KIHU

Jääkiekon tutkimusnäyttöön perustuvat fyysiset lajivaatimukset

Anssi Saari, LitT, CSCS,*D

Science Meets Practice 19.1.2023

Sisältö

KIHU

- Pelin fyysinen analyysi
  - Kuormitus
  - Fysiologia
  - Biomekaniikka
- Loukkaantumisten profilointi
- Fyysisten ominaisuudet
  - Pelilliseen suorituskykyyn vaikuttavat tekijät
  - Ominaisuuksien riittävä taso

Vaihdon kuormitus

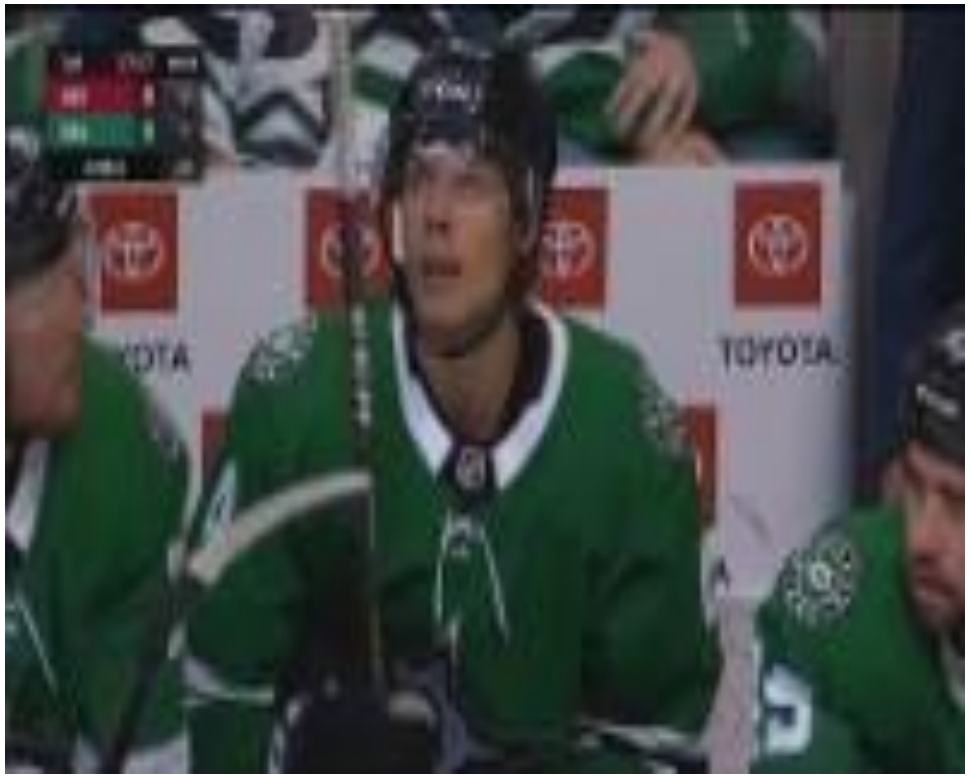
KIHU

Yksittäisellä pelaajalla on 22 ± 5 vaihtoa per ottelu [1]

Mittaus	Keskiarvo (± keskihajonta)
Vaihdon kesto (s)	43 (38 – 48) [1]
Aika vaihtoaitiossa (min)	4.5 (2.9 – 6.1) [2]
Luistelumatka (m)	125 – 139* [3]
Kiihdytykset ≥ 2 $m \cdot s^{-2}$ (toistot)	2,0 (1,7 – 2,4) [3]
Jarrutukset ≤ -2 $m \cdot s^{-2}$ (toistot)	3,3 (2,8 – 3,8) [3]

*2,2 – 2,6 kaukalon pituutta (IIHF kaukalo päädystä päätyyn 59,9 m)

1 Rantanen (2020)
2 Brocherie ym. (2018)
3 Reinikainen (2021)



Youtube:
Miro Heiskanen impresses in second NHL shift
https://www.youtube.com/watch?v=NBdfPm5Zrtg

Kokonaisen pelin kuormitus

KIHU

Mittaus	Keskiarvo (± keskihajonta)
Aktiivinen peliaika (min)	16 (12 – 20)
Luistelumatka (m)	3880 (3053 – 4707)* [1]
Maksimaaliset kiihdytykset (≥ 3 $m \cdot s^{-2}$) (kpl)	9 [2]
Kovan intensiteetin kiihdytykset (2 – 3 $m \cdot s^{-2}$) (kpl)	36 [2]
Maksimaaliset jarrutukset (≤ -3 $m \cdot s^{-2}$) (kpl)	22 [2]
Kovan intensiteetin jarrutukset (≤ -2 – -3 $m \cdot s^{-2}$) (kpl)	50 [2]

*50 – 80 kaukalon pituutta (IIHF kaukalo 59,9 m)

