

# LATVIJAS SPORTA PEDAGOĢIJAS AKADEMIJA



Lilita VOITKEVIČA

## ORGANISMA HIDRATĀCIJA SPORTA SPĒĻU PĀRSTĀVJIEM

### Promocijas darba kopsavilkums

Pedagoģijas doktora grāda iegūšanai sporta zinātnes nozares sporta teorijas un vēstures apakšnozarē



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Promocijas darbs izstrādāts ar ESF atbalstu projektā “Atbalsts sporta zinātnei”  
Nr. 2009/0155/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/010 darbības programma „Cilvēkresursi un nodarbinātība”  
1.1.2.1.2. apakšaktivitāte „Atbalsts doktora studiju programmu īstenošanai”

Rīga, 2015

Disertācija izstrādāta Latvijas Sporta pedagoģijas akadēmijā no 2011. līdz 2015.gadam.

**Zinātniskais vadītājs:**

Dr.med., prof. **Inese Pontaga (LSPA)**

PhD.biol., Prof. **Vahur Ööpik (Tartu Universitāte, Igaunija)**

**Promocijas padomes priekšsēdētājs:**

Dr.paed., prof. **Uldis GRĀVĪTIS**

**Promocijas padomes locekļi:**

Dr.paed., prof. Agita ĀBELE

Dr.paed., prof. Leonīds ČUPRIKS

Dr.paed., asoc.prof. Andra FERNĀTE

Dr.paed., prof. Juris GRANTS

Ph.D, prof. Aija KĻAVIŅA

Dr.habil.paed. prof. Jānis LANKA

Dr.med., prof. Viesturs LĀRIŅŠ

Dr.med., prof. Inese PONTAGA

Dr.paed., prof. Andris RUDZĪTIS

Dr.paed., asoc.prof. Žermēna VAZNE

**Promocijas padomes zinātniskā sekretāre:**

Dr.paed., doc. Irēna DRAVNIECE

**Promocijas darba recenzenti:**

Martin MOOSES, Ph.D, lektors (Tartu Universitāte)

Maija RUMAKA, Dr.med., docente (Rīgas Stradiņa Universitāte)

Viesturs LĀRIŅŠ, Dr.med., profesors (Latvijas Sporta Pedagoģijas Akadēmija)

Disertācijas aizstāvēšana notiks 2015.gada 30. jūnijā, plkst. 16:00, 205. telpā, Rīgā, Brīvības gatvē 333, LSPA

Ar disertāciju un kopsavilkumu iespējams iepazīties LSPA mājas lapā

[www.lspa.lv](http://www.lspa.lv) un bibliotēkā

**ISBN 978-9934-520-24-2**

## SATURS

PROMOCIJAS DARBA VISPĀRĪGAIS RAKSTUROJUMS .....	4
FAKTORI, KAS IETEKMĒ ŪDENS NEPIECIEŠAMĪBU .....	9
DEHIDRATĀCIJA UN DARBASPĒJAS.....	11
ORGANISMA HIPERHIDRATĀCIJA UN HIPONATRIĒMIJA .....	12
METODES HIDRATĀCIJAS STĀVOKĻA NOVĒRTĒŠANAI.....	13
PĒTĪJUMA MATERIĀLI UN ORGANIZĒŠANA.....	13
REZULTĀTI .....	16
DISKUSIJA .....	24
SECINĀJUMI.....	31
ZINĀTNISKO PUBLIKĀCIJU SARAKSTS .....	34
ZINĀTNISKĀS DARBĪBAS BIOGRĀFIJA - CV .....	37

## Promocijas darba vispārīgais raksturojums

Vienas universālas metodes ķermeņa hidratācijas pakāpes noteikšanai nav, to nevar izdarīt pēc tikai vienas analīzes, piemēram, pēc totālā ūdens daudzuma noteikšanas ķermenī, tāpēc nepieciešams izveidot metodiku organisma hidratācijas pakāpes noteikšanai, kas būtu salīdzinoši lēta un izmantojot portatīvu aparāturu, lai to varētu izmantot stadionā vai sporta zālē. Metodes ar lielāku precizitāti (kopējā ūdens daudzuma noteikšana organismā ar radioaktīvo izotopu metodi, asins plazmas osmolaritātes noteikšana u.c.) nav piemērotas izmantošanai ārpus laboratorijas. Tāpēc ir svarīgi izvēlēties tādas organisma hidratācijas statusa noteikšanas metodes, kuras vienlaicīgi ir gan izmantojamas lauka apstākļos, gan arī dod iespēju pietiekoši precīzi raksturot organisma hidratācijas statusu. Šiem kritērijiem atbilst urīna īpatnējā svara noteikšanas metode. Urīna īpatnējā svara noteikšanai ir iespējams izmantot trīs veidu ātrās noteikšanas metodes: hidrometrija, refraktometrija un reaģentu stripi. Stuempfle, Drury (2003) salīdzināja šo metožu precizitāti testējot cīņas sporta veida pārstāvjus pirms sacensībām un to laikā un konstatēja, ka vienīgā precīzā urīna īpatnējā svara noteikšanas metode ir refraktometrija, izmantojot hidrometriju – 28 % no rezultātiem bija viltus pozitīvi un 2 % – viltus negatīvi, bet ar reaģentu stripiem – 15 % rezultātu bija viltus pozitīvi un 9 % – viltus negatīvi.

Pasaulē plaši atzīta urīna īpatnējā svara (UĪS) robežvērtība, kuras pārsniegšana ir saistīta ar organisma hipohidratāciju, ir UĪS lielāks par 1,020 pēc Amerikāņu Sporta medicīnas asociācijas (Sawka et al., 2007) un Nacionālās koledžas atlētu asociācijas (2003) datiem. Otrs organisma hidratācijas rādītājs ir urīna osmolaritāte. Starp UĪS un urīna osmolaritātes rādītājiem ir konstatēta cieša korelācija ( $r$  variē robežās no 0,916 līdz 0,995) (Armstrong et al., 1994, Stover et al., 2006, Ööpik et al., 2013). Urīna osmolaritātes robežvērtība, kas saistīta ar organisma hipohidratāciju pēc dažādu autoru datiem atšķiras: sākot no >586 mOsm/kg līdz >800 mOsm/kg (Bartok et al., 2004, Sawka et al., 2007, Oppliger et al., 2005). Tāpēc UĪS vērtību 1,020 vai noteiktu urīna osmolaritātes vērtību nevar uzskatīt par universālu robežskaitli jebkuram cilvēkam, pasaulē šis jautājums līdz šim nav izpētīts. Šos lielumus nosaka starpkulturālās un etniskās cilvēku atšķirības. Piemēram, japāņiem ir konstatēta diennakts urīna vidējā osmolaritāte 900 mOsm/kg, vāciešiem tā bija 801 mOsm/kg, bet poļiem un kenijiešiem – tikai 392 mOsm/kg (Manz, Wentz. 2003). Melnās rases vīriešiem un sievietēm ir konstatēta ticami augstāka urīna osmolaritāte nekā baltajiem vīriešiem un sievietēm, kas dzīvo vienā un tajā pašā apvidū (Bankir, Perucca, Weinberg, 2007). Vīriešiem un melnās rases pārstāvjiem urīnā ir lielāka kreatinīna un albumīnu koncentrācija nekā sievietēm un baltās rases pārstāvjiem (Jacobs et al., 2002). Tāpēc UĪS un osmolaritātes robežvērtības ir jāvērtē piesardzīgi sportistiem, kas dzīvo dažādās valstīs un pieder dažādām etniskajām grupām. Dažādi sportisti atšķiras savā starpā pēc uztura, vārāmās sāls un šķidruma uzņemšanas vai tā ierobežošanas īpatnībām. Tāpēc pirms sacensībām,

to laikā un atjaunošanās periodā sportistu organisma hidratācijas pakāpe un nātrija sāļu zudums individuāli stipri variē (Maughan, Shirreffs, 2008). Arī atlētiem ar lielāku skeleta muskuļu masu vajadzētu būt lielākam kreatinīna daudzumam urīnā un lielākam urīna īpatnējam svaram.

Pirms slodzes sportista organisma hidratācijas pakāpi iesaka novērtēt pēc urinēšanas biežuma un urīna tilpuma, ņemt vērā urīna krāsu, īpatnējo svaru un osmolaritāti. Promocijas darba pētījumā tiks lietota sekojoša skala:  $U\dot{I}S < 1,020$  – eihidratācija,  $U\dot{I}S 1,020-1,029$  – mērena hipohidratācija un  $U\dot{I}S \geq 1,030$  izteikta hipohidratācija. Organisma atūdeņošanas slodzes laikā iesaka noteikt, sportistus sverot, svīšanas intensitāti aprēķina pēc uzņemtā šķidruma daudzuma, izdalītā urīna tilpuma un ķermeņa masas izmaiņām, sāļu zudumu var noteikt, savācot un analizējot sviedru paraugus (Maughan, Shirreffs, 2010).

Organisma hidratācijas pakāpe (ūdens daudzums organismā) nosaka tā aerobo izturību un spējas veikt psihomotoros testus (Mendez-Villanueva, Fernandez-Fernandez, Bishop, 2007). Piemēram, mērena organisma atūdeņošanās (ķermeņa masas zudums par 1,5-2% uz ūdens rēķina) ticami pasliktina futbolistu darbības spējas un psiholoģisko stāvokli (Edwards et al., 2007).

Sportistu darbības spējas būtiski ietekmē organisma atūdeņošanās (dehidratācija), kas ir īpaši nozīmīgi sporta veidos, kur sacensības ilgst vairāk nekā stundu, tajā skaitā, sporta spēlēs, piemēram, futbolisti treniņa laikā vasarā zaudē 0,99-1,93 L šķidruma, vidēji 1,46 L, bet treniņa laikā ziemā – 0,71-1,77 L šķidruma, vidēji 1,13 L (Sawka et al., 2007). Šķidruma zudumu treniņa vai sporta spēles laikā būtiski ietekmē ārējās vides apstākļi, it īpaši, sporta spēlēs, kas notiek stadionā zem klajas debess (futbolā, regbijā). Tāpēc futbolistu un regbistu svīšanas intensitāte mainās katru treniņu atkarībā no laika apstākļiem: gaisa temperatūras un mitruma, vēja ātruma.

Uzņemot šķidrumu, nevar paļauties tikai uz cilvēka slāpju sajūtu, jo tādā gadījumā šķidrums tiks uzņemts apmēram divas reizes mazākā daudzumā nekā ir nepieciešams, bet jau neliela organisma atūdeņošanās, kuras rezultātā ķermeņa masa samazinās par 1,5-2%, ievērojami ietekmē sportista fiziskās īpašības un darbības spējas (Casa et al., 2000). Ārējās vides temperatūras izmaiņas, mainoties gadalaikiem, varētu ietekmēt sportistu hidratācijas statusu, bet šādi pētījumi līdz šim pasaulē ir veikti ļoti ierobežoti.

Lai fiziskas slodzes laikā nerastos izteikta sportista ķermeņa atūdeņošanās, iesaka jau vairākas stundas pirms slodzes papildus uzņemt ūdeni un minerālsāļus atkarībā no paredzamās fiziskās slodzes veida (Sawka et al., 2007). Piemēram, Maughan un līdzautori (2005) konstatēja mērenu hipohidratāciju (nepietiekamu ūdens daudzumu organismā) ar urīna osmolaritāti virs 900 mOsm/kg) 35% elitāro futbolistu, Da Silva un līdzautori (2011) novēroja elitāros pusaudžu vecuma Brazīlijas futbolistus trīs dažādās dienās karstos laika apstākļos (27,6-33,1°C) un noteica, ka pirms treniņa dažādās dienās bija hipohidratēti 45-85% spēlētāju. Treniņa vai spēles laikā organisma hipohidratāciju nav iespējams kompensēt, jo spēlētāji slodzes laikā neatkarīgi no laika apstākļiem zaudē no

0,71 līdz 1,93 litrus šķidruma svīstot (Sawka et al., 2007). Futbolistiem un citiem sporta spēļu pārstāvjiem ļoti svarīga ir pirmssacensību un sacensību laika šķidruma uzņemšanas stratēģija un viņu izglītošana šajā jomā. Tāpēc būtu lietderīgi noteikt spēlētāju ķermeņa hidratāciju jau pirms treniņa vai spēles, lai varētu koriģēt šķidruma uzņemšanu fiziskas slodzes laikā. Noderīgi būtu noteikt organisma hidratāciju arī pēc treniņa vai spēles, lai aprēķinātu uzņemamā šķidruma tilpumu atjaunošanās periodā.

Turklāt cilvēka svīšanas intensitāti nosaka iedzimtība (dažiem cilvēkiem ādā ir lielāks sviedru dziedzeru blīvums, un viņi vairāk svīst), organisma hidratācija, aklimatizācija laika apstākļiem, spēlētāja vispārējā izturība (jo trenētāks ir sportists, jo efektīvāk atdzēsē ķermeni slodzē svīstot) (Logan-Sprenger, Palmer and Spriet, 2011).

Tā kā pasaulē nav izveidots vienots standarts kā noteikt organisma hidratācijas statusu un kādām jābūt katra parametra vērtībām (piemēram, UĪS tiek izmantotas dažādas skalas hidratācijas stāvokļa raksturošanai), kā arī nav vienprātības par organisma rehidratāciju, katram cilvēkam pašam jāizdara izvēle pēc kādiem kritērijiem tiks noteikts hidratācijas statuss, ņemot vērā testēšanas iespējas, izmaksas un precizitāti. Nosakot sportistu hidratāciju lauka apstākļos svarīgi, lai veicamo testu skaits būtu minimāls, bet iegūtā informācija ar pietiekoši augstu ticamību un datu iegūšanai nebūtu nepieciešamas ļoti specifiskas prasmes.

Darbā tiks novērtēts dažādu sporta spēļu pārstāvju organisma hidratācijas līmenis pirms un pēc treniņa (pēc urīna īpatnējā svara un osmolaritātes un ķermeņa masas izmaiņām), kā arī, balstoties uz iegūtajiem rezultātiem, tiks izveidotas rekomendācijas šķidruma uzņemšanai pēc treniņa. Pētījumam tika izvēlētas sporta spēles, kas norisinās stadionā (futbols un regbija) un tāpēc spēlētāju ķermeņa hidratācija, svīšanas intensitāte un darbības ir pakļautas laika apstākļu izmaiņām lielākā mērā nekā tiem sporta spēļu pārstāvjiem, kas sacenšas sporta zālē, piemēram, volejbolistiem vai basketbolistiem. Hokejisti pētījumam tika izvēlēti, jo hokejs ir ātrākā sporta spēle un spēlētāji valkā speciālu ekipējumu, kas apgrūtina sviedru iztvaikošanu no ādas virsmas. Abi šie faktori pastiprina ķermeņa dehidratācijas risku treniņos un spēļu laikā.

**Pētījuma objekts:** sportistu organisma hidratācija

**Pētījuma priekšmets:** organisma hidratācijas statuss un tā izmaiņas treniņu ietekmē un rehidratācijas iespējas sporta spēļu pārstāvjiem

**Pētījuma bāze:** kvalificēti sporta spēļu pārstāvji – futbolisti, hokejisti, regbisti

**Pētījuma mērķis:** noteikt hidratācijas statusu pirms treniņa, tā izmaiņas treniņu ietekmē un rehidratācijas iespējas sporta spēļu pārstāvjiem

**Pētījuma hipotēze:** ja sportisti treniņus sāk hipohidratēti, nosakot sportistu hidratāciju ar lauka metodēm treniņu apstākļos, tad treniņu ietekmē hipohidratācija vēl vairāk padziļinās, bet ja sportists pirms treniņa ir eihidratēts un tuvu hipohidratācijas robežai, tad treniņa ietekmē sportista hidratācijas statuss mainīsies no eihidratēta uz hipohidratētu

**Pētījuma uzdevumi:**

1. Apkopot atziņas par sportistu hidratācijas statusu un tā izmaiņām treniņa ietekmē un atjaunošanās periodā un atziņas par metodēm hidratācijas stāvokļa noteikšanai un to pieejamību lauka apstākļos
2. Izvērtēt sporta spēļu pārstāvju hidratācijas statusu pirms treniņa.
3. Noteikt un izvērtēt sporta spēļu pārstāvju hidratācijas statusa izmaiņas treniņu ietekmē
4. Izveidot rekomendācijas sportistu rehidratācijai pirms treniņa, treniņa laikā un pēc treniņa.

**Pētījuma metodes:**

1. Zinātniskās informācijas avotu analīze
2. Antropometrija
3. Ķermeņa masas sastāva noteikšana ar bioelektriskās impedances metodi
4. Urīna refraktometrija
5. Urīna osmometrija
6. Konstatējošais eksperiments
7. Matemātiskās statistikas metodes

**Pētījuma metodoloģiskais pamatojums**

*Atziņas par ķermeņa hidratācijas pakāpēm sportistiem:*

Casa D.J. et al. (2000), Popowski L. A. et al. (2001), Armstrong L.E. (2007), Armstrong L.E. et al. (1994, 2010), Cheuvront S.N. et al. (2013), Da Silva R. P. et al. (2012), Volpe S.L. et al. (2009).

*Atziņas par hidratācijas noteikšanas metodiku:*

American College of Sports Medicine et al. (2009), Stuempfle K.J., Drury D.G. (2003), Bartok, C. et al. (2004), Oppliger R. A., Bartok, C. (2002), Kyle Ursula G. et al. (2004a), Kyle Ursula G. et al. (2004b), Stachenfield Nina S. (2014).

*Atziņas par hidratāciju ietekmējošajiem faktoriem:*

Tipton M. (2005), Udokang N.E., Akpogomeh B.A. (2005), Casa Douglas J. (1999), Duffield R. et al. (2012), Cheuvront Samuel N., Sawka Michael N. (2005), Fitzsimons James T. (1976), Francesconi R.P. et al. (1983), Hamouti N. et al. (2010), Jacobs David R. et al. (2002), Maughan R.J., Leiper J.B., Shirreffs S.M. (1997).

#### *Atziņas par hidratācijas ietekmi uz sportistu darbspējām:*

Aldridge G. et al. (2005), Benton D. (2011), Cheuvront S.N. et al. (2005), Edwards A.M. et al. (2007), Ganio Matthew S. et al. (2011), Grandjean Ann C., Grandjean Nicole R. (2007), Kraft Justin A. et al. (2012), Lieberman Harris R. (2007), Marino Frank E. et al. (2004), Maughan, R. J. (2003), Murray B. (2007), Sawka M.N. et al. (2012), Sawka M.N., Noakes T.D. (2007), Cheuvront S.N. et al. (2003).

#### *Atziņas par ķermeņa rehidratāciju*

Burke L.M., Hawley J. (1997), Sawka Michael N. et al. (2007), Davis B. A. et al. (2014), Logan-Sprenger H.M. et al. (2011), Maughan R.J., Leiper J.B. (1994), Maughan R.J., Shirreffs S. M. (2010), Maughan R.J., Shirreffs S.M., (2008), Maughan R.J. et al. (2005).

#### **Pētījuma zinātniskā novitāte**

1. Papildināta teorija par sporta spēļu pārstāvju hidratācijas statusu un tā izmaiņām treniņu ietekmē un sportistu rehidratāciju.
2. Precizēta metodika ķermeņa hidratācijas pakāpes izvērtēšanai pirms un pēc treniņa lauka apstākļos.
3. Apkopoti principi individuālo rekomendāciju izveidošanai sporta spēļu pārstāvjiem šķidrums uzņemšanai diennakti pirms treniņa eihidratācijas nodrošināšanai, slodzes laikā un agrīnajā atjaunošanās periodā pēc slodzes.

#### **Pētījuma praktiskā nozīme**

Novērtēta sporta spēļu pārstāvju hidratācija un balstoties uz iegūtajiem rezultātiem izveidotas rekomendācijas eihidratācijas sasniegšanai.

#### **Aizstāvēšanai tiek izvirzīts:**

Sporta spēļu pārstāvju organisma hidratācijas statuss pirms un pēc treniņa dažādās apkārtējās vides temperatūrās, tā noteikšanas metodika pēc urīna īpatnējā svara un ķermeņa masas izmaiņām lauka apstākļos, un metodika individuālo rekomendāciju izstrādāšanai ķermeņa hidratācijas uzturēšanai sportistiem pirms treniņa, treniņā un atjaunošanās periodā.



## **Organisma hidratāciju noteicošie faktori, ietekme uz darbspējām, noteikšanas metodes un rehidratācijas iespējas**

### ***Faktori, kas ietekmē ūdens nepieciešamību***

Nepieciešamo šķidruma daudzumu nosaka daudzi faktori:

- 1) vides temperatūra,
- 2) gaisa mitruma pakāpe,
- 3) saules starojums,
- 4) vēja ātrums,
- 5) apģērbs un tā krāsa,
- 6) individuālie ķermeņa izmēri un tauku daudzums ķermenī,
- 7) trenētība,
- 8) aklimatizācijas pakāpe karstumam,
- 9) organisma hidratācijas līmenis,
- 10) slodzes intensitāte un veids.

Karstos laika apstākļos palielinās šķidruma daudzums, ka jāuzņem, veicot noteiktas intensitātes fizisku slodzi. Cilvēkiem, veicot ikdienas fiziskās aktivitātes ļoti karstos apstākļos (tuksnesī), svīšanas intensitāte ir no 0,3 līdz 1,2 litri stundā (L/h). Tiem, kuri valkā aizsargapģērbus karstos laika apstākļos un veic zemas intensitātes fiziskās aktivitātes, svīšanas intensitāte ir no 1 līdz 2 L/h. Vīriešiem skrējējiem, kas veic slodzi karstumā, svīšanas intensitāte ir no 1 līdz 2 L/h. Bet sievietēm skrējējām svīšanas intensitāte ir no 0,7 L/h mērenos laika apstākļos līdz 1,1L /h siltos apstākļos. Nepieciešamā ūdens daudzums mazkustīgiem, aktīviem un ļoti aktīviem cilvēkiem variē no 3-6 L dienā mērenos laika apstākļos un no 4-12 L dienā karstos laika apstākļos. Ikdienas ūdens patēriņš pieaug līdz ar vielmaiņas intensitāti un karstuma stresu.

Vēsos laika apstākļos ikdienas ūdens uzņemšanas prasības sēdoša dzīvesveida pārstāvjiem ir virs 1,9 L/dienā, bet ļoti aktīvām personām – līdz 3,8 L/dienā. Savukārt ļoti karstos laika apstākļos sēdoša dzīvesveida pārstāvjiem ūdens uzņemšanas prasības ir no 7,6 L/dienā, bet ļoti aktīvām personām – līdz 15,2 L/dienā. Parasti karstos laika apstākļos fiziskās aktivitātes ir ierobežotas, tāpēc liels diennakts ūdens patēriņš (vairāk kā 13 L/dienā) ir salīdzinoši reti.

Hipohidratācijas risks pastāv arī aukstā laikā, veicot intensīvas fiziskas slodzes. Caur elpošanas sistēmu, kur elpceļos ienāk auksts un sauss gaiss (ar nelielu mitruma saturu), tas tiek sasildīts gandrīz līdz ķermeņa temperatūrai un piesātināts ar ūdens tvaikiem. Tādā veidā organisms zaudē ap vienu litru šķidruma dienā. Aukstuma stress veicina urīna produkciju nierēs. Pārāk silts apģērbs veicina šķidruma zudumu, jo veicina svīšanu (siltuma produkcija pārsniedz siltuma atdevi) (McArdle et al., 2000; American College of Sports Medicine et al., 2009).

Notiekot aklimatizācijai, ir novērojama proporcionāli intensīvāka asins plūsma ādas asinsvados, kas nosaka siltuma aizvadišanu no ķermeņa serdes daļas uz ādu. Svīšanas sliksnis kļūst zemāks, tāpēc ķermenis tiek ātrāk atdzesēts, pirms serdes temperatūra ir sasniegusi augstu vērtību. Pēc desmit dienu treniņiem karstumā:

- 1) svīšanas apjoms dubultojas,
- 2) sviedri satur mazāk minerālsāļu,
- 3) svīšana notiek vienmērīgāk un efektīvāk pa visu ķermeņa ādas virsmu.

Aklimatizētam atlētam sakarā ar lielāku šķidruma zudumu ar sviedriem ir lielāka nepieciešamība aizvietot šķidruma zudumu slodzes laikā (McArdle et al., 2000).

Pastāv serdes temperatūras stabilā punkta diennakts ritmiskas izmaiņas, kas ir salīdzinoši nelielas,  $\sim 1^{\circ}\text{C}$ . Šis svārstības diennakts laikā atgādina sinusoīdu. Mazkustīga dzīvesveida pārstāvjiem vidējā ķermeņa temperatūras vērtība ir ap  $37,2^{\circ}\text{C}$  un maksimumu sasniedz ap 17:00, savukārt zemāko vērtību sasniedzot apmēram 12 stundas vēlāk, miega laikā. Svārstību amplitūda ir  $0,3\text{-}0,4^{\circ}\text{C}$ .

Siltuma zudumi caur ādu vazodilatācijas dēļ ķermeņa ekstremitātēs savu maksimumu sasniedz vēlu vakarā, kad ķermeņa serdes temperatūra samazinās visstraujāk, un minimumu sasniedz agri no rīta. Pēc tam serdes temperatūra palielinās visstraujāk. Tas savukārt parāda, ka pārvarēt karstuma slodzi ir daudz vieglāk vakarā nekā no rīta, jo vakarā tiek aktivēti siltuma atdeves mehānismi.

