

Romphouding en Bewegelijkheid Bureaustoel versus Flexchair



Achtergrond

Veldon

VelDon is gestart met een dynamisch actief zithulpmiddel, de Flexchair. De Flexchair is ontwikkeld om een permanente oplossing te bieden voor aan de werkplek gerelateerde rugproblematiek. Op basis van de Flexchair is een professioneel test en trainingsconcept ontwikkeld, het zo gehete Romp Balans Trainer (RBT). De RBT is een trainingsconcept die de coördinaten en stabiliteit van het lendenwervelkolom (LWK)/bekken traint.¹

De Flexchair

De Flexchair moet de gebruiker een sterke en gezonde rug geven. Dit wordt met de Flexchair bereikt, door het aannemen van een dynamisch en actieve zit. Door het aannemen van deze zit, worden de diepe rug- en buikspieren getraind. De diepe rug- en buikspieren zijn in de moderne wereld minder actief. De diepe rug- en buikspieren moeten het lichaam voorbereiden om op de juiste manier kracht te leveren. Door het trainen van deze spieren moeten rugklachten tot de verleden tijd behoren. De Flexchair bestaat uit een voet, een tussenstuk en een zitting. De Flexchair heeft geen rugleuning of armsteunen. Doordat twee kogelgewrichten in de stoel aanwezig zijn, is beweging mogelijk in alle richtingen. De Flexchair geeft de rug vrijheid van bewegen.²



Afbeelding 1: De Flexchair

Gebruikte bureaustoel

De Flexchair is vergeleken met een standaard bureaustoel, te zien in afbeelding 2. Eenzelfde bureaustoel, zoals in afbeelding 2, met armleuningen is ook gebruikt in het onderzoek. Er is geen onderscheid gemaakt tussen deze twee bureaustoelen in de resultaten. Gezien de kleine groep waarbij de test is afgenomen, is het splitsen van de groep niet verstandig. De groepen worden dan te klein om te vergelijken.

De bureaustoel kan zo worden ingesteld dat de rugleuning naar voren en achteren kan bewegen, tijdens het onderzoek is de rugleuning vastgezet. Met de bureaustoel kan ook worden geroteerd. De proefpersonen is niet verboden om met de bureaustoel te roteren.



Afbeelding 2: Gebruikte bureaustoel

Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek is om aan te tonen of de gebruiker fysiek actiever zit op de Flexchair, in vergelijking met het zitten op een normale bureaustoel. De mate van activiteit is gemeten met de DynaPort Hybrid. Met de DynaPort kan de Movement Intensity (MI) worden bepaald. De MI is een maat voor fysieke activiteit. Aangenomen is dat de proefpersonen een hogere MI, bewegingsintensiteit, hebben bij het zitten op de Flexchair. Verder zal een vergelijking worden gemaakt tussen de romphouding en beweeglijkheid zittend op de Flexchair en bureaustoel.

¹ <http://veldon.nl/nl/over>

² <http://flexchair.com/nl/over>

Methode

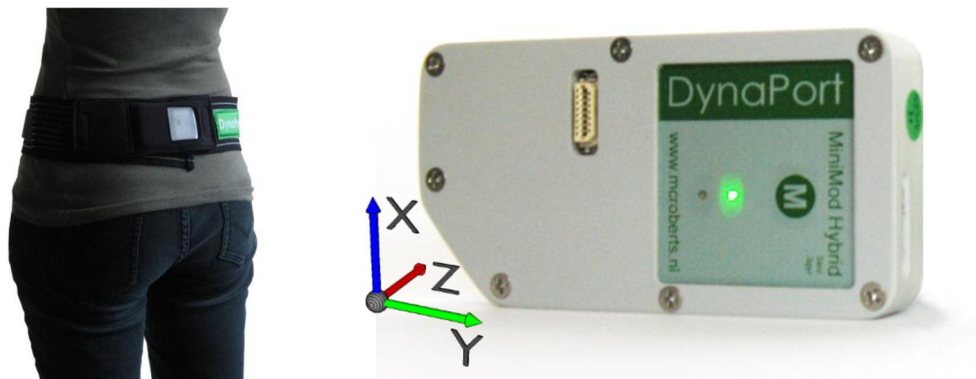
Alle zes de proefpersonen zijn in hun eigen werkomgeving gemeten. De proefpersonen zijn gedurende een halfuur gemeten, zittend op de Flexchair en bureaustoel. De proefpersonen is gevraagd om hun normale werkzaamheden uit te voeren. Twee van de zes proefpersonen zijn tweeënhalfuur gemeten zittend op de Flexchair en bureaustoel. Tijdens deze langere metingen is het de proefpersonen niet verboden om te lopen en staan, zodat de proefpersonen niet zijn gehinderd tijdens hun werk. Alleen de zitperiodes zijn geanalyseerd.

De proefpersonen is verboden gedurende het halfuur op te staan of te lopen. Tussen beide metingen is een uur pauze ingelast. De band van de DynaPort is in dit uur niet afgedaan.

De proefpersonen zijn verdeeld over twee groepen. De ene groep heeft het eerste half uur op de Flexchair gezeten, de andere groep heeft het eerste half uur op de bureaustoel gezeten. In het tweede halfuur zijn de rollen van de groepen omgedraaid. Zo is een mogelijk volgorde effect uitgesloten. De eerste en laatste 30 seconden van de metingen zijn uit het signaal geanalyseerd, om zeker te zijn dat alleen de zitperiodes meegenomen zijn in de dataverwerking.

Data analyse

De bewegingen gemeten door de DynaPort worden in MATLAB R2011a geanalyseerd. De DynaPort registreert bewegingen van het lichaam d.m.v. accelerometers en gyroscopen die versnelling en rotaties in en om drie assen (X-, Y- en Z-as) meten. De DynaPort wordt gedragen in een band op de onderrug, zie afbeelding 3.



Afbeelding 3: De DynaPort

De X-as van de DynaPort (blauw in afbeelding 3, pagina 3) meet romprotatie en craniale/caudale versnellingen rond de longitudinale as. De Y-as van de DynaPort (groen in afbeelding 3, pagina 3) meet romflexie/rompextensie en medio/laterale versnelling rond de transversale as. Tot slot de Z-as van de DynaPort (rood in afbeelding 3, pagina 3), de Z-as meet lateroflexie en anterior/posterior versnelling om de sagittale as.

De accelerometer meet de versnellingen in X-, Y- en Z-richting in g (1g is 9.81m/s^2). De gemeten versnelling kan positief of negatief zijn. De accelerometer meet tot maximaal 6g. Het versnellingssignaal is in elke as gemiddeld. Het gemiddelde versnellingssignaal is omgerekend naar graden. De hoeken zijn berekend t.o.v. de horizontaal. De hoeken geven informatie over de houding van de proefpersonen.

