

UNIVERSITEIT GENT
FACULTEIT DIERGENEESKUNDE
Academiejaar 2008-2009

INVLOED VAN HET ZADEL OP DE RUG EN LENDENEN VAN HET PAARD

door

Sjoerd FRIETMAN

Promotor : Dierenarts C. Casteleyn
Medepromotor : Prof. Dr. P. Simoens

Literatuurstudie in het kader
van de Masterproef

De auteur en de promotor geven de toelating deze literatuurstudie voor consultatie beschikbaar te stellen en delen hiervan te kopiëren voor persoonlijk gebruik. Elk ander gebruik valt onder de beperkingen van het auteursrecht, in het bijzonder met betrekking tot de verplichting de bron uitdrukkelijk te vermelden bij het aanhalen van gegevens uit deze studie. Het auteursrecht betreffende de gegevens vermeld in deze literatuurstudie berust bij de promotor(en). De auteur en de promotor(en) zijn niet verantwoordelijk voor de behandelingen en eventuele doseringen die in deze studie geciteerd en beschreven zijn.

DANKWOORD

Mijn dank gaat in eerste instantie uit naar Dhr. C. Casteleyn voor het begeleiden bij het opzetten van deze Literatuurstudie en voor het verbeteren van de verschillende ingediende versies.

Mijn dank gaat ook uit naar Dhr. A. Boer en Dhr. H. Nauta voor het leveren van informatie en het geven van tips om verder in mijn Literatuurstudie te kunnen verwerken.

Ook wil ik graag mijn ouders bedanken voor het lezen en verbeteren van deze Literatuurstudie. Bovendien hebben zij een enorme bijdrage geleverd bij het tot stand komen van de finale Lay-out.

Als laatste zou ik G. Antonissen, R v. Sambeek, P. Heijnen en J. Morrens willen bedanken voor hun bijdrage bij het tot stand komen van deze Literatuurstudie.

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	1
I INLEIDING	2
II LITERATUURSTUDIE	2
1. Anatomische bouw en biomechanische aspecten van rug en lendenen bij het paard	2
1.1. Anatomische bouw	2
1.1.1. Beenderen	2
1.1.2. Ligamenten	3
1.1.3. Musculatuur	3
1.2. Biomechanische aspecten	4
1.2.1. Het spanboogmodel	4
1.2.2. Positionering van hoofd en ledematen	4
1.2.3. Effect van zwaartekracht en belasting	6
1.2.4. Basisbewegingen van de wervelkolom	6
2. Algemene bouw van het zadel	7
3. Opstijgen met of zonder hulpmiddel	7
3.1. Het opstijgen	7
3.2. Drukverdeling tijdens de vier fasen van opstappen	8
3.3. Totale druk en de inwerking van de ruiter tijdens het opstappen	8
4. Boomwijdte en diens invloed op drukverdeling	9
5. Drukverdeling	10
5.1. Positie van het centrum van druk tijdens stap, draf en galop	10
5.2. Verband tussen ruitergewicht en druk onder het zadel	11
5.3. Bewegingen van ruiter en zadel	12
5.4. Drie belangrijke variabelen voor drukverdeling: contactoppervlak, polstering en diepste punt	13
6. Verschillen in kinematica bij asymptomatische paarden en paarden met rugpijn	13
7. Pathologische veranderingen van thoracale en lumbale regio door slecht passende zadels	14
7.1. Pathologie van de weke delen	14
7.2. Pathologie aan thoracale en lumbale wervelkolom	15
8. Rugpijn en diens invloed op het gangwerk van het paard	17
9. Discussie	18
III REFERENTIES	20

SAMENVATTING

Het zadel staat in voor de verbinding tussen de ruiter en de paardenrug. Bij een goed passend zadel vormen de zadelkussens samen met de daaronder liggende rughuid het contactvlak van het zadel. Normaal is dit contactvlak gelegen aan weerszijden van de rug en overschrijdt deze de mediaanlijn niet. De biomechanica van de paardenrug wordt vereenvoudigd weergegeven in het zogenaamde spanboogmodel. In dit model wordt de rug aanschouwd als een spanboog waarbij de wervelkolom de boog voorstelt en de hypaxiale musculatuur de draad die de boog gespannen houdt en aldus een intrinsieke spanning kent. Met dit model kan voorspelt worden wat het effect op de paardenrug zal zijn, flexie of extensie, door inwerking van factoren als de zwaartekracht, de belasting van de rug, de retractie of de protractie van de ledematen en de positie van het hoofd of de hals. Met het verschijnen van drukdetectie pads is het mogelijk geworden om druk te meten onder het zadel. Er is een duidelijke correlatie tussen de druk onder het zadel en het gewicht van de ruiter. Bij het vergelijken van de drukken onder het zadel tijdens het opstappen met of zonder opstapje, werden significante verschillen aangetoond. Deze verschillen waren duidelijk in het voordeel bij de proefopzet waarbij gebruik werd gemaakt van een opstapje. De drukdistributie onder het zadel werd verder nog bestudeert tussen de verschillende boomwijdten, de verschillende gangen, het contactoppervlak, de polstering en het diepste punt van het zadel. Finaal worden de kinematica veranderingen en specifieke pathologieën van de paardenrug in verband gebracht met de aanwezige drukken die afkomstig zijn van het zadel en de ruiter.

I INLEIDING

Paarden worden al eeuwen lang door de mens gebruikt. In vergelijking met vroeger toen paarden voornamelijk dienden als trekkracht op het land worden paarden tegenwoordig vooral gebruikt als rijdier. Van de paarden wordt bovendien tijdens het berijden ook steeds meer verwacht op het vlak van onder andere de snelheid bij dravers en vluchters, de souplesse tijdens het uitoefenen van dressuurfiguren en tijdens het springen. Door de sterk verhoogde eisen die aan de paarden, die heden ten dagen in de sport meelopen, gesteld worden is het dan ook belangrijk en zeker niet overdreven de paarden als topatleten te beschouwen. Enkel indien alle factoren en facetten die bijdragen tot het komen van een prestatie zorgvuldig bekeken, afgewogen, uitgevoerd, terug geëvalueerd en aangepast worden is het mogelijk om tot een topprestatie te komen. Een van deze factoren die lang ondergewaardeerd is geweest, is het effect van het zadel op de rug en lendenen van het paard. Het zadel is een rigide structuur dat ruiter en paard, beiden zeer dynamisch, met elkaar in verbinding brengt. De reden waarom men zo laat begonnen is met het effect van het zadel op de paardenrug te bestuderen is puur technologisch. Door het pas recent op de markt verschijnen van onder andere drukdetectiepads is het mogelijk geworden onderzoek te doen naar de drukken onder het zadel.

De laatste jaren is er meer duidelijkheid ontstaan over de biomechanica en kinematica van de paardenrug (Slijper, 1946; Johnston et al., 2004; Rhodin et al., 2005; Van Weeren, 2006; Alvarez, 2007). Het is van groot belang om een goed inzicht te hebben in de normale anatomie (Denoix en Dyson, 2003) en de normale biomechanica van de paardenrug om hier opvolgend het effect van een zadel te kunnen aantonen. Door het gebruik van de drukdetectiepads konden drukken tijdens het opstijgen (Geutjens et al., 2008) en het berijden (Werner et al., 2002; Freuhwirth et al., 2004) gemeten worden. Tevens is door het kunnen meten van de drukken onder het zadel een poging gedaan om bepaalde frequent voorkomende pathologieën, zoals bijvoorbeeld het Kissing-Spine-Syndrome te verklaren (Townsend et al., 1986; Klide, 1989; Haussler et al., 1999).

II LITERATUURSTUDIE

1. ANATOMISCHE BOUW EN BIOMECHANISCHE ASPECTEN VAN DE RUG EN LENDENEN

Voordat er wordt overgegaan tot de bespreking van de interactie tussen het zadel en de onderliggende structuren en de daarmee verbonden complicaties wordt er eerst kort ingegaan op de anatomische bouw en de biomechanische aspecten van de rug en lendenen.

1.1. ANATOMISCHE BOUW

1.1.1. Beenderen

Bij de bespreking van de thoraco-lumbale wervelkolom kan best een opdeling gemaakt worden in een thoracaal, lumbaal en sacraal deel. Het paard heeft 18 thoracale (T1 - T18), 6 lumbale (L1 – L6) en 5 gefusioneerde sacrale wervels (S1-S5).

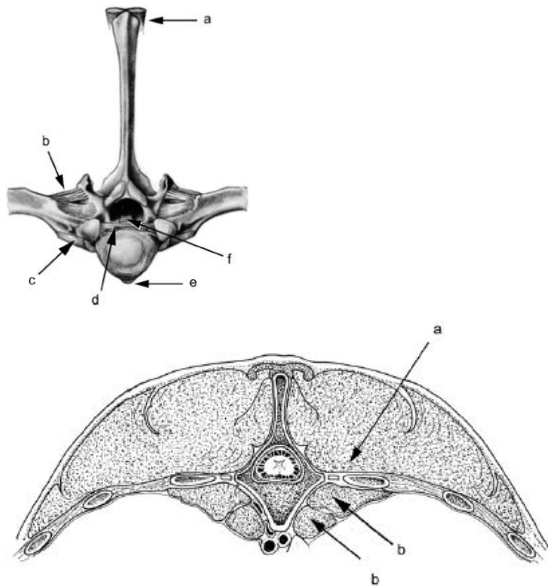
De eerste tien thoracale wervels vertonen zeer uitgesproken processus spinosi die dorsocaudaal gericht zijn. De vijftiende thoracale wervel is normaliter de anticlinale wervel. Deze wervel heeft een processus spinosus die loodrecht georiënteerd is ten opzichte van de wevelkolom. De processus spinosi van de wervels die caudaal van de anticlinale wervel gelegen zijn hebben een dorsocraniale oriëntatie en zijn bovendien ook hoger tussen L2 en L5. Bij de meeste paarden zijn de processus spinosi van L6 en S1

divergent aangelegd, wat aldus ruime flexie en extensie van het lumbosacraal gewricht toelaat (Denoix en Dyson, 2003). De processus transversi van de thoracale wervels articuleren met de ribben. Deze van de lumbale wervels zijn duidelijk uitgesproken en bij jonge paarden niet vergroeid met elkaar. Bij oudere paarden kunnen vergroeiingen wel voorkomen. De processus transversi van de unilaterale zijden van het sacrum zijn versmolten tot één geheel en vormen aldus de sacrale vleugels.

De wervels zijn onderling verbonden door articulatie van de processus articulares craniales met de processus articulares caudales. De orientatie van de gewrichtsvlakken wijzigt van craniaal naar caudaal, daar ze craniaal (thoracaal) meer horizontaal gelegen zijn en caudaal (lumbaal) meer vertikaal. Dit verklaart waarom dat er zeer weinig laterale verplaatsing mogelijk is ter hoogte van de lendenen en de grootste beweging van de rug zich situeert ter hoogte van het thoracale gedeelte.

