

2023

Wat is het verschil in externe belasting tussen een succesvolle en een onsuccesvolle revalidatie?



Mees van der Meer - 18135013
Jeugdopleiding ADO Den Haag
14-6-2023

Inhoud

Samenvatting.....	2
Inleiding	3
Methode	5
Resultaten	6
Discussie	10
Conclusie	11
Literatuurlijst	12
Bijlage 1 – Resultaten van de Kolmogorov-Smirnov test	14
Bijlage 2 – Tabellen met de waardes voor figuren 1 en 2	15
Bijlage 3 – Resultaten van de T-test en Wilcoxon Signed Ranks test voor drie normale weken en drie weken voor een blessure	16
Bijlage 4 – Resultaten van de T-test en Wilcoxon Signed Ranks test voor een succesvolle en onsuccesvolle RTP	18

Samenvatting

Een te grote toename van belasting, overtraining en ondertraining vergroten allen de kans de op blessures. Door het monitoren van externe belasting kan inzicht worden gegeven wanneer de kans op een blessure groter is en kan dit worden voorkomen. Wanneer een speler geblesseerd raakt moet deze speler gaan revalideren. De laatste fase van de revalidatie voordat een speler weer volledig kan meetrainen is de return-to-play (RTP). In deze fase is de kans om opnieuw geblesseerd te raken hoger en is het belangrijk om de belasting zorgvuldig op te bouwen. Het doel van dit onderzoek is om inzicht te krijgen in wat het verschil is in externe belasting tussen een succesvolle RTP en een RTP waarbij een speler opnieuw geblesseerd raakt. Daarnaast wordt ook het verschil in belasting in de drie weken voor een blessure en drie normale weken onderzocht.

Aan het onderzoek hebben 18 spelers van de leeftijd 16, 17 en 18 deelgenomen. Hierbij is het verschil in belasting op zes verschillende parameters statistisch getoetst door middel van een T-test of Wilcoxon Signed Ranks test. De verschillen in externe belasting tussen een succesvolle RTP en onsuccesvolle RTP worden onderzocht evenals de verschillen tussen in externe belasting tussen drie normale weken en de drie weken voor een blessure.

De gemiddelde belasting op alle parameters is in de eerste week hoger bij een onsuccesvolle RTP ten opzichte van een succesvolle RTP, echter is geen van deze waardes significant verschillende behalve de afgelegde afstand boven de 25 km/u ($p = 0.031$). In de drie weken voor een blessure is de belasting op de totale afgelegde afstand significant lager dan in de drie normale weken ($p=0.002$, $p=0.030$ en $p=0.014$). Tevens is ook de belasting op het de hoeveelheid acceleraties en deceleraties drie weken voor een blessure significant lager dan in de eerste normale week ($p=0.004$ en $p=0.008$).

Een te hoge belasting in de eerste week van de RTP kan de oorzaak zijn van een onsuccesvolle RTP. Om deze reden is het belangrijk om de belasting zorgvuldig te laten toenemen gedurende de RTP om een blessure tijdens de RTP te voorkomen. In de periode voor een blessure kan de oorzaak van het ontstaan van een blessure komen door een te lage belasting, maar doordat de verschillen op alle parameters behalve de totale afgelegde afstand niet significant zijn kan dit niet met zekerheid worden geconcludeerd.

Inleiding

Binnen de topsport is wetenschap steeds belangrijker aan het worden, ook binnen het voetbal wordt steeds meer gebruik gemaakt van data (Drust, Green, 2013). Systemen die gebruik maken van GPS (Global Positioning System) of LPM (Local Position Measurement) worden dagelijks gebruikt op voetbalvelden bij betaald voetbalorganisaties om de externe belasting van trainingen en wedstrijden te meten (Buchheit, et al., 2014). Naast het meten van externe belasting wordt GPS-data ook gebruikt voor het bepalen van fysieke eisen van specifieke posities en het ontwikkelen van trainingsschema's om de atleten beter voor te bereiden op de benodigde fysieke prestaties tijdens wedstrijden (Cummins, 2013). GPS is een gevalideerd hulpmiddel voor het bepalen van externe belasting, door middel van deze data kunnen trainingsprogramma's beter worden afgestemd waardoor efficiënter kan worden getraind en kan de kans op blessures beter worden gemonitord (Theodoropoulos, et al., 2020) (Ravé, et al., 2020).

De Jeugdopleiding van ADO Den Haag maakt sinds dit seizoen gebruik van de Pacer GPS-trackers van Johan-sports, met deze trackers worden onder17, onder18 en onder21 gemeten tijdens trainingen en wedstrijden. Deze trackers maken gebruik van verschillende sensoren namelijk, een 10Hz GPS-systeem, accelerometer, gyroscoop en geïntegreerde hartslagsensor. Met de Pacer is het mogelijk live de GPS- en hartslagdata bij te houden door middel van een Bluetoothverbinding met een Ipad met de live-app van Johan-sports.

Binnen de jeugdopleiding van ADO Den Haag worden per speler de trainingsbelasting en de wekelijkse belasting gemonitord. De trainingsbelasting (TL) is de waarde die spelers bij een training moeten halen en de wekelijkse belasting (WL) is de waarde die spelers per week moeten halen op deze verschillende parameters. Trainings- en wekelijkse belasting worden bepaald aan de hand van het gemiddelde van de drie beste waarden die tijdens de wedstrijden van dat seizoen zijn gehaald op verschillende parameters. De parameters die hiervoor worden gebruikt zijn de totale afgelegde afstand in meters (TD (m)), de afgelegde afstand boven de 20 km/u in meters (Sp (m)), de afgelegde afstand boven de 25 km/u in meters (HiSp (m)) en het aantal acceleraties (Acc (m/s²)) en deceleraties (Dec (m/s²)) boven de 2m/s².

