Patricia de Cocq
Sector Milieukunde en Toegepaste Biologie, HAS Hogeschool
Experimentele Zoölogie, Wageningen Universiteit

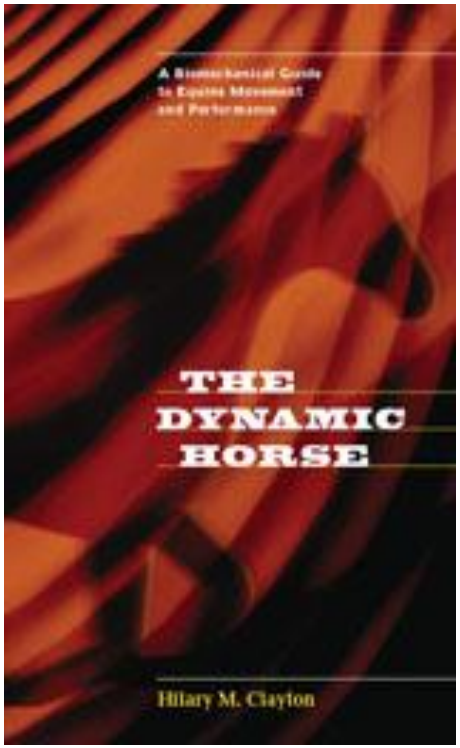
BIOMECHANICA EN ZADELMEETSYSTEMEN

Programma

- 13.30-15.00 Biomechanica rug paard
- 15.30-17.00 Zadelmeetsystemen

Biomechanica

- Spel van krachten in levende organismen



Biomechanica

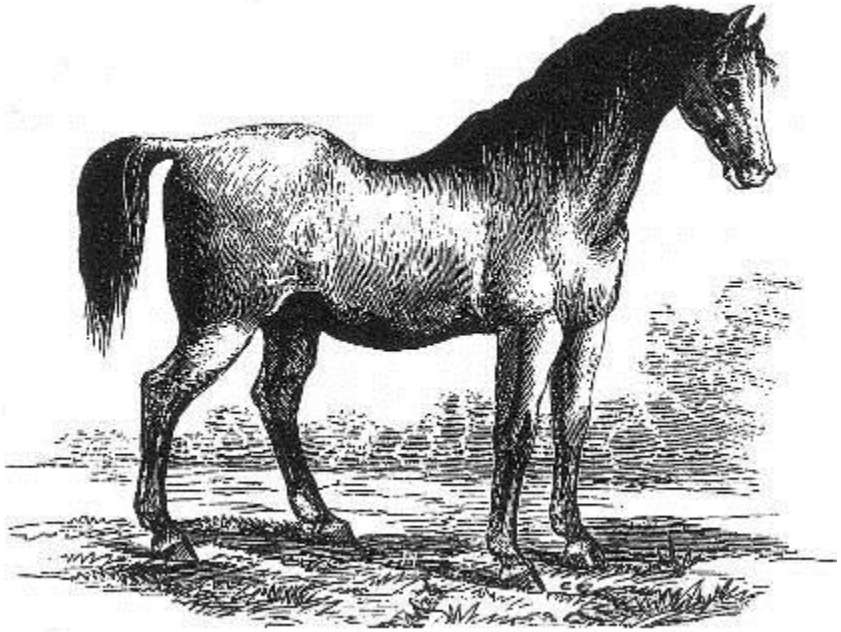
- Statica: lichaam in rust
- Dynamica: lichaam in beweging
- Kinematica: beschrijving bewegingen (zonder krachten)
- Kinetica: krachten die beweging veroorzaken

Biomechanica rug van het paard

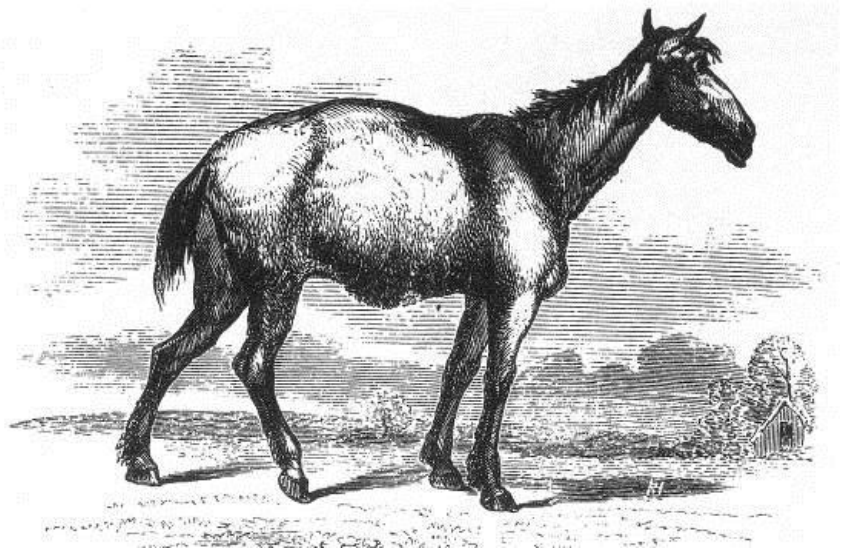
- Biomechanisch concept
- Toepassing in vorm van bewegingsonderzoek

Geschiedenis

Rugproblemen zijn niet beperkt tot het moderne paard…...



Holle rug (J.I. Lupton, 1876)



Bolle rug (J.I. Lupton, 1876)

……maar komen tegenwoordig zeker meer frequent voor

Geschiedenis

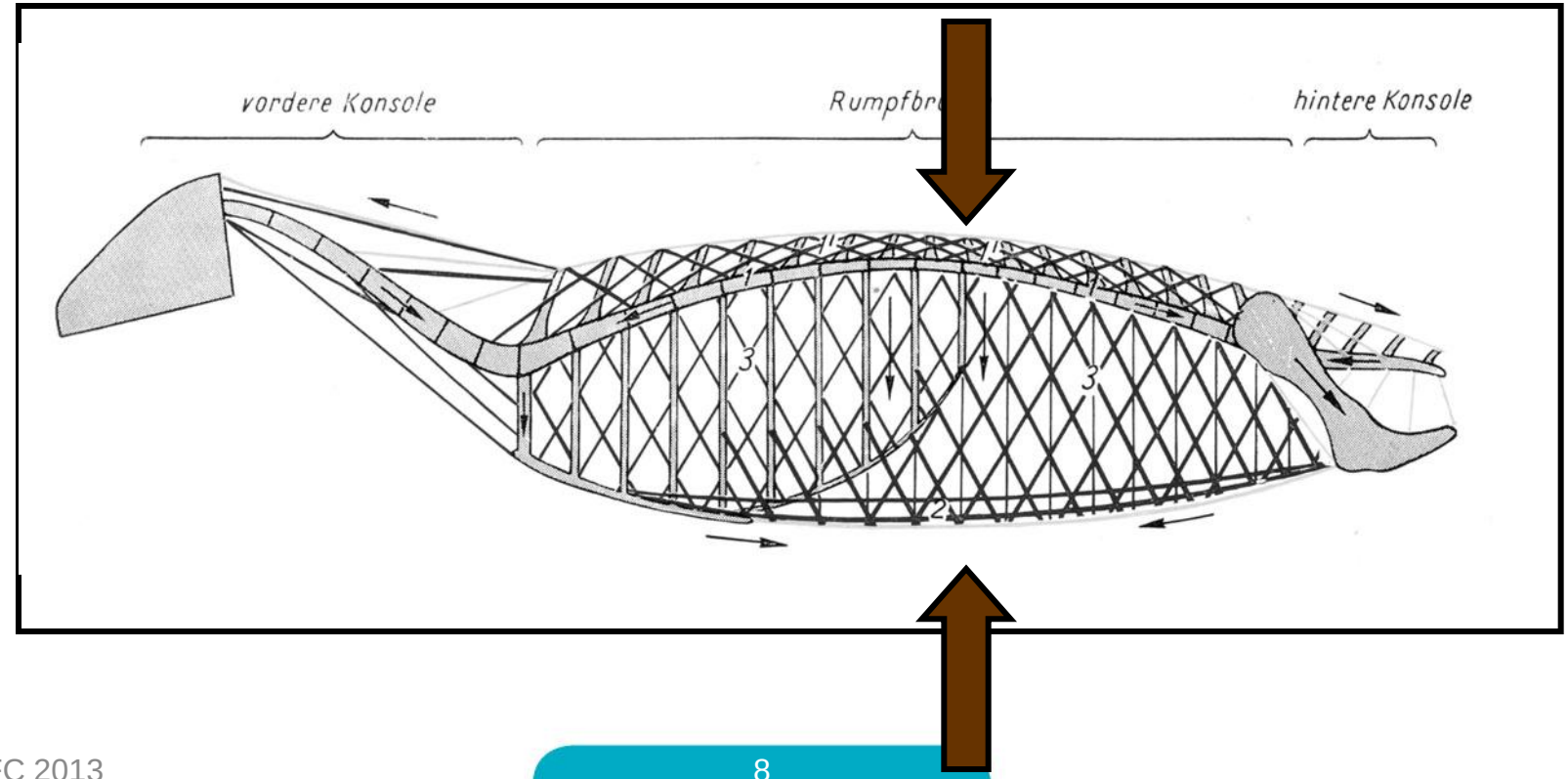
- Heel weinig klinisch onderzoek tot heel recent:

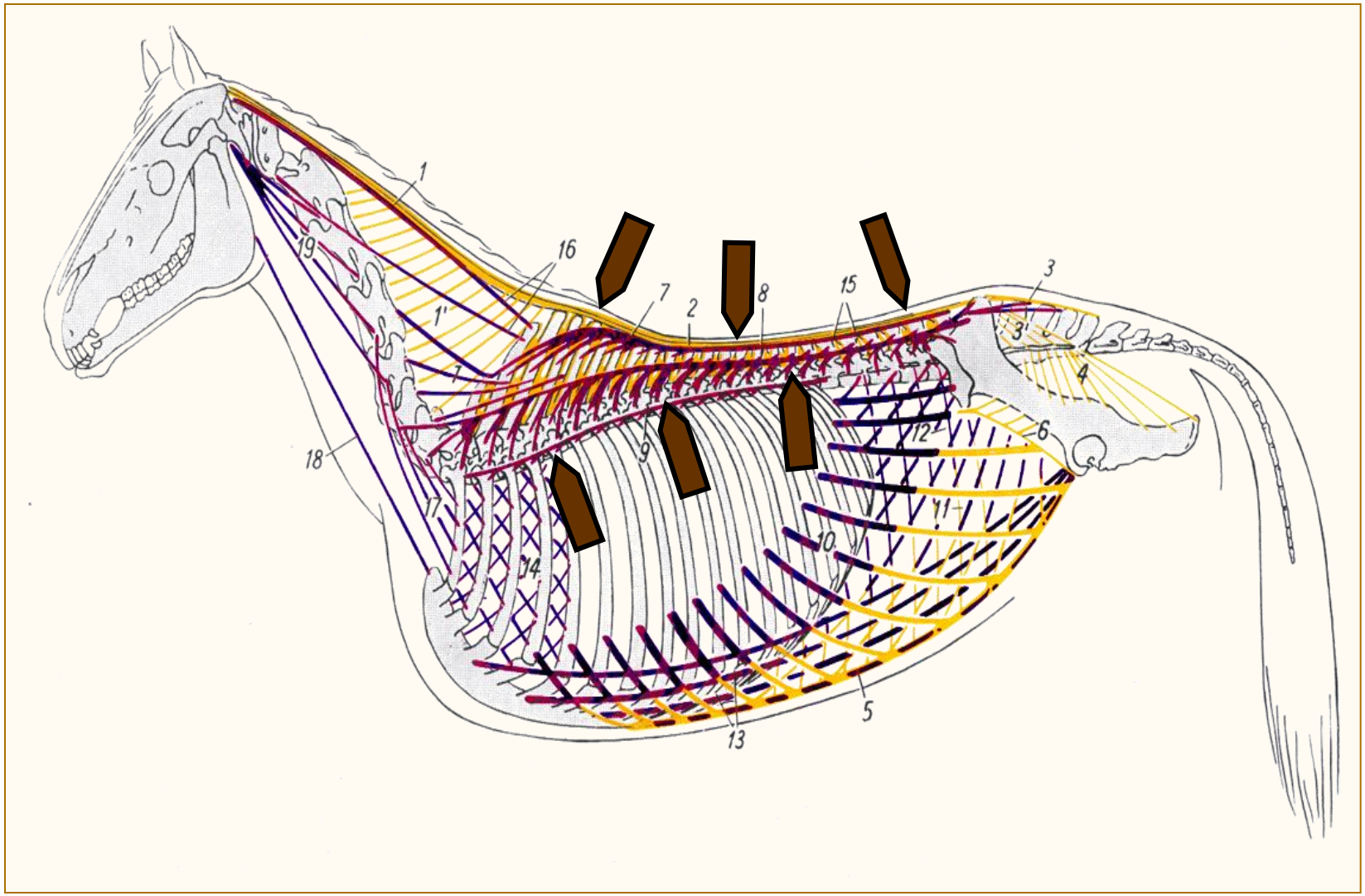
- Rugproblemen zijn moeilijk te diagnostiseren, omdat de rug slecht toegankelijk is voor diagnostische technieken
- Rugproblemen zijn moeilijk te behandelen, omdat objectieve evaluatie van de therapie erg moeilijk is

Functie van de rug

Het ‘bow and string’ concept

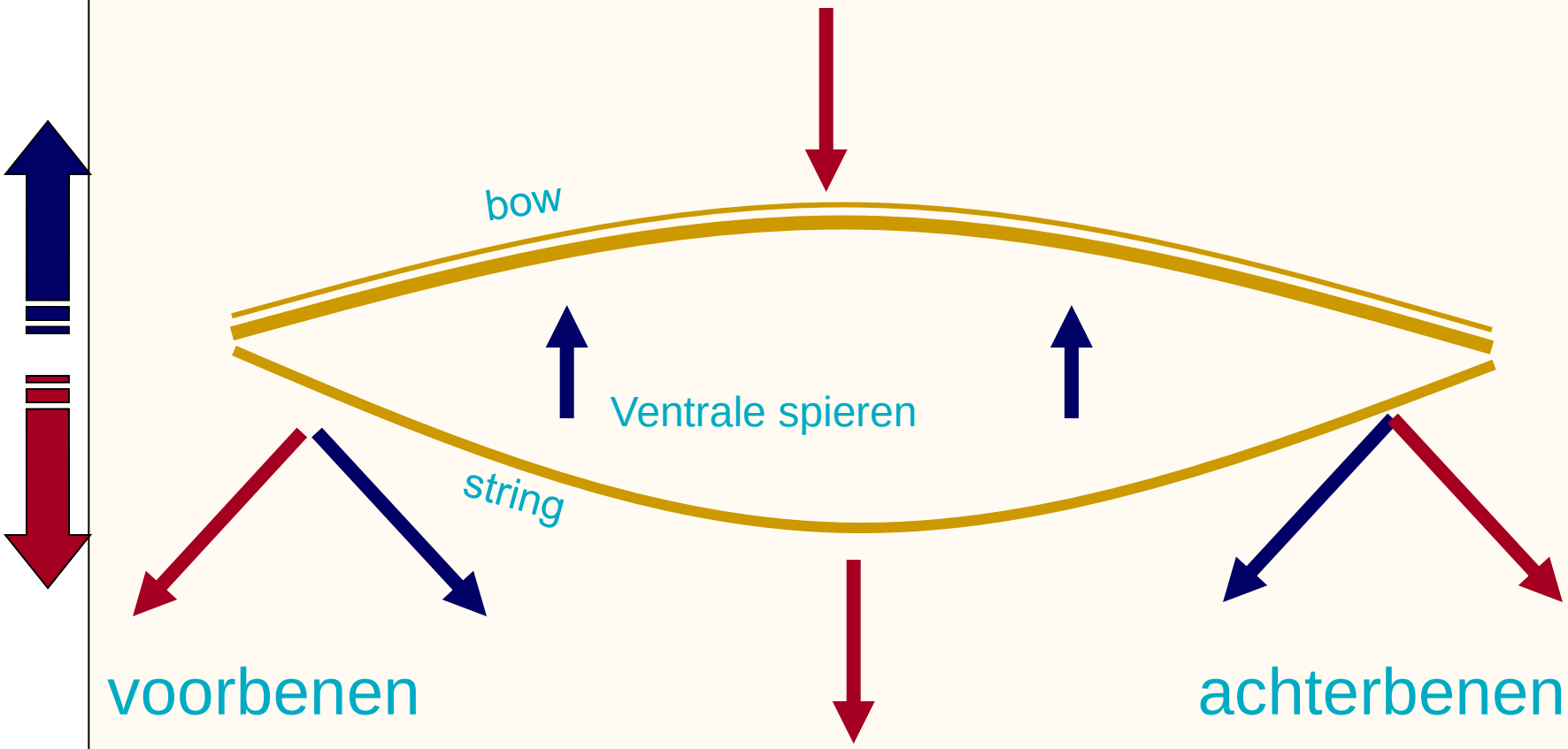
(Barthez 1798, Slijper 1946)





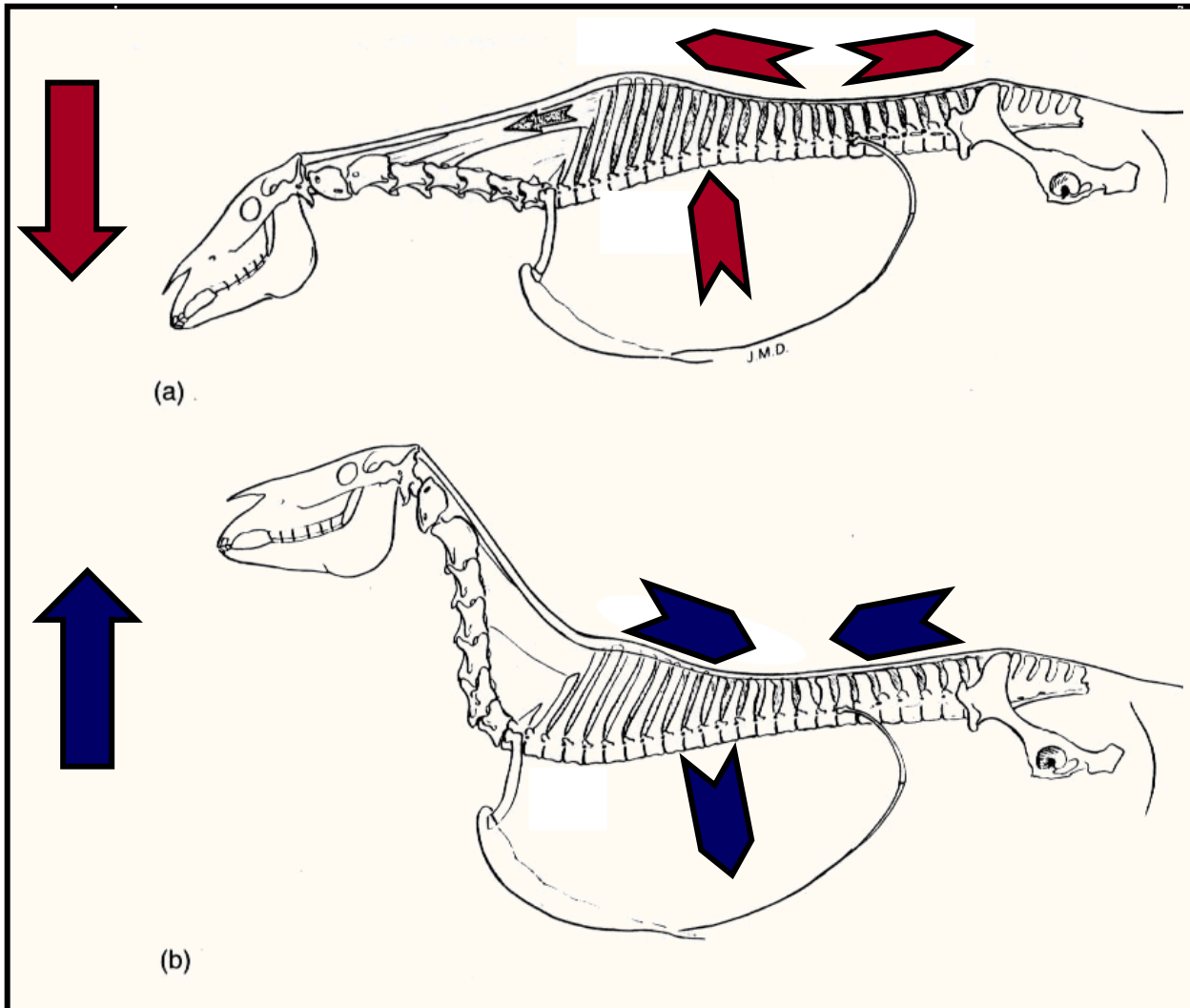
Het ‘bow and string’ concept toegepast op het paard

Dorsale spieren



Functie van de rug

Effect van houding hoofd en hals



Bewegingsonderzoek?

