

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Vliv zatížení na úroveň kognice při rozhodovacích
procesech ve vybrané sportovní hře**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

doc. PaedDr. Tomáš Perič, Ph.D.

Autor práce:

Vojtěch Soukup

Praha, 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

.....

podpis

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své bakalářské práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto bakalářskou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Děkuji doc. PaedDr. Tomášovi Peričovi, Ph.D. za cenné rady, veškeré konzultace, vstřícnost a odborné vedení při zpracování této bakalářské práce. Rád bych poděkoval také zaměstnancům Biomedicínské laboratoře UK FTVS, jmenovitě doc. MUDr. Janovi Hellerovi, CSc. za veškeré konzultace a Mgr. Tomášovi Mikovi za odborný dohled nad průběhem zátěžových testů. Dále bych rád poděkoval Mgr. Pavle Satrapové za zaškolení v prostředí virtuální reality a týmu ze Sensearena za veškerou pomoc. V neposlední řadě děkuji za podporu své rodině.

Abstrakt

Název:

Vliv zatížení na úroveň kognice při rozhodovacích procesech ve vybrané sportovní hře

Cíle:

Cílem této práce je zjistit, k jakým změnám v rámci kognitivních funkcí a rozhodovacích procesů dojde po zatížení a zda je úroveň těchto změn rozdílná u hráčů vyšší a nižší výkonnostní úrovně.

Metody:

Při hodnocení výsledků byla použita deskriptivní statistika (průměrný výsledek výzkumné skupiny, směrodatná odchylka) a dvouvýběrového párového t-testu na střední hodnotu.

Výsledky:

Výzkumnou skupinu tvořilo 18 probandů (hráčů florbalu), jejichž věk byl osmnáct až dvacet osm let. Všichni probandi provedli diagnostiku ve virtuální realitě před a po zatížení. Diagnostika byla tvořena pěti testy, během kterých byly vyhodnocovány kognitivní funkce a herní dovednosti probandů. Zatížení mělo formu zátěžového testu do víta maxima na bicyklovém ergometru. Z hlediska průměrných změn kognitivních funkcí celé sledované skupiny probandů po zatížení dosáhli probandi výsledků: rozpoznávací čas (ms) -2.1 ± 235.8 , reakční čas (ms) -87.7 ± 148.1 , doba pro odehrání kotouče (ms) 40.5 ± 218.9 , sledování hráčů v prostoru (%) 8.7 ± 17.3 . Z hlediska průměrných změn kognitivních funkcí po zatížení vzhledem k výkonnostní úrovni probandů dosáhli hráči reprezentace výsledků: rozpoznávací čas (ms) -125.1 ± 252 , reakční čas (ms) -57.1 ± 102.92 , doba pro odehrání kotouče (ms) $+18.8 \pm 206.7$, sledování hráčů v prostoru (%) $+7.6 \pm 13.2$. Hráči Superligy dosáhli výsledků: rozpoznávací čas (ms) $+84.4 \pm 230.9$, reakční čas (ms) -59.6 ± 164.79 , doba pro odehrání kotouče (ms) $+35.9 \pm 204$, sledování hráčů v prostoru (%) $+10.8 \pm 17.6$. Hráči Národní ligy dosáhli výsledků: rozpoznávací čas (ms) -18.4 ± 192.6 , reakční čas (ms) -133.4 ± 140.6 , doba pro odehrání kotouče (ms) $+57.5 \pm 238$, sledování hráčů v prostoru (%) $+7.3 \pm 18.7$. Z hlediska průměrných změn herních dovedností celé sledované skupiny probandů po zatížení dosáhli probandi výsledků: přesnost přihrávky (%) $+1.9 \pm 18.6$, úspěšné přihrávky (%) $+10.3 \pm 17.1$, zpracované přihrávky (%) $+11.9 \pm 20.5$, udržení hráčů v zorném poli (s) -0.1 ± 4.4 , hledání volných drah (%) 3.5 ± 15.3 .

Z hlediska průměrných změn herních dovedností po zatížení vzhledem k výkonnostní úrovni probandů dosáhli hráči reprezentace výsledků: přesnost přihrávky (%) -3 ± 15.9 , úspěšné přihrávky (%) $+11.7 \pm 25.7$, zpracované přihrávky (%) $+17.8 \pm 20.45$, udržení hráčů v zorném poli (s) -0.9 ± 4.4 , hledání volných drah (%) $+6.9 \pm 11.1$. Hráči Superligy dosáhli výsledků: přesnost přihrávky (%) $+0.3 \pm 11.3$, úspěšné přihrávky (%) $+10.1 \pm 12.1$, zpracované přihrávky (%) $+10.9 \pm 5.7$, udržení hráčů v zorném poli (s) -1.1 ± 4.2 , hledání volných drah (%) -0.01 ± 16.8 . Hráči Národní ligy dosáhli výsledků: přesnost přihrávky (%) 6.4 ± 24.1 , úspěšné přihrávky (%) 9.6 ± 15.1 , zpracované přihrávky (%) 8.9 ± 14.5 , udržení hráčů v zorném poli (s) 1.53 ± 3.5 , hledání volných drah (%) 5.2 ± 15.1 . Dvouvýběrový párový t-test prokázal významnou statistickou změnu pouze v případě reakčního času $t_{\text{Stat}} (2.4) > t_{\text{krit}} (2.1)$, kdy střední hodnota byla před zatížením 941.6 (ms) a po zatížení 853.8 (ms).

Klíčová slova:

Virtuální realita, diagnostika dovedností, hodnocení kondice

Abstract

Title:

The influence of physical load on the level of cognition and decision-making processes in a selected sports game

Objectives:

The aim of this thesis is to find out level of changes in cognition and decision-making processes after physical load, and how level of these changes differ between more and less skilled athletes.

Methods:

Result evaluation was done via descriptive statistics (average result of research group, standard deviation) and t-test paired two sample for means.

Results:

Research group was made of 18 probands (floorball players), whose ages were between eighteen and twenty seven years. All probands performed diagnostics in virtual reality consisting of five skill tests. First diagnostics was performed before physical load and second diagnostics after physical load. The physical load took the form of the vita maxima spiroergometric test. In case of average changes in cognitive functions after physical load, players accomplished following outcomes: recognition time (ms) -2.1 ± 235.8 reaction time (ms) -87.7 ± 148.1 , release time (ms) 40.5 ± 218.9 , player tracking (%) 8.7 ± 17.3 . In case of average changes in cognitive functions after physical load due to skill level of players, national team players accomplished following outcomes: recognition time (ms) -125.1 ± 252 , reaction time (ms) -57.1 ± 102.92 , release time (ms) $+18.8 \pm 206.7$, player tracking (%) $+7.6 \pm 13.2$. Superliga players accomplished following outcomes: recognition time (ms) $+84.4 \pm 230.9$, reaction time (ms) -59.6 ± 164.79 , release time (ms) $+35.9 \pm 204$, player tracking (%) $+10.8 \pm 17.6$. National league players accomplished following outcomes: recognition time (ms) -18.4 ± 192.6 , reaction time (ms) -133.4 ± 140.6 , release time (ms) $+57.5 \pm 238$, player tracking (%) $+7.3 \pm 18.7$. In case of average changes in game-skills after physical load, players accomplished following outcomes: precise passes (%) $+1.9 \pm 18.6$, successful passes (%) $+10.3 \pm 17.1$, received passes (%) $+11.9 \pm 20.5$, covered game field (s) -0.1 ± 4.4 , looking for open lanes (%) 3.5 ± 15.3 . In case of average changes in game-skills after physical load, due to skill level of players, national team players

accomplished following outcomes: precise passes (%) -3 ± 15.9 , successful passes (%) $+11.7 \pm 25.7$, received passes (%) $+17.8 \pm 20.45$, covered game field (s) -0.9 ± 4.4 , looking for open lanes (%) $+6.9 \pm 11.1$. Superliga players accomplished following outcomes: precise passes (%) $+0.3 \pm 11.3$, successful passes (%) $+10.1 \pm 12.1$, received passes (%) $+10.9 \pm 5.7$, covered game field (s) -1.1 ± 4.2 , looking for open lanes (%) -0.01 ± 16.8 . National league players accomplished following outcomes: precise passes (%) 6.4 ± 24.1 , successful passes (%) 9.6 ± 15.1 , received passes (%) 8.9 ± 14.5 , covered game field (s) 1.53 ± 3.5 , looking for open lanes (%) 5.2 ± 15.1 . The t-test paired two sample for means showed significant statistical change only in the case of reaction time $t\text{-Stat} (2.4) > t\text{-krit} (2.1)$, when the mean value before physical load was 941.6 (ms) and after 853.8 (ms).

Keywords:

Virtual reality, skill diagnostics, fitness assessment

OBSAH

1	ÚVOD.....	11
2	LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	12
2.1	Kondiční trénink.....	12
2.2	Zatížení.....	14
2.2.1	Reakce těla na zatížení.....	15
2.2.2	Specifika zátěže během florbalového výkonu	17
2.3	Kognitivní funkce ve sportu.....	18
2.3.1	Paměť, pozornost a myšlení ve sportovním výkonu.....	19
2.3.2	Vliv zatížení na kognitivní procesy a herní výkon	20
2.3.3	Přístupy k rozvoji kognitivních procesů ve sportovním výkonu	21
2.4	Počítačové programy zaměřené na rozvoj kognitivních funkcí.....	22
2.4.1	Výhody a nevýhody tréninku kognitivních procesů pomocí počítačových programů.....	25
2.5	Virtuální realita	26
2.5.1	Virtuální realita ve sportu	27
3	FORMULACE PROBLÉMU.....	29
4	METODOLOGIE.....	30
4.1	Vědecká otázka	30
4.2	Cíle práce	30
4.3	Úkoly práce	30
4.4	Hypotézy	31
4.5	Design výzkumu.....	32
4.6	Statistické vyhodnocení	37
4.7	Definice a deskripce proměnných.....	37
5	VÝSLEDKY.....	39
5.1	Popis výzkumné skupiny.....	39
5.2	Výsledky zátěžového testu do vita maxima	39
5.3	Výsledky testových cvičení.....	41
5.4	Výsledky rozdílů ve sledovaných proměnných	52
6	DISKUZE.....	55
7	ZÁVĚR.....	58
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59

SEZNAM TABULEK	65
SEZNAM GRAFŮ	66
SEZNAM PŘÍLOH.....	67

SEZNAM ZKRATEK

3D – trojrozměrný

ATP – adenosintrifosfát

B4n2 – Bago 4 na 2

CP – kreatinfosfát

ČM – číselný multitasking

DOK – doba pro odehrání kotouče

EDH – extra dovednosti – hbitost

HVD – hledání volných drah

KF – kognitivní funkce

LA – laktát

MV – minutový objem srdeční

O₂ – kyslík

PC – počítač

PP – přesnost přihrávky

P3n1 – Přihrávky 3 na 1

RČ – reakční čas

ROČ – rozpoznávací čas

RP – rozhodovací procesy

SF – srdeční frekvence

SHP – sledování hráčů v prostoru

SVO1 – sledování více objektů

UHZP – udržení v zorném poli

ÚP – úspěšné přihrávky

ZP – zpracované přihrávky

1 ÚVOD

Bakalářskou práci na téma Vliv zatížení na úroveň kognice při rozhodovacích procesech ve vybrané sportovní hře (v tomto případě se jedná o florbal) jsem si vybral z toho důvodu, že jsem sám aktivním hráčem florbalu a chtěl jsem přispět do florbalového světa novými poznatky zaměřenými konkrétně na hráče florbalu. Vědeckých prací, které se věnují sledování či testování florbalistů, je totiž v současné době pomálu. Přitom je florbal jeden z nejdynamičtější se rozvíjejících sportů (minimálně na našem území) a věřím, že více vědeckých prací zaměřených právě na florbal může tento sport posunout zase o krok vpřed.

V mé práci jsem se pokusil objasnit problematiku ovlivnění hráčského výkonu (který se skládá z mnoha částí, mj. v něm hrají důležitou roli právě kognitivní funkce jednotlivce) fyzickou zátěží. Snad každý trenér sleduje, že se výkon hráče během průběhu zápasu (mj. právě vlivem fyzické zátěže) mění. Na základě tohoto sledování je dokonce trenér často i schopen říct, že se úroveň těchto změn hráč od hráče liší. Ale málokterý trenér má prostředky, díky kterým by mohl tyto změny konkrétně definovat. V mé práci jsem pro stanovení těchto změn použil prostředí moderní technologie, která se v posledních letech těší stoupající popularitě na poli sportovních her a sportů obecně. Jedná se o virtuální realitu. V tréninku se mj. využívá právě pro trénink kognitivních funkcí a rozhodovacích procesů hráčů, tudíž vykazuje velký potenciál i pro jejich diagnostiku.

Věřím, že má práce pobídne trenéry k tomu, aby si uvědomili, že hráčský výkon během zápasu není konstantní a začnou využívat prostředí virtuální reality jak k tréninku, tak právě k diagnostice svých hráčů. Čímž dostanou do rukou zbraň, kterou mohou využít v samotných utkáních například způsobem, že nasadí na rozhodující standartní situaci či přesilovou hru hráče, u nichž díky této diagnostice budou vědět, že úroveň jejich hráčských dovedností (které jsou ovlivněny mj. právě kognitivními funkcemi) a rozhodovacích procesů se zvýšenou zátěží neklesá, nebo dokonce oproti ostatním znatelně stoupá.

2 LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1 Kondiční trénink

Kondiční trénink můžeme charakterizovat jako součást tréninkového procesu, která rozvíjí zejména bioenergetický, funkční a pohybový potenciál sportovce vzhledem k požadavkům daného sportovního výkonu a přípravy na jeho podávání. Kondici můžeme definovat jako energetický, funkční a pohybový potenciál determinovaný kondičními motorickými schopnostmi. Kondice je nezbytná pro realizaci technických a taktických dovedností během podávání sportovního výkonu v daném sportu a pro vyrovnávání se s požadavky tréninkového a soutěžního zatěžování (Lehnert a kol., 2014). Kondiční příprava v různé míře a méně nebo více komplexně, působí na různé fyziologické funkce lidského těla (systém nervosvalový, srdečně-oběhový, dýchací atd.). Má také ale vliv na psychické procesy (vůli, koncentraci, pozornost, úroveň aktivace apod.) (Dovalil a kol., 2012).

Síla, vytrvalost, rychlost a flexibilita jsou kondiční schopnosti (rychlost a flexibilita bývají charakterizovány jako kondičně-koordinační), jejichž úroveň je určována hlavně energetickými a morfologickými znaky. Někteří autoři řadí do tělesné kondice rovněž koordinační schopnost, jelikož je koordinační aspekt vždy součástí jakéhokoliv pohybu. Dílo Lenherta a kol. (2014) však tento komplex schopností do tělesné kondice přímo nezahrnuje.

Hlavním cílem kondičního tréninku je optimalizace úrovně kondičních motorických schopností vzhledem k specifickým požadavkům sportovního výkonu a přípravy na jeho podávání (Lehnert a kol., 2014). Vychází přitom z adekvátního zatížení pomocí různých metod či modelů (Dovalil a kol., 2012). Současně slouží jako prevence proti výskytu funkčních poruch a poškozování organismu vlivem tréninkového a soutěžního zatěžování. Realizovat kondiční trénink efektivně si vyžaduje co nejpřesnější vymezení jeho úkolů. V současnosti považujeme za hlavní úkoly kondičního tréninku:

- Nespecifický tělesný rozvoj (u mládeže „všestranný“ rozvoj) pro posílení zdraví, tělesné zdatnosti a s přihlédnutím k požadavkům sportovního výkonu.

- Specifický tělesný rozvoj (specifické kondice) pro zvyšování trénovanosti a sportovní výkonnosti (rozvoj specifických motorických schopností a jejich využití při podávání sportovního výkonu a při přípravě na něj).
- Udržovat dosaženou úroveň kondice.
- Zvyšovat úroveň zatížitelnosti (umožňuje efektivně využívat potřebné velikosti tréninkového zatížení a vyrovnat se soutěžním zatížením).
- Zamezit snížení efektivity provádění specifických pohybů a přerušení tréninkové činnosti v důsledku svalových funkčních poruch (dysbalancí) a zranění.
- V integraci s dalšími součástmi tréninku přispívat k zdokonalování a stabilizaci sportovní techniky, včetně jejího využívání v soutěžních podmínkách a rozšiřování spektra taktických možností

Z toho vyplývá, že pro plánování a efektivní realizace kondičního tréninku má zásadní význam stanovit si jeho cíle, úkoly a obsah. Nesmíme opomenout ani důležitost míry specifčnosti tréninkového zatížení (Lehnert a kol., 2014).

Právě na základě specifčnosti rozlišujeme specifický (speciální kondiční příprava) a nespecifický kondiční trénink (obecná kondiční příprava). Nespecifický kondiční trénink působí na všechny pohybové schopnosti širokým spektrem cvičení a jeho cílem je dosažení všestranného rozvoje. Z tohoto důvodu je zdůrazňován a praktikován především v tréninku dětí. Specifický kondiční trénink se odvozuje od specifiky sportu. Maximálně se v něm uplatňují pohybové schopnosti ve sportovních dovednostech ve speciálně vytvářené struktuře pohybu. Jedná se o zatím ne zcela objasněné procesy tradičně označované jako prolínání a vzájemné doplňování zatěžování a motorického učení (Dovalil a kol., 2012).

I přes to, že je kondice napříč jednotlivými sporty specifická, výhody sportovců s dobrou kondicí jsou podobné. Mezi hlavní výhody ve sportovních hrách se řadí například realizace sportovních dovedností bez snížení efektivity v důsledku vyčerpání a únavy, rozšíření spektra efektivních technicko-taktických řešení sportovních situací či snížení rizika funkčních poruch, poškození a zranění v důsledku tréninkového a soutěžního zatěžování (Lehnert a kol., 2014).

2.2 Zatížení

Zatížením rozumíme nástroj pro vyvolání adaptačních-biologických a psychosociálních změn organismu. Tyto změny ovlivní naši trénovanost, tj. úroveň dovedností, schopností, vědomostí, stav somatických předpokladů atd. Zvýšená úroveň trénovanosti je tedy výrazem přizpůsobení se požadavkům vnějšího prostředí (Dovalil a kol., 2012).

Pro lepší pochopení si můžeme zatížení představit jako vícerozměrnou veličinu, která je tvořena intenzitou cvičení, objemem zatížení, intervalem a způsobem odpočinku mezi cvičeními (Zahradník, Korvas, 2012)

Intenzita

Intenzita cvičení je udávána velikostí našeho úsilí. Konkrétními ukazateli intenzity jsou rychlost a frekvence pohybů, distanční parametry pohybu (výška, délka) a také míra překonávaného odporu. Stupeň našeho úsilí se na buněčné úrovni projevuje energetickým výdejem a druhem energetického zabezpečení. Tedy v případě, že provádíme cvičení o vysoké intenzitě, je v tu chvíli vysoký i náš energetický výdej (množství energie na jednotku času, KJ za sekundu) a naopak. Druh energetického zabezpečení se tak odlišuje právě podle stupně aktuálně vydávaného úsilí a doby trvání cvičení (Dovalil a kol., 2012).

Existují 4 druhy energetického zabezpečení činností. Převážná aktivace jednoho z těchto systémů během pohybové činnosti určuje intenzitu metabolismu, která odpovídá intenzitě cvičení.

- Maximální intenzita = anaerobní alaktátové krytí (ATP-CP systém)
- Submaximální intenzita = anaerobní laktátové krytí (LA systém)
- Střední intenzita = aerobně-anaerobní krytí (LA-O₂ systém)
- Nízká intenzita = aerobní krytí (O₂ systém)

V terénu můžeme pro stanovení intenzity cvičení využít tepovou frekvenci. Čím vyšší bude intenzita zatížení, tím vyšší bude i tepová frekvence a naopak. Zároveň její hodnota odráží podíl aerobních a anaerobních procesů při cvičení (Dovalil a kol., 2012).

Objem

Objem je kvantitativní jednotka cvičení. Definujeme ho časem (dobou trvání, počtem opakování cvičení), počtem tréninkových dnů nebo tréninkových jednotek. Objem můžeme specificky definovat i podle sportů. Používáme k tomu konkrétní ukazatele jako počet kilometrů, vrhů, hodů, skoků, sestav, úseků atd. (Dovalil a kol., 2012).

Interval a způsob odpočinku

Práce s intervalem a způsobem odpočinku hraje důležitou roli při posuzování velikosti zatížení. Zkracování či prodlužování doby odpočinku při předpokladu zachování ostatních parametrů zatížení celkovou náročnost cvičení zvyšuje či snižuje. Obdobný význam má i aktivní či pasivní pohyb při odpočinku (Dovalil a kol., 2012).

2.2.1 Reakce těla na zatížení

Organismus okamžitě reaguje na jakýkoliv stresový podnět, který v organismu vyvolá narušení homeostázy (dynamická rovnováha vnitřního prostředí). Změny, které stresový podnět v organismu vyvolá, jsou díky reakci a spolupráci regulačních systémů na úrovni vyšších center centrální nervové soustavy v součinnosti s autonomním (vegetativním) nervstvem a hormonálním systémem kompenzovány (Lehnert a kol., 2014).

