

(Pre)hydratatie analyse in teamsporten: een veldstudie

AUTEUR & CO-AUTEUR(S): Lievens M., Bourgois J., Boone J.
REDACTEUR: Blondeel S.
ONDERZOEKSINSTITUUT: Universiteit Gent, Vakgroep Bewegings- en Sportwetenschappen
Universitair Ziekenhuis Gent, Centrum voor Sportgeneeskunde

ABSTRACT

Een adequate hydratatie wordt herkend als een sleutelaspect in het behoud van het prestatieniveau. Het doel van deze studie was drieledig: 1) een overzicht bieden van de pretraining hydratatiestatus (PHS) van teamsport atleten, 2) het in kaart brengen van de vochtbalans en het elektrolytenverlies tijdens wedstrijdspecifieke trainingen bij verschillende sporten en 3) de invloed van trainingsmodaliteit op de vochtbalans nagaan in voetbal. Twee elite voetbal- (56 spelers), twee basketbal- (27 spelers) en één volleybalteam (11 spelers) werden opgenomen in de studie. De PHS werd bepaald a.d.h.v. urine refractometrie. De resultaten tonen de noodzaak aan van een regelmatige opvolging van de hydratatiestatus voor de training en de vocht- en elektrolytenbalans tijdens de training om eventuele tekorten efficiënt bij te sturen.

Sleutelwoorden: dehydratie, individueel, zweten, atleten, water-elektrolyten balans
Datum: 01/01/2017
Extra bronnen: Zie lijst achter tekst
Contactadres: Jan.Boone@UGent.be

Disclaimer: Het hierna bijgevoegde product mag enkel voor persoonlijk gebruik worden afgehaald. Indien men wenst te dupliceren of te gebruiken in eigen werk, moet de bovenvermelde contactpersoon steeds verwittigd worden. Verder is een correcte bronvermelding altijd verplicht!



INTRODUCTIE

Om de teamprestatie te verbeteren is een accurate opvolging en evaluatie van de individuele spelers, tijdens zowel trainingen als wedstrijden, van onmiskenbaar belang (Haugen & Seiler, 2015). Het goed gehydrateerd aanvatten van de inspanning en het aanvullen van de vocht- en elektrolytenbalans tijdens de inspanning zijn sleutelaspecten die zorgen voor een efficiënte thermoregulatie waardoor de daling in sportprestatie beperkt blijft. Tijdens het sporten stijgt de kerntemperatuur, als reactie van het lichaam wordt meer bloed naar de huid gestuurd en begint het lichaam te zweten. Tijdens het sporten vormt de verdamping van zweet het belangrijkste afkoelingsmechanisme (Gavin, 2003; Wendt, Van Loon & Van Marken Lichtenbelt, 2007). Gedurende dit proces gaan zowel vocht als elektrolyten verloren wat leidt tot een daling in de capaciteit om warmte af te geven en uiteindelijk een daling in prestatie (Montain & Coyle, 1992). In dit opzicht zijn er een aantal factoren waaraan zowel de spelers als coaches aandacht kunnen besteden. Allereerst is het algemeen aanvaard dat atleten de training of wedstrijd goed gehydrateerd moeten aanvatten om de fysieke belasting en prestatiedaling die met aanhoudende inspanning gepaard gaan te verkleinen (Maughan & Shirreffs, 2008). Ten tweede moet het vochtverlies tijdens de training gecompenseerd worden door een adequate vochtinname. Een verlies van 2% lichaamsgewicht (LG) wordt algemeen naar voor gebracht als drempelwaarde waarboven de uithoudingsprestatie en in mindere mate, de anaerobe en musculaire prestatie dalen (Cheuvront & Kenefick, 2014). Deze cut-off waarde wordt enigszins in perspectief geplaatst door een recente meta-analyse naar het effect van hydratatiestatus op spierprestatie. Desalniettemin suggereert deze studie,