1.1.2. Ligamenten

Voor al het ligamentum supraspinale (Fig. 1) is van groot belang in het kader van deze masterproef. In feite is het een verlenging van het ligamentum nuchae. Het ligamentum supraspinale loopt dorsaal over de processus spinosi van de thoracale en lumbale wervelkolom. Dit ligament is zelf verbonden met de respectieve processus spinosi en heeft een finale insertie op L5. Bovendien voegen zich bij dit ligament talrijke peesuitlopers van de m. longissimus dorsi (Getty et al., 1975).



Figuur 1

Craniaal aanzicht van een thoracale wervel. a) Ligamentum supraspinale, b), c) en d) Costovertebrale ligamenten, e) Ligamentum longitudinale ventrale, f) Ligamentum longitudinale dorsale. (Naar Nickel et al., 1986).

Figuur 2

Dwarse doorsnede ter hoogte van de lendenen. a) epaxiale spieren, b) hypaxiale spieren. (Naar Nickel et al., 1986).

1.1.3. Musculatuur

De spieren die zorgen voor de beweging van de wervelkolom kunnen best functioneel worden opgedeeld, namelijk in twee groepen, de epaxiale en de hypaxiale spieren (Fig. 2).

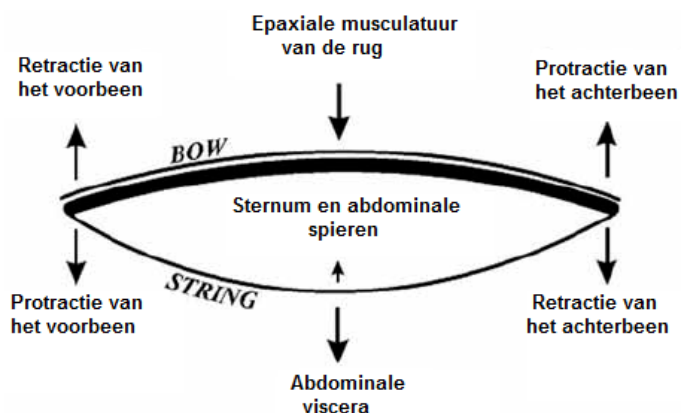
- De epaxiale spieren. Deze bevinden zich dorsaal van de wervelkolom en zullen bij contractie instaan voor de extensie van de rug. Hiertoe behoren de m. iliocostalis, m. longissimus dorsi en de m. spinalis (Dyce et al., 2002).
- De hypaxiale spieren. Deze bevinden zich ventraal van de wervelkolom en zullen bij contractie instaan voor de flexie van de wervelkolom. Hiertoe behoren de m. psoas minor en de m. psoas major (Dyce et al., 2002).

1.2. BIOMECHANISCHE ASPECTEN

1.2.1. Het spanboogmodel

Doorheen de geschiedenis heeft men steeds verschillende visies gehad op de biomechanica van de paardenrug. Aristoteles (384-322 BC) (Slijper, 1946) was de eerste persoon die de biomechanica en kinematica bij dieren bestudeerde. Hij beschreef het plaatsingspatroon van de voeten bij viervoeters. Het eerste model voor de biomechanica van de paardenrug werd bedacht door Galen (131-201 AD) (Slijper 1946). Hij zag de paardenrug als een gebouw, waarbij de benen van het paard konden aanschouwd worden als de pilaren, en de wervelkolom als een gewelfd dak. In dit model zou de dorsocaudale oriëntatie van T1-T15 en de craniodorsale oriëntatie van de processus spinosi gelegen achter de anticlinale wervel het “dak” behoeden voor het in elkaar storten. Dit model werd later vervangen door het “brug” model (Bergmann, 1847; Krüger, 1939). Dit model beschouwde de thoracolumbale wervelkolom als een brug die op de beide uiteinden steunt op de ledematen. Echter, vandaag de dag aanvaardt men algemeen het model van het spanboog-mechanisme. In dit model beschouwt men de thoracolumbale wervelkolom als de boog, en de musculatuur ventraal van de wervelkolom, reikend tot en met de linea alba, als een gespannen draad. Hierbij is vooral de werking van de m. rectus abdominis van groot belang (Slijper, 1946). Een groot verschil tussen de voorgaande modellen en het spanboogmodel is dat het spanboogmodel een dynamisch model is. De andere modellen zijn daarentegen statisch. Het spanboogmodel heeft als basisgedachte dat alle elementen die betrokken zijn bij de beweging van de rug met elkaar in verbinding staan en bijgevolg een intrinsieke spanning vertonen. Bij het aanspannen van de hypaxiale spieren/“draad”, zal de wervelkolom/“boog” in flexie treden. En vice versa treedt bij relaxatie van de hypaxiale spieren/“draad”, de wervelkolom/“boog” in extensie (Slijper, 1946). Hetzelfde mechanisme doet zich voor wanneer epaxiale musculatuur zich aanspant of relaxeert. Hierbij zal de “draad” elongereren of inkorten en wordt de “boog” in extensie of flexie gebracht.

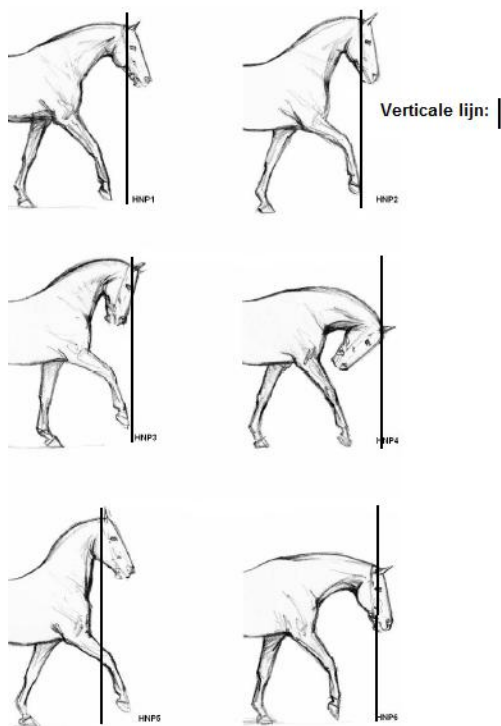
1.2.2. POSITIONERING VAN LEDEMATEN EN HOOFD



De positionering van zowel de ledematen als het hoofd hebben een grote invloed op de flexie/extensie-houding van de rug van het paard (Fig. 3). Bij het strekken van de voorbenen zal de rug meer in extensie treden. Bij retractie van de voorbenen komt de rug juist in een meer uitgesproken flexie. Aan de achterbenen is dit juist omgekeerd, hier zal bij het strekken van de benen de rug meer in

Figuur 3

Schematische weergave van het spanboogmodel en de inwerking van retractie en protractie van de ledematen op dit model. (Naar Van Weeren (2004).)

**Figuur 4**

Weergave van de positie van hoofd en hals, Head and Neck Position (HNP), en de daarbij horende bewegingsvrijheid van het voorbeen.

HNP 1: de meest ongedwongen positie

HNP 2: de nek hoog en neus voor de verticaal

HNP 3: de nek hoog en neus achter de verticaal

HNP 4: de nek in een extreem lage positie en neus achter de verticaal

HNP 5: de nek in een extreem hoge positie en de neus ruim voor de verticaal

HNP 6: de nek omlaag gericht en hoofd voor de verticaal.

HNP 4 en HNP 5 zijn de meest extreme posities. De positie die in HNP 4 wordt getoond is ook de positie van de zogenaamde Rollkür. De positie in HNP 6 wordt ook de voorwaarts-neerwaartse positie genoemd. (Naar Álvarez, 2007).

flexie treden en bij retractie juist meer in extensie komen (Van Weeren, 2006). Naast de musculatuur van de rug heeft ook de positie van het hoofd en de hals een effect op de rug. Hoofd en hals zijn door de funiculus nuchae en lamina nuchae zeer stevig verbonden met het ligamentum supraspinale dat dorsaal over de processus spinosus van de rugwervels loopt en daarmee ook een verbinding vormt. Door deze stevige en elastische verbinding zal door een verandering in de positie van hoofd en hals, dit ten opzichte van een virtuele horizontale lijn getrokken doorheen de thoracolumbale wervels, een duidelijke invloed hebben op de houding en dus de flexie en extensie van de rug (Van Weeren, 2006). De positie van het hoofd en hals tijdens het berijden van het paard is de laatste paar jaren een hoofddispute van talrijke discussies. Zeker in de dressuur komen de meest extreme vormen van hoofd-hals positionering voor. Deze extremen zijn enerzijds de zogenoemde Rollkür, een zeer ver doorgevoerde buiging van hoofd en hals, en anderzijds de positie die voorgelegd is door het Fédération Equestre Internationale (FEI). De norm opgesteld voor de hoofd-hals positie in de Grand Prix luidt: "The neck should be raised, the poll high and the head slightly in front of the vertical". Deze twee extreme hoofd-hals posities hebben een duidelijk effect op de kinematica van de paardenrug en bijgevolg ook op de beweging van de ledematen aangezien het spanboogmodel elk element met elkaar verbindt. Bij een lage en ronde positie van hoofd en hals, weergegeven als Head and Neck Position 4 (HNP 4) in Fig. 4, is er een verhoogde flexie ter hoogte van het craniale deel van de thoracale regio van de rug en is er een toename in extensie van de rug naar caudaal toe. Voor de andere extreme positie waarbij de hals en het hoofd van het paard overdreven hoog worden gedragen, weergegeven als HNP 5 in Fig. 4, treedt juist het tegenovergestelde op. In deze positie

is er een verhoogde toename van extensie craniaal in de rug en deze neemt af naar caudaal om dan finaal over te gaan tot een flexie van de rug (Alvarez, 2007). Zowel Rhodin et al. (2005) als Alvarez (2007) toonden bovendien aan dat enkel in deze extreem hoge hoofd-hals positie (HNP 2, 5) de laterale bewegingsmogelijkheid van de rug toenam. Het bewegingspatroon van de achterste ledematen van het paard werd vooral in Head and Neck Position 5 (HNP 5) beïnvloed (Alvarez, 2007). In deze houding is er een verminderde protractie van het achterste lidmaat tijdens stap wat volledig in overeenstemming is met de spanboogmodel. Deze geeft namelijk aan dat wanneer er een extensie van de rug optreedt het achterste lidmaat meer in retractie komt en vice versa voor flexie van de rug. Het bewegingspatroon van de voorbenen volgt eveneens het spanboogmodel. Van de HNP 4 wordt ook dankbaar gebruik gemaakt

