

Is de PlayerLoad per minuut verschillend voor
verschillende partijvormen gedurende
professionele voetbaltraining?



DE HAAGSE HOGESCHOOL

Afstudeerscriptie

Naam: Dominique Willem Hendricus Ebben

Studentnummer: 14044471

Periode: December 2017 – juni 2018

Eerste begeleider: Bart van Trigt, MSc

Tweede begeleider: Aad Lagerberg, MSc

Begeleider Sparta Rotterdam: Olivier Noordam, MSc

Opdrachtgever: Sparta Rotterdam B.V.

Opleiding Bewegingstechnologie, De Haagse Hogeschool

Juni 2018

Is de PlayerLoad per minuut verschillend voor verschillende partijvormen gedurende professionele voetbaltraining?

Ebben, D. W. H. (14044471)^a

^a Mens en techniek | Bewegingstechnologie, De Haagse Hogeschool, Den Haag, Nederland

SAMENVATTING

Het meten van trainingen in de topsport wordt steeds belangrijker, spelers trainen met een globaal positioneringssysteem (GPS). Hierdoor is het mogelijk om grootschalig data te verzamelen en dit te interpreteren. Tijdens trainingen worden wedstrijd specifieke situaties getraind door middel van kleine partijvormen (KPV), dit zijn spelvormen waarin het speelveld per speler wordt verkleind. De PlayerLoad (PL), het totaal van de versnellingen in drie richtingen, geeft een mate van externe belasting. Het doel van dit onderzoek is om te analyseren of de PL per minuut (PL_{min}), PL in voor- en achterwaartse richting (PL_{va}), PL in zijwaartse richting (PL_{zij}) en de PL in verticale richting (PL_{ver}) verschillend is voor verschillende KPV.

Tijdens trainingen droegen de spelers van het tweede team van Sparta Rotterdam gedurende het seizoen 2017/2018 een GPS ontvanger, Catapult OptimEye X4. Er werden drie verschillende KPV gespeeld, vijf tegen vijf, zeven tegen zeven en acht tegen acht, iedere partijvorm werd op dezelfde dag meerdere keren getraind en in een periode van acht weken werd iedere verschillende partijvorm twee keer getraind.

Tussen dezelfde partijvorm gespeeld op dezelfde dag zijn er geen significante verschillen gevonden voor de PL_{min} ($p > 0.05$). De vijf tegen vijf de eerste keer en tweede keer gespeeld verschillen significant voor de PL_{min} , PL_{va} en de PL_{zij} ($p < 0.05$). Daarnaast is de KPV vijf tegen vijf significant groter in vergelijking met de zeven tegen zeven en acht tegen acht voor de PL_{min} , PL_{va} en de PL_{zij} ($p < 0.05$).

De gemiddelden van de data zijn vergeleken met elkaar. Er blijkt echter een verschil te zijn tussen de eerste en tweede vijf tegen vijf. Hierdoor zal de werkelijke waarde van de vijf tegen vijf hoger of lager zijn. Daarnaast is een minimaal verschil tussen verschillende Catapult OptimEye X4 ontvangers in de PL, waardoor de gemiddelde waarde niet accuraat is.

De PL_{min} geeft een mate van externe belasting weer en is bij de kleine partijvorm vijf tegen vijf groter dan bij zeven tegen zeven en acht tegen acht. Dit onderzoek helpt trainers, inspanningsfysiologen en fysiotherapeuten inzicht te geven in de invloeden van KPV op de externe belasting op een speler.

Sleutelwoorden: Catapult, PlayerLoad, voetbal, kleine partijvormen

INLEIDING

Wetenschap wordt steeds belangrijker in de topsport, zo ook in de voetbalerij (Stevens, 2017). Het is mogelijk om grootschalig afstand, hartfrequentie en PlayerLoad (PL) data van spelers te verzamelen. De PL is het totaal van de versnellingen in voor- en achterwaartse, zijwaartse en verticale richting. Met behulp van een globaal positioneringssysteem (GPS) ontvanger, die gekoppeld is aan een hartfrequentieband, wordt deze data verzameld. Deze data kan de medische en technische staf helpen bij de interpretatie van de intensiteit van de training.

In het afgelopen decennium is het voetbal sterk veranderd, voetballers leggen 35% meer sprint meters af en maken 50% meer acties in een wedstrijd in vergelijking met wedstrijden van 10 jaar geleden (Barnes, et al., 2014). De grootste kans op een blessure is in het laatste kwartier van een wedstrijd (Woods, et al., 2004). Daarnaast blijkt dat de PL per minuut (PL_{min}) gedurende een wedstrijd afneemt. Dit kan duiden op vermoeidheid en een verhoogde kans op een blessure in een training of wedstrijd (Barrett, et al., 2016).

Vanuit de versnellingsmeter uit de GPS ontvanger wordt de PL-data opgeslagen. Het gebruik van versnellingsmeters wordt toegepast in onder meer American football (Boyd, et al., 2013), basketbal (Pyne, 2010) en voetbal (Jaspers, et al., 2017) om spelers te monitoren en feedback te geven aan trainers. De PL-data geeft een externe belasting weer en is in gevalideerd op kunstgras (Weaving, et al., 2017). Daarnaast zijn de GPS ontvangers gevalideerd, maar wordt er aangeraden om dezelfde GPS ontvanger te gebruiken bij dezelfde proefpersoon vanwege een minimaal verschil tussen verschillende GPS ontvangers (Nicoletta, et al., 2018).

Sparta Rotterdam maakt gebruik van Catapult, een GPS ontvanger met een versnellingsmeter en een gyroscoop. De Rotterdamse voetbalclub gebruikt de data om te bepalen of een speler overbelast is, hiervoor wordt de acuut-chronische workload ratio gebruikt (Hulin, et al., 2015). De belasting wordt berekend met verschillende parameters uit de GPS ontvanger: de totale afgelegde afstand, de afgelegde afstand op een snelheid boven de 19.8 kilometer per uur (Rampinini, et al., 2007) en de totale PL. De acute belasting is de som van de afgelopen zeven dagen van een van de bovenstaande parameters vanuit de GPS ontvanger. De chronische belasting is de som van dezelfde parameter uit de GPS ontvanger van de afgelopen 28 dagen gedeeld door vier. Om de ratio te bepalen wordt de acute belasting gedeeld door de chronische belasting, de optimale waarde van de ratio is tussen de 0.8 en 1.3 (Gabbett, 2016).

Wanneer een speler een ratio waarde boven de 1.5 heeft, bevindt de speler zich in de gevarenzone en heeft hij meer kans op een blessure door een te hoge belasting (Gabbett, 2016). Daarnaast wordt er een subjectieve vragenlijst na een training afgenomen, spelers geven door middel van een borg-schaal aan wat de ervaren mate van inspanning was tijdens de training (Borg, 1990). Dit wordt vermenigvuldigd met de duur van de training, borg-score, om de acuut-chronische workload ratio te bepalen.

Voetbal wordt gespeeld op een gras- of kunstgrasveld van gemiddeld 100 meter lang bij 64 meter breed. In een wedstrijd heeft iedere veldspeler, exclusief keepers, gemiddeld 320 m² speelveld. In trainingen moeten eigenschappen van een wedstrijd getraind worden zoals: reactievermogen, wenden, keren, inzicht en omschakelen. Het is mogelijk om deze eigenschappen te trainen in spelvormen waarin het speelveld wordt verkleind (kleine partijvormen (KPV)). Een speler heeft bij KPV gemiddeld 150 m² speelveld om zich in te bewegen (Aguiar, et al., 2012). Via KPV hebben spelers minder tijd aan de bal en zijn de onderlinge afstanden kleiner, waardoor wedstrijd specifieke situaties worden getraind op een intensievere werkwijze (Aguiar, et al., 2012).

Het gebruik van KPV tijdens een training heeft positieve effecten in technisch, tactisch en fysiologisch opzicht, ten opzichte het trainen van de traditionele wedstrijdvorm (Dellal, et al., 2012). Spelers moeten bij KPV snel handelen waardoor het inzicht in het spel vergroot wordt en de conditie verbetert door functionele bewegingen (Owen, et al., 2011). Daarnaast komen bij KPV zowel aanvallers als verdedigers in scoringspositie en moeten alle spelers ook verdedigen (Owen, et al., 2014).

Bij het spelen van KPV kan een trainer variëren met het aantal spelers waarmee de vorm wordt gespeeld. Wanneer een KPV gespeeld wordt met negen tegen negen spelers met gemiddeld 166 m² veld per speler hebben spelers minder balcontacten dan bij KPV gespeeld met drie tegen drie spelers met gemiddeld 125 m² veld per speler (Owen, et al., 2011). Het analyseren van KPV met betrekking tot de afgelegde meters per minuut, maximale snelheid en andere voetbal competenties is onderzocht bij vormen met verschillende aantallen spelers (Owen, et al., 2011). De PL_{min} is in de voorgaande onderzoeken niet onderzocht.

Daarom is het doel van dit onderzoek om te analyseren of er een verschil is tussen de PL_{min} voor drie verschillende KPV met verschillende aantallen spelers (vijf tegen vijf, zeven tegen zeven en acht tegen acht). Hierbij wordt het veld aangepast, maar blijft de hoeveelheid vierkante meter speelveld per speler gelijk. Er wordt verwacht dat de PL_{min} gespeeld bij vijf tegen vijf het grootst is in vergelijking met zeven tegen zeven en acht tegen acht, omdat het speelveld kleiner is en er verwacht wordt dat spelers hier meer wenden en keren. Dit zal daarnaast ook resulteren tot een verhoogde PL_{min} in zijwaartse richting (PL_{zij}) bij vijf tegen vijf. Daarnaast wordt er geen verschil verwacht in de PL_{min} in voor- en achterwaartse richting (PL_{va}) en in de PL_{min} is verticale richting (PL_{ver}) tussen de verschillende KPV.

METHODE

Proefpersonen

Data werd verzameld in het seizoen 2017/2018 bij het tweede team van Sparta Rotterdam. Er namen zeven professionele voetballers deel aan dit onderzoek in een periode van zes weken, tabel 1. Spelers hadden door middel van een informed consent, bijlage 1, toestemming gegeven om de verkregen data te gebruiken. Spelers die geen volledige training mee deden door een blessure, ziekte of vermoeidheid werden uitgesloten van het onderzoek. Daarnaast werden spelers met een acuut-chronische workload ratio boven de 1.5 in de totale afgelegde afstand, de afgelegde afstand op een snelheid boven de 19.8 kilometer per uur (Rampinini, et al., 2007) en de borg-score uitgesloten voor dit onderzoek. Iedere speler mocht één training missen.

