

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



HODNOCENÍ ZMĚN V AKTIVITĚ AUTONOMNÍHO NERVOVÉHO SYSTÉMU
BĚHEM LETNÍ KONDIČNÍ PŘÍPRAVY U PRVOLIGOVÝCH FOTBALISTŮ

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Jan Skoupil, Tělesná výchova a sport

Vedoucí práce: PhDr. Michal Botek, Ph.D.

Olomouc 2011

Jméno a příjmení autora: Jan Skoupil

Název diplomové práce: Hodnocení změn v aktivitě autonomního nervového systému během letní kondiční přípravy u prvoligových fotbalistů

Pracoviště: Institut aktivního životního stylu

Školitel: PhDr. Michal Botek, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2011

Abstrakt:

Cílem práce byla analýza změn v aktivitě ANS u jednotlivců, podle postů, i z hlediska celého mužstva. Pro hodnocení byla použita metoda spektrální analýzy variability srdeční frekvence. U jednotlivců byly výrazné individuální rozdíly, které poukazují na odlišné reakce v aktivitě ANS u jednotlivých hráčů na stejnou zátěž.

Hodnocení aktivity ANS z pohledu postů prokázalo rozdílnou dynamiku reakce obránců, záložníků a útočníků. Z celkového pohledu mužstva byla zvolená intenzita zatěžování optimální. Pro hodnocení bylo použito průměrných hodnot všech hráčů, což nekoresponduje s intraindividuálními rozdíly při hodnocení jednotlivců.

V práci byla porovnána aerobní kapacita s aktivitou ANS. Výsledky prokázaly, že ani jeden ze sledovaných hráčů není na špičkové úrovni v obou sledovaných parametrech. Pouze tři hráči měli vysokou hodnotu aktivity ANS, ale při současné nízké úrovni aerobní kapacity. Zbývajících šest hráčů mělo nízkou aktivitu ANS, z toho jen dva při vysoké úrovni aerobní kapacity.

Jako poslední byla hodnocena subjektivně vnímaná únava pomocí Borgovy škály. Výsledky poukázaly na odlišnost vnímání námahy a skutečného zatížení v tréninku.

Klíčová slova:

Spektrální analýza variability srdeční frekvence, sportovní trénink, fotbal, individualizace zatěžování, Borgova škála

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Jan Skoupil

Title of the thesis : Evaluation of changes in the activity of the autonomic nervous system during summer conditioning training in first league football players

Department: Institute for Active Lifestyles

Supervisor: PhDr. Michal Boteck, Ph.D.

Year of presentation: 2011

Abstract:

Aim of the thesis was to analyze changes in ANS activity at individuals, according to the posts and in terms of the whole team. The method of the spectral analysis of heart rate variability was used for the assessment. There were significant differences at individuals that suggest different responses of ANS activity at individual players on the same load. ANS activity assessment, in terms of posts, showed different dynamic reaction of the defenders, midfielders and forwards. The optimal load intensity was used for the whole team perspective. The average values of all players were used for the evaluation which does not correspond to the intraindividual differences at the individual assessment.

The aerobic capacity was compared with ANS activity. The results showed that none of the players is at the top level in both assessed parameters. There were only three players who had a high value of ANS activity, but a low level of aerobic capacity. The remaining six players had a low activity of the ANS and only two of them a high level of aerobic capacity.

Subjectively perceived fatigue was the last assessed value using the Borg scale. The results showed the difference in perception of effort and the actual load in the training.

Keywords:

Spectral analysis of heart rate variability, sports training, football, individualization loading, Borg scale

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením školitele PhDr. Michala Botka, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 1. 5. 2011.

.....

Děkuji PhDr. Michalu Botkovi, Ph.D. za jeho vedení a odborný dohled, dále Mgr. Václavu Krejčířovi za vedení a dohled při praktickém výzkumu. Děkuji také trenérům Mgr. Zdeňku Psotkovi a Martinu Kotůlkovi za jejich trpělivost a všem sportovcům, kteří se na výzkumu podíleli jako probandi.

OBSAH

1 ÚVOD.....	8
2 SYNTÉZA POZNATKŮ.....	9
2.1 Fyziologie fotbalu	9
2.2 Sportovní trénink.....	10
2.2.1 Sportovní výkon a výkonnost	11
2.3 Adaptace na tréninkové zatížení	11
2.3.1 Stav přetrénování.....	13
2.4 Autonomní nervový systém	14
2.4.1 Centrální část autonomního nervového systému	15
2.4.2 Periferní část autonomního nervového systému	16
2.4.3 Adaptace autonomního nervového systému na tréninkovou zátěž.....	16
2.4.4 Autonomní nervový systém a sportovní trénink	17
2.4.5 Adaptace kardiiovaskulární soustavy na tréninkovou zátěž.....	17
2.5 Řízení srdeční činnosti	19
2.5.1 Reakce kardiiovaskulární soustavy na tréninkovou zátěž	19
2.6 Variabilita srdeční frekvence	19
2.6.1 Spektrální analýza	20
2.6.2 Hlavní spektrální komponenty SA HRV	22
2.7 Hodnocení vnímané únavy.....	22
2.7.1 Psychosociální mediátory vnímané námahy.....	23
3 CÍLE A HYPOTÉZY.....	25
4 METODIKA	26
4.1 Charakteristika souboru	26
4.2 Metodika sběru dat.....	27
4.2.1 Časové a prostorové vymezení	27
4.2.2 Průběh vyšetření	27

4.3 Vyšetření aktivity ANS	28
4.3.1 Diagnostický systém VarCor PF7 MULTI.....	28
4.3.2 Výpočet parametrů SA HRV	29
4.3.3 Komplexní věkově standardizované ukazatele HRV	29
4.3.4 Hodnocení vzájemného vztahu VA a SVB pomocí křížového grafu.....	31
4.4 Hodnocení vnímané únavy.....	33
4.5 Statistické zpracování dat.....	33
5 VÝSLEDKY	34
5.1 Aktivita ANS u jednotlivých hráčů.....	34
5.2. Aktivita ANS podle postů a celého mužstva.....	38
5.3 Úroveň aktivity ANS a VO ₂ max.....	42
5.4 Subjektivně vnímaná únava	43
5.5 Vyjádření k hypotéze	46
5.6 Vyjádření k výzkumným otázkám	46
6 DISKUZE	47
6.1 Hodnocení aktivity ANS u jednotlivců.....	47
6.2 Hodnocení aktivity ANS podle postů a celého mužstva.....	49
6.3 Hodnocení úrovně aerobní zdatnosti a aktivity ANS.....	51
6.4 Hodnocení vnímané únavy.....	52
6.5 Limity studie	52
7 ZÁVĚRY	54
8 SOUHRN.....	55
9 SUMMARY.....	56
10 REFERENČNÍ SEZNAM	58
11 PŘÍLOHY	63

1 ÚVOD

Fotbal je bezesporu světově nejpopulárnější sport, který provozují miliony lidí na celém světě. Jako každý sport prošel i fotbal svým vývojem a stal se jednoznačně nejrozšířenějším a nejoblíbenějším sportem planety. Fotbal se stal fenoménem dnešní doby. Nejlepší fotbalisté světa se objevují trvale na žebříčkách popularity a jsou bráni jako jedni z nejlépe placených sportovců vůbec. Na opačném pólu pak stojí ti, jimž poskytuje fotbal sportovní vyžití, a hrají ho jen pro zábavu. Fotbal zasahuje do všech vrstev společnosti, na všechny kontinenty planety a řada lidí by si bez něj život nedokázala ani představit. Těžko bychom hledali sport, který bude v blízké budoucnosti fotbalu konkurovat.

V budoucnosti bych se chtěl věnovat fotbalu z pozice hlavního trenéra, a tak jsem si vybral zaměření svého studia právě do této oblasti. Ze své aktivní hráčské zkušenosti vím, že bez kvalitního tréninku není možné dosahovat požadované výkonnosti i na mnohem nižších úrovních fotbalu, než ve kterých jsem se pohyboval při tvorbě této práce.

Podle Olšáka (2004, 75) je „dosahování vysoké sportovní výkonnosti stále více podmíněné vysoce efektivním řízením sportovní přípravy a jejím kvalitním zabezpečením. Nosným podkladem pro efektivní řízení se stávají odborné informace, které jsou poskytované sportovci, trenérovi a realizačnímu týmu“.

Tato práce popisuje možnosti jednoho z moderních způsobů jak efektivně řídit tréninkový proces. Jedná se o metodu hodnotící aktivitu autonomní nervové soustavy pomocí spektrální analýzy (SA) variability srdeční frekvence (HRV).

Spektrální analýza variability srdeční frekvence je moderní neinvazivní metoda, která kvantifikuje aktivitu autonomního nervového systému. Základem metodiky je monitorování časových rozdílů mezi po sobě následujícími srdečními stahy (R-R intervaly na EKG křivce) (Stejskal & Salinger, 1996).

Také mě zajímala úroveň aerobní kapacity u sledovaných hráčů vzhledem k aktivitě autonomního nervového systému v porovnání s průměrem ostatních ligových hráčů. Oba tyto parametry jsou velmi důležitou vstupní informací pro volbu intenzity zátěže v tréninku.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 Fyziologie fotbalu

„Fotbalový výkon je charakterizován jako vysoce intenzivní, kombinující intermitentní zatížení a zatížení z oblasti aerobního výkonu“ (Kraemer et al., 2004, 122).

„Výkon fotbalového hráče je závislý na mnoha faktorech. K těm hlavním patří technické dovednosti a fyzické schopnosti, které mají největší vliv na výkon v utkání“ (Little & Williams, 2007, 367).