Reakce kardio-vaskulárního systému

Informaci o zátěži dostávají srdce a cévy na dvou úrovních. Centrálně (z mozku) zvýšením činnosti sympatického nervstva a lokálně díky mechanickému roztahování stěn drobných tepének zapříčiněným vzniklou svalovou prací, tedy vyšší pumpovací činností srdce. Při centrální reakci z mozku se zvětšuje minutový objem srdeční (MV) následnými změnami v periférii. MV se zvyšuje rychle, při středně těžké zátěži dosáhne již po první minutě 80 % své konečné hodnoty. Zvýšení MV je zapříčiněno také velmi rychlým vzestupem srdeční frekvence (dále SF), která díky podráždění sympatiku stoupne již v prvních sekundách zátěže. Při srdeční frekvenci 110-120 tepů za minutu dosahuje svého maxima systolický srdeční objem (tepový objem srdeční), který poté zůstává konstantní a vzrůstající nároky tkání na dodávku kyslíku a živin jsou hrazeny pouze stoupající srdeční frekvencí. Změny SF však můžeme pozorovat i před samotným zahájením zátěže

tzv. předstartovní stavy, které jsou způsobeny vlivem emocí (Pokorný, Riljak). SF se stabilizuje za 2 až 3 minuty, při vyšší zátěži se tato doba může prodloužit. Dále můžeme pozorovat, že se nějaké orgány vlivem sympatiku odkrví a jiné orgány se překrví (Máček, Radvanský, 2011).

Odkrvené systémy:

- trávicí trakt - během sekund až minut
- kůže - během sekund až minut (účinkem sympatiku)
- ledviny - během minut až desítek minut

Překrvené systémy:

- játra
- svaly
- kůže - účinkem NO (oxid dusnatý)

Reakce respiračního systému

Reakce respiračního systému na zátěž probíhá především zvýšením dechové frekvence a dechového objemu. V klidu se naše dechová frekvence pohybuje kolem 16 nádechů za minutu a dechový objem lehce pod půl litru. To znamená, že v klidu prodýcháme přibližně 8 litrů za minutu. Se stoupající zátěží se dýchání začne prohlubovat a zrychlovat. Začneme pociťovat zvýšenou aktivitu výdechového svalstva. Když minutová ventilace dosáhne přibližně čtyřnásobku klidové ventilace, přestáváme k dýchání používat nos. Dechový objem se zvyšuje přibližně v poměru 2:1 do vdechu a do výdechu. Velikost dechového objemu je však do značné míry závislá na dechové frekvenci (Pokorný, Riljak). Dechová frekvence se stupňuje ve vztahu k dechovému objemu takovým způsobem, aby byly co nejmenší nároky na dýchací svaly (minimalizace součtu statických a dynamických odporů dých. systému) a nedocházelo k neekonomickému dýchání (velmi rychlé a povrchní dýchání) (Máček, Radvanský, 2011). Riziko tohoto neekonomického dýchání je nejvyšší při extrémních výkonech nebo u dětí. Riziko spočívá v tom, že při vysoké dechové frekvenci, která může při zátěži činit 30 až 40 i více nádechů za minutu, může povrchní dýchání snížit maximální minutovou ventilaci a tím omezit přísun požadovaného množství kyslíku (Pokorný, Riljak). Právě spotřeba kyslíku, která slouží k uhrazení energie pro svalovou činnost, se při maximální práci může oproti

klidovým hodnotám zvýšit až 70x, což klade velmi vysoké nároky na transportní systém a metabolismus (produkci energie – ATP) (Lehnert a kol., 2014). I z tohoto důvodu jsme při velmi těžké zátěži a správném průběhu dýchání schopni ventilaci i zdvacetinásobit (Máček, Radvanský, 2011).

2.2.2 Specifika zátěže během florbalového výkonu

Florbalový výkon je typický častými změnami směru, které jsou prováděny ve vysokých rychlostech, okamžitým zrychlením či zastavením, nekontrolovaným kontaktem s herní plochou či soupeřem a současně ovládnutím florbalového míčku pomocí florbalové hole (Leppänen a kol., 2015). Během jednoho střídání stráví hráč na hřišti přibližně 1 minutu a přibližně dvojnásobek až trojnásobek času stráví na střídačce. Průměrný čas strávený na hřišti za zápas se pohybuje kolem 18,5 min., kdy hráči překonají vzdálenost průměrně 4448 m, z toho přibližně 1400 m vysokou až maximální intenzitou (sprintem). Přibližně 14 % herního času dosahují hodnoty jejich SF více než 91% hodnoty SFmax. (Hůlka a kol., 2014). Zátěž tohoto typu je z více jak $\frac{3}{4}$ obstarávána anaerobní glykolýzou a zbytek je obstaráván aerobně. Pro krátkodobý intenzivní výkon je dodávka energie zajištěna rozpadem fosfokeratinu, glykogenu a glykogenolýzou v rychlých vláknech typu IIB. Hovoříme tedy o glykolytickém uvolňování energie neboli anaerobním, které je velmi rychlé a uplatňuje se právě při krátkých intenzivních zátěžích, které jsou pro florbal specifické (Kučera a kol., 1999; Bernaciková a kol., 2010; Máček, Radvanský, 2011).

2.3 Kognitivní funkce ve sportu

Kognitivní neboli poznávací funkce (dále KF) definujeme jako psychické procesy a operace, díky kterým jedinec vnímá a poznává svět a sebe samého. Pomocí těchto funkcí reaguje, jedná a vykonává úkoly. Skládají se z několika částí včetně paměti, pozornosti, výkonových funkcí (tj. schopnosti plánovat a rozvrhnout činnosti, zaměřit se na informace spojené s úkolem, provádět více úkolů či dovedností současně atd.), úsudku, řeči, vnímání prostřednictvím smyslů (Studenski a kol, 2006), zrakově-prostorové schopnosti, myšlení a inteligence (Klucká, Volfová, 2009).

Rozhodování a činnosti jedince během herního výkonu jsou projevem otevřených dovedností. Otevřenými dovednostmi rozumíme realizaci pohybové odpovědi v náhodně proměnlivých podmínkách, přičemž je tato pohybová odpověď jedinečná v každé nově vzniklé herní situaci. Oproti uzavřeným dovednostem, které jsou typické předvídatelnými nebo stálými podmínkami prostředí (např. gymnastická sestava), kladou otevřené dovednosti větší nároky na zapojení kvalitativně vyšší úrovně zrakově percepčních a kognitivních funkcí, které ovlivňují výběr pohybové odpovědi. Můžeme říct, že se otevřené dovednosti skládají ze dvou různých složek, které dohromady vytvářejí psychomotorickou způsobilost jedince:

- Výběr pohybové odpovědi – výsledek souhry zrakové percepce, anticipace, myšlení, paměti a znalostí
- Motorické provedení pohybové odpovědi – ovlivněno psychickými procesy řízení a kontroly pohybů (Gentile, 1975)

Thomas a kol. (1986) Schneider a kol. (1996) McMorris, Beazeley (1997) Williams, Davids (1998) Abernethy a kol. (1999) McPherson, (1999) a Williams (2002) zastávají stejný názor, že KF jsou rovnocenné součásti herního výkonu. S tímto názorem sympatizují i Abernethy (1987), Williams a Davids (1994) a Williams a kol. (1999), kteří tvrdí, že výkon ve sportovních hrách není závislý pouze na pohybových schopnostech, ale důležitou roli hraje taktéž úroveň percepčních a kognitivních funkcí.

2.3.1 Paměť, pozornost a myšlení ve sportovním výkonu

Paměť je mnohdy velmi důležitou součástí sportovcovy výkonu. Paměť se stimuluje i během tréninku, kdy mluvíme o tzv. speciální paměti, která umožňuje např. slalomářům zapamatovat si už po jedné prohlídce trati její podobu i s umístěním branek, orientačním běžcům zapamatování trasy, ale také pomáhá například rozhodčím při hodnocení sestav. O speciální paměti mluvíme proto, že je specifická pro každý sport, což znamená, že slalomář si nezapamatuje trasu orientačního běhu stejně dobře jako orientační běžec a naopak. Dále se paměť uplatňuje i v motorickém učení, kdy si díky představě vlastního provádění pohybu fixujeme správné provedení daného pohybového vzorce (Slepička, 2009).

Pozornost může být kritériem aktuální práce schopnosti, tj. předpokladu sportovního výkonu, v němž hraje nezastupitelnou roli. Je běžné, že se její úroveň během sportovního výkonu mění. Koncentrovaná pozornost má zpravidla menší rozsah, rozdělená pozornost je povrchní, únava pozornost narušuje a zájem pozornost provokuje (Plháková, 2005). Děje se tomu tak kvůli měnícím se podmínkám, vjemům, prostředí a okolnostem děje (Chalupa, Brožová, 2011). Studie prováděná na tenistech prokázala, že vyšší intenzita cvičení pozornost zvyšuje, zatímco míra subjektivně pocíťované únavy pozornost snižuje (Ishihara a kol., 2018). Z toho můžeme soudit, že maximální pozornosti dosahujeme při co nejnižším poměru intenzity a subjektivně pocíťované únavy ve prospěch intenzity. Je zde patrná i návaznost na tělesnou kondici. Čím vyšší je úroveň kondice, tím delší bude čas, za který se dostaví vysoká míra subjektivně pocíťované únavy a naopak, což ovlivní čas, po který jsme schopni maximální pozornosti.

Myšlení je považováno za nejvyšší poznávací proces, neboť integruje všechny kognitivní procesy. K tomu, abychom mohli myslet, je nezbytné vnímání, představivost, řeč, inteligence a emoce. Ve sportech se můžeme setkat mj. s operativním (zapojuje se při řešení problémů, často má podobu „pokus a omyl“, kdy hráči touto cestou hledají nejlepší řešení problému a učí se z vlastních chyb) a taktickým myšlením (typické pro sportovní hry a úpolové sporty). Na rozhodnutí máme ve sportovních hrách a úpolech velmi málo času. Proto je rychlost hlavním požadavkem na myšlení. V tréninku si tak sportovci pomáhají vytvářením tzv. kognitivních map, které mají za úkol připravit řešení pro konkrétní druhy situací a zrychlit tak výběr řešení situace při jejím vzniku (Slepička, 2009).

2.3.2 Vliv zatížení na kognitivní procesy a herní výkon

Okamžitý vliv zatížení na úroveň kognitivních procesů a herního výkonu se pokusilo zhodnotit několik autorů. Nicméně názory a objevy se různí.

Schneider a kol., 1996; McMorris, Beazeley, 1997; Williams, Davids, 1998; Abernethy a kol., 1999; McPherson, 1999 přicházejí s tvrzením, že herní výkon je silně determinován velikostí pohybového zatížení a že toto zatížení, potažmo metabolismus, který obstarává energetické požadavky pracujících svalů, mohou ovlivňovat vědomosti a percepční a kognitivní dovednosti. Toto tvrzení potvrzují výsledky japonských autorů Kamijo a kol. (2009), kteří došli k závěru, že středně intenzivní aerobní cvičení akutně zlepšuje kognitivní funkce (v jejich případě reakční čas) během celého dospělého života.

Ploughman (2008) poukazuje na tři hypotézy, proč může mít zatížení pozitivní efekt na kognitivní procesy:

1. Zvýšené prokrvení mozku, zvýšená saturace mozku kyslíkem a angiogeneze v oblastech mozku, které jsou důležité pro výkonové funkce.
2. Zvýšená hladina neurotransmiterů (serotonin a noradrenalin), které zlepšují zpracování informací.
3. Ovlivnění hladiny růstových faktorů (endogenních proteinů v mozku), které podporují jeho plasticitu.

Oproti tomu McMorris a Graydon (1996) ve své studii neprokázali žádný vliv pohybového zatížení na změnu úrovně kognitivních procesů – v tomto případě správnost pohybové odpovědi. Russel a kol. (2011) ve své studii sledovali mj. změny v přesnosti střelby a vedení míče během fotbalového zápasu. Vliv zatížení měl negativní vliv na přesnost střelby, ale vedení míče nebylo během průběhu zápasu nijak ovlivněno. Hollville a kol. (2018) zkoumali vliv zatížení na specifické dovednosti u hráčů pozemního hokeje. Dosáhli zajímavých výsledků, kdy uvádějí, že se úroveň přesnosti přihrávek v prvních fázích testování zhoršila, ale před koncem testování se jejich úroveň začala znatelně zlepšovat.

2.3.3 Přístupy k rozvoji kognitivních procesů ve sportovním výkonu

Rozvoj kognitivních funkcí úzce souvisí s množstvím a kvalitou podnětů z prostředí, ve kterém se nacházíme (Vařeková, Daňová, 2014). Proto se nejčastěji setkáváme s tréninkem KF ve formě komplexního taktického tréninku, kdy nejsou KF trénovány jednotlivě, ale současně. Během tohoto typu tréninku simulujeme konkrétní části hry, během kterých sledujeme hráčovu schopnost předvídat události, odezvu jeho paměti na řešení vzniklého problému, soustředění, řešení situací pod tlakem atd.

Takový trénink zahrnuje vyšší úroveň kognitivního úsilí (=duševní práce, která vede k vysoké úrovni rozhodování, předvídání, plánování, regulace a interpretace motorického výkonu ve hře) do praktického prostředí při zachování nebo zvýšení množství fyziologického, technického a taktického výcviku (Lee a kol. 1994).

Pokud chceme vytvořit tréninkovou jednotku cíleně zaměřenou na rozvoj kognitivních funkcí, setkáváme se nejvíce s typem tréninku, který je založen na našem vizuálním vjemu. Je to hlavně z toho důvodu, že pomocí zraku získáváme největší procento informací z okolního světa. Zdroje uvádějí, že se jedná o 70-90 % všech informací, které náš mozek zpracovává. Na vzestupu jsou momentálně tzv. Blazepods, které poskytují široké možnosti využití v tréninku kognitivních funkcí. Existuje však mnoho způsobů a pomůcek, které rozvíjí KF jednotlivě, nebo více cíleně, nicméně s těmito případy se setkáváme např. u lidí s poškozením mozku, seniorů, dětí atd. a do tréninkové jednotky nebývají zařazovány.

2.4 Počítačové programy zaměřené na rozvoj kognitivních funkcí

Jelikož kognitivní funkce hrají důležitou roli ve sportovním výkonu, což jsme si popsali v předešlých částech, bylo za poslední roky vyvinuto mnoho tréninkových počítačových programů zaměřených na jejich rozvoj (Appelbaum, Erickson, 2016).

Brain Tree Training

Tento program si můžete stáhnout na oficiálních stránkách <http://www.braintreetraining.co.uk>. Brain Tree Training obsahuje jednotlivé kurzy s kognitivními programy pro individuální i skupinovou léčbu. Můžeme díky nim trénovat pozornost, vizuální zpracování, paměť, zpracování informací i exekutivní funkce. Brain Tree Training není však programem určeným primárně pro sportovce. Jedná se o program využívaný hlavně pro osoby po traumatickém poškození mozku či prodělání mozkových příhod (Tomečková, 2017).

Happy Neuron

Tento program je k dispozici ke stáhnutí na oficiálních stránkách <http://www.happy-neuron.com>, je však nabízen také prostřednictvím webových stránek <http://www.brainjogging.cz> v češtině. Nabízí trénink kognitivních funkcí zábavnou formou využitím počítačových her a také můžete v rámci programu sledovat progres v tréninku, využívat osobní asistenci či motivační program.

Lumosity

Tento program, který je prezentován na oficiálních stránkách <https://www.lumosity.com>, se od předešlých programů liší tím, že nemá ambice léčit, diagnostikovat nebo působit jako prevence poškození kognitivních funkcí. Je určen pro všechny, kteří chtějí trénovat a rozvíjet svůj mozek zábavným způsobem.

Cognifit a Neurop-2

Další dvojice programů, která hledá využití i mezi osobami bez kognitivních problémů. Oba programy poskytují kognitivní stimulace či hry využitelné v tréninku KF. Program Neurop-2 vynalezl Dr. Laco Gaál. Díky tomu je možné využívat program v českém jazyce, jelikož je pan Dr. Gaál ze Slovenské republiky. Prostřednictvím několika diplomových prací byla snaha o vytvoření norem k diagnostice pomocí programu Neurop 2 u exekutivních funkcí (Drhlíková, 2008), pozornosti (Schwanzerová, 2009), paměti (Dörrerová, 2011) a kompletní neuropsychologické diagnostiky (Drhlíková & Humpolíček, 2013).

CogniPlus

Tento program, vyvinutý rakouskou společností Schuhfried GmbH, využívá široké spektrum odvětví (zdravotníci, psychologové, civilní a vojenské letectví atd.). Je určen pro kognitivní trénink a rehabilitaci, nicméně obsahuje i baterie inteligenčních testů, osobnostní dotazníky a další. Využívá realistický design, který pomáhá uživatelům integrovat dosažený progres do běžného života. Jednotlivé tréninkové moduly jsou zaměřené na pozornost, paměť, exekutivní funkce, vizuomotorickou koordinaci a zpracování prostoru. K většině modulů postačuje manipulace s myší či obyčejnou počítačovou klávesnicí, ale můžeme se tu setkat i s klávesnicí s několika tlačítky či speciálním joystickem (Tomečková, 2017)

Neurotracker – 3D MOT

NeuroTracker je program kognitivního tréninku vyvinutý v roce 2009. Byl vytvořen primárně za účelem zlepšení KF sportovců a začíná se používat i v dalších klinických aplikacích. Program funguje velmi jednoduše, jeho velkou výhodou je, že se dá použít jak na velkých obrazovkách, tak na laptopu, proto je možné ho použít na různých místech a v různých situacích. Využívá 3D-MOT (multi object tracking). Spolu s programem tedy každý účastník dostane 3D (trojrozměrné) brýle, pomocí kterých vidí objekty v prostoru. Cílem tréninku je zlepšení pozornosti a soustředění, jelikož musí účastník neustále sledovat pohybující se objekty. Dalším benefitem, který poskytuje, je zvyšování povědomí o hře a zpracování herní situace jako takové. Jelikož musí sportovci sledovat

více objektů najednou a reagovat na změnu, nabyté zkušenosti poté můžou aplikovat v reálném sportu (Hoffmanová, 2020).

Neurovizuální dovednosti, které se dají programem trénovat, jsou primárně periferní vnímání, hloubková percepce a vizuální krátkodobá paměť. Nejdůležitější v tomto případě je, že se sportovec naučí soustředit se na více pohybujících se cílů najednou, aniž by se oči pohnuly. Učí se tedy fixovat oči na jedno místo a rozšiřovat si periferní vnímání. Tímto se zlepšuje i jejich celkové povědomí o situaci a imaginace toho, co bude následovat (Hoffmanová, 2020). Zároveň během tohoto programu může sportovec vykonávat další činnost (dribling s hokejkou, míčem atd.) nicméně tuto dodatečnou aktivitu Neurotracker nijak nesleduje. Jeho pozitivní vliv na kognitivní funkce sportovců byl prokázán několika studii, např.: Mann a kol. (2007), Faubert (2013), Moen et al., 2018, ve studii Romease a kol. (2016) byl jako první převeden výsledek virtuálního tréninku na efekt v hracím poli, kdy se skupina testovaných hráčů zlepšila v přesnosti.

Vienna Test Systém

Tento program je využíván napříč několika odvětvími (HR, dopravní psychologie, neuropsychologie, sportovní psychologie) k hodnocení psychodiagnostiky, pro která má zvlášť vyvinuté specializované verze. Pro hodnocení ve sportovní psychologii je navržena verze VTS SPORT. Je to psychometricky platný nástroj pro analýzu profilů, hodnocení talentů a vývoj tréninkových plánů z hlediska dovedností i osobnosti. Mezi testovými bateriemi nalezneme inteligenční testy, testy speciálních schopností (test rozlišování a pozornosti, test zrakové činnosti, reakční doba, doba rozhodování, koordinace, periferní vnímání apod.), osobnostní dotazníky, speciální testy osobnosti, testy postojů a zájmů. Na základě čehož je program schopný vytvořit komplexní profil sportovce. I proto jej využívají špičkoví sportovci, sportovní kluby, sportovní akademie a výzkumné ústavy na celém světě jako spolehlivého pomocníka.

2.4.1 Výhody a nevýhody tréninku kognitivních procesů pomocí počítačových programů

Výhody

Lippertová-Grünerová (2005) uvádí několik výhod počítačových programů:

- Možnost pacienta ovlivňovat časový průběh
- Lehká změna stupně obtížnosti
- Automatická změna stupně obtížnosti vzhledem k výkonům
- Program můžeme několikrát opakovat.
- Okamžité vyhodnocení výkonu
- Možnost tréninku z domova
- Vyšší rozlišovací schopnost i malého pokroku (např. v reakčním čase)

Nevýhody

- Finanční nedostupnost některých programů – často je nákup programů spojen také s nákupem tabletů či počítačů, které zvyšují náklady (Kolář, 2009).
- Nutnost naučit se manipulovat se zařízením – obzvláště u starších osob se setkáváme s tím, že se nechtějí učit novým dovednostem, a to jim práci s těmito programy ztěžuje či úplně znemožňuje (Nekoksová, 2010).
- Pouhá stimulace člověka automaticky neposiluje jeho kognitivní funkce (Gage, 2002).
- Nedostatečná interakce s klientem (Malia, Brannagan, 2010).
- Jednostrannost, malá komplexnost a nízký vliv na úkoly v každodenním životě (Preiss, Křivohlavý, 2009).

