

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



---

Fakulta  
tělesné kultury

**VYBRANÉ ANTROPOMETRICKÉ A FYZIOLOGICKÉ PARAMETRY  
U UNIVERZITNÍCH HRÁČŮ LEDNÍHO HOKEJE**

Bakalářská práce

Autor: Petr Vystrčil

Studijní program: TV-Bi

Vedoucí práce: : Mgr. Filip Neuls, Ph.D.

Olomouc 2023



## Bibliografická identifikace

**Jméno autora:** Petr Vystrčil

**Název práce:** Vybrané antropometrické a fyziologické parametry u univerzitních hráčů ledního hokeje

**Vedoucí práce:** : Mgr. Filip Neuls, Ph.D.

**Pracoviště:** Katedra přírodních věd v kinantropologii

**Rok obhajoby:** 2023

### **Abstrakt:**

Hlavním cílem této práce bylo srovnání sledovaných fyziologických parametrů mezi týmem hrající Univerzitní ligu ledního hokeje (ULLH) a týmem hrající Extraligu ledního hokeje (ELH). Studie se účastnilo 13 hráčů ve věku 20-24 let aktivně hrajících za univerzitní tým. Hráči podstoupili jak antropometrická měření včetně měření složení těla, tak zátěžový test na bicyklovém ergometru stupňovaný do maximální zátěže. Výsledky testů pak byly porovnány pomocí párového T-testu s výsledky týmu účastnící se Extraligy ledního hokeje. Hlavní statisticky významné rozdíly byly v parametrech jako: množství beztuké hmoty, maximální výkon,  $VO_2\text{max}$  a výše anaerobního prahu. Ve všech těchto parametrech dosahoval tým hrající Extraligu ledního hokeje lepších výsledků.

### **Klíčová slova:**

Lední hokej, Univerzitní liga ledního hokeje, Extraliga ledního hokeje, zátěžové testy, antropometrická měření

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

## **Bibliographical identification**

**Author:** Petr Vystrčil  
**Title:** Selected anthropometric and physiological parameters in university ice hockey players

**Supervisor:** Mgr. Filip Neuls, Ph.D.  
**Department:** Department of Natural Sciences in Kinanthropology  
**Year:** 2023

### **Abstract:**

The main objective of this study was to compare the physiological parameters between a team playing in the University Hockey League (UHL) and a team playing Ice Hockey Extraleague (HE). 13 players aged 20–24 who were actively playing for a university team participated in the study. The players underwent both anthropometric measurements, including body composition measurements, and a cycle ergometer performance test graded to maximal load. The results of the tests were then compared using a paired t-test with the results of a team participating in the Extraleague (a Czech top-level ice hockey league). The main statistically significant differences were in parameters such as the amount of fat-free mass, maximal power output,  $VO_2\max$ , and anaerobic threshold. In all these parameters, the team playing in the Extraleague achieved better results.

### **Keywords:**

Ice hockey, University Ice Hockey League, Ice Hockey Extraleague, anthropometric measurements, performance test

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracoval samostatně pod vedením Mgr. Filip Neulse, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 14. června 2023

.....

Děkuji svému vedoucímu práce panu Mgr. Filipovi Neulsovi Ph.D., za odborné vedení a rady při vytváření této bakalářské práce. Také bych chtěl poděkovat všem probandům, kteří se této studii účastnili ve svém volném čase.

# OBSAH

## Obsah

1	Úvod.....	9
2	Přehled poznatků.....	10
	2.1 Fyziologie ledního hokeje .....	10
	2.2 Sledované výkonnostní parametry.....	11
	2.2.1 Antropometrické znaky .....	11
	2.2.2 VO <sub>2</sub> max.....	13
	2.2.3 Respirační kvocient (RQ) .....	15
	2.2.4 Síla .....	15
	2.2.5 Výkon.....	16
	2.2.6 Srdeční frekvence .....	16
	2.3 Off-ice testy .....	17
	2.3.1 Wingate test .....	17
	2.3.2 Vertikální skok .....	18
	2.3.3 Skok daleký z místa .....	19
	2.3.4 Bench press .....	19
	2.3.5 Kliky (push-ups) .....	20
	2.3.6 Sedy-lehy .....	20
	2.3.7 Handgrip test.....	21
	2.3.8 Touch and reach test.....	21
	2.4 On-ice zátěžové testy .....	22
	2.4.1 RSS test (Repeated-Skate Sprint) .....	22
	2.4.2 Test rychlosti vystřeleného puku .....	24
3	Cíle .....	25
	3.1 Hlavní cíl.....	25
	3.2 Dílčí cíle .....	25
	3.3 Výzkumné otázky .....	25

4	Metodika .....	26
4.1	Výzkumný soubor .....	26
4.1.1	Tým z Extraligy ledního hokeje .....	26
4.1.2	Tým z ULLH .....	27
4.2	Protokol testování .....	27
4.2.1	Podmínky testování .....	27
4.2.2	Průběh testování .....	28
4.2.3	Použitá zařízení a sledované antropometrické a fyziologické parametry 28	
4.2.4	Statistické zpracování dat .....	29
5	Výsledky .....	30
5.1	Souhrnné výsledky .....	30
5.1.1	Věk .....	30
5.1.2	Antropometrické znaky .....	31
5.1.3	VO <sub>2</sub> max .....	32
5.1.4	Maximální výkon .....	33
5.1.5	Maximální srdeční frekvence .....	33
5.1.6	Respirační kvocient .....	34
5.1.7	Anaerobní práh .....	35
6	Diskuse .....	36
6.1	Limity studie .....	37
7	Závěry .....	38
8	Souhrn .....	39
9	Summary .....	41
10	Referenční seznam .....	43
11	Přílohy .....	47



# 1 ÚVOD

Tato bakalářská práce řeší pohled na hráče ledního hokeje z hlediska různých fyziologických aspektů zjišťovaných mimo led. Podrobněji se pak zaměřuje na hráče týmu Univerzitní ligy ledního hokeje v České republice.

Toto téma jsem si vybral z několika důvodů, jednak se hokeji jako hráč a později jako rozhodčí věnuji dlouhou dobu a díky studiu na vysoké škole jsem měl možnost být součástí univerzitního týmu v celorepublikové Univerzitní lize ledního hokeje. Myslím si, že pohled na hráče v této lize z hlediska různých fyziologických aspektů může ukázat, na jak vysoké úrovni tato plně amatérská liga je a přináší srovnání s naší nejvyšší hokejovou ligou.

Univerzitní liga ledního hokeje u nás vznikla v roce 2019. Vznikl tak nový projekt, který spojuje univerzitní sport a lední hokej. Liga je zařazena do struktury Českého svazu ledního hokeje a je tedy jednou z oficiálních soutěží této organizace. Aktuálně se této soutěže účastní 10 univerzit z celé České republiky. Herní systém této soutěže je rozdělen na základní část, kde každý tým odehraje 18 utkání a pak následně osm nejlepších týmů postupuje do play-off, kde se na základě umístění v základní části utvoří dvojice týmů a turnajovým systémem na dvě vítězná utkání se pak určí celkový vítěz (ULLH,2023).

## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1 Fyziologie ledního hokeje

Lední hokej lze považovat za jednu z nejrychlejších kolektivních her na světě. Hra jako taková je velmi náročná, zahrnuje fyzické kontakty s protihráči a s tím spojenou určitou herní agresivitu. Hra na vrcholové úrovni je pak typická střídáním krátkých a delších intervalů. Kratší interval charakterizuje hráčův herní projev na ledě a trvá kolem 45-60 sekund. Má charakter sprintů a je spojen s velkým výdejem energie, který je kryt zejména anaerobními energetickými drahami, především anaerobní glykolýzou. Delší interval je pak spojen s odpočinkem, zotavením a doplněním energetických zásob organismu, je představován buď pobytem hráče na střídačce, nebo v kabině o přestávce mezi třetinami. Tento interval je z hlediska energetického krytí kryt především aerobní metabolickou cestou a trvá 90 sekund a více. Střídání těchto intervalů spojené s fyzickou náročností vyžadují od hráčů ledního hokeje rozvoj svalové síly (množství svalové hmoty pak koreluje s rychlostí hráče na ledě) a anaerobní vytrvalosti, vrcholoví hráči jsou při tzv. Wingate testu schopni dosáhnout maximálního výkonu až 12 W/kg (Cox et al., 1995).

U hráčů ledního hokeje jsou zastoupena pomalá a rychlá svalová vlákna víceméně stejně a odpovídají poměru svalových vláken u nesportující části populace (Montgomery, 1988).

Potřeba rychlého doplnění energetických zásob organismu mezi střídáními pak vyžaduje dobrou výkonnost aerobních metabolických systémů. Pokud bychom se zaměřili na hodnotu  $VO_2max$ , tak ta u vrcholových hráčů dosahuje hodnoty až 62 ml/min/kg. Nutno říct, že během pobytu na ledě dosahuje hráč cca 80 % svého  $VO_2max$ , dále pak hráči během utkání dosahují v průměru zhruba 85 % maximální srdeční frekvence, během pobytu na ledě je to až 90 %. Srdeční frekvence se odlišuje v závislosti na herním postu, obecně lze říct, že útočníci a obránci dosahují během utkání vyšších hodnot srdeční frekvence než brankáři. Z hlediska antropometrických hodnot jsou obránci v průměru vyšší a těžší než útočníci. Tělesným typem pak hokejisté odpovídají mezomorfům (Montgomery, 1988).

Průměrná doba pobytu hráče na ledě je 16-35 minut (útočníci obránci) a celková doba utkání je zhruba odhadována na 120 a více minut. Tyto data vycházejí

z monitoringu hráčů kanadsko-americké NHL (National Hockey League), která je považována za nejlepší hokejovou ligu světa (Quinney et al., 2008).

Základním pohybem je pro hokejové hráče bruslení, které se skládá z jednotlivých bruslařských skluzů. Při extenzi kolenního kloubu v bruslařském skluzu vyvíjí největší kontrakční síly kvadricepsy, ischiokrurální svaly a sval gastrocnemius, který stabilizuje koleno během přenášení hmotnosti při skluzu (Montgomery, 1988).

