



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin
och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Barfota versus skodd

- med fokus på den friska hästhoven

Eva Johansson

*Uppsala
2017*

Barfota versus skodd

- med fokus på den friska hästhoven

Barefoot versus shod

- focusing on the sound horse hoof

Eva Johansson

Handledare: Anna Lundberg & Jenny Yngvesson, institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Examinator: Eva Tydén, institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grund nivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin

Kurskod: EX0700

Program: Veterinärprogrammet

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2017

Serienamn: Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen

Delnummer i serie: 2017:41

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Häst, skodd, barfota, feral hästhov

Key words: Horse, shod, barefoot, feral horse hoof

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	1
SUMMARY	2
INLEDNING.....	3
MATERIAL OCH METODER	3
LITTERATURÖVERSIKT.....	4
Hovens uppbyggnad och funktion	4
Den skodda hoven	6
Biomekaniska effekter på hov och distala extremiteter	6
<i>Påverkan på hovmekanismen</i>	6
Påverkan på hästens rörelsemönster	7
Den oskodda hoven	8
Morfologiska effekter av barfotaverkning	8
Den ferala hästhoven	8
<i>Hovhälsa</i>	9
<i>Morfologi</i>	9
<i>Själverkning</i>	10
Miljöns betydelse	10
DISKUSSION	11
SLUTSATS.....	14
REFERENSLISTA.....	15

SAMMANFATTNING

Hoven utgör en väldigt liten del av hästen, men har en avgörande betydelse för dess hälsa och välmående. Det är viktigt att kunna utvärdera hur verkning och skoning påverkar hästens prestation och identifiera eventuell negativ stress på hoven och rörelseapparaten. Vad som anses vara korrekt hovvård är ett av de mest kontroversiella ämnena inom hästsektorn. På senaste tiden har det traditionella synsättet på skoning och hovvård utmanats av barfotaförespråkare, som menar att kunskapen om den ferala hästens hovmorfologi kan gagna den domesticerade hästen. Syftet med denna litteraturstudie är att studera effekterna av skoning jämfört med barfotagång hos häst, genom att besvara följande frågeställningar: Skiljer sig den skodda hovens morfologi och biomekanik från den oskodda? Påverkas hästens rörelsemönster av skoning och i så fall hur? Utgör den ferala hästhoven en lämplig modell som den optimala hoven?

Granskade artiklar indikerar att skoning för med sig flertalet skadliga konsekvenser. Den skodda hoven placeras på en järnkant, vilket leder till att strålen och sulan höjs upp från marken. Hovkapselns expansion begränsas och en ökad stress ses i hornvävnaden som omger sömmen. Konsekvensen blir en nedsatt hovmekanism och således en försämrad blodförsörjning och stötdämpningsförmåga. Det genereras en större fysikalisk islagskraft mot hoven under skodda förhållanden, som potentiellt kan bidra till muskuloskeletala skador. Den adderade vikten av skon, bidrar också till en påverkan på det distala benets rörelse, med en mer uttrycksfull svängningsfas och en större aktion i gångarterna som följd.

Den friska hoven är överlägsen i sitt naturliga barfota tillstånd beträffande viktbärande egenskaper, stötdämpning och förmågan att skingra energin från marknedslaget. Hos den ferala hästen utgör sulan en stor del av den viktbärande ytan. Den domesticerade hästen har uppvisat en tunnare sula, vilken är mer utsatt för skador och hälta. Det yttre intrycket av en robust och frisk feral hästhov har dock visat sig vara något missvisande. Ferala hästar i Australien och på Nya Zeeland uppvisade hög förekomst av olika hovabnormiteter och stor morfologisk variation. Hoven anpassade sig för att matcha den miljö som hästen levde i. Klimat och underlag hade stor inverkan på hovmorfologin och hovhälsan. Data tyder följaktligen på att det är tvivelaktigt om den ferala hästhoven är en passande modell för den domesticerade hästen, så länge som miljön inte tas i beaktande.

SUMMARY

The hoof represents a small part of the horse, but plays a crucial role for its soundness and wellbeing. It's important to evaluate how shoeing effects the performance of the horse and to identify potential negative stress on the hoof and locomotor apparatus. What's considered correct hoof care is one of the most controversial subjects within the horse community. Lately the traditional way of looking at shoeing and hoof care has been challenged by barefoot advocates. They propose that the knowledge regarding the morphology of the wild horse's hoof could benefit the domestic horse. The purpose of this literature review is to study the effects of shoeing compared to leaving the horse barefoot, by answering following questions: Does the morphology and biomechanics differ between the shod and unshod hooves? Is the locomotion pattern of the horse affected by shoeing and if so, how? Does the wild horse foot type represent an ideal model?

Reviewed articles indicate that shoeing contributes to several adverse effects. The shod hoof is placed on an iron rim, causing the frog and sole to be elevated off the ground. The expansion of the hoof capsule is restricted and an increased stress is seen in the horn material surrounding the nail fixations. The consequence is a reduced hoof mechanism, leading to impaired blood supply and concussion-dampening properties. An increased impact intensity on the hoof is present under shod conditions, which potentially can contribute to musculoskeletal injuries. The added weight of the shoe, also contributes to a more animated swing phase and more expressive gaits.

The sound hoof is superior in its natural barefoot state regarding weight-bearing properties, shock absorption and the ability to dissipate energy from the hoof-ground impact. The sole makes up a major part of the weight-bearing surface in the wild horse's hoof. The domestic horse has demonstrated a thinner sole, that is more exposed to injuries and lameness. The superficial impression of a robust and healthy wild horse hoof has proven to be somewhat misleading. Feral horses in Australia and New Zealand showed a high incidence of various hoof abnormalities and a great morphological variation. The hoof adapted to match the environment in which the horse lived. The climate and the ground surface had great impact on hoof morphology and soundness. These data therefore suggest that the wild horse hoof is probably not a suitable model for the domestic horse, as long as the environment is not taken into account.

INLEDNING

I över 2000 år har hästars (*Equus caballus*) hovar skotts för att skydda mot förslitning (Back & Pille, 2013). Otaliga skomodeller och hovvårdstekniker har utvecklats under åren. Idag skos hästar i många syften; allt från att optimera prestationsförmågan till att förebygga skador (Willemen, Savelberg & Barneveld, 1997; Floyd & Mansmann, 2007). Vad som anses vara korrekt hovvård är ett av de mest kontroversiella ämnena inom hästsektorn (Floyd & Mansmann, 2007). Verknings- och skoningsmetoden påverkar även hovens inre strukturer och benet ovanför. Många veterinärer och hovslagare hävdar att flertalet hältor kan förebyggas eller botas med god hovvård (O'Grady, 2003). Hoven utgör en väldigt liten del av hästen, men har en avgörande betydelse för dess hälsa och välmående (Floyd & Mansmann, 2007). Det är viktigt att kunna utvärdera hur skoning påverkar hästens prestation och identifiera eventuell negativ stress på hoven och rörelseapparaten (Roepstorff, Johnston & Drevemo, 1999).

I grunden har skoningstekniken inte ändrats nämnvärt under senaste århundradena. Den grundar sig mer på erfarenhet och tradition än vetenskapliga underlag. På senaste tiden har det traditionella synsättet på skoning och hovvård utmanats av olika barfotaförespråkare (Floyd & Mansmann, 2007). Trots ökat intresse för användandet av mer naturliga metoder gällande hovvård och verkning, så har relativt få studier utförts i ämnet. Ny avancerad teknik inom vetenskapen har dock möjliggjort för insyn i ett tidigare relativt utforskat område (Eliashar, 2012).