Tiek uzskatīts, ka centrālie mehānismi ir tie, kas nosaka izvēlēto slodzes intensitāti treniņā dažādos diennakts laikos, lai izvairītos no iekšējā karstuma veidošanās līdz hipertermijas līmenim.

Waterhouse un līdzautori (2007a) pētīja svīšanas sākšanos slodzēs, kas tika veiktas 11:00 un 23:00 (serdes temperatūras ritma augošās un dilstošās fāzes vidusdaļā), un rezultātā tika konstatēts, ka no rīta siltuma atdeve ir mazāk efektīva nekā vakarā.

Parasti izdalītā urīna daudzums diennaktī ir 1-2 L. Izdalītā urīna daudzums negatīvi korelē ar organisma hidratācijas līmeni. Uzņemot lielu ūdens daudzumu, urīna izdalīšanās var pieaugt līdz 600-1000 mL/h, bet dehidratācija urīna produkciju var samazināt līdz 15mL/h. Izdalītā urīna daudzums var variēt, lai uzturētu kopējā ķermeņa ūdens daudzumu, lai gan ir noteikti urīna aiztures un ekskrecijas limiti (Institute of Medicine, 2005).

Sportistu darbības būtiski ietekmē organisma atūdeņošanās, kas ir īpaši nozīmīgi izturības sporta veidos (garo distanču skrējēji vīrieši treniņa laikā vasarā zaudē 0,99-2,55 L šķidruma stundā, vidēji 1,77 L/stundā), sporta spēlēs (basketbolisti vīrieši treniņa laikā zaudē 0,9-1,84 L šķidruma – vidēji 1,37 L, bet spēles laikā vasarā 1,23-1,97 L šķidruma – vidēji 1,6 L; futbolisti treniņa laikā vasarā zaudē 0,99-1,93 L šķidruma, vidēji 1,46 L, bet treniņa laikā ziemā – 0,71-1,77 L šķidruma, vidēji 1,13 L un cīņas sportā (kur atlēti sacenšas hipohidratācijas stāvoklī, lai samazinātu ķermeņa masu un nonāktu zemākā svara kategorijā).

Lai fiziskas slodzes laikā nerastos izteikta sportista ķermeņa atūdeņošanās, iesaka jau vairākas stundas pirms slodzes papildus uzņemt ūdeni un minerālsāļus atkarībā no paredzamās fiziskās slodzes veida (Sawka, et al., 2007).

Ūdens līdzsvars organismā miera stāvoklī pieaugušajiem 24 stundu laika periodā tiek uzturēts  $\pm 0,2\%$  robežās no ķermeņa masas. Balstoties uz NHANES (*national health and nutrition examination survey*) datiem, vidējais diennaktī uzņemtais kopējā ūdens daudzums vīriešiem ir 3,7 L un sievietēm – 2,7L.

Minimālās ūdens prasības diennaktī ir atkarīgas no personas diētas, vides apstākļiem un fiziskās aktivitātes līmeņa. Pēc dažādu pētījumu apkopošanas tika secināts, ka minimālais, vidējais un lielākais diennaktī uzņemtā šķidruma daudzums vairumam pieaugušu vīriešu attiecīgi ir ap 2,1, 3,4, un 5 L. Izdevīga norma ūdens uzņemšanai ir 1mL uz 1 iztērēto kcal.

Slāpju sajūta ir ļoti jutīga pret nātrija koncentrācijas izmaiņām asinīs, pat tik nelielas izmaiņas kā 2-3% plazmas osmolaritātē izraisa slāpju sajūtu. (Stachenfeld, 2014b).

Tas, vai cilvēks uzņem šķidrumu pietiekamā daudzumā, var būt atkarīgs no dažādiem faktoriem – nezināšanas par šķidruma uzņemšanas dotajām priekšrocībām, aizmiršanas padzerties, nepatikas pret ūdens garšu, slāpju trūkums, ūdens pieejamības trūkums, nepieciešamības bieži apmeklēt tualeti un ar to saistītā darba pārtraukšana. Tualetes pieejamība var būt būtiska lēmuma pieņemšanā, kad un kur uzņemt šķidrumu neatkarīgi no fizioloģiskajiem slāpju signāliem.

Cilvēks var apzināti kontrolēt savu reakciju uz slāpju signāliem, tā rezultātā viņš ilgstoši nespēj pareizi uztvert slāpes. Tāpēc rodas šo indivīdu ilgstoša hipohidratācija daudzus gadus pēc kārtas.

## **Dehidratācija un darbaspējas**

Dehidratācija var negatīvi ietekmēt kognitīvās (izziņas) funkcijas un kustību kontroli. Negatīva ietekme uz mentālajām funkcijām sākas pie dehidratācijas līmeņa ar ķermeņa svara zudumu 2% no miera stāvokļa ķermeņa masas. Negatīvā ietekme uz mentālajām funkcijām rodas neatkarīgi no tā, vai dehidratāciju izraisa slodze vai atrašanās karstumā. Uzskata, ka slodzes izraisīta dehidratācija rada lielāku ilglaicīgās atmiņas samazinājumu nekā karstuma izraisīta dehidratācija (Institute of Medicine, 2005).

Organisma hidratācijas pakāpe nosaka sportista aerobo izturību un spējas veikt psihomotoros testus (Mendez-Villanueva et al., 2007). Mērena organisma atūdeņošanās (ķermeņa masas zudums par 1,5-2 % uz ūdens rēķina) ticami pasliktina futbolistu darbaspējas un psiholoģisko stāvokli (Edwards et al., 2007). Ķermeņa ūdens deficīts var negatīvi ietekmēt aerobās darbaspējas. Kritiskais ūdens deficīts un darbaspēju samazinājums ir saistīts ar apkārtējās vides temperatūru, slodzes veidu un sportista individuālajiem rādītājiem (fizisko kondīciju, aklimatizācijas līmeni, dehidratācijas toleranci).

Dehidratācija var ietekmēt sirds un asinsvadu sistēmu, termoregulāciju un centrālo nervu sistēmu, un vielmaiņas funkcijas. Vienas vai vairāku funkciju izmaiņas samazinās izturības darbaspējas, kad dehidratācija sasniegs 2-3% no ķermeņa masas zuduma. Sportiskā snieguma samazinājumu veicina karstuma stress (Institute of Medicine, 2005).

Ķermeņa hipohidratācija visvairāk pasliktina vispārējo izturību, veicina noguruma iestāšanos, traucē organisma termoregulācijas spējas un siltuma atdevi svīstot, samazina atlētu motivāciju veikt slodzi un palielina subjektīvo piepūles sajūtu, veicot slodzi (Cheuvront, Carter, Sawka, 2003). Pietiekama šķidruma uzņemšana fiziskas slodzes laikā novērš šos negatīvos efektus uz sportista pašsajūtu un darbaspējām, kā arī mazina oksidatīvo stresu, ko ir izraisījusi ķermeņa hipohidratācija (Paik et al., 2009).

Ķermeņa hipohidratācija visbūtiskāk pasliktina atlētu darbaspējas augstas intensitātes izturības slodzēs, tādās kā garo distanču skriešana (Cheuvront, Montain, Sawka, 2007). Hipohidratācija nelabvēlīgi ietekmē sporta spēļu pārstāvju fiziskās darbaspējas, jo spēles ilgums ir pietiekami liels, lai spēlētāji atūdeņotos. Parasti dehidratācijas līmenis, kas sāk ietekmēt darbaspējas, ir ~2% ķermeņa masas zuduma uz ūdens rēķina, tomēr daži cilvēki ir vairāk jutīgi un citi mazāk jutīgi pret dehidratāciju. Pētījumi liecina, ka ūdens deficīta pieaugums rada lielāku darbaspēju samazinājumu.

Ķermeņa ūdens deficīts var negatīvi ietekmēt arī anaerobās darbaspējas, bet neietekmē muskuļu spēku. Vairums pētījumu tomēr norāda uz nelielu anaerobo darbaspēju samazinājumu (Institute of Medicine, 2005).

### **Organisma hiperhidratācija un hiponatriēmija**

Tas ir reti sastopams organisma stāvoklis. Tomēr ir jāatceras, ka atlēti nedrīkst dzert tik daudz šķidruma, cik vien spēj. Hiperhidratācija un hiponatriēmija (pazemināta nātrija koncentrācija asins plazmā zem 135 mmoli/L) visbiežāk ir novērota garo distanču skrējējiem. Asins plazmas nātrija koncentrācijas (un osmotiskā spiediena) samazinājums liek ūdenim pārvietoties uz audu šūnām, kas izraisa centrālās nervu sistēmas tūsku, plaušu tūsku un muskuļu vājumu.

2002.gadā Bostonas maratonā piedalījās 481 skrējējs, 13 % atlētu pēc distances veikšanas tika konstatēta hiponatriēmija, viena sieviete mira hiponatriēmijas izraisīto centrālās nervu sistēmas darbības traucējumu dēļ. Houstonas maratonā 2000.gadā hiponatriēmija pēc slodzes tika konstatēta tikai 0,31 % maratonskrējēju. Tomēr jāatceras, ka hiponatriēmija var būt nāves cēlonis, jo tā izraisa audu tūsku. Tas var izpausties kā centrālās nervu sistēmas funkciju traucējumi smadzeņu tūskas dēļ, kā plaušu tūska un muskuļu vājums. Karstuma dūriena gadījumā dažkārt ir grūti diferencēt hiponatriēmiju no hipohidratācijas. Hipohidratācijas gadījumā pēc hipotoniska šķidruma

uzņemšanas cilvēka vispārējais stāvoklis strauji uzlabojas. Hiponatriēmijas gadījumā, uzņemot hipotonisku šķidrumu, pacienta stāvoklis pasliktinās.

### **Metodes hidratācijas stāvokļa novērtēšanai**

Literatūrā ir minēti vairāki raksturlielumi, kurus var izmantot, lai noteiktu organisma hidratācijas līmeni. Praksē gan vairāk tiek izmantoti tikai daži no šiem raksturlielumiem, kurus ir vieglāk noteikt, un izmantotās metodes ir ar lielāku ticamību un precizitāti.

Izmantojamie raksturlielumi ir :

- 1) ķermeņa masa (tās izmaiņas),
- 2) ķermeņa masas sastāva izmaiņas,
- 3) ikdienas šķidruma patēriņš,
- 4) asins ķīmiskā sastāva izmaiņas,
- 5) urīna rādītāji (osmolaritāte, urīna krāsa, urīna īpatnējais svars) (Casa et al., 2005).

Ideālajā variantā hidratācijas biomarķierim jābūt pietiekoši jutīgam, lai noteiktu ķermeņa masas svārstības vismaz 2% robežās. Tam ir jābūt praktiskam (īss mērīšanas laiks, nelielas izmaksas, vienkārša mērīšanas metodika, lai to varētu izmantot gan paši sportisti, gan treneri (Stachenfield, 2014b)).

Par precīzākajiem tiek uzskatīti tie organisma hidratācijas marķieri, kuru noteikšana ir sarežģīta un dārga. Tas tikai vēlreiz apliecina nepieciešamību atrast metodes, kuras ir lētas un viegli izmantojamas gan lauka, gan laboratorijas apstākļos, kā arī sniedz pietiekoši precīzus datus sportista organisma hidratācijas līmeņa noteikšanai.

#### **Kopsavilkums**

**Vienas universālas metodes ķermeņa hidratācijas pakāpes noteikšanai nav. Vispiemērotākā metode organisma hidratācijas noteikšanai lauka apstākļos ir urīna īpatnējā svara noteikšana ar refraktometriju. Precīzākās metodes hidratācijas statusa noteikšanai ir dārgas un nepiemērotas izmantošanai praksē un lauka apstākļos. Urīna īpatnējā svara vērtību 1,020 vai noteiktu urīna osmolaritātes vērtību nevar uzskatīt par universālu robežskaitli hipohidratācijas noteikšanai jebkuram cilvēkam, pasaulē šis jautājums līdz šim nav izpētīts. Šos lielumus nosaka starpkulturālās un etniskās, cilvēku ģenētiskās un uztura un šķidruma uzņemšanas paradumu atšķirības.**

**Organisma atūdeņošanas slodzes laikā nosaka, sportistus sverot, svišanas intensitāti aprēķina pēc uzņemtā šķidruma daudzuma, izdalītā urīna tilpuma un ķermeņa masas izmaiņām.**

**Organisma hipohidratācija pasliktina sportista aerobo izturību un kognitīvās spējas. Sporta spēļu laikā spēlētājiem ir novērojams ievērojams šķidruma zudums svīstot, kas var sasniegt divus litrus stundā un pat vairāk. Šķidruma zudumu treniņa vai sporta spēles laikā būtiski ietekmē**

arējās vides apstākļi, it īpaši, sporta spēlēs, kas notiek stadionā zem klajas debess. Viena līdz divas trešdaļas sporta spēļu pārstāvju ir hipohidratēti jau pirms treniņa vai sacensībām. Sporta spēļu pārstāvjiem ļoti svarīga ir pirmssacensību un sacensību laika šķidruma uzņemšanas stratēģija un viņu izglītošana šajā jomā.

Uzņemot šķidrumu nevar paļauties tikai uz cilvēka slāpju sajūtu, jo tādā gadījumā šķidrums tiks uzņemts apmēram divas reizes mazākā daudzumā nekā ir nepieciešams, bet jau neliela organisma atūdeņošanās, kuras rezultātā ķermeņa masa samazinās par 1,5-2 %, ievērojami ietekmē sportista fiziskās īpašības un darbības. Cilvēka svīšanas intensitāti nosaka iedzimtība, organisma hidratācija, aklimatizācija laika apstākļiem, spēlētāja vispārējā izturība. Ārējās vides temperatūras izmaiņas, mainoties gadalaikiem, varētu ietekmēt sportistu hidratācijas statusu, bet šādi pētījumi līdz šim pasaulē ir veikti ļoti ierobežoti.

Būtu lietderīgi noteikt spēlētāju individuālo ķermeņa hidratāciju jau pirms treniņa vai spēles, lai varētu koriģēt šķidruma uzņemšanu fiziskas slodzes laikā. Noderīgi būtu noteikt organisma hidratāciju arī pēc treniņa vai spēles, lai aprēķinātu uzņemamā šķidruma tilpumu katram spēlētājam atjaunošanās periodā.

## **Pētījuma materiāli un organizēšana**

### *Pētījuma bāze*

Pētījumam tika izvēlēti kvalificēti (Latvijas virslīgas komandu) sporta spēļu pārstāvji, kuriem bija pieci līdz seši treniņi nedēļā un vismaz septiņu gadu treniņu stāžs. Testēšanas laikā tika piefiksēta arī gaisa temperatūra un relatīvais mitrums, jo tas ir viens no faktoriem, kas var ietekmēt termoregulāciju un līdz ar to arī svīšanas intensitāti treniņu laikā.

#### 1. Pētījuma daļa

Pirmā testēšana tika veikta 2012. gada 26. augustā pie gaisa temperatūras +20°C un relatīvā gaisa mitruma 65%. Šajā testēšanā piedalījās 27 futbolisti no virslīgas futbola komandas „Metta/LU”, bet nepilnīgo datu dēļ darbā tika analizēti 22 futbolisti, kuru vidējais vecums bija 22,4±3,3 gadi.

Otrā testēšana tika veikta 2012. gada 20. septembrī pie gaisa temperatūras +14°C un relatīvā gaisa mitruma 60%. Šajā testēšanā piedalījās 23 futbolisti no Rīgas futbola skolas pieaugušo futbola komandas, bet nepilnīgo datu dēļ darbā tika analizēti 15 futbolisti, kuru vidējais vecums bija 21±2,4 gadi.

Trešā testēšana tika veikta 2012. gada 3.oktobrī pie gaisa temperatūras +15°C un relatīvā gaisa mitruma 85%. Šajā testēšanā piedalījās 20 futbolisti no virslīgas futbola komandas „Jelgava”, kuru vidējais vecums bija 22,4±3,3 gadi.

Visās trīs testēšanas reizēs mērķis bija noteikt sportistu miera stāvokļa (pirmstreniņa) hidratāciju un ķermeņa masas sastāvu.

## 2. Pētījuma daļa

Ceturtnā testēšana tika veikta 2013. gada 26. februārī pie gaisa temperatūras +4°C un gaisa relatīvā mitruma 62 %. Šajā testēšanā piedalījās 20 futbolisti no Rīgas futbola skolas pieaugušo futbola komandas, bet nepilnīgo datu dēļ darbā tika analizēti 14 futbolisti, kuru vidējais vecums bija 19,2±2,9 gadi.

Piektā testēšana tika veikta 2013. gada 7. martā pie gaisa temperatūras – 1°C un gaisa relatīvā mitruma 63%. Šajā testēšanā piedalījās 24 futbolisti no virslīgas futbola komandas „Metta/LU”, bet nepilnīgo datu dēļ darbā tika analizēti 14 futbolisti, kuru vidējais vecums bija 22,2±3,5 gadi.

Ceturtnās un piektās testēšanas mērķis bija noteikt pirms un pēc treniņa hidratācijas stāvokli, noteikt ķermeņa masas sastāvu un salīdzināt, vai pastāv ticamas atšķirības starp ziemā un rudenī iegūtajiem datiem.

## 3. Pētījuma daļa

Pirmā hokejistu testēšana notika 2014. gada 21. februārī pie gaisa temperatūras 0°C un relatīvā gaisa mitruma 89%. Šajā testēšanā piedalījās 18 hokejisti no komandas „Kurbads”, bet nepilnīgo datu dēļ darbā tika analizēti 13 hokejisti, kuru vidējais vecums bija 34,78±8,07 gadi.

Otrā hokejistu testēšana notika 2014. gada 25. februārī pie gaisa temperatūras +5°C un relatīvā gaisa mitruma 56%. Šajā testēšanā piedalījās 20 hokejisti no komandas „Juniors”, bet nepilnīgo datu dēļ darbā tika analizēti 14 hokejisti, kuru vidējais vecums bija 19,00±4,50 gadi.

## 4. Pētījuma daļa

Regbija spēlētāju hidratācija tika noteikta 2014. gada pavasarī un vasarā. Pirmā testēšana notika 2014.gada 23. martā pie gaisa temperatūras +10°C un gaisa relatīvā mitruma 65%. Šajā testēšanā piedalījās 13 regbisti no Latvijas izlases komandas, kuru vidējais vecums bija 24,23±4,94 gadi.

## 5. Pētījuma daļa

Otrā regbistu testēšana notika 2014. gada 4. jūnijā pie gaisa temperatūras +27°C un gaisa relatīvā mitruma 35%. Šajā testēšanā piedalījās 13 regbisti no Latvijas izlases komandas, kuru vidējais vecums bija 28,15±4,11 gadi.

Testēšanas mērķis bija noteikt pirms un pēc treniņa hidratācijas stāvokli, noteikt ķermeņa masas sastāvu, svīšanas intensitāti un treniņa laikā uzņemtā šķidruma daudzumu, kā arī salīdzināt, vai atšķiras svīšanas intensitāte un uzņemtā šķidruma daudzums, trenējoties pie atšķirīgām vides temperatūrām.

Otrajā, trešajā un ceturtnajā pētījumu posmā treniņu ilgums bija pusotra stunda, bet piektnajā posmā – divas stundas.

## ***Pētījuma organizēšana***

Pētījums tika organizēts piecos posmos no 2012. gada augusta līdz 2014. gada jūnijam. Pētījums tika veikts saskaņā ar LSPA Ētikas komisijas izsniegto atzinumu par pētījuma atbilstību normatīvajiem aktiem, par ētikas normu ievērošanu zinātniskajos pētījumos.

Mērījumu sākumā tika ievākti dati par sportistu vecumu, treniņu stāžu, treniņu skaitu nedēļā, treniņu ilgumu. Katra sportista vārds tika šifrēts ar tā kārtas numuru, kuru izmantoja tālākajā datu apstrādes procesā un datu interpretācijā. Pēc tam sekoja auguma mērījumi ar pārnēsājamo ultraskaņas auguma mērītāju Ultrasound Height Measuring Unit MZ 10020 (ADE, Hamburg). Sekoja sportistu svēršana. Vispirms katrs sportists tika nosvērts uz precīzajiem svāriem Midrics1 (Satorius, Vācija), kuru mērījuma precizitāte ir 10 g. Ķermeņa masas sastāvs tika noteikts ar bioelektriskās impedances analīzes metodi, izmantojot Ķermeņa masas sastāva analizatoru BC-545 (Tanita, Japāna). Visus sportistus nosvēra ar aparātā iebūvētiem svāriem.

Katrs sportists savāca vidējās strūklas urīna paraugu – katram sportistam tika izsniegts vienreizlietojams, sterils urīna trauciņš (15 ml, Sarsted Aktiengesellschaft & Co, Germany), uz kura bija etiķete ar katra sportista identifikācijas numuru. Paraugs tika ievākts pirms slodzes, parauga lielums bija pieci mililitri. Urīna īpatnējais svārs tika izmērīts ar digitālo rokas refraktometru PAL-10S (Atago, Japāna).

Pēc treniņa beigām tika atkārtota svēršana uz svāriem Midrics1, kam sekoja atkārtota urīna paraugu ievākšana. Pēc tam paraugi tika nogādāti LSPA, kur tika noteikta katra parauga urīna īpatnējā svāra vērtība, izmantojot digitālo rokas refraktometru PAL-10S (Atago, Japāna). Laiks no urīna parauga saņemšanas līdz urīna īpatnējā svāra noteikšanai nepārsniedza trīs stundas. Pēc tam urīna paraugi tika sasaldēti un sagatavoti transportēšanai uz Tartu Universitāti, kur tika noteikta savākto urīna paraugu osmolaritāte. Sasaldēto urīna paraugu uzglabāšanas laiks nepārsniedza vienu mēnesi.

Ceturtajā un piektajā daļā papildus tika veikta izdzertā šķidruma uzskaitē. Katram sportistam pirms treniņa tika izdalīta speciāli marķēta ūdens pudele, kas pirms tam tika nosvērta. Pēc treniņa beigām, kad sportistiem tika veikti atkārtoti mērījumi, atkārtoti tika nosvērta viņu ūdens pudele un aprēķināts izdzertā šķidruma daudzums.

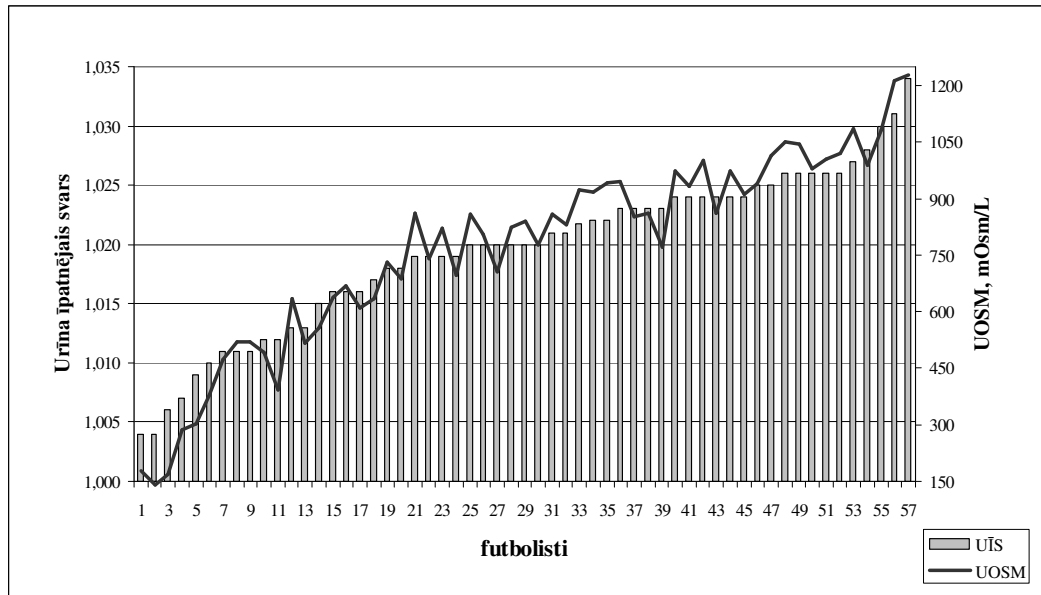
## **Rezultāti**

### **Sportistu hidratācija pirms treniņa**

Apskatot visu trīs futbolistu grupu rezultātus kopā (1.att.), redzams, ka 24 no 57 futbolistiem urīna īpatnējais svārs bija zem 1,020, norādot uz eihidratāciju, 20 no 57 futbolistiem urīna īpatnējais svārs bija robežās no 1,020-1,029, kas atbilst mērenai hipohidratācijai, un trim futbolistiem no 57 urīna īpatnējais svārs bija vienāds vai lielāks par 1,030, kas atbilst izteiktai hipohidratācijai. Urīna osmolaritāte zem 700 mOsm/kg bija 20 no 57 futbolistiem. Tā kā urīna osmolaritāte variē daudz plašākās robežās (140-1228 mOsm/kg) nekā urīna īpatnējais svārs (1,004-1,034), tad, izmantojot urīna osmolaritāti, varētu noteikt precīzākas hidratācijas stāvokļu robežas. Tomēr



jāatceras, ka urīna osmolaritāti var ietekmēt sportista lietotais uzturs, un šis faktors būtu jāņem vērā.