De trainingsbelasting verschilt per dag zodat niet elke dag even zwaar is en de spelers niet vermoeid zijn op de dag van de wedstrijd. Per dag wordt met een volume en intensiteit gewerkt om inzicht te krijgen hoe zwaar de training op papier is geweest ten opzichte van de beste wedstrijdwaardes. Het volume is het percentage van de totale waardes van een training ten opzichte van het gemiddelde van de drie beste wedstrijdwaardes op die parameter. De intensiteit is de verhouding van de trainingsbelasting per minuut ten opzichte van de belasting van de beste wedstrijdwaardes per minuut. De formules voor het berekenen van het volume en de intensiteit staan hieronder.

$$\text{Volume (\%)} = \frac{\left(\frac{\text{TD (m)}}{\text{WWTD (m)}} + \frac{\text{Sp (m)}}{\text{WWSp (m)}} + \frac{\text{HiSp (m)}}{\text{WWHiSp (m)}} + \frac{\text{Acc}}{\text{WWAcc}} + \frac{\text{Dec}}{\text{WWDec}} \right)}{5}$$
$$\text{Intensiteit (\%)} = \text{Volume} * \left(\frac{90}{\text{Duur (min)}} \right)$$

Wanneer de toename van de wekelijkse belasting ten opzichte van de voorgaande week te groot is wordt de kans op blessures groter (Harrison, Johnston, 2017)(Malone, et al., 2018). Niet alleen bij een constante te hoge belasting neemt de kans op blessures toe, ook bij ondertraining is de kans om geblesseerd te raken ook groter (Gabbett, 2016). Als een speler geblesseerd raakt moet de speler gaan revalideren. De revalidatieperiode bestaat uit drie fases, fase 1 is de periode zonder hardlopen, fase 2 is de periode waarbij hardlopen weer wordt geïntroduceerd maar nog niet voetbal-specifiek is en fase 3 is de opbouw van deelname aan de groepstraining en wordt afgesloten met de return-to-play (RTP). In deze periode is het belangrijk dat de belasting wordt gemonitord en de toename van de belasting niet te snel gebeurt. Wanneer de toename van belasting te hoog is zal de RTP langer duren (Stares, et al., 2018). Daarbij is de kans groter om opnieuw geblesseerd te raken tijdens de RTP (Orchard, et al., 2002).

Sinds dit seizoen is het mogelijk om tijdens trainingen en wedstrijden live data bij te houden. Live data kan van toegevoegde waarde zijn bij trainingen in het revalidatietraject om de belasting in de gaten te houden. Om de live data effectief te kunnen gebruiken bij revalidatietrainingen is het belangrijk om de trainingsbelasting op voorhand te kunnen bepalen. Voor het bepalen van de belasting tijdens de RTP is het nodig om het verschil te weten tussen een succesvolle RTP en een RTP waarbij een speler opnieuw geblesseerd raakt. Dit kan bijdragen aan een beter herstel en een verlaagde kans om opnieuw geblesseerd raken. Dit is de aanleiding tot de hoofdvraag van dit onderzoek: *“Wat is het verschil in externe belasting tussen een succesvolle return-to-play ten opzichte van een onsuccesvolle return-to-play?”*

Naast het onderzoeken van het verschil in belasting tussen een succesvolle en onsuccesvolle RTP zal ook het verschil in belasting tussen normale weken en de weken voor een blessure worden onderzocht.

Methode

Proefpersonen

Aan dit onderzoek hebben 18 voetballers uit de jeugdopleiding van ADO Den Haag deelgenomen. De deelnemers hebben een leeftijd van 16, 17 of 18 jaar en spelen voor ADO Den Haag onder 18 in het seizoen 2022-2023.

Meetomstandigheden

De dataverzameling gebeurt tijdens trainingen en wedstrijden. De metingen worden uitgevoerd met de Pacer van Johan-sports in combinatie met hesjes waardoor de GPS-tracker zich hoog op de rug tussen de schouderbladen bevindt. Een kwartier voordat de spelers het veld op gaan zijn de GPS-trackers aan de spelers uitgedeeld. Deze zijn de gehele training gedragen en na afloop van de training zijn de GPS-trackers verzameld en uitgelezen.

Dataverwerking

Na iedere training en wedstrijd zijn de GPS-trackers uitgelezen en verwerkt in de onlinesoftware van Johan-sports. De verschillende trainingsvormen zijn middels een CSV-bestand geëxporteerd naar een Excel-bestand. Verdere dataverwerking is uitgevoerd in Excel en SPSS. De parameters die zijn gemeten en gebruikt bij het verwerken van de data zijn:

Parameter	Uitleg
TD [m]	Totaal afgelegde afstand in meters
RD [m]	Afgelegde afstand op hardloopsnelheid, van 14 tot 20 km/u, in meters
Sp [m]	Afgelegde afstand op sprintsnelheid, boven 20 km/u, in meters
HiSp [m]	Afgelegde afstand op hoge sprintsnelheid, boven 25 km/u, in meters
Acc [aantal]	Aantal versnellingen boven de 2m/s^2
Dec [aantal]	Aantal vertragingen boven de -2m/s^2

Om de dataverwerking te kunnen doen is een database opgezet in Excel waaruit de externe belasting in de drie weken voor en vier weken na de blessureperiode te kunnen bepalen. De data van een blessure is gebruikt wanneer een speler minimaal 2 weken en maximaal 90 dagen last heeft gehad van een blessure. Wanneer een speler binnen 4 weken van het herstel van de vorige blessure opnieuw geblesseerd raakt wordt dit gezien als opnieuw geblesseerd raken. Wanneer deze periode langer is wordt dit gezien als een nieuwe blessure. Wanneer een speler door een contactblessure opnieuw geblesseerd is geraakt wordt de data van de RTP niet meegenomen, maar de data van drie weken voor de blessure wordt wel meegenomen. Om de externe belasting tussen spelers met elkaar te kunnen vergelijken is gekozen om de wekelijkse belasting ten opzichte van de beste wedstrijdwaardes te gebruiken.