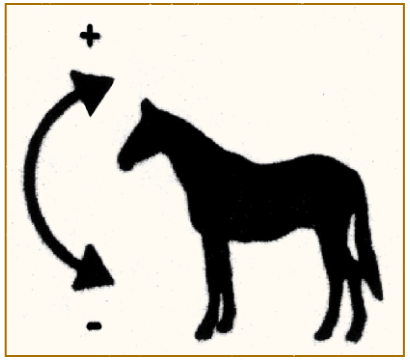
Faber *et al.* 1998-2001



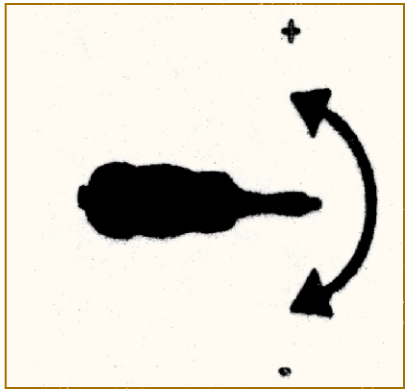
Nauwkeurigheid: graden

3-D analyse is mogelijk: bekijken van links, rechts, boven en onderen

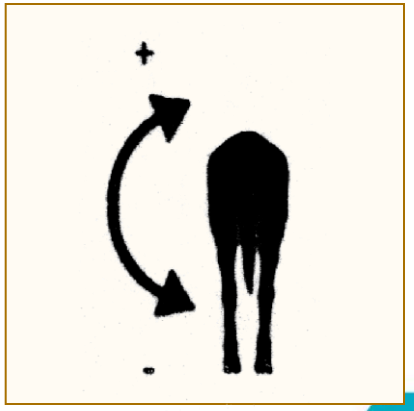
Meerwaarde boven klinisch onderzoek



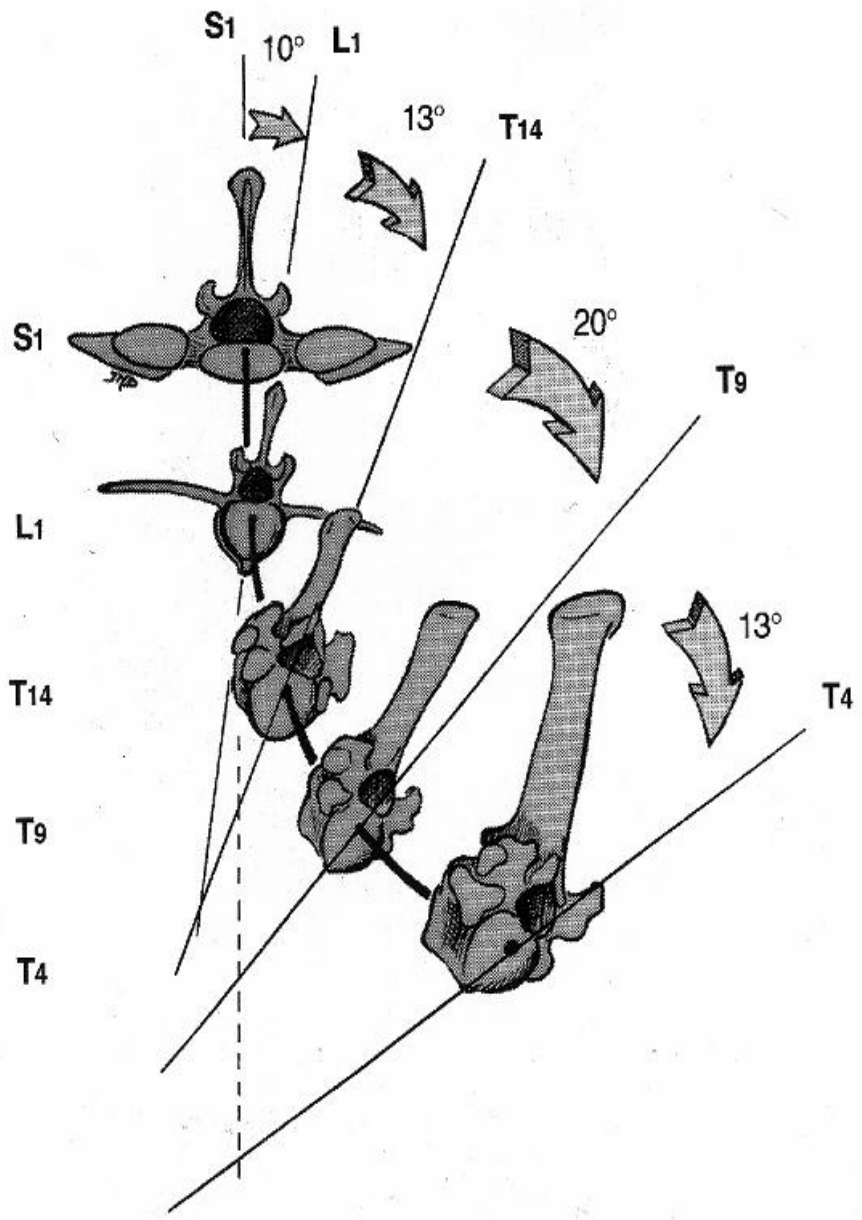
Buigen en strekken



Lateraal buigen



Axiale rotatie



Belangrijk!

Er is geen laterale buiging zonder axiale rotatie!
Alle bewegingen van de ruggengraat zijn gekoppeld



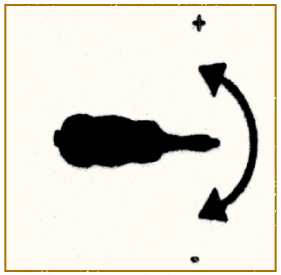
In vivo onderzoek



Maximale bewegingsrange (ROM)



Stap	Draf	Galop
7º	5º	16º



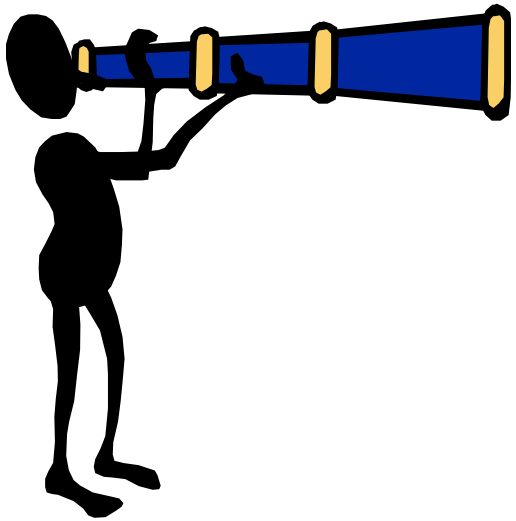
5.5º	3.5º	5º



13º	3º	8º

Klinische implicatie

Bekijk het paard in stap!



Klinische implicatie

Bekijk je paard van bovenaf!

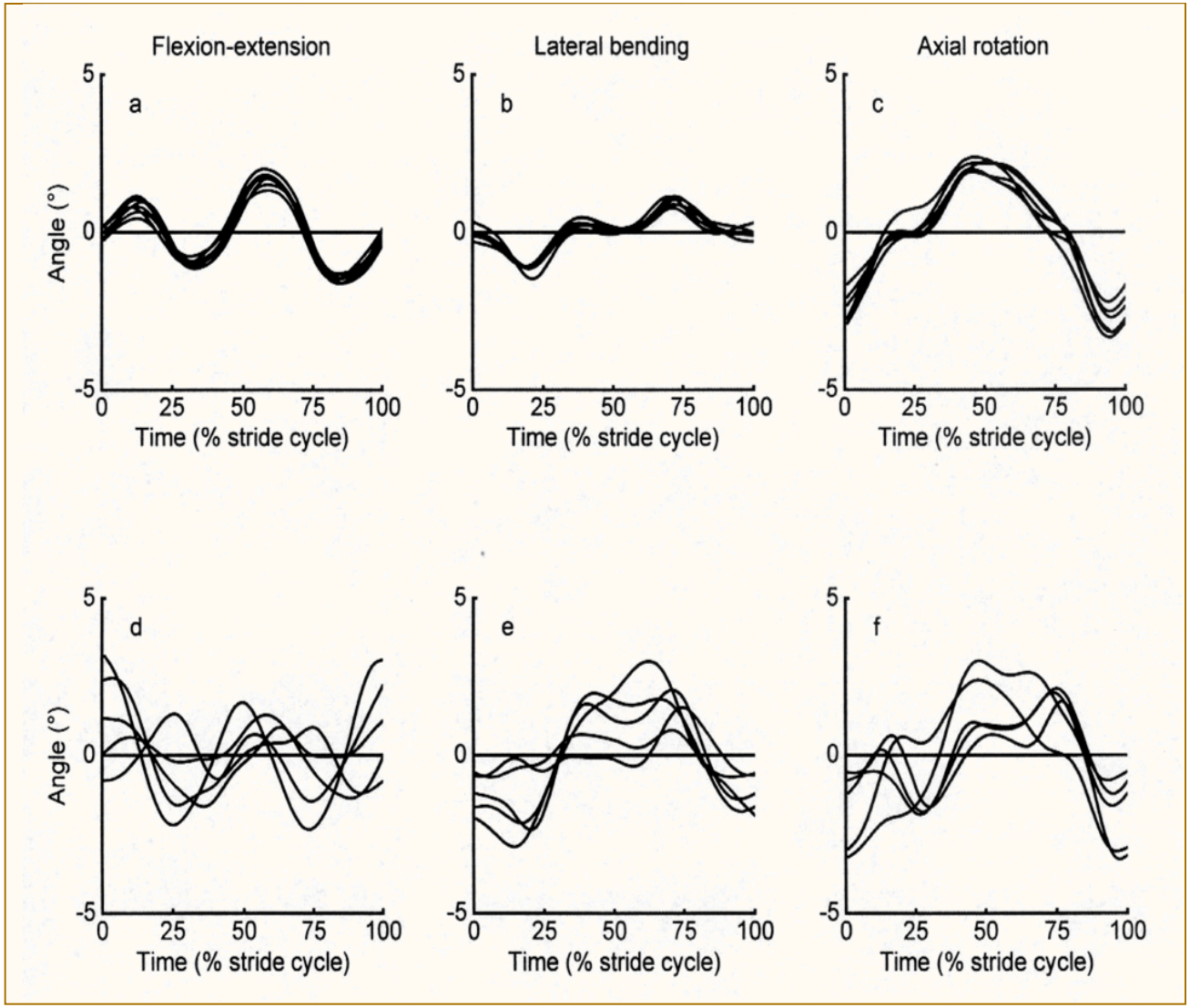


Bewegingen ruggenwervels

Variatie:

• Variatie binnen een paard is beperkt bij buigen en strekken en axiale rotatie (6-8%), maar groter bij laterale buiging (8-18%)

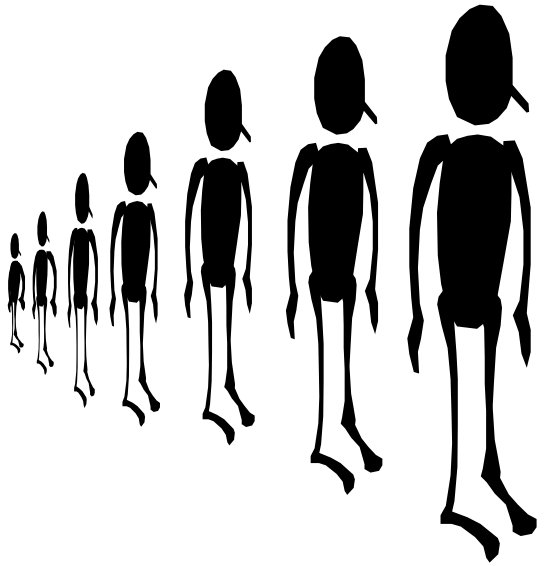
• De variatie tussen paarden is ook het grootste voor de laterale buiging (16-25%)



Inter- and intra-individual variation

Klinische implicatie

Er zijn even veel identieke paarden als er identieke mensen zijn!



Het effect van een zadel en gewicht

- Rol zadels bij rugproblemen



De Cocq *et al.*, 2004

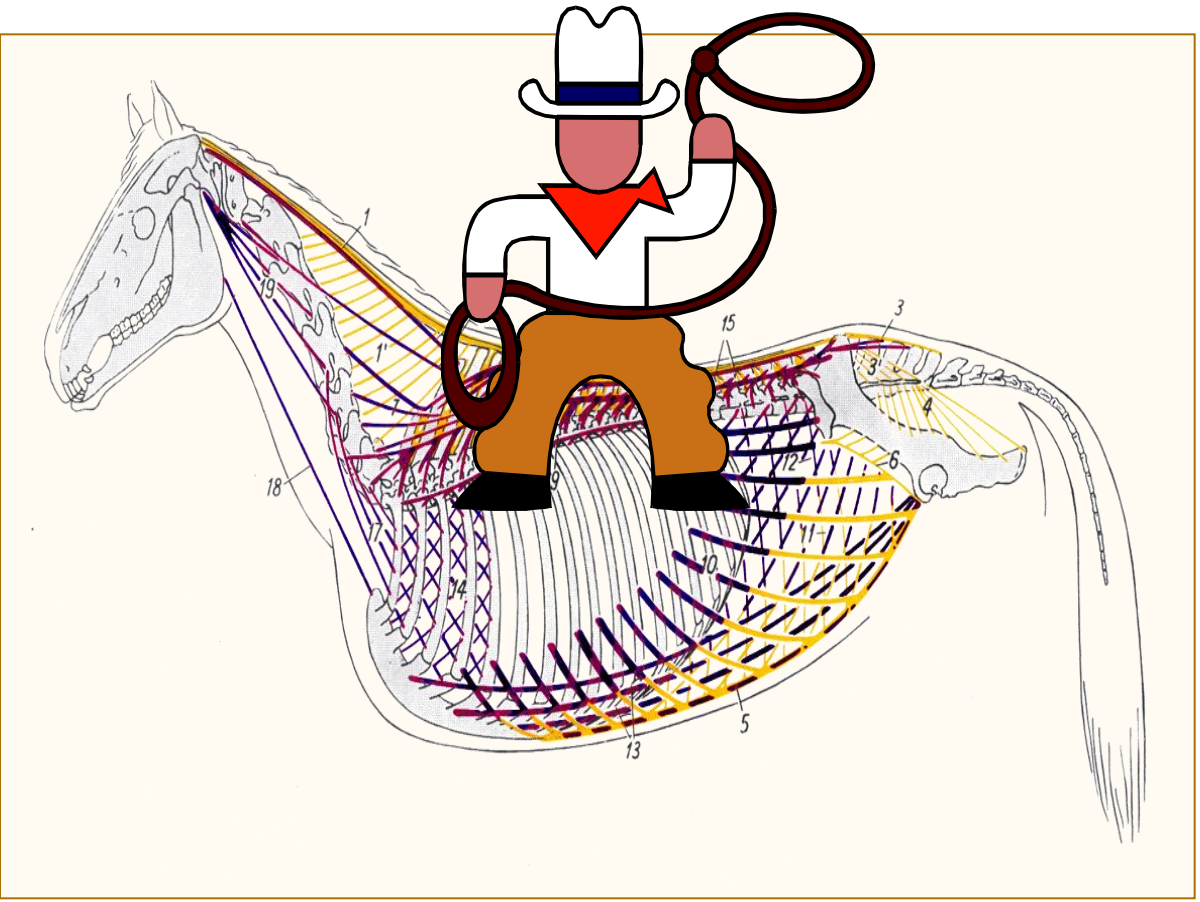
Inleiding

- “singeldwang”, weke delen blessures
- Kissing spine syndrome (KSS)





