

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

VLIV ROZVOJE ÚNAVY NA VELIKOST ZATÍŽENÍ HRÁČŮ FOTBALU BĚHEM
UTKÁNÍ

Bakalářská práce

Autor: Filip Šincl

Tělesná výchova – Historie se zaměřením na vzdělávání

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

Olomouc 2021

Jméno a příjmení autora: Filip Šincl

Název bakalářské práce: Vliv rozvoje únavy na velikost zatížení hráčů fotbalu během utkání

Pracoviště: Katedra sportu

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

Rok obhajoby bakalářské práce: 2021

Abstrakt: Fotbalové utkání prověřuje fyzickou připravenost jednotlivých hráčů. Během fotbalového utkání na hráče proměnlivě působí vnější i vnitřní zatížení, které ovlivňuje jejich herní výkon. Hlavní náplní této práce je posouzení velikosti únavy, jež vzniká během přípravných utkání u hráčů kategorie U18. Vznikající únava se projevuje změnami ve vnitřním a vnějším zatížení. Do výzkumu bylo zapojeno 26 fotbalových hráčů mužského pohlaví s tělesnou výškou $174,5 \pm 7,3$ cm a s tělesnou hmotností $75,5 \pm 7,4$ kg. Probandi patří do kategorie U18 a působí v klubech, které již řadu let kvalitně pracují s mládeží. Pro sběr dat byla využita analýza překonané vzdálenosti a intenzity pohybové činnosti, analýza a hodnocení akcelerace a monitoring srdeční frekvence. Během výzkumu bylo zjištěno, že se únava projevuje snížením průměrné srdeční frekvence ve druhém poločasu. V prvním poločasu hodnota průměrné srdeční frekvence byla $86,7 \pm 5,41$ % maximální srdeční frekvence. Pro druhý poločas byla hodnota průměrné srdeční frekvence stanovena na $82,80 \pm 5,69$ % maximální srdeční frekvence. Vlivem únavy dochází ke snížení průměrné překonané vzdálenosti během druhého poločasu. Naměřená hodnota průměrné překonané vzdálenosti byla výrazně nižší ve druhém poločasu ($4945,35 \pm 713,5$ m) než v prvním ($5747,25 \pm 515,84$ m). Z těchto dat vyplývá, že s rostoucí únavou se snižuje schopnost organismu odolávat vysokým hodnotám zatížení během fotbalového utkání.

Klíčová slova: Únava, fotbal, zatížení, srdeční frekvence

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Filip Šinčl

Title of the bachelor's thesis: An Influence of Development of Fatigue upon players' load Measurement During a Football match

Department: Department of Sports

Supervisor: Mgr. Karel Hůlka, Ph.D.

The year of presentation: 2021

Abstract: A football match examines the physical preparedness of individual players. During a football match, players are variably influenced by external and internal loads, that affect their game performance. The main aim of this thesis is to assess the amount of fatigue that arises during preparatory matches for players in category U18. The resulting fatigue is manifested by changes in internal and external loads. In the research, there were involved 26 male football players with a body height of $174,52 \pm 7,30$ cm and body weight of $75,53 \pm 7,39$ kg. Probanda who belong to the U18 category and work in clubs, which have been working well with young people for many years. For data collection, the analysis of surpassed distance and intensity of physical activity, analysis and evaluation of acceleration, and monitoring of heart rate were used. During the research, it was found that fatigue is manifested by a decrease in the average heart rate in the second half-time. In the first half-time, the average heart rate was $86,7 \pm 5,41$ % of the maximum heart rate. For the second half-time, the average heart rate was set at $82,8 \pm 5,69$ % of the maximum heart rate. Due to fatigue, the average surpassed distance decreases during the second half-time. The measured amount of average surpassed distance was significantly lower in the second half-time ($4945,35 \pm 713,5$ m) than in the first half-time ($5747,25 \pm 515,84$ m). These data show that with increasing fatigue, the ability of the organism to withstand high load values during a football match decreases.

Keywords: Fatigue, football, load, heart rate

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

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

V Olomouci dne 30. dubna 2021

.....

Děkuji Mgr. Karlu Hůlkovi, Ph.D. za cenné rady, za veškerou pomoc a příkladné vedení této bakalářské práce. Také děkuji Martince a Dorazu za podporu. Dále bych chtěl poděkovat všem zúčastněným probandům, za spolupráci.

Obsah

1	ÚVOD.....	8
2	PŘEHLED POZNATKŮ.....	9
2.1	Charakteristika herního výkonu.....	9
2.2	Diagnostika.....	10
2.2.1	Metody hodnocení vnitřního zatížení hráče.....	12
2.2.2	Metody hodnocení vnějšího zatížení.....	18
2.3	Únava.....	22
2.3.1	Charakteristika únavy.....	22
2.3.2	Příčiny vzniku únavy.....	23
2.3.3	Dělení únavy.....	23
3	CÍLE PRÁCE.....	26
3.1	Dílčí cíle.....	26
3.2	Výzkumné otázky.....	26
4	METODIKA.....	27
4.1	Výzkumný soubor.....	27
4.2	Metody sběru dat.....	27
4.2.1	Analýza překonané vzdálenosti a intenzity pohybových činností.....	27
4.2.2	Analýza a hodnocení akcelerace.....	28
4.3	Metody hodnocení vnitřního zatížení.....	28
4.3.1	Monitoring srdeční frekvence.....	28
4.4	Popis průběhu sběru dat.....	29
5	VÝSLEDKY.....	30
5.1	Hodnocení srdeční frekvence v prvním i druhém poločasu.....	30
5.1.1	Průměrná srdeční frekvence v obou poločasech.....	30

5.1.2	Strávená doba v intenzivních zónách srdeční frekvence během prvního i druhého poločasu a následné porovnání obou poločasů.....	31
5.2	Hodnocení vnějšího zatížení v prvním a druhém poločasu	34
5.2.1	Hodnocení překonané vzdálenosti a intenzity pohybové činnosti v prvním a ve druhém poločasu	34
5.2.2	Hodnocení akcelerace v prvním a druhém poločasu.....	40
5.3	Hodnocení parametrů srdeční frekvence a vnějšího zatížení u jednotlivých hráčských postů.....	41
6	ZÁVĚRY	47
7	SOUHRN.....	49
8	SUMMARY	50
9	REFERENČNÍ SEZNAM	51

1 ÚVOD

Fotbal je jedna z nejpoblárnějších týmových her na světě. V každém koutu světa má své místo a nenajde se stát, kde by nebyl žádný profesionální nebo amatérský fotbalový klub.

Fotbalové utkání se většinou hraje devadesát minut, během nichž je důkladně prověřená fyzická i psychická připravenost hráčů, která se pak odráží na jejich herním výkonu.

Tato práce se zaměřuje na posouzení vnitřního a vnějšího zatížení v prvním i druhém poločasu během fotbalového utkání. Během fotbalového utkání na hráče vždy působí vnější i vnitřní zatížení a mění se během prvního a druhého poločasu. Jedná se o jeden z hlavních faktorů, jež ovlivňují předvedený herní výkon.

Bylo již dokázáno, že je užitečné sledovat herní zatížení u jednotlivých hráčů ve fotbalových utkáních. Jak vnější, tak i vnitřní zatížení lze dále detailněji zkoumat a analyzovat. Získaná data mohou odhalit příčinu některých nedostatků, které se pak projevují v herních výkonech jednotlivých hráčů. Získané informace i z této bakalářské práci mohou pomoci trenérům přizpůsobovat jednotlivé tréninkové jednotky individuálním potřebám hráče.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Charakteristika herního výkonu

Pojem „herní výkon“ lze chápat podle Süsse a Buchtela (2009) jako specifický případ sportovního výkonu v oblasti sportovních her. Dále definují herní výkon jako realizovanou činnost hráče (případně součinnost skupiny hráčů) během utkání, poměřovanou stupněm úspěšného splnění herních úkolů. Votík (2001) herní výkon ve fotbale rozdělil na dva základní druhy.

Jedná se o individuální herní výkon a týmový herní výkon. Individuální herní výkon je souvislý sled herních činností během utkání, při kterých se uplatňují herní dovednosti hráče (zpracování míče, střela, bránění, driblíng) získávané během tréninkového procesu. Během realizace individuálního herního výkonu v utkání dochází k určitému zatížení vnitřních orgánů i metabolických procesů. Dále individuální herní výkon působí na kosterní i svalový aparát, na řídicí činnost CNS (centrální nervové soustavy) a psychické procesy. Vlastní kvalita individuálního herního výkonu je ovlivněna rušivými vlivy vnějšího prostředí, osobou samotného hráče (strach, únava) anebo přiměřenosti taktických požadavků, které trenér klade na hráče (Votík, 2001).

Týmový herní výkon závisí na individuálních herních výkonech všech hráčů družstva. Je podmíněn nejen kvalitou individuálních herních výkonů, ale i jejich vzájemnými vztahy (Süss & Buchtel, 2009). Jelikož je možno fotbalové mužstvo považovat za sociální skupinu, Votík (2001) ve své monografii konstatuje, že finální týmový herní výkon záleží na sociální soudružnosti, dynamice vztahů, motivaci hráčů a komunikaci.

Herní družstvo představuje sociální skupinu, jež je jedinečným tím, že jejich společná činnost vyúsťuje jako týmový výkon. Jednotlivci ovlivňují hru družstva a zároveň družstvo ovlivňuje jednání jednotlivce. Herní činnost jednotlivce, kterou se podílí na týmovém výkonu, má současně kooperační charakter (Dobry & Semiginovský, 1988). Význam pojmu kooperace je spolupráce všech hráčů jednoho družstva za účelem dosažení společného cíle (Dobry & Semiginovský, 1988).

Herní výkon je charakterizován střídajícími se velmi krátkými úseky (do několika sekund) vysoké a nízké intenzity. Intervaly nízké intenzity jsou spojovány se zotavnými procesy (Apostolidis, Nassis, Bolatoglou, & Geladas, 2004). Girard, Mendez-Villanueva

a Bishop (2011) tvrdí, že herní výkon během utkání může trvat jednu až čtyři hodiny. Společným znakem výkonu ve sportovních hrách je jeho trvání alespoň po dobu šedesáti minut (Glaister, 2005).

Podle Votíka (2001) je herní výkon ovlivněn souborem faktorů, jež se navzájem ovlivňují, doplňují a výrazně se podepisují na konečném herním výkonu. Tyto faktory lze rozdělit do dvou kategorií, a to na dispoziční a situační. Dispoziční faktory závisí na předpokladech daného hráče k hernímu výkonu – tím rozumíme úroveň jeho herních a pohybových dovedností, také schopnost CNS řídit činnosti, jeho psychické rozpoložení a souhrn somatických a osobnostních rysů. Naopak situační faktory jsou tvořeny vnějšími, často proměnlivými podmínkami, ve kterých je herní výkon vykonáván.

2.2 Diagnostika

Hohmann a Brack (1983) diagnostiku herního výkonu chápou jako vyšetření, jehož hlavním cílem je pozorovat a měřit projevy a znaky sportovce a trenéra anebo jejich vzájemný vztah. Do diagnostiky zahrnujeme určování herních a kondičních veličin a také zjišťování biomechanických a antropometrických charakteristik.

Při diagnostice herního výkonu lze získávat informace o momentální herní výkonnosti hráče a podle těchto získaných informací se může trenér rozhodovat, zda daného hráče zařadí do sestavy pro následující utkání, či nikoliv. Dále díky diagnostice herního výkonu je možné hodnotit efektivitu realizovaných tréninkových programů a následně je modifikovat. Další výhodou může být zisk zpětné vazby pro trenéra, na jejímž základě trenér činí rozhodnutí o dalším postupu tréninkové jednotky. Pomocí diagnostiky herního výkonu mohou dostat zpětnou vazbu i hráči v podobě výsledků jejich činnosti (Süss & Buchtel, 2009). Je nevyhnutelné, aby trenér reagoval na požadavky utkání a pozoroval výkony hráčů i během zápasu, stejně jako diagnostikoval vybrané faktory jednotlivých zápasů. Na základě informací získaných diagnostikou herního výkonu může trenér pomocí promyšleného tréninkového procesu vyvolat pozitivní změnu hráčů v dané herní činnosti, kterou pak aplikují v zápase (Tvrdý, Lednický, Peráček, Obetko, & Babić, 2020).

Záměr diagnostiky, jak tvrdí Süss a Buchtel (2009), je hledat chybná řešení během herní činnosti v průběhu utkání. Také zkoumá herní činnost hráčů po taktické, technické i kondiční stránce. Analytická a popisná diagnóza odhalující pozitivní i negativní rysy individuálního herního výkonu je pak výsledkem diagnostiky.

Při pozorování herní činnosti v zápasech dorostenecké kategorie podle Süsse a Buchtela (2009) dochází k nejčastějším chybám v podobě nepřesné přihrávky nebo ztrátě míče během osobního souboje jeden na jednoho.

Podle Bílka (1983) je zatížení souhrn podnětů vyvolávaných během pohybové aktivity, jež vzbuzuje funkční strukturální a psychosociální změny. Pojem zatěžování lze tedy uchopit jako adaptační proces, při kterém dochází k opakování, stupňování a obměňování zátěžových podnětů, což přispívá ke zlepšení původní hráčské kvality na kvalitu vyšší (Dovalil, 2002). Martens (2006) rozděluje zatížení:

- Vnější – pomocí kvalitativních a kvantitativních ukazatelů (rychlost pohybu, trvání, obsah apod.) vyjadřuje parametry vykonaných pohybových činností.
- Vnitřní – reakce uvnitř organismu či jeho jednotlivých systémů na zatížení vnější.

Pro řádné plánování tréninkového zatížení je nutné sledovat tyto veličiny (Buchtel, 2008; Martens, 2006):

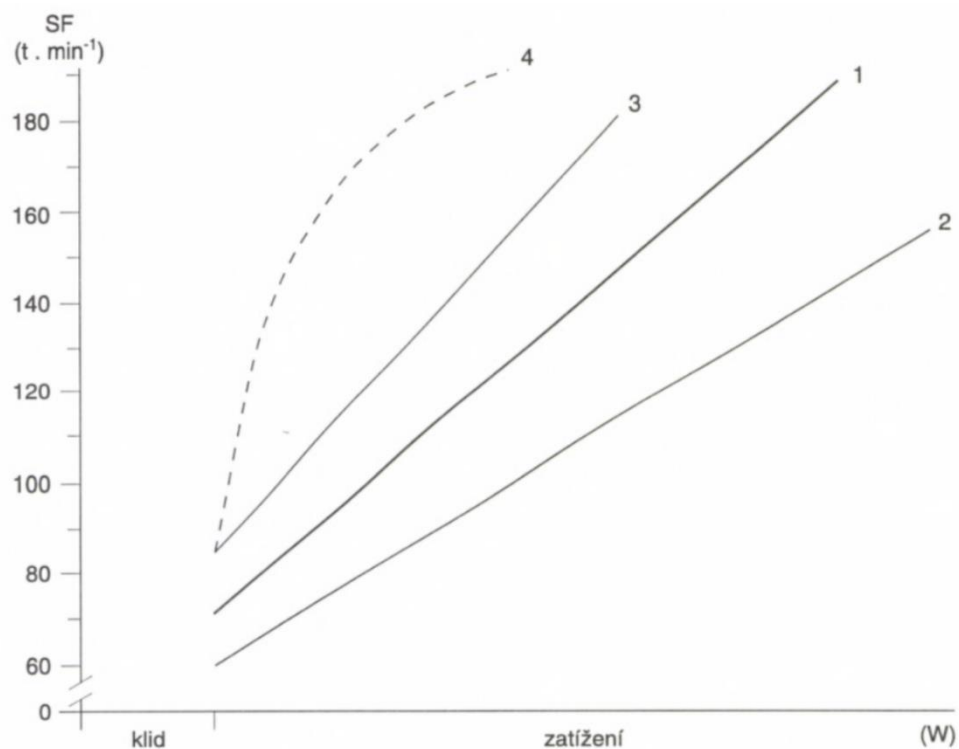
- Objem – jedná se o kvantitativní složku zařízení. Mezi složky objemu herního zatížení může patřit: počet utkání, které družstvo absolvovalo; doba trvání tréninku nebo utkání; uražená vzdálenost za jednotku času (Buchtel, 2008).
- Intenzita – vyjadřuje stupeň úsilí, se kterým je prováděna jakákoliv pohybová činnost. Intenzitu lze definovat jako množství práce provedenou za jednotku času (Buchtel, 2008).
- Hustota – frekvence, se kterou se hráči podílí na sériích za určitý čas. Hustota je vyjádřena vztahem času mezi zotavením a zatížením. Přiměřená hustota může hráče chránit před přetrénováním a zároveň obstarává efektivní trénink (Martens, 2006).

