



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

Kestävyyuskunnan merkitys palloilulajeissa

Walteri Viitanen, LitM

Fysiikkavalmentaja Tappara U20 ja U18 SM-joukkueet

walteri.viitanen@tappara.fi



Aerobisen kunnon vaikutus toistuvaan sprinttiluistelukykyyn, simuloidun jääkiekko-ottelun aikaiseen liikkumiseen sekä ottelun jälkeiseen fyysisen suorituskyvyn pitkäaikaiseen palautumiseen



Tekijät

Viitanen, Waltteri

Päivämäärä

2022

Oppiaine

Valmennus- ja testausoppi Science in Sport Coaching and Fitness Testing

Katso/Avaa

1.2 Mb

<https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/82074/URN%3aNBN%3afi%3ajyu-202206293677.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

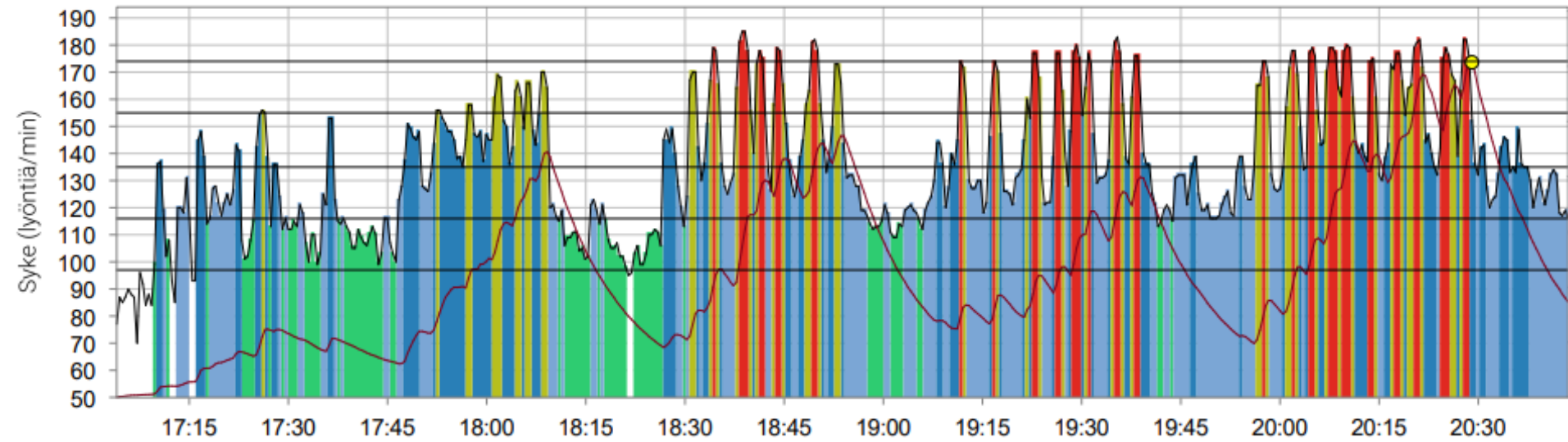


Johdanto

- Riittävä fyysinen kuntotaso → Teknisten ja taktisten taitojen laadukas toteuttaminen kilpailutilanteissa (Bangsbo 2015)
- Joukkuepalloilulajeissa olennaista kyky toistaa lyhyitä ja maksimaalisia työjaksoja lyhyehköillä palautuksilla → aerobinen sekä anaerobinen kapasiteetti (Girard ym. 2011; Phomsoupha ym. 2018)
- Viime vuosina aerobisen kunnon merkitystä on voimakkaasti painotettu palloilulajeissa → otteluiden aikainen fyysinen suorituskyky sekä palautuminen



Johdanto: Kestävyyden tarve palloilussa?



- Lajikuormitus: toistuvat korkeatehoiset työjaksot
- Yksittäisen ottelutapahtuman kesto
- Ottelumäärät ja ottelutahti → NHL: 82 + mahd. 28 playoffs ottelua 60 päivän aikana (Neeld 2018)
- + Laji- ja fysiikkaharjoittelu

1) Aerobinen kunto ja toistuva sprinttikyky (RSA)



- Repeated sprint ability (RSA) = Maksimaalisten tai lähes maksimaalisten (≤ 10 s) työjaksojen toistaminen lyhyillä palautuksilla (Girard ym. 2011; Phomsoupha ym. 2018)
- RSA:n fysiologinen riippuvuus hapensaannista osoitettu tutkimuksissa (Balsom ym. 1994a; Balsom ym. 1994b; Quistorff ym. 1993)
- Aerobisen kapasiteetin merkityksen suuruus kuitenkin edelleen kiistanalainen → lajispesifit RSA-testit!



Aerobisen kapasiteetin ja RSA:n yhteys

- ✓ McNeely et al. (2010), ice hockey
- ✓ Stanula et al. (2014), ice hockey
- ✓ Peterson et al. (2015), ice hockey
- ✓ Lowery et al. (2018), ice hockey
- ✓ Sanders et al. (2017), football
- ✓ Daneshfar et al. (2018), handball
- ✓ Archiza et al. (2020), football
- Wadley & Rossignol (1998), Aust. Football
- Bishop et al. (2003), ice hockey
- Edge et al. (2006), women athletes
- Aziz et al. (2007), football
- Carey et al. (2007), ice hockey
- Dardouri et al. (2014), team athletes

• Rodríguez-Fernández ym. (2019):

