

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

DIPLOMOVÁ PRÁCE
(magisterská)

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

PROJEVY NEUROMUSKULÁRNÍ ÚNAVY VZHLEDEM K REPEAT SPRINT
ABILITY V PRŮBĚHU ZOTAVENÍ PO UTKÁNÍ VE FOTBALE V KATEGORII

U15

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. David BERNATÍK, Trenérství a management sportu

Vedoucí práce: Mgr. Michal HRUBÝ

Olomouc 2023

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Bc. David Bernatík

Název diplomové práce: Projevy neuromuskulární únavy vzhledem k repeat sprint ability v průběhu zotavení po utkání ve fotbale v kategorii U15

Pracoviště: Katedra sportu

Vedoucí práce: Mgr. Michal Hrubý

Rok obhajoby diplomové práce: 2023

Abstrakt: Diplomová práce se věnuje komparaci vlivu neuromuskulární únavy vzhledem k repeat sprint ability na výkon hráčů v kategorii U15 ve fotbale během utkání 10+1 a následně průběh únavy během 72 hodin po utkání. Výzkumný soubor tvořilo 16 elitních českých fotbalistů s průměrným věkem $14,78 \pm 0,30$ roku. Díky systému Polar Team²Pro byly analyzovány ukazatele vnějšího zatížení a vnitřní reakce organismu. Následně byl, jako zásadní využit Repeat sprint ability test, který zjišťoval úroveň neuromuskulární únavy. Došlo k porovnávání průměrných hodnoty hráčů v časovém intervalu před a po utkání, posléze byla sledována únava v časovém rozmezí 72 hodin po utkání. Rovněž byly sledovány konkrétní herní posty jednotlivě a jejich odlišnosti vzhledem k neuromuskulární únavě z pohledu repeat sprint ability. Komparací ukazatelů byly zjištěny významné rozdíly ($p < ,05$) v průměrných hodnotách výsledků testu TT repeat sprint ability před utkáním, následně po utkání a v odstupu 48 hodin po utkání. Následně byly zjištěny významné rozdíly ($p < ,05$) ve výsledcích testu repeat sprint ability FI během časového úseku měření před utkáním až po 48 hodin po utkání, vzhledem k výsledkům dat 72 hodin po utkání. Výzkum na druhou stranu ovšem neprokázal významné rozdíly ($p < ,05$) v hodnotách testu TT a FI repeat sprint ability jednotlivých herních postů porovnaných mezi sebou. Výsledky jsou využitelné v souvislosti s aktuálními trendy sportovního tréninku ve fotbale a možnosti ovlivnění regenerační strategie po utkání.

Klíčová slova: herní zatížení, neuromuskulární únava, srdeční frekvence, repeat sprint ability, překonaná vzdálenost

Souhlasím s půjčováním závěrečné písemné práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Bc. David Bernatík

Title of the diploma thesis: Manifestations of neuromuscular fatigue due to repeat sprint ability during recovery after football match in U15 category

Department: Department of Sport

Supervisor: Mgr. Michal Hrubý

The year of presentation: 2023

Abstract: The thesis is devoted to the comparison of the influence of neuromuscular fatigue due to repeat sprint ability on the performance of U15 players in football during a 10+1 match and then the course of fatigue during 72 hours after the match. The research population consisted of 16 elite Czech football players with an average age of 14.78 ± 0.30 years. Thanks to the Polar Team2Pro system, the indicators of external load and internal body response were analyzed. Subsequently, the Repeat sprint ability test was used as a crucial test to determine the level of neuromuscular fatigue. There was a comparison of the players' average values in the time interval before and after the match, and subsequently fatigue was monitored in the time interval of 72 hours after the match. Also, specific playing positions were monitored individually and their differences with respect to neuromuscular fatigue in terms of repeat sprint ability. Comparison of the indicators revealed significant differences ($p < .05$) in the mean TT repeat sprint ability test scores before, after the game and 48-hour post-match data. Subsequently, significant differences ($p < .05$) were found in the results of the repeat sprint ability test FI during the 48-hour post-match time period relative to the results of the 72-hour post-match data. On the other hand, however, the research did not show significant differences ($p < .05$) in the TT and FI repeat sprint ability test scores of the individual game posts compared with each other. The results are useful in the context of current trends of sports training in football and the possibility of influencing the recovery strategy after the game.

Keywords: workload, neuromuscular fatigue, heart rate, repeat sprint ability, running distance

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením
Mgr. Michala Hrubého, uvedl jsem všechny použité literární zdroje a odborné zdroje
a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 24. 4. 2023

.....

Tímto děkuji Mgr. Michalu Hrubému, za užitečné podněty, přízeň a čas při odborném vedení mé závěrečné práce. Následně děkuji Mgr. Michalu Hrubému za stěžejní informace a ochotu při měření podstatných dat. V neposlední řadě děkuji své rodině a blízkým za podporu během psaní diplomové práce a dále za přízeň během celého studia.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	10
1 ÚVOD	11
2 PŘEHLED POZNATKŮ	12
2.1 Charakteristika fotbalu	12
2.2 Původ a vznik fotbalu.....	14
2.2.1 Vývoj moderní podoby fotbalu	15
2.2.2 Historie fotbalu na území České republiky	15
2.2.3 Základní pravidla fotbalu	16
2.3 Moderní herní trendy ve fotbale.....	17
2.4 Porovnání České ligy se zahraničními soutěžemi	18
2.5 Hráčské posty	19
2.5.1 Brankář.....	19
2.5.2 Obránce	20
2.5.3 Záložník.....	21
2.5.4 Útočník.....	21
2.6 Charakteristika vývojového období kategorie starších žáků.....	22
2.7 Charakteristika sportovního výkonu ve fotbale	23
2.7.1 Somatické faktory herního výkonu	24
2.7.2 Psychické faktory herního výkonu	25
2.7.3 Technické faktory herního výkonu	26
2.7.4 Kondiční faktory herního výkonu	26
2.7.5 Taktická složka.....	27
2.8 Únava a regenerace	27
2.8.1 Neurofyziologické mechanismy únavy, vliv na svalová vlákna.....	27
2.8.2 Metody hodnocení únavy	28
2.8.3 Regenerace	31
2.8.4 Regenerační strategie	32
2.9 Rychlostní schopnosti	33
3 CÍLE.....	35
3.1 Hlavní cíl.....	35
3.2 Dílčí cíle.....	35

3.3	Výzkumné otázky.....	35
4	METODIKA	36
4.1	Výzkumný soubor	36
4.2	Metody sběru dat.....	36
4.2.1	Metody hodnocení vnějšího zatížení.....	36
4.2.2	Metody hodnocení vnitřní odezvy organismu.....	37
4.2.3	Základní analýza herního zatížení v utkání 10+1	38
4.2.4	Hodnocení neuromuskulární únavy pomocí repeat sprint ability testu...38	
4.3	Průběh měření	39
4.4	Statistické zpracování dat.....	40
5	VÝSLEDKY	41
5.1	Zatížení hráčů během utkání 10+1	41
5.2	Vliv zatížení v utkání na nervosvalový výkon	43
5.2.1	Vliv zatížení v utkání na nervosvalový výkon vzhledem k RSA TT testu před a po utkání.....	43
5.2.2	Vliv zatížení v utkání na nervosvalový výkon vzhledem k RSA FI testu před a po utkání	47
5.3	Vliv regenerace na sportovní výkon v průběhu 72 hodin	50
5.3.1	Repeat sprint ability TT test.....	50
5.3.2	Repeat sprint ability FI test	54
5.4	Vliv postové orientace na velikost neuromuskulární únavy po utkání dle RSA TT testu.....	57
5.4.1	Velikost neuromuskulární únavy po utkání podle postové orientace u RSA TT testu.....	57
5.5	Vliv postové orientace na velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání.....	63
5.5.1	Vliv postové orientace na velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání dle RSA TT testu.....	63
5.5.2	Vliv postové orientace na velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin dle RSA FI testu	65
6	DISKUSE.....	69
7	ZÁVĚRY.....	72
8	SOUHRN	73
9	SUMMARY	75

10	REFERENČNÍ SEZNAM.....	77
----	------------------------	----

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

B	brankář
ČR	Česká republika
FAČR	Fotbalová asociace České republiky
FI	Fatigue index
FIFA	Mezinárodní federace fotbalových asociací
Max	maximální hodnota
Min	minimální hodnota
O	obránce
p	hladina statistické významnosti
Průměr	aritmetický průměr hodnot
r	korelační koeficient
RSA	repeat sprint ability
SF	srdeční frekvence
SF _{max}	maximální srdeční frekvence
TT	Total time
U15	kategorie hráčů do 15 let
UEFA	Evropská unie fotbalových asociací
Utkání 10+1	formát utkání v počtu 10 hráčů a 1 brankář
Ú	útočník
Z	záložník
z	standardizované skóre
% SF _{max}	procento z maximální srdeční frekvence
∅ SF	průměrná srdeční frekvence

1 ÚVOD

Cílem diplomové práce je snaha o vytvoření většího spektra informací v oblasti testování a vyhodnocení neuromuskulární únavy, vzhledem k repeat sprint ability před utkáním 10+1 a časovým rozmezím 72 hodin po utkání ve fotbale u kategorie starších žáků U15. Z důvodu fungování a trenérské zkušenosti s trénováním kategorie U15, je zmíněné téma pro mě zajímavá a do budoucna obohacující. Vzhledem k aktivnímu trénování a letité praxi při výchově mladé talentované mládeže ve fotbale na elitní úrovni v ČR, mohu následně zde získané informace a výsledky využít v praxi. Toto je tedy jedním z hlavních důvodů, díky kterému je zvolení zmíněného tématu očividné.

Fotbal řadíme do kategorie nejpobulárnějších kolektivních sportů historie, z tohoto důvodu je naprosto přirozené, že v průběhu vývoje se jeho úroveň a atributy kladené na tuto kolektivní hru stále posouvají ku předu. Probíhá nepřetržitě vyhodnocování a analýza detailů hry. Vzhledem k těmto okolnostem se fotbal rok, co rok zrychluje a stává se propracovanějším v každém ohledu. Tím pádem dochází k neustálé snaze se nastoleným pořádkům a trendům přibližovat. Důležitá je snaha o jeho rozvoj a zlepšení. Z pohledu trenéra, kde jinde začít, než sledováním a monitoringem vývoje talentované mládeže ve všech ohledech. Díky těmto a řadě dalším důvodům, jsem využil možnosti k testování v jedné akademii řazené mezi top akademie u prvoligového klubu v ČR u kategorie U15. Kategorie U15 je současně předmětem mé diplomové práce.

Následná diplomová práce je rozdělena do dvou částí. Během úvodní části se věnuje teoretické rovině, jež ve valné většině představuje důležité informace o fotbale z hlediska všeobecné roviny. Dále je zaměřena na charakteristiku výkonu a únavu s následnou regenerací sil. V druhé části diplomové práce dochází řada na praktickou část, která se věnuje projevům neuromuskulární únavy vzhledem k repeat sprint ability během zatížení a následně po něm. Dochází zde tedy k analýze dat měřeným před a po utkání, které jsou získány a vyhodnoceny během určitého časového horizontu v průběhu mikrocyklu. Testování a průběžného monitoringu se celkem zúčastnilo 16 hráčů věkové kategorie U15.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Charakteristika fotbalu

Votík (2003) ve své publikaci definuje fotbal sportem týmovým a brankovým, jež bereme do skupiny sportů s největší popularitou po celém světě. Při pohledu na profesionální fotbal, hovoříme zde o několika vlivech, který profesionální fotbal způsobuje a kam až dosahuje jeho vliv. Jedná se o přesah k politice, ekonomice, a dokonce v některých oblastech vliv vůči náboženství. Co se týče amatérské oblasti fotbalu, zde se jedná především o rekreační a rekondiční aktivitu a smysl. Amatérský fotbal slouží, taktéž k odpočinku a zábavě. Fotbal rozvíjí hned několik pohybových schopností a dovedností. Vlivem fotbalu dochází k rozvoji a nárokům na tvůrčí myšlení, jednání pod časoprostorovým tlakem, anticipaci, tvořivé myšlení a vnímání.

Kirkendall (2013) dále uvádí další z definic fotbalu, která o fotbale hovoří jako o kolektivním sportu s vlivem týmové spolupráce, přímým a neustálým kontaktem se spoluhráči. Dále dochází k měnícímu se prostředí během hry a kontaktu se soupeři, s kterými se musí hráči vypořádat. Smyslem fotbalu myslí zejména kontrolu hry ve spojení s míčem a hlavní cíl spatřuje v nutnosti dostat míč do branky soupeře a vstřelit branku ve větším počtu než soupeřící mužstvo. U fotbalu je zásadní dodržování pravidel, které souvisí s vlivem faulů a momentů ve hře, díky kterým dochází neoprávněnou forou k výhodě jednoho z mužstev. Pravidla stanovuje a posléze vydává hlavní výkonný orgán pro fotbal na světě, jímž je-Mezinárodní federace fotbalových asociací vystupující pod zkratkou FIFA.

Kirkendall (2013) posléze uvádí fotbal, jako týmovou hru, ve které dochází k umění ovládnutí balónu, jež je spojen s driblinkem, dosažením branky, kvalitních umístěných přihrávek a kolektivní práci spojenou s technickou vyspělostí hráčů. Následně je důležitá systematická práce založená na týmovém herním výkonu, taktickém chování, fyzickém výkonu a správném přístupu všech hráčů. Všechny cíle, jak dlouhodobé, tak krátkodobé musíme spojit do vhodného mixu a slazení všeho dohromady, aby to dávalo smysl.

Fotbal řadíme do skupiny sportů, kde se střídá mnoho druhů intenzit pohybu. V případě hráčů dochází během herního výkonu, ke střídání několika intenzit pohybu. Rozlišujeme intenzitu pohybu nízkou, a také intenzitu zatížení vysokou. Stanovené zóny odlišujeme vzhledem k rychlostem pohybu (Kirkendall, 2013).

V průběhu zatížení během fotbalu, se střídají různé intenzity pohybu. Intenzity pohybu s vysokou intenzitou během, které dochází k odpoutání se od protihráče,

náběhům za obrannou linii, presink a dynamické vyrazení se změnami směru. Na druhou stranu přichází na řadu, také pohyby s nízkou intenzitou pohybu. Do této skupiny spadá základní postavení, během přerušené hry, chůze do příslušného prostoru, autová vhazování. Veškeré tyto zde zmíněné pohyby se v určité míře objevují v návaznosti na vzdálenosti a dalších faktorech během utkání (Orendurff et al., 2010).

Na konec je potřeba říci, že fotbal patří mezi týmovou hru, kterou provozují miliony lidí každým dnem po celém světě. Jedná se o jednu z nejvíce rozšířených a populárních her. Této sportovní hra přiláká na fotbalové stadiony a k televizním obrazovkám nezměrné množství fanoušků. Dochází k tlaku na vývoj a neustálou inovaci fotbalu spjatou s rychlostí a dynamikou. Na hráče jsou kladeny stále větší nároky a ti nejlepší musí splňovat atributy vysoké míry intenzity pohybu v maximální rychlosti spojené s technickými dovednostmi (Weisser, 2013).

Maximální spotřeba kyslíku u fotbalistů

Dle Bangsba et al. (2006) se z hlediska požadované úrovně hodnot VO₂ max, bere jako ideální pro fotbalisty rozmezí mezi 55-75 ml/kg.min, ale pozor samo o sobě pouhé sledování hodnot maximální spotřeby kyslíku, není spolehlivým indikátorem vhodné úrovně projevu hry u fotbalistů. Jednotlivé herní posty kladou odlišné nároky na velikost VO₂ max, v případě brankářů se setkáváme s průměrnými hodnotami 50-55 ml/kg.min, dále u obránců se nám jedná o 55-60 ml/kg.min, co se týče záložníků tady přecházíme až do čísla v průměru přibližně 70 ml/kg.min. Útočníci dosahují hodnot 65 ml/kg.min.

Důležitost kladení důrazu na zvýšení VO₂ max, potvrzuje Helgerud et al. (2001) který udává nárůst o 20 % naběhané vzdálenosti během utkání, pokud se u daného fotbalisty zvýší VO₂ max o 10 % z původních hodnot.

Rychlostní a silové nároky na hráče fotbalu

Fotbal se během posledních let vyvinul v atletický sport s kladením důrazu na běžeckou složku výkonu. Fotbalisté profesionálních soutěží opakovaně v průběhu utkání dělají několik explozivních druhů pohybu. Mezi které řadíme akcelerace, decelerace, kopy, výskoky a několik dalších. Taktéž rozhodující fáze v průběhu utkání jsou ve většině případů prováděny maximálním úsilím hráčů k překonání soupeřova týmu. Sprint je statisticky brán, jako nejčastější pohybový úkon vedoucí k asistenci, či ke gólu v utkání (Faude et al., 2012).

Důležitost práce ve vysokých intenzitách (Obrázek 1) je jedním z hlavních atributů vedoucím k rozlišnosti mezi amatérským a profesionálním fotbalem. Hráči elitních lig dosahují hodnot směřujícím, až k 3 km ve vysoké intenzitě (> 15 km/h) a v průměru 0,6 km ve sprintu (Iaia et al., 2009). Na obrázku č.1 máte možnost vidět data z nejlepší soutěže světa znázorňující jednotlivé parametry zatížení vzhledem k postům.

Physical demands of the game by position in the English Premier League (data combined from 1, 4, and 5)						
Position	Total distance covered (m)	High-intensity distance (>19.8 km/h)	Sprint distance (>26.2 km/h)	No. of sprints	Six season increase in high-intensity running (%)	Other movement patterns (specific to that position)
Center back	9,896	612	153	36	33	More back, sideward movement, and jumping
Full back	10,730	1,115	288	60	35	More longer sprints
Center midfielder	11,495	953	217	55	30	More forward movements and 0–90° turns
Wide midfielder	11,612	1,214	331	68	27	More diagonal and curved movements
Attacker	10,320	1,026	312	55	24	Diagonal and curved runs, more 270–360° turns

Obrázek 1. Parametry zatížení hráčů Premier League (Walker & Hawkins, 2018)

2. 2 Původ a vznik fotbalu

První doložené zprávy spjaté se vznikem míčových her, jsou brány od období 3000 let př. n. l. Hovoříme zde zejména o oblastech starověké Číny. Právě tady se díky pozvolnému vývoji vytvořily první náznaky fotbalu utvořené z míčových her. Jednalo se o hru pod názvem Caju. Tuto hru hrály rodiny vládnoucích dynastií, vládnoucích v těchto zmíněných časech. Hlavní pointou hry, jež je považována za jednu z prvních her podobajících se fotbalu, byla myšlenka snahy kopnout míč do otvoru vytvořeného z pruhu hedvábí. Toto hedvábí bylo umístěno formou natažení, mezi dvěma pruty (Hunt, 2006).

Následně se začalo objevovat další portfolio míčových her v období 6. století př.n.l. Týkalo se to nejprve kmenů domorodých obyvatel Afriky, následně se jednalo též o Japonsko a další části světa. Těmito částmi jsou myšleny hlavně kmeny Mayů a Aztéků, v rámci kontinentu Amerika. Tyto míčové hry se odehrávaly během oslav, rituálů a byly součástí zábavy prostého lidu (Hunt, 2006).

První varianty fotbalu podobné současným formám, se začaly tvořit z velké části ve středověké Francii, Anglii a Itálii. Co se týče Itálie, tak v tomto případě šlo o hru zvanou Calcio Fiorentino, která se objevovala v Boloni a částech renesanční Florencie. Smyslem hry, bylo překopnutí, nebo přenesení míče přes obrannou řadu soupeře. Hra

byla velkou zálibou místních obyvatel. V případě Francie šlo o soupeření v utkáních na 300 m dlouhém hřišti mezi osadami. Hra nesla název Soule. V Anglii se varianty her podobným současnému fotbalu, zvrhly ve vyhrocené boje, během kterých docházelo k smrtelným zraněním a rušením pořádku v souvislosti s nočním klidem. Hry přilákaly velké množství fanoušků a ti sebou přinášeli výtržnosti. Vše vyvrcholilo zákazem her na univerzitách a ve městech. Král Edward II. Hry posléze zakázal. Veškeré tyto kroky bereme, jako období úpadku her (Macho, 1996).

2. 2. 1 Vývoj moderní podoby fotbalu

Počátky vývoje moderních podob fotbalu datujeme do období 19. století v Anglii. Míčové sporty a hry obecně se rozvíjely zejména na školách, díky mladým studentům. Jejich učitelé tyto hry natolik kvitovali, že je zařadili mezi své studijní programy, jako součást předmětů v rámci škol, které byly v těchto dobách z valné části soukromé. Rok 1840 bereme, jako vznik původních pravidel fotbalu a rugby (Hunt, 2006).

Posléze byla pravidla utvořena pro každou ze škol individuálně. Školy si samy diktovaly, jaká pravidla si nastolí. V roce 1848 se ovšem daly do pohybu myšlenky společně s iniciativou škol o sjednocení těchto pravidel. Výsledkem bylo shromáždění konané v Cambridge, kde se tyto pravidla sjednotila do podoby zvané Cambridge rules. Dalšími pravidly o několik let později se stala tzv. Sheffield rules (Hunt, 2006; Macho, 1996).

Veškeré tyto pravidla se ubírala k docílení hry výhradně nohou, nebo hlavou a naprostému omezení hry rukama s míčem. Všechny tyto kroky následně vygradovaly vznikem pro současnou dobu velice známého názvu The Football Association v roce 1863. K vzniku tohoto názvu došlo v Londýně při schůzi 11 škol a klubů. Fotbal v podobě, jak jej známe dnes je starý cca 160 let (Macho, 1996).

Dle tvrzení Ekbloma (1994) a Votíka (2003) se fotbal v rámci světové popularity rozvíjí odlišnými směry, např. ve Spojených státech amerických se pod pojmem „football“ rozumí tzv. americký fotbal, který má odlišnou podobu od toho evropského. V USA jej nazýváme termínem „soccer“. Dalšími sporty, příbuznými fotbalu jsou pak rugby, australský fotbal nebo např. galský fotbal.

2. 2. 2 Historie fotbalu na území České republiky

Počátky historie fotbalu v Čechách a na Moravě poprvé spatřujeme na konci 19. století. Jedná se zejména o cyklistické, veslařské kluby a v neposlední řadě studentské

volnočasové kroužky. Historicky první utkání se odehrálo roku 1887 v Roudnici nad Labem. Dvěma nejstaršími kluby na území současné České republiky jsou AC Sparta Praha a SK Slavia Praha (Votík, 2003).