De gyroscop meet de hoeksnelheid om de X-, Y- en Z-as in graden/s. De gyroscop kan een positieve en negatieve hoeksnelheid meten, afhankelijk van de rompdraaiing. De gyroscop meet alleen beweging. Wanneer een statische houding wordt aangenomen zal de gyroscop niks meten! Net als bij het versnellingssignaal is de hoeksnelheid in elke as gemiddeld. De gemiddelde hoeksnelheid geeft echter geen informatie over de houding. De standaarddeviatie (SD) van de hoeksnelheid geeft, per as, informatie over de beweeglijkheid van de proefpersonen.

De gemiddelde versnellingen, hoekstanden, hoeksnelheden, SD en MI van de proefpersonen worden berekend in MATLAB R2011a en met elkaar vergeleken in IBM SPSS Statistics 20.

De MI wordt berekend aan de hand van de versnellingssignalen gemeten door de DynaPort. Eerst worden de versnellingssignalen gefilterd. Vervolgens wordt elk gefilterd versnellingssignaal gekwadrateerd. De gekwadrateerde versnellingssignalen worden bij elkaar opgeteld. Van de opgetelde versnellingssignalen wordt de wortel getrokken en het gemiddelde berekend. Het berekende gemiddelde is de MI. De MI is een maat voor bewegingsintensiteit van alle drie de versnellingscomponenten samen.

Statistische analyse

Door een T-Test uit te voeren zal worden geprobeerd een significant verschil te vinden tussen de movement intensity (MI) van de bureaustoel en de MIs van de Flexchair. Er is sprake van een significant verschil bij $p < .05$ (in tabel 4 Sig. (2-tailed) (zie pagina 6)).

Resultaten

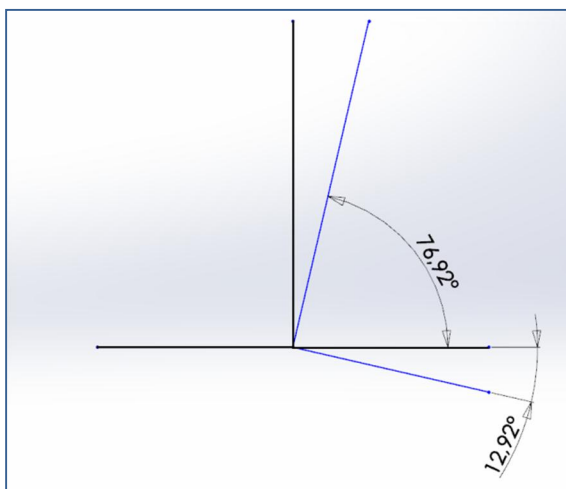
In tabel 1 zijn de gemiddelde romphoeken per as weergegeven voor de bureaustoel en de Flexchair.

Tabel 1: Gemiddelde romphoek (in graden).

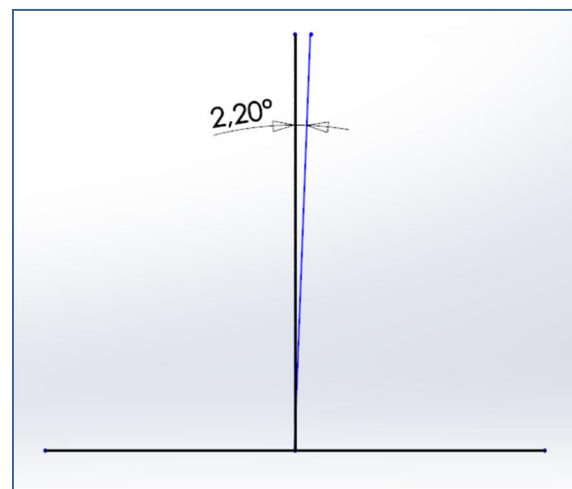
*Romphoek is berekend t.o.v. de horizontaal.

Versnellingsas	Romphoek bureaustoel (in graden)*	Romphoek Flexchair (in graden)*
Longitudinale as	76.92°	90.30°
Transversale as	2.20°	0.72°
Sagittale as	12.92°	2.39°

Al deze hoeken zijn berekend t.o.v. de horizontale as. In afbeelding 4 is de stand van de romp te zien, zittend op de bureaustoel, in het sagittale vlak. In afbeelding 5 is een dorsaal aanzicht van de romp te zien. In tabel 1 en afbeelding 4 is goed te zien dat op de bureaustoel veel naar voren is geleund.

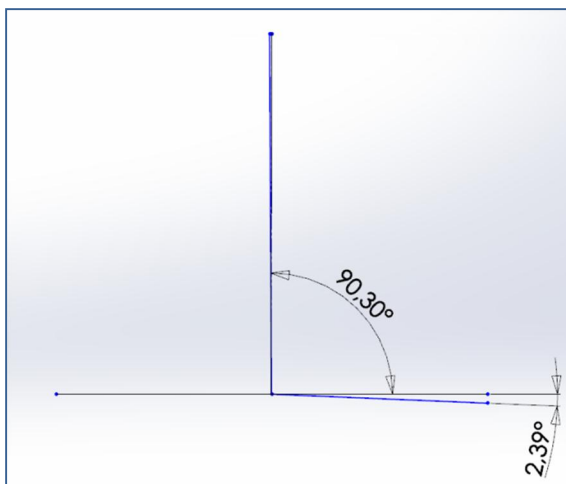


Afbeelding 4: Gemiddelde romphoek bureaustoel, sagittale vlak.

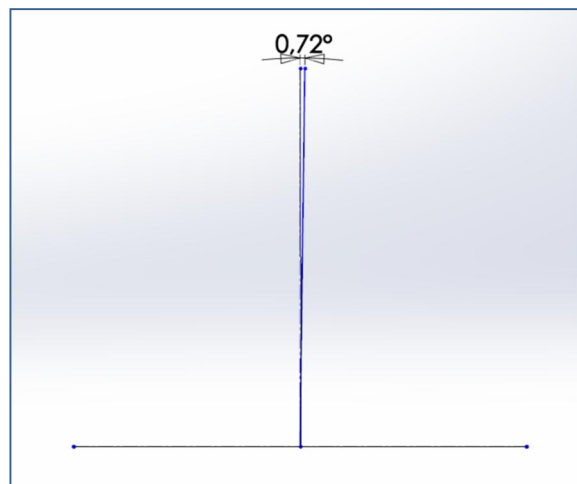


Afbeelding 5: Gemiddelde romphoek bureaustoel, dorsaal aanzicht

In afbeelding 6 is de stand van de romp in het sagittale vlak te zien, wanneer op de Flexchair wordt gezeten. In afbeelding 7 is een dorsaal aanzicht van de romp te zien. In het sagittale vlak, afbeelding 4 en 6, is duidelijk te zien dat de proefpersonen op de Flexchair een rechttere houding aannemen.



Afbeelding 6: Gemiddelde romphoek Flexchair, sagittale vlak.



