MASARYKOVA UNIVERZITA

FAKULTA SPORTOVNÍCH STUDIÍ

Zatížení hráček na mistrovství Evropy v pozemním hokeji: Vliv herních postů na zatížení a únavu v průběhu turnaje

Diplomová práce

BC. MARTIN CAPOUCH

Vedoucí práce: MUDr. Kateřina Kapounková, Ph.D.

Katedra pohybových aktivit a zdraví
Program Kondiční trénink a aplikovaná kineziologie

Brno 2024

MUNI
SPORT

Bibliografický záznam

Autor: Bc. Martin Capouch
Fakulta sportovních studií
Masarykova univerzita
Katedra pohybových aktivit a zdraví

Název práce: Zatížení hráček na mistrovství Evropy v pozemním hokeji: Vliv herních postů na zatížení a únavu v průběhu turnaje

Studijní program: Kondiční trénink a aplikovaná kineziologie

Vedoucí práce: MUDr. Kateřina Kapounková, Ph.D.

Rok: 2024

Počet stran: 63

Klíčová slova: GPS, pozemní hokej, výkon, herní pozice

Bibliographic record

Author: Bc. Martin Capouch
Faculty of Sports Studies
Masaryk University
Department of Physical Activities and Health Sciences

Title of Thesis: Physical performance of field hockey players during European Championship: The effect of playing position on load and fatigue during the tournament

Degree Programme: Strength and Conditioning Training and Applied Kinesiology

Supervisor: MUDr. Kateřina Kapounková, Ph.D.

Year: 2024

Number of Pages: 63

Keywords: GPS, field hockey, performance, playing position

Anotace

Tato diplomová práce se zaměřuje na analýzu výkonu pozemních hokejistek během mistrovství Evropy s hlavním cílem porovnat výkonnostní rozdíly mezi herními pozicemi. Pro sběr dat byly využity moderní technologie v podobě GPS a hrudních pásů měřících srdeční frekvenci, které umožnily detailní monitorování pohybu a fyziologických reakcí hráček během zápasů.

Analýza se soustředila na porovnání intenzity výkonu a fyziologické odezvy hráček na různých herních pozicích, konkrétně obránců, záložníků a útočníků. Výsledky studie odhalují určité rozdíly v pohybových nárocích mezi těmito herními pozicemi, což naznačuje specifické požadavky na kondici na každé herní pozici.

Výsledky této práce mohou být užitečné pro trenéry a sportovce při optimalizaci tréninkových programů a strategií pro jednotlivé herní pozice, což by mohlo vést ke zlepšení celkového výkonu týmu. Dále může tato analýza přispět k rozvoji výzkumu v oblasti sportovní analýzy a výkonu ve sportu pozemního hokeje, a to zejména s využitím moderních technologií pro sběr dat.

Abstract

This diploma thesis focuses on the analysis of the performance of female field hockey players during the European Championship with the main goal of comparing performance differences between playing positions. Modern technologies in the form of GPS and chest belts measuring heart rate were used for data collection, which enabled detailed monitoring of the players' movements and physiological reactions during matches.

The analysis focused on comparing the intensity of performance and the physiological response of players in different game positions, namely defenders, midfielders and forwards. The results of the study reveal some differences in the movement demands between these playing positions, indicating the specific fitness requirements of each playing position.

The results of this work may be useful for coaches and athletes in optimizing training programs and strategies for individual playing positions, which could lead to improved overall team performance. Furthermore, this analysis can contribute to the development of research in the field of sports analysis and performance in the sport of field hockey, especially with the use of modern technologies for data collection.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Zatížení hráček na mistrovství Evropy v pozemním hokeji: Vliv herních postů na zatížení a únavu v průběhu turnaje** zpracoval sám**.** Veškeré prameny a zdroje informací, které jsem použil k sepsání této práce, byly citovány v textu a jsou uvedeny v seznamu použitých pramenů a literatury.

V Brně 24. dubna 2024

.....

Bc. Martin Capouch

Poděkování

Rád bych využil této příležitosti k vyjádření mé upřímné vděčnosti všem, kteří mi poskytli podporu a inspiraci během mého studia a při psaní této diplomové práce. V první řadě děkuji vedoucí mé diplomové práce MUDr. Kateřině Kapounkové, Ph.D., za její odborné vedení, trpělivost a cenné rady. Dále děkuji všem respondentům, kteří se podíleli na sběru dat pro tuto práci, Českému svazu pozemního hokeje za poskytnutí těchto dat a všem expertům, kteří mi poskytli cenné informace a zkušenosti v oblasti mého výzkumu.

Obsah

Seznam obrázků 9

Seznam tabulek 10

Seznam pojmů a zkratek 11

1 Úvod 12

2 Syntéza poznatků 13

2.1 Historie pozemního hokeje ... 13

2.2 Pravidla pozemního hokeje ... 14

2.3 Struktura sportovního výkonu v pozemním hokeji ... 16

2.4 Fyziologické nároky na hráče pozemního hokeje ... 17

2.5 Metody měření výkonu v pozemním hokeji ... 23

3 Cíle a výzkumné otázky 30

3.1 Výzkumné otázky ... 30

4 Metodika 31

4.1 Úkoly práce ... 31

4.2 Charakteristika výzkumného souboru ... 31

4.3 Metody výzkumu ... 32

4.4 Sběr dat ... 35

4.5 Použité statistické metody ... 36

5 Výsledky 37

6 Diskuze 57

7 Závěry 60

Použité zdroje 61

Seznam obrázků

Obr. 1 Hřiště na pozemní hokej a jeho rozměry (sportsefr.com) 16
Obr. 2 Pohybové schopnosti pozemního hokeje v porovnání s jinými sportovními disciplínami (Laursen & Buchheit,2019) 21
Obr. 3 GPS zařízení s potřebným příslušenstvím 33
Obr. 4 Hrudní pás k měření srdeční frekvence 33
Obr. 5 Celková uběhnutá vzdálenost za zápas 37
Obr. 6 Průměr Vysoko intenzivního běhu 38
Obr. 7 Průměr v rychlostní zóně 1 38
Obr. 8 Průměr v rychlostní zóně 2 39
Obr. 9 Průměr v rychlostní zóně 3 39
Obr. 10 Průměr v rychlostní zóně 4 40
Obr. 11 Průměr v rychlostní zóně 5 40
Obr. 12 Průměr v rychlostní zóně 6 41
Obr. 13 Průměr sprintů na zápas 42
Obr. 14 Průměr maximálních dosažených rychlostí 42
Obr. 15 Průměrný počet akcelerací 43
Obr. 16 Průměr počtu decelerací 43
Obr. 17 Průměr maximální srdeční frekvence 44
Obr. 18 Průměrná srdeční frekvence 44
Obr. 19 Rozdíl v naběhané vzdálenosti ve vysoké intenzitě mezi pozicemi 45
Obr. 20 Rozdíl v naběhaných metrech mezi pozicemi v rychlostní zóně 1 46
Obr. 21 Rozdíl v naběhaných metrech mezi pozicemi v rychlostní zóně 2 46
Obr. 22 Rozdíl v naběhaných metrech mezi pozicemi v rychlostní zóně 3 47
Obr. 23 Rozdíl v naběhaných metrech mezi pozicemi v rychlostní zóně 4 48
Obr. 24 Rozdíl v naběhaných metrech mezi pozicemi v rychlostní zóně 5 48
Obr. 25 Rozdíl v naběhaných metrech mezi pozicemi v rychlostní zóně 6 49
Obr. 26 Rozdíl v počtu sprintů na zápas mezi pozicemi 49
Obr. 27 Rozdíl v maximální rychlosti na zápas mezi pozicemi 50
Obr. 28 Rozdíl v počtu akcelerací na zápas mezi pozicemi 51
Obr. 29 Rozdíl v počtu decelerací na zápase mezi pozicemi 51
Obr. 30 Rozdíl v maximální SF mezi pozicemi 52
Obr. 31 Rozdíl v průměrné SF mezi pozicemi 52
Obr. 32 Průměrná uběhnutá vzdálenost herních pozic 57

Seznam tabulek

Tabulka 1 Výsledky v jednotlivých zápasech 54
Tabulka 2 Výsledky rozdělené z hlediska herních postů 55

Seznam pojmů a zkratek

GPS	–	Globální polohový systém
SF	–	srdeční frekvence
HSR	–	běh ve vysoké intenzitě

1 Úvod

Tato diplomová práce se zabývá komplexním zkoumáním atletických schopností a fyziologických reakcí hráček pozemního hokeje během Mistrovství Evropy žen. Zaměřuje se zejména na vliv herních pozic na fyzické požadavky, rozložení zátěže a únavu, kterou hráči zažívají během utkání a celého turnaje. Pozemní hokej, jakožto dynamický a náročný sport, vyžaduje od sportovců různé dovednosti a fyzické vlastnosti v závislosti na jejich pozicích. Tato práce si klade za cíl analyzovat, jak jedinečné povinnosti spojené s různými herními pozicemi ovlivňují fyzický výkon sportovkyň během náročného turnaje, jakým je Mistrovství Evropy.

Práce si klade za cíl poskytnout cenné poznatky o konkrétních požadavcích, jimž čelí hráčky na různých pozicích, prostřednictvím zkoumání faktorů, jako jsou sprintování, akcelerace a decelerace, vytrvalost a regenerace. Metodologie výzkumu zahrnuje sběr a analýzu dat pomocí GPS zaměřující se na pohyby hráčů na hřišti, intenzitu pohybu a četnost změny směru v utkání. Dále využití hrudních pásů měřících SF během zatížení, variabilitu srdečního tepu a dalších relevantních fyziologických parametrů. Práce si klade za cíl nalézt korelace mezi požadavky specifických rolí a následnými fyzickými reakcemi projevovanými hráči pozemního hokeje. Očekává se, že závěry této práce významně přispějí k porozumění fyzickým potřebám ve hře a mohou mít dopady na metodologii tréninku, strategie postavení hráčů a celkovou optimalizaci výkonu v tréninkovém zatížení. Vzhledem k tomu, že Mistrovství Evropy je prestižní platforma pro soutěže nejvyšší úrovně, poznatky získané z této studie mohou poskytnout cenná doporučení pro trenéry, sportovní vědce a praktiky, kteří usilují o zlepšení fyzické připravenosti a výkonu hráčů pozemního hokeje na elitní úrovni.

2 Syntéza poznatků

2.1 Historie pozemního hokeje

Hokej má kořeny v dávnověku, kdy hrubá forma této hry byla hrána ve starověkém Egyptě před 4 000 lety a také v Etiopii kolem roku 1 000 př. n. l. a v Íránu kolem roku 2 000 př. n. l. Různá muzea poskytují důkazy, že podobnou hru hráli i Římané, Řekové a Aztékové několik století před příchodem Kryštofa Kolumba na Nový svět. Moderní hra hokeje vznikla v Anglii v 18. století díky rozvoji veřejných škol, jako je Eton.

První Hokejová asociace vznikla ve Velké Británii v roce 1876 a sestavila první formální pravidla. I po původní asociaci, která existovala šest let, byla v roce 1886 obnovena devíti zakládajícími kluby. Olympijský hokej začal v Londýně v roce 1908 a následovalo vyřazení a návrat hokeje na olympiádě v Antverpách v roce 1920. Z důvodu vynechání hokeje z olympiády v roce 1924 byla založena Mezinárodní federace pozemního hokeje (FIH) pod vedením Paula Léauteye, pozdějšího prvního prezidenta FIH. Paul Léauteye shromáždil sedm národních federací s cílem vytvořit mezinárodní řídící orgán tohoto sportu. Mezi zakládajícími členy, kteří reprezentovali mužský i ženský hokej ve svých zemích, byly Rakousko, Belgie, Československo, Francie, Maďarsko, Španělsko a Švýcarsko.

Hokej se vrátil na olympiádu v Amsterdamu v roce 1928. FIH zahrnuje pět kontinentálních asociací, 137 národních asociací a stále roste. Ženský hokej byl poprvé zařazen na olympiádu v Moskvě v roce 1980, a předtím existující Mezinárodní federace ženských hokejových asociací se spojila s FIH v roce 1982. (The International Hockey Federation, 2022)

Pozemní hokej byl do poloviny 70. let 20. století hrán na přírodní trávě, a to zejména ve východní Evropě a rozvojových zemích, kde tento způsob hry přetrvával déle. V Československu a také v jiných regionech nebylo neobvyklé hrát zápasy na povrchu zvaném škvára. Později se však začal prosazovat umělý povrch, kterým byla umělá tráva posypaná pískem nebo ošetřovaná vodou. S příchodem umělých povrchů došlo k výrazným změnám v žebříčku týmů na světové úrovni, protože pro dosud

dominující země byl provoz umělého povrchu příliš nákladný. S nástupem umělé trávy došlo ke změně herního stylu, taktiky, a především zvýšení rychlosti. Nově začaly dominovat týmy z Nizozemska, Německa a Austrálie. (Pozemnihokje.cz, 2019)

2.2 Pravidla pozemního hokeje

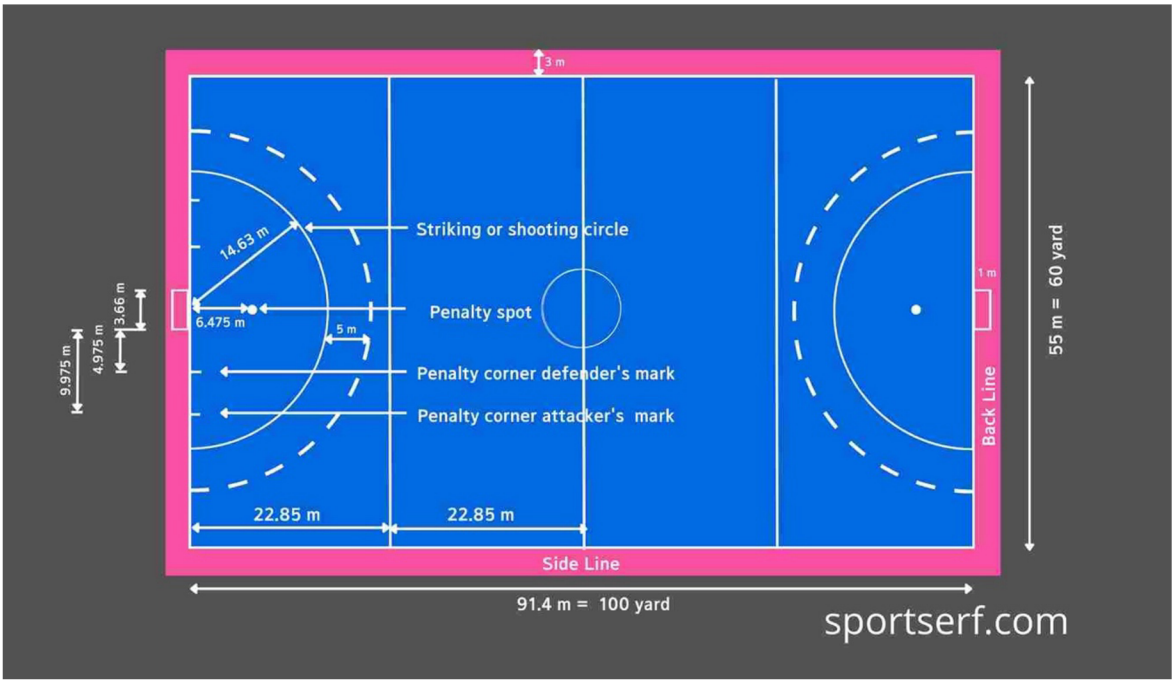
Pozemní hokej je dynamický a rychlý sport s bohatým souborem pravidel, která ovládají hru. Bez ohledu na to, zda jste hráč, trenér nebo vášnivý fanoušek, porozumění pravidlům je klíčové pro to, aby hra byla zábavná a účast na ní byla plnohodnotná. Každý tým se skládá z 16 hráčů z čehož na hřišti může být 10 hráčů a jeden brankář. Střídání je povolené libovolně v průběhu celého utkání, ale musí probíhat v oblasti půlící čáry. Hra začíná losováním, a tým, který losování vyhraje, si vybírá stranu nebo začíná s míčem. Všichni hráči musí být během úvodní rozehrávky ne své vlastní polovině.