Koncem 19. století začal velký rozmach fotbalu do okolních měst a na venkov vlivem překlada a vydání pravidel fotbalu roku 1897. Osobou, která na tomto vydání měla velký podíl, byl pan Rössler-Ořovský. Tento muž se v Londýně fotbal naučil a pravidla přeložil do rodného jazyka. Negativním aspektem, který brzdil plynulý rozvoj fotbalu v českých městech, byl odmítavý postoj škol k této hře. Studenti i přes tyto překážky tvořili členskou základnu fotbalových klubů a vyvrcholením iniciativy bylo ustanovení Českého svazu fotbalového (ČFS) roku 1901 v Praze (Votík, 2003).

Votík (2003) ve své publikaci dále uvádí, že roku 1921 vznikla Československá asociace fotbalová (ČSAF). Tato asociace byla o rok později oficiálně přijata do FIFA a následně roku 1954 do UEFA.

Krátce po revoluci od roku 1993 byl pro Českou republiku hlavním řídicím orgánem Českomoravský fotbalový svaz (ČMFS) (Votík, 2003). Ten byl posléze zasedáním Valné hromady přejmenován na Fotbalovou asociaci České republiky. Pod tímto jménem je označován až do současnosti (FAČR, 2017).

2. 2. 3 Základní pravidla fotbalu

Pravidla fotbalu jsou do jisté míry poměrně široká a obsáhlá, ovšem pro účely diplomové práce nám postačí jejich stručná a zjednodušená fakta. Bude se jednat pouze o výklad zásadních informací a pravidel. Fotbal definujeme jako hru, při které proti sobě nastupují dvě družstva s maximálně 11 hráči v poli z nichž jeden je brankář. Dále minimální počet hráčů musí být 7 na každé straně hřiště z nichž jeden musí být brankář. Následně tedy budeme pracovat se základními informacemi pro pravidla s počtem hráčů 10 + 1 na každé straně (Bauer, 1999).

Základní pravidla fotbalu se vždy vyvíjela podle vývoje nových trendů a směřovala ke splnutí a návaznosti na aktuální dění dle toho, jakým směrem se hra ubírala (Pěňčinský, 1993).

Celková hrací doba utkání je stanovena na dvakrát 45 minut. Pro kategorii starších žáků je ovšem dle výkladu FAČR upravena na hrací dobu utkání dvakrát 35 minut. Hráči mají nárok na poločasovou přestávku, která může trvat nejvýše 15 minut. V soutěžních utkáních je doba poločasové přestávky konkrétně stanovena, na již výše uvedené časové

rozmezí. V případě přátelského utkání je poločasová pauza stanovena dle dohody klubů (FAČR, 2017).

Pravidla týkající se střídání hráčů prošla v posledním období celkem zásadní obměnou. Každé družstvo může v průběhu hry využít celkem 5 náhradníků, kteří se mohou dostat do hry. Střídání během hry může družstvo uskutečnit celkem třikrát, přičemž má možnost dodatečného střídání o pauze mezi poločasy, která je brána jako dodatečná možnost střídání nad tyto 3 zmiňované možnosti. Výměna hráče, či brankaře v poli může být provedena v situaci, kdy je přerušena hra a předchází tomu ohlášení o střídání čárovému rozhodčímu. Hráč nesmí během utkání mít na sobě žádný prvek, který by mohl jakýmkoliv způsobem ohrozit ostatní hráče. Každý hráč je povinen mít během utkání na sobě chrániče nohou (FAČR, 2022).

Hrací plocha musí mít tvar obdélníku, dále pomezí čára je delší než branková čára. Rozměry hrací plochy musí být 90 až 120 m na délku a 45 až 90 m na šířku. V rámci průpravných her je nezbytná a důležitá úprava pravidel, z důvodu zjednodušení některých situací a příznivějších podmínek pro zachování plynulosti. Zde je u trenéra týmu velmi důležitá základní znalost pravidel hry a rozhodování v utkání (Votík, 2003).

2.3 Moderní herní trendy ve fotbale

Vývoj fotbalu s sebou nese mnoho kvalitativních odlišností oproti časům dřívějším, které se ukazují ve vztahu k plánování a propracované návaznosti přípravy v případě důrazu na detail a dlouhodobou práci s kondicí. V současnosti vychází několik komparativních studií, které se věnují analýze současných požadavků a přenosu získaných dat do tréninkového procesu (Bedřich, 2006).

Komparativních studie analyzují především vývojové trendy herního výkonu. Nynější fotbal se ubírá směrem většího důrazu na taktickou stránku herního výkonu s důrazem na jeho rychlost a větší kontakt. Při analýze postupu vývoje fotbalu se tato hra upíná na větší soustředění práce k profesionalitě a kvalitnějšímu materiálnímu zabezpečení. V tréninkovém i zápasovém prostředí dochází ke kladení většího důrazu na detail provedení kterékoliv situací, či práce v tréninkovém procesu. Veškerá tato iniciativa je sledována pomocí dat a moderní techniky záznamu. Následně dochází k analýze jednotlivých parametrů a jejich reflexe, jak v tréninkovém, tak v soutěžním prostředí (Bedřich, 2006).

Z atributů současného fotbalu odvozuje Bedřich (2006) následující požadavky na samotný herní výkon.

Intenzifikace – nárůst intenzity zatížení hráčů s vyšší mírou zatížení během hry. Zvýšená frekvence okamžitého přepínání mezi útočnou a obrannou fází. Vyšší požadavky na splnění základních atributů trénovanosti hráčů a zlepšení herního myšlení v kombinaci s technikou a systémovým pojetím týmové spolupráce během hry.

Univerzálnost – Variabilita mezi pozicemi, provedení podobného herního výkonu na větším počtu pozic a ve více herních situacích odvedení podobné práce v rámci herního systému.

Intelektualizace – Snaha o zlepšení kvality psychických procesů s cílem provedení kreativního řešení a promyšlené řešení herních situací ve vysoké rychlosti pohybu. Tyto dovednosti určují úroveň kombinačních schopností v komparaci s originalitou a podílením hráče na stanovené strategii.

Dle dění na hřišti rozlišujeme dvě základní fáze hry na útočnou a obrannou. Jejich rozdělení bereme podle toho, který z týmů má v dané situaci míč v držení, nebo jakým způsobem se na něj koncentruje. Činnost každého z týmů je určena a prolíná se v návaznosti na aktuální stav na hřišti a jeho koncentraci na míč.

Útočná fáze – začíná ve chvíli, kdy mužstvo získává míč a končí, když jej ztratí.

Obranná fáze – začíná ztrátou míče a končí, když jej mužstvo opět získá.

Jedním ze základních a v současnosti nejvýznamnějších aspektů moderní podoby fotbalu je rychlý přechod mezi jednotlivými fázemi hry. Tento termín označujeme jako přechodová fáze. V návaznosti na přechodovou fázi hovoříme také o dalších zásadních herních prvcích. Těmito prvky jsou přizpůsobení a hra pod časoprostorovým tlakem, kreativita a orientace na míč.

2. 4 Porovnání České ligy se zahraničními soutěžemi

Fotbal se v dnešní době neustále vyvíjí. Z těchto důvodů je kladen důraz na neustálou analýzu a detailní rozbor soutěží po celé Evropě. Analyzují se různé faktory, které vycházejí z utkání. Několik společností se v současnosti zaměřuje na analýzu dat a hodnot vyplývajících ze hry. Tyto společnosti dospěly k několika významným poznatkům, během porovnání top lig v Evropě při porovnání s českou soutěží vzhledem k fyzickým předpokladům a náročnosti. Mezi sledované údaje patřily kondiční a rychlostní schopnosti hráčů. Při sledování hodnot překonané vzdálenosti ve sprintu za utkání v jednotlivých soutěžích Evropy, si v tomto ohledu vedla nejlépe anglická Premier League, následovaná Nizozemím a Itálií. Česká liga se umístila v tomto žebříčku na 5. místě. Jednalo se o parametry vzhledem k herním možnostem fotbalového utkání čili byla

brána nejvyšší vyvinutá rychlost hráče během úseku o délce 25-35 metrů. Hráči elitních lig se v průměru pohybují v maximální rychlosti 30 km/h. Kritickým bodem pro hráče fotbalu je v tomto ohledu na malém úseku zejména fáze akcelerace a decelerace (Pivovarníček et al., 2013).

Ve srovnání s Evropou se česká nejvyšší soutěž pohybuje na prvním místě v běhu hráčů ve středních rychlostech mezi 14-19 km/h. 1. Česko 2. Itálie. 3. Rakousko 4. Nizozemí 5. Německo. Jedná se o intenzivní typy lokomoce odehrávané ve střední rychlosti běhu (Dragijski et al., 2017).

Pokud se podíváme na herní dovednosti hráčů, týkajících se zejména úspěšnosti přihrávek. Dostává se Česko svou charakteristikou mezi země s menším počtem přihrávek na utkání a taktéž menší úspěšností realizace čili převzetí míče spoluhráčem. Úspěšnost přihrávek se u nás pohybuje cca mezi 75-76 %. Pro srovnání během ME hráčů do 21 let se výběr ČR zařadil mezi účastníky s nejmenší úspěšností, na rozdíl od Portugalské reprezentace. Portugalci vyprodukovali za zápas v průměru 537 přihrávek s účinností 87 % (Bransen et al., 2019).

2. 5 Hráčské posty

2. 5. 1 Brankář

Nejdůležitějším úkolem brankaře je znemožnit protihráči vstřelit branku. Zde je důležitá kooperace s obránci v zamezení soupeři, většinou útočníkovi vystřelit na bránu (Bauer, 1999).

Post brankáře vyžaduje obrovskou zodpovědnost a neustálou koncentraci na hru. Je jediným, kdo může ve vlastním pokutovém území zalehnout míč a chytit jej rukama. Mezi základní atributy brankaře patří dobré reflexy, práce a mrštnost na brankové čáře. Dále také musí mít brankář potřebnou odvahu spojenou s výbornou prací nohama s míčem a odrazovou silou (Rohr & Simon, 2006).

Brankář je poslední záchranou týmu před obdržení branky, jeho jediná chyba, či nepozornost může rozhodnou o osudu celého utkání. On může být ve vyrovnaném utkání tím pomyslným jazýčkem na misce vah. V rámci současných požadavků na výkon brankaře a trendů, kterým se fotbal ubírá, by měl dosahovat hodnot tělesné výšky 185 cm \pm 7,30 cm. Pokud těchto parametrů nedosahuje musí to ve většině případů nahradit vynikajícími reflexy, mrštností a kopací technikou. Větší brankaři mají naopak vesměs problém s přízemními střelami. Než se jejich velké tělo dostane na zem, je většinou

už míč v brance. Zato disponují silou ve výškových osobních soubojích, kde naopak brankáři menších postav mají deficity. Tělesná hmotnost by měla přímo úměrně korespondovat s výškou, tak aby brankáři umožnila dostatečnou pohyblivost a obratnost (Votík, 2005).

Mezi hlavní somatické předpoklady brankaře řadíme vysokou a urostlou postavu. V současném fotbale se vzrůst brankařů pohybuje na hodnotách tělesné výšky $185\text{ cm} \pm 7,30\text{ cm}$. Veškerá pozornost je upnuta na počet vychytaných nul a úspěšnost zákroků, sebemenší chyba může znamenat prohru týmu. Dle statistik se gólmani v průměru dostanou na 4-5 naběhaných kilometrů za zápas (Votík, 2005).

2. 5. 2 Obránce

Hlavní úkoly obránce se s postupným vývojem fotbalu stále zvětšují. Mezi ty důležité patří odebrání míče soupeři a následná rozehrávka na volné spoluhráče se založením útoku. Začátek obranné fáze můžeme charakterizovat jako situaci, kdy mužstvo ztratí míč a v tuto chvíli nastává prostor pro jeho opětovné získání. V situaci, kdy se tým opět míče zmocní a získá jej končí obranná fáze. V rámci obranné fáze je velice důležité dodržovat několik zásadních úkolů, jakými jsou konsolidovaná a komunikující obrana s cílevědomou kooperací každého hráče týmu na hřišti. Základem součinnosti je kvalitní připravenost hráčů po stránce taktické, technické, kondiční a v neposlední řadě psychické (Votík, 2005).

V současném fotbalovém dění je podstatné, aby obránci podporovali útočnou fázi. Post středního obránce je v tomto ohledu důležitý. Střední obránce je posledním článkem obranné linie. Měl by mít určité výškové parametry, aby získával míče z osobních soubojů e vzduchu a následně je konstruktivně rozehrával (Votík, 2005).

Obranná řada funguje v několika rozestaveních nejčastější je v současnosti rozestavení se dvěma středními obránci a dvěma krajními obránci. Druhé často používané rozestavení je s třemi středními obránci a dvěma halfbiky. Práce krajních obránců je dnes důležitá do ofenzivy, jako automatismus se považuje neustálá podpora ofenzivy v krajních prostorech směrem dopředu. V situaci, kdy se krajní obránce vytáhne až na pozici krajního záložníka musí jej příslušný spoluhráč adekvátně zajistit. Proto musí obránce splňovat vysoké fyzické, kondiční a technické parametry (Votík, 2005).

Obránci se dle somatotypu v průměru dostávají mezi druhy s masivním svalstvem a kostrou, jedná se o složku mezomorfni, či endomorfni. Moderní obránci dosahují v průměru maximální rychlosti 29,34 km/h. Je potřeba udělat rozdíl mezi posty krajního

a středního obránce. Střední obránce, jinými slovy stoper dosahuje maximální rychlosti v rozmezí 29,15 – 30 km/h. Krajiní obránce se díky svým nárokům na ofenzivní část hry dostává k hodnotám 30,2 km/h. V ligách tzv. Velké pětky se v počtu celkově naběhaných km na zápas obránci pohybují na hodnotách 10,51-11,15 km. Opět platí, že krajiní obránci díky nárokům moderního fotbalu musí dosahovat vyšších hodnot, než obránci středové řady (Votík, 2005).

2. 5. 3 Záložník

Nároky na kondiční vyspělost středových hráčů jsou mnohem větší v porovnání s útočníky, či obránci. Tento poznatek platí, jak v mužských kategoriích, tak v dorosteneckých kategoriích mládeže. Celková běžecká práce bez míče a s míčem je mnohem větší než u jiných zmíněných postů (Psotta, 2006).

Záložník takřka nemá čas na odpočinek v průběhu utkání, je neustále zahlcen úkoly plynoucími ze hry. Jeho hlavní stránkou je kvalitní rozehrávka a kombinace v útočné fázi spojená s následnou obrannou fází při ztrátě míče okamžitým represingem. Střední záložník stráví menší časový úsek v chůzi a stojí než obránce, či útočník. Jeho zotavení a nabrání nových sil, tak většinou probíhá v průběhu mírného poklusu při návratu do daných pozic. Hráči záložní řady jsou adaptováni na vyšší aerobní funkci. Jejich předpoklady, by tak měly obsahovat fyzickou zdatnost podpořenou individuálními schopnostmi přehrání soupeře 1 na 1 s technickou a taktickou vyspělostí (Psotta, 2006).

Většinou se dnes záložní řady pohybují v obranném rozestavení s 5 záložníky a při útočné fázi a podpoře útočníku se jejich rozestavení změní na tři hráče záložní řady (Votík, 2005).

Hráči záložní řady se v moderním pojetí fotbalu v top ligách Evropy pohybují v průměru maximální rychlostí 30,5 km/h. Za zápas se pak dostanou v celkové uběhnuté distanci do rozmezí mezi 11,5 až 12 km. Záložníci se taktéž, v rámci somatotypu řadí v průměru mezi ektomorfní mezomorfy (Votík, 2005).

2. 5. 4 Útočník

Útočníci, by měli být velmi dobře technicky a rychlostně vybaveni na dnešní způsob fotbalu. V rámci rozestavení se současný počet útočníků pohybuje mezi jedním až třemi. Nároky jsou kladeny na vysokou efektivitu v zakončení a využití jen sebemenší šance na vstřelení branky. V profesionálním fotbale by měl útočník umět přejít bez komplikací v soubojích 1 na 1 přes obránce a dostat se do zakončení. Jeho hlavním

úkolem je tedy střílet branky. Další důležitou vlastností je podržet míč na útočné polovině a počkat na hráče z druhé vlny. Ve vápně soupeře musí být hroťový útočník zabiják s chladnokrevným instinktem (Votík, 2005).

V porovnání se středními záložníky a jejich běžeckou aktivitou ve středním a vysokém tempu, má útočník za úkol sprintové náběhy za obranu a aktivní výbušné napadání. Co do počtu sprintů jich má útočník až o 40 % víc než hráči záložní řady. Další složkou je vysoká fyzická vyspělost, tak aby útočník dokázal míč v některých situacích podržet a rozehrát na volné spoluhráče. S tím souvisí náročné hlavičkové souboje s obránci a krytí míče (Votík, 2005).

Útočníci mají v popisu práce v moderním pojetí fotbalu, jak již bylo řečeno klást velký důraz na náběhovou činnost a aktivní pressing. Z tohoto nám vyplývají data svědčící o v průměru vysokých hodnotách naměřené maximální vyvinuté rychlosti pohybující se okolo 33,12-33,50 km/h. Mezi rozdíl, oproti záložní řadě vzhledem k jinému druhu pojetí herní role útočníků v systému hry, se ukazuje celková naměřená distance uběhnutá za utkání. Útočník dosahuje průměrné hodnoty 10 km za utkání (Votík, 2005).

2. 6 Charakteristika vývojového období kategorie starších žáků

Kategorie starších žáků U14, U15 je řazena do období dospívání a pubescence. Období dospívání je považováno za úsek vývoje mladého jedince, ve kterém dochází k prvním známkám pohlavního zrání a je doprovázeno výraznou akcelerací růstu nastupující u každého pubescenta individuálně (Dovalil, 2002).

Dle studie Dovalila (2002) Dospívání bereme, jako přechodnou část mezi dětstvím a dospělostí při které se v případě kategorie U14, U15 jedná o část nazvanou termínem pubescence. V této problematice se setkáváme s termínem tzv. sekulární akcelerace, která je spojená vlivem současné doby s urychlením celkového růstu. Sekulární akcelerace zapříčiňuje rychlejší počátek duševního a tělesného dospívání. Období dospívání je rozděleno na období prepubescence a pubescence.

Puberta u těchto mladých dospívajících fotbalistů zapříčiňuje dynamické změny v životě sportovce. Přichází na řadu změny spjaté s biologickými a psychosociálními faktory, jež jsou ve vzájemném propojení (Dovalil, 2002).

Z pohledu publikace Dovalila (2002) v případě somatické charakteristiky se hráči v tomto období nachází v tzv. růstovém sprintu zvaném též Peak High Velocity, při kterém se objevuje vyjma dětského růstu, také růst pubertální.

Motorická charakteristika v období starších žáků prochází fází zhoršené koordinace pohybu, vytrácí se plynulost a přesnost daných úkonů. Dochází ke zvětšení délky běžeckého kroku o 40 cm v případě nárůstu dolních končetin o 15 cm. Nastává zhoršení ekonomiky pohybu a protichůdnosti motorického chování (Dovalil, 2002).

Co se týče psychické stránky jedinců uvádí Dovalil (2002), že se zvětšuje emoční vývoj a vnímavost s citovou labilitou. Přichází na řadu formálně abstraktní myšlení. Vzhledem k postupnému růstu, je potřeba dodržovat správnou životosprávu.

2.7 Charakteristika sportovního výkonu ve fotbale

Dovalil (2002) v rámci své publikace zmiňuje pojem sportovní výkon jako pojem, který můžeme zařadit mezi hlavní aspekty sportu a sportovního tréninku. Správné definování a poznání ideálního sportovního výkonu je zásadní pro sportovní trénink, jelikož se zde herní výkon utváří a následně formuje do své ideální podoby. K sportovnímu výkonu se soustřeďuje veškerá pozornost fotbalových expertů, trenérů a v neposlední řadě také hráčů samotných.

Další z definic sportovního výkonu uvádí tento pojem, jako interpretaci a provedení základních schopností a individuálních dovedností ve vědomě prováděné činnosti. Již zmíněná činnost se primárně upíná na schopnost adekvátního provedení pohybového úkonu. Konkrétní pohybové úkoly jsou ovlivňovány a specifikovány předem stanovenými pravidly a normami jednotlivých sportovních odvětví (Bedřich, 2006).

Sportovní výkon může ovlivnit hned několik faktorů. Tyto faktory jsou například úroveň výkonnosti soutěže, vlivy vnějšího prostředí a dále jednotlivých soupeřů. Mezi další faktory spadající do této kategorie patří taktické pokyny, herní posty, plány a strategie. Kategorie mládeže jsou v tomto ohledu velmi specifické. Je zde potřeba klást důraz na počty opakování daných úkonů. Jedná se o různé změny distance běhů během sportovního výkonu, dále odlišná diference v zatížení a opakování odlišných druhů kopů ve fotbale, které jsou součástí několika pohybových dovedností. Tyto dovednosti se v těchto kategoriích musí neustále opakovat a dochází zde k značné četnosti jejich užívání v tréninku a následně utkání. Dále zde klademe taktéž důraz na soubojové chování, výskoky a změny směru během pohybu (Stratton et al., 2004).

Další z charakteristik uvádí sportovní výkon, jako intermitentní. Respektive střídání různých druhů intenzit pohybu. V případě fotbalového utkání se jedná o intenzitu zatížení maximální a supramaximální. Hovoříme zde o časovém rozptylu 1 až 7 sekund. Následně zde dochází k činnostem aktivního nebo pasivního zotavení v rozmezí od 1 do

30 sekund. Již zmínění autoři uvádí časový rozptyl mezi činnostmi vysoké a nízké intenzity v rozmezí 1:7-1:14 (Hůlka et al., 2014).

V souvislosti se sportovním výkonem je podstatné si definovat také sportovní výkonnost. Sportovní výkonnost definujeme jako schopnost pravidelně udržovat a vykonávat sportovní výkon na stejné úrovni. Sportovní výkonnost se skládá u dlouhodobého a systematického procesu. Během vývoje se hráč postupně utváří a je ovlivněn mnoha faktory. Během rozvoje mladých hráčů dochází pravidelně k rozdílům ve výkonnosti a rozptylu její úrovně (Dovalil, 2002).