Přípravu vrcholových hráčů během jedné sezóny lze rozdělit na tři fáze:

- 1) posezonní doba odpočinku
- 2) předsezonní letní příprava
- 3) regulérní část sezóny

V posezonní části dochází k odpočinku hráčů, regeneraci a léčení zranění způsobených během regulérní fáze sezóny. V předsezonní fázi dochází k intenzivnímu tréninku, který je zaměřen na co nejlepší přípravu na regulérní část sezóny. Tato příprava je zaměřena na rozvoj různých fyziologických aspektů, které pak zásadním způsobem ovlivňují výkon hráče na ledě, jedná se o rozvoj síly, vytrvalosti, technických dovedností apod. Regulérní část zahrnuje především utkání, počet a intenzita tréninkových jednotek většinou není taková jako v předešlé fázi.

K určení odezvy sledovaných jedinců na předsezonní trénink, ale i k určení výkonnosti hráčů během celé sezóny se využívá řada testů, hodnoty fyziologických parametrů získaných z testování slouží hráčům a trenérům jako zpětná vazba jejich práce a také jsou využívány při přestupech hráčskými agenty a kluby. U hráčů ledního hokeje jsou nejčastěji sledovány fyziologické parametry jako: antropometrické znaky,  $VO_2\max$ , respirační kvocient, výkon, síla, flexibilita a srdeční frekvence. Podle podmínek testování lze pak jednotlivé zátěžové testy rozdělit na off ice (mimo led) a on ice (na ledě) (Cox et al., 1995; Nightingale et al., 2013).

## **2.2 Sledované výkonnostní parametry**

### **2.2.1 Antropometrické znaky**

Antropometrické znaky zásadním způsobem ovlivňují výkon hráče ve hře. Větší, těžší a silnější hráči získávají ve hře výhodu při osobních soubojích a bránění puku (Burr et al, 2008).

Sigmund et al. (2016) pak ve své práci uvádí, že s rostoucími parametry těl hráčů se zvyšuje i jejich výkon.

Mezi nejčastěji měřené antropometrické znaky patří:

- Výška a tělesná hmotnost

Při dlouhodobém monitoringu týmu z kanadsko-americké NHL, byl potvrzen pozitivní růst tělesných proporcí. Ve sledovaném období 1917 až 2003 došlo k nárůstu průměrné výšky ze 175 cm na 185 cm. Průměrná tělesná hmotnost v tomto období pak vzrostla ze 75 kg na 92 kg, toto zvýšení tělesné hmotnosti je pak nejspíše spojeno s nárůstem svalové hmoty. Hráči s větší hmotností jsou pak rychlejší díky větší síle. Zároveň to však je důvodem růstu počtu zranění v této soutěži (Montgomery, 2006).

- BMI (body mass index)

Tato hodnota udává poměr mezi výškou a tělesnou hmotností pomocí výpočtu tělesná hmotnost (kg)/výška<sup>2</sup>(m) (Quinney et al.,2008).

V 30. letech minulého století bylo průměrné BMI sledovaných hráčů NHL 24,3 kg/m<sup>2</sup> v roce 2000 pak 26,6 kg/m<sup>2</sup>, tento fakt ukazuje, že v průběhu let nedošlo jen k růstu tělesných proporcí, ale také k růstu tělesné hmotnosti v poměru k výšce (Montgomery, 2006).

- Obsah tělesného tuku

Dalším sledovaným antropometrickým parametrem v rámci složení těla je množství, respektive obsah tělesného tuku v těle. Vývoj tohoto parametru byl sledován v delším časovém úseku týmu NHL. Ve sledovaném období se množství tělesného tuku víceméně neměnilo a oscilovalo mezi 10-12 %, zároveň však v tomto období dochází k postupnému růstu již zmíněného BMI, tento jev nejspíše souvisí s nárůstem množství svalové hmoty u hráčů (Montgomery, 2006).

Trend růstu tělesných proporcí hráčů na vrcholové úrovni je způsoben několika faktory. Jednak se jedná o zkvalitnění tréninkových jednotek mimo led, které se za využití nových poznatků zaměřují na větší budování síly. Dalším aspektem je pak zkvalitnění stravy hráčů a využívání různých doplňků stravy, které podporují růst a

udržení svalové hmoty a urychlují regeneraci. Faktorem, který však nejvíce ovlivňuje, jací hráči v NHL hrají, jsou kritéria jejich výběru při tzv. draftech, kde si týmy NHL vybírají mladé hráče (18 let věku) z celého světa do svých týmů. Při těchto výběrech jsou důležitými kritérii nejen herní dovednosti, síla a rychlost, ale také antropometrické parametry hráčů. Jelikož vyšší a silnější hráči mají pak ve hře výhodu oproti menším a slabším protihráčům (Montgomery, 2006).

V roce 2005 byla průměrná výška draftovaných hráčů 186 cm a tělesná hmotnost byla 87 kg, obsah tělesného tuku pak u těchto hráčů měl průměrnou hodnotu 9,9 % (Gledhill & Jamnik, 2007).

### **2.2.2 $VO_2max$**

Tento fyziologický parametr uvádí, jaký je maximální aerobní výkon, respektive maximální množství vydané energie pomocí spotřeby kyslíku za minutu, tzv.  $VO_2max$ . Jedná se o laboratorní zkoušku, která je do značné míry ukazatelem vytrvalostní kondice sportovců. Též je tato zkouška indikátorem stavu oběhového a dýchacího systému, tyto poznatky je pak dále možné aplikovat v klinické praxi, jednotkou je buď relativní ml/min/.kg nebo absolutní l/min. U vrcholových sportovců jako např. cyklisti, plavci, chodci se měří maximální spotřeba kyslíku při jejich specifické zátěži, jelikož zde hraje úlohu tréninkem podmíněné optimální zapojení svalových skupin. U hráčů ledního hokeje se  $VO_2max$  nejčastěji měří při pohybu na běhátku nebo bicyklovém ergometru při tzv. spiroergometrii, díky které můžeme určit též respirační kvocient (RQ) a z něho následně ventilační anaerobní práh (ANP-v) probanda, který společně s hodnotou  $VO_2max$  determinuje úroveň aerobní výkonnosti organismu (Botek et al., 2017; Máček & Radvanský, 2011; Montgomery, 2006).

Ukazatel  $VO_2max$  je možné určit pouze za dodržení určitých podmínek:

- zapojení co největší množství svalových skupin;
- časové ohraničení testu (několik minut) - maximální hodnotu sportovec nejčastěji dosáhne v okamžicích před vyčerpáním, v této fázi sportovního výkonu testovaný jedinec díky maximální zátěži dosahuje maximální minutovou ventilaci a maximální srdeční frekvenci (SFmax);

- „levelling off“ - jev, kdy při poslední fázi dynamické práce vzniká plató ve spotřebě O<sub>2</sub>, hodnota VO<sub>2</sub> i přes krátkodobé pokračování v práci stagnuje, popřípadě mírně klesá. Nutno dodat, že i přes vznik plató výkon vyjádřený ve wattech může dále stoupat;
- hladina laktátu - po konci zátěže by měla koncentrace laktátu přesahovat 7-10 mmol/l krve;
- ventilační ekvivalent pro kyslík (VE/VO<sub>2</sub>) - by měl po konci zatížení dosahovat hodnoty alespoň 35 l;
- srdeční frekvence (SF) - po ukončení práce by srdeční frekvence měla dosahovat minimálně 85 % hodnoty z věkově predikovaného maxima (  $SF_{max} \geq (220 - \text{věk}) \cdot 0,85$  ) (Máček & Radvanský, 2011).

Test VO<sub>2</sub>max má také několik kontraindikací, kvůli kterým nelze tento laboratorní test provést. Mohou jimi například být:

- asthma bronchiale krátce po záchvatu;
- hypertenze, která i přes léčbu dosahuje hodnot vyšších než 200/120 mm Hg;
- akutní infekční a zánětlivá onemocnění;
- různá postižení oběhové soustavy atd. (Máček & Radvanský, 2011).

Maximální spotřeba kyslíku je z velké části ovlivněna dědičností, odborná literatura uvádí, že podíl genetického vlivu může být až 60 %. Dále zde hrají důležitou roli faktory, jako jsou:

- věk - u trénovaných jedinců dochází k poklesu hodnoty VO<sub>2</sub>max každých 10 let o cca 5 %, u netrénovaných je to pak dokonce 9 %;
- pohlaví - ženy mají obecně hodnotu tohoto parametru nižší než muži;
- trénovanost - správným typem tréninku lze hodnotu VO<sub>2</sub>max zvýšit o 5-15 % (Máček & Radvanský, 2011).

Hodnota VO<sub>2</sub>max u hráčů NHL dosahuje rozmezí 54 až 62 ml/min/kg (Vescovi et al., 2006).

Montgomery (2006) ve své práci uvádí, že za dobu 12 let monitoringu týmu NHL se průměrné hodnoty  $VO_2\max$  lišily maximálně o  $4,6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  a to i přesto, že v průběhu let docházelo k postupnému nárůstu hmotnosti hráčů. Tento výsledek je dán nejspíše tím, že u takto vrcholových sportovců (lední hokej) je zlepšení aerobních výkonů nezávislé na tělesné hmotnosti a ukazuje na zkvalitnění kardiovaskulárního tréninku a zlepšení systematiky výběru hráčů.

### **2.2.3 Respirační kvocient (RQ)**

„Respirační kvocient je poměr vyloučeného  $CO_2$  ke spotřebovanému  $O_2$  ( $RQ = CO_2 / O_2$ )“ (Botek et al., 2017, s. 151).

Pokud není testovaná osoba vystavena fyzické námaze, je respirační kvocient především ukazatelem složení přijímané stravy. Při stravě, která by zahrnovala pouze sacharidy, by byl  $RQ = 1$ , pokud by se takto člověk stravoval pouze tuky, pak by platilo  $RQ = 0,7$  a v případě bílkovin je  $RQ = 0,8$ . V praxi však běžně lidé přijímají různé poměry živin a respirační kvocient dosahuje hodnoty  $RQ = 0,80-0,85$ . Testování RQ se provádí laboratorně na speciálních spiroergometrech.