Tabel 1: Deelnemerskarakteristieken (N=7)

	Leeftijd	Lengte (m)	Gewicht (kg)	Vetpercentage	BMI
Gemiddelde ± standaarddeviatie	19.0 ± 1.15	1.84 ± 0.05	76.5 ± 6.00	9.31 ± 1.71	22.6 ± 2.46

Procedure

Kleine partijvormen

Er werden drie KPV geanalyseerd in een periode van acht weken waarin iedere kleine partijvorm tweemaal uitgevoerd werd. In tabel 2 staat de beschrijving van de KPV.

Tabel 2: Overzichtstabel van de verschillende kleine partijvormen. De KPV zijn exclusief keepers, de afmetingen in meters, de uitvoerings- en rusttijd in minuten, de ratio is het de hoeveelheid m² oppervlakte per speler en het aantal (N) zijn de hoeveelheid gespeelde partijen.

KPV	Afmeting	Uitvoeringstijd	Rusttijd	Ratio	Aantal (N)
5 vs. 5 (1)	50 x 30	4	1.5	150	5
5 vs. 5 (2)	50 x 30	3	3	150	10
7 vs. 7 (1)	60 x 35	3	1.5	150	9
7 vs. 7 (2)	50 x 42	3	1	150	6
8 vs. 8 (1)	60 x 40	9	2	150	3
8 vs. 8 (2)	70 x 40	10	2	175	3

Afmetingen

Er werd gestreefd naar 150 m² speelveld voor iedere speler in de KPV (Aguiar, et al., 2012), echter was dit eenmaal niet haalbaar.

Meetperiode

De periode van acht weken begon vier weken na de winterstop. Deze periode had een week met een dubbele wedstrijd en een week met een interland periode. Dezelfde KPV werden met elkaar vergeleken om een verschil in dezelfde vorm uit te sluiten. De trainingen vonden plaats in het stadion van Sparta Rotterdam 'Het Kasteel', er werd hier getraind op kunstgras. In tabel 3 staat in chronologische volgorde weergegeven wanneer de KPV werden gespeeld, daarnaast is aangeven wat voor activiteit er was de dag voor de training.

Tabel 3: de KPV die zijn gespeeld in chronologische volgorde en de activiteit van de vorige dag.

KPV	Datum	Dag voorafgaand aan de meting
8 vs. 8	9 februari 2018	Vrij
7 vs. 7	20 februari 2018	Vrij
7 vs. 7	5 maart 2018	Vrij
8 vs. 8	6 maart 2018	Training
5 vs. 5	13 maart 2018	Vrij
5 vs. 5	11 april 2018	Training

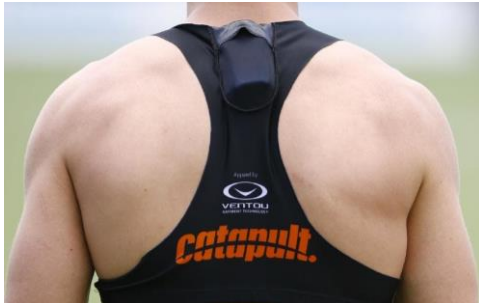
Training

De KPV werden uitgevoerd aan het eind van iedere training. Iedere training begon in de ochtend met een warming-up, gevolgd door een geperiodiseerde loopvorm, positiespel en afwerkvorm. Aan het eind van de training werd op basis van de wensen van de trainer een KPV gespeeld.

Data verzameling

Catapult

De GPS ontvanger (Catapult OptimEye X4) werd tijdens de trainingen gedragen tussen de schouderbladen, (Barrett, et al., 2014). De GPS ontvanger had met een frequentie van 10 Hz, de versnellingsmeter, gyroscoop en magnetometer had een frequentie van 100 Hz. Het meetprotocol om de ontvanger om te doen en uit te lezen staat in bijlage 2. Iedere speler droeg altijd dezelfde GPS ontvanger.



Figuur 1: Het hesje van Catapult, de GPS ontvanger is geplaatst tussen de schouderbladen

PlayerLoad

De PL was het totaal van de versnellingen in voor- en achterwaartse (PL_{va}), zijwaartse (PL_{zij}) en verticale richtingen (PL_{ver}). De formule voor de PL_{min} was $\sqrt{PL_{va}^2 + PL_{zij}^2 + PL_{ver}^2}$, de eenheid is een dimensieloze scalaire waarde (Barrett, et al., 2014). De PL werd gedurende de partijvorm opgeteld, dit werd gestandaardiseerd door de PL_{min} te analyseren van de partijvormen.

Dataverwerking

Alle data werd na een training opgeslagen in Microsoft Office Excel 2016. De statistiek werd uitgevoerd in SPSS 22 op een Windows 10 computer, met een betrouwbaarheid van 95% ($\alpha=.05$, $p<.05$) voor alle testen.

Uitbijters

Op dezelfde dag werden meerdere partijvormen gespeeld, door middel van de Z-score van de PL_{min} werd geanalyseerd welke partijvormen afwijken en niet mee werden genomen. Partijen met een Z-score boven de 1.00 of onder de -1.00 werden niet meegenomen in verder onderzoek.

Statistiek

Normaliteit

Om de normaliteit van de data te bepalen werd er een Kolmogorov-Smirnov toets toegepast.

Uitbijters

De Z-score werd bepaald door middel van de beschrijvende statistiek in SPSS 22.

Meting op dezelfde dag

Om te bepalen of vermoeidheid een rol speelde bij de partijvormen die op dezelfde dag gespeeld werden, werd er geanalyseerd of er een significant verschil bestond in de PL_{min} . Hiervoor werd een Repeated Measures ANOVA-toets gebruikt of bij niet normaal verdeelde data een Friedmans ANOVA-toets.

Gepaarde vergelijking tussen alle KPV

Om te bepalen of er een significant verschil bestond in de PL_{min} , PL_{va} , PL_{zij} en PL_{ver} bij KPV van dezelfde vorm gespeeld op verschillende dagen en de verschillende KPV werd er een Friedmans two way analysis of variance gebruikt om aan te tonen of er per speler een verschil bevond. Als er een verschil tussen de KPV was, werd er een gepaarde vergelijking uitgevoerd om te onderzoeken welke partijvorm significant verschillend was.

Gemiddelde waarde binnen verschillende KPV

Om te bepalen of er een significant verschil bestond in de gemiddelde waardes van de $PL_{\min}$, PL_{va} , PL_{zij} en PL_{ver} voor KPV gespeeld op verschillende dagen en de verschillende KPV werd er een gepaarde t-toets uitgevoerd. Wanneer de waardes niet normaal verdeeld waren werd er een Wilcoxon Signed-Rank test gebruikt. Het effect werd getoetst door middel van de effectgrootte (r), $\sqrt{\left(\frac{t^2}{t^2+df}\right)}$ of bij niet normaal verdeelde data $\frac{Z}{\sqrt{N}}$, effectgroottes groter dan 0.8 werden beschouwd als een groot effect (Tomczak & Tomczak, 2014).

RESULTATEN

Tijdens het onderzoek is er een speler uitgevallen, hij heeft niet voldaan aan de in- en exclusiecriteria (N=6).

Uitbijters van dezelfde kleine partijvorm op dezelfde dag

In tabel 4 staan de Z-scores van iedere partijvorm, deze scores zijn verkregen doormiddel van de beschrijven statistiek in SPSS 22. Scores hoger dan 1 en kleiner dan -1 zijn niet verder geanalyseerd.

Tabel 4: Overzicht van alle gespeelde partijen met Z-score.

~ = niet verder geanalyseerd

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5v5 (1)	-0,74	-0,94	-0,88	-0,77	-1,97~					
5v5 (2)	1,96~	0,02	0,89	-0,02	0,09	-0,45	0,62	-1,21~	0,97	-0,20
7v7 (1)	-0,07	-2,43~	-0,18	-1,58~	-0,33	-0,05	-0,16	1,37~	0,59	
7v7 (2)	0,67	1,29~	0,93	-0,11	-0,26	0,32				
8v8 (1)	1,43~	0,05	0,66							
8v8 (2)	0,05	-1,31~	-0,88							

PlayerLoad per minuut

Dezelfde kleine partijvorm op dezelfde dag

In tabel 5 is de PL_{min} van de verschillende partijvormen tegen elkaar uitgezet en met elkaar vergeleken met een Repeated Measures ANOVA (*) of een Friedmans ANOVA (!). Tussen de KPV die zijn gespeeld op dezelfde dag zijn er geen significante verschillen gevonden (p>0.05).

Tabel 5: Van iedere gespeelde KPV de beschrijvende statistiek van de PlayerLoad per minuut. De nummers in de bovenste rij verwijzen naar het aantal gespeelde partijen op dezelfde dag. De p-waarde is het significantieniveau vanuit de toets uit SPSS.