2. 7. 1 Somatické faktory herního výkonu

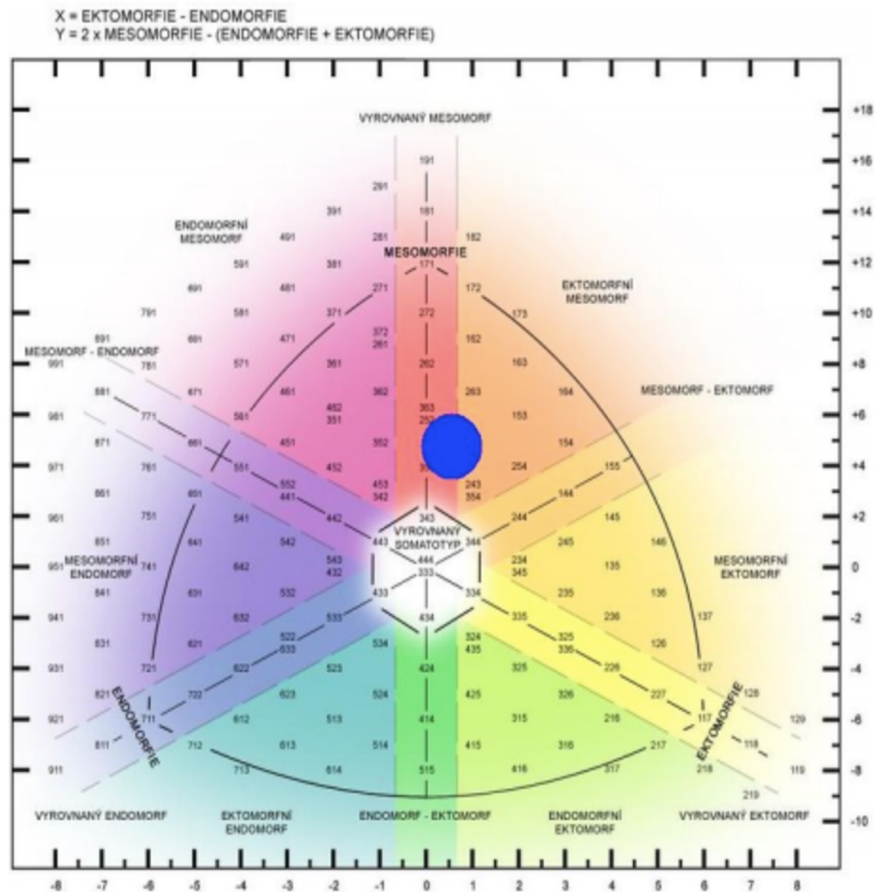
Znaky konstituce máme vzhledem k danému sportovnímu výkonu vrozené a geneticky podmíněné. Jedná se nám o znaky, jakými jsou tělesná výška, složení těla, tělesná hmotnost, délkové rozměry a poměry, tělesný typ a další. Existuje několik faktorů, které ovlivňují hráčovo dospívání především hovoříme o úrovni růstu, vývoji a zrání. Již zmíněné faktory se od sebe navzájem liší (Bangsbo, 2007).

U růstu uvádějí autoři (Bangsbo, 2007; Lehnert et al., 2019) jako stěžejní především složení těla, množství tukuprosté hmoty či kosterní a svalový aparát. Již zmíněné faktory způsobují dle Bangsba (2007) nárůst běžecké rychlosti a svalové síly zejména ve věkovém rozmezí 12-15 let.

Lehnert et al. (2019) ve své publikaci zmiňuje, že hráči, kteří z pohledu tělesného vývoje a růstu dosahují většího progresu nebo akcelerace, mají v konfrontaci se svými vrstevníky značnou výhodu. Hráči, kteří jsou takto akcelerovaní mají svůj herní výkon na vyšší úrovni díky větší tělesné hmotnosti, výšce, síle a s tím související aerobní síle.

Na druhou stranu zrychlený růst svalů a kostí v návaznosti na sportovní výkon může během dětství a dospívání představovat určitou výzvu. Mladí hráči se v tomto důsledku musí naučit kontrolovat pohyby těla, které díky zvýšené akceleraci růstu prochází určitými změnami (Lehnert et al., 2019).

V níže zmíněném somatografu (Obrázek 2), jsme schopni vyzorovat grafické znázornění klasického frekventovaného somatotypu pro hráče fotbalu. Můžeme vidět průměrnou nejčastěji zastoupenou skupinu pro fotbal, kterou je pravidelně typ postavy mezomorf, nebo ektomorfní mezomorf.



Obrázek 2. Somatograf fotbalistů (Bernaciková et al., 2016)

2. 7. 2 Psychické faktory herního výkonu

Psychické faktory herního výkonu se týkají mnoha procesů. Do této skupiny patří emoční, motivační a kognitivní procesy. Následující procesy se objevují a jsou využity během chování sportovců a jejich původcem je osobnost sportovce. Mluvíme zde zejména o poznávacích procesech, emočních, volních, anticipačních a motivačních procesech. Posléze přichází na řadu operace intelektové, percepční a paměťové. Při pohledu na percepční operace sportovce, je důležité zmínit limit těchto operací ve věku do cca 10 let, během tohoto věku je limitem pro komplexní pohyby, u kterých je nervový systém nedostatečně vyvinut (Bangsbo, 2007).

V publikaci od Dovalil et al. (2002) se hovoří o osobnosti z pohledu psychických determinant. V návaznosti na tyto myšlenky Bedřich (2006) rozvádí osobnost, jakožto samostatnou složku sportovního výkonu. Sociabilitu hráčů a potlačení individuálních tendencí zařazuje mezi zásadní faktory, stejně jako emocionální stabilitu, pozornost a schopnost předvídat.

2. 7. 3 Technické faktory herního výkonu

V rámci této složky zde řadíme konkrétní pohybové dovednosti a jejich následné provedení. Jedná se prioritně o biomechanické základy pohybu, pohybové koordinační schopnosti a systém řízení motoriky (Dovalil et al., 2002).

Dále fotbalové dovednosti definujeme, jako tréninkem nabitý souhrn předpokladů hráče pro optimální výkon, ve kterém hráč řeší správně své úkoly vyplývající ze hry. Jejich projev můžeme specifikovat dvojitým způsobem, na vnitřní a vnější. Vnitřním projevem fotbalových dovedností je energetický metabolismus a neurofyziologické mechanismy. Vnější projev jsou následně fotbalové specifické dovednosti fotbalu a jejich účelová koordinace pohybu (Bedřich, 2006).

Následně Bedřich (2006) uvádí pojem herní výkon a jeho změny. Tyto změny musíme brát, jako výtvor širokého spektra faktorů, které na sportovce působí. Žádoucí výsledek utkání je stěžejním požadavkem kladeným na jednotlivé hráče, či celé mužstvo.

2. 7. 4 Kondiční faktory herního výkonu

Při pohledu na kondiční složku hovoříme o komponentech pohybových schopností, jako celku. Zde spadá rychlost, síla, vytrvalost, regenerace, flexibilita a morfologické, či fyziologické základy v rámci příslušných orgánových systémů (Stratton et al., 2004).

Dále popisují Stratton et al. (2004) v kontextu s rychlým zotavením u mladých fotbalistů po zatížení různého charakteru, které směřuje k udržení či zisku míče během hry. Kondiční stránka při těchto úkonech hraje důležitou roli během herního výkonu.

Autoři (Dovalil et al., 2002; Hůlka et al., 2014; Stratton et al., 2004) uvádějí několik kondičních faktorů fotbalového herního výkonu, které jsou zásadní. Mezi tyto faktory řadíme Energetické systémy, ATP-CP systém, Anaerobní glykolýzu, Aerobní fosforylaci, Hodnoty srdeční frekvence, Koncentraci laktátu v krvi a Objem kyslíku využitého za minutu.

2. 7. 5 Taktická složka

Podle tvrzení Dovalila et al. (2002) se jedná o parametry kreativního myšlení sportovce, jeho jednání a variabilitu v rozhodování. Z toho vyplývají vzorce jednání ve formě taktických řešení, díky kterým jedinec řeší pohybové úkoly, efektivně využívá techniku a vybírá ideální řešení pro konkrétní situace.

2. 8 Únava a regenerace

Jedna z definic o únavě hovoří, jako o fyziologickém jevu, během kterého nastávají funkční změny v těle. Jedná se o změny týkající se centrálního nervového systému a přechází po celém těle k periférii (Zajac et al., 2015).

Další z definic zmiňuje únavu svalovou, která je zapříčiněna cvičením, v jehož důsledku dochází k snížení schopnosti svalů produkovat sílu. Vlivem snížení aktivity centrální nervové soustavy, která pracuje jako obranný mechanismus docílíme snížení schopnosti tvorby svalové síly (Padua et al., 2006). Tento případ únavy spadá do kategorie únavy fyziologické. V momentě, kde sportovec nerespektuje poměr dynamicky nastupující únavy a následného zotavení. Dochází postupně k přechodu na únavu patologickou, která má pro lidské tělo velice negativní účinky (Meeusen et al., 2012).

Únava je zapříčiněna vlivem centrálních a periferních faktorů. V případě periferních faktorů se jedná o pokles salvy akčních potenciálů, či o pokles enzymové aktivity vlivem lokální acidózy. Centrální faktory únavy se projevují zhoršenou aktivitou neurotransmiterů, nebo například snížením frekvence využití motoneuronů (Barber-Westin & Noyes, 2017). Z pohledu biomechaniky únava vytváří problém v kinetice pohybu spojené s koaktivací. V důsledku těchto jevů, dochází v utkání k zhoršení kvality běhu (Padua et al., 2006).

2. 8. 1 Neurofyziologické mechanismy únavy, vliv na svalová vlákna

U hráčů definujeme dvě základní příčiny únavy. Jedním typem je únava svalová vznikající, jak již bylo několikrát zmíněno v průběhu svalové činnosti. Tato únava se projevuje snížením výkonnosti hráče a neschopností nadále pokračovat ve hře. Druhým typem je únava mentální. Během svalové práce může vzniknout porucha svalové akce u svalového vlákna, která se projeví špatným zapojením vláken aktinu a myozinu. Další možností je poškození řídicího motoneuronu určitého vlákna. Několik těchto úkazů

jsme schopni pozorovat v rámci záznamu akčního potenciálu formou elektromyografie (Máček & Radvanský, 2011).

Studie deklarují, že vlivem tvorby laktátu, která dosahuje hodnot 25-30 mmol.kg⁻¹ svalové hmoty, se snižuje množství zásob kreatinu a adenosintrifosfátu ve svalech. Následně také klesá pH z hodnot 7,0 do hodnot 6,4 vlivem čehož nastává acidémie. Nové studie deklarují, že nástup únavy během dynamické činnosti není vznik acidózy vyvolán produkcí laktátu ve vysoké míře, nýbrž jako vyústění snížení dostupnosti energetických zásob pro potřebu provedení svalové akce. Dále je klíčový deficit kyslíku, jehož vlivem dochází k snížení spalování a menší kapacitě využití důležitých látek (Máček & Radvanský, 2011).

V průběhu únavy dochází k odlišnosti časového rámce jejího nástupu. Rozlišujeme odlišné hodnoty nástupu únavy při práci statické a dynamické. Během dynamické práce nastává únava později v důsledku vyššího prokrvení svalů při svalové akci a relaxaci. Při statické práci jedinec nepřekročí maximální výkon. Hráč není schopen překročit vyčerpání energetických zásob. Hlavními činiteli zapříčiňující únavu jsou vápník, intersticiální kalium a malé množství energetických zdrojů (Máček & Radvanský, 2011).

Faktory ovlivňující únavu mohou být také vnější podmínky, nedostatek spánku, onemocnění atd. (Máček & Radvanský, 2011). Lehnert et al. (2014) ve své studii popisuje rychlost průběhu regeneračních procesů, jako velmi individuální. Hlavními druhy ovlivňující regeneraci jsou adaptační podněty, věk hráče, genetika nebo úroveň trénovanosti.

2. 8. 2 Metody hodnocení únavy

Sledování únavy má hned několik důvodů. Jeho monitoring je důležitý pro zdroj informací, které o daném sportovci poskytuje. Mezi hlavní kritéria monitorování patří informovanost o dispozicích hráče, jeho aktuální stav, vzhledem k možným zraněním a nemoci. Dalším sledovaným faktorem je tělesná výkonnost. V rámci sledování je potřeba zaměřit se vzhledem k okolnostem k rychlosti a jednoduchosti monitoringu z důvodu nízkého zatížení hráče, tak aby jej tyto záležitosti nijak neohrožily v komplexní připravenosti. Často užívanými technikami sledování jsou dotazníky, hodnocení srdeční frekvence a skokové testy. Dále jsou pravidelně využívány záznamy o trvání a intenzitě tréninkového zatížení (Thorpe et al., 2017). Zde zmíněné atributy je nutno využívat

zejména ve fotbale, zejména vlivem malého času na zotavení mezi jednotlivými utkáními, které probíhají někdy i dvakrát v týdnu (Thorpe et al., 2017).

Rozdělení metod hodnocení únavy je hned několik. V této konkrétní studii bylo zaměřeno na rozdělení metod do dvou druhů. Forma hodnocení únavy periferní a obecná. V rámci periferního hodnocení zahrnujeme protokoly zaměřené na specifické svalové skupiny, či svaly. Obecné hodnocení se soustřeďuje na různé úkoly zahrnující vertikální skoky, dřepy, vytrvalostní testy s ohledem na časový rámec utkání. Únava se v tomto případě kontrolovala pomocí tepové frekvence, nebo škál (Barber-Westin & Noves, 2017).

Dotazníky

Jednou z nejvíce frekventovaných škál je Vizuální analogová škála tzv. VAS škála. Tato škála je velmi stručná a využívá se k monitorování vnímání únavy, bolesti a zotavení (Halson, 2014). Studie potvrdily, že je schopna rozeznat a odhadnout současný stav sportovce po stránce únavy (Schaal et al., 2013). VAS škála spočívá v měření pomocí úsečky, jejíž koncové body jsou označeny číslicemi 0 a 10. Pro nulu se považuje stav sportovce vyjadřující žádnou míru bolesti sportovce. Desítka vyznačuje neúnosnou bolest hráče. Nula je na levé straně úsečky a desítka na pravé straně úsečky. Hráč po absolvování zátěže, nebo před ní zapisuje na přímku intenzitu bolesti, kterou aktuálně pociťuje (Křivohlavý, 1992).

Reakce autonomního nervového systému

Autonomní nervový systém (ANS) je využíván k hodnocení komplexní adaptační a únavové situace hráče. Tento systém je spojen s několika fyziologickými funkcemi. Jednotlivé ukazatele jsou užívány zvláště s odvozením od klidové srdeční frekvence, submaximální srdeční frekvence, variability srdeční frekvence, či zotavné srdeční frekvence (Achten & Jeukendrup, 2003).

Fyzický výkon

Problémem testování fyzického výkonu je jeho náročnost. V průběhu testů fyzického výkonu dochází k vyčerpání hráče a časové náročnosti celého procesu. Součástí testu jsou sprinty, opakované sprinty a skoky, či maximální volní akce (Andersson et al., 2008). Vlivem snahy o nenarušení tréninkového procesu se sportovcům

nedoporučuje pravidelně tyto úkony provádět. Pokud se jedná o testování u fotbalových týmů, mělo by se jednat o efektivní a rychlé testování (Thorpe et al., 2017).

Neuromuskulární funkce

Pro zjištění obnovení neuromuskulárních funkcí je využito několik druhů skoků, mezi které řadíme vertikální skok z místa nebo výskok z podřepu. V těchto případech se jedná o zkoumání parametrů obnovy neuromuskulárních funkcí po zatížení v utkání, kde sledujeme signifikantní snížení rizikových hodnot po utkání (Andersson et al., 2008; Fatouros et al., 2010).

Ve vztahu k tréninkové zátěži, se v anglické Premier League nebere vertikální skok, či měření výšky, jako citlivý ukazatel pro odhalení změn. Výška vertikálního skoku do jisté míry maskuje náchylnost na změnu zatížení (Gathercole et al., 2015).

Na druhou stranu neuromuskulární parametry zjištěné z vertikálního skoku z místa, jsou shledány vhodnými pro detekci neuromuskulární únavy. Mezi neuromuskulární parametry se v tomto případě řadí trvání koncentrické svalové akce, excentrické a její celkové trvání. Dále zde řadíme dobu letu, časové rozmezí svalové akce nebo čas k dosažení maximální svalové síly. V dalších studiích byly sledovány časové a silové údaje v rámci svalové akce, jež odkryly citlivost při sledování v průběhu RTC (Cormack et al., 2008).

Rozsah pohybu, flexibilita

Pro RTC patří rozsah pohybu (ROM) mezi základní druhy testování při měření na začátku přípravy u elitních týmů. Tyto výstupní data jsou vhodná pro hodnocení únavy a potenciálního rizika zranění ve srovnání s měřením před soutěžním obdobím. Naopak sledování dat a hodnocení ve vztahu k pohybovému zatěžování při utkání je omezené. Měření v oblasti třísel a kyčelního kloubu poukazuje na vhodnost stanovení rizika poranění (Paul et al., 2014).

Biomechanické, hormonální odpovědi a biomarkery

Vliv únavy na biomechanické provedení v průběhu daných testů je značné. Jedná se především o vliv únavy na provedení dopadu. Jeho projevy a zhoršené provedení je především spojeno s valgozitou kolenního kloubu, snížené flexi v kyčelním a kolenním kloubu, dále nárůst tibiální rotace (Bruton, O'Dwyer, & Adams, 2013; Fox, Bonacci,

McLean, Spittle, & Saunders, 2014). Vlivem únavy dochází k riziku pro poranění kolenního kloubu (Padua et al., 2006).

Sledování hormonálních změn během zatížení provádíme díky vyhodnocení poměru testosteronu vzhledem ke kortizolu. Studie poukazují, že vzhledem k většímu zatížení a narůstající únavě se jejich poměr snižuje (Duclos, 2008).

Hlavními biomarkery užívanými ve fotbale pro hodnocení stavu poškození svalu jsou kreatinkináza, interleukin 6, C reaktivní protein a kyselina močová. Kreatinkináza dosahuje vysokých hodnot ihned po utkání a v průběhu 48-120 hodin se navrácí zpět do původních hodnot. Interleukin 6 se navrácí do původních čísel již 24 hodin po zatížení. Naopak C reaktivní protein má po pohybové aktivitě zvýšení hodnot o 50 % během 48 hodin. Kyselina močová má bod vyvrcholení 72 hodin po utkání. C reaktivní protein a kyselina močová jsou považovány spíše za ukazatele zánětlivých biomarkerů (Mohr et al., 2016; Ispirlidis, et al., 2008).

V dalších studiích se střetáváme s informacemi týkající se kortizolu a testosteronu, které vzrůstají 48 hodin po zátěži. Mezi zásadní problémy testování tohoto druhu patří jejich nepraktičnost a horší dostupnost vzhledem k ceně (Morgans et al., 2015).

Základní metody hodnocení únavy by vzhledem k důležitosti rychlého vyhodnocení a v ideálním případě ihned v dané utkání vzhledem k velkému počtu hráčů měly být časově krátké s minimalizací zatížení sportovce. Často užívaným dotazníkem, je dotazník se 4-12 položkami. Důležitým faktorem je vysoká specifická a similarita daných podmínek zvoleného týmu. Jako ideální se nabízí varianta sledování zátěže hráčů během tréninku, při kterém dochází u většiny probandů ke stejnému druhu zátěže. Metody hodnocení vnitřního zatížení jsou reálnější pro vyhodnocení rizika zranění než hodnocení vnějšího zatížení. Z tohoto důvodu je žádoucí spojení objektivních a subjektivních metod hodnocení únavy. V tomto případě by se jednalo o ideální sledování možných rizik zranění (Halson, 2014).

2. 8. 3 Regenerace

Vyjma práce s monitoringem zatěžování a zatížení je potřeba mít určité množství informací o zotavných procesech hráče. Zotavení je bráno, jako komplexní systém, který je velmi složitý. Zpravidla, by ale měl probíhat po uplynutí jakéhokoliv zatížení. Mezi zotavné procesy patří v první fázi tzv. první průběžné zotavování (Choutka & Dovalil, 1991).

V první fázi se dostane do klidových hodnot transportní systém ihned po zatížení trvajícím delší časový úsek. Během této fáze se dostává 80 % systému do původních klidových hodnot. V rámci druhé fáze dojde k finálnímu odstranění laktátu, jenž trvá několik hodin po zatížení. Nastavení rozmezí vyvážených hodnot kyslíku a oxidu uhličitého u tělních tekutin se vykazuje na časový rámec 12 hodin. Mezi důležitou část účinnosti tréninkového zatížení patří rovněž superkompenzace a její projevy. Únava jde ruku v ruce se zotavením (Máček & Radvanský, 2011).

V průběhu zotavení a regenerace sil probíhá zásadní efekt tréninkových podnětů. Během tohoto procesu dochází k zhodnocení kvality a kvantity kompletního tréninkového zatížení. V rámci procesu zotavení dojde k výstavbě sportovní výkonnosti, která má pro výkonnost rozhodující důsledky. Z tohoto důvodu je pro hráče, sportovce důležitým faktorem vytvoření optimálních podmínek pro odpočinek. Jednotlivé rozdíly v zotavování jsou uvedeny v návaznosti na druhy zatížení (Anderson et al., 2008).

Existuje několik faktorů, které do značné míry ovlivňují průběh dlouhodobého zotavení. Mezi tyto faktory patří strava, psychické nastavení, životní režim a další. Regeneraci považujeme za metodu zlepšující zotavné procesy (Choutka & Dovalil, 1991).

Během popisu odlišností v zotavení pomocí protokolu o únavě, týkajícího se jedinců v období předpubertálním a dospělém, došlo k vyhodnocení větší míry rychlého návratu do původního stavu u kategorie dětí oproti dospělým. Díky elektromyografii došlo k vyhodnocení rychlejšího zapojení agonistů, rovněž u dětí v období předpubertálním. Ovšem v případě funkce antagonistů nedošlo k vyhodnocení žádných signifikantních rozdílů. Autoři studie uvádějí za jednu z příčin, nižší distribuci akčního potenciálu a dřívější odstranění metabolických produktů v souladu s rychlejší resyntézou adenosintrifosfátu (Kotzamanidou et al., 2005).

2. 8. 4 Regenerační strategie

Z hlediska rozdělení regenerace hovoříme o dělení na regeneraci aktivní a pasivní. Mezi frekventovaně používané metody regenerace patří zejména využití studené vody a chladného prostředí. Jedná se o vhodný způsob aktivní regenerace v čase 1 hodiny po ukončení aktivní pohybové činnosti. V našem případě využití po utkání, či tréninkové jednotce. Studená voda kladně ovlivňuje fyziologické změny (Wilcock et al., 2006).

Mezi základní varianty využití studené vody se řadí malé bazénky se studenou vodou, nebo velké vany. Zde by mělo dojít k ponoření celého těla vyjma hlavy do vody.