→ 45 jalkapalloilijaa jaettiin kahteen ryhmään, rajana 60 ml/kg/min

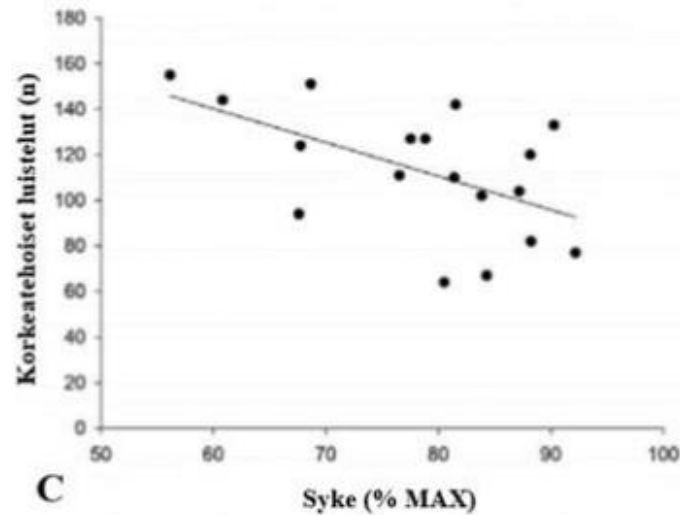
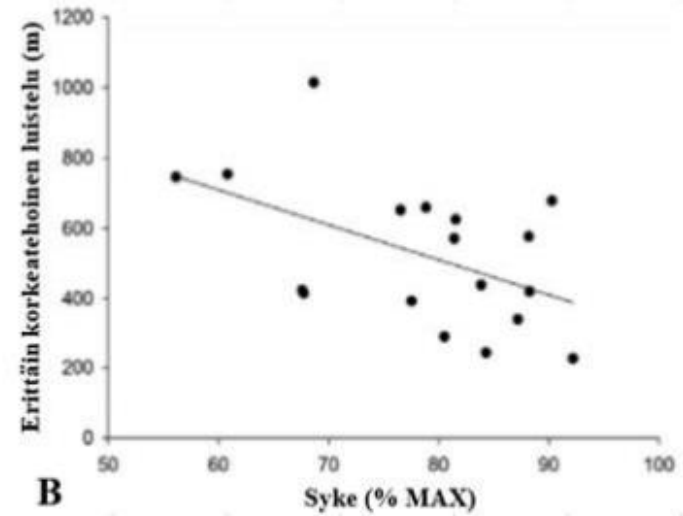
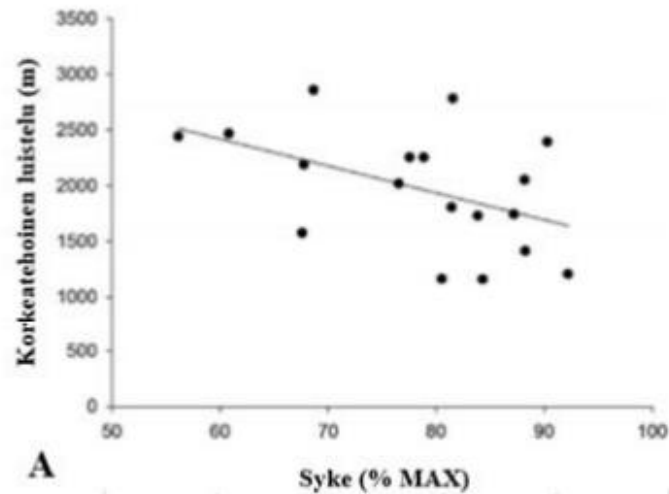
→ Ei eroja RSA:ssa ja merkitsevä yhteys vain alhaisemmassa VO₂max ryhmässä

→ Tarvitaan riittävä aerobinen kapasiteetti, jonka ylittäminen ei tuo enää lisähyötyjä?

2) Aerobinen kunto ja otteluiden aikainen liikkuminen



- Liikkumisen määrä ja intensiteetti laskee usein otteluiden loppua kohti (Bueno ym. 2014; Lignell ym. 2018; Rampinini ym. 2009)
- VO₂max:n havaittu olevan yhteydessä liikkumiseen otteluissa (Lignell ym. 2018; Narazaki ym. 2009) ja kestävyysuorituskyvyn osoitettu olevan yhteydessä sprinttijuoksun määrään ottelun lopussa (Rebelo ym. 2014)
- Toisaalta Rebelon ym. (2014) tutkimuksessa pelkkä VO₂ max ei korreloinut liikkumismuuttujien kanssa



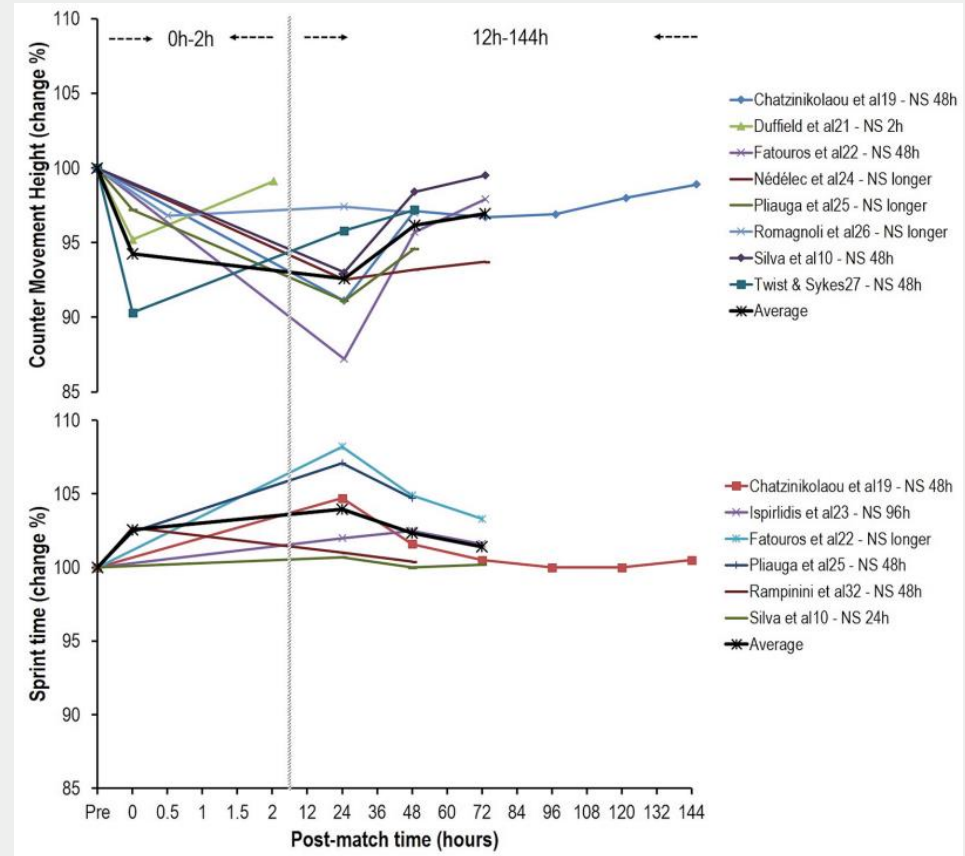
KUVA 4. Submaksimaalisen Yo-Yo IR1-testin päättymishetken sykkeen (% MAX) yhteys korkeatehoisesti (A) ja erittäin korkeatehoisesti (B) luisteltuun matkaan sekä korkeatehoisten luistelupyrähdysten lukumäärään (C) NHL-ottelun aikana (mukailtu Lignell ym. 2018).