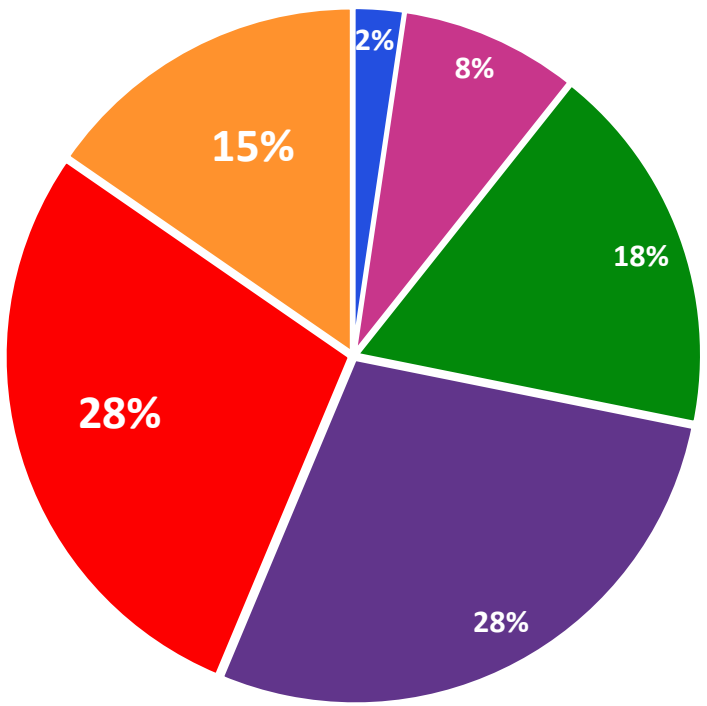
Laji	Kokonaismatka
Jalkapallo	10800 ± 1200 m [3]
Koripallo	4400 – 7600 m [4]
Salibandy	4100 ± 1000 m

1 Rantanen (2020) - Liiga-tasolla; muissa tutkimuksissa mitattu noin 4–6 km
2 Reinikainen (2021) - Liiga
3 Mallo ym. (2015)
4 Stojanović ym. (2018)

Puolustajilla määrä – Hyökkääjillä intensiteetti

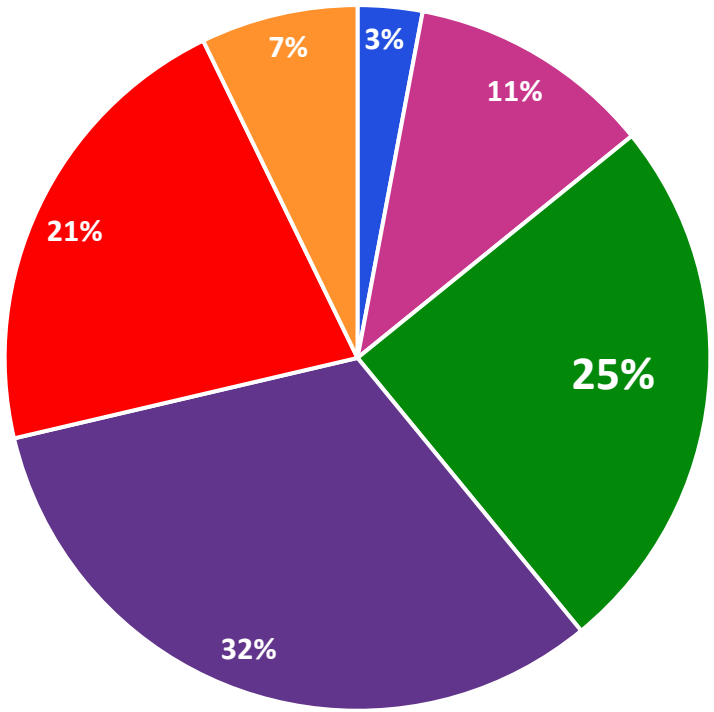
	Keskushyökkääjät	Laitahyökkääjät	Puolustajat
Matka/vaihto (m)	**139 ± 12**	**136 ± 11**	125 ± 10
Peliaika (min)	13.3 ± 2.4	12.3 ± 2.5	**14.9 ± 2.8**

Luistelunopeuden alueet hyökkääjillä



- 0 - < 5 km/h
  Erittäin hidas
- ≥ 5 - < 10 km/h
  Hidas
- ≥ 10 - < 15 km/h
  Melko nopea
- ≥ 15 - < 20 km/h
  Nopea
- ≥ 20 - < 25 km/h
  Erittäin nopea
- ≥ 25 km/h
  Maksimaalinen

Luistelunopeuden alueet puolustajilla



(Reinikainen 2021)