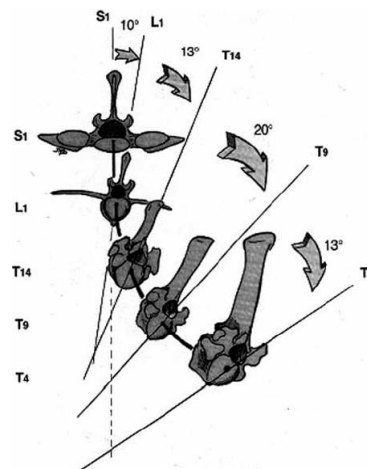
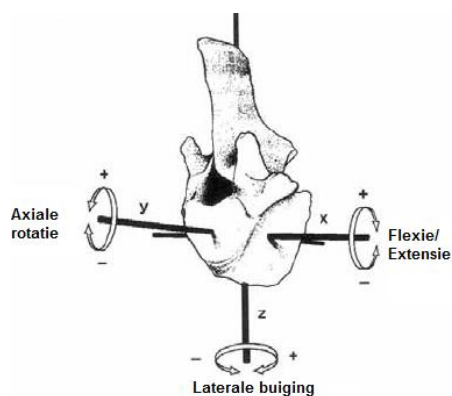
bij het gymnastiseren en trainen van dressuurpaarden. Enkel gekeken naar de kinematica van de paardenrug en aldus de ethische bezwaren buiten beschouwing gelaten blijkt dat de grootte van flexie en extensie over het grootste deel van de wervelkolom duidelijk toeneemt wanneer paarden bereden worden in een dusdanige positie (Alvarez, 2007). Enkel gebaseerd op deze hierboven vernoemde kinematische gegevens kan men stellen dat de HNP 4 of de Rollkür methode geschikt is voor het gymnastiseren van paarden (Janssen, 2003).

1.2.3. Effect van zwaartekracht en belasting

De zwaartekracht oefent een constante kracht uit op het paard. Deze kracht zal door zijn inwerking op de wervelkolom de rug steeds de neiging geven om in extensie te komen. De zwaartekracht werkt in op de weefsels van de paardenrug en op massa's die dorsaal van de paardenrug aanwezig zijn zoals zadel en ruiter. Niet enkel de elementen boven de wervelkolom staan onder invloed van de zwaartekracht. Zo zal ook het gewicht van de ingewanden die een vector uitoefenen naar beneden toe bijdragen tot het in extensie brengen van de rug (Van Weeren, 2004).

1.2.4. Basisbewegingen van de wervelkolom

Er bestaan vier standaardbewegingen die de paardenrug kan uitvoeren. Deze bewegingen zijn ventroflexie, dorsoflexie, lateroflexie en axiale rotatie (Fig. 5). Het lumbale deel van de wervelkolom is een zeer rigide structuur door ondermeer de verticale oriëntatie van de gewrichtsvlakken van de processus articulares met als gevolg dat er zeer weinig lateroflexie mogelijk is. Naar craniaal is er een toename in de bewegingsvrijheid van de wervels onderling. Dit geldt zowel voor de lateroflexie als voor de axiale rotatie (Van Weeren, 2006).



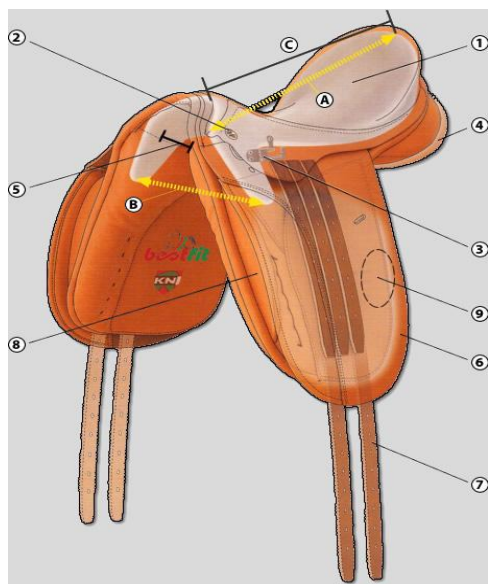
Figuur 5

De drie basisbewegingen van de wervellichamen en de verschillen in beweeglijkheid van craniaal naar caudaal. (Naar Van Weeren, 2004).

Bij het bestuderen van de beweging van de wervelkolom bleek dat de beweging van de wervelkolom in draf vergeleken met de beweging tijdens stap en galop beduidend minder aanwezig was (Van Weeren, 2006). Tijdens stap werd vastgesteld dat de grootte van de aanwezige flexie/extensie haast dezelfde is caudaal van T10. De grootte van flexie/extensie bedroeg ongeveer zeven graden. Laterale buiging is vooral mogelijk in het voorste deel van de thoracale wervels en in het pelvische gedeelte, maar daarentegen minder uitgesproken ter hoogte van de lendenen. Axiale rotatie neemt toe van vier graden

ter hoogte van T6 tot 13 graden ter hoogte van het tuber coxae. Tijdens draf werden voor flexie en extensie waarden gevonden die varieerden ongeveer van drie tot vijf graden. Deze waarden konden gevonden worden op het gehele verloop van de wervelkolom. De lateroflexie die werd gemeten kwam niet boven de 3,6 graden uit. De axiale rotatie in draf werd vastgelegd op ongeveer drie graden. Tijdens galop werd de mate van flexie/extensie beduidend groter. Waarden van 15,8 +/- 1,3 graden werden hierbij gemeten.

2. ALGEMENE BOUW VAN EEN ZADEL



Zadels bestaan er in allerlei verschillende soorten en maten. Zo bestaan er onder andere dressuur-, spring-, velzijdigheids- en western zadels. Alle worden ze gekenmerkt door een ander uitzicht en verschil in positie voor de ruiter. Toch komen de meeste elementen van de opbouw tussen de verschillende zadels overeen (Harman, 1997). De meest essentiële structuren van het zadel zijn de tree (de boom van het zadel), de panels (de zadelkussens), de gullet (de ruimte tussen het linker en het rechter kussen aan de ventrale zijde van het zadel), de pommel (het meest dorsocraniaal gelegen gedeelte van het zadel), de cantle (het meest dorsocaudaal gelegen gedeelte), de stirrup bar (de plaats waar de stijgbeugels aan hangen), de billets (de singelstoten), de flaps (de zweetbladen), de spring of the tree (onderdeel van de boom) en de knee roll (craniale verhoging van het zweetblad) (Fig. 6).

Figuur 6

A:maat voor de zadellengte, B:kamerbreedte, C:effectieve zitruimte, 1: Boom, 2: Zadelnagel, 3: Stijgbeugel houder, 4: Zadelkussen, 5: Kamerbreedte, 6: Zweetblad, 7: Singelstoten, 8: Knie wrong, 9: Kuit wrong. (Naar Anoniem, 2009).

3. OPSTIJGEN MET OF ZONDER HULPMIDDEL

3.1 HET OPSTIJGEN

Voordat de krachtverdeling onder het zadel en de daaruit resulterende druk worden besproken die op de onderliggende structuren van de paardenrug inwerken en zo effecten teweeg brengen wordt er eerst dieper ingegaan op de allereerste en noodzakelijke handeling bij het bereiden van een paard, namelijk het opstijgen. Het opstijgen is een handeling die slechts van zeer korte duur is, zeker wanneer men deze periode vergelijkt met de totale duur van de rit. Desalniettemin heeft deze handeling een grote impact op de rug van het paard. Dit omdat het opstijgen een handeling is die iedere keer voor het berijden plaats heeft en zo steeds krachten zullen inwerken op welbepaalde plaatsen van de rug. De gewoonte van de ruiter om telkens aan de linker zijde op te stappen op het paard speelt hier zeker ook een rol in. Een aantal factoren hebben een invloed op de grootte van de krachten die inwerken op de paardenrug tijdens het opstappen. Zo zal het al dan niet gebruiken van een opstapje en de massa, lenigheid en de lengte van de ruiter mede bepalend zijn. Het opstijgen is een dynamische actie maar kan grofweg verdeeld worden in vier fasen;

Fase 1: Steun zoeken met linker voet in de stijgbeugel en het omhoog heffen van het lichaam.

Fase 2: Rechter been omhoog brengen/swingen.

Fase 3: Gaan zitten.

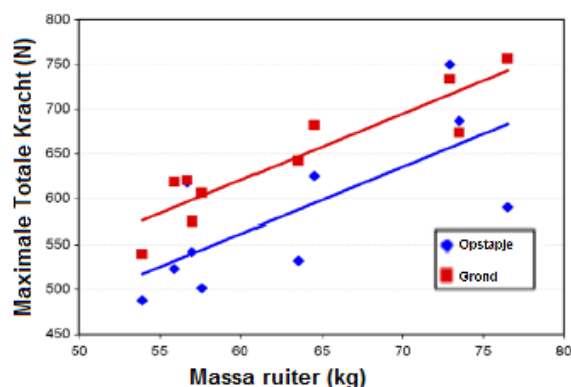
Fase 4: Extra druk uitoefenen in rechter beugel voor het corrigeren van een scheve ligging van het zadel.

Onderzoek naar de verschillen in drukverdeling onder het zadel tijdens het opstappen in aan- of afwezigheid van een opstapje werd uitgevoerd door Geutjens et al. (2008) en toonde significante verschillen. Deze significante drukverschillen werden vooral zichtbaar wanneer het ging om de totale druk die uitgeoefend werd op de paardenrug tijdens het opstijgen.

3.2. DRUKDISTRIBUTIE TIJDENS DE VIER FASEN VAN OPSTAPPEN

Voor het meten van de drukken die aanwezig zijn onder het zadel wordt in veel studies gebruik gemaakt van een elektronische drukdetectiezadelpad. Dit is een matje dat vele druksensoren bevat en dat onder het zadel geplaatst kan worden om drukken te meten. Een veel gebruikt drukdetectiezadelpad is deze dat het Pliance Saddle System omvat. Deze pad bestaat uit 128 sensoren georganiseerd in 8 kolommen en 16 rijen. Het contactvlak en drukverdeling onder het zadel tijdens het opstappen werd onderzocht met behulp van het Pliance Saddle System door Geutjens et al. (2008). Het drukdetectiepad werd nog verder verdeeld in vier kwadranten om zo drukken te kunnen vergelijken ten opzichte van de verschillende kwadranten. De voorste helft van het pad werd ingedeeld in RF (right front) en LF (left front). De achterste helft in RR (right rear) en LR (left rear). Initieel start het opstappen met of zonder opstapje met het plaatsen van de linkervoet in de linkerstijgbeugel. Daaropvolgend is er een progressieve belasting op de linkerstijgbeugel en zal door de verbinding van stijgbeugelriem en zadel de druk LF lateraal, LR mediaal en RF mediaal toenemen. De grootste druktoename heeft plaats ter hoogte van LF lateraal en RF mediaal aan de schoft. De LF mediale lokalisatie kent pas een toename in druk bij het starten van fase 3 (het gaan zitten in het zadel). Dit geldt ook voor de overige onbelaste achterste delen. Er ontstaat aldus een toename in contactoppervlak die gepaard gaat met een afname van de druk in de voorste delen. Wanneer de ruiter nadien nog extra druk uitoefent in de rechter beugel, wat vaak een gewoonte van de ruiter is om een scheef getrokken zadel weer terug recht te duwen, stijgt vooral de druk in de RR kwadrant. Tussen het opstappen met en zonder opstapje vielen vooral twee dingen op. Allereerst was er een significant verhoogde Mass Normalized Total Force (dit is de sommatie van alle gemeten drukken van het drukdetectiepad waarbij deze totale kracht is genormaliseerd tussen verschillende ruitergewichten om zo deze waarden met elkaar onderling te kunnen vergelijken) aanwezig bij het opstijgen vanaf de grond en dus in afwezigheid van een opstapje. Ten tweede was de Mass Normalized Peak Pressure (dit is de naar ruitergewicht genormaliseerde gemeten hoogste druk) ook significant hoger bij het opstappen zonder opstapje (Geutjens et al., 2008).