2.2.1 Metody hodnocení vnitřního zatížení hráče

Monitorování srdeční frekvence

Nejpoužívanější metodou pro analýzu vnitřního zatížení během tréninku nebo utkání je sledování srdeční frekvence. Monitoring srdeční frekvence nemá žádný vliv na výkon při sportovní aktivitě, a proto je tato metoda hojně využívána při měření fotbalistů (Gocentas & Landor, 2006). Získanou hodnotu lze pak považovat jako nepřímý odhad pro energetické požadavky hráče ve všech sportovních hrách (Hoffman, 2002).

U běžné populace při zvyšujícím se zatížení lineárně roste srdeční frekvence, až do oblasti submaximální intenzity. Submaximální srdeční frekvenci lze definovat jako stav, kdy dochází k přizpůsobení jedince na zatížení (Psotta, 2006). To je do výše 75 % až 85 % maximální srdeční frekvence. Poté dochází ke ztrátě lineárního průběhu dynamiky srdeční frekvence a nastává zpomalení vzestupu až na úroveň maximální srdeční frekvence. Srdeční frekvence je závislá na intenzitě zátěže, jež má rozhodující vliv na další vývoj srdeční odezvy. Pokud je intenzita nižší nebo střední, nepřesahuje úroveň anaerobního prahu a dochází k ustálení hodnot srdeční odezvy. Rozdíly srdeční frekvence různých osob při zátěži se odvíjejí od zdatnosti jedinců. Trénovaní jedinci reagují na stejnou zátěž nižšími hodnotami srdeční frekvence a zaznamenávají vyšší výkonost. Osoby nemocné a méně zdatné dosahují oproti trénovaným vyšších hodnot srdeční frekvence a výrazně nižších výkonů (obrázek 1) (Placheta, Štejfa, & Siegelová, 1999).



Obrázek 1. Reakce srdeční frekvence na zatížení: 1 – zdravý jedinec, 2 – trénovaný jedinec, 3 – jedinec s nízkou zdatností, 4 – jedinec s fibrilací síní s rychlou odpovědí komor neovlivněnou terapií (Placheta et al., 1999).

Pro potřeby sportovních her vycházíme z koncepce intenzitních pásem pro hodnocení relativní intenzity zatížení hráče (Psotta, 1999).

Alexiou a Coutts (2008), Bangsbo, Iaia a Krstrup (2007), Drust, Atkinson a Reilly (2007), Foster et al. (2001), Heller (2005) a Sharkey a Gaskill (2006) konstatují, že získané výsledky mohou být zkresleny těmito faktory: Alexiou a Coutts (2008), Bangsbo, Iaia a Krstrup (2007), Drust, Atkinson a Reilly (2007), Foster et al. (2001), Heller (2005) a Sharkey a Gaskill (2006) konstatují, že získané výsledky mohou být zkresleny těmito faktory:

- Přerušované a střídavé zatížení – srdeční frekvence nereaguje na okamžitou změnu intenzity zatížení. Dochází tedy ke zpoždění, kdy jsou až po třiceti sekundách naměřeny hodnoty, jež odpovídají skutečným fyziologickým nárokům. Srdeční frekvence se po zmírnění intenzity zatížení vrací k výchozím hodnotám rozhodně pomaleji než spotřeba kyslíku, která spolehlivěji vyjadřuje intenzitu zatížení. V intenzivnějších intervalech zatížení se však srdeční frekvence zvyšuje neúměrně ke spotřebě kyslíku. Odhadovaný energetický výdej může být chybně nadhodnocen až o 20 % v závislosti na oscilaci a amplitudě faktoru střídavého zatížení.
- Anaerobní pohybové aktivity – jedná se o faktor, jenž plyne z nepřímého vztahu mezi spotřebou kyslíku a srdeční frekvencí nad anaerobním prahem.
- Během utkání srdeční frekvence nadhodnocuje spotřebu kyslíku, protože srdeční frekvence se může zvedat díky hypotermii, dehydrataci, emočnímu rozpoložení a stresu bez toho, aby ovlivňovala spotřebu kyslíku.
- Jako odhad zatížení hráčů během utkání slouží naměřené hodnoty srdeční frekvence, protože tyto hodnoty nezohledňují specifické zatížení zapojení svalových skupin a typy lokomocí.

- Monitoring srdeční frekvence jenom slabě posuzuje intenzitu vysoce intenzivních intervalových, silových a plyometrických tréninků.
- Jako další faktory lze považovat i nedostatek spánku, nemoc, rodinné problémy, okolní teplotu, nervozitu, povinnosti v zaměstnání nebo ve škole. Všechny tyto zmíněné elementy mohou také značně ovlivnit tepovou frekvenci.

Edwards (1993) uvádí ve své monografii pro porovnávání výsledků srdeční frekvence model Summated-Heart-Rate-Zones (SHRZ). Model SHRZ zařazuje procentuální hodnoty maximální srdeční frekvence (SF_{max}) do pěti rovnoměrně rozdělených zón podle intenzity zatížení:

- 1. zóna = 50 % – 59,9 % SF_{max} ,
- 2. zóna = 60 % – 69,9 % SF_{max} ,
- 3. zóna = 70 % – 79,9 % SF_{max} ,
- 4. zóna = 80 % – 89,9 % SF_{max} ,
- 5. zóna = 90 % – 100 % SF_{max} .

Podle Borresena a Lamberta (2008) lze velikost zatížení hráčů v tréninkové jednotce určit pomocí indikátoru Tréninkový impulz (training impulse = TRIMP). Použití rovnice TRIMP vyžaduje střídání vysoko intenzivního cvičení a zotavení. Vzorec pro výpočet:

Muži: $TRIMP = \text{trvání (min)} \times (SF_{pr} - SF_k) / (SF_{max} - SF_k) \times 0.64 \times e^{1,92}$.

Ženy: $TRIMP = \text{trvání (min)} \times (SF_{pr} - SF_k) / (SF_{max} - SF_k) \times 0.86 \times e^{1,92}$.

V rovnici platí, že $e = 2,712$; $x = (SF_{pr} - SF_k) / (SF_{max} - SF_k)$; SF_{pr} je průměrná srdeční frekvence během tréninkové jednotky; SF_k je klidová srdeční frekvence a SF_{max} vyjadřuje maximální srdeční frekvenci (Borresen & Lambert, 2008).

Jedna z mnoha možností, jak využít pět intenzivních zón, je aplikování metody MSPI. Jedná se o metodu součtu zón intenzity srdeční frekvence, jež hodnotí relativní zatížení intenzity hráče. Je vyjádřena vztahem (Hůlka & Bělka, 2013):

$$MSPI = \sum_{i=1}^5 k_i * T_i$$

Vyjádření MSPI, kde T_i je čas strávený v příslušné zóně, k_i je koeficient (pro zónu 1=1; pro zónu 2=2; pro zónu 3=3; pro zónu 4=4; pro zónu 5=5) (Hůlka & Bělka, 2013).

Koncentrace laktátu

Při zatížení se také produkuje laktát, který slouží k určení míry zatížení během pohybové aktivity. Laktát lze používat jako ukazatel zatížení jen v případě, že fyzická aktivita byla prováděna za konstantní intenzity zatížení a trvala alespoň čtyřicet minut (Abdelkrim, Castagna, Fazaa, Tabka, & Ati, 2009; Bangsbo et al., 2007; Bunc, 1990). Koncentrace laktátu ve svalu roste se zvýšenou velikostí svalového zatížení. Pokud je měřena koncentrace laktátu v krvi, tak dochází k určitému zpoždění vyplavení krevního laktátu. Toto zpoždění je přímo úměrné intenzitě zatížení (Vachon, David, & Clarke, 1999).

Při dlouhodobém zatížení je koncentrace laktátu nižší než při přerušovaném intervalovém zatížení. Zdá se, že během přerušovaného cvičení ve fotbale může být hladina laktátu v krvi vysoká, přestože je koncentrace laktátu ve svalech relativně nízká. Z toho plyne, že vysoká koncentrace laktátu v krvi, často pozorovaná ve fotbale, nemusí představovat vysokou produkci laktátu v jedné akci během hry, ale spíše kumulovanou a vyváženou reakci na řadu aktivit s vysokou intenzitou (Bangsbo et al., 2007).

Metoda subjektivního vnímání zatížení pomocí RPE metody

Coutts, Rampinini, Marcora, Castagna a Impellizzeri (2009) usuzují, že každý hráč je schopný subjektivně vnímat a hodnotit námahu. Hodnocení vnímané námahy je alternativní a efektivní metoda a slouží jako ukazatel intenzity zatížení během celého tréninku. Vnímání námahy sportovcem může být vhodnějším ukazatelem globální intenzity tréninku než měření fyziologických proměnných, mezi něž patří srdeční frekvence, ventilace, spotřeba kyslíku, frekvence dýchání a koncentrace laktátu v krvi. Dalšími faktory ovlivňujícími výraznou měrou míru vnitřního zatížení mohou být psychické stavy jedince, tréninkový stav nebo vnější tréninková zátěž. Hodnocení vnímané námahy hráčem může být používané v rámci fotbalových tréninkových jednotek. Díky této metodě je možné monitorovat celkovou intenzitu cvičení a zároveň tato metoda může pomoci trenérovi regulovat zatížení během tréninkového procesu.

Během vysoké intenzity zatížení jedinec vnímá námahu pomocí fyziologických podnětů. Při střední a nižší intenzitě se na vnímání fyzické námahy podílejí nejen

fyziologičtí činitelé, ale i psychické faktory, a to až do výše 33 %. Mezi další faktory, které také mohou ovlivňovat vnímání fyzické zátěže, patří vnější prostředí, kouření, věk a pohlaví (Watt & Grove, 1993). Vnímání námahy závisí na sérii poskytovaných signálů od senzorických receptorů. Subjektivní vnímání zátěže úzce souvisí se stavem mysli hráče, ale také s metabolickou adaptací (E. Borg & Kaijser, 2006).

Střední až vysoké zatížení je vyžadováno pro pozitivní adaptaci organismu a růst výkonnosti. Při takovém zatížení však roste riziko zranění nebo nemoci, zvyšuje se i pravděpodobnost únavy a zhoršení morálky (McLaren et al., 2018).

Při každé pohybové aktivitě přirozeně dochází k fyziologické únavě, jež během zotavení ustupuje, až úplně zmizí. Zhoršení koordinace a jemné motoriky nebo změny v technickém projevu lokomoce lze považovat za počáteční projevy fyziologické únavy během pohybové aktivity. Jedná se o pozitivní jev, díky kterému je organismus schopný adaptace, a tak se zvyšuje výkonnost jedince. Tento stav může mít celkový i lokální charakter (Jančík, Závodná, & Novotná, 2006).

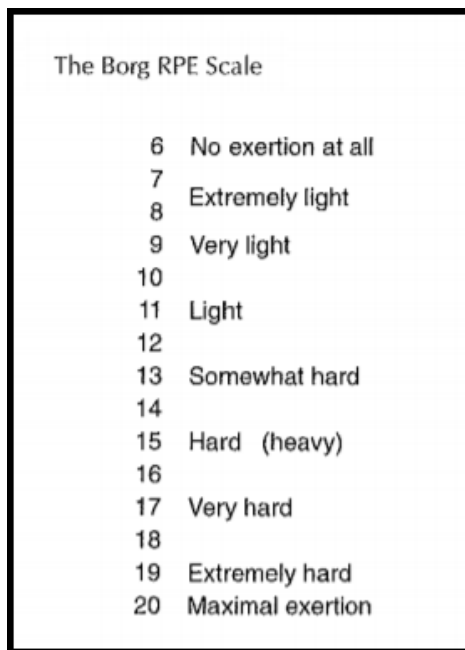
Na jakéhokoliv jedince působí nejen fyzická únava, ale i psychická, kterou může vnímat v podobě pocitu vyčerpání, zhoršení pozornosti a ospalosti (Nouza, 1999). V psychické stránce se projevuje nedisciplinovanost, zhoršení odhadu vlastních schopností a také klesá schopnost adaptace na nové podněty (Meško, 2005).

Ve sportovním prostředí je velmi důležité, aby trenérovi byla poskytnuta zpětná vazba o námaze, kterou hráč vnímá během tréninkového procesu. Podle zpětné vazby od svého svěřence by měl trenér reagovat buď snížením intenzity zatížení, anebo zvýšením. Velikost fyzické námahy, jež často souvisí s vyšší srdeční frekvencí, je každý hráč schopný subjektivně odhadnout. Mezi subjektivním vnímáním fyzického zatížení a příslušnou srdeční frekvencí během pohybové aktivity existuje vzájemný vztah, a proto má hráč podstupující fyzické zatížení poměrně přesný odhad o skutečné srdeční frekvenci (G. Borg, 1998).

Subjektivní hodnocení vnímané námahy (Rating of perceived exertion = RPE) je platným a spolehlivým ukazatelem intenzity cvičení, které lze použít s již tradičnějšími metodami měření intenzity zatížení, jako je srdeční frekvence nebo koncentrace laktátu v krvi (Swank, Steinel, & Moore, 2003). RPE metoda umožňuje jedinci hodnotit do jaké míry byl celý trénink namáhavý. Cílem RPE metody je povzbudit sportovce, aby na tréninkovou jednotku nahlížel jako na celek a snažil se snížit množství podnětů

vycházejících z intenzity cvičení během tréninku, jež ho ovlivňují. To potom umožňují trenérovi vyhodnotit trendy v tréninku, zranění a celkovou intenzitu tréninkové jednotky (Anderson, Anderson L, Foster, Doberstein, & Brice, 2003).

Originální škála pro hodnocení subjektivně vnímané námahy je od 6 do 20, kdy 6 značí nejnižší hodnotu zatížení a 20 maximální (Obrázek 3). Při měření námahy pomocí RPE škály proband určí subjektivně úroveň intenzity zatížení v tréninkové jednotce s ohledem na aktuální svalovou bolest, bolest kloubů, dýchací obtíže a nepohodlí na hrudi (Noble, Borg, Jacobs, Ceci, & Kaiser, 1983). RPE metoda je velmi vhodná, protože kombinuje hráčovu tréninkovou připravenost, úroveň vnějšího zatížení a psychické rozpoložení. Tato metoda je i srovnatelná s ukazateli vnitřního zatížení, jako je koncentrace laktátu a srdeční frekvence při tréninku malých herních forem (Coutts et al., 2009).



The Borg RPE Scale	
6	No exertion at all
7	
8	Extremely light
9	Very light
10	
11	Light
12	
13	Somewhat hard
14	
15	Hard (heavy)
16	
17	Very hard
18	
19	Extremely hard
20	Maximal exertion

Obrázek 2. Borgova škála Rating of Percieved Exeretion (G. Borg, 1998).

Borresen a Lambert (2008) uvádějí, že RPE metoda je validní a efektivní pro měření zátěže v tréninkové jednotce. Výhodou RPE je její finanční nenáročnost a možnost využití v terénních podmínkách. Má také větší platnost při měření intenzity zatížení v tréninku, kdy je aktivován aerobní i anaerobní metabolismus. Při porovnávání a plánování intenzity tréninku nemusí být stupnice RPE užitečná pro běžce rozdílných výkoností.

Při využití Borgovy škály ve skupinách je vhodné zdůraznit, aby probandi hodnotili intenzitu zatížení subjektivně, bez ohledu na hodnoty, jež uvádějí ostatní členové skupiny. Klesá tak riziko, že hráči budou mezi sebou soupeřit o větší odolnost vůči zatížení (Čechovská & Dobrý, 2008).

2.2.2 Metody hodnocení vnějšího zatížení

Pozorování

Jedná se o jednu ze základních metod, jež slouží k popisu chování hráče v utkání i v tréninkovém procesu, ke stanovení indikátorů týmového a individuálního herního výkonu, k hodnocení technického provedení herních dovedností a k analýze týmového i individuálního herního výkonu (Süss, 2006).

Salvio a Ysseldyk (1995) dělí vědecké pozorování na:

- Kvantitativní a kvalitativní,
- prosté a experimentální,
- přímé a zprostředkovatelné,
- adresné a hromadné neadresné.

Při pozorování je doporučeno držet se následujícího postupu (Darst, Zakrajsek, & Mancini, 1998):

1. Stanovení hlavního cíle pozorování,
2. formulace dalších cílů a úkolů,
3. utvoření kategorizace forem chování,
4. časové vymezení pozorování,
5. obsahové vymezení pozorování,
6. teoretická příprava a praktický výcvik,
7. zhotovení kódovacího systému.