2.5 Virtuální realita

S názvem virtuální realita (dále jen VR) přišel Jaron Lanier v roce 1989 a definoval ji jako „počítačem vytvořené interaktivní trojrozměrné prostředí, do něhož se člověk totálně ponoří“ (Aukstakalnis, Blatner, 1994). VR je mladá technologie, která na rozdíl od tradičního dvojrozměrného zobrazení na obrazovce umožňuje uživateli díky spojení několika již známých počítačových (dále jen PC) technologií (3D brýle/helma, různé ovladače atd.) do sledovaného prostředí vstoupit a i s ním interagovat. Tato interakce probíhá pomocí stimulace smyslů – zraku, sluchu a také hmatu. (Heizenrader; Lowood, 1998). Právě díky takto rozšířené interakci s PC je VR velikým posunem. Na základní úrovni VR funguje tak, že člověk si na oči nasadí displej, speciální rukavice, nebo jiné ovladače a sluchátka. Prostřednictvím tohoto vybavení PC určí, co uživatel vnímá a on jím naopak řídí počítač. Nepoužívá klávesnici, monitor ani myš (Aukstakalnis, Blatner, 1994).

Virtuální realita se dělí na tři základní druhy, a to na pasivní, aktivní a interaktivní.

Pasivní aplikace VR fungují na podobném principu jako film. Znamená to, že toto prostředí vidíme, slyšíme, v některých případech i cítíme, ale nemáme možnost ho nijak ovlivnit ani do něj zasáhnout. Režie, tj. řízení průchodu, je plně v rukou programu (Aukstakalnis, Blatner, 1994). Příklady mohou být různé – krátké video pořízené kamerou natáčející obraz v 360 stupňovém rozsahu, 3D filmy v kině, atrakce v zábavních parcích atd.

Aktivní aplikace dovolují prostředí, ve kterém se díky VR nacházíte, zkoumat. Od pasivní aplikace se liší hlavně možností volného pohybu. Můžete si dané prostředí prohlížet dle libosti. Pořád zde chybí možnost prostředí modifikovat. Nemáme možnost hmatové zpětné vazby. Uživatel se pohybuje podobně jako duch. Může procházet stěnami i prostrčit ruku libovolným předmětem (Aukstakalnis, Blatner, 1994) (Žára a kol., 1998). Toto aktivní prostředí má následující využití: pomocná léčba u pacientů trpících některými druhy fobií (např. výšky, uzavřené prostory atd.), vizualizace nedokončených staveb, uměleckých děl, řízení letového provozu, prezentace virtuálních uměleckých děl atd.

Nejdokonalejšími a také technicky nejnáročnějšími jsou aplikace plně virtuálně interaktivní. Ty dovolují prostředí nejen zkoumat, ale také modifikovat. Je možno brát virtuální předměty do ruky a přemisťovat je, pracovat s virtuálními nástroji, mačkat virtuální tlačítka, psát na virtuální klávesnici apod. (Žára a kol., 1998). Například architekt

má možnost si svůj výtvar nejen prohlížet, ale též interaktivně měnit. Vezme stěnu a posune ji, přemístí dveře nebo okna. Přitom může výsledek okamžitě sledovat ze všech stran (Brdička, 1995). Za vrcholnou aplikaci v této kategorii lze považovat cvičnou virtuální operaci, kterou může chirurg opakovaně trénovat na modelu pacienta či orgánu, dříve, než ji začne provádět ve skutečnosti na živém pacientovi (Sobota, 1995; Brdička, 1995).

2.5.1 Virtuální realita ve sportu

VR se obvykle využívá v oblastech, které mají pro nácvik vykonávání činnosti nebezpečné nebo drahé prostředí. Ve sportu se VR uplatní např. právě díky snížení rizika vykonávání dané činnosti. Hráči obzvláště sportů, kde je kontakt s protihráčem během soutěžní situace nutný či nevyhnutelný, jsou při tréninkových simulacích těchto situací ve stejném ohrožení jako při zápase. Virtuální realita toto riziko snižuje díky tomu, že je protihráč pouze ve virtuální podobě a nemůže nám tak způsobit žádné zranění. Zároveň ale také díky tomu, že současně tyto simulace ve VR zlepšují reakce na podněty a efektivitu řešení situací. Čím více je sportovec schopen rychle a obratně reagovat na podněty, tím větší má šanci se případnému poranění ve hře vyhnout (Kupka, 2020).

Další velmi významným přínosem VR pro sportovní prostředí je možnost nasimulovat téměř jakoukoli situaci (Düking a kol., 2018), kterou hráč/trenér může libovolně modifikovat podle svých představ a může jí i libovolně opakovat. (Craig a kol., 2006). VR tak napomáhá porozumět souvislosti mezi výkonem sportovce a jeho vnímáním informací (např.: pohyb soupeře, pohyb spoluhráčů atd.). Pro tyto účely se používal a stále pořád používá rozbor videozáznamu. Video má však tu nevýhodu, že úhel záběru je závislý na poloze kamery. Tento záběr není pro hráče dostatečně interaktivní a nemá takový vliv na zlepšení správnosti výběru informací podstatných pro hráčský výkon. VR tato omezení překonává, protože vytváří simulace v dostatečně interaktivním prostředí (Kulpa a kol., 2015).

Dostatečně interaktivní prostředí VR vytváří použitím vybavení rozhraní, které převádí fyzickou aktivitu do virtuálního sportovního výkonu (Neumann a kol., 2017) a umožňuje hráči interakci s tímto prostředím. Tím systém v hráči vyvolává pocit přítomnosti v tomto prostředí a dojem, že se vnímané skutečnosti opravdu odehrávají – což je předpoklad pro realistické reakce.

Pokud jsou splněny tyto podmínky, má využití VR ve sportu řadu výhod. Jedná se například o výše zmiňovanou možnost plné kontroly a manipulace s virtuálním prostředím, možnost trénovat odkudkoli jak z pozice hráče, tak trenéra, získávat a okamžitě vyhodnocovat zpětnou vazbu na výkon a trénink specifických dovedností atd. (Neumann a kol., 2017).

Další z možných využití VR je v oblasti znovuzapojení zraněných hráčů do tréninkového procesu. Tito hráči mohou využít prostředí VR v době, kdy nejsou připraveni podstoupit plnohodnotnou tréninkovou jednotku s týmem (Balkó a kol., 2018).

3 FORMULACE PROBLÉMU

Změřit úroveň kognitivních funkcí a rozhodovacích procesů (dále RP) po zatížení se už několik studií pokusilo. Nicméně žádná z nich nebyla aplikována na hráče florbalu, jejichž výsledky by mohly díky specifickým sportovního výkonu (intermitentní zatížení) a trénovanosti těchto hráčů přispět do tohoto tématu důležitými poznatky. Navíc dosud žádný výzkum na toto téma nevyužil možnost virtuální reality. Ta umožňuje monitorovat několik proměnných najednou za velmi totožných podmínek, ve kterých se hráči během samotného výkonu nacházejí a tím výsledky a hodnocení zpřesnit. Mohla by se tedy virtuální realita stát věrohodným prostředkem pro vyhodnocování kognitivních a rozhodovacích procesů? Bude rozdíl v úrovni kognitivních funkcí a rozhodovacích procesů po zatížení mezi hráči různých výkonnostních kategorií?

4 METODOLOGIE

4.1 Vědecká otázka

Budou se lišit průměry jednotlivých sledovaných proměnných kognitivních funkcí a rozhodovacích procesů před a po zatížení? Pokud ano, bude tato změna ve stejné míře u všech testovaných výkonnostních úrovní?

4.2 Cíle práce

Cílem této práce je zjistit, k jakým změnám v rámci kognitivních funkcí a rozhodovacích procesů dojde po zatížení a zda je úroveň těchto změn rozdílná u hráčů vyšší a nižší výkonnostní úrovně.

4.3 Úkoly práce

Plán práce se skládá z následujících úkolů:

a) Výběr probandů

Probandi testování ve výzkumu budou vybráni na základě věku a výkonnosti. Věk se bude pohybovat mezi 18 a 27 lety, aby všichni probandi spadali do kategorie mužů. Probandy jsem vybíral podle 3 výkonnostních kategorií (reprezentace, superliga a národní liga), což mi umožní sledovat rozdíly mezi nejvyšší výkonnostní úrovní (reprezentace a Superliga) a nižší (Národní liga). Zároveň tento výběr zajistí velmi podobnou úroveň osvojení technických dovedností.

b) Výběr proměnných

Provést výběr vhodných proměnných ze všech proměnných poskytovaných programem Sensearena.

c) Výběr softwaru

Výzkum proběhne v prostředí virtuální reality, které má plně digitální prostředí a umožňuje tak nastavení testování v relativně stále stejných podmínkách a měřitelnost veškeré činnosti. Jedná se o prostředí VR, které připomíná hokejové prostředí, nicméně cvičení, která probandi během testování podstoupí, jsou typická i pro prostředí florbalové. Daný software by měl umožnit operacionalizovat výše zmíněné proměnné.

d) Definovat testovací manuál

Testování bude mít podobu 5 testů ve virtuální realitě, kde u všech testů provede každý proband jeden cvičný pokus pro pochopení a vyzkoušení testu a dva měřené pokusy, celkem tedy tři pokusy. Zátěžový test proběhne na bicyklovém ergometru.

e) Výběr typu zátěže

Zátěž proběhne na bicyklovém ergometru, na kterém probandi absolvují zátěžový test stupňovaný do „vita maxima“. Bicyklový ergometr byl vybrán z toho důvodu, že umožní bezpečnější provedení výkonu do maxima oproti běžeckému pásu, na kterém by bylo riziko pádu probandů při maximálním výkonu. Test do „vita maxima“ byl vybrán na základě relativně snadného provedení a možnosti dosažení stavu subjektivního vyčerpání probandů.

f) Provést testování

Testování bude provedeno v laboratoři virtuální reality a v Biomedicínské laboratoři. Probandi budou testování ve VR provádět ve sportovním oblečení a obuvi. Poté se dostaví na zátěžový test na bicyklovém ergometru a co nejrychleji po jeho skončení podstoupí znovu stejné testování ve VR.

g) Analýza výsledků

Viz. kapitola 4.5 Statistické vyhodnocení.

4.4 Hypotézy

Předpokládáme, že po zatížení stoupne průměrná hodnota všech sledovaných proměnných.

4.5 Design výzkumu

Testování bude probíhat v laboratoři virtuální reality a v biomedicínské laboratoři.

Laboratoř virtuální reality

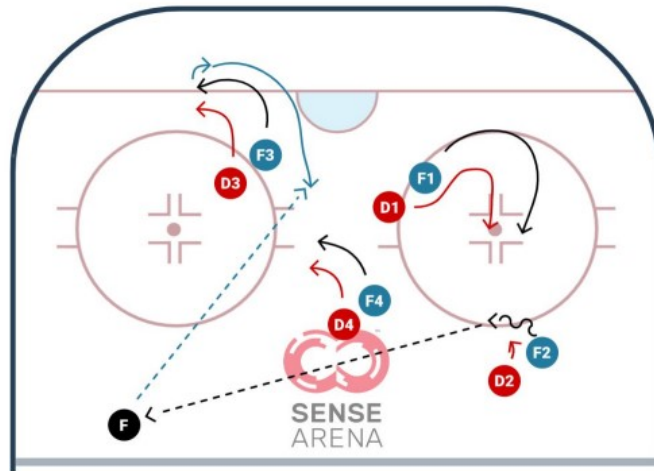
Každý proband bude nejdříve poučen o bezpečnosti. Hráči, kteří dosud neměli žádnou zkušenost s VR, budou také seznámeni s vybavením laboratoře. Každý proband bude stručně seznámen s obsahem testování a ovládáním programu. Před samotným začátkem testování bude vždy ponechán čas na zorientování se ve virtuálním prostředí a každému probandovi bude zkalibrována podlaha se speciální hokejkou pro maximální objektivitu testování. Testování bude obsahovat 5 diagnostických cvičení (jejich podoba bude stručně popsána níže), která budou trvat přibližně třicet minut. Před každým jednotlivým testem bude probandům znovu vysvětlen jeho obsah a princip, případně přímo v programu bude přehráno krátké instruktážní video. Test nikdy nebude spuštěn, dokud ho hráč zcela nepochopí. Na každý test bude mít hráč tři pokusy. Jeden zkrácený pokus, který je určen pro vyzkoušení testu a nebude počítán do výsledků, a dva měřené devadesátisekundové pokusy. Pauza mezi jednotlivými pokusy bude individuální. Po celou dobu testování bude moci každý proband kdykoliv testování přerušit, napít se, nebo se na cokoli zeptat. Po dokončení testování se proband přesune do Biomedicínské laboratoře, kde podstoupí zátěžový test, po jehož ukončení se co nejrychleji přesune zpět do laboratoře VR a podstoupí další testování ve stejné podobě jako před zátěžovým testem.

Testová cvičení

1. Sledování více objektů (SVO1)

Toto cvičení (anglicky Multi Object Tracking) se odehrává v útočném pásmu, ve kterém se nachází 4 protihráči a 4 spoluhráči, kteří se náhodně pohybují blízko sebe. Proband se může pohybovat pouze ve vymezeném prostoru. Během cvičení se spoluhráči náhodně a na malou chvíli uvolňují od protihráčů a proband má za úkol najít a využít co nejvíce možností na přihrávku svému spoluhráči. Během tohoto cvičení se sledují tyto proměnné: sledování hráčů v prostoru (SHP), hledání volných drah (HVD), udržení hráčů v zorném poli (UHZP).

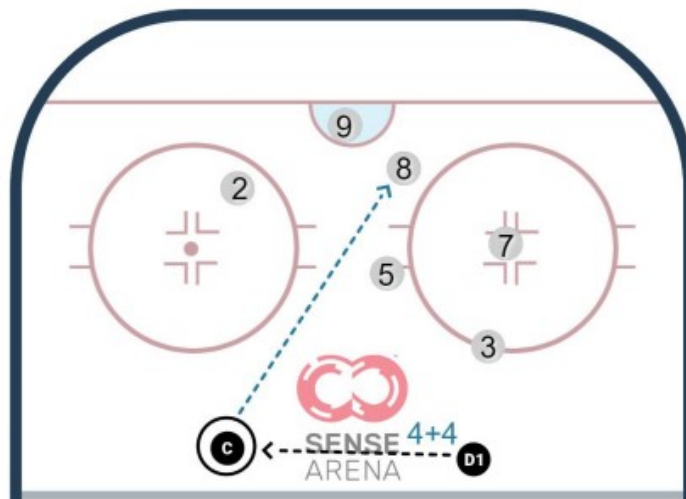
Obr. 1: Schématické znázornění průběhu cvičení SVO1
(vlastní zpracování, 2022)



2. Číselný multitasking (ČM)

Toto cvičení (anglicky Multitask numbers) se odehrává v útočném pásmu, ve kterém se nachází 5 spoluhráčů, 1 brankář a 1 rozehrávající hráč. Proband se může pohybovat pouze na vymezeném prostoru. Během zpracování přihrávky od rozehrávajícího hráče má za úkol spočítat lehký příklad, který se objeví na obrazovce. Po vypočítání příkladu má za úkol co nejrychleji najít a přihrát hráči, jehož číslo odpovídá výsledku příkladu. Během tohoto cvičení se sledují tyto proměnné: sledování hráčů v prostoru (SHP), doba pro odehrání kotouče (DOK), rozpoznávací čas (ROČ).

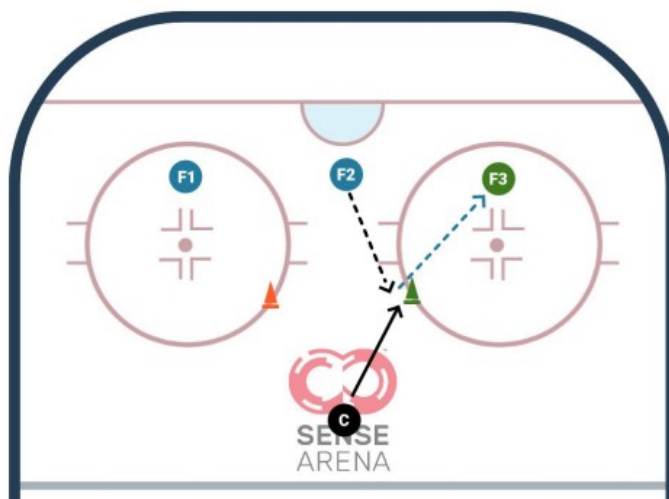
Obr. 2: Schématické znázornění průběhu cvičení ČM
(vlastní zpracování, 2022)



3. Extra dovednosti – Hbitost (EDH)

Během tohoto cvičení (anglicky Agility Extra Skills) se proband pohybuje ve vymezeném prostoru, v němž se nachází 2 tyče. Kdykoliv se jedna z tyčí rozsvítí, proband se k ní musí ze startovní pozice co nejrychleji dostat. Poté musí zpracovat přihrávku od jednoho ze 3 spoluhráčů, kteří se nacházejí před tímto prostorem a co nejrychleji přihrát zpátky spoluhráči, který bude označen červeným kruhem. Poté se co nejrychleji vrací na startovní pozici a stejný proces se znovu opakuje. Během tohoto cvičení se sledují tyto proměnné: úspěšné přihrávky (ÚP), přesnost přihrávky (PP), reakční čas (RČ).

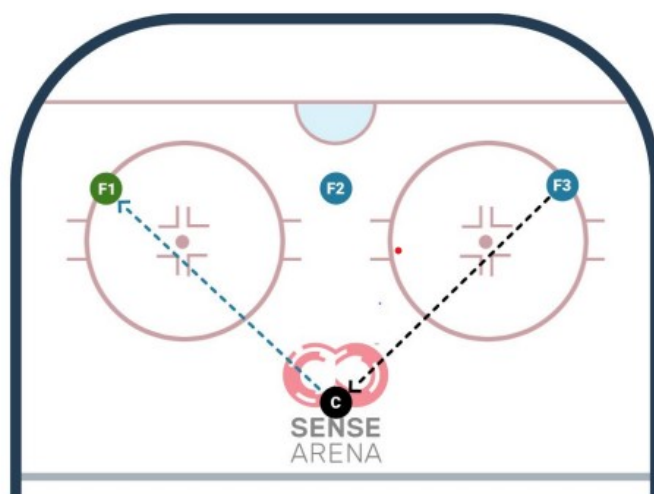
*Obr. 3: Schématické znázornění průběhu cvičení EDH
(vlastní zpracování, 2022)*



4. Přihrávky 3 na 1 (P3n1)

Během tohoto cvičení (anglicky Passing 3 on 1) se proband pohybuje ve vymezeném prostoru. Má k dispozici 3 spoluhráče. První spoluhráč stojí u levého mantinelu, druhý spoluhráč stojí u brány a třetí spoluhráč u pravého mantinelu. Úkolem probanda je zpracovat přihrávku od jednoho ze spoluhráčů a co nejrychleji přihrát jinému spoluhráči, který je označen červeným kruhem. Během tohoto cvičení se sledují tyto proměnné: úspěšné přihrávky (ÚP), zpracované přihrávky (ZP), doba pro odehrání kotouče (DOK).

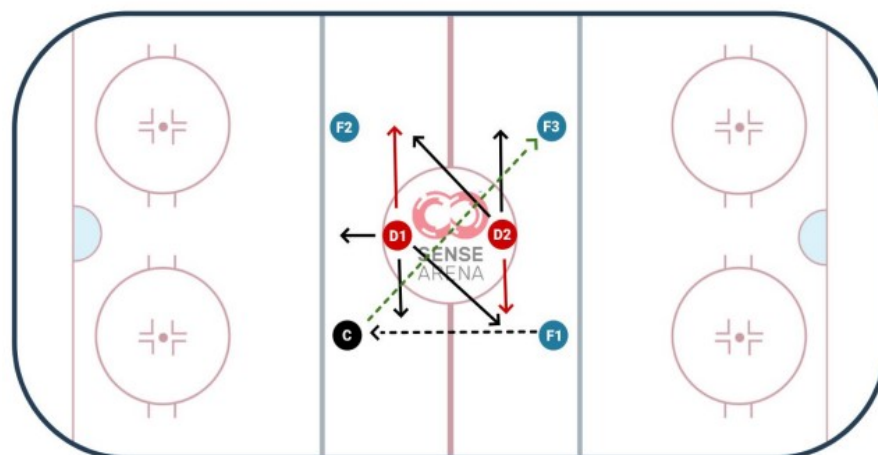
Obr. 4: Schématické znázornění průběhu cvičení P3n1 (vlastní zpracování, 2022)



5. Bago 4 na 2 (B4n2)

Toto cvičení (anglicky 4 on 2 Keep Away) se odehrává u středového kruhu. Kolem středového kruhu jsou ve tvaru připomínajícím čtverec rozmístění spoluhráči společně s probandem. Uprostřed tohoto útvaru se nachází 2 protihráči, kteří se v tomto útvaru náhodně pohybují a snaží se zablokovat přihrávky mezi spoluhráči. Úkolem probanda a jeho spoluhráčů je uskutečnit co nejvíce přihrávek mezi sebou bez ztráty kotouče. Během tohoto cvičení se sledují tyto proměnné: udržení hráčů v zorném poli (UHZP), hledání volných drah (HVD), doba pro odehrání kotouče (DOK).

Obr. 5: Schématické znázornění průběhu cvičení B4n2 (vlastní zpracování, 2022)



Biomedicínská laboratoř

V biomedicínské laboratoři probandi nejdříve vyplní krátký dotazník (jméno, příjmení, pohlaví, datum narození a sport, kterému se věnují). Datum narození (věk) a pohlaví jsou důležité pro stanovení tzv. populační normy, někdy nazvané jako náležité hodnoty. To nám slouží především pro kategorizace neprofesionálních (nevrcholových) sportovců. Odlišné hodnoty jsou evidentní i v různých sportech. Například nelze porovnávat hráče hokeje s výkonnostním běžcem apod. Dále testovaným osobám měříme základní antropometrii (výška, váha).