De data is eerst per parameter getest op normaalverdeling door middel van een Kolmogorov-Smirnoff-test. Als de data normaal verdeeld is wordt een gepaarde T-test uitgevoerd, als de data niet normaal is verdeeld is de Wilcoxon Signed Ranks test gebruikt om te bepalen of de data significant verschilt.

Het verschil in wekelijkse belasting van de drie weken voor een blessure is onderzocht ten opzichte van drie normale weken en het verschil in wekelijkse belasting in de vier weken na het herstel van een blessure met een succesvolle RTP is ten opzichte van de wekelijkse belasting van de vier weken na het herstellen van een blessure met een onsuccesvolle RTP onderzocht.

Resultaten

Voor het analyseren van de externe belasting is een database opgezet in Excel om deze data eenvoudig in een bruikbaar format te hebben staan. In deze database staat de externe belasting van iedere training en wedstrijd van het seizoen 2022-2023. Met de data van dit seizoen zijn per speler het gemiddelde van de drie beste wedstrijdwaardes berekend en aan de hand van deze waardes kan voor iedere speler de belasting ten opzichte van de beste wedstrijdwaardes worden berekend. De belasting ten opzichte van de beste wedstrijdwaardes is gebruikt bij de statistische analyse. Voor het gebruik van deze waardes boven het gebruik van absolute waardes is gekozen omdat deze waardes zijn genormaliseerd naar de prestaties van iedere individuele speler, hierdoor zijn deze waardes goed te vergelijken tussen verschillende spelers. De absolute waardes tussen individuen kunnen dusdanig variëren dat het lastig is om deze waardes te vergelijken tussen verschillende spelers.

De parameters van de vier groepen zijn in SPSS gezet in de volgende groepen. De data van de drie normale weken staan onder Controle en bestaat uit data van 18 spelers, de drie weken voor de blessure staan onder VB en bestaat uit 17 datasets, de vier weken na een succesvolle RTP staan onder BHG en bestaat uit 11 datasets en de vier weken na een onsuccesvolle RTP staan onder BHS en bestaat uit 6 datasets. Om te weten welke test gebruikt moet worden om de verschillende groepen met elkaar te vergelijken moeten alle parameters van alle groepen eerst op normaliteit worden getest, dit is gedaan door middel van een Kolmogorov-Smirnov test. Uit deze testen is gebleken dat VB_HiSp en BHS_RD niet normaal zijn verdeeld, de waardes van deze parameters zijn beide 0,021. Deze waarde is onder de 0,05 waardoor voor deze parameter de Wilcoxon Signed Ranks test gebruikt moet worden. In de resultaten van de test op normaliteit zijn ook een aantal waardes onder de 0,200, deze parameters zijn VB_Sp (sig. = 0.92), BHG_HiSp (sig. = 0.147) en BHS_TD (sig. = 0.187). Omdat de waardes van deze parameters boven de 0.05 zijn is de data niet significant en daarmee normaal verdeeld dus kan voor deze parameters de T-test worden gebruikt. Voor alle andere parameters moet de T-test worden gebruikt omdat deze parameters significante waardes hebben van groter dan 0,200. De uitkomsten van de Kolmogorov-Smirnov test staan in bijlage 1.

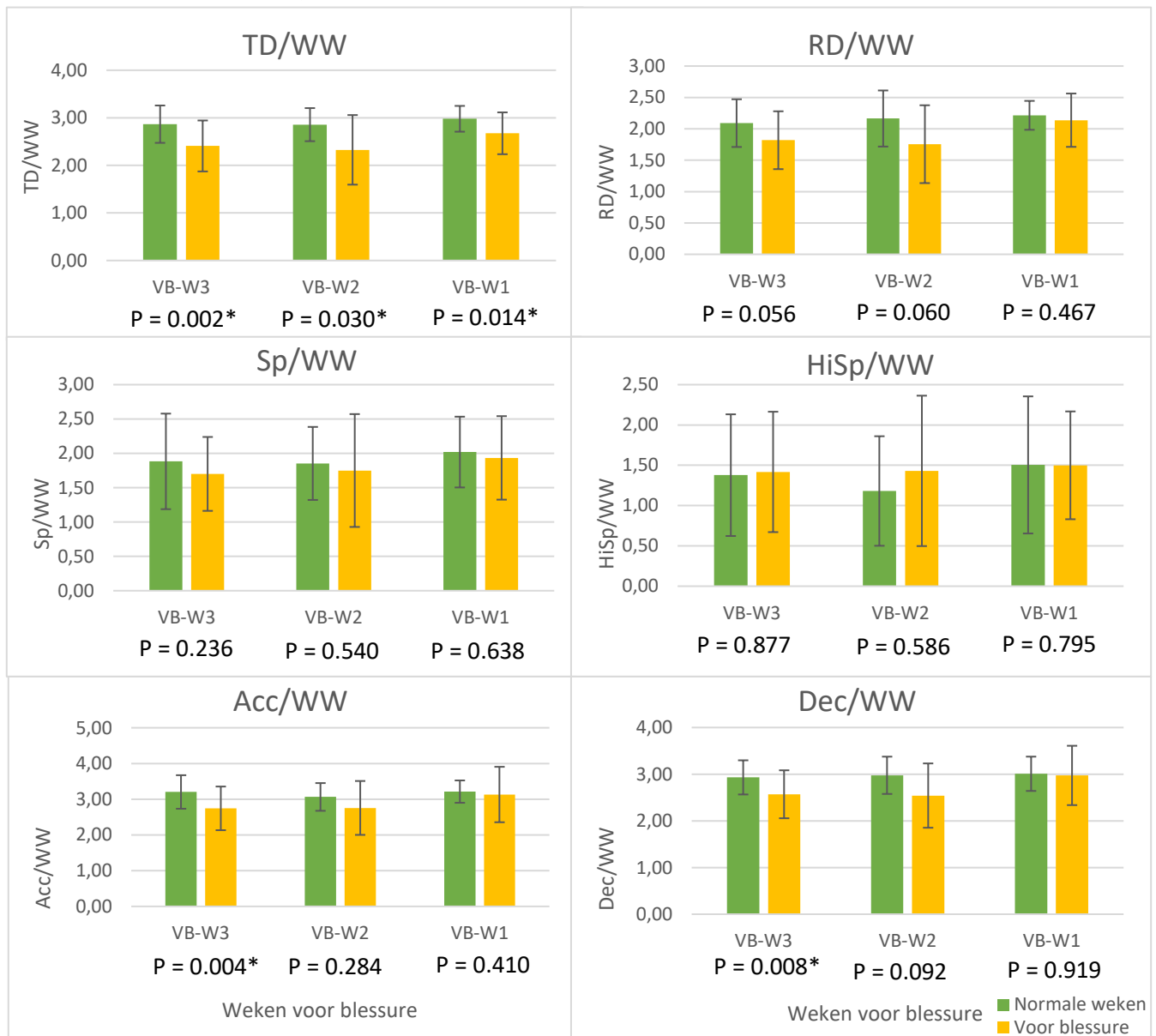
Voor het resultaat van de T-test wordt de significantie van de two-sided paired samples test genomen. De tweezijdige test wordt gebruikt om te bepalen of het verschil tussen twee groepen significant is zonder op voorhand te weten welke groep beter presteert. Wanneer het resultaat lager is dan 0.05 is het verschil tussen de twee groepen significant.