*Ottelun keskinopeus n. 15 km/h

Monet tekijät aiheuttavat hajontaa keskiarvosta

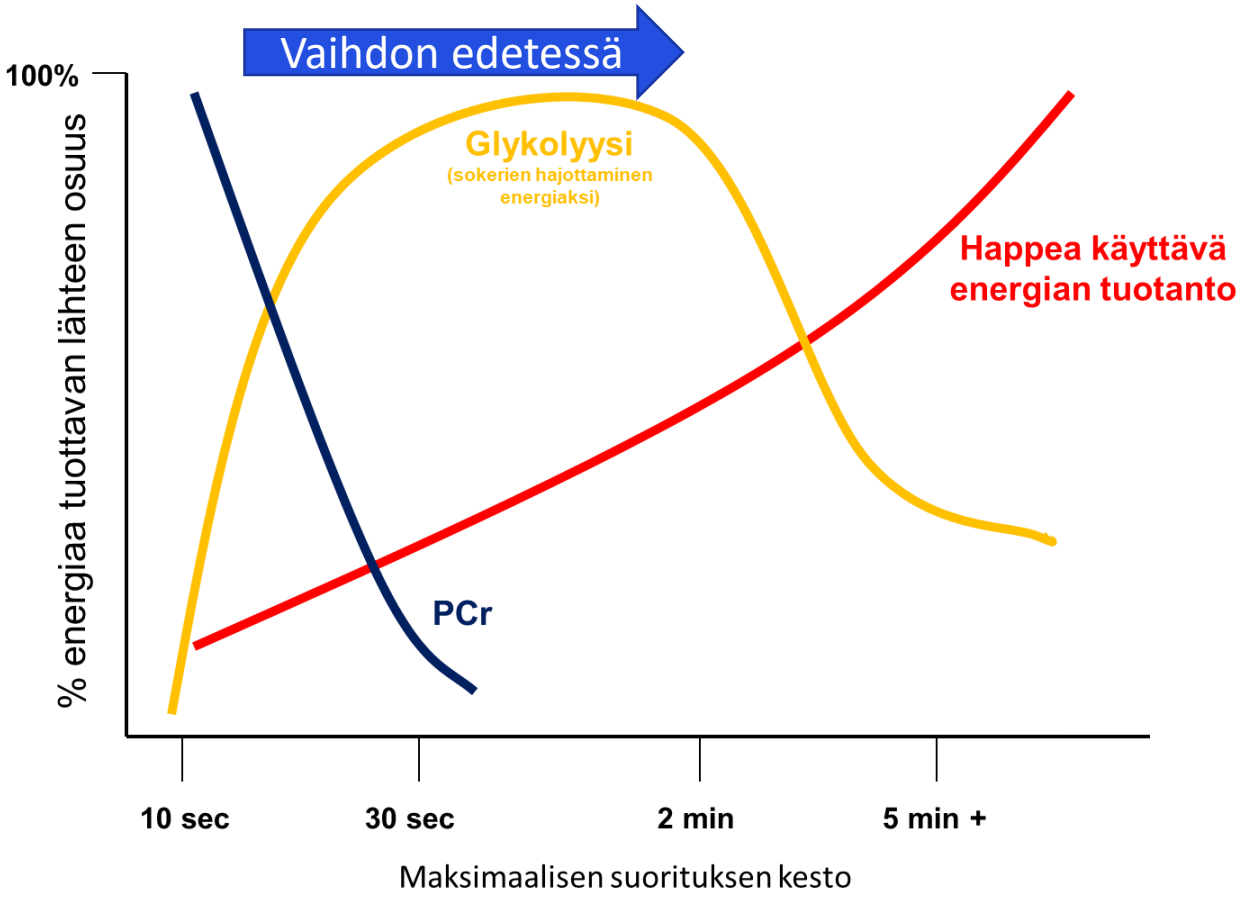
KIHU

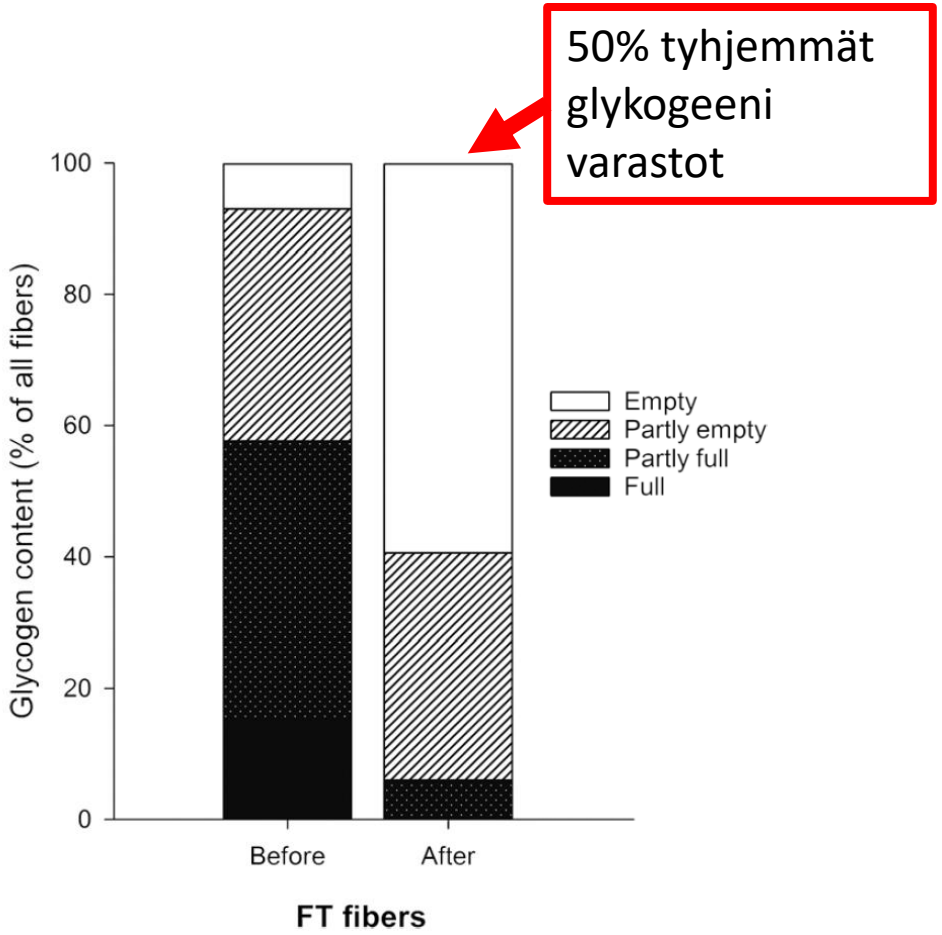
- Yli- ja alivoimapeli
- Lisäaika
- Pelaajan rooli (jopa yli 2x ero kuormituksen määrässä)