Probandy následně čeká maximální zátěžový test na bicyklovém ergometru. Test má tři fáze. Před samotným testováním je potřeba probandy poučit o průběhu testu. Toto poučení a dohled během celého výkonu testu provede kvalifikovaný laborant. Test mohou probandi kdykoliv přerušit.

1. fáze je měření klidových hodnot po dobu 60 sekund. Zkoumá se zde klidová tepová frekvence a klidové dýchání (frekvence a výměna plynů CO₂, O₂) pomocí plynového analyzátoru, který se vždy před měřením kalibruje.

2. fáze je tzv. rozcvička neboli zahřátí. Protokol je standardizovaný o délce 2x2min na 1,5 W.kg⁻¹ a 2,5 W.kg⁻¹ bez pauzy mezi intervaly. Zkoumané osoby již mají v průběhu rozcvičky dechový analyzátor a pás na snímání tepové frekvence. Je doporučeno držet počet otáček za minutu přes 80, ale méně než 100. Po rozcvičce je možné slézt z kola a napít se.

3. fáze je test do vita maxima. Test trvá maximálně 8 minut. Stanovení úvodní hodnoty ve watech je na posouzení laboranta. Zkoumaná osoba je poučena o protokolu testu. Ten má schodovitý charakter, kde intenzita se zvyšuje po 60 sekundách o 20 W. Účastník testu má snímač tepové frekvence a jsou mu analyzovány dechové parametry. Test končí, když testovaný dosáhne svého vita maxima, nebo uběhne čas 8 minut.

Po třech minutách po ukončení testu je probandovi odebrán laktát z prstu pro stanovení pozátěžové koncentrace laktátu v kapilární krvi. Okamžitě po odebrání laktátu se proband přesune znovu do laboratoře virtuální reality.

4.6 Statistické vyhodnocení

Ve výzkumu bude hodnoceno devět proměnných, které budou rozděleny do 2 skupin – kognitivní funkce a herní dovednosti. Popis těchto proměnných bude podrobněji vysvětlen v kapitole 4.7 Definice a deskripce proměnných.

U všech proměnných bude provedena deskriptivní statistika:

- Průměrný výsledek výzkumné skupiny,
- Směrodatná odchylka.

Výsledky budou vyjádřeny v procentech, milisekundách a sekundách podle povahy sledované proměnné. Dále budou proměnné analyzovány pomocí dvouvýběrového párového t-testu na střední hodnotu.

4.7 Definice a deskripce proměnných

Na základě konzultací s odborníky, které měly podobu osobních rozhovorů, byly definovány proměnné. Tato definice určuje hlavní proměnné jako vybrané herní dovednosti a kognitivní funkce. Mezi herní dovednosti řadí odborníci přesnost přihrávky, úspěšné přihrávky, zpracované přihrávky, udržení hráčů v zorném poli a hledání volných drah. Mezi kognitivní funkce poté řadí rozpoznávací čas, reakční čas a dobu pro odehrání kotouče.

Kognitivní funkce:

- ROČ – Rozpoznávací čas (ms) = jak dlouho hráči trvá rozpoznat a vyřešit danou situaci. Tato proměnná je procentuálním vyjádřením tří dílčích proměnných. Dílčí proměnné jsou průměrný čas mezi doteky s kotoučem v milisekundách, rozpoznávací čas v milisekundách, který se měří od podnětu do prvního pohybu hráče a průměrný čas na přihrávku v milisekundách, což je doba, za kterou hráč dokáže vyhodnotit situaci a přihrát.
- RČ – Reakční čas (ms) = čas od podnětu do první reakce, případně čas od zobrazení signálu po první pohyb.
- DOK – Doba pro odehrání kotouče (ms) = představuje čas, za který je hráč schopný vyřešit danou situaci a odehrát kotouč. Měří se od zpracování do odehrání kotouče.

Herní dovednosti:

- SHP – Sledování hráčů v prostoru (%) = vychází z počtu správných přihrávek vzhledem k celkovému množství příležitostí.
- PP – Přesnost přihrávky (%)
- ÚP – Úspěšné přihrávky (%) = počet správně odeslaných přihrávek z celkového počtu zpracovaných přihrávek.
- ZP – Zpracované přihrávky (%) = počet přijatých přihrávek z celkového počtu přihrávek, které na hráče šly.
- UHZP – Udržení hráčů v zorném poli (s) = po jakou dobu hráč udržel ve svém zorném poli všechny hráče na hřišti
- HVD – Hledání volných drah (%) = schopnost hráče vyhledat prostor pro přihrávku nebo střelu a ve správný moment ji uskutečnit, aniž by došlo k zachycení přihrávky nebo střely protihráčem.

Definici a operacionalizaci proměnných umožňuje program Sensearena. Je to tréninková platforma, která umožňuje hráčům zlepšování kognitivních funkcí typu „čti a reaguj“, které jsou rozhodující pro vrcholový výkon. Jejich metodika a cvičení jsou vyvíjeny ve spolupráci s profesionálními hráči a trenéry ledního hokeje, jelikož právě pro tento sport byla Sensearena cíleně vytvořena. Její prostředí se však dá využít i v jiných sportech, ve kterých vznikají podobné situace. V tomto případě jsem její prostředí využil pro florbal.

5 VÝSLEDKY

5.1 Popis výzkumné skupiny

Výzkumnou skupinu tvořilo 18 probandů (hráčů florbalu) a všichni byli muži. Věk probandů byl mezi 18 a 27 lety. Tito probandi byli vybráni na základě jejich výkonnosti. Konkrétně se jednalo o tři výkonnostní kategorie (reprezentanti, hráči české Superligy, hráči české Národní ligy). Výzkumnou skupinu výkonnostní kategorie české Superligy a Národní ligy tvořilo vždy sedm hráčů. Výzkumná skupina výkonnostní kategorie reprezentantů byla tvořena čtyřmi hráči. Všichni účastníci výzkumu měli dostatečnou výkonnost k zajištění objektivitu výsledků, protože se jednalo se o hráče florbalu, kteří jsou aktivními hráči alespoň osm let a hrají v klubech prvních tří nejvyšších florbalových soutěží v České republice. S tím souvisí také úroveň osvojení dovedností. Dovednosti, které byly využity při testování, měli všichni probandi plně zvládnuté.

5.2 Výsledky zátěžového testu do vita maxima

Na základě vybraných ukazatelů ze zátěžového testu jsem provedl vyhodnocení míry vyčerpání, které daný proband dosáhl. Vhodné ukazatele jsem vybral na základě diskuze s odborníky zátěžové fyziologie. Míru vyčerpání jsem rozdělil do tří úrovní (nízká, dobrá, vysoká). Do těchto kategorií jsem poté probandy rozdělil následujícím způsobem:

- Nízká míra vyčerpání = do této kategorie spadají probandi, kteří dosáhli 2 nebo více podprůměrných hodnot (odstíny červené barvy) vybraných ukazatelů.
- Dobrá míra vyčerpání = do této kategorie spadají probandi, kteří dosáhli 2 alespoň průměrných hodnot (odstíny žluté barvy) a v případě 1 podprůměrné hodnoty (odstíny červené barvy) alespoň 1 nadprůměrné hodnoty (odstíny zelené barvy) vybraných ukazatelů.
- Vysoká míra vyčerpání = do této kategorie spadají probandi, kteří dosáhli alespoň 2 nadprůměrných (odstíny zelené barvy) hodnot vybraných ukazatelů.

Výsledky zátěže nám ukázaly, že se ani jeden z reprezentantů nedostal do vysoké míry vyčerpání. 2 hráči se dostali na úroveň dobrého vyčerpání a 2 hráči byli pouze na úrovni nízkého vyčerpání. Pouze jeden z reprezentantů se dostal na hodnotu SF 190. Ostatní reprezentanti se k ní nepřiblížili. Dále všichni reprezentanti vykazovali podprůměrné hodnoty Max.výkon.kg⁻¹.

U hráčů Národní ligy se do vysoké nebo dobré míry vyčerpání dostala naprostá většina (vysoká míra vyčerpání – 4 hráči, dobrá míra vyčerpání – 2 hráči). Nízké míry vyčerpání dosáhl pouze jeden hráč, nicméně tento jev byl vysvětlen tím, že má odjakživa problémy s jízdou na bicyklovém ergometru. Většina hráčů dosahovala nadprůměrných hodnot $VO_{2max}.kg^{-1}$, LA i SF.

U hráčů Superligy se do vysoké míry vyčerpání dostali 3 hráči, zbylí 4 hráči dosáhli dobré míry vyčerpání. U všech hráčů se hodnota SF pohybovala kolem 190. Všichni hráči dosahovali průměrných až nadprůměrných hodnot $Max.výkon/ kg^{-1}$. Zajímavostí je výkon hráče S2, který při nízké hodnotě SF ($170min^{-1}$) dosahoval vysokých hodnot $Max.výkon/ kg^{-1}$, $VO_{2max}.kg^{-1}$, i LA. Další zajímavostí je nejvyšší hodnota LA ($16.10 mmol.l^{-1}$) ze všech hráčů, které dosáhl hráč S3.

Tabulka 1: Výsledky zátěžového testu do vita maxima (vlastní zpracování, 2022)

Reprezentace	Max.výkon. kg^{-1} ($W.kg^{-1}$)	SF (min^{-1})	VO_{2max}/kg ($ml.min^{-1} kg^{-1}$)	LA ($mmol.l^{-1}$)	Míra vyčerpání
R1	4.20	175	62.76	9.00	nízká
R2	4.23	191	55.83	10.3	dobrá
R3	4.30	183	61.85	11.80	dobrá
R4	3.83	182	55.07	9.10	nízká
Národní liga	Max.výkon/kg ($W.kg^{-1}$)	SF (min^{-1})	VO_{2}/kg ($ml.kg^{-1}$)	LA ($mmol.l^{-1}$)	Míra vyčerpání
N1	4.75	190	65.42	14.60	vysoká
N2	4.43	193	57.55	14.30	dobrá
N3	4.67	194	61.88	14.00	vysoká
N4	4.31	180	54.11	15.60	dobrá
N5	5.13	193	69.04	13.70	vysoká
N6	3.60	158	45.09	9.90	nízká
N7	4.65	196	66.62	10.7	vysoká
Superliga	Max.výkon/kg ($W.kg^{-1}$)	SF (min^{-1})	VO_{2}/kg ($ml.kg^{-1}$)	LA ($mmol.l^{-1}$)	Míra vyčerpání
S1	4.59	186	57.98	12.90	dobrá
S2	4.98	170	64.96	13.5	vysoká
S3	4.63	189	54.38	16.10	dobrá
S4	4.49	188	56.82	7.6	dobrá
S5	4.77	200	56.53	12.40	vysoká
S6	4.73	187	56.59	12.90	dobrá
S7	4.62	199	62.95	13.40	vysoká

Max. výkon/kg = Maximální dosažený výkon přepočtený na kilogram tělesné hmotnosti

SF = Srdeční frekvence

VO_{2max}/kg = Maximální spotřeba kyslíku přepočtená na kilogram tělesné hmotnosti

LA = Hladina laktátu v krvi po zatížení

Zelené odstíny = nadprůměrné hodnoty

Žluté odstíny = průměrné hodnoty

Červené odstíny = podprůměrné hodnoty

5.3 Výsledky testových cvičení

1. Sledování více objektů 1 (SVO1)

Tabulka 2: Průměry a směrodatné odchylky proměnných ve cvičení SVO1 (vlastní zpracování, 2022)

	Výkonnostní úroveň	Před zatížením	Po zatížení	Skupina před zatížením	Skupina po zatížení
SHP (%)	Reprezentace	56.3 ± 17.3	65.3 ± 8.9	48.6 ± 14.3	54.8 ± 16.8
	Superliga	45.1 ± 14.1	55.5 ± 11.9		
	Národní liga	47.6 ± 10.5	48.0 ± 20.7		
HVD (%)	Reprezentace	33.3 ± 22.2	46.9 ± 12	29 ± 18.7	33.6 ± 16.6
	Superliga	30.9 ± 19.3	32.2 ± 14.8		
	Národní liga	24.8 ± 14.6	27.3 ± 16.3		
UHZP (s)	Reprezentace	92.4 ± 1.6	91.6 ± 1.2	91.7 ± 3	92.4 ± 2.2
	Superliga	91.9 ± 3.1	92.4 ± 1.9		
	Národní liga	91.1 ± 3.4	92.9 ± 2.8		

SHP = Sledování hráčů v prostoru (% správných přihrávek vzhledem k celkovému množství příležitostí)

HVD = Hledání volných drah (počet využitých volných cest pro přihrávku z celkového množství volných cest)

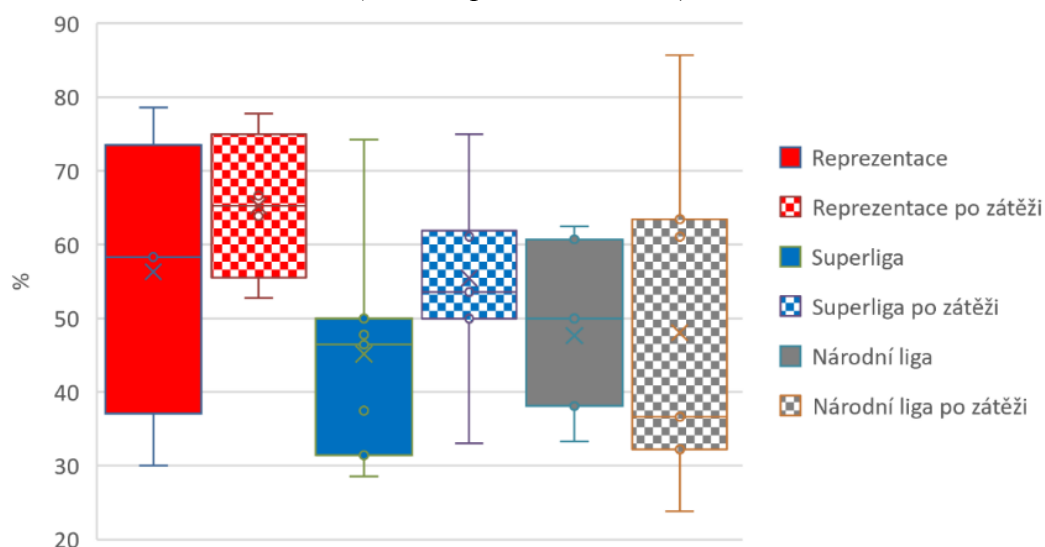
UHZP = Udržení hráčů v zorném poli (jakou dobu udržel hráč ve svém zorném poli ostatní hráče)

Při porovnání průměrů výsledků celé sledované skupiny u jednotlivých sledovaných proměnných před zatížením a po zatížení můžeme sledovat, že se po zatížení úroveň všech proměnných zlepšila. K nejmarkantnějšímu zlepšení po zatížení došlo u proměnné Sledování hráčů v prostoru (SHP), kde průměr vzrostl o 6 %. Naopak minimální rozdíl byl u sledované proměnné Udržení hráčů v zorném poli (UHZP), kde bylo zlepšení o méně než 1 %. Po zatížení došlo ke snížení směrodatných odchylek celé sledované skupiny oproti jejich hodnotám před zatížením u všech proměnných, což svědčí o tom, že se výkony hráčů po zatížení více sjednotily.

Průměrné hodnoty jednotlivých sledovaných proměnných před zatížením a po zatížení v rámci výkonnostních úrovní nám ukazují, že reprezentanti dosáhli nejlepších průměrných výkonů ve všech sledovaných proměnných před zatížením. Po zatížení byli reprezentanti průměrově nejlepší pouze u SHP a Hledání volných drah (HVD). Nejhorší výsledek si reprezentace připsala v UHZP po zatížení. Hráči Superligy vždy vykazali druhý nejlepší průměr sledovaných proměnných, až na SHP před zatížením, kde byl jejich průměrný výsledek nejhorší. Hráči Národní ligy byli nejhorší u 2 ze 3 proměnných jak před zatížením (HVD, UHZP), tak po zatížení (HVD, SHP). Nejlepšího výsledku dosáhli v UHZP před zatížením.

Ze směrodatných odchylek hodnot jednotlivých proměnných před a po zatížení v rámci výkonnostních úrovní můžeme vidět, že nejvyšších směrodatných odchylek v SHP i v HVD před zatížením dosáhli reprezentanti. Ale po zatížení měli reprezentanti směrodatné odchylky v těchto proměnných nejmenší.

Graf 1: Výsledky proměnné Sledování hráčů v prostoru ve cvičení SVOI (vlastní zpracování, 2022)



Graf 1 nám přehledně znázorňuje rozptyl výsledků proměnné SHP. Díky grafu můžeme mj. sledovat směrodatné odchylky, které ukazují největší výkonnostní rozptyly u hráčů Národní ligy po zatížení. Grafy k proměnným UHZP a HVD naleznete v přílohách 1 a 2 (viz. seznam příloh).

Tabulka 3: Výsledky dvouvýběrového párového t-testu na střední hodnotu u proměnných ve cvičení Sledování více objektů 1 (vlastní zpracování, 2022)

Proměnná	Stř. hodnota		t – Stat X t- krit	Hypotéza
	Před zatížením	Po zatížení		
SHP (%)	48.6	54.8	-1.4 < 2.1	Nevýznamné
HVD (%)	29	33.6	-1 < 2.1	Nevýznamné
UHZP (s)	91.7	92.4	-0.9 < 2.1	Nevýznamné

SHP = Sledování hráčů v prostoru

HVD = Hledání volných drah

UHZP = Udržení hráčů v zorném poli

Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu neprokázal ve cvičení Sledování více objektů 1 žádnou statisticky významnou změnu v hodnotách sledovaných proměnných po zatížení oproti hodnotám před zatížením.

2. Číselný multitasking (ČM)

Tabulka 4: Průměry a směrodatné odchylky proměnných ve cvičení Číselný multitasking (vlastní zpracování, 2022)

	Výkonnostní úroveň	Před zatížením	Po zatížení	Skupina před zatížením	Skupina po zatížení
SHP (%)	Reprezentace	71.6 ± 7.3	77.8 ± 9.9	65.2 ± 11.4	76.4 ± 9.2
	Superliga	66 ± 9.6	77.3 ± 10.4		
	Národní liga	60.6 ± 12.8	74.8 ± 7.1		
DOK (ms)	Reprezentace	1656.1 ± 383.8	1709.7 ± 120.6	1585 ± 321.8	1678.3 ± 228.3
	Superliga	1438 ± 300.3	1543.5 ± 212		
	Národní liga	1691.5 ± 236.7	1795.2 ± 220		
ROČ (ms)	Reprezentace	2799 ± 377.2	2673.9 ± 142.9	2672.8 ± 303.3	2670.7 ± 206.6
	Superliga	2481.6 ± 226.3	2566 ± 195		
	Národní liga	2792 ± 210.1	2773.7 ± 196.2		

SHP = Sledování hráčů v prostoru (% správných přihrávek vzhledem k celkovému množství příležitostí)

DOK = Doba pro odehrání kotouče (čas, za který je hráč schopný vyřešit danou situaci a odehrát kotouč)

ROČ = Rozpoznávací čas (jak dlouho hráči trvá rozpoznat a vyřešit danou situaci)

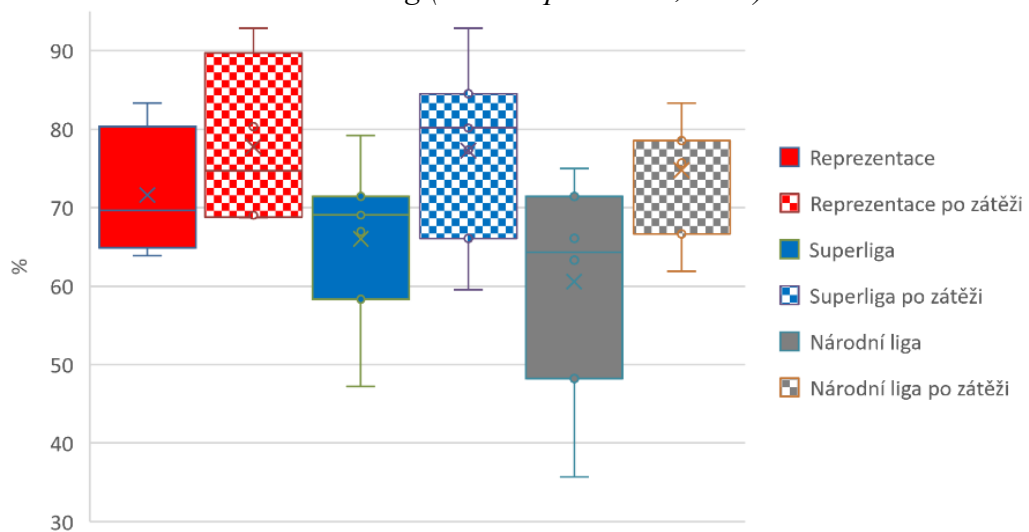
Při porovnání průměrů výsledků celé sledované skupiny u jednotlivých sledovaných proměnných před zatížením a po zatížení můžeme sledovat, že se po zatížení zlepšila úroveň 2 ze 3 proměnných. Nezlepšila se pouze Doba pro odehrání kotouče (DOK). To se dá vysvětlit tím, že si hráči při druhém pokusu dávali více záležet na dostatečném rozpoznání správného spoluhráče, kterému měli přihrávku adresovat. K nejmarkantnějšímu zlepšení po zatížení došlo u proměnné SHP. Tentokrát o více než 10 %. Naopak minimální rozdíl ve zlepšení byl u Rozpoznávacího času (ROČ), který se po zatížení průměrně zlepšil pouze o 2 ms. Po zatížení došlo ke snížení směrodatných odchylek výsledků celé sledované skupiny oproti jejich hodnotám před zatížením u všech proměnných, což svědčí o tom, že se výkony hráčů po zatížení více sjednotily.