Analýza vzdálenostních a rychlostních charakteristik výkonu pro popis vnějšího zatížení

Metodu analýzy vzdálenostních a rychlostních charakteristik výkonu hráče v utkání nebo tréninkové jednotce lze označit za objektivní pro posouzení vnějšího

zatížení hráčů. Pokud tuto metodu zkombinujeme s již dříve zmíněnými metodami hodnocení vnitřního zatížení, lze poté získat důležité údaje o fyziologických nárocích na hráče během tréninkové jednotky nebo utkání (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006; Hůlka, Cuberek, & Bělka, 2013).

Drust et al. (2007) a Reilly (2001) sdělují, že podle intenzity zatížení, vzdálenosti, trvání zátěže, frekvence činnosti (chůze, běh) a podle intervalu odpočinku a intervalu zatížení je možné stanovit zatížení hráče během utkání. Hodnocení zatížení se nesmí zaměřit jen na již zmíněné proměnné, ale je nezbytné sledovat i parametry agility, mezi něž patří výskok, zpomalení a zrychlení nebo změny směru pohybu. Dále je důležité brát v potaz i parametry jako je aktivita s míčem a fyzický kontakt s protihráčem, které také do jisté míry ovlivňují energetický výdej hráče při utkání (Carling, Bloomfield, Nelsen, & Reilly, 2008).

Podle Carlinga et al. (2008) je nutné být obezřetný při měření uražené vzdálenosti. Předpoklad, že čím vyšší vzdálenost hráč uběhne, tím je jeho výkon na vyšší úrovni, může být chybný. Je třeba posuzovat efektivitu samotného pohybu. Musíme zkoumat, zda hráč zbytečně neplýtvá energií prováděním zbytečných pohybů, které mohou být ve skutečnosti nepříznivé pro taktiku celého týmu. Mohou se tedy objevit případy, kdy hráč s podprůměrnou uraženou vzdáleností za zápas je více přínosný týmu díky svému vysoce efektivnímu výběru pohybu.

Při měření rychlostní charakteristiky pohybu jsou výsledky vytvářeny objektivně. Od doby, kdy hráč vstoupí do určité prahové zóny, je měřena uražená vzdálenost. Problém měření však nastává, pokud hráč provede jedno úsilí na hranici prahů rychlostních zón. Poté je možné, že jedno úsilí bude započteno jako překročení dané prahové zóny vícekrát. Například pokud by byla rychlostní zóna pro sprint nastavena na 24 km/h a vyšší a hráč by během jednoho úsilí, které trvá 7 sekund, měl sekundu po sekundě rychlost 22-23-24-26-23-25-23, tak by toto jedno úsilí bylo chybně určeno, jako že hráč sprintoval dvakrát. Tato skutečnost tedy platí pro všechny prahové hodnoty. Pomocí matematických algoritmů je možné se této chyby zbavit (Carling et al., 2008).

Analýza vzdálenostních a rychlostních charakteristik v utkání je užitečná pro vývoj specifického tréninkového programu, jenž pak napodobuje fyziologické podmínky během zápasu. Data, která získáme díky této analýze, slouží v tréninkovém

procesu (Carling et al., 2008; Castellano & Casamichana, 2010; Di Salvo et al., 2007; Dobrý & Semiginovský, 1988; Rudkin & O'Donoghue, 2008):

- K podrobnému popisu fyziologických nároků na hráče během utkání a k rozlišování zátěže podle hráčské role. To dopomáhá k samostatnosti a specifičnosti tréninkového procesu. Tato skutečnost je předpokladem pro růst hráčské výkonnosti.
- K získání zpětné vazby k hodnocení výkonu hráče.
- Jako zdroj pro plánování kondiční složky tréninkového procesu v hlavním období fotbalové sezóny.
- V přípravném období k optimálnímu nastavení kondičních tréninků, jež jsou ve vrcholném sportu takřka nepostradatelnou součástí tréninkového procesu.
- Jako prostředek pro budování týmové taktické přípravy na utkání.

Kartografická metoda

Kartografická metoda slouží k zaznamenávání pohybu hráče v prostoru hřiště do 2D roviny pomocí elektronické tužky a tabletu. Metoda je využívána k vizuálnímu odhadu směru pohybu během utkání a k hodnocení intenzity vnějšího zatížení (Hůlka, Bělka, & Weisser, 2014; Therón & Casares, 2010).

U kartografické metody je nevýhodou náročné vyhodnocování dat. Jako další úskalí lze vyhodnotit, že vždy jeden pozorovatel je schopen zaznačit pohyb po hřišti pouze jednoho hráče (Hůlka et al., 2014).

Systémy založené na GPS, DGPS technologiích a digitalizaci videozáznamů

Technologie Global Positioning System (GPS) je schopná určit přesnou polohu a čas GPS přijímače kdekoli na zemském povrchu. Při využití GPS technologie je nutné, aby každý hráč, jenž bude měřen, měl na sobě připevněný přijímač signálu. Systém GPS je vhodný pro měření zátěže v terénních podmínkách a lze jej kombinovat s dalšími metodami pro hodnocení zatížení, jako je monitorování srdeční frekvence nebo měření akcelerace pomocí akcelerometru (Townshend, Worryingham, & Stewart, 2008). Ve fotbalovém prostředí GPS umožňuje hodnotit vnější zatížení působící na hráče během tréninku nebo utkání (Castagna, Varley, Póvoas, & D'Ottavio, 2017).

Differential Global Positioning System (DGPS) je systém, který je schopný změřit data ještě přesněji než GPS. Stacionární bod (přijímací stanice signálu GPS) je nutné umístit na předem připravenou pozici se známou polohou. Stacionární bod pak vysílá svou polohu do přijímačů, které mají hráči připevněny na svém těle, což slouží k určení přesnější lokalizace GPS přijímačů (Hůlka et al., 2014).

GPS i DGPS technologie je výhodná pro svou přesnost měření. Tuto technologii je možné využít jen ve venkovním prostředí, a tak je nevyhovující pro halové sporty. Během měření musí mít každý hráč na svém těle upevněný přijímač, což ho může limitovat při sportovní činnosti. Další nevýhodou je finanční náročnost, kdy se cena jednoho přijímače pohybuje v řádu tisíců Eur (Hůlka & Bělka, 2013).

Systémy, jež jsou založené na digitalizaci videozáznamu a následném převodu pohybu hráče do souřadnicového systému, využívají záznamy utkáni z jedné nebo více kamer (Xu, Orwell, & Jones, 2004). Podle Hůlky et al. (2014) je možné následnou analýzu pohybu z videozáznamu rozdělit do čtyř fází:

- Pořízení videa z více kamer a jeho digitalizace,
- úprava videa (kontrast, šum)
- segmentace videa – rozpoznání hráčů dle rozdílnosti barev teploty, sjednocení záznamů ze všech použitých kamer, výsledkem jsou poté surová data,
- prezentace dat – ze surových dat získá rychlostních a vzdálenostních parametrů.

Výhodou těchto technologií je, že hráč nemusí mít na těle jakékoliv vybavení (Edgecomb & Norton, 2006). Automatické sledování pohybové činnosti hráčů podle rozdílnosti teploty barev hrací plochy a hráčů patří mezi další výhodu těchto systémů. Navíc je program samostatný a nepotřebuje žádnou lidskou asistenci při sledování pohybu daného hráče (Hůlka & Bělka, 2013).

Náročné je však zkalibrovat větší množství kamer a určit vhodné statické body. Pokud dojde v zápase k situaci, kdy je na malé rozloze situováno velké množství hráčů, systém pak není schopný rozpoznat jednotlivé hráče a dochází tedy k chybnému vyhodnocení (Xu, Lowey, & Orwell, 2004).

2.3 Únava

2.3.1 Charakteristika únavy

Stav únavy lze popsat jako autonomní druh obrany, jež chrání organismus před vyčerpáním a v krajních případech i před samotným ohrožením života. Únava je doprovodným jevem jakékoliv činnosti a upozorňuje na nastávající změny v organismu (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017).

Svalovou únavu je možné definovat jako jakékoliv cvičením způsobené snížením schopnosti produkovat sílu nebo výkon se svalem nebo se svalovou skupinou. Produkce síly závisí na kontraktilních mechanismech uvnitř vlákna kosterního svalstva (Taylor, Amann, Duchateau, Meeusen, & Rice, 2016). Enoka a Duchateau (2008) kvantifikují svalovou únavu jako pokles výkonové kapacity nebo maximální síly svalu. To znamená, že submaximální koncentrace mohou být prováděny i po nástupu únavy. Svalová únava se objevuje již brzy po započetí fyzické aktivity.

Lorist, Kernell, Meijman, a Zijdewind (2002) uvádějí, že submaximální koncentrace je spojena se svalovou únavou. Centrální nervový systém může stále vyvolávat konstantní sílu, ale musí postupně docházet k aktivaci většího počtu motoneuronů anebo zvýšení frekvence vzruchů v motoneuronech. Za těchto podmínek je vytvořena konstantní výstupní síla, kdy postupně rostou náklady na požadovanou intenzitu a subjekty si uvědomí, že mají vyvinout více úsilí v zájmu udržení kontrakce. Únava svalů tedy klade zvýšené nároky na centrální mechanismy ovlivňující chování motoneuronů. Navíc postupně zvyšující se motorická únava je způsobena reakcí mechanismů uvnitř centrální nervové soustavy.

Procesy v nervovém systému a také ve svalech se podílejí na únavě. Pocity spojené s únavou a narušením homeostázy mohou být příčinou zhoršení funkcí motorického systému a následně přispívají ke zhoršení výkonu během cvičení. Únava může změnit i zjevný výkon, takže jedinec provádí úkol pomaleji či neobratně. Dokonce může dojít k situaci, kdy jedinec není schopný úkol úspěšně splnit. Pokud jedinec trpí svalovým, neurologickým, kardiovaskulárním a respiračním onemocněním, tak se únava zvyšuje a omezuje jedince v každodenním životě. Při stárnutí a slabosti dochází ke snížení fyzické kondice, což vede ke snižování výdrže a k větší náklonosti k únavě (Taylor et al., 2016).

Zdá se, že svalová únava může vést k poklesu mentálních funkcí a ke snížení úrovně vnímání (Enoka & Duchateau, 2008). Svalovou únavu také doprovázejí pocity, jako je bolest svalů, nepohodlí nebo vnímání zvýšené námahy (Taylor et al., 2016).

2.3.2 Příčiny vzniku únavy

Podle Sembulingam a Sembulingam (2012) při opakované svalové aktivitě se objevuje únava, která pozvolně snižuje výkonnost. Jednou z příčin svalové únavy je vyčerpání acetylcholinu v koncovém motoneuronu. Guyton a Hall (2006) tvrdí, že snižování počtu acetylcholinových částic zapříčiní, že impulzy neprocházejí do svalového vlákna.

Další příčinou vzniku svalové únavy může být nedostatek živin (Sembulingam & Sembulingam, 2012). Svalová únava se zvyšuje téměř přímo úměrně k míře vyčerpání svalového glykogenu. Výsledkem nedostatku energetických substrátů je neschopnost svalových vláken pokračovat ve stejném pracovním výkonu (Guyton & Hall, 2006).

Svalová únava také vzniká z nedostatku kyslíku (Sembulingam & Sembulingam, 2012). Jako jednu z dalších příčin vzniku únavy lze považovat hromadění metabolitů, jako je kyselina mravenčí a kyselina fosforečná, ve svalových vláknech (Enoka & Duchateau, 2008). Zároveň se zvýší koncentrace vodíkových iontů ve svalových buňkách, což zapříčiní snižování PH, a tak se vnitřní prostředí stává kyselé. Díky vysoké koncentraci vodíkových iontů nejsou aktivovány klíčové enzymy, je vyvolán pocit bolesti ve svalech a jsou drážděny receptory bolesti v mozku (Guyton & Hall, 2006).

2.3.3 Dělení únavy

Únavu je možné rozdělit na fyziologickou a patologickou. Fyziologická únava doprovází každou činnost a projevuje se průběžným poklesem výkonnosti, jenž může nastat při opakované nebo jednorázové zátěži. Patologická únava nastává, pokud není zátěž přerušena nebo změněna. Patologickou únavu lze charakterizovat jako zátěž, která překročila fyziologickou hranici zatížení, již je organismus schopný tolerovat. Mezi faktory, které ovlivňují vznik patologické únavy, patří schopnost adaptace na zatížení – trénovanost, prostředí – změny klimatických podmínek a neadekvátní zatížení – nadměrná zátěž nebo snížená tolerance na zátěž (Dylevský, Korbelář, & Kučera, 1997).

Botek et al. (2017); Dovalil (2002); Jančík et al. (2006) a Taylor et al. (2016) konstatují, že je možné fyziologickou únavu dále dělit dle různých aspektů:

a) Fyzická X psychická:

Fyzickou (tělesnou) únavu jedinec vnímá při fyzické práci jako slabost, tíhu, případně bolest kosterních svalů. Projevuje se poklesem výkonnosti, ztrátou koordinace pohybu a rychlosti (Botek et al., 2017; Nouza, 1999). Psychická (mentální) únava je charakterizována jako stav snížené duševní bdělosti zhoršující celkový výkon (Ishii, Tanaka, & Watanabe, 2014). Pro psychickou únavu jsou typické pocity vyčerpání, ospalost, zhoršení paměti nebo ztráta koncentrace (Nouza, 1999). Warm, Parasuraman a Matthews (2008) tvrdí, že činnosti vyžadující vysokou bdělost jsou stresující a doprovázené těžkou duševní prací. Bylo dokázáno, že psychická únava má vliv na vytrvalost svalů.

b) Celková versus místní:

Při celkové (globální) únavě je zapojena většina svalových skupin a dochází ke snížení koordinace a dynamiky (Jančík et al., 2006). Při místní (lokální) únavě se jen malý počet svalových skupin zapojuje do pohybové činnosti (Botek et al., 2017).

c) Akutní versus chronická:

Akutní únavu je možné popsat jako bezprostřední reakci organismu na zatížení (Dylevský et al., 1997). Při intenzivní pohybové činnosti dochází k akutním změnám, které vedou k únavě (Botek et al., 2017). Během této odpovědi organismu se mohou vyskytnout křeče, bledost a nauzea (Jančík et al., 2006). Chronická únava se vyznačuje dlouhodobým přehlížením projevů únavy, kdy dojde k přetížení organismu zátěží (Botek et al., 2017; Dylevský et al., 1997). Dochází také k dlouhodobému snížení výkonnosti, úbytku svalových vláken, nechutenství nebo poruchám spánku (Jančík et al., 2006).

d) Periferní versus centrální:

Pokud CNS přestane zajišťovat dostatečný počet vzruchů k motoneuronům, dochází ke zhoršení schopnosti ovládat volní hybnost. Mluvíme tedy o centrální únavě. Ta ovlivňuje také kognitivní funkce a snižuje schopnost koordinace (Vlčková & Krobot, 2019). Periferní únava nastává změnami na nervosvalových ploténkách. To se prokazuje snížením vyvolané stimulací periferních nervů v uvolněných svalech (Gruet et al., 2013).

e) Subjektivní versus objektivní:

Míra vnímání únavy a snesitelnost zátěže při fyzické aktivitě se u každého jedince liší. Subjektivní únava se může projevovat různými stavy a pocity. Nejčastěji je spojena

s malátností, nevolností nebo závratěmi. Zvyšování srdeční frekvence při neměnném zatížení nebo zvyšující se koncentraci laktátu ve svalech lze považovat za kritéria, jež upozorňují na vzestup objektivní únavy (Botek et al., 2017).

f) Při dynamické versus statické práci:

Během dynamické práce dochází ke svalové kontrakci a relaxaci svalu. Při opakování tohoto cyklu nastupuje svalová únava. Při statické práci se díky kontrakci svalových vláken zvyšuje nitrosvalový tlak, což má za následek snížení průtoku krve v cévách, jimiž se ke svalům dostává kyslík a živiny a odvádí se CO₂. Při snížení průtoku krve může vzniknout lokální ischemie, dojde ke snížení PH a přichází únava. Únava zpravidla nastává dříve u statické práce než u práce dynamické (Botek et al., 2017).

3 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem této práce je posouzení velikosti únavy, která vzniká během přípravných utkání u hráčů kategorie U18.

3.1 Dílčí cíle

1. Posouzení vlivu únavy na srdeční frekvenci během přípravných utkání u hráčů kategorie U18.
2. Posouzení vlivu únavy na vnější zatížení během přípravných utkání u hráčů kategorie U18.