Om de verschillen in externe belasting tussen de verschillende groepen te laten zien is gebruik gemaakt van gegroepeerde staafdiagrammen met foutbalken in Excel. In deze grafieken zijn ook de significante waardes van de T-test of Wilcoxon Signed Ranks test toegevoegd. TD/WW is de totaal afgelegde afstand (TD) in meters per week ten opzichte van het gemiddelde van de drie beste wedstrijdwaardes (WW). RD/WW is de afgelegde afstand op een snelheid van 14 tot 20 km/u in meters ten opzichte van WW. SP/WW is SP van de week ten opzichte van WW, HiSp/WW is de HiSp van de gehele week ten opzichte van WW. Acc/WW is het aantal Acc van de gehele week ten opzichte van WW en Dec/WW is het aantal Dec van de gehele week ten opzichte van WW.

In figuur 1 zijn respectievelijk TD/WW, RD/WW, SP/WW, HiSp/WW, Acc/WW en Dec/WW van drie normale weken en de drie weken voor een blessure tegen elkaar uitgezet. In deze figuren is VB-W3 drie weken voor de blessure, VB-W2 is twee weken voor de blessure en VB-W1 is de week voor de week waarin de speler een blessure heeft opgelopen. In deze figuren is te zien dat op alle parameters behalve HiSp/WW de behaalde waardes gemiddeld lager liggen dan in de drie normale weken, maar maximale waardes per parameter zijn ongeveer gelijk aan elkaar. In figuur 2 staan de verschillen in

belasting tussen een succesvolle RTP en een onsuccesvolle RTP op de verschillende parameters. De bijbehorende tabellen zijn te vinden in bijlage 2.

Verschil in belasting tussen drie normale weken en drie weken voor een blessure



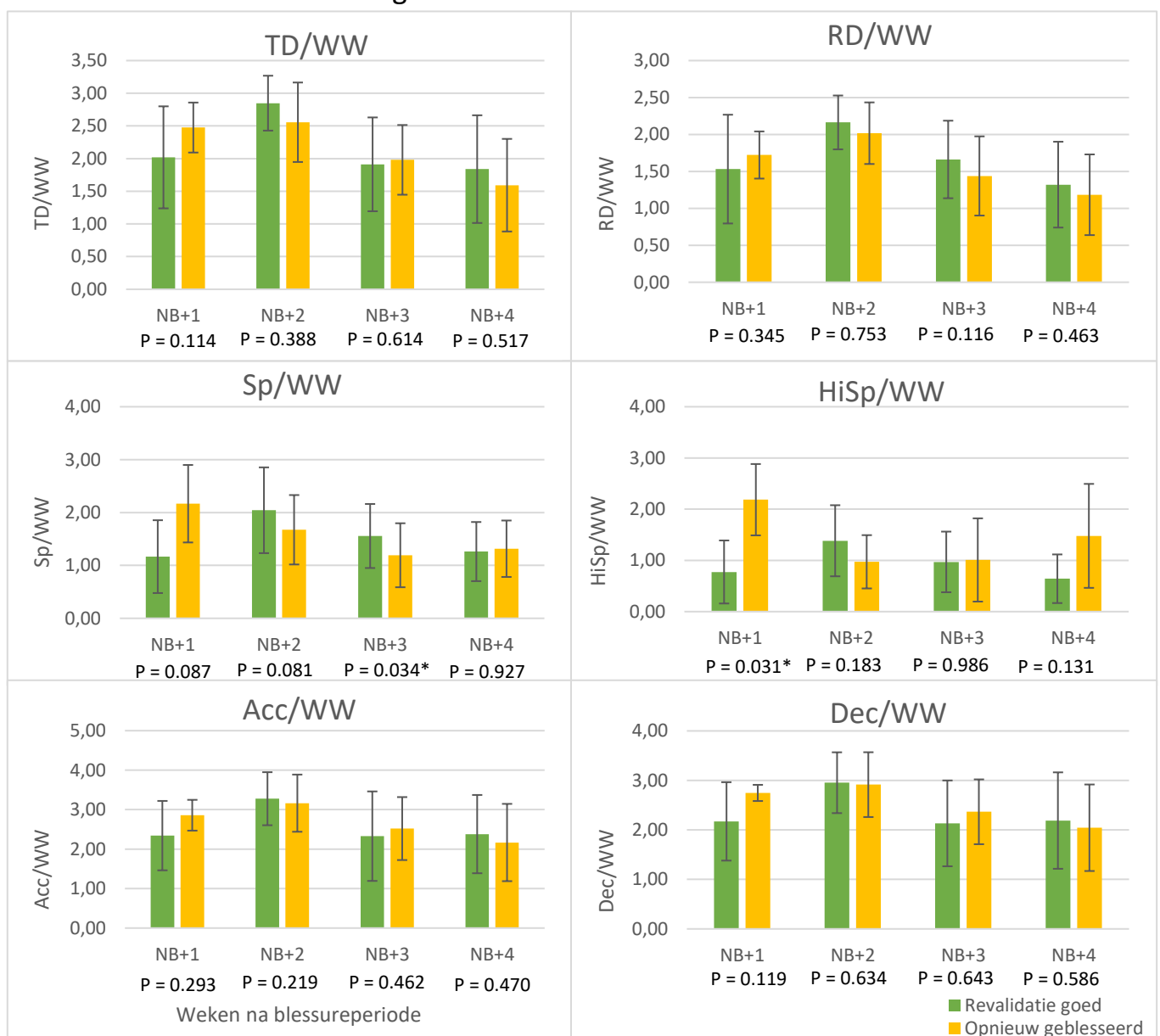
Figuur 1 Het verschil in belasting per parameter per week tussen drie normale weken en drie weken voor een blessure. De P-waardes zijn de resultaten van de T-test of Wilcoxon Signed Ranks test en geven de significantie aan tussen de twee waardes op die parameter. * geeft aan dat een waarde significant is.