Afbeelding 7: Gemiddelde romphoek Flexchair, dorsaal aanzicht.

Tabel 2 geeft de gemiddelde hoeksnelheid per as met de daarbij behorende SD. De SD biedt informatie over de beweeglijkheid van de proefpersonen. In alle assen is de SD van de proefpersonen hoger bij de Flexchair. In tabel 2 is dit per as in percentages uitgedrukt. Op de Flexchair is minimaal 26% meer beweging gemeten.

Tabel 2: Gemiddelde hoeksnelheid per as.

% meer beweging Flexchair is bepaald aan de hand van de SD van de bureaustoel en de SD van Flexchair.

Rotatie as	Bureaustoel (in graden/s)	Flexchair (in graden/s)	% meer beweging Flexchair
Longitudinale as	0.5870 (SD ±1.7471)	0.5503 (SD ±2.2079)	26%
Transversale as	-0.2340 (SD ±1.4180)	-0.1272 (SD ±1.8705)	32%
Sagittale as	-0.0141 (SD ±0.8630)	-0.0070 (SD ±1.1053)	28%

In tabel 3 is de MI van elke proefpersoon te zien en het gemiddelde MI over alle proefpersonen. De MIs van de Flexchair zijn bij alle proefpersonen hoger. Bij PP4 en PP6 valt op dat de MIs gemeten op de Flexchair en bureaustoel hoog zijn. PP4 en PP6 zijn tijdens de metingen actiever geweest. Daarbij is het verschil in MI, van de bureaustoel en Flexchair, bij PP4 en PP6 kleiner in vergelijking met de andere proefpersonen.

Tabel 3: Overzicht Movement Intensity (MI) van de bureaustoel versus de Flexchair.

Proefpersoon	Soort meting	MI bureaustoel	MI Flexchair
PP1	Kort	0.0068	0.0152
PP2	Kort	0.0082	0.0119
PP3	Kort	0.0095	0.0107
PP4	Kort	0.0145	0.0155
PP5	Lang	0.0071	0.0117
PP6	Lang	0.0161	0.0175
Gemiddeld	-	0.0104 (SD ±0.0040)	0.0138 (SD ±0.0027)

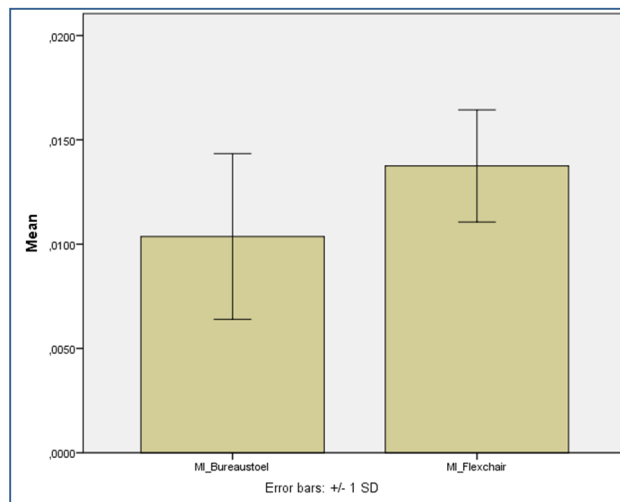
Om een significant verschil te vinden tussen beide MIs is een T-Test uitgevoerd, te zien in tabel 4. De waarde van p in tabel 5 is $p = .034$. Er is sprake van een significant verschil tussen de MI van de Flexchair en de bureaustoel. In grafiek 1 is een grafische weergave gemaakt van tabel 4.

Tabel 4: Paired Sample T-Test, significant als Sig. (2-tailed) < .050.

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	MI_Bureaustoel - MI_Flexchair	-,0033833	,0028680	,0011709	-,0063932	-,0003735	-2,890	5	,034

In grafiek 1 zijn de gemiddelde MI van de Flexchair en bureaustoel grafisch weergegeven. De gemiddelde MI van de Flexchair is hoger dan de gemiddelde MI van de bureaustoel. De spreiding is bij de bureaustoel groot.



Grafiek 1: Staafdiagram gemiddelde MI van de bureaustoel en de Flexchair.

Discussie

Het belangrijkste resultaat van deze studie is dat de beweeglijkheid minimaal per richting 26% toeneemt in alle drie de onderzochte richtingen en de bewegingsintensiteit van de drie sensoren samen toeneemt bij het zitten op de Flexchair. Bij de proefpersonen met een hogere beweeglijkheid in beide condities (PP4 en PP6) is het verschil tussen de condities aanmerkelijk kleiner. Bij de andere proefpersonen met een lagere beweeglijkheid in beide condities is het verschil tussen condities juist groot. Er is een significant verschil gevonden tussen de gemiddelde MI ($p = .034$). Statistisch gezien dit onderzoek niet sterk is door het kleine aantal proefpersonen.

Proefpersonen zitten op de Flexchair meer rechtop in het sagittale vlak (afbeelding 4 en 6). Bij de bureaustoel in een gemiddelde hoekstand van de romp van 76° . Dit komt waarschijnlijk door de rugleuning. Omdat de Flexchair een instabiel zitvlak heeft in drie de richtingen mogen we aannemen dat de rompspieren een stabiliserende functie hebben. Wel moet worden opgemerkt dat de DynaPort niet de activiteit van spieren meet. Hieruit kan worden geconcludeerd dat op de Flexchair inderdaad een actievere zit wordt aangenomen.

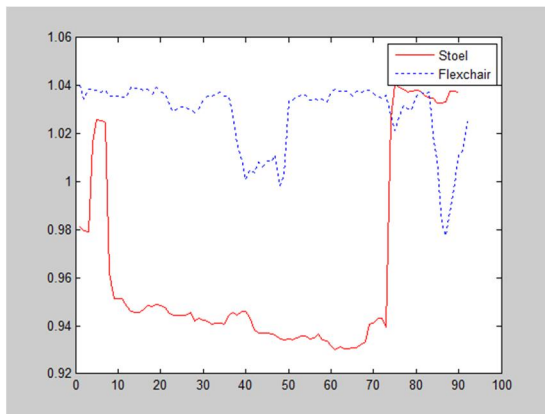
Conclusie

Geconcludeerd kan worden dat de aangenomen hypothese, dat er een hogere bewegingsintensiteit (MI) is bij het zitten op de Flexchair, correct is.

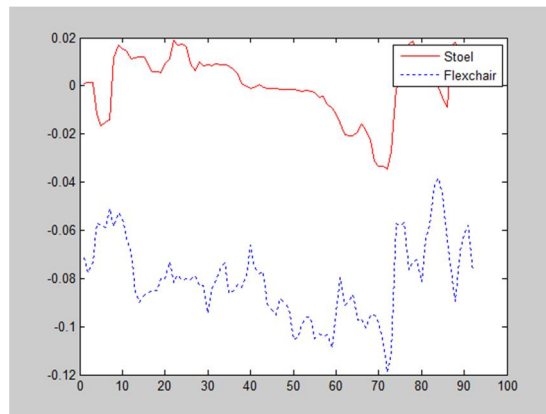
Bijlage

Tabel 4: PP1, bureaustoel versus Flexchair (korte meting).
1g staat gelijk aan 9,81.