3.2 Výzkumné otázky

1. Jak se liší hodnoty srdeční frekvence v prvním a ve druhém poločasu během přípravných utkání u hráčů kategorie U18?
2. Jak se liší hodnoty vnějšího zatížení v prvním a ve druhém poločasu během přípravných utkání u hráčů kategorie U18?
3. Jak se liší hodnoty srdeční frekvence a hodnoty vnějšího zatížení u jednotlivých hráčských postů během přípravných utkání kategorie U18?

4 METODIKA

4.1 Výzkumný soubor

Do výzkumu pro tuto práci bylo zapojeno 26 fotbalových hráčů mužského pohlaví (N=26; věk: $17,4 \pm 0,3$ roku; tělesná výška $174,5 \pm 7,3$ cm; tělesná hmotnost: $75,5 \pm 7,4$ kg), kteří patří do kategorie U18. Všichni probandi jsou hráči klubů, jenž lze aktuálně řadit mezi deset nejlepších sportovních středisek mládeže v České republice. Na základě tohoto tvrzení, je možné probandy považovat za fotbalisty elitní úrovně v kategorii U18 na území České republiky. S průběhem a posléze i s výsledky výzkumu byli probandi důkladně seznámeni. Od všech probandů a zákonných zástupců byl obdržen písemný souhlas o dobrovolné účasti na výzkumu. Každý proband byl informován o skutečnosti, že svoji účast ve výzkumu může kdykoliv dobrovolně ukončit.

4.2 Metody sběru dat

Metody, které jsou uvedeny v této podkapitole, byly použité pro analýzu ukazatelů vnějšího zatížení probandů.

4.2.1 Analýza překonané vzdálenosti a intenzity pohybových činností

V této práci byla využita analýza překonané vzdálenosti a intenzity pohybové činnosti, jež je považována za ukazatele vnějšího zatížení. Pomocí systému Team2Pro od firmy Polar (Polar Electro, Kempele, Finsko), který využívá systém GPS pro zaznamenávání uražené vzdálenosti, je hodnocené vnější zatížení každého probanda. Tento systém je také schopný měřit rychlost pohybu každého probanda a následně zařadit intenzitu pohybové činnosti probanda do následujících zón:

- zóna 1 ($3-6,99 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$),
- zóna 2 ($7-10,99 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$),
- zóna 3 ($11-14,99 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$),
- zóna 4 ($15-18,99 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$),
- zóna 5 (nad $19 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$).

Zóna 1 je charakteristická chůzí. Do zóny 2 je možné řadit poklus, který nejlépe vystihuje rychlostní rozmezí dané zóny. Zónu 3 lze popsat jako středně intenzivní běh.

Pro zónu 4 je typický vysokointenzivní běh. Maximální intenzita běhu neboli sprint je charakteristický pro zónu 5.

4.2.2 Analýza a hodnocení akcelerace

Pro měření hodnot akcelerace jednotlivých probandů byl využíván systém Team2Pro od firmy Polar (Polar Electro, Kemple, Finsko). Systém Team2Pro pomocí GPS systému měří jednotlivé rychlostní změny každého probanda a díky tomu určuje momentální zrychlení během utkání. Podle velikosti zrychlení systém Team2Pro dělí jednotlivé získané hodnoty do tří kategorií. Kategorie akcelerace byly pro účely této práce definovány takto:

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

4.3 Metody hodnocení vnitřního zatížení

Při měření hodnocení vnitřního zatížení organismu byla využita následující metoda.

4.3.1 Monitoring srdeční frekvence

Metoda monitoringu srdeční frekvence sloužila jako ukazatel vnitřního zatížení organismu. Během měření byl znovu využíván systém Team2Pro od firmy Polar (Polar Electro, Kemple, Finsko). Tento systém prostřednictvím snímačů srdečního tepu, které mají probandi připnuté na hrudi pomocí elastických pásů, měří hodnoty srdeční frekvence během fyzické aktivity. Naměřené hodnoty jsou zaznamenávány do aplikace TeamPro Polar, jež je schopná získané údaje rozčlenit do jednotlivých intenzivních zón. Pro účely této práce byly jednotlivé intenzivní zóny určeny následovně:

- zóna 1 (50-69 % SF_{\max}),
- zóna 2 (70-79 % SF_{\max}),
- zóna 3 (80-89 % SF_{\max}),
- zóna 4 (90-100 % SF_{\max}).

Hodnoty srdeční frekvence udané v procentech znázorňují vnitřní odezvu organismu na zatížení. Pro určení hodnoty maximální srdeční frekvence (SF_{\max}) u každého probanda jsme využili matematický vztah: $220 - \text{věk probanda}$.

4.4 Popis průběhu sběru dat

Po druhé vlně pandemie onemocnění Covid 19 bylo na území České republiky možné realizovat vědecký výzkum s účastí vyššího počtu probandů. Během tohoto období došlo totiž k rozvolnění opatření nařízených vládou České republiky. Fotbalisti po dlouhém časovém úseku, kdy byli nuceni trénovat individuálně nebo online formou, mohli konečně zavítat zpět do sportovních areálů. Oba týmy, které nastoupili do přátelského utkání, jsou na podobné výkonnostní úrovni. Utkání proběhlo během přípravného období a bylo odehráno na fotbalovém hřišti se standardními rozměry, ale hrací plocha byla pokryta umělým travnatým povrchem. Výzkum byl tedy proveden během přípravného utkání, po několika měsíční koronavirové pauze.

Přípravné utkání, při kterém proběhlo měření k získání potřebných dat pro tento výzkum, proběhlo za totožných podmínek jako utkání mistrovské. Pro utkání oba týmy stanovily základní sestavu, to je deset hráčů v poli plus brankář (10 + 1). Hráči, kteří nebyli zvoleni do základní sestavy, byli po určitém časovém úseku dostřídáváni do utkání. Do výzkumu byli zahrnuti nejen hráči základní sestavy obou týmů, ale i náhradníci, kteří posléze naskočili do zápasu. Ve výzkumu nejsou využity naměřené hodnoty hráčů na pozici brankář, protože získaná data mají příliš nízkou vypovídající hodnotu o herním výkonu hráče na této pozici. Po celou dobu utkání měli hráči na hrudi připnuté sporttestry, které měřily hodnoty srdeční frekvence, překonané vzdálenosti a akcelerace všech dvaceti šesti probandů. Utkání se odehrálo v sobotu, ale probandi se během týdne účastnili pravidelného tréninkového procesu. Zápas se odehrál na hřišti se standardními rozměry a zároveň byla stanovena hrací doba utkání na 2x45 minut. Zápas byl řízen rozhodčím, který se řídil platnými pravidly fotbalu. Hráči byli podle herních postů rozděleni do čtyř skupin:

- střední obránce (SO),
- krajní obránce (KO),
- záložník (Z),
- útočník (Ú).

Ze strany hráčů i trenérů byla během celého výzkumu patrná snaha o navození charakteristické atmosféry, která je typická pro jakékoli mistrovské utkání. Protože do utkání nastoupila družstva, která lze řadit ve své kategorii mezi vysoce kvalitní celky, je možné tento zápas považovat za srovnatelný se soutěžním utkáním.

5 VÝSLEDKY

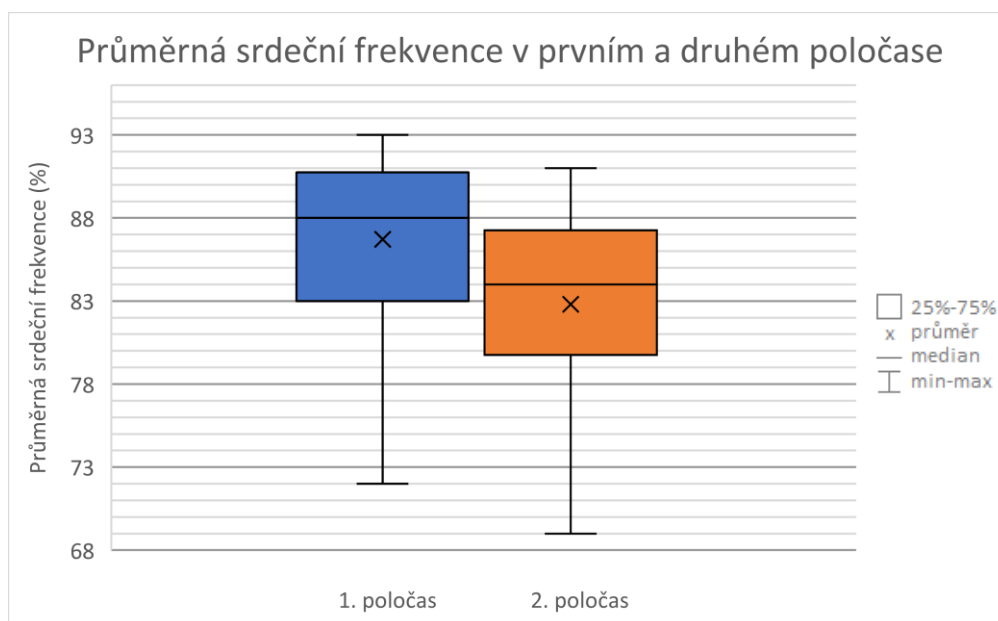
5.1 Hodnocení srdeční frekvence v prvním i druhém poločasu

V první části budeme prezentovat výsledky naměřených hodnot srdeční frekvence během prvního i druhého poločasu měřeného utkání. Výzkumná skupina byla tvořena 26 probandy.

5.1.1 Průměrná srdeční frekvence v obou poločasech

Během prvního poločasu se průměrná srdeční frekvence probandů rovnala $86,7 \pm 5,41$ % maximální srdeční frekvence (SF_{max}). Pro druhý poločas byla hodnota průměrné srdeční frekvence stanovena na $82,8 \pm 5,69$ % maximální srdeční frekvence. Rozdíl mezi průměrnou srdeční frekvencí během prvního a druhého poločasu je statisticky významný ($\chi^2=9,84$; $p=,002$).

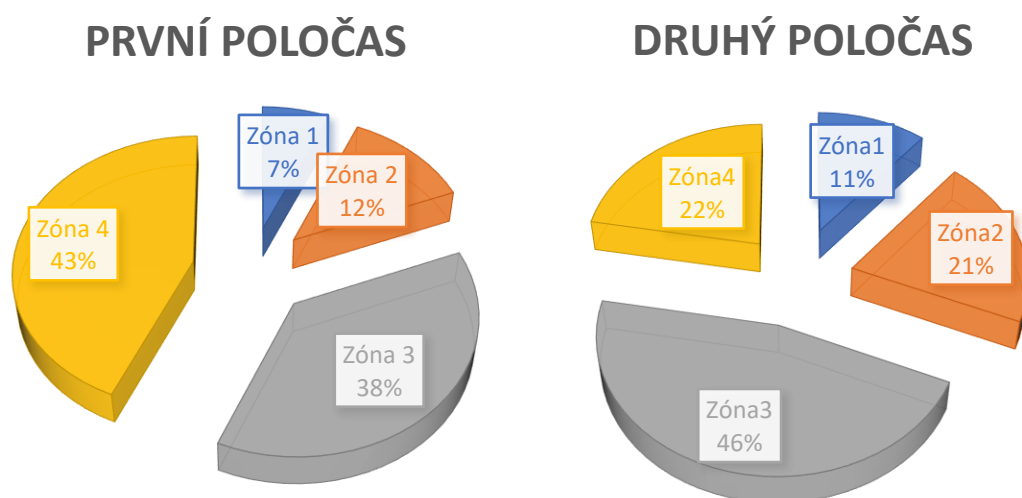
Nejnižší naměřená hodnota průměrné srdeční frekvence za první poločas byla 72 % SF_{max} . Ve druhém poločasu nejnižší naměřená hodnota průměrné srdeční frekvence klesla až na 69 % SF_{max} . V prvním poločasu se nejvyšší naměřená hodnota průměrné srdeční frekvence vyšplhala na 93 % SF_{max} . Nejvyšší průměrná srdeční frekvence ve druhém poločasu byla pouze 91 % SF_{max} . Obrázek 3 znázorňuje interkvartilové rozpětí obou poločasů. Dále znázorňuje i hodnotu mediánu, jež určuje prostřední hodnotu naměřených průměrných hodnot srdeční frekvence. V tomto případě jsou hodnoty mediánu 88 % pro první poločas a 84 % pro druhý poločas.



Obrázek 3. Průměrná srdeční frekvence v prvním a druhém poločasu.

5.1.2 Strávená doba v intenzivních zónách srdeční frekvence během prvního i druhého poločasu a následné porovnání obou poločasů

Monitoring srdeční frekvence probandů a následné rozřazení získaných hodnot do jednotlivých intenzivních zón ukázalo, že hráči strávili 43 % z prvního poločasu ve 4. zóně intenzity, pro kterou jsou typické hodnoty 90 % SF_{max} a vyšší. Dále bylo zjištěno, že probandi v zóně 3, která je definována jako 80–89 % SF_{max} , strávili 38 % časového limitu první půle. Během prvního poločasu hráči v zóně 1 (50–69 % SF_{max}), a v zóně 2 (70–79 % SF_{max}), jak je patrné z obrázku 4, pobývali nejméně.

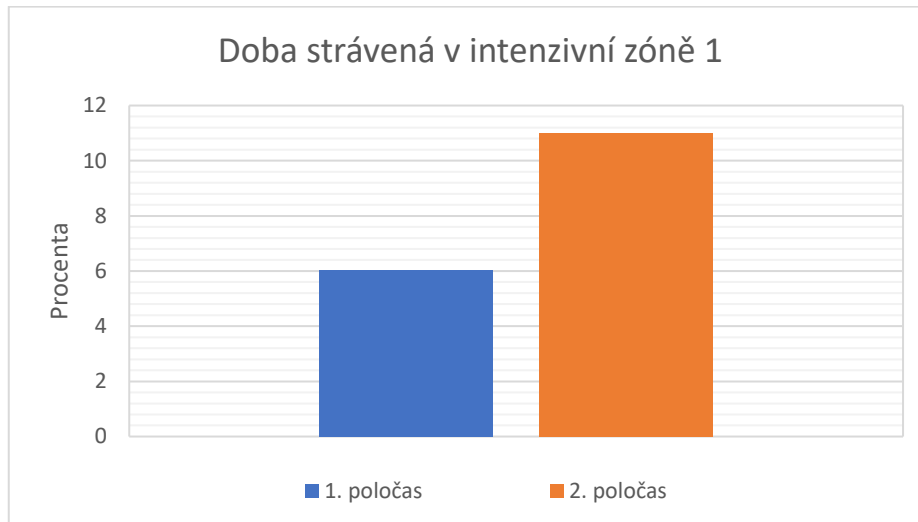


Obrázek 4. Doba strávená v jednotlivých zónách srdeční frekvence během prvního a druhého poločasu.

Z obrázku číslo 4 je patrné, že v druhém poločasu probandi strávili nejvíce času v intenzivní zóně 3, a to 46 % z celkového doby trvání druhého poločasu. Oproti prvnímu poločasu se zvedla doba strávená během druhé půle v intenzivní zóně 2 na 21 %. Naopak v intenzivní zóně 4 hráči ve druhém poločasu setrvali jen 22 % časového limitu. I ve druhé polovině měřeného utkání probandi strávili v intenzivní zóně 1 nejkratší časový úsek.

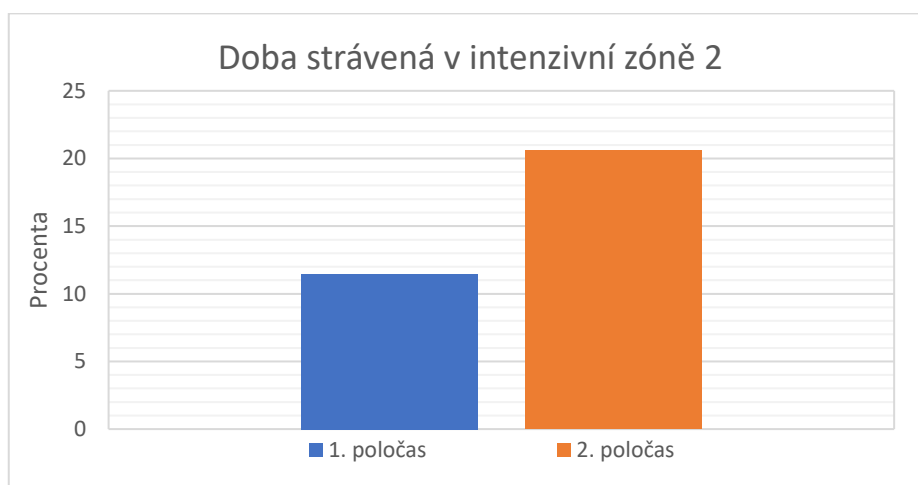
Probandi průměrně strávili v intenzivní zóně 1, pro kterou je charakteristické rozpětí 50–69 % SF_{max} , v průběhu celého zápasu $8,52 \pm 3,51$ % celkové hrací doby. Během prvního poločasu hráči v intenzivní zóně 1 průměrně setrvali kratší časový interval než během druhého poločasu. Čas, jenž hráči strávili v intenzivní zóně 1 během prvního

poločasu, činil $6,09 \pm 11,16$ %. Ve druhé polovině utkání hráči průměrně strávili během druhého poločasu v 1. intenzivní zóně $11,00 \pm 15,70$ %.