Energetický výdej spojený se soutěžním utkáním se odhaduje na 5 700 kJ pro muže o hmotnosti 75 kg, maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max}) pak na 60 ml/kg⁻¹/min⁻¹ (Reilly, Bangsbo & Franks, 2000).

Vzhledem k délce utkání je výkon fotbalového hráče závislý na aerobním metabolismu. Během devadesátiminutového utkání naběhají hráči elitní úrovně asi 10 km při průměrné intenzitě blížící se anaerobnímu prahu (tj. 75-85 % maximální tepové frekvence). V rámci dlouhodobého vytrvalostního výkonu se objevuje množství výbušných prvků – skoků, kopů, soubojů, obrátů, sprintů, zahrnujících změnu tempa, udržení rovnováhy a udržení kontroly nad míčem proti tlaku soupeře. Nejlepší mužstva dovedou efektivně zvyšovat svojí fyzickou úroveň, zatímco méně vyspělé týmy mají úroveň podobnou týmům, jaké uváděly před třiceti lety. Ať už to způsobuje nižší úroveň tréninkových možností, prodej nejlepších hráčů nebo nízká úroveň znalostí jak efektivně řídit trénink. Vzhledem k tomu, že v současnosti existují týmy z nižších soutěží, jenž se vyrovnají úrovni aerobní kapacity elitních týmů, zdá se, že poslední faktor hraje nejdůležitější roli (Stolen, Chamari, Castagna, & Wisloff, 2005).

Zatímco pohyb bez míče zahrnuje největší část utkání a má aerobní charakter, činnosti, jenž se přímo podílejí na hře jsou z velké části anaerobní. Soutěžní zápas zpravidla vyžaduje maximální sprint v průměru jednou za 90 s a vysoce intenzivní běh v průměru každých 30 s na každého hráče. Ve skutečnosti mohou anaerobní činnosti představovat klíčové prvky hry a přímo přispívat k držení míče či skórování (Reilly, Bangsbo & Franks, 2000).

Vyjádření intenzity v utkání jako průměr za devadesát minut nebo za každý poločas může mít za následek podstatnou ztrátu specifických a důležitých informací o dynamice intenzity zatížení. Fotbalové utkání obsahuje období a situace vysoce intenzivních činností, v nichž probíhá hromadění laktátu. Proto hráči potřebují i období nízké intenzity

k odstranění laktátu z pracujících svalů. V relativním vyjádření je malý rozdíl mezi intenzitou zatížení u profesionálních a neprofesionálních fotbalistů, ale absolutní intenzita je u profesionálů vyšší (Stolen, Chamari, Castagna, & Wisloff, 2005).

Pokud budeme chtít efektivně využívat tréninkového času a fyzického zatížení, je nutné zařazovat rozvoj technických dovedností a fyzické kondice současně. Nicméně se ještě stále objevují názory obhajující metody zvyšování fyzické kondice cvičeními bez přítomnosti míče. Jelikož je obtížné mít pod kontrolou každého jednotlivého hráče z hlediska fyzického zatížení, vznikají poměrně vysoké rozdíly, což zvyšuje riziko vzniku neadekvátního zatěžování jednotlivých hráčů. Tomu se dá zabránit přesným monitorováním intenzity tréninku. Přesné vyhodnocení intenzity zatížení nám umožňuje lépe přizpůsobit tréninkové zatížení, aby se tak zabránilo nedotrénování nebo přetrénování a zajistí, že jsou hráči optimálně připraveni do soutěžního utkání. Stále běžnější je tak monitorování srdeční frekvence během tréninku (Little & Williams, 2007).

2.2 Sportovní trénink

Sportovní trénink, sportovní soutěžení a mimotréninková činnost představují základní složky sportovní přípravy. Její průběh a výsledky jsou významně ovlivněny rovněž systémem výběru sportovců. Sportovní trénink lze charakterizovat jako dlouhodobý systémově řízený proces přípravy sportovce, prioritně zaměřený na zvyšování sportovní výkonnosti ve zvolené sportovní disciplíně. Obsah sportovního tréninku tvoří procesy:

- sociálně-biologické adaptace,
- motorické učení,
- sociálně interakční (jde o problematiku vztahu sportovce k trenérovi, soupeřům, spoluhráčům apod.).

Důležitým požadavkem na současný trénink je, aby procesy přizpůsobování, procesy změn, poznávání, osvojování dovedností a vědomostí byly co nejefektivnější. Především v oblasti vrcholového sportu se trénink za poslední dobu transformoval ve fyzicky a psychicky náročnou činnost realizovanou důsledně na vědeckých základech (Lehnert, Novosad & Neuls, 2001, 5).

2.2.1 Sportovní výkon a výkonnost

Snaha dosahovat maximálních sportovních výkonů je charakteristickým rysem sportu. Sportovní výkon je výsledkem dlouhodobé sportovní přípravy. Podávání sportovních výkonů se uskutečňuje při závodech a soutěžích. Dokonalé poznání podstatných složek sportovního výkonu v každém sportovním odvětví a disciplíně je nezbytné pro stanovení optimálního obsahu, forem a metod tréninkového procesu.

Sportovní výkon lze charakterizovat jako projev specializovaných schopností sportovce. Jeho obsahem je uvědomělá pohybová činnost zaměřená na řešení úkolu, který je vymezen pravidly jednotlivých disciplín, závodů, soutěží a utkání.

Sportovní výkon můžeme chápat jako jednotu realizace pohybu a dosaženého výsledku. Je komplexním projevem činností sportovce, která může být měřena nebo hodnocena podle vytvořených a dohodnutých norem. Sportovní výkon je neoddelitelnou součástí sportovního soutěžení (Lehnert, Novosad & Neuls, 2001, 8).

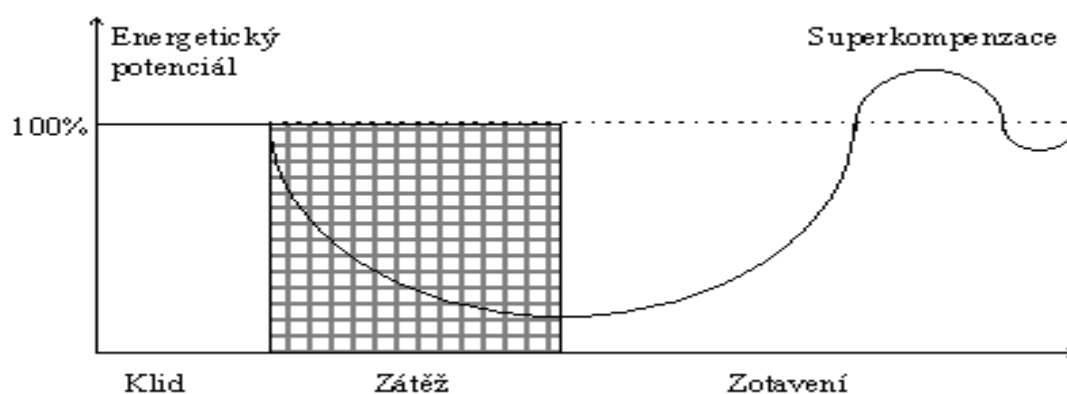
2.3 Adaptace na tréninkové zatížení

Jestliže chápeme sportovní výkon jako výsledek specializované adaptace, jehož charakteristickým znakem je vysoce rozvinutá schopnost přizpůsobení k soutěži, pak sportovní trénink můžeme označit jako složitou biologickou a psycho-sociální adaptaci sportovce. Adaptaci lze charakterizovat jako soubor biochemických, funkčních, morfologických a psychických změn v jednotlivých orgánech i v organismu jako celku. Adaptačním podnětem ve sportovním tréninku je tréninkové zatížení. Sportovní trénink vytváří opakovaným působením zatížení – zatěžováním – specifickou oblast podnětů, která vyvolává proces specializované adaptace. V zásadě zde platí zákonitosti adaptace, především že velikost a rychlost adaptačních procesů závisí na síle, trvání, frekvenci opakování a na druhu adaptačního podnětu. Síla adaptačního podnětu může být:

- podprahová, která nevyvolá žádoucí adaptační změny, protože nenaruší dynamickou rovnováhu vnitřního prostředí,
- neprahová, která svou intenzitou překračuje možnosti regulačních soustav a tyto nestačí narušenou rovnováhu vnitřního prostředí vykompenzovat, což může způsobit narušení normálních funkcí organismu,
- optimální, kdy podnět nepřevyšuje svými vlivy funkční hranice systémů. Umožňuje, aby reakce organismu obnovily dynamickou rovnováhu, nastalo zdokonalení regulačních mechanismů a jejich postupné přizpůsobování.

Zatížení je základním podnětem pro vyvolání mechanismů adaptace. Optimální velikost tréninkového zatížení jako adaptačního podnětu musí odpovídat úrovni trénovanosti sportovce. Určujeme velikost vnějšího zatížení, která je dána velikostí tréninkové dávky, a velikost vnitřního zatížení, které je určeno velikostí reakce organismu na provedená cvičení. Vnější zatížení má složku kvantitativní (objem) a kvalitativní (intenzita). Složky vytvářející velikost tréninkového zatížení – objem a intenzita – stojí ve vzájemném protikladu. Vzájemný poměr těchto složek vytváří podmínky pro nárůst trénovanosti a sociální výkonnosti. Vlastní adaptační pochody jsou vyvolávány střídáním odpovídajícího zatížení a odpočinku. V zotavné fázi jsou obnoveny nejen spotřebované energetické rezervy, ale vytvořeny i nové energetické rezervy, které přesahují výchozí hodnoty energie před zahájením zatěžování organismu. Hovoříme o tzv. superkompenzaci. Superkompenzace (Obrázek 1) je biologickým základem adaptačního procesu a zabezpečuje vznik tréninkového efektu (Lehnert, Novosad & Neuls, 2001).