Hlavním cílem této hry je překonat soupeře a vstřelit míček do soupeřovi branky a tím dosáhnout bodu v podobě gólu. Tyto góly mohou být dosaženy pouze zevnitř střeleckého kruhu. Mezi běžné přestupky během hry zařazujeme nebezpečné zvednutí míče nebo zahrání míče kteroukoli částí těla. Jedno z nejspecifičtějších pravidel v pozemním hokeji je možnost hrát pouze plochou stranou hokejky. Za méně závažné fauly a přestupky jsou nařizovány volné údery z místa přestupku. Během volného úderu musí bránící hráči dodržet vzdálenost od místa rozehrávky minimálně pět metrů. Za fauly v obranném střeleckém kruhu se nařizuje ve prospěch útočícího týmu standardní situace nazývaná „trestný roh“. Trestný roh je standardní situace, během které se útočný tým postaví na okraj střeleckého kruhu a obranný tým umístí za brankovou čáru pouze čtyři hráče společně s brankářem. Následuje rozehrávka útočícího týmu a pokus o vstřelení gólu, přičemž bránící tým vybíhá společně s rozehrávkou zpoza brankové čáry a pokouší se střelu zablokovat. Za úmyslný faul ve střeleckém kruhu může být nařízena penalta.

V minulosti byl hrací formát pozemního hokeje 2x35 minut. Ten byl ale v posledním desetiletí změněn a dnes je standardní hokejový zápas rozdělen do čtyřech čtvrtin

trvajících 15 minut, s přestávkou 2 minut mezi první a druhou čtvrtinou a mezi třetí a čtvrtou čtvrtinou, a poločasovou přestávkou trvající 5 minut mezi druhou a třetí čtvrtinou. Týmy si v poločase vymění strany. Porozumění a dodržování těchto pravidel přispívá k fair play a příjemnému zážitku pro všechny zúčastněné. Jak se hokej nadále vyvíjí, jeho pravidla se přizpůsobují, aby zajistila, že tento sport zůstává konkurenceschopný, dynamický a dostupný pro hráče a fanoušky po celém světě. (The International Hockey Federation, 2022)

Hřiště na pozemní hokej (Obr.1) má tvar obdélníku s délkou 91,4 metru a šířkou 55 metrů. Současné povrchy jsou vyrobeny z umělého materiálu. Plocha je rozdělena podélnou čarou na dvě části, přičemž každá polovina je dále rozčleněna čarou vzdálenou 23 metrů od středu, která zahrnuje "Dee" neboli útočný půlkruh s průměrem 14,63 metru. Branky jsou umístěny uvnitř tohoto útočného kruhu na základní čáře hřiště. Skórovat lze pouze zevnitř útočného kruhu a žádný gól není započítán, pokud míč vstoupí do branky zvenčí tohoto kruhu. Kruh také hraje důležitou roli během trestných rohů a penalt, což jsou vynikající příležitosti pro tým k dosažení branky. Tyto standardní situace jsou udělovány v případě, že soupeř spáchá faul ve vlastním obranném kruhu. (Ansari, 2022)



Obr. 1 Hřiště na pozemní hokej a jeho rozměry (sportsefr.com)

2.3 Struktura sportovního výkonu v pozemním hokeji

Nároky na hru a intenzitu zápasů v pozemním hokeji jsou obvykle vyšší než u jiných sportů hraných na otevřených plochách, což je výsledek pravidel umožňujících neomezené střídání hráčů, absence ofsajdu a pravidla tzv. „Self pass“ což znamená možnost rozehrát sám sobě při nařízení volného úderu. Účelem těchto modifikací pravidel bylo zlepšit divácký zážitek snížením přerušení a zvýšením relativní doby, kdy je míč ve hře. V důsledku toho moderní hra klade větší důraz nejen na technické a taktické schopnosti, ale také na fyzické vlastnosti, které podporují schopnost sportovce opakovat tyto činnosti s vysokou intenzitou po celý zápas. Mít sportovce, kteří jsou schopni vydržet opakované série pohybu v nízkých polohách, běhu ve vysoké rychlosti, rychlých změn směru a silných zrychlení a zpomalení, je klíčové pro úspěch. Skutečně schopnost prezentovat tyto vlastnosti rychlosti, síly a motorických úkonů po celou dobu hry, při minimalizaci nadměrné únavy, byla prokázána jako klíčová spolu s vytrvalostí jako klíčovými faktory úspěchu v pozemním hokeji. Stejně jako u mnoha sportů hraných na hřišti

nebo kurtu mohou úspěšné výsledky a vítězství výrazně záviset na schopnosti udržet tyto akce pravidelně po celý zápas nebo sezónu. (Laursen & Buchheit, 2019)

Je zřejmé, že sportovec, který je fyzicky silný a aerobně fit, poskytuje trenérovi výchozí body pro vytvoření efektivního hráče, ale nároky mezinárodního hokeje jsou velmi specifické. V klubových a ligových systémech se hraje 1 nebo 2 zápasy týdně během 20 až 30 týdnů sezóny. Skupinové zápasy, zápasy po sobě, vyřazovací fáze, nájezdy a potřeba podávat výkony v 8 zápasech během 12 dní během olympijských her a mistrovství světa jsou klíčem k úspěchu na mezinárodní úrovni. Fyzická odolnost a úroveň kondice požadovaná pro tyto specifické soutěžní tlaky přináší jedinečné výzvy pro přípravu sportovců. S tímto na paměti by cílem jakéhokoli programu fyzické přípravy mělo být vyvinout sportovce, kteří jsou schopni snášet vysoké pracovní zátěže a jsou odolní a odolávají nástrahám turnajového zatížení pozemního hokeje. Zaměření se pak posouvá k vytvoření tréninkového přístupu, který systematicky zvyšuje toleranční úrovně, aby sportovci mohli vydržet vysoké objemy tréninku potřebné k úspěchu v soutěžích, jako jsou Olympijské hry. (Laursen & Buchheit, 2019)

Opakování akcí s vysokou intenzitou a schopnost vyvíjet vysoké silové výstupy jsou klíčové a podporují možnost dosažení většího úspěchu. Víme, že sportovci s vysokou relativní silou jsou schopni vyvíjet vyšší síly a nadřazenou úroveň rychlosti a síly. Pozemní hokej je sport, ve kterém úspěch závisí na hráčích vyhrávajících individuální souboje. Schopnost efektivně zrychlit a provádět rychlé unilaterální pohyby v a z nízkých pozic jsou klíčovými charakteristikami, které mohou přispět k úspěšným výsledkům proti soupeřům. (Laursen & Buchheit, 2019)

2.4 Fyziologické nároky na hráče pozemního hokeje

Ve studii provedené Mannou et al. (2011) byl zkoumán fyziologický profil indických reprezentačních hráčů různých věkových skupin v pozemním hokeji. V rámci této analýzy byly sledovány různé parametry, včetně kardiovaskulární kondice, síly a dalších fyziologických aspektů. Výsledky ukázaly, že hráči pozemního hokeje procházejí významnými fyziologickými změnami během zápasu. Mezi klíčové pozoruhodné

výsledky patřila variabilita v celkové překonané vzdálenosti během zápasu, která se pohybovala mezi 6 až 10 kilometry, což bylo závislé na úrovni hry a hráčské pozici. Dále byly zjištěny významné odpovědi kardiovaskulárního systému, jako je zvýšený srdeční tep, zvýšené hladiny laktátu a vyšší spotřeba kyslíku během intenzivních fází hry. Tyto výsledky zdůrazňují vysokou intenzitu, kterou hráčky pozemního hokeje prožívají během zápasů a potvrzují, že sport klade specifické nároky na kardiovaskulární systém hráček. Studie tak poskytuje důležité informace o fyziologických nárocích, kterým jsou hráčky v tomto sportu vystaveny, což může být využito při navrhování efektivních tréninkových programů a strategií prevence zranění.

Výzkum pomocí globálního polohového systému (GPS) prokázal, že hráči na hřišti mohou při zápase dosáhnout vzdálenosti od 5 do 9 km. Proto lze považovat pozemní hokej za sport s vysokým aerobním zatížením, který zahrnuje častá, i když krátká období nadřazeného anaerobního úsilí (obr.2).

Vysoko intenzivnímu běhu nebo sprintu je v utkáních věnováno 12% až 26% celkového času. Vysoko intenzivní pohyby jsou hodnoceny pomocí dat z GPS a jsou klasifikovány jako jakákoli běžecká aktivita nad 15 km/h. S ohledem na to, že zbylých 74% až 88% času hráči tráví v nízkých intenzitách, je dobře vyvinutý aerobní systém zásadní pro výkonnost v pozemním hokeji, nejen kvůli konzistentní aktivní povaze hry, ale také pro metabolickou regeneraci potřebnou mezi vysoko intenzivními úsilími. Zatímco existuje shoda ohledně celkových fyzických nároků v pozemním hokeji, existuje určitá variabilita a rozdíly mezi pohlavími a herními posty na hřišti. (Laursen & Buchheit, 2019)

Fyziologické nároky spojené s průběhem hry a potřebou rychlé regenerace v ženském pozemním hokeji vyžadují důraz na aerobní kondici. Tato vlastnost je klíčová pro optimalizaci regenerace během a po anaerobním, vysoko intenzitním tréninku v přípravném období. Metabolický trénink, zaměřený na adaptace aerobního systému, zahrnuje vylepšení dodávky a využití kyslíku, což vede ke snížení tempa tvorby mléčné kyseliny a zvýšení tempa jejího odstranění během fyzické aktivity. Dále je zdůrazněno, že dobrá aerobní kondice přispívá ke zlepšení funkce aerobních enzymů a zvětšení

mitochondrií, což následně podporuje udržitelnou aerobní produkci ATP, zvýšení tempa přenosu a uvolňování energie z tuku a zároveň snižuje tempo vyčerpání glykogenu. (McArdle, Katch, & Katch, 2015)

Výsledky studie provedené Sell a Ledesma (2016) a předchozích výzkumů zdůrazňují potřebu efektivního využití alaktického kreatinfosfátového a anaerobního glykolytického systému pro podporu vysoko intenzivní aktivity v ženském hokeji. Podobně jako v jiných sportech s vysokou intenzitou a intervalovým charakterem, fyziologické nároky na ženský hokej klade důraz na význam anaerobního tréninku pro zvýšení aktivity glykolytických enzymů, efektivní skladování a doplňování fosfokreatinu a glykogenu, náboru rychlých svalových vláken, schopnost produkce kyseliny mléčné a potenciální zlepšení schopnosti vyrovnat se s kyselými ionty, což zahrnuje například zvýšení chemického vyrovnávání a vyšší toleranci k bolesti.

Pozemní hokej je sport s dlouhou historií, který prošel během poslední dekády poměrně rychlými a radikálními změnami. Příchod syntetické hrací plochy změnil technické, taktické a fyziologické požadavky hry na všech úrovních, zejména však na úrovni elitní. Aby hokejista zvládal technický vývoj ve hře, musel se také rozvíjet po kondiční stránce, aby splňoval fyzické normy požadované na elitní úrovni. Analýza fyziologických parametrů a energetické spotřeby při hraní hokeje ho zařadila do kategorie "těžkého cvičení" s hlášenými hodnotami $\dot{V}O2$ během hry 2,26 L/min. Odhaduje se, že energetická spotřeba se pohybuje od 36 do 50 kJ/min. Fyziologický profil ženských hokejistek ukázal, že somatotyp se sklání k hodnotám 3,5/4,0/2,5. Procento tělesného tuku u ženských hráček se pohybuje od 16 do 26 %. Anaerobní výkon byl prokázán jako srovnatelný s jinými skupinami sportovkyň a také jako rozlišovací faktor mezi hráčkami na elitní úrovni a hráčkami na úrovni výkonnostní či rekreační. Maximální spotřeba kyslíku u ženských hráček se pohybuje od 45 do 59 ml/kg/min. (Thomas & Andrew, 2014)

Metabolické reakce, které představují aerobní procesy, jsou procesy, během nichž dochází k uvolňování energie za přítomnosti kyslíku. Tyto reakce jsou závislé na schopnosti organismu přijímat kyslík z atmosférického vzduchu, což souvisí s difúzní

kapacitou plic. Kyslík je transportován do aktivních svalů, kde probíhá aerobní štěpení a re syntéza ATP. S rostoucí intenzitou činnosti se zvyšuje potřeba kyslíku dodávaného do svalů. Tato interakce mezi kyslíkem a energetickými procesy představuje klíčový aspekt fyziologie a výkonu organismu při sportovních aktivitách. (Dovalil et al., 2012)

Anaerobní mechanismy začínají být aktivovány, když intenzita pohybu dosáhne takové úrovně, že organismus nedokáže dodat svalu dostatečné množství kyslíku. V takovém případě se energetické potřeby zabezpečují buď prostřednictvím procesů ATP-CP nebo anaerobní glykolýzy. Uvolňování energie probíhá základně třemi odlišnými a současně vzájemně propojenými způsoby, označovanými ve sportovním tréninku jako ATP-CP systém, LA systém a O2 systém. (Dovalil et al., 2012)

Studie provedená McGuinnes et al. (2019) měla za cíl měřit fyzické a fyziologické požadavky na mezinárodní ženský pozemní hokej elitní úrovně během zápasu. Třicet osm účastnic, s průměrným věkem 24 let, výškou 173 cm a hmotností 72 kg, se účastnilo devatenácti soutěžních zápasů v sezóně 2014–2015. Hráčky byly sledovány pomocí GPS technologie a srdečních monitorů a byly rozděleny do tří herních pozic. Aktivita byla rozčleněna do celkové vzdálenosti, vzdálenosti běhu vysokou rychlostí a relativní vzdálenosti kvůli pravidelnému střídání hráček. Srdeční tep byl kategorizován podle procenta maximálního srdečního tepu (HRpeak), stanoveného testem Yo-Yo intermittent recovery level 1. Průměrná doba strávená hráčkami ve hře byla 44 ± 7 minut. Celková uběhnutá vzdálenost byla 5558 ± 527 m s 589 ± 160 m uběhnutých při vysoké rychlosti. Obránci pokryli větší celkovou vzdálenost než hráčky na ostatních pozicích ($p \leq 0{,}001$), záložníci uběhli větší vzdálenost při vysoké rychlosti ($p \leq 0{,}001$) a útočníci měli vyšší relativní vzdálenost ($p \leq 0{,}001$). HRpeak hráček byl 199 ± 1 tepů/min s průměrnou intenzitou cvičení 86 ± 7,8 % z HRpeak. Čas strávený nad 85 % HRpeak významně klesl během obou poločasů ($p = 0{,}04$, $\eta 2 = 0{,}09$, Malý), s obránci, kteří strávili více času nad 85 % HRpeak ve srovnání s útočníky ($p \leq 0{,}001$).

Ve studii, kterou provedli Lythe & Kilding (2011) bylo analyzovat fyzické nároky na elitní mužský pozemní hokej pomocí moderních metod analýzy pohybu v čase. Osmnáct elitních mužských hráčů (věk: 24,4 ± 4,5 let) absolvovalo pět zápasů, během nichž

byly sledovány jejich fyzické parametry pomocí GPS jednotek a monitorů srdečního tepu. Průměrná uběhnutá vzdálenost každého hráče činila 6 798 ± 2 009 m. Průměrná uběhnutá vzdálenost podle pozice za 70 minut hry (pozice70) dosáhla 8 160 ± 428 m. Tato vzdálenost klesla o 4,8 % mezi prvním a druhým poločasem (P<0,05). Obránci uběhli významně menší vzdálenost než hráči na ostatních pozicích (P<0,05). Běh vysoké intenzity (>19 km/h) představoval 6,1 % (479 ± 108 m) celkové uběhnuté vzdálenosti s 34 ± 12 sprinty na hráče a průměrnou délkou 3,3 s. Průměrný srdeční tep byl vyšší v prvním poločase (86,7 % maximálního srdečního tepu) než ve druhém poločase (84,4 % maximálního srdečního tepu), avšak tato změna nebyla signifikantní (P = 0,06). Výsledky naznačují, že současný elitní pozemní hokej je náročný týmový sport. Kvantifikace fyzických nároků hráčů na této úrovni poskytuje užitečný základ pro rozvoj kondičních programů. Zjištěné rozdíly ve fyzických výstupech mezi jednotlivými pozicemi naznačují, že je třeba přizpůsobit kondiční přístup podle hráčské pozice na elitní úrovni.