Het probleem





Vier situaties



Onbelast



Longeersingel



Zadel

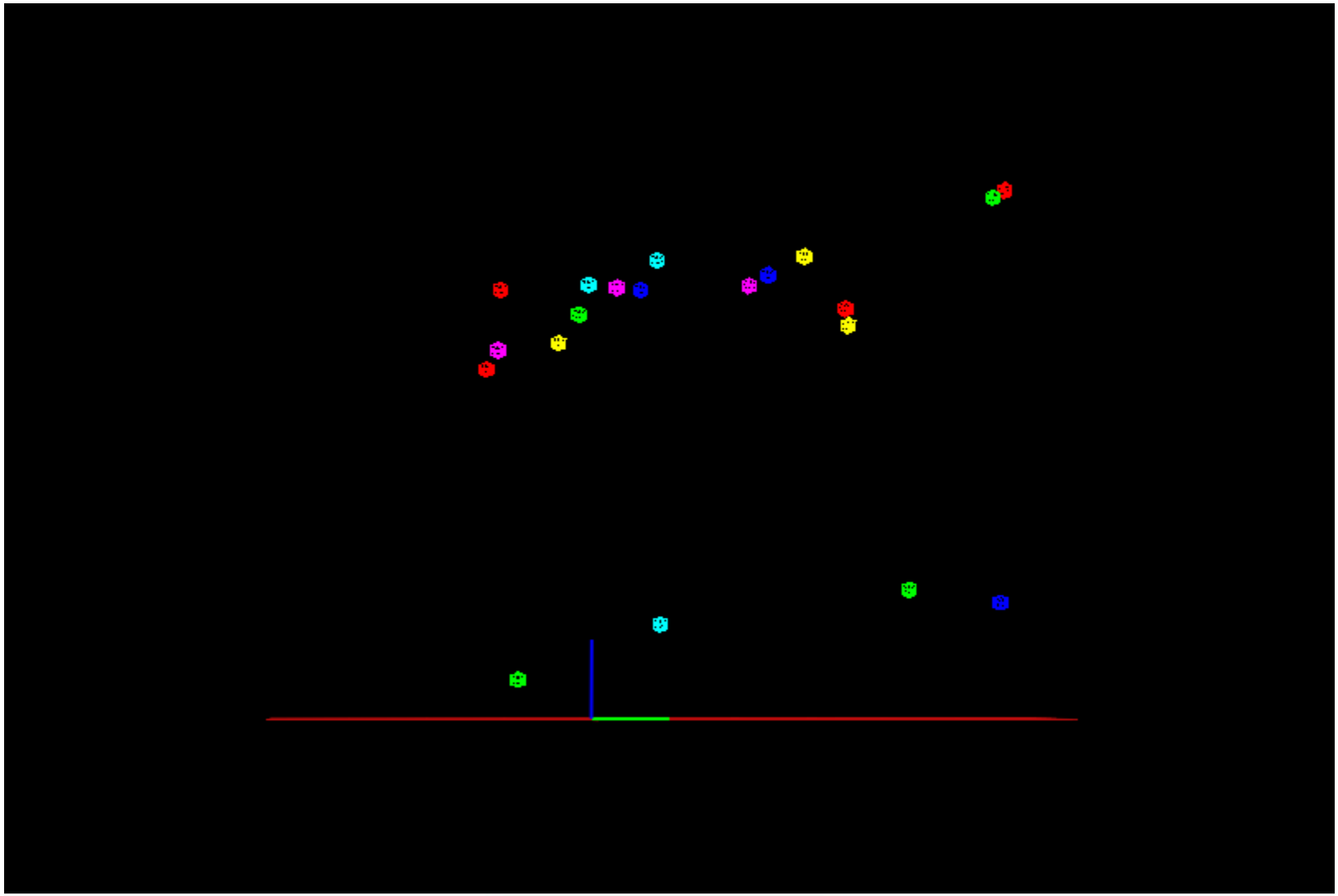


Zadel met gewicht

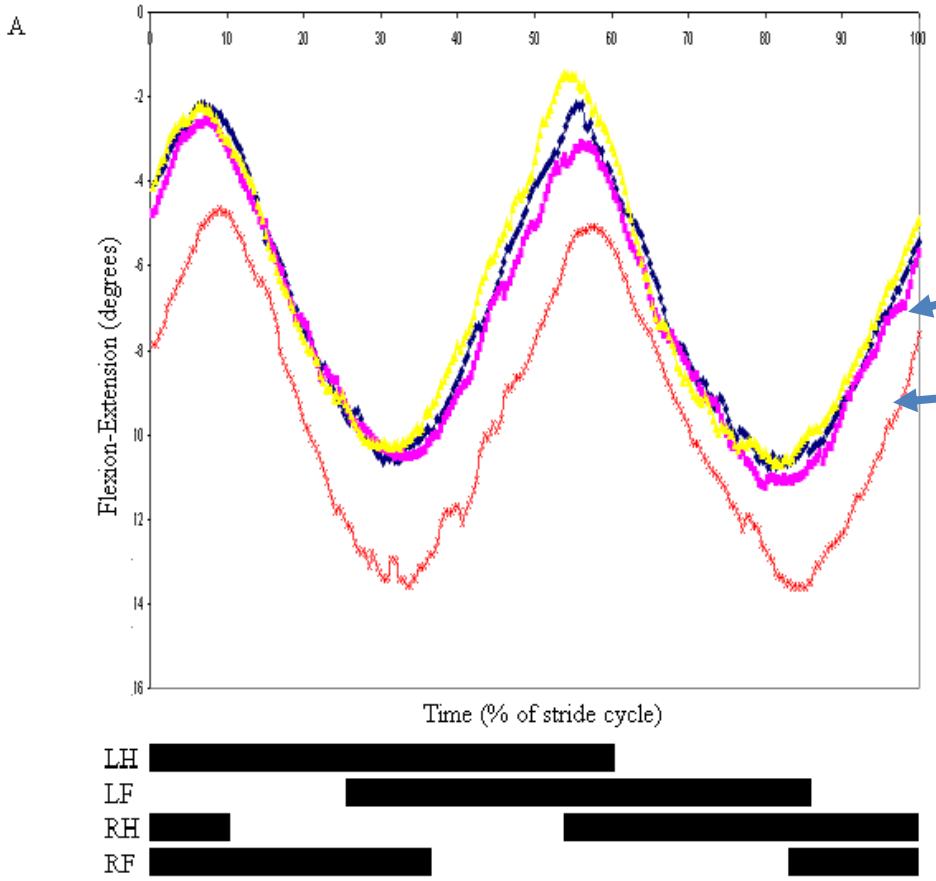
Meetopstelling



ProReflex



Het effect van zadel met gewicht



Andere situaties

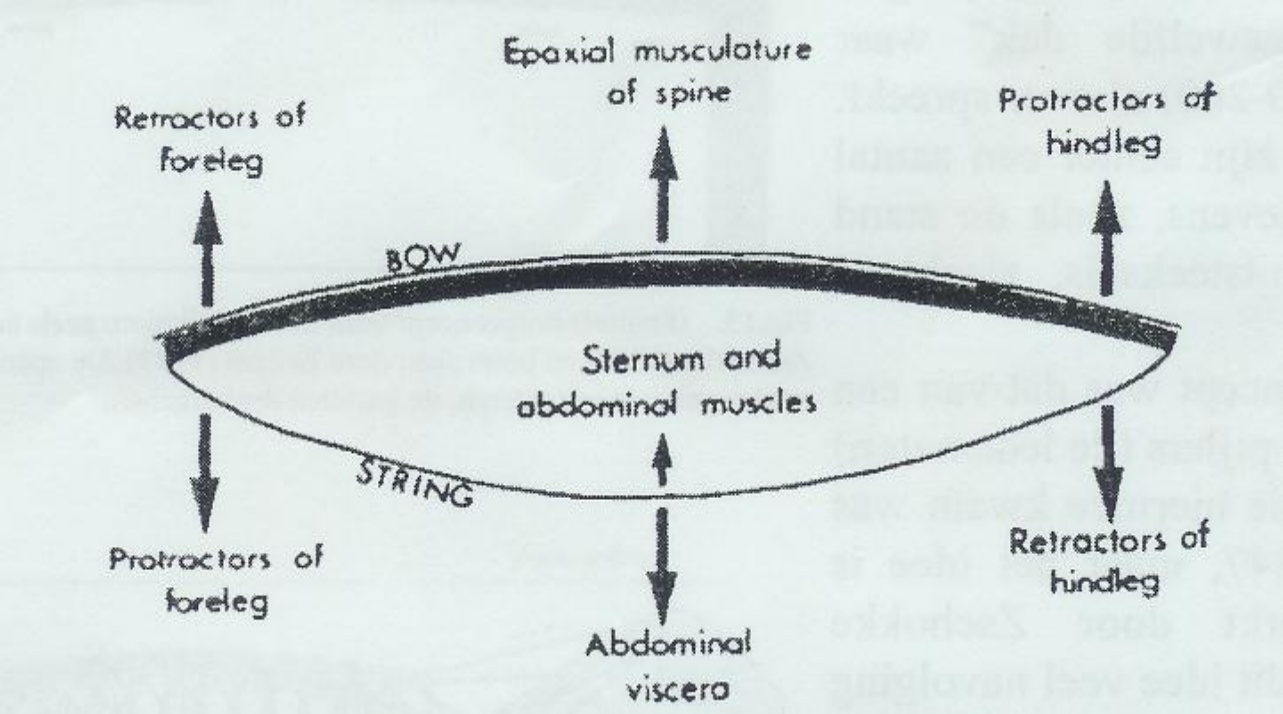
Met gewicht

Resultaten
Buigen-strekken van de rug

- Strekking van de rug in de situatie van zadel met gewicht in alle gangen
- Kleine daling maximaal buigen van L3 en L5 in de situatie met alleen een zadel in galop

Discussie

- Bow-and-string concept (Slijper 1946)



Discussie

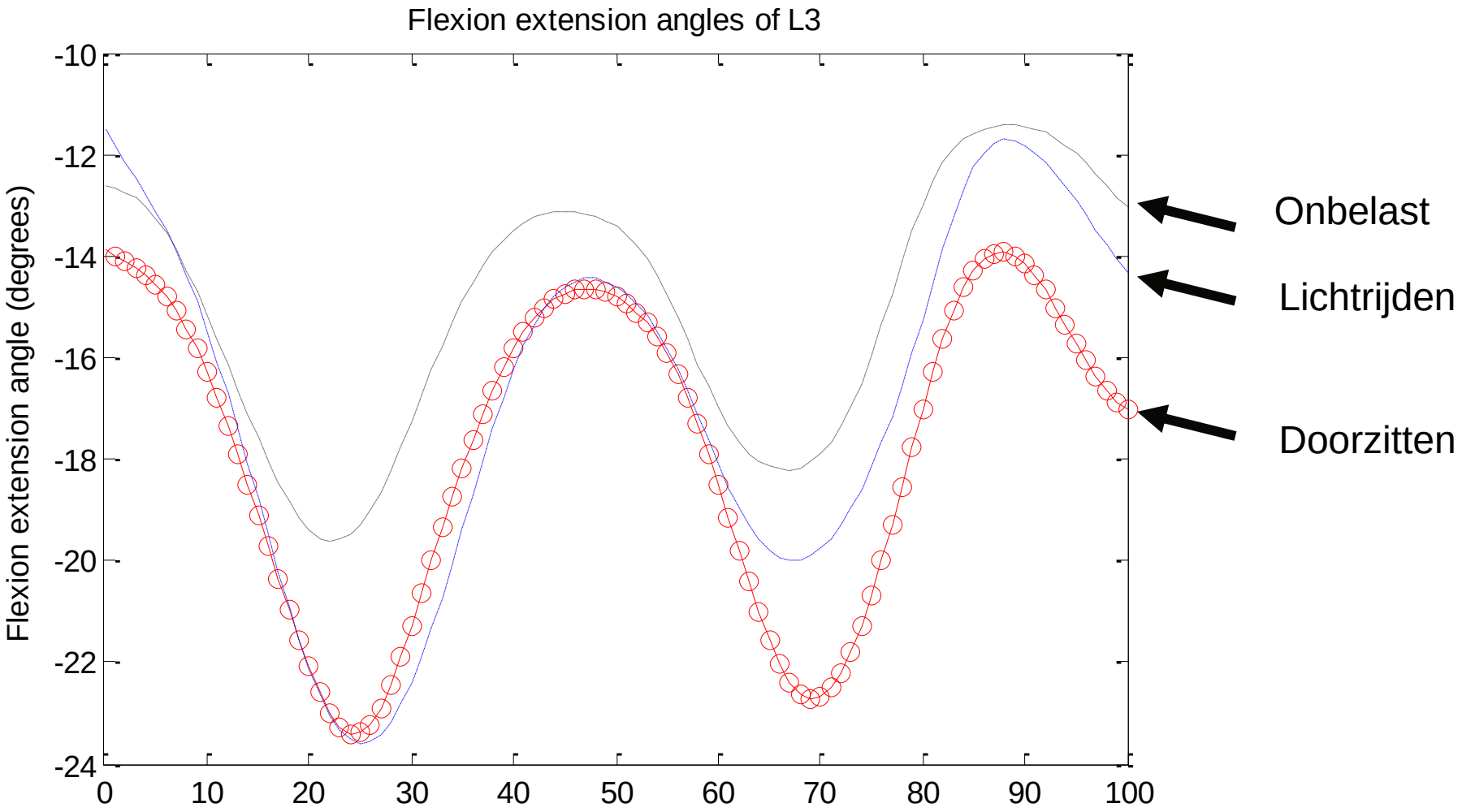
- Dood gewicht ↔ ruiter

- Ruiter kan deel van het gewicht naar de achterhand verplaatsen (Schamhardt et al.1991)
- Geen verschillen in beweging tussen een ruiter en een loodzadel (Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan et al. 1995, 1997)

Discussie

- “Singeldwang” wordt niet veroorzaakt door een verminderde bewegingsvrijheid
- Een meer gestrekte rug kan het “kissing spine syndrome” mede veroorzaken

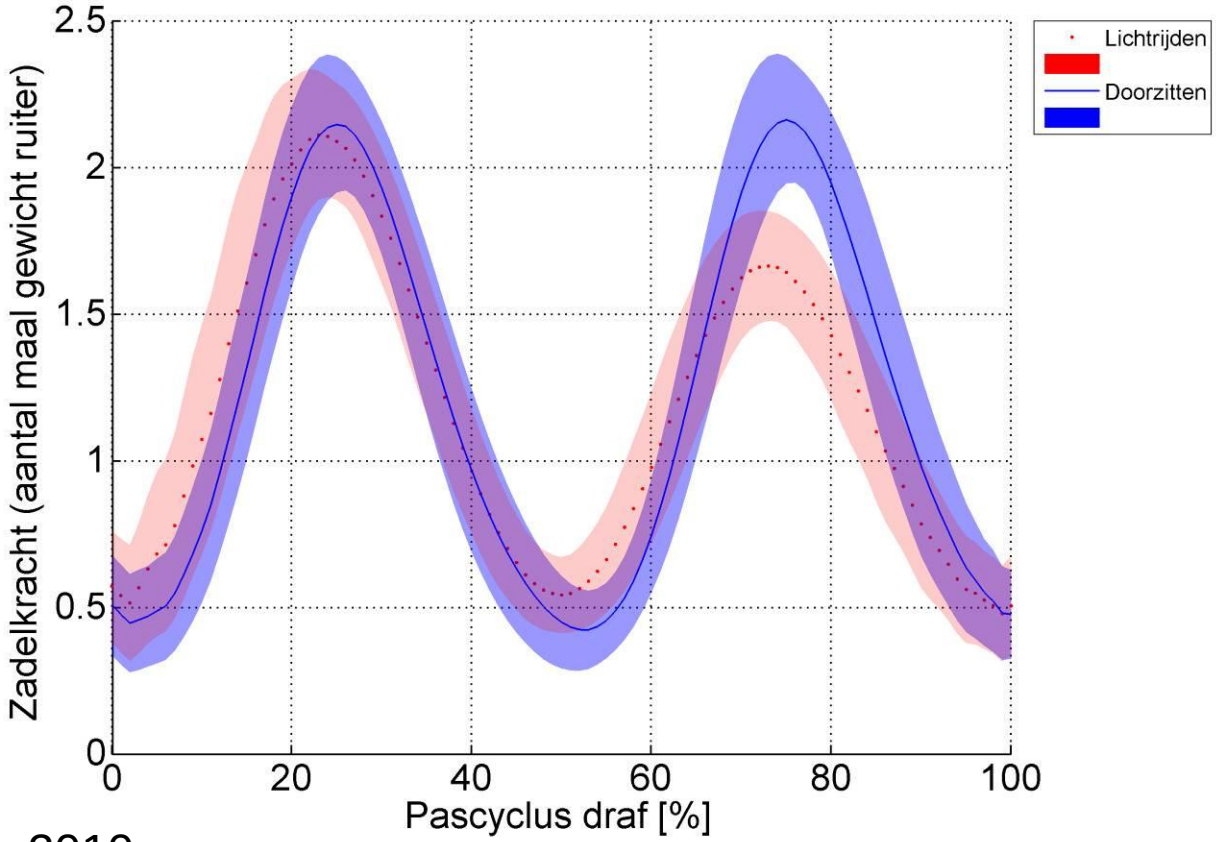
De Cocq *et al.*, 2009



Discussie

- Tijdens een deel van de pascyclus is lichtrijden te vergelijken met de onbelaste situatie, maar op het moment dat de ruiter zit, is het vergelijkbaar met doorzitten.

Vergelijking krachten tussen doorzitten en lichtrijden



De Cocq *et al.*, 2010

Conclusies

- De ruiter en de rijtechniek beïnvloeden de rugbewegingen van het paard en daarmee de belasting van de rug.
- Invloed op rugblessures blijft vraagteken.
- Een geïntegreerde aanpak met krachtmetingen, bewegingsmetingen en computer modellering is nodig.

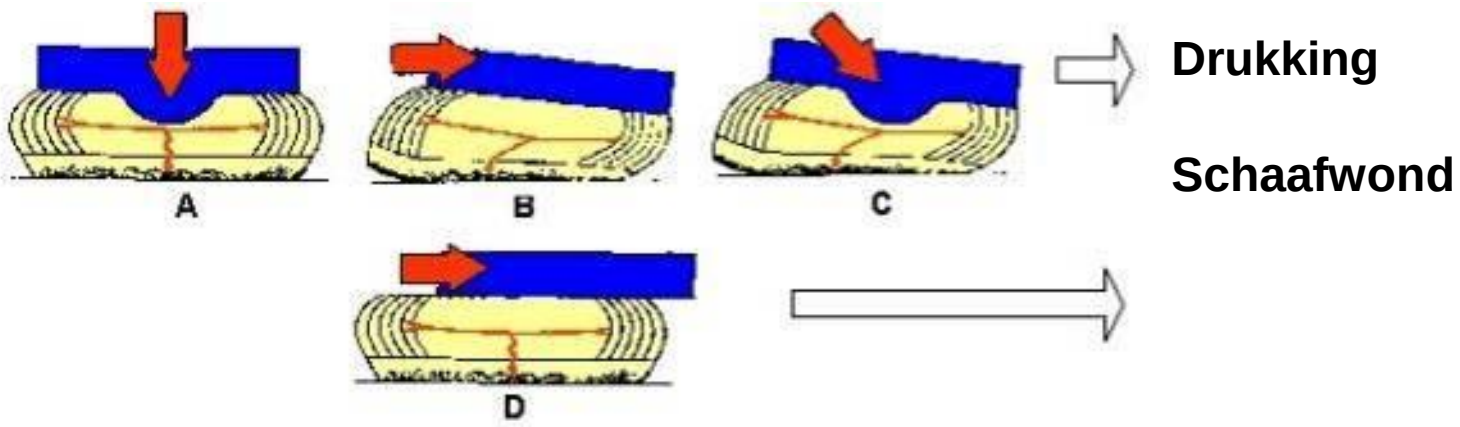
Pauze

Zadeldruksystemen -- Inleiding

- Zadel en gewicht beïnvloeden de bewegingen van het paard
- Praktische ervaring: slecht passende zadels veroorzaken zadeldrukkingen en kunnen de prestatie van een paard verminderen

Zadeldruksystemen -- Inleiding

- Waarom gebruik je zadeldrukmetingen?
- Slecht passend zadel → zadeldrukkingen



Druk (A), Schuifkracht (B), Vervorming (C=A+B), Frictie (D)

Zadeldruksystemen -- Inleiding

- Dagelijkse praktijk: “probeer 50 verschillende zadels en er zal er een passen”:

- SUBJECTIEF zadelpassen !!!

Zadeldruksystemen -- Inleiding

- Gewichtsverdeling ruiter

- Effecten van zithulpen
- Instrument om de correcte houding van een ruiter te trainen