*= Gemiddelde ± standaarddeviatie

§= Mediaan; interkwartielafstand

+ = Repeated Measures ANOVA

! = Friedmans ANOVA

	1 ^{ste}	2 ^{de}	3 ^{de}	4 ^{de}	5 ^{de}	6 ^{de}	7 ^{de}	8 ^{ste}	9 ^{de}	10 ^{de}	P-waarde
5v5 (1)	12.12; 1.52 [§]	11.62; 1.57 [§]	12.21; 2.06 [§]	12.13; 1.99 [§]							.67 [†]
5v5 (2)		13.62; 1.81 [§]	14.88; 1.73 [§]	13.16; 2.06 [§]	14.66; 3.88 [§]	12.09; 3.88 [§]	13.69; 2.02 [§]		14.44; 4.12 [§]	12.79; 1.69 [§]	.13 [†]
7v7 (1)	12.06; 2.40 [§]		11.76; 3.59 [§]		11.61; 2.63 [§]	11.94; 3.96 [§]	11.48; 2.22 [§]		11.79; 2.25 [§]		.77 [†]
7v7 (2)	12.37 ± 1.92*		12.64 ± 1.64*	11.56 ± 1.65*	11.41 ± 1.41*	12.01 ± 1.68*					.18 ⁺
8v8 (1)		11.73 ± 1.78*	12.22 ± .88*								.35 ⁺
8v8 (2)	11.73 ± 1.49*		11.00 ± 1.47*								.09 ⁺

Dezelfde kleine partijvorm op verschillende dagen

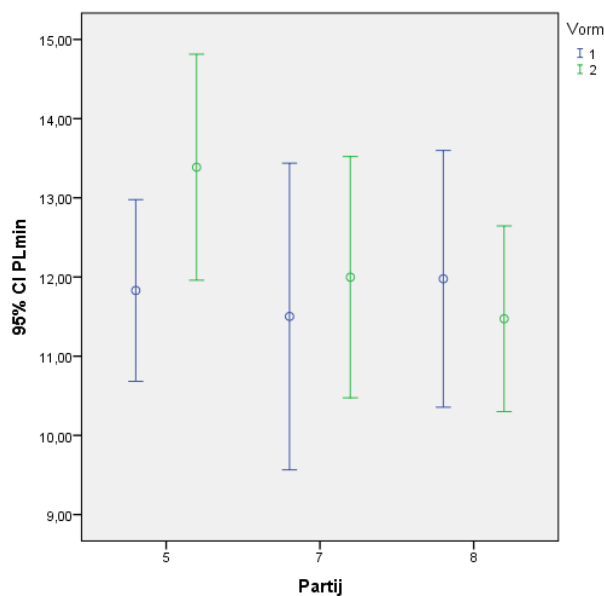
In tabel 6 is de PL_{min} van dezelfde KPV de eerste en tweede keer gespeeld tegen elkaar uitgezet en vergeleken met een gepaarde t-test. Tussen de KPV zeven tegen zeven en acht tegen acht de eerste en tweede keer gespeeld zijn geen significante verschillen gevonden ($p > 0.05$). Tussen de KPV vijf tegen vijf de eerste en tweede keer gespeeld zijn wel significante verschillen gevonden ($p < 0.05$), de tweede vijf tegen vijf is significant groter dan de eerste vijf tegen vijf.

In figuur 2 zijn de error bars van het 95% betrouwbaarheidsinterval weergegeven van de PL_{min} van de verschillende KPV.

Tabel 6: De PlayerLoad per minuut van dezelfde KPV de eerste en tweede gespeeld. Hierbij is een gepaarde t-toets gebruikt om het significantieniveau te bepalen, sig. De effectgrootte werd bepaald met de volgende formule $\sqrt{\frac{t^2}{t^2 + df}}$.

**= significant verschillend ($p < 0.05$)

	Eerste partij (gemiddelde $\pm$ SD)	Tweede partij (gemiddelde $\pm$ SD)	Sig (t, df, p)	Effectgrootte (r)
5v5	11.83 $\pm$.92	13.06 $\pm$ 1.22	5.63, 4 .005**	.94
7v7	11.50 $\pm$ 1.56	12.11 $\pm$ 1.59	2.72, 4 .053	.81
8v8	11.98 $\pm$ 1.31	11.82 $\pm$.57	.212, 4 .842	.11



Figuur 2: Error bars van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de PlayerLoad per minuut van de verschillende KPV.

Verschillende vormen

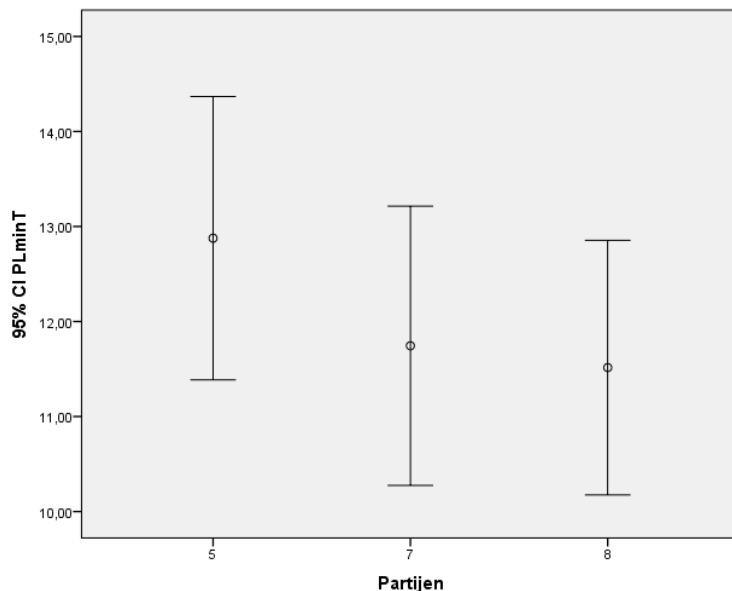
In tabel 7 is de PL_{min} van de verschillende KPV tegen elkaar uitgezet en vergeleken met een gepaarde t-test. Tussen de KPV vijf tegen vijf en zeven tegen zeven en de KPV vijf tegen vijf en acht tegen acht is er een significant verschil gevonden ($p < 0.05$), in beide situaties is de vijf tegen vijf groter dan de andere kleine partijvorm. Tussen de KPV zeven tegen zeven en acht tegen acht zijn er geen significante verschillen gevonden ($p > 0.05$).

In figuur 3 zijn de error bars van het 95% betrouwbaarheidsinterval weergegeven van de PL_{min} van de gemiddelden van de verschillende KPV.

Tabel 7: De PlayerLoad per minuut van de verschillende KPV. Hierbij is een gepaarde t-toets gebruikt om het significantieniveau te bepalen, sig. De effectgrootte werd bepaald met de volgende formule $\sqrt{\frac{t^2}{t^2 + df}}$.

** = significant verschillend ($p < 0.05$)

	Gemiddelde $\pm$ SD	Sig (t, df, p)	Effectgrootte (R)
5v5	12.88 $\pm$ 1.42	2.91, 5	.79
7v7	11.75 $\pm$ 1.40	.033**	
5v5	12.88 $\pm$ 1.42	3.27, 5	.82
8v8	11.52 $\pm$ 1.28	.022**	
7v7	11.75 $\pm$ 1.40	1.58, 5	.58
8v8	11.52 $\pm$ 1.28	.176	



Figuur 3: Error bars van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de gemiddelde PlayerLoad per minuut in de verschillende KPV.

Gepaarde vergelijking tussen alle KPV

Tussen de verschillende en dezelfde KPV is er in de PL_{min} geen significant verschil gevonden over alle KPV per speler ($p = .113$; $N = 3$).

PlayerLoad voor- en achterwaarts

Dezelfde kleine partijvorm op verschillende dagen

In tabel 8 is de PL_{va} van dezelfde KPV de eerste en tweede keer gespeeld tegen elkaar uitgezet en vergeleken met een gepaarde t-test of een Wilcoxon signed-rank test. Tussen de KPV zeven tegen zeven en acht tegen acht de eerste en tweede keer gespeeld zijn geen significante verschillen gevonden ($p > 0.05$). Tussen de KPV vijf tegen vijf de eerste en tweede keer gespeeld zijn wel significante verschillen gevonden ($p < .05$), de tweede vijf tegen vijf is significant groter dan de eerste vijf tegen vijf.

In figuur 4 zijn de error bars van het 95% betrouwbaarheidsinterval weergegeven van de PL_{va} van de verschillende KPV.

Tabel 8: De PlayerLoad in voor- en achterwaartse richting per minuut van dezelfde KPV de eerste en tweede keer gespeeld. Hierbij werd een gepaarde t-toets of een Wilcoxon Signed-rank test gebruikt om het significantieniveau te bepalen, sig.

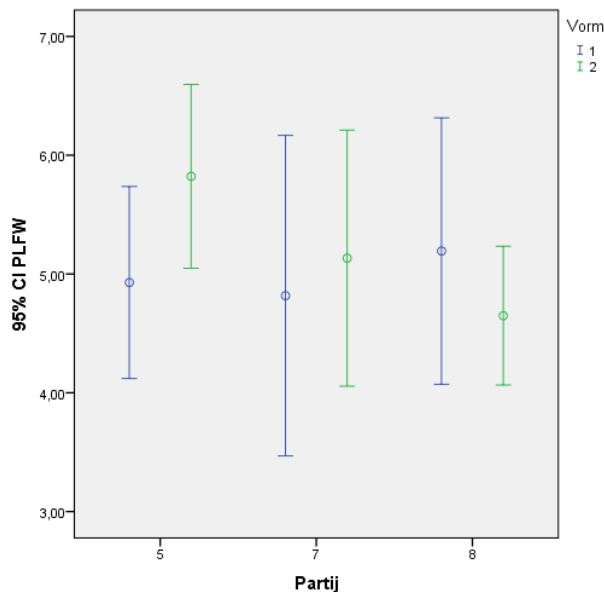
***= Gepaarde-t toets. De effectgrootte werd bepaald met de volgende formule $\sqrt{\left(\frac{t^2}{t^2 + df}\right)}$.

**= significant verschillend ($p < .05$)

§= Mediaan; interkwartielafstand

§§= Wilcoxon signed-rank test. De effectgrootte werd bepaald met de volgende formule $\frac{Z}{\sqrt{N}}$.

	Eerste partij (gemiddelde $\pm$ SD)	Tweede partij (gemiddelde $\pm$ SD)	Sig (t, df, p)	Effectgrootte (r)
5v5***	4.93 $\pm$.65	5.83 $\pm$.82	-10.14, 4 .001**	.98
7v7§§	4.53; 1.57 §	4.96; 1.96 §	Z= 1.75 p= .080	.88
8v8***	5.19 $\pm$.90	4.82 $\pm$.41	1.34, 4 .252	.55



Figuur 4: Error bars van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de PlayerLoad in voor- en achterwaartse richting van de verschillende partijen

Verschillende vormen

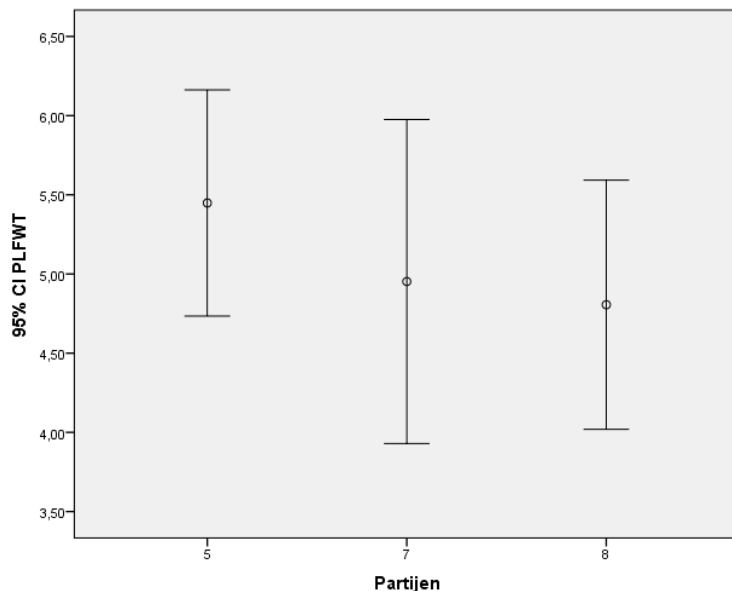
In tabel 9 is de PL_{Va} van de verschillende KPV tegen elkaar uitgezet en vergeleken met een gepaarde t-test. Tussen de KPV vijf tegen vijf en acht tegen acht is er een significant verschil gevonden ($p < 0.05$), de vijf tegen vijf is significant groter dan de acht tegen acht. Tussen de KPV vijf tegen vijf en zeven tegen zeven en de KPV zeven tegen zeven en acht tegen acht zijn er geen significante verschillen gevonden ($p > 0.05$).