3.3. TOTALE DRUK EN DE INWERKING VAN DE RUITER TIJDENS HET OPSTAPPEN



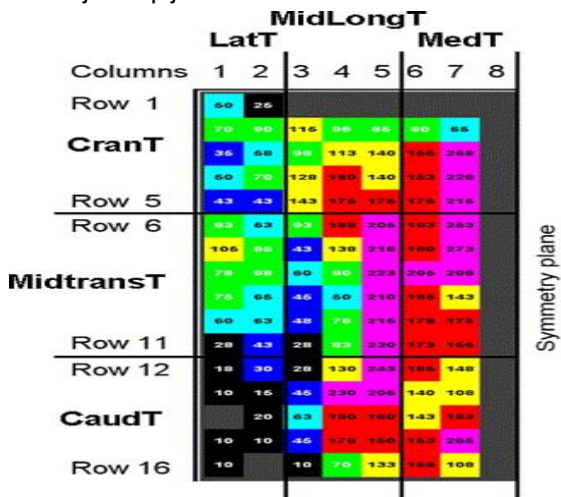
Figuur 7

Verband tussen gewicht van de ruiter en maximale totale kracht (MTK) tijdens het opstijgen in aanwezigheid of afwezigheid van een opstapje. (Naar Geutjens et al., 2007).

De massa van de ruiter is duidelijk gecorreleerd met de maximale totale kracht (MTK) die uitgeoefend wordt op de paardenrug. Hoe groter de massa van de ruiter, hoe groter de maximale totale druk zal zijn. Zoals aangegeven in Fig. 7 is de MTK hoger gelegen wanneer er geen gebruik wordt gemaakt van een opstapje. Andere factoren die uiteraard ook een rol spelen zijn onder andere de lengte en lenigheid van de ruiter. Hoe langer de ruiter, of hoe kleiner het paard, des te kleiner is de afstand die men moet opklimmen. Ook de lenigheid speelt een grote rol in de maximale totale druk.

4. BOOMWIJDTE EN DIENS INVLOED OP DRUKDISTRIBUTIE

De boom van het zadel kan beschouwd worden als het “skelet” of de basis van het zadel (Harman, 1999). De vorm en maat van de boom zal voor het grootste deel bepalen of een zadel al dan niet past op de paardenrug, dit ter hoogte van de schoftstreek. Op de boom van het zadel worden de andere onderdelen van het zadel bevestigd. Het is van groot belang dat de boomwijdte overeen komt met de breedte van de schoft. Indien de boomwijdte te smal is zal het zadel verhoogde druk uitoefenen op de schoftstreek en daarbij kan pijn ontstaan. Wanneer de boom te breed is voor de schoftstreek van het paard, dan zal het zadel “over” de schoft vallen en hierbij met de medioventrale zijde de schoft in de mediaanlijn raken



Figuur 8

Voorbeeld van de weergave van drukverdeling onder een unilateraal zadelkussen van een zadel dat werd gebruikt in de studie van Meschan et al. (2007). Hierbij werd gebruik gemaakt van een drukdetectie zadelpad. (Naar Meschan et al., 2007).

waardoor er een verhoogde druk aanwezig is op de processus spinosi. In een onderzoek uitgevoerd door Meschan et al. (2007) (Fig. 8) werden drukmetingen gedaan met zadels die onderling enkel verschilden in de boombreedte, gaande van “narrow” (28 cm), “medium” (30 cm) tot “wide” (32 cm). Hieruit bleek duidelijk dat de Lowest Overall Force-LOF: is de waarde die bekomen wordt door sommatie van de krachten van alle sensoren die gemeten werden tijdens de proef) zadels tijdens stap en draf lagere krachten in het caudale derde van het contactoppervlak vertoonden. Bij zadels met te nauwe zadelbomen (narrow) waren de krachten op die plaats veel hoger. Bovendien vertoonden de LOF zadels ten opzichte van de “wide” (wijde) zadels in het middenste derde duidelijk lagere krachten. In draf was er een verhoging van de druk in zowel het middenste- als mediale longitudinale derde. Ook voor de “very-wide”

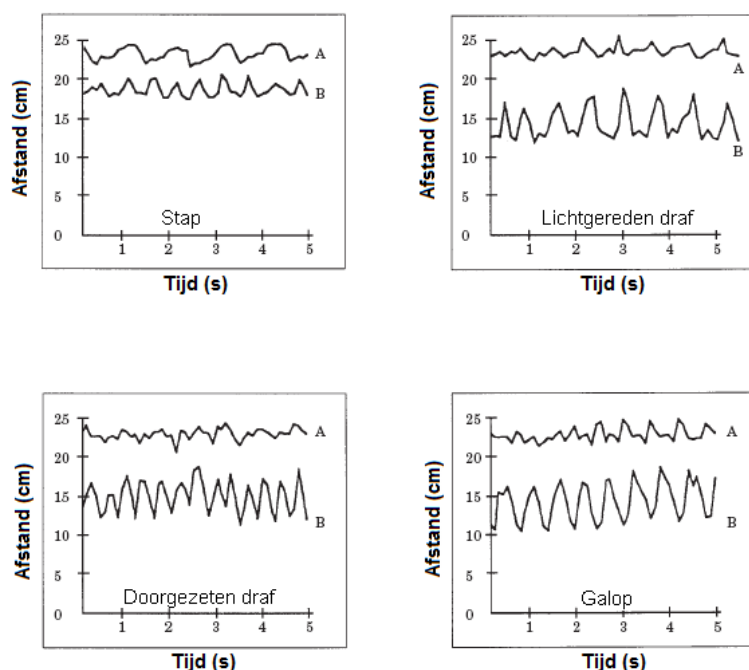
(erg wijde) zadels waren er verschillen in druk ten opzichte van de LOF zadels. Deze zadels vertoonden hogere drukontwikkeling in het mediale derde tijdens de stap. In de draf daarentegen waren er beduidend hogere drukken in het middelste longitudinale derde, dit in tegenstelling tot de LOF-zadels.

5. DRUKDISTRIBUTIE

Uitgaande van het feit dat stap, draf en galop drie verschillende gangen zijn van respectievelijk vier-, twee- en drie-tact, kan men verwachten dat de gevormde krachten tijdens het berijden van het paard in deze gangen ook verschillend zullen zijn ten opzichte van elkaar. Over de gevormde krachten en drukverdeling onder het zadel tijdens deze drie basisbewegingen van het paard is er momenteel nog een relatief groot gebrek aan kennis. Door Fruehwirth et al. (2004) werden hierover de eerste gegevens

bekend. Er werd gebruik gemaakt van een drukdetectiepad (Pliance Saddle System). Hiermee werd aangetoond dat de totale druk die zich ontwikkelt onder het zadel tijdens het berijden van het paard in elke gang een typisch tijdspatroon volgt. De inwerkende krachten nemen toe naarmate de snelheid van de gang verhoogt. Zo werden er hogere krachten gemeten tijdens galop dan tijdens stap. De totale drukken die toen gemeten werden konden ook weergegeven worden in gemiddelde krachten van elk kwadrant van het drukdetectiepad. Zo is het mogelijk om de drukken tussen de vier kwadranten te vergelijken tijdens de verschillende gangen. Door het vergelijken van de kwadranten bleek dat tijdens stap op de achterste helft van het detectiepad hogere krachten inwerkten dan op de voorste helft. Tijdens de draf bleken de vier gemiddelde krachten van elk kwadrant nagenoeg dezelfde te zijn. In draf is er bovendien een onderscheid te maken tussen doorgezeten draf en licht gereden draf. Er werd een belangrijk verschil in de grootte van kracht tijdens de progressie van de beweging opgemerkt tussen de twee soorten draf (Peham et al., 2008). Tijdens draf kunnen twee krachtpieken gemeten worden. Bij de licht gereden draf bleek de tweede krachtpiek beduidend lager uit te vallen, dit in tegenstelling tot de doorgezeten draf. In galop kon geen significant verschil worden waargenomen in druk tussen de vier kwadranten.

5.1. POSITIE VAN HET CENTRUM VAN DRUK TIJDENS STAP, DRAF EN GALOP



Figuur 9

De beweging (in cm) van de positie van het centrum van de druk weergegeven bij de verschillende gangen. Er werd gebruik gemaakt van een drukdetectiepad met een breedte en een lengte van 40 cm. A geeft het centrum van de druk weer gemeten van de linker zijde van het pad en toont aldus de beweging in de laterale richting. B geeft het centrum van de druk weer gemeten van de achterste rand van het pad en toont aldus de beweging in longitudinale richting. (Naar Jeffcott et al., 1999).

De positie van het centrum van de druk onder het zadel geeft in zekere zin de positie van de zwaartekracht van de ruiter weer, die van zeer groot belang is bij het tot stand komen van een goede balans van het paard tijdens het uitvoeren van welbepaalde oefeningen. Deze balans komt optimaal tot uiting indien de rechte getrokken doorheen het zwaartepunt van ruiter en paard samenvallen. Aangezien het zwaartepunt van het paard door verandering in houding, stelling of verzameling verandert, zal ook de positie van de ruiter steeds moeten wijzigen om een correcte balans te behouden. Enkel in de aanwezigheid van perfecte balans van paard en ruiter zal de combinatie in staat zijn opgegeven oefeningen op een zeer harmonieuze wijze uit te voeren, wat toch het uiteindelijke doel is van de dressuur

(Steinbrecht, 2003). Het centrale drukpunt is een dynamische positie die voor elk gangtype en elk moment van de beweging verschillend is van plaats. Het verloop van dit centrale drukpunt werd door Jeffcott et al. (1999) beschreven en vergeleken. In stap en doorgezeten draf vond men een lateraal:craniocaudaal verhouding van 1:2 (Fig. 9). Er werden aldus 2 cycli in craniocaudale richting opgemerkt en 1 bewegingscyclus in laterale richting in dezelfde tijdsduur. Merk wel de verschillen in amplitude op. Voor lichtgereden draf en galop werd een verhouding van 1:1 gevonden (Fig. 9). Bovendien bleek ook in de galop de afstand in craniocaudale richting groter dan in laterale richting. De bevindingen, afname in laterale verplaatsing en een toename in craniocaudale richting in draf vergeleken met stap, kon door Freuhwirth et al. (2004) in een gelijkaardig onderzoek bevestigd worden.

5.2. VERBAND TUSSEN RUITERGEWICHT EN DRUK ONDER HET ZADEL

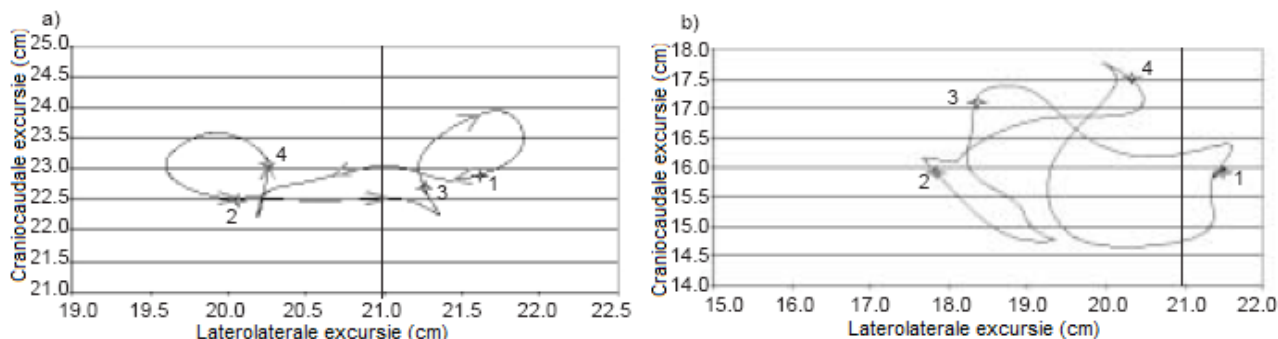
Zoals reeds besproken zal de rug in extensie treden door inwerking van de zwaartekracht of door het op de rug plaatsen van een welbepaalde massa. De massa die hier wordt beschouwd is deze die gevormd wordt door het zadel en de ruiter. Het verband tussen de massa en de druk onder het zadel werd voor het eerst gegeven door Jeffcott et al. (1999) en werd later nogmaals bevestigd door De Cocq et al. (2006). De correlatiecoëfficiënt tussen het gewicht van de ruiter en de druk onder het zadel, die gemeten werd op een stilstaand paard, werd door de eerste onderzoeksgroep gesteld op 0.98. De correlatiecoëfficiënt gemeten door de De Cocq et al. (2006) bedroeg 0.96 (wanneer er geen correctie werd uitgevoerd voor het gewicht van het zadel), en 0.97 wanneer deze correctie wel werd doorgevoerd. Deze lichte verschillen zijn hoogstwaarschijnlijk toe te schrijven aan de verschillende onderzoekstechnieken die gebruikt werden. Uitgaande van deze resultaten kan men concluderen dat er een hoge correlatie is tussen het gewicht van de ruiter en de hierbij ontstane druk onder het zadel. In stap is de totale kracht onder het zadel ongeveer gelijk aan het gewicht van de ruiter. In draf en galop stijgt de totale gemeten kracht tot respectievelijk twee en twee-en-een-half maal het gewicht van de ruiter (Freuhwirth et al., 2004).

5.3. BEWEGINGEN VAN RUITER EN ZADEL

Tijdens de verschillende gangen bestaat er een dynamisch evenwicht tussen de intern ontwikkelende krachten en diverse externe inwerkende krachten. Door Williams et al. (1999) werd hierover een theorie vooropgesteld met daarin de gedachte dat de mogelijkheid van een dier om tot variabiliteit in de beweging te komen, het dier in staat stelt om te reageren en zich aan te passen aan complexe dynamische omgevingsveranderingen. Echter, bij het ontstaan van te veel variabiliteit in de beweging zal er een disbalans gecreëerd worden die de biomechanica en het daarmee samenhangende bewegingspatroon nadelig gaat beïnvloeden.

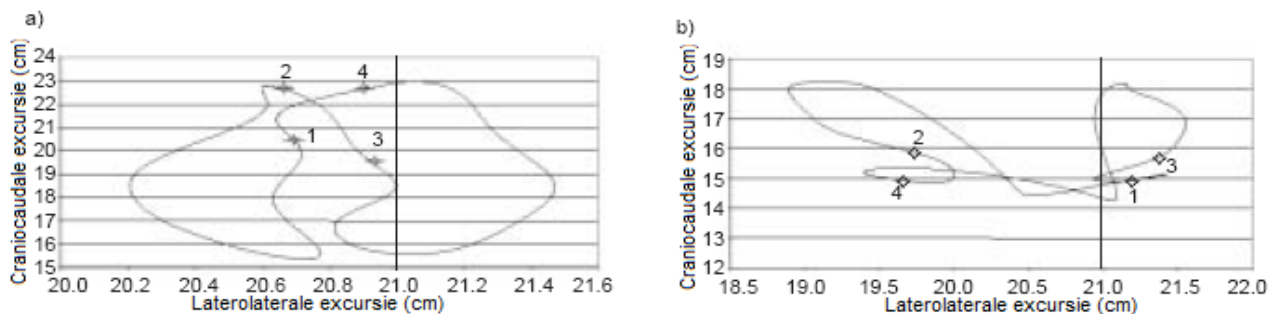
De ruiter en het paard zijn beiden zeer dynamische eenheden die met elkaar interageren via het zadel dat daarentegen juist een relatief rigide structuur is. Dit stevige en weinig vervormbare element heeft daardoor ook een groot effect op de biomechanica van de paardenrug. Van groot belang is dan ook dat het zadel op een zo min mogelijke wijze de beweging van de rug belemmert en aldus goed moet passen op de paardenrug. Dit essentiële punt werd bevestigd door Peham et al. (2004) die een goed met een slecht passend zadel vergeleken. Duidelijke verschillen zijn er in horizontale snelheid, horizontale acceleratie en transversale acceleratie tussen een goed passend zadel en een slecht passend zadel. De verhoging in de variabiliteit van de beweging is meer aanwezig bij een slecht dan bij een goed passend zadel. Deze toename in variabiliteit leidt tot een gestoorde interactie tussen paard en ruiter en dit uit zich door het ontstaan van disbalans tijdens de bewegingen en oefeningen die uitgevoerd moeten worden.

De ruiter beïnvloedt op een aantal wijzen de druk onder het zadel. Dit door de statische druk gevormd door het gewicht van de ruiter en de krachten ontstaan door de dynamiek van de ruiter tijdens het berijden.



Figuur 10

Het verloop van het gemiddelde centrum van de druk onder het zadel gedurende één stapcyclus. A) Met ruiter B) Zonder ruiter. De verticale lijn geeft het midden van het drukdetectiepad weer. (Naar Fruehwirth et al., 2004).



Figuur 11

Het verloop van het gemiddelde centrum van de druk onder het zadel gedurende één drafcyclus. A) Met ruiter B) Zonder ruiter. De verticale lijn geeft het midden van het drukdetectiepad weer. (Naar Fruehwirth et al., 2004).

De ruiter heeft tijdens stap een stabiliserend effect op de massa die op de rug van het paard wordt geplaatst, zoals het zadel (Fig. 10, 11). In draf brengt de ruiter eveneens een dergelijk effect teweeg, maar dit enkel in laterale richting en niet in craniocaudale richting waar het effect juist toeneemt.

Er is ook een verschil in stabiliteit van de ruiter tijdens doorgezeten en lichtgereden draf. De stabiliteit van de ruiter in craniocaudale richting is beduidend hoger in lichtgereden draf dan in de doorgezeten draf. In laterale richting is er geen significant verschil tussen beide. Duidelijke verschillen zijn er ook op het gebied van de variabiliteit van het bewegingspatroon in voorwaartse richting en acceleratie tussen het bereden en onbereden paard. De variatie in het bewegingspatroon is beduidend lager bij het bereden paard, dit in tegenstelling tot het onbereden paard. Deze resultaten ondersteunen aldus de hypothese, die stelt dat ruiter en zadel een stabiliserend effect hebben op de paardenrug (Peham et al., 2004).

5.4. DRIE BELANGRIJKE VARIABELEN: CONTACTOPPERVLAK, POLSTERING EN DIEPSTE PUNT

Naast het grote belang van gewicht, beweging en bewegingssnelheid van zowel zadel als ruiter spelen ook nog een aantal andere factoren een zeer belangrijke rol in de mate van krachtoverdracht en de verdeling van deze krachten op de structuren onder en in de omgeving van het zadel. Deze factoren zijn

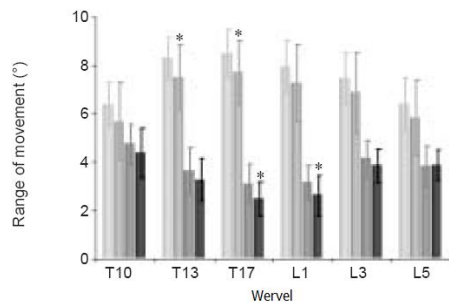
de grootte van het contactoppervlak, de mate en consistentie van de polstering in de zadelkussens en het diepste punt van het zadel. Voor het beschrijven van de rol die deze factoren nu juist spelen en de interactie onderling werden twee soorten zadels onderling vergeleken (Werner et al., 2002). Beide zadels waren dressuurzadels. Het ene zadel (zadel A) was gekenmerkt door een groot kussenoppervlak, relatief zachte polstering en een diepste punt dat gelegen was ter hoogte van het middelste derde. Het tweede zadel (zadel B) werd gekenmerkt door een kleiner zadelkussenoppervlak, harde polstering en een diepste punt gelegen ter hoogte van het achterste derde. Met behulp van een specifiek meetsysteem, Pliance mobile-16HE, werden Maximum Pressure Picture (MPP), Mean Value Picture (MVP), Maximum Area Picture (MAP) en Maximum Force Picture (MFP) gemeten tijdens het uitvoeren van de vooropgestelde gangen en oefeningen. Bij het vergelijken van de MPP tussen zadel A en zadel B gedurende diverse oefeningen bleek zadel A frequent lagere waarden te vertonen, dit in vergelijking met zadel B. Enkel in galop kon een significant verschil in MPP tussen beide zadels worden opgemerkt. Voor de MVP bleek ook zadel A betere waarden te vertonen dan zadel B. Significantie was zowel aanwezig in stap, draf als galop. In galop was deze significantie bovendien veel groter dan deze aangetoond in stap en draf. De oppervlakte van krachtoverdracht en drukverdeling onder het zadel, varieert voor zadel A en B zoals al van te voren werd aangegeven. Zadel A kent van bouw een groter kussenoppervlak dan zadel B. Het oppervlak was voor zadeltipe A zowel met als zonder ruit zeer gelijkmatig, terwijl deze bij zadeltipe B een brugvorming vertoonde. Met brugvorming wordt bedoeld dat het zadel aan de voor en achterzijde contact maakt met de rug, maar in het midden geen verbinding heeft met de rug. Hierdoor ontstaan verhoogde drukplaatsen ter hoogte van de zone waar het zadel wel met de rug in contact staat. Deze brugvorming was zeer uitgesproken tijdens draf en galop en zal bijgevolg ook een duidelijke invloed hebben op de vorming van talrijke rugproblemen. Ook werd door Werner et al. (2002) vastgesteld dat er een uitgesproken schommeling in drukoppervlakte aanwezig was bij zadel B, vooral tijdens draf en galop. Bij zadel A bleef de oppervlakte relatief constant in stap en draf. Maar ook bij dit type zadel werden er grote verschillen in drukoppervlak gemeten tijdens galop. Daarbij kwam het achterste deel van het zadel omhoog ten opzichte van de rug.

6. VERSCHILLEN IN KINEMATICA TUSSEN ASYMPTOMATISCHE PAARDEN EN PAARDEN MET RUGPIJN

De kinematica van de rug van paarden die geen symptomen van rugpijn vertonen werd door Johnston et al. (2004) beschreven. De verplaatsing, Range Of Movement (ROM), van de met specifieke merkers voorziene wervels (T10, T13, T17, L1, L3, L5) werd gemeten zowel op het vlak van Flexie/Extensie (FE) als van de Laterale buiging (LB).

Bij het vergelijken van de mogelijkheid tot flexie en extensie tussen asymptotische en symptomatische paarden in stap en draf werden significante verschillen gevonden ter hoogte van T13, T17 en L1 (Fig. 12). De symptomatische paarden vertoonden zowel in stap als draf een lagere ROM voor flexie/extensie in vergelijking met asymptotische paarden. Voor de laterale buiging van de wervels kon enkel een duidelijk verschil in ROM worden aangetoond ter hoogte van T13 (Fig. 13a). De thoracale wervels van de symptomatische paarden vertoonden in stap een grotere ROM dan de ROM gemeten bij asymptotische paarden. In stap was de ROM van de lumbale wervels van symptomatische paarden meestal lager dan deze van asymptotische paarden (Fig. 13a). In draf lag de ROM voor laterale

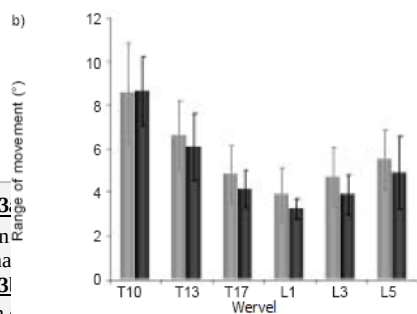
buiging bij symptomatische paarden over het algemeen lager dan deze van de symptomatische paarden (Fig. 13b).



Figuur 12

De ROM van flexie/extensie van de zes weergegeven thoracolumbale wervels in stap en draf. □ = Asymptomatische paarden in stap; ■ = Symptomatische paarden in stap; □ = Asymptomatische paarden in draf; ■ = Symptomatische paarden in draf.

* = significant verschil tussen paarden zonder rugproblemen en deze met rugproblemen. (Naar Wennerstrand et al., 2004 en Johnston et al., 2004).



Figuur 13

ROM van Symptoma

Figuur 13

ROM van

Symptomatische paarden in draf.

* = significant verschil tussen paarden zonder rugproblemen en deze met rugproblemen.

(Naar Wennerstrand et al., 2004 en Johnston et al., 2004).

7. PATHOLOGISCHE VERANDERINGEN VAN THORACALE EN LUMBALE REGIO DOOR SLECHT PASSENDE ZADELS

Slecht passende zadels geven aanleiding tot ongelijkmatige drukverdeling. Hierdoor kunnen er pathologische veranderingen optreden aan onderliggende structuren zoals de huid, de spieren, de ligamenten en de beenderen. Pathologieën aan deze weefsels worden meestal niet door een één specifiek symptoom gekenmerkt. Er bestaat daarentegen een heel scala aan mogelijke symptomen die het gevolg zijn van een welbepaalde rugproblematiek. Bovendien kennen de symptomen een grote variatie in de graad van veruiterlijking (Harman, 1994), al dan niet gecorreleerd aan de ergheid van de letsels, en zijn ze ook afhankelijk van individuele pijngevoeligheid. Aldus zal het toekennen van een welbepaalde pathologie aan een of meerdere symptomen zeer moeilijk zijn, wat ook één van de redenen is gebleken voor het momenteel nog onvoldoende onderzochte verband tussen het zadel en pathologieën.

7.1. PATHOLOGIE VAN DE WEKE DELEN

Tot de weke delen van de paardenrug behoren huid, spieren, ligamenten, bloedvaten en zenuwen. Alle kunnen beïnvloed worden door de druk die gecreëerd wordt tijdens het rijden. Het directe contact tussen

zadel en paardenrug wordt gevormd door de zadelkussens enerzijds en de huid anderzijds. De drukmetingen uitgevoerd aan de hand van zadelpads geven dan ook deze druk weer die ter hoogte van deze contactplaats heerst. Abnormaal verhoogde drukken die gezien worden bij onder andere zadels met een te nauwe boom, harde zadelkussens of zadels met een fabricagefout kunnen aanleiding geven tot letsels aan de weke weefsels. De normale druk in de arteriële capillairen van mens en hond is 35 mmHg en zakt naar ongeveer 10 mmHg aan de veneuze capillaire zijde (Guyton, 1986). Bij mens en hond wordt ischemische necrose en spierbeschadiging beschreven wanneer er voor een periode van twee uur of langer een druk van 70 mmHg of meer op de weefsels plaatsvindt (Le et al., 1984; Todd et al., 1994). De ischemie is aldus het gevolg van het dichtdrukken van de capillairen. Deze ischemie leidt tot weefselschade en daarmee samengaan pijn. Zadels induceren echter drukken die vele malen groter zijn dan 70 mmHg en die kunnen oplopen tot 140 mmHg (Harman, 1994). Echter na het rijden worden zelden open wonden terug gevonden. De belangrijkste reden hiervoor is volgens Harman (1997) het feit dat er meestal niet langer dan één tot anderhalf uur op een paard gereden wordt. Open wonden worden wel met regelmaat aangetroffen bij paarden die meerdere uren op een dag aan één stuk door een zadel dragen zoals dat het geval is bij endurance en western paarden. Symptomen die opgemerkt worden na de ontstane weefselbeschadiging is onder andere prestatievermindering, oren naar achter leggen tijdens het opzadelen en spieratrofie of onvoldoende ontwikkeling van de spieren ondanks intensieve training (Harman, 1994). Onderzoek uit de humane geneeskunde naar druinwerking op onderliggende structuren werd uitgevoerd door Le et al. (1984). Daaruit is gebleken dat bij druk op de huid, deze druk wordt overgedragen naar de diepere weefsels en dat er bovendien een druktoename optreedt. Druk aanwezig ter hoogte van beenuitsteeksels kunnen aldus verantwoordelijk zijn voor ischemie, terwijl de druk die initieel op de huid wordt uitgeoefend nog niet van die grootte is om ter hoogte van de huid reeds ischemie te veroorzaken. Pathologieën kunnen ook optreden aan de ligamenten. De ligamenten die betrokken kunnen raken in pathologieën die veroorzaakt worden door druk van het zadel zijn het ligamentum supraspinale, de ligamenta interspinalia en de ligamenta intertransversaria. Door logisch na te denken is het te verwachten dat wanneer een zadel slecht past doordat bijvoorbeeld de boom te breed is, waardoor er geen ruimte meer aanwezig is tussen boom en de mediane ruglijn, er een overmatige druk zal opgebouwd worden ter hoogte van dit rugg gebied met alle gevolgen van dien. Er ontstaat een irritatie of desmitis van het ligamentum supraspinale. Trauma door een slecht passend zadel is zeker een mogelijkheid, maar de meeste letsels aan dit ligament worden echter hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door een overdreven uitrekking van de fibrillen (Gillis, 1999). Deze te grote uitrekking komt dan het meeste voor bij jonge springpaarden die bij het springen vaak een overdreven flexie van de rug ondergaan. Desmitis van het ligamentum supraspinale werd door meerdere onderzoekers in verband gebracht met klinische rugpijn bij het paard (Jeffcot, 1980; Denoix, 1999; Gillis, 1999). De methode voor het aantonen van letsels aan dit ligament gebeurt bij voorkeur door middel van ultrasonografie. Thermografie kan eventueel ook als diagnostisch instrument gebruikt worden. Het verband tussen de ultrasonografisch waargenomen defecten in structuur van het ligamentum supraspinale is niet determinerend voor het aanwezig zijn of het klinisch uiten van rugpijn (Henson et al., 2007). Voor een sluitende diagnose dient men aldus te beschikken over meerdere verschillende gegevens.

7.2. PATHOLOGIE AAN THORACALE EN LUMBALE WERVELKOLOM

Naast pathologieën aan de weke delen van de rug komen er ook diverse pathologische veranderingen aan de wervelkolom voor. Het zadel en de ruiters kunnen in sommige situaties als de etiologische oorzaak

aangewezen worden. Pathologische veranderingen zoals het Kissing-Spine-Syndrome, spondylose, spondylarthrose, maar ook pathologieën ter hoogte van de lumbosacrale overgang worden waargenomen. Zoals hierboven al even kort aangehaald werd is door Le et al. (1984) gebleken dat de druk die uitgeoefend wordt op de huid toeneemt bij het doortreden van de druk in de weefsels. Ook is druk ter hoogte van de beenderen significant groter dan deze ter hoogte van de huid. Naast de grote druk op het beenoppervlak die uitgeoefend werd van buiten het lichaam spelen ook nog andere factoren een rol.

Bij de bespreking van het “Kissing Spine”-Syndrome (KSS) kan best eerst een opdeling gemaakt worden in de fysiologische en pathologische wijzigingen aan de processus spinosi. De funiculus nuchae gaat caudaal ter hoogte van T3 over in het ligamentum supraspinale en zit vast op de processus spinosi. Daar zal dit ligament dan ook een trekkracht op uitoefenen. Op de leeftijd van ongeveer een jaar begint zich de tuberositas spinae te vormen. Dit is een beenderig knobbelvormig uitsteeksel craniaal op de processus spinosus en geeft aldus het typische snavelvormige uitzicht. Caudaal hiervan verbreedt het dorsale deel van de processus spinosus met een afvallende helling. Bovendien ontstaan ook twee knobbelvormige beenderige uitsteeksels aan beide laterale zijden. Zo vormt zich finaal het typische uitzicht van de processus spinosus. Deze ontwikkeling is nog volledig fysiologisch. Trekbelasting en ook de trekrichting heeft een grote invloed op de uitbouw en vorm van de processus spinosus. Wanneer er een verhoging van de trekkracht plaatsheeft reageert het been, aanwezig ter hoogte van de insertieplaats, met toenemende beenvorming. Deze volledig zinvolle fysiologische aanpassing van het been om weerstand te bieden aan de verhoogde krachten kan bij voortschrijdende en progressieve groei en veranderingen van het been aanleiding geven tot pathologisch nauwe interspinale ruimten en zelfs tot het elkaar raken en vergroeien van twee of meerdere naast elkaar gelegen processus spinosi. Dit geeft het uiteindelijk klinisch beeld van het “Kissing-Spine”-Syndrome (Dämmrich et al., 1993).

De localisatie van voorkomen van het KSS strekt zich uit van T10 tot L4 en eventueel nog L5 en L6 (Stecher en Gross, 1961; Townsend et al., 1986; Ranner en Gerhards, 2002). De twijfels over het voorkomen van het KSS ter hoogte van L5 en L6 hebben als oorzaak dat het nemen van scherpe RX opnamen in deze regio zeer moeilijk is omwille van de grote massa aan weke weefsels. Opvallend is dat er craniaal van T10, dus de schoftstreek, geen KSS vastgesteld wordt.

De leeftijd van het voor het eerst zichtbaar optreden en kunnen diagnosticeren van RX-afwijkingen werd bekeken door Jeffcott (1979, 1980, 1987, 1993) en Ranner en Gerhards (2002). Volgens de eerste auteur treden de eerste tekenen op bij een leeftijd van drie jaar of jonger, terwijl Ranner en Gerhards (2002) op een leeftijd van ten vroegste vier jaar al, bij bepaalde paarden, radiografische veranderingen konden opmerken, maar op die leeftijd waren nog geen klinisch symptomen waarneembaar. Deze symptomen konden daarentegen pas op de leeftijd van vijf jaar en ouder worden genoteerd. De hoogste frequentie van klinisch KSS werd gevonden op de leeftijd van vijf à zes jaar. De prevalentie op de leeftijd van zeven tot tien jaar was bij beide onderzoekers gelijk. Bij paarden die een leeftijd hadden van meer dan tien jaar werden minder gevallen van KSS gezien.

Zeer van belang in de praktijk is het kunnen maken van het onderscheid tussen de fysiologische en pathologische toestand. Men kan echter niet enkel afgaan op de radiografisch gevonden afwijkingen. Niet alle radiografische veranderingen uiten zich immers klinisch en bovendien zijn de letsels van KSS bij klinisch niet zieke dieren patho-morfologisch veel duidelijker waarneembaar dan dezelfde letsels zichtbaar op radiografische opnamen (Townsend et al., 1986; Hausler et al., 1999). Ranner en Gerhards (2002) bedachten een klasseringsmethode van de radiografisch zichtbare letsels. Gaande van graad nul

(radiografisch in orde) tot graad drie (radiografisch zeer duidelijke KSS waar te nemen). Echter, diagnose stellen van het wel of niet aanwezig zijn van KSS kan enkel indien men de leeftijd en klinische symptomen mee in acht neemt (Townsend et al., 1986; Klide, 1989; Haussler et al., 1999; Ranner en Gerhards, 2002).

De letsels worden dus waargenomen op die plaats waar het zadel ook zijn druk uitoefent (Ranner en Gerhards, 2002). Bovendien zijn de letsels afwezig bij paarden die nog niet onder het zadel zijn. Ze komen pas te voorschijn bij paarden die beleerd zijn, en dan vooral bij de groep die nog maar voor een korte periode onder het zadel is, dus op een leeftijd van vier, vijf of zes jaar. Deze waarnemingen pleitten voor het zadel als een etiologische factor in het ontstaan van KSS. Als tegenindicatie geldt echter dat er bij het nu uitgestorven paardenras, *Equus occidentalis*, ook het KSS werd vastgesteld, terwijl dit species niet bereden werd (Klide, 1989). Om het zadel als een mogelijke etiologische factor voor het ontstaan van het KSS aan te duiden is momenteel nog onvoldoende wetenschappelijk bewijs. Wel staat vast dat de biomechanische invloeden van het ligamentum supraspinale een belangrijke rol spelen

8. RUGPIJN EN DIENS INVLOED OP HET GANGWERK VAN HET PAARD

Het klinisch identificeren van pijnklachten kan gaan van heel eenvoudig tot zeer moeilijk. Voor het opmerken van pijnklachten kan men best in eerste instantie letten op abnormale gedragingen van het paard (Ashley et al., 2005) zoals het hoofd laag houden, stijve gangen en zich niet willen verplaatsen. Dit duidt vaak op de aanwezigheid van pijn. Meer specifieke gedragingen wanneer het paard pijn heeft aan de ledematen zijn onder andere het voortdurend ontlasten van het been, of het gewicht voortdurend verplaatsen van het aangetaste been naar het niet aangetaste been, en vice versa (Ashley et al., 2005). Ook zal bij een mankheid die zich aan de voorbenen voordoet een veranderend bewegingspatroon van het hoofd optreden (Stashak, 2002).

Het identificeren van rugpijn is in tegenstelling tot het diagnostiseren van pijn aan de ledematen meestal moeilijk. Het hoofdsymptoom is dan ook meestal vermindering van de prestaties die door het dier worden geleverd. Aan de basis van rugklachten kunnen vele verschillende oorzaken liggen. Deze oorzaken worden ingedeeld in primaire en secundaire oorzaken (Alvares, 2007). Onder de primaire rugpijn behoren deze die veroorzaakt worden ter hoogte van weke weefsels, beenderen of gewrichten. Secundaire rugpijn kunnen voortkomen uit letsels die zich bevinden ter hoogte van onder andere het bekken, de nek of de ledematen (Jeffcott, 1999).

Door de nauwe samenhang tussen het appendiculaire (ledematen) en axiale (wervelkolom) skelet zullen rugpijn en kreupelheid elkaar beïnvloeden. De interactie tussen deze twee elementen werd door Alvarez et al. (2007, 2008) en Dyson (2005) beschreven. Omwille van het feit dat de achterste ledematen indirect via het bekken verbonden zijn met de wervelkolom en de voorbenen door middel van een synsarcose zullen de achterhandbewegingen een veel grotere invloed hebben op de bewegingen van de wervelkolom (Ranner en Gerhards, 2002).

Bij paarden die te maken hadden met primaire klinische rugpijn, dit ter hoogte van thoracolumbale en sacro-iliële regio, was er slechts een minimale effect op de ledematen. Er trad geen duidelijk zichtbare mankheid op. Wel werd er een vermindering van de buiging van de gewrichten gezien (Dyson, 2005). Pijn in de rug heeft daarentegen wel een duidelijk effect op de kinematica van de rug. De rug wordt in deze situatie meer in extensie gehouden en er is meer laterale buiging (Alvarez, 2007).

Wanneer de pijn gelokaliseerd is ter hoogte van de ledematen dan wordt de kinematica van de wervelkolom wel duidelijk beïnvloed. Bij claudicatie aan de voorbenen verhoogt de bewegingsuitslag van

de wervelkolom en verandert het bewegingspatroon van het thoracolumbale deel van de rug (Alvarez, 2007). Bij claudicatie van de achterbenen ontstaat er een meer strekken van de rug, toename van de bewegingsuitslag van het thoracale deel van de wervelkolom en een afname van de bewegingsuitslag van het lumbosacrale deel. De gedachte van Jeffcott (1980, 1993, 1995), Gundel en Schatzmann (1997) dat bij claudicatie van de achterhand enkel de knie en de sprong aanleiding kan geven tot secundaire rugproblemen kan niet bevestigd worden. Juist integendeel kunnen pijnen aan alle structuren van het been aanleiding geven tot secundaire rugklachten.

Hieruit blijkt dat vooral de ledematen een effect hebben op de rug, en dat problemen in de rug slechts aanleiding geven tot minimale symptomen op het niveau van de ledematen, zoals claudicatie en slaplengte wijziging.

9. DISCUSSIE

Met enerzijds de toegenomen kennis over de biomechanica van de paardenrug en anderzijds de ontwikkeling en het op de markt verschijnen van een drukdetectiepad is er een grote sprong voorwaarts gemaakt in het begrijpen van het effect dat het zadel heeft op de rug en lendenen van het paard. Doordat onder andere de biomechanica van de paardenrug beter begrepen wordt en met het opstellen van het spanboogmodel is het mogelijk om een eerste effect van het zadel en belasting op de rug weer te geven. Elke belasting van de paardenrug leidt tot het meer in extensie treden van de paardenrug. Bij deze houding van de rug zullen de voorbenen zich meer strekken en de achterbenen een retractie vertonen. Dit betekent dat het uiteindelijke resultaat leidt tot een positie waarbij de voorbenen en achterbenen verder uit mekaar komen te staan. Deze houding predisponeert voor het ontstaan van rugproblemen

Bij het opstijgen met opstapje is duidelijk gebleken dat de hierbij gemeten Mass Normalized Total Force en Mass Normalized Peak Pressure lager was dan wanneer men geen opstapje gebruikt. Doordat het opstappen een noodzakelijke actie is voor het rijden en mede doordat dit traditioneel aan de linkerzijde gebeurt lijkt het logisch dat deze herhaaldelijke handeling op termijn pathologieën kan veroorzaken. Als tegenargument geldt dat het opstappen slechts van zeer korte duur is. Verder onderzoek is daarom nodig om het verband tussen het opstappen en mogelijke pathologieën aan te tonen.

Het ideale zadel beschikt over een boom dat perfect past, dus niet te nauw of te breed, een groot contactoppervlak, zachte polstering en een diepste punt dat gelegen is ter hoogte van het middelste derde. Voor het verschil in de drukverdeling tussen het type van polstering moet nog verder onderzoek worden verricht. Dit is interessant, zeker omdat er sinds kort zadels met luchtkussens op de markt zijn die waarschijnlijk een nog betere drukverdeling toelaten.

Duidelijk is het verband tussen drukken en pathologieën aan de weke weefsels die bij de mens worden gezien. Bij dieren kan men van dezelfde beredenering uitgegaan, echter ook hier zou er meer onderzoek moeten gebeuren om de relatie tussen druk en klinische en subklinische pathologieën aan te tonen. Hetzelfde geldt voor aantonen van een specifiek verband tussen druk en de waargenomen pathologische veranderingen aan de wervelkolom. Deze veranderingen (voornamelijk het Kissing-Spine-Syndrome) zijn erg opvallend en doet vermoeden dat er een nauwe relatie hiertussen bestaat.