Delar av den traditionella hästhållningen kan ha en negativ inverkan på hästens hovhälsa, så som felaktig utfodring, brist på motion och bristande hovvård. Förhållandena under vilka den ferala (förvildade) hästen lever har däremot antytts främja hovhälsan. De långa avstånd som hästarna färdas i omväxlande terräng, den naturliga och varierade dieten och frånvaron av eventuella skadliga effekter av domesticeringen (Hampson *et al.*, 2013a). Förespråkare av barfotagång menar att kunskapen om hur den ferala hästens hov är utformad även kan gagna den domesticerade hästen (Hampson *et al.*, 2011).

Syftet med denna litteraturstudie är att studera effekterna av skoning jämfört med barfotagång hos häst. Följande frågeställningar önskas besvaras:

- Skiljer sig den skodda hovens morfologi och biomekanik från den oskodda?
- Påverkas hästens rörelsemönster av skoning och i så fall hur?
- Utgör den ferala hästhoven en lämplig modell som den optimala hoven?

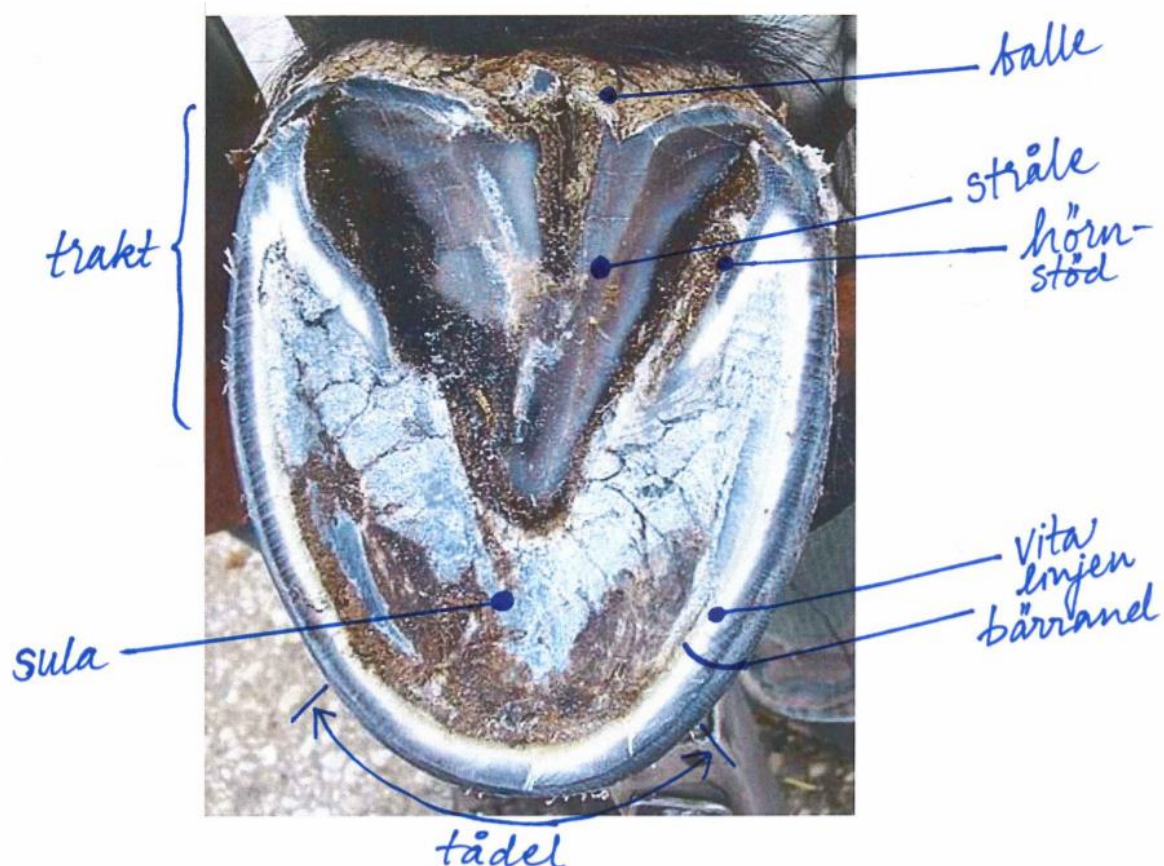
MATERIAL OCH METODER

Följande sökmotorer användes: Web of Science, Scopus, PubMed och Google Scholar. Litteraturstudien baserades främst på publicerade forskningsartiklar, men även kurslitteratur användes. Huvudsakliga kombinationer av sökord var: *shod OR shoe* OR horseshoe* AND unshod OR barefoot* AND horse* OR equine**. Övriga sökord var: *podiatry, farriery, hoof care* och *trimming*. Litteraturförteckningen i uppsökt litteratur ledde även vidare till nya fynd av artiklar. Urvalet skedde efter relevans och då tillgången på vetenskapliga studier i ämnet var knapp, fanns inget behov av ytterligare begränsning.