Po začátku zátěže RQ nejprve mírně klesá, poté začne velikost parametru postupně narůstat, až dosáhne hodnotu  $RQ = 1$ , tento okamžik a míra zátěže slouží ke stanovení ventilačního anaerobního prahu (ANP-v), od tohoto bodu jsou pracující svaly energeticky zásobovány především z anaerobních metabolických procesů. Tělo není schopno odbourávat vznikající laktát a dochází k zakyselení organismu vlivem nárůstu koncentrace vodíkových iontů a k únavě. Znalost hodnoty ANP se pak v praxi využívá k hodnocení míry aerobní zdatnosti a při stanovení míry zátěže při trénincích (Botek et al., 2017).

### **2.2.4 Síla**

Síla je jedním z často testovaných parametrů mimo led. Hráči se v období předsezónní přípravy věnují mimo jiné i odporovému tréninku a s ním spojenému budování síly. Výsledky těchto testů pak slouží jako zpětná vazba, zároveň jsou využívány při speciálních přípravných soustředěních pro hráče, kteří se mají účastnit již dříve zmíněných draftů do kanadsko-americké NHL. Testování se zaměřuje na svalové skupiny

jak horní, tak dolní části těla (Gledhill & Jamnik, 2007). Silnější hráči získávají výhodu v osobních soubojích a při kontrole puku během hry (Burr et al., 2008).

### **2.2.5 Výkon**

„Ukazatel výkonu udává, jaké má sportovec silově-vytrvalostní schopnosti“ (Botek et al., 2017, s. 150).

Maximální anaerobní výkon pak je ukazatelem maximální intenzity anaerobních dějů organismu. Je taky vypovídajícím faktorem a stavu anaerobní kapacity. Jednotkou výkonu je watt (Dovalil, 2008).

Znalost tohoto parametru je pro posuzování fyzické připravenosti hráčů velmi důležitá, jelikož anaerobní metabolismus, respektive anaerobní glykolýza, je při hře na ledě hlavním bioenergetickým zdrojem svalové činnosti. Odborná literatura uvádí, že až 69 % energetických výdejmů během hry je kryto právě anaerobními energetickými drahami.

Jak již bylo zmíněno, jednotkou výkonu měřeného v laboratorních podmínkách je watt. Z důvodu různé tělesné hmotnosti měřených subjektů se absolutní hodnota výkonu přepočítává na 1 kg hmotnosti, tudíž W/kg. U hráčů ledního hokeje se pro získání poznatků o maximálním výkonu nejčastěji využívá tzv. Wingate test (Montgomery, 1988).

### **2.2.6 Srdeční frekvence**

Jeden z nejběžnějších ukazatelů intenzity zatížení je srdeční frekvence. SF pak u zdravých jedinců koreluje se spotřebou kyslíku a díky tomu lze určit intenzitu energetického metabolismu na úrovni anaerobního prahu. U netrénovaných jedinců je SFklid zhruba na úrovni mezi 60-80 tepů/min. U trénovaných jedinců pak dochází ke zvýšení systolického objemu srdce a ke snížení SF až na úroveň cca 50 tepů/min, mluvíme zde o tzv. sportovní bradykardii. Maximální SF se pak dá vypočítat ze vzorce  $SF_{max} = 220 - \text{věk}$ , pro bicyklový ergometr pak  $210 - \text{věk}$ . U dobře trénovaných mladých jedinců se může hodnota  $SF_{max}$  pohybovat nad úrovní 200 tepů za minutu. K měření tohoto parametru se ve sportovní diagnostice využívají různé běžně dostupné monitory, tzv. „sporttestery“ (Botek et al., 2017).



Průměrná srdeční frekvence u dospělých hráčů ledního hokeje dosahuje 173 tepů/min a při době odpočinku (doba mimo led) 120 tepů/min, poměrně vysoká tepová frekvence během doby odpočinku je nejspíše dána emotivním prožíváním hry hráčem, kdy je do hry hráč vtahován i na střídačce (Havlíčková et al., 1993).

Průměrná srdeční frekvence se též odvíjí od pozice, jakou hráč v poli hraje. Montgomery (1988) ve své práci uvádí, že průměrná tepová frekvence při simulované hře hráčů, respektive útočníků byla 160 tepů/min, kdežto u brankářů stejné věkové kategorie byla průměrná frekvence 143 tepů/min.

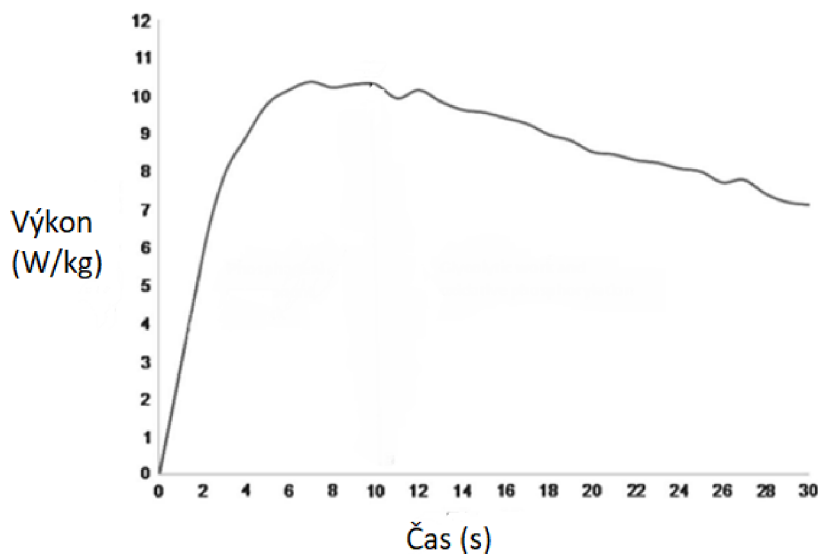
## **2.3 Off-ice testy**

Off-ice testy jsou takovým typem zátěžových testů, které jsou často prováděny v laboratorních podmínkách mimo led (Vescovi et al., 2006).

### **2.3.1 Wingate test**

K určení maximálního výkonu u hokejových hráčů se nejčastěji využívá tzv. 30 s Wingate test. Tento test je zaměřen na co největší anaerobní výkon v krátkém časovém intervalu. Používaným zařízením pro tento test zpravidla bývá specializovaný bicyklový ergometr. Proband nejprve zaujme vhodné postavení na ergometru, poté dochází k rozcvičení pomocí šlapání proti malému odporu a následně po uplynutí 2 minut dostává proband pokyn k vyvinutí maximálního výkonu. Při provádění maximálního výkonu testovaný šlape proti odporovému zatížení, které se určí na základě jeho tělesné hmotnosti. Po uplynutí 30 sekund je test u konce a testovaný může v rámci regenerace pokračovat ve šlapání proti malému odporu. Díky tomuto testu lze získat parametry jako: maximální výkon (W), průměrný výkon (W), minimální výkon (W), index únavy (%) (Gledhill & Jamnik, 2007). Největšího výkonu bývá zpravidla dosaženo v prvních několika sekundách testování. Obrázek 1 zobrazuje graf výkonu v čase při Wingate testování. (Ziemann et al., 2011)

U profesionálních hráčů NHL byly naměřeny průměrné maximální hodnoty výkonu 11,9 až 12,3 W/kg v závislosti na herní pozici hráčů. Nejvyššího výkonu dosahovali útočníci a obránci (Cox et al., 1995).



Obrázek 1. Zobrazení grafu výkonu v čase při tzv. Wingate testu (Ziemann et al., 2011)

### 2.3.2 Vertikální skok

Vertikální skok je jeden ze základních testů, díky kterému můžeme otestovat výbušnou sílu dolních končetin. V průběhu let byly vyvinuty 3 základní způsoby, jakým lze tento test provádět:

- **Sargentův skok**, tento druh testu patří mezi nejstarší používaný test výšky výskoku. Využívá se zde rozdíl maximální výšky dosahu v plantární flexi a výšky dosahu při výskoku. Výhodou tohoto druhu testování je jednoduchost a nenáročnost na použité testovací zařízení. Nevýhodou však je, že během testu může docházet k řadě chyb z různých důvodů.
- **Určení výšky výskoku z doby bezoporové fáze**, tento test vychází z faktu, že doba výstupu  $t_v$  je stejná jako doba sestupu  $t_s$ . Za využití speciálního zařízení, které měří délku doby bezoporové fáze lze pak za využití fyzikálního vzorce dopočítat výšku výskoku. Výhodou je poměrně jednoduché a přesné testování, nevýhodou pak nutnost speciálního testovacího zařízení a možnost ovlivnění bezoporové fáze testováním.

- **Určení výšky skoku na základě velikosti silového impulsu**, tento typ testování je nejpřesnější metodou, jak změřit výšku výskoku, výška výskoku se zde určí na základě velikosti silového impulsu, který proband vyvine během odrazu ze speciálních silových plošin, ze vzorce se pak vypočítá výška výskoku. Výhodou je velmi velká přesnost měření. Nevýhodou je pak nutnost pořízení speciálního, finančně nákladného zařízení pro testování (Janura et al., 2011).

Vertikální skok je v ledním hokeji signifikantním predikátorem rychlosti bruslení hráčů během hry. Jelikož hráč během jednoho střídání vykoná několik krátkých sprintů, je vertikální skok jeden z důležitých testovaných aspektů fyzické připravenosti hráčů. Hráči, kteří jsou testováni před tzv. draftem do NHL, se často podrobují i tzv. testu skoku dalekému z místa. Elitní hokejoví hráči dosahovali při fyzických testech před vstupem do NHL průměrné výšky výskoku 62,6 cm (Vescovi et al., 2006).