Tärkeää huomioida

- Pelaajien palautumisessa
- Kunnon ylläpitämisessä (vähäisen peliajan pelaajat)

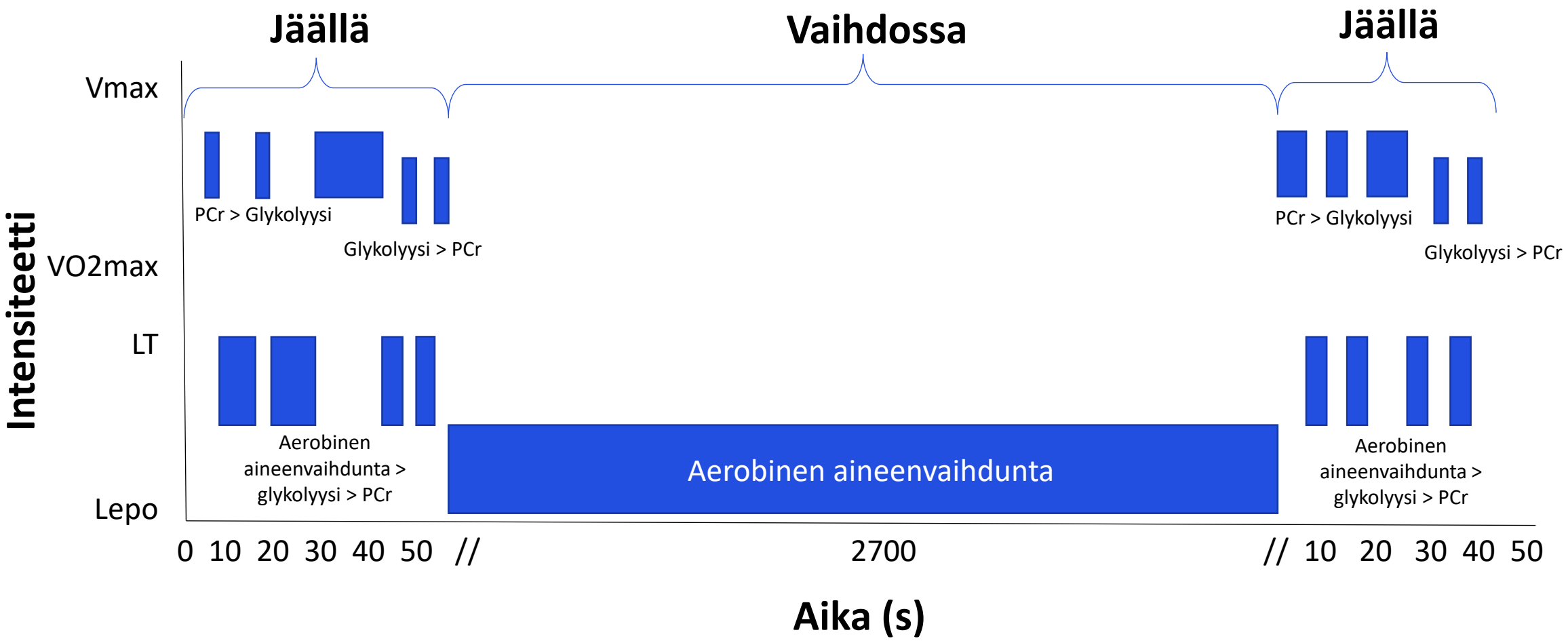
Energia-aineenvaihdunta pääosin nopeista energialähteistä





Lihaksen glykogeenin määrä simuloitua jääkiekko-ottelua ennen ja sen jälkeen (Vigh-Larssen ym., 2022)