Liikkuminen otteluiden aikana	Suorituskyky kenttätesteissä		
Black ym. (2017)	Yo-Yo IR1		
Korkeatehoinen juoksumatka (m, > 4,15 m/s)	r = 0.49		
Castagna ym. (2010)	Yo-Yo IR1	MSFT	Hoff
Kokonaismatka (m)		r = 0.62	
Korkeatehoinen juoksumatka (m, > 13 km/h)	r = 0.73	r = 0.75	
Sprinttijuoksumatka (m, > 18 km/h)	r = 0.76	r = 0.72	r = 0.70
Rebelo ym. (2014)	Yo-Yo IR1	Yo-Yo IE2	
Korkeatehoinen juoksumatka (m, > 13 km/h)	r = 0.56	r = 0.57	
Sprinttijuoksumatka (m, > 18 km/h)	r = 0.63		
Sprinttijuoksu ottelun lopussa (% ajasta)	r = 0.63		
Redkva ym. (2018)	YET		
Kokonaismatka (m)	r = 0.72		
Korkeatehoiset pyrähdykset (15.9–24 km/h)	r = 0.78		
Sprintit (> 24 km/h)	r = 0.88		
Dal Pupo ym. (2020)	FIET	MST	
Kokonaismatka (m/min)	r = 0.85		
Korkeatehoinen juoksu (18.1–25 km/h) (% kokonaismatkasta)	r = 0.60	r = -0.70	
Sprinttijuoksu (% kokonaismatkasta) (> 25.1 km/h)		r = -0.69	



3) Palautuminen otteluista

- Pitkäaikainen palautuminen = palautuminen harjoitusten tai kilpailuiden välillä (Bishop ym. 2008), johon vaikuttaa useat tekijät
- Keskeistä on etenkin yksilöllinen kuormittuminen ottelussa:
ammattilaisjalkapalloilijoilla havaittu ottelun jälkeisten päivien suorituskyvyn heikkenemisen korreloivan ottelun aikaisten suunnanmuutosten ja sprinttien lukumäärän kanssa (Nédélec ym. 2014)



Doeven ym. (2018)