### **2.3.3 Skok daleký z místa**

Alternativou pro otestování síly dolních končetin je tzv. skok daleký z místa. Proband stojí ve stoji mírně rozkročeném se špičkami chodidel před čarou. Dále pak testovaný přechází do podřepu a skáče do co největší vzdálenosti. Použití rukou ke švihů je dovoleno. Počítá se dosažená vzdálenost měřená od startovní čáry po paty v místě dopadu. Většinou se provádí tři pokusy a počítá se ten nejlepší. U elitních mladých hokejistů byl průměrný výkon skoku do dálky z místa 2,54 m (Gledhill & Jamnik, 2007).

### **2.3.4 Bench press**

Je jeden ze základních cviků se závažím odrážející sílu horní části těla. Primárně jsou u tohoto cviku zapojeny svaly hrudníku, paží a horní části zad (Terry & Goodman, 2020).

Jelikož je přímý test maximální síly při tomto cviku potenciálně nebezpečný kvůli zranění a také při větším množství hráčů časově náročný, využívá se speciální úpravy postupu testování, kdy se neprovádí jedno maximální opakování cviku, ale provádí se maximální počet opakování s předem připravenou hmotností odporu. Tato hmotnost je

nejčastěji cca 68 kg popř. 90,7 kg. Z počtu opakování se pak vypočítá predikované jedno maximální opakování, tzv. 1 RM (repetition maximum). Při provádění tohoto způsobu testování mají hráči nejprve několik minut na rozcvičení se v testovací poloze. Ta je taková, že proband leží zády na lavici, drží osu se závažím nad úrovní hrudníku, ruce má na úrovni ramen, správné provedení cviku je spuštění osy až k hrudníku a následný pohyb rukou nahoru, dokud nejsou paže natažené. Tempo provádění cviku je pak určeno metronomem, jehož frekvence odpovídá 25 opakováním za minutu (Gledhill & Jamnik, 2007; Montgomery 2006; Whisenant et al., 2003).

Ve sledovaném období v letech 1992 až 2003 bylo u draftovaných hráčů do NHL naměřena průměrná hodnota jednoho opakovacího maxima (1RM) necelých 107 kilogramů, u hráčů stejné ligy ve věku mezi 20 až 29 lety to bylo 128 kilogramů (Montgomery, 2006).

### **2.3.5 Kliky (*push-ups*)**

Dalším způsobem testování jsou kliky. Cviky prováděné způsobem, že proband začíná z výchozí polohy, kterou je vzpor ležmo, následně pokrčením loktů se dostává do polohy, kdy se hrudník téměř dotýká podložky, tělo a nohy jsou celou dobu v jedné rovině. Rychlost provádění cviku určuje metronom a frekvence opakování je 25 za minutu. Jakmile testovaná osoba přestane provádět cvik v daném rytmu, test je u konce. Mladí vrcholoví hráči dosahovali v tomto testu v průměru 24 kliků. Maximum pak bylo 43 kliků (Gledhill & Jamnik, 2007).

### **2.3.6 Sedy-lehy**

Test za využití provádění sedů-lehů reflektuje sílu středu těla. Test se provádí v pozici lehu na zádech, proband má pokrčené nohy (zádní část stehna a lýtka svírají úhel 90°), chodidla se po celou dobu testu dotýkají podložky, paže jsou pokrčené a překřížené, dlaně jsou na hrudníku. Správné provedení jednoho opakování je takové, že se proband při pohybu trupem nahoru dotýká pažemi ve správném postavení přední strany stehien, při pohybu směrem dolu se pak rameny dotýká podložky. Frekvence opakování je opět určena metronomem a odpovídá 25 opakováním za minutu. Test je považován za ukončený, pokud proband již není schopen provádět opakování v dané

frekvenci (Gledhill & Jamnik, 2007). U hráčů na úrovni NHL byl průměrný počet opakování cca 50, hodnoty se pohybovaly v rozmezí 15 až 100 (Montgomery, 1988).

### **2.3.7 Handgrip test**

Handgrip test se nejčastěji měří pomocí ručního dynamometru. Testovaný subjekt se snaží vyvinout co největší sílu. Na pravou i levou ruku jsou vždy dva pokusy a počítá se lepší výsledek. Součtem obou hodnot pak získáváme tzv. kombinovanou sílu úchopu (Quinney et al., 2008).

Kvůli tomu, že hráči ovládají puk především hokejovou holí, je síla úchopu jedním z faktorů, které mají velký vliv na to, jak hráč během hry dokáže s holí manipulovat (střílet, odolávat soubojům atd.). Co se týče strany držení hole, většina hráčů drží hůl na levé straně, je to dáno tím, že v populaci je větší množství praváků než leváků, tedy pravá ruka je zde dominantnější (Montgomery, 1988; Toong et al., 2018).

Při srovnání síly úchopu hráčů a hráček hrající mládežnické soutěže v Kanadě byly zjištěny jednak rozdíly mezi silou dívek a chlapců, kde podle očekávání chlapci dosahovali lepších výsledků, ale především studie ukázala rozdíly mezi výsledky testovaných sportovců a sportovkyň a průměrnými hodnotami, které dosahovali jejich vrstevníci, testovaní probandi zde dosahovali vyšších hodnot (Toong et al., 2018).

Montgomery (1988) poté se své práci uvádí, že průměrná síla úchopu u profesionálních hráčů ledního hokeje je vyšší ve srovnání s jinými týmovými sporty. Data v této práci pak dále ukazují, že útočníci a obránci dosahovali vyšších hodnot než brankáři.

Testovaní hráči NHL dosahovali průměrné kombinované síly úchopu cca 136 kg (Quinney et al., 2008). Mladí hráči (18 let věku), kteří prošli testovacími protokoly tzv. draftu v roce 2005, dosahovali průměrných hodnot síly úchopu 58,5 kg u pravé ruky a 56,7 kg u ruky levé, kombinovaná síla úchopu pak je 115,2 kg (Gledhill & Jamnik, 2007).

### **2.3.8 Touch and reach test**

Test flexibility často bývá součástí testových baterií u hráčů vybraných pro tzv. draft do NHL. Nejčastěji se využívá tzv. touch and reach test, u tohoto testu se sleduje míra flexibility dolních končetin a spodní části zad. Výchozí polohou probanda je sed s napnutými dolními končetinami. Chodidla jsou zapřena o speciální překážku. Úkolem

testovaného je pomalým pohybem, pomocí natažených paží dosáhnout co nejzazšího bodu nad úrovní špiček na speciálním měřidle. Dlaně s nataženými prsty směřují směrem dolů a měly by být cca 2 cm nad úrovní palců (špiček) chodidel. Za špatný výsledek se považuje dosažená vzdálenost, která je menší než 25,4 cm, za dobrý pak vzdálenosti větší (Gledhill & Jamnik, 2007).

Výsledky tohoto testů se u hráčů před vstupem do NHL lišily v závislosti od herní pozice. Útočníci a obránci dosahovali průměrné vzdálenosti natažení cca 38 cm, kdežto brankáři dokonce 44,7 cm (Burr et al., 2008).

## **2.4 On-ice zátěžové testy**

### **2.4.1 RSS test (*Repeated-Skate Sprint*)**

V ledním hokeji existuje řada způsobů, jak otestovat fyzickou výkonnost hráčů přímo na ledě. Jedním z těchto testů je test RSS, u tohoto testu byla potvrzena pozitivní korelace mezi hodnotami testu a  $VO_2\text{max}$  testovaného v laboratoři, díky tomuto zjištění lze tento test použít jako ukazatel aerobní kapacity.

Test se skládá z několika částí:

#### 1) Rozcvičení

Je úvodní část trvající zhruba 5 minut. Hráči oblečení v plné výbavě včetně hokejky se individuálně rozcvičí bruslením.

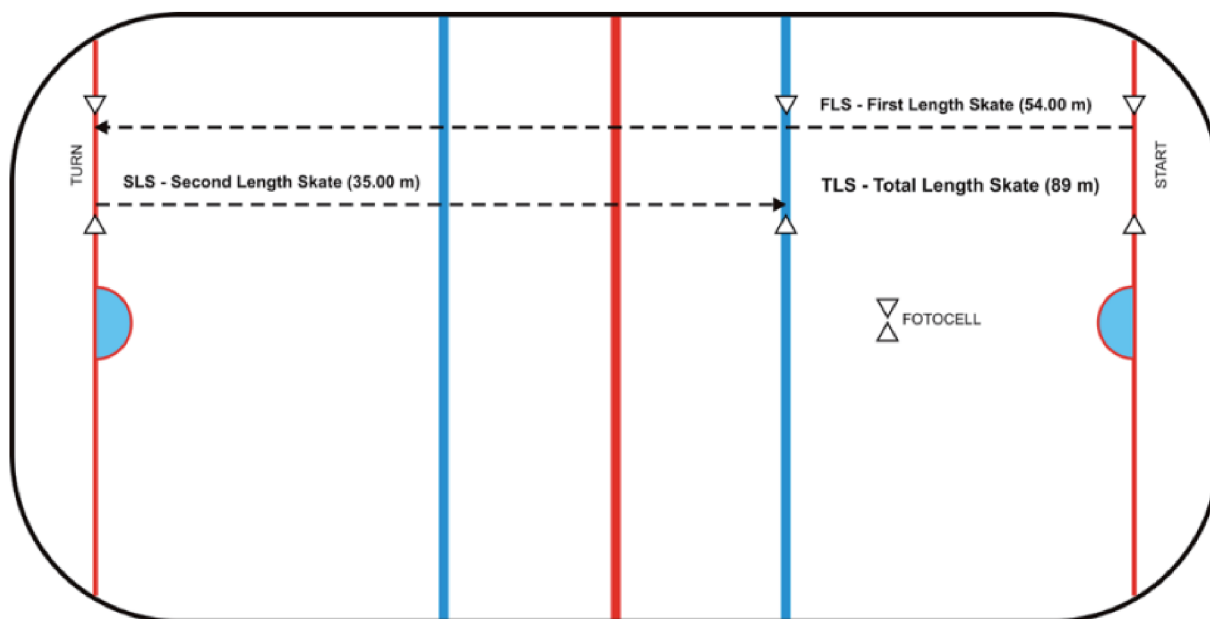
#### 2) Hlavní část

Je samotné provedení testu, princip testu je založen na 6 sprintech dlouhých 89 metrů v maximální rychlosti. Hráč nejprve vyrazí z brankové čáry k brankové čáře na druhé straně kluziště, urazí tímto způsobem 54 m, speciální fotobuňky zaznamenají čas této první vzdálenosti označenou jako FLS (the time of the first length skate). Hráč po přejezdu brankové čáry následně změní svůj směr a vrací se zpět opět maximální rychlostí až na modrou čáru v pásnu, ze kterého vyjížděl. Fotobuňky opět zaznamenají čas druhé vzdálenosti, která má 35 metrů, označení této části pak je SLS (the time of the second length skate). Součtem těchto dvou částí získáme celkový čas TLS (the total time of the whole distance). Grafické zobrazení testu zobrazuje obrázek 2. Důležitým parametrem je také tzv. index únavy FI (fatigue index), ten se vypočítá pomocí vzorce