Obrázek 1. Schématické zázornění superkompenzace



Efekt superkompenzace je pozorován nejen u energetických rezerv organismu, ale i v aktivitě autonomního nervového systému hodnocené metodou SA HRV (Botek et al., 2004, Jakubec, 2005). Podobně se Waydahl, Sotern a Cornelissen (2001) zmiňují ve své studii o efektu superkompenzace, když přechodně zvýšené hodnoty ukazatelů SA HRV považují za výsledek adaptace na předchozí působení stresových podnětů.

Jak k fyziologické, tak k biomechanické adaptaci dochází v důsledku opakovaných tréninkových podnětů po dobu několika dní, týdnů či měsíců. Povaha a rozsah adaptativní reakce je závislá na intenzitě a trvání tréninkových podnětů, typu tréninku a frekvenci opakování dané aktivity. Je také ovlivněna genetickými vlohami a na úrovni předchozí trénovanosti. Adaptace na tréninkové zatížení je v podstatě přechodná a reverzibilní: jen po

pár dnech detréinku se prokazuje významné snížení metabolické kapacity práce a mnohá zlepšení z tréninku jsou ztracena během několika měsíců nečinnosti. Avšak dostatečný čas pro regeneraci organismu je základním předpokladem, který umožní požadovanou morfologickou adaptaci na zátěž. I nadměrné tréninkové zatěžování vede k poklesu výkonnosti a tento stav může vést ke stavu přetrénování“ (Maughan, Gleeson & Greenhaff, 1997).

2.3.1 Stav přetrénování

Přetrénování je definováno jako stav, ve kterém je organismus opakovaně vystavován vysokým stresům, které není schopen kapacitně zvládnout. Přehnaný stres se vyznačuje snížením kapacity maximálního výkonu, symptomy jsou úzce spojeny se sníženou funkcí nadledvin a počáteční neschopností reagovat na zátěž (Lee, 2010).

Stav přetrénování může postihnout každého sportovce, kdy klesá výkonnost při stávajícím či dokonce zvyšujícím se tréninkovým zatížením. Důvody proč se někteří sportovci do tohoto stavu dostanou a někteří ne, jsou nejasné a následky jsou různé, od negativních změn ve funkci svalů až po ztrátu motivace. Patofyziologie přetrénování popisuje bolestivost a oslabení svalů, aktivitu cytokinů, hormonální a hematologické změny, změny nálad a psychické deprese, stravovací problémy jmenovitě nechutenství či průjem. V některých případech je základní příčinou přetrvávající virová infekce podobná infekční mononukleóze, některé typy virů dokonce pronikají do kosterní a srdeční svaloviny. Častým ukazatelem chronické virové infekce je výrazné snížení počtu leukocytů v krvi (Maughan, Gleeson & Greenhaff, 1997).

Přetrénování je obecně vnímáno jako jev, který ovlivňuje sportovce podobným způsobem a vyvolává různé reakce autonomního nervového systému s příznaky a symptomy zprostředkované větví sympatiku nebo vagu (Lee, 2010).

Pro stav přetrénování je typická bolest svalů a výrazný úbytek jejich síly. Následky poškození svalů jsou doprovázeny bolestivostí a ztuhlostí, sníženým rozsahem pohybu, vyšší koncentrací krevního laktátu a větší náklonnost k únavě než je obvyklé. Dalšími ukazateli poškození svalů je zhoršená obnova zásob glykogenu. Glykogen je po déletrávajícím zatížení téměř vyčerpán a poškozený sval má sníženou schopnost čerpat glukózu z krve, což je předpokládaná příčina poklesu výkonnosti v následujícím tréninku (Maughan, Gleeson & Greenhaff, 1997).

Vážnost stavu přetrénování umocňuje fakt, že je velmi důležité jej odhalit v rané fázi. Srdeční frekvence a její variabilita úzce souvisí s aktivitou obou větví autonomního

nervového systému, tj. sympatiku a vagu. A změny v této aktivitě důsledkem přetřénování se mohou projevit ve změnách právě variability srdeční frekvence (Achten & Jeukendrup, 2003).

2.4 Autonomní nervový systém

Vegetativní (autonomní) nervový systém řídí funkce vnitřních orgánů a ve vztahu k tělesnému zatížení je koordinuje s činností kosterního svalstva. I když je jeho aktivita do značné míry samostatná, v určitých situacích podléhá vlivu vyšších oddělení centrálního nervového systému v kůře mozkové (Hamar & Lipková, 2001).

Podle Opavského (2004, 81) se „autonomní nervový systém (ANS) významně podílí na homeostázi organismu. Citlivě reaguje na všechny somatické i psychické aktivity a v koordinaci s endokrinním a imunitním systémem upravuje a koordinuje odpovědi organismu na vnitřní a vnější podněty“.

Aktivita ANS je pod vlivem řady vlivů zevního i vnitřního prostředí. Výsledná reakce ANS je součtem momentálně působících vlivů na terénu, který je již poznamenán jejich předcházejícím působením i působením jiných vlivů. Proto je neustále kolísající aktivita ANS obrazem momentálně působících vlivů a reakce a adaptace na ně i na jiné účinné stimuly působící v minulosti. Pouze tehdy, dojde-li k výrazné změně některého většinou negativně působícího vlivu a k výrazné reakci ANS na něj, změní se aktivita ANS jednoznačně a většinou na delší dobu (Stejskal, 2004, 105).

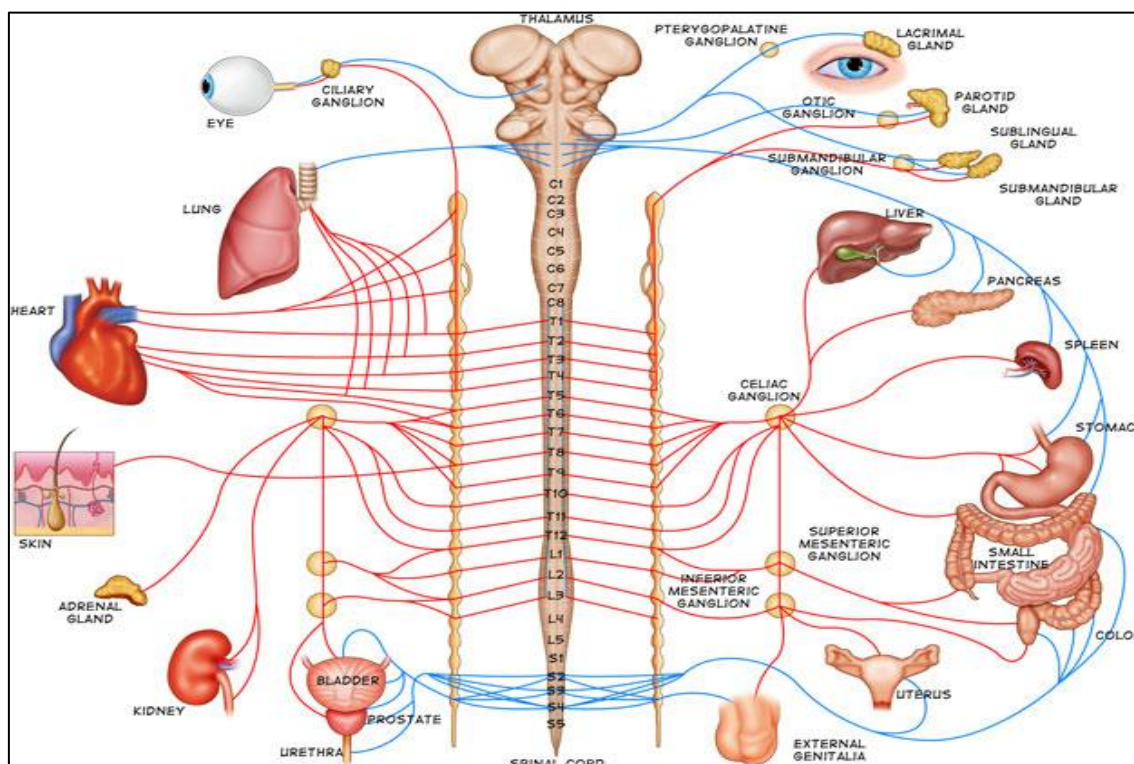
Autonomní nervový systém se skládá z větve sympatiku a větve parasympatiku (vagu). Stimulace sympatiku, vyskytující se v reakci na stres, zátěž či srdeční choroby, způsobují zvýšení srdeční frekvence, která vychází ze sinoatriálního uzlu, jenž je umístěn v pravé síni srdeční a je součástí převodního srdečního systému. Parasympatická činnost, vyplývající zejména z funkcí vnitřních orgánů, naopak snižuje srdeční frekvenci a poskytuje regulační rovnováhu ve fyziologické autonomní funkci (Acharya et al., 2006).

Dřívější poznatky ovlivnily platnost předešlých vyšetřovacích schémat a jejich způsobů hodnocení. Bylo nutno akceptovat skutečnosti, že registrovatelné projevy činnosti ANS již nelze označovat pouze za vlivy sympatiku nebo parasympatiku (resp. vagu), nýbrž je nutno diferencovat mezi odpověďmi pro jednotlivé typy receptorů. V souvislosti s těmito skutečnostmi, kdy se v odlišných situacích různou měrou aktivují jednotlivé typy receptorů ANS, byla odmítnuta koncepce tzv. autonomního tonu. Bylo zjištěno, že v různých částech organismu lze zachytit nestejnou míru aktivace ANS a že tedy nelze

prokázat jednotnou celkovou autonomní aktivitu (Opavský, 2004).