LITTERATURÖVERSIKT

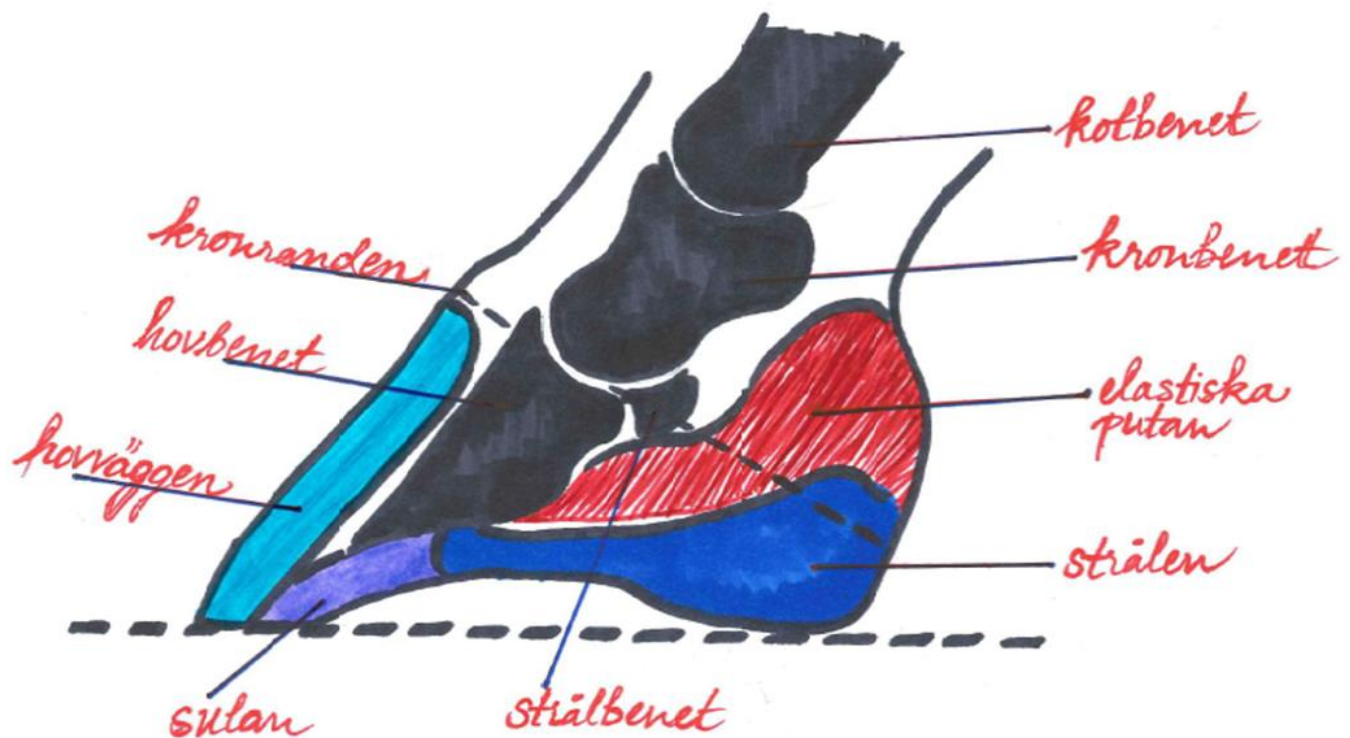
Hovens uppbyggnad och funktion

Hoven är anpassad för att kunna utstå många påfrestningar och bära upp hästens stora kroppsmassa (Floyd & Mansmann, 2007). Den har en naturlig förmåga att kunna ändra form och skingra stressen som uppkommer i vävnaden i samband med rörelse (Panagiotopoulou *et al.*, 2016). Den yttre hovkapseln (epidermis) behöver både vara hård och elastisk för att fungera som skydd för känsligare underliggande strukturer och som stötdämpare (Hampson *et al.*, 2011; Floyd & Mansmann, 2007). Hovkapseln består av flera delar; hovväggen, sulan, strålen, trakterna och kronranden (*fig. 1 & 2*). Kronranden utgör gränsen mellan huden på distala delen av benet och hovväggen (Back & Pille, 2013). Hovväggen är 5–10 mm tjock och består av tre lager. Ytterst återfinns glasyrlagret, sedan vägghornet och innerst lamellhornet (Sjaastad, Sand & Hove, 2010). Det tunna glasyrlagret hindrar avdunstning och bibehåller fukten i hornvävnaden. Vägghornet, som är robust och slitstarkt, utgör största delen av hovväggen. Dess innersta segment består av opigmenterat keratin, som syns i bärranden på hovens undersida som den vita linjen (*fig. 1*). Det är här som hovslagare fäster sömmen vid skoning. Det innersta lamellhornet fäster till underliggande lamelläderhuden (dermis) genom flertalet mikroskopiska förlängningar. Lamellerna sträcker sig från kronranden ner till sulan. Lamelläderhuden, som fäster mot hovbenet (*fig. 2*), producerar ny hornvävnad. Delarna innanför hovkapseln utgör kötthoven och består av ett intrikat nätverk av nervvävnad och blodkärl (Dyce, Sack & Wensing, 2002; Sjaastad, Sand & Hove, 2010).



Figur 1. Hovens undersida. Modifierad bild från *Creative Commons*.

Hovens undersida utgörs av sulan och strålen. Sulhornet har normalt en konkav böjning. I den centrala delen av sulan återfinns strålen; en V-formad struktur som liknar hundens och kattens trampdyna. Keratinlagret i strålen och ballarna (*fig. 1*) är mjukare och smidigare än det i hovväggen. Strålens elasticitet är viktig då den tvingar hovväggen utåt, framför allt i trakterna, när hästen belastar hoven. Den här rörelsen kallas för hovmekanismen och är av stor betydelse för blodcirkulation och därmed tillförseln av näringsämnen, som krävs för en god hornproduktion. Om strålens kontakt med marken vid belastning hindras eller om hovmekanismen begränsas, utvecklar hästen på sikt tunt horn som lätt skadas (Floyd & Mansmann, 2007; Dyce, Sack & Wensing, 2002; Sjaastad, Sand & Hove, 2010).



Figur 2. Genomsärningsbild av hoven och den distala delen av benet. Egen bild (2017).

Hovens formändring vid markkontakt är även väsentlig för stötdämpningen (Dyce, Sack & Wensing, 2002; Back & Pille, 2013). Vanligtvis landar hästen med trakterna och strålens bakre del i marken först (O'Grady & Poupard, 2003). Strålen trycks då uppåt mot den elastiska putan (*fig. 2*) och utåt åt sidorna. Samtidigt rör sig kron-, stål- och hovben (*fig. 2*) neråt i vertikal riktning. Den elastiska putan utsätts då för tryck från två håll och expanderar sidledes, vilket resulterar i att framför allt hovens bakre delar, trakterna, utvidgas (Hinterhofer, Stanek & Haider, 2000, 2001; Dyce, Sack & Wensing, 2002). Ungefär 70 % av stötdämpningen sker i hoven (Willemen, Jacobs & Schamhardt, 1999). Kraften från marknedslaget dämpas, vilket verkar skyddande på hästens senor, leder och ligament (Back & Pille, 2013). Den elastiska putans formförändring tillsammans med traktexpansionen hjälper även till att pumpa extremiteternas venösa blod tillbaka till hjärtat (Dyce, Sack & Wensing, 2002).

Den skodda hoven

Biomekaniska effekter på hov och distala extremiteter

Hästens steg kan delas in i två faser; svängningsfasen då benet befinner sig i luften och belastningsfasen då hoven befinner sig i kontakt med marken. Under den sistnämnda utsätts benet för en yttre islagskraft från marken, som benämns markreaktionskraften (Eliashar, 2012). Denna kan vara av betydelse vid utvecklandet av muskuloskeletala skador (Pratt, 1997). Ägare till 1562 försäkrade hästar besvarade ett online-frågeformulär gällande hästhållning, skötsel och användning av hästen. Även hästarnas historik gällande kirurgiska ingrepp granskades och resultatet visade att den skodda hästen löpte större risk att drabbas av skador/rubbningar på rörelseapparaten jämfört med barfotahästen ($P < 0,05$) (Köning *et al.*, 2016).

En studie av Proske *et al.* (2016) uppmätte större omkrets (medelvärde) på karpal- och kotlederna vid skoning jämfört med barfotagång ($P \leq 0.01$). Det genereras en större fysikalisk islagskraft mot hoven under skodda förhållanden (Roepstorff, Johnston & Drevemo, 1999; Willemen, Jacobs & Schamhardt, 1999). Den ökade mekaniska belastningen kan potentiellt bidra till muskuloskeletala skador (Panagiotopoulou *et al.*, 2016). Fine element analysis (FEA) indikerade ökad stress på skelettet i distala delen av frambenen (kot-, kron- och hovben) under belastningsfasen vid skodda förhållanden i skritt (Panagiotopoulou *et al.*, 2016). Då bara en häst bidrog i den sistnämnda studien, testades inga av de uppbenbara skillnaderna (skodd och oskodd) för signifikans. I en annan studie visade FEA-analys även på extremt hög stress i hornvävnaden som omgav sömmen, framför runt de bakersta spikarna (Hinterhofer, Stanek & Haider, 2000).

Påverkan på hovmekanismen

En *in vitro* studie visade på en tydlig restriktion av hovkapselns rörelse vid interaktion med underlaget då hästarna bar skor (Hinterhofer *et al.*, 2006). Åtta frambenspar från friska varmbloodshästar analyserades såväl under skodda som oskodda förhållanden. En vertikal kraft på 3000 N tillfördes för att imitera skritt. Kinematiska aspekter uppmättes med hjälp av tio markörer på hoven och tre digitalkameror, vars bilder omvandlades till 3D-motion models. Skorna fixerades med endast fyra sömmar, och Hinterhofer *et al.* (2006) framhåller att begränsningen kan förväntas vara ännu större då fler används. Roepstorff, Johnston och Drevemo (2001) utförde en *in vitro* och en *in vivo* studie, med fokus på den laterala hälexpansionen i framhovarna under skodda och oskodda förutsättningar. Resultaten *in vitro* bekräftades av *in vivo* studien. Skor påverkade signifikant hälexpansion i både skritt och trav (Roepstorff, Johnston & Drevemo, 2001). Vid skoning sker en upphöjning av sulan från marken och främst hovväggen belastas. Detta leder oundvikligen till en nedsatt hovmekanism och således en förändrad stötdämpningsförmåga (O'Grady, 2016). Vibrationer i nivå med hovväggen orsakade av marknedslaget visade sig vara 15 % högre vid skodda än oskodda förhållanden (Willemen, Jacobs & Schamhardt, 1999). Det är fortfarande inte helt fastställt i vilken omfattning denna begränsning påverkar den underliggande vävnaden, blodförsörjningen och hornproduktionen (Hinterhofer *et al.*, 2006). Friktion mellan de expanderade trakterna och skon leder till ett mer omfattande slitage än i hovens främre delar. På sikt bidrar detta till en förändrad utformning av hoven och dess balans. Hos barfotahoven fördelas slitaget mer jämt över hela sulan och hovens utformning behålls huvudsakligen genom en balans mellan tillväxt och slitage (van Heel *et al.*, 2004).

