HET MANEGEPAARD

zijn lichaam, de beginnende ruiter & osteopathie

Auteur: Masja Fick
Opleiding: Osteopathie
Groep: 8
Onderwijsinstelling: Hippo Sofia Academie te Hooge Mierde

Datum: 29 oktober 2018

Voorwoord

Voor u ligt de thesis "Het manegepaard, zijn lichaam, de beginnende ruiter & osteopathie."
Het onderzoek voor deze thesis heb ik uitgevoerd bij een middelgrote manege met zo'n 60 paarden en pony's in Diepenveen. Daarnaast heb ik literatuur bestudeerd en gesproken met ervaren instructeurs, die dagelijks les geven aan beginnende ruiters.

Deze thesis is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding Osteopathie aan de Hippo Sofia Academie.
Mijn wens was om voor mijn thesis 'spieren' en een 'weggedrukte rug' nader te bekijken. Toen duidelijk werd dat de lessen en ponykampen op de manege tijdens de zomervakantie, als gevolg van een brand, niet door konden gaan, zag ik de kans om hier mijn onderzoek te kunnen doen.

Voor het schrijven van de thesis heb ik onder andere artikelen en boeken gelezen en naast elkaar gelegd. Het viel me nu pas op dat niet ieder artikel en boek even grondig en gedetailleerd is, dat de meningen zo nu en dan verschillen. Dat verschillende mensen – met doctor titel – dezelfde symptomen soms net iets anders interpreteren.
Het geeft aan dat het allemaal niet echt eenvoudig is. Dat het functioneren en verklaren van biologische systemen vaak veel ingewikkelder is dan het op het eerste oog lijkt.

Ik ben trots op het resultaat dat voor u ligt, maar realiseer me ook dat het geen absolute wetenschap betreft en er nog zoveel te ontdekken is.

Enorm dankbaar ben ik Sharen van der Linden en Sjoerd Spikker, eigenaren van Manege Tjoonk in Diepenveen, dat ik 10 van hun manegepaarden en –pony's heb mogen behandelen en gebruiken voor mijn onderzoek.
En daarnaast nogmaals dank aan Sharen, instructrice Manege Tjoonk, voor haar informatie over de beginnende ruiter en het effect daarvan op het manegepaard.
Dank ook aan Ingrid Brandenburg, eigenaar van Equimental en instructrice Manege Stal de Eik. De iets andere benadering van de opleiding van de beginnende ruiter leverde een aantal waardevolle aanvullingen op.
En tenslotte bedank ik mijn familie. Pap voor de vele flessen druivensap, die het schrijven en zoete smaak gaven, en mam voor het kritisch doorlezen van het eindresultaat. En mijn zusjes voor het "er zijn".

Masja Fick
Schalkhaar, 28 september 2018

Samenvatting

De invloed van 'het bereden worden door beginnende ruiters' op het lichaam van een manegepaard. En de positieve effecten van een osteopatische behandeling.
Dit is de probleemstelling die ten grondslag ligt aan deze thesis. Om het onderzoek af te bakenen zijn de volgende twee onderzoeksvragen toegevoegd:

a) Welke spieren worden het meest beïnvloed?
b) Positieve effecten van een osteopatische behandeling op een weggedrukte rug.

De uiteindelijke doelstelling van het onderzoek was om het effect van osteopatische behandelingen op een weggedrukte rug te bepalen.

Door het gewenste lichaamsgebruik tegenover het lichaamsgebruik te zetten van het manegepaard, dat bereden wordt door een beginnende ruiter, wordt de invloed duidelijk. Dit betreft de invloed die zichtbaar is van buiten. Vervolgens wordt gekeken hoe het paard is gebouwd, met nadruk op de spieren. Hierna is de zichtbare invloed van de beginnende ruiter vertaald naar de invloed op het lichaam van het manegepaard.
In het onderzoek zijn 10 manegepaarden drie keer osteopatisch behandeld. Om het effect te meten is de paslengte in stap gemeten.

De beginnende ruiter stoort het paard aanzienlijk in zijn balans en beweging. Het paard compenseert deze onbalans door zijn rugspier, de m. longissimus dorsi, aan te spannen, waardoor hij zijn rug strekt en wegdrukt. Om optimaal te kunnen functioneren behoort de uitgangssituatie voor deze spier echter ontspanning te zijn.

Ook de directe tegenspeler van de longissimus dorsi, de m. rectus abdominis, die de rug opbolt, wordt gestoord in zijn functie.
Uit wetenschappelijk onderzoek blijkt dat beide spieren een belangrijke functie hebben bij het dempen van extreme bewegingen van de wervelkolom en zo zorgen voor stabilisatie van de wervelkolom.

Uit het onderzoek, dat is uitgevoerd in het kader van deze thesis, blijkt dat osteopatische behandelingen een positief effect kunnen hebben op een weggedrukte rug en bij kunnen dragen aan het verbeteren van de paslengte in de stap van een manegepaard.
Hierbij dient opgemerkt te worden dat de metingen voor dit onderzoek niet onder gestandaardiseerde omstandigheden zijn uitgevoerd.
Interessant zou zijn een soortgelijk onderzoek nog een keer uit te voeren, waarbij de omstandigheden gestandaardiseerd zijn.

Inhoudsopgave

1. Inleiding 7
2. Een paard is van nature scheef 9
2.1 Effect van natuurlijke scheefheid op het lichaam 9
2.2 Natuurlijke scheefheid en biomechanica 10
3. De ruiter 13
3.1 De beginnende ruiter 13
3.2 invloed van de beginnende ruiter op het paard 14
4. Bewegingsapparaat 16
4.1 Wervelkolom 16
4.1.1 Verschillende delen 16
4.1.2 Krommingen in de wervelkolom 17
4.2 Ligamenten 18
4.2.1 Ligamentum nuchae 18
4.2.2 Ligamentum supraspinale 18
4.2.3 Biomechanische functie 18
4.4 Spieren 19
4.4.1 Hoe werken spieren? 22
4.4.2 Nek en hals 22
4.4.3 Rompspieren 24
4.4.4 Ledematen 26
5. Terug naar het manegepaard 32
5.1 Natuurlijke scheefheid en biomechanica 32
5.2 Wervelkolom 32
5.3 Ligamentum nuchae 33
5.4 Spieren 33
5.5 Invloed op het lichaam 34
6. De rugspieren wetenschappelijk onderzocht 37
6.1 Het onderzoek 37
6.1.1 Verworven inzichten over de draf 37
6.1.2 EMG onderzoeksresultaten 38
6.2 Wat betekent dit voor het manegepaard? 40

7. Onderzoek 41
7.1 Introductie 41
7.2 Materiaal en methode 41
7.2.1 Paarden 41
7.2.2 Onderzoeksopzet en data verzameling 42
7.2.3 Data analyse 43
7.3 Resultaten 43
7.4 Discussie 44
8. Conclusies 46
9. Literatuurlijst 47
Bijlage 1: Spieren 50
Nek en hals 50
Rompspieren 50
Ledematen 51

1. Inleiding

Vanaf het begin van mijn osteopathie opleiding heb ik bijna wekelijks een paar uur rond gezworven in de stallen van een manege. Het viel me op dat de houding, spierontwikkeling en beweging van de paarden en pony's anders waren dan die van correct getrainde sportpaarden. Daardoor begon ik me af te vragen 'wat gebeurt er nou precies in dat paardenlichaam?', 'welke spieren zijn hier voornamelijk bij betrokken?' en 'welke effecten heeft dit op de rest van het lichaam?'

Als gevolg van een brand bij de manege begin juli dit jaar – gelukkig zonder dierlijke of persoonlijke ongelukken – hadden de meeste paarden en pony's de weken erna vrij. Dè uitgelezen kans om een aantal paarden en pony's echt te behandelen en zo wat terug te kunnen doen voor de inzichten die ze mij de afgelopen jaren hebben gegeven.

In het verlengde hiervan ontstond bijna als vanzelf het onderwerp van deze thesis:
De invloed van 'het bereden worden door beginnende ruiters' op het lichaam van een manegepaard. En de positieve effecten van een osteopatische behandeling.

Dit is interessant om te onderzoeken omdat een manegepaard heel duidelijk de invloed laat zien van wat omschreven kan worden als 'een biomechanisch niet correcte training'. En wat veel andere paarden, die zowel recreatief als in de sport bereden worden, ook laten zien, al is dit vaak niet in dezelfde mate. Een uitvergroot beeld maakt het vaak makkelijker om daarna kleinere signalen op te merken en te kunnen adresseren.

Dr. Hillary Clayton concludeerde dat er een duidelijke correlatie is tussen de houding van de ruiter en de houding van het paard wanneer ze samen trainen. Als de rompspieren van de ruiter niet actief zijn, worden de rompspieren van het paard ook niet geactiveerd. (LaBelle, 2017)

Dr. Inga Wolframm deed onderzoek naar de synchronisatie tussen ruiter en paard en concludeerde dat "hoe beter je de beweging kunt volgen, hoe beter je paard beweegt en hoe minder risico op blessures."
Uit de metingen die zij deed voor haar onderzoek bleek ook dat een slechte synchronisatie tussen ruiter en paard ervoor zorgt dat er grotere krachten op de rug worden uitgeoefend. En dat is toch al de zwakste plek van een paard. (Van Daalen, 2015)

De invloed van de ruiter is één, de ondersteuning die behandelingen met technieken uit de osteopathie hierbij kan bieden is twee.

Het onderzoek, dat in het kader van deze thesis is gedaan, is verder afgebakend door twee onderzoeksvragen te formuleren:

a) Welke spieren worden het meest beïnvloed?
b) Positieve effecten van een osteopatische behandeling op een weggedrukte rug.

De uiteindelijke doelstelling van het onderzoek was om het effect van osteopatische behandelingen op een weggedrukte rug te bepalen.

Het onderzoek dat is uitgevoerd om de probleemstelling uit te werken en een antwoord op de doelstelling te formuleren bestaat uit een theoretisch deel, waarvoor literatuur en wetenschappelijke artikelen zijn bestudeerd. Het praktische deel is ingevuld door gesprekken te voeren met een aantal ervaren instructeurs en door 10 manegepaarden en –pony's drie keer osteopatisch te behandelen en de impact van de behandelingen vervolgens te meten aan de hand van de paslengte in de stap.

De inhoud van deze thesis is als volgt opgebouwd. Ten eerste wordt in hoofdstuk 2 gekeken naar de natuurlijke (on)balans in het lichaam van het paard en de biomechanica. Vervolgens komt in hoofdstuk 3 de beginnende ruiter aan bod. Hoe zit de beginnende ruiter op het paard en wat is het gevolg daarvan op het paard. Om de invloed van de beginnende ruiter op het lichaam van het paard te kunnen benoemen wordt in hoofdstuk 4 het bewegingsapparaat van het paard uiteengezet. Kort worden de wervelkolom en een aantal ligamenten besproken, waarna uitgebreider wordt ingegaan op de spieren. In hoofdstuk 5 wordt daarna het plaatje van het manegepaard uit hoofdstuk 3 naast de natuurlijke scheefheid en biomechanica uit hoofdstuk 2 en het bewegingsapparaat uit hoofdstuk 4 gelegd. Nu ontstaat een goed beeld van de invloed van de beginnende ruiter op de verschillende delen van het lichaam van het manegepaard. In hoofdstuk 6 worden een aantal wetenschappelijke onderzoeken naar het functioneren van de belangrijkste rugspier, de m. longissimus dorsi, besproken. Het onderzoek dat is uitgevoerd in het kader van deze thesis wordt uiteengezet in hoofdstuk 7, waarna in hoofdstuk 8 de conclusies volgen. Afgesloten wordt met de literatuurlijst en de bijlage, waarin de origo's, inserties en functies van de besproken spieren zijn opgenomen.

2. Een paard is van nature scheef

Net zoals mensen rechtshandig of linkshandig zijn, worden paarden rechts- of linksbenig geboren. Hun wervelkolom – en dus rug – is meer naar rechts of links gebogen. De ene kant van het lichaam is daardoor meer concaaf of hol en de ander kant is meer convex of bol.

De meningen verschillen enigszins over het ontstaan van deze natuurlijke scheefheid. Waarschijnlijk is het genetisch, mogelijk heeft de ligging in de baarmoeder invloed. En, misschien komt het (ook) wel doordat de linker hersenhelft, die de sensorische en motorische controle regelt van de rechterzijde van het lichaam, bij de meeste dieren dominant is (McLeod, 2012).

De gebogenheid leidt ertoe dat een paard aan één kant sterker is dan aan de andere kant. Dit maakt het voor het paard eenvoudiger om naar één kant te draaien wanneer in een natuurlijke situatie gevlucht moet worden. Voor de "flow" – en daarmee de veiligheid – van een kudde is het logisch dat alle paarden in de betreffende kudde dezelfde gebogenheid hebben.

2.1 Effect van natuurlijke scheefheid op het lichaam

Omdat de meeste paarden – zo'n 80 tot 90% - rechtsgebogen zijn (Leibbrandt, 2018), wordt deze gebogenheid hieronder als voorbeeld besproken. Voor linksgebogen paarden geldt precies hetzelfde, maar dan andersom natuurlijk.

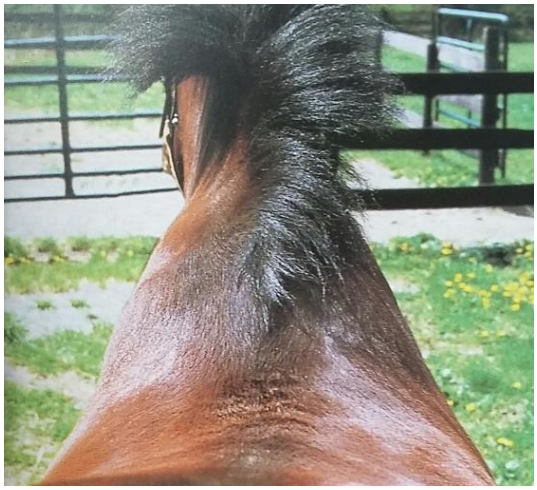
Een paard dat rechts gebogen is, heeft de neiging om tijdens het grazen zijn linker voorbeen naar voren te zetten, waardoor de linker hoef vaak wat platter wordt. Het rechter voorbeen wordt onder het lichaam geplaatst, waardoor dit voetje juist vaak steiler wordt.
Links achter wordt doorgaans naar achteren geplaatst en rechtsachter naar voren.
Oftewel, als het paard in deze voorkeursstand staat, staat hij met zijn rechter voor- en achterbeen dichter bij elkaar en is dus naar rechts gebogen (McLeod, 2012).

De voorkeursstand en daarmee gebogenheid heeft niet alleen invloed op de ontwikkeling van de hoeven, maar ook op de bespiering en daarmee krachtverdeling in het lichaam.

Bij een rechtsgebogen paard staat het rechter achterbeen meer naar voren dan links achter, maar ook meer rechts naast het lichaam. In beweging is dit het stuwende been, waarmee het paard veel snelheid kan maken. Dit been is ook vaak wat steiler en stijver dan het linker

achterbeen. Wanneer je achter een paard gaat staan zie je hier vaak een hogere bil doordat de bilspier aan deze zijde beter ontwikkeld is. Hoewel linksachter meer achter het paard is, is dit been ook meer onder het paard. Linksachter is het meer dragende been, wat soepeler is en sterker is in het dragen van het gewicht. De bilspier is aan deze kant vaak minder ontwikkeld, de broekspieren, oftewel de hamstrings, zijn vaak sterker ontwikkeld.

Uiteraard heeft de asymmetrie, die de gebogenheid met zich meebrengt, ook een effect op de voorbenen.
Doordat het paard de neiging heeft om met rechtsachter het gewicht op linksvoor te duwen is de bespiering rond de linkerschouder vaak meer ontwikkeld. Daarnaast kan er asymmetrie ontstaan in onder andere de borstspieren (Leibbrandt, 2018).


Afb. 1 De linker schouder van het paard op bovenstaande foto is meer ontwikkeld dan de rechter schouder (Harman, 2004, p. 125).

Het bovenstaande maakt duidelijk dat een paard van nature verticaal asymmetrisch is; het gewicht is – met name over het linker- en rechtervoorbeen - niet gelijk verdeeld. Met andere woorden; er is een verticale disbalans.

Een andere natuurlijke scheefheid in het paard is de horizontale scheefheid. Van nature draagt een paard zo'n 3/5de van zijn gewicht op de voorhand en 2/5de op de achterhand (LaBelle, 2017). Dit is ook goed te zien aan de vorm van de hoeven. Voor zijn ze ronder, waarop het paard zijn gewicht goed kan dragen, achter zijn ze ovaler, ideaal voor het naar voren stuwen van het gewicht.
In de natuur is het van belang om snel weg te kunnen rennen. Achterbenen die het gewicht naar voren stuwen en voorbenen die het gewicht dragen zijn dan uitermate belangrijk.

In de natuur zijn de gebogenheid en horizontale gewichtsverdeling perfect. Het paard als vlucht- en prooidier is hiervan mede afhankelijk om te overleven.