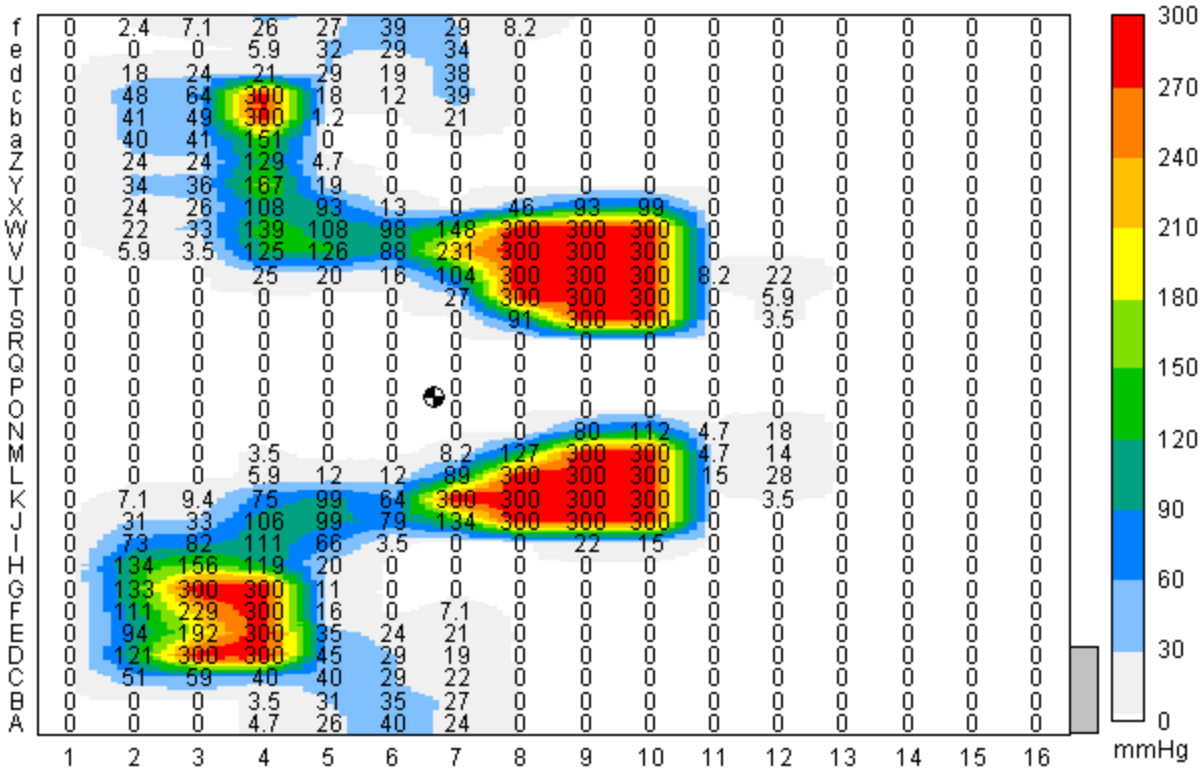
SADDLETECH



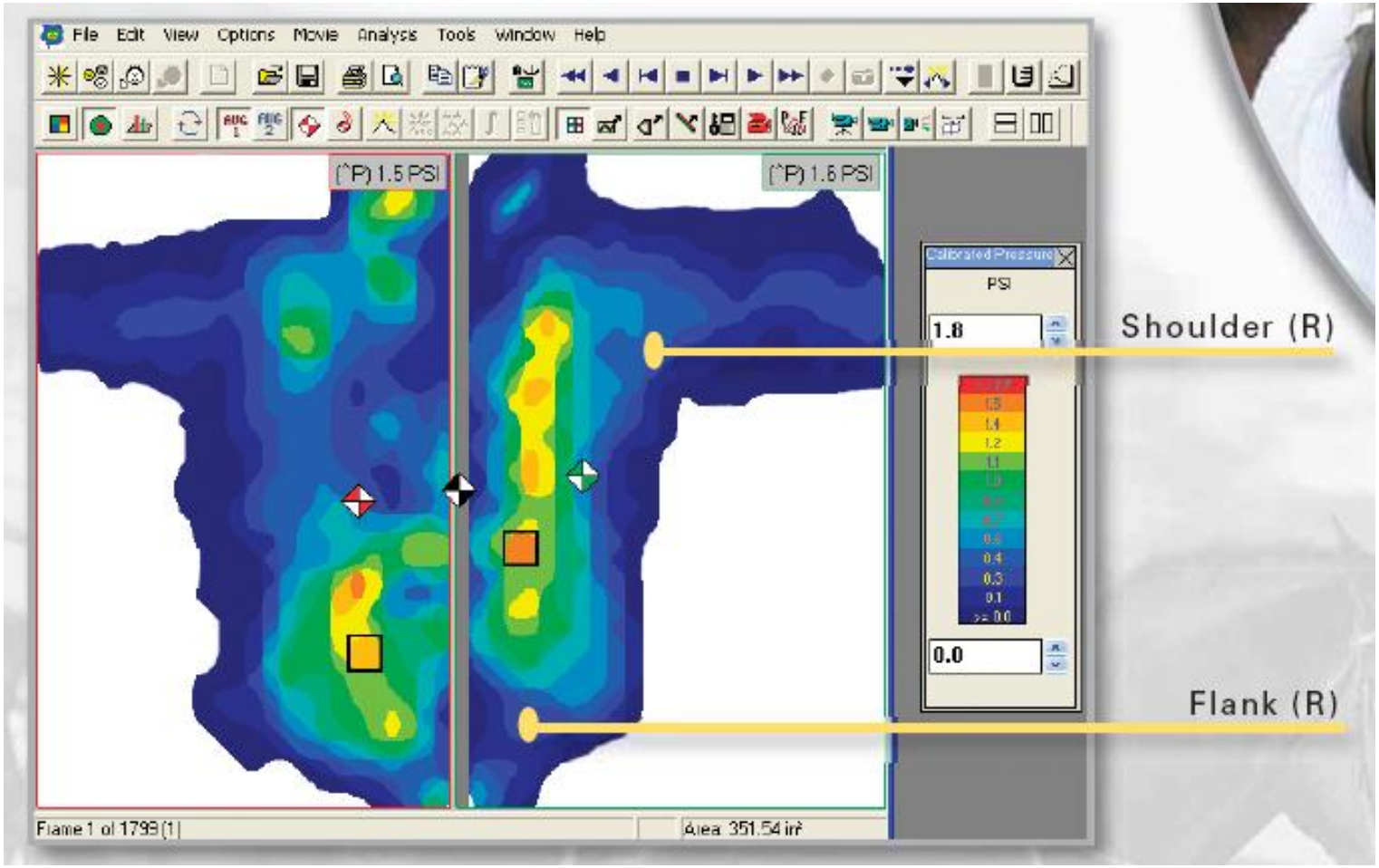
VISTAMEDICAL FSA



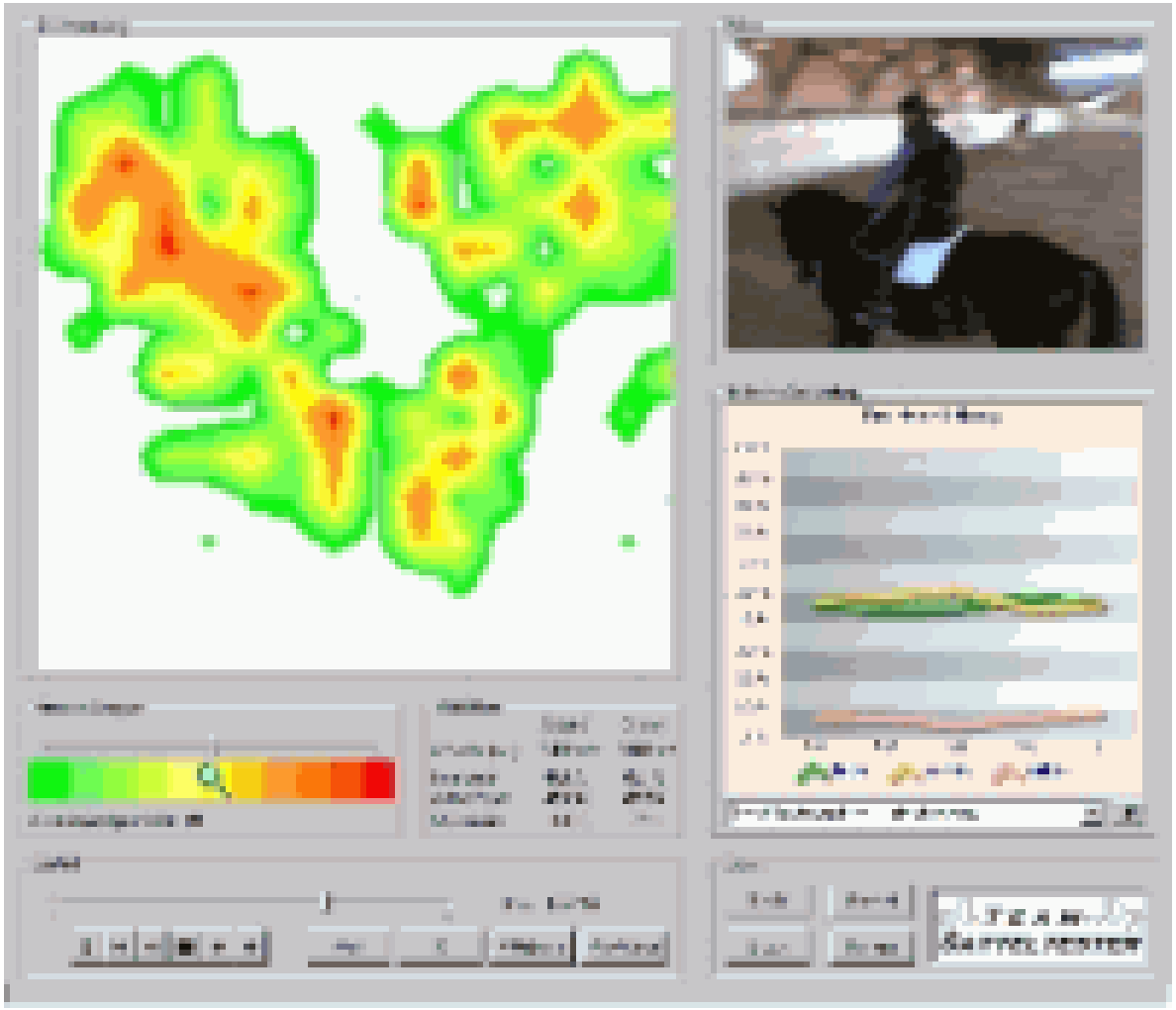
VISTAMEDICAL FSA



TEKSCAN


File Edit View Options Movie Analysis Tools Window Help
(^P) 1.5 PSI
(^P) 1.6 PSI
Calibrated Pressure
PSI
1.8
0.0
Shoulder (R)
Flank (R)
Frame 1 of 1799 (1)
Area: 351.54 in²

TEAM-SATTELTESTER

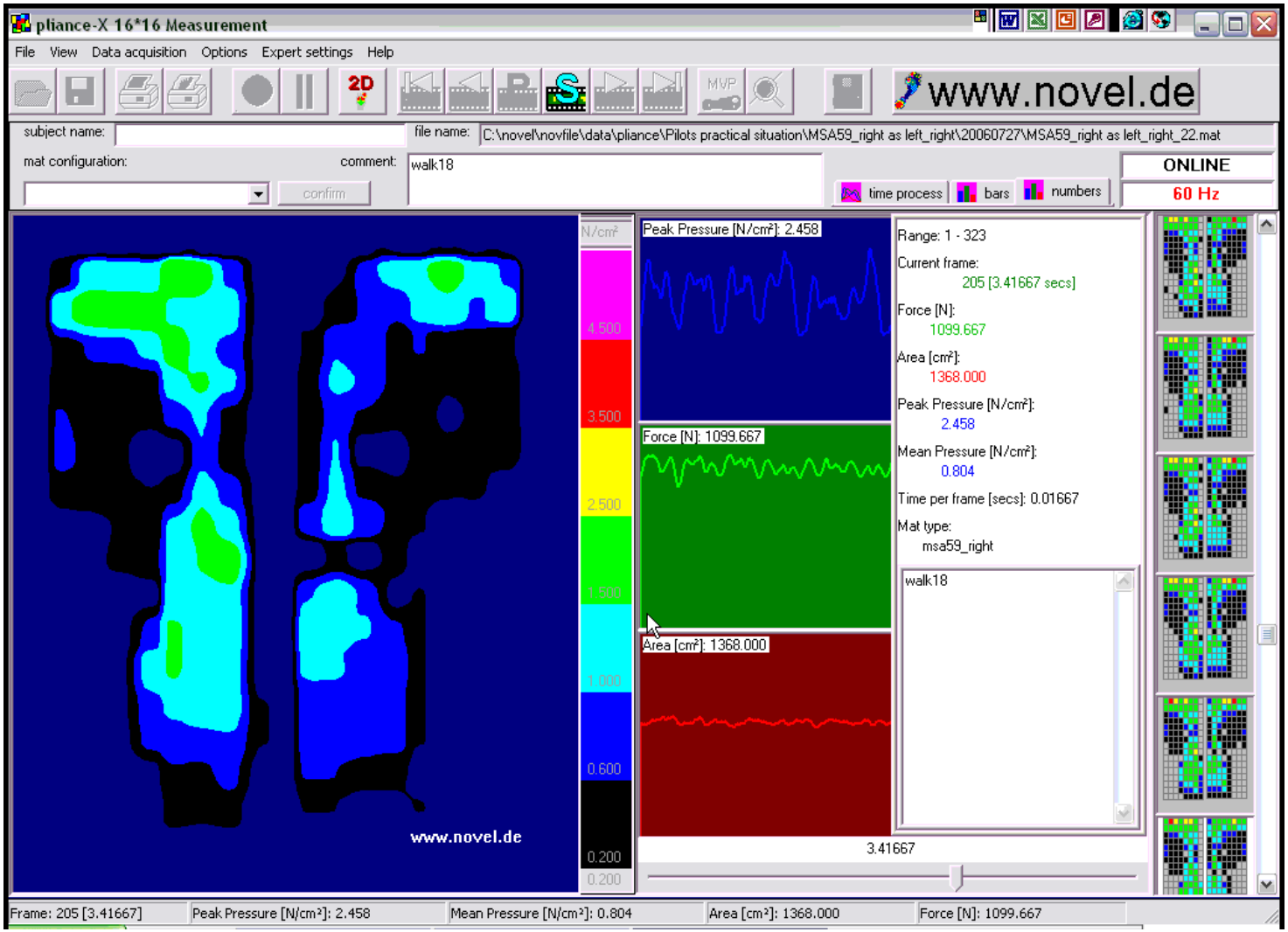


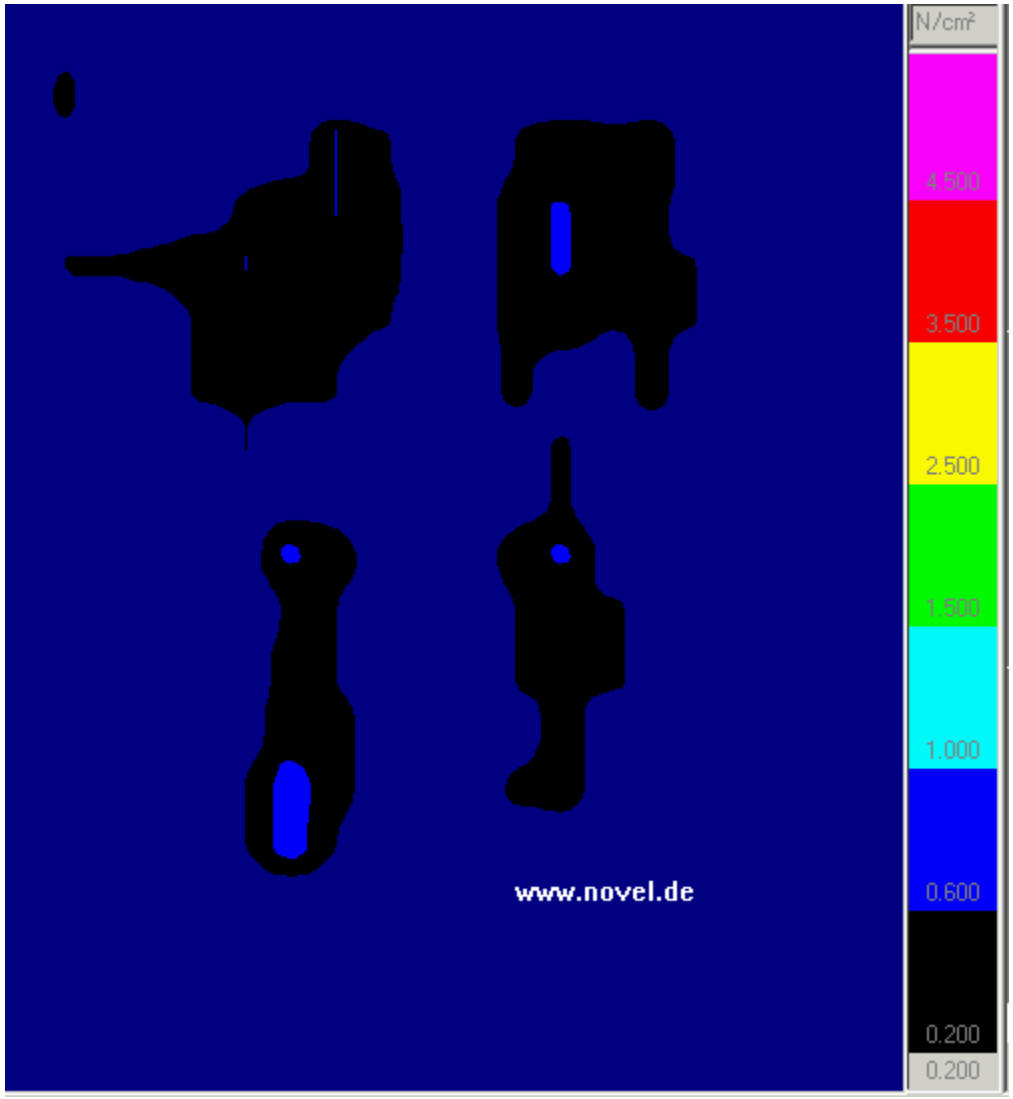
NOVEL PLIANCE





NOVEL PLIANCE




N/cm²
4.900
3.500
2.500
1.500
1.000
0.600
0.200
0.200
www.novel.de

Correct gebruik van zadeldruk apparatuur

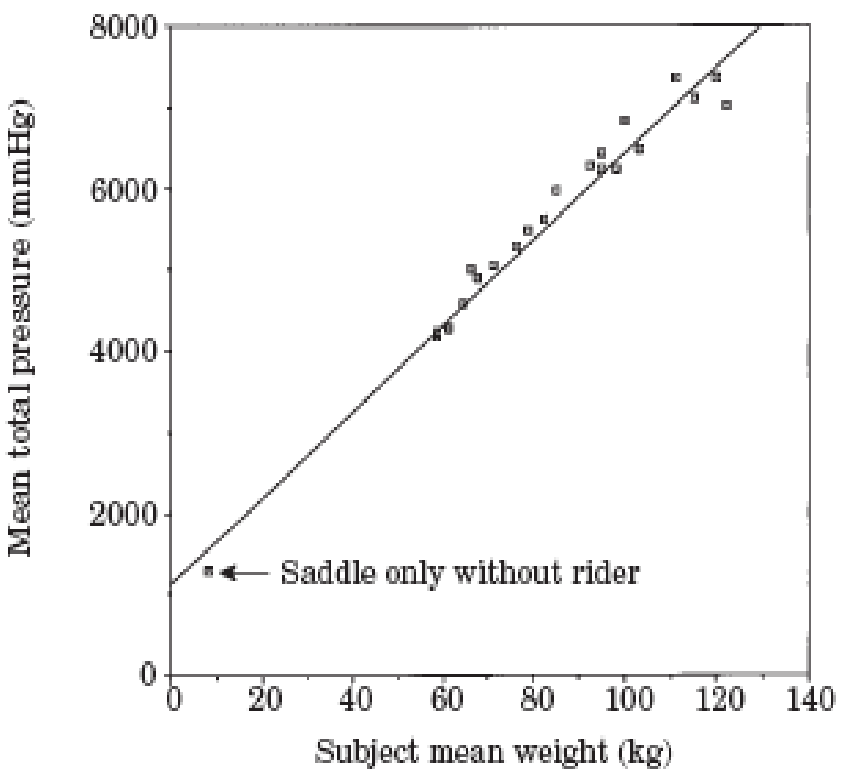
Pullin *et al.*, 1996

- Evaluatie van zadel-pads en dekjes
- Fouten in metingen en interpretatie
- Geen "normale" drukgradiënten of patronen
- Dier en onderzoeker kunnen fouten veroorzaken
- Nauwkeurige wetenschappelijke benadering

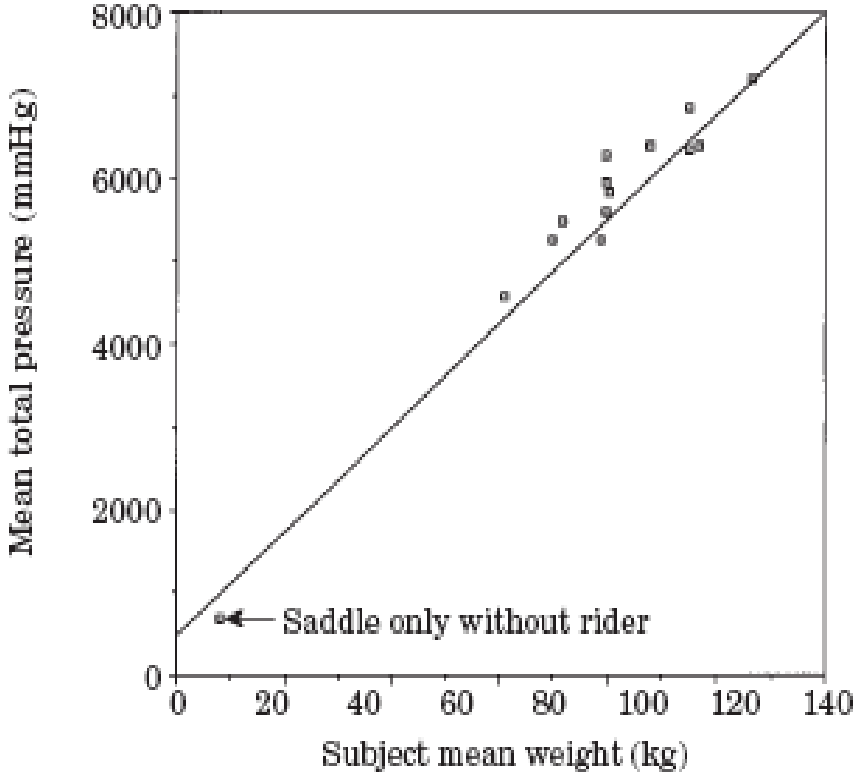
Validiteit: meet het systeem wat het moet meten??

Jeffcott *et al.*, 1999

Correlatie coëfficiënt = 0.98



Correlatie coëfficiënt = 0.98



Hoe ziet een drukpatroon eruit??

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	6	14	13	16	12	9	1	0	0	0	0
3	0	0	0	0	11	19	38	31	29	27	31	15	7	0	0	0
4	0	0	0	0	14	39	62	54	48	40	55	39	16	1	0	0
5	0	0	0	0	20	40	73	58	49	45	67	47	25	0	0	0
6	0	0	0	0	20	44	65	46	42	45	62	48	25	0	0	0
7	0	0	0	0	24	44	47	24	26	38	66	53	27	2	0	0
8	6	4	4	0	25	48	48	19	12	38	64	60	31	6	2	5
9	5	7	4	5	25	53	49	21	7	38	72	69	31	8	6	5
10	5	4	5	15	38	55	47	21	2	35	69	72	34	12	2	5
11	4	2	13	29	49	58	41	22	2	35	69	82	52	20	2	0
12	12	18	33	54	59	76	64	35	0	27	72	95	73	36	12	4
13	24	27	48	55	67	87	86	41	0	31	74	102	74	42	18	11
14	31	39	45	51	60	86	68	35	0	24	72	89	71	36	22	15
15	32	35	35	29	35	42	33	14	2	15	40	61	44	24	13	15
16	33	38	33	22	15	16	13	8	2	5	24	35	33	19	13	11

mmHg 300

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	0	0	0	0	0	4	5	8	5	4	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	5	9	13	8	7	6	4	1	0	0	0	0
3	0	0	0	0	8	24	21	14	11	16	14	7	2	0	0	0
4	0	0	0	0	19	35	39	15	18	32	31	14	2	0	0	0
5	0	0	0	0	36	72	66	26	36	61	59	20	2	0	0	0
6	0	0	0	2	59	104	91	26	58	109	99	36	4	0	0	0
7	0	0	0	8	86	124	99	21	66	132	134	58	12	0	0	0
8	0	0	0	13	93	125	84	9	56	122	139	78	20	0	0	0
9	0	0	1	22	99	111	67	1	33	92	121	79	25	0	0	0
10	6	4	19	38	93	81	47	0	16	61	98	79	29	6	5	7
11	13	22	45	73	87	66	29	0	5	35	71	82	47	20	14	14
12	16	25	55	69	68	39	21	2	2	18	46	64	55	29	13	14
13	7	18	33	38	34	19	8	5	2	9	21	36	34	22	7	2
14	0	4	4	7	5	5	5	2	2	1	4	8	8	6	2	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

mmHg 300

Validiteit en betrouwbaarheid

- Meet het systeem wat het moet meten??
- Meet het systeem steeds hetzelfde??