1.attēls. Urīna īpatnējā svara un osmolaritātes vērtības futbolistiem pirms treniņa

Pirmā hokejistu testēšana notika 2014. gada 21. februārī pie gaisa temperatūras 0°C un relatīvā gaisa mitruma 89%. Hokejistu antropometriskie rādītāji, ķermeņa masas sastāvs un ķermeņa hidratācijas rādītāji pazeminātas temperatūras apstākļos ir attēloti 1.tabulā.

1.tabula

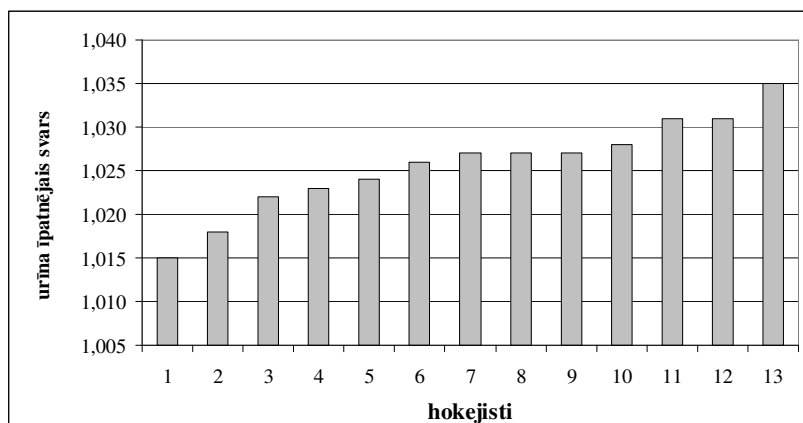
**Kvalificētu hokejistu galvenie vidējie rādītāji**

Vecums, gados	24,61 ± 4,50
Augums, m	1,80 ± 0,06
Ķermeņa masa pirms treniņa, kg	81,71 ± 6,34
Ķermeņa masas indekss, kg/m <sup>2</sup>	25,08 ± 2,30
Tauku daudzums ķermenī, %	17,44 ± 4,09
Ķermeņa liesā masa, kg	64,30 ± 4,97
Kopējais ūdens daudzums ķermenī, %	59,01 ± 3,63
Urīna īpatnējais svars pirms treniņa	1,026 ± 0,005
UĪS vērtību izkliede pirms treniņa	1,015 – 1,031
Treniņu stāžs, gadi	13,31 ± 4,09

Pēc 2.tabulas datiem, hokejistu ķermeņa masas indekss atbilst normai, jo ir mazāks par 25 kg/m<sup>2</sup>, arī tauku daudzums ķermenī ir normā – 17%. Vidējais

urīna īpatnējais svars atbilst ķermeņa hipohidratācijai (UĪS atrodas robežās starp 1,020 un 1,030).

Analizējot datus par urīna īpatnējā svara vērtībām pirms treniņa (2.att.), redzams, ka pirms treniņa urīna īpatnējā svara vērtība mazāka par 1,020, kas atbilst eihidratācijai, bija tikai diviem hokejistiem. Astoņiem hokejistiem urīna īpatnējais svars pirms treniņa bija robežās no 1,020-1,029, kas atbilst mērenai hipohidratācijai, un trīs hokejistiem tas bija lielāks par 1,030, kas atbilst izteiktai hipohidratācijai pirms treniņa.



2.attēls. Urīna īpatnējā svara vērtības pirms treniņa hokejistiem

Pirmā regbistu testēšana notika 2014.gada 23. martā, pie gaisa temperatūras +10°C un gaisa relatīvā mitruma 65%. Regbistu antropometriskie rādītāji, ķermeņa masas sastāvs un ķermeņa hidratācijas rādītāji pazeminātas temperatūras apstākļos ir attēloti 2.tabulā.

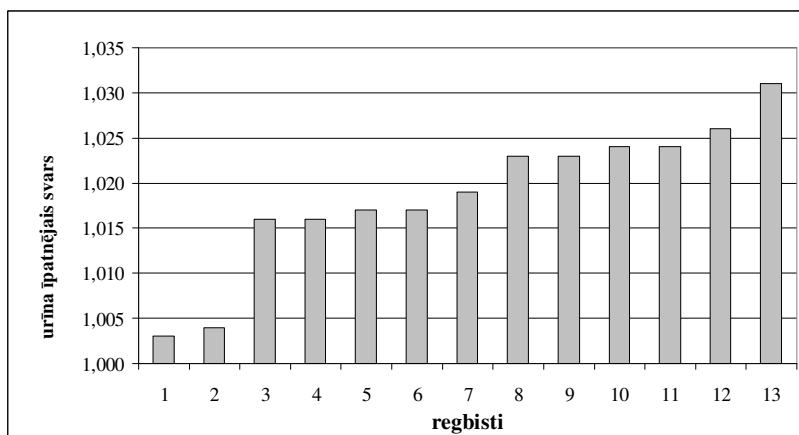
2.tabula

**Dati par testēto regbistu galvenajiem vidējiem rādītājiem**

Vecums, gados	24,23 ± 4,94
Augums, m	1,85 ± 0,07
Ķermeņa masa pirms treniņa, kg	90,75 ± 18,13
Ķermeņa masas indekss, kg/m <sup>2</sup>	26,55 ± 4,91
Tauku daudzums ķermenī, %	14,55 ± 7,17
Ķermeņa liesā masa, kg	72,81 ± 9,73
Kopējais ūdens daudzums ķermenī, %	62,49 ± 5,05
Urīna īpatnējais svars pirms treniņa	1,019 ± 0,008
UĪS vērtību izkliede pirms treniņa	1,003 – 1,031
Ķermeņa virsmas laukums, m <sup>2</sup>	2,15 ± 0,10
Svīšanas intensitāte, L/h	0,83 ± 0,23

Pēc 2.tabulas datiem: regbistu ķermeņa masas indekss ir lielāks par normu, jo pārsniedz 25 kg/m<sup>2</sup>, tauku daudzums ķermenī atbilst normas augšējai robežai

sportistiem, jo tas ir tuvu 15%. Vidējais urīna īpatnējais svars pirms treniņa atbilst normai (eihidrācijai), jo ir mazāks par 1,020. UĪS vērtību izkliede starp dažādiem spēlētājiem pirms treniņa variē plašās robežās (1,003-1,031).



3.attēls. **Regbija spēlētāju urīna īpatnējais svars pirms treniņa**

Pēc UĪS datiem (3.att.) vairāk kā puse regbija spēlētāju – septiņiem no 13 jeb 53,8% pirms treniņa bija eihidratēti, pieciem regbistiem no 13 urīna īpatnējais svars miera stāvoklī pārsniedza normu (1,020), norādot uz mērenu hipohidrāciju pirms treniņa. Vienam no regbistiem UĪS pārsniedza vērtību 1,030, kas norāda uz izteiktu hipohidrāciju pirms treniņa.

3.tabula

**Sportistu hidratācijas statuss pirms treniņa dažādās ārējās vides temperatūras apstākļos**

Hidratācijas statuss	Futbols (komforta un pazemināta temperatūra)	Futbols (pazemināta temperatūra)	Hokejs (pazemināta temperatūra)	Regbija 7 (pazemināta temperatūra)	Regbija 7 (paaugstināta temperatūra)
Hipohidrācija (UĪS 1,020-1,029)	53%	64%	55%	46%	62%
Izteikta hipohidrācija (UĪS ≥ 1,030)	5%	3,5%	11%	-	-
kopā	58%	67,5%	66%	46%	62%

Apskatot kopumā visu sporta spēļu pārstāvju hidratācijas statusu pirms treniņa (3.tab.) redzams, ka neatkarīgi no apkārtējās vides temperatūras vairāk kā puse sportistu (izņemot regbistus pazeminātā temperatūrā) pirms treniņa ir eihidratēti.

## Sportistu hidratācija pēc treniņa

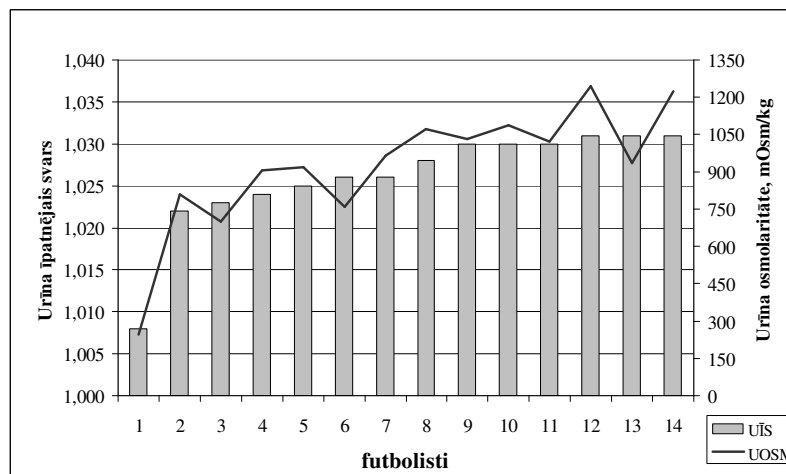
Ceturtnā testēšana tika veikta 2013.gada 26. februārī pie gaisa temperatūras +4°C un gaisa relatīvā mitruma 62 %. Futbolistu antropometriskie rādītāji, ķermeņa masas sastāvs un ķermeņa hidratācijas rādītāji pazeminātas temperatūras apstākļos ir attēloti 4.tabulā

4.tabula

### Dati par testēto futbolistu galvenajiem vidējiem rādītājiem pēc treniņa

Vecums, gados	19,21 ± 2,94
Augums, m	1,77 ± 0,06
Ķermeņa masa pēc treniņa, kg	75,80 ± 9,75
Urīna īpatnējais svars pēc treniņa	1,026 ± 0,006
UĪS vērtību izkliede pēc treniņa	1,008-1,031
Urīna osmolaritāte pēc treniņa, mOsm/kg	893,4 ± 232,95
Urīna osmolaritātes vērtību izkliede pēc treniņa	247-1245
Treniņu stāžs, gadi	10,29 ± 3,34

Kā redzams (4.att.), tad pēc treniņa tikai vienam no testētajiem futbolistiem gan urīna īpatnējā svara, gan osmolaritātes rādītāji atbilst normai jeb eihidratācijas stāvoklim. Septiņiem no 14 futbolistiem (50%) urīna īpatnējais svars pēc treniņa ir robežās no 1,020-1,029, kas norāda uz mērenu hipohidratāciju, bet sešiem futbolistiem pēc treniņa urīna īpatnējā svara vērtības  $\geq 1,030$  un norāda uz izteiktu organisma hipohidratāciju.

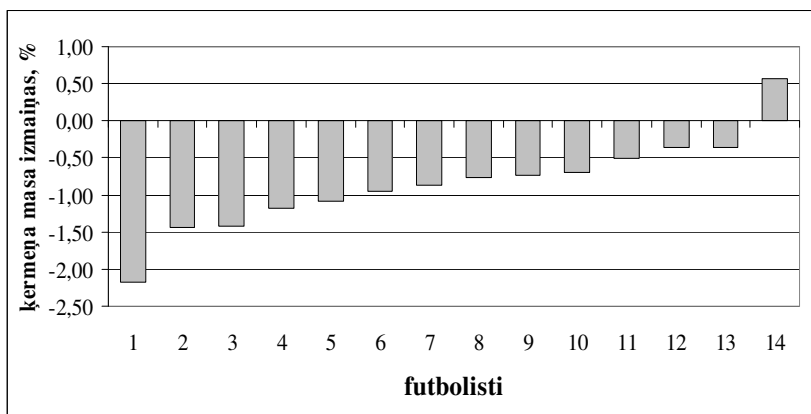


4.attēls. Urīna īpatnējā svara un osmolaritātes vērtības futbolistiem pēc treniņa

Pēc treniņa izmainījās futbolistu hidratācijas stāvoklis – trīs futbolisti, kas pirms treniņa bija eihidratēti, pēc treniņa bija mēreni hipohidratēti un viens futbolists, kas pirms treniņa bija eihidratēts, pēc treniņa bija izteikti

hipohidratēts. Četri futbolisti, kas pirms treniņa bija mēreni hipohidratēti, pēc treniņa bija izteikti hipohidratēti. Pārējiem futbolistiem pēc treniņa saglabājās tā pati hidratācijas pakāpe, kas bija pirms treniņa.

Vēl viens kritērijs, ko var izmantot akūtai hidratācijas stāvokļa izmaiņu novērtēšanai, ir ķermeņa masas izmaiņas. Šajā gadījumā ķermeņa masas izmaiņas pēc treniņa tika izteiktas kā procenti no ķermeņa masas pirms treniņa (5.att.).



5.attēls. **Ķermeņa masas izmaiņas treniņa laikā, % no pirms treniņa ķermeņa masas futbolistiem**

Apskatot ķermeņa masas izmaiņas, redzams, ka vienam futbolistam pēc treniņa ķermeņa masa ir pieaugusi par 0,57%. Šim futbolistam pēc treniņa samazinājās urīna īpatnējais svars par vienu vienību. Tas liecina, ka šis futbolists treniņa laikā uzņēma vairāk šķidruma nekā zaudēja.

No literatūras zināms, ka ikdienā ķermeņa masas svārstības ir  $\pm 1\%$ , tādēļ lielākas ķermeņa masas izmaiņas var liecināt par ķermeņa hidratācijas stāvokļa izmaiņām.

Nosakot korelācijas starp urīna īpatnējo svaru un osmolaritāti un ķermeņa masu, tika konstatēta cieša korelācija starp urīna īpatnējā svara izmaiņām un urīna osmolaritātes izmaiņām ( $r=0,837$ ;  $p<0,001$ ), savukārt korelācijas starp pirmstreniņa ķermeņa masu un urīna īpatnējo svaru ( $r= -0,047$ ;  $p>0,05$ ), pirmstreniņa ķermeņa masu un urīna osmolaritāti ( $r= -0,121$ ;  $p>0,05$ ), pēctreniņa ķermeņa masu un urīna īpatnējo svaru ( $r=0,010$ ;  $p>0,05$ ), kā arī pēctreniņa ķermeņa masu un urīna osmolaritāti ( $r= -0,095$ ;  $p>0,05$ ), tāpat kā starp ķermeņa masas izmaiņām un urīna īpatnējā svara izmaiņām ( $r=0,084$ ;  $p>0,05$ ), kā arī ķermeņa masas izmaiņām un urīna osmolaritātes izmaiņām ( $r= -0,386$ ;  $p>0,05$ ) nebija statistiski ticamas, norādot, ka pēc ķermeņa masas izmaiņām var spriest tikai par treniņa laikā kopumā zaudēto šķidruma daudzumu, bet ne par tā saturu (sviedru sāļu zudumi), tāpēc vispārpieņemtā prakse pēc treniņa uzņemt šķidrumu 125-150% apmērā no zaudētās ķermeņa masas, neparāda nepieciešamību uzņemt minerālsāļus (vai sportistam jādzer izotonisks vai hipertonsisks šķidrums).

Apkopojot rezultātus par visu sporta spēļu pārstāvju hidratācijas statusu pēc treniņa (5.tab.) redzams, ka vairāk kā 85% sportistu bija hipohidratēti.

5.tabula

**Sportistu hidratācijas statuss pēc treniņa dažādas ārējās vides temperatūras apstākļos**

Hidratācijas statuss	Futbols (pazemināta temperatūra)	Hokejs (pazemināta temperatūra)	Regbijs 7 (pazemināta temperatūra)	Regbijs 7 (paaugstināta temperatūra)
Hipohidratācija (UĪS 1,020-1,029)	61%	66%	77%	77%
Izteikta hipohidratācija (UĪS $\geq$ 1,030)	29%	26%	8	8
kopā	90%	92%	85%	85%

Tātad neatkarīgi no apkārtējās vides temperatūras pēc treniņa sportistu hidratācija pasliktinājās un tas norāda, ka sportisti treniņa laikā nespēj kompensēt šķidruma zudumus.

**Sportistu rehidratācija**

Balstoties uz Periard un līdzautoru (2014) datiem par tenisa spēlētāju rehidratācijas individuālajām rekomendācijām, tika izstrādātas individuālās šķidruma uzņemšanas rekomendācijas regbistiem. Lai panāktu regbistu organisma eihidratāciju pirms treniņa vai spēles, katram no viņiem tika ieteikts izdzert individuāli aprēķinātu ūdens daudzumu (6 mL ūdens uz 1 kg ķermeņa masas) ik pa 2,5 stundām jeb četras līdz piecas reizes dienā (6.tabula). Treniņa laikā tika rekomendēts uzņemt iepriekšējā treniņā izsvīstā šķidruma daudzumu (0,9% vāramās sāls šķīdumu), bet ne vairāk kā 1L/h (kuņģa iztukšošanās ātrums), lai nepieļautu ķermeņa masas samazināšanos par 2% no pirmsslodzes ķermeņa masas un saglabātu nātrija koncentrāciju asins plazmā, tajā pašā laikā nepārpildot kuņģi ar lielu šķidruma daudzumu.

Pēc treniņa tiek rekomendēts uzņemt 0,9% vāramās sāls šķīduma, pievienojot klāt katram litram dzēriena 30-50 gramus (2-3 ēdamkarotes) glikozes iztērēto glikogēna rezervju ātrākai atjaunošanai. Pēc literatūras rekomendācijām rehidratācijai pēc slodzes ir jāuzņem šķidruma daudzums 125-150% apjomā no treniņa laikā zaudētās ķermeņa masas (6.tabula).

Kā redzams no 6.tabulas, pavasarī mērenos laika apstākļos eihidratācijas sasniegšanai regbistiem diennakti pirms treniņa vai spēles ik pa 2,5 stundām (četras līdz piecas reizes dienā) ir jāizdzer 400 līdz 750 ml ūdens atkarībā no viņu ķermeņa masas. Fiziskas slodzes laikā (atkarībā no katra regbista

individuālās svīšanas intensitātes) ir jāuzņem no 600 līdz 1000 ml 0,9% vārāmās sāls šķīduma. Pēc treniņa, atjaunošanās agrīnajā periodā, katram regbistam individuāli ir jāizdzer no 600 līdz 4600 ml 0,9% vārāmās sāls šķīduma ar 30-50 g glikozes piedevu.

6.tabula

**Pirms slodzes, treniņa vai spēles laikā un pēc slodzes uzņemamā šķidruma daudzums regbistiem pavasarī (mērenos laika apstākļos: gaisa temperatūra +10°C; relatīvais gaisa mitrums 65%)**

N.P.K.	Ķermeņa masa (kg) pirms	Ķermeņa masa (kg) pēc	Ķermeņa masas izmaiņas treniņā, kg	Svīšanas ceļā zaudētais šķidrums treniņā, L	24 h pirms slodzes ik pa 2,5 h jāizdzer ūdens, L	Slodzes laikā uzņemamais šķidruma daudzums L/h	Pēc treniņa jāuzņem min.125% no zaudētās ķermeņa masas, L	Pēc treniņa jāuzņem max.150% no zaudētās ķermeņa masas, L
1	65,72	65,28	0,44	0,60	0,39	0,60	0,55	0,66
2	64,05	63,49	0,56	0,72	0,38	0,72	0,70	0,84
3	78,7	77,84	0,86	1,02	0,47	1,00	1,08	1,29
4	102,45	99,37	3,08	3,24	0,61	1,00	3,85	4,62
5	79,97	78,96	1,01	1,17	0,48	1,00	1,26	1,52
6	92,26	91,17	1,09	1,25	0,55	1,00	1,36	1,64
7	91,89	91,22	0,67	0,83	0,55	0,83	0,84	1,01
8	110,45	109,06	1,39	1,55	0,66	1,00	1,74	2,09
9	79,25	78,41	0,84	1,00	0,48	1,00	1,05	1,26
10	89,08	86,9	2,18	2,34	0,53	1,00	2,72	3,27
11	112,59	111,79	0,8	0,96	0,68	0,96	1,00	1,20
12	125,35	123,95	1,4	1,56	0,75	1,00	1,75	2,10
Vid. aritm.	<b>90,75</b>	<b>89,67</b>	<b>1,07</b>	<b>1,24</b>	<b>0,54</b>	<b>0,846</b>	<b>1,34</b>	<b>1,61</b>
Stand. novirze	18,13	17,82	0,84	0,83	0,11	0,315	1,05	1,26

## Diskusija

Salīdzinot promocijas darbā aprakstītos rezultātus ar citiem pētījumiem, rezultāti tiks apskatīti pa sporta veidiem. Runājot par futbolu, šī sporta spēle hidratācijas jomā šobrīd no darbā apskatītajām sporta spēlēm pasaulē tiek pētīta visplašāk.

Tā kā visos gadījumos sportisti pirms treniņa tika lūgti nemainīt savus šķidruma uzņemšanas paradumus, urīna īpatnējā svara vērtību izkliedes rezultāti pirms un pēc treniņa (kopumā UĪS no 1,003 līdz 1,036) apliecina sportistu individuālo ieradumu nepilnīgumu, jo tie, visticamāk, paļaujas tikai uz slāpju sajūtu, lai regulētu šķidruma uzņemšanu ikdienā un treniņu laikā.

Iegūtie dati par futbolistu hidratāciju pirms treniņa rudenī parādīja, ka eihidratēti (UĪS<1,020) bija mazāk nekā puse no spēlētājiem. UĪS bija lielāks par 1,020 pirms treniņa lielākajai daļai (58% spēlētāju), tas liecina par ķermeņa hipohidratāciju (Shirreffs, 2008). Eihidratēti pirms treniņa bija tikai 24 no 57 futbolistiem jeb 42%. Līdzīgus rezultātus ieguva arī Volpe un līdzautori (2009) pētījumā, kur pirms treniņa eihidratēti bija tikai 34% sportistu, un Osterberg un līdzautori (2009) pētījumā, kur pirms treniņa hipohidratēti bija 52% basketbolistu. Tas apstiprina, ka vairāk nekā puse no sporta spēļu pārstāvjiem nepietiekami uzņem šķidrumu, ja paļaujas tikai uz savu slāpju sajūtu.

Savukārt Arnaoutis un līdzautori (2013, citēts pēc Laitano et al., 2014) minēja, ka siltos laika apstākļos treniņnometnes laikā dehidratēti (pirmais rīta UĪS>1,020) pirms treniņa bija 89%, bet pēc treniņa – pat 96% jauno futbolistu (11-15gadi, 27-29°C, 54-61% relatīvais gaisa mitrums).

Galvenais nepietiekama šķidruma uzņemšanas iemesls sportistiem, kas trenējas zemās temperatūrās, ir samazināta slāpju sajūta, kas uzlabojas siltā vidē (Kenefick, Hazzard, Mahood, 2004). Piemēram, elites futbola spēlētāji uzņēma daudz mazāk šķidruma vēsā temperatūrā (5°C) nekā zaudēja ar sviedriem (Maughan et al., 2005). Arī skrējēji vēsā vidē nenovērtē savu svīšanas intensitāti, neskatoties uz akurāto šķidruma uzņemšanu (Passe, Horn, Stofan, 2007). Darbā iegūtie rezultāti parāda, ka pirms treniņa ziemā no testētajiem futbolistiem eihidratēti bija 9 no 28 (32%), bet vasarā – 24 no 57 jeb 42%. Ziemā testēto futbolistu rādītāji pēc treniņa liecina par futbolistu nespēju dzerot kompensēt šķidruma zudumus treniņu laikā, jo, ja pirms treniņa eihidratēti bija 9 no 28 (32%), tad pēc treniņa eihidratēti bija vairs tikai 3 no 28 futbolistiem jeb 11%.

Gan rudenī, gan ziemā pirms treniņa noteiktās urīna īpatnējā svara vidējās vērtības bija uz robežas ar mērenu hipohidratāciju. Tā kā abās testēšanas reizēs treniņi sākās 19:00, futbolistiem bija pietiekami daudz laika, lai uzņemtu šķidrumu pirms ierašanās treniņa norises vietā. Turklāt plašā urīna īpatnējā svara vērtību variabilitāte, it īpaši, rudenī (1,004-1,034 rudenī un 1,008-1,028 ziemā), liecina par nepietiekošu šķidruma uzņemšanu. Arī Guttierres, Natali, Vianna,



Reis, Marins (2011) parādīja, ka futbolisti var nejust slāpes, pat ja urīna īpatnējais svars ir paaugstināts.

Iepriekš minētie piemēri un arī mūsu rezultāti liecina par to, ka vēsā klimatā sportisti nespēj precīzi novērtēt ķermeņa šķidrumu zudumu svīšanas dēļ. Kvalificētie futbola spēlētāji, kuri varēja uzņemt šķidrumu, balstoties uz savu slāpju sajūtu, nespēja uzturēt normālu hidratācijas statusu nepietiekamā uzņemtā šķidruma daudzuma dēļ. Tas varētu būt saistāms ar samazināto vēlmi uzņemt šķidrumu, kā arī ar nepietiekami novērtētu individuālās hidratācijas nepieciešamību zemās ārējās vides temperatūrās (Lewis, Fraser, Scott, Thomas, Wells, 2013).