hoewel het niet altijd statistisch kan worden aangetoond, dat onvoldoende gehydrateerd zijn leidt tot belangrijke veranderingen in de spierprestatie (Savoie, Kenefick, Ely, Cheuvront & Goulet 2015). Vanuit dit opzicht is het standpunt van het 'American College of Sports Medicine', dewelke stelt dat een atleet tijdens het sporten het vochtverlies moet beperken tot <2% LG, nog steeds relevant (Sawka, et al., 2007). Verschillende factoren spelen een rol in de hoeveelheid zweetproductie en de elektrolytconcentratie. Enerzijds zijn er individuele factoren zoals lichaamsmassa, lichaamsoppervlak, acclimatisatiestatus, trainingsstatus en genetica en anderzijds zijn er omgevingsfactoren zoals de temperatuur, vochtigheidsgraad en windsnelheid (Sawka et al., 2007). Het kan verondersteld worden dat ook andere factoren het vochtverlies en drinkgedrag gaan beïnvloeden zoals trainingstype en trainingsmodaliteit. Momenteel is het onderzoek naar de vocht- en elektrolytenbalans bij teamsporters eerder beperkt. De bestaande data suggereren dat atleten de training onvoldoende gehydrateerd aanvatten en dat tijdens de training het vochtverlies onvoldoende wordt aangevuld. Onderzoek naar de pretraining hydratatie status (PHS) bij voetballers, basketballers en universiteitsatleten toonde aan dat respectievelijk 35-41%, 51% en 66% van de atleten de training onvoldoende gehydrateerd aanvatten (Maughan, Shirreffs, Merson & Horswill, 2005; Aragón-Vargas, Moncada-Jiménez, Hernández-Elizondo, Barrenechea & Monge-Alvarado, 2009; Osterberg, Horswill & Baker, 2009; Volpe, Poule & Bland, 2009). Shirreffs en collega's (2006) demonstren in hun review artikel dat tijdens een 90 minuten durende trainingssessie het zweetverlies lager was bij koude ($5 \pm 1^\circ\text{C}$) versus matige ($27 \pm 2^\circ\text{C}$) en warme ($32 \pm 3^\circ\text{C}$) omstandigheden, respectievelijk $1,7 \pm 0,4$ l, $2,0 \pm 0,4$ l and $2,2 \pm 0,4$ l. Hierbij was de

vochtinname significant lager tijdens de trainingssessie in koele omstandigheden ($0,42 \pm 22$ l versus $0,97 \pm 0,30$ l and $0,97 \pm 0,34$ l). Bijgevolg was er geen verschil in totaal gemiddeld gewichtsverlies, uitgedrukt als percentage van het pretraining lichaamsgewicht ($1,5 \pm 0,5\%$), tussen de verschillende omgevingsomstandigheden. Wel werden er grote interindividuele verschillen [$0,5 - 3,2\%$] gemeten. Tijdens een voetbalwedstrijd in warme omstandigheden ($34,3 \pm 0,6^\circ\text{C}$) verloren 16 van de 22 spelers meer dan 2% van hun prewedstrijd lichaamsgewicht (Kurdak et al., 2009).

Het doel van deze studie was driedig: 1) een overzicht bieden van de PHS van mannelijke teamsport atleten in de hoogste afdelingen van de Belgische competitie binnen voetbal, basketbal en volleybal, 2) het in kaart brengen van de vochtbalans en het elektrolytenverlies tijdens wedstrijdspecifieke trainingen in deze sporten en 3) een analyse maken van de vochtbalans bij elite voetballers tijdens drie frequent gebruikte trainingsvormen: wedstrijdspecifiek (WS), technisch-tactisch (TT) en uithouding/core stability (UC).

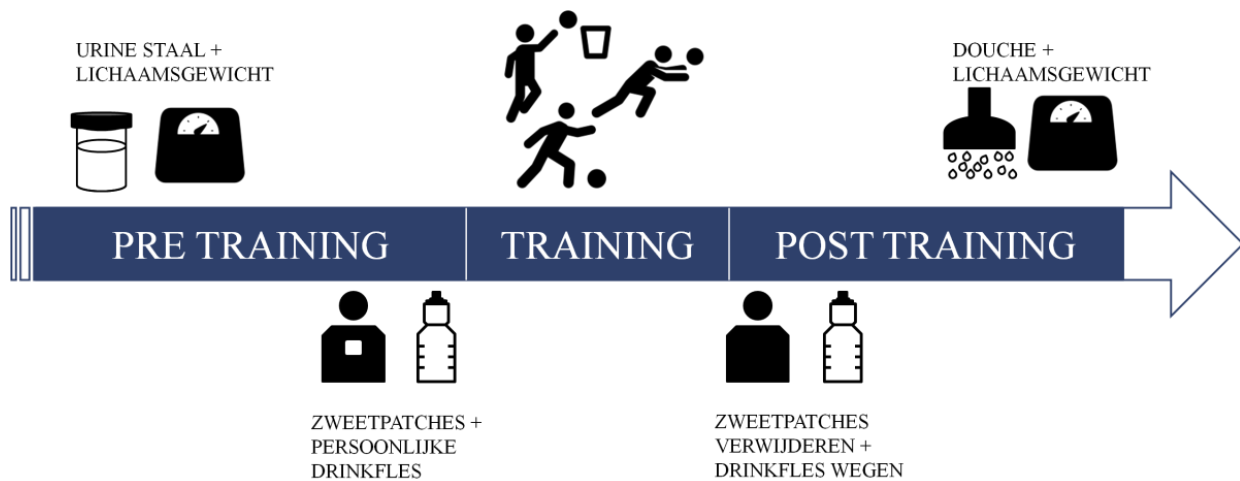
METHODE

Subjecten

Deze studie bevat 94 mannelijke atleten van verschillende teamsporten, allen actief op het hoogste nationale niveau (Tabel 1). Gezien het hoge prestatieniveau van de verschillende teams in hun respectievelijke competities, waren de spelers ook internationaal actief gedurende deze studie. De studie werd goedgekeurd door het ethisch comité van het Universitair Ziekenhuis Gent en alle onderzoeksmethoden waren in overeenstemming met de ethische standaarden van de verklaring van Helsinki.