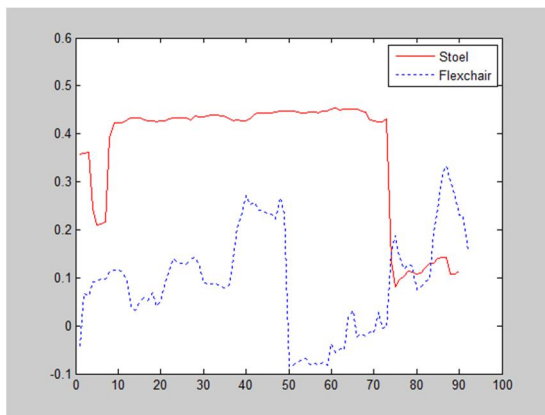
Richting	Bureaustoel	Flexchair
Versnelling (in g):longitudinale as	0.9637 (SD ±0.0028)	1.0281 (SD ±0.0087)
Versnelling (in g):transversale as	-0.0001 (SD ±0.0038)	-0.0807 (SD ±0.0130)
Versnelling (in g): sagittale as	0.3642 (SD ±0.0067)	0.0942 (SD ±0.0208)
Rotatie as (in graden/s): craniaal, caudaal	0.0448 (SD ±0.9626)	0.0658 (SD ±2.4700)
Rotatie as (in graden/s): mediaal, lateraal	-0.0826 (SD ±0.5200)	-0.0646 (SD 1.7504)
Rotatie as (in graden/s): anterior, posterior	-0.0658 (SD ±0.5065)	-0.0925 (SD 1.0624)
Movement Intensity	0.0068	0.0152



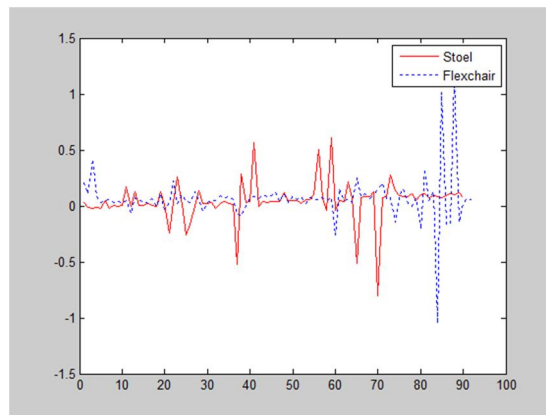
Grafiek 2: Versnelling craniaal/caudaal in g.



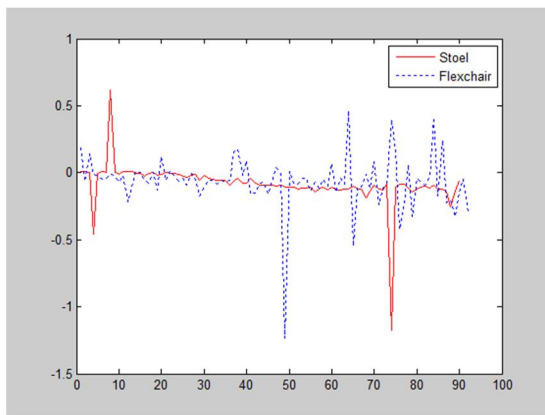
Grafiek 3: Versnelling mediaal/lateraal in g.



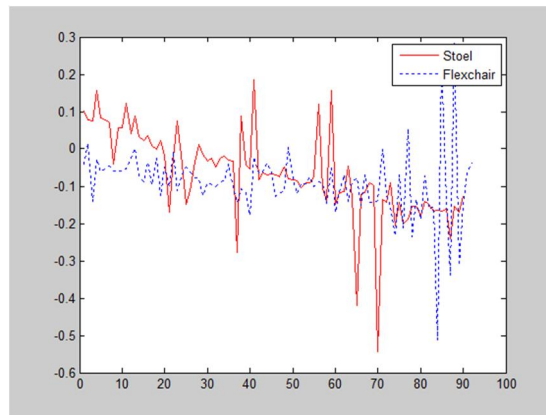
Grafiek 4: Versnelling anterior/posterior in g.



Grafiek 5: Rotatie craniale/caudale as in graden/s.



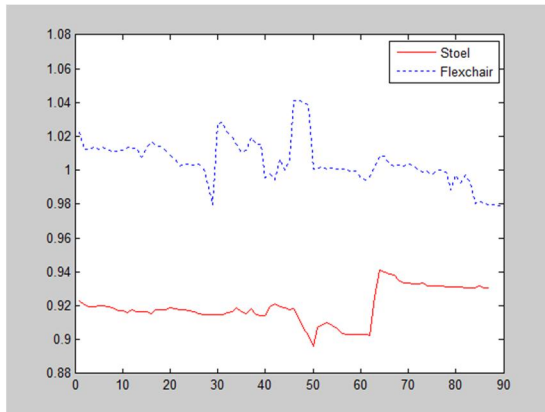
Grafiek 6: Rotatie mediale/laterale as in graden/s.



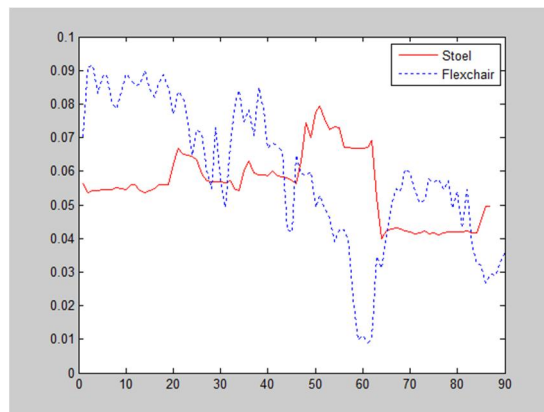
Grafiek 7: Rotatie anterior/posterior as in graden/s.

Tabel 5: PP2, bureaustoel versus Flexchair (korte meting).
1g staat gelijk aan 9,81.

