry in young Standardbred horses subjected to two levels of high intensity training distance. *The Veterinary Journal.* 207: 99-104
- Ross, M.W. (2011a). Lameness Examination: Historical perspective. I: Ross, Mike W. & Dyson, Sue J. *Diagnosis and management of lameness in the horse.* 2. utg. s. 1-2. St. Louis: Elsevier/Saunders
- Ross, M.W. (2011b). Lameness in Horses: Basic Facts Before Starting. I: Ross, Mike W. & Dyson, Sue J. *Diagnosis and management of lameness in the horse.* 2. utg. s. 3-7. St. Louis: Elsevier/Saunders
- Ross, M.W. (2011c). Anamnesis (History). I: Ross, Mike W. & Dyson, Sue J. *Diagnosis and management of lameness in the horse.* 2. utg. s. 8-14. St. Louis: Elsevier/Saunders
- Ross, M.W. (2011d). Observation: Symmetry and Posture. I: Ross, Mike W. & Dyson, Sue J. *Diagnosis and management of lameness in the horse.* 2. utg. s. 32-42. St. Louis: Elsevier/Saunders
- Ross, M.W. (2011e). Palpation. I: Ross, Mike W. & Dyson, Sue J. *Diagnosis and management of lameness in the horse.* 2. utg. s. 43-63. St. Louis: Elsevier/Saunders
- Ross, M.W. (2011f). Movement. I: Ross, Mike W. & Dyson, Sue J. *Diagnosis and management of lameness in the horse.* 2. utg. s. 64-79. St. Louis: Elsevier/Saunders
- Ross, M.W. (2011g). Manipulation. I: Ross, Mike W. & Dyson, Sue J. *Diagnosis and management of lameness in the horse.* 2. utg. s. 80-87. St. Louis: Elsevier/Saunders

- Ross, M.W., McIlwraith, C.W. (2011). Conformation and Lameness. I: Ross, Mike W. & Dyson, Sue J. *Diagnosis and management of lameness in the horse*. 2. utg. s. 15-31. St. Louis: Elsevier/Saunders
- Schumacher, J., Schramme, M.C., Schumacher, J. and Degraeve, F.J. (2013) Diagnostic analgesia of the equine digit. *Equine Vet. Educ.* 25, 408-421
- Starke SD, Willems E, May SA, Pfau T. (2012). Vertical head and trunk movement adaptations of sound horses trotting in a circle on a hard surface. *Vet J*, 193, 73–80
- Starke SD, May SA. (2017). Veterinary student competence in equine lameness recognition and assessment: a mixed methods study. *Vet Rec.* 181: 168.
- Starke SD, Oosterlinck M. (2019). Reliability of equine visual lameness classification as a function of expertise, lameness severity and rater confidence. *Vet Rec.* 184: 63.
- Starke, S.D., Raistrick, K.J., May, S.A. and Pfau, T. (2013) The effect of trotting speed on the evaluation of subtle lameness in horses. *Vet. J.* 197, 245–252
- Torre, F. (2011). The european standardbred. I: Ross, Mike W. & Dyson, Sue J. *Diagnosis and management of lameness in the horse*. 2. utg. s. 1036-47. St. Louis: Elsevier/Saunders
- van Weeren PR, Pfau T, Rhodin M, Roepstorff L, Serra Braganca F, Weishaft MA. (2017). Do we have to redefine lameness in the era of quantitative gait analysis? *Equine Vet J.* 49: 567– 9.
- Wikipedia (2021). Travsport. Tilgjengelig frå:  
<https://no.wikipedia.org/wiki/Travsport#Norgesrekorder> (lest 27.03.2021)





Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
67 23 00 00  
[www.nmbu.no](http://www.nmbu.no)