In figuur 5 zijn de error bars van het 95% betrouwbaarheidsinterval weergegeven van de PL_{Va} van de gemiddelden van de verschillende KPV.

Tabel 9: De PlayerLoad in voor- en achterwaartse richting per minuut van de verschillende KPV. Hierbij is een gepaarde t-toets gebruikt om het significantieniveau te bepalen, sig. De effectgrootte werd bepaald met de volgende formule $\sqrt{\frac{t^2}{t^2 + df}}$.

** = significant verschillend ($p < .05$)

	Gemiddelde $\pm$ SD	Sig (t, df, p)	Effectgrootte (r)
5v5	5.45 $\pm$.68	2.57, 5	.75
7v7	4.95 $\pm$.97	.050	
5v5	5.45 $\pm$.68	5.34, 5	.92
8v8	4.81 $\pm$.75	.003**	
7v7	4.95 $\pm$.97	1.05, 5	.43
8v8	4.81 $\pm$.75	.341	



Figuur 5: Error bars van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de PlayerLoad in voor- en achterwaartse richting in de verschillende vormen

Gepaarde vergelijking tussen alle KPV

Tussen de verschillende en dezelfde KPV is er in de PL_{va} een significant verschil gevonden binnen enkele KPV per speler ($p=.035$; $N=3$). In tabel 10 is de PL_{va} van de verschillende en dezelfde KPV tegen elkaar uitgezet en vergeleken door middel van de gepaarde vergelijking vanuit de Friedmans two way analysis of variance. De partijvorm vijf tegen vijf de tweede keer gespeeld verschilde significant met de KPV zeven tegen zeven de eerste keer gespeeld ($p<0.05$), acht tegen acht de eerste keer gespeeld ($p<0.05$) en de tweede keer gespeeld ($p<0.05$). Daarnaast verschillen de KPV zeven tegen zeven de eerste keer en de tweede keer significant met elkaar ($p<0.05$).

Tabel 10: De PlayerLoad in voor- en achterwaartse richting per minuut van de KPV die significant verschillend zijn, dit is bepaald met de Friedmans two way analysis of variance.

**= significant verschillend ($p<0.05$)

KPV (Eerste vs. Tweede)	Eerste partij (Mediaan; Q1; Q3)	Tweede partij (Mediaan; Q1; Q3)	P-waarde
5v5 (1) vs. 5v5 (2)	4.74; 4.39; 5.57	5.68; 5.37; 6.41	.081
5v5 (1) vs. 7v7 (1)	4.74; 4.39; 5.57	4.53; 4.10; 5.68	.275
5v5 (1) vs. 7v7 (2)	4.74; 4.39; 5.57	4.85; 4.38; 6.04	.275
5v5 (1) vs. 8v8 (1)	4.74; 4.39; 5.57	4.76; 4.62; 5.99	.663
5v5 (1) vs. 8v8 (2)	4.74; 4.39; 5.57	4.55; 4.31; 5.99	.513
5v5 (2) vs. 7v7 (1)	5.68; 5.37; 6.41	4.53; 4.10; 5.68	.005**
5v5 (2) vs. 7v7 (2)	5.68; 5.37; 6.41	4.85; 4.38; 6.04	.513
5v5 (2) vs. 8v8 (1)	5.68; 5.37; 6.41	4.76; 4.62; 5.99	.029**
5v5 (2) vs. 8v8 (2)	5.68; 5.37; 6.41	4.55; 4.31; 5.99	.016**
7v7 (1) vs. 7v7 (2)	4.53; 4.10; 5.68	4.85; 4.38; 6.04	.029**
7v7 (1) vs. 8v8 (1)	4.53; 4.10; 5.68	4.76; 4.62; 5.99	.513
7v7 (1) vs. 8v8 (2)	4.53; 4.10; 5.68	4.55; 4.31; 5.99	.663
7v7 (2) vs. 8v8 (1)	4.85; 4.38; 6.04	4.76; 4.62; 5.99	.127
7v7 (2) vs. 8v8 (2)	4.85; 4.38; 6.04	4.55; 4.31; 5.99	.081
8v8 (1) vs. 8v8 (2)	4.76; 4.62; 5.99	4.55; 4.31; 5.99	.827

PlayerLoad zijwaarts

Dezelfde kleine partijvorm op verschillende dagen

In tabel 11 is de PL_{zij} van dezelfde KPV de eerste en tweede keer gespeeld tegen elkaar uitgezet en vergeleken met een gepaarde t-test. Tussen de KPV zeven tegen zeven en acht tegen acht de eerste en tweede keer gespeeld zijn geen significante verschillen gevonden ($p > 0.05$). Tussen de KPV vijf tegen vijf de eerste en tweede keer gespeeld zijn wel significante verschillen gevonden ($p < .05$), de tweede vijf tegen vijf is significant groter dan de eerste vijf tegen vijf.

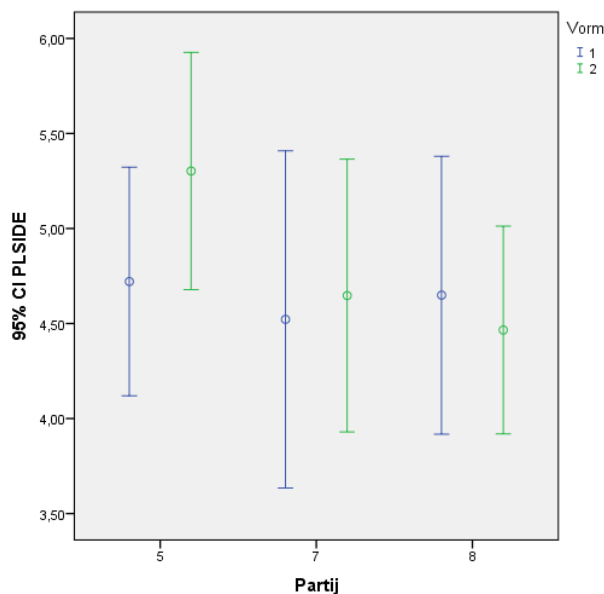
In figuur 6 zijn de error bars van het 95% betrouwbaarheidsinterval weergegeven van de PL_{zij} van de verschillende KPV.

Tabel 11: De PlayerLoad in zijwaartse richting per minuut van dezelfde KPV de eerste en tweede gespeeld. Hierbij is een gepaarde t-toets gebruikt om het significantieniveau te bepalen, sig. De effectgrootte werd bepaald met de volgende formule

$$\sqrt{\left(\frac{t^2}{t^2 + df}\right)}.$$

** = significant verschillend ($p < .05$)

	Eerste partij (gemiddelde $\pm$ SD)	Tweede partij (gemiddelde $\pm$ SD)	Sig (t, df, p)	Effectgrootte (r)
5v5	4.72 $\pm$.48	5.19 $\pm$.59	8.15, 4 .001**	.97
7v7	4.52 $\pm$.71	4.75 $\pm$.71	2.03, 4 .112	.71
8v8	4.61 $\pm$.59	4.64 $\pm$.35	.05, 4 .961	.02



Figuur 6: Error bars van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de PlayerLoad in zijwaartse richting van de verschillende partijen

Verschillende vormen

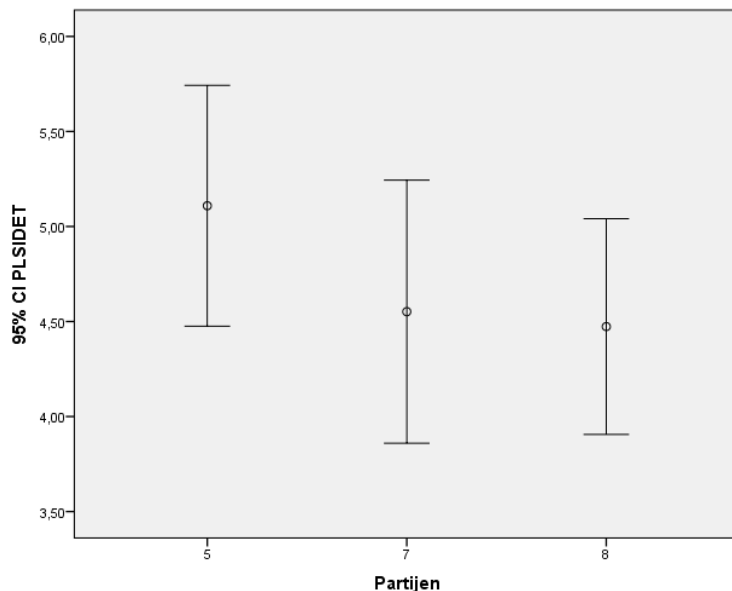
In tabel 12 is de PL_{zij} van de verschillende KPV tegen elkaar uitgezet en vergeleken met een gepaarde t-test. Tussen de KPV vijf tegen vijf en zeven tegen zeven en de KPV vijf tegen vijf en acht tegen acht is er een significant verschil gevonden ($p < 0.05$), in beide situaties is de vijf tegen vijf groter dan de andere kleine partijvorm. Tussen de KPV zeven tegen zeven en acht tegen acht zijn er geen significante verschillen gevonden ($p > 0.05$).

