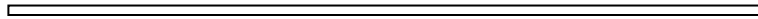




Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

# Hjärtfrekvens och hjärtfrekvensvariabilitet som fysiologiskt mått på mental stress hos hästar

*Emma Lindell*



---

Självständigt arbete i veterinärmedicin, 15 hp

Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2010: 75

Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Uppsala 2010

---



Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

## Hjärtfrekvens och hjärtfrekvensvariabilitet som fysiologiskt mått på mental stress hos hästar

Heart rate and heart rate variability as physiologic measures of mental stress in horses

*Emma Lindell*

**Handledare:**

Katja Höglund, SLU, Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

**Examinator:**

Mikael Berg, SLU, Institutionen för virologi

**Omfattning:** 15 hp

**Kurstitel:** Självständigt arbete i veterinärmedicin

**Kurskod:** VM0068

**Program:** Veterinärprogrammet

**Nivå:** Grund, G2E

**Utgivningsort:** SLU Uppsala

**Utgivningsår:** 2010

**Omslagsbild:** -

**Serienamn, delnr:** Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2010: 75  
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, SLU

**On-line publicering:** <http://epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** hjärtfrekvens, hjärtfrekvensvariabilitet, mental stress, häst, transport, stereotypi

**Key words:** heart rate, heart rate variability, mental stress, horse, transport, stereotype



## Innehållsförteckning

Sammanfattning .....	1
Summary .....	1
Inledning.....	2
Material och metoder .....	3
Litteraturoversikt.....	3
Förkortningar.....	3
HRV Parametrar .....	3
Transportering av häst med HR som stressmått.....	4
Transportering av häst med HR och HRV som stressmått.....	4
Hantering och överraskningsmoment med HR och HRV som stressmått .....	5
Jämförelse av krubbitande hästar och icke krubbitande hästar med HR och HRV som stressmått.....	6
Diskussion .....	8
HR som mått på stress .....	8
HR som på mått hos individuell stresstålighet .....	8
HRV som mått på stress .....	8
HRV som mått på individuell stresstålighet.....	10
Slutsats .....	10
Litteraturförteckning .....	11

## **SAMMANFATTNING**

Denna litteraturstudie syftar till att utvärdera hjärtfrekvens och hjärtfrekvensvariabilitet som fysiologiska mått på mental stress hos häst. För att utvärdera detta har olika artiklar studerats. Artiklarna redovisar studier där hästar utsätts för framför allt mentala stressmoment. Under stressmomenten har antingen hjärtfrekvens (HR) eller hjärtfrekvens och hjärtfrekvensvariabilitet (HRV) registrerats. Hjärtfrekvensvariabiliteten kan omvandlas till ett antal parametrar, bland annat lågfrekvensband (LF) och högfrekvensband (HF). Litteraturstudiens resultat pekar mot att HR fungerar som ett bra mått för korta och omedelbara stressmoment. För att estimeras individers stresstålighet verkar HR vara ett sämre mått. Frekvensbanden LF och HF samt kvoten mellan dem verkar vara ett bra mått på mental stress hos häst, då den motoriska aktiviteten är minimal. Detta är dock under förutsättning att hästens LF, HF och LF/HF kvot i vila är kända. Frekvensbandet LF bör utredas ytterligare. Kvoten mellan LF/HF skulle kunna vara ett användbart mått för att utvärdera enskilda individers stresstålighet.

## **SUMMARY**

The aim of this literature study is to evaluate heart rate and heart rate variability as physiologic measures of mental stress in horses. To evaluate this, various articles have been studied. The articles describe studies where horses are exposed to primarily mental stress. During the mental stress has either heart rate (HR) or heart rate and heart rate variability (HRV) been recorded. Heart rate variability can be transformed to several parameters. Two of these parameters are low frequency band (LF) and high frequency band (HF). The conclusion of the literature study is that HR seems to be an appropriate tool to detect mental stress during short and instant stress situations. Heart rate seems less reliable for estimation of individual stress endurance. The frequency bands LF, HF and the ratio between them seem to be suitable measures to evaluate mental stress in horses when the physical effort is minimal and the individuals LF, HF and LF/HF ratio at rest are known. The frequency band LF needs further investigation. The ratio between LF/HF could be suitable to measure individual stress endurance.