2.2 Natuurlijke scheefheid en biomechanica

De horizontale disbalans zorgt ervoor dat een paard relatief veel gewicht op zijn voorbenen draagt. De verticale disbalans zorgt er voor dat een paard meer gewicht op zijn ene voorbeen draagt dan op het andere. Wanneer een paard onbelast beweegt, zal het hiervan niet overbelast raken in (één van) de voorbenen.

Echter, als wij op een paard gaan zitten, dan is het niet alleen het gewicht van het paard zelf, maar ook dat van de ruiter wat gedragen moet worden.

De ongelijke gewichtsverdeling leidt niet alleen tot extra belasting van één voorbeen, maar ook tot ongelijke spierspanning in het lichaam, wat ten koste gaat van de rompstabiliteit van het paard.

De rug vormt de brug tussen de voor- en achterhand van het paard. Zodra het paard verticaal in balans is, ontspant het zijn rug en daardoor ook mentaal (Leibbrandt, 2018).
Wanneer een paard verticaal uit balans is, spant hij reflexmatig zijn lange rugspier aan, waardoor de vloeiende beweging van de rug negatief beïnvloed wordt.
Ongelijke gewichtsverdeling en spierspanning zorgen ervoor dat het paard gaat compenseren in zijn lichaam, waardoor weefsels overbelast kunnen worden en pijn en bewegingsbeperkingen kunnen ontstaan.
Redenen genoeg dus om bij een paard dat bereden wordt – of bereden gaat worden in het geval van een jong paard – ruim tijd te besteden en prioriteit te geven aan het herstellen van de natuurlijke scheefheid naar evenwicht.

Van belang is dat het paard verticaal in balans komt en evenveel gewicht gaat dragen op beide voorbenen. Het verticale evenwicht kan alleen bereikt worden als het paard met zijn hoofd niet wordt gedwongen in een specifieke houding en de lengte in de hals gewaarborgd blijft.
Door het verbeteren van de verticale balans verbetert ook de rompstabiliteit van het paard, doordat het de juiste spieren gaat gebruiken. Het paard kan zijn rug nu ontspannen en zal hierdoor vanzelf zijn hoofd laten zakken en de voorwaarts-neerwaartse tendens aannemen (Leibbrandt, 2018). De kracht van de achterhand kan nu vloeiend naar voren doorstromen.

Er ontstaat takt, losgelatenheid, ontspanning en aanleuning.

Vervolgens kan de horizontale balans verbeterd worden. Anatomisch gezien kunnen de achterbenen meer veren in beweging en – als de spieren van het paard sterk genoeg zijn – is het voor de gezondheid van het paard veel beter dat de achterbenen meer gewicht van het eigen lichaam en de ruiter gaan dragen.

Een paard dat horizontaal in balans is, beweegt lichtvoetig. Zijn voorbenen komen ver naar voren en zijn achterbenen komen ver onder het lichaam. De onderlijn is kort en de bovenlijn is verlengd. De neus komt voor de loodlijn. De aanleuning wordt licht en het paard laat zich makkelijk sturen, omdat het de mogelijkheid heeft om zijn voorhand te

verplaatsen. De ontspanning en het vertrouwen nemen verder toe omdat het paard nog meer controle over zijn eigen lichaam krijgt (Leibrand, 2018).

Er ontstaat schwung, rechtgerichtheid en een correcte basis voor de verzameling.

3. De ruiter

Om een paard correct te kunnen rijden en te begeleiden in het verbeteren van zijn verticale en horizontale balans, is gevoel nodig. Belangrijk is hierbij dat de ruiter niet angstig of gespannen is, een goede core stability en balans heeft, onafhankelijk kan zitten en onafhankelijk zijn of haar hulpen kan geven.

Om het effect van de beginnende ruiter op het lichaam van het manege paard nader te bekijken zoomen we eerst in op de beginnende ruiter. Wat zien we wanneer een beginnende ruiter op een paard gaat zitten? En vervolgens, wat laat het paard zien als reactie daarop?

3.1 De beginnende ruiter

Ten eerste is de definitie van de "beginnende ruiter" belangrijk. In de context van deze thesis wordt met een beginnende ruiter een ruiter bedoeld die nog niet in staat is om:

- onafhankelijk te zitten in alle gangen (het paard dus regelmatig stoort in zijn beweging); en/of
- nog geen stille handhouding heeft; en/of
- nog geen stille beenligging heeft; en/of
- nog onzeker en/of angstig is.

Als we de beginnende ruiter nader bekijken dan:

- Zit de ruiter niet in balans en recht boven het paard.
- Handhouding is vaak te hoog.
- Teugels zijn te lang om licht contact te onderhouden met de mond van het paard.
- Sommigen zijn angstig en daardoor gespannen met als gevolg strak in de handen, schouders en klemmen met de benen.
- Kinderen zijn vaak waaghalzen en denken dat ze veel meer kunnen dan werkelijk het geval is. Gaat het mis dan worden ze grof/abrupt in de hulpen. Trekken aan de teugels of schoppen met het been.
- Het paard wordt met de buitenteugel door de hoeken gestuurd.
- Wendingen worden gemaakt door te trekken aan de binnenteugel.
- In de draf en galop mist de beginnende ruiter het ritme en klapt daardoor regelmatig terug in het zadel.
- Als ze niet aan de longe beginnen maar direct los, dan houden ze hun evenwicht met de teugels.

3.2 invloed van de beginnende ruiter op het paard

Als we vervolgens kijken naar het beeld van het paard onder de beginnende ruiter, dan vallen de volgende zaken op:

- Het paard draagt zijn hoofd relatief hoog.
- Het paard heeft een uitgezakte buik.
- Het paard heeft een dip voor de schoft in de bovenlijn.
- Vaak heeft het paard een dip achter en naast de schoft omdat de romp zakt.
- De bespiering van de linker en rechter schouder is asymmetrisch.
- De bespiering van de bovenlijn – met name rug en bilspieren – is arm.
- De hamstrings zijn doorgaans goed tot over-bespierd.
- Soms is een opbolling in het lumbale gebied zichtbaar.

In beweging valt op dat:

- Het paard loopt met een holle, weggedrukte, stille rug.
- De impuls in de gangen ontbreekt.
- In stap verdwijnt de pendelbeweging van hoofd en hals.
- De paslengte is verkort.
- De beweging niet kordaat is en instabiel en stijf oogt.
- Het paard scheef of licht gebogen over de rechte lijn loopt.
- Het paard recht door de hoeken gaat of over de binnen- of buitenschouder valt.
- Het paard recht door de volte gaat of over de binnen- of buitenschouder valt.
- Het paard galoppeert makkelijker op één hand, meestal rechtsom.

Algemeen is te zien dat ieder paard duidelijk een voorkeurskant ontwikkelt en dat de zwakke kant niet ontwikkeld wordt. Dit is nog duidelijker bij een paard dat geen gedegen opleiding heeft gehad in bijvoorbeeld de sport voordat ‘manegepaard zijn’ zijn/haar bestemming werd.

Als we dit beeld samenvatten, kunnen we zeggen dat de manegepaarden onder een beginnende ruiter in een houding lopen, waarin de lengte van de bovenlijn (nek, hals en rug) naar verhouding kort is. De lengte van de onderlijn (hals en buik) is naar verhouding lang. Er is in de beweging geen activiteit van achteren naar voren, waardoor de beweging van het paard niet vloeiend van achteren naar voren loopt en waardoor ook een correcte verbinding van de paardenmond naar de ruiterhand ontbreekt.

Tot zover de invloed op de houding en de beweging, die we aan de buitenkant van het paard kunnen waarnemen wanneer het paard door een beginnende ruiter bereden wordt. Echt interessant wordt het om nu

te gaan kijken wat dit voor effect op het lichaam van het paard heeft. Wat gebeurt er “in” het lichaam van het paard?

4. Bewegingsapparaat

"In" het paard is enorm omvangrijk. We hebben in het voorgaande hoofdstuk gekeken naar de invloed van de beginnende ruiter op de houding en beweging van het paard. Een belangrijk orgaansysteem voor de houding en beweging is het bewegingsapparaat: de botten en gewrichten, maar vooral de spieren. Daar gaan we naar kijken!

4.1 Wervelkolom

Over de wervelkolom, het hoofd en de extremiteiten is een heleboel te schrijven. Echter, hieronder volgt alleen een korte uiteenzetting van de opbouw van de wervelkolom en de curves die daarin te onderscheiden zijn.

4.1.1 Verschillende delen

De wervelkolom van het paard bestaat uit:

- 7 cervicale wervels (hals: C1-7)
- 18 thoracale wervels (borst: T1-18)
- 6 lumbale wervels (lendenen, L1-6)
- 5 sacrale wervels (heiligbeen: S1-5)
- 15 tot 21 caudale wervels (staart)

Ieder deel van de wervelkolom heeft zijn eigen bijzonderheden, passend bij dat deel van het lichaam:

De cervicale wervels zijn naar verhouding volumineus en lang. De verbinding tussen de wervels heeft wat weg van een kop en kom. De bolvormige kop aan de voorkant van de wervels en de holle kom aan de achterkant ondersteunen de beweeglijkheid van de hals.

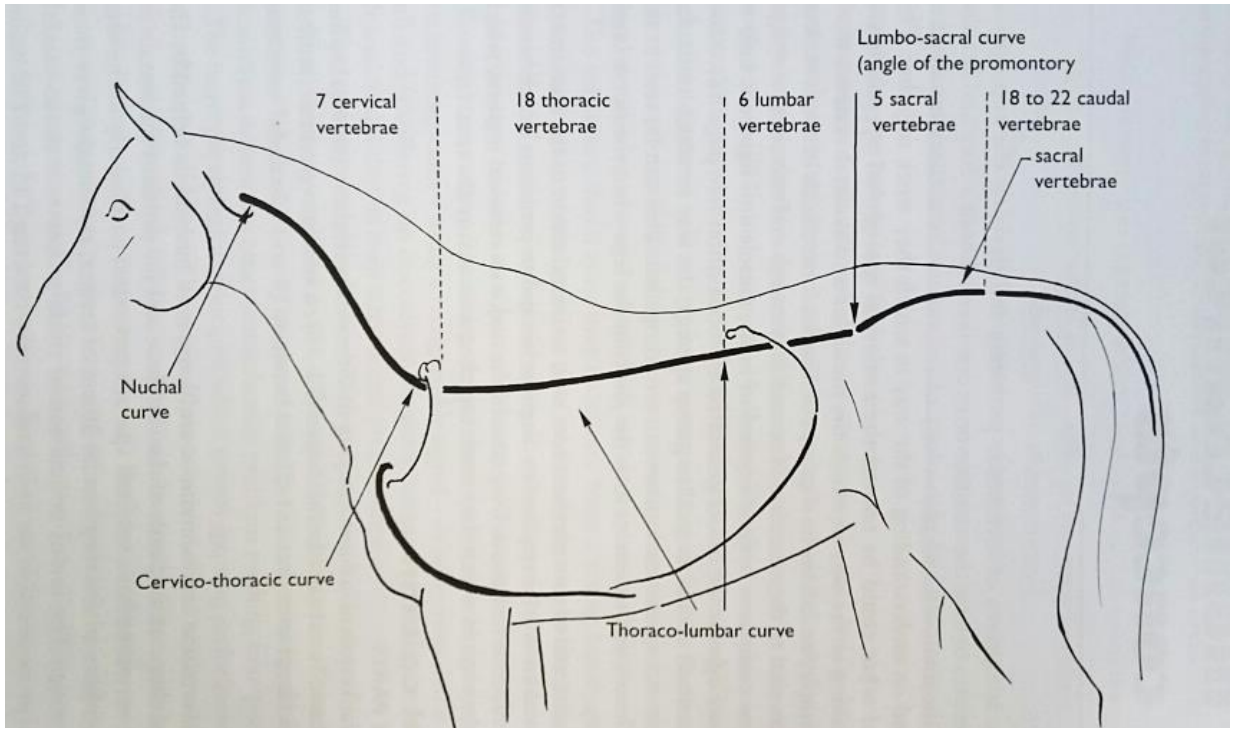
De thoracale wervels hebben erg grote processus spinosi (doornuitsteeksels), met name in het schoft gebied, waar ze 25 cm of langer kunnen zijn. Deze hoogte zorgt voor een krachtige hefboom. De oriëntatie van de processus spinosi is craniaal (vooraan, het dichtst bij het hoofd) dorso-caudaal (schuin naar boven en achteren), waarna ze rechterop komen en tussen T13 en T16 echt rechtop staan voordat de stand van de processus spinosi daarachter verandert naar dorso-craniaal (schuin naar boven en voren) in het lumbale deel.

De lumbale wervels hebben hele lange processus transversi (transversale uitsteeksels) en hun processus articulari (die de facetgewrichtjes tussen de wervels vormen) zijn nauw met elkaar verbonden, vooral in het gebied van L5, L6 en S1. Beide factoren beperken de lumbale bewegingsvrijheid, met name voor wat betreft de

lateroflexie (zijwaartse beweging) en rotatie. Meestal is de oriëntatie van de processus spinosus van L6 dorso-craniaal, wat positief bijdraagt aan de bewegingsruimte in flexie-extensie van de lumbo-sacrale overgang.

Het sacrum, dat bestaat uit 5 vergroeide sacrale wervels, is direct verbonden met het ossis Ilii van het bekken via de krachtige sacro-iliacale ligamenten. Samen vormen zij het sacro-iliacale (SI) gewricht.

4.1.2 Krommingen in de wervelkolom



Afb. 2 De samenstelling van de wervelkolom en zijn curves (Denoix & Pailloux, 2011, p. 20).

Wanneer we de wervelkolom als een geheel bekijken, dan zien we een aaneenschakeling van bochten, zoals zichtbaar op de afbeelding hierboven. De scherpte van de curves verschilt van paard tot paard en is afhankelijk van de houding van het betreffende paard:

- De nek curve, die aan de bovenkant convex (bol) is en loopt van het os occipitale tot aan C3.
- De cervico-thoracale curve, die aan de onderkant convex is en loopt van C4 tot T4.
- De thoraco-lumbale curve, die doorgaans recht of licht convex naar boven is. Wanneer een paard opgezadeld is, verandert deze lijn vaak en wordt licht bol naar beneden.
- De lumbo-sacrale curve, die duidelijk zichtbaar is en zich beperkt tot de ruimte tussen de laatste lumbale en eerste sacrale wervel. De middellijn van het sacrum vormt een hoek van 15 tot 25° met die van het lumbale gebied.
- De sacrale curve, convex aan de bovenkant en meestal goed zichtbaar (Denoix & Pailoux, 2011).

4.2 Ligamenten

Tussen de wervels bevinden zich tussenwervelschijven voor de flexibiliteit en demping van de beweging. De wervels en tussenwervelschijven worden bijeen gehouden door meerdere lange en korte ligamenten.
Voor het correct bewegen van het paard is er één ligament dat genoemd moet worden en dat is het ligamentum nuchae.

4.2.1 Ligamentum nuchae

Het ligamentum nuchae is een krachtig, elastisch ligament dat een belangrijke rol speelt in het functioneren van de wervelkolom. Het bestaat uit twee delen:

- Funiculus nuchae
  Dit deel vormt een koord dat loopt van de achterkant van de schedel (protuberantia occipitale externa) tot aan de uiteinden van de processus spinosi die de schoft vormen (doorgaans T2, T3 en soms T4).
  De funiculus nuchae is zo'n 4 tot 5 cm dik en vormt de topline van de nek. Bij de schoft vormt het een soort van brede "hoed" over de processus spinosi (Heuschmann, 2009).
- Lamina nuchae
  Vanaf deze "hoed" over de schoft ontstaat het meer fibreuze, tweede deel, de lamina nuchae, dat waaiervormig naar de processus spinosi van C2 tot en met C5 of C6 loopt.

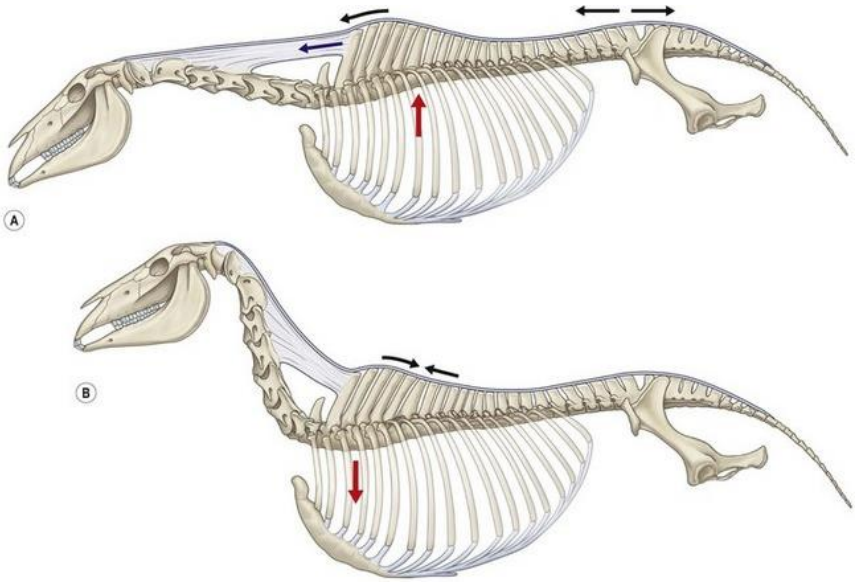
4.2.2 Ligamentum supraspinale

Het ligamentum nuchae loopt tot ongeveer T3 en vanaf daar – vanaf de "hoed" – gaat het ligament verder als het ligamentum supraspinale. Het ligamentum supraspinale verbindt de bovenkant van alle processus spinosi van de gehele rug tot aan het sacrum en bestaat uit niet-elastische vezels.
Uiteraard verloopt de overgang van de elastische vezels van het ligamentum nuchae naar de niet elastische vezels van het ligamentum supraspinale geleidelijk.
Het ligamentum supraspinale is vrij breed op de hoogte van de schoft, waar het ook fungeert als aanhechtingsplaats voor verschillende spieren. Meer naar achteren is het niet meer zo breed, maar nog steeds erg sterk.