Obr. 2 Pohybové schopnosti pozemního hokeje v porovnání s jinými sportovními disciplínami (Laursen & Buchheit,2019)

Pozice hráče pozemního hokeje na třech osách ilustruje relativní důležitost tří hlavních pohybových schopností pro účast na elitní úrovni v pozemním hokeji, přičemž je třeba poznamenat, že se to mírně odlišuje podle pozic. Mimo klíčové psychologické aspekty a komponenty týmové spolupráce, které jsou

obtížné kvantifikovat, ukazuje koláčový graf obecnou relativní důležitost dovedností (40 %), taktického povědomí (25 %) a fyzických schopností (35 %) pro úspěch v pozemním hokeji.

2.4.1 Únava v pozemním hokeji

Soutěžní i tréninková aktivita vyvolává únavu, která se projevuje různými dílčími symptomy, ale zejména poklesem celkového výkonu. Ve studii Sánchez-Migallón (2022) se čtrnáct profesionálních hráček pozemního hokeje účastnilo měření izometrické síly adduktorů a abduktorů kyčle. Průměrný věk: 20,4 ± 5,4 let; průměrná hmotnost: 60,7 ± 7,2 kg; průměrná výška: 167,0 ± 1,0 cm). Měření maximální izometrické síly adduktorů a abduktorů kyčle bylo provedeno před prvním zápasem (před zápasem 1), po prvním zápase (po zápase 1), po druhém zápase (po zápase 2) a 48 hodin po druhém zápase. Pohybové vzory během zápasů byly zaznamenány pomocí přenosného systému GPS a vnímaná námaha (RPE) byla hodnocena po každém zápase. Kromě toho byly použity Wellness dotazník (5-WQ) a celková škála kvality zotavení (TQR) před zápasy a opět 48 hodin po druhém zápase. Bylo zjištěno, že pro ne dominantní končetinu byla maximální izometrická síla adduktorů a abduktorů kyčle nižší po zápase 2 ve srovnání s před zápasem 1 ($p = 0{,}011$). Síla abduktorů kyčle v ne dominantní končetině zůstala snížena 48 hodin po zápasu 2 ($p < 0{,}001$). Nebyly zaznamenány žádné rozdíly v celkové uběhnuté vzdálenosti při srovnání zápasu 1 a zápasu 2. Hráčky hlásily akutnější únavu (5-WQ, $p = 0{,}009$) a zvýšenou svalovou bolest před zápasem 2 ve srovnání s před zápasem 1 ($p = 0{,}015$), zatímco únava se vrátila na úroveň před soutěží 48 hodin po zápasu 2 ($p = 0{,}027$). Nebyly pozorovány žádné změny v TQR.

Dochází tedy především k periferní únavě, kde se projevují změny ve svalech, například vyčerpání energetických rezerv, snížení objemu vody a elektrolytů nebo zvýšená koncentrace laktátu, a centrální únavy spojené se sníženou funkcí centrální nervové soustavy (CNS). Hodnocení únavy probíhá na základě změn v celkové reakci organismu, rychlosti regeneračních procesů směřujících k obnovení rovnováhy. Může být také využito objektivních ukazatelů, jako jsou biochemické parametry, například zvýšená hladina močoviny nebo kreatin kinázy v krvi, snížený poměr testosteron/kortizol nebo glutamin/glutamát, nebo zvýšený hydroxyprolin v moči. Hlavními zdroji

únavy jsou obvykle snížené energetické rezervy, nadbytek některých produktů látkové výměny, narušení vnitřního prostředí organismu a změny v regulačních a koordinačních funkcích. (Dovalil et al., 2012)

2.5 Metody měření výkonu v pozemním hokeji

Analýza výkonu ve sportu zahrnuje zkoumání skutečného sportovního výkonu nebo výkonu při tréninku. To, co odlišuje analýzu výkonu od jiných disciplín, je zaměření na skutečný sportovní výkon spíše než na činnost prováděnou v laboratorním prostředí nebo na data získaná z vlastních zpráv, jako jsou dotazníky, skupiny zaměřené na dané téma, zprávy a rozhovory. Existují případy, kdy lze cvičení biomechaniky v laboratoři považovat za analýzu výkonu; pokud je zkoumaná technika důležitou dovedností ve sledovaném sportu, pak detailní biomechanická analýza této techniky je analýzou této dovednosti. Toto je zejména silný argument tam, kde dovednost, jako je běžecký krok, golfový švih nebo tenisové podání, je klíčová pro úspěch ve sportu a kde podrobná data potřebná k analýze nelze získat během skutečné soutěže. (O'Donoghue, 2009)

Studium výkonu ve sportu je novou oblastí ve sportovní vědě. Její začátky spočívají v historii biomechaniky a notační analýzy, které byly sjednoceny v roce 2001 pro vytvoření analýzy výkonu. Nicméně vývoj tohoto oboru, jak ho známe nyní, zahrnuje také vývoj samotného sportu a dějiny zkoumání lidského pohybu. Tato analýza byla ovlivněna objevy v oblasti anatomie, fyziologie, mechaniky a inženýrství. (Nigg & Herzog, 2007)

Přechod na video analýzu sice zjednodušil proces, ale stále zůstává náročný a pracný. Video analýza, i když spolehlivá, je finančně náročná a vyžaduje detailní kalibraci. Naopak, nositelná zařízení jako GPS a zařízení k měření srdeční frekvence jsou pohodlná, umožňují sledování údajů o aktuálním úsilí v reálném čase, a to bez potřeby videozáznamu. Nositelná zařízení nevyžadují složité nastavení, poskytují spolehlivá a platná měření, okamžitou zpětnou vazbu a informace o fyziologii a fyzickém stavu sportovců. Global Positioning System neboli GPS byl původně vyvinut pro účely

navigace v armádním sektoru. Časem však našel využití i pro komerční účely. Tento systém je spojený se satelity, které mají za úkol poskytovat pomocí frekvence vzorkování měřené v Hertzích (Hz) informace o poloze a čase. Tato komunikace mezi satelitem a GPS jednotkou umožňuje triangulaci pozice hráče v prostoru a čase a umožňuje tak analyzovat pohyb hráče na hřišti. V týmových sportech, jako jsou fotbal, ragby nebo pozemní hokej, se nositelná zařízení rozsáhle používají k objektivnímu sběru dat o výkonech, což je považováno za přesnější než subjektivní metody. Ta poskytují detailní měření fyzické a fyziologické kondice hráčů v reálném čase během tréninku a zápasů. GPS sledování je využíváno k analýze pozičních požadavků během soutěží, což přináší relevantní data, jako jsou sledování zranění a běžecké výkony podle výsledku zápasu. I přes nepřesnost GPS jednotek jsou široce využívány k monitorování pohybu hráčů, zatímco monitory srdečního tepu informují trenéry o úsilí hráčů v průběhu akce. Tato data mohou trenérům poskytnout užitečné informace pro úpravu tréninkových programů s cílem dosáhnout lepších výkonů. (Lim, Sim, & Kong, 2021)

2.5.1 Analýza výkonu pomocí GPS

V roce 2006 proběhly první snahy o ověření použití GPS pro měření sportovních výkonů na hřišti. I přesto, že byla GPS úspěšně ověřena pro použití v týmových sportech, stále existují pochybnosti o vhodnosti GPS pro měření krátkých vysokorychlostních pohybů. GPS byla však široce využívána v australském fotbale, kriketu, pozemním hokeji, ragby a fotbale. V literatuře odvozené z GPS lze nalézt bohaté informace o aktivitním profilu sportovců ve sportech na hřišti, zahrnující celkovou uběhnutou vzdálenost hráčů a vzdálenosti ve specifických rychlostních pásmech. Globální polohové systémy byly rovněž využity k detekci únavy během zápasů, identifikaci období nejintenzivnější fáze hry, rozlišení profilů aktivity podle pozice, úrovně soutěže a druhu sportu. (Aughey, 2011)

Nositelná zařízení umisťovaná na hrudi nebo zádech sportovce obsahují senzory (akcelerometr, gyroskop, magnetometr a GPS modul), které sledují metriky a umožňují ukládání a přenos dat. Moderní sledovací zařízení však nejsou stoprocentně přesná a

spolehlivá, a mohou chybět důležité informace o těžišti sportovce. Omezená přesnost GPS může způsobit, že zachycená data jsou spíše orientační než přesná. (Arastey, 2018)

Globální navigační systémy jsou rozdělovány podle rychlosti vzorkování za sekundu. Původně měly komerční zařízení frekvenci vzorkování 1 Hz (jedno vzorkování za sekundu). Výrazným technologickým pokrokem v oblasti rychlostí vzorkování GPS nyní existují jednotky s frekvencemi 5, 10 a 15 Hz. Současně s tímto zdokonalením došlo k integrování triaxiálních akcelerometrů do GPS zařízení. Tyto akcelerometry využívají součet zrychlení ve třech rovinách (X, Y a Z) k vytvoření celkové vektorové velikosti (vyjádřené jako G-síla). Akcelerometry dokážou kvantifikovat zátěž na hráče nebo tělo a měřit nárazy způsobené kontaktem hráče a srážkami s ostatními sportovci, objekty a povrchy. (Cummins, Orr, O'Connor, & West, 2013)

Podle Arastey 2018 může charakter dat zaznamenaných GPS sledovači vykazovat značné rozdíly v závislosti na poskytovateli a potřebách týmu, který využívá tato data. Podobně jako v mnoha oblastech analýzy výkonu je nutné při používání GPS dat postupovat a analyzovat je vhodně v kontextu daného sportu, sportovce nebo situace. Samotný izolovaný datový bod může poskytnout jen minimální informace o tom, co se vlastně děje, nebo dokonce žádné. Z toho důvodu je nezbytné kombinovat GPS metriky pomocí více proměnných, aby bylo možné získat komplexní obrázek. Například dva sportovci mohou uběhnout stejnou vzdálenost při stejné průměrné rychlosti, ale pohled na srdeční tepy nebo intervaly rychlosti může poskytnout hlubší pohled na jejich fyzickou kondici a množství zátěže, kterou každé tělo snáší k dosažení konkrétního výsledku.

Nejčastěji sledovanými parametry výkonu jsou:

- Celková uběhnutá vzdálenost
- Průměrná běžecká rychlost
- Celková běžecká vzdálenost (vysoká rychlost)
- Celková sprinterská vzdálenost (běh plnou rychlostí)
- Průměrný čas zrychlení

- Průměrný čas zpomalení
- Srdeční tep (k identifikaci pracovní intenzity sportovce)
- Pozice na hřišti
- Čas hry s vysokou intenzitou
- Čas hry s nízkou intenzitou
- G-Force / údaje o nárazu (pro kontaktní sporty jako ragby)

GPS má technologická i praktická omezení. Signály od satelitů mohou být blokovány atmosférou a překážkami v okolí, což způsobuje chyby v měření. Přesnost určení polohy je ovlivněna i počtem satelitů, které komunikují s GPS přijímačem. I když teoreticky stačí 4 satelity k triangulaci polohy, existuje střední negativní korelace mezi chybou vzdálenosti a počtem satelitů. Měření rychlosti také může být náchylné k chybám s klesajícím počtem satelitů. Správná poloha satelitů je klíčová pro přesnost zaznamenaných měření. (Larsson, 2003)

V porovnání s jinými sledovacími technikami je GPS časově efektivní a poskytuje zpětnou vazbu v reálném čase, což je v týmových sportech velmi praktické. GPS umožňuje sledování pohybů více sportovců současně, na rozdíl od analýzy pohybu pomocí videa, která může trvat několik hodin na zpracování. Rozvoj technologie GPS umožnil integraci triaxiálních akcelerometrů, které mohou měřit zatížení hráče a nárazy způsobené kontaktem s ostatními. Přesto je důležité si být vědom omezení GPS zařízení, zejména co se týče validity a spolehlivosti, což jsou klíčové faktory při vědeckém výzkumu ve sportu, zejména při používání GPS v profesionálních sportovních týmech. (Witte & Wilson, 2005)

GPS zařízení s vzorkováním 1 Hz, původně komerčně dostupná a široce používaná ve sportovních týmech, prošla rozsáhlým výzkumem týkajícím se jejich validity a spolehlivosti. Studie validity naznačují, že tato zařízení jsou obecně přesná při měření vzdáleností během různých pohybů v týmových sportech. Například poskytují přesné měření celkové vzdálenosti při běhu po přímce a běhu nízkou rychlostí. Omezení

vznikají při krátkém běhu vysoké intenzity, zejména sprintech běžných ve sportovních hrách, kde přesnost 1 Hz GPS jednotek klesá. (Portas, Harley, Barnes, & Rush, 2010)

Závěry z analýzy 5 Hz GPS zařízení naznačují, že tato technologie je důkladně zkoumána z hlediska validity měření vzdálenosti v týmových sportech. Většina studií ukazuje, že tato zařízení jsou schopna přesně kvantifikovat vzdálenosti hráčů při různých typech pohybů, včetně lineárního a nepřímočarého pohybu. Avšak, problémy s přesností měření nastávají při běhu vysoké a velmi vysoké rychlosti na střední vzdálenosti, což může způsobit větší odchylky ve výsledcích. Důležitým faktorem je také výběr konkrétního typu 5 Hz GPS zařízení, kde se prokázalo, že některé modely mají problémy s přesností při běhu na krátké vzdálenosti a vysokých rychlostech, zatímco jiné vykazují lepší validitu. Přestože existují nejistoty ohledně intraunitní a interunitní spolehlivosti, zdá se, že tato zařízení jsou spolehlivá při měření vzdáleností během týmových sportů, zejména při simulacích herních situací. V oblasti měření rychlosti jsou 5 Hz GPS zařízení považována za vhodný nástroj s dobrou validitou, ačkoliv jsou zaznamenány odchylky při bězích s nízkou nebo vysokou rychlostí a pohybech s akceleracemi nebo deceleracemi. Celkově lze říct, že přestože existují omezení, 5 Hz GPS zařízení se jeví jako užitečný nástroj pro sledování hráčů v týmových sportech, zejména při simulacích herních situací, a mohou poskytovat spolehlivá data o vzdálenostech a rychlostech. (Varley, Fairweather, & Aughey, 2011)

Cílem výzkumu, který provedli Johnston at. al. (2013) bylo zhodnotit validitu a reliabilitu mezi GPS jednotkami o frekvencích 10 Hz a 15 Hz a zkoumat rozdíly mezi těmito jednotkami při měření pohybových nároků sportovců v týmových sportech. Závěry této studie ukazují, že není vhodné provádět srovnávání mezi GPS jednotkami s frekvencemi 10 Hz a 15 Hz. Celkově vzato GPS jednotky s frekvencí 10 Hz poskytovaly měření pohybových nároků s vyšší platností a spolehlivostí než jednotky s frekvencí 15 Hz. Nicméně jak jednotky s frekvencí 10 Hz, tak i 15 Hz přinášely lepší měření pohybových nároků ve srovnání s jednotkami s frekvencemi 1 Hz a 5 Hz GPS.