Uit de resultaten blijkt dat tussen de drie normale weken en de drie weken voor een blessure een significant verschil zit op de variabelen acceleratie ($p = 0,004$) en deceleratie ($p = 0,008$) drie weken voor een blessure. In figuur is te zien dat de gemiddelde Acc/WW en Dec/WW in de drie normale weken hoger zijn dan drie weken voor een blessure. Voor Acc/WW is de gemiddelde waarde 3.20 ± 0.47 in de eerste normale week en 2.74 ± 0.61 in de derde week voor de blessure, voor Dec/WW is de gemiddelde waarde 2.93 ± 0.37 in de eerste normale week en 2.57 ± 0.51 in de derde week voor de blessure. De totale afgelegde afstand is in iedere week significant verschillend tussen de twee groepen, $p = 0.002$ in VB-W3, $p = 0.030$ in VB-W2 en $p = 0.14$ in VB-W1. Net als bij de acceleraties en deceleraties zijn de gemiddelde waardes op TD/WW in de drie normale weken hoger dan in de drie weken voor een blessure, voor de normale weken zijn deze waardes respectievelijk 2.87 ± 0.39 , 2.86 ± 0.35 en 2.98

± 0.27 en voor de drie weken voor een blessure zijn deze waarden respectievelijk 2.41 ± 0.54 , 2.33 ± 0.73 en 2.67 ± 0.44 . Alle andere waarden leveren geen significant verschil op. Alle p-waarden van de T-test en Wilcoxon Signed Ranks test van de drie weken voor een blessure ten opzichte van drie normale weken staan in bijlage 3.

In figuur 2 is het verschil in belasting tussen een succesvolle en onsuccesvolle RTP gevisualiseerd. Dit figuur vergelijkt respectievelijk TD/WW, RD/WW, SP/WW, HiSp/WW, Acc/WW en Dec/WW tussen deze twee groepen. In dit figuur staat NB+1 voor de eerste week na het herstel van de blessure, NB+2 staat voor de tweede week, NB+3 staat voor de derde week en NB+4 staat voor de vierde week. De p-waarden onder iedere week zijn het resultaat van de T-test of de Wilcoxon Signed Ranks test. Wanneer deze waarde onder de 0.05 is is het verschil tussen de waarden in die week op die parameter significant verschillende. Alle p-waarden van de T-test en Wilcoxon Signed Ranks test van de succesvolle en onsuccesvolle RTP zijn te vinden in bijlage 4.

Verskil in belasting tussen een succesvolle en onsuccesvolle RTP



Figuur 2 Het verschil in belasting per parameter per week tussen een succesvolle en onsuccesvolle RTP. De P-waarden zijn de resultaten van de T-test of Wilcoxon Signed Ranks test, * geeft aan dat een waarde significant is.

De verschillen die direct opvallen in deze figuur zijn op de Sp/WW in NB+1, HiSp/WW in NB+1 en HiSp/WW in NB+4. De waardes van Sp/WW NB+1 zijn voor een succesvolle RTP 1.17 ± 0.69 en voor een onsuccesvolle RTP 2.17 ± 0.73 , ondanks het verschil tussen deze waardes is dit verschil niet significant aangezien $p = 0.087$. De waardes van HiSp/WW in NB+1 zijn voor een succesvolle RTP 0.77 ± 0.62 en voor een onsuccesvolle RTP 2.18 ± 0.70 , dit verschil is wel significant want $p = 0.031$ en is daarmee onder de 0.05 wat een significant verschil betekent. Dit betekent dat de afgelegde afstand boven de 25km/u ten opzichte van de beste wedstrijdwaardes in een onsuccesvolle RTP significant hoger is dan in een succesvolle RTP. De waardes van HiSp/WW in NB+4 zijn voor een succesvolle RTP 0.64 ± 0.47 en voor een onsuccesvolle RTP 1.48 ± 1.01 , deze waardes zijn niet significant verschillende want $p = 0.131$. Als naar de p-waardes wordt gekeken staat in dit figuur nog één ander significant verschil, namelijk bij Sp/WW in NB+3 is $p = 0.034$. De waardes op deze parameter voor een succesvolle RTP zijn 1.56 ± 0.61 en voor een onsuccesvolle RTP 1.01 ± 0.81 .