Det har tidigare ansetts att hästen ska bära sin vikt på den yttre hovväggen. Traditionellt hovslageri använder fortfarande denna modell. Hästskon spikas fast på den delen av hoven, och större delen av sulan tillåts endast bära vikt då hästen befinner sig på mjukt underlag (Hampson *et al.*, 2011). Tolv quarterhästar användes för att studera effekterna av barfotaverkning samt skoningens påverkan på de distala frambenslederna (Proske *et al.*, 2016). Studien delades in i två faser; de första 42 dagarna var hästarna barfota och dag 49 till 91 skodda. Termografifotografering genomfördes av karpalled, kotled, hovkapsel, stråle och sula på båda frambenen. Under barfotagång uppmättes en högre yttemperatur på strålen och den mediala och laterala delen av sulan, jämfört med under skoning ($P \leq 0.01$). Data tydde på att hovbeslagen bidrog till en försämrad kontakt mellan hoven och marken, vilket kunde leda till en nedsatt cirkulation (Proske *et al.*, 2016). Hos den ferala hästen har sulan visat sig utgöra en stor del av den vikt bärande ytan, troligtvis tack vare de låga hovväggarna (Ovnicsek, Erfle & Peters, 1995; Floyd & Mansmann, 2007). Enligt Hampson *et al.* (2011) har sulans betydelse som en värdefull vikt bärande och stötavledande struktur underskattats hos den domesticerade hästen. En *in vitro* studie på framhovar från 70 ferala hästar och 20 domesticerade fullblodshästar, undersökte hovens vikt bärande egenskaper (Hampson *et al.*, 2011). Resultaten antydde att hornstillväxten varierade till följd av de biomekaniska effekter som hoven utsattes för. Tunnast sula hade de domesticerade fullblodshästarna, vilket även är i linje med resultaten från studien av Proske *et al.* (2016). Då hästen bär skor höjs hoven upp en bit ovanför marken och största delen av hästens tyngd förläggs på hovväggen (Hinterhofer, Stanek & Haider, 2001; O'Grady, 2016). Sulans tjocklek reduceras över tid till följd av att den inte längre interagerar med marken, och dess naturligt skyddande egenskaper begränsas (Hampson *et al.*, 2011). Det är allmänt vedertaget att en tjock sula bidrar till god hovhälsa och att en tunn är mer utsatt för skador och hälta (Baxter & Stashak, 2011). Den större vikt bärande ytan hos den oskodda hästen, reducerade kraften per ytenhet och därmed även stressen på hovväggen, hovens inre strukturer och den proximala delen av benet (Floyd & Mansmann, 2007; Hampson *et al.*, 2011).

Påverkan på hästens rörelsemönster

Sex friska hästar studerades för att jämföra frambenens svängningsfas under skodda och oskodda förhållanden i trav (Singleton *et al.*, 2003). Vikten av skon (365 ± 70 g) bidrog till en påverkan på det distala benets rörelse. Under skodda förhållanden krävdes mer energi i början av svängningsfasen för att övervinna det ökade motståndet orsakat av skovikten (Singleton *et al.*, 2003). Willemen, Savelberg & Barneveld (1997) tittade närmare på skoningens effekt på gångartskvalitén, och då framför allt traven. Tolv friska holländska varmblod som aldrig tidigare varit skodda studerades. Viktiga parametrar för travens kvalitet bedömdes objektivt med ett modifierat CODA-3 system då hästarna travade på ett löpband. Först studerades hästarna oskodda, sedan skodda med en 10 mm tjock sko och sedan oskodda igen. Mellan varje mättillfälle tilläts en tillvänjningsperiod på minst 3 dagar. Belastningsfasens duration, benets tillbakadragande under svängningsfasen, kotledens maximala extension samt aktionen i traven studerades. Alla dessa variabler, förutom kotledsextensionen, ansågs bidra till högre kvalitet på traven efter skoning. Att addera vikt till hovarna ledde till en mer uttrycksfull svängningsfas och en större aktion i gångarterna (Willemen, Savelberg & Barneveld, 1997).

Den oskodda hoven

Morfologiska effekter av barfotaverkning

Det finns få vetenskapliga data som beskriver effekterna av barfotaverkning både på kort och lång sikt. Speciellt lite utforskat är det hos hästar som tränas regelbundet. Clayton *et al.* (2011) studerade dock långsiktiga förändringar i hovmorfologin hos sju hästar som verkades var 6:e vecka enligt barfotaprinciper. Hästarna, av rasen arabiskt fullblod, reds dagligen på mjukt sandunderlag under perioden som studien pågick. Förändringar i hovens morfologi dokumenterades med hjälp av digital fotografering, röntgen och kvantitativa mått efter 0, 4 och 16 månader. Hästarna hade vid studiens början gått 3–4 år utan skor och visade redan tecken på anpassning till barfotagång. Hästar som varit skodda under lång tid, med höga trakter och förkrympt stråle, kan behöva en betydligt längre övergångsperiod än fyra månader, som användes i den aktuella studien (Clayton *et al.*, 2011).

Ett år innan studien påbörjades hade hovarna tillåtits växa och forma sig fritt utan mänsklig påverkan. Hovarna uppvisade då en morfologi liknande den hos ferala hästen, som levt på mjukt underlag (Hampson *et al.* 2010b, 2013b). Under studiens första fyra månader sågs förändringar i morfologin, som var ett direkt resultat av barfotaverkningen. Hovväggen verkades i nivå med sulan, trakterna sänktes, tån filades ner och den yttre delen av hovväggen rundades. Sulan, strålen och hörnstöden lämnades intakta. Under efterföljande 12 månader underhölls barfotaverkningen endast med små åtgärder (Clayton *et al.*, 2011).

En av konsekvenserna av att stråle och hörnstöd fick en viktbärande funktion, var en förflyttning av hovväggen utåt i den bakre delen av hoven (Clayton *et al.*, 2011). Strålens kontakt med marken anses spela en viktig roll för stötdämpningen (Dyce, Sack & Wensing, 2002; Back & Pille, 2013) och hemodynamiken (Bowker *et al.*, 1998). Under studiens (Clayton *et al.*, 2011) initiala fyra månader ökade strålen i storlek; ett resultat av den mer omfattande markkontakten som uppstod då hovväggen filades ner. Under efterföljande underhållsperiod minskade strålen dock i storlek, något som kan verka motsägelsefullt (Clayton *et al.*, 2011). Histologifynd har dock visat på en omvandling från huvudsakligen fettvävnad till ett fastare och mer elastiskt fibröst brosk, då strålen tillåts vara delaktig som viktbärande struktur (Bowker *et al.*, 1998). Skillnaden mellan tåvinkel och traktvinkel minskade från 13,8° till 7,2° under underhållsperioden, vilket ansåg vara en positiv förändring (Clayton *et al.*, 2011). En ökad traktvinkel minskar risken för skador associerade med understuckna trakter (Balch, Helman & Collier, 2001). Hovbenets sulvinkel ökade också, vilket kan vara fördelaktigt vid behandling av en negativ hovbensvinkel. Signifikanta förändringar i hovens morfologi sågs alltså till följd av barfotaverkningen, med många potentiellt välgörande konsekvenser för hästens hovhälsa (Clayton *et al.*, 2011).