## INLEDNING

Hästar och andra djurs beteende har studerats i stor omfattning. Etologiska studier har kunnat utreda mycket. Fysiologiska studier har lyckats koppla beteende till ett antal kroppsliga funktioner, bland annat endokrina. Att hitta bra fysiologiska mått, kopplade till olika mentala tillstånd hos ett djur kan vara av stor vikt för att utvärdera och förbättra djurens välfärd. Denna uppsats försöker utreda om de fysiologiska måtten, hjärtfrekvens och hjärtfrekvensvariabilitet är bra mått för att utvärdera stresstillstånd hos häst. Dessa mått skulle kunna användas för att mäta den allmänna välfärden hos den individuella hästen samt för att upptäcka stresstillstånd som inte uttrycks i ett stressat beteende.

Hjärtat regleras av det autonoma nervsystemet. Det autonoma nervsystemet består av en sympatisk del och en parasympatisk del. Pacemakerceller finns i AV-knutan och i sinusknutan. Förenklat kan man påstå att sinusknutan reglerar hjärtfrekvensen (HR). Till sinusknutan är en sympatisk och en parasympatisk nervbana kopplad (Sjaastad et al., 2003). Den sympatiska nervbanan höjer HR, medan den parasympatiska nervbanan sänker HR (Visser et al., 2002). Det råder en samexistens mellan sympatikus och parasympatikus, då de båda är verksamma samtidigt, men i olika grad (Schmidt et al., 2009). På så vis kan en minskning i tonus hos exempelvis parasympatikus ge en sympatikusdominans likväl som en ökning av sympatikustonius ge en sympatikusdominans. Detta förhållande gäller givetvis också tvärtom. Hjärtfrekvens variabilitet (HRV) står för korttidsvariationer i HR (Schmidt et al., 2009). Det sammanlagda HRV indikerar vilken autonom tonus som dominerar under en viss bestämd tid. Parasympatikus sänker hjärtats hastighet och ökar tiden mellan de på varandra följande hjärtslagen, medan sympatikus orsakar en snabbare mer taktfast hjärtrytm (Visser et al., 2002). Ett elektrokardiogram (EKG) består av ett antal PQRST-komplex, P-vågen representerar förmakens depolarisering (kontraktion), QRS komplexet representerar kamrarnas depolarisering (kontraktion) och T-vågen representerar repolariseringen av kamrarna (Sjaastad et al., 2003). Tiden mellan två hjärtslag motsvarar ett RR-intervall, dvs tiden mellan två R-toppar i ett EKG. Under en viss tid har RR-intervallen ett medelvärde men de varierar hela tiden i längd. Variationen i RR-intervall kan kopplas till kroppsliga funktioner som respiration, blodtryck och autonom påverkan. Ett högt HRV indikerar stor variation i tid mellan varje hjärtslag, medan en låg HRV indikerar en liten variation i tid mellan varje hjärtslag. Generellt tyder en minskning i HRV på ett balansskifte mot en sympatisk dominans och ökade värden i HRV mot en parasympatisk dominans (Schmidt et al., 2009).

Fast Fourier transformation eller autoregressive approach är två algoritmer som på ett standardiserat sätt kan omvandla större material av EKG från tids- till frekvensplan. Resultaten av dessa omvandlingar är frekvensbanden LF och HF (Malliani et al., 1994). Traditionellt har man trott att LF bandet påverkas av sympatikus och HF bandet påverkas av parasympatikus. Kuwhara et al (2006) visade att hos häst är troligen LF bandet påverkat av både parasympatikus och sympatikus. Påverkan i HF bandet sker endast av parasympatikus. Variabeln SD1, är en HF variabel som primärt används för tolkning av HF (parasympatisk aktivitet). Variabeln SD2, representerar långtidsändringar i HRV och motsvarar ffa ändringar i den sympatiska tonen (Schmidt et al., 2009).

## MATERIAL OCH METODER

Artikelsökningarna har utförts i web of knowledge, pubmed och google scholar. Sökorden som använts i web of knowledge och pubmed är: stress, stereotype, transport, crib-biting, behavior, heart rate, heart rate variability, horse and equine. I google scholar gav sökorden: power spectral analysis och heart rate variability önskat resultat.

## LITTERATURÖVERSIKT

### Förkortningar

I denna text används i regel engelska förkortningar. Detta beror på att förkortningsbegreppen lätt kan blandas ihop om man använder de svenska förkortningarna. En sådan förväxling skulle t ex kunna vara HF som i denna text står för high frequency band men som svensk förkortning betyder hjärtfrekvens. Nedan finns lista med översättningar till de förkortningar som används.