Experimentele procedure

Om de PHS te evalueren werden bij twee voetbalteams, twee basketbalteams en één volleybalteam data verzameld. De vochtbalans en het elektrolytenverlies werd onderzocht tijdens een wedstrijdspecifieke training van één voetbalteam spelend in matige weersomstandigheden, één voetbalteam spelend in warme weersomstandigheden, één basketbalteam en één volleybalteam spelend indoor (Tabel 2). Om de invloed van de trainingsmodaliteit op de vochtbalans na te gaan werd bij één voetbalteam een wedstrijdspecifieke (WS), een technisch-tactische (TT) en een uithouding/core stability (UC) training geregistreerd (Tabel 3). Alle trainingen werden uitgevoerd in ecologische omstandigheden waarbij de invloed van het onderzoeksteam beperkt werd tot een minimum. De experimentele procedure is in Figuur 1 geïllustreerd.



Figuur 1. Experimentele procedure hydratatiemeting

Om de PHS te onderzoeken werd voor het begin van de trainingssessie een urinestaal verzameld. Om de vochtbalans te analyseren werden de spelers voor de training in hun ondergoed gewogen. De spelers werden daarbij gestimuleerd om indien nodig zich eerst te ontlasten. Na het reinigen van de huid met gedemineraliseerd water werden zweetpatches op de borst en rug gekleefd om de elektrolytenconcentratie in het zweet te bepalen. Deze patches werden aangebracht met behulp van een niet-poreuze kleefband om verdamping van het zweet te vermijden. Tijdens de training had elke speler onbeperkte toegang tot zijn persoonlijke drinkfles die voor de training, meteen na de training en na het douchen werd gewogen (1g nauwkeurig). Indien spelers tijdens de training moesten urineren, werd de urine opgevangen in een pot.

Metten na de training werden de zweetpatches verwijderd en werd het zweet geëxtraheerd en bewaard in 2,5 ml Eppendorf tubes. De stalen werden bewaard bij -25°C tot deze geanalyseerd konden worden. Na de training werden de spelers opnieuw gewogen. Dit gebeurde na het douchen en zich grondig af te drogen

opdat geen resterend vocht aan de huid of in de haren bleef kleven.

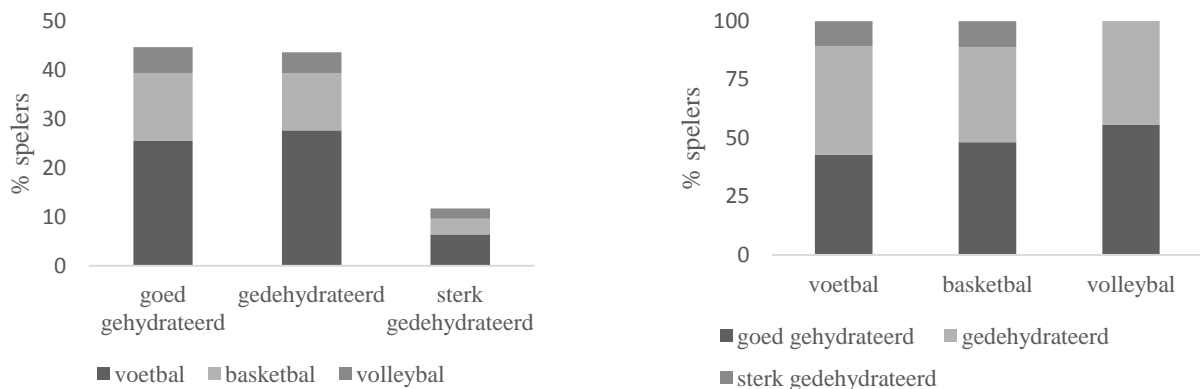
Data analyse

De PHS werd bepaald aan de hand van urine specifieke zwaartekracht (USG = Urine Specific Gravity) gemeten door een refractometer (PAL-10S, ATAGO, Tokyo, Japan). Op basis van deze meting werden de spelers geklasseerd als goed gehydrateerd (USG \leq 1,020), gedehydrateerd (USG = 1,021-1,030) en sterk gedehydrateerd (USG > 1,030). De vochtbalans werd geanalyseerd aan de hand van zweetproductie (l/u), vochtinname (l/u), vochtheropname (%) en netto vochtverlies (in kg en % LG). Het elektrolytenverlies werd berekend uit de zweetsnelheid en de zweetconcentratie. Hiervoor werd de $[Na^+]$ en $[K^+]$ van het zweet bepaald aan de hand van vlamspectrofotometrie (Corning Model 410C, Sherwood, Cambridge, Verenigd Koninkrijk).

RESULTATEN

Pretraining hydratatie status

De gemiddelde USG was $1,019 \pm 0,007$. Slechts 44,7% (42/94) van de spelers startten goed gehydrateerd de training,



Figuur 2. Pretraining hydratatiestatus bij teamsport atleten.

Vochtbalans en elektrolytenverlies tijdens wedstrijdspecifieke trainingen in verschillende teamsporten

Tabel 2 biedt een overzicht van de vochtbalans en elektrolytenverlies tijdens wedstrijdspecifieke trainingen in voetbal (matige en warme temperaturen), basketbal en volleybal. De gemiddelde zweetsnelheid varieerde tussen $0,87 \pm 0,22$ l/u (basketbal) en $1,52 \pm 0,37$ l/u (voetbal – warme temperatuur). De zweetsnelheid was hoger tijdens de voetbaltraining uitgevoerd in warme omstandigheden in vergelijking met voetbal in matige temperatuur ($P < 0,001$), basketbal ($P < 0,001$) en volleybal ($P < 0,001$). De gemiddelde vochtheropname was gelijk aan $69 \pm 36\%$ van het totale vochtverlies. De vochtheropname was lager tijdens de volleybaltraining in vergelijking met voetbal matige temperatuur ($P = 0,004$), voetbal warme temperatuur ($P = 0,001$) en basketbal ($P < 0,001$). Het netto LG verlies was significant lager tijdens de basketbaltraining in vergelijking met voetbal warme temperatuur ($P < 0,001$) en volleybal ($P < 0,001$). Het gemiddelde netto

43,6% (41/94) waren gedehydrateerd en 11,7% (11/94) sterk gedehydrateerd. Tussen de verschillende sporten werden geen verschillen vastgesteld ($F = 0,043$; $P = 0,958$) (Figuur 2).

LG verlies bleef bij alle trainingen onder de drempelwaarde van 2% pretraining LG. Desalniettemin overschreden tijdens voetbal matige temperatuur, voetbal warme temperatuur en volleybal, respectievelijk 1,2 en 1 spelers deze cut-off waarde. De gemiddelde concentratie voor natrium en kalium varieerde tussen respectievelijk 700 ± 202 mg/l tot 927 ± 407 mg/l en 129 ± 15 mg/l tot 143 ± 24 mg/l. Als de zweetsnelheid in rekening wordt gebracht, werden verlies van 222 mg/u tot 2132 mg/u voor natrium en 51 mg/u tot 323 mg/u voor kalium waargenomen.

Vochtbalans tijdens verschillende trainingsmodaliteiten in voetbal

De resultaten betreffende de invloed van trainingsmodaliteit op vochtbalans tijdens voetbal worden in Tabel 3 weergegeven. De zweetproductie was significant verschillend ($P = 0,005$) tussen de trainingsmodaliteiten: hoger tijdens WS dan TT ($P = 0,033$); hoger tijdens WS dan UC ($P = 0,001$) en hoger tijdens TT dan UC training ($P = 0,003$). Het percentage vochtheropname varieerde van $54 \pm 11\%$ (TT) tot $73 \pm 38\%$ (WS), er was echter geen significant verschil tussen

beide. De spelers verloren significant meer netto LG tijdens de TT training in vergelijking met de WS ($P = 0,021$) en UC ($P = 0,034$) training. Enerzijds bleef het netto LG verlies tijdens de WS training bij alle spelers beneden 2% van het pretraining LG, anderzijds verloren tijdens de TT en de UC training respectievelijk 2 en 1 speler meer dan 2%. Het moet vermeld worden dat de WS training opmerkelijk korter was dan de TT en UC training.

DISCUSSIE

Ondanks het feit dat een goede hydratatie erkend wordt als een belangrijke pijler voor prestatiebehoud, tonen de resultaten van de huidige studie, die werd uitgevoerd in ecologische omstandigheden, aan dat: 1) meer dan de helft van de spelers de training onvoldoende gehydrateerd aanvatten, 2) de zweetproductie sterk verschilt tussen de verschillende sporten en individuen binnen dezelfde sport en 3) de trainingsmodaliteit een significante invloed heeft op de vochtbalans in elite voetballers, hetgeen onze verwachtingen bevestigt (Judelson et al., 2007; Edwards et al., 2007).