$FI = \frac{\text{nejrychlejší čas bruslení} - \text{nejpomalejší čas bruslení}}{\text{nejrychlejší čas bruslení}} \times 100$ . Porovnání získaných parametrů

pak má signifikantní vypovídající hodnotu o tom, na jaké vytrvalostní úrovni se daný sportovec nachází. Odůvodněním, proč test, který je zaměřen na sprinty v maximální rychlosti, které jsou kryty především anaerobním metabolismem (anaerobní glykolýzou), je signifikantním ukazatelem rychlosti aerobních procesů v těle (úroveň aerobního metabolismu), je ta, že právě aerobní procesy mají velký vliv na rychlost rekonvalescence a doplnění energetických zdrojů organismu mezi jednotlivými sprinty.

U testovaných hráčů polské hokejové reprezentace docházelo podle očekávání k postupnému prodlužování času všech měřených úseků. Index únavy byl v průměru 13,7 % a úzce koreloval ( $r = -0,67$ ) s hodnotami zjištěnými v laboratoři tím způsobem, že čím nižší byl u daného hráče index únavy, tím vyšší  $VO_2\text{max}$  dosahoval v laboratorním testu (Stanula et al., 2014).



Obrázek 2. Grafické zobrazení RSS testu (Stanula et al., 2014)

Vysvětlivky. FLS = první ujetá vzdálenost, SLS = druhá ujetá vzdálenost, TLS = celková ujetá vzdálenost,  $\Delta$  = fotobuňky

### **2.4.2 Test rychlosti vystřeleného puku**

Rychlost střely lze na ledě testovat pomocí speciálního zařízení. Rozdělují se dva základní typy způsobu vystřelení puku hráčem. Prvním způsobem je tzv. střela zápěstím, kdy hráč hokejovou holí před střelou nevykonává žádný pohyb vzad a hůl směřuje pouze směrem dopředu. Druhým způsobem je tzv. střela příklepem, kdy hráč nejprve vykoná nápřah směr holí vzad za tělo a pak prudkým švihem směrem dopředu zasahuje puk. Při tomto způsobu provedení střelby puk dosahuje větší rychlosti. Ve sledované studii českých hráčů dosahoval puk při střele zápěstím průměrné rychlosti 96,5 km/h a při střele příklepem 124,9 km/h.

Samotný test pak probíhá tak, že hráči oblečení v plném vybavení mají nejprve čas na krátké rozcvičení a na zkušební střelbu na hokejovou branku. Následuje provedení vystřelení 5 puků pomocí techniky střelby zápěstím. Mezi každým provedením má hráč 30 sekund na odpočinek. Následuje třiminutová pauza a vystřelení dalších 5 puků, avšak pomocí techniky střelby příklepem, opět mezi každým pokusem je pauza 30 sekund. Rychlost puku je pak snímána speciálním radarem umístěným za brankou (Bežák & Přidal, 2017).



## **3 CÍLE**

### **3.1 Hlavní cíl**

Hlavním cílem práce je srovnání sledovaných antropometrických a fyziologických parametrů mezi týmem hrající Univerzitní hokejovou ligu (ULLH) a týmem hrající Extraligu ledního hokeje (ELH).

### **3.2 Dílčí cíle**

- 1) Porovnání antropometrických a fyziologických parametrů jednotlivých týmů.
- 2) Srovnání výsledků s odbornou literaturou.

### **3.3 Výzkumné otázky**

- 1) Jakých hodnot budou dosahovat základní antropometrické a fyziologické parametry výběru hráčů ULLH.
- 2) Jak velký rozdíl bude mezi výkonnostními parametry profesionálních hráčů z extraligy a amatérských hráčů z univerzitní soutěže?

## 4 METODIKA

### 4.1 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor tvořili hráči z dvou různých hokejových soutěží v České republice. První skupina se skládala z profesionálních hráčů působících v Extralize ledního hokeje (ELH). Testování této skupiny proběhlo v rámci již publikované studie (Neuls et al., 2023). Druhou skupinu pak tvořili amatérští hráči z Univerzitní ligy ledního hokeje (ULLH), hráči se účastnili studie dobrovolně, byli seznámeni s průběhem a cílem výzkumu a podepsali písemný souhlas. Forma testování byla schválena etickou komisí Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci (příloha 1). Během provádění měření netrpěl žádný z hráčů zdravotními problémy, které by měly vliv na výsledky testování. Podrobnější charakteristika jednotlivých týmů je popsána v následujících podkapitolách.

#### 4.1.1 Tým z Extraligy ledního hokeje

Tento testovaný soubor tvořilo 22 profesionálních hráčů působících v nejvyšší hokejové soutěži u nás (dále ELH). Tito vrcholoví hráči absolvovali v předsezónní přípravě téměř každý den v týdnu s výjimkou neděle několikafázové tréninkové jednotky. Základní charakteristika tohoto týmu je zobrazena v tabulce 1.

#### **Tabulka 1**

*Základní charakteristika souboru hráčů působících v ELH (n=22)*

Hráči	ELH (n=22)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>
věk (roky)	25,27	6,13
tělesná hmotnost (kg)	86,46	5,97
Výška (cm)	183,3	3,24
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25,72	1,51

*Vysvětlivky:* M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, BMI – index tělesné hmotnosti

#### 4.1.2 Tým z ULLH

Tento testovaný soubor tvořilo 13 amatérských hráčů hrajících Univerzitní ligu ledního hokeje (dále ULLH). Liga má celostátní působení. Hráči testovaného týmu absolvovali předsezónní přípravu individuálně. V regulérní sezóně pak měli hráči dvě tréninkové jednotky za týden a k tomu jedno utkání. Základní charakteristika tohoto týmu je zobrazena v tabulce 2.

#### Tabulka 2

Základní charakteristika souboru hráčů působících v ULLH (n=13)

Hráči	ULLH (n=13)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>
věk (roky)	21,38	1,12
tělesná hmotnost (kg)	84,05	8,51
Výška (cm)	183,3	5,54
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24,99	2,00

Vysvětlivky: M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, BMI – index tělesné hmotnosti

## 4.2 Protokol testování

### 4.2.1 Podmínky testování

Testování hráčů probíhalo v laboratoři zátěžové fyziologie Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Teplota se v laboratoři pohybovala okolo 22 °C, relativní vlhkost pak byla cca 30-40 %. Výzkum probíhal v několika dnech a vždy v dopoledních hodinách. Probandi byli informováni o tom, že alespoň 24 hodin před testováním by se měli vyhnout náročné fyzické aktivitě, konzumaci alkoholu a kofeinu, jelikož by tyto faktory mohly ovlivnit výsledky výzkumu.

#### **4.2.2 Průběh testování**

Před začátkem testování nejprve hráči uvedli osobní údaje (jméno, příjmení, datum narození, rodné číslo), následně vyplnili písemný souhlas s testováním a také dotazník týkající se jejich zdravotního stavu, jednalo se o tzv. Lausannský protokol, po jeho posouzení následovalo vlastní měření.

#### **4.2.3 Použitá zařízení a sledované antropometrické a fyziologické parametry**

Jako první probandi absolvovali antropometrické měření. Měření probíhala jednotlivě. Nejprve byla měřena výška (cm) pomocí ručního posuvného měřidla, následně pak tělesná hmotnost (kg) a vypočítáno BMI (body mass index) pomocí vzorce  $\text{hmotnost (kg)}/\text{výška}^2 \text{ (m)}$  s jednotkou  $\text{kg}/\text{m}^2$ . Následně bylo pomocí přístroje Tanita (Tanita BC-418 MA, Tanita, Tokyo, Japonsko, pracující na základě metody bioimpedance, provedeno měření složení těla, zde byly sledovanými parametry množství tělesného tuku (BF) v procentech a netučné hmoty (FFM) v kilogramech.

Po provedení antropometrického měření následoval stupňovaný zátěžový test do maximálního výkonu. Tento test byl prováděn na bicyklovém ergometru Ergoline 800 (Ergoline, Bitz, Germany). Testovaný subjekt nejprve zaujmul vhodnou pozici na ergometru, poté měl 4 minuty na rozcvičení na úrovni výkonu 100 a 150 W. Po uplynutí této doby následoval vlastní test. Počáteční zátěžový odpor odpovídal výkonu 250 W a každou minutu docházelo k jeho navyšování o 35 W. Frekvence šlapání byla u probandů individuální, avšak minimální hodnota byla stanovena na 70 otáček/minuta a postupně se mohla zvyšovat podle vlastního uvážení. Testování se pak snažili udržet alespoň minimální kadenci až do odmítnutí (dosažení maximálního výkonu). Celková doba tohoto testu se pohybovala v rozmezí 8-10 minut. Během provádění tohoto testu byla po celou dobu měřena ventilace a výměna dýchacích plynů pomocí zařízení Ergostik se softwarem Blue Cherry (Geratherm Respiratory, Bad Kissingen, Germany). Toto zařízení bylo před každým testem kalibrováno. Během měření byla též sledována srdeční frekvence za pomoci hrudního snímacího pásu Polar (Polar Electro Oy, Kempele, Finland). Výslednými sledovanými parametry během maximálního zátěžového testu byly tyto:

- S<sub>f</sub>max - maximální srdeční frekvence (tepů/min);
- VO<sub>2</sub>max-maximální spotřeba kyslíku (ml/kg/min)
- P<sub>max</sub> - maximální dosažený výkon udržovaný alespoň 30 sekund (W/kg);
- RQ - respirační kvocient.