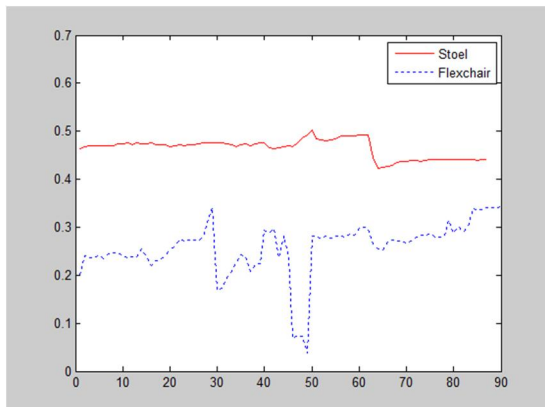
Richting	Bureaustoel	Flexchair
Versnelling (in g):longitudinale as	0.9196 (SD ±0.0035)	1.0050 (SD ±0.0082)
Versnelling (in g):transversale as	0.0558 (SD ±0.0047)	0.0596 (SD ±0.0112)
Versnelling (in g): sagittale as	0.4648 (SD ±0.0077)	0.2584 (SD ±0.0166)
Rotatie as (in graden/s): craniaal, caudaal	0.1001 (SD ±1.2698)	0.0376 (SD ±1.6130)
Rotatie as (in graden/s): mediaal, lateraal	-0.1210 (SD ±0.7078)	-0.0715 (SD ±1.4307)
Rotatie as (in graden/s): anterior, posterior	-0.1698 (SD ±0.6031)	-0.0869 (SD ±0.8549)
Movement Intensity	0.0082	0.0119



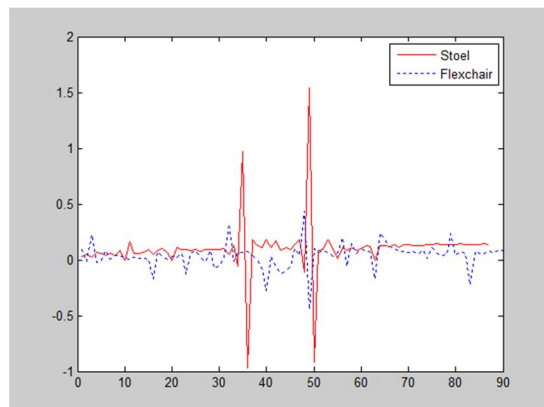
Grafiek 8: Versnelling craniaal/caudaal in g.



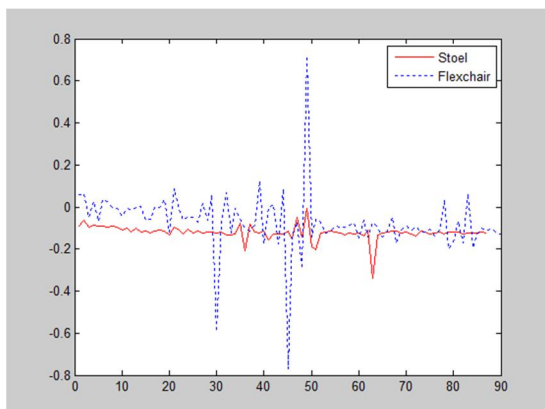
Grafiek 9: Versnelling mediaal/lateraal in g.



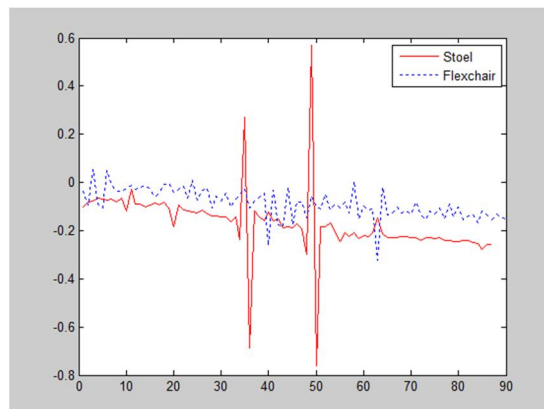
Grafiek 10: Versnelling anterior/posterior in g.



Grafiek 11: Rotatie craniale/caudale as in graden/s.



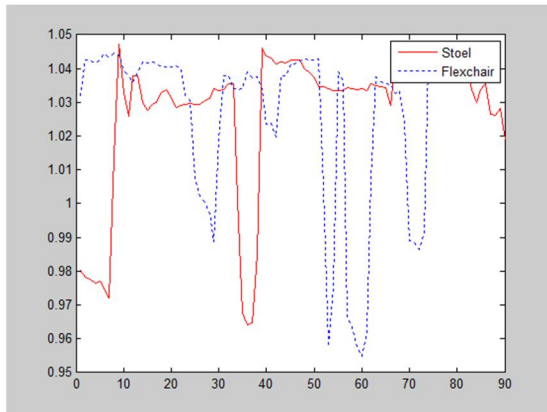
Grafiek 12: Rotatie mediale/laterale as in graden/s.



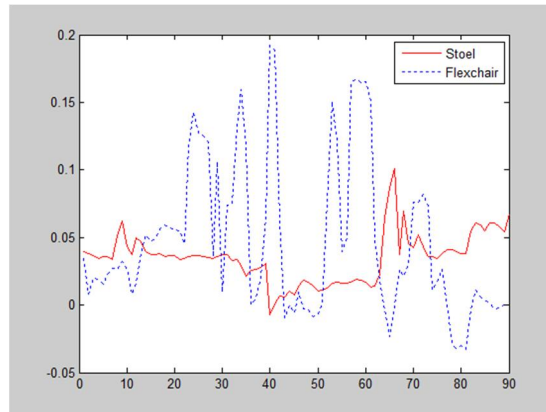
Grafiek 13: Rotatie anterior/posterior as in graden/s.

Tabel 6: PP3, bureaustoel versus Flexchair (korte meting).
1g staat gelijk aan 9,81.

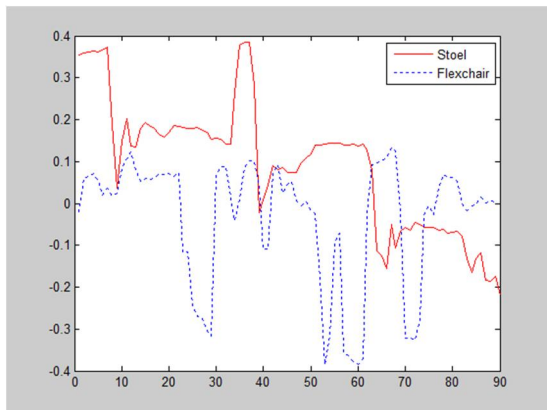
Richting	Bureaustoel	Flexchair
Versnelling (in g):longitudinale as	1.0276 (SD ±0.0043)	1.0271 (SD ±0.0073)
Versnelling (in g):transversale as	0.0350 (SD ±0.0069)	0.0477 (SD ±0.0153)
Versnelling (in g): sagittale as	0.0926 (SD ±0.0205)	-0.0344 (SD ±0.0320)
Rotatie as (in graden/s): craniaal, caudaal	0.0561 (SD ±0.7456)	0.0935 (SD ±1.7076)
Rotatie as (in graden/s): mediaal, lateraal	-0.1050 (SD ±1.3566)	-0.1206 (SD ±1.7577)
Rotatie as (in graden/s): anterior, posterior	-0.1024 (SD ±0.5036)	-0.1662 (SD ±0.7812)
Movement Intensity	0.0095	0.0107



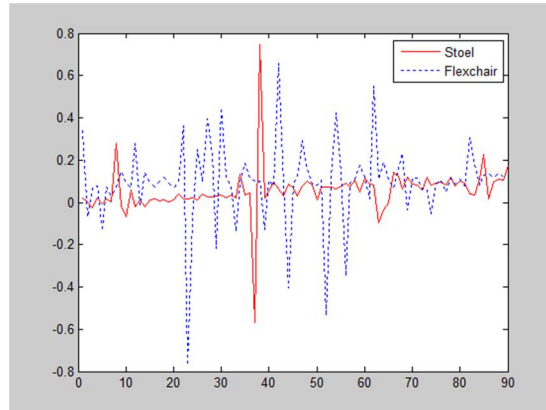
Grafiek 14: Versnelling craniaal/caudaal in g.