4.2.3 Biomechanische functie

Beide onderdelen van het ligament werken effectief samen en bieden passieve ondersteuning voor het hoofd en de hals. Door de lengte van

de processus spinosi van de thoracale wervels ontstaat er een hefboom wanneer het paard zijn hoofd naar beneden brengt. De processus bewegen naar voren en uit elkaar, wat de rug de mogelijkheid geeft om omhoog te komen.
De curves van de nek en de cervico-thoracale overgang (cto) verminderen. Door de elasticiteit van het ligamentum nuchae kost het weinig spierkracht om het hoofd vervolgens weer op te tillen. De werking is vergelijkbaar met dat van een elastiek. Bij het omlaag brengen van het hoofd rekken de vezels uit en bij het omhoog bewegen veren ze weer terug naar hun oorspronkelijke toestand.



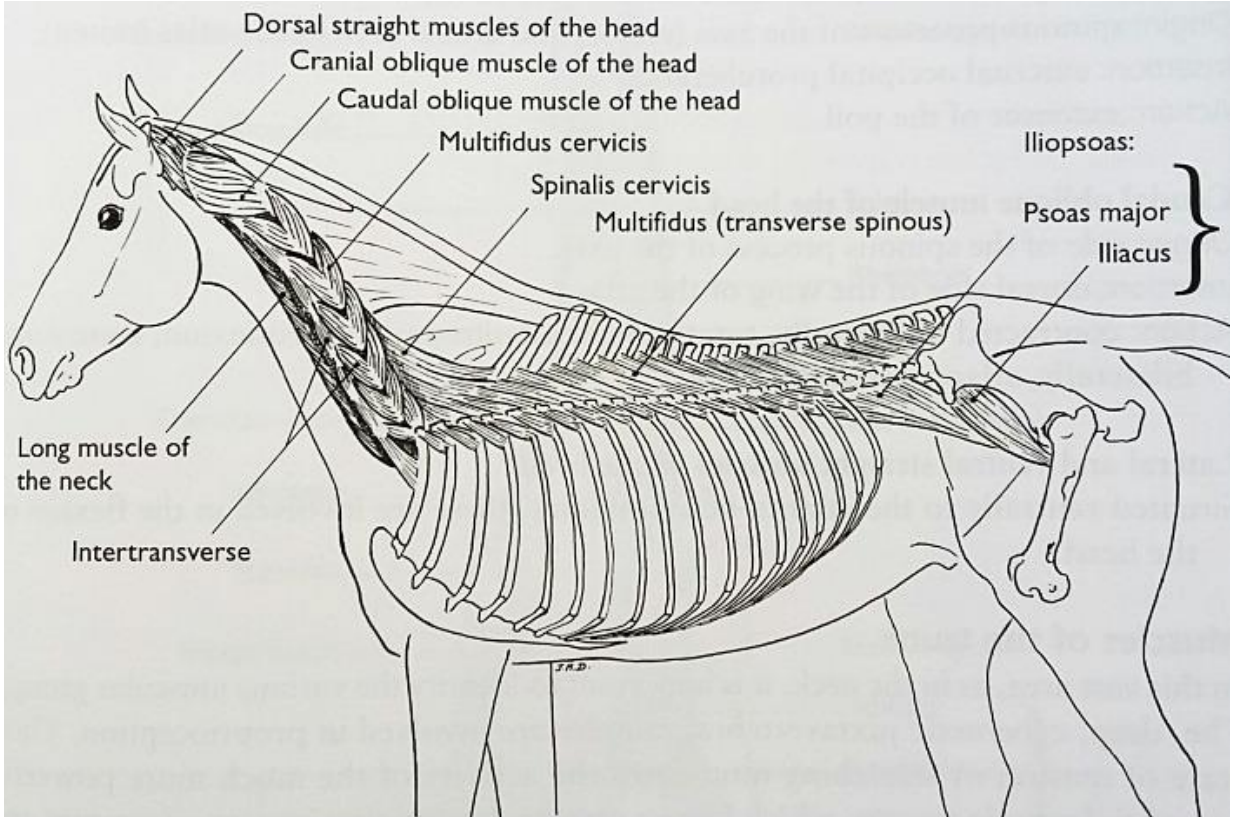
Afb.3 A). Het omlaag brengen van hoofd en hals plaatst spanning op de ligamenten, beweegt de thoracale processus spinosi uit elkaar en buigt de thoracale wervelkolom.
B) Het omhoog brengen van hoofd en hals ontspant de ligamenten, brengt de thoracale processus spinosi dichter bij elkaar en strekt de thoracale wervelkolom. (The neck and back, door Wolschrijn, C. et al. 2016, 8 juni. Geraadpleegd van https://veteriankey.com/the-neck-and-back/)

Als het paard zijn hoofd weer naar boven brengt, komen de processus spinosi dichter bij elkaar, strekt de rug en nemen de curves weer toe.

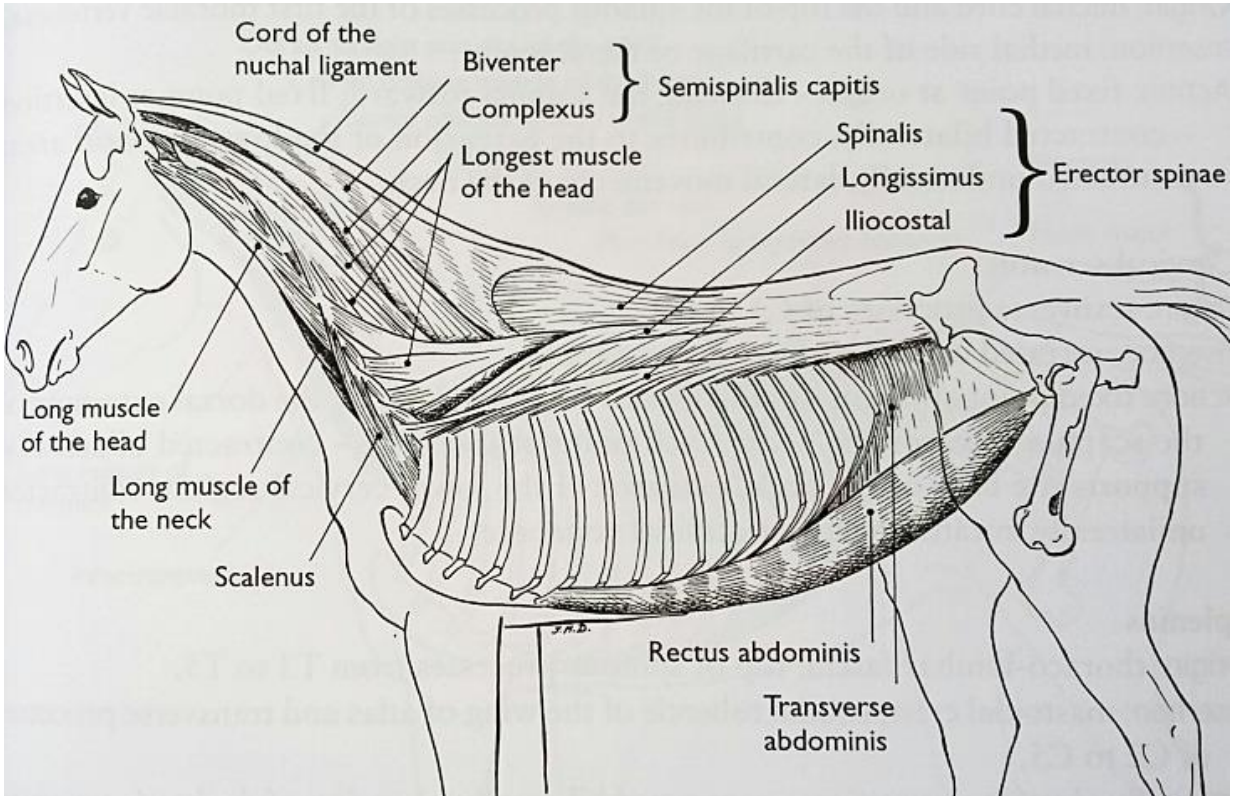
4.4 Spieren

De stabiliteit van de wervelkolom wordt naast ligamenten door spieren verzorgd.
Er zijn een aantal spieren die direct naast de wervelkolom liggen en de verschillende wervels met elkaar verbinden. Deze spieren zijn, naar verhouding tot de meeste andere spieren, vrij klein en creëren niet de meeste kracht, maar ze zijn wel belangrijk voor de stabiliteit van de wervelkolom. Deze spieren zijn rijk geïnnerveerd en zodoende zijn ze nauw betrokken bij de proprioceptie (gewaarwording van de positie van het eigen lichaam en lichaamsdelen in de ruimte) van zowel het stilstaande als bewegende paard.
Meer naar de oppervlakte worden de spieren groter en overspannen vaak één of meerder gewrichten en hebben zodoende een grotere impact op de houding en de beweging van het paard.

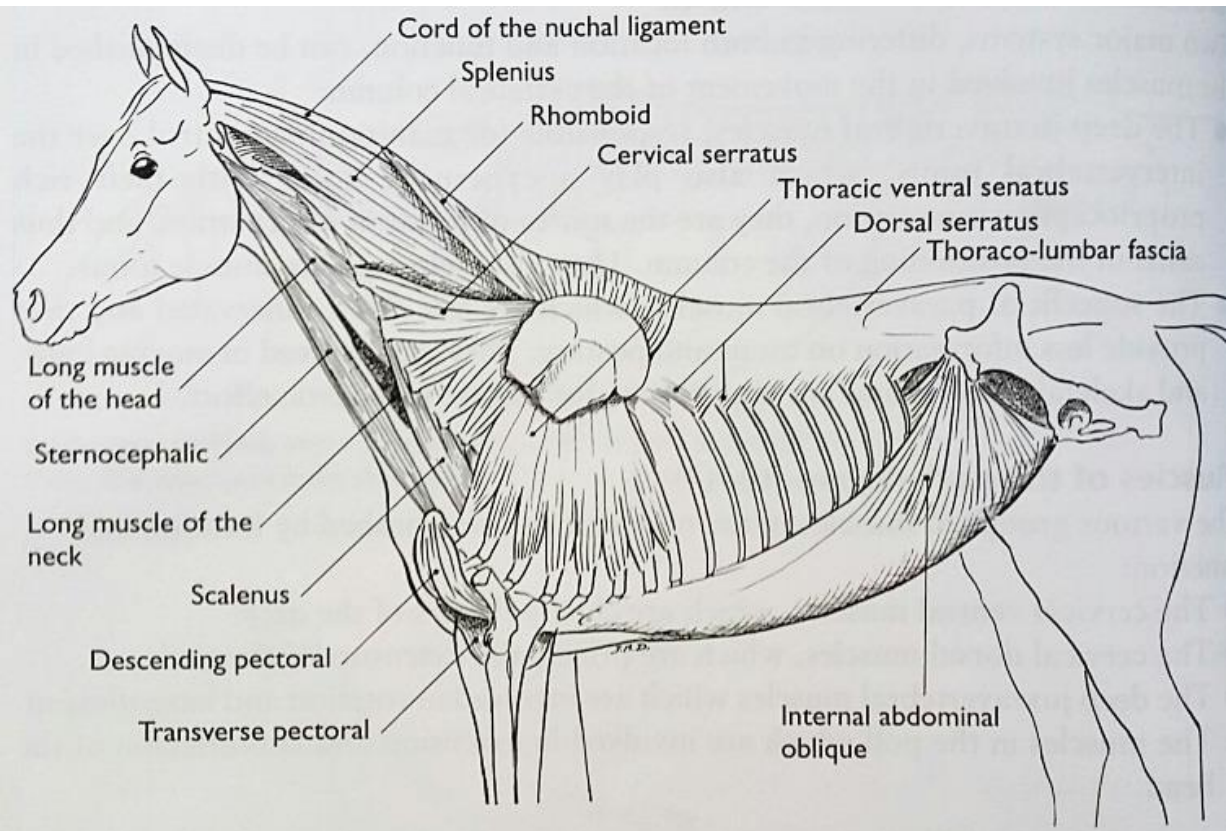
Van de spieren die in de tekst besproken worden is in bijlage 1 per spier aangegeven waar die precies begint (origo), eindigt (instertie) en wat zijn functie is. Onderstaande afbeeldingen geven een indruk van de lagen van de spieren in een paard, van diep in het lichaam naar oppervlakkig:



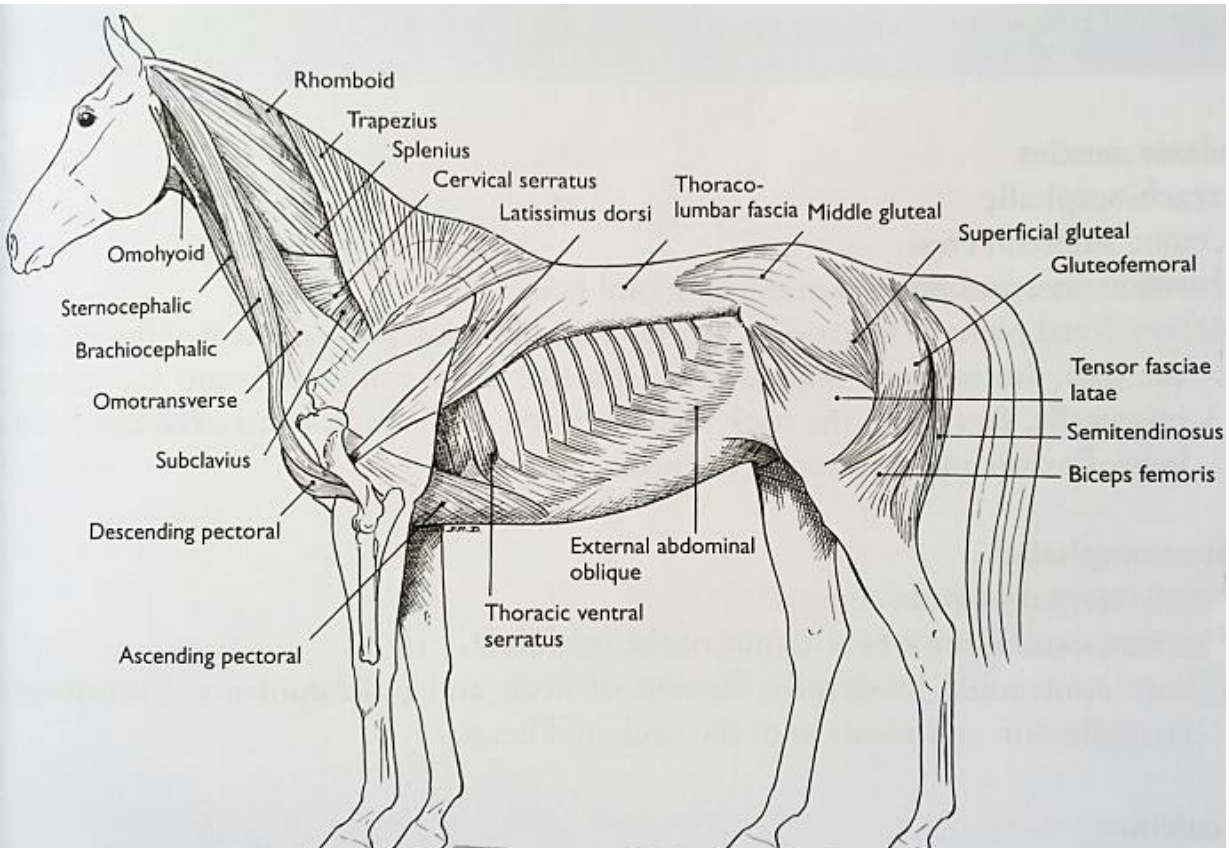
Afb. 4 Spieren van de hals en romp: direct rondom de wervels (Denoix & Pailloux, 2011, p. 29)



Afb. 5 Spieren van de hals en romp: diepe laag (Denoix & Pailloux, 2011, p. 27).



Afb. 6 Spieren van de hals en romp: middelste laag (Denoix & Pailloux, 2011, p. 26).