Vaihdon kuormitus



Ottelun edetessä peli hidastuu

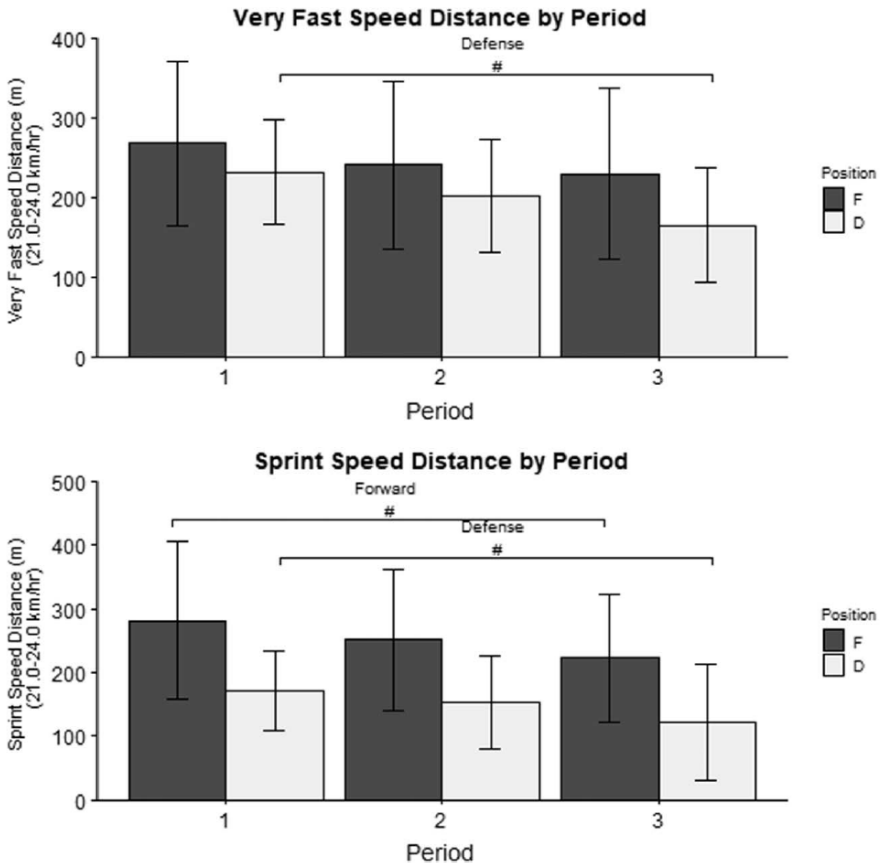


Figure 3. Skating distances by position across 3 periods of play at fast, very fast, and sprint skating speed. Data are means ± *SD*. "#" denotes a significant difference between periods for the indicated position. Significance level $p < 0.05$.

Douglas ym. (2020)

Mahdollisuuksia ylläpitää luisteluvoimaa

- Parempi kestävyyskunto
- Hiilihydraattivarastojen täyttö
  - Ennen ja pelin aikana [1, 2]
- Riittävä nesteytys [3]
  - Ennen ja pelin aikana

1 Simard ym. 1988;

2 Åkermark ym. 1996

3 Linseman ym. 2014

Biomekaaninen analyysi

KIHU

- Konsentrisen voiman tuoton korostuminen
- Jalan kontaktiajat luistelussa selvästi pidempiä vs. juostessa
  - 0.3 – 0.4 s vs. 0.1 – 0.2 s [1,2]
- Kiertävät ja sivuttaisuunnan liikkeet alaraajoissa ja keskivartalossa [3]
- Laukaisutilanteessa rinta- ja lannerangassa kiertoliikkeitä [4]
- Nilkan liikkuvuus on osoittautunut tärkeäksi, jotta päästään matalampaan luisteluasentoon [3, 5]

Youtube:
How to Skate Like Connor McDavid. Skating Stride in Slow Motion.
https://www.youtube.com/watch?v=B4TOqFktwBg&t=2s

1 Nagahara ym. 2014
2 Robert-Lachaine ym., 2012
3 Buckenridge ym. 2015
4 Neeld, 2015
5 Upjohn ym., 2008

Loukkaantumisten profilointi

KIHU

Loukkaantumisen alue	Määrä	%
Jalka tai jalkaterä	241	27,1
Pää ja niska	165	19,0
Nivunen	108	12,1
Olkapää	88	10,1
Käsivarsi tai kämmen	75	8,6
Rinta tai vatsa	66	7,6
Määrittämätön	127	14,6
Yhteensä	870	100

Loukkaantumisten määrät eri kehon osille NHL:ssä (Donaldson ym. 2014)