Vegetativní nervový systém se skládá z centrální a periferní části (Obrázek 2). Centrální části (mícha, prodloužená mícha, mezimozek, mozková kůra) představují pro vegetativní funkci různé regulační úrovně. Periferní část tvoří sensorická nervová vlákna přivádějící informace z vnitřního prostředí a orgánů, a pak dráhy směřující k efektorům (Trojan et al., 2003).

Obrázek 2. Autonomní nervový systém



Vysvětlivky: červeně jsou značeny dráhy sympatiku, modře vagu (upraveno dle http://real.eguidelines.co.uk/secure/pharmacology_ans.php)

2.4.1 Centrální část autonomního nervového systému

Činnost sympatiku a parasympatiku je řízena nadřazenými oblastmi centrální nervové soustavy (CNS). K jednoduché reflexní aktivitě dochází již na úrovni míchy, ale složitější vegetativní funkce a řízení jsou ovládány z prodloužené míchy (retikulární formace mozkového kmene) s integrací hypotalamu. Hypotalamus se účastní regulace kardiovaskulárního systému, příjmu potravy a tekutin, teploty, činnosti endokrinních žláz a také se podílí na emočním chování (Rokyta et al., 2000).

Hypotalamus také působí na vegetativní funkce nejen nervovou, ale i humorální cestou, a to prostřednictvím hypofýzy (Trojan et al., 2003).

2.4.2 Periferní část autonomního nervového systému

Periferní část autonomního nervového systému je eferentní a řídí hlavně krevní oběh a činnost vnitřních orgánů. Sympatická vlákna nervového systému začínají v hypotalamu, procházejí míchou a spojují se v pregangliová vlákna. Z míchy vstupují do řetězce ganglií (sympatický kmen), uložených podél páteře, odkud vychází postgangliová vlákna do cílových orgánů. Elektrický podnět se šíří podél postgangliových vláken na nervová zakončení, kde uvolní chemické látky, které podráždí receptory pro vlastní odpověď cílových buněk (Kolář et al., 2003).

Parasympatická vlákna začínají ve specifických oblastech při jádrech některých hlavových nervů. Ganglia parasympatiku jsou uložena až v těsné blízkosti nervovaného orgánu (Trojan et al., 2003). Převod vzruchu z nervového parasympatického vlákna se uskutečňuje podobně jako v případě sympatiku.

2.4.3 Adaptace autonomního nervového systému na tréninkovou zátěž

Charakteristickou adaptační změnou, která vzniká při pravidelném, především vytrvalostním tréninku, je posun vegetativní rovnováhy na stranu parasympatiku. Tento stav se označuje pojmem vegetativní vagotonie. Typickými ukazateli vegetativní vagotonie jsou pokles klidové tepové frekvence, krevního tlaku a snížení frekvence dýchání. Zvyšuje se tak funkční rezerva jednotlivých orgánů na jejich stimulaci sympatikem. Převaha parasympatiku vede prostřednictvím trofického vlivu i k rychlejšímu zotavení po tělesném zatížení. Osoby s převahou parasympatiku se vyznačují také vyšší odolností proti únavě, což je předpokladem vyšší tělesné výkonnosti a případně i lepší psychické pohody. Další charakteristickým ukazatelem autonomního nervového systému u trénovaných jedinců je jeho méně výrazná sympatikotonická reakce na stresogenní psychické stimuly. Fyziologické reakce jednotlivých systémů organismu, především krevního oběhu a dýchání na stejně intenzivní podněty jsou u adaptovaného jedince méně výrazné. V takových situacích se poté snižuje i potenciální riziko neadekvátních fyziologických reakcí. Adaptace autonomního systému takto vytváří předpoklady na efektivnější regulaci vnitřních orgánů a tím se významně podílí na jejich činnosti při tělesném zatížení i v klidu (Hamar & Lipková, 2001).

V průběhu tréninku a v následném zotavení, jsou řízeny a kontrolovány změny pomocí dynamicky se měnící aktivity obou větví jak sympatiku, tak i parasympatiku. V průběhu tréninku dochází k vychýlení aktivity ANS směrem k sympatiku, zatímco v

průběhu regenerace se tato nerovnováha upravuje a v případě superkompenzace dochází naopak ke zvýšení aktivity parasympatiku (vagu) (Jakubec et al., 2005).

2.4.4 Autonomní nervový systém a sportovní trénink

Schopnost podat optimální fyzický výkon je poměrně těsně závislá na funkčním stavu autonomního nervového systému. Vysoká a vyrovnaná aktivita obou větví dává předpoklad dobrého využití fyzických a psychických schopností, které se projeví optimální reakcí na zatížení, dobrou trénovaností a optimální sportovní výkonností. Naopak dlouhodobá výrazná dysbalance mezi sympatikem a vagem, jejíž příčinou je redukováná aktivita jedné z větví autonomního nervového systému, má za následek zhoršení reaktibility i schopnosti adaptace, snížení trénovatelnosti a pokles sportovní výkonnosti.

V tomto smyslu je dominantní dynamika aktivity vagu, jejíž pokles je nejčastější způsob reakce autonomního nervového systému na dlouhodobě působící negativní vlivy; převaha sympatiku je za těchto podmínek sekundární. S takovým funkčním stavem autonomního nervového systému se setkáváme u řady chronických onemocnění, kdy autonomní dysfunkce je sekundární reakcí na poškození některého systému (např. infarkt myokardu nebo diabetes mellitus). U sportovců nacházíme tento typ nerovnováhy tehdy, jestliže intenzita a objem předcházejícího tréninku přesáhly momentální adaptační dispozice sportovce. Tato adaptační kapacita je nejen výsledkem aktuálního funkčního stavu jednotlivých limitujících systémů (např. pohybového, kardiopulmonálního a metabolického) a jejich vzájemné koordinace, ale i stavu centrálního nervového systému a vegetativního ladění organismu. Proto použití stejné tréninkové kvantity i kvality může vyvolat u stejného sportovce naprosto odlišné reakce – jednou dojde k poklesu aktivity vagu, jindy se aktivita vagu nezmění nebo dokonce se zvýší. Proto dlouhodobé plánování kvality tréninku dopředu, které je založené na empirii trenéra a sportovce, je spojeno stejně s rizikem překročení momentální tréninkové kapacity jako s jejím nedostatečným využíváním (Stejskal, 2004, 110).

2.4.5 Adaptace kardiovaskulární soustavy na tréninkovou zátěž

Funkční zdatnost kardiovaskulárního systému u většiny lidí limituje dodávka kyslíku, který může organismus využít při aerobním uvolňování energie, a tak nepřímo ovlivňuje vytrvalostní výkonnost. Pravidelné vytrvalostní zatížení tedy představuje stimul,

který podle zákona adaptace vede k funkčním a morfologickým změnám směřujícím k optimalizaci a ke zvýšení celkové transportní kapacity kardiovaskulárního systému. Adaptační změny se týkají prakticky jeho hlavních složek, tj. srdce a periferní cirkulace. Na celkových funkčních změnách orgánů krevního oběhu se však významnou mírou podílejí i mechanismy neurohumorální regulace (Hamar & Lipková, 2001).

Kardiovaskulární systém je většinou řízen autonomní regulací drah, sympatiku a parasympatiku, autonomního nervového systému. Dlouhodobý vytrvalostní trénink výrazně ovlivňuje autonomní nervový systém řídící funkci srdce. Tréninková zátěž zvyšuje činnost parasympatiku a snižuje aktivitu sympatiku v srdci člověka v klidu. Tyto dva tréninkem vyvolané efekty snižují klidovou tepovou frekvenci sportovce. Dlouhodobý trénink také snižuje srdeční frekvenci u submaximálních cvičení vlivem snížené aktivity sympatiku. Fyziologické stárnutí je spojeno se snížením činnosti parasympatické větve. Tento pokles parasympatické aktivity je možné snížit pravidelnou aerobní aktivitou. Výzkumy prokazují, že ženy mají zvýšenou parasympatickou a sníženou sympatickou aktivitu působící na činnost srdce. Tyto specifické rozdíly pravděpodobně přispívají ke snížení rizik kardiovaskulárního onemocnění a k dlouhověkosti pozorované především u žen (Carter, Banister & Blaber, 2003).

Charakteristickým znakem trénovaného srdce je nejen vyšší systolický objem v klidu, ale především schopnost jeho výraznějšího zvýšení při tělesném zatížení. Když netréované srdce při intenzivní svalové práci zvyšuje systolický objem ze 70 ml na 100 ml, adaptované srdce trénovaného vytrvalce pak ze 100 ml až na 200 ml. Znamená to, že při maximální frekvenci, např. $200 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$ je netréované srdce schopné přecerpat 20 $\text{litrů} \cdot \text{min}^{-1}$ a trénované až 40 $\text{litrů} \cdot \text{min}^{-1}$. Adaptované srdce může tedy lépe zásobovat svalová vlákna kyslíkem a tím jim umožnit pracovat vyšší intenzitou. V případě běhu to značí schopnost běžet vyšší rychlostí, a tak dosáhnout lepšího vytrvalostního výkonu. Na zvýšení systolického objemu vlivem vytrvalostního tréninku se podílí dva hlavní mechanismy. První spočívá v mírném nárůstu celkového množství objemu cirkulující krve. Takto se v klidu i při tělesném zatížení zvyšuje návrat žilní krve, což vede k vyššímu plnění srdečních komor na konci diastoly. Druhým mechanismem, který podmiňuje zvýšení systolického objemu a snížení tepové frekvence, představuje fyziologické zvětšení srdce (Hamar & Lipková, 2001).

2.5 Řízení srdeční činnosti

Hlavním cílem srdeční činnosti je udržení odpovídajícího srdečního výdeje v reakci na aktuální metabolické nároky organismu. Velikost srdečního výdeje určuje velikost systolického objemu a frekvence srdečních stahů (Rokyta et al., 2000).