Průměrné hodnoty jednotlivých sledovaných proměnných před zatížením a po zatížení v rámci výkonnostních úrovní nám ukazují, že hráči reprezentace měli nejlepší průměrné výsledky pouze ve SHP před a po zatížení. Navíc si připsali nejhorší výsledek ROČ před zatížením. V ostatních proměnných dominovali hráči Superligy, kteří měli nejlepší průměrné hodnoty u 2 ze 3 sledovaných proměnných před i po zatížení. Hráči Národní

ligy měli nejhorší průměrné výsledky u většiny sledovaných proměnných před i po zatížení.

Ze směrodatných odchylek hodnot jednotlivých proměnných před a po zatížení v rámci výkonnostních úrovní můžeme soudit, že se nejvíce lišily výkony reprezentantů. Ti měli největší směrodatné odchylky jak v DOK, tak také v ROČ. Nicméně pouze před zatížením. Po zatížení to bylo přesně naopak a směrodatné odchylky v DOK a ROČ měli reprezentanti nejmenší.

Graf 3: Výsledky proměnné Sledování hráčů v prostoru ve cvičení Číselný multitasking (vlastní zpracování, 2022)



Graf 2 nám přehledně ukazuje rozptyl výsledků proměnné SHP. Díky grafu můžeme mj. sledovat skutečnost, že hráči Národní ligy dokázali sjednotit své výkony po zatížení natolik, že měli nejmenší směrodatnou odchylku. Grafy k proměnným DOK a ROČ naleznete v přílohách 3 a 4 (viz. seznam příloh).

Tabulka 5: Výsledky dvouvýběrového párového t-testu na střední hodnotu u proměnných ve cvičení Číselný multitasking (vlastní zpracování, 2022)

Proměnná	Stř. hodnota		t – Stat X t- krit	Hypotéza
	Před zatížením	Po zatížení		
SHP (%)	65.2	76.4	-3 < 2.1	Nevýznamné
DOK (ms)	1585	1678	-1.7 < 2.1	Nevýznamné
ROČ (ms)	2672.8	2670.7	0.03 < 2.1	Nevýznamné

SHP = Sledování hráčů v prostoru

DOK = Doba pro odehrání kotouče

ROČ = Rozpoznávací čas

Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu neprokázal ve cvičení Číselný multitasking žádnou statisticky významnou změnu v hodnotách sledovaných proměnných po zatížení oproti hodnotám před zatížením.

3. Extra dovednosti – Hbitost (EHP)

Tabulka 6: Průměry a směrodatné odchylky proměnných ve cvičení Extra dovednosti – Hbitost (vlastní zpracování, 2022)

	Výkonnostní úroveň	Před zatížením	Po zatížení	Skupina před zatížením	Skupina po zatížení
ÚP (%)	Reprezentace	78.6 ± 17.3	89.9 ± 6.1	75.8 ± 14.0	84.2 ± 7.9
	Superliga	80.9 ± 5.7	84.2 ± 6.2		
	Národní liga	69.0 ± 14.8	81.1 ± 8.5		
PP (%)	Reprezentace	50.9 ± 24.1	47.9 ± 20.1	47.0 ± 18.5	48.9 ± 13.8
	Superliga	47.2 ± 10.5	47.5 ± 12.1		
	Národní liga	44.5 ± 20.7	50.9 ± 10.2		
RČ (ms)	Reprezentace	850.9 ± 144.5	793.8 ± 134.5	941.6 ± 170.1	853.9 ± 134.3
	Superliga	840.7 ± 112.1	781.1 ± 89.6		
	Národní liga	1094.3 ± 108	960.9 ± 95.7		

ÚP = Úspěšné přihrávky (počet správně odeslaných přihrávek z celkového počtu zpracovaných přihrávek)

PP = Přesnost přihrávky

RČ = Reakční čas (čas od podnětu do první reakce, případně čas od zobrazení signálu po první pohyb)

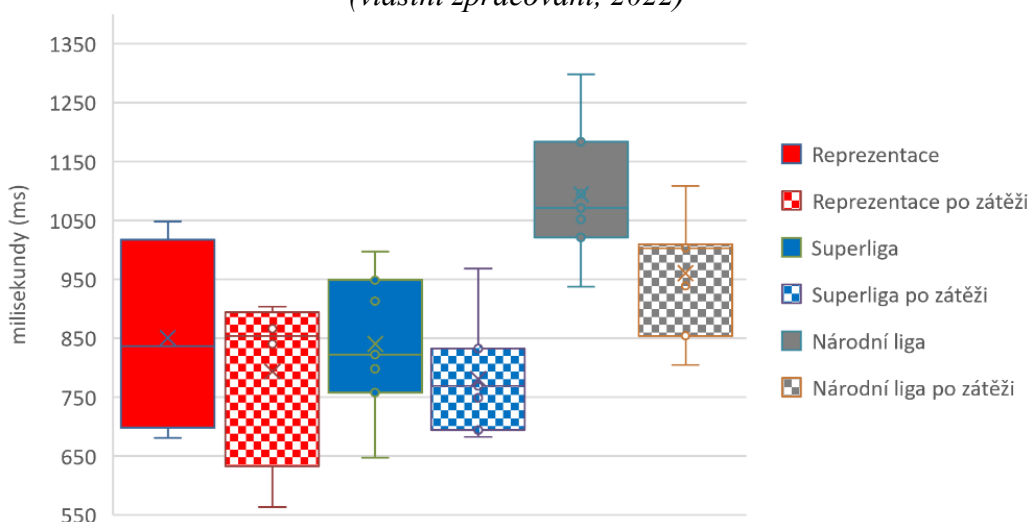
Při porovnání průměrů výsledků celé sledované skupiny u jednotlivých sledovaných proměnných před zatížením a po zatížení můžeme sledovat, že se po zatížení zlepšila úroveň všech sledovaných proměnných. Nejvýraznější zlepšení můžeme vidět u

Úspěšných přihrávek (ÚP) necelých 10 %. Naopak průměrné zlepšení Přesných přihrávek (PP) bylo pouze o necelá 2 %. Po zatížení došlo ke snížení směrodatných odchylek výsledků celé sledované skupiny oproti jejich hodnotám před zatížením u všech proměnných což svědčí o tom, že se výkony hráčů více sjednotily.

Průměrné hodnoty jednotlivých sledovaných proměnných před zatížením a po zatížení v rámci výkonnostních úrovní nám ukazují, že reprezentace byla nejlepší pouze v PP před zatížením a v ÚP po zatížení. Toto cvičení nejlépe zvládli hráči Superligy, kteří byli průměrově nejlepší ve 2 ze 3 sledovaných proměnných před zatížením (ÚP, Reakční čas – RČ) a v 1 proměnné po zatížení (Přesnost přihrávek – PP). Připsali si ale také 1 nejhorší výsledek, a to v proměnné PP po zatížení. Hráči Národní ligy byli ve všech sledovaných proměnných před zatížením nejhorší. Po zatížení byli nejhorší v RČ a ÚP, ale dokázali mít nejlepší výsledek PP.

Ze směrodatných odchylek hodnot jednotlivých proměnných před a po zatížení v rámci výkonnostních úrovní můžeme vidět, že po zatížení došlo k jejich snížení oproti hodnotám před zatížením u všech sledovaných proměnných pouze u reprezentantů a hráčů Národní ligy. Hráčům Superligy klesly směrodatné odchylky hodnot jednotlivých proměnných po zatížení pouze u RČ.

Graf 5: Výsledky proměnné Reakční čas ve cvičení Extra dovednosti – Hbitost (vlastní zpracování, 2022)



Graf 3 nám přehledně ukazuje rozptyl výsledků proměnné RČ. Díky grafu můžeme mj. sledovat skutečnost, že i když byli hráči Národní ligy v RČ nejhorší, tak po zatížení vykazali největší průměrné zlepšení v reakčním čase. Grafy k proměnným ÚP a PP naleznete v přílohách 5 a 6 (viz. seznam příloh).

Tabulka 7: Výsledky dvouvýběrového párového t-testu na střední hodnotu u proměnných ve cvičení Extra dovednosti - Hbitost (vlastní zpracování, 2022)

Proměnná	Stř. hodnota		t – Stat X t- krit	Hypotéza
	Před zatížením	Po zatížení		
ÚP (%)	75.8	84.2	-2.2 < 2.1	Nevýznamné
PP (%)	46.9	48.9	-0.4 < 2.1	Nevýznamné
RČ (ms)	941.6	853.8	2.4 > 2.1	Významné

ÚP = Úspěšné přihrávky

PP = Přesnost přihrávky

RČ = Reakční čas

Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu prokázal ve cvičení Extra dovednosti – Hbitost jednu statisticky významnou změnu v hodnotách sledovaných proměnných po zatížení oproti hodnotám před zatížením. Jedná se o změnu v reakčním čase.

4. Přihrávky 3 na 1 (P3n1)

Tabulka 8: Průměry a směrodatné odchylky proměnných ve cvičení Přihrávky 3 na 1 (vlastní zpracování, 2022)

	Výkonnostní úroveň	Před zatížením	Po zatížení	Skupina před zatížením	Skupina po zatížení
ÚP (%)	Reprezentace	55.8 ± 21.8	68.0 ± 13.2	52.1 ± 15.8	64.1 ± 13.2
	Superliga	49.3 ± 12.5	66.2 ± 15.1		
	Národní liga	52.8 ± 14.2	59.9 ± 9.4		
ZP (%)	Reprezentace	78.8 ± 18.8	97.4 ± 4.4	80.8 ± 14.3	92.6 ± 8.4
	Superliga	82.0 ± 11.5	92.9 ± 8.4		
	Národní liga	80.6 ± 13.6	89.5 ± 8.7		
DOK (ms)	Reprezentace	755.5 ± 82.9	762.2 ± 198.1	519.0 ± 332.4	553.8 ± 323.8
	Superliga	385.6 ± 305.6	391.6 ± 281.8		
	Národní liga	517.2 ± 370.1	596.8 ± 338.7		

ÚP = Úspěšné přihrávky (počet správně odeslaných přihrávek z celkového počtu zpracovaných přihrávek)

ZP = Zpracované přihrávky (počet přijatých přihrávek z celkového počtu přihrávek, které na hráče šly)

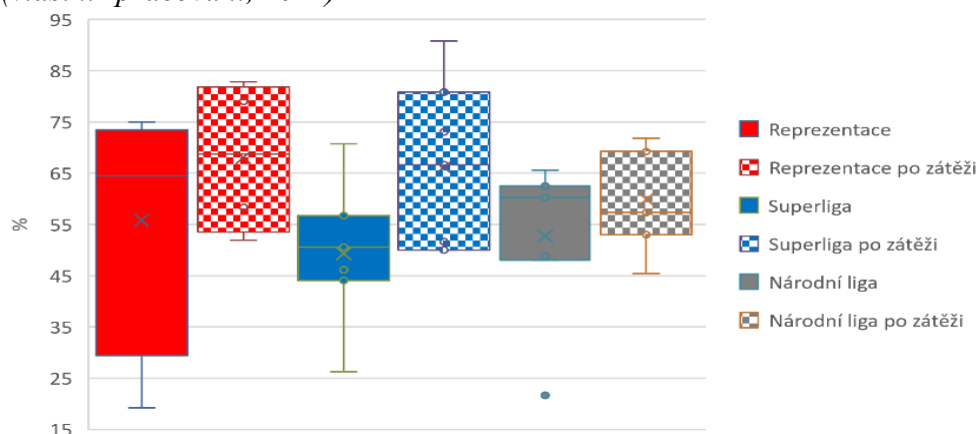
DOK = Doba pro odehrání kotouče (čas, za který je hráč schopný vyřešit danou situaci a odehrát kotouč)

Při porovnání průměrů výsledků celé sledované skupiny u jednotlivých sledovaných proměnných před zatížením a po zatížení můžeme sledovat, že se po zatížení zlepšila úroveň 2 ze 3 sledovaných proměnných. Zlepšení 12 % bylo u ÚP a u Zpracovaných přihrávek (ZP) zlepšení činilo necelých 12 %. DOK se po zatížení průměrově zhoršila. Po zatížení došlo ke snížení směrodatných odchylek výsledků celé sledované skupiny oproti jejich hodnotám před zatížením u všech proměnných, což svědčí o tom, že se výkony hráčů více sjednotily.

Průměrné hodnoty jednotlivých sledovaných proměnných před zatížením a po zatížení v rámci výkonnostních úrovní nám ukazují, že reprezentanti byli před zatížením nejlepší pouze v ÚP, ve zbylých proměnných zaznamenali nejhorší výsledek. Po zatížení si nejlepší výkon v ÚP sice udrželi, přidali k němu i nejlepší výkon v ZP, ale také zaznamenali další nejhorší výsledek, tentokrát v DOK. Hráči Superligy na tom byli o poznání lépe. Připsali si 2 nejlepší výsledky před zatížením (ZP a DOK) a nejlepší výsledek po zatížení v DOK. Nejhorší výsledky měli pouze před zatížením v ÚP. Hráči Národní ligy měli vždy druhý nejlepší průměrný výsledek u všech sledovaných proměnných před zatížením. Po zatížení byli nejhorší v ÚP a ZP.

Směrodatné odchylky hodnot jednotlivých proměnných po zatížení v rámci výkonnostních úrovní se oproti jejich hodnotám před zatížením nesnížily pouze u reprezentantů (DOK) a hráčů Superligy (ÚP).

Graf 4: Výsledky proměnné Úspěšné přihrávky ve cvičení Přihrávky 3 na 1 (vlastní zpracování, 2022)



Graf 4 nám přehledně ukazuje rozptyl výsledků proměnné ÚP. Díky grafu můžeme mj. sledovat skutečnost, že se po zatížení zvýšil rozptyl této proměnné pouze u hráčů Superligy. Hráči Národní ligy měli směřodatné odchylky po zatížení nejmenší. Grafy k proměnným ZP a DOK naleznete v přílohách 7 a 8 (viz. seznam příloh).

Tabulka 9: Výsledky dvouvýběrového párového t-testu na střední hodnotu u proměnných ve cvičení Příhrávky 3 na 1 (vlastní zpracování, 2022)

Proměnná	Stř. hodnota		t – Stat X t- krit	Hypotéza
	Před zatížením	Po zatížení		
ÚP (%)	52.1	64.1	-2.7 < 2.1	Nevýznamné
ZP (%)	80.8	92.6	-3.4 < 2.1	Nevýznamné
DOK (ms)	518.9	553.8	-0.4 < 2.1	Nevýznamné

ÚP = Úspěšné přihrávky

ZP = Zpracované přihrávky

DOK = Doba pro odehrání kotouče

Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu neprokázal ve cvičení Příhrávky 3 na 1 žádnou statisticky významnou změnu v hodnotách sledovaných proměnných po zatížení oproti hodnotám před zatížením.

5. Bago 4 na 2 (B4n2)

Tabulka 10: Průměry a směrodatné odchylky proměnných ve cvičení Bago 4 na 2 (vlastní zpracování, 2022)

	Výkonnostní úroveň	Před zatížením	Po zatížení	Skupina před zatížením	Skupina po zatížení
UHZP (s)	Reprezentace	77.5 ± 1.2	76.4 ± 5.9	78.1 ± 3.7	77.2 ± 4.3
	Superliga	79.2 ± 3.6	76.5 ± 3.4		
	Národní liga	77.1 ± 4.4	78.4 ± 3.8		
HVD (%)	Reprezentace	64.1 ± 5.7	64.3 ± 3.2	59.8 ± 9.2	62.3 ± 8.5
	Superliga	62.8 ± 7.1	61.6 ± 9.7		
	Národní liga	54.1 ± 9.7	61.9 ± 9.2		
DOK (ms)	Reprezentace	133.2 ± 82	129.3 ± 57.4	186.1 ± 135.9	179.6 ± 134.3
	Superliga	120.3 ± 35.7	116.1 ± 57.4		
	Národní liga	282.1 ± 165.1	271.3 ± 164.1		

UHZP = Udržení hráčů v zorném poli (jakou dobu udržel hráč ve svém zorném poli ostatní hráče)

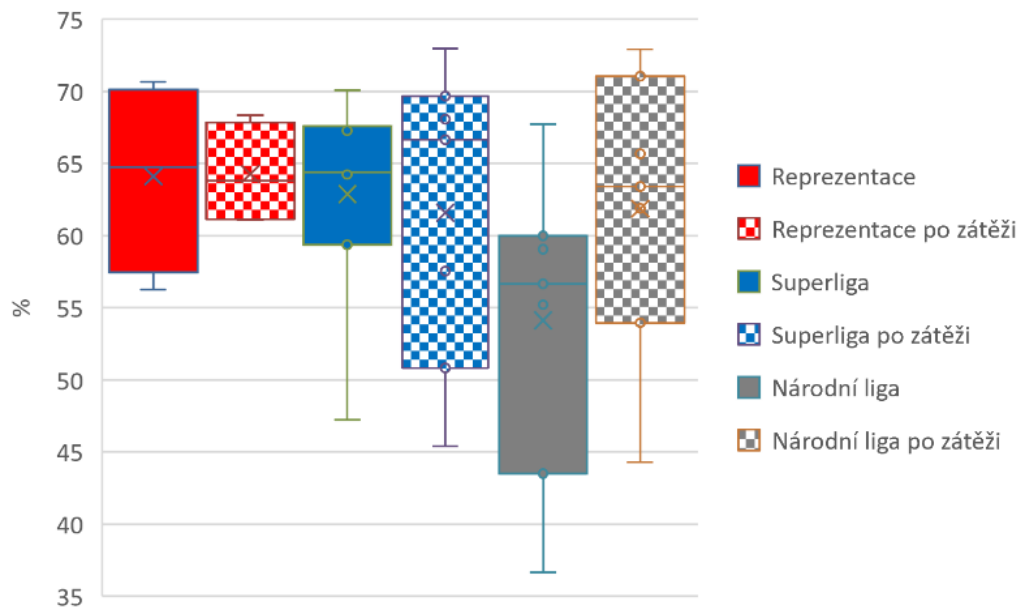
HVD = Hledání volných drah (počet využitých volných cest pro přihrávku z celkového množství volných cest)

DOK = Doba pro odehrání kotouče (čas, za který je hráč schopný vyřešit danou situaci a odehrát kotouč)

Při porovnání průměrů výsledků celé sledované skupiny u jednotlivých sledovaných proměnných před zatížením a po zatížení můžeme sledovat, že se po zatížení zlepšila úroveň všech sledovaných proměnných. Největší zlepšení bylo u HVD, činilo 2.5 %. Směrodatné odchylky hodnot výsledků celé sledované skupiny se po zatížení oproti jejich hodnotám před zatížením nesnížily pouze u proměnné UHZP.

Průměrné hodnoty jednotlivých sledovaných proměnných před zatížením a po zatížení v rámci výkonnostních úrovní nám ukazují, že reprezentanti byli nejlepší pouze v HVD před a po zatížení. Nejhorší byli v UHZP po zatížení. V tomto cvičení byli neúspěšnější hráči Superligy, kteří byli před zatížením nejlepší jak v UHZP, tak i v DOK. Po zatížení byli nejlepší pouze v DOK a připsali si 1 nejhorší výsledek v HVD po zatížení. Nejhorších výsledků dosáhli hráči Národní ligy, kteří měli nejhorší hodnoty před zatížením u všech 3 sledovaných proměnných. Po zatížení měli sice nejlepší hodnotu UHZP, ale také nejhorší DOK.

Graf 5: Výsledky proměnné Hledání volných drah ve cvičení Bago 4 na 2 (vlastní zpracování, 2022)



Graf 5 nám přehledně ukazuje rozptyl výsledků proměnné HVD. Díky grafu můžeme mj. sledovat skutečnost, že hráči reprezentace mají po zatížení ztelně menší směrodatné odchylky oproti ostatním výkonnostním kategoriím. Grafy k proměnným UHZP a DOK naleznete v přílohách 9 a 10 (viz. seznam příloh)

Tabulka 11: Výsledky dvouvýběrového párového t-testu na střední hodnotu u proměnných ve cvičení Bago 4 na 2 (vlastní zpracování, 2022)

Proměnná	Stř. hodnota		t – Stat X t- krit	Hypotéza
	Před zatížením	Po zatížení		
UHZP (s)	78	77.2	0.7 < 2.1	Nevýznamné
HVD (%)	59.7	62.3	-1 < 2.1	Nevýznamné
DOK (ms)	186.1	179.6	0.4 < 2.1	Nevýznamné

UHZP = Udržení hráčů v zorném poli

HVD = Hledání volných drah

DOK = Doba pro odehrání kotouče

Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu neprokázal ve cvičení Bago 4 na 2 žádnou statisticky významnou změnu v hodnotách sledovaných proměnných po zatížení oproti hodnotám před zatížením.