De Cocq *et al.*, 2006

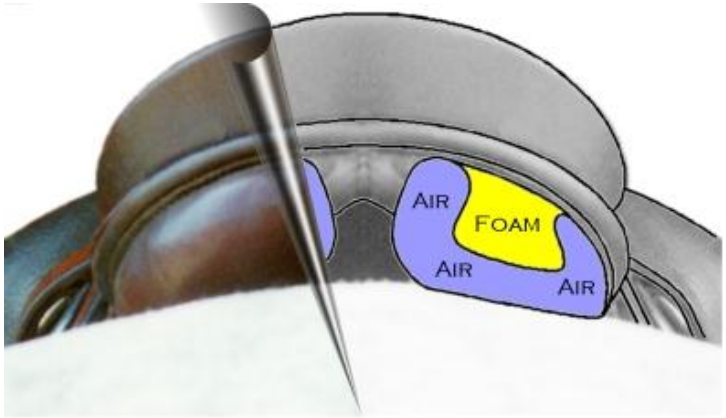
Vergelijking tussen twee methoden van zadelpassen

- Hoe kan het zadelpassen het drukpatroon onder het zadel beïnvloeden?
- Kunnen we, met hulp van objectieve drukmetingen, tot een betere zadelpasmethode komen ?

Speciaal aanpasbaar zadel



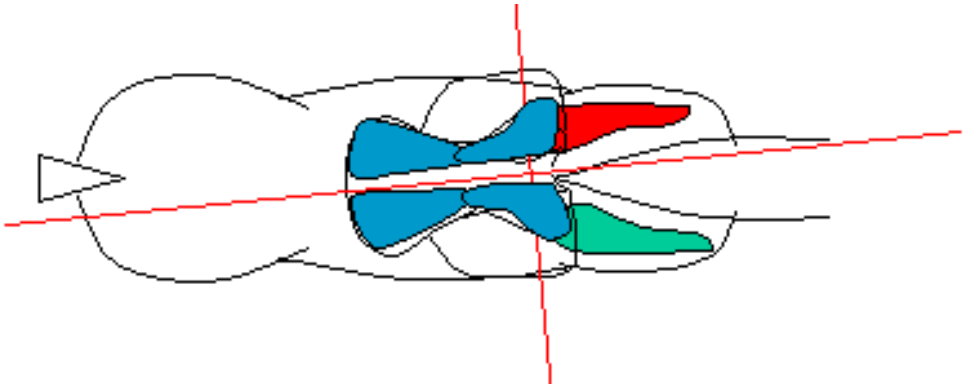




Vergelijking van twee pasmethoden

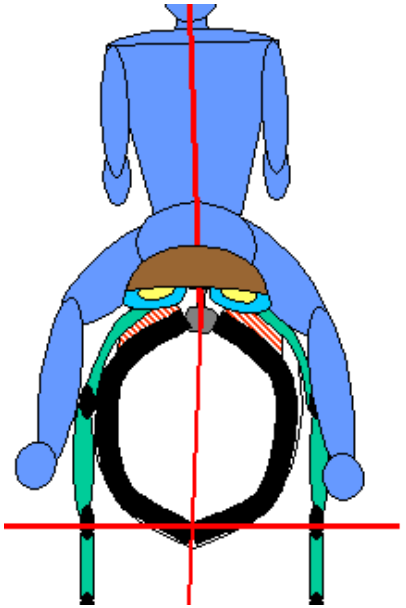
Traditioneel:

- Symmetrisch



“Nieuwe” methode:

- Asymmetrisch



Calibratie

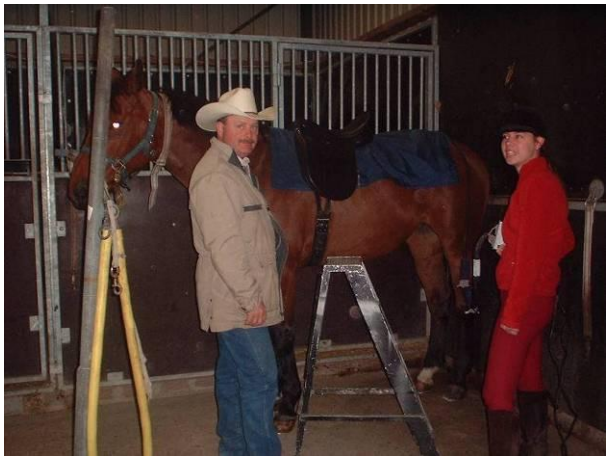


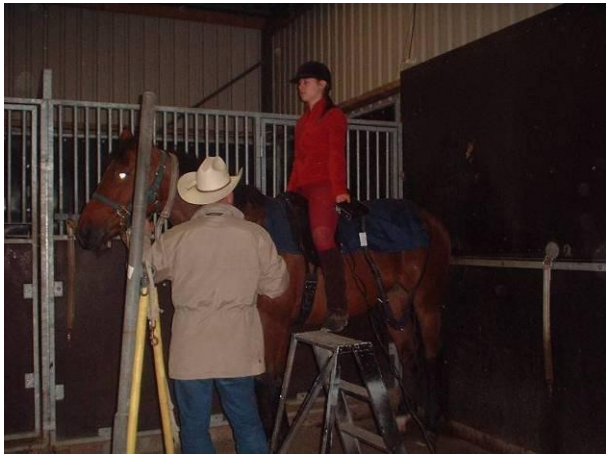


Uitvoering onderzoek

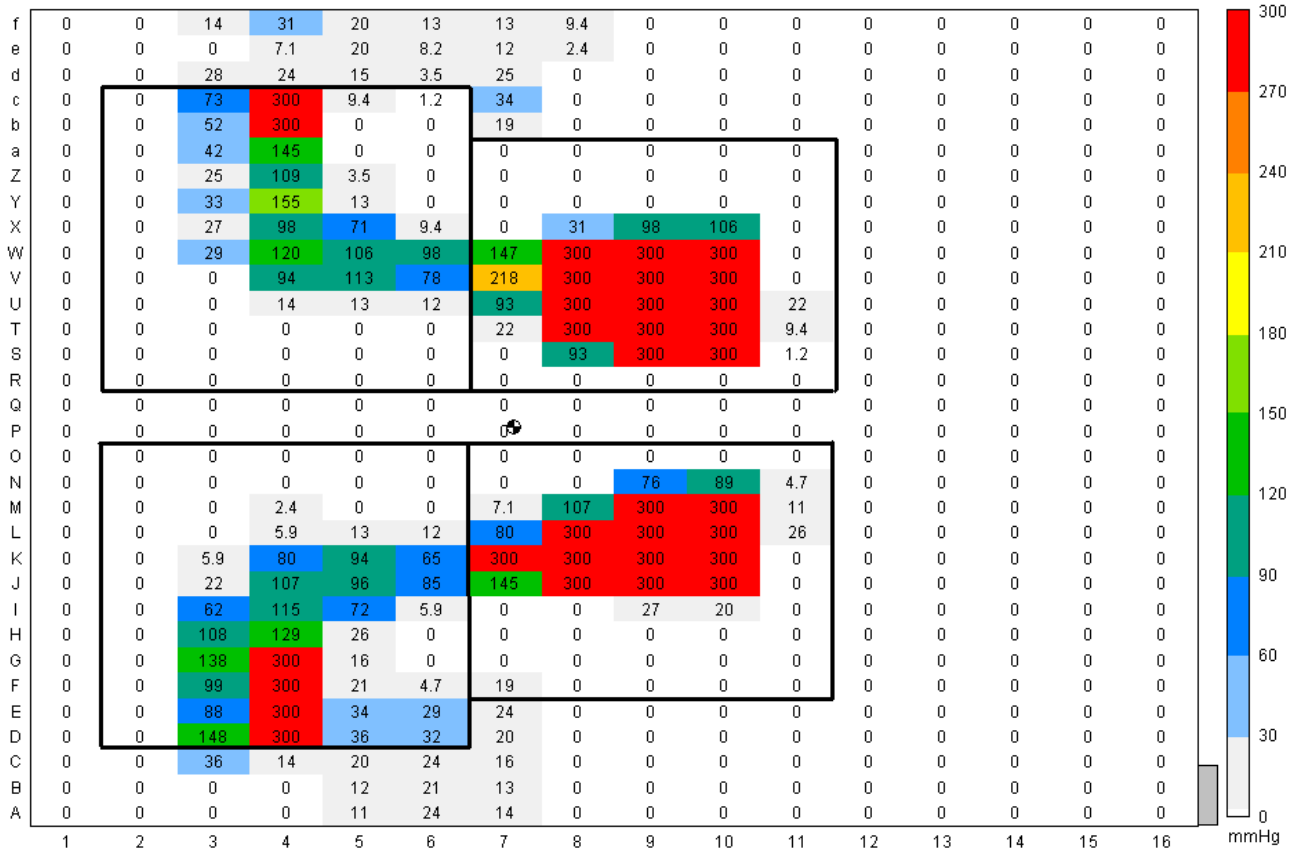






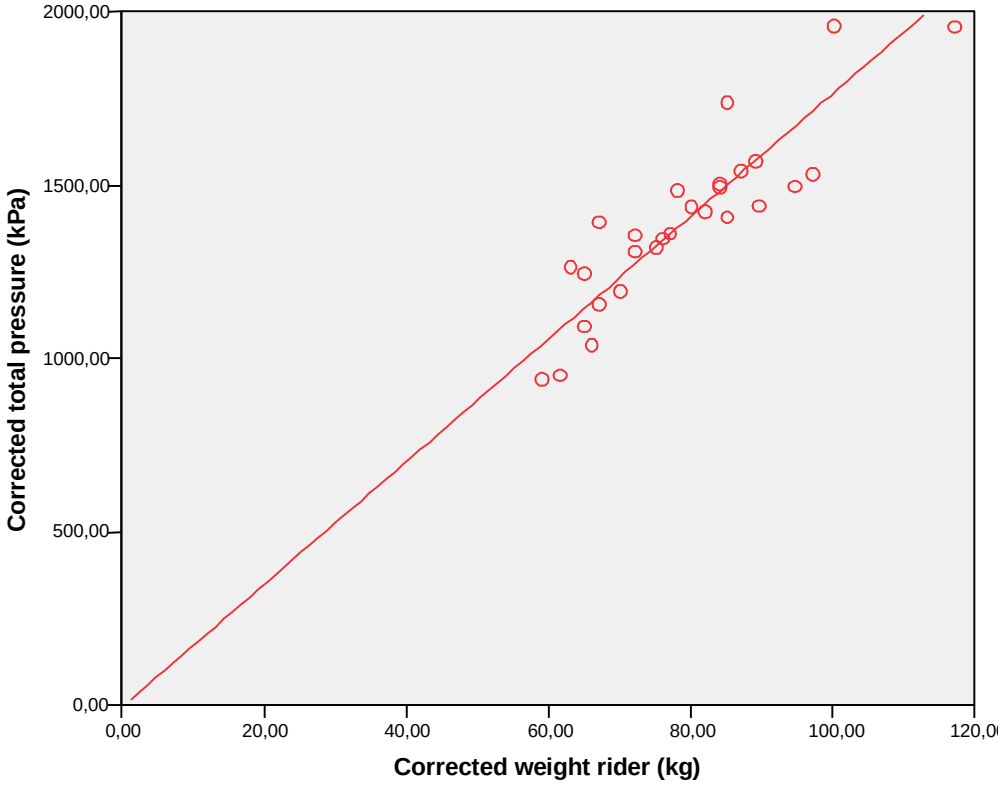


Methode


f 0 0 14 31 20 13 13 9.4 0 0 0 0 0 0 0 0
e 0 0 0 7.1 20 8.2 12 2.4 0 0 0 0 0 0 0 0
d 0 0 28 24 15 3.5 25 0 0 0 0 0 0 0 0 0
c 0 0 73 300 9.4 1.2 34 0 0 0 0 0 0 0 0 0
b 0 0 52 300 0 0 19 0 0 0 0 0 0 0 0 0
a 0 0 42 145 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Z 0 0 25 109 3.5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Y 0 0 33 155 13 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
X 0 0 27 98 71 9.4 0 31 98 106 0 0 0 0 0 0
W 0 0 29 120 106 98 147 300 300 300 0 0 0 0 0 0
V 0 0 0 94 113 78 218 300 300 300 0 0 0 0 0 0
U 0 0 0 14 13 12 93 300 300 300 22 0 0 0 0 0
T 0 0 0 0 0 0 22 300 300 300 9.4 0 0 0 0 0
S 0 0 0 0 0 0 0 93 300 300 1.2 0 0 0 0 0
R 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Q 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
P 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
O 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
N 0 0 0 0 0 0 0 0 76 89 4.7 0 0 0 0 0
M 0 0 0 2.4 0 0 7.1 107 300 300 11 0 0 0 0 0
L 0 0 0 5.9 13 12 80 300 300 300 26 0 0 0 0 0
K 0 0 5.9 80 94 65 300 300 300 300 0 0 0 0 0 0
J 0 0 22 107 96 85 145 300 300 300 0 0 0 0 0 0
I 0 0 62 115 72 5.9 0 0 27 20 0 0 0 0 0 0
H 0 0 108 129 26 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
G 0 0 138 300 16 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
F 0 0 99 300 21 4.7 19 0 0 0 0 0 0 0 0 0
E 0 0 88 300 34 29 24 0 0 0 0 0 0 0 0 0
D 0 0 148 300 36 32 20 0 0 0 0 0 0 0 0 0
C 0 0 36 14 20 24 16 0 0 0 0 0 0 0 0 0
B 0 0 0 0 12 21 13 0 0 0 0 0 0 0 0 0
A 0 0 0 0 11 24 14 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
300
270
240
210
180
150
120
90
60
30
0
mmHg

Resultaten Validiteit

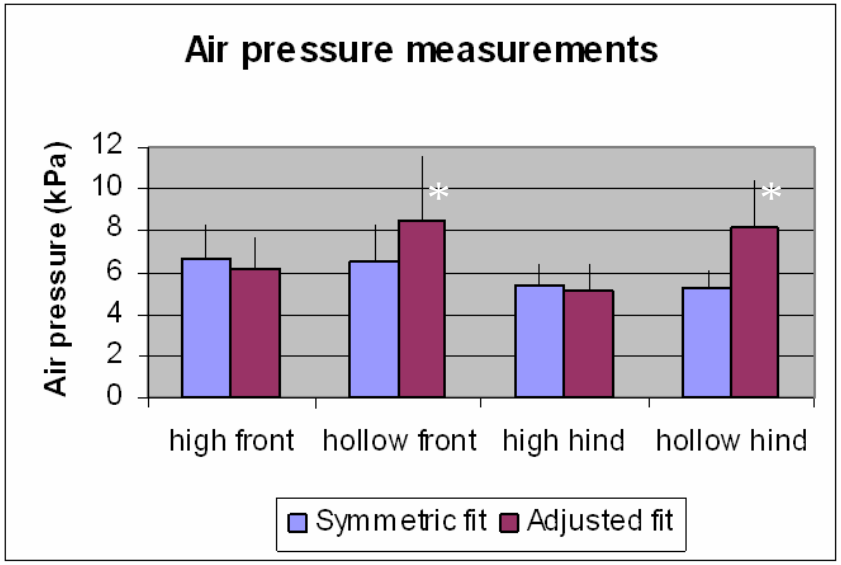
- Correlatie coëfficiënt = 0.97 p<0.001

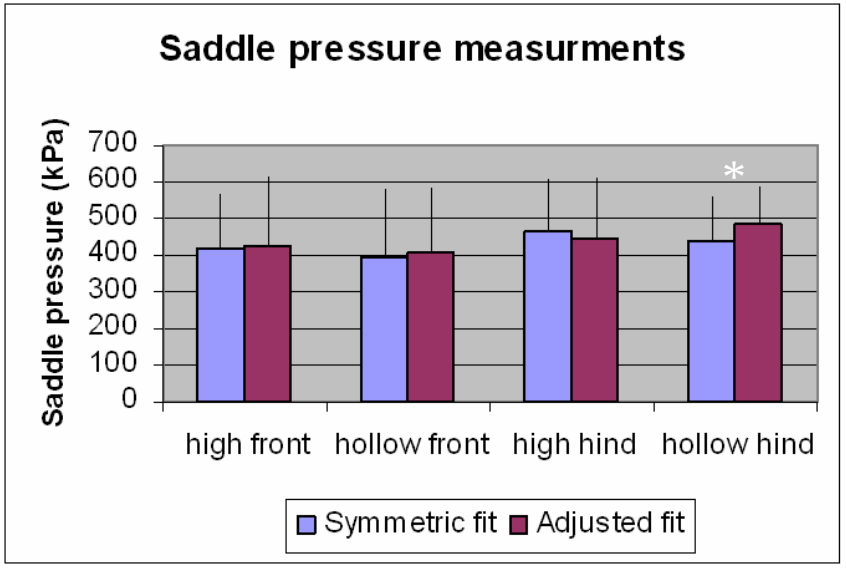


Resultaten Betrouwbaarheid

- Hoe goed was de calibratie?
  - 3.9 → 15.4 %
- Meet je steeds hetzelfde?
  - Binnen een meting: heel goed
  - Verschillende metingen: ??

Resultaten Vergelijking tussen twee zadelpasmethoden

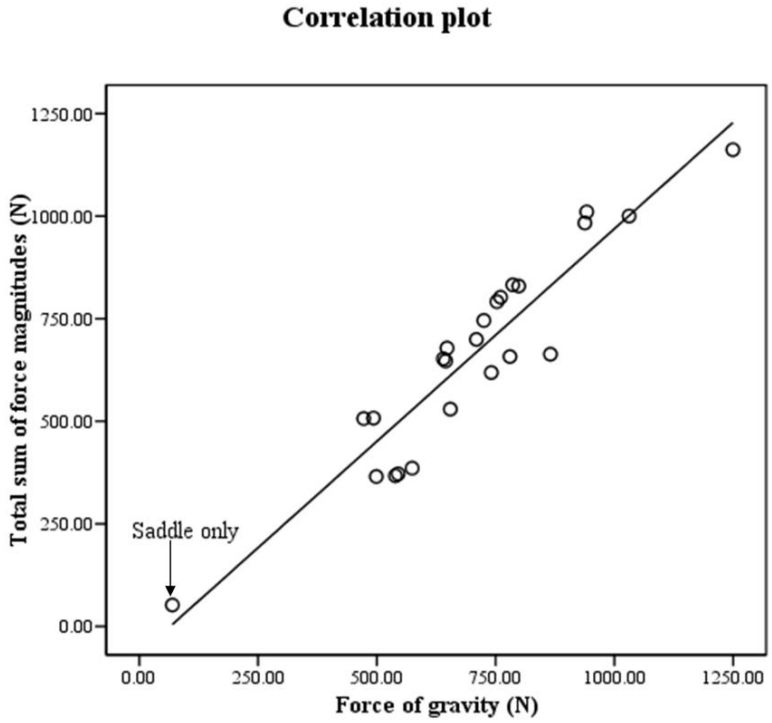


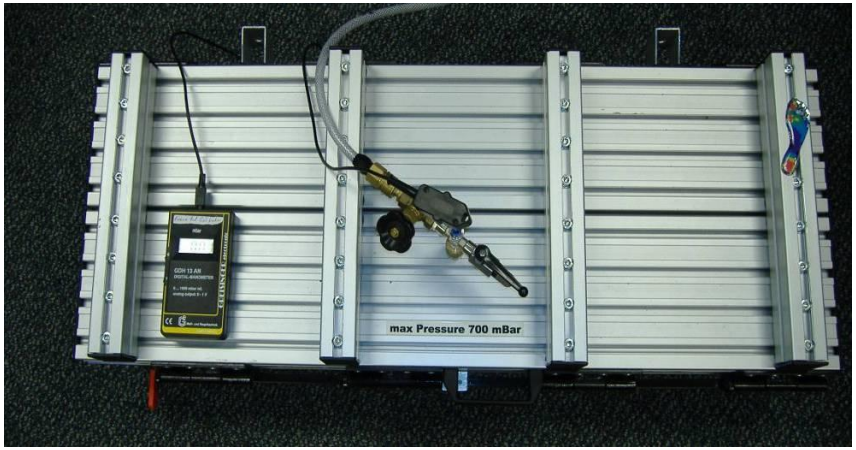


NOVEL PLIANCE: doet het wat het moet doen??