Den ferala hästhoven

Den senaste tidens ökade intresse för den ferala hästens hov som modell, har utmanat traditionell hovslagarpraxis (Floyd & Mansmann, 2007; Ovnicek, Erfle & Peters, 1995). Förespråkarna menar att mycket finns att lära av hur dessa hästars hovar är utformade och att kunskapen kan användas för att gagna den domesticerade hästen (Hampson *et al.*, 2011). Den ferala hästens hov anses representera det naturliga tillståndet och är ett resultat av naturlig selektion (O'Grady, 2003; Ovnicek, Erfle & Peters, 1995). En feral häst utan funktionella hovar överlever inte länge. Det är ett flyktdjur som inte kan fly eller födosöka (Back & Pille, 2013). I

en australiensisk studie övervakades ferala hästar med hjälp av GPS- teknologi (Hampson *et al.*, 2010a). Hästarna rörde sig upp till 26 km per dag på hårt och stenigt underlag. Förmågan att kunna förflytta sig långa sträckor över tuff terräng utan några synliga biverkningar, kan vara ett resultat av deras unika hovmorfologi (Hampson *et al.*, 2011).

Hovhälsa

Två studier som undersökte hovhälsan hos ferala hästar i Australien och Nya Zeeland, påvisade dock båda en stor morfologisk variation och en hög förekomst av olika hovabnormiteter (Hampson *et al.*, 2010b, 2013b). Längd- och vinkelmått varierade kraftigt och var ofta utanför ramarna för vad som vanligtvis rekommenderas av veterinärer och hovslagare. Det yttre intrycket av en robust och frisk feral hästhov visade sig vara missvisande (Hampson *et al.*, 2013b). De inre hovstrukturerna, som undersöktes med hjälp av bland annat radiografi, uppvisade patologiska fynd. Många förespråkare för den ferala hästens hov som den optimala hovmodellen är förmodligen ovetandes om denna inre patologi. Bara tre av de 100 hovar som undersöktes uppvisade inga abnormiteter (Hampson *et al.*, 2013b). I studien på Nya Zeeland hade 80% av hästarna fångränder, vilket indikerade en hög förekomst av kronisk fång (Hampson *et al.*, 2010b). Fång är en smärtsam sjukdom med inflammation i läderhuden (dermis) som omger hovbenet. I svåra fall försvagas fästet mellan hovbenet och hornväggen så mycket att hovbenspetsen ändrar position och börjar peka ner mot sulan (Sjaastad, Sand & Hove, 2010). En orsak kan vara nutritionella faktorer, som högt intag av ett kolhydratrikt bete. Det är dock en hypotes att den robusta ferala hästhoven med sin unika morfologi verkar skyddande mot mekaniskt trauma och smärta som ofta associeras med fång hos den domesticerade hästen (Hampson *et al.*, 2013b). Från USA har det rapporterats om ferala hästar med en genomgående god hovhälsa och en mer uniform hovtyp (Ovnicsek, Erfle & Peters, 1995). Även ferala hästar i norra Australien hade liten variation i hovutformningen och ingen förekomst av för långa tår och minimalt med utflutna hovväggar. Både i USA och norra Australien var klimatet tuffare, med ett periodvis hårt och stenigt landskap. Konkurrensen för överlevnad var också större, med brist på mat och vatten under torrperioder (Hampson *et al.*, 2010b).

Morfologi

Ytterligare en studie utförd av Hampson *et al.* (2013a) visade ett det inte fanns en enhetlig modell för den typiska ferala hästhoven. Av de 40 morfologiska hovparametrarna, som bedömdes på 100 ferala hästar från fem geografiskt skilda områden i Australien, skilde sig 37 stycken mellan populationerna. Hovens utformning var ett resultat av den miljö som hästen levde i. Det fanns dock några morfologiska parametrar som genomgående överensstämde mellan populationerna. Den dorsala hovväggsvinkeln och hovbenets palmara vinkel varierade lite mellan hästarna. Dessa parametrar kan vara viktiga att ta i beaktande då man eftersträvar en naturlig form och balans på hästens hov (Hampson *et al.*, 2013a). En studie av 95 stycken fullblodshästar visade ett signifikant samband mellan den dorsala hovväggsvinkeln och muskuloskeletal skador (Kane *et al.*, 1998). En mindre vinkel uppmättes på de skadade hästarna jämfört med de friska. En minskning av endast 2° ansågs tillräckligt för att påverka uppkomsten av muskuloskeletal skador. En mindre dorsal hovvinkel kan vara fördelaktigt för prestationen på galoppbanan, men förenligt med konsekvenser som högre skaderisk (Kane *et*

al., 1998). De ferala hästarna i studien av Hampsons *et al.* (2013a) hade alla en större dorsal hovvinkel än fullblodshästarna.

Självverkning

I de flesta miljöer bibehåller den ferala hästhoven en lagom längd genom naturligt slitage mot marken. Utöver slitaget från kontaktytorna, genomgår hovarna även en period av aktiv självverkning, då delar av den distala hoven bryts och slits bort (Ovniczek, Page & Trotter, 2003). Vid University of Pennsylvania School of Veterinary Medicine har man sedan 1994 hållit en flock semi-ferala ponnyer (Florence & McDonnell, 2006). De har genomgående varit fria från hovrelaterad hälta och fång. Självverkning har bidragit till ett naturligt underhåll av hovarna. Daglig observation har visat på cykler i hovtillväxt och förslitning. Hovens utformning har uppvisat stor variation beroende på säsongsmässiga miljöförändringar. I en mer ingående studie av samma ponnyer, mättes hovlängd, tillväxt och slitage under en sommar (Florence & McDonnell, 2006). Resultatet styrkte hypotesen att under perioder med mer nederbörd gynnas tillväxten samtidigt som slitaget minskar. Då underlaget hårdnar, t.ex. under en torr och het sommar eller i fruset vinterväder, ökar förslitningen av hovarna. En bit av den distala hovkanten bryts bort och till en början intar hoven en oregelbunden form. Hos domesticerade hästar är detta ofta ej önskvärt. Observationer av den semi-ferala ponnyflocken tyder dock på att detta huvudsakligen är begränsat till den aktiva perioden av självverkning. Inom en till tre månader rundas kanterna vanligtvis och hovarna intar en symmetrisk form med en förkortad tållängd (Florence & McDonnell, 2006).

Miljöns betydelse

Omgivningens påverkan på hovens morfologi undersöktes i en studie med 100 stycken ferala hästar från fem geografiskt skilda områden i Australien (Hampson *et al.*, 2013a). Underlagets hårdhet och sträckan som hästarna färdades påverkade hovens morfologi. Hårdare underlag och längre sträckor associerades med kortare hovvägg och minimalt med utflutna hovväggar. Hovarna hos hästar som färdats kortare sträckor och på mjukt underlag, likande dem hos överkade domesticerade hästar (Clayton *et al.*, 2011), med långa utflutna väggar (Hampson *et al.*, 2013a). I en uppföljande studie undersöktes hovhälsan hos samma 100 ferala hästar (Hampson *et al.*, 2013b). Även fothälsan påverkas av den miljö som hästarna levde i. Det fanns ingen signifikant skillnad i genetiskt ursprung mellan populationerna, som kunde svara för variationen. Hästar som levde i en miljö med hårt underlag uppvisade en högre grad av allvarliga abnormiteter, jämfört med dem som levde på ett mjukare underlag. Studiefyndet är en varning för vad som kan ske om den domesticerade hästen används i mer extrema förhållanden, som polishästen som ständigt patrullerar på asfalterade vägar. Mindre allvarliga förändringar som utflutna och splittrade hovar var endast förekommande hos de hästar som levde på mjukt underlag (Hampson *et al.*, 2013b).