In figuur 7 zijn de error bars van het 95% betrouwbaarheidsinterval weergegeven van de PL_{zij} van de gemiddelden van de verschillende KPV.

Tabel 12: De PlayerLoad in zijwaartse richting per minuut van de verschillende KPV. Hierbij is een gepaarde t-toets gebruikt om het significantieniveau te bepalen, sig. De effectgrootte werd bepaald met de volgende formule $\sqrt{\frac{t^2}{t^2 + df}}$.

** = significant verschillend ($p < 0.05$)

	Gemiddelde $\pm$ SD	Sig (t, df, p)	Effectgrootte (r)
5v5	5.11 $\pm$.60	2.84, 5	.79
7v7	4.55 $\pm$.66	.036**	
5v5	5.11 $\pm$.60	3.78, 5	.86
8v8	4.48 $\pm$.54	.013**	
7v7	4.55 $\pm$.66	1.02, 5	.41
8v8	4.48 $\pm$.54	.353	



Figuur 7: Error bars van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de PlayerLoad in zijwaartse richting in de verschillende vormen

Gepaarde vergelijking tussen alle KPV

Tussen de verschillende en dezelfde KPV is er in de PL_{zij} geen significant verschil gevonden over alle KPV per speler ($p = .251$; $N = 3$).

PlayerLoad verticaal

Dezelfde kleine partijvorm op verschillende dagen

In tabel 13 is de PL_{ver} van dezelfde KPV de eerste en tweede keer gespeeld tegen elkaar uitgezet en vergeleken met een gepaarde t-test. Tussen alle KPV, vijf tegen vijf, zeven tegen zeven en acht tegen acht, is er geen significant verschil gevonden tussen de eerste en tweede keer gespeeld ($p > 0.05$).

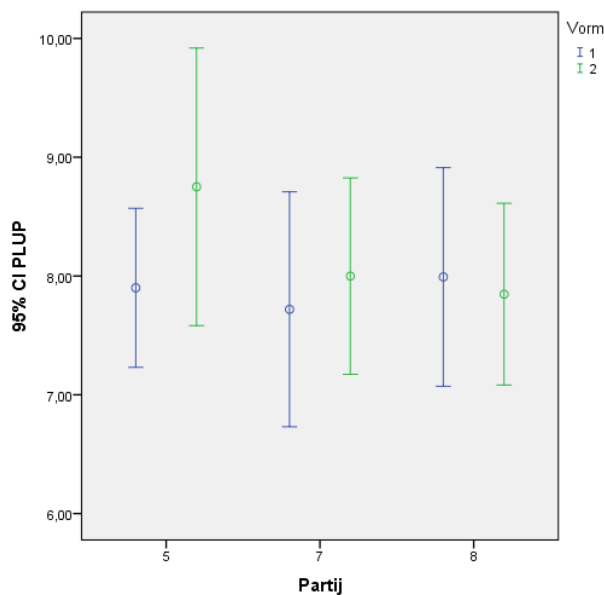
In figuur 8 zijn de error bars van het 95% betrouwbaarheidsinterval weergegeven van de PL_{ver} van de verschillende KPV.

Tabel 13: De PlayerLoad in verticale richting per minuut van dezelfde KPV de eerste en tweede gespeeld. Hierbij is een gepaarde t-toets gebruikt om het significantieniveau te bepalen, sig. De effectgrootte werd bepaald met de volgende formule

$$\sqrt{\left(\frac{t^2}{t^2 + df}\right)}.$$

** = significant verschillend ($p < .05$)

	Eerste partij (gemiddelde $\pm$ SD)	Tweede partij (gemiddelde $\pm$ SD)	Sig (t, df, p)	Effectgrootte (r)
5v5	7.90 $\pm$.54	8.41 $\pm$.82	2.15, 4 .098	.73
7v7	7.72 $\pm$.80	7.98 $\pm$.88	1.67, 4 .170	.64
8v8	7.99 $\pm$.74	8.11 $\pm$.40	.544, 4 .616	.26



Figuur 8: Error bars van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de PlayerLoad in verticale richting van de verschillende partijen

Verschillende vormen

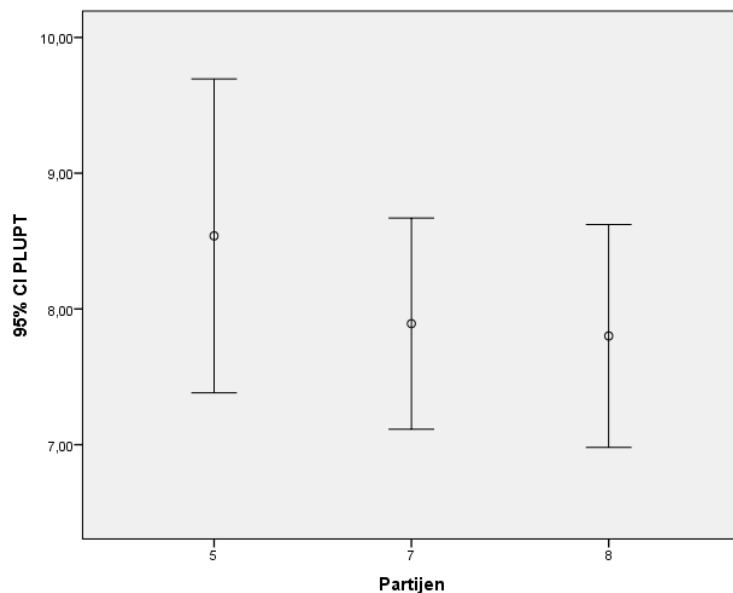
In tabel 14 is de PL_{ver} van de verschillende KPV tegen elkaar uitgezet en vergeleken met een gepaarde t-test. Tussen alle KPV, vijf tegen vijf, zeven tegen zeven en acht tegen acht, is er geen significant verschil gevonden tussen de verschillende KPV ($p > 0.05$).

In figuur 9 zijn de error bars van het 95% betrouwbaarheidsinterval weergegeven van de PL_{ver} van de gemiddelden van de verschillende KPV.

Tabel 14: De PlayerLoad in verticale richting per minuut van de verschillende KPV. Hierbij is een gepaarde t-toets gebruikt om het significantieniveau te bepalen, sig. De effectgrootte werd bepaald met de volgende formule $\sqrt{\frac{t^2}{t^2 + df}}$.

** = significant verschillend ($p < .05$)

	Gemiddelde $\pm$ SD	Sig (t, df, p)	Effectgrootte (r)
5v5	8.54 ± 1.10	2.48, 5	.74
7v7	$7.89 \pm .74$	.056	
5v5	8.54 ± 1.10	2.16, 5	.69
8v8	$7.80 \pm .78$	.083	
7v7	$7.89 \pm .74$	1.05, 5	.43
8v8	$7.80 \pm .78$	.343	



Figuur 9: Error bars van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de PlayerLoad in verticale richting in de verschillende vormen

Gepaarde vergelijking tussen alle KPV

Tussen de verschillende en dezelfde KPV is er in de PL_{ver} geen significant verschil gevonden over alle KPV per speler ($p = .556$; $N = 3$).

DISCUSSIE

Het doel van deze studie was om te analyseren of er een verschil is tussen de PL_{min} , PL_{va} , PL_{zij} en PL_{ver} tussen drie verschillende KPV met een verschillend aantal spelers. Tussen de kleine partijvormen die gespeeld zijn op dezelfde dag is er, na het verwijderen van uitbijters door middel van de Z-score, geen significant verschil gevonden tussen de KPV voor de PL_{min} ($p > 0.05$). Tussen de gemiddelden van dezelfde KPV gespeeld op verschillende dagen zijn significante verschillen gevonden bij de kleine partijvorm vijf tegen vijf bij de PL_{min} ($p = .005$), PL_{va} ($p = .001$) en de PL_{zij} ($p = .001$). Hierbij is de vijf tegen vijf de tweede keer gespeeld het grootst. De gemiddelden van de verschillende KPV zijn significant verschillend tussen de vijf tegen vijf en zeven tegen zeven bij de PL_{min} ($p = .033$) en de PL_{zij} ($p = .036$). Tussen KPV vijf tegen vijf en acht tegen acht is er een significant verschil gevonden voor de PL_{min} ($p = .022$), PL_{va} ($p = .003$) en de PL_{zij} ($p = .013$). Binnen iedere vorm is de vijf tegen vijf groter dan de andere kleine partijvorm.

De data is daarnaast per speler geanalyseerd, iedere speler moest hiervoor iedere kleine partijvorm hebben gespeeld ($N=3$), hierbij is er een significant verschil voor de PL_{va} . De kleine partijvorm vijf tegen vijf de tweede keer gespeeld is significant groter in vergelijking met de KPV zeven tegen zeven de eerste keer gespeeld ($p = .005$) en acht tegen acht de eerste en tweede keer gespeeld ($p = .029$, $p = .016$). Daarnaast verschillen de KPV zeven tegen zeven de eerste keer en de tweede keer significant met elkaar ($p = .029$), hierbij is de tweede zeven tegen zeven het grootst. Voor de PL_{min} , PL_{zij} en PL_{ver} is er per speler geen significant verschil gevonden.

De kleine partijvorm vijf tegen vijf heeft de grootste PL_{min} en is significant verschillend met de kleine partijvorm zeven tegen zeven en acht tegen acht. Dit verschil kan komen doordat spelers meer wonden en keren bij de kleine partijvorm vijf tegen vijf. Dit is van belang voor trainers, inspanningsfysiologen en fysiotherapeuten van betaald voetbalorganisaties om te bepalen of de belasting van een training voldoet aan de eisen waaraan de training moet voldoen. Daarnaast kan dit onderzoek van toepassing zijn bij amateurverenigingen waarbij er wordt getraind met KPV. De intensiteit van trainingen ligt bij amateurverenigingen lager dan bij professionele voetbalorganisaties (Dellal, et al., 2011), maar dit onderzoek kan amateurverenigingen helpen bij de keuze van de belasting van de training.

Er zijn een aantal factoren te noemen die invloed hebben gehad op de data. Allereerst zijn niet alle KPV geanalyseerd, partijvormen die te sterk afwijken zijn door de Z-score (zie tabel 4) zijn niet verder geanalyseerd. Dit werd uitgevoerd om mogelijke vermoeidheid of een foutmeting uit te sluiten in dit onderzoek.