5.4 Výsledky rozdílů ve sledovaných proměnných

Tabulka 12: Průměry a směrodatné odchytky rozdílů proměnných před a po zatížení (vlastní zpracování, 2022)

Kognitivní	Reprezentace	Superliga	Národní liga	Celkem
ROČ – Rozpoznávací čas (ms)	-125.1 ± 252	84.4 ± 230.9	-18.4 ± 192.6	-2.1 ± 235.8
RČ – Reakční čas (ms)	-57.1 ± 102.92	-59.6 ± 164.79	-133.4 ± 140.6	-87.7 ± 148.1
DOK – Doba pro odehrání kotouče (ms)	18.8 ± 206.7	35.9 ± 204	57.5 ± 238	40.5 ± 218.9
SHP – Sledování hráčů v prostoru (%)	7.6 ± 13.2	10.8 ± 17.6	7.3 ± 18.7	8.7 ± 17.3
Herní	Reprezentace	Superliga	Národní liga	Celkem
PP – Přesnost přihrávky (%)	-3 ± 15.9	0.3 ± 11.3	6.4 ± 24.1	1.9 ± 18.6
ÚP – Úspěšné přihrávky (%)	11.7 ± 25.7	10.1 ± 12.1	9.6 ± 15.1	10.3 ± 17.1
ZP – Zpracované přihrávky (%)	17.8 ± 20.45	10.9 ± 5.7	8.9 ± 14.5	11.9 ± 20.5
UHZP – Udržení hráčů v zorném poli (s)	-0.9 ± 4.4	-1.1 ± 4.2	1.53 ± 3.5	-0.1 ± 4.4
HVD – Hledání volných drah (%)	6.9 ± 11.1	-0.01 ± 16.8	5.2 ± 15.1	3.5 ± 15.3

Co se týče změn u kognitivních proměnných, můžeme si všimnout, že ROČ reprezentace se po zatížení zkrátil v průměru o 125.1±252 ms, Národní ligy o 18.4±192.6 ms, ale hráčům Superligy se prodloužil v průměru o 84.4±230.9 ms. Průměr všech rozdílů v ROČ před a po zatížení ukazuje, že se ROČ po zatížení průměrně zkrátil o 2.1±235.8ms. Vidíme relativně vyrovnané zkrácení průměrné hodnoty RČ u hráčů reprezentace (57.1±102.92ms) a hráčů Superligy (59.6 ± 164.79ms), kde právě hráči Superligy vykazují mírně lepší zlepšení než reprezentanti. Hráči Národní ligy zaznamenali největší průměrný rozdíl ve zkrácení RČ (133.4 ± 140.6ms). Průměr všech výsledků hráčů ukazuje, že se RČ po zatížení průměrně zkrátil o -87.7±148.1 ms. První proměnnou, která

se po zatížení zhoršila je DOK. U reprezentantů bylo toto průměrné zhoršení nejmenší (18.8 ± 206.7 ms), větší zhoršení vykazovala skupina hráčů Superligy (35.9 ± 204 ms) a největší zhoršení zaznamenali hráči Národní ligy (57.5 ± 238 ms). Průměrné prodloužení DOK napříč všemi výkony činilo 40.5 ± 218.9 ms. Poslední sledovanou kognitivní proměnnou bylo SHP. V této proměnné vykazovali reprezentanti zlepšení o 7.6 ± 13.2 %, hráči Superligy se zlepšili o 10.8 ± 17.6 % a hráči Národní ligy zaznamenali zlepšení pouze o 7.3 ± 18.7 %. Celkově se SHP po zatížení průměrně zlepšilo o 8.7 ± 17.3 %.

První sledovanou herní proměnnou byla PP. Reprezentanti se po zatížení v průměru zhoršili o -3 ± 15.9 %, malé zlepšení po zatížení (0.3 ± 11.3 %) vykazovali hráči Superligy. Nejznamenatelnější zlepšení proběhlo u hráčů Národní ligy, kde se hráči průměrně zlepšili o 6.4 ± 24.1 %. Celkem pak průměrné zlepšení PP všech hráčů činilo 1.9 ± 18.6 %. Největšího zlepšení ÚP po zatížení dosáhli reprezentanti (11.7 ± 25.7 %), hráči Superligy se zlepšili o 10.1 ± 12.1 % a skoro desetiprocentní hranice dosáhli také hráči Národní ligy (9.6 ± 15.1 %). Celkové průměrné zlepšení ÚP po zatížení dosáhlo 10.3 ± 17.1 %. Zlepšení zaznamenaly všechny výkonnostní kategorie i u proměnné ZP. Reprezentanti dosáhli zlepšení 17.8 ± 20.45 %, hráči Superligy 10.9 ± 5.7 % a nejnižší míry zlepšení po zatížení dosáhli hráči Národní ligy (8.9 ± 14.5 %). ZP se tak po zatížení průměrně zlepšily o 11.9 ± 20.5 %. Druhou proměnnou, která se po zatížení průměrně zhoršila, je UHZP. Reprezentantům se doba UHZP po zatížení průměrně zkrátila o 0.9 ± 4.4 s, hráčům Superligy o 1.1 ± 4.2 s a hráči Národní ligy jsou výjimkou, jelikož jejich doba UHZP se prodloužila o 1.53 ± 3.5 s. Celkově se doba UHZP po zatížení hráčům zkrátila o 0.1 ± 4.4 s. Poslední sledovanou proměnnou je HVD. Reprezentanti se dokázali zlepšit v HVD po zatížení největší mírou ze všech výkonnostních kategorií (o 6.9 ± 11.1 %). Hráči Superligy se v HVD po zatížení průměrně zhoršili o 0.01 ± 16.8 % a hráči Národní ligy vykazovali zlepšení 5.2 ± 15.1 %. Z celkových výsledků můžeme konstatovat, že se HVD po zatížení průměrně zlepšilo o 3.5 ± 15.3 %.

Z výsledků průměrných hodnot změn sledovaných proměnných v rámci výkonnostních kategorií můžeme vysledovat, že k největším zlepšením dochází převážně u kategorie reprezentantů, kteří se nejznamenatelněji zlepšili v 5 z 9 sledovaných proměnných. Hráči Superligy zaznamenali největší zlepšení pouze v 1 z 9 proměnných a hráči Národní ligy se nejvíce zlepšili ve 2 z 9 sledovaných proměnných.

Tabulka 13: Výsledky dvouvýběrového párového t-testu na střední hodnotu jednotlivých proměnných (vlastní zpracování, 2022)

Kognitivní	Stř. hodnota		t – Stat X t- krit	Hypotéza
	Před zatížením	Po zatížení		
Rozpoznávací čas (ms)	2672.8	2670.7	0.04 < 2.1	Nevýznamné
Reakční čas (ms)	941.6	853.8	2.4 > 2.1	Významné
Doba pro odehrání kotouče (ms)	763.4	803.9	-1.3 < 2.1	Nevýznamné
Sledování hráčů v prostoru (%)	56.9	65.6	-2.9 < 2.1	Nevýznamné
Herní	Stř. hodnota		t – Stat X t- krit	Hypotéza
	Před zatížením	Po zatížení		
Přesnost přihrávky (%)	46.9	48.9	-0.4 < 2.1	Nevýznamné
Úspěšné přihrávky (%)	63.9	74.2	0.5 < 2.1	Nevýznamné
Zpracované přihrávky (%)	80.8	92.6	-3.4 < 2.1	Nevýznamné
Udržení hráčů v zorném poli (s)	84.7	84.8	0.06 < 2.1	Nevýznamné
Hledání volných drah (%)	44.4	47.9	-1.4 < 2.1	Nevýznamné

Tabulka 13 nám ukazuje, že ke statisticky významné změně v hodnotách sledovaných proměnných po zatížení oproti jejich hodnotám před zatížením došlo pouze v případě Reakčního času, kdy jeho střední hodnota před zatížením činila 941.6 ms a po zatížení 853.8 ms.

6 DISKUZE

Na základě výsledků zátěžových testů jsem hodnotil míru vyčerpání, do které se hráči dostali. Věřil jsem, že v této míře budou mezi hráči minimální rozdíly. Bohužel jsem se mýlil a například ze skupiny reprezentantů se do vysoké míry vyčerpání nedostal ani jeden hráč. Přisuzuji to mentalitě hráčů. Test do *vita maxima* si vyžaduje velkou míru odhodlání a motivace, která reprezentantům spíše chyběla. Je možné, že jako nejlepší testovaná výkonnostní úroveň neměli takovou touhu po podání maximálního výkonu jako hráči Národní ligy, kteří jakožto nejhorší testovaná výkonnostní skupina dosáhli dobré až vysoké míry vyčerpání díky vysoké motivaci, kterou jsem z nich při testování cítil. Při zhodnocování výsledků je tak proto třeba brát tyto okolnosti v potaz.

Průměrná úroveň sledovaných proměnných po zátěži se nezlepšila pouze u Doby pro odehrání kotouče ve cvičení Číselný multitasking a Příhrávky 3 na 1. Úroveň všech ostatních proměnných se po zatížení zlepšila, čímž se výsledky mé práce shodují s většinovým názorem, že zatížení má pozitivní efekt na kognitivní funkce a vyvrací tak výsledky studie McMorrisa a Graydona (1996).

To, že nedošlo ke zlepšení Doby pro odehrání kotouče ve cvičení Číselný multitasking, si vysvětluji tím, že si hráči při druhém testování (po zatížení) dali více záležet na správném vypočítání příkladu a rozpoznání příslušného hráče, což tuto dobu prodloužilo. Ukazatelem, který by mou úvahu mohl potvrdit, by mohly být hodnoty proměnné Rozpoznávací čas a Úspěšnost nebo Přesnost přihrávek. Bohužel z těchto proměnných byl v tomto cvičení sledován pouze Rozpoznávací čas a ten po zatížení klesl, což se s mou úvahou neshoduje. Prodloužení Doby pro odehrání kotouče ve cvičení Příhrávky 3 na 1 si vysvětluji větší koncentrací na správné zpracování a následné odehrání kotouče. V tomto případě je má úvaha podložena výsledky ostatních sledovaných proměnných v tomto cvičení, kdy Úspěšnost i Zpracování přihrávek po zatížení znatelně stouply.

Směrodatné odchylky po zátěži u všech sledovaných proměnných klesly. Můžeme z toho tak usuzovat, že se po zatížení výkony hráčů více sjednotí. Neklesly pouze u proměnné Sledování hráčů v prostoru ve cvičení Sledování více objektů 1 a u proměnné Udržení hráčů v zorném poli ve cvičení Bago 4 na 2. Zvýšení směrodatných odchylek po zátěži u Sledování hráčů v prostoru ve cvičení Sledování více objektů 1 bylo dáno velmi nízkou úspěšností v poměru správných přihrávek vzhledem k celkovému množství příležitostí.

Zvýšení směrodatné odchylky po zatížení u proměnné Udržení hráčů v zorném poli si vysvětlují různými přístupy, které hráči ke cvičení zvolili. Několik hráčů si přihrávalo pouze s jedním nebo s dvěma spoluhráči, čímž jim UHZZP klesala, zatímco ostatní se snažili zapojit všechny spoluhráče, čímž jim hodnota UHZZP stoupala.

Statistické vyhodnocení výsledků pomocí dvouvýběrového párového t-testu na střední hodnotu prokázalo statisticky významnou změnu po zatížení pouze u Reakčního času. Tento výsledek se shoduje s výsledky Kamija a kol. (2009), kteří také zaznamenali akutní zlepšení reakčního času po zatížení. V jejich případě šlo však o středně intenzivní aerobní cvičení, v čemž se naše práce odlišují. Nicméně i přes statistickou nevýznamnost bylo zlepšení v jednotkách až desítkách procent po zatížení např. u proměnných Úspěšné přihrávky, Zpracované přihrávky, Hledání volných drah atd.

Pokud opomineme statistické vyhodnocení, tak můžeme jasně říct, že k průměrnému zlepšení kognice a rozhodovacích procesů po zatížení došlo, čímž můžeme potvrdit i jednu z hypotéz Ploughmanna (2008), která říká, že k pozitivním účinkům na úroveň kognitivních a rozhodovacích procesů dojde díky zvýšenému prokrvení mozku, zvýšené saturaci mozku kyslíkem a angiogenezi v oblastech mozku.

Tabulka 14: Počet nejlepších a nejhorších proměnných v jednotlivých cvičeních podle výkonnostních kategorií (vlastní zpracování, 2022)

Cvičení	Reprezentace				Superliga				Národní liga			
	Před zatížením		Po zatížení		Před zatížením		Po zatížení		Před zatížením		Po zatížení	
	NL	NH	NL	NH	NL	NH	NL	NH	NL	NH	NL	NH
SVO1	3		2	1		1				2	1	2
ČM	1	1	1		2		2			2		3
EDH	1		1		2		1	1		3	1	2
P3n1	1	2	2	1	2	1	1					2
B4n2	1		1	1	2		1	1		3	1	1
Výsledky	+7	-3	+7	-3	+8	-2	+5	-2	0	-10	+3	-10
	8				9				-17			

SVO1 = Sledování více objektů 1

ČM = Číselný multitasking

EDH = Extra dovednosti – Hbitost

P3n1 = Přihrávky 3 na 1

B4n2 = Bago 4 na 2

NL = počet nejlepších proměnných ze 3 sledovaných

NH = počet nejhorších proměnných ze 3 sledovaných

V poslední řadě stojí za diskuzi také výsledky tabulky 14, které ukazují, že nejlepších výsledků dosáhli hráči Superligy, tedy hráči druhé nejvyšší testované výkonnostní úrovně. Naopak suverénně nejhorší byli hráči Národní ligy, tedy nejnižší testované výkonnostní kategorie, kteří nedosáhli ani jednoho nejlepšího výsledku v žádném z testů před zatížením a dosáhli většiny nejhorších výsledků jak před, tak i po zatížení. Můžeme polemizovat nad tím, zda se hráči Národní ligy (kvůli vysoké míře vyčerpání) dostali do negativního poměru intenzita cvičení: subjektivně pocíťovaná únava a tím pádem měli sníženou úroveň pozornosti (Ishihara a kol., 2018), která mohla mít vliv na jejich výkon ve cvičeních. V tuto chvíli je nutné zmínit, že hráči Superligy dosahovali v zátěžových testech nejlepších výsledků ze všech testovaných výkonnostních skupin. Tato skutečnost může naznačovat, že budou hráči Superligy v lepší tělesné kondici než hráči Národní ligy a míra subjektivního vyčerpání, která by mohla snížit jejich pozornost a mít tak vliv na jejich výkon, u nich nastává později.

7 ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývá problematikou vlivu zatížení na úroveň kognice při rozhodovacích procesech ve vybrané sportovní hře, konkrétně florbalu. K vyhodnocení bylo použito prostředí virtuální reality, která se může uplatnit i v tomto sportovním odvětví. Největší potenciál vidím právě v tréninku kognitivních funkcí.

Celkové výsledky nám ukázali, že se po zatížení nezlepšila pouze průměrná hodnota proměnné Doby pro odehrání kotouče. Na základě této skutečnosti hypotézu zamítám.

První vědeckou otázkou bylo, zda se budou lišit průměry jednotlivých sledovaných proměnných před a po zatížení. Co se týče kognitivních proměnných, po zatížení došlo ke zlepšení ve všech případech, kromě Doby pro odehrání kotouče. Nicméně dle statistického vyhodnocení můžeme mluvit o statisticky významném zlepšení pouze v případě reakčního času. Mezi herními proměnnými došlo po zatížení ke zlepšení ve všech sledovaných proměnných, nicméně statistické vyhodnocení hodnotí tyto změny jako nevýznamné.

Navazující otázkou bylo, zda se úroveň tohoto zlepšení bude lišit v rámci výkonnostních úrovní. Z výsledků kognitivních proměnných vyplývá, že se úroveň tohoto zlepšení v rámci výkonnostních úrovní znatelně liší pouze ve Sledování hráčů v prostoru – reprezentanti ($+7.6 \pm 13.2 \%$), hráči Superligy ($+10.8 \pm 17.6 \%$) a hráči Národní ligy ($+7.3 \pm 18.7 \%$). Z výsledků herních proměnných vyplývá, že se úroveň zlepšení v rámci výkonnostních úrovní znatelně liší v Přesnosti přihrávky - reprezentanti ($-3 \pm 15.9 \%$), hráči Národní ligy ($+6.4 \pm 24.1 \%$), hráči Superligy ($+0.3 \pm 11.3 \%$), ve Zpracovaných přihrávkách – reprezentanti ($+17.8 \pm 20.45 \%$), hráči Superligy ($+10.9 \pm 5.7 \%$), hráči Národní ligy ($+8.9 \pm 14.5 \%$), a Hledání volných drah – reprezentanti ($+6.9 \pm 11.1 \%$), hráči Superligy ($-0.01 \pm 16.8 \%$), a hráči Národní ligy ($+5.2 \pm 15.1 \%$).

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ABERNETHY, B. *Anticipation in sport: A review. Physical Education Review* 10, 1987. 5-16.
- ABERNETHY, B., WOOD, J., PARKS, S. Can the anticipatory skills of experts be learned by novices? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1999. 70(3), 313-318
- APPELBAUM, L., ERICKSON, G. Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques, *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 2018., 11:1, 160-189, DOI: 10.1080/1750984X.2016.1266376
- AUKSTAKALNIS, S., BLATNER, D. *Reálně o virtuální realitě: umění a věda virtuální reality*. Brno: Jota, 1994. ISBN 80-85617-41-2.
- BALKÓ, Š., HEIDLER, J., EDL, T. Virtual reality within the areas of sport and health. *Trends in Sport Sciences* [online]. 2018, 25(4), 175-180 [cit.2022-05-24]. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/330083119>
- BERNACIKOVÁ, M., KAPOUNKOVÁ, K., NOVOTNÝ, J. a kol. *Fyziologie sportovních disciplín: Florbal* [online]. Rok vydání neuveden, Brno: Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií, [cit. 2022-05-06] Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsp/ps10/fyziol/web/sport/hryflorbal.html>
- BRDIČKA, B. Učení s počítačem: *hypertextová učebnice - Virtuální realita* [online]. 1995, [cit. 2022-05-06] Dostupné z: <http://it.pedf.cuni.cz/~bohr/ucspoc/virtreal.htm>
- BRESSAN, E. S. *Motor learning: A sport science perspective*. Die Boord: South Africa: Winning Spirit Sport Education, 2000.
- Brainjogging* [online] 2022. [cit. 2022-05-06] Dostupné z: <http://www.brainjogging.cz>
- Brain Tree Training* [online]. 2022. [cit. 2022-05-06] Dostupné z: <http://www.braintreetraining.co.uk>
- CRAIG, M. a kol. 2006. Judging where a ball will go: the case of curved free kicks in football. *Naturwissenschaften* [online]. 93, 97-101 [cit. 2022-05-024]. Dostupné z: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00114-005-0071-0.pdf>
- DORREROVÁ, M. *Diagnostika paměťových funkcí pomocí programu Neurop 2*. Brno, 2011. Diplomová práce, Masarykova univerzita, Filozofická fakulta. Vedoucí diplomové práce Pavel Humpolíček.

DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. 4. vyd. Praha: Olympia, 2012. ISBN 978-80-7376-326-8

DRHLÍKOVÁ, L. *Diagnostika exekutivních funkcí pomocí programu Neurop 2 - normativní studie* [online]. Brno, 2008 [cit. 2022-05-26] Diplomová práce. Masarykova univerzita, Filozofická fakulta. Vedoucí práce Pavel Humpolíček. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/opwbp/>

DÜKING, P., HOLMBERG, H-CH., SPERLICH, B. The Potential Usefulness of Virtual Reality Systems for Athletes: A Short SWOT Analysis. *Frontiers in Physiology* [online]. 2018, 9(128), 1-4 [cit. 2022-05-24] Dostupné z: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2018.00128/full>

ERICKSON, G. *Sports vision: Vision care for the enhancement of sports performance*. St. Louis, MO: Butterworth Heineman Elsevier, 2007. EAN 9780323755436

FAUBERT, J. Professional athletes have extraordinary skills for rapidly learning complex and neutral dynamic visual scenes. *Scientific Reports*. 2013. 3(1). DOI: 10.1038/srep01154.

GAGE, F. H. Neurogenesis in the adult brain. *Journal of Neuroscience*, 2002. 22(3), 612-613. DOI: 10.1523/JNEUROSCI

GENTILE, A. M. The structure of motor tasks. *Movement*, 1979. 7, 11-28.

Heizenrader [online] 2022. [cit. 2022-05-24] Dostupné z: <https://heizenrader.com/the-3-types-of-virtual-reality/>

HOFFMANNOVÁ, B. *Neurovizuální trénink sportovců*. Praha, 2020. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, 2. lékařská fakulta. Vedoucí práce Viktor Veselý.

HOLLVILLE, E., LeCROLLER, V., HIRASAWA, Y., HUSSON, R., RABITA, G., BROCHERIE, F. Effect of Prior Fatiguing Sport-Specific Exercise on Field Hockey Passing Ability, *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2018. 13(10), 1324-1330 DOI: 10.1123/ijsp.2017-0686

HŮLKA, K., BĚLKA, J. a WEISSER, R. *Analýza herního zatížení v invazivních sportovních hrách*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-4325-6.