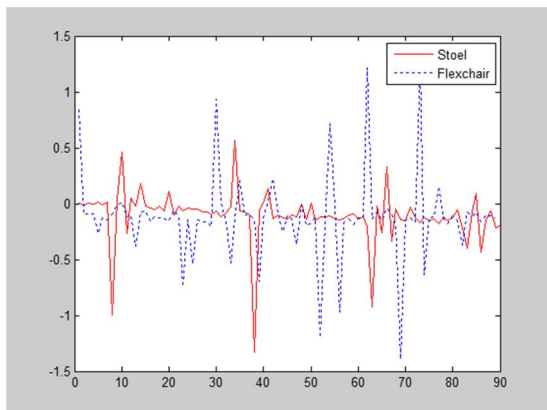
Grafiek 15: Versnelling mediaal/lateraal in g.



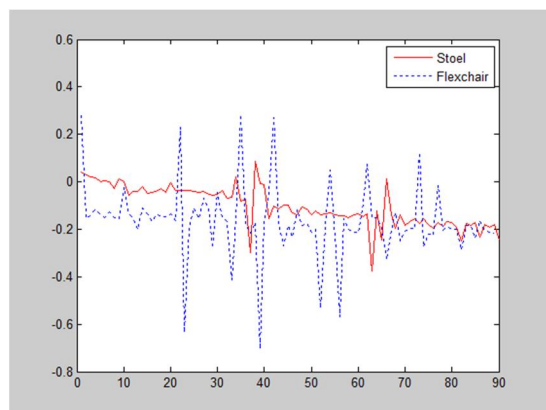
Grafiek 16: Versnelling anterior/posterior in g.



Grafiek 17: Rotatie craniale/caudale as in graden/s.



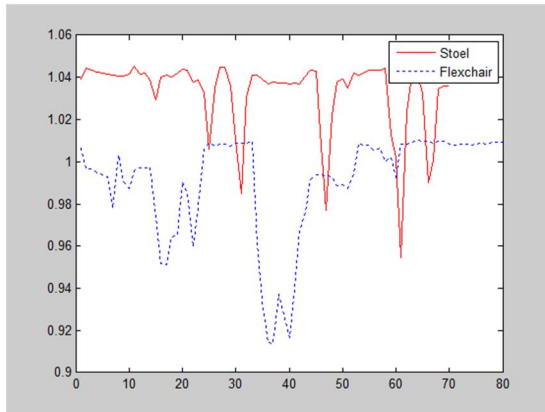
Grafiek 18: Rotatie mediale/laterale as in graden/s.



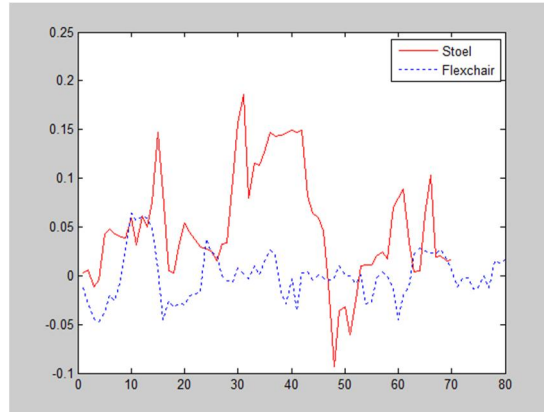
Grafiek 19: Rotatie anterior/posterior as in graden/s.

Tabel 7: PP4, bureaustoel versus Flexchair (korte meting).
1g staat gelijk aan 9,81.

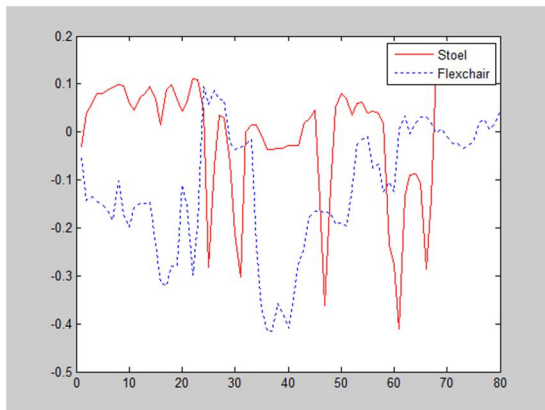
Richting	Bureaustoel	Flexchair
Versnelling (in g):longitudinale as	1.0328 (SD ±0.0102)	0.9906 (SD ±0.0113)
Versnelling (in g):transversale as	0.0509 (SD ±0.0211)	-0.0005 (SD ±0.0158)
Versnelling (in g): sagittale as	-0.0119 (SD ±0.0384)	-0.1177 (SD ±0.0273)
Rotatie as (in graden/s): craniaal, caudaal	0.0393 (SD ±1.9372)	1.4512 (SD ±2.3760)
Rotatie as (in graden/s): mediaal, lateraal	-0.0466 (SD ±2.7707)	-0.3524 (SD ±2.1747)
Rotatie as (in graden/s): anterior, posterior	-0.0604 (SD ±1.1957)	0.0447 (SD ±1.2794)
Movement Intensity	0.0145	0.0155



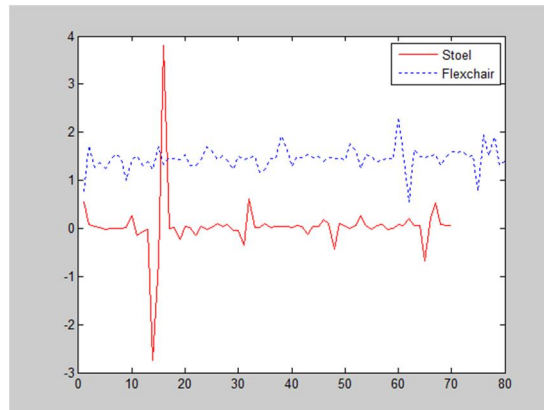
Grafiek 20: Versnelling craniaal/caudaal in g.