De trainingen werden in eerste instantie gegeven in een zesweekse periode waarin geen dubbelprogramma gedraaid zou worden. Het meetmoment zou altijd op een dinsdag hebben plaats gevonden, maar door invloeden van de trainer en afwezigheid van enkele spelers was het niet altijd mogelijk om de gewenste kleine partijvorm te trainen. Hierdoor heeft er in de week van 26 februari 2018 geen meetmoment plaats gevonden (zie tabel 3). Daarnaast zijn de tweede zeven tegen zeven en de tweede acht tegen acht getraind in dezelfde week zonder rustdag ertussen. Er blijkt echter geen verschil te zijn tussen de eerste en tweede acht tegen acht ($p > 0.05$). Er is wel een verschil in de hoeveelheid m^2 oppervlakte per speler en de uitvoeringstijd van deze twee KPV (zie tabel 2).

Na de trainingen werd de data uitgelezen met behulp van Catapult OpenField®, hierin werd iedere KPV verdeeld in de gespeelde partijvormen. Dit moest handmatig worden aangegeven, hierdoor kan er een meetfout ontstaan waardoor een periode enkele seconde te lang of te kort is. Het is nauwkeuriger om met behulp van OpenField® live mee te kijken op de computer, echter was dit bij Sparta Rotterdam niet mogelijk gedurende dit onderzoek. Tijdens KPV komen zowel aanvallers als verdedigers in scoringspositie en moet iedere speler ook verdedigen (Owen, et al., 2014), maar er blijkt dat dit voornamelijk gebeurt bij de partijvorm vijf tegen vijf. Bij de KPV zeven tegen zeven en acht tegen acht spelen spelers voornamelijk vanuit hun eigen positie. Daardoor is het mogelijk dat een verdediger minder actief is dan een aanvaller, hierdoor kan de PL_{min} verschillend zijn per positie. In een vervolgstudie is het raadzaam om data per positie te vergelijken zoals in de studie van Owen, Wong, Paul & Dellal (2014).

De KPV zijn met elkaar vergeleken door middel van de gemiddelden, echter blijkt dat er een minimaal verschil is in de uitkomst van de PL tussen verschillende GPS ontvangers (Nicolella, et al., 2018). Daarbij komt de exclusie van negen partijvormen vanwege de Z-score, deze partijen weken te sterk af waardoor het gemiddelde beïnvloed werd. Daardoor is het mogelijk dat de data hierdoor hoger of lager is uitgevallen dan de werkelijke waarde. Daarnaast bleek dat de twee verschillende vijf tegen vijf vormen, gespeeld op verschillende dagen, significant verschillend zijn van elkaar. Dit heeft effect op de gemiddelde waarde van de vijf tegen vijf die vergeleken is met de andere KPV. Dit verschil kan komen door het aantal partijen die zijn gespeeld op de dag, tabel 1, of door het feit dat er bij de eerste vijf tegen vijf wel een vrije dag voorafgaand aan de training was en bij de tweede vijf tegen vijf niet (zie tabel 3).

De PL_{min} is gedurende de trainingen niet significant gaan verschillen, met uitzondering van de uitbijters. In de studie van Barrett, Midgley, Reeves, Joel, Franklin, Heyworth, Garrett & Lovell (2016) bleek dat de PL_{min} gedurende een wedstrijd afneemt, dit gebeurde niet tijdens de KPV. Of de PL_{min} een indicator kan zijn van vermoeidheid (Barrett, et al., 2016), kan in een vervolgstudie worden getoetst door een borgscore te bepalen en vervolgens de correlatie met de PL_{min} te bepalen. Daarnaast kan er worden onderzocht of er een verschil is tussen de PL_{min} vanuit KPV in vergelijking met de PL_{min} vanuit wedstrijden.

Er werd verwacht dat de PL_{min} en de PL_{zij} bij de kleine partijvorm vijf tegen vijf het grootst zou zijn. De data toont dit aan, daarnaast blijkt dit overeenkomstig is bij de PL_{va} . Dit werd voorafgaand aan dit onderzoek niet verwacht. Het blijkt uit dit onderzoek dat het verschil in de PL_{min} niet alleen wordt veroorzaakt door de verwachte zijwaartse versnellingen, maar ook door de voor- en achterwaartse versnellingen.

CONCLUSIE

Deze studie toont aan dat er een verschil is in de PL_{min} , PL_{va} en de PL_{zij} voor verschillende KPV, vijf tegen vijf is groter in vergelijking met zeven tegen zeven en vijf tegen vijf is groter in vergelijking met acht tegen acht. Dit resultaat kan worden gebruikt door de technische staf van Sparta Rotterdam voor het bepalen van de juiste kleine partijvorm die op dat moment getraind wordt. Daarnaast is het een toevoeging voor inspanningsfysiologen om de verschillen in prestatievermogen in verschillende KPV te monitoren bij spelers. Het resultaat is hiernaast een toevoeging voor fysiotherapeuten om het verschil te benadrukken van de vijf tegen vijf in richting tot het herstel van een geblesseerde speler.

Verder onderzoek zal aantonen of er een verschil in positie is voor verschillende partijvormen, daarnaast kan onderzoek gedaan worden naar het verband tussen de PL gedurende trainingen en de PL gedurende wedstrijden.

DANKWOORD

De schrijver van dit onderzoek wilt graag Sparta Rotterdam en Olivier Noordam bedanken voor het mogelijk maken van deze afstudeeropdracht. Daarnaast wilt de schrijver zijn eerste en tweede begeleider vanuit De Haagse Hogeschool Bart van Trigt en Aad Lagerberg bedanken voor de feedback en de steun gedurende de afstudeerperiode.

LITERATUUR

- Aguiar, M. et al., 2012. A review on the effects of soccer small-sided games. *Journal of human kinetics*, pp. 103-113.
- Barnes, C. et al., 2014. The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *Int J Sports Med*, pp. 1095-1100.
- Barrett, S., Midgley, A. & Lovell, R., 2014. PlayerLoadTM: Reliability Convergent Validity and Influence of Unit Position During Treadmill Running. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, pp. 945-952.
- Barrett, S. et al., 2016. The within match patterns of locomotor efficiency during Professional Soccer match play Implications for Injury Risk. *J Sci Med Sport*, pp. 810-815.
- Borg, G., 1990. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand J Work Environ Health*, pp. 55-58.
- Boyd, L. J., Ball, K. & Aughey, R. J., 2013. Quantifying external load in Australian football matches and training using accelerometers. *Int J Sports Physiology Performance*, pp. 44-51.
- Dellal, A., Hill-Haas, S., Lago-Penas, C. & Chamari, K., 2011. Small-sided games in soccer: Amateur vs. professional players' physiological responses, physical and technical activities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, pp. 2371-2381.
- Dellal, A. et al., 2012. Technical and physical demands of small vs. large sided games in relation to playing position in elite soccer. *Human Movement Science* 31, pp. 957-966.
- Gabbett, T. J., 2016. The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder?. *Br J Sports Med*, pp. 1-9.
- Hulin, B. et al., 2015. The acute:chronic workload ratio predicts injury: high chronic workload may decrease injury risks in elite rugby league players. *Br J Sports Med*, pp. 1-7.
- Jaspers, A. et al., 2017. Relationships between training load indicators and training outcomes in professional soccer. *Sports Med*, pp. 533-544.
- Nicolella, D. P., Torres-Ronda, L., Saylor, K. J. & Schelling, X., 2018. Validity and reliability of an accelerometer-based player tracking device. *Plos one*, p. e0191823.
- Ogris, G. et al., 2012. Accuracy of the LPM tracking system considering dynamic position changes. *Journal of Sports Sciences*, pp. 1503-1511.
- Olthof, S. B., Frencken, W. G. P. & Lemmink, K. A. P., 2017. Match-derived relative pitch area changes the physical and team tactical performance of elite soccer players in small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, p. DOI.
- Owen, A. L., Wong, D., Paul, D. & Dellal, A., 2014. Physical and Technical Comparisons between Various-Sided Games within Professional Soccer. *Int J Sports Med*, pp. 286-292.
- Owen, A., Wong, D., McKenna, M. & Dellal, A., 2011. Heart rate responses and technical comparison between small- vs. large-sided games in elite professional soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, pp. 2104-10.

Pyne, D. B., 2010. The physical and physiological demand of basketball training and competition. *Int J Sports Physiology Performance*, pp. 75-86.

Rampinini, E. et al., 2007. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *Int J Sports Med*, pp. 228-235.

Stevens, T., 2017. External load during football training - the power of acceleration and deceleration.

Tomczak, M. & Tomczak, E., 2014. The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size.. *Trends in Sport Sciences*, pp. 19-25.

Weaving, D., Whithead, S., Till, K. & Jones, B., 2017. Validity of real-time data generated by wearable microtechnology device. *Journal of Strength and conditioning*, pp. 2876-2879.

Woods, C. et al., 2004. The football association medical research programme: an audit of injuries in professional football—analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med*, pp. 36-41.

B IJLAGE

Bijlage 1: Toestemmingsverklaring (

Toestemmingsverklaring (informed consent)

Titelonderzoek:

Verantwoordelijke onderzoeker:

In te vullen door de deelnemers

Ik verklaar op een voor mij duidelijke wijze te zijn ingelicht over de aard, methode, doel, risico's en belasting van het onderzoek. Ik weet dat de gegevens en resultaten van het onderzoek alleen anoniem en vertrouwelijk aan derden bekend gemaakt zullen worden. Mijn vragen zijn naar tevredenheid beantwoord.

Ik begrijp dat trainingsdata uitsluitend voor analyse en/of wetenschappelijke presentaties zal worden gebruikt.

Ik stem geheel vrijwillig in met deelname aan dit onderzoek. Ik behoud me daarbij het recht voor om op elk moment zonder opgave van redenen mijn deelname aan dit onderzoek te beëindigen.

Naam deelnemer:.....

Datum:.....

Handtekening deelnemer:.....