Později byl pak stanoven anaerobní práh - ANP (%VO<sub>2</sub>max) pomocí metody V-slope, kdy se ANP určí na základě poměru ventilační výměny (křivka ventilačního ekvivalentu pro kyslík se po překročení ANP zvyšuje (Schneider et al., 1993).

#### **4.2.4 Statistické zpracování dat**

Pro statistické zpracování dat byl použit program TIBCO Statistica (Verze 14.0, TIBCO Software, Palo Alto, CA, USA). Tímto programem byly spočítány průměry a směrodatné odchylky získaných dat a také provedena statistická komparace pomocí párového T-testu. Signifikantní diference byla stanovena na hladině  $p \leq 0,05$ .

## 5 VÝSLEDKY

Výsledky porovnání sledovaných parametrů hráčů ULLH a ELH jsou zobrazeny v tabulkách 3 až 10. Z daných tabulek je patrné, že u všech parametrů kromě výšky (shodně 183,3 cm) byly sledovány větší či menší rozdíly výsledků jednotlivých týmů. Největší a zároveň statisticky významné rozdíly byly zaznamenány v množství netučné hmoty, kde hráči z ELH měli v průměru o téměř 5 kg této hmoty více. Dále pak v hodnotě  $VO_2\text{max}$  hráči z ELH dosahovali v průměru o téměř 6 ml/kg/min více než hráči z ULLH a také byl jejich maximální výkon  $P_{\text{max}}$  v průměru o 0,67 W/kg vyšší. Největší rozdíl byl pak sledován v hodnotě anaerobního prahu. Skupina hráčů ELH měla tento parametr větší o 16,1 procent ( $\%VO_2\text{max}$ ). Souhrnné srovnání všech sledovaných parametrů je popsáno v následujících kapitolách.

### 5.1 Souhrnné výsledky

#### 5.1.1 Věk

Základním parametrem sledovaný u hráčů byl věk viz tabulka 3. Hráči hrající ULLH byli v průměru o 3,89 roku mladší než hráči z ELH. Tento výsledek je způsoben především tím, že hráči hrající ULLH mohou tuto ligu hrát pouze do 26 let věku. Směrodatná odchylka věku byla u tohoto týmu též menší. U tohoto parametru byl potvrzen statisticky významný rozdíl mezi týmy.

#### **Tabulka 3**

*Věk testovaných týmů a jejich statistické srovnání*

Hráči	ULLH (n=13)		ELH (n=22)		t	p
	M	SD	M	SD		
Věk (roky)	21,38	1,12	25,27	6,13	2,25	0,031

*Vysvětlivky:* M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, ULLH - tým hrající Univerzitní ligu ledního hokeje, ELH - tým hrající Extraligu ledního hokeje, t – výsledek párového T-testu, p – hladina statistické významnosti

## 5.1.2 Antropometrické znaky

### 5.1.2.1 Výška, tělesná hmotnost a BMI

Antropometrická parametry, jako jsou výška a tělesná hmotnost a BMI testovaných zobrazuje tabulka 5. Tělesná výška hráčů obou týmů byla totožná, avšak hráči z ELH dosahovali v průměru vyšší tělesné hmotnosti o 2,4 kg, díky tomu měli tito hráči též vyšší hodnotu BMI (body mass index) o 0,73 kg/m<sup>2</sup>. Ani u jednoho z těchto parametrů však nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl mezi týmy.

#### Tabulka 4

*Výška, tělesná hmotnost, BMI testovaných hráčů a jejich statistické srovnání*

Hráči	ULLH (n=13)		ELH (n=22)		t	p
	M	SD	M	SD		
Výška (cm)	183,3	5,54	183,3	3,24	< 0,01	1,00
hmotnost (kg)	84,05	8,51	86,46	5,96	0,98	0,33
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24,99	2,00	25,72	1,5	1,22	0,22

*Vysvětlivky:* M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, t – výsledek párového T-testu, p – hladina statistické významnosti, ULLH - tým hrající Univerzitní ligu ledního hokeje, ELH - tým hrající Extraligu ledního hokeje

### 5.1.2.2 Tělesný tuk a netučná hmota

Množství tělesného tuku (BF) a netučné hmoty (FFM) patří mezi ukazatele složení těla testovaných. Na základě těchto parametrů s přihlédnutím k hmotnosti a BMI porovnávaných týmů lze určit, který z týmů má v průměru více svalové hmoty. Obsah tělesného tuku byl nižší u hráčů ELH, a to v průměru o 2,57 %. Při statistickém srovnání obsahu tělesného tuku nebyly potvrzeny statistické rozdíly, avšak p-hodnota měla hodnotu 0,06, tedy se velmi přibližovala hladině statistické významnosti. Statisticky významný rozdíl byl potvrzen v množství netučné hmoty, hráči ELH měli v průměru o 4,9 kg této hmoty více. Na základě této hodnoty s přihlédnutím k obsahu tělesného tuku lze predikovat větší množství svalové hmoty u hráčů ELH.

### Tabulka 5

Množství tělesného tuku a beztuké hmoty hráčů a jejich statistické srovnání

Hráči	ULLH (n=12)		ELH (n=22)		t	p
	M	SD	M	SD		
BF (%)	13,95	4,99	11,38	2,78	-1,93	0,06
FFM (kg)	71,70	6,15	76,60	5,54	2,37	0,02

Vysvětlivky: M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, BF - tělesný tuk (%), FFM – beztuká hmota (kg), t – výsledek párového T-testu, p – hladina statistické významnosti, ULLH - tým hrající Univerzitní ligu ledního hokeje, ELH - tým hrající Extraligu ledního hokeje

### 5.1.3 VO<sub>2</sub>max

U výsledků parametru VO<sub>2</sub>max došlo k jednomu z nejmarkantnějších statisticky významných rozdílů testovaných týmů. Hráči ELH dosahovali v průměru o 6,46 ml/min/kg více než hráči ULLH. Dá se tedy říct, že hráči ELH měli daleko lepší vytrvalostní schopnosti než hráči ULLH. U týmu ELH byla též nižší směrodatná odchylka než u druhého testovaného týmu.

### Tabulka 6

Maximální spotřeba kyslíku hráčů a jejich statistické srovnání

Hráči	ULLH (n=13)		ELH (n=22)		t	p
	M	SD	M	SD		
VO <sub>2</sub> max (ml/min/kg)	46,15	5,14	52,60	4,15	4,07	< 0,01

Vysvětlivky: M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, VO<sub>2</sub>max – maximální spotřeba kyslíku, t – výsledek párového T-testu, p – hladina statistické významnosti, ULLH - tým hrající Univerzitní ligu ledního hokeje, ELH - tým hrající Extraligu ledního hokeje



#### 5.1.4 Maximální výkon

V testu stupňované zátěže až do maximálního výkonu dosahovali lepšího výsledku opět hráči ELH, maximální výkon těchto hráčů byl v průměru o 0,67 W/kg vyšší než u hráčů ULLH. Rozdíl mezi výsledky týmů byl statisticky významný a znamená lepší anaerobní kapacitu týmu hrající ELH.

#### Tabulka 7

Maximální výkony hráčů a jejich statistické srovnání

Hráči	ULLH (n=13)		ELH (n=22)		t	p
	M	SD	M	SD		
Pmax (W/kg)	4,77	0,47	5,44	0,38	4,59	< 0,01

Vysvětlivky: M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, Pmax – maximální výkon, t – výsledek párového T-testu, p – hladina statistické významnosti, ULLH - tým hrající Univerzitní ligu ledního hokeje, ELH - tým hrající Extraligu ledního hokeje

#### 5.1.5 Maximální srdeční frekvence

Vyšší hodnoty maximální srdeční frekvence dosahovali hráči ULLH s průměrným rozdílem 2,5 tepů/min. Rozdíl není příliš velký a je způsobem především věkovým rozdílem obou týmů, kdy tým ULLH byl podstatně mladší. Při statistické komparaci týmu nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl výsledků.

### **Tabulka 8**

*Maximální srdeční frekvence hráčů a jejich statistické srovnání*

Hráči	ULLH (n=13)		ELH (n=22)		t	p
	M	SD	M	SD		
SFmax (tepů/min)	188,77	9,55	186,27	6,15	-0,94	0,35

*Vysvětlivky:* M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, SFmax – maximální srdeční frekvence, t – výsledek párového T-testu, p – hladina statistické významnosti, ULLH - tým hrající Univerzitní ligu ledního hokeje, ELH - tým hrající Extraligu ledního hokeje

### **5.1.6 Respirační kvocient**

Nejvyšší hodnota respiračního kvocientu RQ dosažená během maximálního zátěžového testu se u týmů lišila o hodnotu 0,04. Jednalo se o poměrně malý rozdíl, u kterého nebyl potvrzen statistický rozdíl hodnot.

### **Tabulka 9**

*Nejvyšší hodnota respiračního kvocientu hráčů a jejich statistické srovnání*

Hráči	ULLH (n=13)		ELH (n=22)		t	p
	M	SD	M	SD		
RQ	1,23	0,04	1,27	0,08	1,70	0,09

*Vysvětlivky:* M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, RQ – nejvyšší hodnota respiračního kvocientu, t – výsledek párového T-testu, p – hladina statistické významnosti, ULLH - tým hrající Univerzitní ligu ledního hokeje, ELH - tým hrající Extraligu ledního hokeje

### 5.1.7 Anaerobní práh

Výši anaerobního prahu (vyjádřenou v procentech  $VO_2\max$ ) měli hráči ELH v průměru na úrovni 83,86 %. Tato hodnota byla o 16,09% vyšší než u hráčů ULLH. Jedná se o poměrně velký statisticky signifikantní rozdíl hodnot, který ukazuje lepší aerobní schopnosti týmu z ELH.