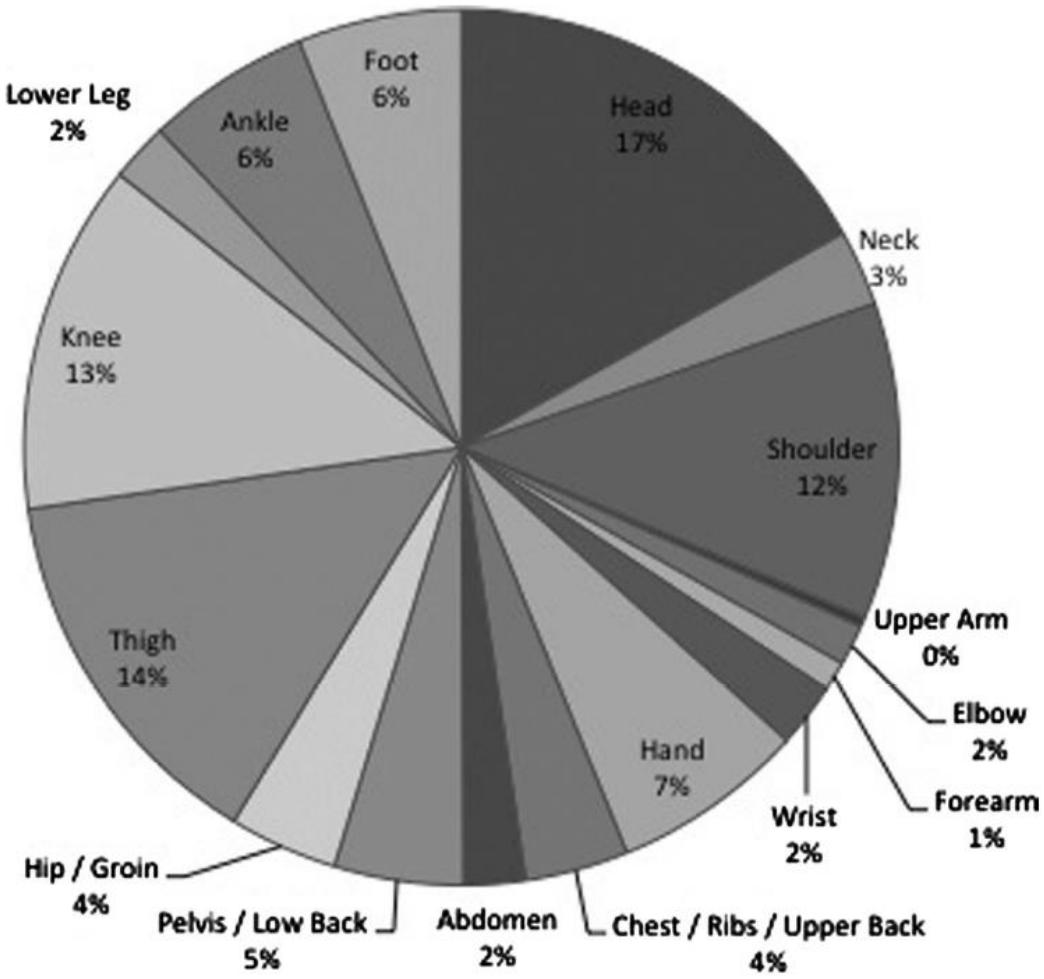


Figure 1 Game-related injuries by body part.

Eri kehon osien loukkaantumisosuudet NHL:ssä (1685 loukkaantumista (McKay ym. 2014)

Pelilliseen suorituskykyyn vaikuttavat tekijät

KIHU

- Voimaominaisuudet: Pystytään nopeasti tuottamaan voimaa lajinomaisissa tilanteissa
  - Nopea liikkuminen jäällä, laukaisu- ja kamppailutilanteet
- Kestävyysominaisuudet: Palaudutaan kovien suoritusten välillä
  - Vaihdossa ja matalan intensiteetin tilanteissa
- Liikkuvuus ja kehonhallinta: Päästään tarvittaviin nivelkulmiin liikkeissä

Ominaisuuksien riittävä taso

KIHU

Voimantuotto-ominaisuudet

Mittaus	Keskiarvo ± keskihajonta	Taso	Lähde
Vauhditon pituus (cm)	260 ± 17	NHLED Combine	2012 – 2019 data
Kevennyshyppy (cm)	42 ± 6	NHLED Combine	2015 – 2019 data
Kevennyshyppy (cm)	44 ± 1	NHL joukkue	Lignell ym., 2018
Kevennyshyppy (cm)	43 ± 5	Liiga	Korte (2020)

- Kevennyshypyissä on selviä eroja mittaustavasta riippuen
  - Lentoaikaa mittaamalla parempi tulos kuin voimalevyn impulssista
  - NHLED Combine voimalevyllä; muut lentoajasta

Ominaisuuksien riittävä taso

KIHU

Voimaominaisuudet

Mittaus	Keskiarvo ± keskihajonta	Taso	Tutkimus
Leuat, vasta-ote (toistot)	14 ± 5	Yliopisto (D1)	Peyer ym., (2011)
Leuat, myötä-ote (toistot)	8 ± 3	NHLED Combine	2012 – 2019 data
Punnerrukset (toistot)	25 ± 6	NHLED Combine	Burr ym., (2008)
Penkkipunnerrus, 70 kg (toistot)	19 ± 6	Yliopisto (D1)	Peyer ym. (2011)
Penkkipunnerrus, 68 kg (toistot)	9 ± 4	NHLED Combine	2004 – 2014 data
Istumaannousut (toistot)	24 ± 15	NHLED Combine	Burr ym., (2008)

Ominaisuuksien riittävä taso

KIHU

Kestävyysominaisuudet

Mittaus	NHL*	NHLED Combine†	AHL*	ECHL*
VO2max (ml/kg/min)	56 ± 6	54 ± 1	55 ± 5	50 ± 3

*Ferland ym., 2021; †2012 – 2019 data

- Arvoissa täytyy ottaa huomioon kuinka mittaus on tehty
  - NHL, AHL ja ECHL: Suoraan mitattu SMAT/30–15 IIT testissä jäällä (Cosmed)
  - NHLED Combine: Suoraan mitattu 1-min portaisessa pyörätestissä
- Suoraan mitatut arvot ei verrattavissa sykettä tai suorituskykyä käyttävien kaavojen arvoihin

Ominaisuuksien riittävä taso

KIHU

Liikkuvuus ja kehonhallinta: Harjoitettavuuskartoitus

– www.olympiakomitea.fi/harjoitettavuuskartoitus/

Valakyykky kepillä

Nilkan liikkuvuuden puoliero ja etäisyys

Lonkan ojennusliikkuvuus

Hartiarenkaan liikkuvuus

Ominaisuuksien riittävä taso

KIHU

Liikkuvuus ja kehonhallinta: Harjoitettavuuskartoitus

– www.olympiakomitea.fi/harjoitettavuuskartoitus/

Testi	Ei aseta rajoitteita harjoitteluun	Osa-alueessa on kehitettävää	Huomioitavia rajoitteita harjoitettavuuteen
Valakyykky kepillä	Syväkyykky onnistuu hyvin, kantapäät pysyvät maassa, linjaukset säilyvät hyvänä, kädet eivät osu seinään	Syväkyykky onnistuu, kädet osuvat hieman seinään, linjauksissa ja asennossa haasteita	Kyykky on vajaa/kantapäät nousevat ylös maasta, kädet osuvat seinään ja/tai selän asennossa haasteita
Nilkan liikkuvuuden puoliero ja etäisyys	Puoliero 2 cm tai alle	Puoliero yli 2 cm	Ykkösvarpaan etäisyys seinästä on alle 3 cm
Lonkan ojennusliikkuvuus	Urheilijan reisi on vaakasuorassa	Urheilijan reisi on vaakasuoran yläpuolelle	Urheilijan reisi jää selvästi vaakatason ylä- tai alapuolella
Hartiarenkaan liikkuvuus	Urheilija pystyy nostamaan kädet suoraksi asti	Kädet nousevat ylöspäin muttei saavuta yläasentoa	Alkuasento ei onnistu