- CHALUPA, B., BROŽOVÁ, V. *Studie z kognitivní psychologie*. Vyd. 1. Brno: Littera, 2011. 199 s. ISBN 978-80-85763-65-2
- ISHIHARA, T., KOBAYASHI, T., KURODA, Y., MIZUNO, M. Relationship between attention shifting and tennis performance during singles matches. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2018. 58. DOI: 10.23736/S0022-4707.18.08161-6.
- KAMIJO, K., HAYASHI, Y., SAKAI, T., a kol. Acute effects of aerobic exercise on cognitive function in older adults. *The journals of gerontology. Series B, Psychological sciences and social sciences*, 64(3), 356–363. DOI: 10.1093/geronb/gbp030
- KLUCKÁ, J., VOLFOVÁ, P. *Kognitivní trénink v praxi*. Praha: Grada, 2009. Psyché ISBN 978-80-247-2608-3.
- KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-657-1.
- KUČERA, M., DYLEVSKÝ, I. *Sportovní medicína*. Praha: Grada, 1999. ISBN 80-7169-725-7
- KULPA, R. a kol. Virtual Reality & Sport. In COLLOUD, F. a kol. (ed.). *Applied Program – Virtual Reality & Sport. 33rd International Conference on Biomechanics in Sports konané 29. června-3. července 2015 v Poitiers, Francie*. Ed. F. Colloud a kol. Rennes: University Rennes2, 2015, s. 1411-1414.
- KUPKA, M. *Využití virtuální reality ve sportovní přípravě*. Brno, 2020. Magisterská práce. Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií. Vedoucí práce Jan Cacek.
- LEE, T.D., SWINNEN, S., SERRIEN, D. *Cognitive effort and motor learning*. *Quest*, 1994, roč. 46, č. 3, s. 328-344. ISSN: 1543-2750
- LENHERT, M. a kol. *Kondiční trénink* [online]. 2014 [cit. 2022-05-06] Dostupné z: <https://publi.cz/books/149/Cover.html>.
- LEPPÄNEN, M. a kol. Overuse injuries in youth basketball and floorball. *Open access journal of sports medicine*, 2015. 6: 173.
- LIPPERTOVÁ-GRIINEROVÁ, M. *Neurorehabilitace*. Praha: Galén, c2005. ISBN 80-7262-317-6.
- LOWOOD, E.H. *Virtual Reality* [online]. 1998 [cit. 2022-05-24] Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/virtual-reality/Education-and-training>

- Lumosity [online] 2022. [cit. 2022-05-06] Dostupné z: <https://www.lumosity.com>
- MÁČEK, M., RADVANSKÝ, J. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-7262-695-3
- MALIA, K., BRANNAGAN A. *Jak provádět trénink kognitivních funkcí: praktická příručka pro každého*. (1. vyd.) Praha: Cerebrum - Sdružení osob po poranění mozku a jejich rodin, 2010.
- MANN, T.Y. a kol., Perceptual-Cognitive Expertise in Sport: A MetaAnalysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2007. 29(4), 457-478. DOI: 10.1123/jsep.29.4.457.
- McMORRIS, T., GRAYDON, J. The effect of exercise on the decision-making performance of experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1996. 67(1), 109-114.
- McMORRIS, T., BEAZELEY, A. Performance of experienced and inexperienced soccer players on soccer specific tests of recall, visual search and decisionmaking. *Journal of Human Movement Studies*, 1997. 33, 1-13
- McPHERSON, S. L. Expert-novice differences in performance skills and problem representations of youth and adults during tennis competition. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1999. 70(3), 233-251, DOI: 10.1080/02701367.1999.10608043
- MOEN, F. a kol., The effects of perceptual-cognitive training with Neurotracker on executive brain functions among elite athletes. *Cogent Psychology* 2018. 5(1). DOI: 10.1080/23311908.2018.1544105.
- My happy neuron* [online]. 2022. [cit. 2022-05-06] Dostupné z: <http://www.happy-neuron.com>
- NEKOKSOVÁ, E., *Informační technologie a generace 50*. Zlín, 2010. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta humanitních studií, Vedoucí práce Stanislav Balík. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10563/13646>
- NEUMANN, L., D. a kol. A systematic review of the application of interactive virtual reality to sport. *Springer*, 2017, s. 183-129. DOI: 10.1007/s10055-017-0320-5
- PLHÁKOVÁ, A. *Učebnice obecné psychologie*. Praha: Academia, 2004. ISBN 80-200-1387-3.

- PLOUGHMAN, M. Exercise is brain food: the effects of physical activity on cognitive function. *Developmental neurorehabilitation*, 2008;11(3):236–40, DOI: 10.1080/17518420801997007
- POKORNÝ, J., RILJAK, V. *Energetická přeměna u člověka během fyzické zátěže*, fyziologie.lfl.cuni.cz [online]. Rok vydání neuveden [cit. 2022-05-06] Dostupné z: https://fyziologie.lfl.cuni.cz/Data/files/fyziologie/energ_premena.doc
- PREISS, M., KŘIVOHLAVÝ, J. *Trénování paměti a poznávacích schopností*. Praha: Grada. 2009. Psychologie pro každého. ISBN 978-80-247-2738-7.
- ROMEAS, T., GULDNER, A., FAUBERT, J. 3D-Multiple Object Tracking training task improves passing decision-making accuracy in soccer players. *Psychology of Sport and Exercise* 2016. 22, 1-9. DOI: 10.1016/j.psychsport.2015.06.002.
- RUSSELL, M., BENTON, D., KINGSLEY, M. The effects of fatigue on soccer skills performed during a soccer match simulation. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2011. 6(2):221-233. DOI:10.1123/ijsp.6.2.221
- SCHNEIDER, W., BJORKLUND, D., MAIER-BRUCKNER, W. The effects of expertise and IQ on children's memory: when knowledge is, and when it is not enough. *International Journal of Behavioral Development*, 1996. 19(4), 773-796, DOI: 10.1177/016502549601900406
- SCHWANZEROVÁ, R. *Diagnostika pozornosti neuropsychologickým programem Neurop-2*. 2009. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Filozofická fakulta, Vedoucí práce Pavel Humpolíček. Dostupné z <https://is.muni.cz/th/109814/>
- SLEPIČKA, P., HOŠEK, V., HÁTLOVÁ, B. *Psychologie sportu*. Vyd. 2. Praha: Karolinum, 2009. ISBN 978-80-246-1602-5.
- SOBOTA, B. *Počítačová grafika a jazyk C*. České Budějovice: KOPP, 1995. 272 s. ISBN 80-85828-52-9
- STUDENSKI, S. a kol. From bedside to bench: does mental and physical activity promote cognitive vitality in late life? *Sci Aging Knowledge Environ*, 2006. DOI: 10.1126/sageke.2006.10.pe21.
- THOMAS, J., FRENCH, K., HUMPHRIES, C. Knowledge development and sport performance: Directions for motor behavior research. *J. Sport. Psych.*, 1986. 256-272. DOI: 10.1123/JSP.8.4.259

TOMEČKOVÁ, V. *Hodnocení počítačového kognitivního programu CogniPlus se zaměřením na selektivní pozornost u osob s poškozením mozku*. Brno, 2017. Diplomová práce, Masarykova univerzita, Filozofická fakulta, Vedoucí práce Pavel Hupolíček.

VAŘEKOVÁ, J., DAŘOVÁ, K. *Pohybová aktivita a kognitivní funkce*. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*. 2014. 23. 210 - 215.

Vienna test systém [online] 2022. [cit. 2022-05-06] Dostupné z: <https://cz.asystems.as/sluzby-produkty/vienna-test-system-sport>

WILLIAMS, A. M., DAVIDS, K. Eye movements and visual perception in sport. *Coaching Focus*, 1994. 26, 6-9.

WILLIAMS, A. M., DAVIDS, K. Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1998. 69(2), 111-128. DOI: 10.1080/02701367.1998.10607677

WILLIAMS, A. M., DAVIDS, K., WILLIAMS, J. G. *Visual Perception and Action in Sport*. New York: Routledge, 1999, ISBN 0-203-97995-8

WILLIAMS, M. Perceptual and cognitive expertise in sport. *The Psychologist*, 2002. 15(8), 416-417

ZAHRADNÍK, D., KORVAS, P. *Základy sportovního tréninku*. Vyd. 1. [online] Brno: Masarykova univerzita, 2012 [cit. 2022-05-06] ISBN 978-80-210-5894-1 Dostupné z: <https://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-5/Cover.html>

ŽÁRA, J., BENEŠ, B., SOCHOR, J., FELKEL, P. *Moderní počítačová grafika*. Praha: Computer press, 1998. 448 s. ISBN 80-7226-049-9

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Výsledky zátěžového testu do vita maxima (vlastní zpracování, 2022)	39
Tabulka 2 - Průměry a směrodatné odchylky proměnných ve cvičení SVO 1 (vlastní zpracování, 2022)	40
Tabulka 3 - Výsledky dvouvýběrového párového t-testu na střední hodnotu u proměnných ve cvičení Sledování více objektů 1 (vlastní zpracování, 2022)	41
Tabulka 4 - Průměry a směrodatné odchylky proměnných ve cvičení Číselný multitasking (vlastní zpracování, 2022)	42
Tabulka 5 - Výsledky dvouvýběrového párového t-testu na střední hodnotu u proměnných ve cvičení Číselný multitasking (vlastní zpracování, 2022)	44
Tabulka 6 - Průměry a směrodatné odchylky proměnných ve cvičení Extra dovednosti – Hbitost (vlastní zpracování, 2022)	44
Tabulka 7 - Výsledky dvouvýběrového párového t-testu na střední hodnotu u proměnných ve cvičení Extra dovednosti - Hbitost (vlastní zpracování, 2022)	46
Tabulka 8 - Průměry a směrodatné odchylky proměnných ve cvičení Přihrávky 3 na 1 (vlastní zpracování, 2022)	46
Tabulka 9 - Výsledky dvouvýběrového párového t-testu na střední hodnotu u proměnných ve cvičení Přihrávky 3 na 1 (vlastní zpracování, 2022)	48
Tabulka 10 – Průměry a směrodatné odchylky proměnných ve cvičení Bago 4 na 2 (vlastní zpracování, 2022)	48
Tabulka 11 - Výsledky dvouvýběrového párového t-testu na střední hodnotu u proměnných ve cvičení Bago 4 na 2 (vlastní zpracování, 2022)	50
Tabulka 12 - Průměry a směrodatné odchylky rozdílů proměnných před a po zatížení (vlastní zpracování, 2022)	51
Tabulka 13 - Výsledky dvouvýběrového párového t-testu na střední hodnotu jednotlivých proměnných (vlastní zpracování, 2022)	53
Tabulka 14 - Počet nejlepších a nejhorších proměnných v jednotlivých cvičeních podle výkonnostních kategorií (vlastní zpracování, 2022)	55

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 – Výsledky proměnné Sledování hráčů v prostoru ve cvičení SVO1 (vlastní zpracování, 2022)	41
Graf 2 – Výsledky proměnné Sledování hráčů v prostoru ve cvičení Číselný multitasking (vlastní zpracování, 2022)	43
Graf 3 – Výsledky proměnné Reakční čas ve cvičení Extra dovednosti - Hbitost (vlastní zpracování, 2022)	45
Graf 4 – Výsledky proměnné Úspěšné přihrávky ve cvičení Přihrávky 3 na 1 (vlastní zpracování, 2022)	47
Graf 5 – Výsledky proměnné Hledání volných drah ve cvičení Bago 4 na 2 (vlastní zpracování, 2022)	49

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Udržení hráčů v zorném poli ve cvičení SVO1 (vlastní zpracování, 2022)

Příloha 2 – Hledání volných drah ve cvičení SVO1 (vlastní zpracování, 2022)

Příloha 3 – Doba pro odehrání kotouče ve cvičení Číselný multitasking (vlastní zpracování, 2022)

Příloha 4 – Rozpoznávací čas ve cvičení Číselný multitasking (vlastní zpracování, 2022)

Příloha 5 – Úspěšné přihrávky ve cvičení Extra dovednosti – Hbitost (vlastní zpracování, 2022)

Příloha 6 – Přesnost přihrávky ve cvičení Extra dovednosti - Hbitost (vlastní zpracování, 2022)

Příloha 7 – Zpracované přihrávky ve cvičení Přihrávky 3 na 1 (vlastní zpracování, 2022)

Příloha 8 – Doba pro odehrání kotouče ve cvičení Přihrávky 3 na 1 (vlastní zpracování, 2022)

Příloha 9 – Udržení hráčů v zorném poli ve cvičení Bago 4 na 2 (vlastní zpracování, 2022)

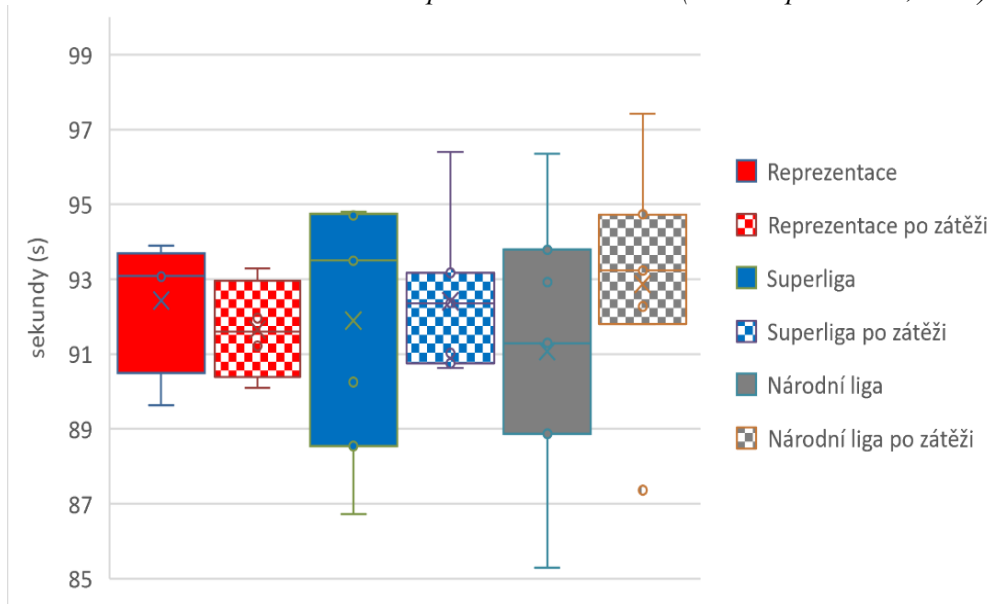
Příloha 10 – Doba pro odehrání kotouče ve cvičení Bago 4 na 2 (vlastní zpracování, 2022)

Příloha 11 – žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

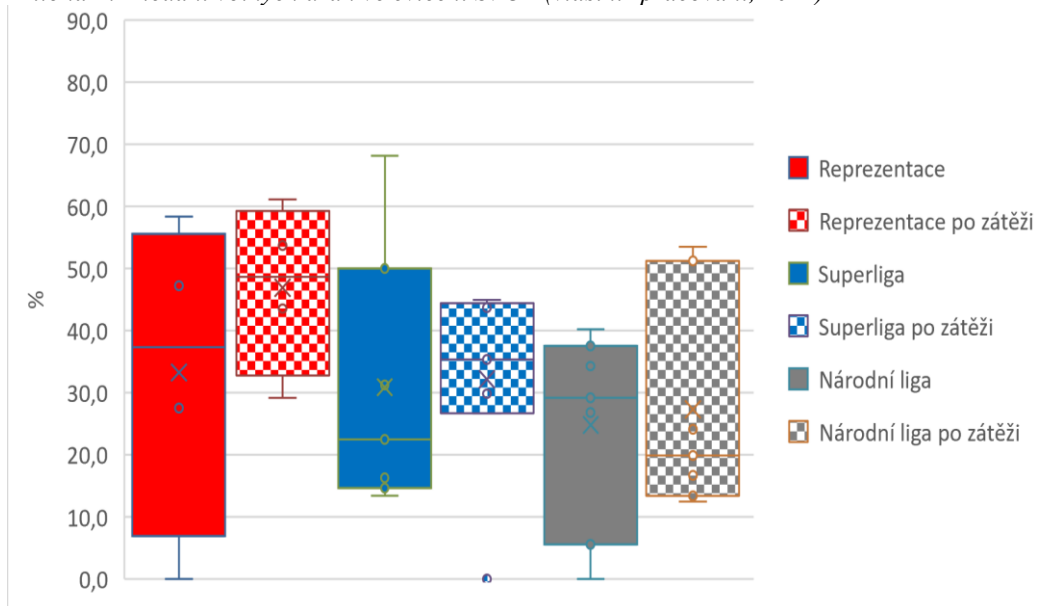
Příloha 12 – Informovaný souhlas

PŘÍLOHY

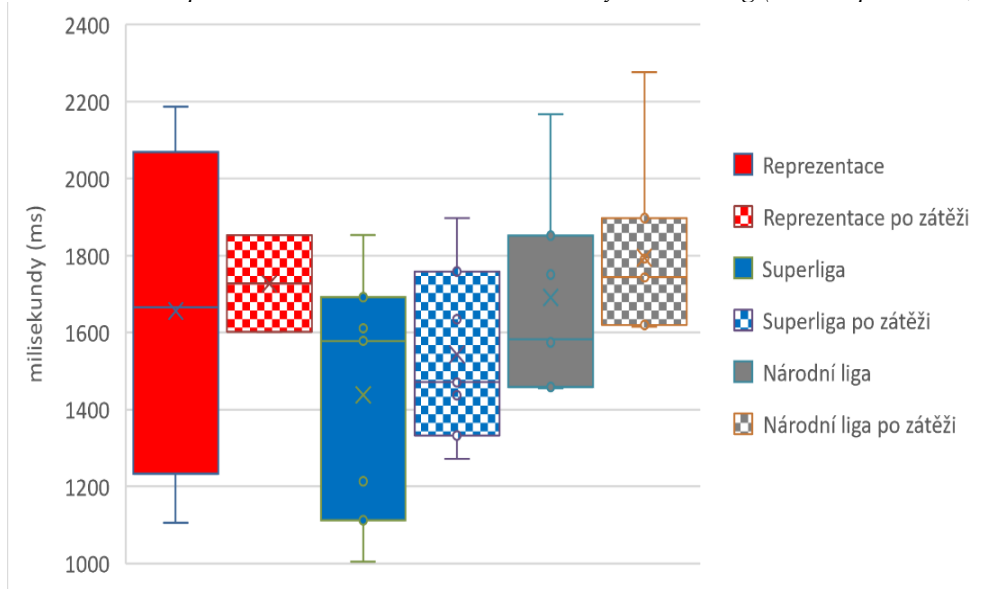
Příloha 1: Udržení hráčů v zorném poli ve cvičení SVO1 (vlastní zpracování, 2022)



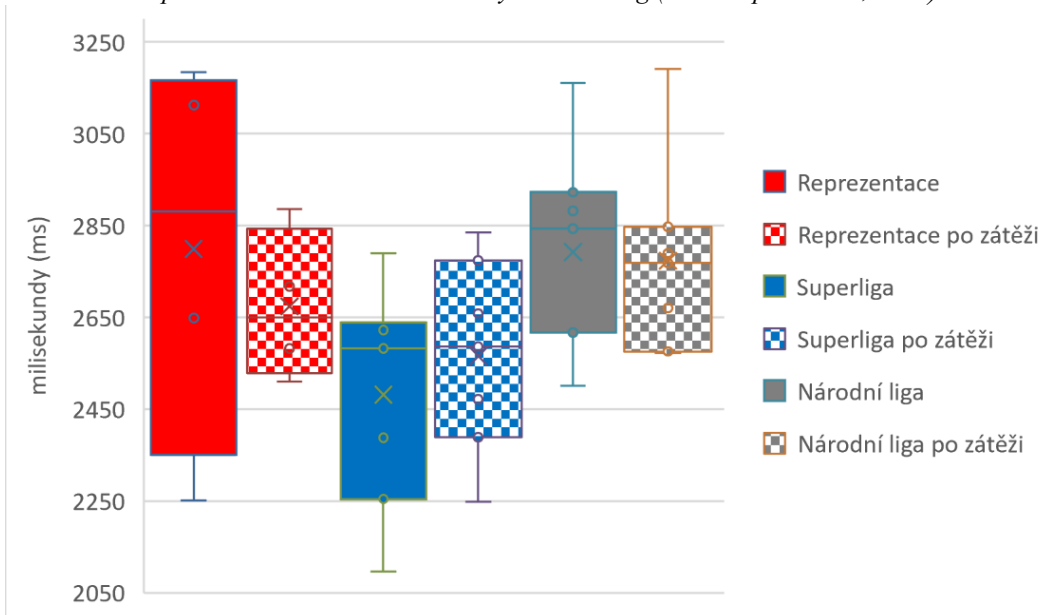
Příloha 2: Hledání volných drah ve cvičení SVO1 (vlastní zpracování, 2022)