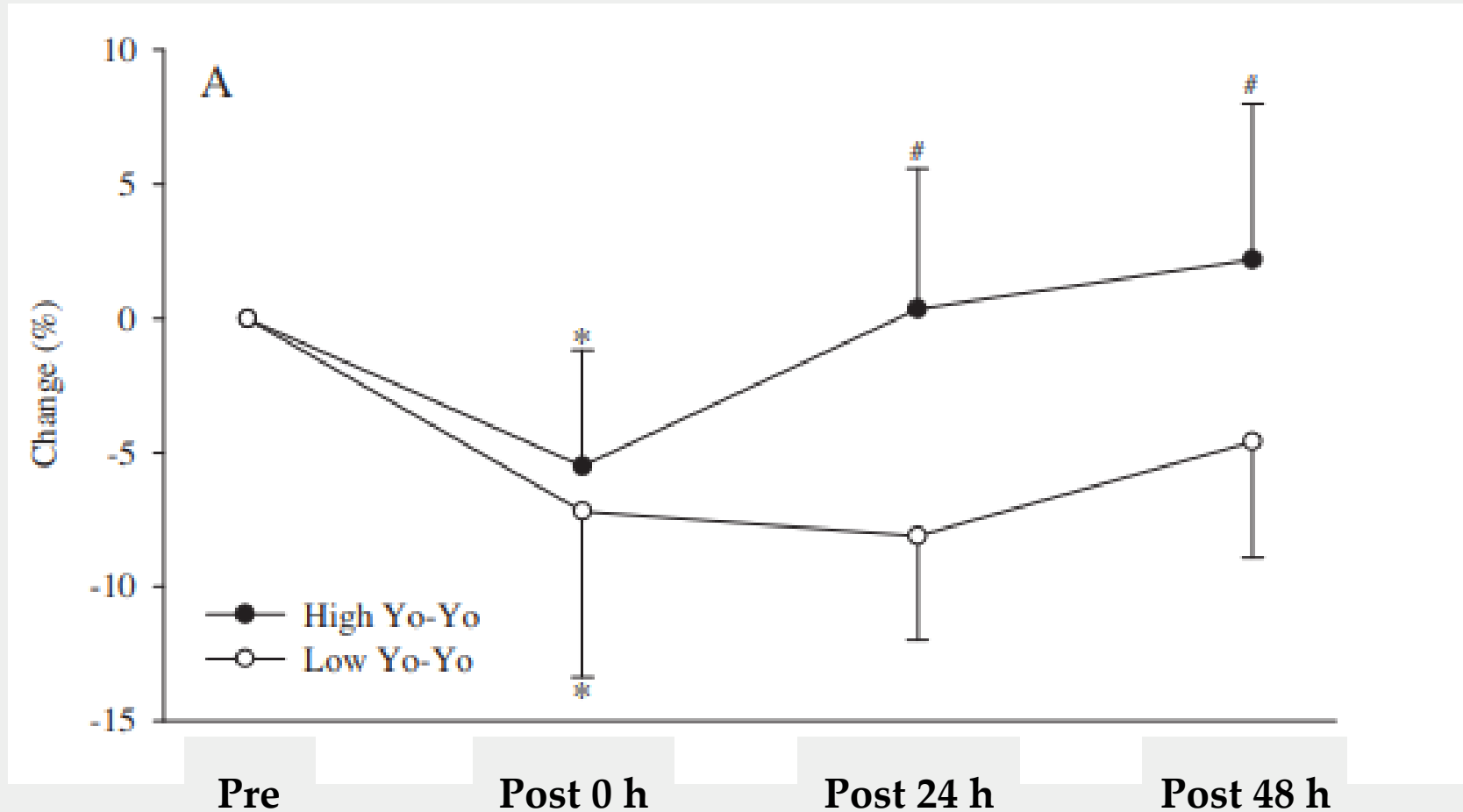


Aerobisen kunnon merkitys palautumisessa?

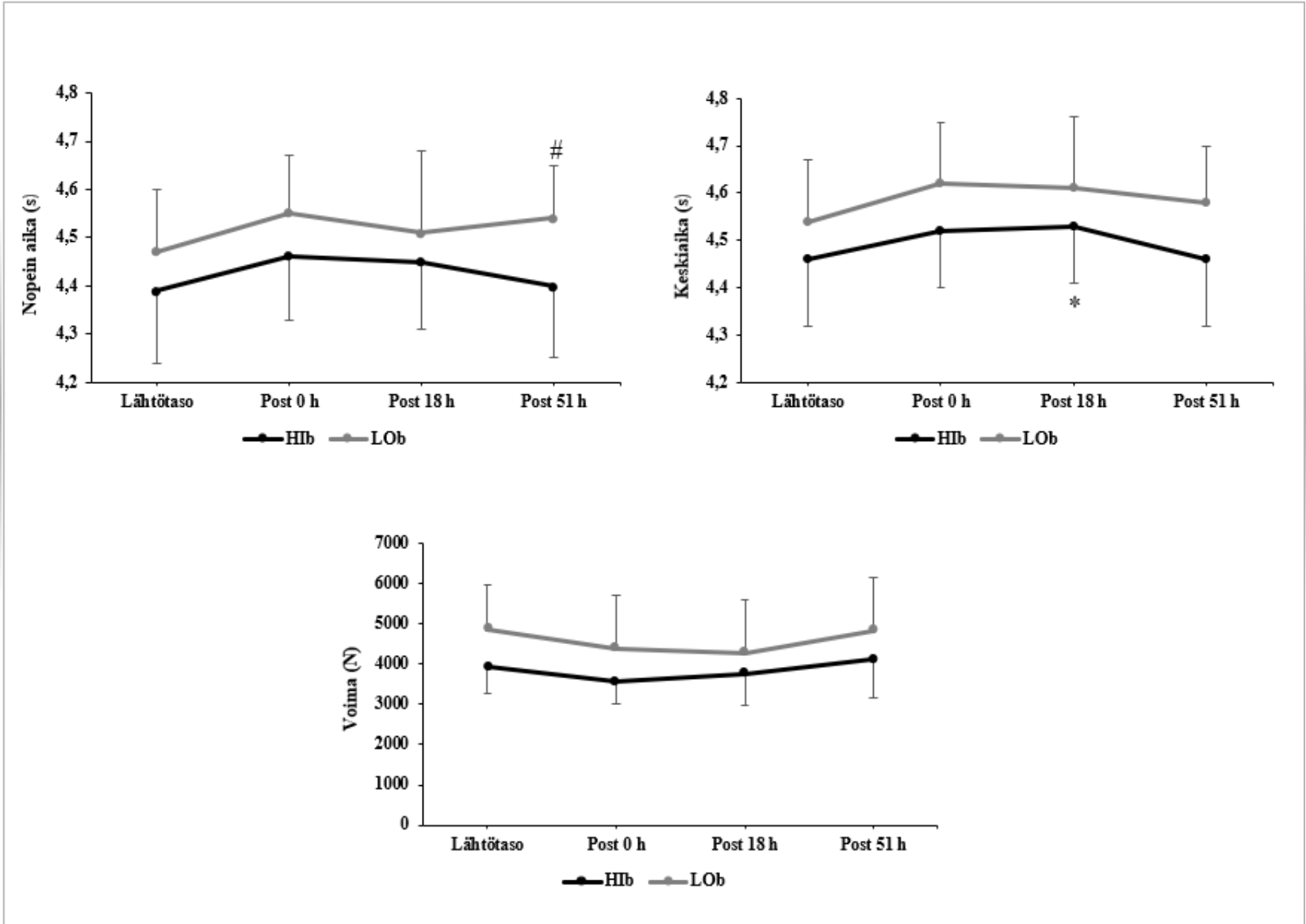
- Tutkimuksissa toistaiseksi spekulatiota aiheeseen liittyen (mm. kreatiiniкинаasi kauden aikana, eri sarjatasojen pelaajien vertailu)
- Johnston ym. (2015): palautuminen rugby league -ottelun jälkeen suhteessa aerobiseen kestävyys suorituskykyyn



Aerobisen kunnon merkitys palautumisessa?