Bijlage 2: Meetprotocol Catapult

Voor de training

- Bij aankomst op de club de ontvangers aan de lader leggen
- Controleren van de spelers met betrekking tot het acuut-chronische workload ratio
- Hesjes klaar leggen voor alle spelers
- 10 minuten voor aanvang van de training de persoonlijke Catapult ontvangers in het hesje doen

Na de training

- Alle ontvangers ophalen en opbergen in de Catapult box
- De Catapult box verbinden met de Sparta Rotterdam computer
- Door middel van OpenField® de ontvangers uitlezen
- De training zijn eigen periode geven, de partijvorm indelen in kleinere periodes afhankelijk van de tijdsduur van de partij.
- Spelers die deel uitmaken van de partijvormen toevoegen aan de periodes in OpenField®
- Data synchroniseren met de OpenField® Cloud
- Vanuit de OpenField® Cloud de data opslaan op mijn eigen computer
- Data opslaan in het Excel bestand

Bijlage 3: Persoonlijke leerdoelen + reflectie

Leerdoel 1: analytische vaardigheden

Aan het eind van mijn afstudeerperiode wil ik dat mijn analytische vaardigheden verbeterd zijn door mijzelf erg te verdiepen in het analyseren van de gegevens uit de trainingen.

Reflectie: In het begin van mijn afstudeeronderzoek wist ik al heel snel wat ik graag wilde onderzoeken (PL_{min}), gedurende het onderzoek kwam ik tot de conclusie dat ik de data kon opdelen in de verschillende vectoren van de PL_{min}. Hierdoor verdiepte ik me iedere training weer meer in de data, waardoor ik een helder beeld kreeg van wat er op de training gebeurde. Dit had ook te maken met het feit dat ik iedere training op het veld stond om kritisch te analyseren hoe spelers reageerde op bepaalde spelvormen.

Leerdoel 2: ideeën en kennis

Gedurende mijn afstudeerperiode zal ik nieuwe ideeën en kennis ontwikkelen met betrekking tot de probleemstelling, om eventuele nieuwe onderzoeken in gang te zetten.

Reflectie: Tijdens het afstuderen kwam ik vaak op nieuwe ideeën die ik later heb verwerkt tot aanbevelingen in een vervolg verslag. De ideeën die ik in het begin heb gekregen met betrekking tot de verschillende vectoren zijn wel meegenomen en hierdoor heb ik antwoord gegeven op meer vragen dan ik in eerste instantie dacht. Door de probleemstellingen van meer kanten te bekijken heb ik hierdoor meerdere deelvragen kunnen beantwoorden en heb ik een duidelijker beeld gegeven van de verschillen in de kleine partijvormen. Daarnaast heb ik ook ideeën gehad waar ik later niets meer mee heb gedaan, omdat achteraf bleek dat dit geen meerwaarde zou hebben.

Leerdoel 3: out of the box

Tijdens mijn afstudeerperiode zal ik out of the box moeten denken door middel van mijn referentiekader naar de probleemstelling te vergroten en andere om inzichten te vragen.

Reflectie: In de voorbereiding van het onderzoek had ik een duidelijke planning met wanneer iedere partijvorm gespeeld zou worden, dit was voorafgaand aan de afstudeerperiode besproken. Maar door afwezigheid van spelers moest ik met oplossingen komen voor de kleine partijvormen die werden gespeeld. Hierin had de trainer een grote invloed, omdat hij bepaald welke vorm er gespeeld werd. Ik moest voornamelijk geduldig zijn, hierdoor ging ik out of the box denken waardoor ik de probleemstelling heb aangepast naar de partijvormen die zijn gespeeld. Hier heb ik enkele keren moeten op moeten anticiperen, omdat in de voetballerij niet alles gaat zoals gepland. Daardoor is mijn referentiekader vergroot, ik liep vaak tegen problemen aan maar deze heb ik zelfstandig of met hulp van andere gecorrigeerd.

Leerdoel 4: schrijfvaardigheid

Aan het eind van mijn afstudeerperiode wil ik mijn schrijfvaardigheid zo ontwikkeld hebben, dat het eindverslag zo geschreven is dat een lezer het wil lezen.

Reflectie: Voorafgaand aan het afstuderen was schrijven altijd een van mijn zwakkere punten, het duidelijk verwoorden van problemen en het kiezen van de juiste woorden heb ik altijd lastig gevonden. Gedurende het afstuderen heb ik heel veel geschreven en ben ik erg blij geweest dat ik iedere keer duidelijke feedback kreeg. Hierdoor zag ik mijn eigen fouten in, waardoor ik dit kon verbeteren. Uiteindelijk ben ik erg tevreden met het eindresultaat en de manier van werken.

Bijlage 4: Project plan

Is PlayerLoad per minuut verschillend in verschillende partijvormen in professionele voetbaltraining?

Projectplan

Naam: Dominique Willem Hendricus Ebben

Studentnummer: 14044471

E-mail: 14044471@student.hhs.nl / dominiqueebben@gmail.com

Studievoortgang

Behaald studiepunten in de modules 9 t/m 11: 36 (maximaal)

Minor: Pre-master Bewegingswetenschappen (afgerond)

Stage 2 afgerond: ja

Totaalaantal behaalde vrije studiepunten: 15

Openstaande toetsen: geen

Datum: 19-1-2018

Werkveld: Topsport

Beroepsrol: Inspanningsfysioloog/ onderzoeker

Extern project: Ja

Naam opdrachtgever: Sparta Rotterdam B.V.

Contactpersoon: Olivier Noordam O.Noordam@sparta-rotterdam.nl

Is PlayerLoad per minuut verschillend in verschillende partijvormen in professionele voetbaltraining?

Inleiding

Wetenschap wordt steeds belangrijker in de topsport, zo ook in de voetbalerij (Stevens, 2017). Het is mogelijk om grootschalig afstand-, hartfrequentie- en versnellingsdata van spelers te verzamelen en dit te interpreteren naar de medische- en technische staf om aan te geven hoe spelers ervoor staan. Met behulp van een globaal positioneringssysteem (GPS) ontvanger, die gekoppeld is aan een hartfrequentieband, wordt deze data verzameld.

In het afgelopen decennium is het voetbal sterk veranderd, voetballers leggen 35% meer sprint meters af en maken 50% meer acties in een wedstrijd in vergelijking met wedstrijden van 10 jaar geleden (Barnes, et al., 2014). De grootste kans op een blessure is in het laatste kwartier van een wedstrijd (Woods, et al., 2004). Daarnaast blijkt dat de PlayerLoad per minuut (PL_{min}), dit is het totaal van de versnellingen in driedimensionale richting gestandaardiseerd naar minuut (Barrett, et al., 2014), gedurende een wedstrijd afneemt. Dit kan duiden op vermoeidheid en een verhoogde kans op een blessure in een training of wedstrijd (Barrett, et al., 2016).

Sparta Rotterdam maakt gebruik van Catapult, een GPS ontvanger met een versnellingsmeter en een gyroscop. De Rotterdamse voetbalclub gebruikt de data om te bepalen of een speler overbelast is, hiervoor wordt de acuut-chronische workload ratio (Hulin, et al., 2015) De belasting wordt berekend met verschillende parameters uit de GPS ontvanger: de totale afgelegde afstand, de afgelegde afstand op een snelheid boven de 19,8 kilometer per uur (Rampinini, et al., 2007) en de totale PlayerLoad (PL). De acute belasting is de som van één parameter uit de GPS ontvanger van de afgelopen zeven dagen, de chronische belasting is de som van dezelfde parameter uit de GPS ontvanger van de afgelopen 28 dagen gedeeld door vier. Om de ratio te bepalen wordt de acute belasting gedeeld door de chronische belasting, de optimale waarde van de ratio is tussen de 0,8 en 1,3 (Gabbett, 2016). Wanneer een spelers een ratio waarde boven de 1,5 heeft, bevindt de spelers zich in de gevarenzone en heeft hij meer kans op een blessure door een te hoge belasting (Gabbett, 2016). Daarnaast wordt er een subjectieve vragenlijst na een training afgenomen, spelers geven door middel van een borg-schaal, minimale score 6 tot maximale score 20, aan hoe inspannend een training was (Borg, 1990). Dit wordt vermenigvuldigd met de tijd, RPE-score, om de acuut-chronische workload ratio te bepalen.

Vanuit de versnellingsmeter uit de GPS ontvanger wordt de PL-data opgeslagen. Het gebruik van versnellingsmeters wordt toegepast in onder meer American football (Boyd, et al., 2013), basketbal (Pyne, 2010) en voetbal (Jaspers, et al., 2017) om spelers te monitoren en feedback te geven aan trainers. De PL-data geeft een interne belasting weer en is in gevalideerd op kunstgras (Weaving, et al., 2017).

Voetbal wordt gespeeld op een gras- of kunstgrasveld van 100 meter lang bij 64 meter breed, in een wedstrijd heeft iedere veldspeler, exclusief keepers, gemiddeld 320 m² speelveld. In trainingen moeten eigenschappen van een wedstrijd getraind worden zoals: reactieve vermogen, 4, keren, inzicht en omschakelen. Deze eigenschappen worden getraind in spelvormen waarin een speler gemiddeld 150 m² speelveld heeft om zich in te bewegen (Aguiar, et al., 2012). Bij Sparta Rotterdam wordt er gebruik gemaakt van kleine, midden en grote partijvormen met respectievelijk 4 tegen 4, 7 tegen 7 en 9 tegen 9 exclusief keepers. Middels deze vormen hebben spelers minder tijd aan de bal en zijn de onderlinge afstanden kleiner, waardoor de wedstrijd eigenschappen worden getraind (Aguiar, et al., 2012).

Het gebruik van kleine partijvormen (KPV) tijdens een training heeft positieve effecten in technisch, tactisch en fysiologisch opzicht (Dellal, et al., 2012). Spelers moeten bij KPV snel handelen waardoor het inzicht in het spel vergroot wordt en de conditie verbetert door functionele bewegingen (Owen, et al., 2011). Bij KPV komen zowel aanvallers als verdedigers in scoringspositie, daarnaast moeten alle spelers ook verdedigen (Owen, et al., 2014). (Owen, et al., 2014)

Bij grote partijvormen (GPV) is het speelveld groter en zijn er minder balcontacten (Owen, et al., 2011). Tijdens GPV worden er grotere afstanden afgelegd in vergelijking met KPV (Olthof, et al., 2017). Doordat het speelveld kleiner is bij KPV wordt er verwacht dat spelers hier meer wenden en keren, dit zal resulteren in meer zijwaartse versnellingen en een verhoogde PL_{min} . Of er een verschil is tussen de PL_{min} bij de verschillende partijvormen is niet onderzocht. Daarnaast worden midden partijvormen (MPV) niet mee genomen in de voorgaande studies. Het doel van dit onderzoek is te analyseren of de PL_{min} verschillend is in KPV, MPV en GPV bij professionele voetballers. Dit kan gerelateerd worden aan data die tijdens een training of wedstrijd wordt verkregen. Er wordt verwacht dat de PL_{min} het hoogst is bij KPV, vanwege het vele wenden en keren. Daarnaast wordt er verwacht dat de PL_{min} bij MPV hoger is dan GPV.

Methode

Proefpersonen

Data wordt verzameld in het seizoen 2017/2018 bij het eerste team van Sparta Rotterdam. Er nemen 22 professionele voetballers deel aan dit onderzoek in een periode van zes weken. Spelers die geen volledige training mee doen door een blessure, ziekte of vermoeidheid worden uitgesloten van het onderzoek. Daarnaast worden spelers met een acuut-chronische workload ratio boven de 1,5 in de totale afgelegde afstand, de afgelegde afstand op een snelheid boven de 19,8 kilometer per uur (Rampinini, et al., 2007) en de RPE-score uitgesloten voor dit onderzoek.

Meetomstandigheden

De periode van zes weken begint vier weken na de winterstop. Deze periode heeft geen weken met dubbele wedstrijden en interland periodes. Iedere training wordt in deze periode twee keer gegeven, waardoor er voor iedere partijvorm twee keer een meetmoment is. Beide trainingen worden met elkaar vergeleken om een verschil in training uit te sluiten. De trainingen vinden plaats in het stadion van Sparta Rotterdam 'Het Kasteel', er wordt hier getraind op kunstgras.

Afmetingen

De afmetingen van de partijvormen worden gestandaardiseerd naar 150 m² speelveld voor iedere veldspeler (Aguiar, et al., 2012). In tabel 1 zijn de afmetingen van de verschillende partijvormen weergegeven.

Partijvormen

De periodisering bestaat uit een periode van drie weken met respectievelijk een kleine, midden en grote week op basis van afstanden in de loop- en partijvormen. In een kleine week worden er kleine loopvormen en partijvormen aangeboden, dienovereenkomstig voor een midden en grote week. Iedere training begint in de ochtend met een warming-up, gevolgd door een geperiodiseerde loopvorm, positiespel en afwerkvorm. Aan het eind van de training wordt op basis van de periodisering een partijvorm gespeeld, de partijvormen, formatie, afmetingen en vierkante meter per speler zijn weergegeven in tabel 1. De training die geanalyseerd wordt, is drie dagen na een officiële wedstrijd.

Catapult

De GPS ontvanger (Catapult OptimEye X4) wordt tijdens de trainingen gedragen tussen de schouderbladen (Barrett, et al., 2014). De GPS ontvanger meet met een frequentie van 10 Hz, de versnellingsmeter, gyroscoop en magnetometer meten met een frequentie van 100 Hz. Het meetprotocol om de ontvanger om te doen en uit te lezen staat in bijlage 1.

PlayerLoad

De PL is het totaal van de versnellingen in voor- en achterwaartse (PL_{va}), zijwaartse (PL_{zij}) en verticale richtingen (PL_{ver}). De formule voor de PL is $\sqrt{PL_{va}^2 + PL_{zij}^2 + PL_{ver}^2}$, de eenheid is een dimensieloze scalaire waarde (Barrett, et al., 2014). De PL wordt gedurende de tijd opgeteld, dit wordt gestandaardiseerd door de PL_{min} te analyseren van de partijvormen.

Dataverwerking

Alle data wordt na een training opgeslagen in Microsoft Office Excel 2016, bijlage 2. De statistiek wordt uitgevoerd in SPSS 22 op een Windows 10 computer, met een betrouwbaarheid van 95% ($\alpha=.05$, $p<.05$) voor alle testen. Om de normaliteit van de data te bepalen wordt een Kolmogorov-Smirnov toetst toegepast. Om te bepalen of er een significant verschil bestaat in de PL_{min} bij verschillende partijen wordt een mixed design ANOVA toetst gebruikt.

Tabel 15: partijvormen ingedeeld in classificatie, formatie, afmetingen en oppervlakte per veldspeler

Classificatie	Formatie (exclusief keepers)	Afmetingen (lengte x breedte)	Oppervlakte per veldspeler (m ²) (exclusief keepers)
Kleine partijvormen (KPV)	4 tegen 4	30 x 40m= 1280m ²	150
Midden partijvormen (MPV)	7 tegen 7	52,5 x 40m= 2100m ²	150
Grote partijvormen (GPV)	9 tegen 9	60 x 45m= 2700m ²	150

Planning

Week 1	Literatuur studie
Week 2	Methode bespreken met hoofdtrainer en inspanningsfysioloog
Week 3	Voorbereiden test meting
Week 4	Test meting
Week 5	Data test meting verwerken
Week 6	Voorbereiden metingen
Week 7	Data verzamelen + verwerken
Week 8	Data verzamelen + verwerken
Week 9	Data verzamelen + verwerken
Week 10	Data verzamelen + verwerken
Week 11	Data verzamelen + verwerken
Week 12	Data verzamelen + verwerken
Week 13	Data analyseren
Week 14	Data analyseren
Week 15	Rapporteren
Week 16	Rapporteren + inleveren week 8 blok 3 (28 maart 2018)

Persoonlijke leerdoelen

- Aan het eind van mijn stage wil ik dat mijn analytische vaardigheden verbeterd zijn door mijzelf erg te verdiepen in het analyseren van de gegevens uit de trainingen.
- Gedurende mijn stage zal ik nieuwe ideeën en kennis ontwikkelen met betrekking tot de probleemstelling, om eventuele nieuwe onderzoeken in gang te zetten.
- Tijdens mijn stage zal ik out of the box moeten denken door middel van mijn referentiekader naar de probleemstelling te vergroten en andere om inzichten te vragen.
- Aan het eind van mijn stage wil ik mijn schrijfvaardigheid zo ontwikkeld hebben, dat het eindverslag zo geschreven is dat een lezer het wil lezen.

Literatuurlijst

- Aguiar, M. et al., 2012. A review on the effects of soccer small-sided games. *Journal of human kinetics*, pp. 103-113.
- Barnes, C. et al., 2014. The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *Int J Sports Med*, pp. 1095-1100.
- Barrett, S., Midgley, A. & Lovell, R., 2014. PlayerLoad™: Reliability Convergent Validity and Influence of Unit Position During Treadmill Running. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, pp. 945-952.
- Barrett, S. et al., 2016. The within match patterns of locomotor efficiency during Professional Soccer match play Implications for Injury Risk. *J Sci Med Sport*, pp. 810-815.
- Borg, G., 1990. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand J Work Environ Health*, pp. 55-58.
- Boyd, L. J., Ball, K. & Aughey, R. J., 2013. Quantifying external load in Australian football matches and training using accelerometers. *Int J Sports Physiology Performance*, pp. 44-51.
- Dellal, A., Hill-Haas, S., Lago-Penas, C. & Chamari, K., 2011. Small-sided games in soccer: Amateur vs. professional players' physiological responses, physical and technical activities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, pp. 2371-2381.
- Dellal, A. et al., 2012. Technical and physical demands of small vs. large sided games in relation to playing position in elite soccer. *Human Movement Science* 31, pp. 957-966.
- Gabbett, T. J., 2016. The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder?. *Br J Sports Med*, pp. 1-9.
- Hulin, B. et al., 2015. The acute:chronic workload ratio predicts injury: high chronic workload may decrease injury risks in elite rugby league players. *Br J Sports Med*, pp. 1-7.
- Jaspers, A. et al., 2017. Relationships between training load indicators and training outcomes in professional soccer. *Sports Med*, pp. 533-544.
- Nicolella, D. P., Torres-Ronda, L., Saylor, K. J. & Schelling, X., 2018. Validity and reliability of an accelerometer-based player tracking device. *Plos one*, p. e0191823.
- Ogris, G. et al., 2012. Accuracy of the LPM tracking system considering dynamic position changes. *Journal of Sports Sciences*, pp. 1503-1511.
- Olthof, S. B., Frencken, W. G. P. & Lemmink, K. A. P., 2017. Match-derived relative pitch area changes the physical and team tactical performance of elite soccer players in small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, p. DOI.
- Owen, A. L., Wong, D., Paul, D. & Dellal, A., 2014. Physical and Technical Comparisons between Various-Sided Games within Professional Soccer. *Int J Sports Med*, pp. 286-292.
- Owen, A., Wong, D., McKenna, M. & Dellal, A., 2011. Heart rate responses and technical comparison between small- vs. large-sided games in elite professional soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, pp. 2104-10.
- Pyne, D. B., 2010. The physical and physiological demand of basketball training and competition. *Int J Sports Physiology Performance*, pp. 75-86.
- Rampinini, E. et al., 2007. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *Int J Sports Med*, pp. 228-235.
- Stevens, T., 2017. External load during football training - the power of acceleration and deceleration.
- Tomczak, M. & Tomczak, E., 2014. The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. *Trends in Sport Sciences*, pp. 19-25.
- Weaving, D., Whithead, S., Till, K. & Jones, B., 2017. Validity of real-time data generated by wearable microtechnology device. *Journal of Strength and conditioning*, pp. 2876-2879.
- Woods, C. et al., 2004. The football association medical research programme: an audit of injuries in professional football—analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med*, pp. 36-41.

Bijlage

Bijlage 1: Meetprotocol Catapult

Voor de training

- Bij aankomst op de club de ontvangers aan de lader leggen
- Controleren van de spelers met betrekking tot het acuut-chronische workload ratio
- Hesjes klaar leggen voor alle spelers
- 10 minuten voor aanvang van de training de persoonlijke Catapult ontvangers in het hesje doen

Na de training

- Alle ontvangers ophalen en opbergen in de Catapult box
- De Catapult box verbinden met de Sparta Rotterdam computer
- Door middel van OpenField de ontvangers uitlezen
- De training zijn eigen periode geven, de partijvorm indelen in kleinere periodes afhankelijk van de tijdsduur van de partij.
- Spelers die deel uitmaken van de partijvormen toevoegen aan de periodes in OpenField
- Data synchroniseren met de OpenField Cloud
- Vanuit de OpenField Cloud de data opslaan op mijn eigen computer
- Data opslaan in het Excel bestand

Bijlage 2: voorbeeld van Excel bestand waarin de data werd opgeslagen.

Speler	4v4 (1)	7v7(1)	9v9(1)	4v4(2)	...
1					
2					
3					
4					
...					