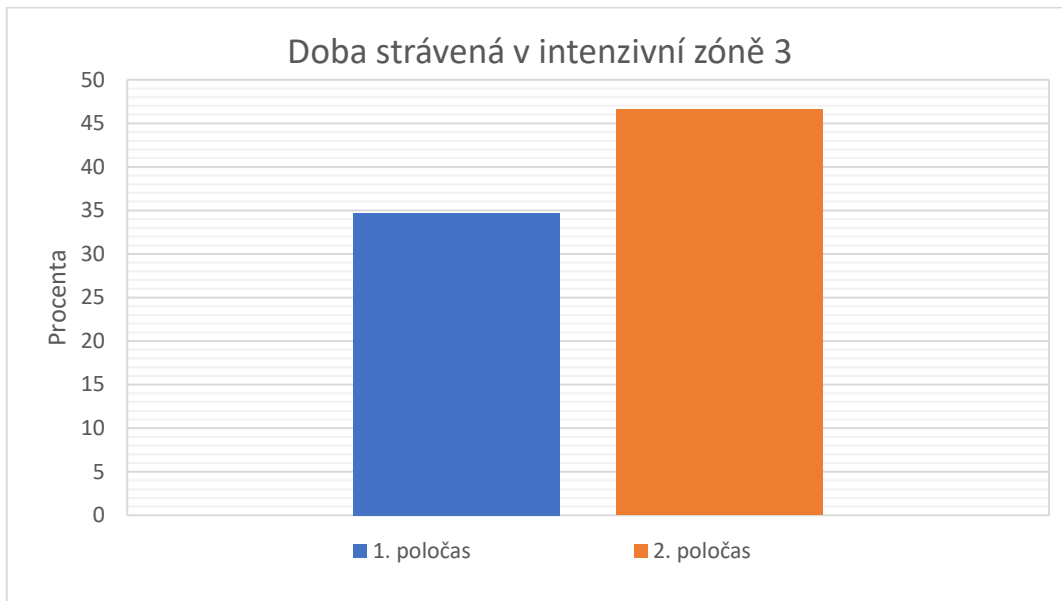
Obrázek 5. Grafické znázornění časového intervalu stráveného v intenzivní zóně 1 během obou poločasů.

Probandi se pohybovali v intenzivní zóně 2, pro kterou je typické rozpětí 70–79 % SF_{max} , během celého utkání průměrně $16,04 \pm 6,47$ % celkové hrací doby. V první půli hráči průměrně setrvali v intenzivní zóně 2 $11,46 \pm 13,76$ % z celkového času první půle. Během druhého poločasu hráči průměrně strávili v této zóně $20,62 \pm 13,94$ % času. Z obrázku 6 je patrné, že se hráči během druhé půle mnohem déle zdržovali v intenzivní zóně 2, což značí, že jejich intenzita pohybu klesla oproti první půli. Rozdíl mezi dobou strávenou v intenzivní zóně 2 během prvního a druhého poločasu je statisticky významný (Chi Sqr. = 8,17; $p = ,004$).



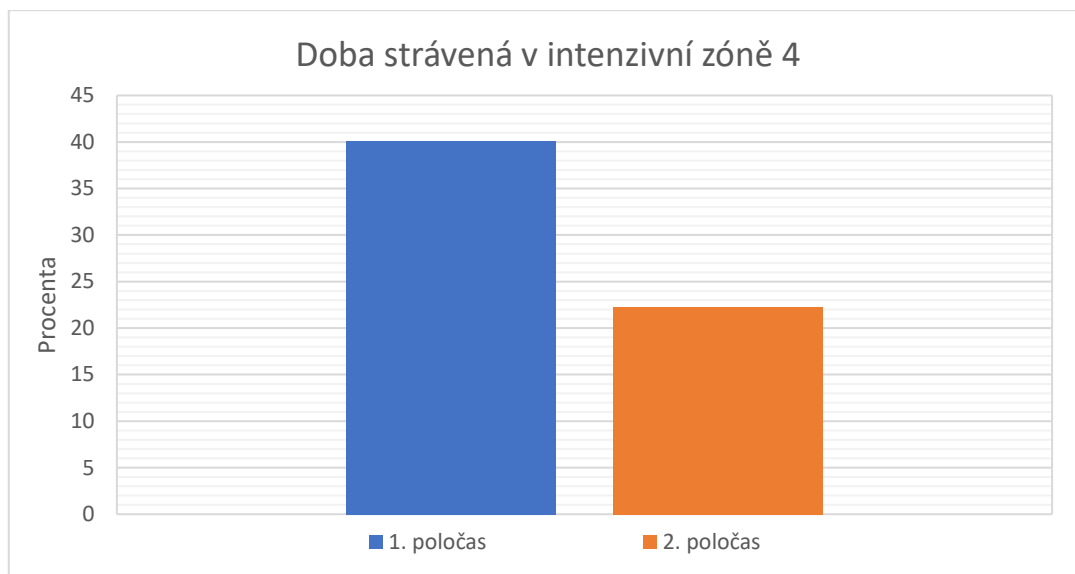
Obrázek 6. Grafické znázornění doby strávené v intenzivní zóně 2 během obou poločasů.

Hráči působící v měřeném utkání průměrně strávili v intenzivní zóně 3, pro kterou je charakteristické rozpětí 80–89 % SF_{max} , $40,63 \pm 8,4$ % celkové hrací doby. Probandi se tedy v intenzivní zóně 3 pohybovali průměrně $34,69 \pm 19,32$ % času první půle. Ve druhém poločasu se průměrná doba strávená v intenzivní zóně 3 zvýšila na $46,58 \pm 16,34$ %. Rozdíl mezi dobou strávenou v intenzivní zóně 1 během prvního a druhého poločasu je statisticky významný (Chi Sqr. = 6,76; $p = ,009$).



Obrázek 7. Grafické znázornění doby strávené v intenzivní zóně 3 během obou poločasů.

Průměrná doba strávená během celého utkání v intenzivní zóně 4, pro kterou je typické rozpětí 90–100 % SF_{max} , činila $31,19 \pm 12,62$ % z celkové hrací doby. V první půli probandi průměrně setrvali v intenzivní zóně 4 celkem $40,12 \pm 27,98$ % času. Ve druhé půli však průměrný časový interval, jenž hráči strávili v intenzivní zóně 4, klesl na $22,27 \pm 21,44$ %. Z těchto získaných dat lze vyvodit, že hráči se během druhé poloviny pohybovali s výrazně nižší intenzitou. Rozdíl mezi dobou strávenou v intenzivní zóně 4 během prvního a druhého poločasu je statisticky významný (Chi Sqr. = 13,50; $p = ,000$).



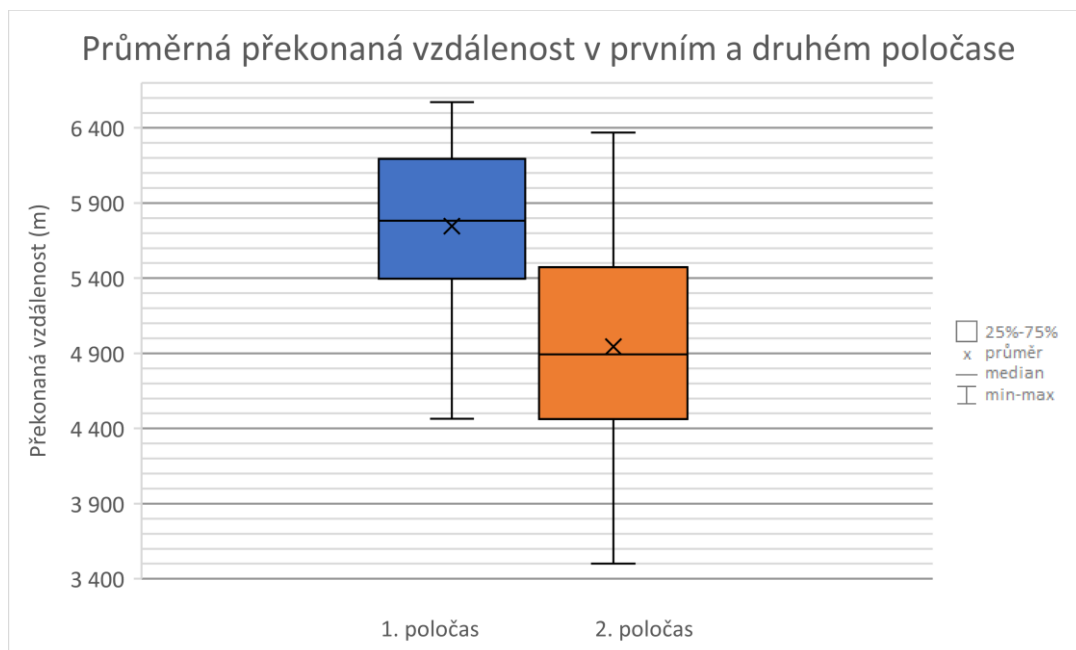
Obrázek 8. Grafické znázornění doby strávené v intenzivní zóně 4 během obou poločasů.

5.2 Hodnocení vnějšího zatížení v prvním a druhém poločasu

V této práci byla využita analýza překonané vzdálenosti a intenzity pohybové činnosti a analýza akcelerace. Obě tyto metody lze považovat za ukazatele vnějšího zatížení hráčů v prvním a ve druhém poločasu.

5.2.1 Hodnocení překonané vzdálenosti a intenzity pohybové činnosti v prvním a ve druhém poločasu

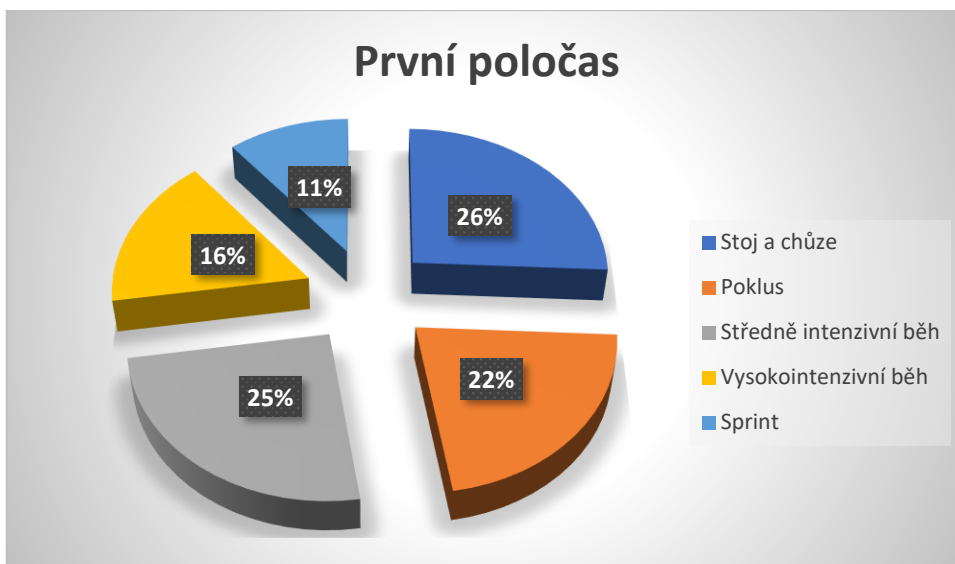
Získané hodnoty překonané vzdálenosti a intenzity pohybové činnosti z utkání, ve kterém bylo provedeno měření pro tento výzkum, vypovídají o velikosti vnějšího zatížení probandů. Během první půle probandi průměrně urazili $5747,25 \pm 515,839$ m. V druhém poločasu se už průměrná překonaná vzdálenost razantně snížila na $4945,35 \pm 713,498$ m. Rozdíl mezi průměrnou překonanou vzdáleností v prvním a ve druhém poločasu je statisticky významný (Chi Sqr. = 13,50; $p = ,000$).



Obrázek 9. Průměrná překonaná vzdálenost v prvním a ve druhém poločasu.

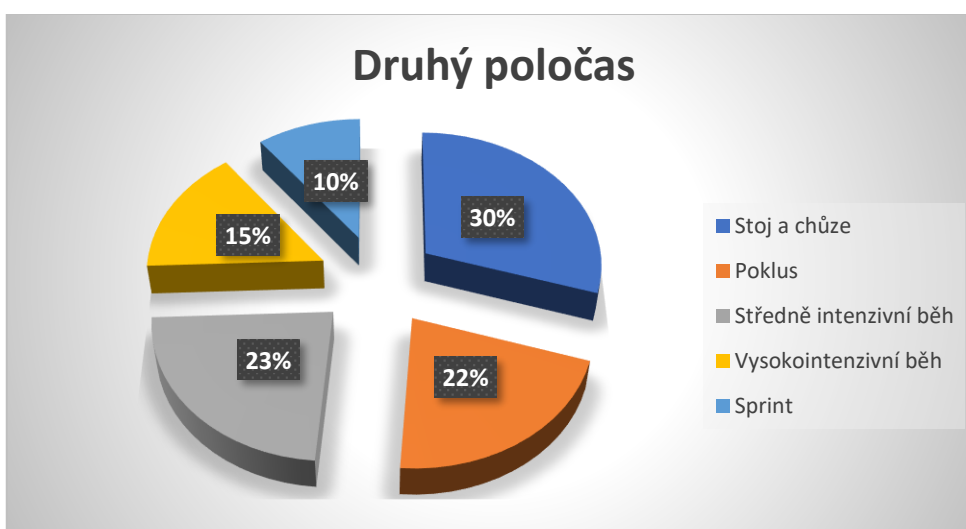
Nejnižší získaná hodnota překonané vzdálenosti v prvním poločasu byla 4 465 m. V druhé půli nejnižší hodnota uražené vzdálenosti ještě více klesla, a to až na 3 500 m. Z naměřených dat dále vyplývá, že nejvyšší překonaná vzdálenost v prvním poločasu se rovnala 6 571 m. Získaná data ze druhého poločasu vypovídají, že maximální uražená vzdálenost během druhého poločasu činila 6 368 m. Hodnota mediánu pro první poločas byla stanovena na 5 782 m. Ve druhé půli se hodnota mediánu snížila na 4 893 m. V obrázku 9 je vyznačeno i interkvartilové rozpětí pro oba poločasy.

Během prvního poločasu probandi překonali největší vzdálenost v pohybové zóně 1, pro niž je typická lokomoce chůze. Chůzí urazili až 26 % z celkové překonané vzdálenosti za první poločas. Velkou vzdálenost také hráči urazili v pohybové zóně 3, která je charakteristická středně intenzivním během. V pohybové zóně 3 hráči urazili 25 % z celkové překonané vzdálenosti. Z celkové překonané vzdálenosti probandi urazili 22 % poklusem, který je význačný pro pohybovou zónu 2. Vysokointenzivním během, jenž je typický pro pohybovou zónu 4, probandi urazili během prvního poločasu 16 % z celkové překonané vzdálenosti. Nejkratší vzdálenost, to je 11 % z celkové překonané vzdálenosti, hráči urazili sprintem, který je charakteristický pro pohybovou zónu 5.



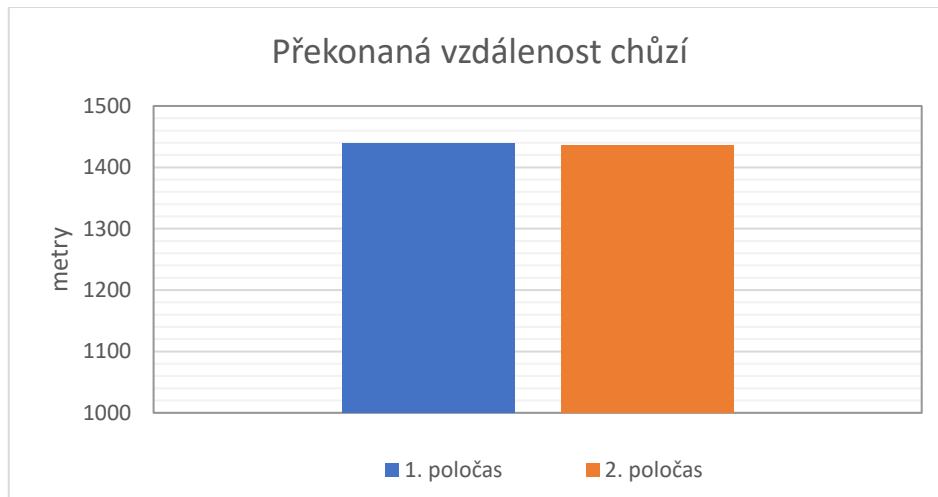
Obrázek 10. Uražené vzdálenosti za první poločas v jednotlivých pohybových zónách vyjádřené procenty.