Možnost ponoření pouze dolních končetin, taktéž není špatná varianta. Existuje několik forem intervalů ponoření těla do vody. Užívá se hlavně studená voda o teplotě 10-15 °C s celkovou dobou trvání 15 minut, přičemž se střídají intervaly vynoření a ponoření, kdy jsme vždy 1 minutu ve studené vodě a 1 minutu máme odpočinek. Další variantou je kontrastní terapie založená na střídání intervalů ve studené vodě a posléze v horké vodě vždy u každé z druhů vody hráč stráví po 1 minutě s celkovou dobou trvání 15 minut. Jedná se o dvě efektivní varianty, či formy regenerace (Versey et al., 2013).

Pod druhy aktivního odpočinku jsou zařazeny následující formy, mezi které patří výklus, jízda na kole nebo plavání v rozmezí intenzity cca 60% maximální tepové frekvence. V souvislosti s využitím zde zmíněného druhu regenerace dochází k lepšímu průtoku krve po celém těle (Bernaciková et al., 2013).

Dalším druhem je masáž, kterou je vhodné zařadit 1 hodinu po pohybové aktivitě, či v případě vyčerpávající vytrvalostní aktivity až následující den. Díky masáži dochází k lepšímu prokrvení svalstva a jeho jednotlivých partií. Vlivem masáže se zlepšuje rozsah pohybu a dojde k snížení hodnot stresového hormonu kortizolu v době po zatížení (Chua et al., 2016).

Pasivním druhem regenerace je spánek, jež je velmi důležitý a vlivem mnoha faktorů spojených s pracovním vyčerpáním se jeho délka a kvalita výrazně zkracují. Při pohledu na zvýšené pracovní nároky hovoříme o cestování, socializaci, moderních technologiích a dalších. Standartní dobou pro kvalitní spánek se udává 6-8 hodin. V této fázi dochází k vyplavení růstového hormonu, který dává do pohybu proteosyntézu. Důležitým komponentem je v souvislosti se spánkem striktně daný pravidelný režim (Basner et al., 2007).

Další podstatnou součástí kvalitní regenerace sil je adekvátní výživa, doplněná pitným režimem a využíváním doplňků stravy. Podstatnou součástí regenerace po pohybové zátěži je správné načasování doplnění sacharidů v poměru 1,2 g/kg do 30 minut. Doplnění bílkovin ve výši 20-40 g jednorázově pozitivně ovlivní regeneraci svalové tkáně. V případě doplnění tekutin se sportovec pohybuje na každý kilogram ztracené tělesné hmoty v rovině 1-1,5 l tekutin s obsahem 20-50 mmol/l sodíku (Heaton et al., 2017).

2.9 Rychlostní schopnosti

V současném moderní pojetí fotbalu hraje rychlostní složka významnou roli. Dnešní nároky na rychlost hráčů po všech stránkách jsou enormní. Můžeme

zaznamenávat tlak a důraz na maximální rychlé provedení činností s míčem a bez míče, dále taktéž na individuální rychlostní projev hráče a týmovou spolupráci. Fotbal a jeho současný trend vývoje se ubírá směrem, k rychlým změnám směru, sprintovým náběhům v maximální rychlosti, rychlým dynamickým oběhnutím, překonáním protihráče. Všechny tyto faktory mohou mít zásadní vliv na následný průběh a výsledek utkání (Jebavý, 2017).

Votík (2016) uvádí popis rozvoje rychlostních schopností v průběhu tréninku takto. Veškerý rozvoj těchto rychlostních schopností by měl být prováděn na začátku tréninkové jednotky. Cvičení jsou, zařazovány na začátku hlavní části tréninkové jednotky, následující po řádném rozcvičení. Měli bychom se vyvarovat velkých zátěžových pohybů před rozvojem rychlosti. Rozvoj je zaměřen na koncentrované maximální úsilí daného pohybu. Intervaly mezi sériemi mohou být větší, a jakmile dochází ke zvýšené únavě, či poklesu rychlosti prováděných úkonů, cvičení ukončíme, nebo přerušíme.

3 CÍLE

3.1 Hlavní cíl

Cílem je posoudit velikost neuromuskulární únavy vzhledem k repeat sprint ability v průběhu 72 hodin po modelovém utkání ve fotbale u hráčů kategorie U15

3.2 Dílčí cíle

Dílčími cíli práce jsou:

1. Vliv zatížení v utkání na velikost nervosvalového výkonu
2. Vliv regenerace na rychlost zotavení hráčů v průběhu 72 hodin
3. Vliv postové orientace na velikost neuromuskulární únavy po utkání
4. Vliv postové orientace na rychlost zotavení hráčů v průběhu 72 hodin

3.3 Výzkumné otázky

1. Jaká je rychlost odbourání nervosvalové únavy po utkání v průběhu 72 hodin?
2. Existují významné rozdíly z pohledu postové orientace na velikost neuromuskulární únavy po modelovém utkání?
3. Existují významné rozdíly z pohledu postové orientace na velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin?

4 METODIKA

4.1 Výzkumný soubor

Následující výzkumný soubor zahrnoval 16 hráčů fotbalu spadající pod kategorii U15, jedná se o kategorii fotbalistů do 15 let. Jednalo se o muže (N=16; věk: 14,78±0,30 roku; výška: 173,81±9,13 cm; hmotnost: 63,5±10,35 kg). Hráči spadají pod jeden stejný klub, který se řadí mezi top 10 vrcholových sportovních středisek mládeže v České republice. Jedná se tedy o skupinu hráčů, jež jsme schopni považovat za skupinu, která připadá do elitní úrovně fotbalistů v ČR. Hráči, kteří se výzkumu zúčastnili, byli obeznámeni s cíli a výsledky kompletního výzkumu. Všichni probandi absolvovali výzkum dobrovolně a bylo jim umožněno výzkum kdekoliv, pokud by měli nějaký problém ukončit. Rodiče hráčů, kteří byli testováni podepsali informovaný souhlas o účasti na výzkumu.

4.2 Metody sběru dat

4.2.1 Metody hodnocení vnějšího zatížení

Pro vybrané ukazatele při sledování vnějšího zatížení, bylo využito níže zmíněných výzkumných metod sběru dat.

Analýza překonané vzdálenosti

Dle výběru z možností markerů vnějšího zatížení, jsem si během monitoringu utkání zvolil sledování naběhaných distancí hráčů. Pro vyhodnocení naběhaných distancí využívám systém Team2Pro od firmy Polar (Polar Electro, Kempele, Finsko), jež je schopen vlivem systému GPS s přesností změřit naběhané vzdálenosti během utkání u sledovaných probandů (Bishop & Wright, 2006).

Analýza a hodnocení akcelerace

Pro analýzu hodnocení akcelerace, je během zmíněného měření využit systém Team2Pro od firmy Polar (Polar Electro, Kempele, Finsko), který z důvodu, které byly řečeny využívá propracovanosti svého zabudovaného systému GPS a měří jednotlivé rychlosti změn směru a následně dle rychlosti běhu každého z probandů rozděluje velikosti a intenzity akcelerací podle počtu do tří druhů (Bishop & Wright, 2006):

- Akcelerace nízká (0,5-0,99 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$)
- Akcelerace střední (1-1,99 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$)
- Akcelerace vysoká (nad 2 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$)

4. 2. 2 Metody hodnocení vnitřní odezvy organismu

Během hodnocení vnitřní odezvy organismu na zatížení jsou využívány níže zmíněné metody.

Monitoring srdeční frekvence

Pro hodnocení byl využit systém Team2Pro Polar, který sledoval parametry vnitřního zatížení a jeho ukazatele. Následující systém se využívá pomocí modelu, jež se stará o propojení zařízení spolu s hrudním pásem, který mají probandí během utkání nasazen. Veškeré získané informace eviduje a zaznamenává do aplikace TeamPro Polar (pouze pro systémy iOS). Zde ukládá do paměti hodnoty srdeční frekvence a dokáže je rozdělit do jednotlivých zón. Za účelem této práce byly zóny srdeční frekvence rozděleny následujícím způsobem (Detsch et al., 1998):

- Zóna 1 (50-69 % SFmax).
- Zóna 2 (70-79 % SFmax).
- Zóna 3 (80-89 % SFmax).
- Zóna 4 (90-100 % SFmax).

Vnitřní odezva organismu se udává v procentech z maximální srdeční frekvence (% SFmax), jednotlivé hodnoty jsou ilustrovány v podobě průměrných srdečních frekvencí. Za účelem této diplomové práce, byl k určení hodnot SFmax použit vzorec $220 - \text{věk}$ (Lehnert et al., 2014; Paulo Heinzmann-Filho et al., 2018).

4. 2. 3 Základní analýza herního zatížení v utkání 10+1

Tato podkapitola je věnována výčtu výsledků základních informací výzkumu. Každá z následujících částí podkapitoly je věnována datům týkajících se vnějšího zatížení hráčů během utkání a jejich vnitřní odezvy organismu na danou zátěž.

V tabulkách jsou hodnoty průměrné srdeční frekvence (\bar{SF}) udávány v počtu tepů za minutu ($\text{tepy} \cdot \text{min}^{-1}$), dále jsou tyto hodnoty vyjádřeny v procentech z maximální srdeční frekvence ($\% SF_{\text{max}}$) a distance jsou uváděny v metrech (m). Hodnoty v tabulkách jsou uvedeny v pořadí:

1. průměrná hodnota,
2. minimální hodnota,
3. maximální hodnota,
4. směrodatná odchylka (SD).

V grafech jsou všechny hodnoty udávány v procentech z celkového hracího času (90 min), strávených v pásmu SF či rychlosti pohybu.

4. 2. 4 Hodnocení neuromuskulární únavy pomocí repeat sprint ability testu

Repeat sprint ability

Jedná se o schopnost provádět opakované sprinty s minimálním zotavením, nebo schopnost produkovat co nejlepší maximální výkon během série sprintů, které jsou odděleny krátkými pauzami pro odpočinek. Následující podkapitola se věnuje hodnocení neuromuskulární únavy dle repeat sprint ability testu. Hráči absolvovali test vyvinutí maximální možné rychlosti na vzdálenosti 5, 10 a 20 metrů, který sloužil k určení TT (Total Time) měřeném v sekundách (sek) a FI (Fatigue Indexu) měřeném v procentech (%) a jejich jednotlivých porovnání v průběhu času (Ramos et al., 2018).

Hráči byli postaveni 50 cm za první pár fotobuněk na vyznačeném startovním místě, tak aby správně proběhli první řez fotobuněk. Posléze si sami hráči určili, ve který moment vystartují na vyznačenou dráhu s fotobuněkami. Hráči provedli 3 krátké opakované sprinty s pauzou mezi jednotlivými běhy. Celá dráha byla monitorována systémem fotobuněk umístěných podél sprinterské dráhy, aby zaznamenala čas sprintu na 5, 10 a 20 m (Ramos et al., 2018).

Total time

Jedná se o celkový součet časů všech absolvovaných sprintů na určenou vzdálenost dohromady. RSA TT (Total Time) test byl vypočten, pomocí součtu celkové doby všech tří sprintů na stanovený úsek dohromady, vyjádřený v sekundách (Ramos et al., 2018)

Fatigue index

Jedná se o index únavy, který udává rychlost, jakou sportovci klesá výkon. Čím vyšší je tato rychlost, tím nižší je jeho schopnost udržet si požadovanou rychlost a sílu během sprintů. Toto může trenérovi poskytnout informaci o anaerobní kapacitě a vytrvalosti sportovce. RSA FI (Fatigue index) test byl výpočtem indexu svalové únavy vyjádřeném v procentech (%) dle následující rovnice (Spencer et al., 2005).

$$\text{Fatigue Index} = \left(\left(\frac{\text{RSA}_{\text{total}}}{\text{RSA}_{\text{best}} \times 10} \right) \times 100 \right) - 100$$

Ve které je RSA total celkový čas 3 sprintů a RSA best je nejlepší čas sprintů (Spencer et al., 2005).

4.3 Průběh měření

Výzkum probíhal během úvodních dní na začátku nového týdne po skončení jarní části sezóny. Hráči absolvovali v rámci testování repeat sprint ability vždy 3 sprinty na vyznačené trati, kterou lemovaly fotobuňky rozmístěné podél trati. Mezi jednotlivými sprinty měli hráči časový prostor na krátký odpočinek. Tato forma měření sprintů proběhla před utkáním, po utkání a následně s odstupem 48 hodin a 72 hodin po utkání. Během měření před utkáním, 48 hodin po utkání a 72 hodin po utkání proběhla vždy před měřením repeat sprint ability standartní zahřívací rozcvička běžná fotbalové přípravě na výkon.

Zde měli hráči vzhledem k období sezóny a jejímu výsledku po posledním kole jarní části sezóny svůj absolutní vrchol formy. Z těchto důvodů mohlo utkání proběhnout ve formě přátelského utkání a klasických tréninkových jednotek odpovídajících soutěžnímu období. Tyto jednotky dohromady s přátelským utkáním proběhly na přírodní trávě se standartními rozměry.

Celé mužstvo kategorie U15 a jednotliví hráči mužstva byli rovnoměrně dle aktuální formy rozdělení podle postů na dopředu stanovené herní pozice, tito hráči odehráli během týdne 1 utkání v podmínkách soutěžního utkání, tedy na standartním

hřišti v počtu 11 hráčů v poli a 1 brankář. Utkání bylo uskutečněno v pondělí a doplnila jej tréninková jednotka standartního charakteru provedená po jednom dni volna od uplynutí utkání. Informace a hodnoty byly během výzkumu získány vždy před a po utkání a následně před tréninkovou jednotkou uskutečněnou po 1 dni volna. Takto byly během výzkumu získány informace pomocí repeat sprint ability testu o 16 hráčích, kteří byli rozděleni pomocí herních postů na obránce (O), záložníky (Z) a útočníky (Ú).

Vzhledem ke snaze co nejlépe dosáhnout podmínek soutěžního utkání, byli hráči v průběhu utkání koučováni a byl přítomen rozhodčí. Jelikož proti sobě nastoupili hráči aktuálně třetího celku nejvyšší možné soutěže v daném věku, lze podmínky považovat za srovnatelné s kvalitou soutěžního utkání.

4. 4 Statistické zpracování dat

Statistické zpracování dat se provádělo v programu Statistica (verze 14, StatSoft). Při práci s veškerými veličinami bylo u každé z veličin dosaženo vypočítání základní statistické charakteristiky (průměr, medián, směrodatná odchylka, minimální a maximální hodnota). Pro posouzení normality dat byl použit Saphiro-Wilks test a homogenity na Levene test. 2x4 ANOVA opakovaného měření byla využita pro ověření rozdílů výsledků v čase pro jednotlivé herní posty.

5 VÝSLEDKY

5.1 Zatížení hráčů během utkání 10+1

Následující podkapitola se věnuje hodnotám finálního souboru 16 hráčů, které byly zaznamenány během utkání na hřišti vyhovujícím pravidlům fotbalu, jež byl odehrán v počtu 10 + 1 a hrací doba činila 90 minut.

Vnější zatížení

Během zaměření na uběhnuté distance hráčů během utkání, byly vygenerovány a zapsány následující hodnoty (tabulka 1). hráči dosahovali průměrných hodnot uběhnuté vzdálenosti během utkání 9070,62 m. Maximální uběhnutá distance činí 12225,30 m. Minimální uběhnutá distance činí 4908,20 m. V případě daných hodnot akcelerace a decelerace jsou jednotlivé hodnoty zapsány dle jejich počtu vzhledem k utkání ve třech pásmech. Využíváme zde minimální a maximální hodnoty, průměr a směrodatnou odchylku.

Tabulka 1. Hodnota distancí, akcelerace a decelerace hráčů během utkání 10+1 (N=16)

	Průměr	SD	Min	Max
Distance (m)	9070,62	±2248,78	4908,20	12225,30
Akcelerace počet Nízká(0,5-0,99 m/s)	588	±74,07	478	762
Akcelerace počet Střední(1-1,99 m/s)	66,5	±47,17	51	202
Akcelerace počet Vysoká(nad 2 m/s)	0,5	±1,23	0	4
Decelerace počet Nízká(0,5-0,99 m/s)	671	±99,04	558	875
Decelerace počet Střední(1-1,99 m/s)	89	±29,44	60	155
Decelerace počet Vysoká(nad 2 m/s)	22,5	±20,16	6	83

Vnitřní odezva organismu na vnější zatížení

V utkání byly zaznamenány níže zmíněné hodnoty $\bar{\text{SF}}$, jež následně vyjadřujeme v $\% \text{SF}_{\text{max}}$ (Tabulka 2). Celkový soubor 16 hráčů dosáhl průměrné hodnoty $\bar{\text{SF}}$ 162,31 tepů·min⁻¹. SD v tomto případě byla $\pm 13,04$ tepů·min⁻¹. Maximální hodnota $\bar{\text{SF}}$ frekvence dosáhla hodnot 178,81 tepů·min⁻¹, naopak minimální hodnota byla $\bar{\text{SF}}$ je 140,05 tepů·min⁻¹.

Při vyznačení hodnot v podobě procent ze SF_{max} , se průměrná hodnota u $\bar{\text{SF}}$ dostává k 79,17 $\% \text{SF}_{\text{max}}$. Směrodatná odchylka je $\pm 6,36$ $\% \text{SF}_{\text{max}}$. Maximální hodnota $\bar{\text{SF}}$ je 86,82 $\% \text{SF}_{\text{max}}$. Minimální hodnota $\bar{\text{SF}}$ je 67,80 $\% \text{SF}_{\text{max}}$.

Tabulka 2. Hodnoty $\bar{\text{SF}}$ hráčů během utkání 10+1 (N=16)

	Průměr	SD	Min	Max
$\bar{\text{SF}}$ (tepů·min⁻¹)	162,31	$\pm 13,04$	140,05	178,81
$\% \text{SF}_{\text{max}}$	79,17	$\pm 6,36$	67,80	86,82

5. 2 Vliv zatížení v utkání na nervosvalový výkon

Následující podkapitola se zabývá vlivem zatížení, které hráči absolvují v utkání odehraném na fotbalovém hřišti klasických rozměrů s počtem 10 hráčů v poli a 1 brankář u obou týmů s hrací dobou 90 minut, na nervosvalový výkon a jeho parametry měnící se v časovém rozptylu.

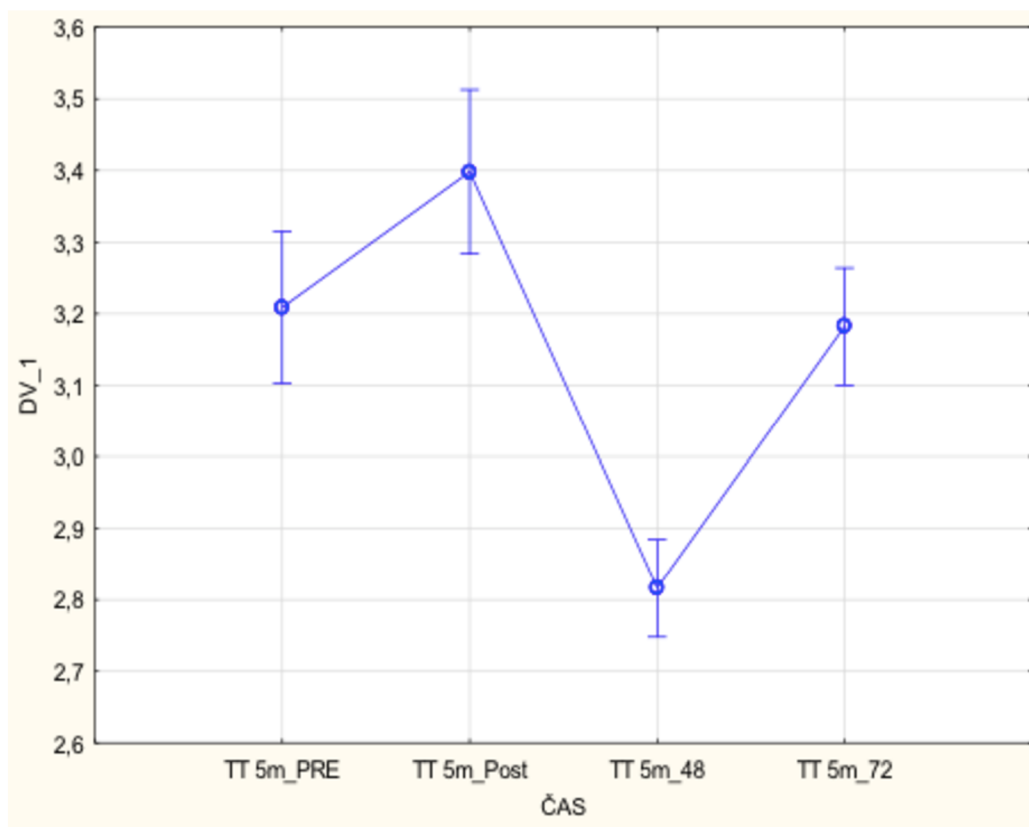
5. 2. 1 Vliv zatížení v utkání na nervosvalový výkon vzhledem k RSA TT testu před a po utkání

V obrázcích a tabulkách jsou výsledná data Repeat sprint ability Total Time (TT) testu zapsána v sekundách (sek), časový rozptyl mezi jednotlivým měřením je udáván v hodinách (hod). Repeat sprint ability TT test je součtem tří pokusů na určenou vzdálenost. Rozděluje se do tří vzdáleností, které musí proband absolvovat. Tyto vzdálenosti jsou rozloženy na 5, 10 a 20 metrů (m). Každá vzdálenost je uvedena ve čtyřech časových rozptylech, které již byly zmíněny výše.

Provedená analýza vlivu zatížení v utkání na nervosvalový výkon vzhledem k Repeat sprint ability TT testu, nám ukázala tři vzdálenosti RSA, vzhledem k danému časovému rozptylu. Při tomto rozdělení vyplývá komparace hodnot měření před a po utkání, jako statisticky významná. Porovnání uvedených hodnot je zapsáno níže.

Porovnání RSA TT testu na 5 m celkového souboru hráčů před utkáním a po utkání

Během analýzy RSA TT testu na 5 m (Obrázek 3) před a po utkání došlo u celkového zkoumaného souboru hráčů k zjištění (N=16), že výsledná průměrná hodnota RSA TT testu na 5 m je před utkáním $3,19 \pm 0,16$ sek. Průměrná hodnota RSA TT testu na 5 m po utkání je $3,38 \pm 0,20$ sek. Během následného porovnání hodnot bylo zaznamenáno, že v testu před utkáním dosahovali hráči významně nižších výsledných hodnot RSA TT testu ($F=55,96$; $p=,00055$), než v testu po utkání.