Wat in figuur 2 nog meer opvalt is dat de gemiddelde waarde op alle parameters in een onsuccesvolle RTP in NB+1 hoger zijn dan bij een succesvolle RTP, echter is alleen op HiSp een significant verschil te vinden. In NB+2 de gemiddelde belasting op alle parameters bij een succesvolle RTP hoger zijn dan bij een onsuccesvolle RTP, echter zijn alle waardes op deze parameters niet significant verschillend.

Discussie

Het resultaat van het eerste vraagstuk *“Wat is het verschil in belasting in de drie weken voor een blessure ten opzichte van drie normale weken?”* geeft een significant verschil in belasting op TD/WW over de drie weken en een significant verschil drie weken voor een blessure op Acc/WW en Dec/WW ten opzichte van de normale weken. Deze bevinding sluit aan bij het onderzoek van Gabbett (2016) waarin wordt gesteld dat niet alleen overtraining de kans op blessures vergroot maar ook ondertraining de kans op blessures vergroot. Omdat de significante verschillen alleen op TD en drie weken voor de blessure op Acc/WW en Dec/WW zijn gevonden en niet op alle waardes is het de vraag of dit de blessures kan verklaren.

Het resultaat op de hoofdvraag van dit onderzoek *“Wat is het verschil in externe belasting tussen een succesvolle RTP en een onsuccesvolle RTP?”* geeft een significant verschil in HiSp/WW in de eerste week na het herstel van de blessure tussen een succesvolle en onsuccesvolle RTP, waarbij de waarde van de onsuccesvolle RTP hoger is dan de succesvolle RTP. Dit betekent dat de hoeveelheid HiSp/WW in de eerste week een oorzaak kan zijn dat de RTP onsuccesvol is wanneer de behaalde belasting op deze parameter te hoog is. Bij de datavisualisatie in figuur 2 is de gemiddelde belasting hoger op ieder parameter hoger dan bij de onsuccesvolle RTP ten opzichte van de succesvolle RTP, alleen zit tussen de waardes geen significant verschil behalve bij HiSp/WW. Het is wel mogelijk dat het verschil in de volledige belasting in de eerste week in de RTP het verschil kan zijn tussen een succesvolle en onsuccesvolle RTP. Dit sluit aan op het onderzoek van Harrison en Johnston (2017) waar wordt gesteld dat wanneer de belasting te snel toeneemt de kans op blessures groter is. Ook lijkt dit overeen te komen met het onderzoek van Stares (2018) waarin wordt gesteld dat als de belasting in de eerste week van de RTP te hoog is dit een negatief effect heeft op de RTP.

Zwakke punten van dit onderzoek zijn het lage aantal proefpersonen (18), blessure aantallen die meer dan drie weken duurde (12) en blessures tijdens de RTP (6). Door het lage aantal blessures is in de data geen rekening gehouden met een spierpeesblessure of een skeletblessure, in de data van de fysiotherapeuten niet duidelijk of een blessure een contactblessure is geweest. Ook komt de data van de fysiotherapeuten niet altijd overeen met de externe belasting. Bijvoorbeeld in de periode dat een speler twee weken lang geblesseerd zou zijn heeft die speler hogere waardes gehaald in zijn externe belasting dan de weken voor en na de blessure of weeknummers van de blessures is één of twee weken nadat de blessure in de data te zien is. Daarnaast hebben de GPS-trackers tijdens het seizoen meerdere updates gehad die soms als gevolg hadden dat de verkregen data niet leek te kloppen, in het selecteren van de data is geprobeerd rekening te houden met de periodes waarin de data mogelijk niet klopte en deze buiten de analyse te laten.

Het resultaat van dit onderzoek kan worden verwerkt in de aanpak van RTP. Het blijkt nu uit de data dat wanneer de belasting in de eerste week van de RTP te hoog is dat de kans om opnieuw geblesseerd te raken groter is, dus is het belangrijk om de belasting rustiger op te bouwen en de hoeveel Sp en HiSp niet te snel te laten oplopen. Wat nog interessant kan zijn als aanvulling op dit onderzoek is om naast het verschil van de wekelijkse belasting ten opzichte van de beste wedstrijdwaardes ook het verschil van de wekelijkse belasting ten opzichte van de voorgaande week te bepalen tussen dezelfde groepen en kijken of daar een significant verschil in zit. Aan de hand van het resultaat van dat onderzoek kan ook iets worden gezegd worden over de maximale toename van de belasting in de RTP per parameter.

Conclusie

In de data is een significant verschil gevonden van $p = 0.031$ bij de afgelegde afstand boven de 25km/u tussen een succesvolle RTP en een onsuccesvolle RTP in de eerste week na het herstel van de blessure. Hierbij is de behaalde waarde op deze parameter tijdens een onsuccesvolle RTP hoger dan bij een succesvolle RTP. Dit kan een oorzaak zijn van een onsuccesvolle RTP, het is daarmee tijdens de RTP belangrijk om de opbouw van de belasting niet te snel te laten oplopen op de hogere intensieve parameters zoals afgelegde afstand boven de 20 en 25km/u.

In de periode voor een blessure kan de oorzaak van het ontstaan van een blessure komen door een te lage belasting, maar doordat de verschillen op alle parameters behalve de totale afgelegde afstand niet significant zijn kan dit niet met zekerheid worden geconcludeerd.

Wat als aanvulling op dit onderzoek interessant kan zijn is om de belasting ten opzichte van de voorgaande week te vergelijken om te bepalen of de toename in belasting een oorzaak kan zijn van een succesvolle of onsuccesvolle RTP. Om het onderzoek betrouwbaarder te maken is een grotere groep proefpersonen nodig.

Literatuurlijst

Akenhead, R., & Nassis, G. P. (2016). Training Load and Player Monitoring in High-Level Football: Current Practice and Perceptions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 587–593.