V druhém poločasu se jen mírně změnili překonané vzdálenosti v jednotlivých pohybových zónách. Nejdélší vzdálenost byla opět uražena chůzí, a to 30 % z celkové uražené vzdálenosti za druhou půli. Středně intenzivním během hráči překonali 23 % z celkové uražené vzdálenosti za druhý poločas. Probandi i během druhé půle urazili poklusem 22 % z celkové překonané vzdálenosti. Mírně klesla překonaná vzdálenost vysokointenzivním během a sprintem. Z celkové překonané vzdálenosti za druhý poločas hráči urazili vysokointenzivním během 15 %. Sprintem probandi urazili pouze 10 % z celkové překonané vzdálenosti za druhou půli.



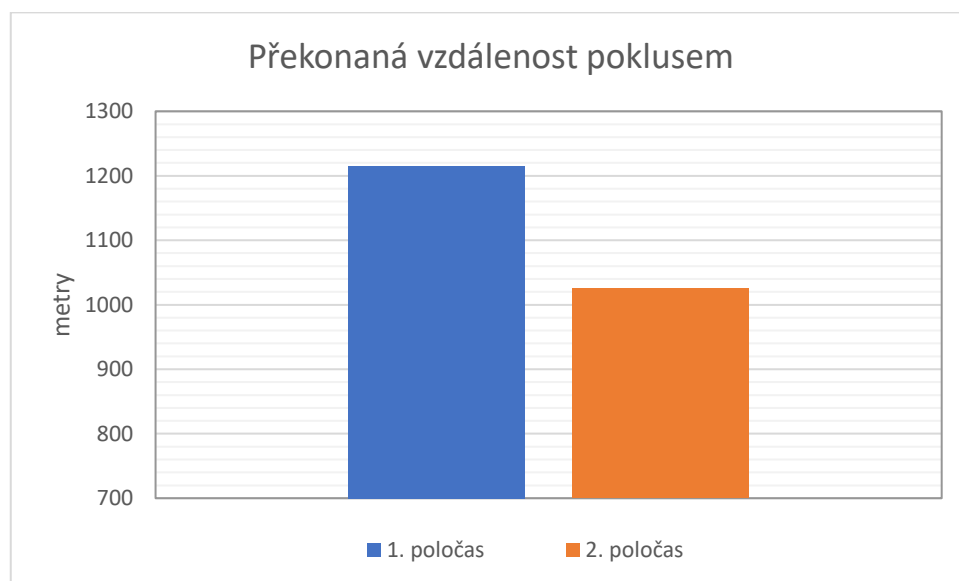
Obrázek 11. Uražené vzdálenosti za druhý poločas v jednotlivých pohybových zónách vyjádřené procenty.

Probandi urazili průměrně během celého zápasu v pohybové zóně 1, pro kterou je typická chůze, $2875 \pm 2,51$ m. Za první poločas hráči chůzí průměrně překonali vzdálenost $1439 \pm 263,96$ m. Ve druhém poločasu se průměrná uražená vzdálenost takřka nezměnila a hráči urazili chůzí $1436 \pm 402,23$ m.



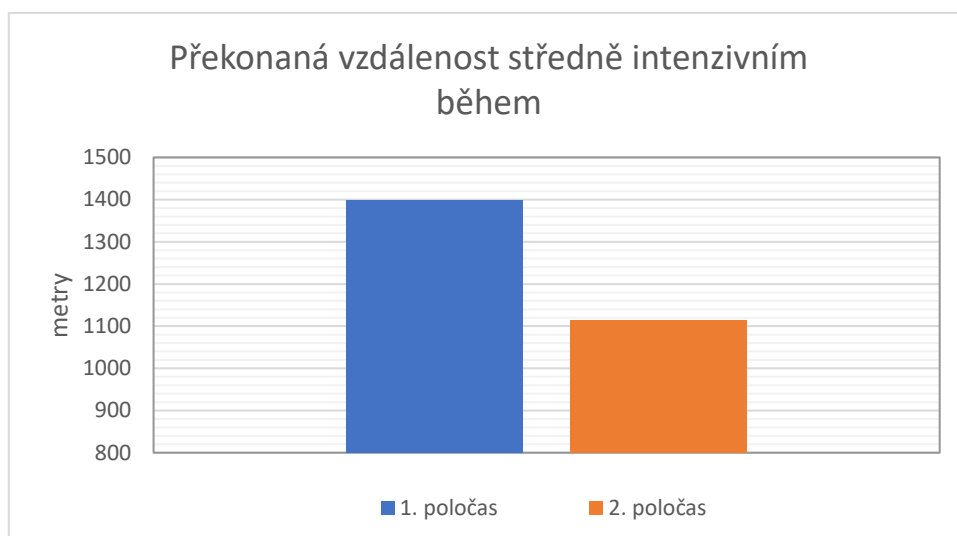
Obrázek 12. Průměrná překonaná vzdálenost během obou poločasů v pohybové zóně 1 (chůze).

Hráči průměrně během celého utkání urazili v pohybové zóně 2, kterou můžeme charakterizovat poklusem, $2241 \pm 134,16$ m. V prvním poločasu hráči průměrně urazili poklusem $1215 \pm 188,25$ m. Během druhé půle se průměrná překonaná vzdálenost poklusem snížila, a to na $1025,73 \pm 171,55$ m. Tento rozdíl mezi průměrnou překonanou vzdáleností v pohybové zóně 2 během prvního a druhého poločasu je statisticky významný (Chi Sqr. = 8,17; $p = ,004$).



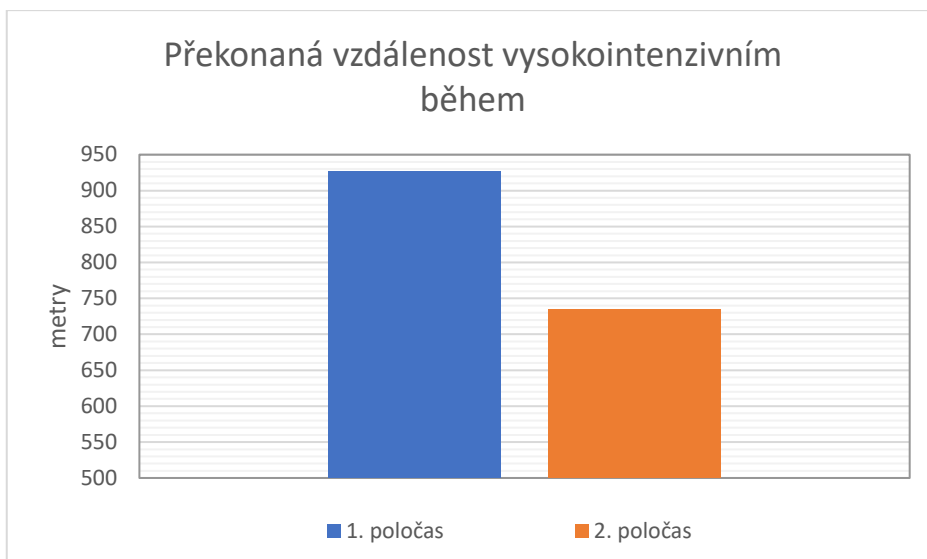
Obrázek 13. Průměrná překonaná vzdálenost během obou poločasů v pohybové zóně 2 (poklus).

Probandi průměrně urazili v pohybové zóně 3, pro kterou je výrazný středně intenzivní běh, za celé měřené utkání $2512 \pm 201,45$ m. Hráči průměrně za první poločas urazili středně intenzivním během $1399 \pm 390,51$ m. Ve druhém poločasu průměrná překonaná vzdálenost probandů klesla na $1114 \pm 283,52$ m. Rozdíl mezi průměrnou překonanou vzdáleností v pohybové zóně 3 během prvního a druhého poločasu je statisticky významný (Chi Sqr. = 6,76; p = ,009).



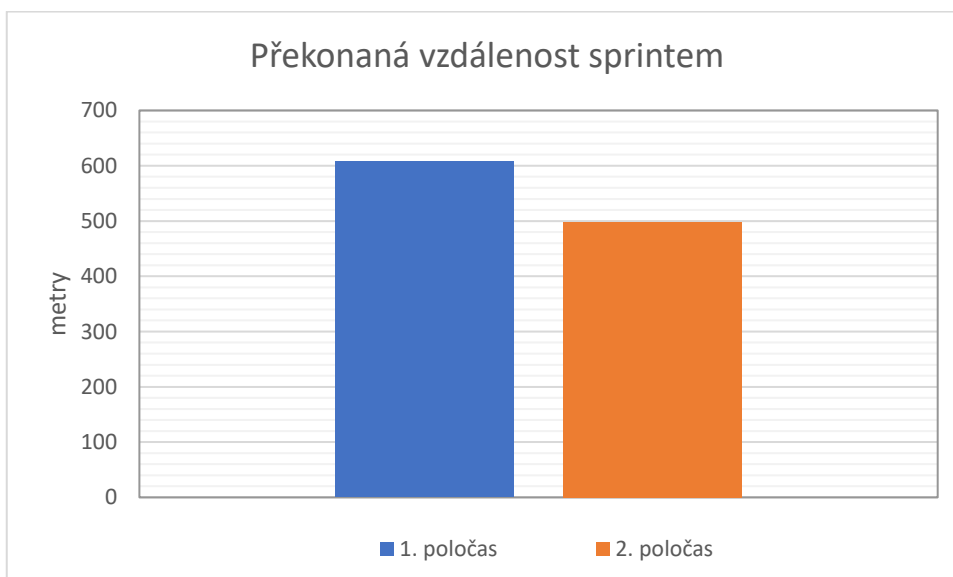
Obrázek 14. Průměrná překonaná vzdálenost během obou poločasů v pohybové zóně 3 (středně intenzivní běh).

Za celé utkání průměrně uražená vzdálenost v pohybové zóně 4, pro kterou je typický vysokointenzivní běh, činila $1662 \pm 135,59$ m. V prvním poločasu byla překonaná vzdálenost vysokointenzivním během vyšší než v druhé půli. V prvním poločasu byla zaznamenána hodnota $927 \pm 260,58$ m a během druhé půle se průměrná uražená vzdálenost v pohybové zóně 4 vyšplhala na $734,96 \pm 221,19$ m. Rozdíl mezi průměrnou překonanou vzdáleností v pohybové zóně 4 během prvního a druhého poločasu je statisticky významný (Chi Sqr. = 13,50; p = ,000).



Obrázek 15. Průměrná překonaná vzdálenost během obou poločasů v pohybové zóně 4 (vysokointenzivní běh).

V pohybové zóně 5, jež je charakteristická sprintem, hráči průměrně urazili $1104 \pm 78,19$ m. Probandi v první půli průměrně překonali $607,46 \pm 202,5$ m sprintem. Během druhé půle hráči sprintem urazili průměrně $496,88 \pm 192,55$ m, což značí, že hráči během druhého poločasu sprintovali rozhodně méně než v první půli. Rozdíl mezi průměrnou překonanou vzdáleností v pohybové zóně 5 během prvního a druhého poločasu je statisticky významný (Chi Sqr. = 6,00; p = ,014).

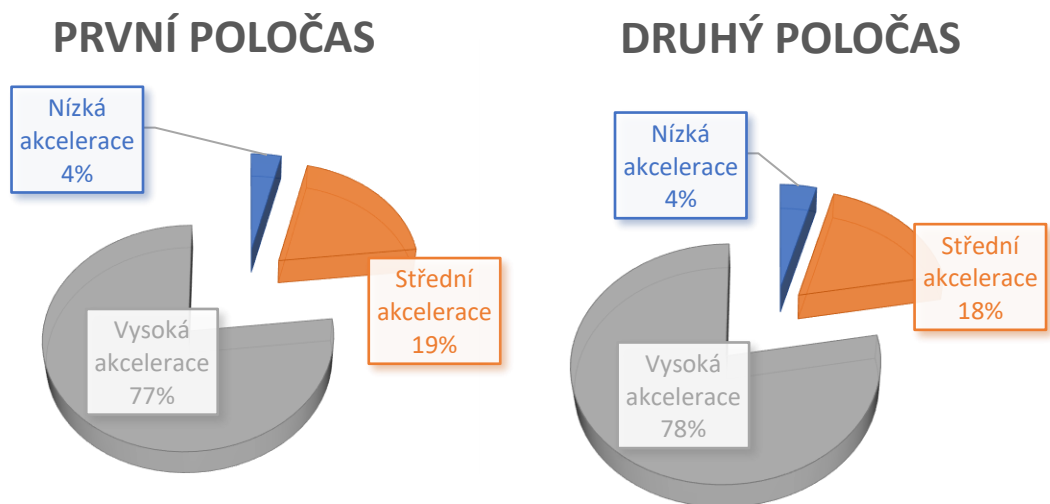


Obrázek 16. Průměrná překonaná vzdálenost během obou poločasů v pohybové zóně 5 (sprint).

5.2.2 Hodnocení akcelerace v prvním a druhém poločasu

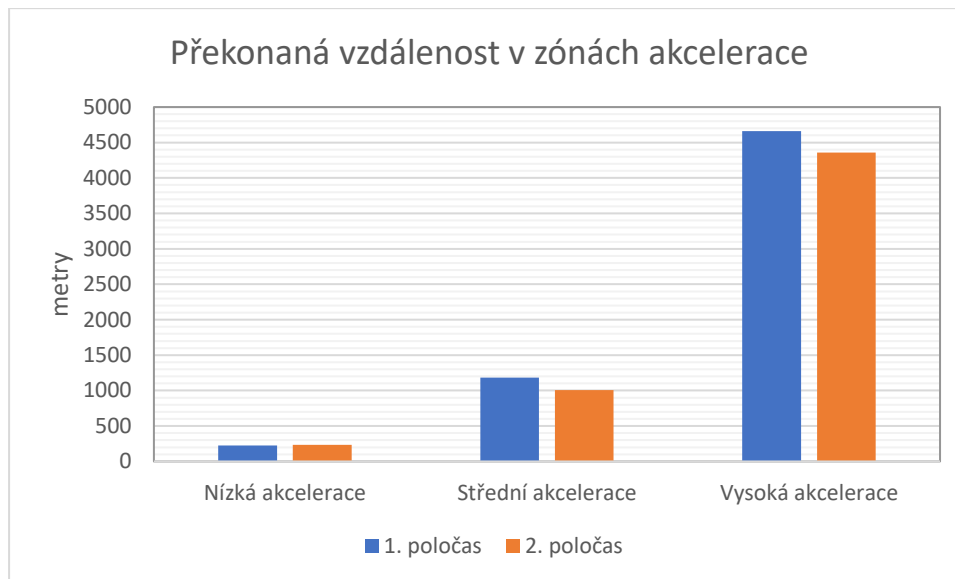
Během celého utkání byla měřena vzdálenost, při které hráči zrychlovali. Akcelerace byla rozdělena do tří zón. Pro zónu nízké akcelerace je charakteristická velikost zrychlení $0,5 - 0,99 \text{ m/s}^{-2}$. Pro zónu střední akcelerace je určeno zrychlení $1 - 1,99 \text{ m/s}^{-2}$. Pokud je hodnota zrychlení vyšší než 2 m/s^{-2} , jedná se o zónu s vysokou akcelerací.

V prvním poločasu probandi urazili v zóně s vysokou akcelerací 77 % z celkové překonané vzdálenosti, při které se zvyšovala jejich rychlost. V zóně střední akcelerace hráči překonali 19 % z uražené vzdálenosti během prvního poločasu, při níž zvyšovali svoji rychlost. V zóně s nízkou akcelerací probandi urazili pouze 4 % z celkové překonané vzdálenosti během prvního poločasu, při které se zvyšovala jejich rychlost.



Obrázek 17. Procentuální vyjádření akcelerace během prvního a druhého poločasu v jednotlivých akceleračních zónách.

Během prvního poločasu hráči v zóně nízké akcelerace průměrně urazili jen $226,42 \pm 128,69 \text{ m}$. Ve druhém poločasu probandi překonali v této zóně $235,30 \pm 171,8 \text{ m}$.