2.5.2 Analýza výkonu pomocí hrudních pásů

Oproti GPS jednotkám jsou měřiče srdečního tepu jednodušší. Rozvojem různých technologií využívaných k monitorování srdečního tepu vznikly nakonec bezdrátové varianty měřičů. Tyto zařízení zahrnují vysílač a přijímač, které umožňují měření srdečního tepu na základě časového rozmezí mezi dvěma úspěšnými R-vlnami na EKG signálu, což je též známé jako R-R interval. Měřiče srdečního tepu používané ve sportu se běžně připínají na hrudník, kde zaznamenávají údaje o srdečním tepu jako nástroj pro sledování vnitřní zátěže během tréninku a soutěží. Tyto měřiče jsou propojeny s hrudním pásem, obsahujícím vestavěné elektrody. I přesto, že mohou být nepříjemné, ukázalo se, že měřiče srdečního tepu připevněné k hrudi mají vyšší přesnost než pohodlnější alternativy nošené na zápěstí a jsou momentálně nejrozšířenějšími zařízeními pro objektivní hodnocení pracovní zátěže a úsilí. (Lim, Sim & Kong, 2021)

Monitory srdečního tepu se především využívají k určení intenzity cvičení v tréninku nebo soutěžních utkáních. Ve srovnání s jinými ukazateli intenzity je sledování srdeční frekvence snadné, relativně levné a lze ho aplikovat ve většině situací. Existuje také možnost, že srdeční frekvence a variabilita srdeční frekvence mohou hrát roli v prevenci a detekci přetrénování. Většina studií nad přetrénováním naznačuje snížení maximální srdeční frekvence. Změny HRV po intenzivním tréninku jsou stále zkoumány, ale zatím nelze vyvodit jednoznačné závěry. Vztah mezi srdeční frekvencí a příjmem kyslíku ($\dot{V}O2$) byl používán k predikci maximálního příjmu kyslíku ($\dot{V}O2max$), ale tato metoda má několik předpokladů a může se lišit až o 20 % od skutečných hodnot. Tato vazba se také využívá k odhadu energetického výdeje během terénních podmínek, což poskytuje uspokojivý odhad na skupinové úrovni, ale není příliš přesný pro individuální odhady. (Achten & Jeukendrup, 2003)

Vztah mezi srdeční frekvencí a dalšími parametry monitorujícími tréninkový stav může být ovlivněn různými faktory. Například faktory jako dehydratace a okolní teplota můžou ovlivnit vztah mezi srdeční frekvencí a příjmem kyslíku. Srdeční monitory (HRM) se staly běžným nástrojem pro trénink ve vytrvalostních sportech, kde se rychle

vyvinuly a poskytují různé možnosti využití. Přesto mají i svá omezení, zejména pokud jde o vztah mezi srdeční frekvencí a dalšími fyziologickými parametry, který je často studován v laboratorních podmínkách. (Achten & Jeukendrup, 2003)

Lythe & Kilding (2011) provedli studii které se zúčastnil Novozélandský hokejový tým. Jejich průměrná srdeční frekvence během utkání dosáhla hodnoty 161 úderů za minutu, což představuje 85,3 ± 2,9 % maximálního srdečního tepu (HRmax). Maximální srdeční tep dosažený během zápasů činil 196 úderů za minutu, odpovídající 96,3 ± 2,7 % HRmax. Průměrná srdeční frekvence poklesla z 86,7 % HRmax na 84,4 % HRmax mezi prvním a druhým poločasem, ačkoliv tato změna nebyla statisticky významná ($P = 0,06$). Hráči strávili 90 % doby zápasu nad 75 % HRmax, 60 % nad 85 % HRmax a 4 % nad 95 % HRmax. Útočníci vykazovali významně nižší průměrnou srdeční frekvenci než záložníci ($P < 0,05$), strávili větší procento času v zápase nad 95 % HRmax než obránci ($P < 0,05$) a větší procento času pod 75 % HRmax než záložníci ($P < 0,05$). Útočníci rovněž strávili více času nad 95 % HRmax ve srovnání se záložníky, ačkoliv rozdíl se blížil statistické významnosti ($P = 0,06$).

3 Cíle a výzkumné otázky

Diplomová práce má za cíl provést komplexní analýzu výkonů hráček na mistrovství Evropy v pozemním hokeji s využitím GPS technologie. Cílem teoretické části bylo vytvoření rešerše na danou problematiku. Hlavním cílem diplomové práce je prostřednictvím analýzy dat získaných pomocí GPS technologie porovnat individuální výkony hráček účastnících se mistrovství Evropy v pozemním hokeji a určit existující rozdíly ve výkonech hráček na základě jejich herních postů.

3.1 Výzkumné otázky

VO1: Jak se mění celková vzdálenost v pozemním hokeji během utkání žen na mistrovství Evropy ve vztahu k jednotlivým herním postům?
VO2: V jakých intenzitách se hráčky během utkání pohybují a k jakým změnám dochází v průběhu turnaje?

4 Metodika

Metodika diplomové práce bude postavena na sběru dat prostřednictvím GPS technologie od značky STATSports a hrudních pásů stejné značky měřících srdeční frekvenci během Mistrovství Evropy v pozemním hokeji.

4.1 Úkoly práce

Úkol 1: Analýza literárních prací a vytvoření rešerší

Úkol 2: Výběr výzkumných metod

Úkol 3: Zajistit potřebný výzkumný soubor a rozdělit hráčky dle herních pozic

Úkol 4: Provést terénní šetření pomocí vybraných ukazatelů (ME v pozemním hokeji)

Úkol 5: Popsat výsledky výzkumu

Úkol 6: Sestavit doporučení do praxe na základě získaných výsledků

4.2 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořilo 14 hráček českého národního týmu ve věku 17-32 let. Průměrný věk hráček byl 23 let a průměrný počet let specializované přípravy byl u hráček 16 let. Hráčky v národním týmu byly složeny z různých klubů z české extraligy pozemního hokeje i zahraničních soutěží. Hráčky byly rozděleny do tří skupin zahrnujících 4 obránce, 5 záložníků a 5 útočníků, podle jejich obvyklé pozice, na které během turnaje nastupovaly. Původně tvořilo výzkumný soubor 16 hráček. Bohužel ještě před turnajem došlo ke zranění jedné hráčky, která tak nenastoupila k žádnému utkání. Druhá hráčka se zranila během turnaje a neodehrála tak celý turnaj a její zranění mělo příliš velký dopad na celkové výsledky, proto byla následně z výzkumu také vyřazena.

4.3 Metody výzkumu

Ke sběru dat během mistrovství Evropy v pozemním hokeji byly použity GPS trackery značky STATSport generace Apex Athlete (Obr.3), které fungují na vzorkovací frekvenci 15 Hz. Tyto GPS trackery integrují vestavěné senzory, jako jsou akcelerometry a gyroskopy, spolu s GPS technologií, aby sledovaly pohyb sportovců a získávaly jejich polohu a rychlost. Tyto senzory a GPS pracují společně na sběru dat o pohybu hráče v reálném čase. Během tréninku nebo soutěže tyto trackery nepřetržitě zaznamenávají údaje o rychlosti, vzdálenosti, akceleraci, deceleraci a dalších parametrech pohybu. Tato data jsou ukládána v zařízení a mohou být přenesena do specializovaného softwaru pro analýzu a vizualizaci. Po ukončení tréninku či soutěže se trackery připojí k počítači nebo mobilnímu zařízení prostřednictvím speciálního softwaru, kde trenéři a sportovci mohou detailně analyzovat výkon a identifikovat oblasti, které je třeba zdokonalit.

Dále byly ke sběru dat využívány hrudní pásy (obr.4) od značky STATSports za účelem měření srdeční frekvence během utkání. Tyto data byla po utkání opět uložena do softwaru používaného k vyhodnocování výsledků.

Obr. 3 GPS zařízení s potřebným příslušenstvím

Obr. 4 Hrudní pás k měření srdeční frekvence

Na základě vyhodnocení těchto dat a porovnání výkonu jednotlivých herních postů budou analyzovány výsledky a vyvozeny závěry. Diskuse bude navazovat na nalezené studie a porovnávat dosažené výsledky s existující literaturou v rámci pozemního hokeje. Metodologie zajišťuje kvalitní a komplexní zhodnocení dat, a přispívá k rozšíření poznatků v oblasti výkonnosti hráčů v pozemním hokeji během Mistrovství Evropy. Pomocí GPS byly měřeny tyto parametry výkonu:

Celková uběhnutá vzdálenost

Vyjadřuje vzdálenost pokrytou během zápasu měřenou v metrech (m).

Maximální dosažená rychlost

Vyjadřuje maximální dosaženou rychlost během zápasu měřenou v kilometrech za hodinu (km/h)

Běh ve vysoké intenzitě (HSR)

Vyjadřuje vzdálenost pokrytou ve vysoké intenzitě pohybu měřenou v metrech (m). Za běh ve vysoké intenzitě se považuje běh nad 16 km/h a rovná se součtu rychlostní zóny 5 a 6. (používá se zkratka HSR z anglického názvu High Speed Running)

Uběhnutá vzdálenost v různých rychlostních zónách

Vyjadřuje vzdálenost pokrytou v jednotlivých rychlostních zónách měřené v metrech (m). Podle běžecké rychlosti měřené v kilometrech za hodinu se zóny rozdělují na:

- Zóna 1 = 0–2 km/h
- Zóna 2 = 2–7 km/h
- Zóna 3 = 7–11 km/h
- Zóna 4 = 11-16 km/h
- Zóna 5 = 16-20 km/h
- Zóna 6 = 20 a více km/h

Počet akcelerací za zápas

Vyjadřuje počet akcelerací za zápas. Za akceleraci se považuje jakékoliv zrychlení nad $3m/s^2$.

Počet decelerací za zápas

Vyjadřuje počet decelerací za zápas. Za deceleraci se považuje jakékoliv zpomalení nad $3m/s^2$.

Počet sprintů za zápas

Vyjadřuje počet sprintů za zápas. Za sprint se považuje dosažení >76% maximální rychlosti a udržení této rychlosti po dobu delší než jednu sekundu. Každá hráčka má svou maximální rychlost přednastavenou individuálně v používaném softwaru.

Maximální srdeční frekvence

Vyjadřuje maximální srdeční frekvenci dosaženou v zápase, která se měří v tepech za minutu (HR/min).

Průměrná srdeční frekvence

Vyjadřuje průměrnou srdeční frekvenci dosaženou v zápase, která se měří v tepech za minutu (HR/min).

4.4 Sběr dat

Celé měření probíhalo během mistrovství Evropy žen v pozemním hokeji probíhajícího v Praze od 30.7. do 5.8.2023 na hřišti SK Slavia Praha. Během tohoto mistrovství Evropy hráčky odehrály 5 utkání, během kterých probíhalo měření.

Každá hráčka po dokončení předzápasového rozcvičení zapnula své GPS zařízení umístěné v horní části hrudní páteře, přibližně mezi lopatkami. K upevnění tohoto zařízení sloužila vesta, která je kompatibilní se zařízením a je zde připravena kapsa, do které se zařízení vkládá. Po skončení utkání bylo zařízení následně vypnuto. Data se průběžně ukládala do softwaru, který sloužil jako prostředek k vyhodnocení. Tento postup se opakoval v každém z pěti utkání probíhajících během sedmidenního turnaje.

Další sběr dat probíhal pomocí hrudních pásů měřících srdeční frekvenci po čas celého utkání.

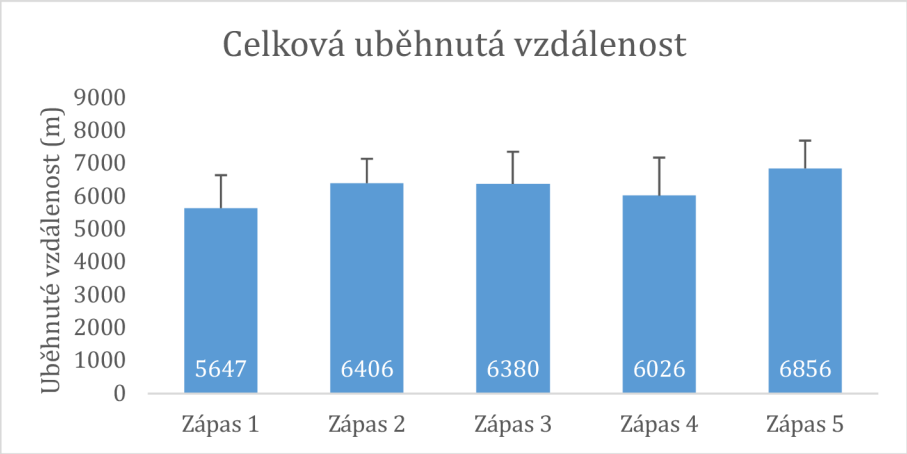
- Zápas č. 1 – 30.7.2023
- Volný den – 31.7.2023
- Zápas č. 2–1.8. 2023
- Zápas č. 3 – 2.8.2023
- Volný den – 3.8.2023
- Zápas č. 4 – 4.8.2023
- Zápas č. 5 – 5.8.2023

4.5 Použité statistické metody

Ze všech dat, která byla pomocí GPS a hrudních pásů naměřena a uložena v softwaru od STATSports byla vytvořena tabulka v Microsoft Excel 2023. Hráčky byly v těchto tabulkách rozděleny dle herních postů. Následně byly v excelu z naměřených dat vytvořeny grafy nejprve výsledků celého týmu v jednotlivých utkáních a poté výsledky z hlediska herních postů. K vytvoření těchto grafů, byl použit především aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Na závěr pro větší přehlednost byly z dat vytvořeny tabulky.

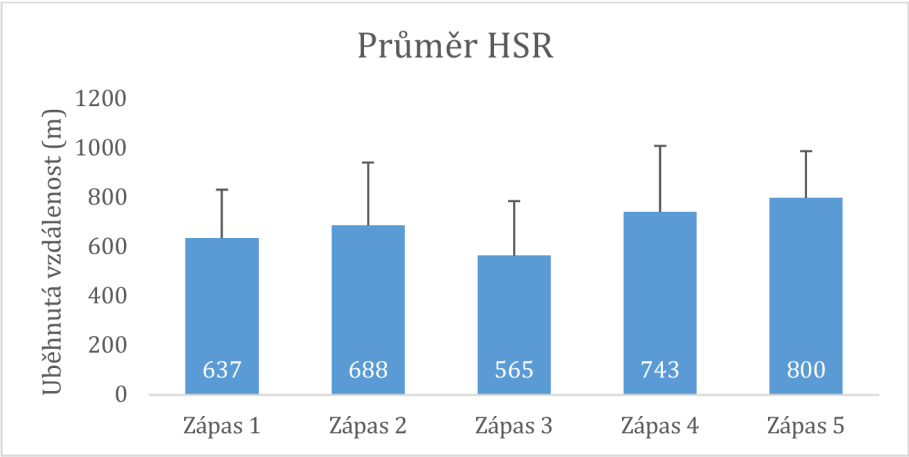
5 Výsledky

Na obrázku číslo 5 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou naběhané metry počítány jako průměry celého týmu za zápas. Průměrná uběhnutá vzdálenost ve všech pěti zápasech je 6263 m, nejnižší uběhnutá vzdálenost 5647 ± 1000 m byla v zápase 1 a nejvyšší uběhnutá vzdálenost 6856 ± 846 m byla v zápase 5. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



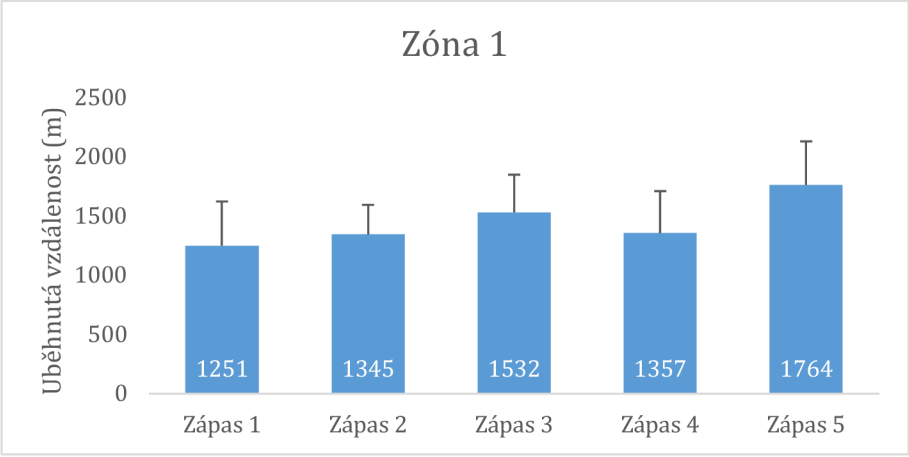
Obr. 5 Celková uběhnutá vzdálenost za zápas

Na obrázku číslo 6 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou naběhané metry ve vysoké intenzitě (>19,8 km/h) počítány jako průměry celého týmu za zápas. Průměrná uběhnutá vzdálenost ve vysoké intenzitě ve všech pěti zápasech je 687 m, nejnižší uběhnutá vzdálenost ve vysoké intenzitě 565 ± 221 m byla v zápase 3 a nejvyšší uběhnutá vzdálenost ve vysoké intenzitě 800 ± 189 m byla v zápase 5. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