De PHS kan aanzien worden als indicatie van de attitude van de individuele spelers ten aanzien van hydratatie. In deze studie vatte het merendeel van de spelers de training onvoldoende gehydrateerd aan. Deze resultaten zijn vergelijkbaar met andere studies bij verschillende teamsporten (Maughan et al., 2005; Aragón-Vargas et al., 2009; Osterberg et al., 2009; Volpe et al., 2009). Het is aannemelijk dat spelers die onvoldoende gehydrateerd de training aanvatten, meer onderhevig zijn aan de negatieve effecten van dehydratie tijdens het sporten (Casa et al., 2000). Er werden geen verschillen vastgesteld tussen voetbal, basketbal en volleybal. Om te onderzoeken of de bewustmaking van een goede hydratatiestatus bij de spelers een positieve invloed heeft op de PHS, werd een

groep vrouwelijke volleyballers onderworpen aan drie PHS-metingen over een periode van twee maanden. Bij de eerste PHS meting startten slechts 3/9 spelers voldoende gehydrateerd de training ten opzichte van 6/9 en 5/8 bij de respectievelijk tweede en derde meting. Deze preliminaire resultaten suggereren dat om bewustwording te creëren ten opzichte van een goede PHS, het aan te raden is om regelmatig de PHS van de spelers te monitoren. In de praktijk kan dit eenvoudig uitgevoerd worden aan de hand van een urine kleurenschaal waarbij spelers individueel hun PHS kunnen opvolgen (Armstrong et al., 1994).

In het algemeen vertoonden de voetballers een grotere zweetproductie dan de indoor sporten, maar alleen de trainingssessie die werd uitgevoerd in warme omstandigheden was significant verschillend. Temperatuur heeft, zoals werd verwacht, een impact op de zweetproductie. Naarmate de omgevingstemperatuur stijgt, zal het aandeel warmteverlies door convection en radiatie dalen en zal voornamelijk de verdamping van zweet de stijging in lichaamstemperatuur tegengaan. Verder kunnen ook vochtigheid, karakteristieken van de sport (intensiteit en duur) en afmetingen van het veld bijdragen bij deze verschillen (Sawka et al., 2007).

Tijdens training en wedstrijden dienen spelers het verlies in LG te beperken tot 2% van hun pretraining LG teneinde het behoud van prestatie (Shirreffs et al., 2006; Chevront & Kenfick, 2014). In het algemeen bleef het netto verlies in LG tijdens alle trainingen beneden deze cut-off waarde. Een aantal individuen overschreden echter deze waarde, wat aanduidt dat, zelfs wanneer water onbeperkt beschikbaar is, een aantal spelers aangemoedigd dienen te worden hun vochtinname te verhogen. De nood tot individualisatie van de hydratatiestrategie

wordt verder geduid in volgende twee cases. De eerste speler (voetbal), dewelke later uitgesloten werd als uitbijter, verloor 3,2% van zijn pretraining LG tijdens een trainingssessie van 110 minuten waarbij de maximum omgevingstemperatuur opliep tot 28,3°C. De reden voor dit sterke vochtverlies kan toegeschreven worden aan religieuze overwegingen aangezien de speler deelnam aan de Ramadan en niet toegestaan was te drinken tussen zonsopgang en zonsondergang. Men dient in vraag te stellen of het wenselijk is dat deze spelers, bij wie de thermoregulatie onderdrukt kan zijn door het gebrek aan vochtinname, blootgesteld worden aan dergelijke fysieke en thermische stress. De tweede speler (volleybal) die zal besproken worden, verloor 2,4% van zijn pretraining LG tijdens een trainingssessie van 89 minuten en een gemiddelde temperatuur van 19,7°C. Opmerkelijk hierbij is dat de speler reeds sterk gedehydrateerd (USG = 1,032) de training aanvatte. Het wordt verondersteld dat spelers die de training onvoldoende gehydrateerd aanvatten, meer onderhevig zijn aan de negatieve gevolgen van excessief vochtverlies (Maughan & Shirreffs, 2008).

Deze studie stelde grote verschillen in zweetproductie vast tussen de verschillende trainingsmodaliteiten (voetbal) die niet gecompenseerd werden door een aangepaste vochtinname. Het is aannemelijk dat tijdens een kortere trainingssessie aan hoge intensiteit de drang naar drinken groter is en spelers automatisch meer gaan drinken dan tijdens een langere training aan lagere intensiteit. Evenzeer kan de drang naar drinken groter zijn tijdens een training in warme omstandigheden wat kan leiden tot een onverwacht groot verlies van LG in koude omstandigheden (Shirreffs et al., 2006). De terugkerende grote inter-individuele verschillen in zowel zweetproductie als vochtinname en het effect van

trainingsmodaliteit tonen de nood aan tot individualisatie van de hydratatiestrategie.

Ook bij het elektrolytenverlies was er een grote inter-individuele variatie in de concentraties van natrium en kalium. De gemiddelde concentratie van natrium (760 ± 281 mg/l) en kalium (131 ± 27 mg/l) zijn gelijkaardig aan eerder gepubliceerd onderzoek dat gebruik maakte van regionale zweetcollectie (Shirreffs et al., 2006; Kurdak et al., 2010). Gezien het feit dat tijdens deze studie de meeste spelers enkel water dronken, zijn de heraangevulde hoeveelheden natrium en kalium verwaarloosbaar. De zouteropname werd berekend voor de groep voetballers trainend in matige temperatuur. Binnen deze groep bedroeg de zouteropname slechts $4,5 \pm 3,9\%$ en $1,4 \pm 1,0\%$ voor respectievelijk Na^+ en K^+ .

De richtlijnen voor vochtinname tijdens de training zijn reeds eerder vastgelegd maar dit is niet het geval voor de heraanvulling van het elektrolytenverlies (Baker, Barnes, Anderson, Passe & Stofan, 2016). Hoewel natrium een rol speelt in de neuromusculaire stimulusoverdracht (Carlsen & Villarín, 2002), stellen een aantal onderzoekers dat er geen nood is aan het heraanvullen van natrium tijdens de inspanning (Hew-Butler, Sharwood, Collins, Speedy & Noakes, 2006; Cosgrove & Black, 2013; Wall et al., 2015). Een voldoende hoge natriuminname stimuleert het drinken en zorgt ervoor dat het lichaam het water beter kan vasthouden. Hierdoor kan de waterbalans tijdens en na een fysieke inspanning efficiënter hersteld worden (Maughan, Leiper & Shirreffs, 1997; Shirreffs, Armstrong & Cheuvront, 2004). Bij de interpretatie van de resultaten dient opgemerkt te worden dat regionale zweetcollectie de neiging heeft de elektrolytenconcentratie in het zweet te overschatten, maar dat deze methode verkozen wordt boven de whole body washdown methode voor zijn praktische

toepasbaarheid (Shirreffs & Maughan 1997; Maughan & Shirreffs, 2010).

De resultaten van de huidige studie moeten met een kritische blik bekeken worden. Een ecologisch studiedesign impliceert dat de omgevingsomstandigheden zoals temperatuur, luchtvochtigheid en windsnelheid tussen de verschillende condities verschillen. De intentie van deze studie was echter om de hydratatiestatus van de spelers te onderzoeken in hun natuurlijke omgeving, zonder het normale drinkgedrag van de teamsporters te verstoren en dit gedurende verschillende trainingsmodaliteiten.

CONCLUSIE

Meer dan de helft van de spelers (52/94) startten de training onvoldoende gehydrateerd en de vrijwillige vochtinname compenseert niet steeds voor het vochtverlies (vijf spelers verloren >2% LG), wat kan duiden op een gebrek aan een goede attitude ten aanzien van hydratatie. Bij verschillende teamsporten en verschillende trainingsmodaliteiten werden grote inter-individuele verschillen in zweetproductie en vochtinname aangetoond. Hoewel methodologische beperkingen (zoals daar zijn: controle van omgevingsomstandigheden, PHS, kledij, e.a.) inherent zijn aan veldstudies, vloeien uit deze studie praktische aanbevelingen voort betreffende de optimalisatie van de hydratatiestrategie. Clubs worden geadviseerd om geregeld hydratatiemetingen uit te voeren: voor de training om de PHS te monitoren (bv. met behulp van een urine kleurkaart) en tijdens trainingssessies met verschillende modaliteiten om de vocht- en elektrolytenbalans te meten. Op deze manier kunnen individuele problemen (bv. sterk gedehydrateerd voor de training, grote zweetproductie, 'zoute zweters') op een correcte manier aangepakt worden en

wordt de attitude van de spelers ten aanzien van hydratatie gestimuleerd.

REFERENTIES

- Aragón-Vargas, L.F., Moncada-Jiménez, J., Hernández-Elizondo, J., Barrenechea, A., & Monge-Alvarado, M. (2009). Evaluation of pre-game hydration status, heat stress, and fluid balance during professional soccer competition in the heat. *European Journal of Sport Science*, 9(5): 269–276.
- Armstrong, L.E., Maresh, C.M., Castellani, J.W., Bergeron, M.F., Kenefick, R.W., LaGasse, K.E., et al. (1994). Urinary Indices of Hydration Status. *International Journal of Sport Nutrition*, 4, 265-279.
- Baker, L.B., Barnes, K.A., Anderson, M.L., Passe, D.H., & Stofan, J.R. (2016). Normative data for regional sweat sodium concentration and whole-body sweating rate in athletes. *Journal of Sport Sciences*, 34(4), 358-368.
- Carlsen, R.C., & Villarín, J.J. (2002). Membrane excitability and calcium homeostasis in exercising skeletal muscle. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 81(11 Suppl): S28–S39.
- Casa, D.J., Armstrong, L.E., Hillman, S.K., Montain, S.J., Reiff, R.V., Rich, B.S.E., et al. (2000). National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes. *Journal of Athletic Training*, 35(2), 212-224.
- Cheuvront, S.N., & Kenefick, R.W. (2014). Dehydration: Physiology, Assessment, and Performance Effects. *Comprehensive Physiology*, 4(1), 257–285.
- Cosgrove, S.D., & Black, K.E. (2013). Sodium supplementation has no effect on endurance performance during a cycling time-trial in cool conditions: a randomised cross-over trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 10(1): 30.

- Edwards, A.M., Mann, M.E., Marfell-Jones, M.J., Rankin, D.M., Noakes, T.D., & Shillington, D.P. (2007). Influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45 min of outdoor match-play and the immediate subsequent performance of sport-specific and mental concentration tests. *British Journal of Sports Medicine*, 41(6): 385–91.
- Foster, C., Florhaug, J.A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L.A., Parker, S., et al. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1): 109–115.
- Gavin, T.P. (2003). Clothing and Thermoregulation During Exercise. *Sports Medicine*, 33(13): 941–947.
- Haugen, T., & Seiler, S. (2015). Physical and Physiological Testing of Soccer Players : Why, What and How should we Measure? *Sportscience (sportsci.org/2015/TH.htm)*, 19, 10-26.
- Hew-Butler, T.D., Sharwood, K., Collins, M., Speedy, D., & Noakes, T. (2006). Sodium supplementation is not required to maintain serum sodium concentrations during an Ironman triathlon. *British Journal of Sports Medicine*, 40(3): 255–259.
- Judelson, D.A., Maresh, C.M., Anderson, J.M., Armstrong, L.E., Casa, D.J., Kraemer, W.J., et al. (2007). Hydration and Muscular Performance. *Sports Medicine*, 37(10): 907–921.
- Kurdak, S.S., Shirreffs, S.M., Maughan, R.J., Ozyünen, K.T., Zeren, Ç., Korkmaz, S., et al. (2010). Hydration and sweating responses to hot-weather football competition. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(SUPPL. 3): 133–139.
- Maughan, R.J., Leiper, J.B., & Shirreffs, S.M. (1997). Factors influencing the restoration of fluid and electrolyte balance after exercise in the heat. *British Journal of Sports Medicine*, 31(3): 175–182.
- Maughan R.J., & Shirreffs S.M. (2008). Development of Individual Hydration Strategies for Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18, 457-472.
- Maughan, R.J., & Shirreffs, S.M. (2010). Dehydration and rehydration in competitive sport. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(Suppl. 3): 40–47.
- Maughan, R.J., Shirreffs, S.M., Merson, S.J., & Horswill, C.A. (2005). Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. *Journal of Sports Sciences*, 23(1): 73–79.
- Montain, S.J., & Coyle, E.F. (1992). Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 73(4): 1340–1350.
- Osterberg, K.L., Horswill, C.A., & Baker, L.B. (2009). Pregame urine specific gravity and fluid intake by National Basketball Association players during competition. *Journal of Athletic Training*, 44(1): 53–57.
- Savoie, F.A., Kenefick, R.W., Ely, B.R., Chevront, S.N., & Goulet, E.D.B. (2015). Effect of Hypohydration on Muscle Endurance, Strength, Anaerobic Power and Capacity and Vertical Jumping Ability: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(8), 1207–1227.
- Sawka, M.N., Burke, L.M., Eichner, E.R., Maughan, R.J., Montain, S.J., & Stachenfeld, N.S. (2007). Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2): 377–390.
- Shirreffs, S.M., Armstrong, L.E., & Chevront, S.N. (2004). Fluid and electrolyte needs for preparation and recovery from training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 22(1): 57–63.
- Shirreffs, S.M., & Maughan, R.J. (1997). Whole body sweat collection in humans: an improved method with preliminary data on

electrolyte content. *Journal of Applied Physiology*, 82(1): 336–341.

Shirreffs, S.M., Sawka, M.N., & Stone, M. (2006). Water and electrolyte needs for football training and match-play. *Journal of Sports Sciences*, 24(7): 699–707.

Volpe, S.L., Poule, K.A., & Bland E.G. (2009). Estimation of Prepractice Hydration Status of National Collegiate Athletic Association Division I Athletes. *Journal of Athletic Training*, 44(6), 624-629.

Wall, B.A., Watson, G., Pfeiffer, J.J., Abbiss, C.R., Siegel, R., & Laursen, P.B. (2015), Current hydration guidelines are erroneous: dehydration does not impair exercise performance in the heat. *British Journal of Sports Medicine*, 49, 1077-1083.

Wendt, D., Van Loon, L.J.C., & Van Marken Lichtenbelt, W.D. (2007), Thermoregulation during exercise in the heat: Strategies for maintaining health and performance. *Sports Medicine*, 37(8):669-682.

TABELLEN

Tabel 1. Spelers karakteristieken

	Voetbal	Basketbal	Volleybal
Aantal spelers	56	27	11
Leeftijd (jaar)	25,1 ± 5,3	26,1 ± 5,3	24,4 ± 4,0
Lichaamsgewicht (kg)	78,3 ± 8,2	95,0 ± 11,8	87,0 ± 7,8
Lengte (cm)	182,1 ± 7,5	197,0 ± 11,8	196,0 ± 7,5

Tabel 2. Overzicht van de vochtbalans en elektrolytenverlies (gemiddelde \pm SD) tijdens wedstrijdspecifieke trainingssessies in voetbal (matige en warme temperaturen), basketbal en volleybal. Minima en maxima worden weergegeven tussen haakjes.

	Voetbal 1	Voetbal 2	Basketbal	Volleybal
Aantal spelers	26	25	15	11
Temperatuur (°C)	18,0	25,1	19,5	19,7
Luchtvochtigheid (%)	73	61	71	62
Duur (minuten)	85	110	87	89
Zweetsnelheid (l/u)	1,09 \pm 0,38 [0,44; 1,78]	1,52 \pm 0,37a [0,70; 2,47]	0,87 \pm 0,22 [0,45; 1,37]	0,94 \pm 0,34 [0,61; 1,75]
Vochtiname (l/u)	0,74 \pm 0,25c [0,24; 1,07]	1,09 \pm 0,43 [0; 1,98]	0,69 \pm 0,23b,c [0,40; 1,03]	0,41 \pm 0,16a [0,15; 0,69]
Vochtheropname (%)	67 \pm 27 [33; 136]	71 \pm 20 [0; 102]	80 \pm 31 [43; 132]	33 \pm 17a [9; 58]
Netto verlies LG (kg)	0,51 \pm 0,63a,b [-0,9; 1,7]	0,80 \pm 0,53b [-0,1; 2,2]	0,34 \pm 0,47a [-0,3; 1,4]	0,79 \pm 0,61b [0,1; 2,1]
Netto verlies LG (%)	0,64 \pm 0,77a,b [-1,24; 2,18]	0,95 \pm 0,56b [-0,14; 2,27]	0,28 \pm 0,41a [-0,3; 0,88]	0,89 \pm 0,68b [0,14; 2,4]
[Na] (mg/l)	851 \pm 255b,c [437; 1372]	700 \pm 202a [403; 1130]	710 \pm 155a,b [422; 1002]	927 \pm 407c [341; 1646]
[K] (mg/l)	138 \pm 20 a,b [109; 177]	129 \pm 15a [107; 160]	131 \pm 10a,b [112; 153]	143 \pm 24b [98; 176]
Na ⁺ verlies (mg/u)	935 \pm 457b [222; 2132]	1055 \pm 342b [284; 1823]	654 \pm 248a [391; 1101]	899 \pm 507a,b [230; 1726]
K ⁺ verlies (mg/u)	150 \pm 55 [51; 254]	196 \pm 50 [80; 323]	121 \pm 40 [65; 213]	137 \pm 58 [66; 254]

Post hoc twee aan twee verschillen tussen sporten zijn aangeduid door de letters a, b, c. De zelfde letter duidt aan dat de parameters niet verschillen tussen de sporten. $P < 0,05$ werd gebruikt als significantieniveau.

Tabel 3. Aspecten van de vochtbalans (gemiddelde \pm SD) voor drie verschillende trainingsmodaliteiten in voetbal (n=14). Minima en maxima worden weergegeven tussen haakjes.

Trainingsmodaliteit	WS	TT	UC
Temperatuur (C°)	18,0	13,1	12,2
Vochtigheid (%)	73	80	78
Duur (minuten)	85	143	135
sRPE	8,8 \pm 1,1	6,4 \pm 1,2a	4,9 \pm 1,4b
Inhoud	HIT - small side games	Positiespel + intensieve conditie stimulus	Bosloop + core stability
Zweetproductie (l/u)	1.18 \pm 0.36 [0.59; 1.75]	0.96 \pm 0.22b [0.69; 1.46]	0.65 \pm 0.27ab [0.17; 1.08]
Vochtinname (l/u)	0.78 \pm 0.27a [0.24; 1.07]	0.51 \pm 0.11 [0.36; 0.63]	0.46 \pm 0.22 [0.10; 0.75]
Vochtheropname (%)	73 \pm 38 [37; 149]	54 \pm 11 [35; 71]	65 \pm 36 [20; 150]
Netto LG verlies (kg)	0.57 \pm 0.64 [-0.50; 1.50]	1.08 \pm 0.44a [0.50; 2.0]	0.65 \pm 0.53 [-0.20; 1.70]
Netto LG verlies (%)	0.68 \pm 0.75 [-0.56; 1.78]	1.29 \pm 0.51a [0.72; 2.29]	0.81 \pm 0.68 [-0.25; 2.26]

WS: wedstrijdspecifieke training, TT: technisch-tactische training, UC: uithouding/core stability training.

sRPE: session Rate of Perceived Exertion zoals beschreven door Foster et al. (2001). Post hoc twee aan twee verschillen tussen sporten zijn aangeduid door de letters a,b. De zelfde letter duidt aan dat de parameters niet verschillen tussen de sporten.

P < 0,05 werd gebruikt als significantieniveau.