Obrázek 18. Grafické znázornění průměrných překonaných vzdáleností v jednotlivých zónách akcelerace.

Z obrázku 18 vyplývá, že hráči během prvního poločasu překonali větší vzdálenost v zónách střední a vysoké akcelerace než v průběhu druhé půle utkání. Probandi v zóně střední akcelerace průměrně urazili $1184,46 \pm 5239,63$ m za první poločas. V druhé půli, jak již bylo avizováno, průměrná překonaná vzdálenost v zóně střední akcelerace klesla na $1005,77 \pm 464,65$ m. Největší vzdálenost probandi urazili v zóně vysoké akcelerace, kdy se v prvním poločasu hodnota průměrné překonané vzdálenosti, při které hráči zvyšovali svoji rychlost, vyšplhala až na $4661,54 \pm 251,65$ m. V druhé půli se již hodnota průměrné překonané vzdálenosti v zóně vysoké akcelerace snížila na $4358,31 \pm 739,72$ m.

5.3 Hodnocení parametrů srdeční frekvence a vnějšího zatížení u jednotlivých hráčských postů

Během prvního poločasu měli krajní obránci nejnižší průměrnou srdeční hodnotu SF, a to $59,33 \pm 51,39$ % SF_{max} . Za druhý poločas se jejich průměrná hodnota srdeční frekvence zvedla na $77,67 \pm 8,5$ % SF_{max} . Probandům hrajícím na pozici střední obránce byla za první půli naměřena průměrná hodnota srdeční frekvence ve výši $81 \pm 5,83$ % SF_{max} . Ve druhém poločasu jejich průměrná hodnota srdeční frekvence lehce klesla, a to na $9,20 \pm 4,97$ % SF_{max} . Naměřená hodnota průměrné srdeční frekvence u útočníků byla nejvyšší v prvním poločasu. Její hodnota byla stanovena na $88,5 \pm 3,54$ % SF_{max} . Během druhé půle však průměrná hodnota klesla na $84,50 \pm 4,95$ % SF_{max} . Hodnota průměrné

srdeční frekvence u záložníků činila v prvním poločasu $82,56 \pm 22,49$ % SF_{max} a ve druhém poločasu $84,69 \pm 4,71$ % SF_{max} .

Střední obránci strávili nejdelší část hrací doby prvního poločasu v intenzivní zóně 3 ($42,8 \pm 19,49$ %) a ve druhém poločasu tomu bylo stejně ($43 \pm 14,88$ %). Nejkratší časový interval za první půli strávili v intenzivní zóně 1 ($15 \pm 16,36$ %), ale ve druhém poločasu střední obránci nejméně setrvali v intenzivní zóně 4 ($7 \pm 9,30$ %).

Tabulka 1. Přehled dat získaných během prvního poločasu.

	Střední obránce		Krajní obránce		Záložník		Útočník	
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
SF	81,00	5,83	59,33	51,39	82,56	22,49	88,50	3,54
I zóna 1	15,00	16,36	1,33	1,53	4,81	9,94	0,50	0,71
I zóna 2	27,00	18,67	4,00	4,58	7,81	10,26	13,00	11,31
I zóna 3	42,80	19,49	24,33	21,55	33,94	19,97	36,00	15,56
I zóna 4	15,20	16,48	37,00	32,05	47,19	27,72	50,50	27,58
Distance	5153,40	423,70	4044,33	3505,35	5573,50	1543,45	5429,00	80,61
P zóna 1	1575,60	235,84	887,33	768,49	1328,50	455,73	1371,00	118,79
P zóna 1	1140,80	204,74	838,67	728,95	1126,94	346,86	1460,00	189,50
P zóna 3	1011,00	367,84	890,67	771,96	1432,69	524,96	1458,50	43,13
P zóna 4	701,60	199,12	682,67	592,92	973,63	333,82	553,50	17,68
P zóna 5	538,40	196,25	623,67	575,78	570,75	225,50	442,00	18,38
AN 1	3,89	2,70	2,14	2,74	3,22	1,47	4,28	0,31
AS1	21,82	10,31	10,88	11,91	17,33	6,86	17,68	3,90
AV 1	74,28	12,77	53,65	47,38	73,20	20,46	78,04	4,21
AN 2	264,40	222,87	130,00	174,25	200,13	107,53	260,00	46,67
AS 2	1438,80	833,25	650,67	757,34	1069,75	503,32	1082,50	351,43
AV 2	4575,20	212,70	3044,33	2638,24	4403,38	1205,44	4707,00	254,56

Vysvětlivky:

- SF – průměrná srdeční frekvence (%).
- I zóna – doba strávená v jednotlivých intenzivních zónách (%).
- Distance – průměrná překonaná vzdálenost (m).
- P zóna – překonaná vzdálenost v jednotlivých pohybových zónách (m).
- AN 1 – doba strávená v zóně s nízkou akcelerací (%).
- AS 1 – doba strávená v zóně se střední akcelerací (%).
- AV 1 – doba strávená v zóně s vysokou akcelerací (%).
- AN 2 – překonaná vzdálenost nízkou akcelerací (m).

- AS 2 – překonaná vzdálenost střední akcelerací (m).
 AV 2 – překonaná vzdálenost vysokou akcelerací (m).

Krajní obránci během prvního poločasu nejdéle setrvali v intenzivní zóně 4 ($37 \pm 32,05$ %). Během druhého poločasu hráči hrající na postu krajní obránce strávili nejdelší časový interval v intenzivní zóně 3 ($33 \pm 31,61$ %). Nejkratší dobu z prvního poločasu krajní obránci setrvali v intenzivní zóně 1 ($1,33 \pm 1,53$ %). V druhé půli krajní obránci strávili nejkratší časový interval v intenzivní zóně 4 ($11,67 \pm 12,01$ %).

Tabulka 2. Přehled dat získaných během druhého poločasu.

	Střední obránce		Krajní obránce		Záložník		Útočník	
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
SF	79,20	4,97	77,67	8,50	84,69	4,71	84,50	4,95
I zóna 1	14,40	18,51	24,00	28,16	7,75	12,18	3,50	2,12
I zóna 2	34,40	13,69	31,33	16,50	14,06	8,92	22,50	19,09
I zóna 3	43,00	14,88	33,00	31,61	50,31	13,55	46,00	14,14
I zóna 4	7,00	9,30	11,67	12,01	28,44	22,29	27,00	35,36
Distance	4870,00	600,87	5488,33	297,25	4962,88	768,27	4179,00	400,22
P zóna 1	1643,00	340,31	1967,67	761,53	1295,81	247,58	1236,50	214,25
P zóna 1	1016,40	126,56	1075,00	306,92	1016,75	167,89	1047,00	224,86
P zóna 3	1008,80	236,85	880,67	406,34	1212,69	246,28	934,00	325,27
P zóna 4	585,20	170,68	969,00	126,17	774,63	198,64	441,00	91,92
P zóna 5	439,80	160,93	481,67	220,09	530,19	210,89	396,00	65,05
AN 1	3,53	1,27	7,50	3,88	3,71	1,99	3,21	0,87
AS1	18,29	6,18	21,15	4,87	17,06	6,34	15,56	4,04
AV 1	78,18	7,16	71,35	3,04	79,23	8,13	81,23	4,91
AN 2	212,60	88,53	388,00	368,52	223,63	152,03	155,50	27,58
AS 2	1106,20	456,30	945,33	467,62	1017,19	511,31	754,00	124,45
AV 2	4550,00	264,91	3502,67	2073,90	4503,81	308,49	3998,50	625,79

Vysvětlivky:

- SF – průměrná srdeční frekvence (%).
 I zóna – doba strávená v jednotlivých intenzivních zónách (%).
 Distance – průměrná překonaná vzdálenost (m).
 P zóna – překonaná vzdálenost v jednotlivých pohybových zónách (m).
 AN 1 – doba strávená v zóně s nízkou akcelerací (%).
 AS 1 – doba strávená v zóně se střední akcelerací (%).
 AV 1 – doba strávená v zóně s vysokou akcelerací (%).
 AN 2 – překonaná vzdálenost nízkou akcelerací (m).

- AS 2 – překonaná vzdálenost střední akcelerací (m).
AV 2 – překonaná vzdálenost vysokou akcelerací (m).

Během první půle se záložníci nejdéle pohybovali v intenzivní zóně 4 ($47,19 \pm 27,72$ %). Ve druhém poločasu došlo ke změně a hráči, kteří v utkání hráli na pozici záložníka, se nejdéle zdržovali v intenzivní zóně 3 ($50,31 \pm 13,55$ %). V intenzivní zóně 1 záložníci strávili nejkratší časový úsek jak v prvním ($4,81 \pm 9,94$ %), tak i ve druhém poločasu ($7,75 \pm 12,18$ %).

Hráči, kteří v utkání hráli na pozici útočníka, zaznamenali za první poločas nejdelší strávený čas v intenzivní zóně 4 ($50,50 \pm 27,58$ %). Během druhého poločasu došlo ke změně, která se projevila tím, že útočníci v druhém poločasu nejdéle setrvali v intenzivní zóně 3 ($50,31 \pm 13,55$ %). Nejkratší dobu útočníci strávili během první ($0,5 \pm 0,71$ %) i druhé ($3,50 \pm 2,12$ %) půle v intenzivní zóně 1.

Během prvního poločasu hráči na pozici střední obránce zaznamenali průměrnou překonanou vzdálenost $5153,40 \pm 423,70$ m. V druhém poločasu průměrná hodnota překonané vzdálenosti činila $4870 \pm 600,87$ m. Krajiní obránci za první poločas průměrně urazili vzdálenost $4044,33 \pm 3505,35$ m. Během druhé půle krajiní obránci průměrně překonali distanci $5488,33 \pm 297,25$ m. U záložníků byla průměrná překonaná vzdálenost v prvním poločasu $5573,5 \pm 1543,45$ m a v druhé půli se hodnota průměrné překonané vzdálenosti vyšplhala na $4962,88 \pm 768,27$ m. Pro hráče, kteří v měřeném zápase hráli na pozici útočníka, hodnota průměrné překonané vzdálenosti činila $5429 \pm 80,61$ m. Útočníci během druhé půle překonali průměrně vzdálenost $4179 \pm 400,22$ m.

Z dat měřeného utkání je možné vyvodit, že střední obránci v první půli překonali největší vzdálenost v pohybové zóně 1 ($1575,60 \pm 235,84$ m) a nejnižší vzdálenost během prvního poločasu urazili v pohybové zóně 5 ($538,4 \pm 196,25$ m). Ve druhé půli střední obránci překonali nejdelší vzdálenost také v pohybové zóně 1 ($1643 \pm 340,31$ m) a nejkratší vzdálenost opět urazili v pohybové zóně 5 ($439,8 \pm 160,93$ m).

Je možné konstatovat, že hráči, kteří v utkání nastoupili na pozici krajiního obránce, překonali nejdelší vzdálenost v prvním poločasu v pohybové zóně 3 ($890,67 \pm 771,96$ m). Nejdelší naměřená vzdálenost, kterou krajiní obránci urazili během druhého poločasu, byla v pohybové zóně 1 ($1967,67 \pm 761,53$ m). Nejkratší vzdálenost urazili

krajní obránci během první ($623,67 \pm 575,78$ m) i druhé ($481,67 \pm 220,09$ m) půle v pohybové zóně 5.

Záložníci překonali nejdelší vzdálenost během prvního poločasu v pohybové zóně 3 ($1432,69 \pm 524,96$ m). V druhé půli hráči na postu záložníka urazili nejdelší vzdálenost v pohybové zóně 1 ($1295,81 \pm 247,58$ m). V pohybové zóně 5 urazili záložníci nejkratší vzdálenost jak v prvním ($570,75 \pm 225,5$ m), tak i ve druhém ($530,19 \pm 210,89$ m) poločasu.

Útočníci ve sledovaném utkání překonali nejdelší vzdálenost během prvního poločasu v pohybové zóně 2 ($1460 \pm 189,50$ m). Ve druhé půli útočníci překonali nejdelší vzdálenost v pohybové zóně 1 ($1236,5 \pm 214,25$ m). V pohybové zóně 5 byla naměřena nejkratší překonaná vzdálenost v prvním ($442 \pm 18,38$ m) i ve druhém ($396 \pm 65,05$ m) poločasu.

Jak v prvním, tak i ve druhém poločasu všichni hráči strávili nejdelší časový interval v zóně s vysokou akcelerací. Pro hráče na pozici středního obránce tato hodnota činila v první půli $74,28 \pm 12,77$ % a ve druhé $78,18 \pm 7,16$ % z celkové doby, kdy hráči zrychlovali svoji rychlost. Krajní obránci setrvali v zóně s vysokou akcelerací během první půle $53,65 \pm 47,38$ % z celkové doby, kdy zvyšovali svoji rychlost a ve druhé půli $71,35 \pm 3,04$ % z celkové doby, kdy zvyšovali svoji rychlost. Pro záložníky se hodnota v zóně s vysokou akcelerací v prvním poločasu vyšplhala na $73,20 \pm 20,46$ % z celkové doby, kdy záložníci zvyšovali svoji rychlost a ve druhém poločasu tato hodnota činila $79,23 \pm 8,13$ % z celkového časového intervalu, kdy záložníci zvyšovali svoji rychlost. Útočníci strávili v zóně s vysokou akcelerací v prvním poločasu $78,04 \pm 4,21$ % času, při které zvyšovali svoji rychlost. Ve druhé půli útočníci v této zóně byli $81,23 \pm 4,91$ % z celkové doby, kdy zvyšovali svoji rychlost.

Nejvíce času v zóně se střední akcelerací setrvali v prvním poločasu střední obránci ($21,82 \pm 10,31$ %) a v druhém poločasu to byli krajní obránci, kteří strávili nejdelší dobu ($21,15 \pm 4,87$ %) v zóně se střední akcelerací z celkové doby, kdy hráči zvyšovali svoji rychlost. V zóně s nízkou akcelerací nejdelší dobu z celkového časového intervalu, kdy hráči zvyšovali svoji rychlost, první půle strávili útočníci ($4,28 \pm 0,31$ %) a ve druhém poločasu to byli krajní obránci ($7,5 \pm 3,88$ %).

Všichni probandi v první i ve druhé půli urazili nejdelší distanci z celkové překonané vzdálenosti, při které zvyšovali rychlost pohybu, v zóně s vysokou akcelerací.

V první půli v zóně s vysokou akcelerací překonali útočníci největší vzdálenost z celkové uražené distance ($4707 \pm 254,56$ m), při které hráči zvyšovali svoji rychlost pohybu. Ve druhé půli nejdelší uraženou vzdálenost v zóně s vysokou akcelerací zaznamenali hráči hrající na pozici střední obránce. Tato hodnota byla $4550 \pm 264,91$ m z celkové překonané vzdálenosti, při které hráči zvyšovali svoji rychlost.

Nejdelší vzdálenost z celkové uražené distance, při které hráči zvyšovali svoji rychlost pohybu, v zóně střední akcelerace během prvního i druhého poločasu urazili střední obránci. Pro první poločas tato hodnota činila $1438,8 \pm 833,25$ m a pro druhou půli tato hodnota byla stanovena na $1106,20 \pm 456,30$. V zóně s nízkou akcelerací nejdelší distanci z celkové uražené vzdálenosti, při které se zvyšovala rychlost pohybu, překonali během prvního poločasu střední obránci ($264,40 \pm 222,87$ m) a v druhém poločasu to byli krajní obránci ($388 \pm 368,52$ m).

6 ZÁVĚRY

Tato práce zkoumala velikost únavy, která vzniká během prvního a druhého poločasu v přípravných tkáních u hráčů kategorie U18.

Během výzkumu byla monitorována srdeční frekvence, která sloužila jako ukazatel vnitřního zatížení organismu. Bylo zjištěno, že během utkání vzniká únava, která se projevuje snížením průměrné srdeční frekvence během druhého poločasu. V prvním poločasu hodnota průměrné srdeční frekvence byla $86,7 \pm 5,41$ % maximální srdeční frekvence. Pro druhý poločas byla hodnota průměrné srdeční frekvence stanovena na $82,8 \pm 5,69$ % maximální srdeční frekvence.