Oma gradu: fyysisen suorituskyvyn palautuminen simuloidun jääkiekko-ottelun jälkeen





Kestävyyden osatekijöistä

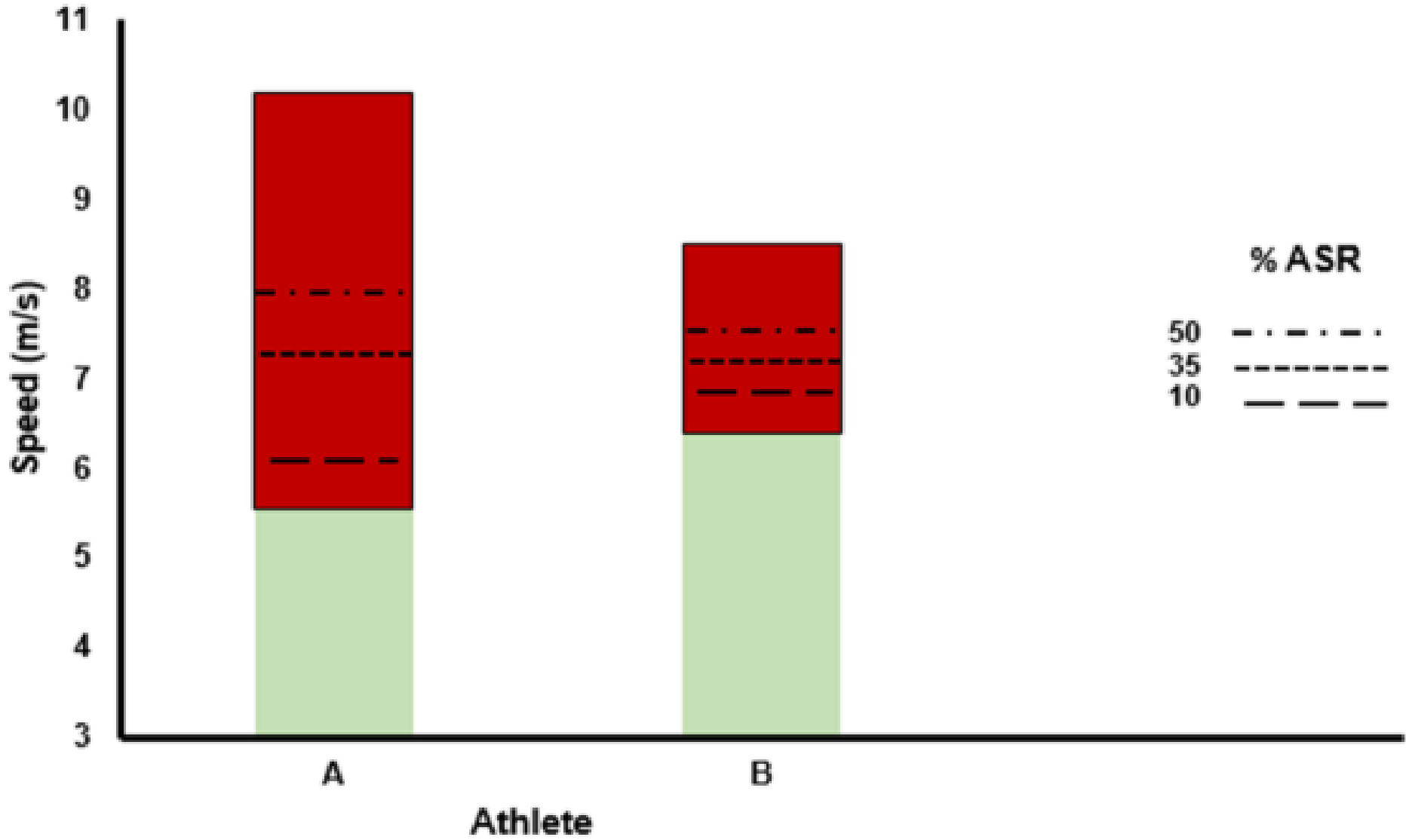
- Maksimaalisen aerobisen energiantuottokyvyn ja pitkäaikaisen aerobisen kestävyuden lisäksi kestävyyttä määrittää myös:
- **Suorituksen taloudellisuus!**
- **Hermolihasjärjestelmän tehontuottokyky!**

(Basset & Howley 2000; Joyner & Coyle 2008; Paavolainen ym. 1999)



Anaerobinen nopeusreservi (ASR / APR)

- ASR / APR = Maksimaalinen sprinttinopeus tai teho – VO₂max vastaava nopeus tai teho (MAS / MAP)
 - / **Se, kuinka iso osuus reservistä käytetään**, vaikuttaisi olevan hyvin keskeinen kestävyyttä selittävä tekijä silloin, kun suorituksen intensiteetti > MAS / MAP (Sandford ym. 2021)
- Blondel ym. (2001): % ASR selitti 69 % ja 88 % havaituista eroista kestävydessä 120 % ja 140 % MAS-nopeuksilla uupumukseen asti suoritetuissa juoksuvedoissa
- Harjoittelussa tärkeää huomioida molemmat osatekijät (Sandford ym. 2021)

b

Hapen kinetiikka



- VO₂ nousunopeus fyysisen kuormituksen alkaessa (Burnley & Jones 2007)
- Havaittu olevan tehokkaampaa kovemman harjoitustaustan ja korkeamman aerobisen kapasiteetin omaavilla urheilijoilla (Bosquet ym. 2007)
- Nuorilla jalkapalloilijoilla korreloi merkitsevästi YoYo-kestävyysjuoksutestin tuloksen, jalkapallo-ottelun aikaisen korkeatehoisen juoksemisen sekä ottelun aikana liikutun matkan kanssa (Doncaster ym. 2016)