Fyysisten ominaisuuksien arviointi kokonaisuutena

- Missä ominaisuudessa on parantamisen varaa?
- Kuinka paljon ominaisuuksissa ollaan jo kehitytty?
- Yksittäisillä ominaisuuksilla on heikko yhteys lajisuorituksen kanssa
  - Combine tulosten parhaat analyyttiset mallit selittivät pelillisestä menestymisestä 2 – 16 %
    (Cohen ym., 2022)

Yksilön Testi Raportti

Tulosten vertailu

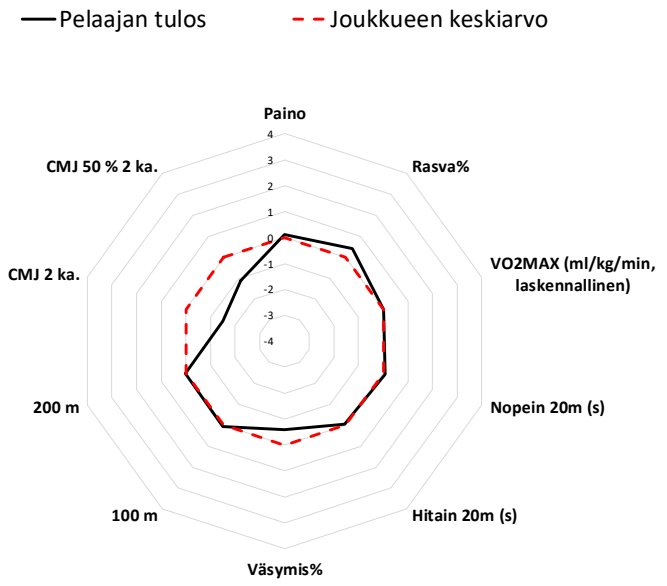
	Paino	Rasva%
Tulos	89.4	13.6
Joukkueen keskiarvo	87.5	12.1
Joukkueen keskihajonta	15.7	3.4
Prosenttiero	-2%	12%
Z-arvo	0.12	

	VO2MAX (ml/kg/min, laskennallinen)	Nopein 20m (s)
Tulos	51.9	3.88
Joukkueen keskiarvo	55.2	3.82
oukkueen keskihajonta	7.2	0.78
Prosenttiero		2%
Z-arvo		0.08

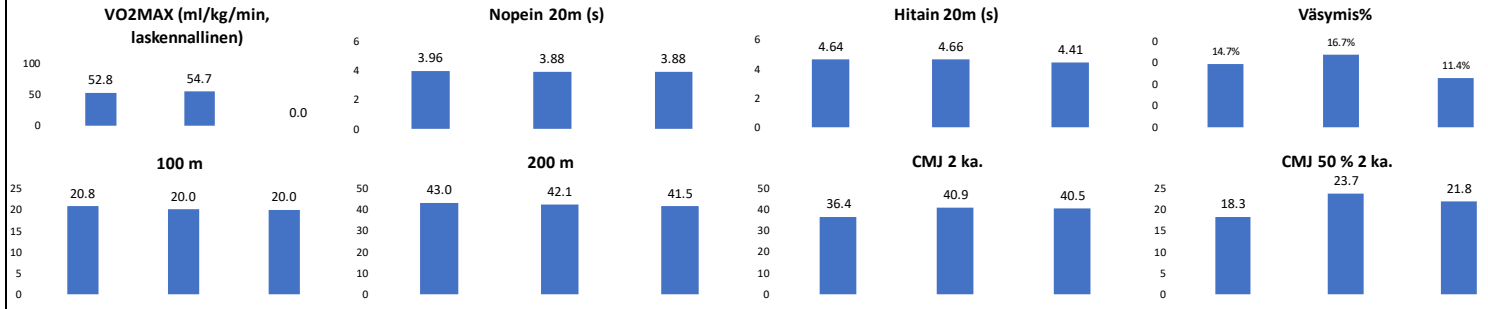
	Hitain 20m (s)	Väsymis%
Tulos	4.41	11.4%
Joukkueen keskiarvo	4.45	14.1%
Joukkueen keskihajonta	0.93	4.7%
Prosenttiero	-1%	-19%
Z-arvo	-0.04	-0.58

	100 m	200 m
Tulos	20.0	41.5
Joukkueen keskiarvo	19.7	41.2
Joukkueen keskihajonta	4.0	8.4
Prosenttiero	1%	1%
Z-arvo	0.06	0.03

	CMJ 2 ka.	CMJ 50 % 2 ka.
Tulos	40.5	21.8
Joukkueen keskiarvo	46.3	26.4
Joukkueen keskihajonta	3.9	4.1
Prosenttiero	-13%	21%
Z-arvo	-1.48	-1.12