Přirozeným udavatelem srdečního rytmu je srdeční pacemaker zvaný Sino-atriální (SA) uzel, který frekvencí svých vzruchů určuje frekvenci srdečních stahů. Impulsy vycházející ze SA uzlu jsou vedeny síňovými drahami, Arterio-venozním uzlem a tzv. Hisovým svazkem na obě Tawarova raménka a cestou Purkyňova systému ke komorovému svaly. Na udržování průměrné frekvence srdce se podílejí především inervace srdce, humorální vlivy a především tonus autonomních nervů (Ganong, 2005).

2.5.1 Reakce kardiovaskulární soustavy na tréninkovou zátěž

Kardiovaskulární reakce na akutní zátěž zahrnuje odezvu centrálních a lokálních činitelů. K centrálním faktorům patří: centrální řízení, reakce baroreceptorů a reakce na zpětnou vazbu z kontrahujících svalů. Centrální řízení zahájí činnost větve sympatiku, čímž se zvýší srdeční frekvence, zvýší se kontraktilní síla srdce a nastane periferní vazokonstrikce. Centrální řízení také iniciuje reakci baroreceptoru na vyšší krevní tlak. Reflex arteriálních baroreceptorů udržuje oběhovou homeostázu díky rychlé reakci na jakoukoliv změnu arteriálního krevního tlaku. Stimulace baroreceptorů vede ke zvýšení eferentní srdeční parasympatické aktivity a snížení sympatické aktivity. Nárůst frekvence impulsů v baroreceptorech inhibuje vazokonstrikci a výsledkem je vazodilatace cév a následné snížení krevního tlaku. Odezva kardiovaskulární soustavy je aktivována také intramuskulárně (informace o délce a napětí svalu) a pomocí chemoreceptorů (produkty metabolismu) v reakci na svalovou kontrakci. Impulzy ze svalových receptorů putují centrálně prostřednictvím aferentních vláken. Eferentní vlákna jsou vlákna větve sympatiku a inervují také srdce a periferní cévy (Carter, Banister, & Blaber, 2003).

2.6 Variabilita srdeční frekvence

I když je srdeční frekvence relativně stabilní, mohou se její R-R intervaly zachycené na EKG výrazně lišit. Změny v po sobě jdoucích R-R intervalech je možné interpretovat jako index autonomní reakce organismu (Achten & Jeukendrup, 2003).

Označení variabilita srdeční frekvence se používá pro oscilaci intervalů mezi po sobě následujícími srdečními stahy. Velikost oscilace R-R intervalů poukazuje na míru, s jakou je srdce a jeho převodní systém schopno reagovat na změny ve vnitřním a vnějším

prostředí. Přejít frekvenčního pásma srdečního cyklu koresponduje s aktivitou sympatického a parasympatického systému a jejich vzájemným poměrem aktivity. Srdeční frekvence je za fyziologických podmínek kontrolována sinoatriálním uzlem a modifikována hlavně ANS a dalšími centrálními a periferními oscilátory (Stejskal & Salinger, 1996).

První zmínku o klinické aplikaci variability srdeční frekvence (HRV) nacházíme v práci Hona a Leeho z roku 1965, kteří zjistili, že při určitém nebezpečí poškození plodu předcházely změny variability ještě před očekávanými změnami tepové frekvence. V roce 1981 bylo použito první kvantitativní hodnocení kardiovaskulární regulace metodu spektrální analýzy HRV (Task Force, 1996).

Oddělené rytmické podíly vegetativních funkcí sympatiku a parasympatiku modulují RR intervaly z QRS komplexu v elektrokardiogramu (EKG), v různých frekvencích. Aktivita sympatiku je spojena s nízkou frekvencí (0,04 – 0,15 Hz), zatímco činnost vagu je spojena s vyšší frekvencí (0,15 – 0,4 Hz) v modulaci srdeční frekvence. Rozdíl v kmitočtových pásmech umožňuje oddělit podílové části sympatiku a vagu (Acharya et al., 2006).

Po úspěšném využití monitorování variability srdeční frekvence v medicínských oborech (kardiologie, diabetologie) došlo k uplatnění i v zátěžové a sportovní medicíně. Především se využívá při hodnocení úrovně adaptace organismu na tělesné zatížení, k řízení a individuální optimalizaci sportovního tréninku (Stejskal, 2007).

Monitorování variability srdeční frekvence je v poslední době považováno za nadějnou metodu sledování funkcí autonomního vegetativního systému. Jedním z velmi sledovaných a diskutovaných problémů, vyskytujících se aktuálně v prostředí vrcholového sportu, ve většině sportovních odvětví, je otázka proporcionality mezi tréninkovou zátěží a následnou regenerační fází. V důsledku neustálého růstu nároků na zvyšování výkonnosti dnešních vrcholových sportovců, dochází stále častěji k porušování této rovnováhy nadměrným zatěžováním jedince. To je často doprovázeno redukcí sportovní výkonnosti (Šlachta, Stejskal & Elfmark, 2004).

2.6.1 Spektrální analýza

Analýza variability srdeční frekvence slouží k posouzení celkového stavu autonomního nervového systému, který je zodpovědný za regulaci srdeční činnosti (Acharya et al., 2006).

Metoda spektrální analýzy variability srdeční frekvence (SA HRV) monitoruje

časové rozdíly mezi po sobě následujícími srdečními stahy (R-R). Tyto stahy jsou transformovány do frekvenčních hodnot, čímž získáme výkonové spektrum, které obsahuje frekvenčně specifické oscilace. Především tak jde o neinvazní metodu umožňující kvantifikovat aktivitu ANS registrováním činnosti vagu i hodnocením sympatovagové balance (Stejskal & Salinger, 1996).

SA HRV využívá buď parametrické metody (autoregresivní metoda - AR) nebo neparametrické metody (rychlá Fourierova transformace - FFT), obě tyto používané metody poskytují srovnatelné výsledky (Salinger et al., 1998; Task Force, 1996). Rychlá Fourierova transformace rozkládá vstupní signál na součet periodických funkcí o různé frekvenci, amplitudě a fázi. Autoregresivní metoda srovnává aktuální hodnoty signálu a metody periodicky zpožděné (Salinger et al., 1998).

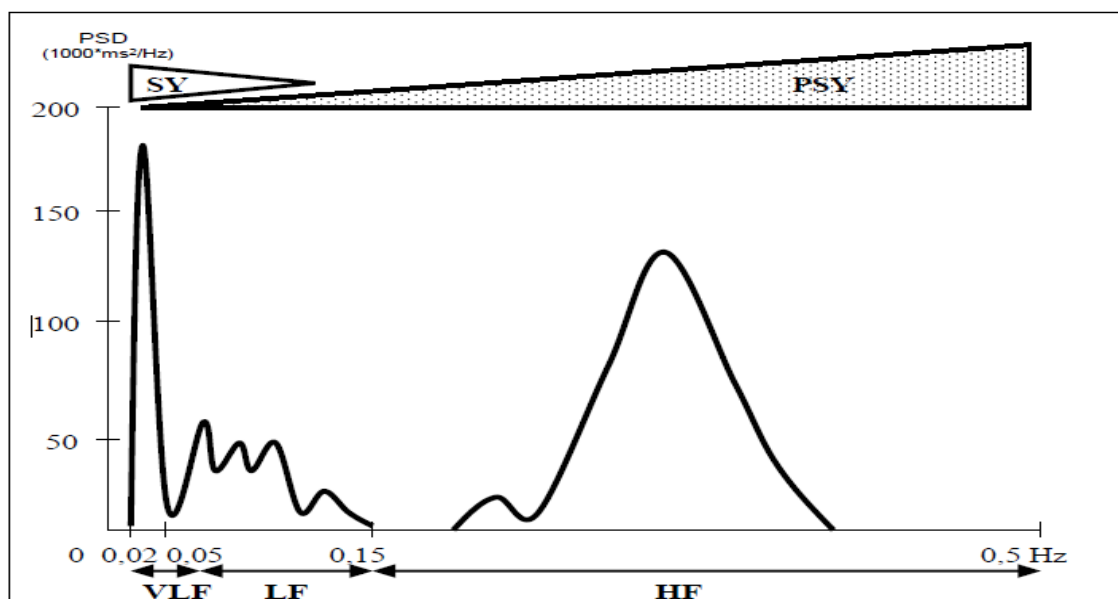
Ve frekvenční analýze je řada R-R intervalů převedena do spektrálního obrazu v rozmezí 0,02-0,5 Hz (to znamená 0,5-30 periodických změn za minutu). Analýza krátkodobého záznamu (5 minut respektive 300 tepů) lze rozdělit na tři hlavní spektrální komponenty (Obrázek 3):

VLF (very low frequency) – velmi nízká frekvence v rozsahu od 0,02 do 0,05 Hz,

LF (low frequency) – nízká frekvence v rozsahu od 0,05 do 0,15 Hz,

HF (high frequency) – vysoká frekvence v rozsahu od 0,15 do 0,5 Hz.

Obrázek 3. Spektrální obraz HRV krátkodobého záznamu SA HRV



Vysvětlivky: SY – větev sympatiku; PSY – větev parasympatiku; VLF – velmi nízká frekvence; LF – nízká frekvence; HF – vysoká frekvence

2.6.2 Hlavní spektrální komponenty SA HRV

- HF (high frequency; 0,15 - 0,5 Hz)

Komponenta HF koresponduje s periodicitou dýchání i s tónem vagu. Je tedy ukazatelem parasympatické aktivity a bývá nazývána jako „respirační vlna“. Velikost HF se zvyšuje se zvyšujícím se dechovým objemem, ale při zvyšující se frekvenci dýchání se redukuje, čím dýchání přímo ovlivňuje výkonové spektrum HRV.