Viena no šī pētījuma aktualitātēm bija atkārtota sportistu testēšana atšķirīgā gadalaikā. Šajā procesā kopā piedalījās 18 futbolisti. Šāda testēšana ļāva novērtēt potenciālo sezonālās ietekmi uz sportistu hidratāciju, jo zinātniskajās publikācijās nav veikts šāds rezultātu salīdzinājums vieniem un tiem pašiem sportistiem atšķirīgos vides apstākļos. Šajā gadījumā iegūtie rezultāti rudenī un ziemā statistiski ticami neatšķīrās (UĪS vērtības  $1,020 \pm 0,008$  rudenī un  $1,021 \pm 0,005$  ziemā), un vidēji ciešā korelācija ( $r=0,590$ ;  $p<0,05$ ) starp rudens un ziemas UĪS vērtībām norāda, ka individuālajiem faktoriem, piemēram, dzeršanas un ēšanas paradumiem, ir lielāka ietekme uz hidratācijas statusu nekā gadalaiku maiņai.

Grūtības uzturēt ķermeņa šķidruma līdzsvaru varētu tikt skaidrotas ar izmainītu slāpju sajūtu. Kenefick un līdzautori (2004) parādīja, ka gan eihidratētiem, gan hipohidratētiem jauniem vīriešiem slāpju sajūta miera stāvoklī un vidējas intensitātes slodzēs vēsā temperatūrā bija par 40% vājāka nekā mērenā temperatūrā. Maughan, Shirreffs, Merson, Horswill (2005) salīdzināja sviedru zudumus un šķidruma uzņemšanu futbolistiem, kas trenējās siltā ( $25^{\circ}\text{C}$ , relatīvais mitrums 60%) un vēsā ( $5^{\circ}\text{C}$ , relatīvais mitrums 81%) vidē. Siltos laika apstākļos sviedru zudums bija tikai par 8,1% lielāks, bet šķidruma uzņemšana bija par 97,2% lielāka nekā vēsos apstākļos. Tā rezultātā arī akūta treniņa izraisīta dehidratācija vēsos laika apstākļos bija lielāka (ķermeņa masas zudums treniņā 1,62%) nekā siltā laikā (ķermeņa masas zudums treniņā 1,22%).

Turklāt ilgtermiņā sportistu hipohidratācija, jau uzsākot treniņu, var samazināt visa treniņu procesa efektivitāti. Literatūras dati liecina, ka pirms treniņa hipohidratācija, līdzīgā apjomā kā mūsu gadījumā, var būtiski ietekmēt sportistu sniegumu. Piemēram, Davis un līdzautori (2014) pētīja labi trenētus rekreācijas skrējējus, kas veica 10 km distanci divos variantos – labi hidratēti (pirms treniņa grupas vidējā UĪS vērtība 1,014) un hipohidratēti (pirms treniņa grupas vidējā UĪS vērtība 1,026). Pirms slodzes hipohidratētā grupā sportistu sniegums ticami samazinājās par 3%, salīdzinot ar pirms slodzes eihidratēto sportistu grupu. Augsta līmeņa futbolisti veic līdzīgu distanci (9,7–11,0 km) sacensību laikā un treniņos, skrienot pa laukumu (Guerra, Chaves, Barros, Tirapegui, 2004). Tādēļ būtu nepieciešami tālāki pētījumi, lai noteiktu

potenciālo saistību starp UĪS pirms treniņa un sekojošām futbolam specifiskajām darbaspējām labi trenētiem spēlētājiem.

Hipohidratācija var ietekmēt sirdsdarbību, siltuma atdevi un sportista darbības (Maughan, 2003). Hroniska hipohidratācija un nepietiekama šķidruma uzņemšana tiek saistīta ar hroniskām saslimšanām, piemēram, nierakmeņu slimību (Stookey, Purser, Pieper, Cohen, 2004).

Mūsu iegūtie dati par ķermeņa hipohidratāciju pirms treniņa hokeja spēlētājiem (UĪS  $1,027 \pm 0,005$  un  $1,018 \pm 0,008$ ) saskan ar Palmer un Spriet (2008) noteikto UĪS vērtību pirms treniņa junioru hokeja spēlētājiem, kura vidēji bija  $1,020 \pm 0,001$ .

Palmer un Spriet (2008) veiktajā pētījumā liela daļa spēlētāju (20) pirms treniņa bija labi hidratēti, bet 50% (24) pirms treniņa bija ar dažādas pakāpes hipohidratāciju – 11 spēlētājiem UĪS bija robežās no 1,021 līdz 1,025, 12 spēlētājiem UĪS bija robežās no 1,026 līdz 1,030 un vienam spēlētājam tas bija virs 1,030. Mūsu pētījumā situācija pirms treniņa bija sliktāka – mēreni hipohidratēti bija 50% un 61% hokeja spēlētāju (attiecīgi vienā un otrā komandā) un 23% hokeja spēlētāju bija izteikti hipohidratēti.

Atšķirīgi rezultāti par junioru hokeja spēlētājiem tika iegūti Logan-Sprenger, Palmer un Spriet (2011) veiktajā pētījumā, kur vidējais hokejistu UĪS atbilda ehidratācijai (UĪS  $1,016 \pm 0,002$ ), tomēr, apskatot detalizēti, 22% sportistu (3/7 aizsargu un 6/15 uzbrucēju) pirms treniņa bija hipohidratēti (UĪS  $\geq 1,020$ ). Mūsu gadījumā rezultāti bija daudz sliktāki, jo testētajās komandās treneriem bija uzskats, ka slodzes laikā dzert nevajag, nepieciešamības gadījumā var tikai izskalot muti ar ūdeni. Pēc Edwards un līdzautori (2007) datiem, kur testa protokols paredzēja mutes izskalošanu ar tīru ūdeni apjomā 2 mL/kg ķermeņa masas bez šķidruma norīšanas, tā sekas bija ķermeņa dehidratācija ar masas zudums par 2,1% pēc 90 minūšu ilgas slodzes, kas samazināja slodzes laikā noskrieto distanci.

Tādējādi, ierobežojot šķidruma uzņemšanu, tiek radīti nelabvēlīgi apstākļi organisma hidratācijas uzturēšanai, kas savukārt pastiprina dehidratāciju un līdz ar to var samazināt hokeja spēlētāju darba spējas. Tā kā hidratācijas pētījumi Latvijā ir maz veikti, tad ir nepieciešams izglītēt gan trenerus, gan sportistus par labas ķermeņa hidratācijas nozīmīgumu.

Palmer un Spriet (2008) veiktajā pētījumā vidējais ķermeņa masas zudums treniņa laikā bija  $0,8 \pm 0,1\%$ . Tomēr trīspadsmit sportistiem ķermeņa masas samazinājums bija robežās no 1 līdz 2% no pirms treniņa masas un vienam spēlētājam pārsniedza 2% robežu. Mūsu gadījumā vidējais ķermeņa masas samazinājums hokejistiem bija  $1,32 \pm 0,69\%$  un  $0,47 \pm 0,92\%$ , attiecīgi vienā un otrā komandā.

Tā kā urīna īpatnējā svara vērtību atšķirība pirms un pēc treniņa nekorelēja ar ķermeņa masas izmaiņām ( $r=0,062-0,392$ ;  $p>0,05$ ) treniņa laikā, tas parāda, ka ķermeņa masas izmaiņas šķidruma zuduma dēļ svīšanas ceļā nav tieši saistītas ar nieru spējām koncentrēt urīnu.

Palmer, Logan, un Spriet (2010) pētījuma dati parādīja, ka junioru hokeja spēlētāji, dzerot pietiekamu ūdens daudzumu, spēja kompensēt 71% no treniņā zaudētā šķidruma daudzuma un tādējādi ierobežot ķermeņa masas zudumus vidēji līdz  $0,9 \pm 0,2\%$  no pirms treniņa ķermeņa masas. Vienpadsmit spēlētāji zaudēja 0-1,4% no pirms treniņa ķermeņa masas, divi spēlētāji zaudēja 1,5-2% no ķermeņa masas un tikai viens spēlētājs zaudēja vairāk par 2% no pirms treniņa ķermeņa masas. Ļoti līdzīga šķidruma zuduma kompensācija tika konstatēta, izmantojot dzeršanai treniņa laikā ogļhidrātu-elektrolītu šķīdumu: tie paši spēlētāji kompensēja 67% no zaudētā šķidruma treniņa laikā un ierobežoja ķermeņa masas zudumus līdz  $1,1 \pm 0,2\%$ . Deviņi spēlētāji zaudēja 0-1,4% no pirms treniņa ķermeņa masas, četri spēlētāji zaudēja 1,5-2% ķermeņa masas un divi spēlētāji zaudēja vairāk par 2% no pirms treniņa ķermeņa masas. Palmer un līdzautori (2010) novēroja, ka hokeja spēlētājiem reti tiek dota iespēja lietot ogļhidrātu-elektrolītu šķīdumu, esot uz ledus, kas varētu izskaidrot sportistu pieradumu dot priekšroku ūdens dzeršanai treniņu un spēļu laikā.

Kopumā spēlētājiem, kas lietoja ogļhidrātu-elektrolītu šķīdumu treniņa laikā, kopējais nātrija deficīts bija 3,1 g, bet tiem, kas lietoja ūdeni, nātrija deficīts bija 3,9 g. Pētījumā lietotā ogļhidrātu-elektrolītu šķīdumā esošā nātrija koncentrācija bija samērā zema – 20 mmoli/L, un tādēļ pētījuma autori rekomendē vairumam spēlētāju uzņemt papildus nātriju. Ogļhidrātu-elektrolītu šķīduma lietošanas priekšrocība ir tāda, ka tas palīdz atjaunot daļu no treniņu laikā zaudētā nātrija, ko nepieciešamas atjaunot pēc treniņa (Shirreffs, Maughan, 1998).

Ja sportisti lietoja sporta dzērienus ar augstāku nātrija koncentrāciju (~40 mmoli/L vai ~95 mmoli/L) pirms treniņa un treniņa laikā, tie spētu kompensēt apmēram 40 vai 100% no zaudētā nātrija (Palmer, Spriet, 2008). Ļoti svarīgi ir tas, lai sportistam patiktu dzēriena garša, kas stimulētu uzņemt vairāk šķidruma un tādējādi palīdzētu novērst dehidratāciju.

Pēc citu publikāciju datiem, ķermeņa tauku procentuālais daudzums ir statistiski ticami saistīts ar spēlētāja kopējo spēles laiku sezonas laikā (Green, Pivarnik, Carrier, Womack, 2006). Tas varētu būt saistīts ar ātrāku hipertermijas attīstību sportistiem ar palielinātu tauku daudzumu ķermenī. Mūsu testētajiem hokeja spēlētājiem vidēji ķermeņa tauku procents bija normā, un palielināts (>20%) tauku procents tika novērots tikai trim sportistiem. Vidēji ķermeņa masas indekss  $23,8 \text{ kg/m}^2$  tuvojās normas augšējai robežai ( $25,0\text{--}29,9 \text{ kg/m}^2$ ) (Mathews, Wagner, 2008). Pēc šīs normas liekais svars bija desmit hokeja spēlētājiem, bet aptaukošanās – vienam hokeja spēlētājam. Turklāt no mūsu pētījuma rezultātiem izriet, ka ķermeņa masas indeksa pieaugums ir atkarīgs no ķermeņa tauku procentuālā daudzuma pieauguma ( $r=0,83$ ,  $p<0,05$ ). Ķermeņa masas indekss statistiski ticami palielinājās līdz ar sportistu vecumu ( $r=0,55$ ,  $p<0,001$ ).

Pēc mūsu datiem, nedaudz palielinātais tauku procents nebija galvenais ietekmējošais faktors hidratācijas statusam treniņu laikā, jo korelācija starp šiem

rādītājiem nav statistiski ticami ( $r=0,21$ ,  $p>0,05$ ). Tādēļ treniņu intensitāte, sportistu fiziskā sagatavotība, individuālās fizioloģiskās īpatnības, spēlētāja kustību biomehānika (Maughan, Leiper, 1994; Monteiro et al., 2003) un lietotais ekipējums radīja lielāku ietekmi uz mūsu spēlētāju hidratācijas statusa izmaiņām nekā nedaudz lielāks ķermeņa tauku procents. To apliecina arī fakts, ka hokeja spēlētājam, kas treniņa laikā zaudēja vairāk nekā 2% no ķermeņa masas, nebija palielināts ķermeņa tauku procents (14,7%).

Pike (2000) iegūtie dati pēc hokejistu aptaujas anketām, parādīja, ka tie ar uzturu saistītās jomās ne vienmēr ir pietiekoši izglītoti un bieži paļaujas uz informāciju, ko iegūst no komandas biedriem un treneriem. Tas tikai apliecina, cik svarīgi, lai sporta treneri būtu labi izglītoti par hidratācijas jautājumiem.

Vidējais ķermeņa virsmas laukums regbistiem, kas piedalījās pārbaudē pavasarī mērenos laika apstākļos bija  $2,15\pm 0,10$  m<sup>2</sup>, vidēji cieši korelēja ar svīšanas intensitāti ( $r=0,532$ ,  $p<0,003$ ) un regresijas vienādojuma standartklūda bija 0,373 L/h), bet vasarā testēto regbistu ķermeņa virsmas laukums bija  $2,20\pm 0,05$  m<sup>2</sup>, un tas ticami nekorelē ar svīšanas intensitāti ( $r=0,381$ ;  $p>0,05$ ). Tas nesakrīt ar literatūrā minēto informāciju, ka Amerikāņu futbola spēlētāju vidējā svīšanas intensitāte spēles laikā ir  $2,11\pm 0,77$  litri stundā un tā ticami pozitīvi korelē ar ķermeņa virsmas laukumu ( $r=0,77$ ,  $p<0,05$ ) (Johnson et al., 2010).

Salīdzinot mūsu rezultātus ar Lee, O'Hara, Till, Gerardus (2014) iegūtajiem datiem, mūsu testētajiem regbija spēlētājiem treniņā vēsos laika apstākļos bija lielāks ķermeņa masas zudums – vidēji par  $1,15\pm 0,83\%$ , viņiem savukārt konstatēts ķermeņa masas samazinājums spēles laikā bija  $1,0\pm 0,7\%$ , treniņā ārā  $0,3\pm 0,6\%$  un  $0,1\pm 0,6\%$  sporta zālē. To varētu skaidrot ar atšķirīgo uzņemtā šķidruma daudzumu. Ja mūsu testētie regbija spēlētāji treniņa laikā mērenos laika apstākļos vidēji izdzēra  $0,167\pm 0,025$  L ūdens, tad Lee un līdzautoru (2014) pētījumā regbisti uzņēma  $0,955\pm 0,562$ L,  $1,224\pm 0,601$ L un  $0,987\pm 0,503$ L attiecīgi spēles laikā, lauka treniņā un sporta zālē.

Atšķirās arī sportistu hidratācijas stāvoklis – mūsu pētījumā vairāk nekā puse regbija spēlētāju pirms treniņa bija hipohidratēti ( $U_{IS}>1,020$ ), bet Lee un līdzautoru, (2014) veiktajā pētījumā pirms treniņa urīna vidējā osmolaritāte bija  $423\pm 157$  mOsmol/kg, kas liecina par adekvātu sportistu hidratācijas līmeni.

O'Hara un līdzautoru (2010) veiktie pētījumi visas regbija sezonas garumā arī sniedz atšķirīgus rezultātus no mūsu pētījumā iegūtajiem datiem, tomēr tie ir līdzīgāki mūsu datiem nekā Lee un līdzautoru, (2014) prezentētie dati. O'Hara un līdzautoru (2010) pētījumā vidējā gaisa temperatūra bija  $12,1\pm 5,3^{\circ}\text{C}$  un relatīvais gaisa mitrums  $70,5\pm 11,4\%$ . Viņi konstatēja, ka vidēji spēles laikā tika zaudēti  $1,28\pm 0,7$  kg no pirms treniņa ķermeņa masas, kas atbilst vidēji 1,3% dehidratācijai. Vidējais spēles laikā uzņemtais šķidruma daudzums bija lielāks –  $1,64\pm 0,5$ L, bet sviedru zudumi bija  $2,0\pm 0,7$  L, kas ir lielāki nekā mūsu pētījumā, jo vēsos laika apstākļos ( $+10^{\circ}\text{C}$ , gaisa relatīvais mitrums 65%) mūsu testētajiem regbija spēlētājiem vidējā svīšanas intensitāte bija  $0,83\pm 0,23$  L/h un vidējais

izdzertā šķidruma daudzums  $0,167\pm 0,025$  L, bet siltos laika apstākļos ( $+27^{\circ}\text{C}$ , gaisa relatīvais mitrums 35%), regbistu svīšanas intensitāte bija  $0,77\pm 0,22$  L/h un vidējais izdzertā šķidruma daudzums divu stundu treniņā bija  $1,170\pm 0,300$  L. Gan izdzertā šķidruma daudzums, gan svīšanas intensitāte mūsu regbistiem bija mazāki, ko varētu izskaidrot ar zemāku slodžu intensitāti treniņos.

O'Hara un līdzautori (2010) novēroja, ka pirms slodzes regbisti uzņēma lielāku šķidruma daudzumu, jo paredzēja lielus šķidruma zudumus slodzes laikā. Pie atšķirīgām vides temperatūrām un gaisa relatīvā mitruma tika novērotas gan atšķirīga svīšanas intensitāte, gan treniņa laikā uzņemtā šķidruma daudzums.

Ja salīdzina urīna rādītājus, tad arī O'Hara un līdzautoru (2010) sportistu rādītāji bija labāki nekā mūsu testētajiem regbija spēlētājiem. Viņi noteica urīna osmolaritāti, sportistiem ierodoties stadionā, pirms spēles, puslaika pārtraukumā un pēc spēles. Rādītāji attiecīgi bija  $396\pm 252$  mOsm/kg,  $237\pm 177$  mOsm/kg,  $315\pm 133$  mOsm/kg un  $489\pm 150$  mOsm/kg. Tie visi atbilst normālam hidratācijas stāvoklim. Arī Jones, O'Hara, Till un King (2015) veiktajā pētījumā pirms treniņa regbistiem konstatētā vidējā urīna osmolaritāte bija  $423\pm 157$  mOsm/kg, kas norādīja, ka visi regbisti bija adekvāti hidratēti.

Aldridge, Baker, Davies (2005) testēja hipohidratācijas ietekmi uz aerobajām darbībām regbija spēlētājiem mērenos laika apstākļos ( $20^{\circ}\text{C}$ ). Viņš konstatēja statistiski ticamas ( $p<0,05$ ) atšķirības miera stāvokļa sirdsdarbības frekvencē starp eihidratētiem un hipohidratētiem regbija spēlētājiem (attiecīgi:  $78,4\pm 12$  un  $84,9\pm 9,4$  sitieni minūtē), un šī atšķirība vēl vairāk pieauga 30 minūšu ilga veloergometrijas slodzes testa laikā un 30. minūtē sasniedza  $115,6\pm 12,4$  sitienus minūtē eihidratētiem un  $123,8\pm 12,9$  sitienus minūtē hipohidratētiem regbija spēlētājiem ( $p<0,01$ ).

Perrella un līdzautori (2005) konstatēja treniņa laikā dehidratāciju ar vidējo pēctreniņa ķermeņa masas zudumu  $1,5\pm 0,7\%$ , kas bija pietiekoši, lai radītu slāpju sajūtu. Mūsu testētajiem regbistiem ne pavasarī, ne vasarā netika konstatētas tik lielas izmaiņas vidējā ķermeņa masā, tādēļ iespējams, ka šiem sportistiem netika papildus stimulēta slāpju sajūta treniņa laikā, kas mudinātu sportistus uzņemt vairāk šķidruma.

Hamouti un līdzautoru (2010) veiktais pētījums ar regbistiem un skrējējiem parādīja, ka regbija spēlētājiem bija augstāks vidējais urīna īpatnējais svars ( $1,021\pm 0,002$ ) nekā skrējējiem ( $1,016\pm 0,001$ ), urīna osmolaritāte regbistiem ( $702\pm 56$  mOsm/kg) un skrējējiem ( $554\pm 41$  mOsm/kg), urīnvielas koncentrācija asinīs regbistiem ( $405\pm 36$  mmoli/L), skrējējiem  $302\pm 23$  mmoli/L) un urīnskābes koncentrācija asinīs regbistiem ( $2,7\pm 0,3$  mmoli/L), bet skrējējiem ( $1,7\pm 0,2$  mmoli/L). Visi rādītāji regbistiem bija statistiski ticami lielāki ( $p<0,05$ ). Pēc urīna īpatnējā svara vērtībām par hipohidratētiem varēja uzskatīt 56% regbistu, neskatoties uz to, ka asins seruma osmolaritāte bija normā. Tika konstatēta vidēji cieša korelācija ( $r=0,47$ ,  $p=0,04$ ) starp muskuļu masu un urīna proteīnu metabolītiem, tādējādi liekot domāt, ka sportisti ar lielu muskuļu masu var tikt

kļūdaini novērtēti par hipohidratētiem, ja par kritēriju izmanto urīna īpatnējā svara vērtības.

Saskaņā ar Casa un līdzautoru (2000) datiem, UĪS vērtības 1,021-1,030 var atbilst hipohidratācijai ar svara zudumu par 3-5% no sākotnējās ķermeņa masas un Shirreffs (2010) ir ieteikusi, ka futbolistiem būtu jācenšas ierobežot savu ķermeņa dehidratāciju līdz ķermeņa masas zudumam zem 2%, lai neizraisītu fizisko darba spēju samazinājumu. Ja šie pieņēmumi ir pareizi, tad tie futbolisti, kuri pirms treniņa bija hipohidratēti, visu treniņa laiku darbojās ar suboptimālu sniegumu. Šo negatīvo pirmstreniņa hipohidratācijas ietekmi apliecina arī iepriekš veiktie pētījumi, kas parādīja, ka futbola spēlētāji nespēj kompensēt sviedru zudumus ar treniņa laikā uzņemto šķidruma daudzumu ne siltos (Duffield, McCall, Coutts, Peiffer, 2012; Da Silva et al., 2012), ne vēsos (Maughan et al., 2005) laika apstākļos. Kā jau iepriekš tika minēts, nav vienota zelta standarta precīzai ķermeņa hidratācijas statusa noteikšanai, jo ir grūti to precīzi noteikt (Armstrong, 2007). Tomēr urīna īpatnējais svars tiek uzskatīts par pietiekami validu hidratācijas statusa rādītāju (Armstrong et al., 2010; Bartok, Schoeller, Sullivan, Clark, Landry, 2004; National Collegiate Athletic Association, 2003; Oppliger, Bartok, 2002; Sawka et al., 2007) un bieži tiek izmantots lauka apstākļos sporta medicīnā un sporta zinātnē gan praktiskiem, gan zinātniskiem mērķiem (Osterberg et al., 2009; Da Silva et al., 2012; Stover et al., 2006 a,b; Volpe et al., 2009). Urīna īpatnējā svara vērtības  $\leq 1,020$  tiek uzskatītas par atbilstošām organisma eihidratācijai, savukārt UĪS vērtības  $> 1,020$  tiek uzskatītas par atbilstošām hipohidratācijai (National Collegiate Athletic Association, 2003; Oppliger, Bartok, 2002; Popowski et al., 2001; Sawka et al., 2007). NATAi (*National athletic training association*) ir daudz detalizētāka klasifikācijas sistēma, kas diferencē labi hidratētu organisma statusu (UĪS  $< 1,010$ ), minimālu (UĪS 1,010-1,020), būtisku (UĪS 1,021-1,030) un izteiktu (UĪS  $> 1,030$ ) organisma hipohidratāciju (Casa et al., 2000).

Savā promocijas darba pētījumā lietoju sekojošu skalu: UĪS  $< 1,020$  – eihidratācija, UĪS 1,020-1,029 – mērena hipohidratācija un UĪS  $\geq 1,030$  izteikta hipohidratācija.

Darbā iegūtie rezultāti parāda, ka, uzņemot šķidrumu, balstoties tikai uz slāpju sajūtu, nevar nodrošināt sporta spēļu pārstāvju organisma eihidratāciju pirms treniņa. Lai sasniegtu labi hidratētu organisma stāvokli (pēc NATA skalas – UĪS  $< 1,010$ ), sportistiem jau diennakti pirms sacensībām vai treniņa jāuzņem šķidrums pēc noteikta plāna.

Tas liek domāt par nepieciešamību veikt turpmākus pētījumus, lai precizētu individuālos šķidruma uzņemšanas plānus katram sportistam, ņemot vērā viņa svīšanas intensitāti, uztura paradumus un citus rādītājus.

## Secinājumi

1. Nosakot sportistu hidratācijas statusu lauka apstākļos, tika konstatēts, ka 46-67% sportistu pirms treniņa bija hipohidratēti un tas nav atkarīgs ne no apkārtējās vides temperatūras, ne spēlētāju pozīcijas laukumā. Par to liecina tas, ka:

a) komforta un pazeminātas vides temperatūras apstākļos pirms treniņa 30 futbolisti no 57 (53%) bija mēreni hipohidratēti (UĪS 1,020-1,029), trīs futbolisti no 57 (5%) bija izteikti hipohidratēti (UĪS $\geq$ 1,030). Urīna osmolaritāte virs 700 mOsm/kg bija 37 futbolistiem no 57 (65%). Pazeminātas vides temperatūras apstākļos pirms treniņa mēreni hipohidratēti (UĪS 1,020-1,029) bija 18 futbolisti no 28 (64%), un viens no 28 futbolistiem bija izteikti hipohidratēti (UĪS $\geq$ 1,030). Urīna osmolaritāte virs 700 mOsm/kg bija 20 futbolistiem no 28 (71%).

b) pirms treniņa pazeminātas temperatūras apstākļos hipohidratēti bija 15 no 27 (55%) hokejistiem (UĪS 1,020-1,029), bet izteikti hipohidratēti bija trīs no 27 (11%) hokejistiem (UĪS $\geq$ 1,030).

c) pirms treniņa pazeminātas temperatūras apstākļos hipohidratēti bija 46% regbistu, bet paaugstinātas temperatūras apstākļos (vasarā) – 62% spēlētāju.