Obr. 6 Průměr Vysoko intenzivního běhu

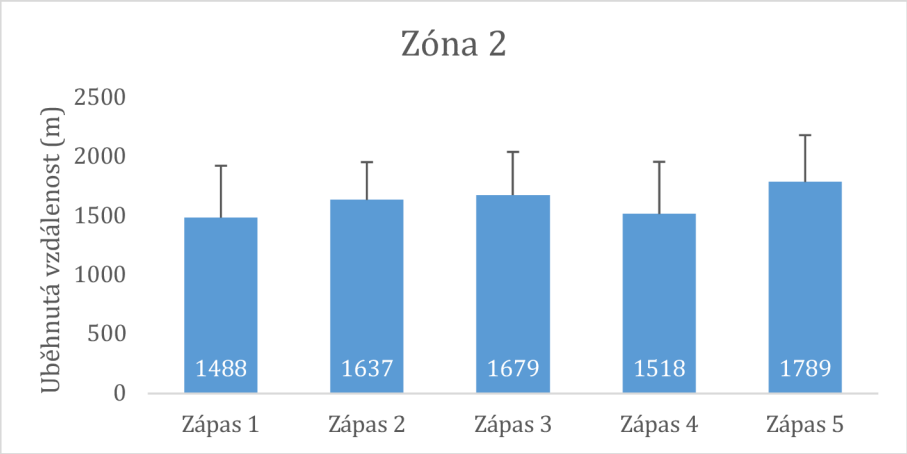
Na obrázku číslo 7 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou naběhané metry v zóně 1 počítány jako průměry celého týmu za zápas. Průměrná uběhnutá vzdálenost v zóně 1 ve všech pěti zápasech je 1450 m, nejnižší uběhnutá vzdálenost 1251 ± 374 m byla v zápase 1 a nejvyšší uběhnutá vzdálenost 1764 ± 369 m byla v zápase 5. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



Obr. 7 Průměr v rychlostní zóně 1

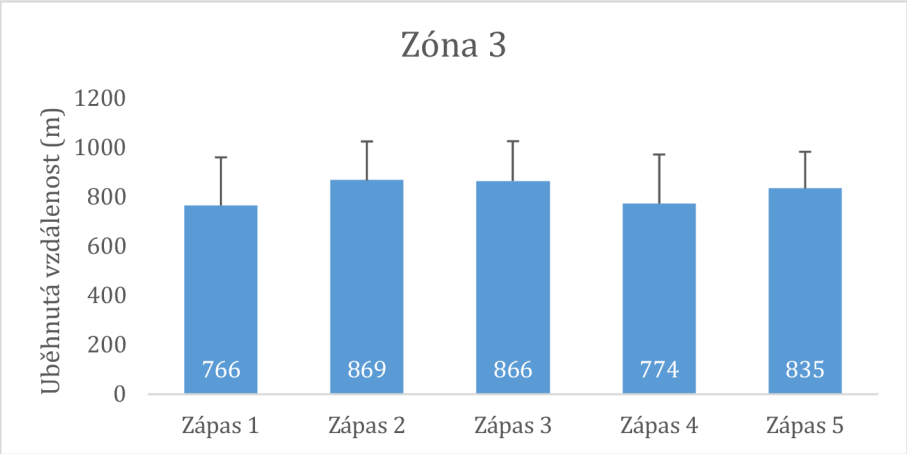
Na obrázku číslo 8 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou naběhané metry v zóně 2 počítány jako průměry celého týmu za zápas. Průměrná uběhnutá vzdálenost v zóně 2 ve všech pěti zápasech je 1622 m, nejnižší uběhnutá vzdálenost 1488 ± 438 m byla v zápase 4 a

nejvyšší uběhnutá vzdálenost 1789 ± 369 m byla v zápase 5. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



Obr. 8 Průměr v rychlostní zóně 2

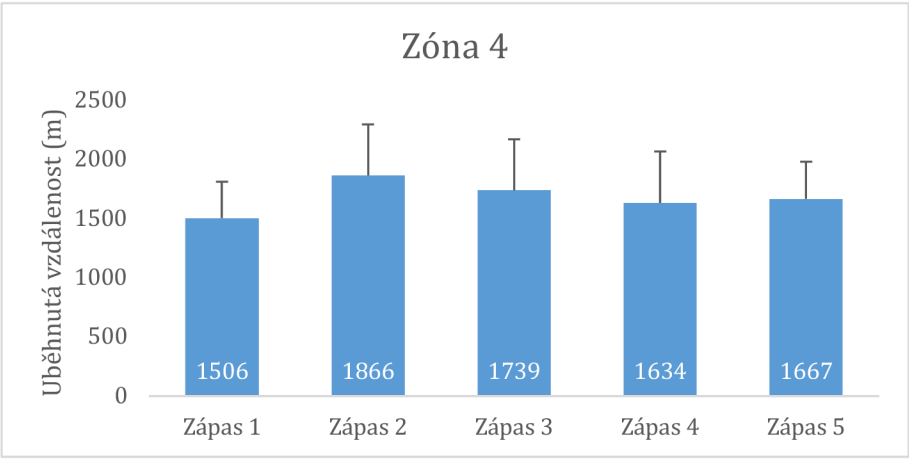
Na obrázku číslo 9 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou naběhané metry v zóně 3 počítány jako průměry celého týmu za zápas. Průměrná uběhnutá vzdálenost v zóně 3 ve všech pěti zápasech je 822 m, nejnižší uběhnutá vzdálenost 766 ± 195 m byla v zápase 1 a nejvyšší uběhnutá vzdálenost 869 ± 157 m byla v zápase 2. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



Obr. 9 Průměr v rychlostní zóně 3

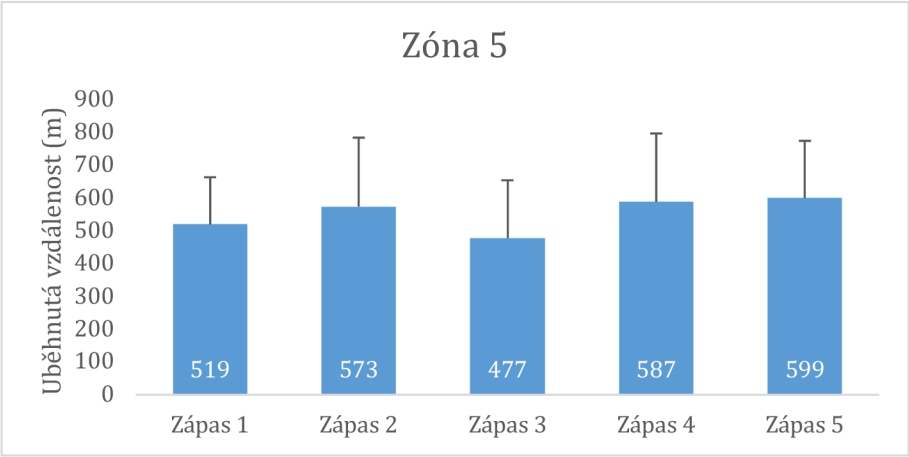
Na obrázku číslo 10 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou naběhané metry v zóně 4 počítány jako

průměry celého týmu za zápas. Průměrná uběhnutá vzdálenost v zóně 4 ve všech pěti zápasech je 1682 m, nejnižší uběhnutá vzdálenost 1506 ± 307 m byla v zápase 1 a nejvyšší uběhnutá vzdálenost 1866 ± 430 m byla v zápase 2. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



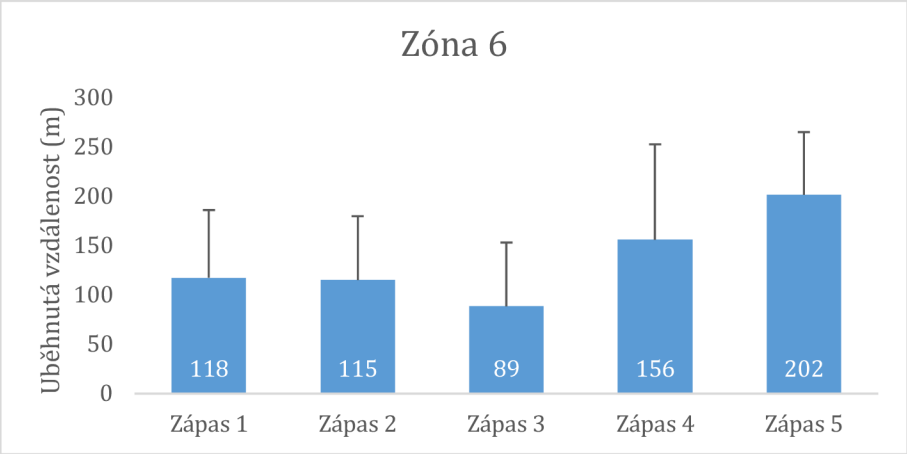
Obr. 10 Průměr v rychlostní zóně 4

Na obrázku číslo 11 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou naběhané metry v zóně 5 počítány jako průměry celého týmu za zápas. Průměrná uběhnutá vzdálenost v zóně 5 ve všech pěti zápasech je 551 m, nejnižší uběhnutá vzdálenost 477 ± 176 m byla v zápase 3 a nejvyšší uběhnutá vzdálenost 599 ± 174 m byla v zápase 5. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



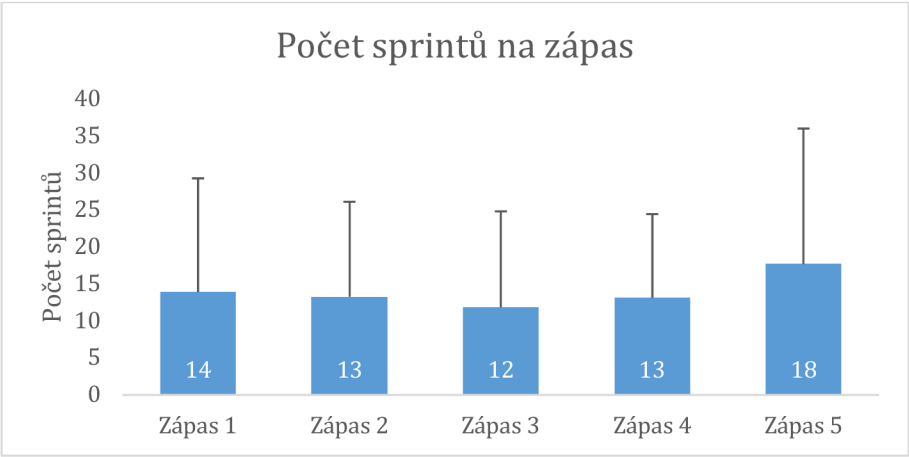
Obr. 11 Průměr v rychlostní zóně 5

Na obrázku číslo 12 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou naběhané metry v zóně 6 počítány jako průměry celého týmu za zápas. Průměrná uběhnutá vzdálenost v zóně 6 ve všech pěti zápasech je 136 m, nejnižší uběhnutá vzdálenost 89 ± 65 m byla v zápase 3 a nejvyšší uběhnutá vzdálenost 202 ± 64 m byla v zápase 5. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



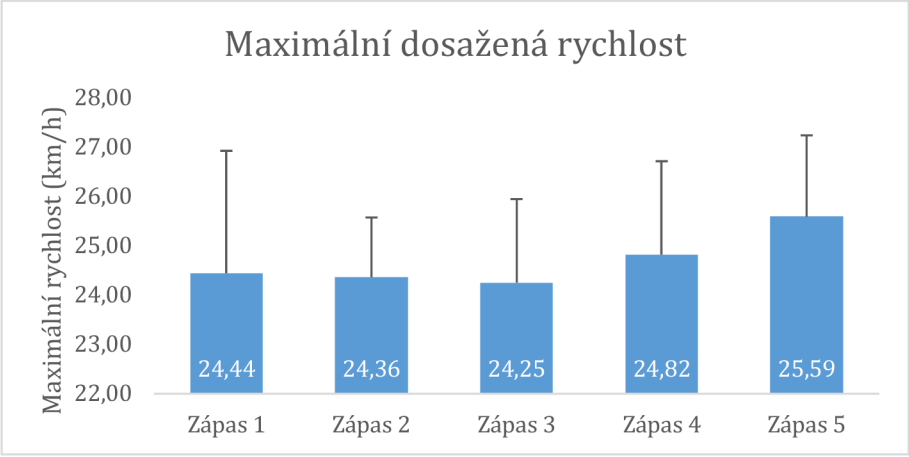
Obr. 12 Průměr v rychlostní zóně 6

Na obrázku číslo 13 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou počty sprintů počítány jako průměry celého týmu za zápas. Průměrný počet ve všech pěti zápasech je 14, nejnižší počet sprintů 12 ± 13 byl v zápase 3 a nejvyšší počet sprintů 18 ± 18 byl v zápase 5. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



Obr. 13 Průměr sprintů na zápas

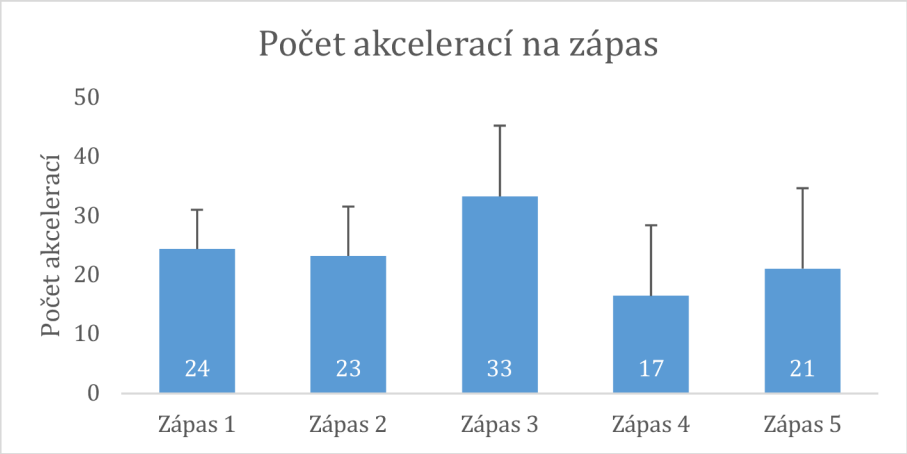
Na obrázku číslo 14 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém maximální dosažená rychlost počítána jako průměr celého týmu za zápas. Průměr maximální dosažené rychlosti ve všech pěti zápasech je 24,69 km/h, nejnižší maximální dosažená rychlost 24,25 ± 1,7 km/h byla v zápase 2 a nejvyšší maximální dosažená rychlost 25,59 ± 1,6 km/h byla v zápase 5. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



Obr. 14 Průměr maximálních dosažených rychlostí

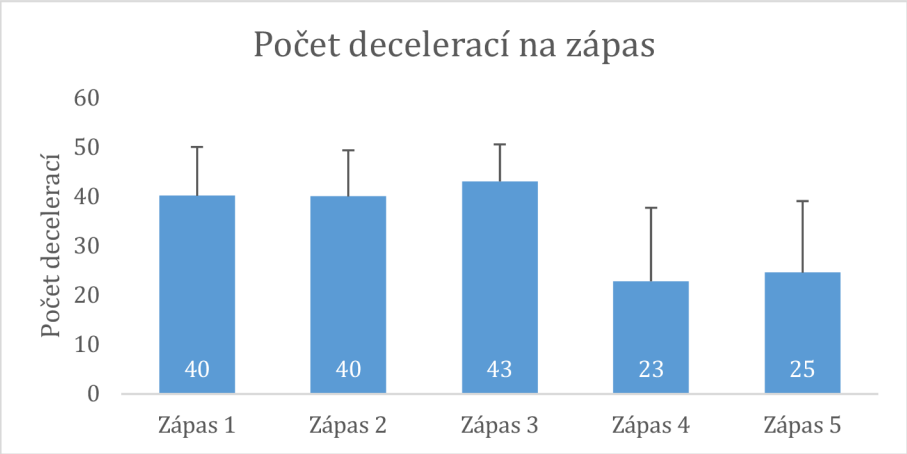
Na obrázku číslo 15 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém počet akcelerací počítán jako průměr celého týmu za zápas. Průměrný počet akcelerací ve všech pěti zápasech je 24, nejnižší počet

akcelerací 17 ± 12 byl v zápase 4 a nejvyšší počet akcelerací 33 ± 12 byl v zápase 3. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