Obrázek 3. Porovnání průměrných výsledků RSA TT testu před a po utkání 10+1 na 5 m (N=16)

Porovnání RSA TT testu na 5 m celkového souboru hráčů před utkáním a po utkání

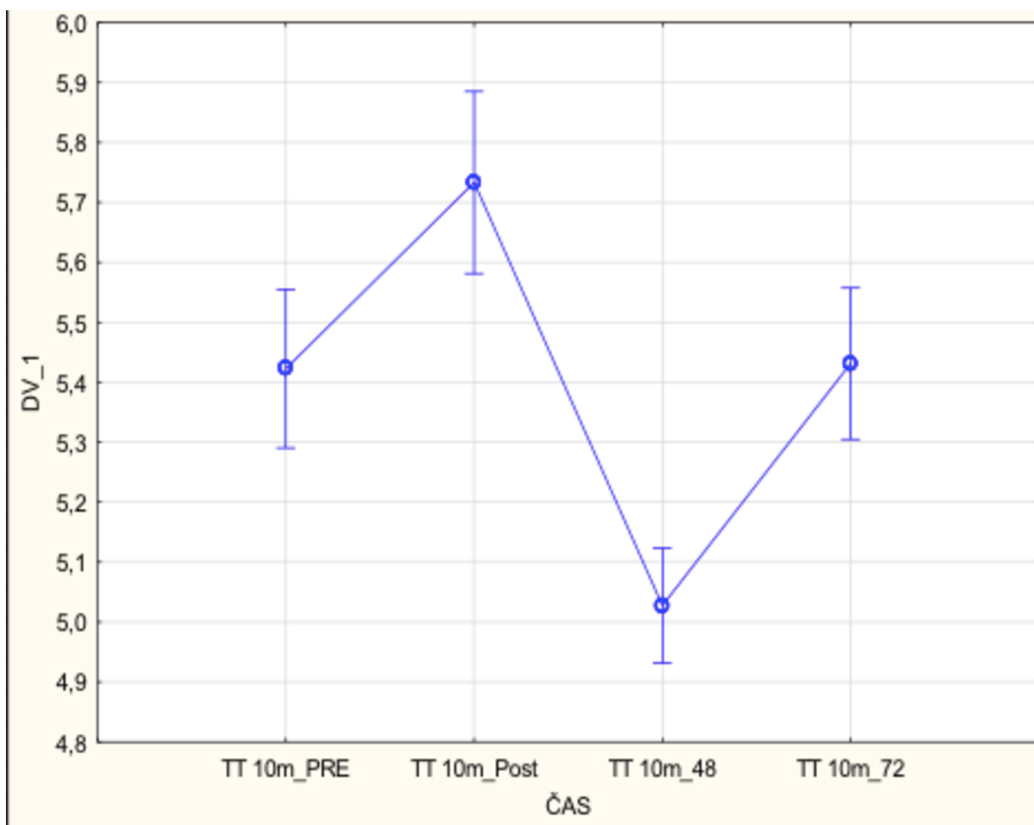
V Tabulce 3. jsou vypsané výsledné průměrné hodnoty celkového souboru hráčů během RSA TT testu na 5 m před utkáním a po utkání. Jednotlivé průměrné hodnoty jsou udávány v sekundách. Během testování před utkáním dosáhli hráči průměrných hodnot $3,19 \pm 0,16$ sek. Při testování po utkání dosáhl celkový soubor testovaných hráčů nejlepšího výsledku $3,38 \pm 0,20$ sek.

Tabulka 3. Porovnání průměrných výsledků RSA TT testu na 5 m před a po utkání 10+1 (N=16)

	RSA TT PRE	SD PRE	RSA TT POST	SD POST
RSA TT 5 m (sek)	3,19	$\pm 0,16$	3,38	$\pm 0,20$

Porovnání RSA TT testu na 10 m celkového souboru hráčů před utkáním a po utkání

Během analýzy RSA TT testu na 10 m (Obrázek 4) před a po utkání došlo u celkového zkoumaného souboru hráčů k zjištění (N=16), že výsledná průměrná hodnota RSA TT testu na 10 m je před utkáním $5,41 \pm 0,20$ sek. Průměrná hodnota RSA TT testu na 10 m po utkání je $5,73 \pm 0,24$ sek. Během následného porovnání hodnot bylo zaznamenáno, že v testu před utkáním dosahovali hráči významně nižších výsledných hodnot RSA TT testu ($F=44,82$; $p=,00016$), než v testu po utkání.



Obrázek 4. Porovnání průměrných výsledků RSA TT testu před a po utkání 10+1 na 10 m (N=16)

Porovnání RSA TT testu na 10 m celkového souboru hráčů před utkáním a po utkání

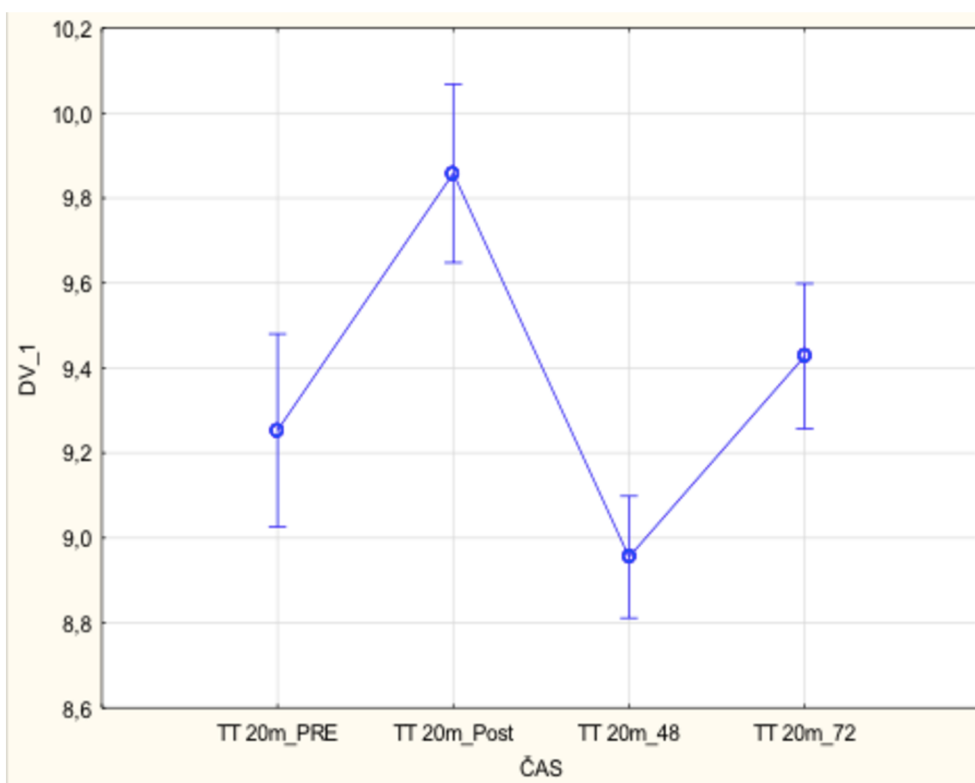
V Tabulce 4. jsou vypsány výsledné průměrné hodnoty celkového souboru hráčů během RSA TT testu na 10 m před utkáním a po utkání. Jednotlivé průměrné hodnoty jsou udávány v sekundách. Během testování před utkáním dosáhli hráči průměrných hodnot $5,41 \pm 0,20$ sek. Při testování po utkání dosáhl celkový soubor testovaných hráčů nejlepšího výsledku $5,73 \pm 0,24$ sek.

Tabulka 4. Porovnání průměrných výsledků RSA TT testu na 10 m před a po utkání 10+1 (N=16)

	RSA TT PRE	SD PRE	RSA TT POST	SD POST
RSA TT 10 m (sek)	5,41	±0,20	5,73	±0,24

Porovnání RSA TT testu na 20 m celkového souboru hráčů před utkáním a po utkání

Během analýzy RSA TT testu na 20 m (Obrázek 5) před a po utkání došlo u celkového zkoumaného souboru hráčů k zjištění (N=16), že výsledná průměrná hodnota RSA TT testu na 20 m je před utkáním 9,27±0,36 sek. Průměrná hodnota RSA TT testu na 20 m po utkání je 9,87±0,34 sek. Během následného porovnání hodnot bylo zaznamenáno, že v testu před utkáním dosahovali hráči významně nižších výsledných hodnot RSA TT testu ($F=33,06$; $p=,00015$), než v testu po utkání.



Obrázek 5. Porovnání průměrných výsledků RSA TT testu před a po utkání 10+1 na 20 m (N=16)

Porovnání RSA TT testu na 20 m celkového souboru hráčů před utkáním a po utkání

V Tabulce 5. jsou vypsány výsledné průměrné hodnoty celkového souboru hráčů během RSA TT testu na 20 m před utkáním a po utkání. Jednotlivé průměrné hodnoty jsou udávány v sekundách. Během testování před utkáním dosáhli hráči průměrných

hodnot $9,27 \pm 0,36$ sek. Při testování po utkání dosáhl celkový soubor testovaných hráčů nejlepšího výsledku $9,87 \pm 0,34$ sek.

Tabulka 5. Porovnání průměrných výsledků RSA TT testu na 20 m před a po utkání 10+1 (N=16)

	RSA TT PRE	SD PRE	RSA TT POST	SD POST
RSA TT 20 m (sek)	9,27	$\pm 0,36$	9,87	$\pm 0,34$

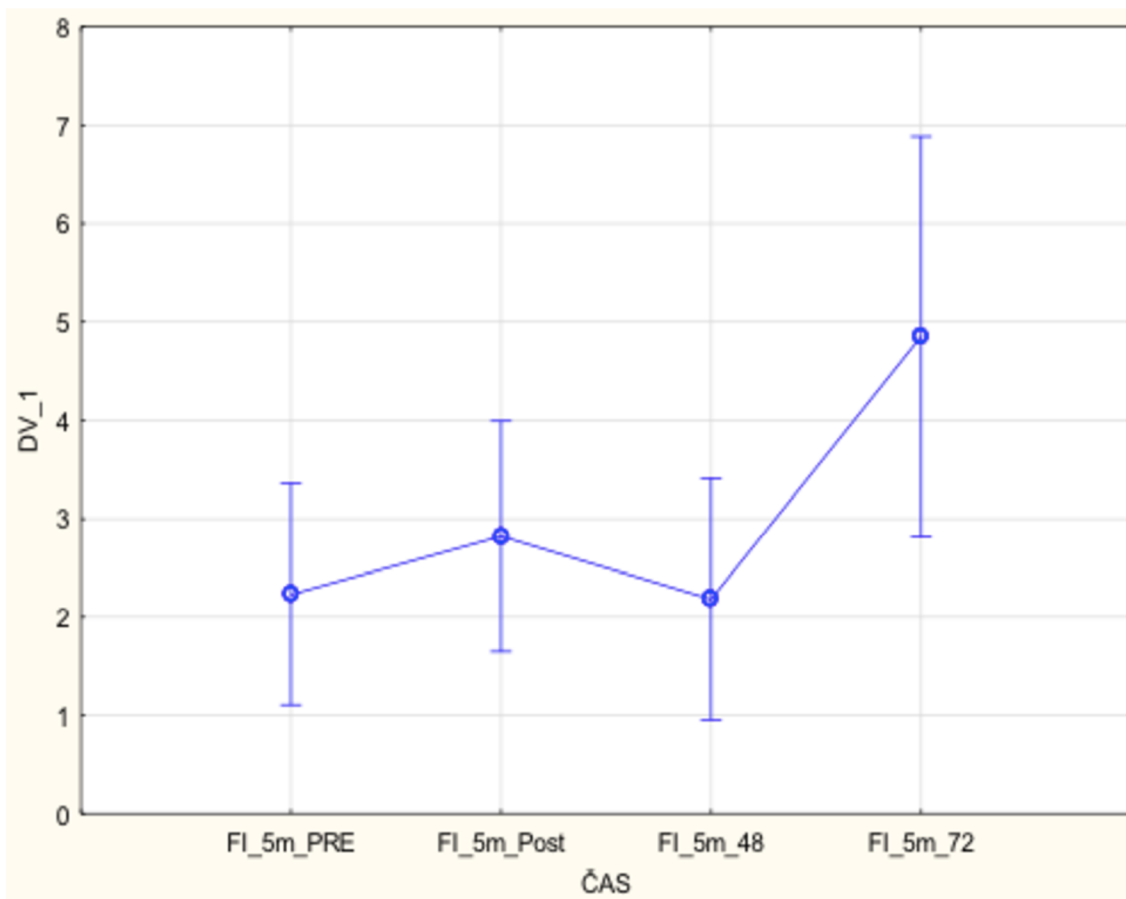
5. 2. 2 *Vliv zatížení v utkání na nervosvalový výkon vzhledem k RSA FI testu před a po utkání*

V obrázcích a tabulkách jsou výsledná data Repeat sprint ability Fatigue Index (FI) testu zapsána dle indexu svalové únavy FI v procentech (%), časový rozptyl mezi jednotlivým měřením je udáván v hodinách (hod). Repeat sprint ability FI test je indexem únavy, který udává rychlost, jakou sportovci klesá výkon, čím vyšší je tato rychlost, tím nižší je jeho schopnost udržet si maximální výkonnost. Rozděluje se do tří vzdáleností, které musí proband absolvovat. Tyto vzdálenosti jsou rozloženy na 5, 10 a 20 metrů (m). Každá vzdálenost je uvedena ve čtyřech časových rozptylech, které již byly zmíněny výše.

Provedená analýza vlivu zatížení v utkání na nervosvalový výkon vzhledem k Repeat sprint ability FI testu, nám ukázala tři vzdálenosti RSA, vzhledem k danému časovému rozptylu. Při tomto rozdělení vyplývá komparace hodnot měření před a po utkání, jako statisticky nevýznamná. Porovnání uvedených hodnot je zapsáno níže.

Porovnání RSA FI testu na 5 m celkového souboru hráčů před utkáním a po utkání

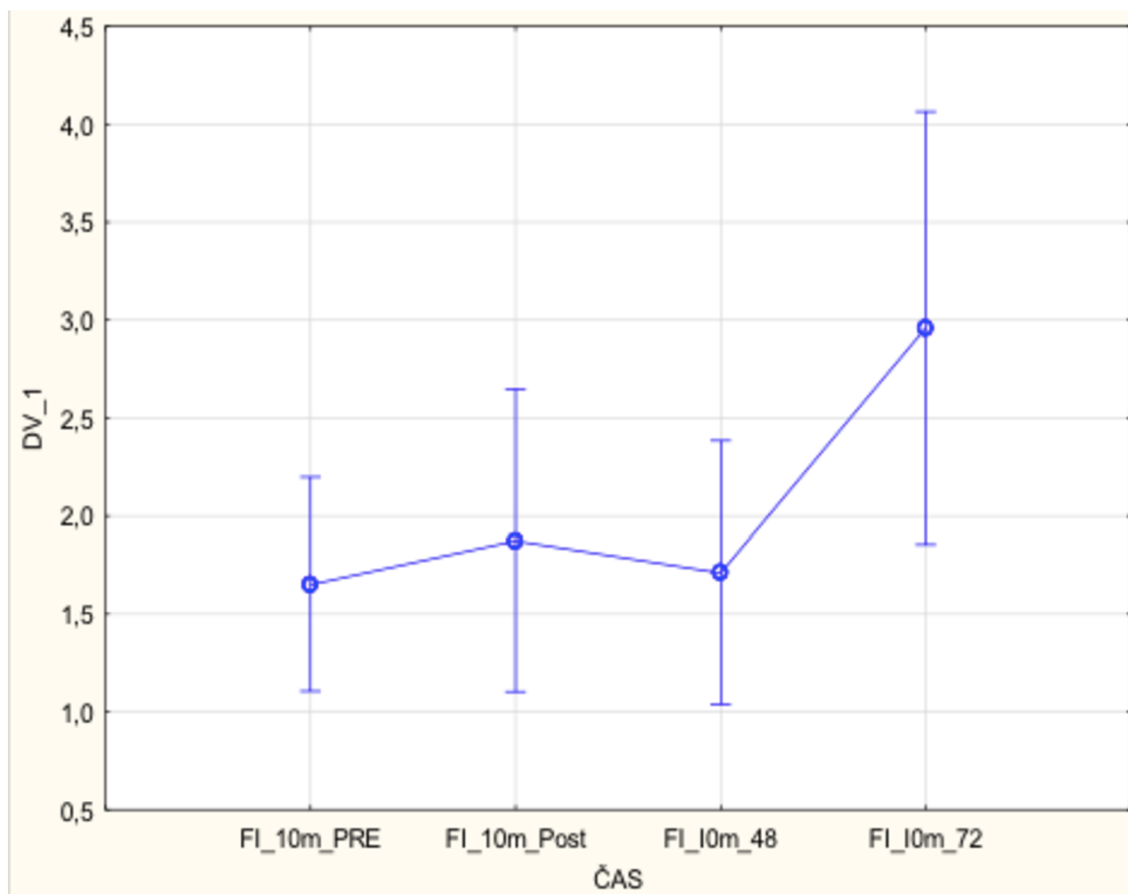
Během analýzy RSA FI testu na 5 m (Obrázek 6) před a po utkání došlo u celkového zkoumaného souboru hráčů k zjištění (N=16), že výsledná průměrná hodnota RSA FI testu na 5 m je před utkáním $2,27 \pm 1,85$ % FI. Průměrná hodnota RSA FI testu na 5 m po utkání je $2,29 \pm 2,25$ %. Během následného porovnání hodnot bylo zaznamenáno, že v testu před utkáním dosahovali hráči statisticky nevýznamných výsledných hodnot RSA FI testu ($F=1,16$; $p=,34797$).



Obrázek 6. Porovnání průměrných výsledků RSA FI testu před a po utkání 10+1 na 5 m (N=16)

Porovnání RSA FI testu na 10 m celkového souboru hráčů před utkáním a po utkání

Během analýzy RSA FI testu na 10 m (Obrázek 7) před a po utkání došlo u celkového zkoumaného souboru hráčů k zjištění (N=16), že výsledná průměrná hodnota RSA FI testu na 10 m je před utkáním $1,62 \pm 0,91$ % FI. Průměrná hodnota RSA FI testu na 10 m po utkání je $1,60 \pm 1,41$ %. Během následného porovnání hodnot bylo zaznamenáno, že v testu před utkáním dosahovali hráči statisticky nevýznamných výsledných hodnot RSA FI testu ($F=1,62$; $p=,14527$).



Obrázek 7. Porovnání průměrných výsledků RSA FI testu před a po utkání 10+1 na 10 m (N=16)

5.3 Vliv regenerace na sportovní výkon v průběhu 72 hodin

5.3.1 Repeat sprint ability TT test

Tato podkapitola se věnuje vlivu regenerace v čase na sportovní výkon v průběhu 72 hodin a její měnící se parametry v průběhu času. Jednotlivé časové rozptyly jsou rozděleny na časový úsek testování před utkáním, po utkání, 48 hodin po utkání a 72 hodin po utkání.

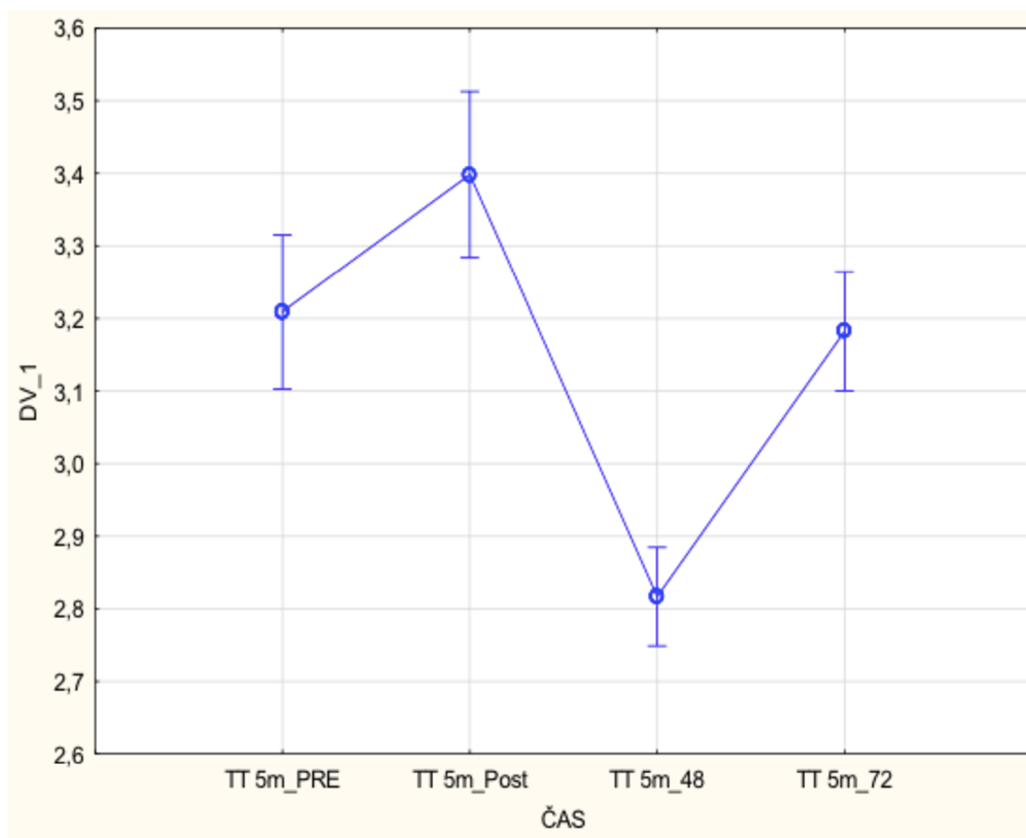
V obrázcích a tabulkách jsou data Repeat sprint ability TT testu zapsána v sekundách (sek), časový rozptyl mezi jednotlivým měřením je udáván v hodinách (hod).

Repeat sprint ability TT test je součtem tří pokusů na určenou vzdálenost. Rozděluje se do tří vzdáleností, které musí proband absolvovat. Tyto vzdálenosti jsou rozloženy na 5, 10 a 20 metrů (m). Každá vzdálenost je uvedena ve čtyřech časových rozptylech, které již byly zmíněny výše.

Provedená analýza vlivu regenerace na sportovní výkon v průběhu 72 hodin vzhledem k Repeat sprint ability TT testu, nám ukázal tři vzdálenosti RSA, vzhledem k danému časovému rozptylu. Při tomto rozdělení vyplývá komparace hodnot měření v časovém úseku 48 hodin po utkání vzhledem k hodnotám naměřeným po utkání, jako statisticky významná. Porovnání uvedených hodnot je zapsáno níže.

Porovnání RSA TT testu na 5 m celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání

Při analýze celkového zkoumaného souboru hráčů bylo zjištěno (Obrázek 8), že výsledná průměrná hodnota RSA TT testu na 5 m je po utkání významně vyšší, než následné hodnoty naměřené 48 hodin ($F=55,96$; $p=,00015$) a 72 hodin po utkání ($F=55,96$; $p=,00016$). Jinými slovy, až s odstupem 72 hodin po utkání se průměrné výsledné hodnoty dostávají k podobným výsledným hodnotám z měření před utkáním.