Pohdinta: Aerobinen kunto ja RSA



- Kokonaisnäyttö ristiriitainen:
 - / Tutkittavien välisten erojen suuruus
 - / RSA-protokolla
 - Sprinttien määrän merkitys (Thébault ym. 2011)
 - Sprinttien keston merkitys (Lowery ym. 2018; McNeely ym. 2010; Peterson ym. 2015; Stanula ym. 2014)

Pohdinta: Aerobinen kunto ja liikkuminen otteluiden aikana



- Kokonaisnäyttö puoltaa yhteyttä etenkin lajinomaisilla kenttätesteillä!
- Suorissa hapenottokykytesteissä suoritustavan merkitys! → Esim. Durocher ym. (2010)
- Sekoittavat tekijät:
 - / Pelipaikat, pelityylit, lajitaito- ja tekniikka, muut fyysiset ominaisuudet
- Otoskoko! Ihannetilanne: suuri n, sama pelipaikka, useita otteluita

Pohdinta: Aerobinen kunto ja palautuminen



- Palautumisen tarkastelussa olennaista huomioida ennen kaikkea suorituksen aiheuttama sisäinen ja ulkoinen kuormitus!
- Oma gradu: PP-ergometri vs. lajinomainen kestävyystesti → olisiko voinut vaikuttaa palautumistuloksiin?
- Yksilölliset pelityylit ja lajivahvuudet → kuormituksen eroavaisuus!
- Esimerkki gradun simuloidusta ottelusta: täsmälleen sama peliaika, mutta...
 - / Luistelumatka 4364 m vs. 3430 m
 - / Luisteluaika >20km/h: 296 s vs. 97 s



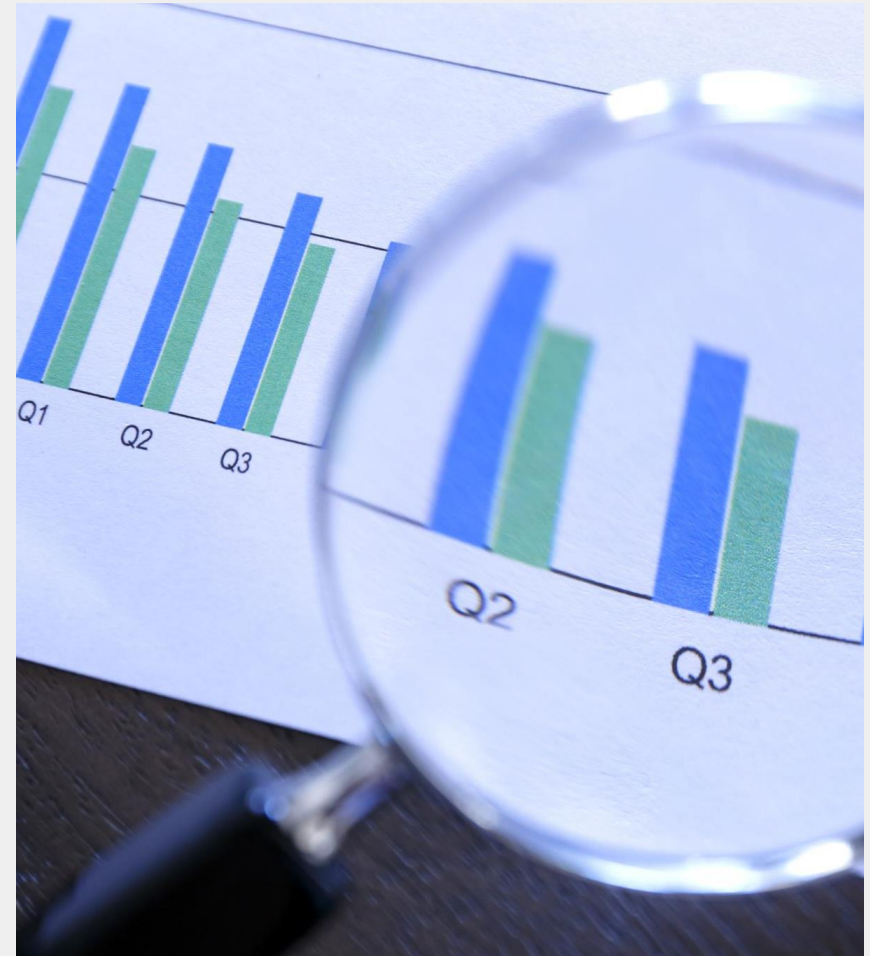
Yhteenveto ja johtopäätökset

- Aerobinen kunto ei välttämättä erottele palloilijoita RSA:ssa, ottelun aikaisessa liikkumisessa eikä palautumisessa, mikäli yksilöiden väliset erot aerobisessa kunnossa ovat vähäisiä
- Tehokkaan aerobisen energia-aineenvaihdunnan edullisuudesta palloilulajeissa kuitenkin runsaasti näyttöä

Yhteenveto ja johtopäätökset



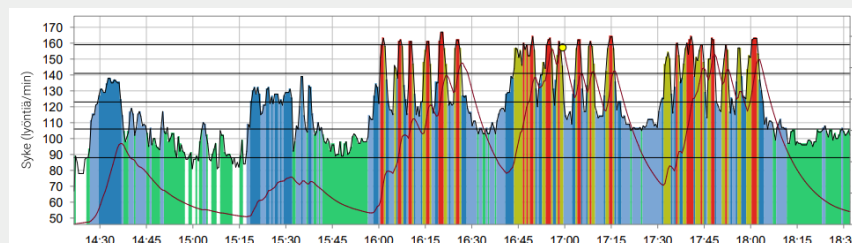
- Aerobisen kunnon merkitystä ei tule väheksyä
- Vaikuttaisi kuitenkin siltä, että jos erot ovat vähäisiä ja lajin kannalta riittävä taso on jo saavutettu, eivät ominaisuudet ole ratkaisevassa asemassa
- Selvitä lajiansalyysiin syventyien tarvittavat tasot ja kyseisen tason saavuttamisen jälkeen maksimoi lajitaitojen sekä muiden fyysisten ominaisuuksien harjoittelu
- Liiallinen aerobiseen kestävyysharjoitteluun panostaminen voi esimerkiksi häiritä nopean voimantuottokyvyn kehittymistä (Wilson ym. 2012)