#### Tabulka 10

Anaerobní prahy týmů a jejich statistické srovnání

Hráči	ULLH (n=13)		ELH (n=22)		t	p
	M	SD	M	SD		
ANP (% $VO_2\max$ )	67,77	6,39	83,86	4,99	8,3	< 0,01

Vysvětlivky: M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, ANP – anaerobní práh, t – výsledek párového T-testu, p – hladina statistické významnosti, ULLH - tým hrající Univerzitní ligu ledního hokeje, ELH - tým hrající Extraligu ledního hokeje

## 6 DISKUSE

Cílem této práce bylo srovnání sledovaných fyziologických parametrů mezi týmem hrající Univerzitní ligu ledního hokeje (dále ULLH) a týmem hrající Extraligu ledního hokeje (dále ELH). Obecně se dá říct, že se jednalo o srovnání mezi týmem působící v jediné univerzitní soutěži v České republice a týmem hrající nejvyšší hokejovou soutěž u nás. Ze zjištěných výsledků jsou pak patrné rozdíly téměř ve všech měřených parametrech, hráči ELH dosahovali lepších výsledků jak v antropometrických znacích (více svalové hmoty, méně tělesného tuku), tak v parametrech určující celkovou výkonnost. Statisticky významné rozdíly byly nalezeny u věku (hráči ULLH byli mladší) a ve výkonu ( $P_{max}$ ), množství netučné hmoty (FFM),  $VO_2max$  a v anaerobním prahu (ANP- $\% VO_2max$ ), v těchto parametrech hráči ELH dosahovali lepších výsledků než hráči ULLH.

Studie Green et al. (2006) se zaměřuje na charakteristiku několika fyziologických parametrů týmu Michigan State University ( $n = 29$ ) hrající NCAA I, což je nejvyšší univerzitní liga ledního hokeje v USA. Při srovnání výsledků této studie a výsledků univerzitních hráčů v mé práci lze najít zásadní rozdíly ve  $VO_2max$ , hráči NCAA I dosahovali v průměru hodnoty 59 ml/min/kg, což je o téměř 13 ml/min/kg více než u hráčů ULLH (46,14 ml/min/kg), tato hodnota je dokonce vyšší než u týmu z ELH, který dosahoval průměrného výsledku 52,6 ml/min/kg. Antropometrické hodnoty tohoto týmu publikované ve studii byly: průměrná výška 182 cm, průměrná tělesná hmotnost 84,9 kg a průměrný obsah tělesného tuku hráčů 12 %. Při srovnání těchto průměrných výsledků s průměrem týmu z ULLH (výška 183,3 cm, tělesná hmotnost 84,05 kg, obsah tělesného tuku 13,95 %), zjistíme velmi malé rozdíly ve výšce a hmotnosti obou týmů, avšak tým z NCAA I má o téměř 2 % méně tělesného tuku. Množství netučné hmoty u hráčů (FFM) nebylo v uvedené studii zmíněno.

Práce Burr et al., (2007) popisuje výsledky vybraných mladých hráčů (18 let věku) účastnících se fyzických testů před draftem do NHL ( $n = 210$ ). Jejich průměrná výška byla 186 cm a tělesná hmotnost 87 kilogramů. Průměrné množství tělesného tuku bylo srovnatelné s týmem z ELH, odpovídalo hodnotě 9,7 %. Průměrná hodnota  $VO_2max$  všech testovaných byla 57,4 ml/min/kg. Lepší výsledky v hodnotách  $VO_2max$  hráčů účastnících se draftu než u hráčů ULLH potvrzuje i poměrně starší práce Montgomery

(1988), ve které univerzitní hráči dosahovali hodnot  $VO_2\max$  v rozpětí 53,2-58,4 ml/min/kg.

Maximální výkon draftovaných hráčů v zámoří byl měřen pomocí Wingate testu, kdežto u hráčů v této studii pomocí stupňovaného zátěžového testu do maxima, proto srovnávání těchto hodnot je irelevantní (Burr et al., 2008).

Dále hráči z NCAA I při Handgrip testu dosahovali kombinované síly úchopu 117,48 kg, kdežto hráči NHL dosahovali kombinované síly úchopu ve stejném testu 136 kg. V obou studiích byli útočníci a obránci silnější než brankáři.

Průměrné hodnoty antropometrických měření týmu z ELH v této studii, jako jsou výška 183,3 cm, tělesná hmotnost 86,5 kg a BMI 25,7 kg.m<sup>2</sup>, odpovídají průměrným hodnotám těchto parametrů v Extralize ledního hokeje (výška 184,2 cm, tělesná hmotnost 87,1 kg, BMI 25,6 kg.m<sup>2</sup>) (Neuls et al, 2023).

Pokud bychom srovnávali antropometrické parametry hráčů z ELH s hráči kanadsko-americké NHL, tak zjistíme rozdíl jak v tělesné hmotnosti, tak ve výšce. Hráči NHL měli v průměru 186 cm a vážili 91,7 kg (Kutáč & Sigmund, 2015).

Pokud bychom se zaměřili na výkonnost hráčů, tak se práce Quinney et al. (2008) zabývá sledováním fyziologického profilu týmu NHL po dobu 26 let. Hráči NHL v této studii dosahují oproti týmu z ELH v mé práci vyšší hodnoty  $VO_2\max$  (54,3 ml/min/kg), vyššího maximálního výkonu 13 W/kg. Hráči ELH měli v těchto parametrech průměrné hodnoty  $VO_2\max$  52,6 ml/min/kg a maximálního výkonu 5,4 W/kg (Neuls et al., 2023).

Velký rozdíl v maximálním výkonu však je způsoben rozdílným způsobem testování. Hráči NHL byli testováni pomocí Wingate testu (Quinney et al., 2008). Hráči ELH pak prostřednictvím stupňovaného zátěžového testu až do maximálního výkonu (Neuls et al.,2023)

## **6.1 Limity studie**

Při posuzování studie je nutno brát ohled na nízký počet testovaných hráčů univerzitního hokeje (n=13). Také na počet tréninkových jednotek vybraného týmu ULLH, který jsou u týmů napříč Univerzitní hokejovou ligou odlišné, tudíž se mohou výsledky fyziologických parametrů u jiných týmů této ligy lišit.

## 7 ZÁVĚRY

- Jednotlivé týmy se lišily téměř ve všech sledovaných fyziologických a antropometrických parametrech, avšak jen u některých byl prokázán statisticky významný rozdíl.
- Tým z ULLH byl mladší, bylo to způsobeno tím, že se jednalo o studenty vysoké školy.
- V případě antropometrických znaků byla průměrná výška obou týmu totožná, hráči ELH byli těžší, s větší hmotností pak dosahovali většího BMI. Hráči ELH měli nižší obsah tělesného tuku.
- Statisticky signifikantní rozdíl byl prokázán u množství netučné hmoty (FFM). U týmu ELH se tedy dá odhadovat větší množství svalové hmoty.
- Dalšími fyziologickými parametry, u kterých byly potvrzeny statistické rozdíly, byly  $VO_2\text{max}$  a  $P_{\text{max}}$ . Hráči ELH dosahovali vyšších hodnot v obou parametrech, tyto rozdíly znamenaly poměrně markantní rozdíl ve výkonnosti obou týmu. Lepší výkonnosti dosahoval tým z ELH.
- Největší statisticky významný rozdíl byl u anaerobních prahů týmů. Tým z ELH měl anaerobní práh na vyšší hodnotě  $VO_2\text{max}$ .
- U respiračního kvocientu nebyly rozdíly příliš markantní a zároveň nebyly při porovnání těchto parametrů nalezeny statisticky signifikantní rozdíly.
- Na základě výše popsaných rozdílů, zejména těch statisticky významných, lze konstatovat, že hráči ELH dosahovali lepších výsledků jak v antropometrických znacích, tak v celkové výkonnosti zahrnující vyšší hodnoty  $VO_2\text{max}$ , ANP a  $P_{\text{max}}$ .

## 8 SOUHRN

Tato bakalářská práce řeší pohled na hráče ledního hokeje z hlediska různých fyziologických aspektů zjišťovaných mimo led. Podrobněji se pak zaměřuje na hráče týmu Univerzitní ligy ledního hokeje v České republice.

Hlavním cílem práce bylo srovnání sledovaných fyziologických parametrů mezi týmem hrající Univerzitní hokejovou ligu (ULLH) a týmem hrající Extraligu ledního hokeje (ELH). Dílčími cíli pak bylo srovnání antropometrických a fyziologických znaků obou týmů a srovnání získaných výsledků s odbornou literaturou.

Veškeré měření probíhalo v laboratoři Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Před začátkem testování nejprve hráči uvedli osobní údaje (jméno, příjmení, datum narození, rodné číslo), následně vyplnili písemný souhlas s testováním a také dotazník týkající se jejich zdravotního stavu, po jeho posouzení následovalo vlastní měření.

Jako první probandi absolvovali antropometrické měření. Měření probíhala jednotlivě. Nejprve byla měřena výška (cm), následně pak tělesná hmotnost (kg) a vypočítáno BMI (body mass index). Následně bylo provedeno měření složení těla, zde byly sledovanými parametry množství tělesného tuku a netučná hmota

Po provedení antropometrického měření následoval stupňovaný zátěžový test do maxima. Celková doba tohoto testu se pohybovala v rozmezí 8-10 minut. Během provádění tohoto testu byla po celou dobu měřena ventilace a výměna dýchacích plynů, srdeční frekvence. Výslednými sledovanými parametry během zátěžového testu do maxima byly: maximální srdeční frekvence (tepů/min), maximální spotřeba kyslíku  $VO_2max$ , maximální dosažený výkon  $P_{max}$  udržovaný alespoň 30 sekund a respirační kvocient RQ. Později pak byl dopočítán anaerobní práh ANP ( $\%VO_2max$ ).

Získaná data sledovaného týmu pak byla srovnána s daty týmu z Extraligy ledního hokeje (ELH) získaných z práce Neuls et al., 2017. Data byla srovnána pomocí párového T-testu.