En annan studie visade att olika terrängtyper bidrog till varierande belastningsmönster och att sulan anpassade sig för att matcha den miljö som hästen levde i (Hampson *et al.*, 2011). Sulan var som tjockast perifert i de områden som utsattes för störst belastning och således störst slitage. Ferala hästar som levde på hårt underlag hade signifikant tjockare sula än dem som levde på mjukt. I en tuffare terräng kan den tjocka sulan verka dämpande och skyddande mot en miljö som erbjuder lite foglighet. Viskoelasticitet i hovkapseln gagnade troligtvis hästarna

som levde i en mjukare terräng, där belastningen fördelades på en större yta och inte samma stötdämpande egenskaper krävdes (Hampson *et al.*, 2011).

Mängden motion och rörelse påverkar hästens hälsa och hovkvalitet (Floyd & Mansmann, 2007). Hampson *et al.* (2010a) använde ett GPS-spårningssystem för att kartlägga distansen som ferala hästar färdades. Domesticerade hästars rörelsemönster i olika hagstorlekar studerades också. Dagliga rörelsemängden ökade med ökad hagstorlek hos de domesticerade hästarna; 4,7 km/dag i en 0,4 hektars hage jämfört med 7,2 km/dag i en 16 hektar stor hage. De ferala hästarna avverkade avsevärt längre sträckor än de domesticerade hästarna (medeldistans 17,9 km/dag). En del av skillnaderna i rörelsemönster mellan ferala och domesticerade hästar kan sannolikt förklaras av den skilda tillgången på vatten och mat. Många hästar hålls idag uppstallade i boxar och får endast vistas i små paddockar. Lite rörelse, framför allt under hästens unga år, kan medföra negativa effekter på hovens uppbyggnad, form och funktion (Hampson *et al.*, 2010a).

DISKUSSION

Hoven reagerar olika beroende på typ, form och fixeringsmetod av beslag (Hinterhofer, Stanek & Haider, 2001). I denna litteraturstudie har fokus legat på effekterna av den traditionellt påspikade järnskon. Alternativ till denna har dock dykt upp på senare år, som boots och påklistrade hästskor (Floyd & Mansmann, 2007). Hovens morfologi och interaktion med marken är betydelsefulla faktorer för hästens hälsa och prestation (Eliashar, 2012). Granskade artiklar indikerar att skoning för med sig flertalet skadliga konsekvenser. Den skodda hoven placeras på en järnkant, vilket leder till att strålen och sulan höjs upp från marken, speciellt på hårt underlag (Hinterhofer, Stanek & Haider, 2001; O'Grady, 2016). En mer jämn belastningsfördelning är mer naturlig och fördelaktig (Floyd & Mansmann, 2007). Skon hämmar hovmekanismen, genom att begränsa hovkapselns expansion och reducera belastningen av sulan och strålen (Hinterhofer *et al.*, 2006; Roepstorff, Johnston & Drevemo, 2001; Proske *et al.*, 2016). Det distala benets vikt ökar och islagskraften vid markkontakt amplificeras (Roepstorff, Johnston & Drevemo, 1999; Willemen, Jacobs & Schamhardt, 1999; Panagiotopoulou *et al.*, 2016). Stress uppmättes i vävnaden som omger sömnen (Hinterhofer, Stanek & Haider, 2000, 2001). Minsta antal söm bör användas för att minimera blockeringen av hovens mekanismer samt reducera skadan på hovväggen. Ingen söm bör sättas bakom hovens vidaste del. Söm längre bak begränsar ytterligare hovväggens rörelse (Hinterhofer, Stanek & Haider, 2001; Back & Pille, 2013). Skoningens negativa inverkan på hovmekanismen och på de distala extremiteterna kan troligtvis på lång sikt leda till en ökad förekomst av hältor (Proske *et al.*, 2016). Då vikt adderades till hovarna i form av skor lyftes de högre upp från marken till följd av en mer uttalad benflexion (Willemen, Savelberg & Barneveld, 1997). Detta ansågs förbättra uttrycket i traven och är ett välkänt hjälpmedel för att öka prestationen hos många gångartshästar (Back & Pille, 2013). En fråga som inte belystes i detta arbete är dock huruvida hästen kompenserar för den ökade vikten på lång sikt och om effekten då uteblir. Även konsekvenserna av denna viktökning avseende stress och skador på rörelseapparaten är intressant att undersöka i framtida arbete.

Med de negativa effekterna av skoning i åtanke så blir det tydligt att det kan vara fördelaktigt att låta hästen gå barfota i perioder, t.ex. för att förbättra kvalitén på sulan (O'Grady, 2016). Den friska hoven är överlägsen i sitt naturliga barfota tillstånd beträffande vikt bärande

egenskaper, stötdämpning och förmågan att skingra energin från marknedslaget. Den har en unik förmåga att anpassa sig, ändra form och återhämta sig (Floyd & Mansmann, 2007). Huruvida hästen kan lämnas permanent barfota eller ej beror ofta på om den kan utföra önskad uppgift under dessa förhållanden. Många hästägare tävlar inte på en nivå som fordrar användandet av skor, utan hästen skulle ofta kunna prestera och förbli frisk utan, förutsatt att en övergångsperiod tillåts. Faktorer att ta hänsyn till vid övervägandet att låta hästen övergå till barfotagång kan vara: omfattning och typ av arbete som hästen ska utföra, underlaget, genetiska förutsättningar samt den aktuella hovhälsan och hovkvalitén (O'Grady, 2016).

Många hästar med korrekt tillvänjning har framgångsrikt presterat barfota, däribland många distanshästar (Floyd & Mansmann, 2007). Hovkapselns förmåga att adaptera och ändra densitet är god, men det är ytterst viktigt med en övergångsperiod för att ge tid åt denna anpassning (O'Grady, 2016; Clayton *et al.*, 2011; Eliashar, 2012). Flera månader, och i vissa fall år, kan vara nödvändigt för att möjliggöra utvecklingen av en robust hovkapsel och en sula som är anpassad till det underlag som hästen ska jobba på (O'Grady, 2016). Beslutet gällande att sko eller inte sko avgörs till stor del av förväntningarna och målet som hästägaren har. Finns inte en motiverad anledning till varför skor behövs i det enskilda fallet, så gagnas hästen ofta av att få lämnas barfota. Avelsdjur och ej färdigvuxna hästar bör helst gå oskodda (Floyd & Mansmann, 2007). Under tiden hästen varit skodd har kvalitén på hornmaterialet troligtvis blivit nedsatt. Då skorna tas bort klarar hoven ofta inte det normala slitaget mot marken. Ridning, speciellt i stenig terräng, är många gånger inte möjligt under denna period. Boots kan vara ett passande hjälpmedel under denna övergångsperiod (O'Grady, 2016). Hästen måste få möjlighet att vänja sig vid den terräng som den sedan ska ridas i. Den kan inte gå i en mjuk hage och sedan förväntas kunna ridas på en stenig grusväg. Hoven anpassar sig för att matcha den miljö som hästen lever i (Hampson *et al.*, 2011; Ovnicek, Page & Trotter, 2003).

Människan har huvudsakligen drivit hästaveln mot sportsliga prestationer, vilket lett till en ökad känslighet i vissa vävnader, ex. lamellerna (Hampson *et al.*, 2013b). Dock uppvisar även den ferala hästen en känslighet för hovsjukdomar, trots frånvaron av mänsklig påverkan (Hampson *et al.*, 2010b, 2013b). Hög förekomst av patologiska fynd i två av studierna, indikerade att den ferala hästhoven förmodligen inte är så hälsosam som man tidigare förmodat. Författarna Hampson *et al.* (2010b, 2013b) framhåller att den ferala hästhoven inte bör användas som en ideal modell för den domesticerade hästen. Att jämföra den ferala hästens hovhälsa med den domesticerade hästens hade varit intressant. Kanske skulle även en hög förekomst av abnormiteter upptäckas hos den till synes friska domesticerade hoven om den röntgades och undersöktes lika grundligt.