Correlatie coëfficiënt = 0.94 p<0.001

Kwaliteit calibratie
4.4 → 5.0 %





De Cocq *et al.*, 2008

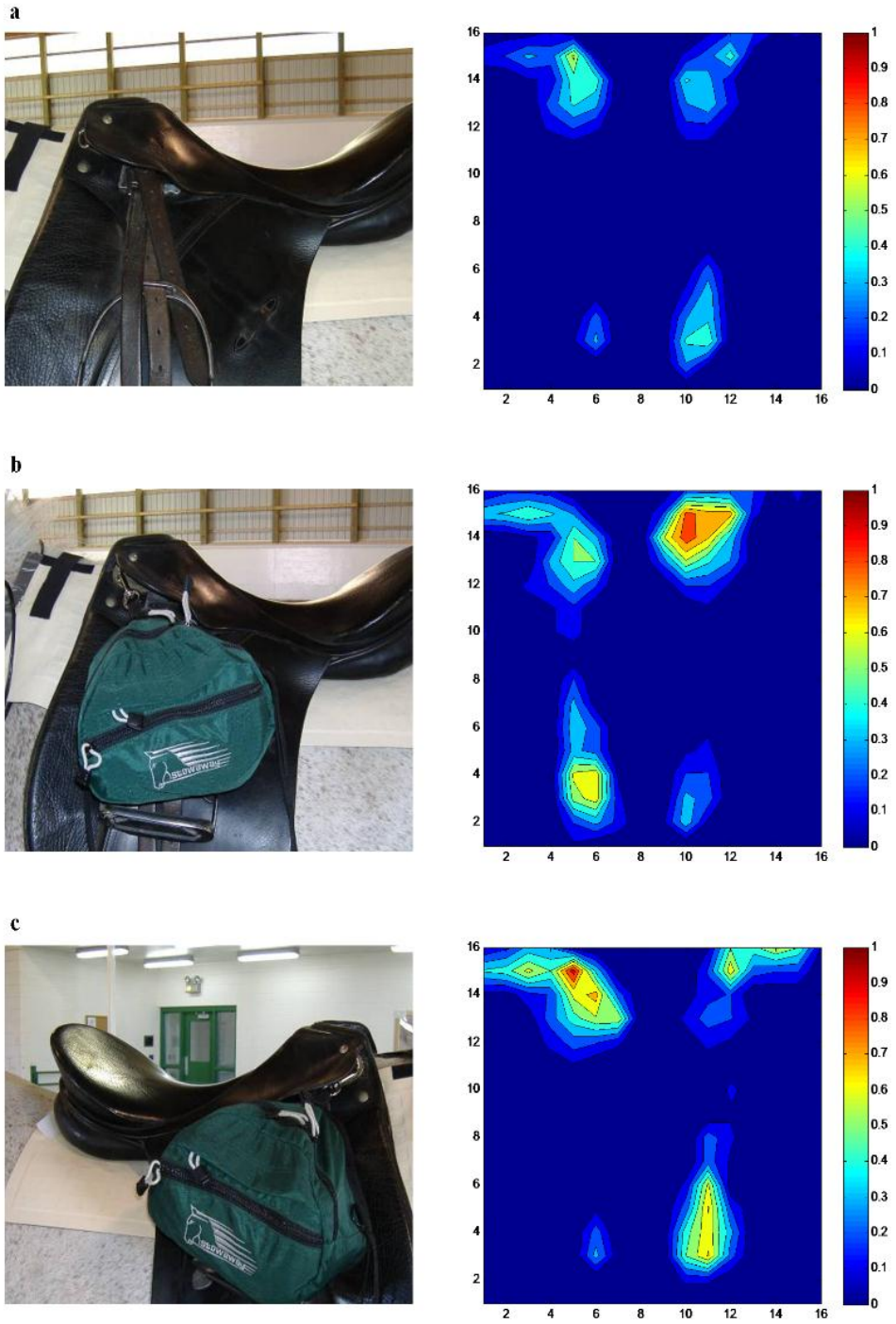
Herhaalbaarheid

- Meet je steeds hetzelfde?
  - Binnen een meting: heel goed
  - Piekdruk verandert!!
  - Verschillende metingen: ??
  - De positie van de meetmat maakt veel verschil

Resultaten

dood gewicht (9 kg);
geen ruiter

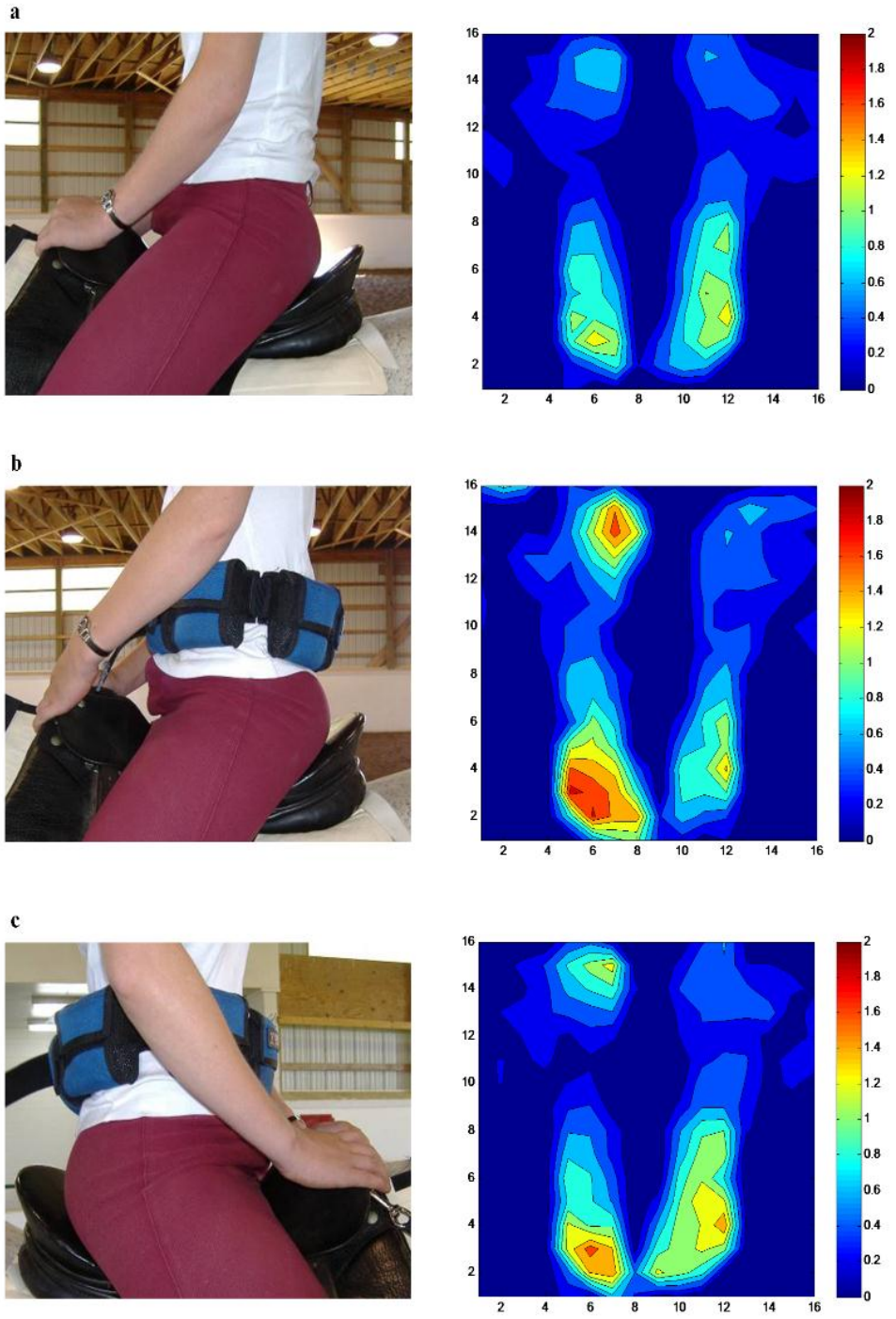
- Toename kracht met 7.2 kg (links) en 6.2 kg (rechts)
- Toename aan kant waar gewicht bevestigd is maar ook aan tegenoverliggende zijde



Resultaten

dood gewicht (9 kg);
met ruiter

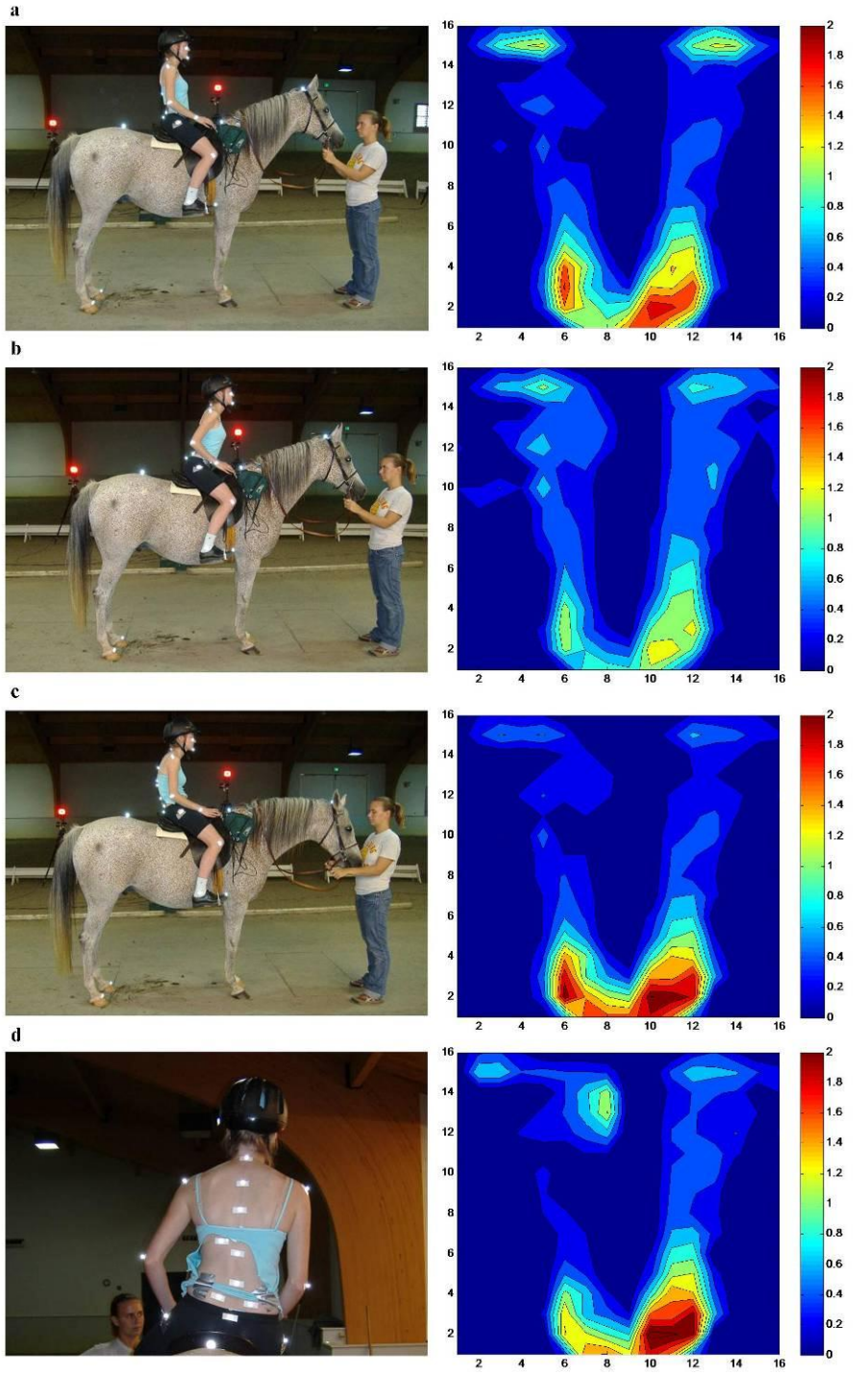
- Toename kracht met 12.2 kg
- Toename aan kant waar gewicht bevestigd is, trend aan tegenoverliggende zijde



Resultaten

Houding ruiter

- Voorwaarts: ↑9 kg voorzijde en ↓9 kg achterzijde
- Achterwaarts: ↑6 kg achterzijde en ↓6 kg voorzijde
- Naar rechts: ↑2.5 kg rechter zijde en trend ↓1.5 kg linker zijde



Zadel dat wegzakt naar 1 kant



Let ook op kreupelheid:

- Bij 54% van paarden met kreupelheid achterbeen
- 4% voorbeen, 0% rugprobleem en 0% niet kreupel

Dyson 2012

Effect van zadel-pads

Harman, 1994, 1997;
Baltacis *et al.*, 2006; Kotschwar *et al.*, 2009

- 14 verschillende zadel-pads; drukpunten
- Dikke sok in een te strakke schoen

- Overal hoge druk → slecht zadelontwerp, slechte pasvorm
- Ongelijke drukpunten → productie fouten, beschadigde zadels, ongelijke bespiering, afwijkingen skelet

- Beste effect rendiervacht
- Te wijd zadel: effect pad is erg paard afhankelijk

Effect van slecht passende zadels

Liswaniso, 2001

- Slecht passend zadel: materiaal onder de kussens aangebracht

- Aangebracht materiaal verhoogt de gemeten druk

Vergelijk van twee zadels

Werner *et al.*, 2002

- Twee verschillende zadels vergeleken
- Relatie met lichamelijk onderzoek

- Contactoppervlakte, drukverdeling en kracht doorgave
- Druk >3.5 N/cm^2 → pijn
- Gelijk verdeelde druk, niet boven 3 N/cm^2, geen plaatsen met hogere druk

Zadeldruk in beweging

Frühwirth *et al.*, 2004

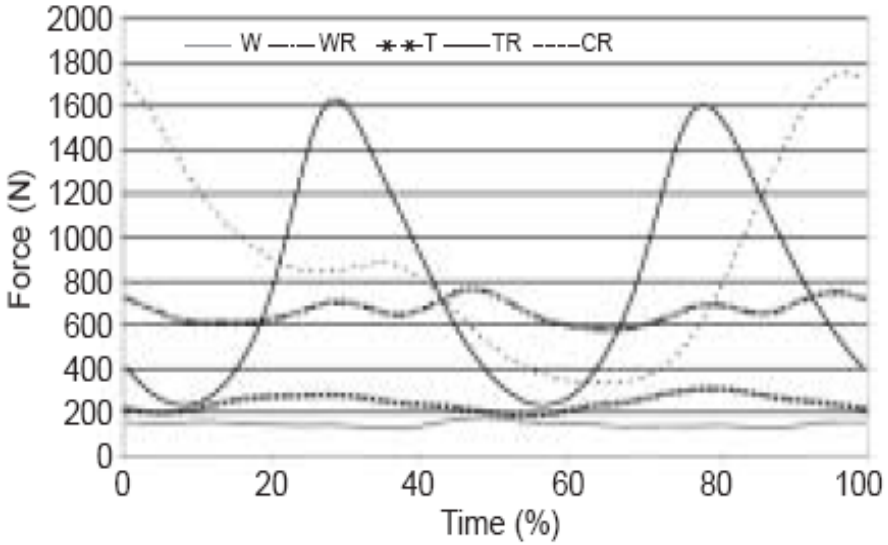


Fig 1: Mean overall force during one motion cycle in the different gaits (n = 12). The curves start with the beginning of the stance phase of the right fore hoof. W = Walk without ride; T = trot without rider; WR = walk with ride; TR = trot with rider; CR = canter with rider.

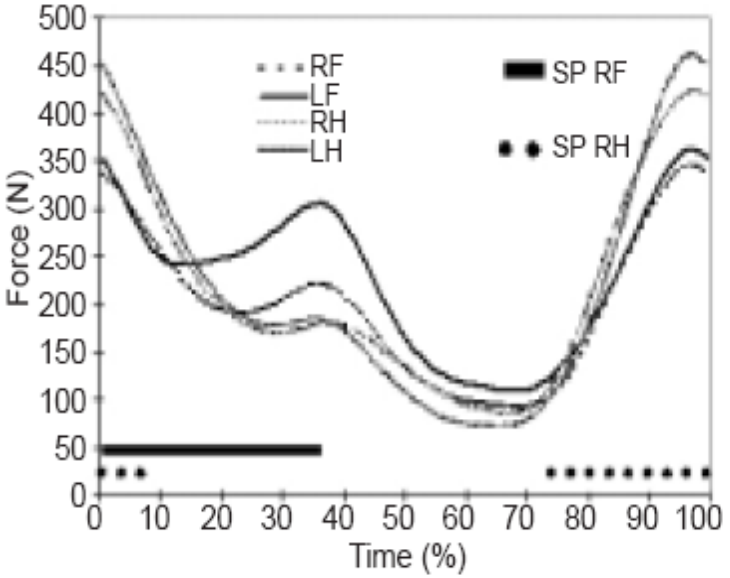
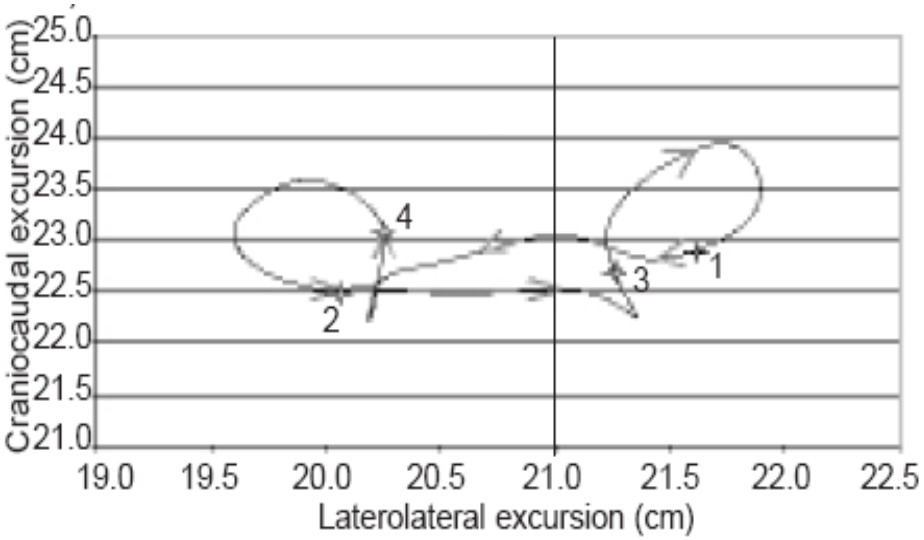


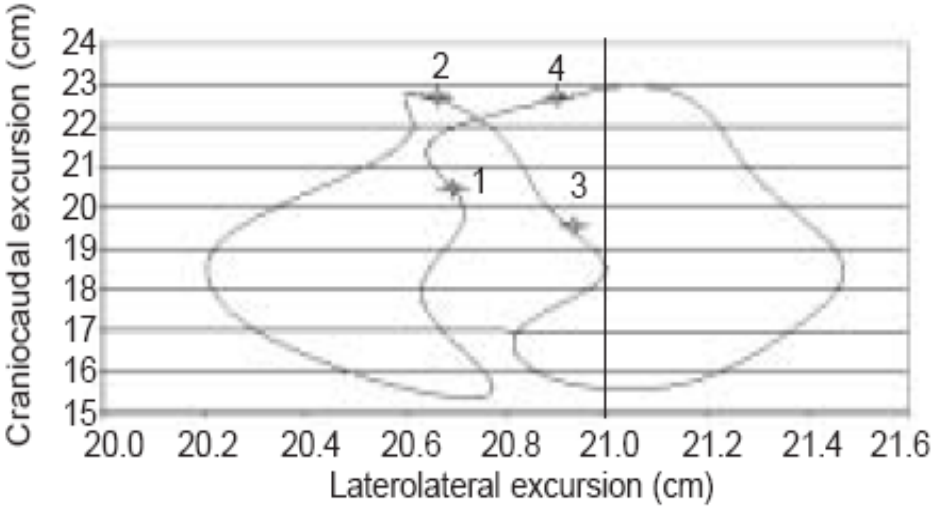
Fig 2: Partial forces of the 4 quarters of the saddle mat during one motion cycle at canter. The local maximum at the end of the stance phase (SP) of the right fore is highest in the left fore quarter; the left fore leg is in the suspension phase at this time. The curves start with the beginning of stance phase of the right fore hoof. R = right; L = left; F = fore; H = hind.