2. Nosakot sportistu vidējo hidratācijas statusu lauka apstākļos pirms treniņa, pēc urīna īpatnējā svara rādītājiem, tika konstatēts, ka sportistu vidējais urīna īpatnējais svars nav atkarīgs no apkārtējās vides temperatūras. Par to liecina tas, ka:

a) virslīgas komandu futbolistu vidējais urīna īpatnējais svars pirms treniņa komforta un pazeminātas temperatūras apstākļos bija  $1,020\pm 0,008$ , bet pazeminātas temperatūras apstākļos –  $1,021\pm 0,005$ , atšķirība nav statistiski ticama ( $p>0,05$ ).

b) hokejistu vidējais urīna īpatnējais svars pirms treniņa pazeminātas temperatūras apstākļos bija  $1,022\pm 0,008$ .

c) Latvijas izlases regbistu vidējais urīna īpatnējais svars pazeminātas temperatūras apstākļos bija  $1,019\pm 0,008$ , bet paaugstinātas temperatūras apstākļos –  $1,021\pm 0,005$ , atšķirība nav statistiski ticama ( $p>0,05$ ).

3. Nosakot sportistu hidratācijas statusu lauka apstākļos, tika konstatēts, ka 85-92% sportistu pēc treniņa bija hipohidratēti un tas nav atkarīgs no spēlētāju pozīcijas laukumā. Par to liecina tas, ka:

a) pēc treniņa pazeminātas temperatūras apstākļos mēreni hipohidratēti bija 17 no 28 (61%) futbolistiem (UĪS 1,020-1,029), un astoņi no 28 (29%) futbolistiem pēc treniņa bija izteikti hipohidratēti (UĪS $\geq$ 1,030). Urīna osmolaritāte virs 700 mOsm/kg bija 25 no 28 (89%) futbolistiem. Abās futbolistu komandās kopā pazeminātas temperatūras apstākļos ķermeņa masas samazinājums par 2% tika konstatēts trim futbolistiem no 28 jeb 11% sportistu, bet par 1% – desmit spēlētājiem no 28 jeb 36% futbolistu, kas liecina par izmaiņām hidratācijas pakāpē.

b) pēc treniņa pazeminātas temperatūras apstākļos hipohidratēti bija 18 no 27 (66%) hokejistiem, un septiņi no 27 (26%) hokejistiem bija izteikti hipohidratēti. Hokejistiem pēc treniņa ķermeņa masas samazinājums lielāks par 1% tika novērots 15 spēlētājiem no 28 jeb 54%, bet ķermeņa masa zudums virs 2% tika konstatēts tikai vienam hokejistam jeb 7%, kas liecina par izmaiņām hidratācijas pakāpē.

c) pēc treniņa pazeminātas temperatūras apstākļos mēreni hipohidratēti bija 10 no 13 regbistiem jeb 77% un arī paaugstinātas temperatūras apstākļos mēreni hipohidratēti bija 10 no 13 regbistiem jeb 77%, un divi no 26 (8%) regbistiem bija izteikti hipohidratēti. Pazeminātas temperatūras apstākļos astoņiem regbistiem no 13 (62%) ķermeņa masas samazinājums bija lielāks par 1%, kas liecina par izmaiņām ķermeņa hidratācijas pakāpē. Ķermeņa masas zudums virs 2%, tika noteikts diviem regbistiem no 13 (15%). Nevienam regbistam ķermeņa masas samazinājums pēc treniņa paaugstinātas temperatūras apstākļos nepārsniedza 1% no pirms treniņa ķermeņa masas.

4. Korelācija starp urīna īpatnējo svaru pirms un pēc treniņa visiem sporta spēļu pārstāvjiem ir ticama vidēji cieša līdz cieša ( $r = 0,64-0,92$ ,  $p < 0,001$ ). Tas pierāda, ka uzsākot treniņu hipohidratētā stāvoklī, spēlētāja hidratācija treniņa laikā un beigās visdrīzāk pasliktināsies un, uzņemot šķidrumu treniņa laikā atbilstoši slāpju sajūtai, nav iespējams kompensēt šķidruma zudumus un novērst organisma hidratācijas pasliktināšanos.

5. Nosakot nepieciešamo šķidruma daudzumu, kas ir jāuzņem pirms treniņa organisma eihidratācijas sasniegšanai, jāņem vērā katra spēlētāja ķermeņa masa un ir jāizdzer 6 ml ūdens uz 1 kg ķermeņa masas ik pēc 2,5 stundām 24 stundu laikā pirms treniņa vai spēles. Treniņa vai spēles laikā ir jāuzņem 0,9% vārāmās sāls šķīdums atbilstoši iepriekšējā treniņā izsvīstajam daudzumam, lai nodrošinātu ūdens ilgāku noturēšanos asinsritē un kompensētu nātrija zudumus ar sviedriem, bet ne vairāk kā 1L/h. Pēc slodzes ir jāuzņem 0,9% vārāmās sāls



šķīdums ar glikozes piedevu 30-50 g/L apjomā, kas atbilst 125-150% no fiziskā slodzē zaudētās ķermeņa masas.

Darbā izvirzītā hipotēze „ja sportisti treniņus sāk hipohidratēti, nosakot sportistu hidratāciju ar lauka metodēm treniņu apstākļos, tad treniņu ietekmē hipohidratācija vēl vairāk padziļinās, bet ja sportists pirms treniņa ir eihidratēts un tuvu hipohidratācijas robežai, tad treniņa ietekmē sportista hidratācijas statuss mainīsies no eihidratēta uz hipohidratētu” ir apstiprinājusies.

## Zinātnisko publikāciju saraksts

### RAKSTI RECENZĒJAMOS ZINĀTNISKOS IZDEVUMOS

1. Ozoliņa L., Pontaga I. *Estimation of body hydration level in football players before training*. 4<sup>th</sup> International Conference „Physical Activity and Sport at University 2012” Conference Proceedings. Kaunas University of Technology. 2012, Kaunas, Lithuania, P. 56-58.
2. Ozoliņa L., Pontaga I., Strēle M. *Body hydration degree changes during training in football players in winter conditions*. LASE Journal of Sport Science, 2013, Vol.4, No.2, P. 139-146. Publikācija ir iekļauta zinātnisko publikāciju datu bāzē “Index Copernicus”, ir pieejama internetā: [http://journal.lspa.lv/images/2013/journal/4\\_2/1ozolina.pdf](http://journal.lspa.lv/images/2013/journal/4_2/1ozolina.pdf)
3. Ozoliņa L., Pontaga I., Ķīsis I. *Amateur and professional ice hockey player hydration status and urine specific gravity values before and after training in winter conditions*. LASE Journal of Sport Science, 2014, Vol.5, No.2, P.55-63. Publikācija ir iekļauta zinātnisko publikāciju datu bāzē “Index Copernicus”, pieejama internetā: <http://journal.lspa.lv/index.php/2014-12-29-19-07-21/original-paper-2014-5-2>
4. Pontaga I., Ozoliņa L. *Urīna īpatnējais svars kā sportistu ķermeņa hidratācijas pakāpes rādītājs*. RTU Zinātniskie raksti. Humanitārās un sociālās zinātnes, 2014, 8.sērija, 22.sējums, 98.-103. lpp. Publikācija ir iekļauta EBSCO, CSA/ProQuest, VINITI datu bāzēs, ir pieejama internetā – saite: <https://ortus.rtu.lv/science/lv/volume/18695> p - ISSN 1407-9291; e – ISSN 2255 – 8543.
5. Voitkevica L. Pontaga I., Timpmann S., Ööpik V. *Pre-training hydration status of well-trained soccer players in moderate temperature autumn and cool winter*. Journal: Education. Physical Training. Sport. Baltic Journal of Sport and Health Sciences (Kaunas, Lithuania), 2015, Vol.4 (95). P.57-63. Indexed in Central and Eastern European Academic Source (EBSCO), IndexCopernicus, SPORTDiscus with Full Text (EBSCO). Ir pieejams internetā: [http://www.lsu.lt/sites/default/files/dokumentai/baltic\\_journal\\_of\\_sports\\_a4\\_2014\\_12\\_30.pdf](http://www.lsu.lt/sites/default/files/dokumentai/baltic_journal_of_sports_a4_2014_12_30.pdf)

## ZINĀTNISKO KONFERENČU TĒZES

1. Pontaga I., Ozolina L. *Estimation of athletes' body hydration degree in dependence on sports specialization*. VII International Baltic Sports Medicine Congress, 2011. Riga, Latvia, P.33.
2. Pontaga I., Ozolina L. *Urine specific gravity as a measure of hydration level in athletes' body*. Digest publication of Riga Technical University 53<sup>rd</sup> International Scientific Conference dedicated to the 150<sup>th</sup> anniversary and the 1<sup>st</sup> Congress of World Engineers and Riga Polytechnical Institute/ RTU Alumni. 2012, Riga, Latvia. P.329.
3. Ozolina L., Pontaga I. *Football player body hydration level changes during training in winter*. Abstracts of 6<sup>th</sup> Baltic Scientific Conference "Sport Science for Sustainable Society" (ed. Grants J.), 2013, Riga, Latvia. P.60-61.
4. Ozolina L., Pontaga I., Strele. *Ice hockey players body hydration state before and after training in winter season*. Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis (Abstracts of the 7th Conference of Baltic Society of Sport Sciences, May 7 – 9, 2014), 2014, Vol.20, Supplement, P.43.
5. Ozolina L., Kiitam U., Pontaga I., Timpmann S., Strele M., Ereline J., Unt E., Oopik V. *Pre-practice hydration status in soccer players training in cool environment*. Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis (Abstracts of the 7th Conference of Baltic Society of Sport Sciences, May 7 – 9, 2014), 2014, Vol.20, Supplement, P.138.
6. L.Voitkevica, I.Pontaga „*PRE- AND POST-TRAINING BODY HYDRATION IN WELL TRAINED SOCCER, ICE HOCKEY AND RUGBY PLAYERS*". 8th conference of BSSS Vilnius, Lithuania, 23rd-24th April, 2015, 8th conference of BSSS „Sport science for sports practice and teacher's training" ABSTRACTS, p.65-66.

## ZIŅOJUMI STARPTAUTISKĀS ZINĀTNISKĀS KONFERENCĒS

1. **Latvian Academy of Sports Education 90th anniversary International Scientific Conference in Sport Science. 5th september 2011, Riga, Latvia.** Poster presentation: Lilita Ozoliņa, *Urine specific gravity influencing factors. Possible application in sport.*
2. **4th LASE master and Ph.D student conference march 15th 2012, Riga, Latvia.** Poster presentation: Lilita Ozoliņa, *Nutrition of Athletes' and it influence on urine specific gravity and body hydration level.*
3. **Riga Technical University 53rd International Scientific Conference 11–12 October 2012, Riga, Latvia.** Dedicated to the 150th Anniversary and The 1st Congress of World Engineers and Riga Polytechnical Institute. Oral

presentation: Ozoliņa Lilita, Pontaga Inese, *“Urine Specific Gravity as a Measure of Hydration Level in Athletes’ Body”*.

**4. 4<sup>th</sup> International Conference “Physical Activity and Sport in University 2012” October 12, 2012, Kaunas, Lithuania.** Oral presentation: Lilita Ozoliņa, Inese Pontaga *„Estimation of body hydration level in football players before training”*.

**5. 5th LASE master and Ph.D student conference March 14th, 2012, Riga, Latvia.** Oral presentation: Lilita Ozoliņa, *Football player body hydration level changes during training in winter.*

**6. 6th Baltic Science Conference SPORT SCIENCE FOR SUSTAINABLE SOCIETY April 23-25, 2013, Riga, Latvia.** Oral presentation: Lilita Ozoliņa, Inese Pontaga, *Football player Body Hydration Level Changes during Training in winter.*

**7. RTU 54.Starptautiskā konference, 2013.g., 14.oktobrī, Rīga.** Mutisks ziņojums: Lilita Ozoliņa, Inese Pontaga, *„Šķidrums zudums treniņu laikā dažādos sporta veidos”*

**8. LASE 6<sup>th</sup> International scientific conference of master and PhD students “Theory and practice in sport science” 27.03.2014., Rīga.** Oral presentation: Lilita Ozoliņa, Inese Pontaga, *„Football Players' Hydration Status and USG Values Before Training in Summer and Winter Period”*

**9. LSPA Starptautiskā zinātniskā konference 2014.g., 17.aprīlī, Rīga.** Mutisks ziņojums: Lilita Ozoliņa, Inese Pontaga *„Amateur and Professional ice hockey players' hydration status and USG values before and after training in winter period”*

**10.7th conference of BSSS Tartu, Estonia 8<sup>th</sup>-9<sup>th</sup> May 2014.** Oral presentation: Lilita Ozoliņa, Inese Pontaga, Madara Strēle. *„Ice hockey players' body hydration state before and after training in winter season”*

**11.7th conference of BSSS Tartu, Estonia 8<sup>th</sup>-9<sup>th</sup> May 2014., Poster presentation:** L.Ozolina, U.Kiitam, I.Pontaga, S.Timpman, M.Strele, J.Ereline,E. Unt, V.Ööpik. *„Pre-practice hydration status in soccer players training in a cool environment”*

**12.RTU 55. Starptautiskā zinātniskā konference, Rīga, Latvija, 14-16. Oktobris, 2014, mutiskais referāts** L.Voitkeviča, I.Pontaga. *„Rugby player’s before and after practice body hydration status in cold weather”*

**13.LSPA starptautiskā zinātniskā konference 24.03.2015, Rīga, Latvija.** Mutiskais referāts Inese Pontaga, Lilita Voitkeviča *„Urīna īpatnējais svars kā organisma hidratācijas rādītājs”*

**14.8th conference of BSSS „Sport science for sports practice and teacher’s training”. Vilnius, Lithuania, 23rd-24th April, 2015,** Oral presentation L.Voitkevica, I.Pontaga *„PRE- AND POST-TRAINING BODY HYDRATION IN WELL TRAINED SOCCER, ICE HOCKEY AND RUGBY PLAYERS”*. Pirmā vieta jauno zinātnieku konkursā, sekcijā **„Sport’s physiology, biochemistry, medicine”**.

## Zinātniskās darbības biogrāfija - CV

### PERSONAS DATI

Vārds, Uzvārds *Lilita Voitkeviča (dzimusi Ozoliņa)*

Dzimšanas datums *20.11.1986*

Kontaktinformācija saziņai (atzīmēt vēlamu(s)):

deklarētā adrese *Ikšķiles 2-69, Rīga*

e-pasta adrese: *lilita.ozolina@lspa.lv, lility20042004@inbox.lv*

tālruņa numurs:) *27726809*

### IZGLĪTĪBA

2011.g.-2015.g. LSPA doktorantūras studijas sporta zinātnē

2008.-2010.g. LU Bioloģijas Fakultāte, Bioloģijas maģistra studijas,  
Dabaszinātņu maģistra grāds bioloģijā (cilvēka un dzīvnieku fizioloģijas apakšnozare)

2005.-2008.g. LU Bioloģijas Fakultāte, Bioloģijas bakalaura studijas,  
Dabaszinātņu bakalaura grāds bioloģijā

2001.-2005.g. Rīgas 62.vidusskola, vispārējā vidējā izglītība

### ZINĀTNISKI PĒTNIECISKĀ DARBĪBA *(par pēdējiem 6 gadiem):*

#### ***1. Vadība vai dalība starptautiskajos projektos:***

Research bilateral agreement for Academic Years 2012/2013-2014/2015 between University of Tartu (Faculty of Exercises and Sport sciences, supervisor Vahur Ööpik) and Latvian Academy of sports Education (Supervisor Inese Pontaga), Title of research Project „Determination of Athletes Body Hydration Degree and its Effects on Performance”.

LATVIAN ACADEMY OF SPORT EDUCATION



Lilita VOITKEVIČA

## **BODY HYDRATION IN SPORTS GAME PLAYERS**

### **Summary of promotion thesis**

For promotion to the Doctoral Degree in Pedagogy in the Branch of Sports  
Science Sub-branch: Sports Theory and History



The Doctoral Thesis has been developed by ESF support within the project  
“Support for Sport Science” Nr. 2009/0155/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/010 work program  
„Human resources and employment” 1.1.2.1.2., sub activity ”Support to Implementation of  
Doctoral Study Programme”

Riga, 2015

The dissertation was developed in Latvian Academy of Sport Education in the period of time from 2011 till 2015.

**Scientific supervisor:**

Dr.med., prof. **Inese Pontaga (LSPA)**

PhD.biol., Prof. **Vahur Ööpik (University of Tartu, Estonia)**

**Chairman of Promotion Council:**

Dr.paed., prof. **Uldis GRĀVĪTIS**

**Members of Promotion Council:**

Dr.paed., prof. Agita ĀBELE

Dr.paed., prof. Leonīds ČUPRIKS

Dr.paed., asoc.prof. Andra FERNĀTE

Dr.paed., prof. Juris GRANTS

PhD, prof. Aija KĻAVIŅA

Dr.habil.paed. prof. Jānis LANKA

Dr.med., prof. Viesturs LĀRIŅŠ

Dr.med., prof. Inese PONTAGA

Dr.paed., prof. Andris RUDZĪTIS

Dr.paed., asoc.prof. Žermēna VAZNE

**Scientific Secretary of Promotion Council:**

Dr.paed., doc. Irēna DRAVNIECE

**Reviewers of promotion thesis:**

Martin MOOSES, PhD., lecturer (University of Tartu)

Maija RUMAKA, Dr.med., associate professor (Riga Stradiņš University)

Viesturs LĀRIŅŠ, Dr.med., professor (Latvian Academy of Sport Education)

The defence of the Doctoral Thesis will be held June 30, 2015, at 4p.m., room 205, LSPA, 333 Brīvības Gatve, Riga

Dissertation and summary are available at the LASE home page [www.lspa.lv](http://www.lspa.lv) and library of LASE

## CONTENTS

GENERAL DESCRIPTION OF PROMOTION THESIS .....	41
FACTORS AFFECTING THE NECESSITY OF FLUID UPTAKE.....	46
DEHYDRATION AND PERFORMANCE .....	48
BODY HYPERHYDRATION AND HYPONATREMIA.....	49
METHODS FOR ASSESSMENT OF BODY HYDRATION STATUS .....	50
STUDY MATERIALS AND PROCEDURE .....	51
RESULTS .....	54
DISCUSSION.....	62
CONCLUSIONS.....	69
LIST OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS.....	72
SCIENTIFIC BIOGRAPHY – CV .....	75



## General description of promotion thesis

A universal method for determining the level of body hydration does not exist. The body hydration status cannot be estimated on the basis of a single analysis, for example, by determining the total body water. So there is a need to elaborate a relatively inexpensive method for determining the level of body hydration which can be performed using portable equipment to allow it to be used in a stadium or in a sports hall. Methods with higher accuracy (total body water determination with radioactive isotopes, determination of blood plasma osmolality etc.) are not appropriate for use outside the laboratories. Therefore it is necessary to choose those methods for determination of body hydration status that can be used in field conditions and give opportunity to assess body hydration status sufficiently precisely. Determination of urine specific gravity (USG) fits those criteria. Urine specific gravity can be determined by using three methods of fast evaluation: hydrometry, refractometry and reagent test strips. Stuempfle and Drury (2003) compared the accuracy of these methods by testing representatives of collegiate wrestlers before and during competition and found refractometry to be the only accurate method to determine the urine specific gravity; in case of hydrometry 28% of results were false positive, 2% – false negative, but in case of reagent test strips – 15% of results were false positive, 9% – false negative.

It has been widely recognised that urine specific gravity over 1.020 is associated with hypohydration of the body, referring to data provided by the American Medical Society for Sports Medicine (Sawka et al. 2007) and National Collegiate Athletic Association (2003). Another indicator of hydration of the body is urine osmolality, and there is a close correlation between the USG and urine osmolality ( $r$  value ranges from 0.916 to 0.995) (Armstrong et al., 1994, Stover et al., 2006, Ööpik et al., 2013). However, the urine osmolality threshold for hypohydration varies among sources: starting from  $>586\text{mOsm/kg}$  and reaching up to  $>800\text{mOsm/kg}$  (Bartok et al., 2004, Sawka et al., 2007, Oppliger et al., 2005). Therefore USG of 1.020 or a particular value of urine osmolality cannot be used as a universal threshold value for anyone. This problem is still unsolved. These values are determined by Furthermore, cultural and ethnical differences may occur in urinary indices of hydration status. For example, it has been found that Japanese have a mean 24h urine osmolality of  $900\text{ mOsm/kg}$  and Germans  $801\text{ mOsm/kg}$ , but Polish and Kenyan people only  $392\text{ mOsm/kg}$  (Manz, Wentz, 2003). The urine osmolality of black men and women has been found to be significantly higher than that of white men and women living in the same area (Bankir, Perucca, Weinberg, 2007). Creatinine and albumin concentrations in urine are higher for men and blacks compared to women and whites (Jacobs et al., 2002). Therefore, the thresholds of USG and urine osmolality should be interpreted with caution for athletes originating from different countries and possessing different ethnical or cultural backgrounds.

Athletes also differ in terms of nutrition, the intake of salt and fluid or limitations of these. Consequently, the level of hydration before, during and after exercises may differ considerably between individual athletes (Maughan, Shirreffs, 2008). Athletes with higher muscle mass should have higher value of creatinine in urine and, therefore, may also exhibit higher urine specific gravity.

It has been suggested to measure the pre-training level of hydration of the athlete's body by estimating the frequency and volume of urination, taking into account the colour, specific gravity and osmolality of urine. In this doctoral thesis the following scale will be used:  $USG < 1.020$  – euhydration,  $USG 1.020 - 1.029$  – mild hypohydration and  $USG \geq 1.030$  – serious hypohydration. The amount of dehydration during the performance should be estimated by weighing athletes and the sweating intensity is calculated on the basis of fluid intake, urine excretion volume and changes in body mass; sodium loss can be determined by collecting and analysing the sweat samples (Maughan and Shirreffs, 2010).

Body hydration status influences aerobic capacity and psychomotor performance of athletes (Mendez-Villanueva, Fernandez-Fernandez, Bishop, 2007). A moderate dehydration (water loss that causes body mass loss by 1.5–2%) may significantly reduce physical performance and psychological condition of football players (Edwards et al., 2007).

The performance of athletes is remarkably influenced by dehydration of body, which is especially important in sports where the performance lasts longer than an hour, including sports games, for example, in summertime about 0.99 – 1.93 litres of fluid (mean 1.46 litres) are lost during a football training, whereas during a training in winter 0.71–1.77 (mean 1.13) litres of fluid are lost (Sawka et al., 2007). Loss of fluid during training or competition is significantly influenced by the environmental factors, especially in case of outdoor sports activities, (football and rugby), which take place in an open stadium. Therefore, the sweating intensity of football and rugby players varies according to the weather conditions like air temperature, humidity and wind velocity. Hydration status could be considered especially important in sports where the activities last longer than a hour. For example, in summertime about 0.99 – 1.93 litres of fluid (mean 1.46 litres) are lost during football training; whereas fluid loss during wintertime training is 0.71–1.77 (mean 1.13) litres (Sawka et al., 2007).

Fluid intake cannot be based solely on the subjective feeling of thirst because that will ensure only about a half of the necessary intake, yet only a mild loss of fluid accounting for only 1–2% of body mass reduction may considerably influence the physical performance and working capacity of athletes (Casa et al., 2000). Changes in environmental temperature caused by alternation of seasons might influence athlete's hydration status, but it is investigated only in limited number of research works in the world. To prevent a significant dehydration during exercise it is advisable to increase the intake of fluid and mineral salts already a few hours before the training or competition, depending on the type of expected activity (Sawka et al., 2007). Maughan et al.

(2005) observed a mild hypohydration (urine osmolality over 900 mOsm/kg) in 35% of elite football players preparing for a training session in cold weather. Da Silva et al. (2011) studied Brazilian elite junior football players in the period of three days in a hot climate (27.6–33.1°C) and stated hypohydration in 45–85% of players in different days prior to training. Significant body mass loss typically observed during football training (Sawka et al, 2007) suggests that athletes are not able to compensate pre-training hypohydration by ingesting fluids during a training session. Therefore, it is essential to develop a fluid intake strategy before and during competitions for football players and representatives of other team sports and to educate them accordingly. That is why it is important to estimate the level of body hydration of players already before the training or the game in order to adjust the intake of fluid during exercises. It would be advisable to determine the level of hydration of the body also after training or game in order to evaluate the volume of the necessary fluid intake during the recovery period.

Furthermore, sweating rate is determined by genetic factors (for some people the sweat glands are more densely distributed in the skin, therefore the level of sweating is higher), level of hydration of the body, acclimatization process depending on the weather, physical performance (the more trained the person is, the more effective is the cooling system of the body while doing workout) (Logan-Sprenger, Palmer, Spriet, 2011).