Obr. 15 Průměrný počet akcelerací

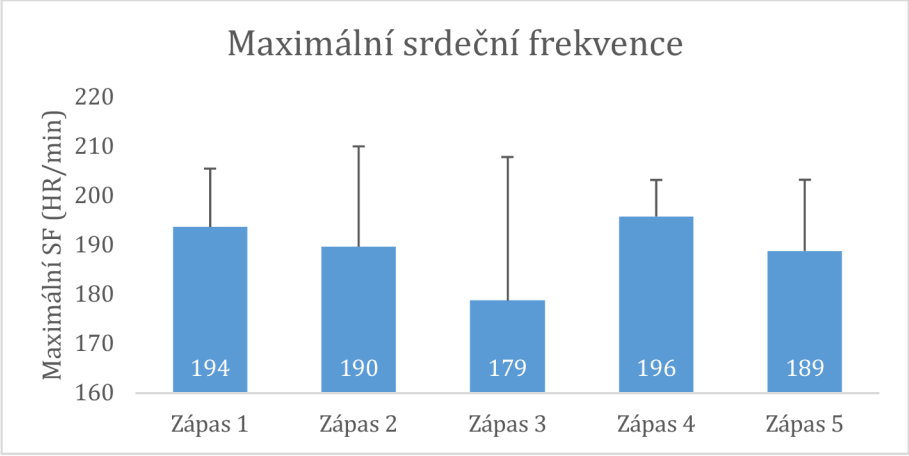
Na obrázku číslo 16 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém je počet decelerací počítán jako průměr celého týmu za zápas. Průměrný počet decelerací ve všech pěti zápasech je 34, nejnižší počet decelerací 23 ± 15 byl v zápase 4 a nejvyšší počet decelerací 43 ± 7 byl v zápase 3. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



Obr. 16 Průměr počtu decelerací

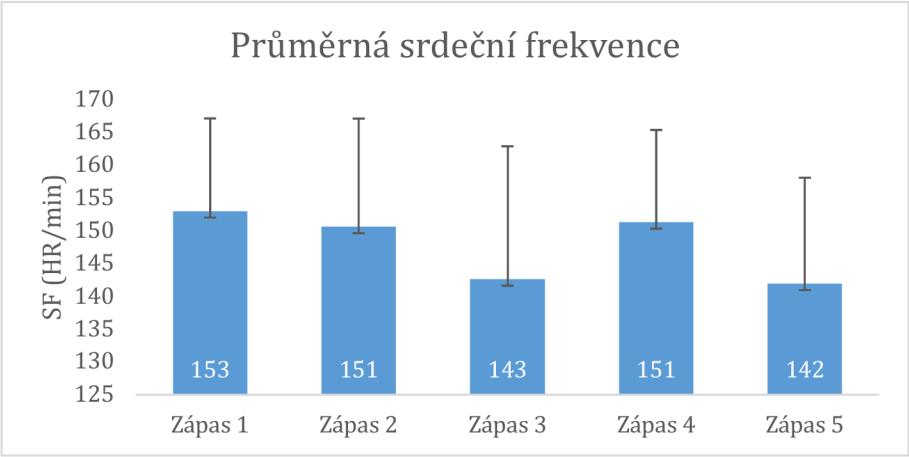
Na obrázku číslo 17 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém maximální dosažená srdeční frekvence počítána jako průměr celého týmu za zápas. Průměr maximální dosažené srdeční

frekvence ve všech pěti zápasech je 190 HR/min, nejnižší maximální dosažená srdeční frekvence 179 ± 29 HR/min byla v zápase 3 a nejvyšší maximální dosažená srdeční frekvence 196 ± 7 HR/min byla v zápase 4. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



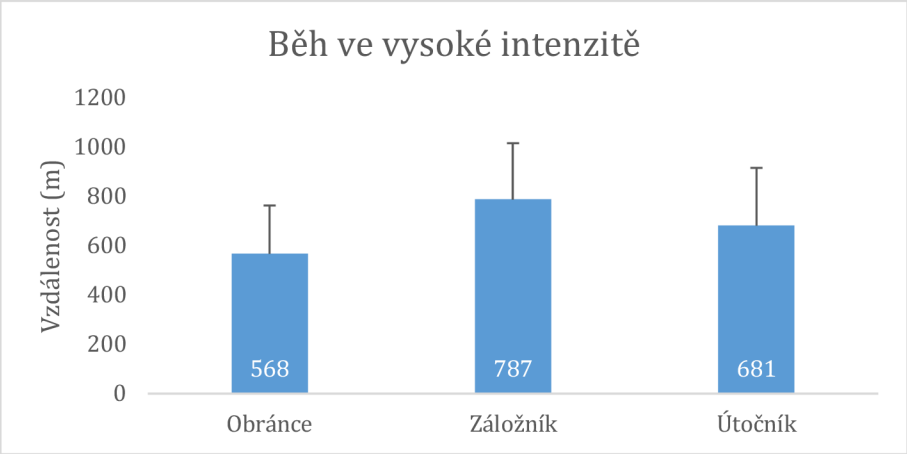
Obr. 17 Průměr maximální srdeční frekvence

Na obrázku číslo 18 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém je průměrná srdeční frekvence počítána jako průměr celého týmu za zápas. Průměr průměrné srdeční frekvence ve všech pěti zápasech je 148 HR/min, nejnižší průměrná srdeční frekvence 142 ± 16 HR/min byla v zápase 5 a nejvyšší průměrná srdeční frekvence 153 ± 14 HR/min byla v zápase 1. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



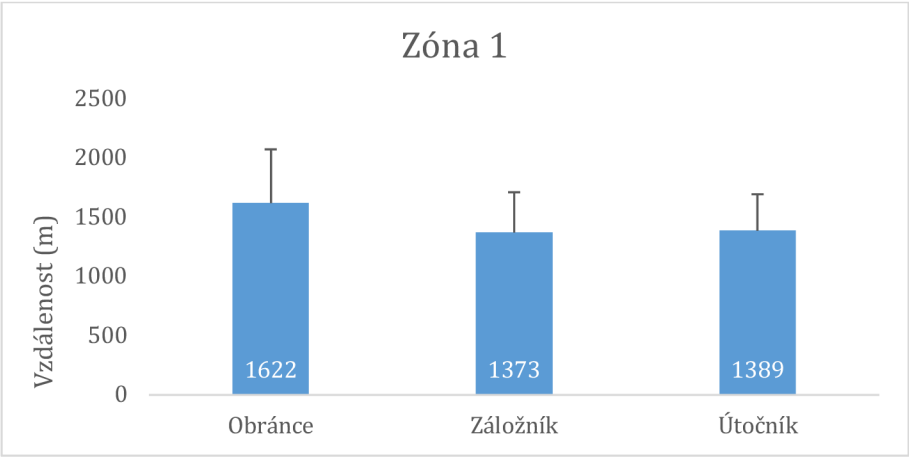
Obr. 18 Průměrná srdeční frekvence

Na obrázku číslo 19 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou naběhané metry ve vysoké intenzitě počítány jako průměry herních pozic ze všech pěti zápasů. Nejnižší uběhnuté vzdálenosti dosáhli obránci, jejichž průměr z pěti odehraných zápasů činil 568 ± 196 m a nejvyšší uběhnuté vzdálenosti v pěti zápasech dosáhli záložníci, jejichž průměr byl 787 ± 229 m. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



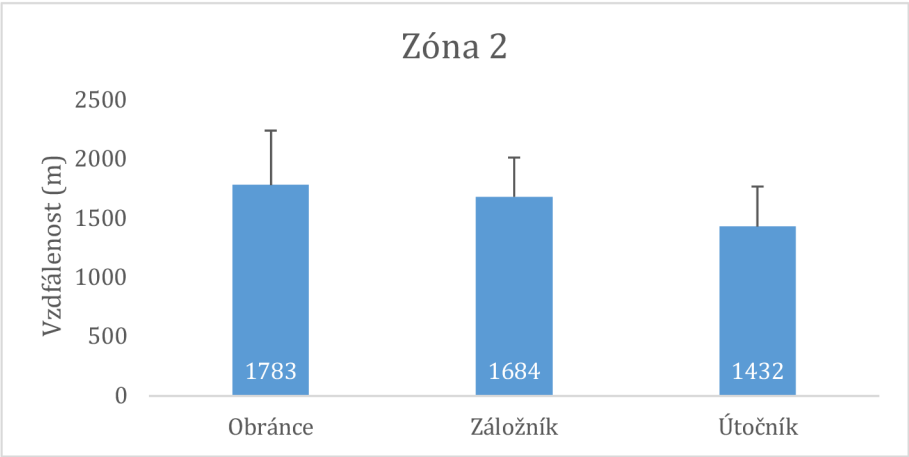
Obr. 19 Rozdíl v naběhané vzdálenosti ve vysoké intenzitě mezi pozicemi

Na obrázku číslo 20 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou naběhané metry v rychlostní zóně 1 počítány jako průměry herních pozic ze všech pěti zápasů. Nejnižší uběhnuté vzdálenosti v rychlostní zóně 1 dosáhli záložníci, jejichž průměr z pěti odehraných zápasů činil 1373 ± 340 m a nejvyšší uběhnuté vzdálenosti v pěti zápasech dosáhli obránci, jejichž průměr byl 1622 ± 454 m. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



Obr. 20 Rozdíl v naběhaných metrech mezi pozicemi v rychlostní zóně 1

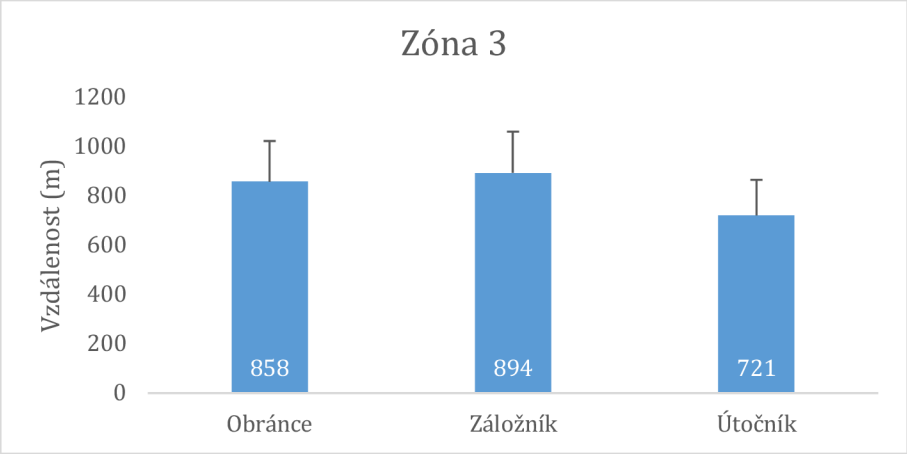
Na obrázku číslo 21 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou naběhané metry v rychlostní zóně 2 počítány jako průměry herních pozic ze všech pěti zápasů. Nejnižší uběhnuté vzdálenosti v rychlostní zóně 2 dosáhli útočníci, jejichž průměr z pěti odehraných zápasů činil 1432 ± 339 m a nejvyšší uběhnuté vzdálenosti v pěti zápasech dosáhli obránci, jejichž průměr byl 1783 ± 460 m. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



Obr. 21 Rozdíl v naběhaných metrech mezi pozicemi v rychlostní zóně 2

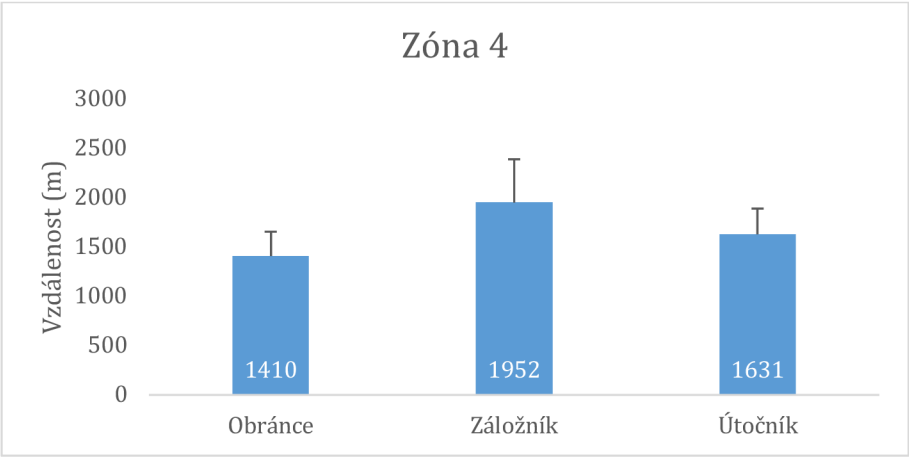
Na obrázku číslo 22 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou naběhané metry v rychlostní zóně 3 počítány jako průměry herních pozic ze všech pěti zápasů. Nejnižší uběhnuté

vzdálenosti v rychlostní zóně 3 dosáhli útočníci, jejichž průměr z pěti odehraných zápasů činil 721 ± 144 m a nejvyšší uběhnuté vzdálenosti v pěti zápasech dosáhli záložníci, jejichž průměr byl 894 ± 167 m. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



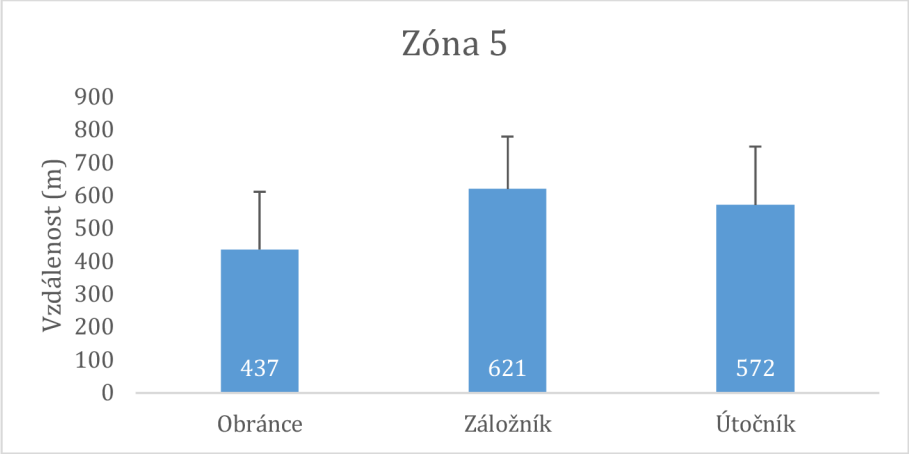
Obr. 22 Rozdíl v naběhaných metrech mezi pozicemi v rychlostní zóně 3

Na obrázku číslo 23 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou naběhané metry v rychlostní zóně 4 počítány jako průměry herních pozic ze všech pěti zápasů. Nejnižší uběhnuté vzdálenosti v rychlostní zóně 4 dosáhli obránci, jejichž průměr z pěti odehraných zápasů činil 1410 ± 247 m a nejvyšší uběhnuté vzdálenosti v pěti zápasech dosáhli záložníci, jejichž průměr byl 1952 ± 439 m. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



Obr. 23 Rozdíl v naběhaných metrech mezi pozicemi v rychlostní zóně 4

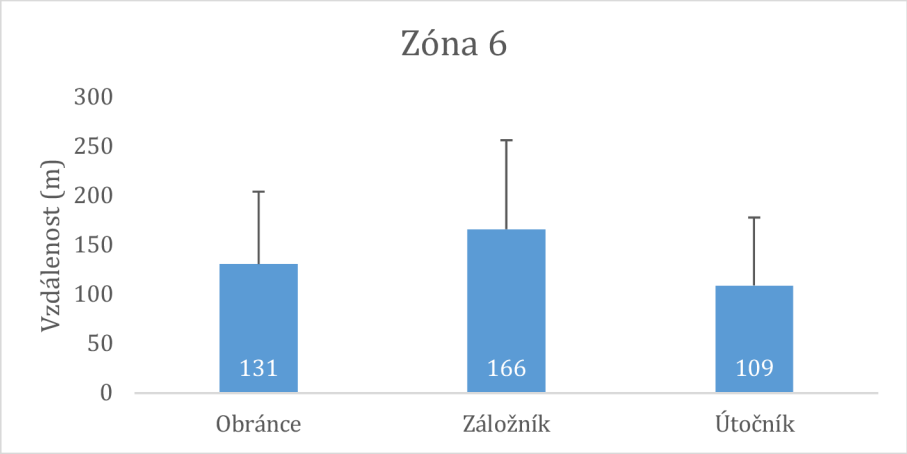
Na obrázku číslo 24 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou naběhané metry v rychlostní zóně 5 počítány jako průměry herních pozic ze všech pěti zápasů. Nejnižší uběhnuté vzdálenosti v rychlostní zóně 5 dosáhli obránci, jejichž průměr z pěti odehraných zápasů činil 437 ± 175 m a nejvyšší uběhnuté vzdálenosti v pěti zápasech dosáhli záložníci, jejichž průměr byl 621 ± 159 m. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



Obr. 24 Rozdíl v naběhaných metrech mezi pozicemi v rychlostní zóně 5

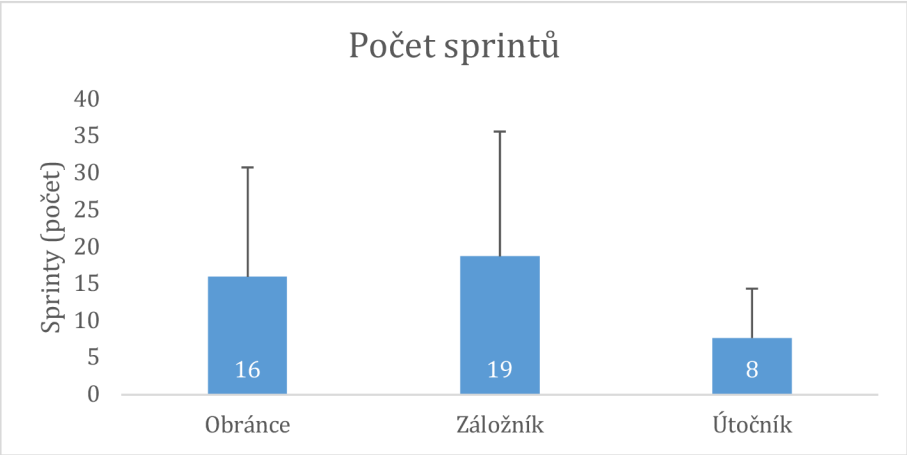
Na obrázku číslo 24 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou naběhané metry v rychlostní zóně 6 počítány jako průměry herních pozic ze všech pěti zápasů. Nejnižší uběhnuté

vzdálenosti v rychlostní zóně 6 dosáhli útočníci, jejichž průměr z pěti odehraných zápasů činil 109 ± 69 m a nejvyšší uběhnuté vzdálenosti v pěti zápasech dosáhli záložníci, jejichž průměr byl 166 ± 90 m. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



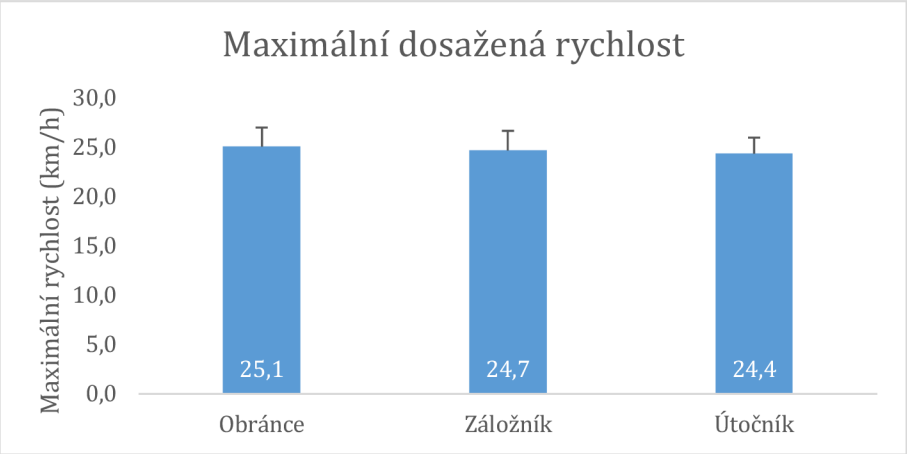
Obr. 25 Rozdíl v naběhaných metrech mezi pozicemi v rychlostní zóně 6

Na obrázku číslo 26 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou počty sprintů počítány jako průměry herních pozic ze všech pěti zápasů. Nejnižšího počtu sprintů dosáhly útočníci, jejichž průměr z pěti odehraných zápasů činil 8 ± 7 sprintů za zápas a nejvyšší uběhnuté vzdálenosti v pěti zápasech dosáhli záložníci, jejichž průměr byl 19 ± 17 sprintů. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



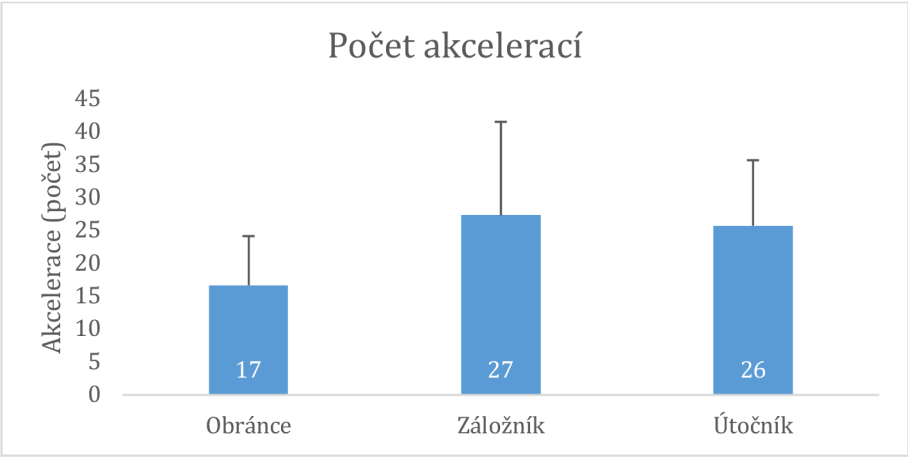
Obr. 26 Rozdíl v počtu sprintů na zápas mezi pozicemi

Na obrázku číslo 27 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém je maximální dosažená rychlost počítána jako průměr herních pozic ze všech pěti zápasů. Nejnižšího maximální dosažené rychlosti dosáhli útočníci, jejichž průměr maximální dosažené rychlosti z pěti odehraných zápasů činil 24,4 ± 2,0 km/h a nejvyšší maximální rychlosti v pěti zápasech dosáhli obránci, jejichž průměr byl 25,1 ± 1,9 km/h. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



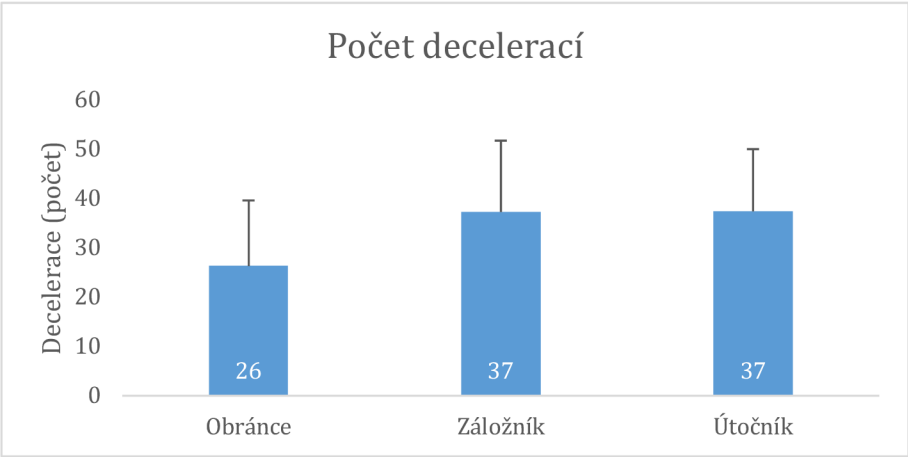
Obr. 27 Rozdíl v maximální rychlosti na zápas mezi pozicemi

Na obrázku číslo 28 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém je počet akcelerací počítán jako průměr herních pozic ze všech pěti zápasů. Nejnižšího počtu akcelerací dosáhli obránci, jejichž průměrný počet z pěti odehraných zápasů činil 17 ± 7 a nejvyšší počtu akcelerací v pěti zápasech dosáhli záložníci, jejichž průměr byl 27 ± 14. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



Obr. 28 Rozdíl v počtu akcelerací na zápas mezi pozicemi

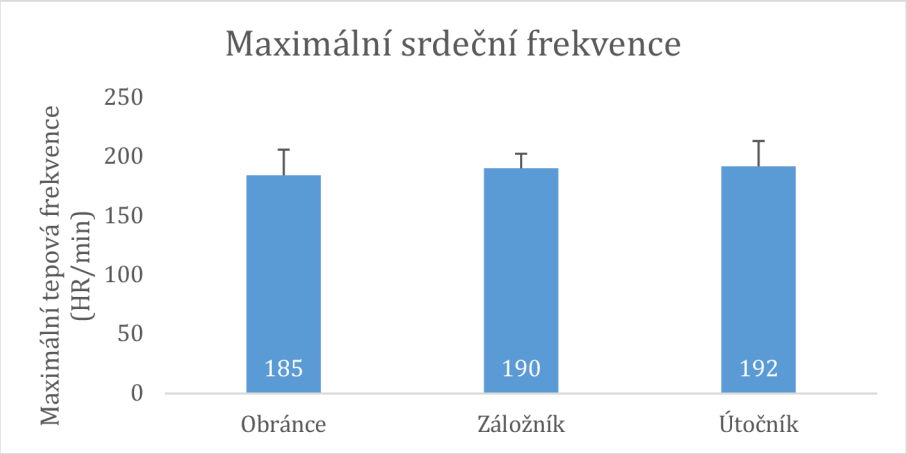
Na obrázku číslo 29 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém je počet decelerací počítán jako průměr herních pozic ze všech pěti zápasů. Nejnižšího počtu akcelerací dosáhli obránci, jejichž průměrný počet z pěti odehraných zápasů činil 26 ± 13 a stejného počtu decelerací v pěti zápasech dosáhli záložníci a útočníci, jejichž průměr byl 37 ± 13 na zápas. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



Obr. 29 Rozdíl v počtu decelerací na zápase mezi pozicemi

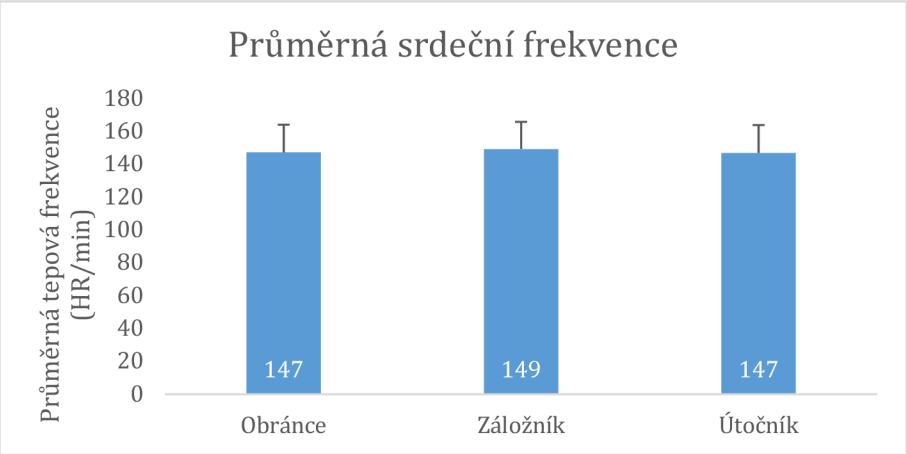
Na obrázku číslo 30 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém je maximální dosažená SF počítána jako průměr herních pozic ze všech pěti zápasů. Nejnižší maximální SF dosáhli obránci, jejichž průměr z pěti odehraných zápasů činil 185 ± 22 HR/min a nevyšší maximální SF v pěti

zápasech dosáhli útočníci, jejichž průměr byl 192 ± 21 HR/min na zápas. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



Obr. 30 Rozdíl v maximální SF mezi pozicemi

Na obrázku číslo 30 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém je průměrná dosažená SF počítána jako průměr herních pozic ze všech pěti zápasů. Nejnižší průměrné SF dosáhli shodně obránci a útočníci, jejichž průměr z pěti odehraných zápasů činil 147 ± 17 HR/min a nevyšší průměrné SF v pěti zápasech dosáhli záložníci, jejichž průměr byl 149 ± 16 HR/min na zápas. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



Obr. 31 Rozdíl v průměrné SF mezi pozicemi

Tabulka (Tab.1) ukazuje výsledky v jednotlivých zápasech zahrnujících průměr celého týmu na zápas, směrodatnou odchylku a počet probandů. Další tabulka (Tab.2)

popisuje výsledky z hlediska herních pozic. Nachází se v ní průměr ze všech zápasů na pozici, směrodatná odchylka, minimum a maximum

Tabulka 1 Výsledky v jednotlivých zápasech

	Průměr	σ	N		Průměr	σ	N
Celk. vzdálenost_1	5647	1000	14	Zóna4_1	1506	307	14
Celk. vzdálenost_2	6406	741	14	Zóna4_2	1866	430	14
Celk. vzdálenost_3	6380	982	14	Zóna4_3	1739	432	14
Celk. vzdálenost_4	6026	1158	14	Zóna4_4	1634	434	14
Celk. vzdálenost_5	6856	846	14	Zóna4_5	1667	314	14
HSR_1	637	197	14	Zóna5_1	519	143	14
HSR_2	688	255	14	Zóna5_2	573	210	14
HSR_3	565	221	14	Zóna5_3	477	176	14
HSR_4	743	267	14	Zóna5_4	587	208	14
HSR_5	800	189	14	Zóna5_5	599	174	14
Zóna1_1	1251	374	14	Zóna6_1	118	69	14
Zóna1_2	1345	251	14	Zóna6_2	115	65	14
Zóna1_3	1532	320	14	Zóna6_3	89	65	14
Zóna1_4	1357	355	14	Zóna6_4	156	97	14
Zóna1_5	1764	369	14	Zóna6_5	202	64	14
Zóna2_1	1488	438	14	Sprinty_1	14	15	14
Zóna2_2	1637	319	14	Sprinty_2	13	13	14
Zóna2_3	1679	364	14	Sprinty_3	12	13	14
Zóna2_4	1518	441	14	Sprinty_4	13	11	14
Zóna2_5	1789	395	14	Sprinty_5	18	18	14
Zóna3_1	766	195	14	Max. rychlost_1	24,44	2,5	14
Zóna3_2	869	157	14	Max. rychlost_2	24,36	1,2	14
Zóna3_3	866	161	14	Max. rychlost_3	24,25	1,7	14
Zóna3_4	774	199	14	Max. rychlost_4	24,82	1,9	14
Zóna3_5	835	149	14	Max. rychlost_5	25,59	1,6	14
Akcelerace_1	24	7	14	Max SF_1	194	12	14
Akcelerace_2	23	8	14	Max SF_2	190	20	14
Akcelerace_3	33	12	14	Max SF_3	179	29	14
Akcelerace_4	17	12	14	Max SF_4	196	7	14
Akcelerace_5	21	14	14	Max SF_5	189	14	14
Decelerace_1	40	10	14	Průměrná SF_1	153	14	14
Decelerace_2	40	9	14	Průměrná SF_2	151	16	14
Decelerace_3	43	7	14	Průměrná SF_3	143	20	14
Decelerace_4	23	15	14	Průměrná SF_4	151	14	14
Decelerace_5	25	14	14	Průměrná SF_5	142	16	14