- LF (low frequency; 0,05 - 0,15 Hz)

Komponenta je nejvíce ovlivněna baroreflexní sympatickou aktivitou a koresponduje s pomalými změnami variability krevního tlaku. Často je označována jako „Mayerova tlaková vlna“. Podle mnohých autorů ji nelze považovat za celkového ukazatele sympatiku, protože složka LF odráží jak sympatickou, tak i vagovou aktivitu (Stejskal et al., 2001; Task Force, 1996).

- VLF (very low frequency; 0,02 - 0,05 Hz)

Výkon komponenty bývá vztahován k termoregulační aktivitě cév, k hladině cirkulujících katecholaminů a k oscilacím renin-angiotenzinového systému. Výsledky mnoha studií poukazují na důležitou roli při hodnocení vlivu věku, tělesné práce a v průběhu zotavení na HRV (Stejskal & Salinger, 1996).

2.7 Hodnocení vnímané únavy

Podle Borga (1985) má člověk velmi dobře vyvinutou kapacitu hodnotit úroveň námahy. Přidružené psychické pocity poskytují důležitou informaci, která je určující pro pocit dobrého bytí nebo nebezpečí hrozícího jedinci. Vnímání námahy je druh chování, které využívá všechny zdroje informací, jež se podílejí na řízení pohybové aktivity, přinášející zdravotní benefity a následné adaptační změny.

Výsledky výzkumů prokazují, že hodnocení vnímané únavy je pro preskripci intensity zátěže srovnatelné s analýzou laktátu z krve (Steed, Gaesser, & Wellman, 1993).

Oblast psychofyziologie - vnímání námahy, částečně zasahující do vědecké sféry, která se zabývá měřením smyslového vnímání. Hlavními podoblastmi vnímání námahy jsou detekce, identifikace, rozlišování a škálování, přičemž právě škálování je pro vnímání únavy nejpodstatnější. Koncept vnímané námahy byl zaveden na konci 50. let 20. století,

společně s metodami celkového vnímání únavy, lokální únavy, dušnosti a brzy na ně navázaly vědecké a klinické studie, sportovní tematika a ergonomické aplikace. Zkoumání únavy a námahy jen z fyziologické perspektivy je nedostatečné. Pojem únava či námaha je spojen s intenzitou činnosti, která může být definována a hodnocena několika způsoby. Jedním ze způsobů je hodnocení fyzického zatížení definováno vynaloženou silou, prací a energií, rychlostí, apod. Další interpretace může vycházet z fyziologických hodnot, jako jsou $VO_2\text{max}$ či srdeční frekvence. Třetí možností, jak hodnotit intenzitu únavy je, z hlediska hodnocení subjektivního vnímání, vnímání samotného subjektu. Poslední metoda nám dává možnost toto hodnocení individualizovat (Borg, 1998).

Nejpoužívanějším nástrojem pro subjektivní měření vnímané námahy nebo intenzity tréninku je Borgova škála vnímané námahy. Výzkumy zaměřené na tuto škálu byly v poslední době zaměřeny na vztah (korelaci) s různými fyziologickými parametry (např. srdeční frekvence či koncentrace krevního laktátu) a psychologickými parametry a dispozicemi (typy osobností). Je prokázán empirický vztah mezi Borgovou škálou a pozorovanými parametry, které přímo odrážejí na intenzitě zátěže (např. $VO_{2\text{max}}$, ventilace, atd.) (Chen, Fan & Moe, 2002).

2.7.1 Psychosociální mediátory vnímané námahy

Podle Morgana (2001) určité psychologické a sociální faktory (Tabulka 1) systematicky ovlivňují subjektivní vnímání vynaloženého úsilí či únavy.

Tabulka 1. Psychosociální mediátory vnímané námahy

Klasifikace	Faktory
Emoce nebo nálada	Úzkost, deprese, extroverze, neuroticismus
Kognitivní funkce	Disociace, sebehodnocení, typ osobnosti,
Procesy vnímání	Odolnosti proti bolesti, somatické vnímání
Sociální a situační nastavení	Hudba, pohlaví

(Upraveno dle Morgana, 2001)

Vnímání vynaloženého úsilí je komplexem psychických procesů, které zpracovávají množství příznaků námahy. Jedním z nejvýraznějšího příznakem intolerance k námaze je únava (Robertson, 2004).

Mnozí sportovní vědci jsou toho názoru, že fyzická zátěž nezahrnuje žádné psychické faktory. Kladou důraz pouze na měření fyziologických parametrů výkonu a pouze takto se snaží porozumět odezvě na zátěž. Avšak fyzické zatížení nikdy není čistě

mechanickou fyziologickou reakcí (Borg, 1985).

Řídit se při výkonu pohybových aktivit (při cvičení, trénování) jen podle srdeční frekvence je nebezpečné. Vnitřní pociťované bolesti a napětí jsou velmi významnými indikátory skutečného stupně vynakládané námahy. Rigidní setrvávání na „objektivních“ fyziologických mírách může vést k velkým omylům při interpretaci i předepisování dávek pohybového zatížení. V mnoha případech jsou psychické složky reakce na pohybové zatížení spolehlivější a relevantnější než fyziologické míry. Bylo to např. dokázáno v případech dlouhodobého zatížení pohybovými aktivitami při určování raných příznaků přetrénování a špatné adaptace (Borg, 1985).

3 CÍLE A HYPOTÉZY

Hlavním cílem diplomové práce je analyzovat změny v aktivitě autonomního nervového systému v týdenním mikrocyklu letního přípravného období u prvoligových fotbalistů

Dílčí cíle:

1. Analyzovat změny v aktivitě autonomního nervového systému vyvolané tréninkovými podněty u jednotlivých hráčů.
2. Analyzovat změny v aktivitě autonomního nervového systému vyvolané tréninkovými podněty v rámci herních pozic a celého mužstva.
3. Porovnat aerobní zdatnost a aktivitu ANS u jednotlivých hráčů.
4. Porovnat úroveň subjektivně vnímaného tréninkového zatížení hráči s odhadem trenéra a skutečnou zátěží.

Hypotézy:

H₀: Mezi po sobě následujícími dny se aktivita ANS v rámci celého mužstva neliší.

Komentář k H₀:

Aktivita ANS je reprezentována komplexním indexem celkového skóre (CS).

Výzkumné otázky:

1. Jaké změny v aktivitě ANS nastaly v průběhu měření?
2. Jak může metoda SA HRV pomoci při individualizaci zatížení v kolektivních sportech?
3. Jaká byla dynamika subjektivního hodnocení únavy u hráčů a trenéra?

4 METODIKA

4.1 Charakteristika souboru

Do měření bylo vybráno 10 fotbalistů z prvoligového mužstva České republiky. Pro přehlednost byli hráči rozděleni podle postů A – obránci, B – záložníci a C – útočníci. Všichni zúčastnění hráči podstoupili v minulosti dlouhodobý sportovní trénink, který zaručil adaptaci jejich organismu typickou pro soustavné zatěžování. Tabulka 2 shrnuje jejich vybrané morfologické a Tabulka 3 fyziologické charakteristiky.

Tabulka 2. Základní morfologické parametry hráčů

Jméno	věk [roky]	Výška [cm]	Hmotnost [kg]	BMI [kg.m⁻²]	% tuku
Hráč A1	20,8	185	85	24,78	10,4
Hráč A2	19	177	68	21,61	7,8
Hráč A3	19,3	186	75	21,79	8,1
Hráč B1	22,1	180	72	22,22	11,4
Hráč B2	20,2	170	65	22,32	7,4
Hráč B3	19,9	183	65	19,53	5,5
Hráč C1	20,2	186	85	24,63	11
Hráč C2	20,2	184	76	22,51	7
Hráč C3	24,3	180	86	26,39	13,4
Hráč C4	19,3	187	79	22,73	7,2
N- 10					
Průměr	20,53	181,8	75,6	22,85	8,92
SD	1,59	5,25	8,11	1,94	2,48
Minimum	19	170	65	19,53	5,5
Maximum	24,3	187	86	26,39	13,4

Vysvětlivky: N – počet sportovců; SD – směrodatná odchylka hodnot; BMI – Body Mass Index; A – obránce; B – záložník; C - útočník

Tabulka 3. Základní fyziologické parametry hráčů

Jméno	VO₂max [ml.kg⁻¹.min⁻¹]	TF_k [TF.min⁻¹]	TF_{max} [TF.min⁻¹]	W_{max} [W]	W_{max}/kg [W.Kg⁻¹]	ANP [TF.min⁻¹]
Hráč A1	59	48	180	593	6,9	149,5
Hráč A2		57				
Hráč A3	54,7	38	184	567	7,6	148,4
Hráč B1	64,9	54	180	552	7,6	153
Hráč B2	52,3	52	204	450	6,9	165,9
Hráč B3	58,2	58	189	450	6,9	158,4
Hráč C1	52,9	75	194	593	7	164,4
Hráč C2	57,8	50	200	583	7,6	164,8
Hráč C3	50,1	57	195	539	6,2	159,6
Hráč C4	64,4	57	197	672	8,4	166,8
N- 10						
Průměr	57,14	54,6	191,44	555,44	7,23	158,97
SD	5,18	9,38	8,69	70,55	0,63	7,16
Minimum	50,1	38	180	450	6,2	148,4
Maximum	64,9	75	204	672	8,4	166,8

Vysvětlivky: N – počet sportovců; SD – směrodatná odchylka hodnot; BMI – Body Mass Index; VO₂max – maximální spotřeba kyslíku; TF_k – klidová tepová frekvence; TF_{max} – maximální tepová frekvence; W_{max} – maximální výkon; ANP – anaerobní práh; A – obránce; B – záložník; C - útočník

4.2 Metodika sběru dat

4.2.1 Časové a prostorové vymezení

Do výzkumu byla zahrnuta data získaná z vyšetření z období od 18. června 2010 do 1. července 2010. Všechna vyšetření aktivity ANS byla prováděna v prostorách zázemí prvoligového týmu. Hodnocení Borgovou škálou bylo provedeno trenérem vždy před začátkem a hodnocení hráči bylo provedeno vždy ihned po skončení hlavní části každé sledované tréninkové jednotky. Během těchto tréninkových jednotek bylo také u hráčů prováděno monitorování tepové frekvence. Během celého období výzkumu se metody a použitá technika neměnily, vše probíhalo za standardních podmínek.