Zadeldruk in beweging

Stap met ruiter

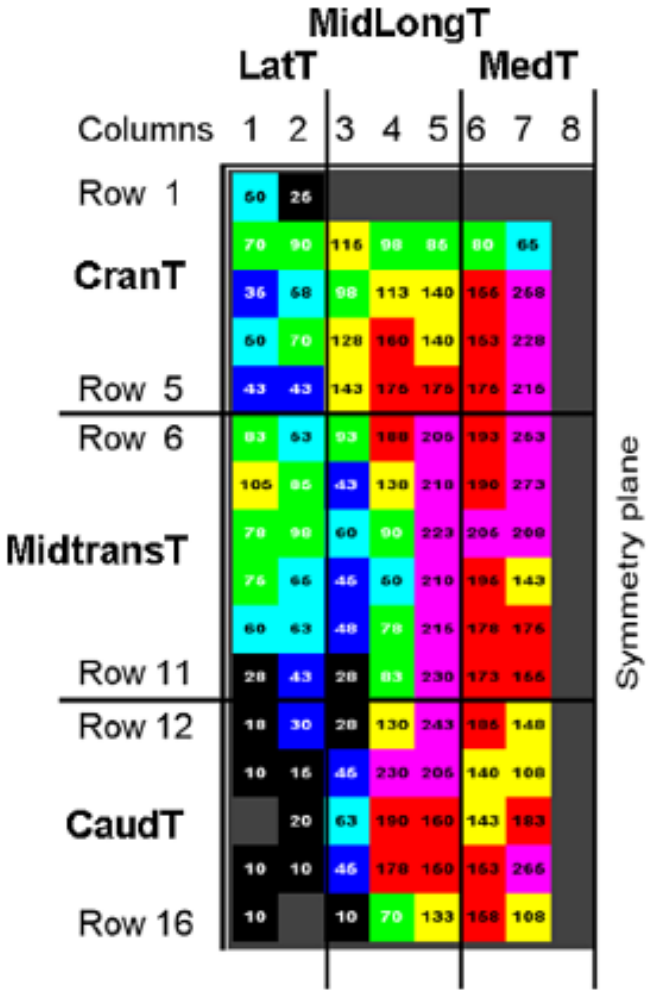


Draf met ruiter



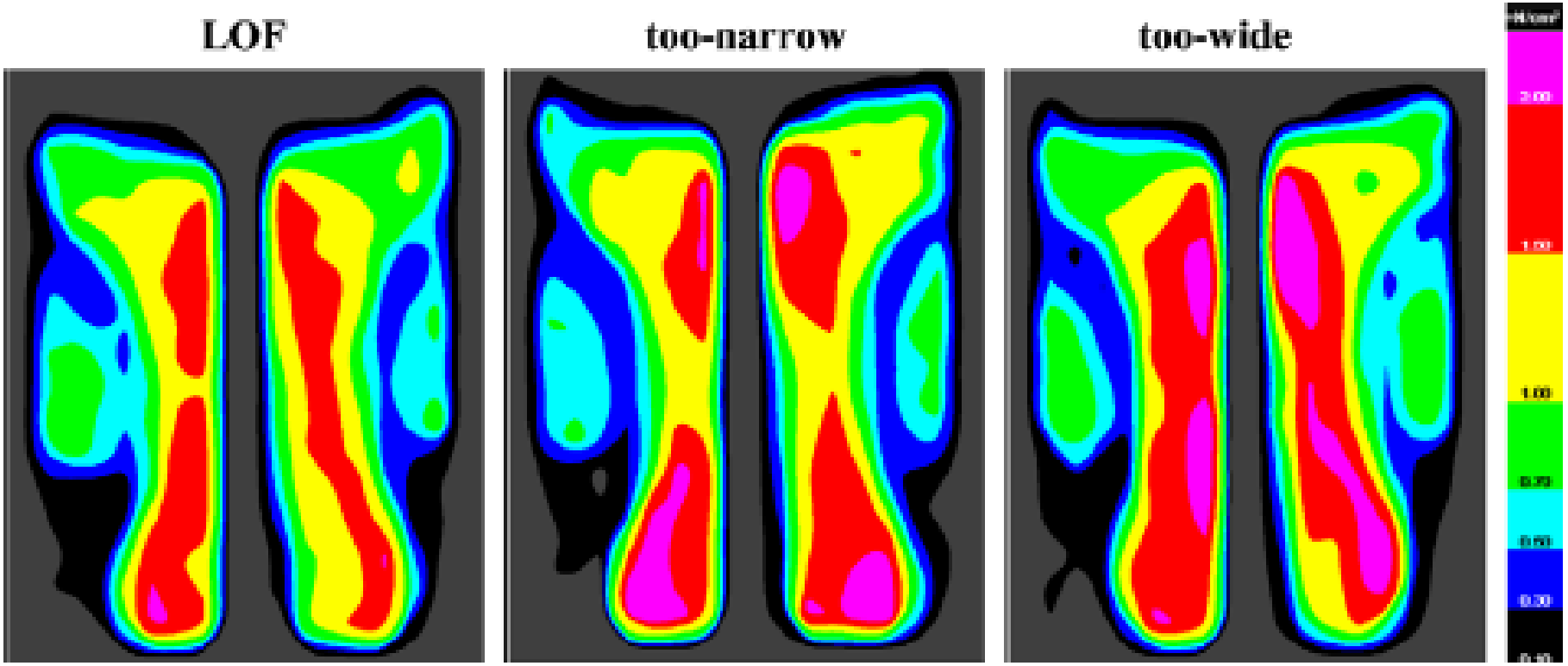
Effect boommaat

Meschan *et al.*, 2007



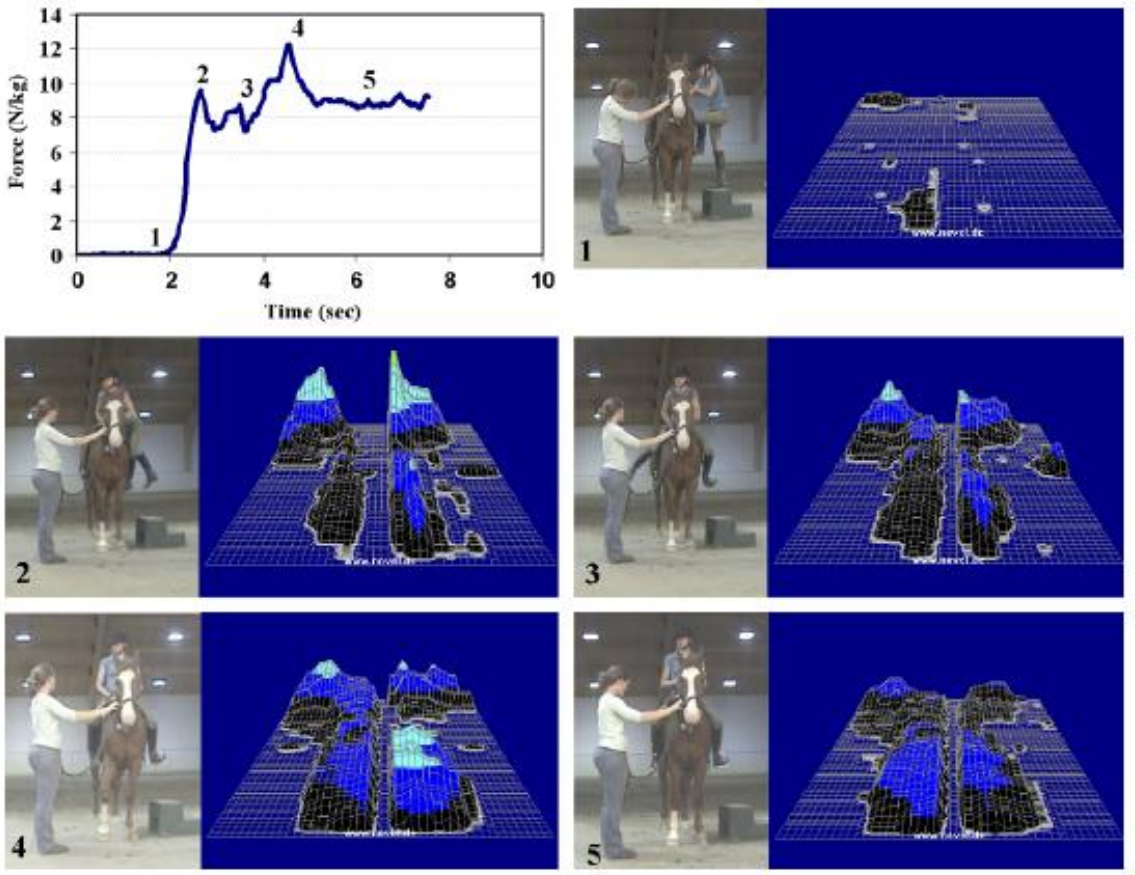
- Laagste algemene druk (LOF)
- Krap: achterste deel ↑
- Wijd & erg wijd: middelste deel ↑
- Slechte pasvorm: kleiner contactoppervlakte → schadelijke piekdrukken

Effect boommaat

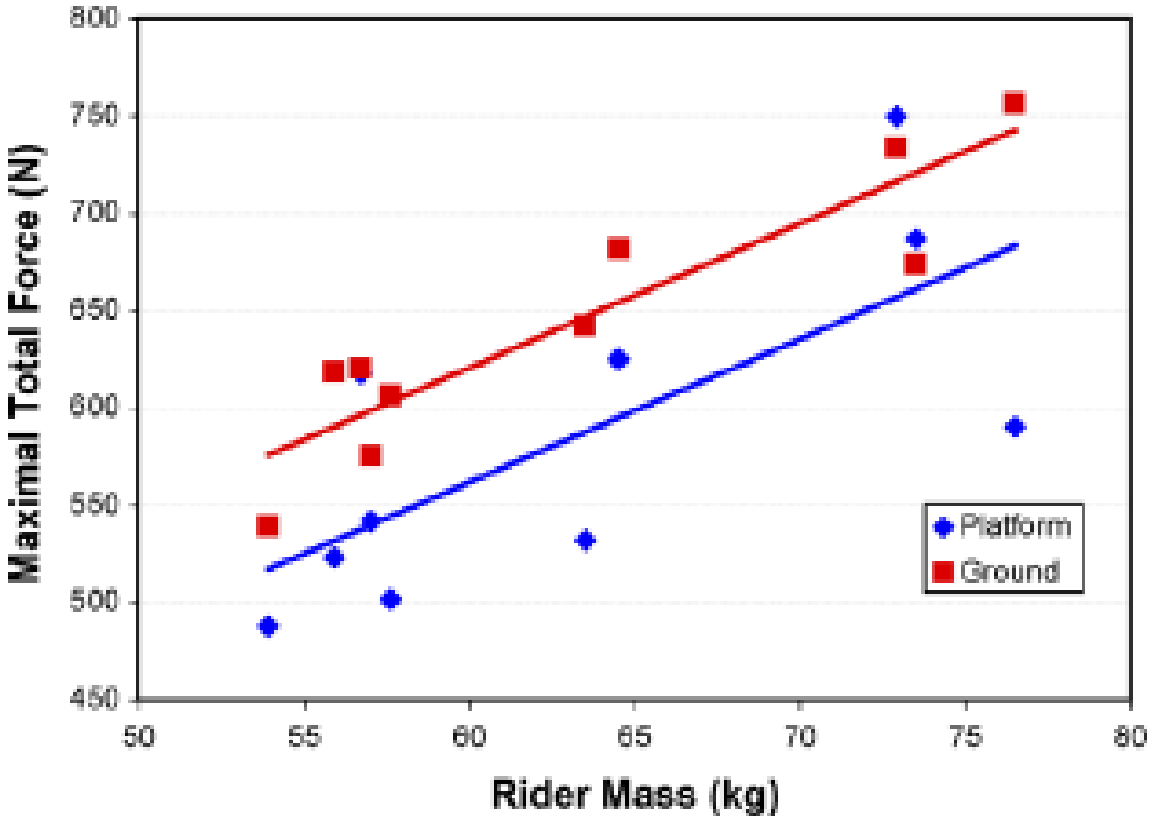


Effect van opstijgen

Geutjens *et al.*, 2008



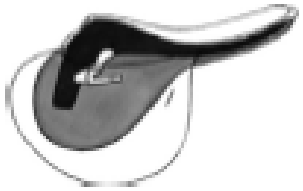
Effect van opstijgen



Traditionele boom, boomloos en flexibele boom

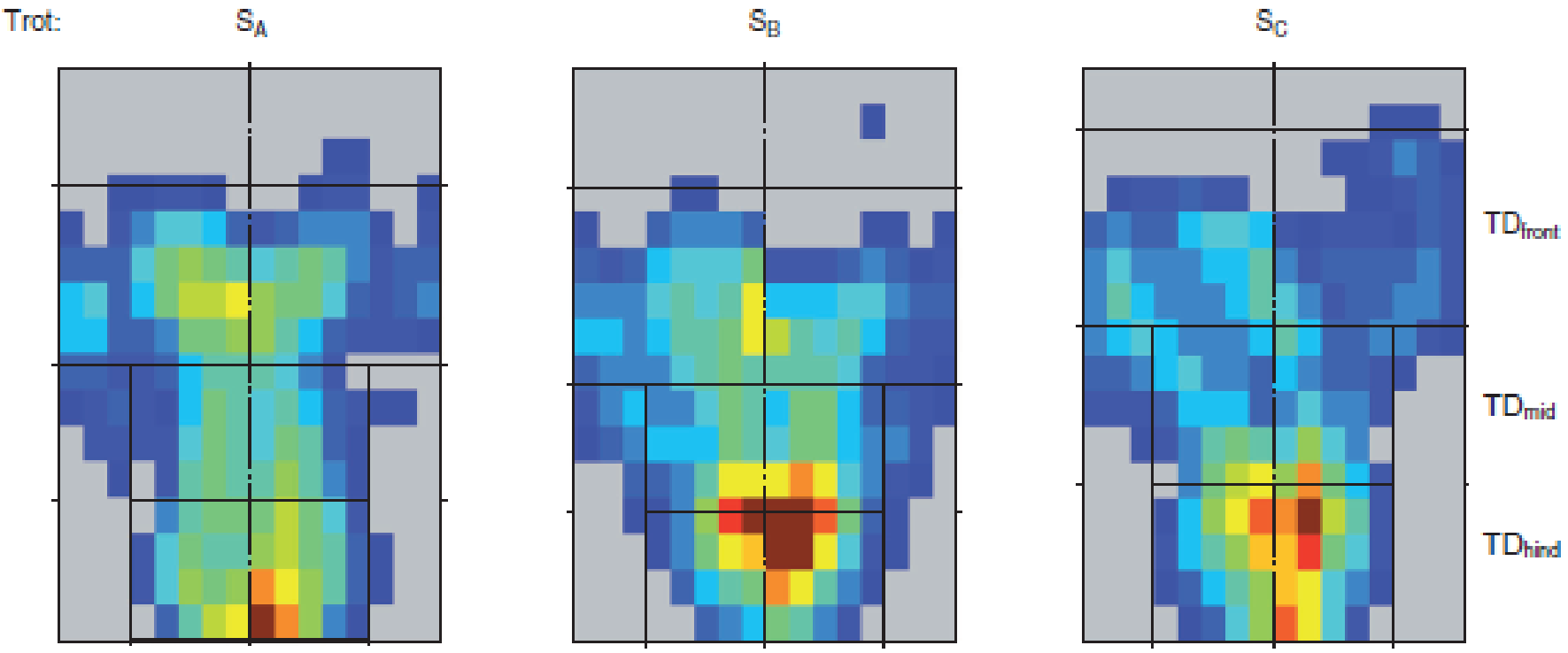
Latif *et al.*, 2010

TABLE 1: Dimensions of the 3 saddles

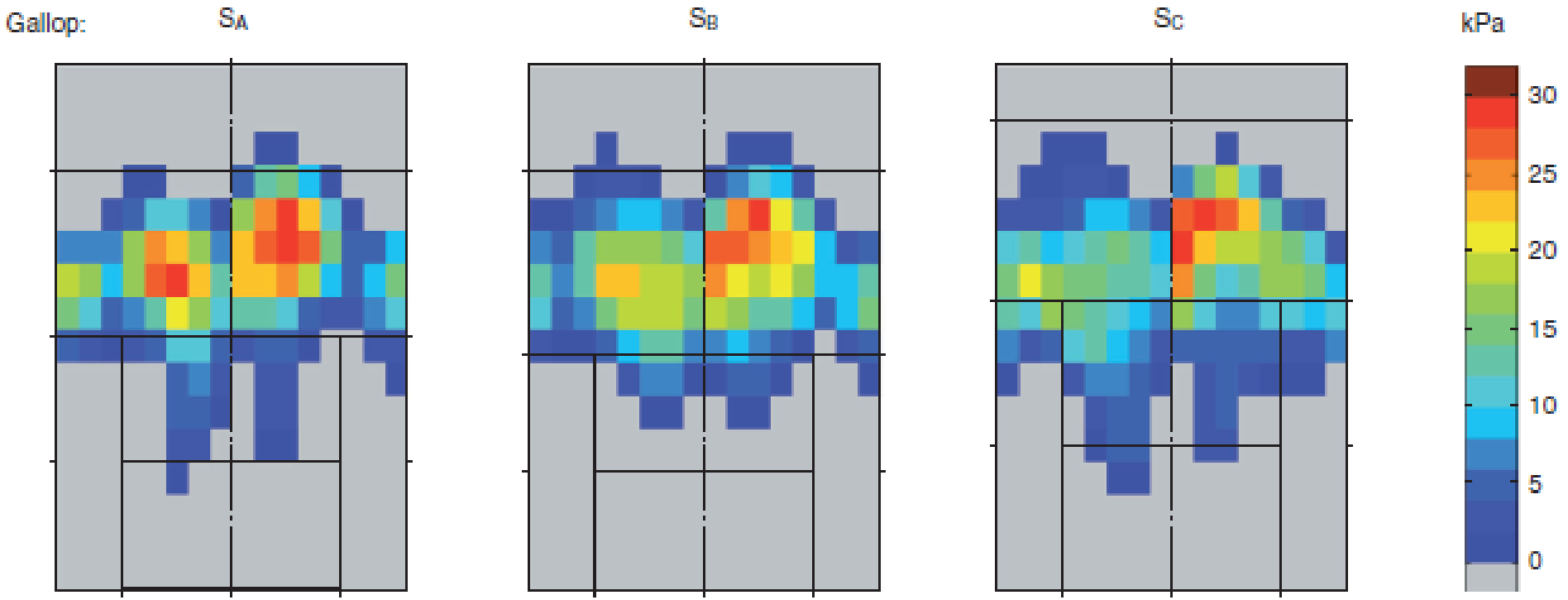
Parameter	Saddle A	Saddle B	Saddle C
Picture of tree concept and saddle panels[a]	Wooden tree	Treeless	Flexible tree
			
Weight (kg)	7.9	6.3	5.9
Gullet length (cm)	44	44	50
Gullet width (cm)	4.5	3.5	5
Front panels width (cm)	17	16	25
Rear panels width (cm)	12	11	11
D1[b] (cm)	15	17	17
D2[c] (cm)	29	27	33
Total size of mask (cm^2)	1472	1500	1650

Weight includes the 2 saddle pads and the saddle pressure measuring system. [a]Black, headplate and tree; grey, panel. [b]Distance between the front edge of the gullet and the rear edge of the third billet. [c]Distance between the rear edge of the third billet and the rearmost part of the saddle panels.