Tulevaisuuden tutkimustarpeet



- Anaerobisen nopeusreservin merkitys fyysiselle suorituskyvylle eri palloilulajeissa
- Hapen kinetiikka:
 - / Erotteleeko urheilijoiden suorituskykyä vai meneekö pitkälti käsi kädessä VO₂max kanssa?
 - / Erialaisten intervalliharjoitusten vaikutukset?
- Submaksimaalisten kestävyysominaisuuksien merkitys ja raja-arvot palloilulajeissa?
- Durabiliteetin / väsymyksen sietokyvyn merkitys? (Maunder ym. 2021)
- Rohkeus uusiin näkökulmiin kestävyysden tutkimisessa intervallityyppisissä lajeissa!





- Archiza, B., Andaku, D. K., Beltrame, T., Libardi, C. A. & Borghi-Silva, A. 2020. The Relationship Between Repeated-Sprint Ability, Aerobic Capacity, and Oxygen Uptake Recovery Kinetics in Female Soccer Athletes, *Journal of Human Kinetics* 75 (1), 115– 126.
- Aziz, A. R., Mukherjee, S., Chia, M. Y. & Teh, K. C. 2007. Relationship between measured maximal oxygen uptake and aerobic endurance performance with running repeated sprint ability in young elite soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 47 (4), 401-407.
- Balsom, P. D., Gaitanos, G. C., Ekblom, B. & Sjödín, B. 1994a. Reduced oxygen availability during high intensity intermittent exercise impairs performance. *Acta Physiologica Scandinavica* 152 (3), 279-285.
- Balsom, P. D., Ekblom, B. & Sjödín, B. 1994b. Enhanced oxygen availability during high intensity intermittent exercise decreases anaerobic metabolite concentrations in blood. *Acta Physiologica Scandinavica* 150 (4), 455–456.
- Bangsbo, J. 2015. Performance in sports - With specific emphasis on the effect of intensified training. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 25 (S4), 88–99
- Bassett, D. R. & Howley, E. T. 2000. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 32 (1), 70–84..
- Bishop, D., Lawrence, S. & Spencer, M. 2003. Predictors of repeated-sprint ability in elite female hockey players. *Journal of Science and Medicine in Sport* 6 (2), 199-209.
- Bishop, P. A., Jones, E. & Woods, A. K. 2008. Recovery From Training: A Brief Review. *Journal of Strength and Conditioning Research* 22 (3), 1015–1024.
- Black, G. M., Gabbett, T. J., Johnston, R. D., Cole, M. H., Naughton, G. & Dawson, B. 2017. The Influence of Physical Qualities on Activity Profiles of Female Australian Football Match Play. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 13 (4), 524- 529.
- Blondel N, Berthoin S, Billat V, Lensele G. Relationship between run times to exhaustion at 90, 100, 120, and 140% of $\dot{V}O_{2max}$ and velocity expressed relatively to critical velocity and maximal velocity. *Int J Sports Med.* 2001;22:27–33.
- Bosquet, L., Duchene, A., Dupont, G., Leger, L. & Carter, H. 2007. $\dot{V}O_2$ Kinetics during Supramaximal Exercise: Relationship with Oxygen Deficit and 800-m Running Performance. *International Journal of Sports Medicine* 28 (6), 518–524.
- Bueno, M., Caetano, F., Pereira, T., Souza, N., Moreira, G., Nakamura, F. Yuzo, Cunha, S. & Moura, F. 2014. Analysis of the distance covered by Brazilian professional futsal players during official matches. *Sports Biomechanics* 13 (3), 230–240.
- Burnley, M. & Jones, A. M. 2007. Oxygen kinetics as a determinant of sports performance. *European Journal of Sport Science* 7 (2), 63–79.
- Carey, D. G., Drake, M. M., Pliego, G. J. & Raymond, R. L. 2007. Do Hockey Players Need Aerobic Fitness? Relation Between $\dot{V}O_{2max}$ and Fatigue During High-Intensity Intermittent Ice Skating. *Journal of Strength and Conditioning research* 21 (3), 963- 966
- Castagna, C., Manzi, V., Impellizzeri, F., Weston, M. & Alvarez, J. C. B. 2010. Relationship Between Endurance Field Tests and Match Performance in Young Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24 (12), 3227-3233.
- Dal Pupo, J., Barth, J., Moura, F. A. & Detanico, D. 2020. Physical capacities related to running performance during simulated matches in young futsal players. *Sport Sciences for Health* 16 (4).
- Daneshfar, A., Gahreman, D. E., Koozehchian, M. S., Amani Shalamzari, S., Hassanzadeh Sablouei, M., Rosemann, T., Knechtle, B. & Nikolaidis, P. T. 2018. Multi Directional Repeated Sprint Is a Valid and Reliable Test for Assessment of Junior Handball Players. *Frontiers in physiology* 9, 317.