There is no standardized approach for determining body hydration status in athletes. and which values should be used for each parameter (for example, there are different scales used for USG values) and there is no agreement about body rehydration, each person has to make his own choose which methods to use to determine hydration status, based on testing abilities, costs and precision. Nevertheless, a method suitable for assessing athletes' hydration status in field conditions should be comparatively cheap, simple and time-efficient. It should provide reliable information, but not to require highly qualified personnel.

In this work pre- and post-training body hydration level of different sports game athletes will be estimated (based on urine specific gravity, urine osmolality and body mass changes. In addition to that, individual recommendations for rehydration will be proposed according to the results. Sports games which are practiced in outdoor conditions (football and rugby) were included in this research, considering that in these players body hydration status, sweating rate and performance are more influenced by weather than in those athletes who play indoor sports games, for example, volleyball or basketball. Ice hockey players were also included because hockey is the fastest team sport and the players wear special equipment that reduces the evaporation of sweat from the skin. Both of these factors increase the risk of dehydration during training and play match.

**Objective of the study:** body hydration of athletes

**Object of the study:** body hydration status of sports game players, its changes caused by training and rehydration possibilities

**Basis of the study:** well trained sports game players – footballers, ice hockey players, rugby players

**Aim of the study:** to determine body hydration status of sports game players prior to training, changes in hydration status caused by training and rehydration possibilities for sports game players

**Study hypothesis:**

1. if athletes start trainings hypohydrated, determining athletes' hydration state with field methods in training conditions, then caused by training hypohydration will deepen, but if athlete is euhydrated before the training and close to hypohydration state than caused by training athlete's hydration state will change from euhydrated to hypohydrated

**Study tasks:**

1. To summarize cognitions about athlete's hydration status and its changes caused by training and in recovery period and cognitions about methods used to determine hydration status and their accessibility in field conditions
2. To investigate pre-training hydration status of sports game players
3. To determine and investigate changes of body hydration status of sports game players caused by training
4. To create recommendations for athletes rehydration before, during and after the training

**Research methods:**

1. Analysis of scientific literature sources
2. Anthropometry
3. Estimation of body composition by bioelectrical impedance analysis
4. Urine refractometry
5. Urine osmometry
6. Definitive experiment
7. Statistical analysis.

**Methodological base of research**

*Cognitions about levels of body hydration in athletes:*

Casa D.J. et al. (2000), Popowski et al. (2001), Armstrong Lawrence E. (2007), Armstrong Lawrence E. et al. (2010), Chevront S.N. et al. (2013), Manz F.,

Wentz A. (2003), National Collegiate Athletic Association (2003), Armstrong L.E. et al. (1994), Volpe S.L., et al. (2009).

*Cognitions about body hydration status measurement methods:*

American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, and Dieticians of Canada (2009), Stuempfle K.J., Drury D.G. (2003), Institute of Medicine (2005), Casa Douglas J. et al. (2005), Muñoz C.X. et al. (2013).

*Cognitions about factors influencing hydration:*

Tipton M. (2005), Casa Douglas J. (1999), Fitzsimons James T. (1976), Galloway S.D., Maughan R.J. (1997), Kenefick R.W. et al. (2004), Lopez R.M. et al. (2008), Reilly Thomas, Waterhouse Jim (2009).

*Cognitions about the effect of hydration on athlete's performance:*

Aldridge G., Baker J.S., Davies B. (2005), Benton D. (2011), Casa Douglas J. et al. (2010), Chevront S.N. et al. (2003), Chevront S.N. et al. (2005), Edwards A.M. et al. (2007), Kraft Justin A. et al. (2012), Lieberman Harris R. (2007), Maughan, R. J. (2003), Murray B. (2007), Sawka M.N., Noakes T.D. (2007).

*Cognitions about body rehydration:*

Burke L.M., Hawley J., (1997), Sawka Michael N. et al. (2007), Davis B. A. et al. (2014), Maughan R.J., Leiper J.B. (1994), Maughan R. J., Shirreffs S. M. (2010), Maughan R.J., Shirreffs S.M., (2008), Brouns F. (1991), Park Sung Geon et al. (2012).

**Scientific novelty of the study:**

1. The theory of pre-training hydration status of athletes and its changes caused by training and athlete's rehydration has been complemented.
2. Methods of determining pre-training and post-training body hydration state in field conditions have been specified
3. Principles for developing individual recommendations for sports game players regarding fluid intake 24 hours before the training for ensuring euhydration, during the training and the early recovery period have been summarized.

**Practical significance of the study:**

Determined athlete's hydration and based on findings recommendations for achievement of euhydration have been created

**It is forwarded for the defence:**

Hydration state of sports game players before and after the training in different environmental temperature conditions, methodology for its determination in field conditions by urine specific gravity and body mass

changes measurement and methodology for development of individual recommendations to maintain hydration status in athletes before and during the training and in recovery period.

**Factors influencing body hydration status, effect of body hydration status on athletes' performance, hydration status measurement methods, body rehydration principles**

*Factors affecting the necessity of fluid uptake*

The necessary amount of fluid uptake is determined by many factors:

- 1) temperature of environment,
- 2) air humidity,
- 3) sun radiation,
- 4) wind velocity,
- 5) type and colour of the clothing,
- 6) individual body size and the amount of adipose tissue,
- 7) physical performance (aerobic endurance),
- 8) acclimatization level to hot weather,
- 9) level of body hydration,
- 10) type and intensity of the exercise.

The necessary of fluid uptake during a specific exercise increases in hot weather conditions. For people performing daily physical activities in a very hot environment, the sweating intensity is from 0.3 to 1.2 litres per hour (L/h). For people wearing protective clothing in hot weather conditions during a low intensity physical exercise the sweat rate is from 1 to 2 L/h. For male runners during training in hot environment, the sweating rate is from 1 to 2 L/h whereas for female runners the sweating intensity is from 0.7 L/h in a moderate environment to 1.1 L/h in warm weather conditions. The amount of water uptake necessary for sedentary, physically active and highly active persons varies from 3-6 L per day in a moderate environment and from 4-12 L per day in a hot environment. The daily fluid intake increases proportionally to the metabolic rate and heat stress.

In cool weather the daily fluid intake necessary for sedentary people exceeds 1.9 L per day but for highly active persons it is up to 3.8 L per day. In very hot environment, however, the necessary fluid intake for sedentary persons is from 7.6 L per day, but for highly active persons it can be up to 15.2 L per day. Physical activities are usually limited in very hot environment therefore a massive daily fluid uptake (more than 13 L per day) is uncommon.

The risk of hypohydration also exists in cool weather during intensive physical activities. The cold and dry air (with little humidity) is taken up by the respiratory system where it is warmed up nearly to the core temperature and

saturated with water steam. Thereby the body loses about a liter of fluid per day by breathing. Cold stress increases the urine production in kidneys. Inadequately warm clothing encourages the loss of fluid as sweating is stimulated (heat production exceeds heat loss) (McArdle et al., 2000; American College of Sports Medicine et al., 2009).

During acclimatization blood flow of the skin increases proportionally as the heat is transferred from core regions to periphery. The threshold of sweating decreases, therefore heat loss is promoted before the core temperature has increased. After ten days of training in a hot environment:

- 1) the rate of sweating is doubled,
- 2) salt concentration in sweat decreases,
- 3) sweating is more effective over the whole body surface.

Because of the increased perspiration athletes under acclimatization have a greater need for fluid replacement during the workout (McArdle et al., 2000).

There are small, rhythmic, sinusoidal daily alterations in the core temperature which do not exceed 1°C. For persons with sedentary lifestyle the mean body temperature is about 37.2°C with the maximum at 5 p.m. and the minimal value at about 12 hours later, during the sleep. The amplitude of fluctuations is 0.3-0.4°C.

Heat loss through the skin due to vasodilatation in the extremities peaks early in the evening when the reduction of the core temperature is the greatest and it minimises early in the morning. After that there is the greatest increase in the core temperature. Therefore, it is much easier to overcome the heat load in the evening compared to the morning, because the mechanisms of heat loss are activated in the evening.

It is believed that the intensity of exercise in different times of the day is regulated by the central mechanisms to avoid the formation of the inner heat and development of hyperthermia.

Waterhouse et al. (2007a) investigated the onset of sweating during workouts at 11 a.m. and 11 p.m. (the mean point in crescent and decrescendo phases of the core temperature) and found that the heat loss is less effective in the morning than in the evening.

Generally the amount of urine excreted in 24 hours is 1-2 L. There is a negative correlation between the volume of excreted urine and the level of body hydration. High fluid intake increases the urine excretion up to 600-1000 mL/h but dehydration can reduce the urine production down to 15mL/h. The volume of excreted urine can vary in order to maintain the total body water, although there are limits to urine retention and secretion (Institute of Medicine, 2005).

Dehydration significantly influences performance of athletes which is of high importance in endurance sports (male long distance runners lose 0.99-2.55 L per hour during training in summer, mean 1.77 L per hour), in sports games (male basketball players lose 0.9-1.84 L per hour during a training in winter, mean 1.37 L; whereas 1.23-1.97 L during a game in summer, mean 1.6 L;

football players lose 0.99-1.93 L during a training in summer, whereas 0.71-1.77 L, mean 1.13 L, during training in winter) and in wrestling (athletes compete in hypohydrated state to decrease their body mass to pass to a lower weight category).

In order to prevent a substantial dehydration, it has been suggested to consume additional water and mineral salts already several hours before the exercise, depending on the type of the expected activity (Sawka, et al., 2007).

The water balance for adults in a resting state during 24 hours is maintained within  $\pm 0.2$  % limit of the total body mass. According to data provided by NHANES (*National Health and Nutrition Examination Survey*) the mean 24 hour water intake is 3.7 L for men and 2.7 L for women.

The minimal water intake requirements for a person depend on the diet, environmental factors and level of physical activity. A review of different studies showed that the minimal, mean and maximal fluid intake for most of adult men was accordingly 2.1, 3.4, and 5 L. A convenient rate for fluid intake is 1mL per every consumed kcal.

The sense of thirst is extremely sensitive to the alterations of sodium concentration in the blood it can be induced by as little as 2-3% changes in plasma osmolality (Stachenfeld, 2014b).

The person's ability to consume a sufficient amount of liquid can be influenced by different factors – some people lack knowledge about the benefits of fluid intake, some forget to have a drink, some do not like the taste of water; also absence of thirst, reduced availability to water, the necessity to visit the toilet and therefore a reduced productivity must be taken into account. The availability of a toilet can be a relevant factor as to when and where the fluid will be administered regardless of the physiological thirst signalling.

A person can have a conscious control on his thirst signalling as a result the thirst perception can be altered in a long period of time. Therefore a hypohydration lasting for years can occur to these individuals.

## **Dehydration and performance**

Dehydration can have a negative impact both on cognitive functions and motor control. The negative influence starts when the dehydration results in loss of body weight of 2% from the body mass in a resting state. Dehydration can be caused either by exercises or by heat, and in both cases it leaves a negative impact on mental functions. It is regarded that dehydration caused by heat induces a more continuous influence on long-term memory than dehydration caused by heat (Institute of Medicine, 2005).

The level of body hydration determines the aerobic endurance and psychomotor performance of athletes (Mendez-Villanueva, Fernandez-Fernandez, Bishop, 2007). A moderate dehydration (the body mass is reduced by 1.5-2%) significantly reduces the physical performance and psychological



condition of football players (Edwards et al., 2007). Fluid deficit in the body can have a negative impact on aerobic work capacity. Critical water deficit and reduction of overall workload capacity are connected with the environmental temperature, type of exercise and individual parameters of the particular athlete (physical condition, level of acclimatization, tolerance to dehydration).

Dehydration can influence cardiovascular system, thermoregulation and central nervous system, and metabolic functions. Changes in one or more systems reduce the endurance performance if dehydration reaches 2-3% from the loss of body mass. Heat stress increases reduction of athletic performance (Institute of Medicine, 2005).

Most of all, body hypohydration hampers aerobic endurance, encourages fatigue, makes a negative impact on thermoregulation abilities of the body and heat loss through evaporation. It reduces the motivation of athletes to show the peak performance and increases the subjective feeling of tiredness when performing (Cheuvront, Carter, Sawka, 2003). Sufficient intake of fluid during exercise prevents these negative effects on the psychological condition and performance of the athlete. Moreover, it reduces oxidative stress caused by body hypohydration (Paik et al., 2009).

Body hypohydration remarkably deteriorates overall workload capacity of athletes performing in long duration endurance disciplines like long distance running (Cheuvront, Montain, Sawka, 2007). Hypohydration has an unfavourable impact on physical performance of athletes engaged in sports games, because the sporting events are long enough to cause body dehydration of the players. The usual level of dehydration which has a negative influence on performance is approximately 2% of body weight loss caused by loss of water. Still, people have different levels of sensitivity to dehydration. According to studies, increase of water deficit causes further reduction of performance.

Water deficit of the body can have an unfavourable impact on anaerobic work capacity; still it does not affect muscle strength. However, according to most of the studies, an insignificant reduction of anaerobic workload capacity can be observed (Institute of Medicine, 2005).

### **Body hyperhydration and hyponatremia**

It is a rare body condition. Still, it must be remembered that athletes should not intake as much fluid as possible. Hyperhydration and hyponatremia (low sodium concentration in blood lower than 135 m mol/L) mostly can be observed in long distance runners. Reduction of sodium concentration in blood plasma (and osmotic pressure) causes water outflow to tissue cells which can result in oedema of central nervous system, pulmonary oedema and muscle weakness.

In 2002 481 runners participated in Boston marathon. After finishing hyponatremia was diagnosed in 13% of athletes, one woman died because of

disorders of function of central nervous system caused by hyponatremia. In 2000 during the Houston marathon hyponatremia was stated only to 0.31% of marathon runners. Still, it must be remembered that hyponatremia can have a lethal outcome because it causes brain oedema. There can be symptoms like disorders of functions of central nervous system because of brain oedema, pulmonary oedema and muscle weakness. In case of heat stroke it can be difficult to distinguish between hyponatremia and hypohydration. If the patient has hypohydration, his condition is rapidly improved after intake of hypotonic solution. In case of hyponatremia, hypotonic solution deteriorates the condition of the patient.

### **Methods for assessment of body hydration status**

According to the sources, there are several characteristics which can be used for determining the level of body hydration status. Still, only some of them are used in practice, preferring those characteristics which are easier to determine and methods which are more valid and accurate.

The following characteristics are used:

- 1) body mass (its changes),
- 2) changes of composition of body mass,
- 3) daily fluid intake,
- 4) changes of chemical composition of blood,
- 5) urine indices (osmolality, colour, urine specific gravity) (Casa et al., 2005).

In ideal conditions the biomarker must be accurate enough to determine changes in body mass within the range of 2%. It must be efficient (fast measuring time, reasonable costs, simple method of measuring) to be used both by athletes and the coaches (Stachenfield, 2014b).

The body hydration markers of complicated and expensive determination are considered to be the most accurate. This again verifies the necessity to find methods which are cheap and easy to use both in field and in the laboratory and which provide reasonably accurate data of the level of body hydration of athletes.

### **Summary**

**One universal method to determine the level of body hydration does not exist. Determination of urine specific gravity by refractometry is considered to be the most accurate for determination of body hydration in field conditions. Most precise methods for determination of hydration state are expensive and not appropriate to be used in field conditions. Urine specific gravity of 1,020 or a specific value of urine osmolality cannot be regarded as a universal threshold for determination of hypohydration of any person. This problem is still unsolved. These characteristics are determined by intercultural and ethnic factors as well as genetic factors and nutrition differences of people.**

Dehydration of body during the workload is determined by weighing athletes. Sweating intensity is calculated, taking into account the volume of fluid uptake, volume of excreted urine and changes in body mass.

Hypohydration of body decreases the aerobic endurance and cognitive functions of athletes. During sports games a significant loss of fluid because of sweating is observed for athletes and it can reach even more than two litres per hour. Loss of fluid during the training or a sports game is remarkably influenced by environmental factors. It particularly refers to sports games which take place in an outdoor stadium. One to two thirds of athletes sports games players are hypohydrated already before the training or the sports event.

It is essential to develop a strategy of fluid uptake for athletes before and during the competition and educate the athletes on this issue.

Fluid uptake cannot be based solely on the thirst sensation because that will ensure only about a half of the necessary intake, yet only a mild loss of fluid accounting for only 1-2% of body mass reduction will considerably influence the physical performance and workload capacity of athletes.

The intensity of sweating is determined by genetic factors, level of body hydration, acclimatization process depending on the weather, overall workload capacity of the athlete.

It would be advisable to determine the body hydration of athletes already before the training or the game in order to adjust the intake of fluid during the workout. It would be useful to assess the level of body hydration also after the training or the game in order to calculate the necessary volume of fluid to be taken during the recovery period.

## **Study materials and procedure**

### ***Basis of the study***

Well trained representatives of sports games (engaged in Premium leagues of Latvia) were selected for the study. They had five to six trainings per week and their training experience was not less than seven years. Such factors as the air temperature and relative humidity were registered as they could influence thermoregulation and also the sweating intensity during the training.

#### The first stage of the study

The first testing was carried out on August 26, 2012 at the air temperature of +20°C and relative air humidity of 65%. 27 footballers from the football team of the Premium league „Metta/LU” participated, but because of incomplete data only 22 football players of the average age of 22.4±3.3 years were analysed.

The second testing took place on September 20, 2012 at the air temperature of +14°C and relative air humidity of 60%. 23 footballers from the adult team of Riga football school took part, but because of incomplete data only 15 football players of the average age of 21±2.4 years were analysed.

The third testing was carried out on October 3, 2012 at the air temperature of +15°C and relative air humidity of 85%. Twenty footballers from the football team of the Premium league „Jelgava” participated. Their average age was 22.4±3.3 years.

The aim of all the three testing was to determine the body hydration status of athletes in a resting condition (before the training) as well as analysis of the composition of body mass of the players.

#### The second stage of the study

The fourth testing was carried out on February 26, 2013 at the air temperature of +4°C and relative air humidity of 62 %. Twenty footballers from the adult team of Riga football school took part, but because of incomplete data only 14 football players of the average age of 19.2±2.9 years were analysed.

The fifth testing was carried out on March 7, 2013 at the air temperature of -1°C and relative air humidity of 63%. Twenty four footballers from the football team of the Premium league „Metta/LU” participated, but because of incomplete data only 14 football players of the average age of 22.2±3.5 years were analysed.

The aim of the fourth and fifth testing was to determine the level of body hydration before and after the training and checking if there are significant differences between the body hydration level in footballers in winter and autumn.

#### The third stage of the study

The first testing of ice hockey players took place on February 21, 2014 at the air temperature of 0°C and relative air humidity of 89%. Eighteen hockey players from the Premium league team „Kurbads” participated in this testing, but because of incomplete data only 13 hockey players of the average age of 34.78±8.07 years were analysed.

The second testing of ice hockey players took place on February 25, 2014 at the air temperature of +5°C and relative air humidity of 56%. Twenty ice hockey players from the Premium league team „Juniors” participated in this testing, but because of incomplete data only 14 hockey players of the average age of 19.00±4.50 years were analysed.

#### The fourth stage of the study

Body hydration of rugby seven players was evaluated in spring and summer of 2014. The first testing was carried out on March 23, 2014 at the air temperature of +10°C and relative air humidity of 65%. Thirteen rugby players of the Latvian national team took part in it. Their average age was 24.23±4.94 years.

#### The fifth stage of the study

The second testing of rugby players took place on June 4, 2014 at the air temperature of +27°C and relative air humidity of 35%. Thirteen rugby players of the Latvian national team took part in it. Their average age was 28.15±4.11 years.

The aim of testing was to determine the level of body hydration before and after the training, evaluate the body mass composition, the sweating intensity and the volume of fluid intake during the training, and compare the sweating intensity and volume of fluid intake during the training at different air temperatures.

During the second, third and fourth stages of the study the length of trainings was one and a half hour, but during the fifth stage the training lasted for two hours.

### *Organization of the study*

The study was organised in five stages from August 2012 till June 2014. The study was approved by the Ethics Commission of LASE regarding the compliance of the study to normative acts and ethical norms of scientific studies.

In the beginning of the testing data regarding the age, training experience, number of trainings per week, length of trainings was collected. Every athlete was assigned an identification number which was used in the further process of data processing and data interpretation. The next step was measuring the height of athletes using Ultrasound Height Measuring Unit MZ 10020 (ADE, Hamburg). Then, weighing of athletes was carried out. Firstly, every athlete was weighed on precision scale Midrics1 (Satorius, Germany), where the accuracy of measurement is within 10 g.

The body mass composition was estimated by the method of bioelectrical impedance analysis using Body Composition Analyser BC-545 (Tanita, Japan). All athletes were weighed using the built-in scale.

A middle stream urine sample was collected from every athlete – a disposable, sterile container (15 ml, Sarsted Aktiengesellschaft & Co, Germany) was handed out to every athlete. The container was labelled with the identification number of the particular athlete. The sample was collected before the training its volume was five millilitres. The urine specific gravity was measured by the digital hand-held refractometer PAL-10S (Atago, Japan).

After the training the weighing on the scale Midrics1 was repeated. After that urine samples were collected again. Then the samples were taken to LASE where the urine specific gravity was measured using the digital hand-held refractometer PAL-10S (Atago, Japan). The period of time from the sample collection till the measurement of urine specific gravity did not exceed three hours. After that the urine samples were frozen and prepared for transportation to University of Tartu where osmolality of the frozen urine samples was determined. The period of storage of the frozen samples did not exceed one month.

During the fourth and fifth stages additional monitoring of the volume of fluid intake was carried out. Before the training every athlete received a specially marked bottle of water which had been weighed in advance. After the training when the measuring was repeatedly carried out for the athletes, the

water bottle was weighed again and the volume of the fluid intake was calculated.

## Results

### Hydration status of athletes before training

Summarizing results of all three groups of football players tested in comfort and reduced environmental temperature conditions (Fig.1), it is obvious that for 24 of 57 football players the urine specific gravity was under 1.020, which is an evidence of euhydration, for 20 of 57 football players the urine specific gravity was in the range from 1.020 to 1.029, which corresponds to mild hypohydration, and for three of 57 football players the urine specific gravity was 1.030 or more which corresponds to serious hypohydration. For 20 of 57 football players the urine osmolality was under 700mOsm/kg. As the range of urine osmolality is much wider (140-1228 mOsm/kg) than the range of urine specific gravity (1.004-1.034) then more precise limits of levels of body hydration could be determined by using urine osmolality. Still, it must be taken into account that urine osmolality can be influenced by food intake of athletes.

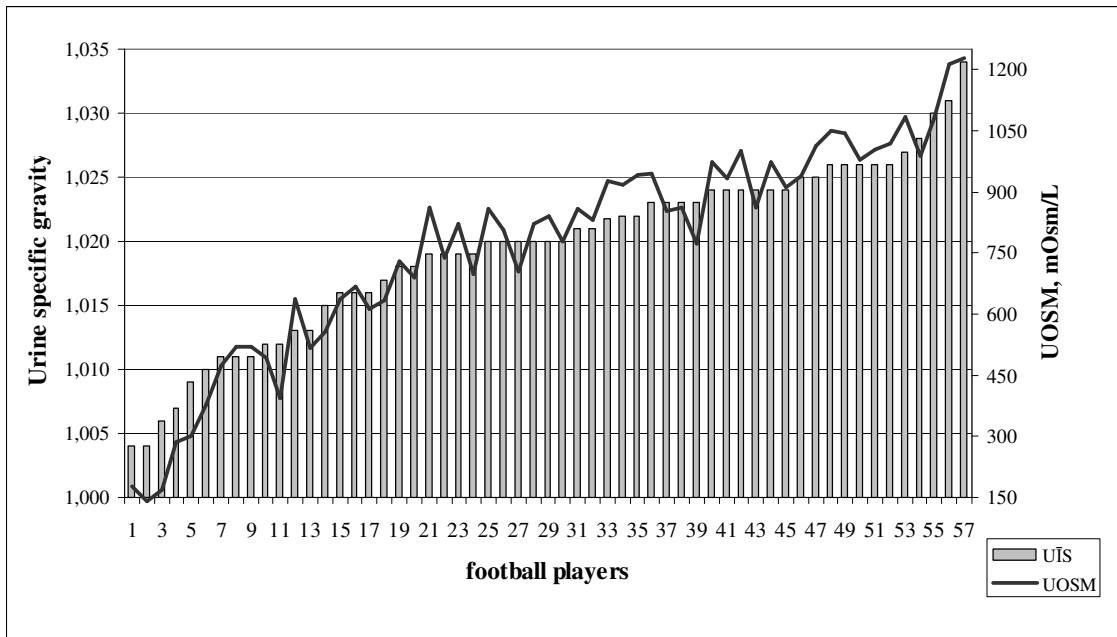


Figure1. Urine specific gravity and osmolality values of football players before the training

The first testing of ice hockey players took place on February 21, 2014. The air temperature was 0°C and the relative air humidity was 89%. The anthropometric characteristics, body mass composition and body hydration

indices of ice hockey players in reduced environmental temperature conditions in winter are shown in Table 1.