HR: Heart rate (hjärtfrekvens).

HRV: Heart rate variability (hjärtfrekvensvariabilitet), mäter balansen mellan parasympatikus och sympatikus.

### HRV Parametrar

LF: mäter i huvudsak sympatisk aktivitet men också en del av den parasympatiska aktiviteten

HF: mäter parasympatisk aktivitet.

SD1: beskriver kortsiktigt HRV som regleras främst av parasympatikus.

SD2: beskriver långsiktigt HRV och är applicerbart som mått på sympatikus.

### Schematisk tolkning av HR, HRV och HRV parametrar

Baslinjevärde: värde som uppmätts i vila.

↑: värdet är över baslinjevärdet el föregående uppmätt värde.

↓: värdet är under baslinjevärdet el föregående uppmätt värde.

– : värdet är oförändrat.

HR värde: ↑ ökad sympatisk aktivitet, ↓ ökad parasympatisk aktivitet.

HRV värde: ↑ parasympatikusdominans, ↓ sympatikusdominans.

SD1 värde: ↑ ökad parasympatisk aktivitet, ↓ minskad parasympatisk aktivitet.

SD2 värde: ↑ ökad sympatisk aktivitet, ↓ minskad sympatisk aktivitet.

LF värde: ↑ ökad sympatisk aktivitet, ↓ minskad sympatisk aktivitet.

HF värde: ↑ ökad parasympatisk aktivitet, ↓ minskad parasympatisk aktivitet.

LF/HF-kvot: ↑ sympatikusdominans, ↓ parasympatikusdominans.

## Transportering av häst med HR som stressmått

I en studie av Waran och Cuddeford (1995) registrerades HR under lastning, vägtransport och då hästen var lastad men fordonet stod stilla. Hästarna som ingick i studien var ett, två och tre år och således unga och orutinerade. Under lastning och precis efter lastning var HR som högst. När fordonet var i rörelse var HR förhöjt men något lägre än vid lastning. De lägsta HR värdena förutom de i vila, uppmättes då fordonet stod stilla. Oavsett åldersgrupp följde HR ett snarlikt mönster. Liknade resultat sågs i en annan studie med orutinerade hästar, vilken visade en initial uppgång i HR efter starten av transporten och sedan minskande HR under resans gång. Små ökningarna i HR registrerades vid kraftiga inbromsningar (Clark et al 1993).

## Transportering av häst med HR och HRV som stressmått

Syftet med en av dessa studier (Ohumura et al., 2006), var att undersöka om HRV är ett känsligare verktyg för att mäta autonom stimulering under transport än endast HR eller andra mått som plasmakortisolkoncentrationer. Man ville också mäta hur HRV påverkar HR under en period av utdragen stress. Parametrarna HR, HF, LF, LF/HF mättes i vila och under transport. Samtliga parametrar hade en nedåtgående trend under transportens gång. Hjärtfrekvensen var svagt och omvänt associerat med LF under vilan i stallen men starkt associerat med LF, HF och LF/HF under transporten. Varken LF eller HF var associerat med LF/HF under stallvilan. Jämfört med vila minskade LF under transport. Detta indikerade att under stallvila styrs LF av en parasympatisk ton med endast liten eller ingen sympatisk ton. LF minskade när den parasympatiska tonen minskade. Varför HRV är mycket mer relaterat till HR under transport än i vila kan bero på humorala funktioner, som sker då hästen utsätts för stress. Antingen känsligheten i det autonoma systemet eller katekolaminer kan påverka sinusknutan till en given mängd autonom stimulering. Med de redovisade sambanden som grund konstaterades att LF/HF kvoten var mer användbar under påfrestande förhållanden än i vila. Schmidt et al (2009) mätte kortisol i saliv, HR och HRV under en kortare transport på 3,5h och en längre transport på 8h. Hästarna hade inte transporterats förut. Hjärtfrekvensen var högst under lastningen och gick sedan ned under transporten men var förhöjd under hela resan jämfört med vila. Vid transport minskade RR intervallen. HRV minskade i relation till transportlängden i transporterarna i över 3,5h och 8h. Minskningen i SD1 visar på en minskning i parasympatisk ton som en reaktion på transporten. Långtidsvariabilitet, SD2, ökade vid alla tre transportlängder. Ökning i SD2 motsvarar en ökning i sympatisk ton. Hos alla transporterade grupper skedde en kort och markerad uppgång i SD2 i början av transporten. Ytterligare studier är utförda på hästars HR och HRV under långtidstransporter. De flesta är utförda på orutinerade hästar. En studie av Schmidt et al, in press (2009) undersöker om hästar vänjer sig vid transport. I denna studie användes transportrutinerade hästar. Testen bestod av två resor, båda resorna var två dagar långa, med 8 dagars vila mellan varje resa. Under första dagen på båda transporterarna skedde en höjning i SD2 vilket tydde på en ökad sympatisk aktivitet. Under den första dagen av transport gick SD1 ned, SD1 gick även ned i transport två men mindre uttalat. Under de första 90 min var RR intervall och HR signifikant påverkade av transporten, RR intervallen minskade och HR ökade. Minskad variabilitet i RR intervall var i samstämmighet med ökning av plasmakortisolhalter. Början av transporten är kopplad till en ökning av sympatikus och reducerad parasympatikus. Slutsatsen var att även