Buchheit, M., Allen, A., Poon, T. K., Modonutti, M., Gregson, W., & Di Salvo, V. (2014). Integrating different tracking systems in football: multiple camera semi-automatic system, local position measurement and GPS technologies. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1844–1857.

Clemente, F. M., Rabbani, A., Conte, D., Castillo, D., Afonso, J., Truman Clark, C. C., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). Training/Match External Load Ratios in Professional Soccer Players: A Full-Season Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(17), 3057.

Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H. & West, C. (2013). Global Positioning Systems (GPS) and Microtechnology sensors in Team Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 43, 1025-1042.

Drust, B., & Green, M. (2013). Science and football: evaluating the influence of science on performance. *Journal of Sports Sciences*, 31(13), 1377–1382.

Harrison, P. W., & Johnston, R. D. (2017). Relationship Between Training Load, Fitness, and Injury Over an Australian Rules Football Preseason. *Journal of strength and conditioning research*, 31(10), 2686–2693.

Gabbett, T. J. (2016). The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273–280.

Loose, O., Achenbach, L., Fellner, B., Lehmann, J., Jansen, P., Nerlich, M., Angele, P., & Krutsch, W. (2018). Injury prevention and return to play strategies in elite football: no consent between players and team coaches. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 138(7), 985–992.

Malone, S., Owen, A., Mendes, B., Hughes, B., Collins, K., & Gabbett, T. J. (2018). High-speed running and sprinting as an injury risk factor in soccer: Can well-developed physical qualities reduce the risk? *Journal of science and medicine in sport*, 21(3), 257–262.

Martins, F., Marques, A., França, C., Sarmiento, H., Henriques, R., Ihle, A., de Maio Nascimento, M., Saldanha, C., Przednowek, K., & Gouveia, É. R. (2023). Weekly External Load Performance Effects on Sports Injuries of Male Professional Football Players. *International journal of environmental research and public health*, 20(2), 1121.

Miguel, M., Oliveira, R., Loureiro, N., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2021). Load Measures in Training/Match Monitoring in Soccer: A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*, 18(5), 2721.

Nikolaidis, P. T., Clemente, F. M., Van der Linden, C. M. I., Rosemann, T. & Knechtle, B. (2018). Validity and Reliability of 10-Hz Global Positioning System to Assess In-line Movement and Change of Direction. *Frontiers in Physiology*

Orchard, J. & Best, T.M. (2002). The management of muscle strain injuries: An early return versus the risk of recurrence. *Clinical journal of sport medicine*, 12(1), 3-5

Ravé, G., Granacher, U., Boullosa, D., Hackney, A. C., & Zouhal, H. (2020). How to Use Global Positioning Systems (GPS) Data to Monitor Training Load in the “Real World” of Elite Soccer. *Frontiers in Physiology*

Stares, J., Dawson, B., Peeling, P., Drew, M. G. B., Heasman, J., Rogalski, B., & Colby, M. J. (2018). How much is enough in rehabilitation? High running workloads following lower limb muscle injury delay return to play but protect against subsequent injury. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(10), 1019–1024.

Theodoropoulos, J. S., Bettel, J., & Kosy, J. D. (2020). The use of GPS and inertial devices for player monitoring in team sports: A review of current and future applications. *Orthopedic reviews*, 12(1), 7863.

Bijlage 1 – Resultaten van de Kolmogorov-Smirnov test

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Controle_TD	,071	66	,200 [*]	,976	66	,243
Controle_Acc	,060	66	,200 [*]	,988	66	,766
Controle_Dec	,075	66	,200 [*]	,982	66	,431
Controle_RD	,065	66	,200 [*]	,989	66	,819
Controle_Sp	,085	66	,200 [*]	,977	66	,257
Controle_HiSp	,096	66	,200 [*]	,945	66	,006

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Controle_TD	,071	66	,200 [*]	,976	66	,243
Controle_Acc	,060	66	,200 [*]	,988	66	,766
Controle_Dec	,075	66	,200 [*]	,982	66	,431
Controle_RD	,065	66	,200 [*]	,989	66	,819
Controle_Sp	,085	66	,200 [*]	,977	66	,257
Controle_HiSp	,096	66	,200 [*]	,945	66	,006

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Controle_TD	,071	66	,200 [*]	,976	66	,243
Controle_Acc	,060	66	,200 [*]	,988	66	,766
Controle_Dec	,075	66	,200 [*]	,982	66	,431
Controle_RD	,065	66	,200 [*]	,989	66	,819
Controle_Sp	,085	66	,200 [*]	,977	66	,257
Controle_HiSp	,096	66	,200 [*]	,945	66	,006

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Controle_TD	,071	66	,200 [*]	,976	66	,243
Controle_Acc	,060	66	,200 [*]	,988	66	,766
Controle_Dec	,075	66	,200 [*]	,982	66	,431
Controle_RD	,065	66	,200 [*]	,989	66	,819
Controle_Sp	,085	66	,200 [*]	,977	66	,257
Controle_HiSp	,096	66	,200 [*]	,945	66	,006

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Bijlage 2 – Tabellen met de waarden voor figuren 1 en 2

Controle	w1		w2		w3	
	gem	Std	gem	std	gem	std
TD/WW	2,87	± 0,39	2,86	± 0,35	2,98	± 0,27
RD/WW	2,09	± 0,38	2,16	± 0,45	2,21	± 0,23
SP/WW	1,88	± 0,70	1,85	± 0,53	2,02	± 0,52
HiSp/WW	1,38	± 0,75	1,18	± 0,68	1,50	± 0,85
Acc/WW	3,20	± 0,47	3,06	± 0,39	3,21	± 0,31
Dec/WW	2,93	± 0,37	2,98	± 0,40	3,01	± 0,37