Změny lze sledovat i v intenzivních zónách maximální srdeční frekvence. Hráči v druhém poločasu trávili delší dobu v intenzivních zónách maximální srdeční frekvence, pro něž je typická nižší hodnota srdeční frekvence. V intenzivní zóně 2, pro kterou je typické rozmezí 70–79 % SF_{max} , hráči průměrně setrvali $11,46 \pm 13,76$ % z celkového času první půle, ale ve druhé půli se hodnota průměrného stráveného časového intervalu zvýšila na $20,62 \pm 13,94$ %. V intenzivní zóně 3, pro kterou je charakteristické rozmezí 80–89 % SF_{max} , hráči průměrně strávili $34,69 \pm 19,32$ % času prvního poločasu a $46,58 \pm 16,34$ % hrací doby druhé půle. V intenzivní zóně 4, která se vyznačuje rozmezím 90–100 % SF_{max} , hráči průměrně strávili $40,12 \pm 27,98$ % času prvního poločasu. Ve druhé půli však tato hodnota rapidně klesla a hráči setrvali v intenzivní zóně 4 jen $22,27 \pm 21,44$ % času druhé půle.

Po celou dobu výzkumu byla probandům měřena hodnota překonané vzdálenosti a hodnota intenzity pohybové činnosti. Tyto hodnoty sloužily jako ukazatele vnějšího zatížení hráče. Ve výzkumu bylo dokázáno, že hráči s přibývajícím únavou překonají kratší vzdálenost. V prvním poločase hráči urazili $5747,25 \pm 515,84$ m. Ve druhém poločase hráči překonali vzdálenost $4945,35 \pm 713,5$ m, což je rozhodně méně než v první půli.

Byly nalezeny také statisticky významné rozdíly mezi uraženou vzdáleností během prvního a druhého poločasu v jednotlivých pohybových zónách. V pohybové zóně 2, kterou lze charakterizovat poklusem, hráči průměrně překonali v prvním poločase vzdálenost $1215 \pm 188,25$ m. Ve druhé půli tato hodnota klesla na $1025,73 \pm 171,55$ m. V pohybové zóně 3, pro níž je výrazný středně intenzivní běh, byl zaznamenán úbytek překonané vzdálenosti v druhém poločase. Průměrná překonaná vzdálenost v první půli byla $1399 \pm 390,51$ m, ale v druhém poločase tato hodnota činila pouze $1114 \pm 283,52$ m.

Další snížení průměrně překonané vzdálenosti bylo zaznamenáno v pohybové zóně 4, pro kterou je typický vysokointenzivní běh. Za první poločas se průměrná překonaná vzdálenost v pohybové zóně 4 vyšplhala na $927 \pm 260,58$ m. V druhém poločase tato hodnota činila pouze $734,96 \pm 221,19$ m. V pohybové zóně 5, která je charakteristická sprintem, hráči v prvním poločase průměrně překonali vzdálenost $607,46 \pm 202,5$ m. V druhé půli tato hodnota klesla na $496,88 \pm 192,55$ m.

Na jednotlivých hráčských postech byly také zjištěny změny ve vnitřním i vnějším zatížení. Při porovnání průměrné tepové frekvence v prvním a ve druhém poločase získáme výsledky, z nichž vyplývá, že na všech postech (střední obránce, krajní obránce, záložník, útočník) docházelo vlivem únavy ke snižování stráveného času v intenzivních zóně 4, pro kterou je charakteristická hodnota srdeční frekvence $90+ \% SF_{max}$, během druhého poločasu.

Po porovnání průměrné překonané vzdálenosti v první a druhé půli je možné konstatovat, že vlivem únavy došlo na všech postech kromě pozice krajního obránce k snížení průměrné překonané vzdálenosti v druhém poločase. U všech postů také klesla vlivem únavy hodnota průměrné překonané vzdálenosti v pohybové zóně 5, pro kterou je typický sprint.

Z těchto dat vyplývá, že s rostoucí únavou klesá schopnost organismu odolávat vnitřnímu i vnějšímu zatížení, což má za následek snižování jednotlivých hodnot ukazatelů vnitřního i vnějšího zatížení během fotbalového utkání.

7 SOUHRN

Bakalářská práce hodnotí vliv únavy na vnitřní i vnější zatížení hráčů během fotbalového utkání. Zaměřuje se na jednotlivé rozdíly tepových frekvencí během prvního a druhého poločasu všech hráčů a také zkoumá rozdíl překonaných distancí během první a druhé půle.

V kapitole přehled poznatků byl charakterizován herní výkon, byla popsána diagnostika herního výkonu a její přínos do sportovního prostředí. Dále v této kapitole byly popsány metody hodnocení vnitřního i vnějšího zatížení hráče. Závěr této kapitoly patří charakteristice únavy, kde byly zároveň popsány i příčiny únavy a její dělení.

Do testování bylo zapojeno 26 hráčů fotbalu patřících do kategorie U18. V této práci byly popsány využití metody sběru dat, mezi které patří analýza překonané vzdálenosti a intenzity pohybových činností, analýza a hodnocení akcelerace a monitoring srdeční frekvence.

V kapitole výsledky je hodnoceno vnitřní i vnější zatížení působící na hráče během fotbalového utkání. Získané hodnoty z prvního i druhého poločasu byly graficky znázorněny a následně porovnávány. V práci byly srovnávány i výsledky čtyřech herních postů – střední obránce, krajní obránce, záložník, útočník.

Tato bakalářská práce byla sepsána za účelem posouzení vlivu únavy na celkový herní výkon hráče. Získané hodnoty srdeční frekvence a překonané vzdálenosti sloužily jako ukazatele velikosti vnitřního a vnějšího zatížení. Naměřené údaje z první a ze druhé půle byly porovnávány mezi sebou a vypovídaly o velikosti zatížení hráčů v měřeném utkání. Následná analýza získaných dat může být nápomocná trenérům při tvorbě tréninkových jednotek pro hráče v mládežnických kategoriích.

8 SUMMARY

Bachelor's thesis evaluates the influence of fatigue on internal and external loads on players during a football match. It focuses on individual differences in heartbeat frequencies during the first and second halftime of all the players and also explores the difference in surpassed distances during the first and second halftime.

In the chapter Overview of the findings was characterized the game performance, were described the diagnostics of the game performance and its contribution to the sports environment. Further in this chapter were described methods of evaluation of the internal and external loads on a player. The conclusion of this chapter belongs to the characteristics of fatigue, where were simultaneously also described the causes of fatigue and its divisions.

Twenty-six players of football who belong to the U18 category were involved in the testing. In this thesis, were described methods of the collection of data, that were used, which include the analysis of the traveled distance and the intensity of physical activities, analysis and evaluation of acceleration and monitoring of the heart rate.

In the Results chapter, the internal and external loads that affects the player during the football match is evaluated. The obtained values from the first and the second halftime were graphically represented and subsequently compared. In this thesis, were also compared the results of four game positions – center-back, full-back, midfielder, forward.

This bachelor's thesis was written in order to assess the effect of fatigue on the overall game performance of the player. The obtained degrees of heart rate and traveled distance served as indicators of the magnitude of internal and external loads. The measured data from the first and second halftime were compared with each other and indicated the magnitude of the load on players in the measured match. The subsequent analysis of the obtained data may be helpful for coaches during creating of training units for players in youth categories.

9 REFERENČNÍ SEZNAM

- Abdelkrim, N. B., Castagna, C., Fazaa, S. El, Tabka, Z., & Ati, J. El. (2009). Blood Metabolites During Basketball Competitions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(3), 765–773.
- Alexiou, H., & Coutts, A. J. (2008). A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *The International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 320–330.
- Anderson, L., Anderson L, T., Foster, C., Doberstein, S., & Brice, G. (2003). Impact of training patterns on incidence of illness and injury during a women's collegiate basketball season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 734–738.
- Apostolidis, N., Nassis, G. P., Bolatoglou, T., & Geladas, N. D. (2004). Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 44(2), 157–163.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(2), 111–127.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665–674.
- Bílek, V. (1983). *Problematika zatěžování ve sportovním tréninku basketbalistů*. Praha: Ústřední výbor Československého svazu tělesné výchovy.
- Borg, E., & Kaijser, L. (2006). A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(1), 57–69.
- Borg, G. (1998). *Borg's Perceived Exertion And Pain Scales*. Champaign: Human Kinetics.
- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2008). Quantifying Training Load: A Comparison of Subjective and Objective Methods. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(1), 16–30.
- Botek, M., Neuls, F., Klimešová, I., & Vyhnánek, J. (2017). *Fyziologie pro tělovýchovné obory*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

- Buchtel, J. (2008). Diagnostika Herního Zatížení V Utkání Volejbalu. *Studia Kinanthropologica*, 9(2), 238–245.
- Bunc, V. (1990). *Biokybernetický přístup k hodnocení reakce organismu na tělesné zatížení*. Praha: Univerzita Karlova.
- Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L., & Reilly, T. (2008). The Role of Motion Analysis in Elite Soccer. *Sports Medicine*, 28(10), 839–862.
- Castagna, C., Varley, M., Póvoas, S. C. A., & D'Ottavio, S. (2017). Evaluation of the match external load in soccer: Methods comparison. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(4), 490–495.
- Castellano, J., & Casamichana, D. (2010). Heart rate and motion analysis by GPS in beach soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(1), 98–103.
- Čechovská, I., & Dobrý, L. (2008). Borgova škála subjektivně vnímané námahy a její využití. *Tělesná Výchova a Sport Mládeže*, 74(3), 37–45.
- Coutts, A. J., Rampinini, E., Marcora, S. M., Castagna, C., & Impellizzeri, F. M. (2009). Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 79–84.
- Darst, P., Zakrajsek, D., & Mancini, V. (1998). *Analyzing physical education and sport instruction* (2nd ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222–227.
- Dobrý, L., & Semiginovský, B. (1988). *Sportovní hry : výkon a trénink*. Praha: Olympia.
- Dovalil, J. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Drust, B., Atkinson, G., & Reilly, T. (2007). Future Perspectives in the Evaluation of the Physiological Demands of Soccer. *Sports Medicine*, 37(9), 783–805.
- Dylevský, I., Korbelář, P., & Kučera, M. (1997). *Pohybový systém a zátěž*. Praha: Grada Publishing.
- Edgecomb, S. J., & Norton, K. I. (2006). Comparison of global positioning and computer-based tracking systems for measuring player movement distance during Australian

- Football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(1–2), 25–32.
- Edwards, S. (1993). *The Heart Rate Monitor Book*. Sacramento: Fleet Feet Press.
- Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2008). Muscle fatigue: What, why and how it influences muscle function. *Journal of Physiology*, 586(1), 11–23.
- Foster, C., Florhaug, J., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L., Parker, S., ... Dodge, C. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *National Strength & Conditioning Association*, 15(1), 109–115.
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. *Sports Medicine*, 41(8), 673–694.
- Glaister, M. (2005). Multiple Sprint Work: Physiological Responses, Mechanisms of Fatigue and the Influence of Aerobic Fitness. *Sports Medicine*, 35(9), 757–777.
- Gocentas, A., & Landor, A. (2006). Dynamic Sport-Specific Testing and Aerobic Capacity in Top Level Basketball Players. *Papers on Anthropology*, 15, 55–63.
- Gruet, M., Temesi, J., Rupp, T., Levy, P., Millet, G. Y., & Verges, S. (2013). Stimulation of the motor cortex and corticospinal tract to assess human muscle fatigue. *Neuroscience*, 231, 384–399.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2006). *Textbook of Medical Physiology* (11th ed.). Philadelphia: Saunders.
- Heller, J. (2005). *Laboratory manual for human and exercise physiology* (1st ed.). Praha: Karolinum Press.
- Hoffman, J. (2002). *Physiological aspects of sport training and performance*. Champaign: Human Kinetics.
- Hohmann, A., & Brack, R. (1983). Theoretische Aspekte der Leistungsdiagnostik im Sportspiel. *Leistungssport*, 13(2), 5–10.
- Hůlka, K., & Bělka, J. (2013). *Diagnostika herního výkonu v basketbale a házené* (1st ed.). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Hůlka, K., Bělka, J., & Weisser, R. (2014). *Analýza herního výkonu ve vybraných sportovních hrách*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Hůlka, K., Cuberek, R., & Bělka, J. (2013). Heart rate and time-motion analyses in top

- junior players during basketball matches. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Gymnica*, 43(3), 27–35.
- Ishii, A., Tanaka, M., & Watanabe, Y. (2014). The neural substrates of self-evaluation of mental fatigue: A magnetoencephalography study. *PLoS ONE*, 9(4).
- Jančík, J., Závodná, E., & Novotná, M. (2006). *Fyziologie tělesné zátěže – vybrané kapitoly*. Brno: Masarykova univerzita.
- Lorist, M. M., Kernell, D., Meijman, T. F., & Zijdwind, I. (2002). Motor fatigue and cognitive task performance in humans. *Journal of Physiology*, 545(1), 313–319.
- Martens, R. (2006). *Úspěšný trenér* (3rd ed.). Praha: Grada Publishing.
- McLaren, S. J., Macpherson, T. W., Coutts, A. J., Hurst, C., Spears, I. R., & Weston, M. (2018). The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(3), 641–658.
- Meško, D. (2005). *Telovýchovnělékárské vademecum*. Bratislava: Slovenská spoločnosť telovýchovného lékařstva.
- Noble, B. J., Borg, G. A., Jacobs, I., Ceci, R., & Kaiser, P. (1983). A category-ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactates and heart rate. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 15(6), 523–528.
- Nouza, M. (1999). *Únava známá a neznámá*. Praha: Centrum Klinické Imunologie.
- Placheta, Z., Štejfá, M., & Siegelová, J. (1999). *Zátěžová diagnostika v ambulanci a klinické praxi*. Praha: Grada.
- Psotta, R. (1999). Concept of the physical performance in the maximal intensity intermittent exercise. *Acta Universitatis Carolinae Kinantropologica*, 35(2), 65–76.
- Psotta, R. (2006). *Fotbal: kondiční trénink: moderní koncepce tréninku, principy, metody a diagnostika, teorie sportovního tréninku*. Praha: Grada Publishing.
- Reilly, T. (2001). Assessment of sports performance with particular reference to field games. *European Journal of Sport Science*, 1(3), 1–12.
- Rudkin, S. T., & O'Donoghue, P. G. (2008). Time-motion analysis of first-class cricket fielding. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(6), 604–607.
- Salvia, J., & Ysseldyke, J. E. (1995). *Assessment* (6th ed.). Boston: Houghton Mifflin

Company.

- Sembulingam, K., & Sembulingam, P. (2012). *Essentials of Medical Physiology* (6th ed.). New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers.
- Sharkey, B. J., & Gaskill, S. E. (2006). *Sport physiology for coaches*. Champaign: Human Kinetics.
- Süss, V. (2006). *Význam indikátorů herního výkonu pro řízení tréninkového procesu*. Praha: Karolinum.
- Süss, V., & Buchtel, J. (2009). *Hodnocení herního výkonu ve sportovních hrách*. Praha: Karolinum.
- Swank, A. M., Steinel, L., & Moore, A. (2003). Strategies for effectively using ratings of perceived exertion. *Strength and Conditioning Journal*, 25(4), 23–25.
- Taylor, J. L., Amann, M., Duchateau, J., Meeusen, R., & Rice, C. L. (2016). Neural contributions to muscle fatigue: From the brain to the muscle and back again. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(11), 2294–2306.
- Therón, R., & Casares, L. (2010). Visual Analysis of Time-Motion in Basketball Games. *Smart Graphics*, 6133(June 2010), 196–207.
- Townshend, A. D., Worringham, C. J., & Stewart, I. B. (2008). Assessment of speed and position during human locomotion using nondifferential GPS. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(1), 124–132.
- Tvrдый, M., Lednický, A., Peráček, P., Obetko, M., & Babic, M. (2020). Changes in the level of selected condition abilities of youth soccer players. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(4), 1706–1710.
- Vachon, J. A., David, B. R., & Clarke, S. (1999). Validity of the heart rate deflection point as a predictor of lactate threshold during running. *Journal of Applied Physiology*, 87(1), 452–459.
- Vlčková, I., & Krobot, A. (2019). Vztahy mezi variabilitou a svalovou únavou v prototypových pohybech. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství*, 26(2), 68–73.
- Votík, J. (2001). *Trenér fotbalu B licence : (učební texty pro vzdělávání fotbalových trenérů)* (1st ed.). Praha: Olympia.

- Warm, J. S., Parasuraman, R., & Matthews, G. (2008). Vigilance requires hard mental work and is stressful. *Human Factors*, 50(3), 433–441.
- Watt, B., & Grove, R. (1993). Perceived Exertion: Antecedents and Applications. *Sports Medicine*, 15(4), 225–241.
- Xu, M., Lowey, L., & Orwell, J. (2004). Architecture and algorithms for tracking football players with multiple cameras. *Intelligent Distributed Surveillance Systems*, 152(2), 232–241.
- Xu, M., Orwell, J., & Jones, G. (2004). Tracking football players with multiple cameras. *Proceedings - International Conference on Image Processing, ICIP*, 2(August), 2909–2912.