Data tyder följaktligen på att det är tvivelaktigt om den ferala hästhoven är en passande modell för den domesticerade hästen, så länge man inte även tar hästens miljö i beaktande. Den ferala hästens hov är ett resultat av de utmaningar som den omgivande miljön erbjuder (Hampson *et al.*, 2011; Ovnicek, Page & Trotter, 2003). Klimat och underlag visade sig ha stor inverkan på hovmorfologin och hovhälsan (Hampson *et al.*, 2010b, 2013a, 2013b). Hästflocken på Nya Zeeland (Hampson *et al.*, 2010b) utsattes inte för samma tryck från den naturliga selektionen. Miljön var väldigt förlåtande och mat och vatten fanns ständigt lättillgängligt. Flocken var genetiskt besläktad med ponnyraser, som evolutionärt var anpassade till ett tuffare klimat och därför lättare utvecklade fång på ett kolhydratrikt bete. Underlaget var huvudsakligen mjukt på

grund av det fuktiga klimatet. Hästarna i denna flock färdades endast korta sträckor, vilket hade minimal inverkan på slitaget av hovarna. (Hampson *et al.*, 2010b). En mer enhetlig hovform krävs troligtvis i ett tuffare klimat, där både naturlig selektion och miljöfaktorer bidrar till att skapa detta (Ovniczek, Erfle & Peters, 1995).

Det kan antas att en större häst innehar en tjockare sula. De ferala hästarna i studien av Hampson *et al.* (2011) var dock småväxta, men hade ändå tjockare sula än de stora domesticerade fullblodshästarna. Den mer robusta hoven hos den ferala hästen ansågs därför vara sundare gällande den aspekten. Detta poängterar den enorma betydelse som miljön har för utformningen och uppbyggnaden av hoven. Den ferala hästen tillryggalägger längre sträckor per dag än den domesticerade (Hampson *et al.*, 2010a), vilket även kan vara en bidragande faktor till de uppmätta skillnaderna. Hovens morfologi är troligtvis en produkt av flertalet olika faktorer; genetik, belastning, miljö och underlag, mänsklig intervention m.m.

Betydande skillnader råder mellan den ferala och domesticerade hästen. Den ferala hästen är inte en högpresterande atlet och delar ofta inte samma genetiska och miljömässiga faktorer som den domesticerade hästen (O'Grady, 2003). Frånvaron av en uniform feral hästhov (Hampson *et al.*, 2010b, 2013a) medför också en svårighet i att fastställa en enhetlig metod för barfotaverkning. Veterinärer och hovslagare har i årtal försökt definiera den optimalt balanserade hovens utformning, men debatten har fortfarande inte nått konsensus. Ingen standardmetod kan uppnå perfekt balans hos alla hästar (O'Grady, 2003). Det finns en stor mångfald bland hästar och de olika miljöer som de hålls i. Hästar används inom många discipliner, som alla ställer olika krav på hoven. Det viktigaste är att alltid ha hästens yttersta välbefinnande i fokus. Lika stort hot mot välbefinnandet är det att vidmakthålla att alla hästar ska gå barfota hela tiden som att hävda att varje häst ska vara skodd. Hästen lever i en dynamisk miljö och hoven är en ständigt föränderlig struktur, något som hovvården bör ta hänsyn till.

En del av de granskade studierna utfördes *in vitro* och inga direkta slutsatser kan då dras gällande den levande hästen. Dock visade en studie på en mycket god korrelation mellan resultaten *in vitro* och *in vivo* (Roepstorff, Johnston & Drevemo, 2001). Data tyder dock på att skoning inte är ett universalmedel (Clayton *et al.*, 2011). Betydelsen av de negativa effekterna av skoning på hästens hälsa och välfärd på lång sikt, är fortfarande inte tillräckligt utforskad. Jämförandestudier mellan skodda och oskodda hästar är sällsynta. Ny avancerad teknisk utrustning inom vetenskapen möjliggör dock för insyn i ett tidigare relativt utforskat område (Eliashar, 2012). Utvecklingen av nya skomaterial och alternativa fastsättningsmetoder kommer förhoppningsvis också bidra till en förbättrad hovvård. Framtida studier för att utvärdera långtidseffekterna av barfotaverkningen som en lämplig metod för den domesticerade hästen i olika miljöer och discipliner, är också efterfrågade. Det är viktigt att kunna förutsäga vilken påverkan olika hovvårdsmetoder har på hästens hälsa och välbefinnande. Hästägaren kan då göra aktiva val utifrån forskningsresultat, empiriska studier och de aktuella förutsättningarna istället för att enbart styras av tradition.

SLUTSATS

- **Skiljer sig den skodda hovens morfologi och biomekanik från den oskodda?**

Granskade artiklar indikerar att skoning för med sig flertalet skadliga konsekvenser. Den skodda hoven placeras på en järnkant, vilket leder till att strålen och sulan höjs upp från marken. Hovkapselns expansion begränsas och en ökad stress ses i hornvävnaden som omger sömmen. Konsekvensen blir en nedsatt hovmekanik och således en försämrad blodförsörjning och stötdämpningsförmåga. Friktion mellan de expanderade trakterna och skon leder till ett mer omfattande slitage än i hovens främre delar. På sikt bidrar detta till en förändrad utformning av hoven och dess balans. Hos barfotahoven fördelas slitaget mer jämt över hela sulan. Den större vikt bärande ytan reducerar kraften per ytenhet och därmed även stressen på hovväggen, hovens inre strukturer och den proximala delen av benet. Det genereras en större fysikalisk islagskraft mot hoven under skodda förhållanden, som potentiellt kan bidra till muskuloskeletal skador. Den friska hoven är således överlägsen i sitt naturliga barfota tillstånd beträffande vikt bärande egenskaper, stötdämpning och förmågan att skingra energin från marknedslaget.

- **Påverkas hästens rörelsemönster av skoning och i så fall hur?**

Den adderade vikten av skon, bidrar till en påverkan på det distala benets rörelse, med en mer uttrycksfull svängningsfas och en större aktion i gångarterna som följd. Konsekvenserna av denna viktökning avseende stress och skador på rörelseapparaten är intressant att undersöka i framtida studier.

- **Utgör den ferala hästhoven en lämplig modell som den optimala hoven?**

Hos den ferala hästen utgör sulan en stor del av den vikt bärande ytan, vilket anses vara positivt. Den domesticerade hästen har uppvisat en tunnare sula, vilken är mer utsatt för skador och hälta. Det yttre intrycket av en robust och frisk feral hästhov har dock visat sig vara något missvisande. Ferala hästar i Australien och på Nya Zeeland uppvisade hög förekomst av olika hovabnormiteter och stor morfologisk variation. Hoven anpassade sig för att matcha den miljö som hästen levde i. Klimat och underlag hade stor inverkan på hovmorfologin och hovhälsan. Data tyder följaktligen på att det är tvivelaktigt om den ferala hästhoven är en passande modell för den domesticerade hästen, så länge som miljön inte tas i beaktande. Fler studier fordras i ämnet.