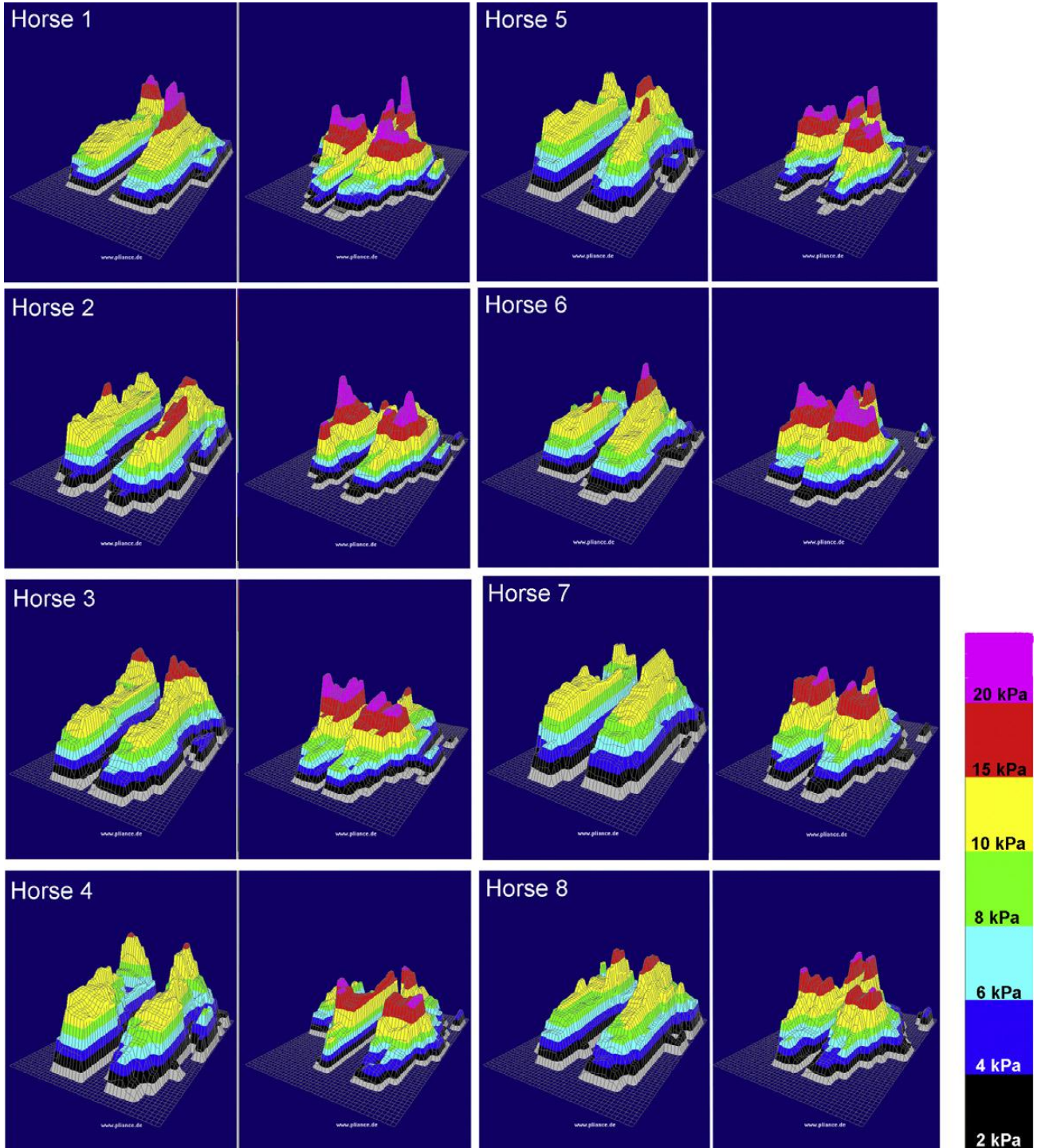
Traditionele boom, boomloos en flexibele boom



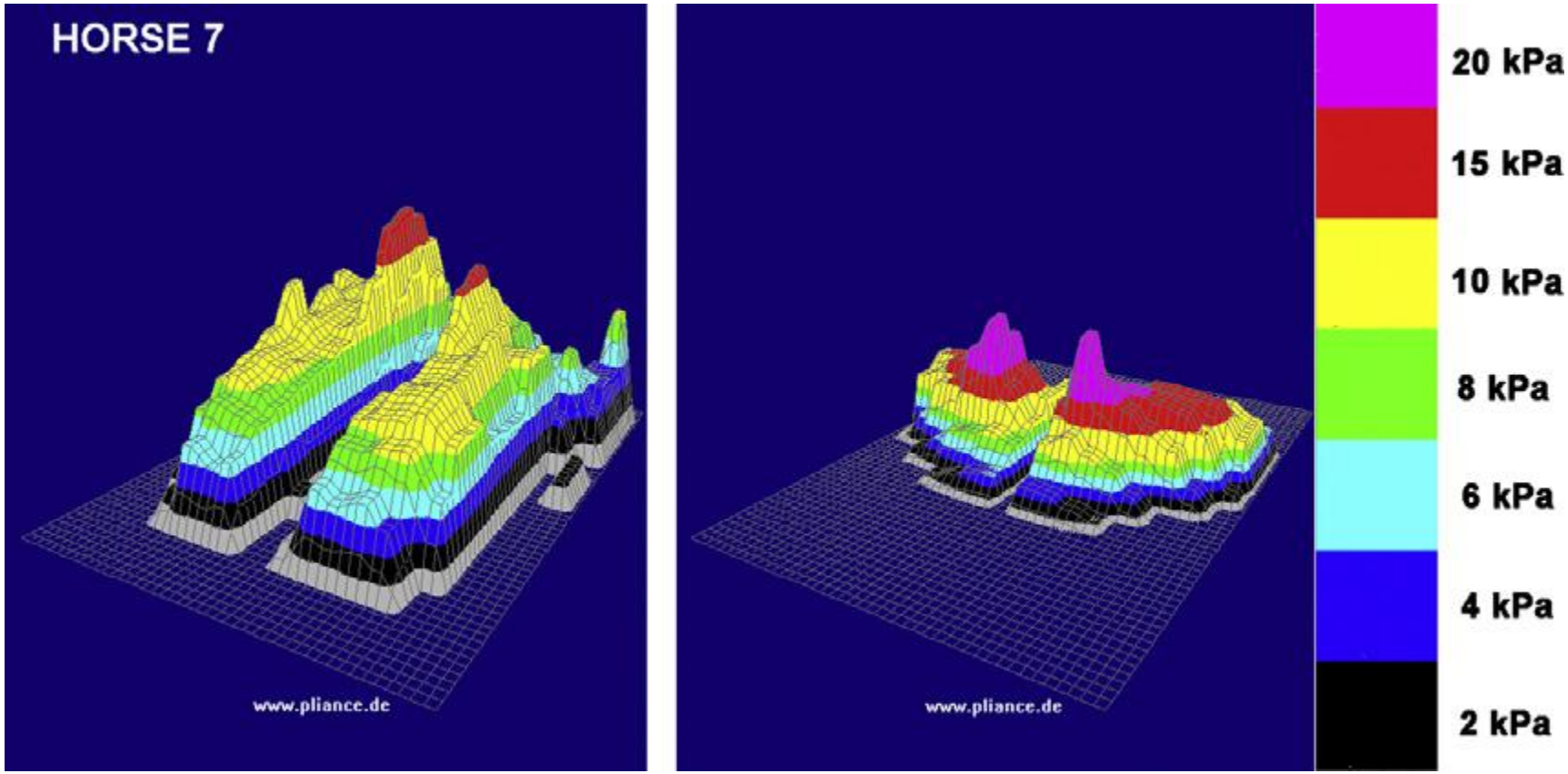
Traditionele boom, boomloos en flexibele boom



Belock *et al.*, 2012



Clayton *et al.*, 2013



Effect bevestiging singelstoten en vulling kussens

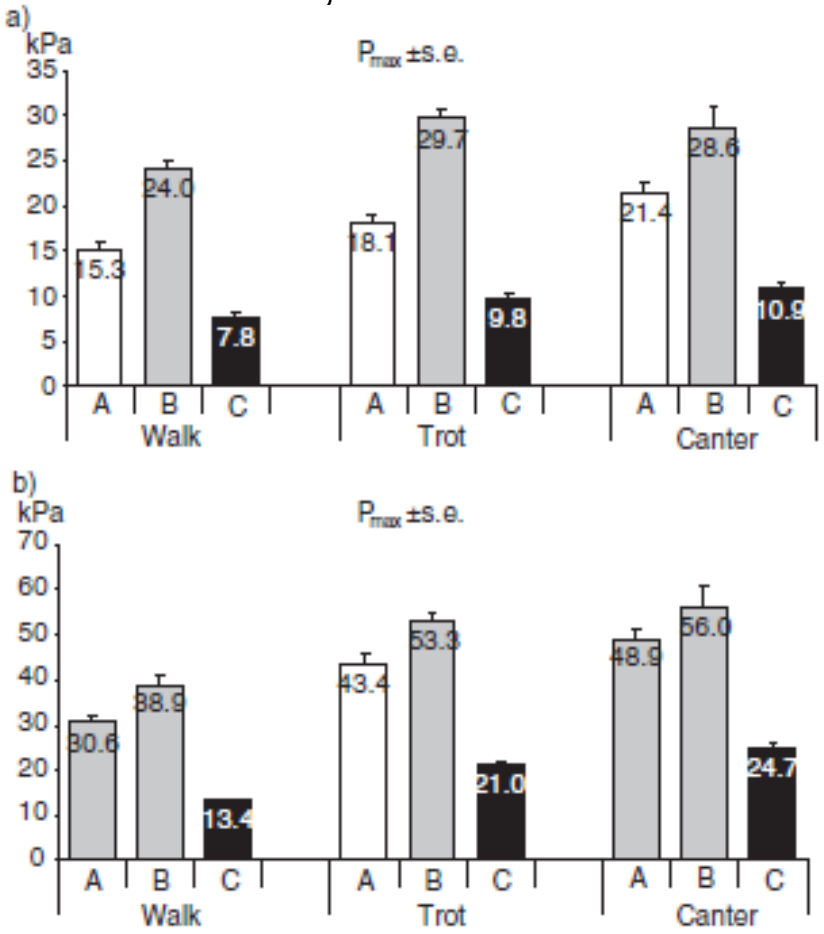
- Gebruikte bevestiging singelstoten niet beter dan traditioneel
- Wol beter dan foam



Bystrom *et al.*, 2010

Druk bij veranderd zweetpatroon en zadeldrukkingen

Von Peinen *et al.*, 2010





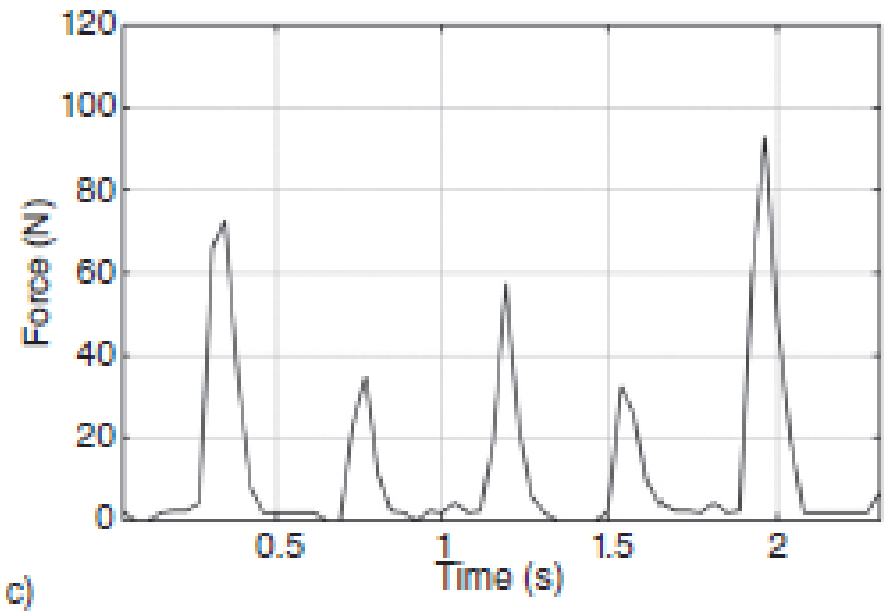
Combinatie zadeldruk en beendruk

De Cocq *et al.*, 2010

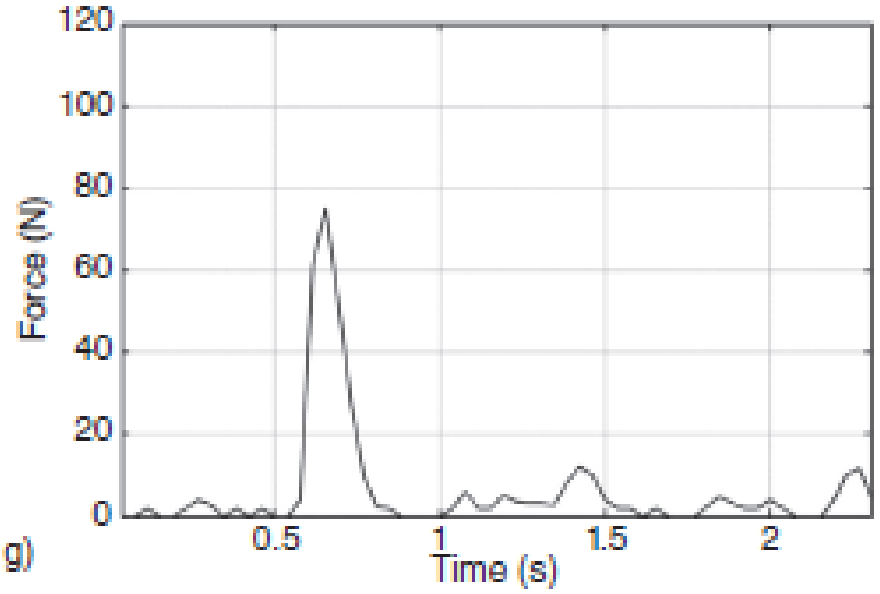




Combinatie zadeldruk en beendruk



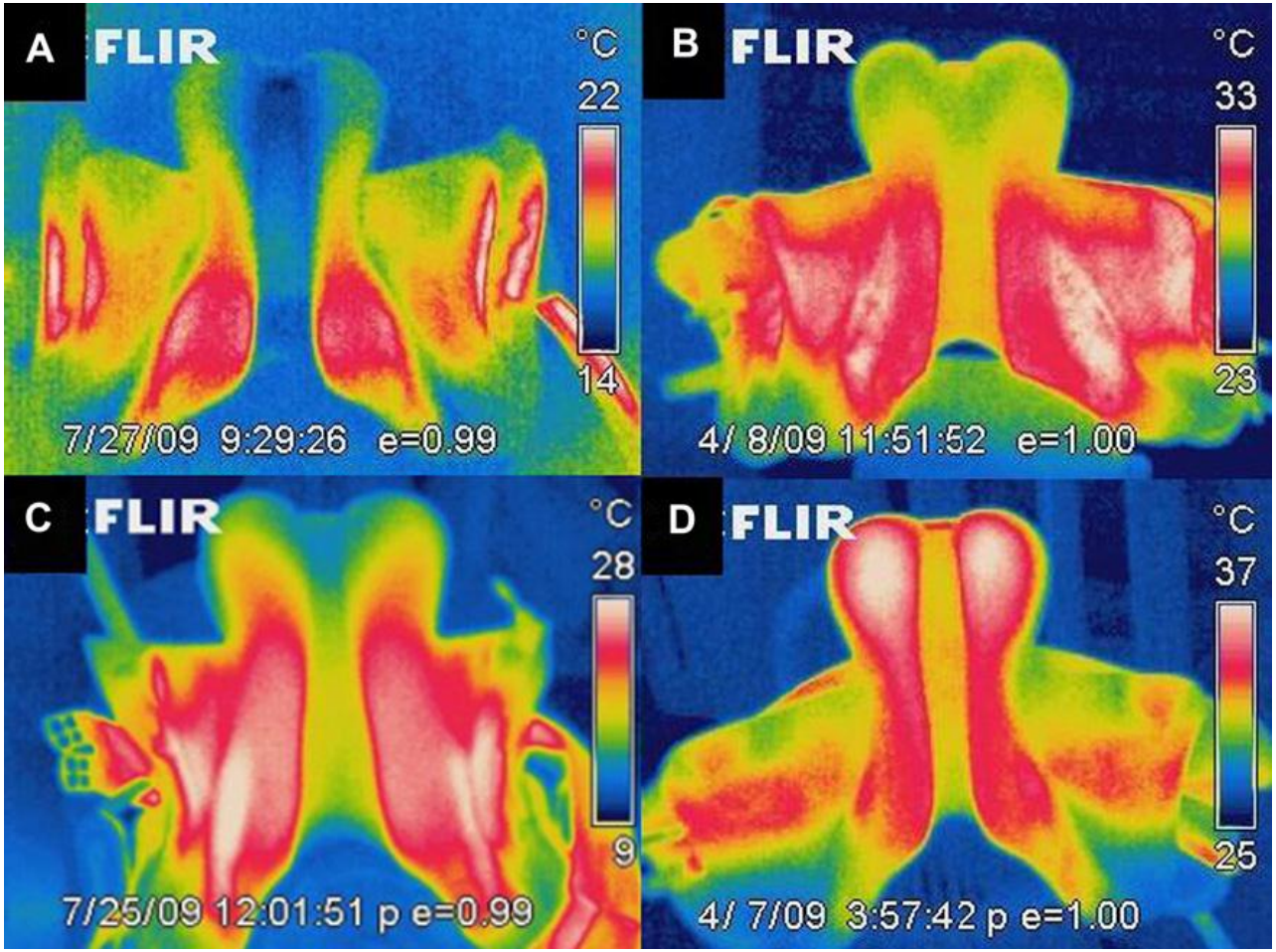
c)



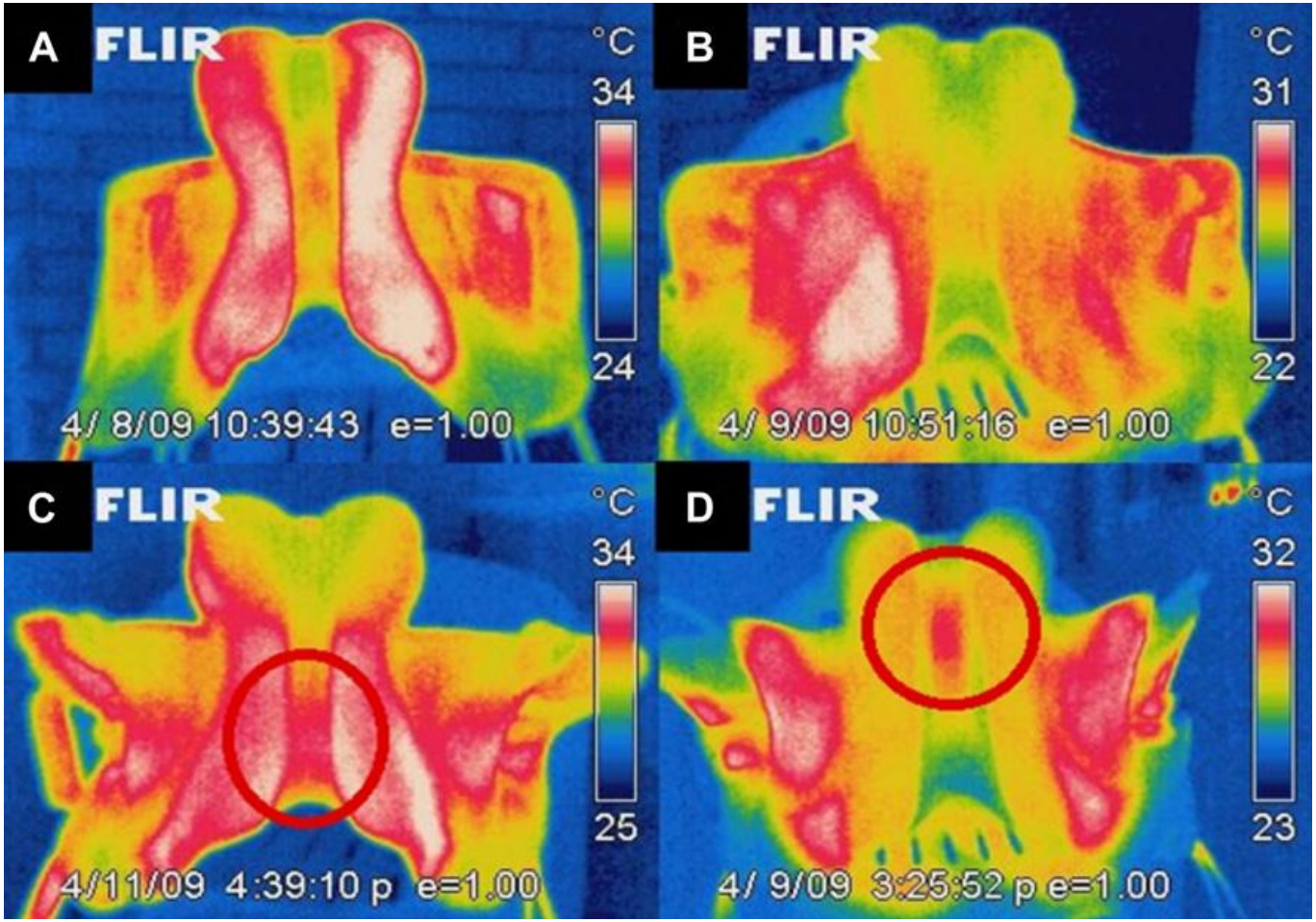
g)

Thermografie

Arruda *et al*, 2011



Thermografie



Vragen????

P.deCocq@hasdb.nl
073-6923 782