Voor blessure	VB-W3		VB-W2		VB-W1	
	gem	std	gem	std	gem	std
TD/WW	2,41	± 0,54	2,33	± 0,73	2,67	± 0,44
RD/WW	1,82	± 0,46	1,75	± 0,62	2,14	± 0,42
SP/WW	1,70	± 0,54	1,75	± 0,82	1,93	± 0,61
HiSp/WW	1,42	± 0,75	1,43	± 0,93	1,50	± 0,67
Acc/WW	2,74	± 0,61	2,76	± 0,75	3,13	± 0,78
Dec/WW	2,57	± 0,51	2,54	± 0,69	2,97	± 0,64

RTP Succesvol	NB+1		NB+2		NB+3		NB+4	
	gem	std	gem	std	gem	std	gem	std
TD/WW	2,02	± 0,78	2,85	± 0,42	1,91	± 0,72	1,84	± 0,82
RD/WW	1,53	± 0,74	2,16	± 0,36	1,66	± 0,52	1,32	± 0,58
SP/WW	1,17	± 0,69	2,04	± 0,81	1,56	± 0,61	1,26	± 0,56
HiSp/WW	0,77	± 0,62	1,38	± 0,69	0,97	± 0,59	0,64	± 0,47
Acc/WW	2,34	± 0,88	3,28	± 0,67	2,33	± 1,13	2,38	± 0,99
Dec/WW	2,17	± 0,79	2,95	± 0,61	2,13	± 0,87	2,19	± 0,97

RTP onsuccesvol	NB+1		NB+2		NB+3		NB+4	
	gem	std	gem	std	gem	std	gem	std
TD/WW	2,48	± 0,38	2,56	± 0,61	1,98	± 0,53	1,59	± 0,71
RD/WW	1,72	± 0,32	2,02	± 0,42	1,44	± 0,54	1,18	± 0,55
SP/WW	2,17	± 0,73	1,67	± 0,66	1,19	± 0,60	1,32	± 0,53
HiSp/WW	2,18	± 0,70	0,97	± 0,52	1,01	± 0,81	1,48	± 1,01
Acc/WW	2,86	± 0,39	3,16	± 0,72	2,52	± 0,80	2,17	± 0,98
Dec/WW	2,75	± 0,16	2,91	± 0,65	2,37	± 0,65	2,04	± 0,87

Bijlage 3 – Resultaten van de T-test en Wilcoxon Signed Ranks test voor drie normale weken en drie weken voor een blessure

[illegible]

	Paired Samples Test										Significance
	Paired Differences										
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	One-Tailed Sig.	Two-Tailed Sig.		
Paired 1: Control_Group1 vs. No_UG	8.611	3.668	.3688	7.872	9.350	23.628	3225	.12	.000	.000	
Paired 2: Control_Group1 vs. No_UG_2	2.681	8.167	.3875	1.908	3.454	7.176	1,124	.12	.000	.000	
Paired 3: Control_Group1 vs. No_UG_3	-0.024	3.039	.3073	-0.634	.586	-0.078	322	.12	.489	.489	

Paired Samples Test									
		Paired Differences				Significance			
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	t	df	One-tailed Sig.	Two-tailed Sig.
					Lower	Upper			
Fig. 1	Control vs. Post	2.0833	.36763	.05884	1.9655	2.0011	18	.008	*
Fig. 2	Control vs. Post	2.0833	.36763	.05884	1.9655	2.0011	18	.008	*
Fig. 3	Control vs. Post	2.0833	.36763	.05884	1.9655	2.0011	18	.008	*

Paired samples test									
		Paired Differences					Significance		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower Bound	Upper Bound	t	df	One-tailed Sig.
Pair 1	Control, No. JCI No. JCI, JCI	20880	26000	20880	-30000	70880	1.20	18	.118
Pair 2	Control, No. JCI No. JCI, JCI	10000	26000	20200	-30000	60000	0.00	18	.500

Paired Samples Test										
		Paired Differences					t		df	Significance
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower Bound	Upper Bound	t			
Pair 1	Control vs. JCI M, M ₁ , JCI	10000	40000	20000	-10000	30000	1.000	10	10	
Pair 2	Control vs. JCI M, M ₁ , JCI	10000	40000	20000	-10000	30000	1.000	10	10	

Test Statistics^a

	Chi-Square (1)	df	Asymp. Sig.
1. Likelihood Ratio	1.000 ^a	1	.317
2. Pearson Chi-Square	.000 ^a	1	.983
3. Fisher's Exact Test			
4. Linear-by-Linear Association	.000 ^a	1	.983
5. N of Valid Cases	10		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .500.

Bijlage 4 – Resultaten van de T-test en Wilcoxon Signed Ranks test voor een succesvolle en onsuccesvolle RTP

Paired Samples Test									
Paired Samples Statistics									
	Mean	Std. Deviation	N	Mean Difference	Lower Bound	Upper Bound	t	df	Sig.
Paired Sample 1	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012
Paired Sample 2	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012
Paired Sample 3	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012
Paired Sample 4	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012
Paired Sample 5	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012

Paired Samples Test									
Paired Samples Statistics									
	Mean	Std. Deviation	N	Mean Difference	Lower Bound	Upper Bound	t	df	Sig.
Paired Sample 1	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012
Paired Sample 2	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012
Paired Sample 3	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012
Paired Sample 4	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012
Paired Sample 5	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012

Paired Samples Test									
Paired Samples Statistics									
	Mean	Std. Deviation	N	Mean Difference	Lower Bound	Upper Bound	t	df	Sig.
Paired Sample 1	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012
Paired Sample 2	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012
Paired Sample 3	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012
Paired Sample 4	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012
Paired Sample 5	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012

Paired Samples Test									
Paired Samples Statistics									
	Mean	Std. Deviation	N	Mean Difference	Lower Bound	Upper Bound	t	df	Sig.
Paired Sample 1	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012
Paired Sample 2	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012
Paired Sample 3	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012
Paired Sample 4	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012
Paired Sample 5	10000	4000	100	-1000	-2000	0	-2.500	99	.012