σ = směrodatná odchylka, N = počet probandů, HSR= běh ve vysoké intenzitě

Tabulka 2 Výsledky rozdělené z hlediska herních postů

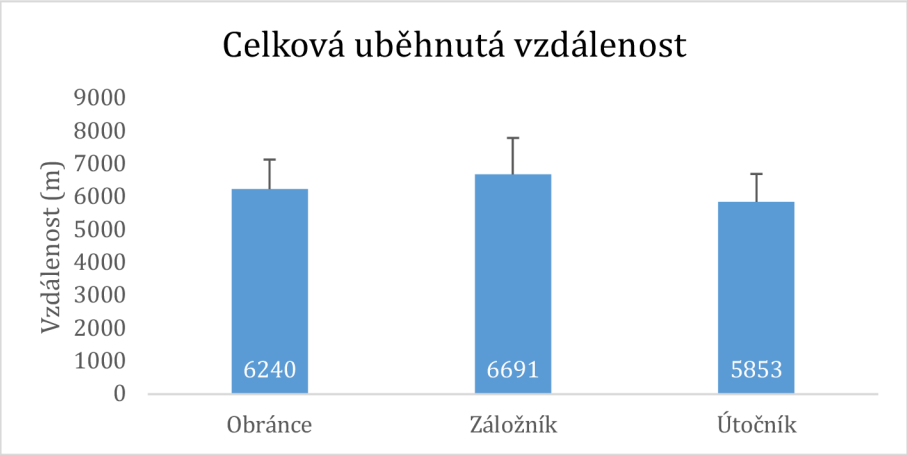
	Celková vzdálenost				
	Průměr	Směrodatná odchylka	Min	Max	Počet probandů
Obránci	6240	900	4170	7730	4
Záložníci	6691	1108	4118	8416	5
Útočníci	5853	849	3549	7080	5
	Běh ve vysoké intenzitě				
	Průměr	Směrodatná odchylka	Min	Max	Počet probandů
Obránci	568	196	301	1006	4
Záložníci	787	229	352	1326	5
Útočníci	681	235	352	1163	5
	Zóna 1				
	Průměr	Směrodatná odchylka	Min	Max	Počet probandů
Obránci	1622	454	672	2421	4
Záložníci	1373	340	763	1962	5
Útočníci	1389	308	671	2027	5
	Zóna 2				
	Průměr	Směrodatná odchylka	Min	Max	Počet probandů
Obránci	1783	460	783	2469	4
Záložníci	1684	331	853	2323	5
Útočníci	1432	339	794	1988	5
	Zóna 3				
	Průměr	Směrodatná odchylka	Min	Max	Počet probandů
Obránci	858	165	483	1067	4
Záložníci	894	167	589	1170	5
Útočníci	721	144	370	911	5
	Zóna 4				
	Průměr	Směrodatná odchylka	Min	Max	Počet probandů
Obránci	1410	247	893	1816	4
Záložníci	1952	439	1156	2712	5
Útočníci	1631	261	1173	2318	5
	Zóna 5				
	Průměr	Směrodatná odchylka	Min	Max	Počet probandů
Obránci	437	175	265	875	4
Záložníci	621	159	320	985	5
Útočníci	572	178	275	990	5

	Zóna 6				
	Průměr	Směrodatná odchylka	Min	Max	Počet probandů
Obránci	131	74	36	289	4
Záložníci	166	90	14	341	5
Útočníci	109	69	11	279	5
	Počet sprintů				
	Průměr	Směrodatná odchylka	Min	Max	Počet probandů
Obránci	16	15	0	52	4
Záložníci	19	17	0	62	5
Útočníci	8	7	0	23	5
	Maximální dosažená rychlost				
	Průměr	Směrodatná odchylka	Min	Max	Počet probandů
Obránci	25,1	1,9	22,8	28,8	4
Záložníci	24,7	2,0	21,1	30,2	5
Útočníci	24,4	1,6	21,7	27,0	5
	Počet akcelerací				
	Průměr	Směrodatná odchylka	Min	Max	Počet probandů
Obránci	17	7	4	30	4
Záložníci	27	14	2	58	5
Útočníci	26	10	9	53	5
	Počet decelerací				
	Průměr	Směrodatná odchylka	Min	Max	Počet probandů
Obránci	26	13	5	48	4
Záložníci	37	14	6	55	5
Útočníci	37	13	11	58	5
	Maximální srdeční frekvence				
	Průměr	Směrodatná odchylka	Min	Max	Počet probandů
Obránci	185	22	127	204	4
Záložníci	190	12	148	207	5
Útočníci	192	21	103	214	5
	Průměrná srdeční frekvence				
	Průměr	Směrodatná odchylka	Min	Max	Počet probandů
Obránci	147	17	104	172	4
Záložníci	149	16	120	171	5
Útočníci	147	17	102	174	5

6 Diskuze

VO1: Jak se mění celková vzdálenost v pozemním hokeji během utkání žen na mistrovství Evropy ve vztahu k jednotlivým herním postům?

Na obrázku číslo 32 je zobrazen graf vytvořený z pěti odehraných zápasů na mistrovství Evropy v pozemním hokeji, ve kterém jsou naběhané metry počítány jako průměry herních pozic ze všech pěti zápasů. Nejnižší uběhnuté vzdálenosti dosáhli útočníci, jejichž průměr z pěti odehraných zápasů činil 5853 ± 849 m a nejvyšší uběhnuté vzdálenosti v pěti zápasech dosáhli záložníci, jejichž průměr byl 6691 ± 1108 m. V grafu je také pomocí úsečky vyznačená směrodatná odchylka.



Obr. 32 Průměrná uběhnutá vzdálenost herních pozic

Úkolem záložníků v pozemním hokeji je být velice aktivní při všech útočných akcí a zároveň obranných akcí. To je jeden z možných důvodů proč u nich během zápasů dochází k pokrytí větší vzdálenosti než u obránců a útočníků.

Ve studii Gabbett (2010) byly výsledky téměř shodné na postech obránců a záložníků, když obránci pokryli celkovou vzdálenost 6154 ± 271 m, záložníci 6931 ± 1882 m a útočníci 6643 ± 1618 m. Největším rozdílem v této studii je vzdálenost pokrytá útočníky, která se neshoduje s výsledky této práce. Celková uběhnutá vzdálenost útočníků českého národního týmu byla o celých 790 m méně, což můžeme považovat za signifikantní rozdíl a faktor, který může ovlivňovat kvalitu týmového výkonu.

McGuinnes et al. (2019) ve své studii však tvrdí, že největší celkovou vzdálenost pokryli obránci a záložníci pokryli větší vzdálenost ve vysoké intenzitě. Obránci zde pokryli celkovou vzdálenost 5696 ± 530 m a záložníci 5555 ± 456 m což není výrazný rozdíl a je možné, že výsledky ovlivnili faktory jako je taktika týmu nebo rozdílná kvalita soupeře.

VO2: V jakých intenzitách se hráčky během utkání pohybují a k jakým změnám dochází v průběhu turnaje?

Z mého pohledu důležitějším faktorem, než je celková uběhnutá vzdálenost, je v jakých intenzitách se hráčky během zápasu pohybují. Pro zhodnocení se často využívá vzdálenost pokrytá ve vysoké intenzitě. Průměrně hráčky českého národního týmu pokryly ve vysoké intenzitě vzdálenost 668 m. Z čehož obránci pokryli nejmenší vzdálenost ve vysoké intenzitě 568 ± 196 m, a naopak záložníci největší vzdálenost 787 ± 229 m. Ve srovnání se studií McMahon & Kennedy (2017) které se zúčastnilo 19 hráček elitní mezinárodní úrovně, hráčky českého národního týmu nedosahují ve vysoké intenzitě potřebné vzdálenosti pro elitní soutěže. V této studii autoři uvádí, že obránci pokryli 737 ± 196 m ve vysoké intenzitě, záložníci 1089 ± 294 m a útočníci 955 ± 257 m. Vzhledem k tomu, že celková uběhnutá vzdálenost byla nižší než u hráček českého národního týmu, je zde patrné, že hráčky z této studie byly obecně schopné udržet vyšší intenzitu pohybu v průběhu zápasu.

Dalším faktorem, na který je potřeba se zaměřit je počet sprintů za zápas. Autoři Macutkiewicz & Sunderlandve (2011) ve své studii uvádí, že hráči za zápas průměrně provedli 17 ± 1 sprintů. Hráčky českého národního týmu během mistrovství Evropy provedli v průměru 14 ± 17 sprintů za zápas. Je potřeba zdůraznit, že některé hráčky se pohybovaly vysoko nad tímto průměrem, což by mohlo být ovlivněno chybou v podhodnocení přednastavené maximální rychlosti ve vyhodnocujícím softwaru. Následně by pak mohlo docházet k tomu, že se za sprint u dané hráčky považoval i běh, který by při nastavení správné maximální rychlosti za sprint považován, nebyl jelikož by hráčka nepřesáhla 76 % své skutečné maximální rychlosti.

McGuinness et al. (2019) se ve své studii mimo jiné zabývali i maximální dosažené rychlosti během zápasů u elitních hráček pozemního hokeje. Obránci dosáhli průměrné maximální rychlosti 25 ± 1 km/h. Shodné průměrné maximální rychlosti 24 ± 1 km/h dosáhli záložníci a útočníci. Výsledky z této studie se shodují s výsledky českého národního týmu na mistrovství Evropy.

Při porovnání výkonu v jednotlivých zápasech nebyla zjištěna klesající tendence. Naopak v průběhu turnaje docházelo spíše ke zlepšení fyzického výkonu v zápasech, z čehož je možné usoudit, že na výkon hráček neměla únava v průběhu turnaje výrazný vliv.

7 Závěry

Teoretická část si kladla za cíl vytvořit rešerše na danou problematiku a vytvořit tak podklady pro porovnání výsledků. Hlavním cílem praktické části diplomové práce bylo provést analýzu výkonu hráček pozemního hokeje během mistrovství Evropy. Na základě dat z GPS trackerů a hrudních pásů bylo cílem určit existující rozdíly ve výkonech hráček na základě jejich herních postů.

Bylo zjištěno, že jsou určité rozdíly ve výkonu hráček na různých herních pozicích. Největší nároky na výkon v utkání jsou kladeny na záložníky, kteří ve většině parametrech výkonu dosahovali vyšších výsledků než útočníci a obránci. Záložníci pokryli největší celkovou vzdálenost s průměrem 6691 ± 1108 m.

Jeden z nejsignifikantnějších rozdílů zaznamenali záložníci v běhu ve vysoké intenzitě (HSR), kde dosáhli 787 ± 229 m ve srovnání s obránci (568 ± 196 m) a útočníky (681 ± 235 m). Při porovnání výsledků s jinými studiemi bylo však zjištěno, že je tento výsledek spíše podprůměrný. S tím pravděpodobně souvisí i fakt, že hráčky za zápas v průměru udělaly pouze 14 sprintů, což je opět ve srovnání s jinými studiemi podprůměrný výsledek. Obránci dosáhli nejlepších výsledků v maximální dosažené rychlosti, když jejich průměr byl 25,1 ± 1,9 km/h, což je srovnatelný výsledek s jinými studiemi.

Na základě těchto výsledků bych jako doporučení pro praktické využití zmínil především zařazení více vysoko intenzivních běhů do kondiční přípravy a zejména pak i do specializované přípravy. Do kondiční přípravy bych doporučil zařadit opakované sprinty anebo krátké intervaly ve vysoké intenzitě. Ve specializované přípravě by se mohly tyto běhy vyskytovat především v průpravných hrách na zmenšeném hřišti a v menším počtu hráček, kde je zapojení do hry mnohem intenzivnější. Další cestou by mohlo být využití průpravných cvičení, ve kterých se vyskytují vysoko intenzivní běhy. Více vysokorychlostních běhů v tréninku by se mohlo projevit i v zápasech. Tento druh běhů bych v tréninku upřednostňoval před dlouhými běhy s nízkou intenzitou pohybu, které nejsou rozhodujícím faktorem v dnešním pojetí pozemního hokeje.

Použité zdroje

Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H. *et al.* Global Positioning Systems (GPS) and Microtechnology Sensors in Team Sports: A Systematic Review. *Sports Med* **43**, 1025–1042 (2013). https://doi.org/10.1007/s40279-013-0069-2 Achten, J., &

Achten, J., Jeukendrup, A.E. Heart Rate Monitoring. *Sports Med* **33**, 517–538 (2003). https://doi.org/10.2165/00007256-200333070-00004

Ansari, A. (2002, 26. January). *Field hockey rules: A guide to understanding the sport*. Olympics.com. https://olympics.com/en/news/field-hockey-rules-how-to-play

Arastey, G. M. (2018, 28. June). *GPS Technology in Professional Sports.* Sport Performance Analysis. https://1url.cz/Duvdy

Aughey RJ. *Applications of GPS technologies to field sports.* Int J Sports Physiol Perform. 2011 Sep;6(3):295-310. doi: 10.1123/ijspp.6.3.295. PMID: 21911856.

Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., Vránová, J. & Bunc, V. (2012). *Výkon a trénink ve sportu* (4. vydání. vyd.). Velké Přílepy: Olympia s.r.o.

Gabbett, T. J. (2010, May). GPS Analysis of Elite Women's Field Hockey Training and Competition. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 24(5), 1321–1324. *DOI:* 10.1519/JSC.0b013e3181ceebbb

Johnston, R. J., Watsford, M. L., Kelly, S. J., *Pine, M. J., & Spurrs*, R. W. (2013, June). Validity and interunit reliability of 10 Hz and 15 Hz GPS units for assessing athlete movement demands. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. doi: 10.1519/JSC.0000000000000323. PMID: 24276300.

Larsson, P. (2003). Global positioning system and sport-specific testing. *Sports Medicine, 33*(15), 1093-101. doi: 10.2165/00007256-200333150-00002

Laursen, P., & Buchheit, M. (2019). *Scianc and Application of High-Intensity Interval Training: solutions to the programming puzzle.* Champaign: Human Kinetics. ISBN 978-1-4925-5212-3.

Lim, J.Z.; Sim, A.; Kong, P.W. (2021). Wearable Technologies in Field Hockey Competitions: A Scoping Review. *Sensors*, *21*, 5242. https://doi.org/10.3390/s21155242

Lythe, J., & Kilding, A. E. (11. květen 2011). Physical Demands and Physiological Responses During Elite Field Hockey. *International Journal of Sports Medicine*. 32(7), 523-8. doi: 10.1055/s-0031-1273710.

McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance* (8. vydání). Philadelphia, ISBN 978-1-4511-9383-1.

McGuinness, A., Malone, S., Hughes, B., Collins, K., & Passmore, D. (2019). *Physical Activity and Physiological Profiles of Elite International Female Field Hockey Players Across the Quarters of Competitive Match Play.* Journal of Strength and Conditioning Research. 33(9), 2513-2522. doi: 10.1519/JSC.0000000000002483. PMID: 29401193.

McGuinness, A., Malone, S., Petrakos, G., & Collins, K. (November 2019). Physical and Physiological Demands of Elite International Female Field Hockey Players During Competitive Match *Play. Journal of Strength and Conditioning* Research, 33 (11), 3105-3113. doi: 10.1519/JSC.0000000000002158.

McMahon, G. E., & Kennedy, R. A. (2017*).* Changes in Player Activity Profiles following the 2015 FIH Rule Changes in Elite Women's Hockey. *Journal of Strength and Conditioning Research*, DOI: 10.1519/JSC.0000000000002405

Macutkiewicz, D., & Sunderland, *C. (2011).* The use of GPS to evaluate activity profiles of elite women hockey players during match-play. *Journal of Sports Sciences, 29(9), 967-73*. DOI: 10.1080/02640414.2011.570774

Manna, I., Khanna, G.L., & Dhara, P.C. (2011). Morphological, physiological and biochemical characteristics of Indian field hockey players of selected age groups. *Journal of the Medical Sciences, 4*, 323-333.

Nigg, B. M., & Herzog, W. (2007). *Biomechanics of the Musculo-skeletal System* (3. vydání.). Chichester, UK. ISBN: 978-0-470-01767-8

O'Donoghue, P. (2009). *Research Methods for Sports Performance Analysis*. London: Routledge. ISBN 9780415496230

Portas, M. D., Harley, J. A., Barnes, C. A., & Rush, C. J. (2010). The Validity and Reliability of 1-Hz and 5-Hz Global Positioning Systems for Linear, Multidirectional, and Soccer-Specific Activities. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 5,* 448-458. doi: 10.1123/ijspp.5.4.448. PMID: 21266730.

Český svaz pozemního hokeje (2019, 27. únor). *Historie pozemního hokeje.* Hokejová rodina. *https://www.pozemnihokej.cz/2019/02/27/historie-pozemniho-hokeje/*

Sell, K. M., & Ledesma, A. B. (srpen 2016). Heart Rate and Energy Expenditure in Division I Field Hockey Players During Competitive Play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(8), 2122-8. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001334

The International Hockey Federation (2022, 1. June). Rules of Hockey including explanations. *FIH*. https://www.fih.hockey/static-assets/pdf/fih-rules-of-hockey-June23-update.pdf

Thomas, R., & Andrew, B. (2014). Physiology Applied to Field Hockey. *Sports Medicine, 14*(1), 10-26. doi: 10.2165/00007256-199214010-00002.

Varley, M. C., Fairweather, I. H., & Aughey, R. J. (2011). Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. *Journal of Sports Sciences*. https://doi.org/10.1080/02640414.2011.627941

Witte, T. H., & Wilson, A. M. (leden 2005). Accuracy of Non-Differential GPS for the Determination of Speed over Ground. *Journal of Biomechanics, 37*(12), 1891-8. doi: 10.1016/j.jbiomech.2004.02.031.