Obrázek 8. Porovnání RSA TT testu na 5 m celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání (N=16)

Porovnání RSA TT testu na 5 m celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání

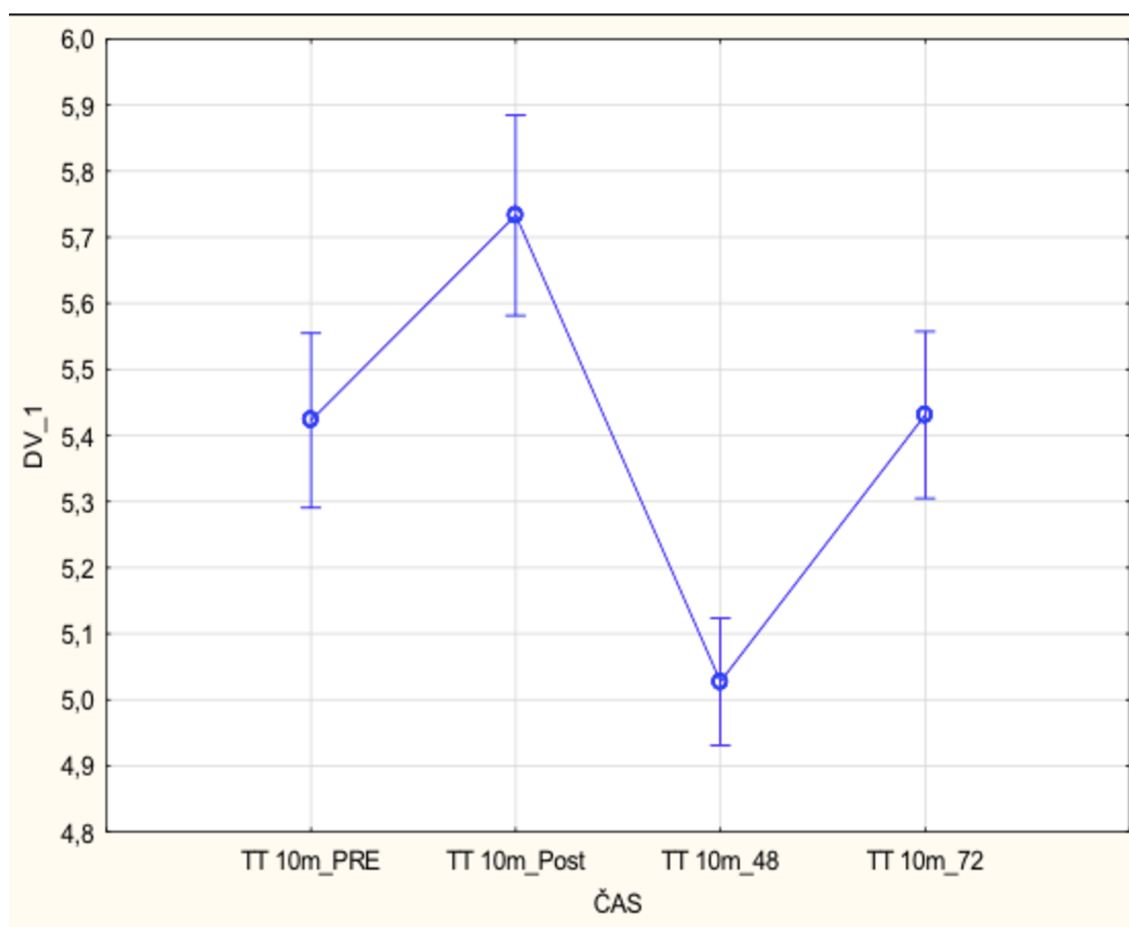
V Tabulce 6 jsou uvedeny průměrné hodnoty analýzy porovnaných ukazatelů RSA TT testu celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání s jejich následnou stoupající tendencí návratu k původním hodnotám před utkáním vlivem časového prostoru pro záměrnou regeneraci sil. Celkový soubor hráčů zaznamenal výsledný průměr RSA TT testu měřený před utkáním $3,19 \pm 0,16$ sek. V průběhu testování ihned po utkání se hráči dostávali k průměrným hodnotám $3,38 \pm 0,20$ sek. Následně po dovršení časové prodlevy 48 hodin po utkání byly hráčům naměřeny průměrné hodnoty $2,84 \pm 0,11$ sek. Výsledky 72 hodin po utkání, se dostaly na průměrné hodnoty $3,14 \pm 0,16$ sek.

Tabulka 6. Porovnání průměrných hodnot RSA TT testu na 5 m celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání (N=16)

	RSA TT PRE	RSA TT POST	RSA TT 48	RSA TT 72
RSA TT 5 m (sek)	3,19	3,38	2,84	3,14
SD	±0,16	±0,20	±0,11	±0,16

Porovnání RSA TT testu na 10 m celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání

Při analýze celkového zkoumaného souboru hráčů bylo zjištěno (Obrázek 9), že výsledná průměrná hodnota RSA TT testu na 10 m je po utkání významně vyšší, než následné hodnoty naměřené 48 hodin ($F=44,82$; $p=,00015$) a 72 hodin po utkání ($F=44,82$; $p=,00015$). Jinými slovy, až s odstupem 72 hodin po utkání se průměrné výsledné hodnoty dostávají k podobným výsledným hodnotám z měření před utkáním.



Obrázek 9. Porovnání RSA TT testu na 10 m celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání (N=16)

Porovnání RSA TT testu na 10 m celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání

V Tabulce 7 jsou uvedeny průměrné hodnoty analýzy porovnaných ukazatelů RSA TT testu celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání s jejich následnou stoupající tendencí návratu k původním hodnotám před utkáním vlivem časového prostoru pro záměrnou regeneraci sil. Celkový soubor hráčů zaznamenal výsledný průměr RSA TT testu měřený před utkáním $5,41 \pm 0,20$ sek. V průběhu testování ihned po utkání

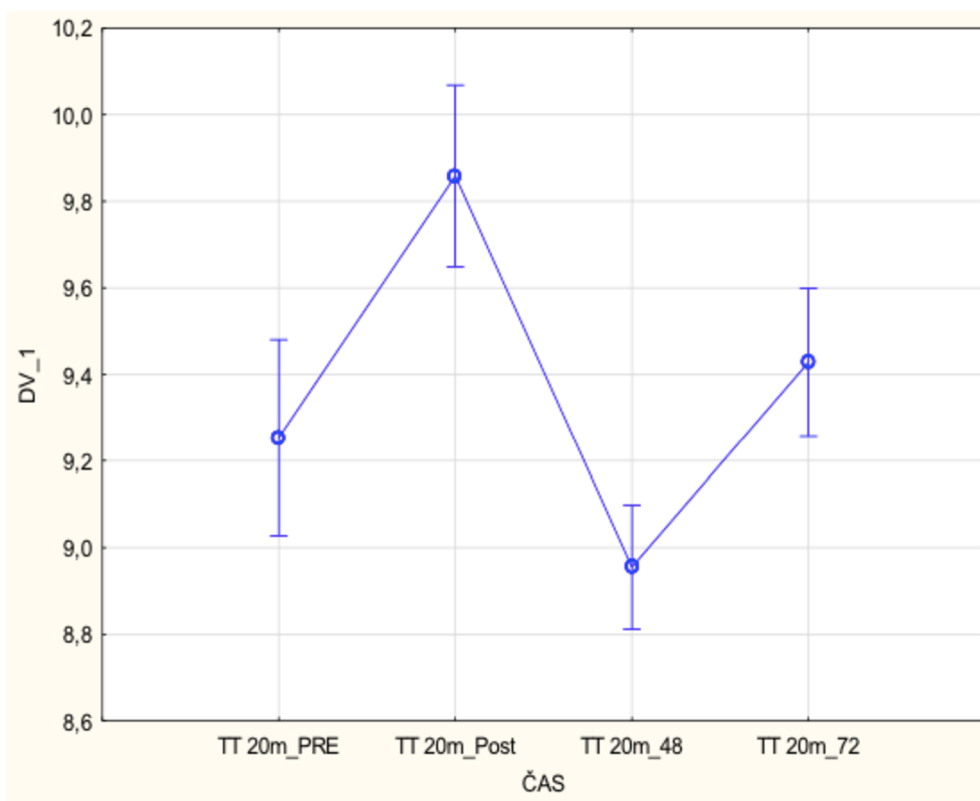
se hráči dostávali k průměrným hodnotám $5,73 \pm 0,24$ sek. Následně po dovršení časové prodlevy 48 hodin po utkání byly hráčům naměřeny průměrné hodnoty $5,06 \pm 0,16$ sek. Výsledky 72 hodin po utkání, se dostaly na průměrné hodnoty $5,38 \pm 0,23$ sek.

Tabulka 7. Porovnání průměrných hodnot RSA TT testu na 10 m celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání (N=16)

	RSA TT PRE	RSA TT POST	RSA TT 48	RSA TT 72
RSA TT 10 m (sek)	5,41	5,73	5,06	5,38
SD	$\pm 0,20$	$\pm 0,24$	$\pm 0,16$	$\pm 0,23$

Porovnání RSA TT testu na 20 m celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání

Při analýze celkového zkoumaného souboru hráčů bylo zjištěno (Obrázek 10), že výsledná průměrná hodnota RSA TT testu na 20 m je po utkání významně vyšší, než následné hodnoty naměřené 48 hodin ($F=33,06$; $p=,00015$) a 72 hodin po utkání ($F=33,06$; $p=,00016$). Jinými slovy, až s odstupem 72 hodin po utkání se průměrné výsledné hodnoty dostávají k podobným výsledným hodnotám z měření před utkáním.



Obrázek 10. Porovnání RSA TT testu na 20 m celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání (N=16)

Porovnání RSA TT testu na 20 m celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání

V Tabulce 8 jsou uvedeny průměrné hodnoty analýzy porovnaných ukazatelů RSA TT testu celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání s jejich následnou stoupající tendencí návratu k původním hodnotám před utkáním vlivem časového prostoru pro záměrnou regeneraci sil. Celkový soubor hráčů zaznamenal výsledný průměr RSA TT testu měřený před utkáním $9,27 \pm 0,36$ sek. V průběhu testování ihned po utkání se hráči dostávali k průměrným hodnotám $9,87 \pm 0,34$ sek. Následně po dovršení časové prodlevy 48 hodin po utkání byly hráčům naměřeny průměrné hodnoty $9,01 \pm 0,25$ sek. Výsledky 72 hodin po utkání, se dostaly na průměrné hodnoty $9,39 \pm 0,29$ sek.

Tabulka 8. Porovnání průměrných hodnot RSA TT testu na 20 m celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání (N=16)

	RSA TT PRE	RSA TT POST	RSA TT 48	RSA TT 72
RSA TT 20 m (sek)	9,27	9,87	9,01	9,39
SD	$\pm 0,36$	$\pm 0,34$	$\pm 0,25$	$\pm 0,29$

5. 3. 2 Repeat sprint ability FI test

Tato podkapitola se věnuje vlivu regenerace v čase na sportovní výkon v průběhu 72 hodin a její měnící se parametry v průběhu času. Jednotlivé časové rozptyly jsou rozděleny na časový úsek testování před utkáním, po utkání, 48 hodin po utkání a 72 hodin po utkání.

V obrázcích a tabulkách jsou data Repeat sprint ability Fatigue index (FI) testu zapsána pomocí % FI, časový rozptyl mezi jednotlivým měřením je udáván v hodinách (hod).

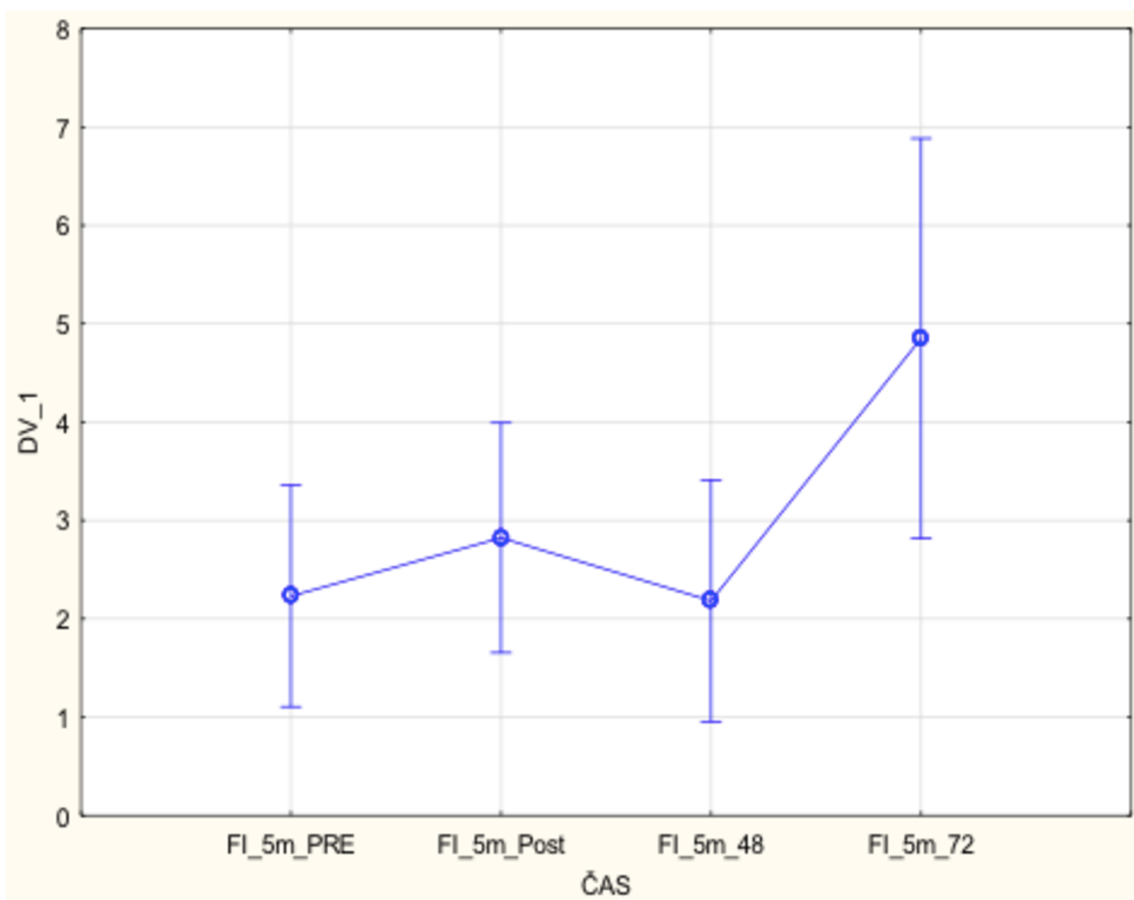
Repeat sprint ability FI test je indexem únavy, který udává rychlost, jakou sportovci klesá výkon, čím vyšší je tato rychlost, tím nižší je jeho schopnost udržet si maximální výkonnost. Rozděluje se do tří vzdáleností, které musí proband absolvovat. Tyto vzdálenosti jsou rozloženy na 5, 10 a 20 metrů (m). Každá vzdálenost je uvedena ve čtyřech časových rozptylech, které již byly zmíněny výše.

Provedená analýza vlivu regenerace na sportovní výkon v průběhu 72 hodin vzhledem k Repeat sprint ability FI testu, nám ukázal tři vzdálenosti RSA, vzhledem k danému časovému rozptylu. Při tomto rozdělení vyplývá komparace hodnot měření

v časovém úseku 72 hodin po utkání vzhledem k hodnotám naměřeným před utkáním a v průběhu 48 hodin po utkání, jako statisticky významná. Porovnání uvedených hodnot je zapsáno níže.

Porovnání RSA FI testu na 5 m celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání

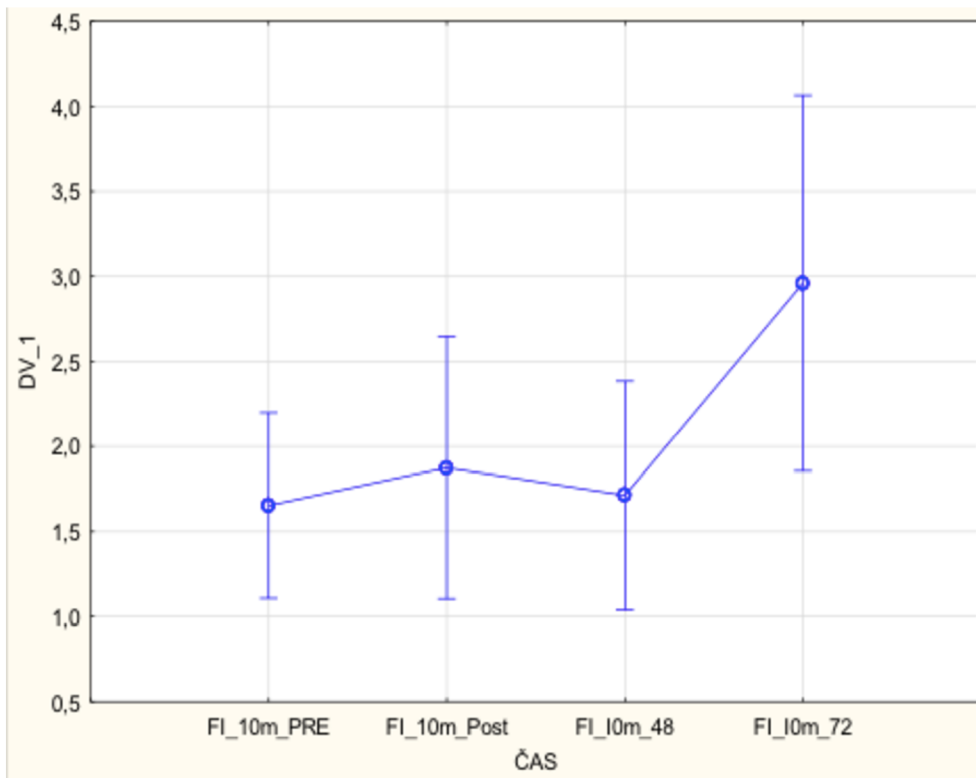
Při analýze celkového zkoumaného souboru hráčů bylo zjištěno (Obrázek 11), že výsledná průměrná hodnota RSA FI testu na 5 m je 72 hodin po utkání významně vyšší, než předešlé hodnoty naměřené před utkáním ($F=4,37$; $p=,01657$), po utkání ($F=4,37$; $p=,01721$) a následně 48 hodin po utkání ($F=4,37$; $p=,02850$).



Obrázek 11. Porovnání RSA FI testu na 5 m celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání (N=16)

Porovnání RSA FI testu na 10 m celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání

Při analýze celkového zkoumaného souboru hráčů bylo zjištěno (Obrázek 12), že výsledná průměrná hodnota RSA FI testu na 10 m je 72 hodin po utkání významně vyšší, než předešlé hodnoty naměřené před utkáním ($F=4,26$; $p=,01182$) a po utkání ($F=4,37$; $p=,01037$).



Obrázek 12. Porovnání RSA FI testu na 10 m celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání (N=16)

5. 4 Vliv postové orientace na velikost neuromuskulární únavy po utkání dle RSA TT testu

Analýzou zatížení hráčů v utkání 10+1 při měření před utkáním a po utkání, byly během výzkumu zjištěny níže uvedené hodnoty porovnané mezi obránci (O), záložníky (Z), útočníky (Ú). Měřené hodnoty RSA TT testu byly v tabulkách udávány vzhledem k rychlosti pohybu na danou vzdálenost v sekundách (sek) a údaje spojené s časem byly rozlišeny zkratkami PRE (před utkáním) a POST (po utkání).

Hodnoty RSA FI testu z pohledu FI, byly zaznačeny pomocí koeficientu k FI. Údaje spjaté s časovým rozptylem byly opět rozděleny zkratkami PRE (před utkáním) a POST (po utkání).

5. 4. 1 Velikost neuromuskulární únavy po utkání podle postové orientace u RSA TT testu

Porovnání herních postů podle RSA TT testu před a po utkání ukazuje na statisticky nevýznamné rozdíly hodnot jednotlivých herních postů. Průměrné hodnoty v případě všech postů, nedosahovaly významně vyššího rozdílu hodnot mezi výsledky testování RSA TT testu před utkáním a následně po utkání.

Velikost neuromuskulární únavy u obránců po utkání dle RSA TT testu na 5, 10, 20 m

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě obránců ($n=7$) dosahují během RSA TT testu na 5, 10, 20 m tyto hodnoty (Tabulka 9). V Tabulce 9 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty celkového souboru obránců naměřené před utkáním a po utkání. Zkratkou SD je v toto případě uvedena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor obránců dosahoval při měření před utkáním na vzdálenost 5 m průměrných hodnot $3,17 \pm 0,16$ sek. Na 10 m $5,40 \pm 0,19$ sek. Na 20 m $9,30 \pm 0,25$ sek. Po utkání se hráči dostávali u vzdálenosti 5 m v průměru k výsledkům $3,32 \pm 0,11$ sek. Na 10 m $5,71 \pm 0,17$ sek. Na 20 m $9,86 \pm 0,24$ sek.

Tabulka 9. RSA TT test na 5, 10 a 20 m vliv utkání na neuromuskulární únavu u obránců ($n_0=7$)

Obránci	RSA TT PRE	RSA TT POST
RSA TT 5 m (sek)	3,17	3,32
SD	±0,16	±0,11
RSA TT 10 m (sek)	5,40	5,71
SD	±0,19	±0,17
RSA TT 20 m (sek)	9,30	9,86
SD	±0,25	±0,24

Velikost neuromuskulární únavy u záložníků po utkání dle RSA TT testu na 5, 10, 20 m

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě záložníků ($n_z=4$) dosahují během RSA TT testu na 5, 10, 20 m tyto hodnoty (Tabulka 10). V Tabulce 10 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty celkového souboru záložníků naměřené před utkáním a po utkání. Zkratkou SD je v toto případě uvedena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor záložníků dosahoval při měření před utkáním na vzdálenost 5 m průměrných hodnot $3,26 \pm 0,17$ sek. Na 10 m $5,51 \pm 0,19$ sek. Na 20 m $9,48 \pm 0,26$ sek. Po utkání se hráči dostávali u vzdálenosti 5 m v průměru k výsledkům $3,59 \pm 0,36$ sek. Na 10 m $5,93 \pm 0,43$ sek. Na 20 m $10,07 \pm 0,52$ sek.