Tulosten muutos



Yhteenveto

KIHU

- Jääkiekko on eroaa muista joukkuelajeista liikemäärässä ja intensiteetissä, sekä voimantuoton ja nivelten liiketavoissa
- Merkittävät pelipaikka- ja yksilökohtaiset erot liikkeessä
- Nopeiden energiavarastojen käyttö ja palautumisen tärkeys
- Testaamisessa ja harjoittelussa on huomioitava lajinomaiset tarpeet voimantuotossa, kestävyyskunnossa ja nivelten liikeradoissa

Liikeanalyysin haasteita

- Merkittävä määrä liukumista (23.0 ± 12.6% (Brocherie ym 2018); 39 % (Bracko ym. 1998)]
- Kamppailutilanteet ja muu kuormitus jäällä liikkumisen lisäksi
- Merkittävä nopeus/kiihtyvyys liikkeessä??

Lähteet

1. Reinikainen, M. (2021). In-season variation of skating load at different playing positions in male elite ice hockey: a single season longitudinal study.
2. Rantanen, A. (2020). Sisäisen ja ulkoisen fyysisen kuormituksen yhteydet jääkiekon peleissä.
3. Brocherie, F., Girard, O., & Millet, G. P. (2018). Updated analysis of changes in locomotor activities across periods in an international ice hockey game. *Biology of Sport*, *35*(3), 261-267.
4. Lignell, E., Fransson, D., Krustrup, P., & Mohr, M. (2018). Analysis of high-intensity skating in top-class ice hockey match-play in relation to training status and muscle damage. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *32*(5), 1303-1310.
5. Douglas, A. S., & Kennedy, C. R. (2020). Tracking in-match movement demands using local positioning system in world-class men's ice hockey. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *34*(3), 639-646.
6. Byrkjedal, P. T., Luteberget, L. S., Bjørnsen, T., Ivarsson, A., & Spencer, M. (2022). Simulated Game-Based Ice Hockey Match Design (Scrimmage) Elicits Greater Intensity in External Load Parameters Compared With Official Matches. *Frontiers in Sports and Active Living*, *4*.
7. Mallo, J., Mena, E., Nevado, F., & Paredes, V. (2015). Physical demands of top-class soccer friendly matches in relation to a playing position using global positioning system technology. *Journal of human kinetics*, *47*, 179.
8. Stojanović, E., Stojiljković, N., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Berkelmans, D. M., & Milanović, Z. (2018). The activity demands and physiological responses encountered during basketball match-play: a systematic review. *Sports Medicine*, *48*(1), 111-135.
9. Nagahara, R., Matsubayashi, T., Matsuo, A., & Zushi, K. (2014). Kinematics of transition during human accelerated sprinting. *Biology open*, *3*(8), 689-699.
10. Robert-Lachaine, X., Turcotte, R. A., Dixon, P. C., & Pearsall, D. J. (2012). Impact of hockey skate design on ankle motion and force production. *Sports Engineering*, *15*(4), 197-206.Buckeridge, E., LeVangie, M. C., Stetter, B., Nigg, S. R., & Nigg, B. M. (2015). An on-ice measurement approach to analyse the biomechanics of ice hockey skating. *PLoS One*, *10*(5), e0127324.
11. Neeld, K. (2018). Preparing for the demands of professional hockey. *Strength & Conditioning Journal*, *40*(2), 1-16.
12. Upjohn, T., Turcotte, R., Pearsall, D. J., & Loh, J. (2008). Three-dimensional kinematics of the lower limbs during forward ice hockey skating. *Sports biomechanics*, *7*(2), 206-221.
13. McKay, C. D., Tufts, R. J., Shaffer, B., & Meeuwisse, W. H. (2014). The epidemiology of professional ice hockey injuries: a prospective report of six NHL seasons. *British journal of sports medicine*, *48*(1), 57-62.
14. Donaldson, L., Li, B., & Cusimano, M. D. (2014). Economic burden of time lost due to injury in NHL hockey players. *Injury prevention*, *20*(5), 347-349
15. Korte, V. (2020). Relationships between general and specific physical characteristics and match-related indicators in elite Finnish ice hockey players at different playing positions.
16. Peyer, K. L., Pivarnik, J. M., Eisenmann, J. C., & Vorkapich, M. (2011). Physiological characteristics of National Collegiate Athletic Association Division I ice hockey players and their relation to game performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *25*(5), 1183-1192.
17. Burr, J. F., Jamnik, R. K., Baker, J., Macpherson, A., Gledhill, N., & McGuire, E. J. (2008). Relationship of physical fitness test results and hockey playing potential in elite-level ice hockey players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *22*(5), 1535-1543.
18. Ferland, P. M., Marcotte-L'Heureux, V., Roy, P., Carey, V. D., Charron, J., Lagrange, S., ... & Comtois, A. S. (2021). Maximal oxygen consumption requirements in professional North American ice hockey. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *35*(6), 1586-1592.
19. Cohen, J. N., Thompson, K. M., Jamnik, V. K., Gledhill, N., & Burr, J. F. (2022). Relationship of Fitness Combine Results and National Hockey League Performance: A 25-Year Analysis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *17*(6), 908-916.
20. Bracko MR, Fellingham GW, Hall LT, Fisher AG, Cryer W. Performance skating characteristics of professional ice hockey forwards. *Sports Med Training Rehabil*. 1998;8:251-263.