REFERENSLISTA

- Back, W., Pille, F. (2013). The role of the hoof and shoeing. In: Back, W., Clayton, H.M. (red), *Equine locomotion*. 2nd edition. Saunders Elsevier, ss. 147–174.
- Balch, O.K., Helman, R.G., Collier, M.A. (2001). Underrun heels and toe-grab length as possible risk factors for catastrophic musculoskeletal injuries in Oklahoma racehorses. *Proc. American Association of Equine Practitioners*, 47, ss. 334–338.
- Baxter, G.M., Stashak, T.S. (2011). The foot. In: Baxter, G.M. (red), *Adams' lameness in horses*. 6th edition. West Sussex: Blackwell Publishing.
- Bowker, R.M., Van Wulfen, K.K., Springer, S.E., Linder, K.E. (1998). Functional anatomy of the cartilage of the distal phalanx and digital cushion in the equine foot and a hemodynamic flow hypothesis of energy dissipation. *American Journal of Veterinary Research*, 59, ss. 961–996.
- Clayton, H., Gray, S., Kaiser, L., Bowker, R. (2011). Effects of barefoot trimming on hoof morphology: EQUINE. *Australian Veterinary Journal*, 89, ss. 305–311. doi:10.1111/j.1751-0813.2011.00806.x
- Dyce, K.M., Sack, W.O., Wensing, C.J.G. (2002). *Textbook of veterinary anatomy*. 3rd edition. Philadelphia: Saunders Elsevier Science, ss. 354–359, 589–595.
- Eliashar, E. (2012). The Biomechanics of the Equine Foot as it Pertains to Farriery. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 28, ss. 283–291. doi:10.1016/j.cveq.2012.06.001
- Florence, L., McDonnell, S.M. (2006). Hoof growth and wear of semi-feral ponies during an annual summer “self-trimming” period. *Equine Veterinary Journal*, 38, ss. 642–645. doi:10.2746/042516406X158350
- Floyd, A.E., Mansmann, R.A. (red) (2007). *Equine Podiatry*. Philadelphia: Saunders Elsevier Science, ss. 1–53, 379–384, 393–396.
- Hampson, B.A., Morton, J., Mills, P., Trotter, M., Lamb, D., Pollitt, C. (2010a). Monitoring distances travelled by horses using GPS tracking collars. *Australian Veterinary Journal*, 88, ss. 176–181. doi:10.1111/j.1751-0813.2010.00564.x
- Hampson, B.A., Ramsey, G., Macintosh, A., Mills, P., De Laat, M., Pollitt, C. (2010b). Morphometry and abnormalities of the feet of Kaimanawa feral horses in New Zealand: EQUINE. *Australian Veterinary Journal*, 88, ss. 124–131. doi:10.1111/j.1751-0813.2010.00554.x
- Hampson, B.A., Connelley, A.D., De Laat, M.A., Mills, P.C., Pollitt, C.C. (2011). Sole depth and weight-bearing characteristics of the palmar surface of the feet of feral horses and domestic Thoroughbreds. *American Journal of Veterinary Research*, 72, ss. 727–735.
- Hampson, B.A., de Laat, M.A., Mills, P., Pollitt, C. (2013a). The feral horse foot. Part A: observational study of the effect of environment on the morphometrics of the feet of 100 Australian feral horses. *Australian Veterinary Journal*, 91, ss. 14–22. doi:10.1111/j.1751-0813.2012.00995.x
- Hampson, B.A., de Laat, M.A., Mills, P., Walsh, D., Pollitt, C. (2013b). The feral horse foot. Part B: radiographic, gross visual and histopathological parameters of foot health in 100 Australian feral horses. *Australian Veterinary Journal*, 91, ss. 23–30. doi:10.1111/avj.12017
- Heel, M. van, Barneveld, A., Weeren, P. van, Back, W. (2004). Dynamic pressure measurements for the detailed study of hoof balance: the effect of trimming. *Equine Veterinary Journal*, 36, ss. 778–782.
- Hinterhofer, C., Stanek, C., Haider, H. (2000). The effect of flat horseshoes, raised heels and lowered heels on the biomechanics of the equine hoof assessed by finite element analysis (FEA). *Journal of Veterinary Medicine*, 47, ss. 73–82.
- Hinterhofer, C., Stanek, C., Haider, H. (2001). Finite element analysis (FEA) as a model to predict effects of farriery on the equine hoof. *Equine Veterinary Journal*, 33, ss. 58–62.
- Hinterhofer, C., Weißbacher, N., Buchner, H. H. F., Peham, C., Stanek, C. (2006). Motion analysis of

- hoof wall, sole and frog under cyclic load in vitro: Deformation of the equine hoof shod with regular horse shoe, straight bar shoe and bare hoof. *Pferdeheilkunde*, 22, ss. 314–319.
- Kane, A.J., Stover, S.M., Gardner, I.A., Bock, K.B., Case, J.T. et al. (1998). Hoof size, shape, and balance as possible risk factors for catastrophic musculoskeletal injury of Thoroughbred racehorses. *American Journal of Veterinary Research*, 59, ss. 1545–1552.
- Köning, U., Borstel, V., Erdmann, C., Maier, M., Garlipp, F. (2016). Relationship between health problems and husbandry, use and management of horses: An analysis based on health insured horses. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 15, ss. 80.
- O’Grady, S.E., Poupard, D.A. (2003). Proper physiologic horseshoeing. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 19, ss. 333–351. doi:10.1016/S0749-0739(03)00020-8
- O’Grady, S.E. (2016). Various aspects of barefoot methodology relevant to farriery in equine veterinary practice. *Equine Veterinary Education*, 28, ss. 321–326. doi:10.1111/eve.12468
- Ovnicek, G.D., Erfle, J., Peters, D. (1995). Wild horse hoof patterns offer a formula for preventing and treating lameness. *Proceedings of Annual Convention, American Association of Equine Practitioners*, 41, ss. 258–260.
- Ovnicek, G.D., Page, B.T., Trotter, G.W. (2003). Natural balance trimming and shoeing: its theory and application. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 19, ss. 353–377. doi:10.1016/S0749-0739(03)00017-8
- Panagiotopoulou, O., Rankin, J.W., Gatesy, S.M., Hutchinson, J.R. (2016). A preliminary case study of the effect of shoe-wearing on the biomechanics of a horse’s foot. *PeerJ*, 4, e2164. doi:10.7717/peerj.2164
- Pratt, G.W. (1997). Model for injury to the foreleg of the Thoroughbred racehorse. *Equine Veterinary Journal*, 29, ss. 30–32.
- Proske, D.K., Stutts, K.J., Leatherwood, J.L., Hammer, C.J., Coverdale, J., Anderson, M.J. (2016). Effects of shoeing on the joints of the lower forelimb and hoof morphology of mature horses. *Journal of Animal Science*, 94, ss. 16. doi:10.2527/ssasas2015-032
- Roepstorff, L., Johnston, C., Drevemo, S. (1999). The effect of shoeing on kinetics and kinematics during the stance phase. *Equine Veterinary Journal*, 30, ss. 279–285.
- Roepstorff, L., Johnston, C., Drevemo, S. (2001). In vivo and in vitro heel expansion in relation to shoeing and frog pressure. *Equine Veterinary Journal*, 33, ss. 54–57.
- Singleton, W.H., Clayton, H.M., Lanovaz, J.L., Prades, M. (2003). Effects of shoeing on forelimb swing phase kinetics of trotting horses. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 16, ss. 16–20.
- Sjaastad, Ø. V., Sand, O., Hove, K. (2010). *Physiology of domestic animals*. 2nd edition. Oslo: Scandinavian Veterinary Press, ss. 653–654.
- Willemen, M.A., Savelberg, H., Barneveld, A. (1997). The improvement of the gait quality of sound trotting warmblood horses by normal shoeing and its effect on the load on the lower forelimb. *Livestock Production Science*, 52, ss. 145–153.
- Willemen, M.A., Jacobs, M.W., Schamhardt, H.C. (1999). In vitro transmission and attenuation of impact vibrations in the distal forelimb. *Equine Veterinary Journal Suppl.*, 30, ss. 245–248.