4.2.2 Průběh vyšetření

Všichni hráči podstoupili vstupní vyšetření a měření nezávisle na výzkumu. Měření probíhala mezi 8. a 10. hodinou ráno a hodnoty z těchto vyšetření jsou uvedeny v Tabulce

1. Po tomto měření hráči absolvovali přípravné utkání a dva lehké tréninky. Poté následovala série měření pro tuto práci.

Před samotným obdobím výzkumu byli všichni probandi seznámeni s jeho průběhem a patřičně poučeni o negativních vlivech (konzumace alkoholu, zvýšená psychická aktivita, ranní káva či snídane), které mohou negativně ovlivnit výsledky vyšetření.

4.3 Vyšetření aktivity ANS

Vyšetření aktivity ANS probíhalo po celé období vždy po 8. hodině ranní. Ke snímání a vyhodnocení byl použit diagnostický systém VarCor PF7 MULTI, jenž provádí spektrální analýzu variability srdeční frekvence (SA HRV). Systém byl přímo napojen na přenosný laptop a umožnil nám tak snímat až osm probandů zároveň a některá data (funkční věk, celkové skóre) ihned zobrazovat a vyhodnocovat.

Aktivita ANS byla tedy monitorována během standardizovaného ortoklinostatického manévru (leh-stoj-leh). První pozice – leh slouží k ustálení a standardizaci výchozích podmínek měření. Druhá pozice – stoj zaujímá ortostatickou stimulaci sympatiku a poslední pozice – leh vyvolává klinostatickou stimulaci vagu (Salinger et al., 1998).

Při samotném průběhu vyšetření je probandovi připnut vysílač na hrudník a proběhne kontrola spojení vysílače signálu s přijímačem. Poté se proband svévolně umístí do první pozice a po uběhnutí 30-ti sekund se spouští snímání záznamu EKG. Po uplynutí 300 sekund (300 R-R intervalů) v lehu se proband velmi opatrně postaví do druhé pozice, kde se po uplynutí 30-ti sekund spustí další záznam. Po stejném intervalu (300 R-R intervalů) následuje přesun do poslední, třetí pozice a po uplynutí 30-ti sekund se spustí poslední záznam. Po konci posledního záznamu zůstane proband ještě 30 sekund v poslední pozici, poté je informován o konci jeho vyšetření. V průběhu vyšetření byl zajištěn absolutní klid a bylo zamezeno všem rušivým elementům, které by mohly zkreslit výsledky.

4.3.1 Diagnostický systém VarCor PF7 MULTI

Diagnostický systém VarCor PF7 MULTI (Příloha 6), stejně jako jeho starší předchůdci, umožňuje poskytnout neinvazivní hodnocení aktivity ANS. Systém se skládá ze snímací jednotky, telemetrického vysílače a přijímacího modulu. Pro vyhodnocení této aktivity jsou využívány krátkodobé záznamy EKG, které jsou převedeny přes sériový port COM2 do přenosného počítače, který disponuje náležitým softwarem pro okamžité vyhodnocení. EKG signál je snímán pomocí elektrod uvnitř hrudního pásu, který je dále zpracován na rozhraní obsahující zesilovač, aktivní filtr a mikroprocesor pro

digitalizaci odběru signálu (1 kHz). Poté je signál převeden do laptopu, který vyhodnocuje vyšetření, počítá R-R intervaly s přesností na 1 ms, filtruje artefakty a vytváří on-line grafický obraz parametrů výkonové spektrální denzity, EKG signálu a R-R intervalů (Salinger et al., 2004).

4.3.2 Výpočet parametrů SA HRV

Výstupem vyšetřovací metody v polohách LEH-STOJ-LEH (Příloha 7) je prostorové zobrazení dynamiky aktivity ANS během měření (Příloha 8). Pro výpočet parametrů SA HRV se používá metody rychlé Fourierova transformace (FFT) s částečně upraveným algoritmem CGSA (Course Graining Spectral Analysis) (Yamamoto & Hughson, 1991). Fluktuace frekvenčního byly definovány v rozsahu od 20 do 500 mHz do jednotlivých komponent takto:

- VLF (very low frequency) – velmi pomalá frekvence v rozsahu od 20 do 50 mHz,
- LF (low frequency) – pomalá frekvence v rozsahu od 50 do 150 mHz,
- HF (high frequency) – vysoká frekvence v rozsahu od 150 do 500 mHz (Salinger et al., 1994).

V předkládané práci byly zpracovány a posuzovány pouze komplexní věkově standardizované indexy SA HRV.

4.3.3 Komplexní věkově standardizované ukazatele HRV

K hodnocení krátkodobého záznamu HRV byly využity komplexní indexy (Stejskal, Šlachta, Elfmark, Salinger, & Gaul-Aláčová, 2002). Věkově závislé ukazatele získané ze stoje a druhého lehu ortoklonostatického manévru byly rozděleny na základě faktorové analýzy do pěti faktorů (Tabulka 3). U každého faktoru byl zvolen na základě korelačního koeficientu daného ukazatele a kalendářního věku „reprezentant“ faktoru. Parametry % HF v lehu, R-R a LF/HF ve stoji byly svým vztahem na věk nezávislé (Stejskal, Šlachta, Elfmark, Salinger, & Gaul-Aláčová, 2002).

Tabulka 3. Ukazatele se stejným průběhem závislosti na věku

Faktor	Ukazatele
F1	<u>L CCVHF</u> a L P _T , L P _{HF}
F2	<u>S CCVLF</u> a S P _T , S P _{LF}
F3	<u>S CCVHF</u> a S P _{HF} , S %HF
F4	L LF/HF a L %LF
F3	<u>L VLF/HF</u> a L %VLF, L VLF/LF

Vysvětlivky: podtrženy jsou ukazatele s největší komunalitou - „reprezentanti faktorů“; L – lehu; S – stoj; CCV – koeficient variace ukazatele; P_T – celkový spektrální výkon; P_{HF} – výkon komponenty HF; P_{LF} – výkon komponenty LF; (upraveno podle Stejskala, 2004).

Následně byly věkově závislé ukazatele rozděleny do čtyř skupin (S1-S4):

- S1 – v lehu, descendentní průběh (F1+%HF v lehu);
- S2 – po ortostatické stimulaci, descendentní průběh (F2+F3);
- S3 – v lehu, ascendentní průběh (F4+F5);
- S4 – po ortostatické stimulaci, ascendentní průběh (interval R–R ve stoji a LF/HF ve stoji) (Stejskal, Šlachta, Elfmark, Salinger, & Gaul-Aláčová, 2002).

Komplexní index vagové aktivity (VA) byl získán sloučením ukazatelů S1 a S2, který v sobě sdružuje faktory a ukazatele, jejichž hodnota má klesající tendenci s rostoucím věkem a se zvyšující se intenzitou zatížení (F1, F2, F3 a %HF v lehu). Komplexní index sympatovagové balance (SVB) vznikl sloučením ukazatelů S3 a S4, který reprezentuje faktory a ukazatele, jejichž hodnota se s věkem a zvyšující se intenzitou zatížení zvyšuje. Ukazatel celkového skóre HRV (CS) je získán sdružením VA a SVB. Celkový spektrální výkon (P_T) zahrnuje výkon jednotlivých komponent P_{VLF}, P_{LF}, P_{HF}, %HF (Stejskal, Šlachta, Elfmark, Salinger, & Gaul-Aláčová, 2002).

Hodnoty komplexních ukazatelů jsou vyjádřeny na bodech v rozsahu od -5 do +5. Normální fyziologické hodnoty CS se pohybují od -1,5 do +1,5 bodu. Normální hodnoty komplexních indexů VA a SVB jsou v rozmezí od -2 do +2 bodů a normální hodnota věkově závislého ukazatele P_T se pohybuje v rozmezí od -2,5 do +2,5 bodu. Obecně platí, že čím vyšší je bodová hodnota toho kterého ukazatele, tím výhodnější je ladění ANS; vysoká hodnota SVB tedy svědčí o převaze vagu nad sympatikem (Stejskal, 2004).

Těsnost statisticky významné závislosti jednotlivých faktorů nebo samostatných ukazatelů na věku se výrazně liší. Proto byla každému parametru na základě jeho korelace s věkem přiřazena váha (Tabulka 4). Váha byla vypočítána na základě hodnoty korelačního koeficientu faktoru nebo ukazatele s věkem (Stejskal, 2004).