för transportvana hästar innebär transport ett stressmoment. Värden i HR, HRV och HRV parametrar för alla transportstudierna sammanfattas i tabell 1.

Tabell 1. HRV-parameterars uppgång eller nedgång under transport, i förhållande till vila.

Provokation	Antal hästar	HR	HF	LF	LF/HF	SD1	SD2	Författare	Årtal
Transport	32 st	↑						Waran & Cuddeford	1995
Transport	16 st	↑						Clark et al	1993
Transport	5 st	↑	↓	↓	↓			Ohmura et al	2006
Transport	24 st	↑				↓	↑	Schmidt et al	2009
Transport	7 st	↑					↑	Schmidt et al, in press	2009

## Hantering och överraskningsmoment med HR och HRV som stressmått

Mental stress med bl a HR och HRV som fysiologiska mått hos häst har utvärderats i studier. I en studie registrerades LF, HF och LF/HF under vila och skritt för hand framåt. Hästarna backades också för hand i två omgångar. Mellan de två backningsövningarna tränades hästarna på backningsmoment. Man ville med träningen konstatera om förutsägbarhet kunde minska stresspårestningen för hästen. Mellan vila och skritt fanns ingen skillnad i LF, HF och LF/HF, den enda parametern som ändrades var HR, som steg. Mellan skritt och första backningen av hästarna fanns signifikanta skillnader i alla parametrar. Dessa förändringar tyder på en tydlig stressreaktion. Mellan första och andra backningen var skillnaderna i parametrar också tydliga (se tabell 2). Stressen tycktes nu ha minskat (T.R. Reitmann et al 2004).

Ytterligare studier har utförts där man mäter skillnader i HRV hos hästar som tränats för ett moment kontra hästar som inte tränats. Visser et al (2002) jämförde en grupp unga hästar som hanterades och tränades med en annan grupp unga hästar som ej tränades eller hanterades nämnvärt. Det primära målet var att undersöka om man kunde konstatera skillnader i hästars individuella temperament genom att kartlägga individens HRV. De två grupperna utsattes för hanteringstest och test med överraskningsmoment. Resultaten av testerna tydde på ett skifte i det autonoma nervsystemet mot en sympatisk dominans. I överraskningsmomenttestet var dessa värden ännu tydligare hos de otränade hästarna. Statistiska analyser visade att ökningen i HR inte endast kunde härledas till fysisk aktivitet. Det icke motoriska HR var högre hos de otränade hästarna vilket tydde på en högre emotionell aktivitet. Då HRV minskade signifikant

ansåg man att skiftet mot en sympatisk ton är ett resultat av oförmåga till parasympatisk motreaktion till sympatisk aktivering. I en annan studie av Mohr et al (2000) jämfördes fysisk stress och mental stress med HR och HRV som mått. Den fysiska stressen bestod i att en grupp hästar motionerades på ett löpband med vatten upp till karpus. En annan grupp hästar utsattes för den mentala stressen som bestod i att stallas upp på hästsjukhus i 7 dagar. Resultaten i HR och HRV jämfördes med HR och HRV hos en kontrollgrupp på 6 hästar i hemmiljö. Resultaten skiljer sig från andra studier. Mental stress ökade variabiliteten och fysisk stress minskade variabiliteten. Forskarna menade att under fysisk stress råder en kontrollerad reglering med sympatikus som dominant medan det under mental stress rådde en kaosartad reglering, som i praktiken inte innebar någon reglering alls.

Tabell 2. HRV-parametrars uppgång eller nedgång under hanteringsstress i förhållande till vila.

Provokation	Antal hästar	HR	HRV	HF	LF	LF/HF	Författare	Årtal
Backning 1 jmf m skritt	20 st	↑		↓	↑	↑	Rietmann et al	2004
Backning 2 jmf m backning 1	20 st	↓		↑	↓	↓	Rietmann et al	2004
Hanteringstest	41 st	↑	↓				Visser et al	2002
Fysisk stress	7 st	↑ <sup>a</sup>	↓ <sup>a</sup>	↓ <sup>a</sup>	↑ <sup>a</sup>		Mohr et al	2000
Mental stress	12 st	- <sup>a</sup>	↑ <sup>a#</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>		Mohr et al	2000

a: värdena är jämförda med en annan grupp kontrollhästar i vila. #: gäller endast dag ett av sjukhusvistelsen.

### Jämförelse av krubbitande hästar och icke krubbitande hästar med HR och HRV som stressmått

Man kan hindra krubbitning via en operation eller en krubbitarrem. Nagy et al (2009) studerade vad denna inhibering gör med hästens stressnivå. Man studerade hästar utan stereotyp beteende, krubbitande hästar som tilläts krubbita, krubbitande hästar som inhiberades med krubbitarrem och hästar som inhiberats att krubbita genom operation. Hästarna studerades under ett test där undanhållande av föda fungerade som stressmoment. Stressnivåerna tolkade via HRV parametrar hos de hästar som hindrades att krubbita var förhöjda under hela testperioden. Mellan krubbitarna som tilläts krubbita och hästarna utan stereotypi skiljde sig inte värdena i HR och HRV alls, men deras beteende var

anmärkningsvärt olika. Hästar utan stereotypi försökte nå krubban, gick omkring och var uppjagade.

Krubbitande hästar engagerade sig i krubbitning och andra orala aktiviteter och rörde sig lite under hela testet. De inhiberade hästarnas beteendemönster liknade de krubbitande hästarnas. De ägnade sig åt orala aktiviteter men inte i lika hög grad, var förhindrade att krubbita, rörde sig lite och gjorde få försök att nå krubban. HRV parametrar tydde på stress hos de inhiberade hästarna genom hela testet. Stressen kvarstod även en stund efter stressmomentet var över (LF/HF ratio var förhöjt längre tid hos dessa än de andra). Baslinje HR värde var liknande hos de fyra olika grupperna, HR gick upp hos de flesta hästarna i början av stressmomentet och fortsatte vara förhöjt hos hästarna utan stereotypi.

I en annan studie av Bachmann et al (2003) studerades krubbitare och en kontrollgrupp av icke krubbitare under vila, under ett stresstest och efter stresstestet. Stressen bestod i att födostimulus presenterades men hästarna fick ej möjlighet att äta. Man mätte HR och HRV i alla stegen. Inte under något steg i studien fann man skillnad i HR mellan kontroll och krubbitare. Kontrollerna hade i vila och efter stresstest en lägre LF/HF ratio än krubbitarna. Detta var statistiskt signifikant. Krubbitarna hade med andra ord en lägre basal parasympatisk aktivitet och en högre basal sympatisk aktivitet i vila. Sammanfattningar av HR, HRV och HRV parametrar vid studierna av krubbitare och icke krubbitare kan ses tabell 3.

Tabell 3. HRV-parametrars uppgång eller nedgång under matstimulus i förhållande till vila.

Provokation	Beteende häst	hos Antal hästar	HR	HF	LF	LF/HF	Författare	Årtal
Matstimulus	Utan stereotypi	9 st	↑			↑	Nagy et al	2009
	Krubbitare	10 st	↑			↑		
	Krubbitare med rem	10 st	↑			(↑)		
	Opererad krubbitare	11 st	↑			(↑)		
Matstimulus	Utan stereotypi	11 st	↑	↓	↑	↑	Bachmann et al	2003
	Krubbitare	11 st	↑	(↓)a	(↑)a	(↑)a		

a: ej statistiskt signifikant, (↑):ökning ngt svagare, (↓):minskning ngt svagare

## DISKUSSION

### HR som mått på stress

Man kan med ganska stor säkerhet antaga att transport utsätter hästar för viss fysisk samt viss mental stress. Alla redovisade studier är överrens om att vid transport går HR upp initialt. Efter en kortare tids transport går HR sedan ned. Waran och Cuddeford (1995) konstaterade att transport åtminstone är fysiskt stressande för hästen. Schmidt et al (2009) ansåg att då endast liten fysisk aktivitet krävs under transporten, kan förändringar i HR främst kopplas till hästarnas mentala försök att anpassa sig till transportsituationen. De påpekar dock att en del av uppgången i HR är kopplat till den fysiska påfrestning som transporten orsakar. De konstaterar också att ökningen i HR är kopplat till transportens längd. Det bör påpekas att dessa två studier skiljer sig kraftigt åt i transportlängd. I Waran och Cuddeford (1995) studien transporterades hästarna i under 30 min medan hästarna i Schmidt et al (2009) studien transporterades i 3,5h resp 8h. Visser et al (2002) visade genom statistiska analyser att ökningen i HR i deras test, inte endast kunde härledas till fysisk aktivitet. Det icke motoriska HR var högre hos de otränade hästarna, vilket tydde på en högre emotionell aktivitet.

I denna litteraturstudie kan man se att vid nästan alla stressmoment går HR upp och sedan ned igen, då stressmomentet är avslutat. Detta indikerar att HR kan vara ett bra mått på stress. Under förlängd stress går dock HR upp initialt och sedan ned. Man kan då hävda att HR går ned för att hästen acklimatiserar sig till stressen. Värdena i HR avtar för att stressen avtar. Jag tror dock att HR är bättre som mått på en kort omedelbar stressituation snarare än en utdragen stressituation.

### HR som mått på individuell stresstålighet

I de studier då man studerat HR i samband med stereotypier kan man konstatera att det finns få skillnader i HR mellan hästar utan stereotypi och hästar med stereotypi. Varken under stressmomentet eller i vila skiljde sig HR särskilt. Beteendet vid stressmomentet skiljde sig däremot avsevärt, mellan hästar med eller utan stereotypi. Man skulle kunna argumentera för att hästar på grund av utvecklandet av stereotypi bevisligen är mer stressade individer. Detta går dock inte att urskilja ur varken deras HR i vila eller under stress. Som mått på individens stresstålighet är HR sannolikt inte särskilt lämpligt.

### HRV som mått på stress

En nedgång i RR-intervall under transport är samstämmigt med flera studier (Clark et al., 1993; Schmidt et al., 2009; Waran och Cuddeford, 1995; Ohmura et al., 1996). Transport av hästar över korta och medellånga distanser leder till förändringar i HR och HRV som pekar på stress. Längre transporter verkar vara mera påfrestande än kortare transporter för hästar. Förändringar i HRV tyder på en ökad sympatisk aktivitet i början på transporten och en minskad parasympatisk aktivitet under hela transporten. Transporten är dock inte monoton utan är ett pågående stressmoment. För att hantera inbromsningar och accelerationer krävs någon form av fysisk aktivitet, detta kan påverka HRV och kan därmed bidra till högre

variabilitet (Schmidt et al., 2009). Då man jämför de tre studierna (Ohumura et al., 2006; Schmidt et al., 2009; Schmidt et al., 2009, in press) som behandlar uppmätta värden i HRV under kortare till längre transporter kan man se liknande resultat i HF och värden som är korrelerade till HF som SD1. Dessa värden går samstämmigt ned under den förmodade transportstressen. Detta indikerar en nedreglering av parasympatikus. Värdena i LF via SD2 korrelerar i två av studierna (Schmidt et al., 2009; Schmidt et al., 2009, in press). De har en kort men markerad uppgång i början av transporterna. Den korta markerade uppgången tyder på ett sympatikuspåslag. Detta verkar rimligt och stödjer även de uppgångar som brukar ske i HR i början av transporten. I en av de tre studierna (Ohumura et al., 2006) gick LF värdet ned under transporten vilket tyder på nedgång av sympatikus. Detta förefaller märkligt, LF/HF gick också ned vilket indikerar parasympatisk dominans. Studiens författare trodde att minskningen i LF över tid kan reflektera en minskning i sympatisk aktivitet. Detta kan bero på att hästen acklimatiserar sig till transporten men detta var spekulativt. En studie visade att LF bandet har en parasympatisk och en sympatisk del hos häst (Kuwahara et al., 1996). Detta gör möjligen LF bandet mer svåranalyserat. Mohr et al (2000) menar att HRV är oförutsägbart under mental stress och studien som denne utförde visade att under den mentala stressen under sjukhusvistelsen gick det totala HRV:t upp, vilket tyder på parasympatisk dominans. Vid denna studie användes en sjukhusvistelse under 7 dagar som mental stress. Frågan är om denna stress är tillräcklig eller ändamålsenlig som stressmoment. Som kontrollgrupp användes en annan grupp hästar i egen stallmiljö. Det hade varit bättre att jämföra HRV värden hos hästarna som stallats upp på sjukhus, med deras egna HRV värden i deras egna stallmiljö.

I Rietmann et als (2004) studie fann man att mellan skritt och första backningen av hästarna fanns signifikanta skillnader i alla parametrar. Dessa förändringar tydde på en tydlig stressreaktion och sympatikusdominans. Det fanns också tydliga skillnader i alla parametrar mellan första och andra backningsmomentet. HR, LF och LF/HF minskade signifikant och HF ökade signifikant. Detta tyder på att stressen minskat och att den parasympatiska tonen var starkare under den andra backningen. Mätvärdena för den andra backningen liknade de vid skritt för hand framåt. Alla HRV-parametrar tydde på att andra influenser än fysisk stress kan påverka kroppsfunctioner kraftigt vid lågintensiv träning. I Visser et als (2002) hanteringsstudie korrelerade HRV med det som i testerna antogs vara stressande för hästarna. Denna studie styrker ytterligare att HRV kan användas som mått på annan stress än fysisk stress hos hästen.

I de redovisade studier där HR och HRV har studerats i samband med stereotyper kan man se att under stressmomentet var HRV förhöjt hos alla studerade hästar. I den ena studien (Nagy et al., 2009) kunde man notera att LF/HF var högre hos kontrollerna och krubbitarna än hos de inhiberade krubbitarna under stressmomentet. Hos kontrollerna och krubbitarna återgick LF/HF till normala värden då stressmomentet avslutades. De inhiberade krubbitarna hade fortsatt förhöjda LF/HF värden även efter stressmomentet. Kontrollerna blev enligt LF/HF mer stressade under själva stresstestet men mindre stressade än krubbitarna i vila och efter stresstestet. Författarna pekar dock på svagheter i den egna studien. Det hade varit bättre och mäta stress hos en och samma häst före och efter operation. Stresstestet utfördes bara en gång

och det är omöjligt att säga om variationen är kopplad till individuella normala variationer eller kopplade till variationer som kommer av beteende och stress (Nagy et al., 2009).

Att krubbitarna enligt LF/HF mått hade en lägre stressnivå under själva stressmomentet kan möjligen härledas till att de genom sin stereotypi har utvecklat en strategi för att hantera stress men detta är endast spekulativt. Sammanfattningsvis tror jag att HRV ett lämpligt mått för att mäta mental stress, även en mer långvarig mental stress. Det motoriska inslaget i stressen bör dock vara minimalt. I de studier då den fysiska aktiviteten varit låg har man kunnat se tydligare resultat. I dessa studier har LF, HF och LF/HF varit entydiga men man skall nog inte stirra sig blind på exakta värden utan jämföra varje hästs värden under stress med samma hästs värden i vila. Mycket tyder på att det finns variationer i hästars individuella HRV värden. Frekvensbandet LF har dock inte alltid varit lätta tolka. Kanske måste fler studier göras på hur parasympatikus och sympatikus inverkar på LF. Frekvensbandet HF visar mera entydiga resultat.

### HRV som mått på individuell stresstålighet

Visser et al (2002) kom fram till att HRV värden skiljer sig mellan individer och dessa skillnader verkar följa med upp i åldrarna. De individuella värdena i HRV korrelerade med hästarnas beteende. Hästar med lägre HRV i vila bedömdes som mer lättstressade. Studiens slutsats var att HR och HRV skulle kunna användas för att kvantifiera vissa aspekter av den individuella hästens temperament. Även Schmidt et al (2009) konstaterade att HR och HRV varierade över tid men också inom varje transportgrupp vilket tydde på individuella skillnader i HRV. Bachmann et al (2003) fann att i vila var LF högre och HF lägre hos krubbitare än hos kontrollerna. Krubbitarnas LF/HF var således högre än kontrollernas i vila. Då krubbitarna hade en lägre basal parasympatisk ton och högre sympatisk aktivitet kunde det vara så att de ej är förmögna att reagera till externa stimulus som en normal häst. Nagy et al (2009) fann knappt några skillnader i HRV mellan krubbitare och icke krubbitare. Det är relativt troligt att det finns individuella skillnader i HRV hos häst. Alla studier pekar inte på detta men flera visar på att hästar med hög LF/HF ratio i vila är mer lättstressade. Det verkar finnas en koppling mellan dessa skillnader och den individuella hästens temperament. Om detta stämmer skulle dessa mått kunna användas för att utvärdera den individuella hästens lämplighet som t ex avelsdjur eller sporthäst. Individuella skillnader i HRV innebär dock problem om man vill använda HRV som generellt mått på mental stress. För att detta skall vara möjligt måste man i så fall känna till den individuella hästens HRV i vila.

### Slutsats

Sammanfattningsvis tror jag att HR kan fungera som ett bra mått för korta omedelbara stressmoment. HR är ett sämre mått för att estimerar individers stresstålighet. Frekvensbanden LF och HF samt kvoten dem emellan verkar vara ett bra mått på mental stress då den motoriska aktiviteten är minimal. Detta under förutsättning att deras LF, HF och LF/HF ratio i vila är kända. Frekvensbandet LF bör utredas ytterligare. Dessutom tror jag att LF/HF kvot kan vara ett användbart mått för att utvärdera enskilda individers stresstålighet.

## LITTERATURFÖRTECKNING

Bachmann, I., Bernasconi, P., Herrman, R., Weishaupt, M.A., Stauffacher, A. (2003) Behavioral and physiological responses to an acute stressor in crib-biting and control horses

*Applied animal behaviour science*, 82, 297-311.

Clark, D.K., Friend, T.H., Dellmeier, G. (1993) The effect of orientation during trailer transport on heart rate, cortisol and balance in horses

*Applied animal behavior science*, 38, 179-189.

Kuwahara, M., Hashimoto, S-i, Ishii, K., Yagi, Y., Hada, T., Hiraga, A., Kai, M., Kubo, K., Oki, H., Tsubone, H., Sugano S. (1996) Assessment of autonomic nervous function by power spectral analysis of heart rate variability in the horse

*Journal of the autonomic nervous system*, 60, 43-48.

Malliani, A., Lombardi, F., Pagani, M. (1994) Power spectrum analysis of heart rate variability: a tool to explore neural regulatory mechanisms

*British heart journal*, 71, 1-2

Mohr, E., Witte, E., Voss, B. (2000) Heart rate variability as stress indicator

*Archiv fur tierzucht-archives of animal breeding*, 43, SI, 171-176.

Nagy, K., Bodó, G., Bárdos, G., Harnos, A., Kabai, P. (2009) The effect of a feeding stress-test on the behaviour and heart rate variability of control and crib-biting horses (with or without inhibition)

*Applied animal behavior science*, 121, 140-147.

Ohmura, H., Hiraga, A., Aida, H., Kuwahara, M., Tsubone, H., Jones, J.H. (2006) Changes in heart rate and heart rate variability in Thoroughbreds during prolonged road transportation

*American journal of veterinary research*, 67, 455-462.

Rietmann, T.R., Stuart, A.E.A., Bernasconi, P., Stauffacher, M., Auer, J.A., Weishaupt, M.A. (2004) Assessment of mental stress in warmblood horses: heart rate variability in comparison to heart rate and selected behavioural parameters

*Applied animal behavior science*, 88, 121-136.

Schmidt, A., Möstl, E., Wehnert, C., Aurich, J., Müller, J., Aurich, C. (2009) Cortisol release and heart rate variability in horses during road transport

*Hormones and behavior*, 57, 209-215.

Schmidt, A., Biau, S., Möstl, E., Becker-Birck, M., Morillon, B., Aurich, J., Faure, J-M., Aurich, C. (2010) Changes in cortisol release and heart rate variability in sport horses during long distance road transport (In press)

*Domestic animal endocrinology*, Apr;38(3), 179-89. Epub 2009 Nov 26.

Sjaastad, Ø, Hove, K & Sand, O. (2003). Scandinavian Veterinary Press, Oslo.

*Physiology of domestic animals*.

Visser, E.K., van Reenen, C.G., van der Werf, J.T.N., Schilder, M.B.H., Knaap, J.H., Barnevald, A., Blokhuis, H.J. (2002) Heart rate and heart rate variability during novel object test and a handling test in young horses

*Physiology and behavior*, 76, 289-296.

Waran, N.K., Cuddeford, D. (1995) Effects of loading and transport on the heart rate and behaviour of horses

*Applied animal behavior science*, 43, 71-81.