Het is aldus duidelijk dat er de laatste paar jaren een grote vooruitgang is geboekt op het gebied van kennis over biomechanica en drukverdeling. Toch is er nog veel onduidelijkheid over de exacte effecten van het zadel op de rug en lendenstreek van het paard en is verder onderzoek zeker nodig.

III REFERENTIES

- Álvarez C.B.G. (2007). The biomechanical interaction between vertebral column and limbs in the horse: a kinematical study. Proefschrift Faculteit Diergeneeskunde, Utrecht, p. 3-12.
- Alvarez C.B.G., Wennerstrand J., Bobbert M.F., Lalmers L., Johnston C., Back W., Van Weeren P.R. (2007). The effect of induced forelimb lameness on thoracolumbar kinematics during treadmill locomotion. *Equine Veterinary Journal* 39, 197-201.
- Alvarez C.B.G., Bobbert M.F., Lalmers L., Johnston C., Back W., Van Weeren P.R. (2008). The effect of induced hindlimb lameness on thoracolumbar kinematics during treadmill locomotion. *Equine Veterinary Journal* 40, 147-152.
- Anoniem. (2009). Internetbron geraadpleegd in 2009.
<http://www.bestfitzadelservice.nl/index.php?page=3&par=1&txt=9&pc=110>
- Bergmann C. (1847). Über die Verhältnisse der Wärme-Ökonomie der Thiere zu ihrer Grösse. *Göttinger Studien* 1, 595-708.
- Bergman S. (2007). Management of musculoskeletal pain. *Best Practice & Research: Clinical Rheumatology* 21, 153-166.
- Dämmrich K., Randelhoff A., Weber B. (1993). Ein morphologischer Beitrag zur Biomechanik der thoracolumbalen Wirbelsäule und zur Pathogenese des Syndroms sich berührender Dornfortsätze (Kissing-Spines-Syndrom) bei Pferden. *Pferdeheilkunde* 9, 267-281.
- Denoix J.-M. (1999). Spinal biomechanics and functional anatomy. *Veterinary Clinics of North America : Equine Practice* 15, 27-60.
- Denoix J.-M. (1999). Ultrasonographic evaluation of back disorders. *Veterinary Clinics of North America : Equine Practice* 15, 131-159.
- Denoix J.M., Dyson S.J. (2003). Thoracolumbar spine. In: Ross M.W., Dyson S.J. *Diagnosis and Management of Lameness in the horse*. 1st edition. W.B.Saunders Company, Philadelphia, London, p. 509-521.
- Dyson S. (2005). The interrelationships between back pain and lameness: a diagnostic challenge. *Proceedings of the Congress of the British Equine Veterinary Association* 44, 137-138.
- De Cocq P., Van Weeren P.R., Back W. (2006). Saddle pressure measuring; Validity, reliability and power to discriminate between different saddle-fits. *The Veterinary Journal* 172, 265-273.
- Fruehwirth B., Peham C., Scheidl M., Schobesberger H. (2004). Evaluation of pressure distribution under an English saddle at walk, trot, and canter. *Equine Veterinary Journal* 36, 754-757.
- Getty R. (1975). Equine syndesmology. In: Sisson S., Grossman J.D. *Anatomy of the Domestic Animals*. 5th edition. W.B.Saunders Company, Philadelphia, London, p. 349-350.
- Guyton A.C. (1986). Capillary pressure. In: Guyton A.C., Hall J.E. *Textbook of Medical Physiology*. 11th edition. W.B.Saunders Company, Philadelphia, London, p. 354.
- Gundel M., Schatzmann U. (1997). Rückenprobleme beim Pferd: Vorschlag eines klinischen Untersuchungsprotokolls zur Abklärung einer Rückenproblematik beim Reitpferd. *Pferdeheilkunde* 13, 213-221.
- Gillis C. (1999). Spinal ligament pathology. *Veterinary Clinics of North America : Equine Practice* 15, 97-101.
- Geutjens C.A., Clayton H.M., Kaiser L.J. (2008). Forces and pressures beneath the saddle during mounting from the ground and from a raised mounting platform. *The Veterinary Journal* 175, 332-337.
- Harman J.C. (1994). Practical use of a computerized saddle pressure measuring device to determine the effects of saddle pads on the horse's back. *Journal Of Equine Veterinary Science* 14, 606-611.
- Harman J.C. (1999). Tack and saddle-fit. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 15, 247-261.
- Haussler K.K., Stover S.M., Willits N.H. (1999). Pathologic changes in the lumbosacral vertebrae and pelvis in Thoroughbred racehorses. *American Journal of Veterinary Research* 60, 143-153.
- Holm K., Johnston C., Faber M., Wattle O., Erichsen C., Eksell P., Dravemo S. (2002). Preliminary studies on the relationships between back dysfunction in riding horses and kinematics. *Proceedings of the Conference on Equine Sports Medicine and Science*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, p. 141-147.
- Henson F.M.D., Lamas L., Knezevic S., Jeffcott L.B. (2007). Ultrasonographic evaluation of the supraspinous ligament in a series of ridden and unriden horses and horses with unrelated back pathology. *BioMed Central Veterinary Research* 3, 3.

- Jeffcott L.B. (1980). Disorders of the thoracolumbar spine of the horse-A survey of 443 cases. *Equine Veterinary Journal* 2, 197-210.
- Jeffcott, L.B. (1999). Back problems. Historical perspective and clinical indications. *Veterinary Clinics of North America : Equine Practice* 15, 1-12.
- Jeffcott L.B., Holmes M.A., Townsend H.G.G. (1999). Validity of Saddle Pressure Measurements Using Force-sensing Array Technology-Preliminary studies. *The Veterinary Journal* 158, 113-119.
- Janssen S. (2003). Zur Brust genommen. *Reiter Revue* 46, 41-45.
- Johnston C., Roethlisberger-Holm K., Erichsen C., Eksell P., Drevemo S. (2004). Kinematic evaluation of the back in fully functioning riding horses. *Equine Veterinary Journal* 36, 495-498.
- Krüger W. (1939). Über Schwingungen der Wirbelsäule – insbesondere der Wirbelbrücke – des Pferdes während der Bewegung. *Deutsche Tierärztlichen Wochenschrift*. 13, 129-133.
- Klide A. (1989). Overriding vertebral spinous processes in the extinct horse, *Equus occidentalis*. *American Journal of Veterinary Research* 50, 592-593
- Le K.M., Madsen B.L., Barth P.W., Ksander G.A., Angell J.B., Vistnes L.M. (1984). An in-depth look at pressure sores using monolithic silicon pressure sensors. *Plastic Reconstruction Surgery* 74, 745-754.
- Meschan E.M., Peham C., Schobesberger H., Licka T.F. (2007). The influence of the width of the saddle tree on the forces and pressure distribution under the saddle. *The Veterinary Journal* 173, 578-584.
- Nickel R., Schummer A., Seiferle E., Frewein J., Wilkens H., Wille K.H., Siller W.G., Stokoe W.M. (1986). Deep fascia of the neck, trunk and tail. In: Nickel R., Schummer A., Seiferle E., Frewein J., Wilkens H., Wille K.H., Siller W.G., Stokoe W.M. *The anatomy of the domestic animals : the locomotor system of the domestic animals*. 5th edition. SpringerVerlag Inc. New York, p. 265-298.
- Peham C., Licka T., Schobesberger H., Meschan E. (2004). Influence of the rider on the variability of the equine gait. *Human Movement Science* 23, 663-671.
- Peham C., Schobesberger H. (2004). Influence of the load of a rider or of a region with increased stiffness on the equine back: a modelling study. *Equine Veterinary Journal* 36, 703-705.
- Peham C., Hofmann A., Molsner J., Borkenhagen B., Kuhnke S., Baltacis A. (2008). Die Krafteinwirkung auf den Pferderücken und die Stabilität des Reiters im Aussitzen und Lichttraben – ein Vergleich. *Pferdeheilkunde* 24, 337-342.
- Ranner W., Gerhards H. (2002). Vorkommen und Bedeutung von Rückenerkrankungen – insbesondere des "Kissing Spine"- back in riding horses at the walk and trot. *Equine Veterinary Journal* 37, 7-11.
- Rhodin M., Johnston C., Holm K.R., Wennerstrand J., Drevemo S. (2005). The influence of head and neck position on kinematics of the back in riding horses at walk and trot. *Equine Veterinary Journal* 37, 7-11.
- Stecher R., Gross L. (1961). Ankylosing lesions of the spine. *Journal of American Veterinary Medicine association* 138, 248-255.
- Stecher R. (1962). Lateral facets and lateral joints in the lumbar spine of the horse - A descriptive and statistical study. *American Journal of Veterinary Research* 23, 939-947.
- Stashak T.S. (2002). Examination for Lameness. In: Stashak T.S (Editor) *Adam's Lameness in Horses*, 5th edition, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, p. 113-183.
- Slijper E.J. (1946). Comparative biologic-anatomical investigations on the vertebral column and spinal musculature of mammals. *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen* 42, 1-128
- Steinbrecht G. (2007). *Das Gymnasium des Pferdes*. Tirion Uitgevers bv., Baarn, p.18-25.
- Townsend H.G.G., Leach D.H., Doige C.E., Kirkaldy-Willis W.H. (1986). Relationship between spinal biomechanics and pathological changes in the equine thoracolumbar spine. *Equine Veterinary Journal* 18, 107-112.
- Todd B.A., Thacker J.G. (1994). 3-Dimensional computer model of the human buttocks, in vivo. *Journal of Rehabilitation Research and Development* 31, 111-119.
- Van Weeren P.R. (2004). Structure and biomechanical concept of the equine back. *Pferdeheilkunde* 20, 341-348.
- Van Weeren P.R. (2006). Functional kinematics of the equine back. *Pferdeheilkunde* 22, 602-608.
- Williams A.M., Davids K., Williams J.G. (1999). The theoretical basis of the dynamical systems perceptive. In : Williams A.M., Davids K., Williams J.G. *Visual perception and action in sport*. E & FN Spon, London, p. 253-257.
- Werner D., Nyikos S., Kalpen A., Geuder M., Haas C., Vontobel H.D., Auer J.A., Von Rechenberg B. (2002). Druckmessungen unter dem Sattel: Eine Studie mit einem elektronischen Sattel-Messsystem (Novel GmbH). *Pferdeheilkunde* 18, 125-140.

-Wennerstrand J., Johnston C., Roethlisberger-Holm K., Erichsen C., Eksell P., Drevemo S. (2004). Kinematic evaluation of the back in the sport horse with back pain. *Equine Veterinary Journal* 36, 707-711.