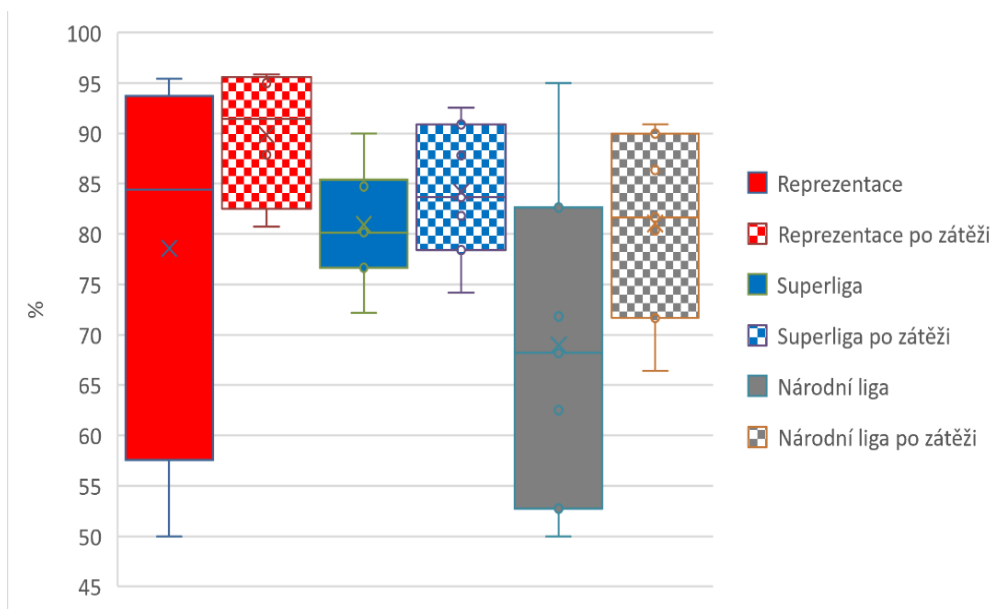
Příloha 3: Doba pro odehrání kotouče ve cvičení Číselný multitasking (vlastní zpracování, 2022)



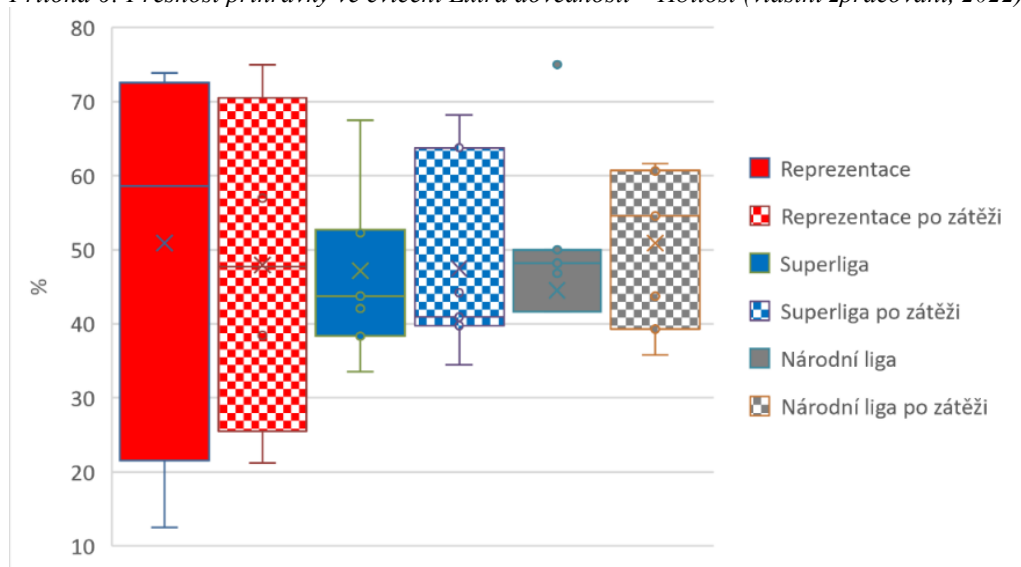
Příloha 4: Rozpoznávací čas ve cvičení Číselný multitasking (vlastní zpracování, 2022)



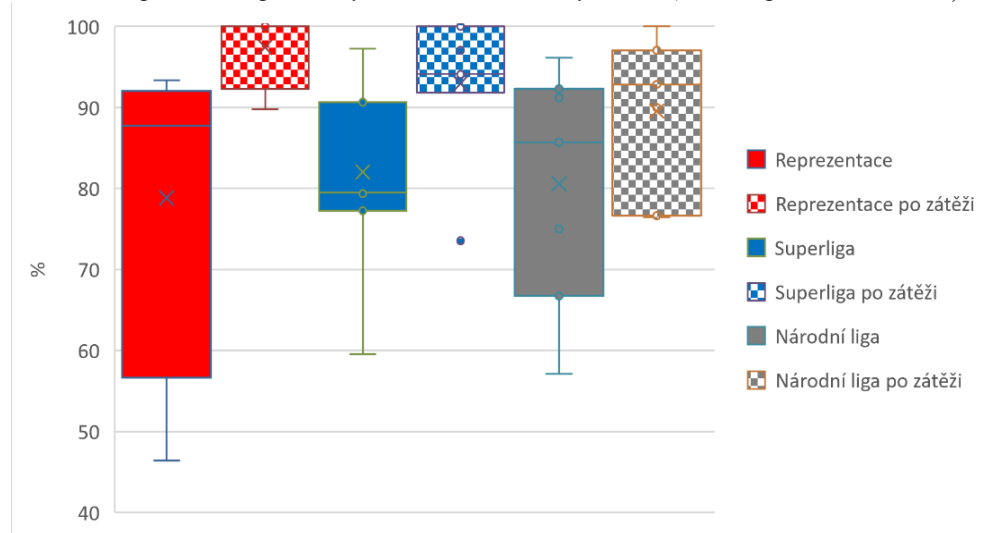
Příloha 5: Úspěšné přihrávky ve cvičení Extra dovednosti - Hbitost (vlastní zpracování, 2022)



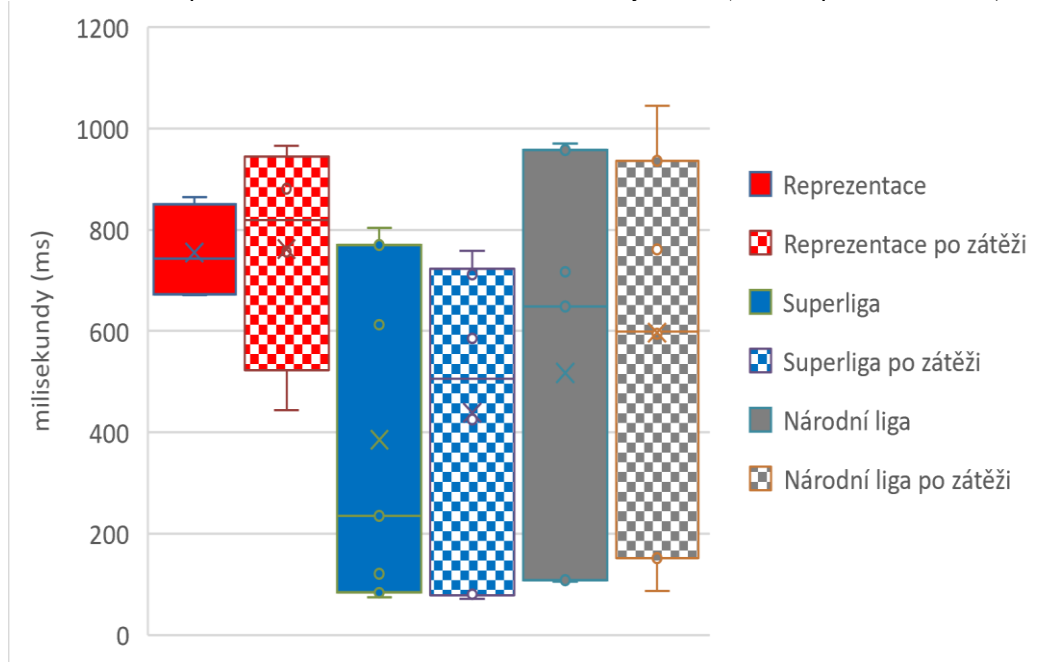
Příloha 6: Přesnost přihrávky ve cvičení Extra dovednosti – Hbitost (vlastní zpracování, 2022)



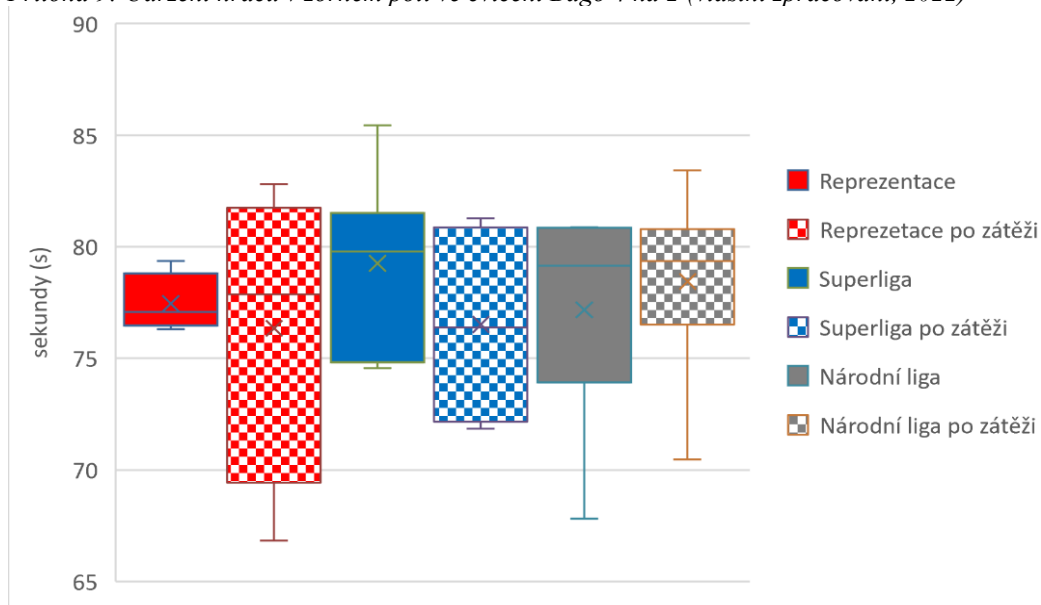
Příloha 7: Zpracované přihrávky ve cvičení Přihrávky 3 na 1 (vlastní zpracování, 2022)



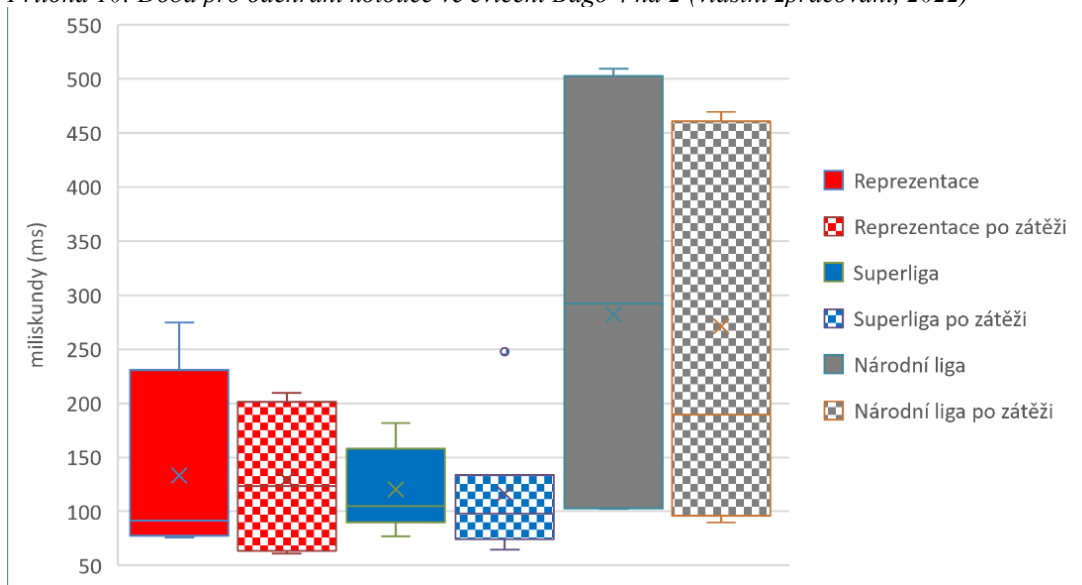
Příloha 8: Doba pro odehrání kotouče ve cvičení Přihrávky 3 na 1 (vlastní zpracování, 2022)



Příloha 9: Udržení hráčů v zorném poli ve cvičení Bago 4 na 2 (vlastní zpracování, 2022)



Příloha 10: Doba pro odehrání kotouče ve cvičení Bago 4 na 2 (vlastní zpracování, 2022)



UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Vliv zatížení na úroveň kognice při rozhodovacích procesech ve vybrané sportovní hře

Forma projektu: výzkumná práce - bakalářská práce

Období realizace: leden 2022 – březen 2022

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Předkladatel: Vojtěch Soukup

Hlavní řešitel: Vojtěch Soukup

Místo výzkumu (pracoviště): UK FTVS (laboratoř virtuální reality, biomedicínská laboratoř)

Vedoucí práce: doc. PaedDr. Tomáš Perič, Ph.D., Katedra pedagogiky, psychologie a didaktiky TV a sportu

Popis projektu: Projekt se uskuteční nejdříve v laboratoři virtuální reality, kde hráči podstoupí test v diagnostickém programu ve virtuální realitě, poté se přesunou do Biomedicínské laboratoři, kde podstoupí antropometrická měření a spiroergometrii, resp. zátěžový test na bicyklovém ergometru stupňovaný do „vita maxima“ během čehož jim bude v rámci testování odebrán vzorek kapilární krve ke stanovení pozátěžové hladiny laktátu, poté se přesunou znovu do Laboratoře virtuální reality k poslednímu otestování. Hlavním cílem projektu bude zjistit, jaký vliv má fyzická zátěž na rozhodovací procesy během hry. Data budou získávána softwarem a nebudou získávány žádné citlivé informace.

Charakteristika účastníků výzkumu: Tohoto projektu se zúčastní dospělí muži ve věku 19-26 let. Konkrétní výběr hráčů provádí hlavní řešitel práce. Do sledovaného souboru budou zařazeni jedinci tří výkonnostních kategorií – hráči Českého národního týmu (7 hráčů), hráči české Superligy (7 hráčů) a hráči české Národní ligy (7 hráčů), celkově tedy 21 hráčů. Všichni účastníci mají platnou zdravotní prohlídku od sportovního lékaře potvrzující schopnost zvýšené fyzické aktivity. Do projektu nemůže být zařazen hráč, který bude mít zranění, akutní zejména infekční onemocnění nebo hráč s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu ani s kardiovaskulárním onemocněním či v úrazu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu. Nejprve zašlu oslovující email hlavním trenérům týmů, ze kterých budu hráče vybírat (viz níže Pozvání k účasti organizací). Po jejich svolení k oslovení hráčů k testování v rámci výzkumu dále kontaktuji hráče osobně přes zprávy, domluví s nimi termín a seznámím je s konkrétní náplní testování.

Zajištění bezpečnosti: Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Účast ve studii je dobrovolná. V rámci testování v Biomedicínské laboratoři UK FTVS budou použity neinvazivní metody – antropometrická měření a spiroergometrie, resp. zátěžový test na bicyklovém ergometru stupňovaný do „vita maxima“ pod dohledem kvalifikovaného laboranta Mgr. Tomáše Miky a hlavního řešitele za přítomnosti zdravotnického personálu laboratoře. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem. Invazivně bude v rámci testování odebrán vzorek kapilární krve ke stanovení pozátěžové hladiny laktátu, odběr krve provede kvalifikovaný zdravotnický pracovník laboratoře BML UK FTVS. Všechny odběry budou prováděny standardním postupem pro odběr biologického materiálu. Samotné testování ve virtuální realitě bude prováděno neinvazivní metodou a pod mým osobním dozorem.

Etické aspekty výzkumu: Účastníci nebudou z vulnerabilních skupin.

Potenciální střet zájmů: Výzkum není prováděn pro žádnou instituci či organizaci. Nejsem v pracovně právním (ani rodinném) vztahu k žádnému účastníkovi výzkumu. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ovlivnit objektivitu výzkumu. Nemám soukromý zájem na výsledku výzkumu a ani výzkum nevede k osobnímu prospěchu. Vedoucí mé bakalářské práce bude dohlížet nad korektností a nestranností posuzování výsledků výzkumu mou osobou. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ohrozit integritu a důvěryhodnost výzkumu.

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: jména, pohlaví a věk respondentů, dále data získaná výše uvedenými metodami - které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel. Názvy jejich klubů nebudou v publikovaných pracích uváděny. V rámci výzkumu nebudu pracovat se jmény. Po získání potřebných dat jména nahradím čísly, pod kterými budu výsledky hráčů dále evidovat a zpracovávat. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v bakalářské práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána.

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešeslavín

Pořizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, videozáznam ani audiozáznam.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Text informovaného souhlasu (IS): přiložen

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 24.1.2022

Podpis předkladatele:

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

Členové: prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 190/2021

dne: 24.1.2022

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise UK FTVS.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
razítko UK FTVS Josefa Martího 31, 162 52, Praha 6

- 20 -

podpis předsedkyně EK UK FTVS

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

INFORMOVANÝ SOUHLAS k žádosti č.: 290/2021

Vážený pane,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci bakalářské práce s názvem *Vliv zatížení na úroveň kognice při rozhodovacích procesech ve vybrané sportovní hře* prováděné na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy, Josef Martího 269/31, 162 52 - Praha 6 – Vešelavín, Česká republika v laboratoři virtuální reality a biomedicínské laboratoři.

Projekt bude probíhat v období: leden 2022 – březen 2022

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Cílem výzkumného projektu je zjistit míru zhoršení hráčských dovedností a rozhodovacích procesů ve florbalu po fyzickém zatížení.

Způsob zásahu bude neinvazivní i invazivní. Budete se účastnit takticko-technických cvičení ve virtuální realitě, která budou provedena neinvazivně a zátěžového testu na bicyklovém ergometru stupňovaném do „vita maxima“. Invazivně bude v rámci testování odebrán vzorek kapilární krve ke stanovení pozátěžové hladiny laktátu.

Výzkum Vám zabere pouze 1 hod. v případě, že se dokážeme dohodnout na termínu, kdy podstoupíte všechny jeho části najednou (2x virtuální realita, 1x zátěžový test). V případě, že všechny části nepodstoupíte najednou, budete se muset na Fakultu tělesné výchovy a sportu dostavit 2x (1. návštěva = 1x virtuální realita, 2. návštěva = 1x zátěžový test, 1x virtuální realita).

Nejdříve v laboratoři virtuální reality podstoupíte test v diagnostickém programu ve virtuální realitě, který bude v podobě 5 diagnostických cvičení, která budou simulovat herní situace. Celá diagnostika bude probíhat přibližně 20 min. a podstoupíte ji před a ihned po zátěžovém testu, tedy dvakrát.

Poté se přesunete do Biomedicínské laboratoře, kde podstoupíte antropometrická měření a spiroergometrii, resp. zátěžový test na bicyklovém ergometru stupňovaný do „vita maxima“, během čehož Vám bude v rámci testování odebrán vzorek kapilární krve z prstu ke stanovení pozátěžové hladiny laktátu. Časová náročnost této části bude závislá na úrovni Vaší kondice, může se tedy pohybovat od 5 do 15 min (společně s antropometrickým měřením a zahřívací fází na bicyklovém ergometru). Tuto zátěž podstoupíte pouze jednou.

Poté se přesunou znovu do Laboratoře virtuální reality k druhému, a tedy poslednímu otestování. Bude probíhat úplně stejně jako první testování, tedy podstoupíte stejných 5 diagnostických cvičení ve stejném pořadí i podmínkách. Časová náročnost bude znovu přibližně 20min.

Hlavním cílem projektu bude zjistit, jaký vliv má fyzická zátěž na rozhodovací procesy během hry.

Časová náročnost celého testování bude přibližně 1 hodina.

Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. V rámci testování v Biomedicínské laboratoři FTVS UK budou použity neinvazivní metody – antropometrická měření a spiroergometrie, resp. zátěžový test na bicyklovém ergometru stupňovaný do „vita maxima“ pod dohledem kvalifikovaného laboranta Mgr. Tomáše Miky a hlavního řešitele za přítomnosti zdravotnického personálu laboratoře. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.

Invazivně bude v rámci testování odebrán vzorek kapilární krve ke stanovení pozátěžové hladiny laktátu, odběr krve provede kvalifikovaný zdravotnický pracovník laboratoře BML UK FTVS.

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
José Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Všechny odběry budou prováděny standardním postupem pro odběr biologického materiálu. Samotné testování ve virtuální realitě bude prováděno neinvazivní metodou a pod mým osobním dozorem.

Vaše účast na projektu nebude možná v případě výskytu akutního zejména infekčního onemocnění či v případě chronických onemocnění představujících kontraindikaci pro zátěž během zátěžových testů, zranění jakéhokoliv omezení pohybového aparátu ani s kardiovaskulárním onemocněním či v úrazu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

Přínosem tohoto výzkumného projektu pro Vás bude zjištění, zda a jakým konkrétním způsobem ovlivňuje fyzická zátěž hráčské dovednosti a rozhodovací procesy. A zda se nachází nějaký vztah mezi hráčskou úrovní sportovce a úrovní míry zhoršení těchto dovedností, či nikoliv.

Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocená.

Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: jména, pohlaví a věk respondentů, dále data získaná výše uvedenými metodami - které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel. Názvy Vašich klubů nebudou v publikovaných pracích uváděny. V rámci výzkumu nebudou pracovat se jmény. Po získání potřebných dat jména nahradím čísly, pod kterými budu výsledky hráčů dále evidovat a zpracovávat.

Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizována pomocí číselných označení. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v bakalářské práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána.

Pořizování fotografií/videl/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, videozáznam ani audiozáznam.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.
S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit na e-mailové adrese: vojta.souky@gmail.com

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Vojtěch Soukup
Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Vojtěch Soukup Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mám platnou zdravotní prohlídku od sportovního lékaře bez omezení způsobilosti k pohybovým aktivitám.**

Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum:

Jméno a příjmení účastníka: Podpis: