

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

DIPLOMOVÁ PRÁCE
(magisterská)

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

PROJEVY NEUROMUSKULÁRNÍ ÚNAVY V PRŮBĚHU ZOTAVENÍ PO
UTKÁNÍ VE FOTBALE V KATEGORII U15

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. David BERNATÍK, Učitelství tělesné výchovy pro 2. stupeň ZŠ a SŠ se
specializacemi

Vedoucí práce: Mgr. Karel HŮLKA, Ph.D.

Olomouc 2023

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Bc. David Bernatík

Název diplomové práce: Projevy neuromuskulární únavy v průběhu zotavení po utkání ve fotbale v kategorii U15

Pracoviště: Katedra sportu

Vedoucí práce: Mgr. Karel Hůlka, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2023

Abstrakt: Diplomová práce se věnuje komparaci vlivu neuromuskulární únavy na výkon hráčů fotbalu v kategorii U15 během utkání 10+1 a následně průběhu zotavení během 72 hodin po utkání. Výzkumný soubor tvořilo 16 elitních českých fotbalistů s průměrným věkem $14,78 \pm 0,30$ roku. Prostřednictvím systému Polar Team²Pro byly analyzovány ukazatele vnějšího zatížení a vnitřní odezvy organismu. Následně byl, jako stěžejní využit Countermovement jump test, zjišťující úroveň neuromuskulární únavy. Porovnávány byly průměrné hodnoty hráčů v době před a po utkání, následně byla sledována únava v časovém horizontu 72 hodin po utkání. Taktéž byly sledovány jednotlivé herní posty a jejich odlišnosti vzhledem k neuromuskulární únavě. Komparací ukazatelů byly zjištěny významné rozdíly ($p < 0,05$) v hodnotách výšky výskoku hráčů při CMJ testu před utkáním a po utkání. Výzkum naopak neprokázal významné rozdíly ($p < 0,05$) v hodnotách výšky výskoku při CMJ testu s odstupem 48 hodin po utkání, jak z hlediska jednotlivých postů, tak celkového souboru hráčů společně. Výsledky jsou využitelné v souvislosti s aktuálními trendy sportovního tréninku ve fotbale.

Klíčová slova: herní zatížení, neuromuskulární únava, srdeční frekvence, countermovement jump test, 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 during recovery after a football match in U15 category

Department: Department of Sport

Supervisor: Mgr. Karel Hůlka, Ph.D.

The year of presentation: 2023

Abstract: The thesis is devoted to the comparison of the influence of neuromuscular fatigue on the performance of U15 football players during a 10+1 match and then the recovery process 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. The Polar Team2Pro system was used to analyze the indicators of external load and internal body response. Subsequently, the Countermovement jump test was used as the main test to determine the level of neuromuscular fatigue. The average values of the players in the pre- and post-match periods were compared, followed by fatigue at a time point of 72 hours after the match. Also, individual playing positions and their differences with respect to neuromuscular fatigue were monitored. By comparing the indices, significant differences ($p < .05$) were found in the values of the players' jump height and RSI in the CMJ test before and after the game. Conversely, the study showed no significant differences ($p < .05$) in the values of jump height and RSI during the CMJ test 48 hours after the match, both in terms of the individual posts and the total set of players together. The results are useful in the context of current trends in sports training in football.

Keywords: workload, neuromuscular fatigue, heart rate, countermovement jump test, running distance

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

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

V Olomouci dne 25. 4. 2023

.....

Tímto děkuji Mgr. Karlu Hůlkovi, Ph.D. za přínosné podněty, ochotu a čas při odborném vedení mé závěrečné práce. Následně děkuji Mgr. Michalu Hrubému za důležité informace a ochotu při měření klíčových dat. Závěrem děkuji své rodině a blízkým za jejich nezměrnou podporu nejen pouze při psaní diplomové práce, ale v průběhu celého studia.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	9
1 ÚVOD	10
2 PŘEHLED POZNATKŮ	11
2.1 Charakteristika fotbalu	11
2.2 Původ a vznik fotbalu.....	12
2.2.1 Vývoj moderní podoby fotbalu	13
2.2.2 Historie fotbalu na území České republiky	13
2.2.3 Základní pravidla fotbalu	14
2.3 Moderní herní trendy ve fotbale.....	15
2.4 Charakteristika sportovního výkonu ve fotbale	16
2.4.1 Somatické faktory herního výkonu	17
2.4.2 Psychické faktory herního výkonu.....	18
2.4.3 Technické faktory herního výkonu	18
2.4.4 Kondiční faktory herního výkonu	19
2.4.5 Taktická složka.....	19
2.5 Hodnocení neuromuskulárního řízení pomocí vertikálního skoku	19
2.5.1 Vertikální skok	19
2.5.2 Pružinový model	21
2.6 Únava a regenerace	22
2.6.1 Neurofyziologické mechanismy únavy, vliv na svalová vlákna	23
2.6.2 Metody hodnocení únavy	24
2.6.3 Regenerace	27
2.6.4 Regenerační strategie	28
2.7 Charakteristika vývojového období kategorie starších žáků.....	29
2.8 Hráčské posty	30
2.8.1 Brankář.....	30
2.8.2 Obránce	31
2.8.3 Záložník.....	32
2.8.4 Útočník.....	32
3 CÍLE.....	34
3.1 Hlavní cíl.....	34

3.2	Dílčí cíle	34
3.3	Výzkumné otázky	34
4	METODIKA	35
4.1	Výzkumný soubor	35
4.2	Metody sběru dat	35
4.2.1	Metody hodnocení vnějšího zatížení	35
	Analýza překonané vzdálenosti	35
	Analýza a hodnocení akcelerace	35
4.2.2	Metody hodnocení vnitřní odezvy organismu	36
	Monitoring srdeční frekvence	36
4.2.3	Základní analýza herního zatížení v utkání 10+1	36
4.2.4	Hodnocení neuromuskulární únavy pomocí testu CMJ	37
4.3	Průběh měření	37
4.4	Statistické zpracování dat	38
5	VÝSLEDKY	39
5.1	Zatížení hráčů během utkání 10+1	39
5.2	Vliv zatížení v utkání na nervosvalový výkon	41
5.3	Vliv regenerace na sportovní výkon v průběhu 72 hodin	45
5.4	Vliv postové orientace na velikost neuromuskulární únavy po utkání	48
5.4.1	Velikost neuromuskulární únavy po utkání podle postové orientace u CMJ	48
5.4.2	Vliv postové orientace na neuromuskulární únavu po utkání dle RSI	51
5.5	Vliv postové orientace na velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání	54
5.5.1	Vliv postové orientace na velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání dle CMJ	54
5.5.2	Vliv postové orientace na velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin dle RSI	57
6	DISKUSE	61
7	ZÁVĚRY	63
8	SOUHRN	64
9	SUMMARY	66
10	REFERENČNÍ SEZNAM	68

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

B	brankář
CMJ	Countermovement jump
ČR	Česká republika
FAČR	Fotbalová asociace České republiky
FIFA	Mezinárodní federace fotbalových asociací
Max	maximální hodnota
Min	minimální hodnota
O	obránce
p	hladina statistické významnosti
Průměr	aritmetický průměr hodnot
r	korelační koeficient
RSI	Reactive strength index
SF	srdeční frekvence
SF _{max}	maximální srdeční frekvence
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 této diplomové práce je zdokonalení a vytvoření znalostí v problematice testování, zejména vyhodnocení neuromuskulární únavy před zatížením a po utkání u hráčů kategorie U15. Z důvodu mého osobního zapojení v roli asistenta trenéra ve zmíněné kategorii U15 byla pro mě zvolená problematika velice zajímavá. Vzhledem k mé osobní zkušenosti s výchovou mládeže na té nejvyšší úrovni v rámci ČR, kterou jsem si na vlastní kůži prošel, budu moci následně získané poznatky porovnávat a využívat jednotlivé výsledky testování v několika formách. Jedná se o jednu z příčin, díky které byla volba mého tématu zcela zřejmá.

Fotbal je řazen mezi jeden z neznámějších kolektivních sportů v historii, proto je zcela logické, že se jeho úroveň a nároky kladené na hru neustále posouvají a zvyšují. Jedná se o každý detail hry, který musí být správně zanalyzován a vyhodnocen. Díky těmto okolnostem se stává rok od roku propracovanější a jeho rychlost se zvyšuje. V důsledku těchto okolností je neustále potřeba se nastoleným trendům přizpůsobovat a podporovat snahu o jeho rozvoj a zdokonalení. Kde jinde tedy začít, než s neustálým monitoringem a důkladným sledováním vývoje mladých nadějných fotbalistů po všech stránkách. Vzhledem k již zmíněným důvodům jsem využil ideální možnosti pro testování v jedné z top akademií u prvoligového klubu v ČR u kategorie U15, která je současně předmětem mé diplomové práce.

Tato diplomová práce se skládá ze dvou částí. V úvodní části je zaměřena na teoretickou rovinu, kde se valná část věnuje podstatným informacím o fotbale ve všeobecné rovině, charakteristiku výkonu, dále se zaměřuje na únavu a následnou regeneraci. V druhé oblasti diplomové práce se dostává na řadu praktická část věnovaná projevům neuromuskulární únavy během zatížení. Jedná se o data získaná před sportovním výkonem a následně po ukončení pohybové aktivity, která jsou získána a následně porovnána v průběhu určitého časového horizontu v rámci mikrocyklu. Testování a monitoringu se zúčastnilo celkem 16 hráčů věkové kategorie U15.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Charakteristika fotbalu

Dle Votíka (2003) definujeme fotbal jako týmový brankový sport, který řadíme mezi jeden z nejpopulárnějších sportů na světě. Pokud se podíváme na profesionální úroveň, zde můžeme hovořit o dopadu fotbalu na sféru politiky, či na ekonomickou stránku věci. Na amatérské úrovni slouží fotbal zejména k rekreačním a rekondičním aktivitám, dále také slouží bezpochyby k zábavě a odpočinku. Fotbal klade vysoké nároky na tvůrčí myšlení, rozhodovací procesy pod časoprostorovým tlakem a značnou dávku vnímání, nebo anticipaci.

Kirkendall (2013) uvádí ve své publikaci fotbal, jako kolektivní sport vyznačující se týmovou spoluprací, kontaktem se spoluhráči a soupeři s měnícím se prostředím. Jeho smysl vidí v kontrole hry, či míče s hlavní myšlenkou dopravit míč do branky soupeře a skórovat vícekrát, než soupeř. V rámci fotbalu je důležité dodržování stanovených pravidel, které se zabývají situací ohledně faulů a nespočtu dalších situací, záležitostí. Tyto pravidla vydává a stanovuje hlavní výkonný orgán fotbalu na světě, kterým je – Mezinárodní federace fotbalových asociací vystupující pod zkratkou FIFA.

Kirkendall (2013) následně považuje fotbal jako hru, ve které se jedná o umění ovládnutí míče spojeného s driblováním s míčem, správné umístění přihrávky, ukázkou kolektivní práce spojené s šikovností a dovednostmi. Posléze konstatuje, že je potřeba z hlediska dlouhodobé práce k úspěchu dojít pomocí podání adekvátního týmového, taktického, technického a fyzického výkonu spojeného rovněž s psychickou stránkou výkonu. Veškeré krátkodobé, či dlouhodobé cíle s již zmíněnými atributy jsou ovšem potřeba sladit vhodně dohromady.

Fotbal zařazujeme mezi sporty, při kterých dochází ke střídání několika druhů intenzit pohybu. U hráčů během herního výkonu dochází k využití pohybu s nízkou intenzitou zatížení nebo naopak vysoké intenzity zatížení. Jednotlivé zóny jsou odlišeny vzhledem k rychlosti daného pohybu (Kirkendall, 2013).

Střídají se zde pohyby s vysokou mírou intenzity zatížení, jakými jsou náběhy do prostoru, sprintování a presování protihráčů, dynamické změny směru s vyražením. Oproti tomuto se dostávají fotbalisté během hry také do situací s nízkou intenzitou pohybu. Zde řadíme posuny do základního postavení při přerušené hře, či autovém vřazování, dále také chůzi a nízkou intenzitu běhu při situacích, kde hra nevyžaduje rychlejší zapojení. Všechny tyto vyjmenované pohyby s nízkou a maximální intenzitou

se objevují v různých vzdálenostech v závislosti na řadě různých faktorů (Orendurff et al., 2010).

V neposlední řadě je potřeba uvést, že fotbal je týmovou hrou, se kterou se setkávají milióny lidí na světě každým dnem a patří k nejrozšířenějším a nejpopulárnějším hrám. Má dlouhou a nesmírně bohatou historii spojenou s tradicemi. Tato týmová sportovní hra láká každým týdnem a měsícem nezměrné množství fanoušků na ochozy tribun a k televizním obrazovkám. Nastolený trend vývoje fotbalu vytváří a klade na hráče vysoké nároky. Veškeré procesy a pohyby se uchylují k větší intenzitě pohybových činností jejímu dokonalému provedení v maximální rychlosti (Weisser, 2013).

2. 2 Původ a vznik fotbalu

Nejstarší doložené zprávy o původu vzniku míčových her se datují do období 3000 let př. n. l. Jedná se o oblast starověké Číny, kde se postupným vývojem z míčových her utvořily základy fotbalu. Zde se rodiny tehdejších vládnoucích dynastií oddávaly hře zvané Caju. Cílem této hry, která byla jednou z prvních podob fotbalu, bylo umět míč kopnout do otvoru v pruhu hedvábí, které bylo nataženo mezi dvěma pruty (Hunt, 2006).

Dále se několik dalších podob míčových her objevilo v 6. století př. n. l., jednalo se o Japonsko, domorodé kmeny v Africe, a také byly podobné hry praktikovány v dalších částech světa. Mezi tyto oblasti patřily zejména kmeny Mayů a Aztéků na americkém kontinentu. Jednalo se o hry, které byly součástí oslav, rituálů nebo zábavy obyčejných lidí (Hunt, 2006).

Podoby fotbalu, které se začaly z části podobat současné formě fotbalu pocházejí ve velké míře zejména ze středověké Francie, Itálie a především Anglie. Ve Francii docházelo k utkáním mezi osadami na 300 m dlouhém hřišti ve hře zvané Soule. V Itálii v oblasti renesanční Florencie a Boloni, byla velkou oblibou místních obyvatel hra zvaná Calcio Fiorentino, kde bylo úkolem týmu překopnout, či přenést míč přes soupeřovu linii. Další zemí byla Anglie, kde se popularita a vášeň pro hru převrhla mnohdy až do vyhrocených bojů. Utkání zde přinášela často smrtelná zranění. Dále docházelo během těchto her k rušení klidu a pořádku, které následovaly výtržnosti a shromažďování velkých davů fanoušků. Vyvrcholením problémů byly postupné zákazy na univerzitách a ve městech, až došlo k úplnému zákazu her králem Edwardem II. Nástup této doby můžeme označit, jako úpadek 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 Eklboma (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 překlady 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 publikace 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 splynutí 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 průpravňových 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

Bedřich (2006) ve své publikaci uvádí vývojové trendy ve fotbale, jako řadu kvalitativních změn, které se projevují vlivem dlouhodobé systematické koncepce přípravy s důrazem na dlouhodobé plánování a sledováním každého detailu. Pro sledování současného fotbalu a jeho neustálému vzdělávání v dnešní době napomáhá sled komparativních studií. Tyto studie nám dopomáhají k analýze současných požadavků a souběžně k přenesení výsledných poznatků do tréninkového procesu.

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 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).

Hůlka, Bělka a Weisser (2014) uvádí charakteristiku sportovního výkonu, 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.

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. 4. 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 akcelerováni 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).

2. 4. 2 Psychické faktory herního výkonu

Následující složku představuje hned několik procesů mezi, které patří motivační, emoční a kognitivní procesy. Tyto procesy jsou využity v chování sportovce a vycházejí z jeho osobnosti. Hovoříme, tak o poznávacích, emočních, volních, motivačních a anticipačních procesech, následně jsou zde operace paměťové, intelektové, či percepční. Především percepční operace jsou určitým limitem mladého sportovce cca do 10 let věku pro komplexní pohyby, jelikož jejich nervový systém není potřebně 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. 4. 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 výtvar širokého spektra faktorů, které na sportovce působí. Žádoucí výsledek utkání je stěžejním požadavkem kladeným na jednotlivé hráče, či celé mužstvo.

2. 4. 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 (Bedřich, 2006; 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. 4. 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. 5 Hodnocení neuromuskulárního řízení pomocí vertikálního skoku

2. 5. 1 Vertikální skok

Testy vertikálního skoku se uplatňují při hodnocení míry kooperace cyklu natažení a zkrácení svalu (SSC), jež se využívá při řadě specifických fotbalových úkonů (Small et al., 2010).

V rámci většiny sportů je síla brána, jako jedna z důležitých biomotorických schopností pro předpověď výsledků. V současnosti je definováno několik druhů dělení síly. Jednou z možností je rozdělení síly dle akce, či podle neuromuskulární aktivity (Čoh et al., 2016).

Jedna z variant, jak změřit sílu dolních končetin, je již právě zmiňovaný vertikální skok. Co se týče vytvoření okamžité síly, je podstatné, aby svalstvo vyprodukovalo větší množství síly, a naopak spotřebovalo během excentrické akce málo chemické energie v kontrastu s akcí koncentrickou (Komi & Gollhofer, 1994; Enoka, 2003).

Při fotbale dochází k běhu, klusu a různým druhům skoků. Během těchto procesů dochází k zpětné absorpci energie a nazýváme je SSC (Cavagna et al., 1988).

Během excentrické fáze se vyskytuje, jako limitující faktor svalově-šlachový komplex, při kterém se sejde množství elastické energie, jež je za potřebí během druhé fáze. Tuto zmiňovanou energii jsme schopni použít v časovém intervalu cca od 15 do 120 ms. Elastická energie, je zároveň odvislá od délky životnosti určitého příčného můstku (Čoh et al., 2016).

Pro časné užití napomáhá dopředná aktivita svalu. Rozlišujeme dva základní druhy SSC. Jedná se o rychlý SSC a pomalý SSC. Během rychlého SSC dochází k časovému kontaktu pod 250 ms. Během svalových akcí s rychlým SSC dochází k velkému momentu síly a vysoké úrovni nervové existence. V případě pomalého SSC je doba kontaktu nad 250 ms. Pomalý SSC vyvíjí větší sílu, jelikož vzrůstá délka rozsahu a svalové akce (Radnor et al., 2018).

K využití klasifikace vertikálního skoku přispívá protokol na monitorování síly odrazu během vertikálního skoku. Během tohoto protokolu zaznamenáváme výskok z podřepu, jinými slovy squat jump, který spadá pod koncentrickou akci. Další akce jsou excentrické s následným nástupem opět koncentrické. Jedná se o vertikální skok z místa tzv. countermovement jump a následně drop jump, čili skok po seskočení z vyvýšeného místa (Bosco, 1992).

Správná aplikace vertikálního skoku je odvislá od harmonické koordinace segmentů těla v rychlém provedení. Výše zmíněná koordinace je podmíněna správnou interakcí kloubního, nervového a svalového aparátu (Rodacki et al., 2002).

Únava může zapříčinit snížení kvality vertikálního skoku. Vzhledem k únavě dochází k snížení motorické kontroly a koordinace. Objevuje se také změna svalové aktivity, díky které může dojít ke zhoršení rovnovážných schopností při provedení vertikálního skoku (James et al., 2010).

Vertikální skok z místa rozdělujeme do čtyř fází. Mezi tyto fáze patří přípravná fáze, odrazová, letová a dopadová.

Přípravná fáze

V průběhu přípravné fáze dochází k snížení těžiště. K tomuto snížení dochází vlivem zapojení svalů kolenního a kyčelního kloubu. Zapojení probíhá, jak koncentricky, tak excentricky. V koncentrické fázi se využívají aktivované flexory kolenního kloubu a rovněž m. gastrocnemius. V excentrické fázi se na snížení těžiště podílí m. vastus

lateralis a m. rectus femoris. Dále k snížení dopomáhá koncentrická aktivita předního svalu holenního, v jehož důsledku dojde k dorzální flexi kotníku. Na závěr se excentricky aktivuje velký sval hýžďový. Tento sval odvádí negativní práci, díky které kontroluje velikost flexe v kyčli. Stabilizátory kyčle jsou ve střehu během celého procesu pohybu (Nagano et al., 2005).

Odrazová fáze

Za odraz považujeme veškeré pohyby, vlivem kterých se dostává do pohybu těžiště těla silou dolních končetin (Robertson et al., 2008).

Provedení odrazu závisí na mnoha faktorech, mezi které patří druh cvičení a individuální schopnosti jedince. Při odrazu se využívají extenzory kyčelního kloubu a poté extenzory kolenního kloubu. V neposlední řadě je využito plantárních flexorů. Tento zmíněný druh využití se označuje proximo-distální typ aktivace svalstva. Stěžejní podíl na aktivaci má velký sval hýžďový. Základní pilíře správného provedení odrazu jsou tzv. pravidla tři úhlů – zmenšení úhlu hlezenního, kyčelního a kolenního. Dále pravidlo pevné paty spojené s postavením celého chodidla na zemi ve výchozí pozici při odrazu (Čoh et al., 2016).

Letová fáze

Během letové fáze se hráč absolvující testování vertikálního skoku nedostává do kontaktu s podložkou.

Dopadová fáze

Během fáze dopadu dochází ke stejnému zapojení svalových skupin, jako v průběhu odrazové fáze s rozdílem v opačném pořadí (Robertson et al, 2008).

V publikaci od Podraza a White (2010) vyplývá, že tento druh síly vykazuje maximální možnou velikost během flexe v kolenním kloubu z nulového postavení na 25°.

2. 5. 2 Pružinový model

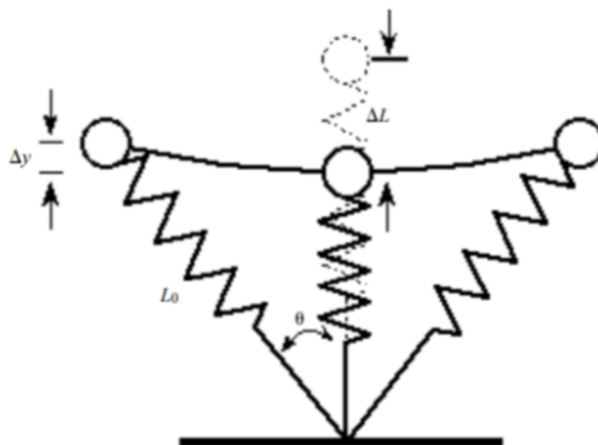
V průběhu pohybové aktivity, při níž dochází ke klusání, běhání a různým druhům skoků dochází k tvorbě energie. Tato energie vytváří aktivitu přímo na podložku. Zde je absorbována a následně vrácena ve formě elastické energie (Cavagna et al., 1988).

Během časového rozmezí, ve kterém jsou nohy v kontaktu s podložkou dochází k uložení a posléze uvolnění elastické energie z SSC modelu skládajícího se z vazů,

šlach a svalů, jež se střídavě protahují. Ideálním příkladem pružiny je Achillova šlacha, která pracuje s elastickou energií, jež vrací a ukládá v průběhu pohybu. Achillova šlacha je během skoků schopna zachovat 35% mechanické energie využitelné pro již zmiňovaný pohyb (Cavagna et al., 1988).

Účinnost zmiňovaného SSC modelu je využívána v rámci pružinového modelu (Laffaye et al., 2016). Jedná se o pružinový systém, při němž dochází k vertikálnímu pohybu, který je schopen přesně odhadnout mechaniku vertikálního skoku (Farley et al., 1993).

U vertikálního skoku z místa je nožní pružina zaměřena svisle po celý časový úsek, ve kterém jsou dolní končetiny na zemi, oproti pohybu směrem vpřed. V situaci pohybu těla vpřed, v momentě, ve kterém jsou nohy na zemi hovoříme o směru nožní pružiny šikmo (Obrázek 1). Vzhledem k vertikálním pohybům a době kontaktu se zemí dochází k závislosti na tuhosti pružiny dolní končetiny a úhlů, které pružina překonává (McMahon & Cheng, 1990).



Obrázek 1. Schéma pohybu těla vertikálně a směrem vpřed (Farley et al., 1993).

2.6 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. 6. 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. 6. 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 potencionálního 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 et al., 2013; Fox, Bonacci et al., 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. 6. 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 superkompensace 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. 6. 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).

2.7 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. 8 Hráčské posty

2. 8. 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 obdržením 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. 8. 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 halfbeken. 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. 8. 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. 8. 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).

3 CÍLE

3.1 Hlavní cíl

Cílem je posoudit velikost neuromuskulární únavy 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

Výzkumný soubor pro diplomovou práci zahrnuje 16 hráčů fotbalu v kategorii fotbalistů do 15 let (U15), všichni muži (N=16; věk: $14,78 \pm 0,30$ roku; výška: $173,81 \pm 9,13$ cm; hmotnost: $63,5 \pm 10,35$ kg). Všichni hráči jsou členové totožného klubu, který je řazen mezi 10 vrcholových sportovních středisek mládeže v České republice. Můžeme tedy usuzovat, že se jedná o elitní úroveň fotbalistů v rámci ČR. Všichni hráči zúčastnění při výzkumu, byli seznámeni s cíli a následnými výsledky celého výzkumu. Každý z probandů se měření zúčastnil dobrovolně a mohl jej kdykoliv ukončit. Rodiče každého z testovaných probandů podepsali informovaný souhlas o účasti na výzkumu.

4.2 Metody sběru dat

4.2.1 Metody hodnocení vnějšího zatížení

K analýze ukazatelů vybraných pro sledování vnějšího zatížení, byly využity následující výzkumné metody sběru dat.

Analýza překonané vzdálenosti

Z možnosti použití markerů vnějšího zatížení se v průběhu monitoringu utkání zaměřuji na sledování překonaných vzdáleností. K jejich vyhodnocení užívám systém GPS technologie v systému Polar Team²Pro od firmy Polar (Polar Electro, Kempele, Finsko), který vzhledem k využívání systému GPS je schopen přesně změřit překonaných vzdáleností (Bishop & Wright, 2006).

Analýza a hodnocení akcelerace

Z proběhlého měření vzhledem k utkání je využit pro zjištění hodnot akcelerace systém Team2Pro od firmy Polar (Polar Electro, Kempele, Finsko), který vzhledem k propracovanosti svého zabudovaného systému GPS 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 m•s⁻²)
- Akcelerace střední (1-1,99 m•s⁻²)
- Akcelerace vysoká (nad 2 m•s⁻²)

4. 2. 2 Metody hodnocení vnitřní odezvy organismu

Pro hodnocení vnitřní odezvy organismu na zatížení byly využity následující metody.

Monitoring srdeční frekvence

K hodnocení ukazatelů vnitřního zatížení bylo využito taktéž systému Team2Pro Polar. Tento systém je využíván k práci na bázi propojení zařízení díky hrudním pásům, které mají v průběhu utkání probandů nasazen. Veškeré získané informace eviduje a zaznamenává do aplikace TeamPro Polar (pouze pro systémy iOS). Ukládá zde 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 % SF_{max}).
- Zóna 2 (70-79 % SF_{max}).
- Zóna 3 (80-89 % SF_{max}).
- Zóna 4 (90-100 % SF_{max}).

Vnitřní odezva organismu se udává v procentech z maximální srdeční frekvence (% SF_{max}), jednotlivé hodnoty jsou ilustrovány v podobě průměrných srdečních frekvencí. Za účelem této diplomové práce, byl k určení hodnot SF_{max} použit vzorec 220 – 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 (tepy•min⁻¹), dále jsou tyto hodnoty vyjádřeny v procentech z maximální srdeční frekvence (% SF_{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 testu CMJ

Následující podkapitola je věnovaná hodnocení neuromuskulární únavy dle CMJ testu. Hráči absolvovali test maximálních vertikálních výskoků z místa, který sloužil k určení RSI a k porovnání dat výšky výskoku (Laffaye et al., 2016).

Hráč byl vyzván, aby zaujal pozici stoje s rozkročením na šířku ramen s rukama v bok. Následně na zhlášení pokynu „příprav se“ a posléze „hop“ provedl hráč 5 maximálních výskoků s pažemi v bok, ve snaze minimalizovat dobu kontaktu se zemí a flexi kolen při odrazu. Po absolvování posledního výskoku, zůstal hráč vzpřímeně stát a jakmile bylo vše v pořádku, na svolení odešel pryč z CMJ testu.

RSI byl vypočten, jako průměr výšky skoku (h , m) a doby kontaktu (T_c , s). Výška skoku byla vypočítána z následujícího vzorce (Flanagan & Comyns, 2008).

$$h = (g * T_f^2) / 8$$

Vysvětlivky: g – tíhové zrychlení (9,81 m.s⁻¹), T_f – doba letu (s)

Z pěti absolvovaných výskoků byl během každého z výskoků vypočítán aritmetický průměr. Posléze pro výsledek testu byl vypočítán průměr ze všech měřených pokusů. Test prokazuje vysokou spolehlivost a platnost u mladých jedinců (ICC = 0,90; Lloyd et al., 2009).

4. 3 Průběh měření

Výzkum byl proveden v průběhu prvního týdne po ukončení jarní části soutěžního období, kdy hráči měli čerstvě po ukončení sezóny a jejich forma se u většiny dostala na absolutní vrchol. Vzhledem k tomu byl výzkum proveden formou přátelského utkání a standartních tréninkových jednotek v režimu soutěžního období, které byly uskutečněny na travnatém povrchu standartních rozměrů.

Kompletní mužstvo kategorie U15 a jeho jednotliví hráči byli systematicky rozdělení dle postů a aktuální výkonnosti na předem stanovené pozice, tito hráči odehráli

během týdne 1 utkání v podmínkách soutěžního utkání, tedy na standardním hřišti v počtu 11 hráčů v poli a 1 brankář. Utkání proběhlo v pondělí a následně bylo doplněno o 1 tréninkovou jednotku klasického charakteru provedenou 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 countermovement jump testu o 16 hráčích, kteří byli rozděleni pomocí herních postů na obránce (O), záložníky (Z) a útočníky (Ú).

Vzhledem k ambici se co nejlépe přiblížit podmínkám 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 s Tuckey post-hoc testem.

5 VÝSLEDKY

5.1 Zatížení hráčů během utkání 10+1

Podkapitola obsahuje hodnoty konečného souboru 16 hráčů, zaznamenané v utkání na hřišti standardních rozměrů, hraném v počtu 10 hráčů v poli a 1 brankář, s hrací dobou 90 minut.

Vnější zatížení

Při pohledu na uběhnuté vzdálenosti hráčů, byly v utkání zaznamenány následující hodnoty (Tabulka 1). Průměrná hodnota uběhnutých vzdáleností je 9070,62 m. Hodnota směrodatné odchylky uběhnutých vzdáleností je $\pm 2248,78$ m. Minimální uběhnutá vzdálenost činí 4908,20 m, naopak maximální hodnota uběhnuté distance činí 12225,30 m. Jednotlivé hodnoty akcelerace a decelerace jsou zobrazeny podle jejich počtu v průběhu utkání z hlediska třech pásem. Dochází zde opět k využití průměru, směrodatné odchylky, minimální a maximální hodnoty.

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

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

Vnitřní odezva organismu na vnější zatížení

Během utkání byly naměřeny následující hodnoty $\bar{\text{SF}}$, které jsou dále vyjádřeny v % SF_{max} (Tabulka 2). Průměrná hodnota $\bar{\text{SF}}$ všech 16 hráčů je 162,31 tepů·min⁻¹. Hodnota SD činí ±13,04 tepů·min⁻¹. Minimální hodnota $\bar{\text{SF}}$ je 140,05 tepů·min⁻¹, maximální hodnota $\bar{\text{SF}}$ frekvence je 178,81 tepů·min⁻¹.

Vyjádříme-li tyto hodnoty v procentech ze SF_{max} , průměrná hodnota $\bar{\text{SF}}$ činí 79,17 % SF_{max} . Hodnota směrodatné odchylky činí ±6,36 % SF_{max} . Minimální hodnota $\bar{\text{SF}}$ je 67,80 % SF_{max} , maximální hodnota $\bar{\text{SF}}$ je 86,82 % SF_{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	±13,04	140,05	178,81
% SF_{max}	79,17	±6,36	67,80	86,82

5.2 Vliv zatížení v utkání na nervosvalový výkon

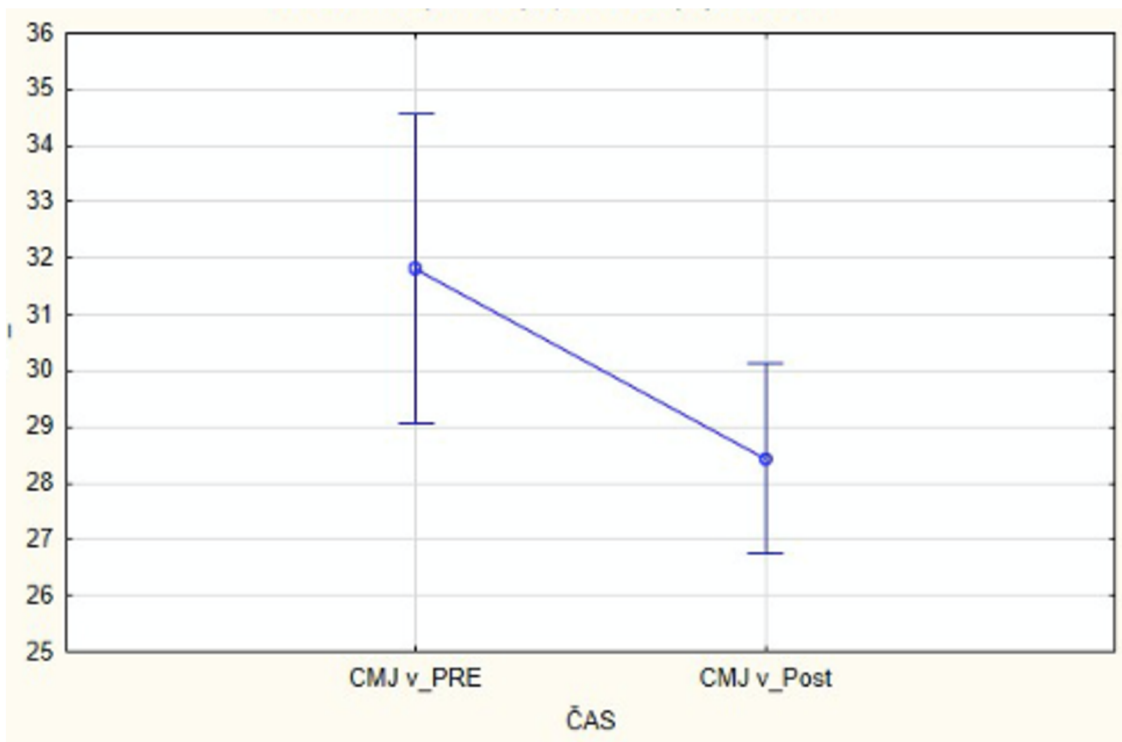
Tato podkapitola je věnována vlivu zatížení v utkání hraném na hrací ploše standartních rozměrů v počtu 10 hráčů v poli a 1 brankář s hrací dobou 90 minut, na nervosvalový výkon a jeho měnící se dispozice v průběhu času.

V tabulkách a obrázcích jsou hodnoty CMJ testu udávány v centimetrech (cm), následný časový rozptyl je udáván v hodinách (hod). Hodnoty CMJ testu z pohledu RSI jsou udávány, jako číselný koeficient RSI.

Analýza vlivu zatížení v utkání na nervosvalový výkon ukázala dvě pásma velikosti výšky výskoku, v jejímž rámci se jeví komparace hodnot z měření před a po utkání jako statisticky významná (Obrázek 2). Porovnání zmíněných hodnot je uvedeno níže.

Porovnání CMJ testu celkového souboru hráčů před utkáním a po utkání

Při analýze CMJ testu před a po utkání bylo u celkového zkoumaného souboru hráčů (N=16) zjištěno, že průměrná hodnota výšky výskoku hráčů u CMJ testu před utkáním byla $\pm 31,9$ cm, se směrodatnou odchylkou $\pm 4,29$ cm. Průměrná hodnota výšky výskoku během CMJ testu po utkání u hráčů byla $\pm 28,45$ cm, se směrodatnou odchylkou $\pm 3,39$ cm. Během následného porovnání hodnot bylo zaznamenáno, že v testu před utkáním dosahovali hráči významně vyšší hodnoty výskoku ($F=1,12$; $p=,03013$), než v testu po utkání.



Obrázek 2. Porovnání průměrné výšky výskoku při CMJ testu před a po utkání 10+1 (N=16)

Porovnání CMJ testu výšky výskoku celkového souboru hráčů před a po utkání

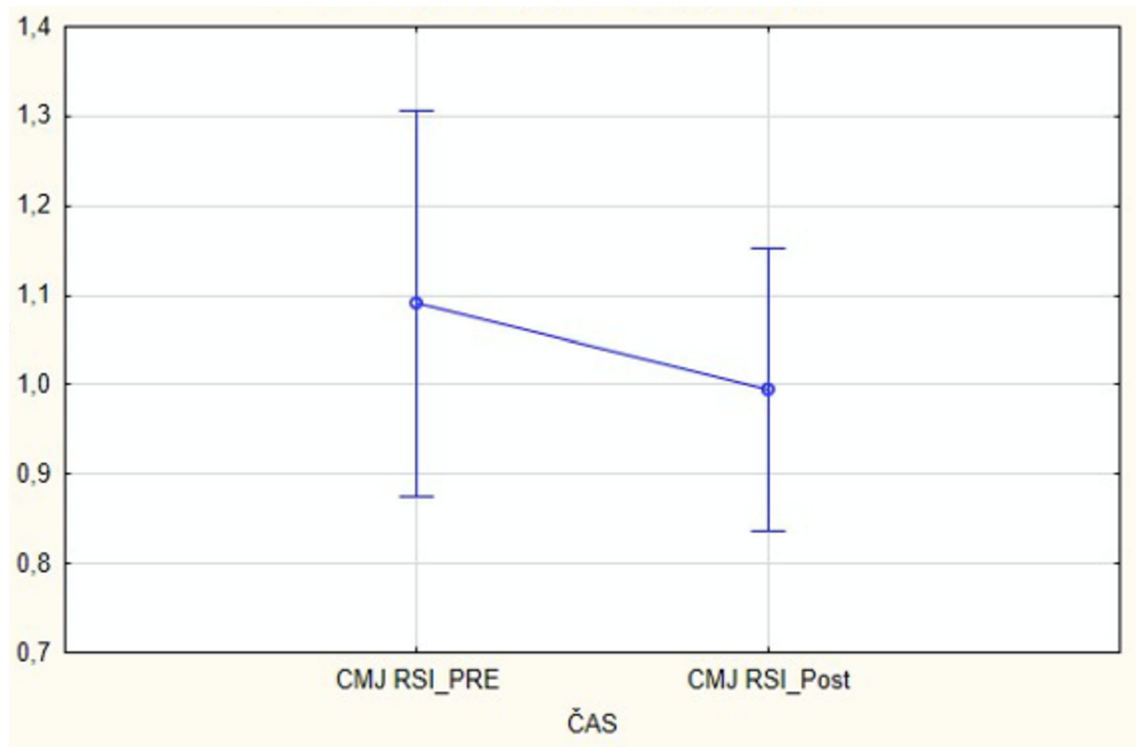
V Tabulce 3. jsou uvedeny hodnoty výsledného průměru celkového souboru hráčů při testování CMJ testu před utkáním a po utkání. Jednotlivé výsledné hodnoty jsou udávány v centimetrech. Během testování před utkáním dosáhli hráči průměrných hodnot $\pm 31,92$ cm. Směrodatná odchylka činila $\pm 4,29$ cm. Při testování po utkání dosáhl celkový soubor testovaných hráčů výsledku $\pm 28,45$ cm. Směrodatná odchylka činila $\pm 3,39$ cm.

Tabulka 3. Porovnání průměrných hodnot hráčů při CMJ testu před a po utkání 10+1 (N=16)

	CMJ PRE	SD PRE	CMJ POST	SD POST
Výška výskoku(cm)	31,92	±4,29	28,45	±3,39

Porovnání CMJ testu před a po utkání v rámci RSI celkového souboru hráčů

Vyjádříme-li průměrné hodnoty RSI u CMJ testu z utkání 10+1 měřené před a po utkání (Obrázek 3), tak analýza porovnání RSI v rámci CMJ testu ukázala 2 pásma, v jejichž rámci se jeví komparace hodnot z měření RSI před a po utkání jako statisticky nevýznamná. Průměrně se hráči dostávali k hodnotám před utkáním mírně vyšším ($F=1,12$; $p=,45046$), než tomu naopak bylo v hodnotách RSI po utkání (Obrázek 3). Nešlo však o statisticky významné rozdíly.



Obrázek 3. Porovnání průměrných hodnot RSI celkového souboru hráčů před a po utkání 10+1 (N=16)

Porovnání celkového souboru hráčů při CMJ testu před a po utkání v rámci RSI

V Tabulce 4. jsou uvedeny průměrné hodnoty analýzy porovnaných ukazatelů CMJ testu jednotlivých hráčů v rámci RSI před a po utkání. Zapsané hodnoty jsou vyobrazeny pomocí koeficientu k RSI. Hráči během CMJ testu před utkáním dosahovali průměrných hodnot koeficientu z RSI $1,1 \pm 0,34$. V případě dosažených hodnot při CMJ testu RSI po utkání měli hráči průměrný koeficient $0,97 \pm 0,26$.

Tabulka 4. Porovnání průměrných hodnot RSI celkového souboru hráčů před a po utkání 10+1 (N=16)

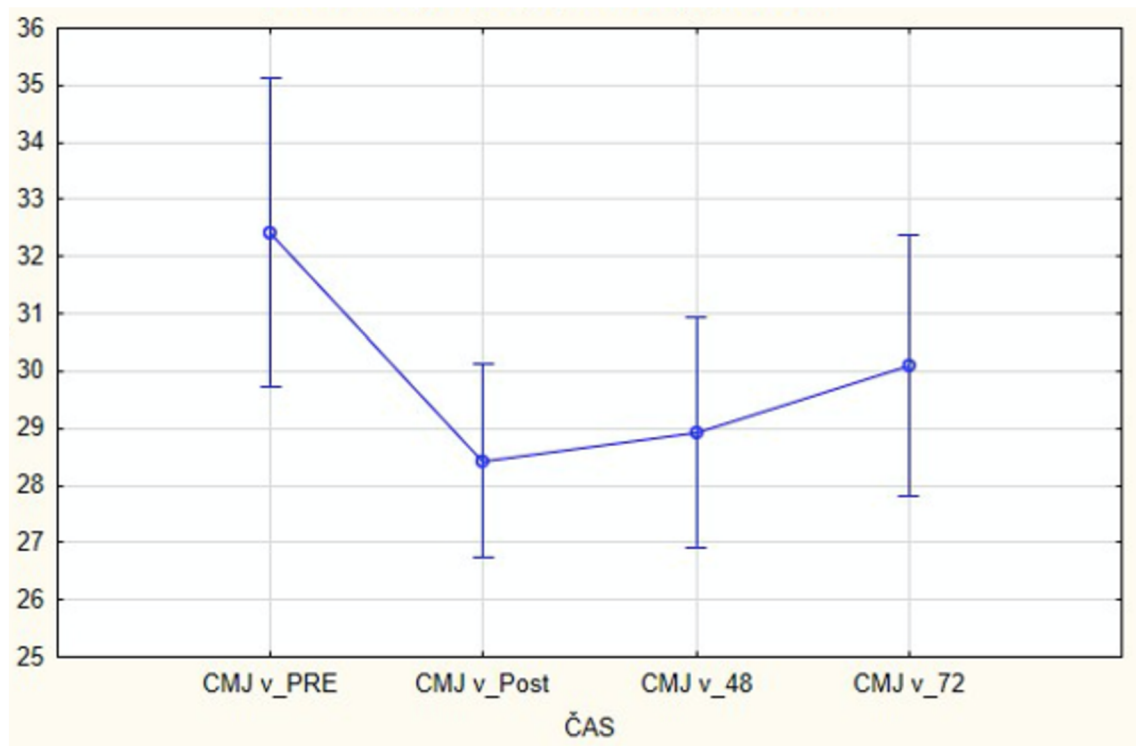
	CMJ RSI PRE	SD RSI PRE	CMJ RSI POST	SD RSI POST
RSI koeficient	1,1	$\pm 0,34$	0,97	$\pm 0,26$

5.3 Vliv regenerace na sportovní výkon v průběhu 72 hodin

Tato podkapitola je věnována vlivu regenerace v čase na sportovní výkon v průběhu 72 hodin a její měnící se parametry v průběhu času. V tabulkách a obrázcích jsou hodnoty výšky výskoku při CMJ testu udávány v centimetrech (cm), následný časový rozptyl je udáván v hodinách (hod). Ukazatele hodnot RSI v CMJ testu jsou vyjádřeny za pomoci koeficientu k RSI.

Porovnání CMJ testu celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání

Při analýze celkového zkoumaného souboru hráčů bylo zjištěno (Obrázek 4), že průměrná hodnota $\pm 31,39$ cm výšky výskoku při CMJ testu je před utkáním významně vyšší, než následné hodnoty naměřené po utkání ($F=3,36$; $p=,02033$). Následně, byly zjištěny hodnoty blížící se výsledkům měřeným před utkáním 10+1 až 72 hodin po utkání.



Obrázek 4. Porovnání CMJ testu celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání (N=16)

Porovnání CMJ testu celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání

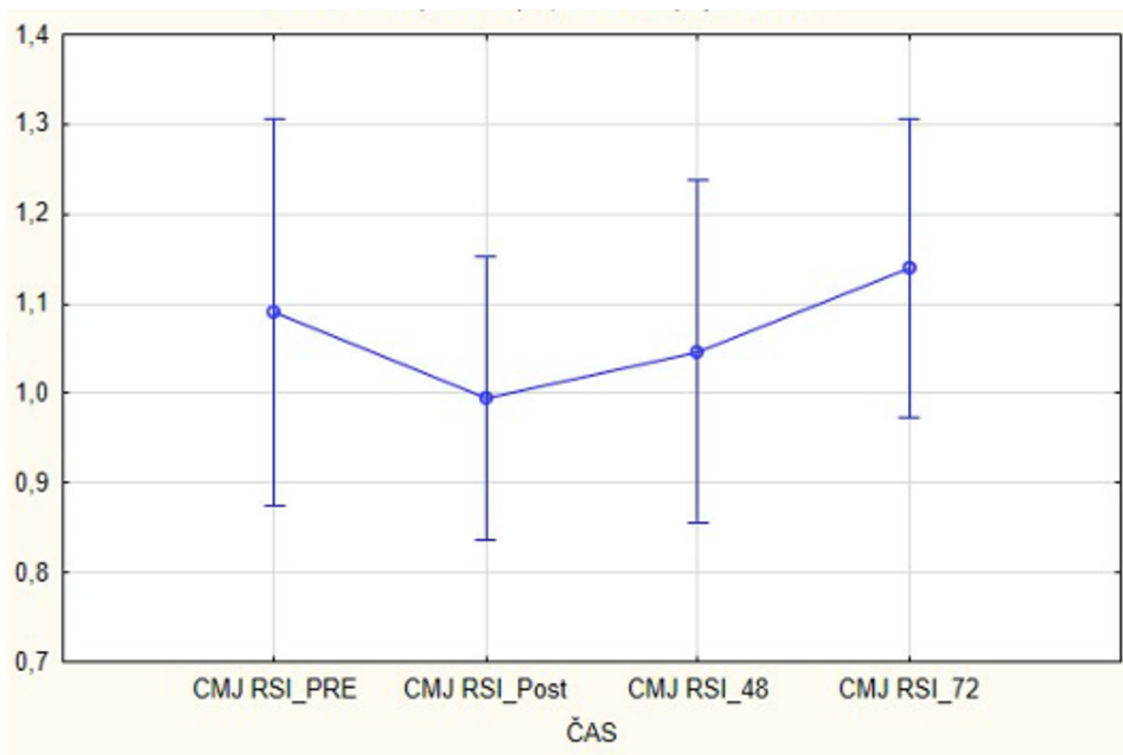
V Tabulce 5. jsou uvedeny průměrné hodnoty analýzy porovnaných ukazatelů CMJ testu celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání s jejich následnou stoupající tendencí návratu k původním hodnotám před utkáním vlivem časového prostoru pro záměrnou regeneraci sil. Celkový soubor hráčů zaznamenal výsledný průměr výšky výskoku měřený před utkáním $\pm 31,39$ cm. V průběhu testování ihned po utkání se hráči dostávali k průměrným hodnotám $\pm 25,45$ cm. Následně po dovršení časové prodlevy 48 hodin po utkání byly hráčům naměřeny průměrné hodnoty $\pm 33,2$ cm. Výsledky výšky výskoku měřené 72 hodin po utkání, se dostaly na průměrné hodnoty $\pm 33,20$ cm.

Tabulka 5. Porovnání průměrných hodnot CMJ testu celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání (N=16)

	CMJ PRE	CMJ POST	CMJ 48	CMJ 72
Výška výskoku(cm)	31,39	25,45	33,2	33,20
SD	$\pm 4,29$	$\pm 3,39$	$\pm 3,44$	$\pm 3,63$

Porovnání celkového souboru hráčů v průběhu 72 v CMJ testu v rámci RSI

Při analýze celkového zkoumaného souboru hráčů bylo zjištěno (Obrázek 5), že průměrná hodnota $\pm 1,1$ RSI při výskoku v průběhu CMJ testu není před utkáním významně vyšší, než následné hodnoty naměřené po utkání ($F=3,36$; $p=,69386$). Následně byly zjištěny hodnoty překonávající výsledky měřené před utkáním 10+1 až 72 hodin po utkání.



Obrázek 5. Porovnání CMJ testu RSI celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání (N=16)

Porovnání CMJ testu v rámci RSI celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání

V Tabulce 6. jsou uvedeny průměrné hodnoty analýzy porovnaných ukazatelů CMJ testu v rámci RSI jednotlivých hráčů v průběhu 72 hodin po utkání s jejich následnou stoupající tendencí návratu a překonání původních hodnot před utkáním vlivem časového prostoru pro záměrnou regeneraci sil. Celkový soubor hráčů zaznamenal výsledný průměr dosažených hodnot koeficientu RSI zaznamenaném před utkáním $1,1 \pm 0,34$. V průběhu testování ihned po utkání se hráči dostávali k průměrným hodnotám koeficientu RSI $0,97 \pm 0,26$. Následně po dovršení časové prodlevy 48 hodin po utkání byly hráčům naměřeny průměrné hodnoty koeficientu RSI $1,57 \pm 0,28$. Hodnoty zaznamenané po 72 hodinách od utkání se dostaly na koeficient $1,18 \pm 0,30$.

Tabulka 6. Porovnání průměrných hodnot CMJ testu RSI koeficientu celkového souboru hráčů v průběhu 72 hodin po utkání (N=16)

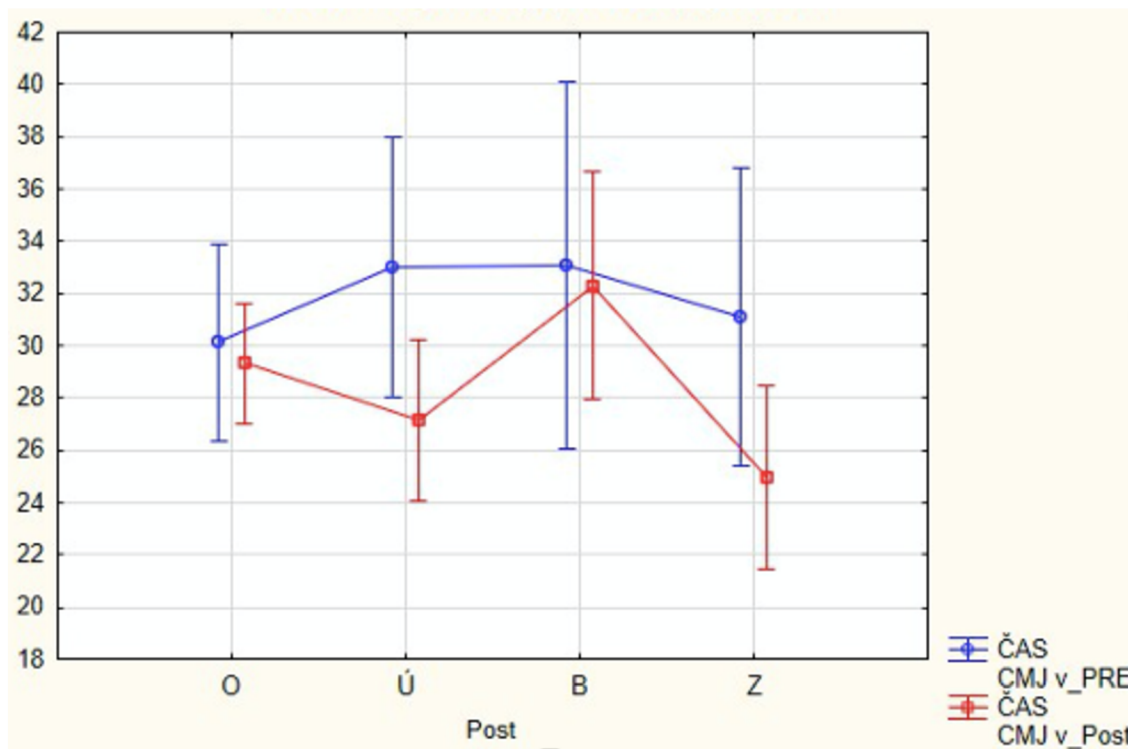
	CMJ RSI PRE	CMJ RSI POST	CMJ RSI 48	CMJ RSI 72
RSI Koeficient	1,1	0,97	1,57	1,18
SD	±0,34	±0,26	±0,28	±0,30

5. 4 Vliv postové orientace na velikost neuromuskulární únavy po utkání

Analýzou zatížení hráčů v utkání 10+1 při měření před utkáním a po utkání, byly během výzkumu zjištěny níže uvedené rozdíly mezi brankáři (B), obránci (O), záložníky (Z), útočníky (Ú) vlivem utkání. Měřené hodnoty byly v tabulkách udávány vzhledem k výšce výskoku v centimetrech (cm) a údaje spojené s časem byly rozlišeny zkratkami PRE (před utkáním) a POST (po utkání). Hodnoty CMJ testu z pohledu RSI, byly zaznačeny pomocí koeficientu z RSI.

5. 4. 1 Velikost neuromuskulární únavy po utkání podle postové orientace u CMJ

Porovnání herních postů podle CMJ před a po utkání ukazuje na statisticky nevýznamné hodnoty jednotlivých herních postů Obrázek 6. Průměrné hodnoty v případě všech postů, nedosahovaly významně vyššího rozdílu hodnot mezi výsledky testování CMJ testu před utkáním a následně po utkání.



Obrázek 6. Vliv postové orientace na únavu po utkání u CMJ testu vzhledem k jednotlivým postům ($n_{\bar{u}}=3$) ($n_{\bar{z}}=4$) ($n_o=7$) ($n_b=2$)

Velikost neuromuskulární únavy po utkání dle CMJ u obránců

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě obránců ($n_o=7$) dosahují během CMJ testu při výskoku měřeném v centimetrech (cm) tyto hodnoty (Tabulka 7). V Tabulce 7 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty celkového souboru obránců naměřené před utkáním a po utkání. Zkratkou SD je v tomto případě uvedena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor obránců dosahoval při měření před utkáním průměrných hodnot $28,3 \pm 4,96$ cm. Po utkání se hráči dostávali v průměru k výsledkům $29,1 \pm 2,31$ cm.

Tabulka 7. CMJ vliv utkání na neuromuskulární únavu u obránců ($n_o=7$)

Obránci	CMJ PRE	CMJ POST
Výška výskoku (cm)	28,3	29,1
SD	$\pm 4,96$	$\pm 2,31$

Velikost neuromuskulární únavy po utkání dle CMJ u záložníků

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě záložníků ($n_z=4$) dosahují během CMJ testu při výskoku měřeném v centimetrech (cm) tyto hodnoty (Tabulka 8). V Tabulce 8 jsou uvedeny 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 průměrných hodnot $28,35 \pm 2,40$ cm. Po utkání se hráči dostávali v průměru k výsledkům $25,5 \pm 1,25$ cm.

Tabulka 8. CMJ vliv utkání na neuromuskulární únavu u záložníků ($n_z=4$)

Záložníci	CMJ PRE	CMJ POST
Výška výskoku (cm)	28,35	25,5
SD	$\pm 2,40$	$\pm 1,25$

Velikost neuromuskulární únavy po utkání dle CMJ u útočníků

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě útočníků ($n_u=3$) dosahují během CMJ testu při výskoku měřeném v centimetrech (cm) tyto hodnoty (Tabulka 9). V Tabulce 9 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty celkového souboru útočníků naměřené před utkáním a po utkání. Zkratkou SD je v tomto případě uvedena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor útočníků dosahoval při měření před utkáním průměrných hodnot $32,1 \pm 4,80$ cm. Po utkání se hráči dostávali v průměru k výsledkům $27,3 \pm 5,02$ cm.

Tabulka 9. CMJ vliv utkání na neuromuskulární únavu u útočníků ($n_u=3$)

Útočníci	CMJ PRE	CMJ POST
Výška výskoku (cm)	32,1	27,3
SD	$\pm 4,80$	$\pm 5,02$

Velikost neuromuskulární únavy po utkání dle CMJ u brankářů

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě brankářů ($n_b=3$) dosahují během CMJ testu při výskoku měřeném v centimetrech (cm) tyto hodnoty (Tabulka 10). V Tabulce 10 jsou uvedeny dosažené hodnoty celkového souboru brankářů naměřené před utkáním a po utkání. Zkratkou SD je v toto případě uvedena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

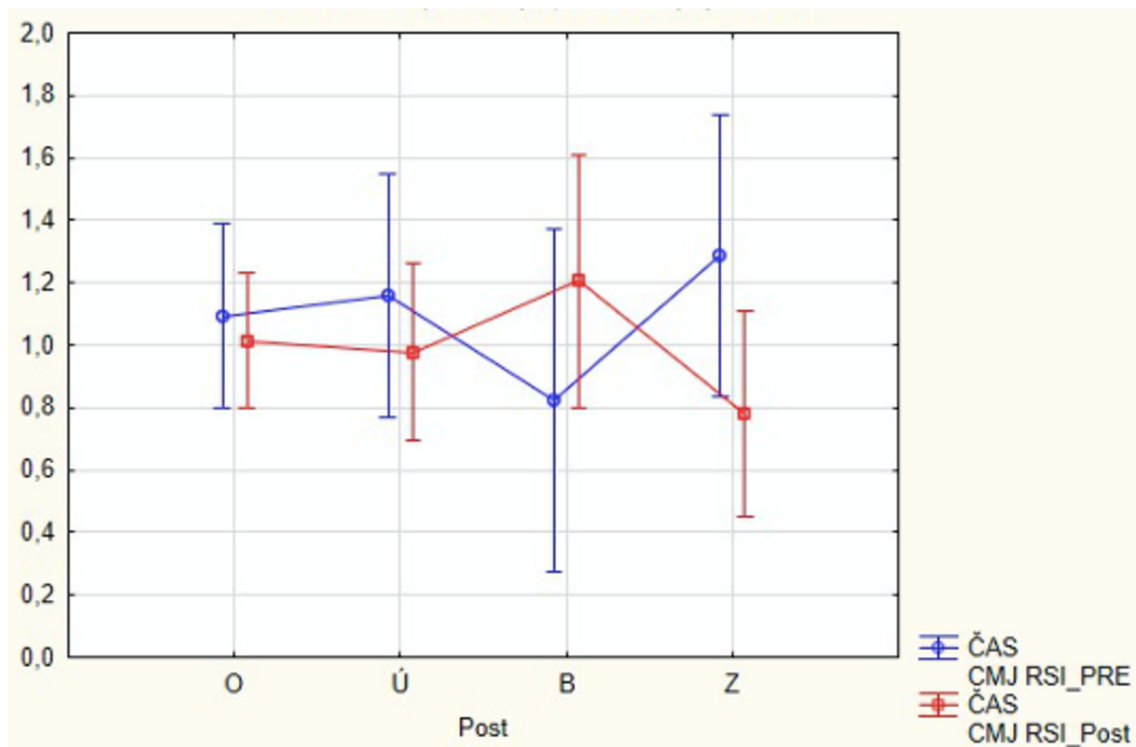
Celkový soubor brankářů dosahoval při měření před utkáním průměrných hodnot $33,05 \pm 3,38$ cm. Po utkání se brankáři dostávali v průměru k výsledkům $32,3 \pm 0,28$ cm.

Tabulka 10. CMJ vliv utkání na neuromuskulární únavu u brankářů ($n_b=2$)

Brankáři	CMJ PRE	CMJ POST
Výška výskoku (cm)	33,05	32,3
SD	$\pm 3,88$	$\pm 0,28$

5. 4. 2 Vliv postové orientace na neuromuskulární únavu po utkání dle RSI

Porovnání herních postů podle CMJ testu dle RSI před a po utkání ukazuje na hodnoty RSI jednotlivých herních postů (Obrázek 7). Při celkové analýze na vliv neuromuskulární únavy vzhledem k jednotlivým postům dle RSI koeficientu při měření před a po utkání nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ($F=3,12$; $p=,23690$).



Obrázek 7. CMJ RSI koeficient vliv postové orientace na neuromuskulární únavu ($n_{\text{ú}}=3$) ($n_{\text{z}}=4$) ($n_{\text{o}}=7$) ($n_{\text{b}}=2$)

Velikost neuromuskulární únavy po utkání dle CMJ RSI u obránců

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě obránců ($n_{\text{o}}=7$) dosahují během CMJ testu při výskoku měřeném vzhledem ke koeficientu z RSI tyto hodnoty (Tabulka 11). V Tabulce 11 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty RSI koeficientu celkového souboru obránců naměřené před utkáním a po utkání. Zkratkou SD je v toto případě značena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor obránců dosahoval při měření před utkáním průměrných hodnot $1,02 \pm 0,27$ koeficientu k RSI. Po utkání se hráči dostávali v průměru k výsledkům $1,025 \pm 0,26$ koeficientu k RSI.

Tabulka 11. Vliv utkání na neuromuskulární únavu dle CMJ RSI u obránců ($n_{\text{o}}=7$)

Obránci	CMJ RSI PRE	CMJ RSI POST
Koeficient RSI	1,02	1,025
SD	0,27	0,26

Velikost neuromuskulární únavy po utkání dle CMJ RSI u záložníků

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě záložníků ($n_{\text{z}}=7$) dosahují během CMJ testu při výskoku měřeném vzhledem ke

koeficientu z RSI tyto hodnoty (Tabulka 12). V Tabulce 12 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty RSI koeficientu celkového souboru záložníků naměřené před utkáním a po utkání. Zkratkou SD je v toto případě značena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor záložníků dosahoval při měření před utkáním průměrných hodnot $0,93 \pm 0,51$ koeficientu k RSI. Po utkání se hráči dostávali v průměru k výsledkům $0,92 \pm 0,32$ koeficientu k RSI.

Tabulka 12. Vliv utkání na neuromuskulární únavu dle CMJ RSI u záložníků ($n_z=4$)

Záložníci	CMJ RSI PRE	CMJ RSI POST
Koeficient RSI	0,93	0,92
SD	0,51	0,32

Velikost neuromuskulární únavy po utkání dle CMJ RSI u útočníků

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě útočníků ($n_u=7$) dosahují během CMJ testu při výskoku měřeném vzhledem ke koeficientu z RSI tyto hodnoty (Tabulka 13). V Tabulce 13 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty RSI koeficientu celkového souboru útočníků naměřené před utkáním a po utkání. Zkratkou SD je v toto případě značena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor útočníků dosahoval při měření před utkáním průměrných hodnot $1,03 \pm 0,37$ koeficientu k RSI. Po utkání se hráči dostávali v průměru k výsledkům $0,86 \pm 0,13$ koeficientu k RSI.

Tabulka 13. Vliv utkání na neuromuskulární únavu dle CMJ RSI u útočníků ($n_i=3$)

Útočníci	CMJ RSI PRE	CMJ RSI POST
Koeficient RSI	1,03	0,86
SD	0,37	0,13

Velikost neuromuskulární únavy po utkání dle CMJ RSI u brankářů

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě brankářů ($n_b=7$) dosahují během CMJ testu při výskoku měřeném vzhledem ke koeficientu z RSI tyto hodnoty (Tabulka 14). V Tabulce 14 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty RSI koeficientu celkového souboru brankářů naměřené před utkáním a po utkání. Zkratkou SD je v toto případě značena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor brankářů dosahoval při měření před utkáním průměrných hodnot $0,82 \pm 0,07$ koeficientu k RSI. Po utkání se hráči dostávali v průměru k výsledkům $1,20 \pm 0,36$ koeficientu k RSI.

Tabulka 14. Vliv utkání na neuromuskulární únavu dle CMJ RSI u brankářů ($n_b=2$)

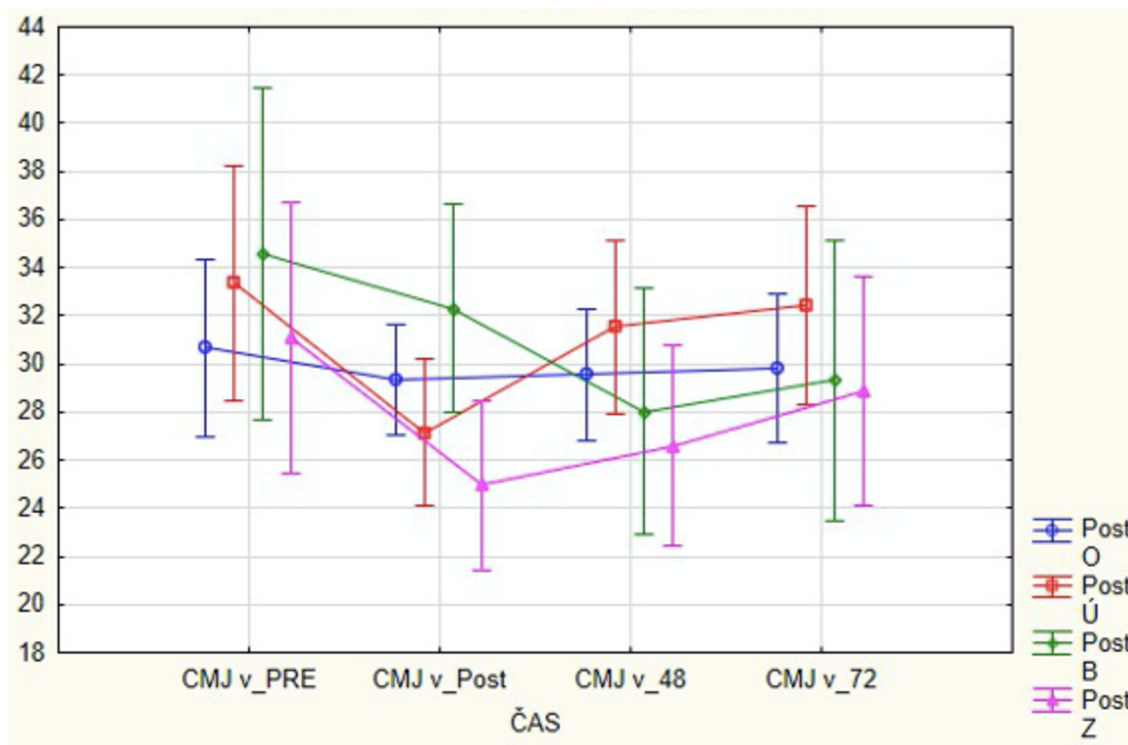
Brankáři	CMJ RSI PRE	CMJ RSI POST
Koeficient RSI	0,82	1,20
SD	0,007	0,36

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 výšce výskoku v centimetrech (cm) 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 CMJ testu z pohledu RSI, byly zaznačeny pomocí koeficientu z RSI.

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

Porovnání herních postů podle CMJ testu na velikost neuromuskulární únavy před a po utkání, následně 48 hodin a 72 hodin po utkání ukazuje na statisticky nevýznamné hodnoty jednotlivých herních postů Obrázek 9. Průměrné hodnoty v případě všech postů, nedosahovaly významně vyššího rozdílu hodnot mezi výsledky testování CMJ testu před utkáním a následně v průběhu 72 hodin po utkání ($F=9,36$; $p=,43243$).



Obrázek 8. Vliv postové orientace na velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 podle CMJ ($n_i=3$) ($n_z=4$) ($n_o=7$) ($n_b=2$)

Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání dle CMJ u obránců

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě obránců ($n_o=7$) dosahují během CMJ testu při výskoku měřeném v centimetrech (cm) 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 průměrných hodnot $28,3 \pm 4,96$ cm. Po utkání se hráči dostávali v průměru k výsledkům $29,1 \pm 2,31$ cm. V časovém odstupu 48 hodin po utkání, byly hráčům naměřeny průměrné hodnoty $30,25 \pm 3,06$ cm. Během měření 72 hodin po utkání se hráči dostávali k průměrným výsledkům $28,86 \pm 4,00$ cm.

Tabulka 15. CMJ test vliv utkání na únavu v průběhu 72 hod. u obránců ($n_o=7$)

Obránci	CMJ PRE	CMJ POST	CMJ 48	CMJ 72
CMJ (cm)	28,3	29,1	30,25	28,86
SD	4,96	2,31	3,06	4,00

Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání dle CMJ u záložníků

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě záložníků ($n_z=4$) dosahují během CMJ testu při výskoku měřeném v centimetrech (cm) 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 průměrných hodnot $28,35 \pm 2,40$ cm. Po utkání se hráči dostávali v průměru k výsledkům $25,3 \pm 1,25$ cm. V časovém odstupu 48 hodin po utkání, byly hráčům naměřeny průměrné hodnoty $33,1 \pm 5,67$ cm. Během měření 72 hodin po utkání se hráči dostávali k průměrným výsledkům $33,4 \pm 4,88$ cm.

Tabulka 16. CMJ test vliv utkání na únavu v průběhu 72 hod. u záložníků ($n_z=4$)

Záložníci	CMJ PRE	CMJ POST	CMJ 48	CMJ 72
CMJ (cm)	28,35	25,3	33,1	33,4
SD	2,40	1,25	5,67	4,88

Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání dle CMJ u útočníků

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě útočníků ($n_u=3$) dosahují během CMJ testu při výskoku měřeném v centimetrech (cm) 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 průměrných hodnot $32,1 \pm 4,80$ cm. Po utkání se hráči dostávali v průměru k výsledkům $27,3 \pm 5,02$ cm. V časovém odstupu 48 hodin po utkání, byly hráčům naměřeny průměrné hodnoty $31,6 \pm 2,80$ cm. Během měření 72 hodin po utkání se hráči dostávali k průměrným výsledkům $32,3 \pm 3,27$ cm.

Tabulka 17. CMJ test vliv utkání na únavu v průběhu 72 hod. u útočníků ($n_i=3$)

Útočníci	CMJ PRE	CMJ POST	CMJ 48	CMJ 72
CMJ (cm)	32,1	27,3	31,6	32,3
SD	4,80	5,02	2,80	3,27

Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání dle CMJ u brankářů

Z pohledu neuromuskulární únavy vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě brankářů ($n_b=2$) dosahují během CMJ testu při výskoku měřeném v centimetrech (cm) tyto hodnoty (Tabulka 18). V Tabulce 18 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty celkového souboru brankářů naměřené před utkáním, po utkání, 48 hodin a 72 hodin po utkání. Zkratkou SD je v toto případě uvedena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

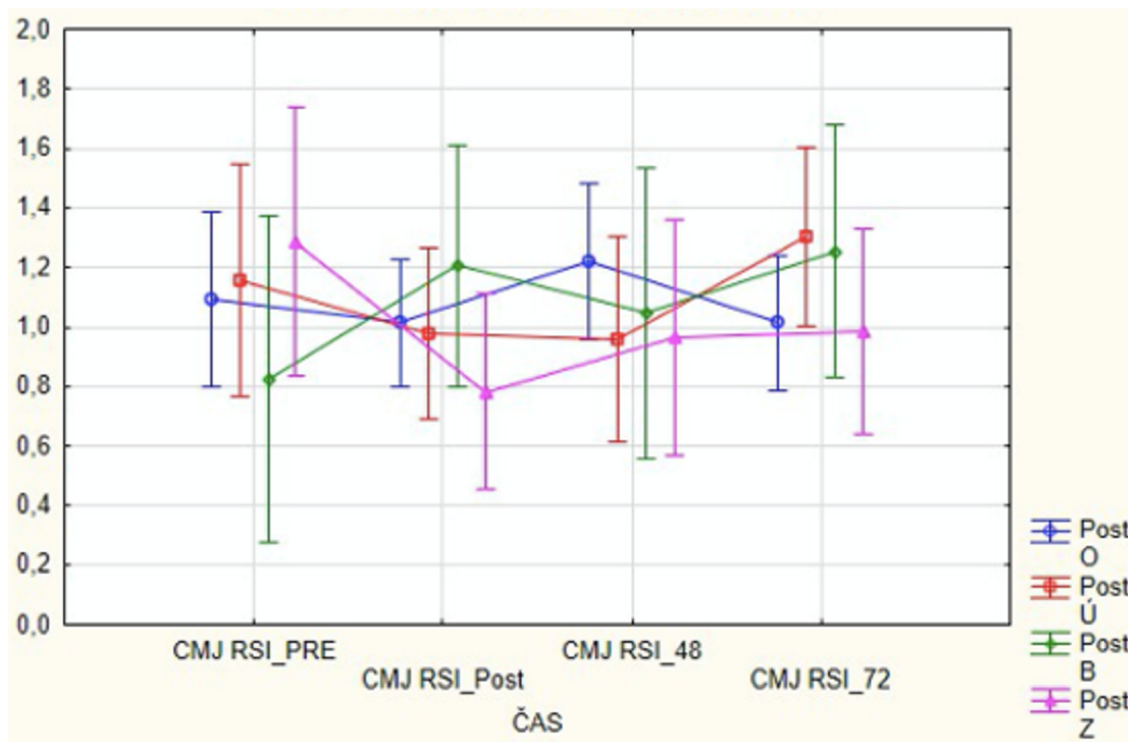
Celkový soubor brankářů dosahoval při měření před utkáním průměrných hodnot $33,5 \pm 3,88$ cm. Po utkání se hráči dostávali v průměru k výsledkům $32,3 \pm 0,28$ cm. V časovém odstupu 48 hodin po utkání, byly hráčům naměřeny průměrné hodnoty $28,00 \pm 1,13$ cm. Během měření 72 hodin po utkání se hráči dostávali k průměrným výsledkům $29,3 \pm 1,69$ cm.

Tabulka 18. CMJ test vliv utkání na únavu v průběhu 72 hod. u brankářů ($n_b=2$)

Brankáři	CMJ PRE	CMJ POST	CMJ 48	CMJ 72
CMJ (cm)	33,5	32,3	28	29,3
SD	3,88	0,28	1,13	1,69

5. 5. 2 Vliv postové orientace na velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin dle RSI

Porovnání herních postů podle CMJ testu dle RSI před, po utkání, 48 hodin a následně 72 hodin po utkání ukazuje na hodnoty koeficientu RSI jednotlivých herních postů (Obrázek 12). Při celkové analýze na vliv neuromuskulární únavy vzhledem k jednotlivým herním postům dle RSI koeficientu při měření nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ($F=9,36$; $p=,42838$).



Obrázek 9. Vliv postové orientace na velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin dle RSI ($n_o=3$) ($n_z=4$) ($n_b=7$) ($n_b=2$)

Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin dle CMJ RSI u obránců

Z pohledu neuromuskulární únavy v průběhu 72 po utkání vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě obránců ($n_o=7$) dosahují během CMJ testu při výskoku měřeném vzhledem ke koeficientu z RSI tyto hodnoty (Tabulka 19). V Tabulce 19 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty RSI koeficientu celkového souboru obránců naměřené před utkáním, po utkání, 48 hodin a 72 hodin po utkání. Zkratkou SD je v toto případě značena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor obránců dosahoval při měření před utkáním průměrných hodnot $1,02 \pm 0,27$ koeficientu k RSI. Po utkání se hráči dostávali v průměru k výsledkům $1,025 \pm 0,26$ koeficientu k RSI. V časovém odstupu 48 hodin po utkání, byly hráčům naměřeny průměrné hodnoty $1,085 \pm 0,24$ koeficientu k RSI. Během měření 72 hodin po utkání se hráči dostávali k průměrným výsledkům $1,33 \pm 0,32$ koeficientu k RSI.

Tabulka 19. Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání dle RSI u obránců ($n_o=7$)

Obránci	CMJ RSI PRE	CMJ RSI POST	CMJ RSI 48	CMJ RSI 72
RSI Koeficient	1,02	1,025	1,085	1,33
SD	0,27	0,26	0,24	0,32

Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin dle CMJ RSI u záložníků

Z pohledu neuromuskulární únavy v průběhu 72 po utkání vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě záložníků ($n_z=4$) dosahují během CMJ testu při výskoku měřeném vzhledem ke koeficientu z RSI tyto hodnoty (Tabulka 20). V Tabulce 20 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty RSI koeficientu celkového souboru záložníků naměřené před utkáním, po utkání, 48 hodin a 72 hodin po utkání. Zkratkou SD je v toto případě značena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor záložníků dosahoval při měření před utkáním průměrných hodnot $0,93 \pm 0,51$ koeficientu k RSI. Po utkání se hráči dostávali v průměru k výsledkům $0,92 \pm 0,32$ koeficientu k RSI. V časovém odstupu 48 hodin po utkání, byly hráčům naměřeny průměrné hodnoty $1,52 \pm 0,44$ koeficientu k RSI. Během měření 72 hodin po utkání se hráči dostávali k průměrným výsledkům $0,86 \pm 0,27$ koeficientu k RSI.

Tabulka 20. Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání dle RSI u záložníků ($n_z=4$)

Záložníci	CMJ RSI PRE	CMJ RSI POST	CMJ RSI 48	CMJ RSI 72
RSI koeficient	0,93	0,92	1,52	0,86
SD	0,51	0,32	0,44	0,27

Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin dle CMJ RSI u útočníků

Z pohledu neuromuskulární únavy v průběhu 72 po utkání vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě útočníků ($n_ú=3$) dosahují během CMJ testu při výskoku měřeném vzhledem ke koeficientu z RSI tyto hodnoty (Tabulka 21). V Tabulce 21 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty RSI koeficientu celkového souboru útočníků naměřené před utkáním, po utkání, 48 hodin a 72 hodin po utkání. Zkratkou SD je v toto případě značena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor útočníků dosahoval při měření před utkáním průměrných hodnot $1,03 \pm 0,37$ koeficientu k RSI. Po utkání se hráči dostávali v průměru k výsledkům $0,86 \pm 0,13$ koeficientu k RSI. V časovém odstupu 48 hodin po utkání, byly hráčům naměřeny průměrné hodnoty $1,06 \pm 0,20$ koeficientu k RSI. Během měření 72 hodin po utkání se hráči dostávali k průměrným výsledkům $1,14 \pm 0,31$ koeficientu k RSI.

Tabulka 21. Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání dle RSI u útočníků ($n_i=3$)

Útočníci	CMJ RSI PRE	CMJ RSI POST	CMJ RSI 48	CMJ RSI 72
RSI koeficient	1,03	0,86	1,06	1,14
SD	0,37	0,13	0,20	0,31

Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin dle CMJ RSI u brankářů

Z pohledu neuromuskulární únavy v průběhu 72 po utkání vlivem zatížení v utkání 10+1 v případě brankářů ($n_b=2$) dosahují během CMJ testu při výskoku měřeném vzhledem ke koeficientu z RSI tyto hodnoty (Tabulka 22). V Tabulce 22 jsou uvedeny průměrně dosažené hodnoty RSI koeficientu celkového souboru brankářů naměřené před utkáním, po utkání, 48 hodin a 72 hodin po utkání. Zkratkou SD je v toto případě značena směrodatná odchylka jednotlivých hodnot.

Celkový soubor brankářů dosahoval při měření před utkáním průměrných hodnot $0,82 \pm 0,007$ koeficientu k RSI. Po utkání se hráči dostávali v průměru k výsledkům $1,20 \pm 0,36$ koeficientu k RSI. V časovém odstupu 48 hodin po utkání, byly hráčům naměřeny průměrné hodnoty $1,25 \pm 0,24$ koeficientu k RSI. Během měření 72 hodin po utkání se hráči dostávali k průměrným výsledkům $1,04 \pm 0,34$ koeficientu k RSI.

Tabulka 22. Velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po utkání dle RSI u brankářů ($n_b=2$)

Brankáři	CMJ RSI PRE	CMJ RSI POST	CMJ RSI 48	CMJ RSI 72
RSI Koeficient	0,82	1,20	1,25	1,04
SD	0,007	0,36	0,24	0,34

6 DISKUSE

Analýzou vybraných aspektů herního zatížení v utkání fotbalistů kategorie U15 byly zjištěny některé statisticky významné rozdíly mezi velikostí neuromuskulární únavy během měření před utkáním a následně po utkání. Tyto rozdíly se promítly zejména při velikosti výšky výskoku u odrazů během testování CMJ testu. Z výsledků diplomové práce vyplývá, že významné rozdíly jsme schopni nalézat hlavně v případě CMJ testu zaměřeném na velikost neuromuskulární únavy formou měření výšky výskoku a koeficient RSI vzhledem k neuromuskulární únavě. Jedná se o časový úsek měření před a po utkání, kde dochází ke statisticky významným rozdílům hodnot. V průběhu delšího časového rozpětí 48 a 72 hodin po zátěži naopak nastává postupný návrat k původním hodnotám měřeným před utkáním. Z tohoto úhlu pohledu nám jasně vyplývá paralela délky potřebné pro neuromuskulární regeneraci ve fotbale.

Rozdíly ve zmíněných parametrech, lze objasnit vzhledem k potřebné časové délce pro regeneraci svalů po utkání 10+1. Z důvodu velikosti hřiště a zmíněnému počtu hráčů dochází k překonávání velkých vzdáleností a vykonávání vysoké rychlosti pohybu během utkání. V komparaci s velkým počtem osobních soubojů a následným akceleracím, deceleracím dochází k prokázané velikosti neuromuskulární únavy.

Statisticky významné rozdíly v neuromuskulární únavě byly prokázány zejména v časovém rozptylu prvních 24 hodin po utkání, kde docházelo k významným rozdílům hodnot. Posléze vlivem systematické regenerace a časového prostoru pro návrat do původních hodnot naměřených před utkáním se hráči postupně dostávali k výchozím hodnotám v časovém horizontu 72 hodin po utkání.

Zmiňované studie v přehledu poznatků uvádí potřebnou dobu pro návrat veškerých funkcí organismu, právě zmíněných 72 hodin od pohybové aktivity vyvinuté během utkání 10+1.

Komparací zatížení jednotlivých herních postů v utkání 10+1, byly zjištěny statisticky nevýznamné rozdíly. Na základě srovnání jednotlivých herních mezi sebou, můžeme konstatovat, že při sledování vlivu utkání na neuromuskulární únavu nedochází k významným rozdílům v jednotlivých postech mezi sebou. Každý z postů je ovlivněn určitými úkony během utkání, ale výsledný nárůst únavy je podobný.

Přínos diplomové práce lze spatřit v následujících aspektech. Ačkoliv je herní zatížení ve fotbale předmětem mnoha vědeckých studií, u kategorie starších žáků se často tato problematika místy podceňuje, proto spatřuji práci jako přínosnou vzhledem ke

sportovnímu tréninku a způsobům regenerace u kategorie starších žáků U15. Posléze je možné práci vidět, jako zajímavou vzhledem k přechodu hráčů do kategorie mladšího dorostu a sledovat probíhající změny ve smyslu analýzy a komparace neuromuskulární únavy a reakci organismu na vliv utkání během sledování jednotlivých postů. Za pozitivní hledisko můžeme brát, také využití systému Polar Team²Pro využívajícího 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, jakým jsou pomocné ukazatele v případě měření pomocí CMJ testu dochází ke stanovení míry neuromuskulární únavy po náročných utkáních.

Limity práce spatřuji v následujících faktorech. Vzhledem k organizačním možnostem bylo stanoveno jedno utkání s hrací dobou pouze 2x45 minut, z čehož nelze objektivně hodnotit z důvodu malého množství dat případnou nastupující únavu. Konečný počet hráčů uvedených ve výsledcích výzkumu je relativně nízký, dalším z výrazných limitů je nízký počet záložníků, což bylo taktéž ovlivněno logistickými možnostmi a omezenou účastí některých hráčů ve výzkumu z důvodu jejich studijních povinností či dojezdových vzdáleností. Dalším z deficitů diplomové práce by mohlo být i hledisko, že výzkum probíhal v přátelském utkání, a nikoliv během utkání soutěžního.

Některé, z již zmíněných limitů, ovšem vidím jako podnět k budoucímu výzkumu. Potenciálními a následujícími tématy v této oblasti, by mohly 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. Další variantou by mohla být analýza přechodu mezi kategoriemi starších žáků a mladšího dorostu a jejich následného rozdílu. Další v řadě může být, analýza sezónního progresu hráčů kategorie starších žáků ve zkoumaných ukazatelích, jejich komparace napříč různými věkovými kategoriemi, kluby či soutěžemi. Analýza souboru čítajícího větší počet hráčů a hodnocení technicko- taktické složky fotbalového herního výkonu vzhledem k neuromuskulární únavě.

7 ZÁVĚRY

V diplomové práci byla provedena analýza vybraných aspektů na jejichž výsledek mělo vliv herního zatížení hráčů fotbalu v kategorii U15 během utkání 10+1. Zkoumanými ukazateli byla velikost neuromuskulární únavy vlivem herního zatížení, která se sledovala pomocí CMJ testu. V rámci vlivu herního zatížení na neuromuskulární únavu, jsem se ve výzkumu zabíral výškou výskoku pomocí CMJ testu a následně velikostí RSI koeficientu, taktéž za pomoci CMJ testu.

Komparací získaných dat byly zjištěny následující rozdíly mezi jednotlivými časovými odstupy vzhledem k neuromuskulární únavě po utkání při zatížení hráčů (N=16) v utkání. Z ukazatelů výšky výskoku během CMJ testu se vyskytly významné rozdíly v časovém rozmezí 24 hodin po utkání. Hráči během testování před utkáním dosahovali průměrných hodnot výšky výskoku při CMJ testu 31,92 cm. Naopak v průběhu testování po utkání vzešly z testování CMJ testu výšky výskoku výsledné průměrné hodnoty 28,45 cm. Následující hodnoty naměřené v časovém rozptylu 48 hodin a více po utkání neprokázaly statisticky významných rozdílů hodnot.

Lze tedy obecně říct, že v průběhu regenerace sil a velikosti neuromuskulární únavy dochází k nejvyššímu nárůstu únavy právě po utkání, ovšem systematicky zvolené metody regenerace druh tréninkového plánu stanovený po utkání může velikost únavy po utkání značně ovlivnit.

Během měření odlišnosti velikosti neuromuskulární únavy z hlediska jednotlivých herních postů nedošlo k statisticky významným odchylkám.

Během měření velikosti neuromuskulární únavy vzhledem k jednotlivým postům v průběhu 72 hodin po utkání, nedošlo k statisticky významným odlišnostem mezi jednotlivými posty.

8 SOUHRN

Fotbal se v průběhu času vyvíjí a stává se globálním fenoménem, jakožto součást společenské kultury. Velký přísun peněz, slávy a společenského uznání, všechny tyto benefity jsou pro mladé fotbalisty motivem, aby dosáhli na co nejvyšší stupínky v kariéře profesionálního fotbalisty. Důležitým prvkem, však zůstává, aby je fotbal především bavil. K těmto aspektům je ovšem zapotřebí propracovaného procesu sportovního tréninku napříč všemi věkovými kategoriemi. Ve světovém fotbale, a také u nás v ČR dochází k sledování problematiky neuromuskulární únavy vlivem zatížení, která je spjata s odlišnostmi vzhledem k jednotlivým věkovým kategoriím a jejich odlišnostem v souvislosti s vývojem jedince. Právě zjištění míry velikosti neuromuskulární únavy během 72 hodin po utkání, byla podnětem pro psaní diplomové práce na toto téma.

V práci byl charakterizován fotbal, jeho vývoj a současné požadavky. Dále byly popsány druhy neuromuskulární únavy a následně možnosti využití jednotlivých druhů diagnostiky velikosti neuromuskulární únavy. Nedílnou součástí bylo též téma regenerace.

Diplomová práce si kladla za cíl posoudit velikost neuromuskulární únavy v průběhu 72 hodin po modelovém utkání ve fotbale u hráčů kategorie U15. Vzhledem k tomuto cíli a komparaci 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 popsány výzkumné metody použité při měření velikosti neuromuskulární únavy. Součástí bylo taktéž popsání metod užitých pro hodnocení velikosti vnějšího zatížení a vnitřní reakce organismu. Prostřednictvím systému Polar Team²Pro byly analyzovány distance a počet akcelerací, decelerací, následně monitorována srdeční frekvence.

Dále jsou v práci uvedeny hodnoty 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 diskusi jsou výsledky práce uvedeny ve snaze zapracování do kontextu současných výsledků vybraných výzkumů zabývajících se obdobnými ukazateli velikosti

neuromuskulární únavy po zatížení hráčů fotbalu. Byly nastíněny 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 evolves over time and becomes a global phenomenon as part of social culture. The large influx of money, fame and social recognition, all of these benefits are motivating young footballers to reach the highest level in their careers as professional footballers. The important element, however, remains that they enjoy football above all. These aspects, however, require a sophisticated process of sports training across all age categories. In world football, and also in the Czech Republic, one can observe the issue of neuromuscular fatigue due to loading, which is associated with differences with respect to different age categories and their differences in relation to the development of the individual. It was the determination of the magnitude of neuromuscular fatigue within 72 hours after a match that prompted the writing of a thesis on this topic.

The thesis described football, its development and current demands. In addition, the types of neuromuscular fatigue were described and then the possibilities of using different types of diagnosis of the magnitude of neuromuscular fatigue. The topic of recovery was also an integral part.

The aim of the thesis was to assess the magnitude of neuromuscular fatigue during 72 hours after a model match in football in U15 players. Given this aim and comparing the different time periods, research questions were set.

The methodological part defines the research population, which was 16 U15 category football players, all players of one club, included in 10 top youth sports centres in the Czech Republic. The research methods used to measure the magnitude of neuromuscular fatigue were described. Also included was a description of the methods used to assess the magnitude of external load and internal body response. Distance and number of accelerations and decelerations were analyzed using the Polar Team2Pro system, followed by heart rate monitoring.

Furthermore, the values of the mentioned aspects measured in the match for all 16 players, including 7 defenders, 4 midfielders, 3 strikers and 2 goalkeepers, are presented in the paper. 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, the results of this work are presented in an attempt to put into context the current results of selected research looking at similar measures of the

magnitude of neuromuscular fatigue following football player loading. Possible reasons for differences in specific indicators of game load have been outlined, as well as practical conclusions applicable to the process of sports training.

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

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.
- 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.
- 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.
- Bosco, C. (1992). *L'evaluation de la force par le test de Bosco*. Roma, Societa Stampa Sportiva.
- Cavagna, G. A., Granzetti, P., Heglund, N. C., & Willems, P. (1988). The determinants of the step frequency in running, trotting and hopping in man and other vertebrates. *Journal of Physiology*, 399, 81–92.
- 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.
- Čoh, M., Živković, V., & Žvan, M. (2016). Biodynamic analysis of the vertical jumping. *Research in Physical Education, Sport and Health*, 5(2), 3–10.

- Deutsch, C. V. (1998). *JOURNAL. the journal*, 1992(94).
- 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.
- 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.
- Farley, C. T., Glasheen, J. & McMahon, T. A. (1993). Running springs: speed and animal size. *The Journal of Experimental Biology*, 185, 71–86.
- 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.
- Flanagan, E. P., & Comyns, T. M. (2008). The Use of Contact Time and the Reactive Strength Index to Optimize Fast Stretch-Shortening Cycle Training. *Strength and Conditioning Journal*, 30, 32–38.
- 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>
- Fox, A. S., Bonacci, J., McLean, S. G., Spittle, M., & Saunders, N. (2014). What is normal? Female lower limb kinematic profiles during athletic tasks used to examine anterior cruciate ligament injury risk: a systematic review. *Sports medicine*, 44, 815-832.
- Fransson, D. (2019). Game demands and fatigue profiles in elite football – an individual approach: Implications for training and recovery strategies. *Göteborgs universitet Pedagogen*.

- 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(1), 84-92.*
- Guard, A. N. (2017). *Assessments of training load in elite youth soccer. Glasgow: University of Glasgow.*
- 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.*
- Hill-Haas, S. H., Dawson, B., Impellizzeri, F. M., Coutts, & A. J. (2011). Physiology of Small-Sided Games Training in Football. *Sports Medicine, 41(3), 199–220.*
- 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.*
- Ispirlidis, 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(5), 423-431.*
- James, C. R., Scheuermann, B. W., & Smith, M. P. (2010). Effects of two neuromuscular fatigue protocols on landing performance [Abstract]. *Journal of Electromyography and Kinesiology, 20, 667–675.*
- 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.
- Laffaye, G., Choukou, M. A., Benguigui, N., & Padulo, J. (2016). Age- and gender-related development of stretch shortening cycle during a sub-maximal hopping task. *Biology of Sport*, *33*, 29–35.
- 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., Zaatar, 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.
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Hughes, M. G., & Williams, C. A. (2009). Reliability and validity of field-based measures of leg stiffness and reactive strength index in youths. *Journal of Sports Sciences*, *27*, 1565–1573.
- Máček, M., & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén.
- Macho, M. (1996). *Fotbal, vášně 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? [Abstract]. *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.
- Mohr, M., Krustup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sport Sciences*, *21*, 519–528.
- 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.
- Nagano, A., Komura, T., Fukashiro, S., & Himeno, R. (2005). Force, work and power output of lower limb muscles during human maximal-effort countermovement jumping [Abstrakt]. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15, 367–376.
- 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.
- Paulo Heinzmann-Filho, J., Bueno Zanatta, L., Maria Vendrusculo, F., Severo da Silva, J., Fatima Gheller, M., Evangelista Campos, N., da Silva Oliveira, M., Pandolfo Feoli, A. M., da Silva Gustavo, A., & Fagundes Donadio, M. V. (2018). Frequência cardíaca máxima medida versus estimada por diferentes equações durante o teste de exercício cardiopulmonar em adolescentes obesos. *Revista Paulista de Pediatria*, 36(3), 309–314.
- Pěňčínský, M. (1993). *Fotbal: Pravidla hry : Historie : Technika a taktika hry*. Olomouc: Alda.
- Podraza, J. T. & White, S. C. (2010). Effect of knee flexion angle on ground reaction forces, knee moments and muscle co-contraction during an impact-like deceleration landing: Implications for the non-contact mechanism of ACL injury [Abstrakt]. *The Knee*, 17, 291–295.
- Psotta, R. (2006). *Fotbal-kondiční trénink*. Praha. Grada Publishing as.
- Radnor, J. M., Oliver, J. L., Waugh, Ch. M., Myer, G. D., Moore, I. S., & Lloyd, R. S. (2018). The influence of growth and maturation on stretch-shortening cycle function in youth. *Sports & Medicine*, 48, 57–71.
- Robertson, D. G. E., Wilson, J. J., & Pierre, T. A. S. (2008). Lower extremity muscle functions during full squats. *Journal of Applied Biomechanics*, 24, 333–339.
- Rodacki, A. L. F., Fowler, N. E., & Bennett, S. J. (2002). Vertical jump coordination: fatigue effects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(1), 105–116. Retrieved from the: https://journals.lww.com/acsm-mssse/Fulltext/2002/01000/Vertical_jump_coordination__fatigue_effects.17.aspx

- 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.
- Small, K., McNaughton, L., Greig, M., & Lovell, R. (2010). The effects of multidirectional soccer-specific fatigue on markers of hamstring injury risk. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *13*, 120–125.
- 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.
- Weisser, R. (2013). *Fotbalový trénink dětí*. Olomouc: 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., Gołaś, A., & Lngfort, J. (2015). Central and peripheral fatigue during resistance exercise: A criterial review. *Journal of Human Kinetics*, *49*, 159–169.