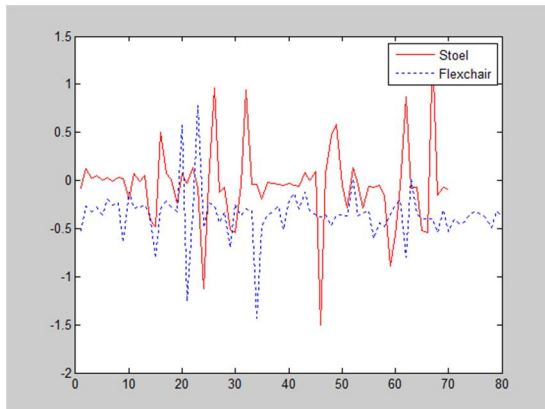
Grafiek 21: Versnelling mediaal/lateraal in g.



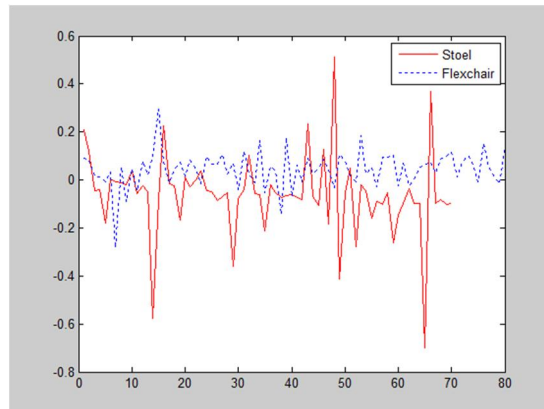
Grafiek 22: Versnelling anterior/posterior in g.



Grafiek 23: Rotatie craniale/caudale as in graden/s.



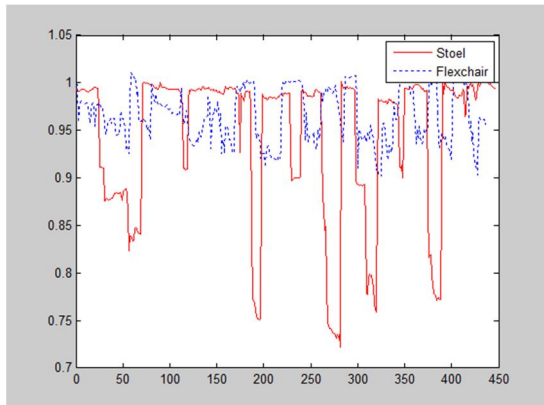
Grafiek 24: Rotatie mediale/laterale as in graden/s.



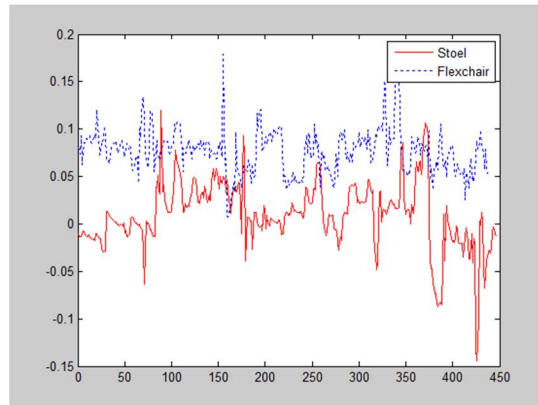
Grafiek 25: Rotatie anterior/posterior as in graden/s.

Tabel 8: PP5, bureaustoel versus Flexchair (lange meting).
1g staat gelijk aan 9,81.

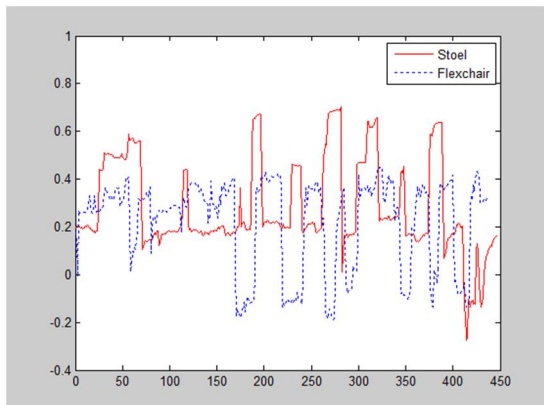
Richting	Bureaustoel	Flexchair
Versnelling (in g):longitudinale as	0.9440 (SD ±0.0056)	0.9650 (SD ±0.0096)
Versnelling (in g):transversale as	0.0096 (SD ±0.0082)	0.0766 (SD ±0.0133)
Versnelling (in g): sagittale as	0.2817 (SD ±0.0145)	0.2216 (SD ±0.0260)
Rotatie as (in graden/s): craniaal, caudaal	1.6033 (SD ±1.6424)	1.4903 (SD ±2.1425)
Rotatie as (in graden/s): mediaal, lateraal	-0.5587 (SD ±1.1177)	-0.4468 (SD ±1.8668)
Rotatie as (in graden/s): anterior, posterior	0.1830 (SD ±0.7365)	0.1152 (SD ±1.1205)
Movement Intensity	0.0071	0.0117



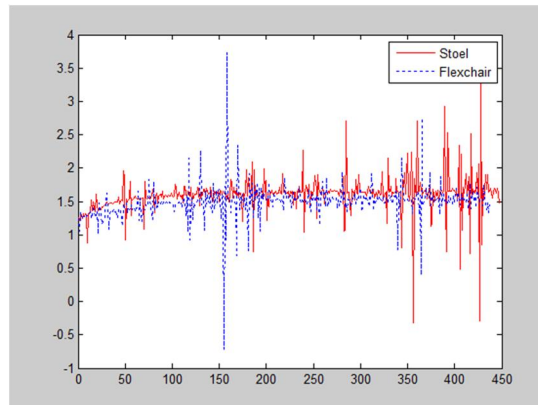
Grafiek 26: Versnelling craniaal/caudaal in g.



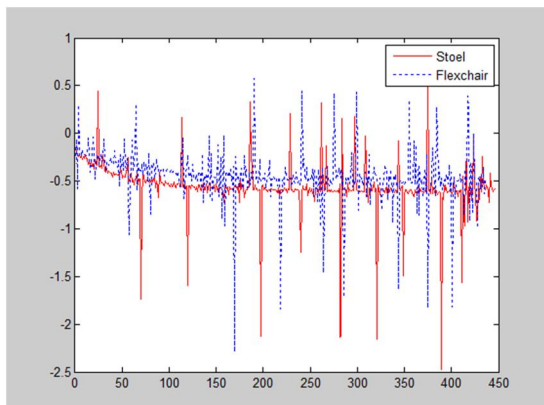
Grafiek 27: Versnelling mediaal/lateraal in g.