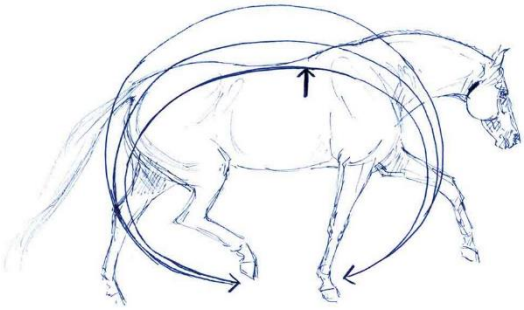
Afb. 7 Spieren van de hals en romp: oppervlakkige laag (Denoix & Pailloux, 2011, p. 25).

4.4.1 Hoe werken spieren?

Spieren werken nooit alleen, maar altijd in groepen. Een spier kan niet drukken, alleen trekken. En dus, als één spier een beweging heeft ingezet, bijvoorbeeld het buigen van de elleboog, dan is er een andere spier nodig om de elleboog weer te strekken.

Zo bepaald de locatie van een spier ook zijn functie. Kijken we bijvoorbeeld naar de rug, dan zorgen de spieren die ventraal (onder) van de wervelkolom liggen voor flexie (buiging); de spieren die dorsaal (boven) van de wervelkolom liggen zorgen voor extensie (strekken). Alle spieren zijn in meer of mindere mate betrokken bij de lateroflexie (zijdelinge buiging) en de rotatie van de wervelkolom.

Spieren werken niet alleen in groepen of paren rondom een gewricht, ze werken ook in ketens die samen een cirkel van spieren vormen.
In het paard zijn twee primaire spierketens actief; één loopt over de bovenlijn van het paard. Deze begint aan de achterkant van de schedel, loopt boven over de wervels van de hals en de rug tot aan het sacrum. De spieren in deze keten worden ook wel de extensoren (strekkers) genoemd. Het hoofd en de hals komen omhoog en de rug zakt wanneer deze spieren in actie komen. Ze strekken dus het paard.
De spierketen over de onderlijn begint bij de schedel en de kaak, loopt onder de wervels van de hals, naar de borstspieren, overgaand in de buikspieren en vervolgens naar de onderkant van het bekken. De spieren in deze keten worden ook wel de flexoren (buigers) genoemd. Hoofd en hals bewegen naar beneden en de rug buigt omhoog wanneer deze spieren in actie komen.



Afb. 8 Als de flexoren in actie komen, buigen ze het paard (Rachen-Schöneich & Schöneich, 2016, p. 11)

De spieren van de boven en onderlijn werken samen en creëren een continue flow van beweging in het paard. Zonder kracht en souplesse in zowel de spieren van de boven- als onderlijn, kan het paard zijn lichaam niet correct gebruiken en zal het moeite hebben om in een goede balans te bewegen.
Met deze informatie zoomen we verder in op de spieren van het paard.

4.4.2 Nek en hals

De verschillende groepen spieren in de hals kunnen worden onderscheiden naar locatie en functie (Denoix & Pailloux, 2011):

- Diepe spieren
- Nek spieren

- Dorsale cervicale spieren
- Ventrale cervicale spieren

De diepe spieren zijn korte spieren, die direct om de wervels liggen. De meeste vezels hebben een schuin verloop, die starten en eindigen op de processus spinosi, articulari en transversi van de wervels. Ze helpen naast het stabiliseren ook bij de rotatie en lateroflexie.

De nekspieren verzorgen de sterke verbinding tussen het hoofd en de eerste twee cervicale wervels. Ze zijn met name betrokken bij extensie en lateroflexie.

Een substantieel deel van de spieren in de hals behoort tot de dorsale cervicale spieren. Deze spieren liggen naast en boven de cervicale wervelkolom, bewegen de hals naar extensie en dragen daarnaast bij aan de lateroflexie. Ze volgen de curves van de nek en het cto (cervico-thoracale overgang). De afbeeldingen 4-7 geven het verloop van de spieren weer onder meer tussen de hals, romp en de voorbenen.

De driehoek, die wordt gevormd door het achterste deel van de cervicale wervelkolom, de schoft en het schouderblad bevat een heel aantal spierlagen die als het ware het lamellaire deel van het ligamentum nuchae sandwichen.
De belangrijkste spieren in dit gebied (m. semispinalis capitis, m. splenius cervicis & capitis, m. spinalis, m. trapezius en m. serratus ventralis) verbinden de cervicale wervels met het ligamenteuze systeem van de schouder regio, de processus spinosi van de schoft, de thoracale wervels en de binnenkant van de schouderbladen (Heuschmann, 2009).

Als een paard correct getraind is en de dorsale cervicale spieren zijn goed ontwikkeld, dan is dit musculaire systeem in staat om het hoofd actief te dragen. En zodoende kunnen ze op een actieve manier de (passieve) taak van het ligamentum nuchae vervullen (Heuschmann, 2009). Ze dragen dan niet alleen het hoofd, ze liften ook de rug (McLeod, 2012).

De ventrale cervicale spieren, die langs en onder de cervicale wervels lopen, brengen het hoofd naar beneden, zorgen voor flexie van de cervicale wervels en ondersteunen de lateroflexie. Zij starten op de humerus (bovenarm), schouderblad, borstbeen en cervicale wervels en maken verbinding met onder andere de onderkaak, de larynx (strottenhoofd met daarin de stembanden) en het tongbeen.
Eén van deze spieren is de m. brachiocephalicus, die de schedel – dicht bij het kaakgewricht – verbindt met de bovenarm van het voorbeen. Bij een paard dat correct in balans bereden wordt, strekt deze spier het voorbeen naar voren. Het brengt ook het hoofd naar beneden en helpt bij de lateroflexie. In een paard dat niet in balans bereden wordt,

vervult de brachiocephalicus de functie van houdingsspier en draagt een deel van het gewicht van de voorhand. De spier wordt groter en strakker wat de vrije beweging van het voorbeen tegen werkt (Equitopia, 2017).

Voor de spieren van de hals geldt in het algemeen dat wanneer een paard correct getraind wordt, de dorsale hals spieren toenemen in omvang en de ventrale halsspieren afnemen in omvang, omdat deze niet actief getraind worden. Met andere woorden, zijn de ventrale halsspieren goed ontwikkeld, dan is het paard niet correct getraind (Heuschmann, 2009).

4.4.3 Rompspieren

Vervolgen we onze weg naar achteren, dan komen we bij de romp. Zoals bij de cervicale wervels liggen ook hier diepe spieren direct om de lumbale en thoracale wervels. Daarnaast zijn er spieren die zich dorsaal van de wervelkolom bevinden en zodoende de rug strekken; de "extensoren" en spieren die ventraal van de wervelkolom liggen en daardoor de rug buigen; de "flexoren".

Extensoren - rugspieren

Er zijn drie lange spieren, die min of meer horizontaal over de ribben lopen en langs de lumbale en thoracale wervels liggen. Ze vormen de verbinding van de achterhand met de voorhand van het paard:

- M. longissimus dorsi (middelste spier)
- M. iliocostalis (laterale spier)
- M. spinalis (mediale spier)

In het paard zijn er meerdere spieren die beginnen met "longissimus"; m. longissimus lumborum, m. longissimus thoracis, m. longissimus cervicis, m. longissimus atlantis en m. longissimus capitis. Samen vormen ze de langste spier in het paard, die begint op de hoogte van het bekken en doorloopt tot aan de schedel.

De m. longissimus dorsi – ook wel "lange rugspier" genoemd – is dat deel van de longissimus, dat over het heiligbeen, de lendenen en borst loopt en aanhecht op de laatste nekwervels. Een samenstelling dus van de m. longissimus lumborum, thoracis en cervicis
De longissimus dorsi is één van de sterkste spieren in het lichaam van het paard. Hij vervult een belangrijke rol tijdens de beweging van de rug. Het is een gecompliceerde spier omdat hij niet uit één stuk bestaat, maar wordt gevormd door segmenten (Von Scheven, 2010).
De segmenten lopen van achteren naar voren en van boven naar beneden. Een aantal hebben hun origo (oorsprong) aan de voorkant van de ala's van het ilium (voorkant van het bekken). Veel andere

segmenten zijn afkomstig van de processus spinosi van de sacrale, lumbale en thoracale wervels.
Deze segmenten insereren (eindigen) op verschillende plaatsen: op de processus transversi van de lumbale en thoracale wervels en op de tuberculi (topjes) van de ribben. Het voorste deel van de longissimus loopt onder de scapula (schouderblad) door en eindigt op de processus transversi van de laatste vier cervicale wervels.
Kijk je vanaf een kleine afstand, dan vult de longissimus dorsi de ruimte tussen de processus spinosi en transversi van de lumbale wervels en tussen de processi spinosi en het bovenste gedeelte van de ribben van de thoracale wervels.
De longissimus dorsi zorgt voor stabilisatie van de wervelkolom, extensie van de rug en hals en bij eenzijdige contractie voor laterale buiging van de rug.

De m. iliocostalis en m. spinalis werken heel nauw samen met de m. longissimus dorsi.

De m. iliocostalis ligt lateraal naast de longissimus dorsi en bestaat ook uit segmenten. De eerste segmenten van de iliocostalis beginnen op de processus transversi van de lumbale wervels. Ze lopen schuin naar voren en beneden tot aan de processus transversi van de laatste cervicale wervels.

De m. spinalis ligt mediaal van de m. longissimus dorsi, direct naast de processes spinosi van de rug. Hij begint op de processus spinosi van de lumbale wervels en loopt naar voren, wordt serieus breder rond de schoft, verbindt zich hier met de processus spinosi van T1-7 en loopt vervolgens door – direct langs de lamina van het ligamentum nuchae – om te eindigen op de processus spinosi van C3-7, tussen de segmenten van de m. multifidus (de diepe spier om de wervels) (Wyche, 2017).

Flexoren - buikspieren

De buikspieren ondersteunen de buikinhoud. Als ze samentrekken, comprimeren ze wat zich in de buik bevindt, wat nuttig is voor de uitademing, plassen, mesten en voor merries tijdens het veulenen. Maar “het intrekken van de buik” werkt ook om de wervelkolom te buigen, terwijl het samentrekken van slechts één kant helpt bij de lateroflexie en rotatie van het borstgebied.

Er zijn vier buikspieren, die elkaar deels overlappen. Drie beginnen langs de zijkant van het paard en wikkelen zich als het ware rond de buik. Ze hechten allemaal op de linea alba. Dit is een zeer sterke band van wit vezelig bindweefsel, dat over het midden van de buik loopt vanaf het borstbeen tot aan het schaambeen van het bekken.

De buitenste laag, de m. obliquus externus abdominis, start op de laterale zijde van de ribben 4-18, fascia thoracolumbalis en de tuber coxae en loopt schuin naar achteren en naar beneden.

De volgende laag, de m. obliquus internus abdominis, loopt vanaf de tuber coxae van het ilium schuin naar voren en naar beneden.

De binnenste laag (de m. transversus abdominis), loopt vanaf het lumbale gebied min of meer recht naar beneden.

De vierde buikspier is de m. rectus abdominis. Dit is de spier die de "six pack" bij mensen vormt. Hij begint op het borstbeen en het kraakbeen van de ribben 4-9, en loopt dan naar achteren naar de voorkant van het schaambeen.
Wanneer mensen hun rectus abdominis aanspannen, stelt dit hen in staat om (het eerste deel van) sit-ups te doen. Wanneer paarden hun "buiklift" doen, doen ze hetzelfde. Het aanspannen van de rectus abdominis heeft tot gevolg dat een paard zijn bekken naar achteren/boven kantelt en zijn hele rug buigt.
De rectus abdominis is dè antagonist (tegenhanger) van de m. longissimus dorsi.

4.4.4 Ledematen

De hals en romp hebben we nu grofweg in beeld, maar zonder benen komt een paard niet ver. De voorbenen zijn met de romp verbonden via de schoudergordel en door contractie van de spieren van het voorbeen worden de gewrichten in het voorbeen in beweging gezet.
De achterbenen zijn via het bekken met de romp verbonden. Achterin het paard zit de motor voor het maken van snelheid en dus zijn er hier meerdere krachtige spieren, die de gewrichten bewegen en de voorwaartse stuwing creëren.

Schoudergordel

In tegenstelling tot de schoudergordel van de mens, waar de sleutelbeenderen (clavicula) de armen verbinden met het lichaam, heeft een paard geen benige verbinding tussen de voorbenen en de romp. In plaats daarvan verbinden sterke spieren en ligamenten de binnenkant van de schouderbladen met de ribbenkast, die zich gedragen als draagbanden om de borst tussen de twee schouderbladen van het paard op te hangen. Het betreft hier voornamelijk de m. serratus ventralis (grote romp spier), die wordt geassisteerd door m. pectoralis (borstspieren) (LaBelle, 2017).

De m. serratus ventralis bestaat uit een thoracaal en cervicaal deel. De serratus ventralis thoracis waaiert van het schouderblad uit over de

eerste negen ribben. De serratus ventralis cervicis waaiert vanaf het schouderblad uit over de laatste vier cervicale wervels. Wanneer het thoracale deel samentrekt, lift dit de borst en schoft, zodat deze omhoog komen tussen de schouderbladen. Het cervicale deel helpt bij het heffen van de hals.

De m. pectoralis (borstspieren) zijn belangrijk om de voorbenen in een verticale positie ten opzichte van het lichaam te houden tijdens de draagfase. En voor het maken van met name de zijwaartse beweging van de voorbenen tijdens de zwaaifase. Als het paard stilstaat zorgen de borstspieren voornamelijk voor de zijwaartse beweging van de romp, bijvoorbeeld wanneer een paard staat te weven.

De m. serratus ventralis en de m. pectoralis zorgen ook voor rotatie van de ribbenkast bij het doorlopen van een bocht.

Wanneer een paard beweegt zonder voldoende aanspanning van de spieren van de schoudergordel, dan is de beweging van het paard bergafwaarts en dus op de voorhand (LaBelle, 2017). De vering in de beweging ontbreekt, waardoor de landing hard is. Dit geeft een zware belasting op de benen en op het borst- en schoudergebied, waarin essentiële organen liggen, veel zenuwbanen, slagaders en aders lopen en waar een complex web van spieren aanhecht.

De m. serratus ventralis en pectoralis spieren worden aan de bovenkant ondersteund door de m. trapezius en m. rhomboideus, die de bovenkant van de scapula verbinden met de romp (Denoix & Pailloux, 2011).

Voorbenen

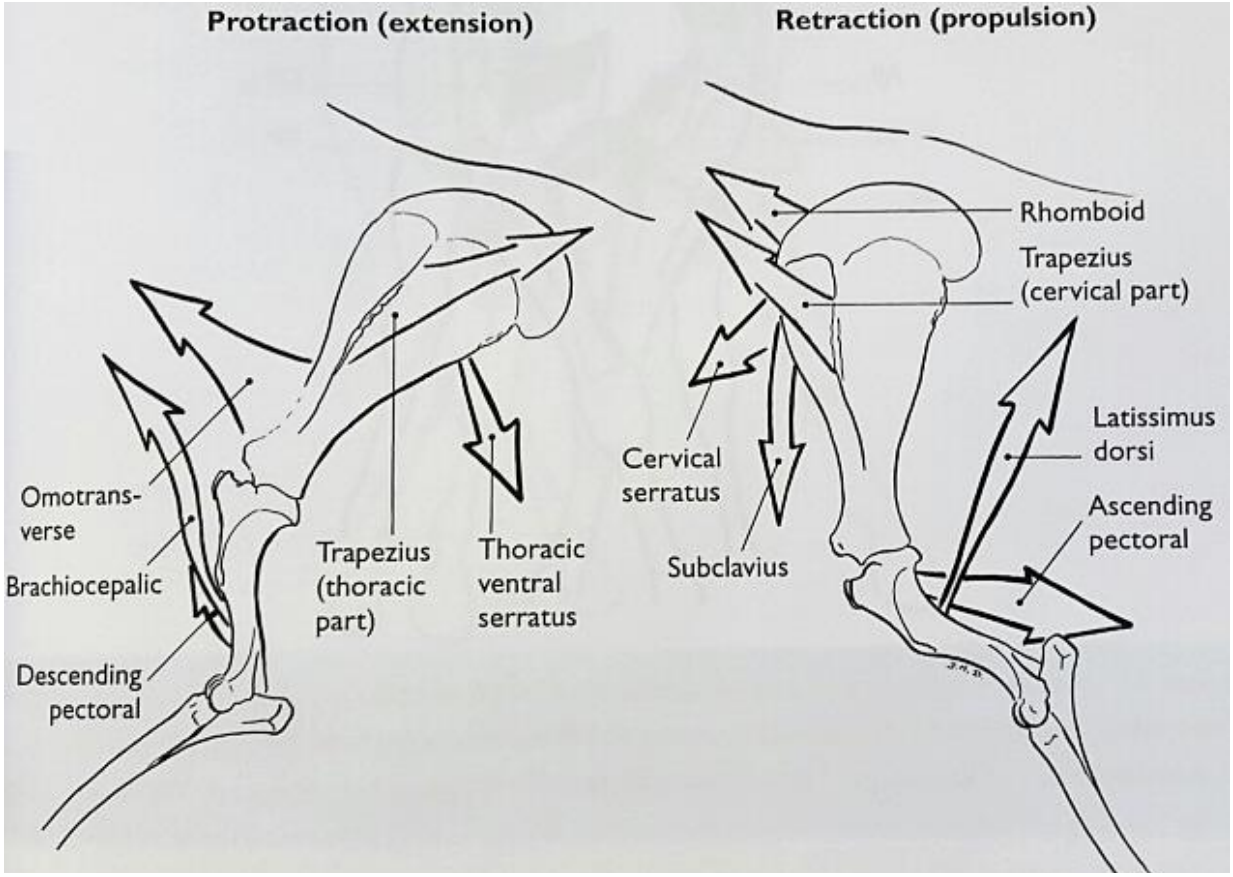
In de voorbenen, is het alleen het schoudergewricht waarin een actieve abductie en adductie beweging (beweging van het lichaam af respectievelijk naar de middellijn toe) plaats kan vinden door contractie van spieren. In alle andere gewrichten van het voorbeen vindt, als gevolg van spieraanspanning, alleen flexie of extensie plaats. Rotatie, laterale of glijdende bewegingen gebeuren uitsluitend passief. Zij vinden alleen plaats wanneer dit voor de ondersteuning van het been of demping van schokken, veroorzaakt door oneffenheden in de bodem, noodzakelijk is. Hierbij geldt dat hoe lager het gewicht zich bevind, hoe groter zijn mogelijke uitslag is voor ondersteuning of demping (Denoix & Pailloux, 2011).