Tabulka 10. RSA TT test na 5, 10 a 20 m vliv utkání na neuromuskulární únavu u záložníků ($n_z=4$)

Záložníci	RSA TT PRE	RSA TT POST
RSA TT 5 m (sek)	3,26	3,59
SD	±0,17	±0,36
RSA TT 10 m (sek)	5,51	5,93
SD	±0,19	±0,43
RSA TT 20 m (sek)	9,48	10,07
SD	±0,26	±0,52

Velikost neuromuskulární únavy u útočníků po utkání dle RSA TT testu na 5, 10, 20 m

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě útočníků ($n_u=3$) dosahují během RSA TT testu na 5, 10, 20 m tyto hodnoty (Tabulka 11). V Tabulce 11 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty celkového souboru útočníků naměřené před utkáním a po utkání. Zkratkou SD je v toto případě uvedena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor útočníků dosahoval při měření před utkáním na vzdálenost 5 m průměrných hodnot $3,18 \pm 0,18$ sek. Na 10 m $5,35 \pm 0,20$ sek. Na 20 m $9,14 \pm 0,33$ sek. Po utkání se hráči dostávali u vzdálenosti 5 m v průměru k výsledkům $3,37 \pm 0,13$ sek. Na 10 m $5,70 \pm 0,22$ sek. Na 20 m $9,90 \pm 0,33$ sek.

Tabulka 11. RSA TT test na 5, 10 a 20 m vliv utkání na neuromuskulární únavu u útočníků

($n_i=3$)

Útočníci	RSA TT PRE	RSA TT POST
RSA TT 5 m (sek)	3,18	3,37
SD	±0,18	±0,13
RSA TT 10 m (sek)	5,35	5,70
SD	±0,20	±0,22
RSA TT 20 m (sek)	9,14	9,90
SD	±0,33	±0,33

Vliv postové orientace na neuromuskulární únavu po utkání dle RSA FI testu

Porovnání herních postů podle RSA FI testu před a po utkání ukazuje na statisticky nevýznamné rozdíly v hodnotách jednotlivých herních postů. Průměrné hodnoty v případě všech postů, nedosahovaly významně vyššího rozdílu hodnot mezi výsledky testování RSA FI testu před utkáním a následně po utkání.

Velikost neuromuskulární únavy u obránců po utkání dle RSA FI testu na 5, 10, 20m

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě obránců ($n_o=7$) dosahují během RSA FI testu na 5, 10, 20 m tyto hodnoty (Tabulka 12). V Tabulce 12 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty celkového souboru obránců naměřené před utkáním a po utkání. Zkratkou SD je v toto případě uvedena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor obránců dosahoval při měření před utkáním na vzdálenost 5 m průměrných hodnot $1,83 \pm 2,04$ % FI. Na 10 m $1,28 \pm 0,78$ %. Na 20 m $1,35 \pm 1,04$ %. Po utkání se hráči dostávali u vzdálenosti 5 m v průměru k výsledkům $0,98 \pm 0,51$ %. Na 10 m $0,93 \pm 0,53$ %. Na 20 m $0,81 \pm 0,51$ %.

Tabulka 12. RSA FI test na 5, 10 a 20 m vliv utkání na neuromuskulární únavu u obránců ($n_0=7$)

Obránci	RSA FI PRE	RSA FI POST
RSA FI 5 m (%)	1,83	0,98
SD	$\pm 2,04$	$\pm 0,51$
RSA FI 10 m (%)	1,28	0,93
SD	$\pm 0,78$	$\pm 0,53$
RSA FI 20 m (%)	1,35	0,81
SD	$\pm 1,04$	$\pm 0,51$

Velikost neuromuskulární únavy u záložníků po utkání dle RSA FI testu na 5, 10, 20 m

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě záložníků ($n_z=4$) dosahují během RSA FI testu na 5, 10, 20 m tyto hodnoty (Tabulka 13). V Tabulce 13 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty celkového souboru záložníků naměřené před utkáním a po utkání. Zkratkou SD je v toto případě uvedena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor záložníků dosahoval při měření před utkáním na vzdálenost 5 m průměrných hodnot $2,59 \pm 1,88$ % FI. Na 10 m $1,83 \pm 1,18$ %. Na 20 m $1,09 \pm 0,73$ %. Po utkání se hráči dostávali u vzdálenosti 5 m v průměru k výsledkům $4,63 \pm 3,85$ %. Na 10 m $3,11 \pm 2,83$ %. Na 20 m $1,96 \pm 1,72$ %.

Tabulka 13. RSA FI test na 5, 10 a 20 m vliv utkání na neuromuskulární únavu u záložníků ($n_z=4$)

Záložníci	RSA FI PRE	RSA FI POST
RSA FI 5 m (%)	2,59	4,63
SD	$\pm 1,88$	$\pm 3,85$
RSA FI 10 m (%)	1,83	3,11
SD	$\pm 1,18$	$\pm 2,83$
RSA FI 20 m (%)	1,09	1,96
SD	$\pm 0,73$	$\pm 1,72$

Velikost neuromuskulární únavy u útočníků po utkání dle RSA FI testu na 5, 10, 20 m

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě útočníků ($n_ú=3$) dosahují během RSA FI testu na 5, 10, 20 m tyto hodnoty (Tabulka 14).

V Tabulce 14 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty celkového souboru útočníků naměřené před utkáním a po utkání. Zkratkou SD je v toto případě uvedena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor útočníků dosahoval při měření před utkáním na vzdálenost 5 m průměrných hodnot $3,41 \pm 1,74$ % FI. Na 10 m $2,23 \pm 0,88$ %. Na 20 m $1,54 \pm 0,98$ %. Po utkání se hráči dostávali u vzdálenosti 5 m v průměru k výsledkům $2,25 \pm 1,09$ %. Na 10 m $1,41 \pm 0,58$ %. Na 20 m $1,16 \pm 1,10$ %.

Tabulka 14. RSA FI test na 5, 10 a 20 m vliv utkání na neuromuskulární únavu u útočníků ($n_i=3$)

Útočníci	RSA FI PRE	RSA FI POST
RSA FI 5 m (%)	3,41	2,25
SD	$\pm 1,74$	$\pm 1,09$
RSA FI 10 m (%)	2,23	1,41
SD	$\pm 0,88$	$\pm 0,58$
RSA FI 20 m (%)	1,54	1,16
SD	$\pm 0,98$	$\pm 1,10$

5. 5 Vliv postové orientace na velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání

Analýzou zatížení hráčů v utkání 10+1 při měření před utkáním a následně v průběhu 72 hodin po utkání, byly během výzkumu zjištěny níže uvedené rozdíly mezi brankáři (B), obránci (O), záložníky (Z), útočníky (Ú) vlivem utkání na velikost neuromuskulární únavy. Měřené hodnoty byly v tabulkách udávány vzhledem k rychlosti běhu během RSA TT testu v sekundách (sek) a údaje spojené s časem byly rozlišeny zkratkami PRE (před utkáním), POST (po utkání), 48 (48 hodin po utkání) a 72 (72 hodin po utkání). Hodnoty RSA FI testu, byly označeny pomocí koeficientu k FI.

5. 5. 1 Vliv postové orientace na velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání dle RSA TT testu

Porovnání herních postů podle RSA TT testu na velikost neuromuskulární únavy před a po utkání, následně 48 hodin a 72 hodin po utkání níže v tabulkách ukazuje na statisticky nevýznamné hodnoty jednotlivých herních postů. Průměrné hodnoty v případě všech postů, nedosahovaly významně vyššího rozdílu hodnot mezi výsledky testování RSA TT testu před utkáním a následně v průběhu 72 hodin po utkání.

Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání dle RSA TT testu u obránců

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě obránců (no=7) dosahují během RSA TT testu při vyvinutí maximální rychlosti na stanovenou vzdálenost 5m, 10m a 20m měřeném v sekundách (sek) tyto hodnoty (Tabulka 15). V Tabulce 15 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty celkového souboru obránců naměřené před utkáním, po utkání, 48 hodin a 72 hodin po utkání. Zkratkou SD je v toto případě uvedena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor obránců dosahoval při měření před utkáním na vzdálenost 5 m průměrných hodnot $3,17 \pm 0,16$ sek. Na 10 m $5,40 \pm 0,19$ sek. Na 20 m $9,30 \pm 0,25$ sek. Po utkání se hráči dostávali u vzdálenosti 5 m v průměru k výsledkům $3,32 \pm 0,11$ sek. Na 10 m $5,71 \pm 0,17$ sek. Na 20 m $9,86 \pm 0,24$ sek.

S odstupem 48 hodin na vzdálenost 5 m $2,86 \pm 0,08$ sek. Na 10 m $5,10 \pm 0,09$ sek. Na 20 m $9,06 \pm 0,11$ sek. Během měření 72 hodin po utkání na 5 m $3,03 \pm 0,08$ sek. Na 10 m $5,26 \pm 0,10$ sek. Na 20 m $9,31 \pm 0,15$ sek.

Tabulka 15. RSA TT test na 5, 10 a 20 m vliv utkání na únavu v průběhu 72 hod. u obránců ($n_0=7$)

Obránci	RSA TT PRE	RSA TT POST	RSA TT 48	RSA TT 72
RSA TT 5m (sek)	3,17	3,32	2,86	3,03
SD	±0,16	±0,11	±0,08	±0,08
RSA TT 10m (sek)	5,40	5,71	5,10	5,26
SD	±0,19	±0,17	±0,09	±0,10
RSA TT 20m (sek)	9,30	9,86	9,06	9,31
SD	±0,25	±0,24	±0,11	±0,15

Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání dle RSA TT testu u záložníků

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě záložníků ($n_z=7$) dosahují během RSA TT testu při vyvinutí maximální rychlosti na stanovenou vzdálenost 5m, 10m a 20m měřeném v sekundách (sek) tyto hodnoty (Tabulka 16). V Tabulce 16 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty celkového souboru záložníků naměřené před utkáním, po utkání, 48 hodin a 72 hodin po utkání. Zkratkou SD je v toto případě uvedena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor záložníků dosahoval při měření před utkáním na vzdálenost 5 m průměrných hodnot $3,26 \pm 0,17$ sek. Na 10 m $5,51 \pm 0,19$ sek. Na 20 m $9,48 \pm 0,26$ sek. Po utkání se hráči dostávali u vzdálenosti 5 m v průměru k výsledkům $3,59 \pm 0,36$ sek. Na 10 m $5,93 \pm 0,43$ sek. Na 20 m $10,07 \pm 0,52$ sek.

S odstupem 48 hodin na vzdálenost 5 m $2,80 \pm 0,17$ sek. Na 10 m $5,06 \pm 0,23$ sek. Na 20 m $9,04 \pm 0,28$ sek. Během měření 72 hodin po utkání na 5 m $3,34 \pm 0,25$ sek. Na 10 m $5,64 \pm 0,33$ sek. Na 20 m $9,70 \pm 0,42$ sek.

Tabulka 16. RSA TT test na 5, 10 a 20 m vliv utkání na únavu v průběhu 72 hod. u záložníků ($n_z=4$)

Záložníci	RSA TT PRE	RSA TT POST	RSA TT 48	RSA TT 72
RSA TT 5m (sek)	3,26	3,59	2,80	3,34
SD	±0,17	±0,36	±0,17	±0,25
RSA TT 10m (sek)	5,51	5,93	5,06	5,64
SD	±0,19	±0,43	±0,23	±0,33
RSA TT 20m (sek)	9,48	10,07	9,04	9,70
SD	±0,26	±0,52	±0,28	±0,42

Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání dle RSA TT testu u útočníků

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě útočníků ($n=3$) dosahují během RSA TT testu při vyvinutí maximální rychlosti na stanovenou vzdálenost 5m, 10m a 20m měřeném v sekundách (sek) tyto hodnoty (Tabulka 17). V Tabulce 17 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty celkového souboru útočníků naměřené před utkáním, po utkání, 48 hodin a 72 hodin po utkání. Zkratkou SD je v toto případě uvedena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor útočníků dosahoval při měření před utkáním na vzdálenost 5 m průměrných hodnot $3,18 \pm 0,18$ sek. Na 10 m $5,35 \pm 0,20$ sek. Na 20 m $9,14 \pm 0,33$ sek. Po utkání se hráči dostávali u vzdálenosti 5 m v průměru k výsledkům $3,37 \pm 0,13$ sek. Na 10 m $5,70 \pm 0,22$ sek. Na 20 m $9,90 \pm 0,33$ sek.

S odstupem 48 hodin na vzdálenost 5 m $2,88 \pm 0,07$ sek. Na 10 m $5,09 \pm 0,18$ sek. Na 20 m $9,07 \pm 0,35$ sek. Během měření 72 hodin po utkání na 5 m $3,19 \pm 0,04$ sek. Na 10 m $5,38 \pm 0,13$ sek. Na 20 m $9,33 \pm 0,17$ sek.

Tabulka 17. RSA TT test na 5, 10 a 20 m vliv utkání na únavu v průběhu 72 hod. u útočníků ($n=3$)

Útočníci	RSA TT PRE	RSA TT POST	RSA TT 48	RSA TT 72
RSA TT 5m (sek)	3,18	3,37	2,88	3,19
SD	$\pm 0,18$	$\pm 0,13$	$\pm 0,07$	$\pm 0,04$
RSA TT 10m (sek)	5,35	5,70	5,09	5,38
SD	$\pm 0,20$	$\pm 0,22$	$\pm 0,18$	$\pm 0,13$
RSA TT 20m (sek)	9,14	9,90	9,07	9,33
SD	$\pm 0,33$	$\pm 0,33$	$\pm 0,35$	$\pm 0,17$

5. 5. 2 Vliv postové orientace na velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin dle RSA FI testu

Porovnání herních postů podle RSA FI testu na velikost neuromuskulární únavy před a po utkání, následně 48 hodin a 72 hodin po utkání níže v tabulkách ukazuje na statisticky nevýznamné hodnoty jednotlivých herních postů. Průměrné hodnoty v případě všech postů, nedosahovaly významně vyššího rozdílu hodnot mezi výsledky testování RSA FI testu před utkáním a následně v průběhu 72 hodin po utkání.

Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání dle RSA FI testu u obránců

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě obránců ($n_o=7$) dosahují během RSA FI testu při vyvinutí maximální rychlosti na stanovenou vzdálenost 5m, 10m a 20m s výslednými hodnotami zaznačenými pomocí indexu únavy (Tabulka 18). V Tabulce 18 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty celkového souboru obránců naměřené před utkáním, po utkání, 48 hodin a 72 hodin po utkání. Zkratkou SD je v toto případě uvedena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor obránců dosahoval při měření před utkáním na vzdálenost 5 m průměrných hodnot $1,83 \pm 2,04$ % FI. Na 10 m $1,28 \pm 0,78$ %. Na 20 m $1,35 \pm 1,04$ %. Po utkání se hráči dostávali u vzdálenosti 5 m v průměru k výsledkům $0,98 \pm 0,51$ %. Na 10 m $0,93 \pm 0,53$ %. Na 20 m $0,81 \pm 0,51$ %.

S odstupem 48 hodin na vzdálenost 5 m $2,67 \pm 2,41$ %. Na 10 m $1,94 \pm 1,34$ %. Na 20 m $1,52 \pm 0,88$ %. Během měření 72 hodin po utkání na 5 m $3,29 \pm 2,10$ %. Na 10 m $2,41 \pm 1,44$ %. Na 20 m $1,91 \pm 0,74$ %.

Tabulka 18. RSA FI test na 5, 10 a 20 m vliv utkání na únavu v průběhu 72 hod. u obránců ($n_o=7$)

Obránci	RSA FI PRE	RSA FI POST	RSA FI 48	RSA FI 72
RSA FI 5m (%)	1,83	0,98	2,67	3,29
SD	$\pm 2,04$	$\pm 0,51$	$\pm 2,41$	$\pm 2,10$
RSA FI 10m (%)	1,28	0,93	1,94	2,41
SD	$\pm 0,78$	$\pm 0,53$	$\pm 1,34$	$\pm 1,44$
RSA FI 20m (%)	1,35	0,81	1,52	1,91
SD	$\pm 1,04$	$\pm 0,51$	$\pm 0,88$	$\pm 0,74$

Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání dle RSA FI testu u záložníků

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě záložníků ($n_z=4$) dosahují během RSA FI testu při vyvinutí maximální rychlosti na stanovenou vzdálenost 5m, 10m a 20m s výslednými hodnotami zaznačenými pomocí indexu únavy (Tabulka 19). V Tabulce 19 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty celkového souboru záložníků naměřené před utkáním, po utkání, 48 hodin a 72 hodin po utkání. Zkratkou SD je v toto případě uvedena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor záložníků dosahoval při měření před utkáním na vzdálenost 5 m průměrných hodnot $2,59 \pm 1,88$ % FI. Na 10 m $1,83 \pm 1,18$ %. Na 20 m $1,09 \pm 0,73$ %. Po utkání se hráči dostávali u vzdálenosti 5 m v průměru k výsledkům $4,63 \pm 3,85$ %. Na 10 m $3,11 \pm 2,83$ %. Na 20 m $1,96 \pm 1,72$ %.

S odstupem 48 hodin na vzdálenost 5 m $1,97 \pm 0,99$ %. Na 10 m $1,79 \pm 0,73$ %. Na 20 m $1,16 \pm 0,52$ %. Během měření 72 hodin po utkání na 5 m $7,07 \pm 6,79$ %. Na 10 m $4,91 \pm 3,30$ %. Na 20 m $3,31 \pm 1,91$ %.

Tabulka 19. RSA FI test na 5, 10 a 20 m vliv utkání na únavu v průběhu 72 hod. u záložníků ($n_z=4$)

Záložníci	RSA FI PRE	RSA FI POST	RSA FI 48	RSA FI 72
RSA FI 5m (%)	2,59	4,63	1,97	7,07
SD	$\pm 1,88$	$\pm 3,85$	$\pm 0,99$	$\pm 6,79$
RSA FI 10m (%)	1,83	3,11	1,79	4,91
SD	$\pm 1,18$	$\pm 2,83$	$\pm 0,73$	$\pm 3,30$
RSA FI 20m (%)	1,09	1,96	1,16	3,31
SD	$\pm 0,73$	$\pm 1,72$	$\pm 0,52$	$\pm 1,91$

Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání dle RSA FI testu u útočníků

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě útočníků ($n_u=3$) dosahují během RSA FI testu při vyvinutí maximální rychlosti na stanovenou vzdálenost 5m, 10m a 20m s výslednými hodnotami zaznačenými pomocí indexu únavy (Tabulka 20). V Tabulce 20 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty celkového souboru útočníků naměřené před utkáním, po utkání, 48 hodin a 72 hodin po utkání. Zkratkou SD je v toto případě uvedena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor útočníků dosahoval při měření před utkáním na vzdálenost 5 m průměrných hodnot $3,41 \pm 1,74$ % FI. Na 10 m $2,23 \pm 0,88$ %. Na 20 m $1,54 \pm 0,98$ %. Po utkání se hráči dostávali u vzdálenosti 5 m v průměru k výsledkům $2,25 \pm 1,09$ %. Na 10 m $1,41 \pm 0,58$ %. Na 20 m $1,16 \pm 1,10$ %.

S odstupem 48 hodin na vzdálenost 5 m $3,17 \pm 2,01$ %. Na 10 m $2,38 \pm 1,00$ %. Na 20 m $1,88 \pm 0,97$ %. Během měření 72 hodin po utkání na 5 m $6,34 \pm 2,08$ %. Na 10 m $2,60 \pm 1,33$ %. Na 20 m $2,07 \pm 1,43$ %.

Tabulka 20. RSA FI test na 5, 10 a 20 m vliv utkání na únavu v průběhu 72 hod. u útočníků ($n_i=3$)

Útočníci	RSA FI PRE	RSA FI POST	RSA FI 48	RSA FI 72
RSA FI 5m (%)	3,41	2,25	3,17	6,34
SD	±1,74	±1,09	±2,01	±2,08
RSA FI 10m (%)	2,23	1,41	2,38	2,60
SD	±0,88	±0,58	±1,00	±1,33
RSA FI 20m (%)	1,54	1,16	1,88	2,07
SD	±0,98	±1,10	±0,97	±1,43

6 DISKUSE

Pomocí analýzy předem stanovených aspektů herního zatížení během utkání ve fotbale v počtu 10+1 u hráčů kategorie U15, došlo ke zjištění určitých statisticky významných rozdílů mezi velikostí neuromuskulární únavy vzhledem k RSA TT testu mezi hodnotami měřenými před utkáním a následně v průběhu 48 hodin od utkání. Následující zmíněné rozdíly jsou promítnuty z velké části u RSA TT testu. Z výsledků diplomové práce je zřejmé, že mezi významné rozdíly patří velikost neuromuskulární únavy ve vztahu k RSA TT testu a jeho hodnotám v průběhu 48 po utkání. Hovoříme zde o statisticky významných rozdílech hodnot, které se postupně vlivem delšího časového úseku 72 hodin od utkání plynule vrací k hodnotám měřeným před utkáním. Díky těmto datům, jsme schopni objektivně posoudit nutnost prostoru pro systematickou délku odpočinku vzhledem k neuromuskulární regeneraci.

Následně zde, také dochází k promítnutí statisticky významných rozdílů v případě RSA FI testu a jeho statisticky významným hodnotám mezi daty 72 hodin po utkání a daty zaznamenanými před utkáním a v průběhu 48 hodin po utkání. Během 48 hodin po utkání postupně vrůstá procento (%) Fatigue indexu svalové neuromuskulární únavy k hodnotám potřebným pro adekvátní návrat výchozích hodnot.

Diference ve zde řečených hodnotách, můžeme vysvětlit díky důležitosti časového úseku adekvátního pro svalovou regeneraci po utkání fotbalu. Vlivem faktorů velikosti hrací plochy a počtu hráčů v poli, se hráči dostávají k překonání dlouhých vzdáleností a potřebě vyvinou značnou rychlost pohybu se změnami směru. Vzhledem k vysoké frekvenci změn směru spojených s akcelerací a decelerací během utkání postupně dochází k objasněné velikosti neuromuskulární únavy.

Ke statisticky významným rozdílům vzhledem k neuromuskulární únavě, je prokázán hlavně časový úsek prvních 24 hodin po utkání, během kterého dochází k významným rozdílům v získaných hodnotách. Následně za přispění propracované regenerace a časovému prostoru pro regeneraci sil nastává postupný návrat k předešlým hodnotám před utkáním. Z hlediska časového prostoru pro regeneraci se jedná o 72 hodin od utkání.

Studie zmíněné v přehledu poznatků dávají těmto výsledkům za pravdu a uvádějí časový rámec 72 hodin od utkání, jako čas nezbytný pro regeneraci sil.

V případě porovnání jednotlivých herních postů mezi sebou, nedošlo k zjištění statisticky významných rozdílů vzhledem k neuromuskulární únavě. Každý z herních

postů klade na svou pozici odlišné nároky komplexně, ale lze říct, že výsledný progres únavy je podobný.

Pozitiva diplomové práce můžeme najít v následujících bodech. I přes zájem o herní zatížení a jeho problematiku ve fotbale je tématem několika studií, v případě kategorie U15 se problematika neuromuskulární únavy ve fotbale podceňuje. Z tohoto a mnoha dalších důvodů shledávám tuto diplomovou práci, jako přínosnou pro sportovní trénink a způsoby regenerace ve zmíněné kategorii. Následně je práce obohacující vzhledem k okolnostem postupného přechodu a návaznosti na kategorii mladšího dorostu U16. Plynulý přechod je důležitý. Je potřeba neustále sledovat a monitorovat citlivě nastalé změny. Především analýza a porovnání jednotlivých herních postů a reakce organismu na nastalé změny. Za přínosnou část bereme, také využití systému Polar Team²Pro spjatého s využitím monitoringu srdeční frekvence a rychlostních pásem pomocí GPS. Dle autorů (Fransson, 2019; Guard, 2017; Hill-Haas, 2011; Mohr, 2003) hraje právě systém GPS významnou roli v současné diagnostice herního zatížení a je důležitým aspektem pro moderním trendy v plánování regenerace a sportovního tréninku. Díky zařízením, které jsou pomocné ukazatele měření pomocí RSA TT testu a RSA FI testu, dochází ke stanovení míry neuromuskulární únavy po náročných utkáních.

Negativa a limity práce vidím v několika bodech. Vzhledem k složitosti organizace a možnostem klubu, bylo uskutečněno jen jedno utkání s hracím časem 2x45 minut. Z tohoto vzorku jde jen těžko stanovit objektivní podklady pro hodnocení nastupující únavy. Vlivem malého množství dat nejsme schopni tyto informace objektivně vyvodit. Počet hráčů zúčastněných ve výzkumu není dostatečný a počet záložníků je také vzhledem k organizačním možnostem jedním z velkých limitů práce. Tyto problémy byly zapříčiněny důvody školní docházky a studijních povinností. Dalším hlediskem je bezpochyby důležitost daného utkání, který patřil do kategorie přátelských.

Určité limity беру do budoucna, jako podnět pro rozvoj své osobní práce a motivaci dalšího měření během budoucího výzkumu. Možnými následujícími tématy v daném tématu a této oblasti, by mohl být monitoring únavy během soutěžních utkání v rychlém sledu po sobě, jinými slovy 3 utkání v rozptylu 8 dní, což v některých případech v praxi bývá.

Jednou z následných variant, může být i analýza přechodu mezi kategoriemi starších žáků a mladšího dorostu a jejich vznikající následného rozdílu. Další v řadě může být, analýza sezónního progresu hráčů kategorie starších žáků ve zkoumaných ukazatelích. Komparace a porovnání několika bodů napříč různými věkovými

kategoriemi, kluby či soutěžemi, je jednou z dalších variant. Dále Analýza souboru čítajícího větší počet hráčů a hodnocení technicko-taktické složky fotbalového herního výkonu vzhledem k neuromuskulární únavě.

7 ZÁVĚRY

V diplomové práci došlo k analýze zvolených aspektů, na které mělo vliv herní zatížení hráčů kategorie starších žáků U15 během utkání 10+1. Ukazatele, které byly zkoumány, je velikost neuromuskulární únavy vlivem herního zatížení, která byla monitorována pomocí RSA TT testu RSA FI testu. Pomocí vlivu herního zatížení na neuromuskulární únavu, jsem se ve výzkumu zabíral rychlostí běhu vyhodnoceném pomocí RSA TT testu a následně jsem se zaměřil na index únavy v % vyhodnoceném díky RSA FI testu.

Komparací získaných dat, došlo ke zjištění následujících rozdílů mezi jednotlivými časovými úseky vzhledem k neuromuskulární únavě po utkání při zatížení hráčů (N=16) v utkání. Z parametrů RSA TT testu se objevily významné rozdíly v časovém rozmezí 24 hodin po utkání. Hráči během testování před utkáním dosahovali průměrných hodnot RSA TT testu na 5 m před utkáním $3,19 \pm 0,16$ sek. Stejně tomu bylo v případě hodnot u RSA TT testu na 10 a 20 m. Naopak průměrná hodnota RSA TT testu na 5 m po utkání $3,38 \pm 0,20$ sek, byla významně vyšší. Stejně tomu opět bylo i v případě RSA TT testu na 10 a 20 m. Následující hodnoty naměřené v časovém rozptylu 72 hodin a více po utkání neprokázaly statisticky významných rozdílů hodnot.

Jsmo schopni tedy všeobecně potvrdit, že v průběhu regenerace sil a velikosti neuromuskulární únavy dochází k nejvyššímu nárůstu únavy právě po utkání, avšak promyšleně uvážená metoda regenerace a přiděleného tréninkového plánu určeného po utkání, může velikost únavy v horizontu blízkých hodin po utkání ovlivnit.

Dále komparací získaných dat během porovnání RSA FI testu před utkáním a v průběhu 72 hodin po utkání, vyšel najevo statisticky významný rozdíl, mezi průměrnými hodnotami RSA FI testu na 5 m naměřenými před utkáním $2,27 \pm 1,85$ % a během 48 hodin po utkání oproti průměrným hodnotám RSA FI testu 72 hodin po utkání $4,69 \pm 3,52$ %. Stejně tomu opět bylo v případě RSA FI testu na 10 m. Během RSA FI testu na vzdálenost 20 m nedošlo ke statisticky významným rozdílům.

V průběhu měření odlišnosti velikosti neuromuskulární únavy před a po utkání z hlediska jednotlivých herních postů nedošlo k statisticky významným rozdílům.

Během měření rozdílů neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání vzhledem k jednotlivým herním postům, nedošlo k statisticky významným rozdílům mezi jednotlivými herními posty.

8 SOUHRN

Fotbal se během let neustále zdokonaluje, zrychluje a inovuje. Jedná se o celosvětový fenomén, který je brán za součást společenské kultury. Postupný přísun slávy, peněz a uznání je pro nastupující talenty jedním z cílů kvůli nimž chtějí mladí fotbalisté dosáhnou, až na samotný vrchol. Tímto vrcholem je dráha profesionálního fotbalisty.

Základní myšlenkou ovšem je radost a láska k fotbalu, z které vše ostatní vychází. Fotbal by vás měl především bavit a naplňovat. Ke zde avizovaným aspektům, ovšem je za potřebí propracovaný proces sportovního tréninku průřezem všemi věkovými kategoriemi. Do pozornosti světového fotbalu, a také u nás v ČR je brán důležitý faktor, jakým je sledování problematiky neuromuskulární únavy vlivem zatížení, která probíhá odlišně u jednotlivých věkových kategorií dohromady s jejich odlišnostmi v souvislosti s vývojem jedince. Právě proto bylo zjištění míry velikosti neuromuskulární únavy během 72 hodin po utkání, podnětem pro psaní diplomové práce na toto téma.

V samém začátku první části diplomové práce, byl definován fotbal, jeho vývoj a současné atributy, které musí plnit. Následně došlo k popsání druhů neuromuskulární únavy a poté možnosti využití jednotlivých druhů diagnostiky velikosti neuromuskulární únavy. Jednou z dalších součástí bylo též téma regenerace.

Diplomová práce si kladla za cíl posoudit velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po modelovém utkání ve fotbale vzhledem k repeat sprint ability u hráčů kategorie U15. Právě díky tomuto cíli a porovnání jednotlivých časových úseků, byly stanoveny výzkumné otázky.

Metodická část definuje výzkumný soubor, jímž bylo 16 fotbalistů kategorie U15, všichni hráči jednoho klubu, zařazeného do 10 vrcholových sportovních středisek mládeže v ČR. Byly specifikovány výzkumné metody využité při měření velikosti neuromuskulární únavy. Dále došlo, taktéž k popsání metod užitých pro hodnocení velikosti vnějšího zatížení a vnitřní reakce organismu. Prostřednictvím systému Polar Team²Pro, byly analyzovány distance a počet akcelerací, decelerací a dále byla monitorována srdeční frekvence.

Posléze přichází na řadu uvedení hodnot zmíněných aspektů naměřené v utkání všem 16 hráčům, z nichž bylo 7 obránců, 4 záložníci, 3 útočníci a 2 brankáři. Výsledky jsou následně srovnány. Porovnány byly hodnoty všech hráčů před utkáním 10+1 a

následně po utkání, 48 hodin a 72 hodin po utkání. Poté hodnoty hráčů jednotlivých herních postů před utkáním, po utkání, 48 hodin a 72 hodin po utkání mezi sebou.

V části diskuze jsou výsledky práce uvedeny pod motivem zapracování do kontextu současných výsledků vybraných výzkumů zabývajících se obdobnými ukazateli velikosti neuromuskulární únavy po zatížení hráčů fotbalu. Byly interpretovány možné příčiny rozdílů konkrétních ukazatelů herního zatížení a taktéž i praktické závěry využitelné v procesu sportovního tréninku.

Závěry práce obsahují statistické a praktické výstupy měření a odpovídají na výzkumné otázky stanovené v cílech diplomové práce.

9 SUMMARY

Football has been constantly improving, accelerating, and innovating over the years. It is a worldwide phenomenon that is considered part of the social culture. The gradual inflow of fame, money and recognition is one of the goals for emerging talents that make young footballers want to reach the very top. That is the pinnacle of a career of a professional footballer.

The basic idea, however, is the joy and love of football from which everything else follows. Above all, football should be fun and fulfilling. To the aspects mentioned here, however, a sophisticated process of sports training through a cross-section of all ages is needed. An important factor that is being taken into consideration by world football, and also here in the Czech Republic, is the monitoring of the issue of neuromuscular fatigue due to loading, which takes place differently at different ages together with their differences in relation to the development of the individual. It was for this reason that the determination of the magnitude of neuromuscular fatigue within 72 hours after a match, was the motivation for writing a thesis on this topic.

At the very beginning of the first part of the thesis, football was defined, its evolution and the current attributes it must fulfil. Subsequently, the types of neuromuscular fatigue were described and then the possibility of using each type to diagnose the magnitude of neuromuscular fatigue. One of the other components was also the topic of recovery.

The aim of the thesis was to assess the magnitude of neuromuscular fatigue during the 72 hours after a model match in football in relation to the repeat sprint ability in U15 players. It was through this aim and the comparison of the different time periods that the research questions were established.

The methodological part defines the research population, which was 16 football players of the U15 category, all players of one club, included in 10 top youth sports centres in the country. The research methods used in measuring the magnitude of neuromuscular fatigue were specified. Furthermore, the methods used to assess the magnitude of external load and internal response of the organism were described. Using the Polar Team2Pro system, the distance and number of accelerations and decelerations were analysed, and the heart rate was monitored.

Afterwards, the values of the mentioned parameters measured in the match for all 16 players, including 7 defenders, 4 midfielders, 3 strikers and 2 goalkeepers, were

presented. The results are then compared. The values of all players were compared before the 10+1 match and then after the match, 48 hours and 72 hours after the match. Then the values of the players of each playing position before the match, after the match, 48 hours and 72 hours after the match were compared with each other.

In the discussion section, the results of this thesis are presented under the theme of putting into context the current results of selected research looking at similar indicators of the magnitude of neuromuscular fatigue following football player loading. Possible reasons for differences in specific indicators of game load have been interpreted, as well as practical conclusions applicable to the process of sports training.

The conclusions of the thesis contain statistical and practical outcomes of the measurements and answer the research questions set out in the aims of the thesis.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Maximal fat oxidation during exercise in trained men. *International journal of sports medicine*, 24(08), 603-608.

Andersson, H., Raastad, T., Nilsson, J., Paulsen, G., Garthe, I., & Kadi, F. (2008). Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: Effects of active recovery. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40, 372–380.

Bangsbo, J. (2007). *Aerobic and Anaerobic Training in Soccer*. Copenhagen: Institute of Exercise and Sport Sciences of University of Copenhagen.

Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, 24(07), 665-674.

Barber-Westin, S. D., & Noyes, F. R. (2017). Effect of fatigue protocols on lower limb neuromuscular function and implications for anterior cruciate ligament injury prevention training: A systematic review. *American Journal of Sports Medicine*, 45, 3388–3396.

Basner, M., Fomberstein, K. M., Razavi, F. M., Banks, S., William, J. H., Rosa, R. R., & Dinges, D. F. (2007). American Time Use Survey: Sleep time and its relationship to waking activities. *Sleep*, 30, 1085–1095.

Bauer, G. (1999). *Hrajeme fotbal*. České Budějovice: Kopp.

Bedřich, L. (2006). *Fotbal: rituální hra moderní doby*. Brno: Masarykova univerzita.

Bernaciková, M., Cacek, J., Dovrtělová, L., Hrnčířiková, I., Kapounková, K., Kopřivová, J. ... Ulbrich, T. (2013). *Regenerace a výživa ve sportu*. Brno: Masarykova univerzita.

Bernaciková, M., Kapounková, K., & Novotný, J. (2016) *Fyziologie sportovních disciplín*.

Bishop, D. C., & Wright, C. (2006). A time-motion analysis of professional basketball to determine the relationship between three activity profiles: high, medium and low intensity and the length of the time spent on court. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 6(1), 130-139.

Bransen, L., Van Haaren, J., & van de Velden, M. (2019). Measuring soccer players' contributions to chance creation by valuing their passes. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 15(2), 97–116.

Cormack, S. J., Newton, R. U., & McGuigan, M. R. (2008). Neuromuscular and endocrine responses of elite players to an Australian Rules Football match. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, 359–374.

Dovalil, J. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.

Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., & Bunc, V. (2002). Výkon a trénink ve sportu [Performance and training in sport]. *Praha: Olympia*.

Dragijsky, M., Maly, T., Zahalka, F., Kunzmann, E., & Hank, M. (2017). Seasonal Variation of Agility, Speed and Endurance Performance in Young Elite Soccer Players. *Sports (2075-4663)*, 5(1), 12.

Duclos, M. (2008). A critical assessment of hormonal methods used in monitoring training status in athletes. *International Sportmed Journal*, 9(2), 56-66.

Ekblom, B. (Ed.). (1994). *Football (soccer)*. Oxford: Blackwell Scientific Publ.

Encyklopedie Diderot: všechno, co potřebujete vědět. (2001). Praha: Diderot.

Enoka, R. (2003). *Neuromechanics of human movement*. Human Kinetics, Champaign, IL.

Fatouros, I. G., Chatzinikolaou, A., Douroudos, I. I., Nikolaidis, M. G., Kyparos, A., Margonis, K., ... & Jamurtas, A. Z. (2010). Time-course of changes in oxidative stress and antioxidant status responses following a soccer game. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3278-3286.

Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of sports sciences*, 30(7), 625-631.

Fotbalová asociace České republiky. (2017). *Stanovy Fotbalové asociace České republiky*. Praha. Retrieved 10. 4. 2023 from the World Wide Web: <https://facr.fotbal.cz/uredni-deska-predpisy/177?category=1>

Fotbalová asociace České republiky. (2022). *Pravidla fotbalu platná od 1. 7. 2022*. Retrieved 7. 11. 2022 from the World Wide Web: <https://rozhodci.fotbal.cz/ke-stazeni/p15>

Gathercole, R., Sporer, B., Stellingwerff, T., & Sleivert, G. (2015). Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10, 84–92.

Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44, 139–147.

Heaton, L. E., Davis, J. K., Rawson, E. S., Nuccio, R. P., Witard, O. C., Stein, K. W., ... Baker, L. B. (2017). Selected in-season nutritional strategies to enhance recovery for team sport athletes: A practical overview. *Sports Medicine*, 47, 2201–2218.

Helgerud, J., Engen, L. C., Wisløff, U., & Hoff, J. A. N. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(11), 1925-1931.

Hůlka, K., Bělka, J., & Weisser, R. (2014). *Analýza herního výkonu ve vybraných sportovních hrách*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Hunt, Ch. (Ed.).(2006). *Světová encyklopedie fotbalu*. Praha: Olympia.

Choutka, M., & Dovalil, J. (1991). *Sportovní trénink*. Praha: Olympia. ISBN 8070330996

Chua, Y. K., Kawabata, M., Burns, S., Cai, C., & Kong, W. P. (2016). Effects of massage on post-exercise muscle stiffness: preliminary findings. *34rd International Conference of Biomechanics in Sport, Tsukuba, Japan, July 18-22, 2016*, 34, 243–246.

Iaia, F. M., Ermanno, R., & Bangsbo, J. (2009). High-intensity training in football. *International journal of sports physiology and performance*, 4(3), 291-306.

Ispiridis, I., Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Nikolaidis, M. G., Michailidis, I., Douroudos, I., ... Taxildaris, K. (2008). Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 18, 423–431.

Jebavý, R. (2017). *Rozvoj silových schopností na nestabilních plochách*. Charles University in Prague, Karolinum Press.

Kirkendall, D. T. (2013). *Fotbalový trénink: rozvoj síly, rychlosti a obratnosti na anatomických základech*. Praha: Grada.

Kotzamanidou, M., Michailidis, I., Hatzikotoulas, K., Hasani, A., Bassa, E., & Kotzamanidis, C. (2005). Differences in recovery process between adult and pre-pubertal males after a maximal isokinetic fatigue task. *Isokinetics and Exercise Science*, 13, 261–266.

Křivohlavý, J. (1992). *Bolest - její diagnostika a psychoterapie: Určeno pro lékaře všech oborů, klinické psychology* (1. vyd). Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví.

Lehnert, M., Botek, M., Sigmund, M., Smékal, D., Šťastný, P., Malý, T., Háp, P., Bělka, J., & Neuls, F. (2014). *Kondiční trénink*. Olomouc: Univerzita Palackého. Retrieved 10. 4. 2020 from the World Wide Web: <https://publi.cz/books/149/Cover.html>

Lehnert, M., De Ste Croix, M., Šťastný, P., Maixnerová, E., Zaatari, A., Botek, M., Vařeková, R., Hůlka, K., Petr, M., Elfmark, M., & Liponska, P. (2019). *The influence of fatigue on injury risk in male youth soccer*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

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

Macho, M. (1996). *Fotbal, vášeň 20. století: historie fotbalu ve faktech, názorech a obrazech*. Praha: Brána.

McMahon, T. A., & Cheng, G. C. (1990). The mechanics of running: How does stiffness couple with speed? [Abstrakt]. *Journal of Biomechanics*, 23, 65–78.

Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., ... Urhausen, A. (2012). Special communications. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1, 186–205.

Mohr, M., Draganidis, D., Chatzinikolaou, A., Barbero-Álvarez, J. C., Castagna, C., Douroudos, I., ... Fatouros, I. G. (2016). Muscle damage, inflammatory, immune and performance responses to three football games in 1 week in competitive male players. *European Journal of Applied Physiology*, 116, 179–193.

Morgans, R., Owen, A., Doran, D., Drust, B., & Morton, J. P. (2015). Prematch salivary secretory immunoglobulin a in soccer players from the 2014 World Cup Qualifying Campaign. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10, 401–403.

Orendurff, M. S., Walker, J. D., Jovanovic, M., Tulchin, K. L., Levy, M., & Hoffmann, D. K. (2010). Intensity and duration of intermittent exercise and recovery during a soccer match. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2683–2692.

Padua, D., Arnold, B. L., Perrin, D. H., Gansneder, B. M., Carcia, C. R., & Granata, K. P. (2006). Fatigue, vertical leg stiffness, and stiffness control strategies in males and females. *Journal of Athletic Training*, 41, 294–304.

Paul, D. J., Nassis, G. P., Whiteley, R., Marques, J. B., Kenneally, D., & Chalabi, H. (2014). Acute responses of soccer match play on hip strength and flexibility measures : potential measure of injury risk. *Journal of Sports Sciences*, 32, 1318–1323.

Pěňčínský, M. (1993). *Fotbal: Pravidla hry : Historie : Technika a taktika hry*. Olomouc: Alda.

Pivovarniček, P., Pupiš, M., Tonhauserová, Z., & Tokárová, M. (2013). Level of Sprint and Jump Abilities and Intermittent Endurance of Elite Young Soccer Players at

Different Positions. / Úroveň Rýchlosti, Explozivnej Sily a Vytrvalosti Elitných Mladých Futbalistov Podľa Hráčskych Pozícií. *SportLogia*, 9(2), 186–200.

Psotta, R. (2006). *Fotbal-kondiční trénink*. Praha: Grada Publishing as.

Ramos, C. D. J., Martínez, G. I., Olcina, G., Marín, P. C., Martínez, N. F. J., Carlos, V. J., Alcaraz, P. E., & Rubio, J. Á. (2018). Effect of high-intensity resistance circuit-based training in hypoxia on aerobic performance and repeat sprint ability. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(10), 2135–2143.

Rohr, B., & Simon, G. (2006). *Fotbal: velký lexikon; osobnosti, kluby, názvosloví*. Praha: Grada Publishing.

Schaal, K., Meur, Y. Le, Bieuzen, F., Petit, O., Hellard, P., Toussaint, J., & Hausswirth, C. (2013). Effect of recovery mode on postexercise vagal reactivation in elite synchronized swimmers. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 38, 126–133.

Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports medicine*, 35, 1025-1044.

Stratton, G., Reilly, T., Williams, A. M., & Richardson, D. (2004). *Youth Soccer – From science to performance*. New York: Routledge.

Thorpe, R. T., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2017). Monitoring fatigue status in elite team-sport athletes: Implications for practice. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, 27–35.

Versey, N. G., Halson, S. L., & Dawson, B. T. (2013). Water immersion recovery for athletes: Effect on exercise performance and practical recommendations. *Sports & Medicine*, 43, 1101–1130.

Votík, J. (2003). *Fotbal: trénink budoucích hvězd*. Praha: Grada.

Votík, J. (2005). *Trenér fotbalu" B" UEFA licence:(učební texty pro vzdělávání fotbalových trenérů)*. Praha: Olympia ve spolupráci s Českomoravským fotbalovým svazem.

Votík, J. (2016). *Fotbal: trénink budoucích hvězd* (2nd ed.). Praha: Grada Publishing.

Walker, G. J., & Hawkins, R. (2018). Structuring a program in elite professional soccer. *Strength & Conditioning Journal*, 40(3), 72-82.

Weisser, R. (2013). *Fotbalový trénink dětí*. Olomuc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Wilcock, I. M., Cronin, J. B., & Hing, W. A. (2006). Physiological response to water immersion. *Sports & Medicine*, *36*, 747–765.

Zajac, A., Chalimoniuk, M., Maszczyk, A., Gołasz, A., & Lngfort, J. (2015). Central and peripheral fatigue during resistance exercise: A criterial review. *Journal of Human Kinetics*, *49*, 159–169.