- Dardouri, W., Selmi, M. A., Sassi, R. H., Gharbi, Z., Rebhi, A., Yahmed, M. H. & Moalla, W. 2014. Relationship Between Repeated Sprint Performance and both Aerobic and Anaerobic Fitness. *Journal of human kinetics* 40, 139–148.
- Doeven, S. H., Brink, M. S., Kosse, S. J. & Lemmink, K. 2018. Postmatch recovery of physical performance and biochemical markers in team ball sports: a systematic review. *BMJ open sport & exercise medicine* 4 (1), e000264.
- Doncaster, G., Marwood, S., Iga, J. & Unnithan, V. 2016. Influence of oxygen uptake kinetics on physical performance in youth soccer. *European Journal of Applied Physiology* 116 (9), 1781–1794.
- Durocher, J. J., Guisfredi, A. J., Leetun, D. T. & Carter, J. R. 2010. Comparison of on-ice and off-ice graded exercise testing in collegiate hockey players. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 35 (1), 35–39.
- Edge, J., Bishop, D., Hill-Haas, S., Dawson, B. & Goodman, C. 2006. Comparison of muscle buffer capacity and repeated-sprint ability of untrained, endurance-trained and team sport athletes. *European Journal of Applied Physiology* 96 (3), 225–234
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A. & Bishop, D. 2011. Repeated-Sprint Ability — Part I. *Sports Medicine* 41 (8), 673–694.
- Johnston, R. D., Gabbett, T. J., Jenkins, D. G. & Hulin, B. T. 2015. Influence of physical qualities on post-match fatigue in rugby league players. *Journal of Science and Medicine in Sport* 18 (2), 209–213.
- Joyner, M. J. & Coyle, E. F. 2008. Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of Physiology* 586 (1), 35–44.
- Lignell, E., Fransson, D., Krstrup, P. & Mohr, M. 2018. Analysis of high-intensity skating in top-class ice hockey match-play in relation to training status and muscle damage. *Journal of Strength and Conditioning Research* 32 (5), 1303–1310.
- Lowery, M. R., Tomkinson, G. R., Peterson, B. J. & Fitzgerald, J. S. 2018. The relationship between ventilatory threshold and repeated-sprint ability in competitive male ice hockey players. *Journal of Exercise Science & Fitness* 16 (1), 32–36.
- Maunder, E., Seiler, S., Mildenhall, M. J., Kilding, A. E., & Plews, D. J. (2021). The Importance of 'Durability' in the Physiological Profiling of Endurance Athletes. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 51(8), 1619–1628.
- McNeely, E., Millette, S., Brunet, K. & Wilson, K. 2010. VO2 Max And Lactate Recovery Are Related To Repeat Sprint Ability In College Hockey Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24.
- Narazaki, K., Berg, K., Stergiou, N. & Chen, B. 2009. Physiological demands of competitive basketball. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 19 (3), 425–432.
- Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S. & Dupont, G. 2014. The influence of soccer playing actions on the recovery kinetics after a soccer match. *Journal of Strength and Conditioning Research* 28 (6), 1517–1523.
- Neeld, K. 2018. Preparing for the Demands of Professional Hockey. *Strength and Conditioning Journal* 40 (2), 1–16.
- Paavolainen, L., Häkkinen, K., Hämmäläinen, I., Nummela, A. & Rusko, H. 1999. Explosivestrength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *Journal of Applied Physiology* 86 (5), 1527–1533.



- Peterson, B. J., Fitzgerald, J. S., Dietz, C. C., Ziegler, K. S., Ingraham, S. J., Baker, S. E. & Snyder, E. M. 2015. Aerobic Capacity Is Associated With Improved Repeated Shift Performance in Hockey. *Journal of Strength and Conditioning Research* 29 (6), 1465–1472.
- Phomsoupha, M., Berger, Q. & Laffaye, G. 2018. Multiple Repeated Sprint Ability Test for Badminton Players Involving Four Changes of Direction: Validity and Reliability (Part 1). *Journal of Strength and Conditioning Research* 32 (2), 423-431.
- Quistorff, B., Johansen, L. & Sahlin, K. 1993. Absence of phosphocreatine resynthesis in human calf muscle during ischaemic recovery. *Biochemical Journal* 291 (3), 681–686.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J. & Wisløff, U. 2009a. Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport* 12 (1), 227-233.
- Rebelo, A., Brito, J., Seabra, A., Oliveira, J. & Krstrup, P. 2014. Physical match performance of youth football players in relation to physical capacity. *European Journal of Sport Science* 13 (1), 148-156.
- Redkva, P. E., Paes, M. R., Fernandez, R. & da-Silva, S. 2018. Correlation Between Match Performance and Field Tests in Professional Soccer Players. *Journal of Human Kinetics* 62, 213-219.
- Rodríguez-Fernández, A., Sanchez-Sanchez, J., Ramirez-Campillo, R., Nakamura, F. Y., Rodríguez-Marroyo, J. A. & Villa-Vicente, J. G. 2019. Relationship Between Repeated Sprint Ability, Aerobic Capacity, Intermittent Endurance, and Heart Rate Recovery in Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 33 (12), 3406-3413.
- Sanders, G. J., Turner, Z., Boos, B., Peacock, C. A., Peveler, W. & Lipping, A. 2017. Aerobic Capacity is Related to Repeated Sprint Ability with Sprint Distances Less Than 40 Meters. *International journal of exercise science* 10 (2), 197–204.
- Sandford, G. N., Laursen, P. B., & Buchheit, M. 2021. Anaerobic Speed/Power Reserve and Sport Performance: Scientific Basis, Current Applications and Future Directions. *Sports Medicine*
- Stanula, A., Rocznik, R., Maszczyk, A., Pietraszewski, P. & Zajac, A. 2014. The Role of Aerobic Capacity in High-Intensity Intermittent Efforts in Ice-Hockey. *Biology of Sport* 31 (3), 193–199.
- Thébault, N., Léger, L. A. & Passelergue, P. 2011. Repeated-Sprint Ability and Aerobic Fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25 (10), 2857–2865.
- Wadley, G. & Le Rossignol, P. 1998. The relationship between repeated sprint ability and the aerobic and anaerobic energy systems. *Journal of Science and Medicine in Sport* 1 (2), 100-110.
- Wilson, J. M., Marin, P. J., Rhea, M. R., Wilson, S. M., Loenneke, J. P. & Anderson, J. C. 2012. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *Journal of strength and conditioning research* 26 (8), 2293–2307.



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

KIITOS!