Kijken we naar de spieren in het voorbeen dan kunnen we drie groepen onderscheiden:

Spieren van de schouder
Deze bewegen het articulatio gleno-humerale (schoudergewricht) als flexoren, extensoren, adductoren of abductoren.

Spieren van het bovenbeen
Deze spieren zorgen voor de flexie en extensie beweging van het ellebooggewricht. Twee van deze spieren – m. biceps brachii en de m. ticeps (caput longum) – zijn biarticulair en werken beide ook op de schouder. De eerste is betrokken bij de extensie en de laatste bij de flexie van de schouder (Denoix & Pailloux, 2011).

Spieren van het onderbeen
Deze lopen langs het been naar beneden en vormen lange pezen alvorens aan te hechten op hun punt van bestemming. De spieren die aan de voorkant van het been lopen zijn de extensoren van de carpus en phalangen, waarbij de m. extensor carpi radialis ook een flexor van de elleboog is. De spieren die aan de achterkant lopen zijn de flexoren van de carpus en de phalangen en tegelijkertijd ook extensoren van de elleboog.



Afb. 9 Bewegingen van het voorbeen (Denoix & Pailloux, 2011, p. 63).

Kijken we naar de bewegingen van het voorbeen dan worden deze bewegingen geproduceerd door de contractie van een complex van spieren.

Protractie – het naar voren brengen van het been.
Hierbij zijn twee groepen van spieren betrokken. De dorsale groep wordt gevormd door de m. trapezius thoracis en de caudale bundels van de m. serratus ventralis thoracis. Deze trekken het bovenste deel van de scapula naar achteren.
De ventrale groep bestaat uit de m. pectoralis descendens, m. brachiocephalicus en de m. omotransversarius. Deze trekken de humerus en de ventrale hoek van de scapula naar voren.

Retractie – het naar achteren brengen van het been.
Ook hier zijn twee groepen van spieren bij betrokken. De dorsale groep bestaat uit de m. rhomboideus, m. trapezius cervicis, m. serratus ventralis cervicis en de m. subclavius. Deze bewegen het bovenste deel van de scapula naar voren.
De ventrale groep, die gevormd wordt door de m. pectoralis ascendus en de m. latissimus dorsi bewegen de ventrale hoek van de scapula naar achteren.

Adductie en abductie – de laterale bewegingen.
De adductie wordt voornamelijk gecreëerd door de pectoralis spieren en de m. subscapularis.
De abductie wordt in gang gezet door de m. trapezius en m. rhomboideus, die de bovenzijde van de scapula richting de middellijn trekken. De m. infraspinatus en m. deltoideus zijn de spieren die het schoudergewricht van het lichaam af bewegen (Denoix & Pailloux, 2011).

Achterbenen

De achterbenen vormen met het bekken aan beide kanten het heupgewricht. Het bekken is nauw verbonden met de wervelkolom via de sacro-iliacale gewrichten en vormt zo de verbinding van de achterbenen met de romp.

Vergelijkbaar met de voorbenen, zijn de gewrichten in het achterbeen bedoeld voor bewegingen evenwijdig aan het mediale vlak, zoals flexie en extensie. Alleen het articulatio coxea (heupgewricht) is een kogelgewricht en kan daardoor allerlei kanten opdraaien. Duidelijk te onderscheiden bewegingen zijn de adductie en abductie. Echter, door de ligamentaire en spierverbindingen worden deze bewegingsvormen duidelijk beperkt.
De bewegingen in de knie, sprong en phalangen betreffen actief flexie en extensie. Passief zijn er ook laterale, roterende en glijdende bewegingen mogelijk om ondersteuning te bieden en schokken als gevolg van onregelmatigheden in de ondergrond op te vangen.
De bewegingen in de knie en phalangen hebben een grotere uitslag dan die in de sprong (Denoix & Pailloux, 2011)

Spieren rondom de heup

De beweging van het achterbeen, die niet kan plaatsvinden zonder betrokkenheid van het heupgewricht, wordt beïnvloed door de spieren rond het bekken en dijbeen.

Iliopsoas
Dè flexor van het heupgewricht, en daarmee een belangrijke spier voor de beweging van het achterbeen, is de m. iliopsoas. Hij is samengesteld uit 3 spieren; de m. iliacus, m. psoas major en m. psoas minor. De oorsprong van de iliopsoas bevindt zich onder de laatste thoracale wervels. Daarna loopt hij onder de lumbale wervels door, waar hij zich ook aan L1-5 hecht, en eindigt op de trochanter minor van het femur. Naast flexie van de heup is het ook een exorotator en adductor van het femur.

Gluteaalspieren (bilspieren)
De m. gluteus medius is veruit de meest krachtige spier in deze groep en is dè extensor van het heupgewricht. Daarnaast is de gluteus medius ook betrokken bij extensie van de lumbo-sacrale overgang en de sacro-iliacale gewrichten.
De m. gluteus medius wordt bedekt door de m. gluteus superficialis en bedekt de dieper gelegen m. gluteus accessorius en m. gluteus profundus. Deze spieren zijn voornamelijk extensoren en in mindere mate abductoren en endoratoren van het heupgewricht.

Spieren van het dijbeen

Deze liggen om het femur en kunnen worden opgedeeld naar locatie en functie.

Craniale dijbeen spieren (quadriceps)
De m. quadriceps is een grote, krachtige spiergroep en functioneert voornamelijk als extensor van de knie. Eén van de m. quadriceps, de m. rectus femoris, is ook een flexor van het heupgewricht. Dit is ook de voornaamste functie van de m. tensor fascia latae.

Caudale dijbeen spieren (hamstrings)
De hamstrings, ook wel broekspieren, worden gevormd door drie sterke spieren; m. biceps femoris, m. semitendinosus en m. semimembranosus. Zij hebben hun origo op het sacrum en de eerste staartwervels en lopen via het ischiadicum van het bekken naar de knie, sprong en mediale zijdes van het femur en de tibia.
Deze spieren werken synergetisch met de gluteaal spieren als extensoren van het heupgewricht en met de quadricepsspieren als strekkers van de knie (Denoix & Paillux, 2011). De m. biceps femoris en m. semitendinosus werken ook als flexoren van de knie, afhankelijk van

de belasting en positie van het been. In dat geval werken ze antagonistisch – tegen – de quadriceps.

Mediale dijbeen spieren (adductoren)
De oppervlakkige adductoren, de m. sartorius en m. gracilis, zijn vrij plat. De diepere spieren m. adductor (magnus en brevis) en m. pectineus zijn dik. Het zijn allemaal adductoren van het heupgewricht en werken daardoor antagonistisch op de gluteaalspieren. De m. sartorius is daarnaast ook een flexor van het heupgewricht. De m. Adductor magnus is een krachtige extensor van het heupgewricht. De m. pectineus is een korte maar krachtige spier die, naast de functie van adductor, het heupgewricht stabiliteit biedt (Denoix & Paillux, 2011).

Spieren van het onderbeen

De aanduiding van de spieren op basis van locatie en functie past ook goed bij het benoemen van de spieren die de sprong en phalangen bewegen:

Craniale spieren
Twee spieren zijn pure flexoren van de sprong; de m. tibialis cranialis en de m. peroneus tertius. De laatste is eigenlijk meer een fibreus koord dan een spier, die het kniegewricht verbindt met de tarsus (spronggewricht).
De andere twee spieren, de m. extensor digitalis longus en de m. extensor digitalis lateralis, helpen bij het strekken van de knie, buigen van de sprong en strekken van de phalangeale gewrichten.

Caudale spieren
Hier kunnen we twee groepen onderscheiden, de oppervlakkige en diepe spieren. De ondiepe groep bestaat uit de m. gastrocnemius, die dè strekker van de sprong is en geassisteerd wordt door de m. soleus. De m. flexor digitalis superficialis, verzorgt zowel de ondersteuning als flexie van de bovenste phalangeale gewrichten.
De diepe groep spieren bestaat uit de m. flexor digitalis lateralis en medialis en de m. tibialis caudalis, die de extensie van het spronggewricht verzorgen, ondersteuning bieden aan de kogel en flexie van het metacarpo-phalangeale gewricht evenals de phalangeale gewrichten (Denoix & Paillux, 2011).

5. Terug naar het manegepaard

Eerder hebben we, in hoofdstuk 3, het beeld geschetst van het manegepaard dat bereden wordt door een beginnende ruiter. Pakken we nu dit beeld en leggen we dat naast de natuurlijke scheefheid en gewenste biomechanica (hoofdstuk 2) en het bewegingsapparaat (hoofdstuk 4), dan kunnen we een beeld schetsen van de invloed op de spieren en het lichaam als geheel van het manegepaard.

5.1 Natuurlijke scheefheid en biomechanica

Het paard draagt zijn hoofd relatief hoog en loopt met een holle, weggedrukte en stille rug, dat waren de eerste punten die opvielen aan het manegepaard.
In een biomechanisch correct gaand paard worden de voorbenen daar neergezet waar de neus is (Leibbrandt, 2018). Als het hoofd relatief hoog gedragen wordt, is de neus relatief dicht bij het lichaam. Plus, het paard is in deze houding niet optimaal in balans. Het zal daardoor zijn voorbenen niet zover naar voren plaatsen als lichamelijk mogelijk is. Daardoor zullen ook zijn achterbenen minder ver naar voren worden geplaatst. De paslengte wordt dus korter, waardoor de beweging instabieler en stijver wordt. Met name in de stap is goed zichtbaar dat dit een negatieve invloed heeft op de bewegingsafloop. De pendelbeweging, die het paard gewoonlijk met zijn hoofd en hals maakt, vermindert aanzienlijk, waardoor de beweging niet mooi van achteren, over de rug, naar voren doorvloeit.

Als het paard niet wordt gecorrigeerd in zijn natuurlijke scheefheid, gaat het paard in zijn voorkeurshouding lopen en dus gaat het paard scheef, valt gemakkelijk over zijn voorkeursschouder naar buiten of naar binnen afhankelijk van de richting waarin het gaat en is het galopperen naar één kant vanzelfsprekend ook makkelijker.

5.2 Wervelkolom

Kijken we in het paard dan zien we dat de krommingen in de wervelkolom duidelijker worden wanneer een paard met zijn hoofd omhoog loopt in vergelijking met een voorwaarts neerwaartse positie. Een toename van de kromming leidt tot vermindering van de ruimte en bewegingsruimte van de wervels in die kromming. En door de ligging van de wervels ten opzichte van elkaar in zo’n kromming worden de foramina intervertebrale – de ruimtes tussen de wervels waardoor de ruggenmerg zenuwen lopen – kleiner. Naast dat dit zenuwpijn kan veroorzaken, heeft een bewegingsbeperking ook een negatief effect op de doorbloeding van het gebied en is de kans op het ontstaan van spanning in de zachte weefsels groot.

5.3 Ligamentum nuchae

Wanneer het hoofd hoog gedragen wordt, wordt het potentieel van het ligamentum nuchae niet optimaal benut. Dit komt doordat het ligament in deze houding niet op spanning komt en dus geen rek kan zetten op de processus spinosi rondom de schoft. De plek waar het ligamentum nuchae overgaat in het ligamentum supraspinale. En waardoor dus ook het supraspinale ligament de rug niet kan liften. Dit heeft tot gevolg dat de rugspieren de draagfunctie gaan overnemen. Doordat de rugspieren, waarvan de m. longissimus dorsi de belangrijkste is, zich aanspannen trekken ze de rug hol.
Voor de wervels van de rug heeft dit als consequentie dat de processus spinosi dichter bij elkaar komen te liggen wat de kans op kissing spines – en bijbehorende pijn – enorm vergroot.

5.4 Spieren

De tegenhangers van de rugspieren zijn de buikspieren en dan met name de m. rectus abdominis. Wanneer de rugspieren gaan dragen, dan contraheren ze. Het lichaam zit fantastisch in elkaar. Spant de ene spier zich, dan – reflectoir – ontspant de spier met de tegenoverliggende functie zich (Snellenberg, 2016). Dus, spant de m. longissimus dorsi zich, dan ontspant de m. rectus abdominis en dus ontstaat er een uitgezakte buik.

De rectus abdominis loopt tussen het borstbeen en de onderkant van het bekken. Spant die aan, dan kantelt het bekken iets achterover waardoor het paard veel makkelijker zijn achterbenen goed onder zijn lichaam kan plaatsen. Dan kunnen de achterbenen langer het gewicht dragen, kan het paard zijn schoft liften en worden de voorbenen ontlast. Nu echter, met een uitgezakte buik, blijven de achterbenen relatief ver achter het lichaam.

Consequentie is dat de romp aan de voorkant als het ware zakt, in een neerwaartse positie komt en de schoudergordel spieren kunnen het geheel nooit alleen liften. Aan de bovenkant – in de bovenlijn - van het paard is dit zichtbaar door een dip voor de schoft en een dip achter en naast de schoft. De twee spieren die hier het meest beïnvloed worden, zijn de m. trapezius en m. rhomboideus. Beide hebben hun origo (startpunt) op het ligamentum nuchae, via welke ze onder meer aanhechten op het achterhoofd van het paard. Onder de trapezius en rhomboideus door lopen de rugspieren, die aanhechten op de laatste cervicale wervels.
Op de laatste cervicale en eerste thoracale wervels hebben meerdere halsspieren hun startpunt. Deze spieren vormen de bovenlijn van de hals en hebben hun insertie op de atlas (eerste halswervel) en op het

achterhoofd van het paard. Zijn de rugspieren van het paard gespannen, dan heeft dit zodoende ook invloed op de halsspieren.

Spanning veroorzaakt vaak gevoeligheid in het gebied waar de spieren aanhechten. De rugspieren hechten aan op het gebied rond de cervico-thoracale overgang (cto) en de halsspieren hechten aan in het cto en op het os occipitale en os temporale van het hoofd. Dit gebied – direct achter het hoofd – is een heel belangrijk gebied voor het welzijn van het paard. Er lopen veel craniale en ruggenmergzenuwen, het zit dicht bij het oor en de evenwichtsorganen en heeft verbindingen met de tong, kaak en de kauwspieren.

Het gewicht van de romp is zwaar en wordt voor een groot deel gedragen door de voorhand. Als de schoudergordelspieren (m. serratus ventralis en de m. pectoralis) de romp niet kunnen dragen, dan gaat de m. brachiocephalicus – die eigenlijk moet zorgen voor de beweging van het voorbeen naar voren – een deel van het gewicht dragen.

5.5 Invloed op het lichaam

Dat het paard in deze situatie niet in staat is om verticaal in balans te gaan lopen is wel duidelijk. Wat betekent dat er als gevolg van de natuurlijke scheefheid (nog) meer gewicht in één van de schouders gedrukt wordt. Dit leidt tot spanning in de spieren in dit gebied.
De spieren, die in dit gebied liggen zijn de borstspieren en de spieren die de beweging van de voorbenen verzorgen.
Spanning leidt tot vermindering van elasticiteit en functie. Als de spieren niet optimaal kunnen functioneren, kan een verandering van stand en bewegingspatroon van het voorbeen het gevolg zijn. Plus, de spanning zorgt voor verminderde elasticiteit van de spieren, waardoor de landing harder wordt. Dit alles kan tot serieuze blessures in zowel het zachte weefsel als de gewrichten van het voorbeen leiden.

In het borstgebied liggen het hart, grote aders en slagaders, de longen en door dit gebied lopen belangrijke zenuwen. Dit zijn allemaal zaken die buiten de scope van deze thesis vallen, maar waar de spanning in het gebied van borst en schouders wel degelijk grote invloed op kan hebben.
Bloed en daarmee de aan- en afvoer van voedings- en afvalstoffen, zuurstof en kooldioxide en de aansturing van het lichaam door de zenuwen beperkt zich niet tot één gebied, maar heeft invloed op het gehele paard.

We zagen hierboven al even dat door de holle rug en de uitgezakte buik de achterbenen niet goed onder het paard worden geplaatst maar relatief ver achter het paard blijven.

De bilspieren worden in deze houding niet optimaal gebruikt en de hamstrings moeten naar verhouding harder (te hard) werken.
In de achterhand van het paard heeft de lumbo-sacrale overgang het grootste bewegingsbereik (range of motion). Dit bereik wordt met een holle rug en uitgezakte buik niet in zijn geheel benut en dus worden de spieren in dat gebied niet volledig aangespannen en gestrekt. Hierdoor worden de spieren niet optimaal gebruikt, raken ze minder goed doorbloed en worden ze stijver en blessure gevoeliger. Ook hier werken spieren in ketens. Vermindering van elasticiteit en functie van de spieren rondom de lumbo-sacrale overgang, SI-gewricht en heup werkt door naar de spieren lager in het been. En zoals bij het voorbeen kan dit gevolgen hebben voor de belasting van de gewrichten, de bewegingsafloop en daarmee voor de gezondheid van zowel het zachte weefsel (pezen en ligamenten) als de gewrichten.

Bij het effect van de natuurlijke scheefheid op het lichaam van het paard is eerder besproken dat bij een rechtsgebogen paard het rechter achterbeen zich wat meer naast het lichaam bevindt en de bilspier sterker ontwikkeld is. Linksachter is vaak meer achter het lichaam en daar zijn de hamstrings doorgaans sterker.
Dit kan een scheefstand van het bekken veroorzaken, dat vaak lager staat aan de kant waar het achterbeen meer achter de massa is. Bij een rechtsgebogen paard betreft het dan de linkerkant, wat de lange, lage en minder sterke kant van het lichaam is. In dit geval wordt de staart vaak naar rechts gedragen omdat die de buiging van de rug volgt (Leibbrand, 2018).
Echter, het SI-gewricht aan de linkerkant heeft het bij een rechtsgebogen paard zwaarder te verduren omdat dat achterbeen meer achter de massa is en dus meer spanning op het SI zet. Is het SI gewricht aan de linkerkant geblokkeerd, dan is de kans groot dat het paard compenseert, wat zich mede uit door zijn staart naar links te dragen (Equitopia, 2017).

De achterbenen van het paard zorgen voor de stuwing / aandrijving. De beweging van de achterbenen wordt via de heupen doorgegeven aan het bekken en via de SI-gewrichten aan de wervelkolom. De beweging die de wervelkolom maakt om de beweging van achter vloeiend naar voren door te geven, is opgebouwd uit een combinatie van flexie-extensie, lateroflexie en rotatie (RodandDenise, 2012).
Als de spieren van de rug, schoft en schouders, zoals hierboven geschetst, niet vrij kunnen bewegen, wordt de beweging van de wervelkolom beperkt. En dit heeft met name invloed op de overgangen tussen de verschillende delen van de wervelkolom, zoals de thoraco-lumbale overgang, waar dan buitensporig veel spanning op komt te staan. Dit is een onderwerp dat zich leent voor een studie op zich, maar de opbolling, die soms zichtbaar is in het lumbale gebied, hangt hiermee samen.

Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat het bereden worden door een beginnende ruiter nogal wat invloed heeft op het paard en dat dit zich niet beperkt tot één specifiek gedeelte of onderdeel van het lichaam van het paard.

Wanneer we kijken naar welke spieren in het paard beïnvloed worden door de beginnende ruiter dan zijn er een heel aantal spieren op te noemen. Dit komt door de wijze waarop spieren in groepen en ketens functioneren.
Als we kijken naar welke spier het meest beïnvloed wordt – of misschien is het beter om te zeggen 'als we kijken naar welke spier beïnvloed wordt, die het meeste effect heeft op het lichaam van het manegepaard'- dan wijzen de peilen naar de rugspieren. De belangrijkste rugspier is de m. longissimus dorsi. Niet alleen verbindt de m. longissimus dorsi de voor- en achterkant van het paard, maar via de longissimus atlantis en capitis verbindt de m. longissimus het paard letterlijk van cranium tot sacrum, oftewel van hoofd tot staart. Wordt de longissimus dorsi beperkt in zijn functioneren, dan heeft dit direct effect op het gehele paard.

Interessant om de longissimus dorsi eens nader onder de loep te nemen. Welke onderzoeken zijn er gedaan en welke conclusies zijn er getrokken met betrekking tot het functioneren van deze spier?

6. De rugspieren wetenschappelijk onderzocht

Duidelijk is inmiddels dat het spanningsvrij kunnen functioneren van de rugspieren essentieel is voor een correct lichaamsgebruik en daarmee de gezondheid en welzijn van het paard.
De rugspieren, waarvan de m. longissimus dorsi de belangrijkste is, hebben als functie de rug te strekken. De buikspieren, waarvan de rectus abdominis de belangrijkste is, in combinatie met de iliopsoas, buigen de rug als ze aanspannen. Maar, hoe functioneert dit nou echt in een levend en bewegend paard? Werkt dit echt zo en wat is hier voor wetenschappelijk onderzoek naar gedaan?
Hieronder een uiteenzetting wat ze met de huidige technologie de afgelopen jaren in beeld hebben gebracht.

6.1 Het onderzoek

Er zijn onderzoeken uitgevoerd die de feitelijke flexie-extensie, laterale buiging en axiale rotatiebewegingen van de wervelkolom hebben onderzocht – waarin in feite is geprobeerd de beweging van de totale wervelkolom te achterhalen door de beweging van bepaalde wervels te testen en deze met elkaar te vergelijken. En, er zijn een aantal studies waarin ze elektromyografie (EMG) gebruikten om de spieractiviteit te onderzoeken. Om dit te doen, plakten ze op specifieke plaatsen elektroden op de huid van het paard om de elektrische impulsen van de longissimus dorsi en rectus abdominis te meten.

6.1.1 Verworven inzichten over de draf

Kort samengevat, vanaf het moment dat het diagonale benenpaar de grond raakt tot ongeveer halverwege de pas (wanneer de op de bodem staande benen verticaal onder het lichaam zijn), strekt de rug zich (Audigié et al., 1999).
Vanaf ongeveer halverwege de pas totdat het benenpaar de grond verlaat en gedurende de zwaaifase buigt de rug zich (Audigié et al., 1999). Dit gebeurt twee keer tijdens elke hele pas van de draf, omdat beide diagonalen hetzelfde doen.

Het buigen en strekken van de rug gebeurt niet op één moment. De onderzoeken, waarin de beweging van de individuele wervels werden onderzocht en met elkaar werden vergeleken, geven het beeld dat de rug niet buigt en strekt als een eenheid, maar dat er een "flow” van beweging langs de rug gaat, zowel op en neer (dorso-ventraal) als van links naar rechts (lateraal).

6.1.2 EMG onderzoeksresultaten

Met dit beeld van hoe de rug zich buigt en strekt in de draf, worden de resultaten van de onderzoeken, waarin gebruik is gemaakt van de EMG technologie, interessant.
Als eerste was er een onderzoek waarbij de longissimus dorsi en de rectus abdominis tegelijkertijd werden getest om te zien wanneer deze spieren actief waren tijdens de pas (Robert et al., 2001). In deze test hebben ze slechts één zijde gemeten, waarbij één elektrode de elektrische activiteit registreerde op slechts één plaats langs de longissimus dorsi (naast L3) en een andere elektrode, die aan de zijkant van de navel werd bevestigd, om de activiteit van de rectus abdominis te meten.

Wat ze ontdekten

Voor iedere volledige pas vertoonde iedere spier twee, niet-identieke pieken van elektrische activiteit. Dus elke spier zou twee keer samentrekken, wat logisch is, want de rug buigt en strekt twee keer tijdens een volledige pas.

Afgaand op de functies van de spieren en de inzichten hierboven over de beweging van de draf, zou je het volgende mogen verwachten; vanaf het moment van contact met de grond tot halverwege de pas strekt de rug zich…de spier die extensie veroorzaakt wanneer deze bilateraal wordt aangespannen is de m. longissimus dorsi. Maar de spier die actief bleek te zijn toen de rug zich strekte was de m. rectus abdominis!

En vanaf het midden van de pas tot en met de zwaaifase boog de rug. Deze functie is toegeschreven aan de m. rectus abdominis, wanneer deze bilateraal aanspant. Maar, de spier die actief bleek te zijn toen de rug werd gebogen was de m. longissimus dorsi!

Hoe is dit te verklaren?

De conclusie die deze en andere onderzoekers hebben getrokken is de volgende. Deze spieren kunnen de rug laten bewegen wanneer ze bilateraal contraheren, maar in de praktijk blijkt dit niet zo te werken tijdens de normale beweging van het paard. Het is niet echt de activiteit van deze spieren waardoor de rug zich buigt en strekt. Het is de invloed van een heleboel andere factoren.

Factoren die de beweging van de rug beïnvloeden

Eén onderzoek (Audigié et al., 1999) suggereert dat "de extensie van de rug kan worden toegeschreven aan de versnelling die wordt toegepast op de massa van de ingewanden van de buik." Deze extensiekracht

wordt gecompenseerd/opgevangen door de activiteit van de m. rectus abdominis. Op deze manier ondersteunt deze spier de ingewanden van de buik en beperkt zo de extensie van rug.

Ze gaan verder met te zeggen: "de flexie van de rug kan gedeeltelijk worden toegeschreven aan de veranderingen in de rompversnellingen en aan het vrijkomen van de elastische energie opgeslagen in de intervertebrale ligamenten en vezelachtige weefsels van de buikwand die zijn uitgerekt in de verlengingsbeweging. Deze flexiebeweging wordt nu gecompenseerd door de activiteit van de longissimus-spier." Oftewel, wanneer dingen uitrekken, worden veel weefsels gestrekt. Wanneer de neerwaartse kracht wordt verminderd, willen al deze uitgerekte vezels terug naar hun normale toestand en de longissimus dorsi heeft dan een remmende werking, zodat er niet teveel buiging ontstaat.

Een ander artikel (Wakeling et al., 2007) stelt: "De voortplanting van een golf van flexie-extensie langs de wervelkolom hangt af van de krachten die op de wervelkolom werken(...) De krachten omvatten zwaartekracht, spierkrachten (van veel spieren), krachten van de passieve skeletweefsels en krachten overgedragen door de voor- en achterbenen." Dit komt overeen met een ander onderzoek (Licka et al., 2001), waaruit blijkt dat de beweging van de benen een enorme factor is bij het veroorzaken van de bewegingen van de rug in de verschillende gangen. Bijvoorbeeld, het voorwaarts strekken van het achterbeen kantelt het bekken en veroorzaakt flexie van het lumbosacrale overgang en, afhankelijk van de gang, beïnvloedt ook de flexie in het caudale deel van de rug. En de longissimus dorsi werkt om over-strekking te voorkomen als gevolg van al deze krachten.

Dus, eigenlijk beweegt de rug omdat allerlei krachten erop inwerken om te buigen, te strekken, te roteren en te draaien. En de spieren zijn eigenlijk het meeste van de tijd bezig om de hoeveelheid beweging te beperken. Een studie (Licka et al., 2004) concludeerde dat "de activiteit van de longissimus dorsi-spieren voornamelijk verantwoordelijk is voor de stabilisatie van de wervelkolom tegen dynamische krachten."

De longissimus dorsi op meerdere plaatsen gemeten

Eén studie (Licka et al., 2004) testte de EMG op drie verschillende plaatsen langs de longissimus dorsi – naast T12, T16 en L3. Ze ontdekten dat in de draf "de EMG-activiteit iets later op L3 piekte dan op T12 en T16." Een ander onderzoek (Wakeling et al., 2007) vond niet dezelfde correlatie, wat mogelijk komt door het gebruik van een andere statistische methode. Maar ze vonden wel duidelijke verschillen in timing tussen elektroden naast T14, T16, T18 en L2. Er lijkt dus geen twijfel dat de segmenten van de longissimus dorsi op verschillende

tijdstippen tijdens de pas samentrekken. En dit past bij het idee dat de bewegingen van de wervelkolom een flow vormen.

Lateroflexie

In een aantal onderzoeken is ook gekeken naar de laterale beweging en hoe deze correleert met de EMG-resultaten van de longissimus dorsi. Deze onderzoeken zijn met name tijdens de stap uitgevoerd. Eén studie (Licka et al., 2009) merkte op: "maximale EMG-activiteit vindt plaats tijdens het vroege deel van de maximale zijdelingse uitslag van de wervelkolom, wat kan worden geïnterpreteerd als preventieve spanning." Met andere woorden, de longissimus dorsi werkt om de wervelkolom lateraal te verstevigen, evenals tijdens flexie-extensie bewegingen. Een andere studie (Wakeling et al., 2007) concludeerde: "de longissimus dorsi heeft een grotere rol bij het genereren van laterale buigbeweging voor de minder veeleisende stap omstandigheden."

In die studie werd ook opgemerkt; "de rol van de longissimus dorsi voor het genereren van laterale buigmomenten is dominanter op de meer craniale meetpunten, en dit is een algemeen resultaat in de reeks geteste stap- en drafomstandigheden." Dus niet alleen is er een tijdsverschil tussen wanneer verschillende segmenten van de spier samentrekken, maar ze kunnen ook verschillende effecten op de wervelkolom hebben – sommige meer craniale segmenten lijken de laterale buiging meer te beïnvloeden en enkele meer caudale segmenten lijken meer invloed op flexie-extensie te hebben. Ze suggereren dat dit waarschijnlijk gebaseerd is op de hoek waaronder de spiervezels zijn gerangschikt en hoe ze aan de wervels zijn bevestigd.

6.2 Wat betekent dit voor het manegepaard?

Een aangespannen longissimus dorsi beweegt niet alleen de rug naar extensie en beperkt de zijdelingse buiging, maar remt ook eerder en stugger de beweging van de rug richting flexie en lateroflexie.
Tijdens een pas is er dus minder vering en wordt de opgaande beweging eerder terug naar beneden gekaatst. De beweging wordt hierdoor stijver en korter en de landing wordt harder.
Doordat de rectus abdominis niet optimaal sterk is, kan die de massa van de romp van het op de grond landende paard niet goed opvangen bij de neerwaartse beweging, waardoor er meer gewicht op de benen van het paard terechtkomt en de rug zich verder strekt dan gewenst. Dit kan een negatief effect hebben op het functioneren van de wervelkolom en een negatief effect hebben op de gezondheid van zowel de wervelkolom als de benen van het paard.

7. Onderzoek

7.1 Introductie

Het bereden worden door beginnende ruiters heeft invloed op het lichaam van een manegepaard. Doordat de ruiter nog geen balans heeft, kan het paard ook niet in balans lopen. De onbalans vangt het paard onder meer op door zijn rugspieren aan te spannen. Dit is zichtbaar als een weggedrukte rug.

In het kader van deze thesis is onderzoek gedaan naar de positieve effecten die behandelingen met technieken uit de osteopathie hebben op een weggedrukte rug.
Vermindering van spanning en verbetering van de bewegingsuitslag in nek, borst, schouders, rug en bekken hebben niet alleen een positief effect op de specifieke plek, maar op het hele lichaam en daardoor ook op de rug. Bij de behandelingen, die zijn uitgevoerd voor dit onderzoek, is dan ook ieder keer het hele paard behandeld.

Uit onderzoek blijkt dat wanneer een paard zijn rugspieren niet goed kan gebruiken de paslengte in stap significant korter wordt (Von Schreven, 2010). Om de verandering van iedere behandeling te meten is in dit onderzoek de paslengte in stap opgemeten.

7.2 Materiaal en methode

7.2.1 Paarden

20 manege paarden hebben deelgenomen aan het onderzoek. 10 paarden zijn behandeld, de andere 10 dienden als controle groep. Alle paarden waren minstens een jaar op de manege aanwezig en werden regelmatig ingezet voor manegelessen.

Het onderzoek is uitgevoerd bij Manage Tjoonk in Diepenveen. Als gevolg van een brand op 7 juli jl., die zo’n 35 stallen in de as legde, lagen de reguliere manege lessen stil en waren de ponykampen afgelast. De paarden die gehuurd werden, hebben de twee weken na de brand vrij gehad en werden daarna wel weer een paar keer in de week bereden.

De paarden in de behandelgroep waren tussen de 4 en 20 jaar oud. Eén van de behandelde dieren was een pony met een stokmaat van ca. 1m40. Alle andere paarden hadden een stokmaat tussen de 1m60 en 1m80.
6 van de 10 paarden in de behandelgroep hadden een stal. 5 daarvan stonden een half etmaal op stal. De eerste week stonden ze overdag op

stal in verband met de zon en hoge temperaturen en beperkte schaduw in de wei. Daarna stonden ze ’s nachts op stal en overdag in de wei. 1 paard stond veelal op stal omdat hij regelmatig over de omheining sprong.
De overige 4 van de 10 paarden stonden dag en nacht buiten, waarvan er 1 een veulen zoog.
8 van de 10 paarden in de behandelgroep werden gehuurd en zo nu en dan bereden.

De paarden in de controlegroep waren tussen de 7 en 24 jaar oud. Eén van de dieren was een pony met een stokmaat van ca. 1m. Alle andere waren paarden met een stokmaat tussen de 1m65 en 1m75.
Deze paarden stonden allemaal dag en nacht buiten, werden met hooi bijgevoerd.
Geen van deze paarden werd gehuurd. En deze paarden zijn gedurende de behandelperiode niet tot nauwelijks bereden.

7.2.2 Onderzoeksopzet en data verzameling

De paarden zijn drie keer behandeld met technieken uit de osteopathie. De specifieke handgrepen en de volgorde daarvan, is tijdens iedere behandeling afgestemd op het individuele paard. Hierbij zijn de plekken met spanning, de beperkingen in bewegingsvrijheid en de reactie van ieder paard op de verschillende technieken leidend geweest. Eén paard is tijdens de eerste behandeling gericht gemanipuleerd voor scheefstand in het bekken en eerste halswervel.
De duur van de behandeling varieerde van 60–105 minuten, afhankelijk van de situatie van het paard en het verloop van de behandeling.

Voorafgaand aan iedere behandeling is er met ieder paard en paar minuten gelopen waarna 1 pas in de stap is opgemeten.
Hiervoor werd een stuk zand van ca. 4m lang aangeharkt, bij voorkeur in de binnenbak. Wanneer de bak bezet was en zodoende niet beschikbaar was voor de meting, werd een stuk zand aangeharkt in de doorgang naar de wei.
De richting waarin over het aangeharkte zand gelopen werd was iedere keer dezelfde. Of richting uitgang van de bak of richting de stallen bij de doorgang naar de wei.
De gemeten pas was altijd die van het linker benenpaar, waarbij de afstand is gemeten van de afzet tot en met de landing van het linker achterbeen.
De snelheid waarmee gestapt werd tijdens de meting was ca. 3,5 km/uur. De afstand is opgemeten met een rolmaat in centimeters.

De 4de meting van de paslengte is uitgevoerd ca. een half uur na de laatste behandeling, onder dezelfde omstandigheden als hierboven beschreven.

De metingen van de paslengtes van de paarden in de controlegroep is uitgevoerd in de weken waarin de behandelingen plaatsvonden en gedaan vooraan in of direct voor de wei waarin de paarden stonden.

7.2.3 Data analyse

De 4 gemeten paslengtes zijn in centimeters genoteerd. De 1ste paslengte is genomen als uitgangswaarde oftewel als 0-meting, waarna de verandering – positief dan wel negatief – van de 2de, 3de en 4de pas ten opzichte van de 1ste pas is berekend. Dit is uitgedrukt in procenten om de toename dan wel afname in verhouding tot de 0-meting uit te kunnen drukken. Tevens is op deze manier een gemiddelde waarde te bepalen van de verandering – positief dan wel negatief – van alle paarden per behandelronde.

7.3 Resultaten

De gemeten paslengtes van de behandelde paarden zijn opgenomen in tabel 1. Die van de controlegroep staan vermeld in tabel 2 hieronder.

Tabel 1: Behandelgroep

	Paslengte* (in cm)				Procentuele verbetering of verslechtering t.o.v. 1ste meting		
Paard	**1ste meting**	**2de meting**	**3de meting**	**4de meting**	**2de x 1ste**	**3de x 1ste**	**4de x 1ste**
1	154	179	175	181	16,2%	11,7%	15,4%
2	172	177	196	175	2,9%	13,6%	1,5%
3	176	178	182	184	1,1%	3,4%	4,4%
4	173	180	181	176	4,0%	4,4%	1,7%
5	190	192	177	188	1,1%	-6,8%	-1,1%
6	171	173	164	168	1,2%	-4,0%	-1,8%
7	172	177	180	183	2,9%	4,5%	6,1%
8	170	175	178	175	2,9%	4,6%	2,8%
9	182	179	171	180	-1,6%	-6,1%	-1,2%
10	157	145	168	161	-7,6%	7,6%	2,4%
				Gemiddelde:	**2,3%**	**3,3%**	**3,0%**

Tabel 2: Controlegroep

	Paslengte* (in cm)				Procentuele verbetering of verslechtering t.o.v. 1ste meting		
Paard	**1ste meting**	**2de meting**	**3de meting**	**4de meting**	**2de x 1ste**	**3de x 1ste**	**4de x 1ste**
11	188	185	196	180	-1,6%	4,3%	-4,1%
12	170	175	168	181	2,9%	-1,1%	6,5%
13	99	96	98	99	-3,0%	-1,0%	0,0%
14	169	163	175	174	-3,6%	3,7%	2,9%
15	184	176	172	194	-4,3%	-6,8%	5,8%
16	179	177	176	171	-1,1%	-1,7%	-4,5%
17	168	169	171	180	0,6%	1,8%	7,0%
18	189	181	183	197	-4,2%	-3,3%	4,4%
19	184	180	173	177	-2,2%	-6,1%	-4,0%
20	163	181	170	167	11,0%	3,9%	2,4%
				Gemiddelde:	**-0,5%**	**-0,6%**	**1,6%**

*Paslengte: afzet tot en met de landing van het linker achterbeen, gemeten in cm.

Toelichting op de tabellen

Wat in beide tabellen opvalt, is dat er een vrij groot verschil in zowel positieve als negatieve verandering van de paslengtes ten opzichte van de 1ste meting is gemeten.

Tabel 1
Voor tabel 1 geldt dat één paard (#1) een vrij extreme verbetering laat zien. Wanneer deze waardes uit de tabel genomen worden, is er desondanks nog steeds een positieve gemiddelde verbetering gemeten, dat vanzelfsprekend wel iets lager uitkomt.

De gemiddelde procentuele verbeteringen ten opzichte van de 1ste meting komen overeen met de bevindingen gedurende de 3 behandelingen. De eerste behandeling voelde als een kennismaking. De paarden waren niet gewend op deze manier behandeld te worden. Desalniettemin voelden de behandelingen in de eerste ronde wel effectief. Opvallend was dat de meeste spanning en bewegingsbeperkingen in de nek en cto gebied gevonden werden.
De tweede behandeling vormde doorgaans een mooi vervolg op de eerste behandeling en kon worden doorgewerkt aan verbetering van de spanning en bewegingsbeperkingen, die gevonden waren tijdens de eerste behandeling.
De derde behandeling voelde voor een aantal paarden als "puntjes op de i". Bij een aantal andere paarden was het mogelijk nog echt te verbeteren in vergelijking met de tweede behandeling.

Tabel 2
Hoewel ook hier voor een aantal paarden een behoorlijke verandering gemeten is ten opzichte van de eerste meting, vervaagt dit voor een groot deel in het gemiddelde van het totaal.

7.4 Discussie

Dit onderzoek had tot doel om het effect van osteopatische behandelingen op een weggedrukte rug te bepalen.
De paarden zijn daartoe drie keer behandeld en iedere keer is voor de behandeling de paslengte in de stap gemeten. En ongeveer een half uur na de laatste behandeling is nog een keer de paslengte gemeten.
Er zijn geen andere indicatoren gebruikt om de resultaten van de behandelingen te meten.

De resultaten van het onderzoek zijn positief en wijzen erop dat osteopatische behandelingen een positief effect kunnen hebben op een manegepaard met een weggedrukte rug.
Tijdens de eerst twee behandelingen lijkt de paslengte toe te nemen, waarna de verbetering stabiliseert.

De gemiddelde veranderingen bij de controle groep lagen lager.

Er zijn een aantal kanttekeningen bij dit onderzoek te plaatsen voordat er te positieve conclusies over het effect van de behandelingen worden getrokken.

Als gevolg van het weer en de situatie op de manege zijn niet alle paarden gedurende de onderzoeksperiode de gehele tijd onder precies dezelfde omstandigheden gehouden. Tijdens de eerste behandeling stonden een aantal paarden overdag op stal, daarna stonden ze 's nachts op stal.
Eén paard ("paard 1" in tabel 1) is in de week na de eerste behandeling in een andere groep/wei geplaatst, waar ze echte vriendjes maakte, wat een positief effect leek te hebben op haar gemoed en lichamelijke toestand.
Hierdoor waren de omstandigheden voor de volgende behandelingen niet precies gelijk aan die van de eerste behandeling.

Door praktische redenen was het moment van de dag waarop ieder paard iedere keer is behandeld niet per sé gelijk aan de voorgaande behandelingen.
En niet iedere keer is de paslengte van ieder paard op dezelfde plek opgemeten als de eerste meting. Daarbij, hoewel getracht is om één en hetzelfde tempo aan te houden tijdens de meting, hebben de metingen niet plaatsgevonden onder gestandaardiseerde omstandigheden.

De paarden waren niet bekend met "het worden behandeld". In verband met de situatie ter plaatse en de planning om na de zomervakantie de lessen weer op te starten, hebben de behandelingen in een relatief korte periode plaatsgevonden. Of een langere tijd tussen de behandelingen een ander effect zou hebben gehad, is niet onderzocht.

Voor iedere meting is één paslengte gemeten. In de toekomst zou het opmeten van 3 passen per keer – om daarna daar het gemiddelde van te nemen – een betrouwbaarder beeld geven. Omdat op deze manier de verlenging of verkorting van juist die ene gemeten pas enigszins teniet wordt gedaan. De statistische waarde van de meting wordt zodoende aanzienlijk vergroot.

8. Conclusies

Over de invloed van 'het bereden worden door beginnende ruiters' op het lichaam van een manegepaard kunnen we concluderen dat de natuurlijke scheefheid van het paard en de onbalans van de ruiter een grote impact hebben op het lichaam van het paard.

Doordat het manegepaard niet begeleid wordt naar een correcte verticale balans, loopt het paard uit balans. Hij compenseert zijn onbalans door zijn rugspieren aan te spannen, waardoor hij zijn rug strekt en wegdrukt.

De onbalans van het paard heeft een grote invloed op de m. longissimus dorsi en daarmee ook op zijn directe tegenspeler de m. rectus abdominis. Beide spieren hebben als functie de wervelkolom te laten bewegen (richting extensie respectievelijk flexie).

Uit wetenschappelijk onderzoek blijkt echter dat beide spieren vooral werken om extreme bewegingen van de wervelkolom te dempen en zo zorgen voor stabilisatie van de wervelkolom.

Wanneer de m. longissimus dorsi en m. rectus abdominis gestoord worden in hun functie verkort de paslengte, wordt de landing harder en beweegt de rug verder naar extensie dan wenselijk is voor een goed en gezond functioneren. Het risico op blessures neemt hierdoor toe.

Uit het onderzoek, uitgevoerd in het kader van deze thesis, blijkt dat osteopatische behandelingen een positief effect kunnen hebben op een weggedrukte rug en bij kunnen dragen aan het verbeteren van de paslengte in de stap van een manegepaard.
Hierbij dient opgemerkt te worden dat de metingen voor dit onderzoek niet onder gestandaardiseerde omstandigheden zijn uitgevoerd. Interessant zou zijn een soortgelijk onderzoek nog een keer uit te voeren, waarbij de omstandigheden voor de paarden gedurende het onderzoek geheel constant zijn en de paslengte wordt gemeten onder gestandaardiseerde omstandigheden.

9. Literatuurlijst

Audigié, F., & Pourcelot, P., & Degueurce, C., & Denoix, J.M., & Geiger D. (1999). Kinematics of the equine back: flexion-extension movements in sound trotting horses. *Equine Exercise Physiology 5, Equine Veterinary Journal, Supplement* (30), 210-213.

Beekman, C. (z.d.) Natuurlijke scheefheid. Geraadpleegd van http://www.carolabeekman.nl/natuurlijke-scheefheid/

De Rijk, M. (z.d.) De natuurlijke scheefheid. Geraadpleegd van https://www.atletischerijkunst.nl/theorie-van-de-atletische-rijkunst/27-theorie-database/51-de-natuurlijke-scheefheid.html

De Rijk, M. (z.d.) Het verticale evenwicht. Geraadpleegd van https://www.atletischerijkunst.nl/theorie-van-de-atletische-rijkunst/27-theorie-database/52-het-verticale-evenwicht.html

Denoix, J.M. & Pailloux, J.P. (2011) *Physical Therapy and Massage for the Horse* (2de ed.). Boca Raton, USA: CRC Press

Equitopia. (2017, 30 november). *Topline syndrome*. Geraadpleegd van https://www.youtube.com/watch?v=4fbXp-pDcHY

GetGet, Manege pagina. (z.d.). Manege en paardrijden in Groningen. Geraadpleegd van http://www.getget.nl/manege/manege%20groningen.html

Harman, J. (2004) *The Horse's Pain-Free Back and Saddle-Fit Book.* Vermont, USA: Trafalgar Square Books

Heuschmann, G. (2009) *Tug of war: classical versus "modern" dressage*. Londen, Engeland: J.A. Allen

Janura, M., & Dvorakova, T., & Peham, C., & Svoboda, Z., & Elfmark, M. (2010). The influence of walking speed on equine back motion in relation to hippotherapy. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift - Veterinary Medicine Austria,* (97), 87-91. http://www.wtm.at/smart_users/uni/user94/explorer/143/WTM/Archiv/2010/WTM_03-04-2010_Artikel_4.pdf

Janura, M., & Dvorakova, T., & Peham, C., & Svoboda, Z., & Elfmark, M. (2010). The influence of walking speed on equine back motion in

LaBelle, B. (2017, 15 augustus). The Significance of a Horse's Chest Sling Muscles Biomechanic Research by Hilary Clayton. Geraadpleegd van http://www.dressageheadlines.com/articles/dressage/significance-horse%E2%80%99s-chest-sling-muscles-biomechanic-research-hilary-clayton

Leibrandt, K. (2018). *Je paard succesvol trainen* (2de druk). Zelhem, Nederland: Maarten Beernink, Het Boekenschap

Licka, T, & Frey, A., & Peham, C. (2009) Electromyographic activity of the longissimus dorsi muscles in horses when walking on a treadmill. *The Veterinary Journal, 180*(1), 71-76.

Licka, T, & Peham, C., & Frey, A. (2004) Electromyographic activity of the longissimus dorsi muscles in horses during trotting on a treadmill. *American Journal of Veterinary Research, Vol 65*(2), 155-158.

Licka, T., & Peham, C., & Zohmann, E. (2001) Treadmill study of the range of back movement at the walk in horses without back pain. *American Journal of Veterinary Research, Vol 62*(7), 1173-1179.

Manege Gasselte. (z.d.) Berend. Geraadpleegd van http://www.manege-gasselte.nl/paarden/manege-paarden/berend

Manege Tjoonk. (z.d.). Leren Paardrijden. Geraadpleegd van http://www.manegetjoonk.nl/de-manege/leren-paardrijden/

Masterson, J. & Hughes, C. (2015) *The Dressage Horse Optimized.* Vermont, USA: Trafalgar Square Books

McLeod, A. (2012). Why Is An Understanding Of Biomechanics Important? Geraadpleegd van http://www.horsemagazine.com/thm/2012/10/why-is-an-understanding-of-biomechanics-important/

Paard.net. (2015, 9 augustus) Leren Paardrijden. Geraadpleegd van https://www.paard.net/leren-paardrijden/

Rachen-Schöneich, G. & Schöneich, K. (2016) *Straightening the Crooked Horse.* Vermont, USA: Trafalgar Square Books

Ridgeway, K, (2016, 6 juli). Low Heel / High Heel Syndrome. Geraadpleegd van https://drkerryridgway.com/2016/07/06/low-heel-high-heel-syndrome/

Robert, C., & Audigié, F., & Valette, J.P., & Pourcelot, P., & Denoix J.M. (2001). Effects of treadmill speed on the mechanics of the back in the trotting saddlehorse. *Equine Veterinary Journal, Supplement* (33), 154-159.