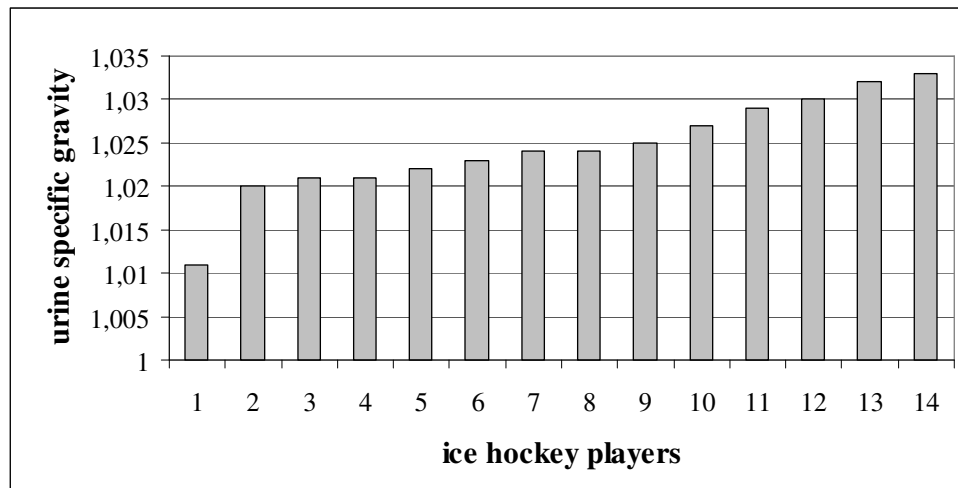
According to the data provided in Table 1, the body mass index of the ice hockey players is under  $25 \text{ kg/m}^2$  and therefore complies with the norm. The body fat percentage is within the norm as well – 17%. The mean urine specific gravity complies with the body hypohydration (USG is within 1.020–1.030).

Table 1

**Mean characteristics of well trained ice hockey players**

Age, years	$24.61 \pm 4.50$
Training experience, years	$13.31 \pm 4.09$
Height, m	$1.80 \pm 0.06$
Body mass before the training, kg	$81.71 \pm 6.34$
Body mass index, $\text{kg/m}^2$	$25.08 \pm 2.30$
Body fat percentage, %	$17.44 \pm 4.09$
Lean body mass, kg	$64.30 \pm 4.97$
Total body water percentage, %	$59.01 \pm 3.63$
Urine specific gravity before the training	$1.026 \pm 0.005$
Variation range of USG values before the training	1.015 – 1.031

When analysing data regarding values of urine specific gravity of one team players before the training (Fig.2), it can be stated that before the training only two of the ice hockey players were euhydrated – urine specific gravity less than 1.020. Eight ice hockey players had urine specific gravity values between 1.020-1.029, which corresponds to mild hypohydration, and three of the ice hockey players were seriously hypohydrated before the training – urine specific gravity more than 1.030.



**Figure2. Urine specific gravity values of ice hockey players before the training**

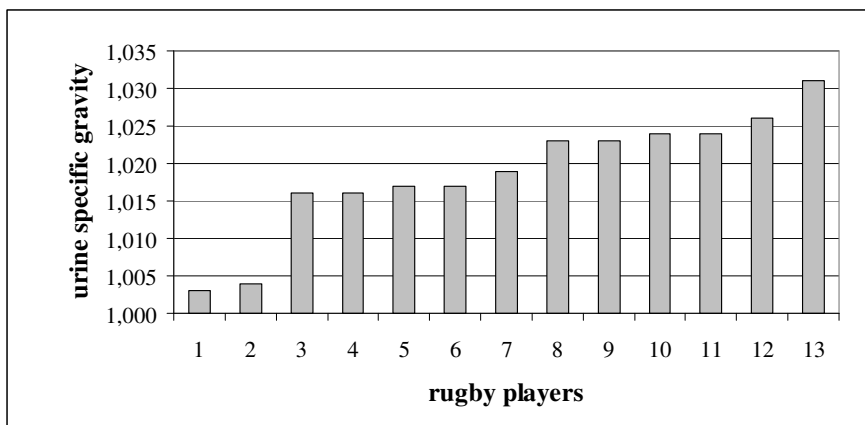
The first testing of rugby players took place on March 23, 2014. The air temperature was +10°C and the relative air humidity was 65%. The anthropometric characteristics, body mass composition and body hydration indices of rugby seven players in reduced environmental temperature conditions are shown in Table 2.

Table 2

**Mean characteristics of well trained rugby seven players**

Age, years	24.23 ± 4.94
Training experience, years	2.15 ± 0.10
Height, m	1.85 ± 0.07
Body mass before the training, kg	90.75 ± 18.13
Body mass index, kg/m <sup>2</sup>	26.55 ± 4.91
Body fat percentage, %	14.55 ± 7.17
Lean body mass, kg	72.81 ± 9.73
Total body water percentage, %	62.49 ± 5.05
Urine specific gravity before the training	1.019 ± 0.008
Variation range of USG values before the training	1.003 – 1.031
Sweating intensity	0.83 ± 0.23

According to the data provided in Table 2, the body mass index of the rugby players is under 25 kg/m<sup>2</sup> and therefore complies with the norm. The body fat percentage is within the norm at its maximum in player – close to 15%. The mean urine specific gravity complies with the norm (euhydration) because it is less than 1.020. USG variation range between different player’s variation is broad wide (1.003-1.031).





**Figure3. Urine specific gravity values of rugby players before the training**

Based on USG data (fig.3) more than half of rugby players – seven from 13 or 53.8% were euhydrated before the training, urine specific gravity at rest was above norm (1.020) in five of 13 rugby players, indicating mild hypohydration before the training. In one rugby player USG was above 1.030, indicating serious hypohydration before the training.

When analysing data of all team sports players hydration status before training (tab.3) it can be stated that independently of environmental temperature conditions more than half of athletes (except rugby players in moderate air temperature) were hypohydrated before training.

Table 3

**Hydration status of athletes in percents from all players before training in different environmental temperature conditions**

Hydration status	Football (comfort and reduced temperature)	Football (reduced temperature)	Ice hockey (reduced temperature)	Rugby 7 (reduced temperature)	Rugby 7 (elevated temperature)
Hypohydration (USG 1.020-1.029)	53%	64%	55%	46%	62%
Serious hypohydration (USG ≥1.030)	5%	3,5%	11%	-	-
Total	58%	67,5%	66%	46%	62%

**Hydration status of athletes after training**

The forth testing of football players took place on February 26, 2013. The air temperature was +4°C and the relative air humidity was 62%. The anthropometric characteristics, body mass composition and body hydration indices of football players in reduced environmental temperature conditions are shown in Table 4.

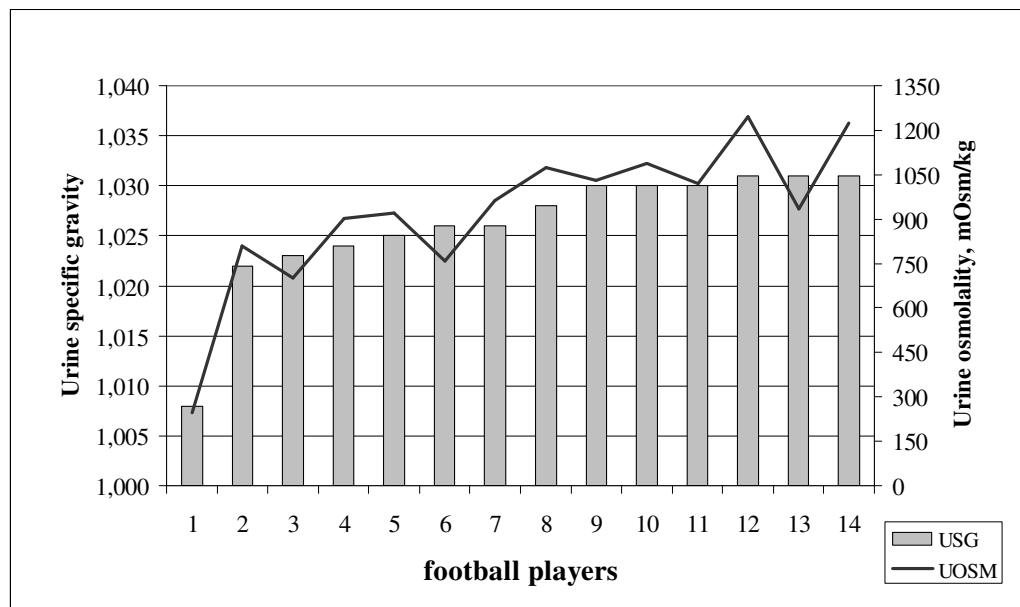
As it is shown (fig.4) after training only in one of tested football players’s urine specific gravity and osmolality values were in norm or euhydrated state. In seven from 14 (50%) football players urine specific gravity values were between 1.020- 1.029 indicating mild hypohydration, but in six football players after training urine specific gravity values were ≥1.030 and indicated serious hypohydration of the body.

Table 4

**Mean characteristics of main data in football players after the training**

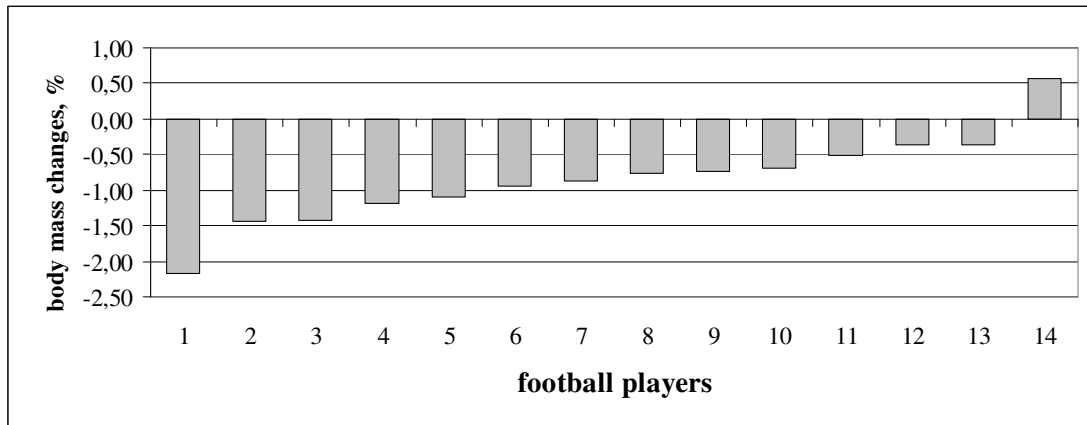
Age, years	19.21 ± 2.94
Training experience, years	10.29 ± 3.34
Height, m	1.77 ± 0.06
Body mass after the training	75.80 ± 9.75
Urine specific gravity after the training	1.026 ± 0.006
Variation range of USG values after the training	1.008 – 1.031
Urine osmolality after the training	893.4 ± 232.95
Variation range of urine osmolality values after the training	247 – 1245

After training hydration state of football players changed (fig.4) – three football players that were euhydrated before training were mildly hypohydrated after the training and one football player that was euhydrated before training was seriously hypohydrated after the training. Four football players who were mildly hypohydrated before the training were seriously hypohydrated after the training. For other football players hydration state after the training was the same as before the training.



**Figure4. Urine specific gravity and osmolality values in football players after the training**

Another criterion that can be used to evaluate acute changes in hydration status is changes in body mass. In this case body mass changes after the training were expressed as percents of body mass before training (fig.5).



**Figure5. Body mass changes in football players during the training in percents of pre training body mass**

Overlooking body mass changes, it can be seen that in one football player's body mass after training increased for 0.57%. For this football players after training urine specific gravity decreased by one unit. This indicates that this football player consumed more fluid during training than he lost.

From literature it is known that body mass daily fluctuations are  $\pm 1\%$ , so changes greater than this could indicate that hydration status has been changed.

Determining correlation between urine specific gravity and osmolality and body mass changes it was established that there is strong correlation between urine specific gravity changes and osmolality changes ( $r=0.837$ ;  $p<0.001$ ), but correlation between pre-training body mass and urine specific gravity ( $r= -0.047$ ;  $p>0.05$ ), pre-training body mass and urine osmolality ( $r= -0.121$ ;  $p>0.05$ ), post-training body mass and urine specific gravity ( $r=0.010$ ;  $p>0.05$ ) and post-training body mass and urine osmolality ( $r= -0.095$ ;  $p>0.05$ ) as well as body mass changes and urine specific gravity changes ( $r=0.084$ ;  $p>0.05$ ) and body mass changes and urine osmolality changes ( $r= -0.386$ ;  $p>0.05$ ) were not statistically significant, indicating that based on body mass changes it is possible to consider total fluid loss during training, but not its contents (salt loss by sweating), that's why general practise to consume fluid that is in volume of 125-150% of body mass lost during the training does not show necessity to consume salts (whether athlete should isotonic or hypertonic fluid).

When analysing data about all team sports athletes hydration status after the training (tab.5) it can be stated more than 85% of athletes were hypohydrated after the training.

Therefore independently on the environment temperature conditions, after training hydration status of players worsened and this indicates that athletes are not able to compensate fluid losses during the training.

Table 5

**Hydration status of well trained sport games players after training in different environmental temperature conditions**

Hydration status	Football (reduced temperature)	Ice hockey (reduced temperature)	Rugby 7 (reduced temperature)	Rugby 7 (elevated temperature)
Hypohydration (USG 1.020-1.029)	61%	66%	77%	77%
Serious hypohydration (UIS $\geq$ 1.030)	29%	26%	8%	8%
Total	90%	92%	85%	85%

**Rehydration of athletes**

According to data referring to individual recommendations for rehydration of tennis players (Periard et al., 2014), individual fluid intake recommendations to rugby seven players were developed. In order to achieve body euhydration of rugby players before the training or a game, every athlete was advised to consume an individually calculated volume of water (6 mL of water per 1 kg of body mass) every 2.5 hours or four to five times per day (Table 6). During the training it was recommended to consume the volume of fluid lost during the previous training as the result of sweating (0.9% sodium chloride solution), not exceeding 1L/h (stomach emptying rate), in order to avoid reduction of body mass of 2% of the pre-exercise body mass and maintain sodium concentration in blood plasma, not overloading the stomach by a large volume of fluid at the same time.

After the training it is recommended to drink 0.9% sodium chloride solution, adding 30-50 grams (2-3 tablespoons) of glucose per 1 litre of drink in order to re-establish the glycogen reserves of the body as fast as possible. According to recommendations provided by sources, post-exercise rehydration of the body needs a total volume of fluid equal to 125-150% of the body mass lost during the training (Table 6).

As it can be seen in Table 3, in spring, during moderate weather conditions, in order to achieve euhydration, rugby players must consume 400 to 750 ml of water every 2,5 hours, depending on their body mass 24 hours before the training or the game. During the training, 600 to 1000 ml of 0.9% sodium chloride solution must be consumed according to individual sweating intensity of every athlete. After the training, in the early period of recovery, every rugby

player must drink 600 to 4600 ml of 0.9% sodium chloride solution adding 30-50 g of glucose per 1 L of the drink.

Table 6

**Volume of fluid to be consumed during the pre-exercise period, the training or the game and the post-exercise period for rugby seven players (air temperature +10°C, air humidity 65%)**

No.	Body mass before training (kg)	Body mass after training (kg)	Body mass changes during the training, (kg)	Fluid lost by sweating during the training, (L)	Water to be consumed 24 h before the training (every 2.5 h) (L)	Fluid to be consumed during the training (L/h)	After training to be consumed min. 125% from the lost body mass (L)	After training to be consumed max 150% from the lost body mass (L)
1	65.72	65.28	0.44	0.60	0.39	0.60	0.55	0.66
2	64.05	63.49	0.56	0.72	0.38	0.72	0.70	0.84
3	78.7	77.84	0.86	1.02	0.47	1.00	1.08	1.29
4	102.45	99.37	3.08	3.24	0.61	1.00	3.85	4.62
5	79.97	78.96	1.01	1.17	0.48	1.00	1.26	1.52
6	92.26	91.17	1.09	1.25	0.55	1.00	1.36	1.64
7	91.89	91.22	0.67	0.83	0.55	0.83	0.84	1.01
8	110.45	109.06	1.39	1.55	0.66	1.00	1.74	2.09
9	79.25	78.41	0.84	1.00	0.48	1.00	1.05	1.26
10	89.08	86.9	2.18	2.34	0.53	1.00	2.72	3.27
11	112.59	111.79	0.8	0.96	0.68	0.96	1.00	1.20
12	125.35	123.95	1.4	1.56	0.75	1.00	1.75	2.10
Mean	<b>90.75</b>	<b>89.67</b>	<b>1.07</b>	<b>1.24</b>	<b>0.54</b>	<b>0.846</b>	<b>1.34</b>	<b>1.61</b>
Stand. dev.	18.13	17.82	0.84	0.83	0.11	0.315	1.05	1.26

## Discussion

Comparison of the results described in the thesis with other studies is carried out by differentiating sports specializations. Football has been the most widely researched sports game of all those viewed in this paper in respect of body hydration.

As in all cases the players were requested not to alter their fluid intake habits before the training, the results of pre and post training urine specific gravity value variation (overall USG from 1.003 to 1.036) show the faulty individual fluid intake habits of the players as they most likely rely solely on their thirst sensation to regulate their daily fluid intake in the resting state and during training.

Pre-training hydration results of football players indicated euhydration (USG<1.020) in less than half of the cases. The greatest proportion of cases (58% percent of the players) had the pre-training USG over 1.020 which signifies the hypohydration of the players (Shirreffs, 2008). Pre-training euhydration was stated only in 24 from 57 cases (42%). Similar results were found by Volpe et al. (2009) who detected pre-training euhydration in 34% of the players and Osterberg et al. (2009) who found pre-training hypohydration in 52% of the basketball players. These results confirm that in more than half of sports games players' hypohydration appears before training if their fluid uptake is based only on the thirst sensation and daily habits.

Furthermore, Arnaoutis et al. (2013, cited by Laitano et al., 2014) found pre-training dehydration (USG>1.020) in 89% of cases and post-training dehydration as high as in 96% of the cases in the young football players in warm weather conditions during a training camp (age 11-15, air temperature 27-29°C, relative humidity of air 54-61%).

The main cause of the insufficient fluid intake among athletes performing in low temperatures is a decreased sense of thirst that increases in hot environment (Kenefick, Hazzard, Mahood, 2004). For example, the fluid intake volume among elite football players in a cold environment (5°C) was much smaller than the sweat loses (Maughan et al., 2005). Despite their accurate intake of fluid, runners also underestimate their sweating intensity in cool weather conditions (Passe, Horn, Stofan, 2007). This thesis shows pre-training euhydration in nine from 28 (32%) football players in winter and in 24 from 57 (42%) players in autumn. The results of footballers tested in winter indicate the player's inability to compensate the lost fluid during the training as the pre-training euhydration was stated in nine from 28 (32%) cases, but post-training euhydration was established in only three from 28 (11%) football players.

Both in winter and in autumn the mean pre-training urine specific gravity values were close to the threshold of a mild hypohydration. Since training started at 7 p.m. on both testing occasions, the football players had enough time to consume fluid before arriving to the training facilities. Furthermore, the wide

range of urine specific gravity value variations, particularly during autumn (1.004-1.034 in autumn and 1.008-1.028 in winter) indicates the insufficient intake of fluid. Moreover, Guttierres, Natali, Vianna, Reis, Marins (2011) showed that football players might not feel thirst even if the levels of urine specific gravity were increased.

The other author data mentioned previously and our results indicate that athletes in a cold environment are unable to appreciate the loss of fluid by sweating. Qualified football players who could consume fluid based on their thirst sensation were unable to maintain normal level of hydration because of the insufficient intake of fluid. That may be related with a decreased desire to intake fluid and also an unappreciated need for an individual hydration during low temperatures (Lewis, Fraser, Scott, Thomas, Wells, 2013).

A peculiarity of this study was a repeated testing of athletes during different seasons. A total of 18 athletes were tested during this process. This manner of testing allowed us to observe the potential seasonal influence on hydration status of athletes as in no other previous studies this kind of comparison of the same athletes during different environmental conditions had been carried out. There was not a statistically significant difference between the results obtained in autumn and in winter (USG values were  $1.020 \pm 0.008$  in autumn and  $1.021 \pm 0.005$  in winter), and a moderate correlation ( $r=0.590$ ;  $p<0.05$ ) between the values obtained in autumn and in winter indicates that individual factors like drinking and eating habits have a greater influence on the levels of hydration than the seasonal changes.

Difficulties of keeping the body fluid balance may be explained by an altered sense of thirst. Kenefick et al. (2004) showed that for young both euhydrated and hypohydrated males in resting state and during moderate intensity exercise in cold temperature the sense of thirst was reduced by 40% as compared to a moderate temperature environment. Maughan, Shirreffs, Merson, Horswill (2005) compared fluid loss and fluid intake in football players training in a warm (air temperature  $25^{\circ}\text{C}$ , relative humidity of 60%) and in a cold (air temperature  $5^{\circ}\text{C}$ , relative humidity of 81%) environment. In warm environment the loss of fluid was only 8.1% higher but the intake of fluid was as much as 97.2% higher than in the cold environment. As a result acute training induced dehydration was higher in cold conditions (1.62% loss of body mass during training) as compared to the warm conditions (1.22% loss of body mass during training).

Furthermore, in a long term, hypohydration of athletes commencing the training can reduce the effectiveness of the whole training process. Studies show that pre-training hypohydration, in a similar magnitude as in our study, can have a profound influence on the performance of athletes. For example, Davis et al. (2014) investigated highly trained recreational runners performing a 10 km distance in two conditions – in a euhydrated state (the mean pre-training USG value of 1.014) and in a state of hypohydration (the mean pre-training USG

value of 1.026). The performance of hypohydrated athletes had a statistically significant reduction of 3% as compared with the euhydrated athletes. Highly trained football players make a similar distance (9.7-11.0 km) running in the football field during training and competitions (Guerra, Chaves, Barros, Tirapegui (2004). Therefore, further studies should be carried out to determine the potential relevance between the pre-training USG and the following level of specific football performance among highly trained athletes.

Hypohydration can have an influence on the heart rate, heat loss and the performance of an athlete (Maughan, 2003). Chronic hypohydration and insufficient intake of fluid are correlated with chronic diseases such as kidney stone disease (Stookey, Purser, Pieper, Cohen, 2004).

Data on pre-training hypohydration of professional ice hockey players obtained in our study (USG  $1.027\pm 0.005$  and  $1.018\pm 0.008$ ) are in accordance with the pre-training USG value of junior ice hockey players obtained by Palmer and Spriet (2008) which was about  $1.020\pm 0.001$ .

In the study by Palmer and Spriet (2008) a large proportion of players (20) were euhydrated yet 50% of players (24) had a pre-training hypohydration to various degrees – in 11 cases the USG was in the range of 1.021 to 1.025, in 12 cases the USG was in the range of 1.026 to 1.030 and in one case the USG value was over 1.030. Our data showed a worse situation – a mild pre-training hypohydration was found in 50% and 61% of the players (in the first and the second team, respectively) and a serious hypohydration was found in 23% of the ice hockey players.

A different data on junior hockey players was presented in the study by Logan-Sprenger, Palmer and Spriet (2011) where it was concluded that the average USG value of ice hockey players corresponded to euhydration (USG  $1.016\pm 0.002$ ), yet, examining this data in detail, 22% of athletes (3/7 of guards and 6/15 of forwards) were found to be hypohydrated ( $USG \geq 1.020$ ). The results were worse in our study as the coach of the tested teams believed that the intake of fluid during training is unnecessary and rinsing the mouth with water was the most one could do. A study by Edwards et al. (2007) during which a protocol of rinsing the mouth with a 2 ml/kg water volume without swallowing it was performed, showed a dehydration along with a loss of body mass of 2.1% after a 90 minute exercise and a reduction of the performed distance.

Therefore, the restriction of fluid intake causes undesirable conditions for maintaining body hydration which in effect increases dehydration and reduces the performance of ice hockey players. Since in Latvia very few studies have been done on the effects of hypohydration, education of trainers and athletes about the significance of an optimal hydration is needed.

Palmer and Spriet (2008) found that the mean loss of body mass during training was  $0.8\pm 0.1\%$ . Yet, for thirteen athletes the loss of body mass was in the range of 1% to 2% and in one case the loss of body mass was over 2%. In



our study the mean loss of body mass of ice hockey players was  $1.32 \pm 0.69\%$  and  $0.47 \pm 0.92\%$  in the first and in the second team, respectively.

Pre and post training values of the urine specific gravity did not correlate with the body mass changes during training ( $r=0.062-0.392$ ;  $p>0.05$ ) indicating that the sweating induced loss of fluid and changes of body mass are not directly associated with the renal ability to concentrate urine.

Palmer, Logan, and Spriet (2010) found that by consuming enough water, junior ice hockey players were able to compensate 71% of the volume of fluid lost during the training and therefore limit the mean loss of body mass to  $0.9\% \pm 0.2\%$  of the pre-training body mass. Eleven players lost 0-1.4% of the pre-training body mass, two players lost 1.5-2% and only one player lost over 2% of the pre-training body mass. Consumption of carbohydrate-electrolyte solution during the training showed a similar compensation: the same players were able to compensate 67% of fluid lost during the training and limit the loss of body mass to  $1.1\% \pm 0.2\%$ . Nine players lost 0-1.4% of the pre-training body mass, four players lost 1.5-2% and two players lost over 2% of the pre-training body mass. Palmer et al. (2010) observed that ice hockey players rarely have the opportunity to consume carbohydrate-electrolyte solution during their performance and that may explain why athletes prefer water during trainings and competitions.

The total sodium deficit for players who consumed carbohydrate-electrolyte solution was 3.1 g but for players who consumed water the deficit was 3.9 g. The sodium concentration of the carbohydrate-electrolyte solution used in the study was rather low – 20 m mol/L therefore researchers suggest to consume extra sodium to most of the players. The advantage of the carbohydrate-electrolyte solution is that it helps to restore a portion of sodium lost during the training (Shirreffs, Maughan, 1998).