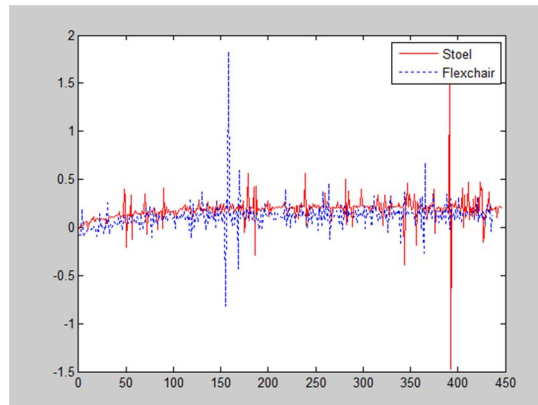
Grafiek 28: Versnelling anterior/posterior in g.



Grafiek 29: Rotatie craniale/caudale as in graden/s.



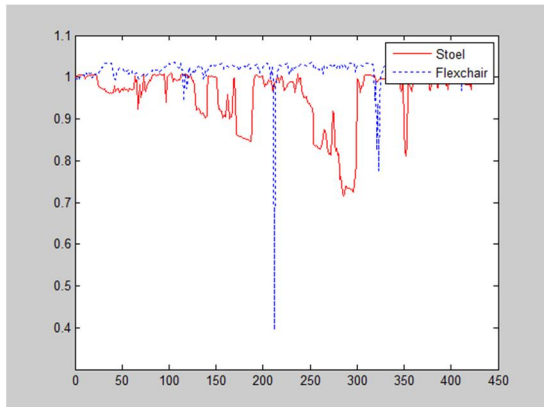
Grafiek 30: Rotatie mediale/laterale as in graden/s.



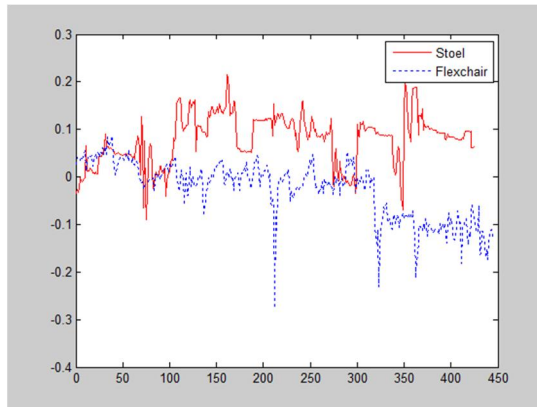
Grafiek 31: Rotatie anterior/posterior as in graden/s.

Tabel 9: PP6, bureaustoel versus Flexchair (lange meting).
1g staat gelijk aan 9,81.

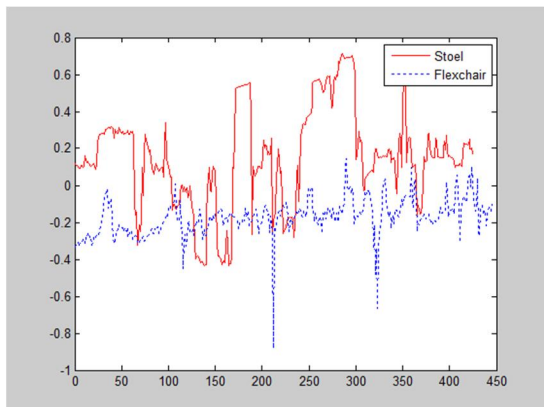
Richting	Bureaustoel	Flexchair
Versnelling (in g):longitudinale as	0.9564 (SD ±0.0135)	1.0160 (SD ±0.0137)
Versnelling (in g):transversale as	0.0792 (SD ±0.0167)	-0.0271 (SD ±0.0182)
Versnelling (in g): sagittale as	0.1504 (SD ±0.0294)	-0.1718 (SD ±0.0319)
Rotatie as (in graden/s): craniaal, caudaal	1.6786 (SD ±3.9248)	0.1628 (SD ±2.9384)
Rotatie as (in graden/s): mediaal, lateraal	-0.4900 (SD ±2.0354)	0.2929 (SD ±2.2429)
Rotatie as (in graden/s): anterior, posterior	0.1307 (SD ±1.6323)	-0.0415 (SD ±1.5334)
Movement Intensity	0.0161	0.0175



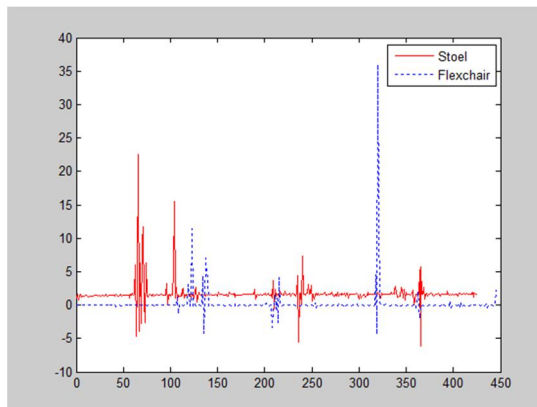
Grafiek 32: Versnelling craniaal/caudaal in g.



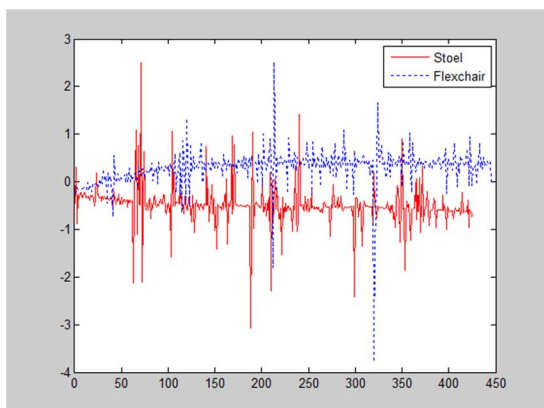
Grafiek 33: Versnelling mediaal/lateraal in g.



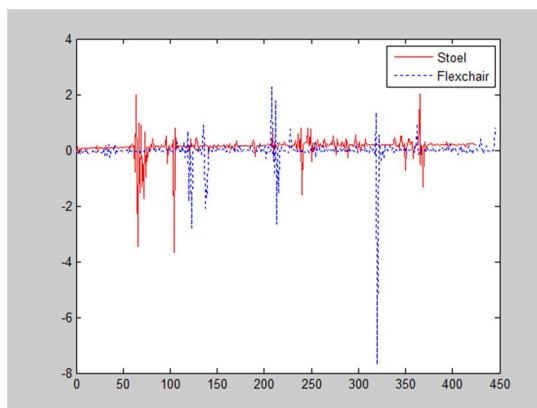
Grafiek 34: Versnelling anterior/posterior in g.



Grafiek 35: Rotatie craniale/caudale as in graden/s.



Grafiek 36: Rotatie mediale/laterale as in graden/s.



Grafiek 37: Rotatie anterior/posterior as in graden/s.