RodandDenise. (2012, 4 april) Movement of the lumbar spine. Geraadpleegd van http://www.rodnikkel.com/content/index.php/saddle-tree-blog-from-shop-and-desk/movement-of-the-lumbar-spine/

RodandDenise. (2012, 13 november) Back movement and muscle contractions. Geraadpleegd van http://www.rodnikkel.com/content/index.php/saddle-tree-blog-from-shop-and-desk/back-movement-and-muscle-contractions/

Snellenberg, W. (2016) *Handboek Sportmassage* (14de druk). Utrecht, Nederland: Kosmos Uitgevers

Van Daalen, T. (2015, 13 februari). Coördinatie van ruiter en paard. Geraadpleegd van https://www.bitmagazine.nl/instructie/coordinatie-van-ruiter-en-paard/30633/

Von Scheven, C. (2010). *The Anatomy and Function of the equine thoracolumbar Longissimus dorsi muscle.* Geraadpleegd van https://edoc.ub.uni-muenchen.de/12178/1/Scheven_Christina_von.pdf

Wakeling, J., & Ritruechai, P., & Dalton, S., & Nankervis, K. (2007). Segmental variation in the activity and function of the euqine longissimus dorsi muscle during walk and trot. *Equine and comparative Exercise Physiology, 4*(2), 95-103. https://hartpury.pure.elsevier.com/ws/portalfiles/portal/8420783/Segmental_variation_in_the_activity_and_function_of_the_equine_longissimus_dorsi_muscle_during_walk_and_trot.pdf https://www.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.2042-3306.1999.tb05219.x

Wolschrijn, C., Audigié, F., Wijnberg, I.D., Johnston, C., Denoix, J.M. & Back, W. (2016, 8 juni) The neck and back. Geraadpleegd van https://veteriankey.com/the-neck-and-back/

Wyche, S. (2017) *The Horse's Muscles in Motion*. Marlborough, Engeland: The Crowood Press Ltd.

Bijlage 1: Spieren

Nek en hals

M. Brachiocephalicus
Origo: *Cleidocephalicus:* processus mastoideus os temporale, *Cleidobrachialis:* intersectio clavicularis
Insertie: *Cleidocephalicus:* intersectio clavicularis. *Cleidobrachialis:* crista humeri, tuberositas deltoidea
Functie: flexie hoofd en rotatie naar lateraal. Ledematen naar craniaal

M. Longissimus Atlantis
Origo: processus articularis CIII-VII, processus transeversi TI-II
Insertie: ala atlas
Functie: bilaterale contractie heft de hals. Unilaterale contractie buigt de hals lateraal.

M. Longissimus Capitis
Origo: processus articularis CIII-VII, processus transversus TI-II
Insertie: processus mastoideus ossis temporalis
Functie: bilaterale contractie heft hoofd en hals. Unilaterale contractie buigt hoofd en hals lateraal.

M. Multifidus Cervicis,
Origo: processus articularis CIII-VII
Insertie: processus spinosus CII- VI
Functie: bilaterale contractie: extensie nek. Unilaterale contractie: buiging nek lateraal en rotatie.

M. Semispinalis Capitis
Origo: processus transversi T1-VII, processus articularis CIII-VII
Insertie: crista nuchae ossis occipitale
Functie: bilaterale contractie heft hoofd en hals. Unilaterale contractie buigt hoofd en hals lateraal.

M. Splenius Capitis & Cervicis
Origo: ligamantum nuchae, fascia thoraco lumbalis, processus spinosi TIII-V
Insertie: crista nuchae, processus mastoideus, ala atlas, processus transversi CIII-V
Functie: bilaterale contractie heft hoofd en hals. Unilaterale contractie buigt hoofd en hals lateraal.

Rompspieren

Extensoren – rugspieren

M. Iliocostalis (Lumbaal, Thoracaal en Cervicaal)
Origo: *Cervicis;* tussen processus transversi van C4-T1. *Lumbalis;* processus transversi lumbale wervels. *Thoracis;* ribben.
Insertie: caudale zijde van rib 1-15, dwarsuitsteeksels van laatste cervicale halswervels.
Functie: extensie rug. Lateroflexie rug. Stabiliseert de wervelkolom.

M. Longissimus Cervicis
Origo: processus transversi T1-T7, m. longissimus thoracis, m. semispinalis capitis
Insertie: processus transversi C4-C7
Functie: extensie rug en nek en stabilisatie. Lateroflexie van wervelkolom.

M. Longissimus Thoracis & Lumborum

Origo: ala ossis ilii, processus spinosi ossis sacri, vertebrae lumbalium en thoracicorum
Insertie: processus transversi en mamillares lumbale en thoracale wervels, tuberculi costarum.
Functie: extensie rug en nek en stabilisatie. Lateroflexie van wervelkolom.

M. Spinalis

Origo: processus spinosi van de lumbale wervels en T13-T18. Fascia van m. longissimus dorsi
Insertie: processus spinosi van T 1-7 en C 3-7
Functie: fixatie rug en hals. Lateraal brengen van hals.

Flexoren – buikspieren

M. Obliquus Externus Abdominis

Origo: *Pars costales:* laterale zijde costa's 4-18. *Pars lumbalis:* fascia thoracolumbalis en tuber coxae
Insertie: buikpees: linea alba en tendo praepubicus, bekkenpees: ligamentum inguinale en tendo praepubicus
Functie: ondersteunt buikinhoud. Helpt bij plassen, mesten en uitademen. Flexie rug.

M. Obliquus Internus Abdominis

Origo: Tuber coxae en ligamentum inguinale
Insertie: linea alba, costa 18, cartilago costa's 14-18
Functie: ondersteunt buikinhoud. Helpt bij plassen, mesten en uitademen. Flexie rug. Hulp bij geboorte.

M. Rectus Abdominis

Origo: sternum, processus xiphoideus, cartilago van costa's 4-9
Insertie: tendo praepubicus; afgeleide deel van ligamentum accassorium ossis femoris.
Functie: Ondersteunt buikinhoud. Helpt bij plassen, mesten en uitademen. Flexie rug.

M. Tranversus Abdominis

Origo: *Pars Costalis:* vanaf cartilago costa 7. *Pars Lumbalis:* processus transversi lumbale wervels.
Insertie: linea alba
Functie: ondersteunt buikinhoud. Helpt bij plassen, mesten en uitademen. Flexie rug. Hulp bij geboorte.

Ledematen

Schoudergordel

M. Pectoralis Ascendes

Origo: cartilago costa's 4-9, cartilago xiphoidea en fascia m. obliquus externus abdominis
Insertie: tuberculum minus humerus, mediale lip intertuberculaire groeve, loopt uit in ligamentum transversum humeri, over de origo van m. coracobrachialis, de insertie van de m. supraspinatus en de origo van de m. biceps brachii.
Functie: *vrij lidmaat:* scapula en voorbeen naar caudaal, endorotatie, stabilisatie van glenohumeraal gewricht. *Gefixeerd lidmaat:* romp craniaal brengen, ondersteunen thorax en inspiratiehulp.

M. Pectoralis Descendens
Origo: manubrium sterni
Insertie: crista humeri en fascia antebrachii
Functie: *Gefixeerde romp:* voorwaarts bewegen van been, lichte adductie en dragen van het been. *Gefixeerd been:* zijwaarts bewegen van de romp.

M. Pectoralis Transversus
Origo: sternum en costa's 1-6
Insertie: loopt uit in de fascia antebrachii
Functie: *Gefixeerde romp:* adductie en dragen van been. *Gefixeerd been:* Zijwaarts bewegen van de romp naar het geabduseerde been toe.

M. Serratus Ventralis Cervicis & Thoracis
Origo: processus transversi C3-C7, eerste 7-9 ribben
Insertie: cartilago scapulae, facies serrata
Functie: ophangapparaat voor de romp. *Cervicaal deel:* extensie hals, lateroflexie, anteversie scapula. *Thoracaal deel:* retroversie scapula.

M. Subclavius
Origo: zijkant sternum van cartilago costa's 1-4
Insertie: fascia m. supraspinatus en craniale hoek scapula
Functie: *vrij lidmaat:* anteversie scapula en assisteert achterwaarts brengen been. *Gefixeerd lidmaat:* strekken en stabilisatie glenohumeraal en heffen thorax tussen beide scapula in. Inspiratiehulp.

Voorbenen

Spieren van de schouder

M Deltoideus
Origo: tuberculum spina scapula, caudale boord scapula en op fascia van m. infraspinatus
Insertie: tuberositas deltoidea humerus
Functie: flexor van gleohumeraal gewricht en abductie humerus.

M. Infraspinatus
Origo: fossa infraspinatus, cartilago scapula en spina scapula
Insertie: tuberculum majus humerus
Functie: buigen van schoudergewricht en abductie.

M. Latissimus Dorsi
Origo: fascia thoracolumbalis
Insertie: humerus, tuberositas teres major
Functie: *vrij lidmaat:* flexie glenohumeraal gewricht, naar achter brengen van humerus. *Gefixeerd lidmaat:* naar voor brengen romp, extensie glenohumeraal, lateroflexie wervelkolom.

M. Omotransversarius
Origo: fascia brachii, distale deel van scapula tot aan crista humeri
Insertie: processus transversi CII-IV en ala atlas
Functie: bilaterale contractie: flexie nek. Unilaterale contractie: lateraoflexie nek.

M. Rhomboideus
Origo: ligamentum nuchae, processus spinosi T2-3
Insertie: cartiloage scapula mediale zijde
Functie: fixatie scapula tegen schoft, extensie nek en dalen van de schoft, anteversie scapula.

M. Trapezius
Origo: ligamentum nuchae en C2-T10
Insertie: spina scapulae
Functie: anteversie en retroversie scapula. Extensie van de nek of schoft tussen schouderbladen trekken.

Spieren van het bovenbeen

M. Biceps Brachii
Origo: tuberositas supraglenoidale scapula
Insertie: tuberositas radii
Functie: strekt schouder, buigt elleboog. Coördineert de bewegingen tussen elleboog en schouder. Via het lacertus fibrosus stabiliseert zij het carpaal gewricht.

M. Triceps Brachii (3 kpppen: Caput longum, Caput laterale & Caput mediale)
Origo: *Longum;* caudale boord van scapula. *Laterale;* proximolateraal-caudaal op de humerus. *Mediale;* crista anconea van de humerus lateraal Laterale crista anconeus proximocaudaal op de humerus
Insertie: olecranon
Functie: strekken elleboog gewricht. Caput longum ook buigen schoudergewricht.

Spieren van het onderbeen

M. Extensor carpi radiale
Origo: crista epicondyli lateralis humeri en lateraal in de fossa radialis
Insertie: tuberositas MC III
Functie: Strekken carpus. Buigen van de elleboog.

Achterbenen

Spieren rond de heup

Iliopsoas:
M. Iliacus
Origo: *Lateraal deel:* facies iliaca van het ilium, ventrale zijde van S1, ventraal sacro-iliacaal ligament. *Mediaal deel:* os ilium vlakbij acetabulum
Insertie: trochanter minor samen met de m. psoas major.
Functie: kantelen van bekken naar ventraal, flexie heup. Synergist van de m. psoas major.

M. Psoas Major
Origo: corpus vertebrale T17 en T18, laterale zijde van L1-5, ventrale zijde van processus transversi van L1-L5
Insertie: Trochanter minor ossis femoris
Functie: flexie heupgewricht; naar voren brengen achterbeen en kantelen van bekken naar ventraal. Ondersteunen wervelkolom. Exorotatie en adductie van het femur.

M. Psoas Minor
Origo: ventraal aan T16-T18 en L1-L4
Insertie: tuberculum m. psoas minoris ossis ilii
Functie: *gefixeerde wervelkolom:* oprichten van het bekken. *Gefixeerd bekken:* fixatie en naar boven bewegen van het lumbale gedeelte van de wervelkolom.

Gluteaalspieren (bilspieren):
M. Gluteus Accessorius
Origo: ala ossis ilii
Insertie: distaal van de trochanter major
Functie: extensie heup, abductie en endorotatie van het femur.

M. Gluteus Medius
Origo: L1, ilium en crista iliaca
Insertie: trochantor major ossis femoris.
Functie: extensie van de heup, abductie en endorotatie van het femur.

M. Gluteus Profundus
Origo: collum illium
Insertie: trochanter major
Functie: abductor en endorotator van het femur. Stabilisatie van het heupgewricht.

M. Gluteus Superficialis
Origo: tuber coxae en tuber sacrale
Insertie: trochanter tertius
Functie: is van de gluteaal spieren de enige flexor van de heup, abductie en endorotatie en naar voren brengen van het been.

Spieren van het dijbeen

Craniale dijbeen spieren (quadriceps)

M. Rectus Femoris
Origo: voorzijde van het acetabulum ossis femoris
Insertie: basis en craniale zijde van de patella
Functie: extensie knie en flexie heup.

M. Tensor Fascia Latae
Origo: tuber coxae
Insertie: trochanter tertius ossis femoris, craniaal aan de tibia en aan patella
Functie: flexie heup. Endorotatie en abductie van het femur. Extensie knie.

M. Vastus Intermedius
Origo: proximaal deel van de craniale zijde van het femur
Insertie: basis van de patella
Functie: extensie knie.

M. Vastus Lateralis
Origo: laterale zijde, proximale helft van het femur
Insertie: craniale en laterale zijde van de patella.
Functie: extensie knie.

M. Vastus Medialis
Origo: proximaal op 2/3de van de mediale zijde van het femur
Insertie: craniale en mediale zijde van de tibia
Functie: extensie knie.

Caudale dijbeen spieren (hamstrings)

M. Biceps Femoris
Origo: sacrum S3-S5
Insertie: gaat over tuber ischiadicum naar calcaneum en voorzijde tibia en patella
Functie: extensie en abductie heup- , knie- en spronggewricht. Gedeeltelijk flexie kniegewricht door caudaal deel.

M. Semimembranosus
Origo: eerste coccygeale wervels en ventro mediale zijde tuber ischiadicum
Insertie: mediale condyl van het femur
Functie: *belast been:* extensie heup- en kniegewricht. *Onbelast been:* retroversie, adductie en endorotatie achterbeen.

M. Semitendinosus
Origo: sacrum S5 en eerste coccygeale wervels, ventraal over tuber ischiadicum en ischiadicum.
Insertie: calcaneum en mediale zijde tibia
Functie: *belast been:* extensie heup-, knie- en spronggewricht. *Onbelast been:* flexie kniegewricht.

Mediale dijbeen spieren (adductoren)

M. Adductor Magnus & Brevis
Origo Magnus: os ischium fascies ventralis (ventraal aan de symphysis pelvina)
Origo Brevis: ventraal aan het os pubis
Insertie Magnus: mediale condyl van het femur
Insertie Breve: mediale zijde halverwege het femur
Functie: adductie en extensie heupgewricht.

M. Gracillis
Origo: symphysis pelvina
Insertie: mediale proximale (en wat uitlopend naar craniale) zijde van tibia
Functie: adductie heup en flexie van de knie.

M. Pectineus
Origo: voorzijde ossis pubis
Insertie: midden mediale zijde van het femur
Functie: adductie en exorotatie femur. Flexor heup.

M. Sartorius
Origo: Ilium
Insertie: mediale zijde van de tibia
Functie: adductie bovenbeen. Flexie van de heup. Naar voren kantelen van het bekken.

Spieren van het onderbeen

Craniale spieren

M. Extensor Digitalis Longus
Origo: laterale condyl van het femur, samen met de m. peroneus tertius
Insertie: processus extensorius van de distale phalanx
Functie: extensie knie, flexie sprong, extensie phalangen.

M. Extensor Digitalis Lateralis
Origo: lateraal collateraal ligament van de knie, fibula
Insertie: versmelt onder de sprong met de pees van de m. extensor digitalis longus
Functie: zie functie m. extensor digitalis longus.

M. Peroneus Tertius
Origo: laterale condyl femur
Insertie: MT III en tarsaalbotjes
Functie: meer een ligament dan spier. Fibreuze band die het kniegewricht verbindt met de tarsus.

M. Tibialis Cranialis
Origo: tuberositas tibiae en laterale condyl van de tibia
Insertie: tuberositas op de proximale mediale zijde van MT III
Functie: flexie spronggewricht

Caudale spieren

M. Gastrocnemius
Origo: achterzijde van het femur, laterale en mediale oorsprongskop op tuberositas supracondylaris van het femur
Insertie: tuber calcanei
Functie: *belast been;* strekker van sprong, helpt mee aan het strekken van de knie. *Onbelast been;* flexie knie.

M. Flexor Digitalis Lateralis
Origo: caudale zijde van Tibia en proximaal op fibula en membrana interossea
Insertie: plantaire zijde van P3 (linea solaris)
Functie: extensie spronggewricht. Ondersteuning van de kogel. Flexie van de gewrichten MT t/m P1.

M. Flexor Digitalis Medialis
Origo: caudale boord van de laterale condyl van de tibia
Insertie: vervoegt zich bij de pees van de m. flexor digitalis lateralis ter hoogte van het midden van MT III
Functe: zie functie m. flexor digitalis lateralis.

M. Flexor Digitalis Superficialis
Origo: fossa supracondylaris lateralis ossis femoris, onder de laterale kop van de m. gastrocnemius
Insertie: proximale extremiteit aan de plantaire zijde van phalanx 2.
Functie: Flexie van P2 t.o.v. P1 en P1 t.o.v. MT III. Extensie sprong.

M. Soleus
Origo: proximale deel van de fibula
Insertie: voegt zich bij m. gastrocnemius ter hoogte van het onderste deel van de tibia
Functie: *belast been;* strekker van de sprong, helpt mee aan flexie knie. *Onbelast been;* flexie knie.

M. Tibialis Caudalis
Origo: laterale condyl van de tibia op de caudale zijde
Insertie: vervoegt zich boven het calcaneum bij de m. flexor digitalis lateralis
Functie: zie functie m. flexor digitalis lateralis.