In order to compensate 40 or 100% of the sodium lost athletes before and during training would need to consume sports drinks with higher sodium concentration (40 m mol/L or  $\sim 95$  m mol/L) (Palmer, Spriet, 2008). It is of high importance that athletes enjoy the taste of the drink as it stimulates the fluid consumption and reduces dehydration.

Studies show a statistically significant correlation between the body fat percentage and the total game time of an athlete during the season (Green, Pivarnik, Carrier, Womack, 2006). That may be related to a greater development of hyperthermia in athletes with an increased body fat percentage. In our study the mean body fat percentage was in the norm and an increased percentage of fat ( $>20\%$ ) was found only in three cases. The mean index of body mass ( $23.8 \text{ kg/m}^2$ ) approximated to the high range of the norm ( $25.0-29.9 \text{ kg/m}^2$ ) (Mathews, Wagner, 2008). In reference to this norm ten of the ice hockey players were found to be overweight but one player was found to be obese. Besides our study shows that the increase in body mass index depends on the increase of the body fat percentage ( $r=0.83$ ,  $p<0.05$ ). There was a statistically significant correlation

between the increase of the body mass index and the age of the athlete ( $r=0.55$ ,  $p<0.001$ ).

Our study shows that a mildly increased body fat percentage was not the main factor influencing the hydration status during the training as the correlation between these two characteristics was not statistically significant ( $r=0.21$ ,  $p>0.05$ ). Accordingly, the intensity of training, the physical condition, the individual psychological characteristics, the biomechanics of the movements of athletes (Maughan, Leiper, 1994; Monteiro et al., 2003) and the equipment used had a greater influence on the hydration status of the athletes rather than a mildly increased body fat percentage. It is acknowledged by the fact that the ice hockey player who lost over 2% of the body mass during training did not have an increased body fat percentage (14.7%).

A survey by Pike (2000) showed that the nutritional knowledge of ice hockey players is not always that profound and athletes frequently tend to rely on information provided by the team members and the coach. It acknowledges the importance of educating the coaches on the topic of the body hydration.

The mean body surface area of rugby players tested in a moderate environment in spring was  $2.15\pm 0.10\text{ m}^2$  and there was a moderate correlation between the mean body surface area and the sweating rate ( $r=0.532$ ,  $p<0.003$ ; standard error of the regression  $0.373\text{ L/h}$ ), but during summer the body surface area of rugby players was  $2.20\pm 0.05\text{ m}^2$  and it did not correlate with the sweating rate ( $r=0.381$ ;  $p>0.05$ ). It is in contrast to other studies which showed that the mean sweating rate of American football players during the game was  $2.11\pm 0.77$  litres per hour and there was a significantly positive correlation with the body surface area ( $r=0.77$ ,  $p<0.05$ ) (Johnson et al., 2010).

As compared with data by Lee, O'Hara, Till, Gererdus (2014) the rugby players during cold environment tested in our study were found to have a greater mean body mass loss –  $1.15\pm 0.83\%$ , while there was a  $1.0\pm 0.7\%$  body mass reduction during game, reduction during outdoor training  $0.3\pm 0.6\%$  and  $0.1\pm 0.6\%$  reduction during indoor training in the Lee et al. (2014) study. In our study the rugby players tested in a moderate environment were found to have a water uptake of  $0.167\pm 0.025\text{ L}$  but the rugby players in Lee et al. (2014) study were found to have an intake of  $1.224\pm 0.601\text{L}$  and  $0.987\pm 0.503\text{L}$  during outdoor and indoor training, respectively.

There were also differences in the state of hydration – in our study pre-training hypohydration was found in more than a half of the rugby players ( $\text{USG}>1.020$ ), but in the study by Lee et al. (2014) the mean pre-training urine osmolality was at  $423\pm 157\text{ mOsmol/kg}$ , which indicates adequate levels of hydration of athletes.

The all season rugby data by O'Hara et al. (2010) also differ from the data obtained in our study yet they are more similar to our findings rather than those of Lee et al. (2014). In the study by O'Hara et al. (2010) the mean air temperature was  $12.1\pm 5.3^\circ\text{C}$  and the relative humidity was  $70.5\pm 11.4\%$ . They

found that on average  $1.28 \pm 0.7$  kg of the pre-training body mass were lost during the game which indicates dehydration at about 1.3%. There was a greater mean fluid uptake during the game –  $1.64 \pm 0.5$  L, but the loss of sweat was  $2.0 \pm 0.7$  L, which is greater than in our study ( $+10^\circ\text{C}$ , the relative humidity of 65%) as the mean sweat rate for the rugby players tested in our study was  $0.83 \pm 0.23$  L/h and the mean fluid intake was  $0.167 \pm 0.025$  L, but during warm weather (air temperature  $+27^\circ\text{C}$ , the relative humidity of 35%), the sweat rate was  $0.77 \pm 0.22$  L/h and the mean fluid intake during the two hours workout was  $1.170 \pm 0.300$  L. Both the fluid intake and the sweat rate were smaller for our rugby players which suggest less of a workload during trainings.

O'Hara et al. (2010) found a greater pre-exercise fluid intake by rugby players as they anticipated a large fluid loss during the workout. Both the sweat rate and the fluid uptake during training varied along with different environmental temperatures and relative humidity.

The urine results in the O'Hara et al. (2010) study were also superior to results obtained in our study. The urine osmolality was determined as athletes arrived to the stadium, before the game, during the half-time break and after the game. The results were  $396 \pm 252$  mOsmol/kg,  $237 \pm 177$  mOsmol/kg,  $315 \pm 133$  mOsmol/kg and  $489 \pm 150$  mOsmol/kg, respectively. All these data correspond to norm. The mean pre-training urine osmolality of rugby players determined in a study by Jones, O'Hara, Till and King (2015) was  $423 \pm 157$  mOsm/kg, which also suggests an adequate hydration of the players.

Aldridge, Baker, Davies (2005) tested the influence of hypohydration on the aerobic workload capacity of rugby players during a moderate environment ( $20^\circ\text{C}$ ). They found statistically significant heart rate differences between euhydrated and hypohydrated rugby players ( $78.4 \pm 12$  and  $84.9 \pm 9.4$  beats per minute, respectively), and these differences increased during a 30 minutes long cycle ergometry testing and increased up to  $115.6 \pm 12.4$  beats per minute in euhydrated and  $123.8 \pm 12.9$  beats per minute in hypohydrated rugby players ( $p < 0.01$ ) on the 30th minute of testing.

Perrella et al. (2005) found dehydration and the mean post-training body mass loss of  $1.5 \pm 0.7\%$ , which was enough to provoke the thirst sensation. Such large mean body mass differences were not found in the rugby players tested in our study neither in spring nor in summer hence it possible that there was no additional stimulation to the thirst sensation in these athletes that would urge them to increase their fluid intake.

Hamouti et al. (2010) studied rugby players and runners and found rugby players to have a higher mean urine specific gravity ( $1.021 \pm 0.002$ ) than runners ( $1.016 \pm 0.001$ ), as well as urine osmolality for rugby players ( $702 \pm 56$  mOsm/kg) and runners ( $554 \pm 41$  mOsm/kg), the concentration of urea in the blood for rugby players ( $405 \pm 36$  m mol/L) and runners ( $302 \pm 23$  m mol/L) and the concentration of uric acid in the blood for rugby players ( $2.7 \pm 0.3$  m mol/L), and runners ( $1.7 \pm 0.2$  m mol/L) were all significantly higher ( $p < 0.05$ ) in case of rugby

players. Based on the urine specific gravity, 56% of rugby players could be considered hypohydrated despite the adequate blood serum osmolality. There was a moderate correlation ( $r=0.47$ ,  $p=0.04$ ) between the muscle mass and the metabolites of urine proteins suggesting that athletes with greater muscle mass could be faulty mistaken as hypohydrated if the urine specific gravity was used as a criterion.

In accordance with data by Casa et al. (2000), USG values at 1.021-1.030 can indicate hypohydration with the loss of 3-5% of the initial body mass and Shirreffs (2010) has suggested trying to limit the dehydration of football players under 2% of the body mass so that the performance is not reduced. If these presumptions are valid, football players who were found to be hypohydrated before the training showed a suboptimal performance during the whole training. The negative influence of the pre-training hypohydration has been acknowledged by previous studies showing that football players are unable to compensate the loss of fluid by the fluid consumption during training neither in a warm (Duffield, McCall, Coutts, Peiffer, 2012; Da Silva et al., 2012), nor in a cold (Maughan et al., 2005) environment. As mentioned previously, there is no golden standard for a precise estimation of body hydration status, as the assessment can be difficult (Armstrong, 2007). Nevertheless, the urine specific gravity is considered to be a good indicator (Armstrong et al., 2010; Bartok, Schoeller, Sullivan, Clark, Landry, 2004; National Collegiate Athletic Association, 2003; Oppliger, Bartok, 2002; Sawka et al., 2007) and is used frequently in outdoor sports as well as in sports medicine and sports science for both practical and scientific purposes (Osterberg et al., 2009; Da Silva et al., 2012; Stover et al., 2006 a,b; Volpe et al., 2009). Urine specific gravity values  $\leq 1.020$  are considered as an indicator of euhydration but USG values  $>1.020$  are considered to indicate hypohydration (National Collegiate Athletic Association, 2003; Oppliger, Bartok, 2002; Popowski et al., 2001; Sawka et al., 2007). NATA (National athletic training association) employs a more detailed classification, that differentiates a good euhydration (USG  $<1.010$ ), a minimal (USG 1.010-1.020), a substantial (USG 1.021-1.030) and a severe (USG  $>1.030$ ) body hypohydration (Casa et al., 2000).

In this paper the following scale was employed: USG $<1.020$  – euhydration, USG 1.020-1.029 – a mild hypohydration and USG $\geq 1.030$  indicated a serious hypohydration.

The results obtained in this paper show that fluid intake, based only on the thirst sensation, does not ensure the pre-training euhydration of athletes. To achieve a state of good body hydration (USG $<1.010$  as classified by NATA) athletes have to start consuming fluid in accordance to a certain plan as early as 24 hours before the training or competition.

The above mentioned factors render the need for future studies in order to specify the individual plans of fluid consumption by taking into account the sweating rate of athletes, their nutritional habits and other parameters.

## Conclusions

1. Determining athletes' hydration state in field conditions, it was established that 46-67% of athletes were hypohydrated before the training and it did not depend on environmental temperature and players' position in field. It was indicated by:

a) In comfort and reduced environmental temperature conditions 30 of 57 (53%) soccer players were mildly hypohydrated (USG 1.020-1.029), three soccer players were seriously hypohydrated (USG $\geq$ 1.030) before the training. In 37 of 57 (65%) soccer players' urine osmolality was above 700mOsm/kg. In reduced environmental temperature conditions 18 of 28 (64%) soccer players were mildly hypohydrated (USG 1.020-1.029), one soccer player was seriously hypohydrated (USG $\geq$ 1.030) before the training. In 20 of 28 (71%) soccer players' urine osmolality was above 700mOsm/kg.

b) In reduced environmental temperature conditions 15 of 27 (55%) ice hockey players were mildly hypohydrated (USG 1.020-1.029), three ice hockey players were seriously hypohydrated (USG $\geq$ 1.030) before the training.

c) In reduced environmental temperature conditions 46% of rugby players were hypohydrated, but in elevated environmental temperature conditions – 62% of rugby players were hypohydrated before the training.

2. Determining athletes' hydration state in field conditions before the training, by urine specific gravity values, it was established that average urine specific gravity did not depend on environmental temperature. It was indicated by:

a) average urine specific gravity for higher league soccer players in comfort and reduced environmental temperature conditions before the training was  $1.020\pm 0.008$ , but in reduced environmental temperature conditions –  $1.021\pm 0.005$ , the difference was not statistically significant ( $p>0.05$ );

b) average urine specific gravity for ice hockey players in reduced environmental temperature conditions before the training was  $1.022\pm 0.008$ ;

c) average urine specific gravity for Latvian national rugby team players in reduced environmental temperature conditions before the training was  $1.019\pm 0.008$ , but in elevated environmental temperature conditions –  $1.021\pm 0.005$ , the difference was not statistically significant ( $p>0.05$ ).

3. Determining athletes' hydration state in field conditions it was established that 85-92% of athletes were hypohydrated after the training and it did not depend on players' position in the field. It was indicated by:

a) in reduced environmental temperature conditions 17 of 28 (61%) soccer players were mildly hypohydrated (USG 1.020-1.029), eight of 28 (29%) soccer players were seriously hypohydrated (USG $\geq$ 1.030) after the training. In 25 of 28 (89%) soccer players' urine osmolality was above 700mOsm/kg. In both soccer teams in reduced environmental temperature conditions the body mass reduction by 2% was determined in three soccer players of 28 or 11%, but reduction by 1% – ten of 22 players or 36% that is the evidence about changes in hydration state;

b) in reduced environmental temperature conditions 18 of 27 (66%) ice hockey players were hypohydrated and seven of 27 (26%) ice hockey players were seriously hypohydrated after the training. Body mass reduction greater than 1% was determined in 15 of 28 or 54% of ice hockey players, but body mass reduction greater than 2% was determined in one ice hockey player or 7%, that is the evidence about changes in hydration state;

c) in reduced environmental temperature conditions 10 of 13 rugby players or 77% and in elevated environmental temperature conditions 10 of 13 rugby players or 77% were mildly hypohydrated and two of 26 (8%) rugby players were seriously hypohydrated. In reduced environmental temperature conditions body mass reduction greater than 1% was determined in eight of 13 (or 62%) rugby players that is evidence about changes in hydration state. Body mass reduction greater than 2% was determined in two of 13 (or 15%) rugby players. In elevated environmental temperature conditions body mass reduction was not greater than 1% of pre-training body mass in any of rugby players.

4. The correlation between urine specific gravity before and after training was significantly medium strong to strong ( $r = 0.64-0.92$ ,  $p < 0.001$ ). That proves, that starting the training in hypohydrated state, a player's hydration during the training and at the end of it most likely will become worse and fluid intake during the training based only on thirst sensation will not compensate fluid loss and the worsening of the hydration state.

5. Determining volume of fluid which must be consumed before the training in order to ensure body euhydration, and has to be calculated on the basis of the body mass of every individual player and during 24 hours before the training or the game, 6ml of water per 1 kg of body mass must be consumed every 2.5 hours. During the training or game 0.9% sodium chloride solution must be

consumed according to the intensity of perspiration in the previous training but not more than 1 L/h in order to ensure more water in the blood circulatory system and compensate the loss of sodium caused by the perspiration process. After the training 0.9% sodium chloride solution with addition of glucose (30-50 g/L) must be consumed in volumes which equal to 125-150% from the reduction of the body mass lost during the workout.

The hypothesis „if athletes start trainings hypohydrated, determining athletes' hydration state with field methods in training conditions, then influenced by training hypohydration will deepen, but if athlete is euhydrated before the training and close to hypohydration state than influenced by training athlete's hydration state will change from euhydrated to hypohydrated” was proved.

## List of scientific publications

### ARTICLES PUBLISHED IN PER-REVIEWED SCIENTIFIC EDITIONS

1. Ozolina L., Pontaga I. *Estimation of body hydration level in football players before training*. 4<sup>th</sup> International Conference „Physical Activity and Sport at University 2012” Conference Proceedings. Kaunas University of Technology. 2012, Kaunas, Lithuania, P. 56–58.
2. Ozoliņa L., Pontaga I., Strēle M. *Body hydration degree changes during training in football players in winter conditions*. LASE Journal of Sport Science, 2013, Vol.4, No.2, P. 139-146. The publication is included in the database of scientific publications „Index Copernicus”, it is available on the Internet: [http://journal.lspa.lv/images/2013/journal/4\\_2/1ozolina.pdf](http://journal.lspa.lv/images/2013/journal/4_2/1ozolina.pdf)
3. Ozoliņa L., Pontaga I., Ķīsis I. *Amateur and professional ice hockey player hydration status and urine specific gravity values before and after training in winter conditions*. LASE Journal of Sport Science, 2014, Vol.5, No.2, P.55-63. The publication is included in the database of scientific publications “Index Copernicus”, it is available on the Internet <http://journal.lspa.lv/index.php/2014-12-29-19-07-21/original-paper-2014-5-2>
4. Pontaga I., Ozoliņa L. *Urine specific gravity as an indicator of level of body hydration of athletes*. Scientific Writings of RTU. Humanitarian and Social Sciences, 2014, Series 8, Volume 22, p. 98-103. The publication is included in EBSCO, CSA/ProQuest, VINYTY data basis, it is available on the Internet – link: <https://ortus.rtu.lv/science/lv/volume/18695> p- ISSN 1407-9291; e – ISSN 2255–8543.
5. Voitkevica L. Pontaga I., Timpmann S., Ööpik V. *Pre-training hydration status of well-trained soccer players in moderate temperature autumn and cool winter*. Journal: Education. Physical Training. Sport. Baltic Journal of Sport and Health Sciences (Kaunas, Lithuania), 2015, Vol.4 (95). P.57-63. Indexed in Central and Eastern European Academic Source (EBSCO), IndexCopernicus, SPORTDiscus with Full Text (EBSCO). It is available on the Internet: [http://www.lsu.lt/sites/default/files/dokumentai/baltic\\_journal\\_of\\_sports\\_a4\\_2014\\_12\\_30.pdf](http://www.lsu.lt/sites/default/files/dokumentai/baltic_journal_of_sports_a4_2014_12_30.pdf)



## ABSTRACTS IN SCIENTIFIC CONFERENCES

1. Pontaga I., Ozolina L. *Estimation of athletes' body hydration degree in dependence on sports specialization*. VII International Baltic Sports Medicine Congress, 2011. Riga, Latvia, P.33.
2. Pontaga I., Ozolina L. *Urine specific gravity as a measure of hydration level in athletes' body*. Digest publication of Riga Technical University 53<sup>rd</sup> International Scientific Conference dedicated to the 150<sup>th</sup> anniversary and the 1<sup>st</sup> Congress of World Engineers and Riga Polytechnical Institute/ RTU Alumni. 2012, Riga, Latvia. P.329.
3. Ozolina L., Pontaga I. *Football player body hydration level changes during training in winter*. Abstracts of 6<sup>th</sup> Baltic Scientific Conference "Sport Science for Sustainable Society" (ed. Grants J.), 2013, Riga, Latvia. P.60-61.
4. Ozolina L., Pontaga I., Strele. *Ice hockey players body hydration state before and after training in winter season*. Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis (Abstracts of the 7th Conference of Baltic Society of Sport Sciences, May 7–9, 2014), 2014, Vol.20, Supplement, P.43.
5. Ozolina L., Kiitam U., Pontaga I., Timpmann S., Strele M., Ereline J., Unt E., Oopik V. *Pre-practice hydration status in soccer players training in cool environment*. Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis (Abstracts of the 7th Conference of Baltic Society of Sport Sciences, May 7–9, 2014), 2014, Vol.20, Supplement, P.138.
6. L.Voitkevica, I.Pontaga. *PRE- AND POST-TRAINING BODY HYDRATION IN WELL TRAINED SOCCER, ICE HOCKEY AND RUGBY PLAYERS*. 8th conference of BSSS Vilnius, Lithuania, 23rd-24th April, 2015, 8th conference of BSSS „Sport science for sports practice and teacher's training" ABSTRACTS, p.65-66

## PRESENTATIONS IN SCIENTIFIC CONFERENCES

1. **Latvian Academy of Sports Education 90<sup>th</sup> anniversary International Scientific Conference in Sport Science. 5<sup>th</sup> September 2011, Riga, Latvia.** Poster presentation: Lilita Ozoliņa, "*Urine specific gravity influencing factors. Possible application in sport*"
2. **4<sup>th</sup> LASE master and PhD student conference march 15<sup>th</sup> 2012, Riga, Latvia.** Poster presentation: Lilita Ozoliņa, "*Nutrition of Athletes' and it influence on urine specific gravity and body hydration level*"
3. **Riga Technical University 53<sup>rd</sup> International Scientific Conference** 11–12 October 2012, Riga, Latvia. Dedicated to the 150<sup>th</sup> Anniversary and The 1<sup>st</sup> Congress of World Engineers and Riga Polytechnical Institute. Oral presentation: Ozoliņa Lilita, Pontaga Inese, "*Urine Specific Gravity as a Measure of Hydration Level in Athletes' Body*"

4. **4<sup>th</sup> International Conference “Physical Activity and Sport in University 2012” October 12, 2012, Kaunas, Lithuania.** Oral presentation: Lilita Ozoliņa, Inese Pontaga „*Estimation of body hydration level in football players before training*”
5. **5<sup>th</sup> LASE master and PhD student conference March 14<sup>th</sup>, 2012, Riga, Latvia.** Oral presentation: Lilita Ozoliņa, „*Football player body hydration level changes during training in winter*”
6. **6<sup>th</sup> Baltic Science Conference SPORT SCIENCE FOR SUSTAINABLE SOCIETY April 23-25, 2013, Riga, Latvia.** Oral presentation: Lilita Ozoliņa, Inese Pontaga, „*Football player Body Hydration Level Changes during Training in winter*”.
7. **54<sup>th</sup> International conference of RTU, October 14<sup>th</sup>, 2013, Riga.** Oral presentation: Lilita Ozoliņa, Inese Pontaga, „*Fluid loss during training in different kinds of sport*”
8. **LASE 6<sup>th</sup> International scientific conference of master and PhD students “Theory and practice in sport science” 27.03.2014., Riga.** Oral presentation: Lilita Ozoliņa, Inese Pontaga, „*Football Players' Hydration Status and USG Values Before Training in Summer and Winter Period*”
9. **LASE International scientific conference, April 17<sup>th</sup>, 2014, Riga.** Oral presentation: Lilita Ozoliņa, Inese Pontaga “*Amateur and Professional ice hockey players' hydration status and USG values before and after training in winter period*”
10. **7<sup>th</sup> conference of BSSS Tartu, Estonia 8<sup>th</sup>-9<sup>th</sup> May 2014.** Oral presentation: Lilita Ozoliņa, Inese Pontaga, Madara Strēle “*Ice hockey players' body hydration state before and after training in winter season*”
11. **7<sup>th</sup> conference of BSSS Tartu, Estonia 8<sup>th</sup>-9<sup>th</sup> May 2014., Poster presentation:** L.Ozolina, U.Kiitam, I.Pontaga, S.Timpman, M.Strele, J.Ereline,E. Unt, V.Ööpik. “*Pre-practice hydration status in soccer players training in a cool environment*”
12. **55<sup>th</sup> International conference of RTU, October 14-16<sup>th</sup>, 2014, Riga, Latvia.** Oral presentation: L.Voitkeviča, I.Pontaga. „*Rugby player's before and after practice body hydration status in cold weather*”.
13. **LSPA starptautiskā zinātniskā konference 24.03.2015, Rīga, Latvija.** Mutiskais referāts Inese Pontaga, Lilita Voitkeviča „*Urīna īpatnējais svars kā organisma hidratācijas rādītājs*”
14. **8<sup>th</sup> conference of BSSS „Sport science for sports practice and teacher's training”. Vilnius, Lithuania, 23rd-24<sup>th</sup> April, 2015,** Oral presentation L.Voitkevica, I.Pontaga „*PRE- AND POST-TRAINING BODY HYDRATION IN WELL TRAINED SOCCER, ICE HOCKEY AND RUGBY PLAYERS*”. Winner of Young scientist contest in section „**Sport's physiology, biochemistry, medicine**”.

## Scientific biography – CV

### PERSONAL DATA

*First name, family name Lilita Voitkeviča (born Ozoliņa)*

*Birth date 20.11.1986*

*Contact information (write the preferable):*

*declared address:* Ikšķiles street 2-69

*e-mail:* lilita.ozolina@lspa.lv, lility20042004@inbox.lv

*phone number:* +371 27726809

### EDUCATION

**2011 - 2015** LASE, PhD studies in Sport Science

**2008 - 2010** University of Latvia (LU), Faculty of Biology, Master degree studies, Nature science Master in biology (specialization in human and animal physiology)

**2005 - 2008** LU, Faculty of Biology, Bachelor degree studies, Nature science Bachelor in biology

**2001 - 2005** Riga Secondary School No. 62, completed secondary education

### SCIENTIFIC RESEARCH WORK *(last 6 years):*

#### ***1. Leading or participation in international projects:***

Research bilateral agreement for Academic Years 2012/2013-2014/2015 between University of Tartu (Faculty of Exercises and Sport sciences, supervisor Vahur Oopik) and Latvian Academy of sports Education (Supervisor Inese Pontaga), Title of research Project „Determination of Athletes Body Hydration Degree and its Effects on Performance”.

Promocijas darba kopsavilkums

Latvijas Sporta pedagoģijas akadēmija  
Latviešu un angļu valodā  
Rīga –2015

© Voitkeviča, 2015

Darbs tiek publicēts ar LSPA prorektora atļauju 2015.gada 1.jūnijā  
Par izdevumu atbild L.Voitkeviča

---

Parakstīts iespiešanai 01.06. 2015.  
4.9 iesp.loksnes. Metiens 50 eks. Pasūtījums Nr. 11  
Iespiests Latvijas Sporta pedagoģijas akadēmijā  
Brīvības gatvē 333, Rīga, LV - 1006