Z výsledků je patrné, že největší a zároveň statisticky významné rozdíly byly zaznamenány ve věku, hráči ULLH byli mladší než hráči ELH, v množství netučné hmoty, kdy hráči z ELH měli v průměru o téměř 5 kg této hmoty více (celkově 76,6 kg). Dále pak hodnotou  $VO_2max$ , hráči z ELH dosahovali v průměru o téměř 6 ml/min/kg více než hráči

z ULLH (celkově 52,6 ml/min/kg) a také byl jejich maximální výkon v průměru o 0,67 W/kg lepší (5,43 W/kg). Největší rozdíl byl pak sledován v hodnotě anaerobního prahu. U skupiny hráčů ELH se anaerobní práh (ANP) nacházel na úrovni 83,36 % VO<sub>2</sub>max, tým hráčů ULLH měl pak ANP na úrovni 67,77 % VO<sub>2</sub>max.

Na základě výše popsaných rozdílů, zejména těch statisticky významných, lze konstatovat, že hráči ELH dosahovali lepších výsledků jak v antropometrických znacích (větší množství netučné hmoty), tak v celkové výkonnosti zahrnující vyšší hodnoty VO<sub>2</sub>max, výše položený anaerobní práh ANP (%VO<sub>2</sub>max) a vyšší maximální výkon Pmax.



## 9 SUMMARY

This bachelor thesis addresses the view of ice hockey players in terms of various physiological aspects ascertained off the ice. It then focuses in more detail on the players of the University Ice Hockey League team in the Czech Republic.

The main objective of the study was to compare the observed physiological parameters between a team playing in the University Hockey League (UHL) and a team playing in the Ice Hockey Extraleague (HE). The sub-objectives were to compare the anthropometric and physiological characteristics of both teams and to compare the obtained results with the literature.

All measurements were performed in the laboratory of the Faculty of Physical Culture of Palacký University in Olomouc. Before the start of the testing, the players first provided personal data (first name, surname, date of birth, birth number), then filled in a written consent for testing and a questionnaire regarding their health status, after which the actual measurement followed.

The first probands underwent anthropometric measurements. The measurements were taken individually. First, height (cm) was measured, then body weight (kg) and body mass index (BMI) was calculated. Subsequently, body composition measurements were taken, here the monitored parameters were body fat and fat-free mass.

The anthropometric measurements were followed by a graded stress test to maximum. The total time of this test ranged from 8-10 minutes. During the performance of this test, ventilation and respiratory gas exchange, heart rate were measured throughout. The final parameters monitored during the exercise stress test to maximum were: maximum heart rate (beats/min), maximum oxygen consumption  $VO_2\max$ , maximum power output  $P_{\max}$  that was maintained for at least 30 seconds and respiratory quotient RQ. Later, the anaerobic threshold ANP ( $\%VO_2\max$ ) was calculated.

The data obtained by the study team was then compared with the data of the team from Ice Hockey Extraleague (HE) obtained from the work of Neuls et al., 2017. The data were statistically compared using a paired t-test.

The results show that the largest and statistically significant differences were observed in age, UHL players were younger than HE players, in the amount of fat-free mass, where HE players had on average almost 5 kg more fat-free mass (76.6 kg in total).

Furthermore, in terms of  $VO_2\text{max}$ , the HE players averaged almost 6 ml/min/kg more than the UHL players (52.6 ml/min/kg overall) and also their maximal power output was on average 0.67 W/kg better (5.43 W/kg). The largest difference was then observed in the anaerobic threshold value. In the ELH group, the anaerobic threshold (ANP) was at 83.36 % of  $VO_2\text{max}$ , while the UHL team had an ANP of 67.77 % of  $VO_2\text{max}$ .

On the basis of the differences described above, especially the statistically significant ones, it can be concluded that HE players performed better both in anthropometric markers (greater amount of non-fat mass) and in overall performance including higher  $VO_2\text{max}$  values, higher anaerobic threshold ANP (% $VO_2\text{max}$ ) and higher maximal  $P_{\text{max}}$ .

## 10 REFERENČNÍ SEZNAM

Bežák, J., & Přidal, V. (2017). Upper body strength and power are associated with shot speed in men's ice hockey. *Acta Gymnica*, 47(2), 78-83. doi: 10.5507/ag.2017.007

Botek, M., Neuls, F., Klimešová, I., & Vyhnánek, J. (2017). *Fyziologie pro tělovýchovné obory: (vybrané kapitoly) (Část I.)*. Univerzita Palackého v Olomouci.

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. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1535–1543. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318181ac20>

Cox, M. H., Miles, D. S., Verde, T. J., & Rhodes, E. C. (1995). Applied physiology of ice hockey. *Sports Medicine* 19(3), 184–201. <https://doi.org/10.2165/00007256-199519030-00004>

Dovalil, J. (2008). *Lexikon sportovního tréninku* (2nd ed.). Karolinum.

Gledhill, N., & Jamnik, V. (2007). *Detailed assessment protocols for NHL entry draft players*. ResearchGate. Retrieved June 28, 2023, from [https://www.researchgate.net/publication/265988007\\_Detailed\\_Assessment\\_Protocols\\_For\\_NHL\\_Entry\\_Draft\\_Players](https://www.researchgate.net/publication/265988007_Detailed_Assessment_Protocols_For_NHL_Entry_Draft_Players)  
[https://www.researchgate.net/publication/265988007\\_Detailed\\_Assessment\\_Protocols\\_For\\_NHL\\_Entry\\_Draft\\_Players](https://www.researchgate.net/publication/265988007_Detailed_Assessment_Protocols_For_NHL_Entry_Draft_Players)

Green, M. R., Pivarnik, J. M., Carrier, D. P., & Womack, C. J. (2006). Relationship between physiological profiles and on-ice performance of a National Collegiate Athletic Association Division I hockey team. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 43–46. <https://doi.org/10.1519/r-17985.1>

Havlíčková, L. (1993). *Fyziologie tělesné zátěže II: speciální část. Díl 1*. Univerzita Karlova.

Janura, M., & Janurová, E., (2011). *Biomechanika I*. Ostravská univerzita v Ostravě.

Kutáč, P., & Sigmund, M. (2015). A comparison of somatic variables of elite ice hockey players from the Czech ELH and Russian KHL. *Journal of Human Kinetics*, 45, 187–195. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0019>

Máček, M., & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Galén.

Montgomery D. L. (1988). Physiology of ice hockey. *Sports Medicine*, 5(2), 99–126. <https://doi.org/10.2165/00007256-198805020-00003>

Montgomery D. L. (2006). Physiological profile of professional hockey players - a longitudinal comparison. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 31(3), 181–185. <https://doi.org/10.1139/h06-012>

Neuls, F., Botek, M., Krejčí, J., & Sigmund, M. (2023). Comparison of selected performance-associated parameters after off-season and two-month training preparation in professional Czech ice hockey players. *Acta Gymnica*, 53, e2023.001. <https://doi.org/10.5507/ag.2023.001>

Nightingale, S. C., Miller, S., & Turner, A. (2013). The usefulness and reliability of fitness testing protocols for ice hockey players: a literature review, 27(6), 1742–1748. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182736948>

Quinney, H. A., Dewart, R., Game, A., Snydmiller, G., Warburton, D., & Bell, G. (2008). A 26 year physiological description of a National Hockey League team. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(4), 753–760. <https://doi.org/10.1139/H08-051>

Schneider, D. A., Phillips, S. E., & Stoffolano, S. (1993). The simplified V-slope method of detecting the gas exchange threshold. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(10), 1180–1184.

Sigmund, M., Kohn, S., & Sigmundová, D. (2016). Assessment of basic physical parameters of current Canadian-American National Hockey League (NHL) ice hockey players. *Acta Gymnica*, 46(1), 30-36. doi: 10.5507/ag.2015.027

Stanula, A., Rocznik, R., Maszczyk, A., Pietraszewski, P., & Zając, A. (2014). The role of aerobic capacity in high-intensity intermittent efforts in ice-hockey. *Biology of Sport*, 31(3), 193–199. <https://doi.org/10.5604/20831862.1111437>

Terry, M. A., & Goodman, P. (2020). *Hokej: anatomie*. CPress.

Toong, T., Wilson, K. E., Urban, K., Paniccia, M., Hunt, A. W., Keightley, M., & Reed, N. (2018). Grip strength in youth ice hockey players: normative values and predictors of performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(12), 3494–3502. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002815>

Univerzitní hokejová liga. (2023). Univerzitnihokej.cz. Retrieved June 13, 2023, from <https://univerzitnihokej.cz/o-projektu>

Vescovi, J. D., Murray, T. M., Fiala, K. A., & VanHeest, J. L. (2006). Off-ice performance and draft status of elite ice hockey players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(3), 207–221. <https://doi.org/10.1123/ijsp.1.3.207>

Whisenant, M. J., Panton, L. B., East, W. B., & Broeder, C. E. (2003). Validation of submaximal prediction equations for the 1 repetition maximum bench press test on a group of collegiate football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 221–227. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0221:vospef>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0221:vospef>2.0.co;2)

Ziemann, E., Grzywacz, T., Łuszczuk, M., Laskowski, R., Olek, R. A., & Gibson, A. L. (2011). Aerobic and anaerobic changes with high-intensity interval training in active college-aged men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 1104–1112. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d09ec9>

## 11 PŘÍLOHY



Fakulta tělesné kultury  
Univerzity Palackého  
tř. Míru 115  
OLOMOUC

### Vyjádření Etické komise FTK UP

**Složení komise:** doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně  
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.  
doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.  
Mgr. Filip Neuls, Ph.D.  
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.  
doc. Mgr. Erik Sigmund, Ph. D.  
Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph. D.

Na základě žádosti ze dne 19. 3. 2015 byl projekt základního výzkumu

autora **PhDr. Michala Botka, Ph.D.** a spoluautorů **Mgr. Filipa Neulse, Ph.D.** a **Dr. Martina Sigmunda, Ph.D.**

s názvem **Hodnocení vegetativních a morfo-funkčních parametrů u trénované populace**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: 17 / 2015

dne: 23. 3. 2015.

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnicemi pro výzkum zahrnující lidské účastníky.

**Řešitelé projektu splnili podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.**

za EK FTK UP  
doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D.  
předsedkyně

razítko fakulty