Tabulka 4. Váha jednotlivých věkově závislých ukazatelů při jejich sdružování do komplexních ukazatelů (VA a SVB)

Ukazatel	r	α	Váhy
L CCVHF	-0.4994	$p < 0,001$	100
L VLF/HF	0.4934	$p < 0,001$	99
S CCVHF	-0.4466	$p < 0,001$	88
L %HF	-0.4017	$p < 0,001$	77
S CCVLF	-0.3958	$p < 0,001$	76
L LF/HF	0.3616	$p < 0,001$	68
SRR	0.3272	$p < 0,001$	60
S LF/HF	0.2863	$p < 0,001$	5

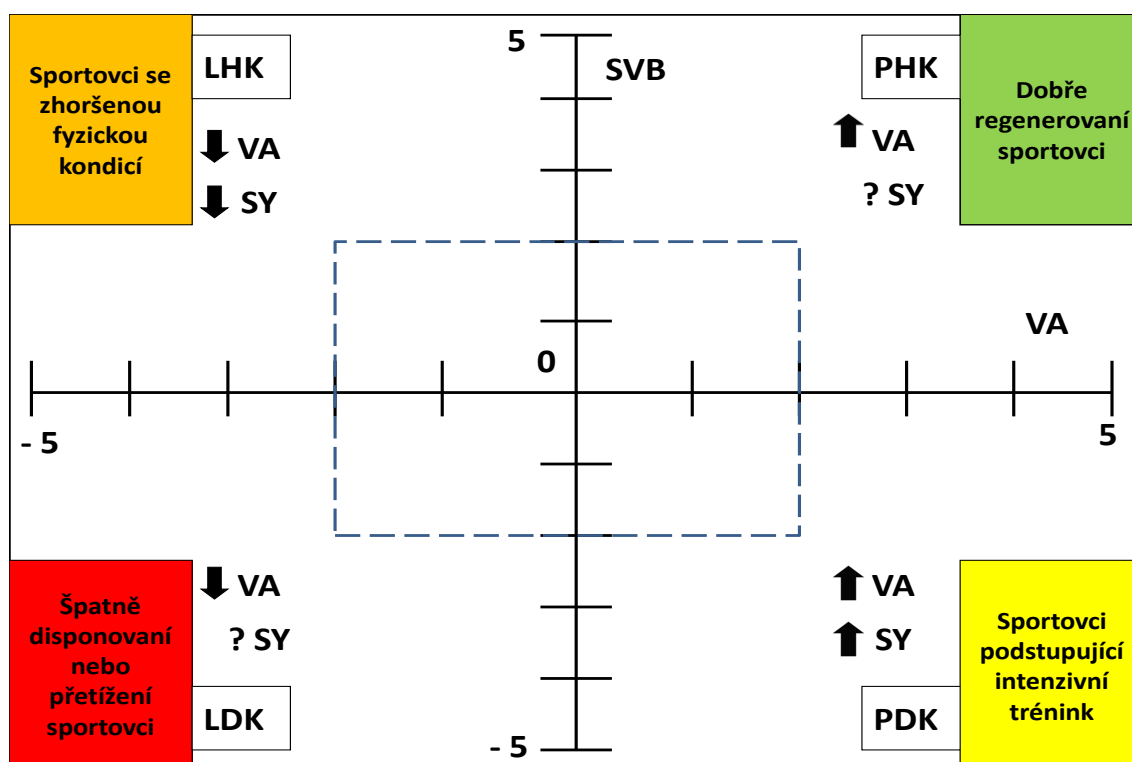
Vysvětlivky: r – korelační koeficient; α – hladina statistické významnosti (upraveno podle Stejskala, 2004)

4.3.4 Hodnocení vzájemného vztahu VA a SVB pomocí křížového grafu

Pro snadnější vyhodnocení změn aktivity jednotlivých větví autonomního nervového systému volíme grafické znázornění průsečíků VA a SVB na dvou na sobě kolmých osách (hodnoty VA nanášíme na horizontální osu, hodnoty SVB na vertikální osu) se škálami od -5,0 do + 5,0 bodů (Obrázek 3). Normální (fyziologické) hodnoty průsečíků jsou ohraničeny hodnotami -2,0 a + 2,0 bodů na obou osách.

Aktivita ANS mužstva a jednotlivých postů byla hodnocena indexem celkového skóre (CS), které sdružuje věkově závislé ukazatele VA a SVB a jehož fyziologická hodnota je od -1,5 do 1,5 bodu (Stejskal, 2004).

Obrázek 4 - Křížový graf indexů sympatovagové rovnováhy (SVB) a vagové aktivity (VA)



Vysvětlivky: VA – vagus; SY – sympatikus; LHK – levý horní kvadrant; PHK – pravý horní kvadrant; LDK – levý dolní kvadrant; PDK – pravý dolní kvadrant; (upraveno podle Stejskala, 2004)

Celý prostor grafu je rozdělen do čtyř kvadrantů:

Pravý horní kvadrant (PHK) je vymezen pro kladné hodnoty VA a SVB a odpovídá i kladným hodnotám CS. V PHK se nacházejí nejčastěji průsečíky zdravých a dostatečně regenerovaných osob s normální nebo zvýšenou hodnotou P_T . Jednoznačně interpretujeme pouze aktivitu vagu, k aktivitě sympatiku se vyjádřit nemůžeme.

V pravém dolním kvadrantu (PDK) nacházíme průsečíky kladných hodnot VA a negativních hodnot SVB. Při tomto rozložení můžeme hodnotit aktivitu vagu i sympatiku (vysoká aktivita vagu, ještě vyšší aktivita sympatiku). Hodnoty P_T jsou ze všech čtyř kvadrantů nejvyšší. V PDK se nacházejí nejčastěji hodnoty VA a SVB dobře trénovaných a zdravých sportovců ve fázi intenzivního (supramaximálního) tréninku.

V levém horním kvadrantu (LHK) nacházíme nejčastěji průsečíky VA (negativní hodnoty) a SVB (pozitivní hodnoty) nemocných osob a osob ve špatné

tělesné a duševní kondici. LHK má nejnižší hodnoty P_T a umožňuje interpretaci aktivity obou větví ANS (nízká aktivita vagu, ještě nižší aktivita sympatiku).

Při pozici průsečíků v levém dolním kvadrantu (LDK) převažuje aktivita sympatiku; vzhledem k nízké aktivitě vagu však interpretace sympatiku není možná. V tomto kvadrantu se nachází průsečíky VA a SVB nemocných a nedostatečně regenerovaných osob. Do LDK se v iniciační fázi přetrénování většinou stěhují průsečíky VA a SVB z PDK (Stejskal, 2004, 111).

4.4 Hodnocení vnímané únavy

Samotnému hodnocení předcházely přesně dané instrukce jak hodnotit (Příloha 3). Hodnocení předpokládaného zatížení trenérem pomocí Borgovy škály poté probíhalo vždy před jednotlivou tréninkovou jednotkou, tedy dvakrát denně. Hráči hodnotili vnímanou únavu ihned po skončení hlavní části tréninkové jednotky, také dvakrát denně. Hodnocení trenérem a hráči probíhalo dle předem připravené škály (Příloha 4 a 5) a hodnotící pouze udali číslo odpovídající jejich pocitu. Do grafu byly pak obě škály přepočítány a doplněny o průměrné tepové frekvence jednotlivých hráčů z hlavních částí tréninkových jednotek.

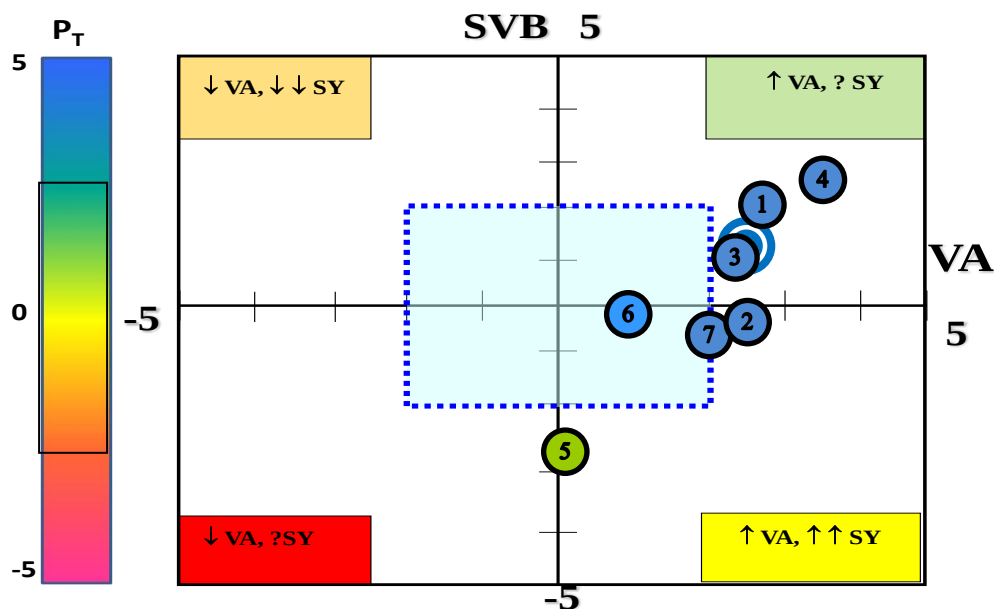
4.5 Statistické zpracování dat

Hodnoty komplexních ukazatelů jsou vyjádřeny v bodech (ve formátu matice dat), což umožňuje statistické zpracování dat prostřednictvím počítačového software MS Excel 2007. Vzhledem k malé velikosti souboru nebyla provedena žádná korelační analýza. Pro porovnání parametrů mezi komplexními ukazateli byla použita jednofaktorová ANOVA a Wilcoxonův párový test a nebyly zjištěny žádné statisticky významné korelace. Morfologické a fyziologické ukazatele jsou uvedeny i ve formě základních statistických charakteristik – aritmetický průměr, směrodatná odchylka, maximální a minimální hodnota.

5 VÝSLEDKY

5.1 Aktivita ANS u jednotlivých hráčů

Obrázek 5. Dynamika aktivity ANS u hráče A3

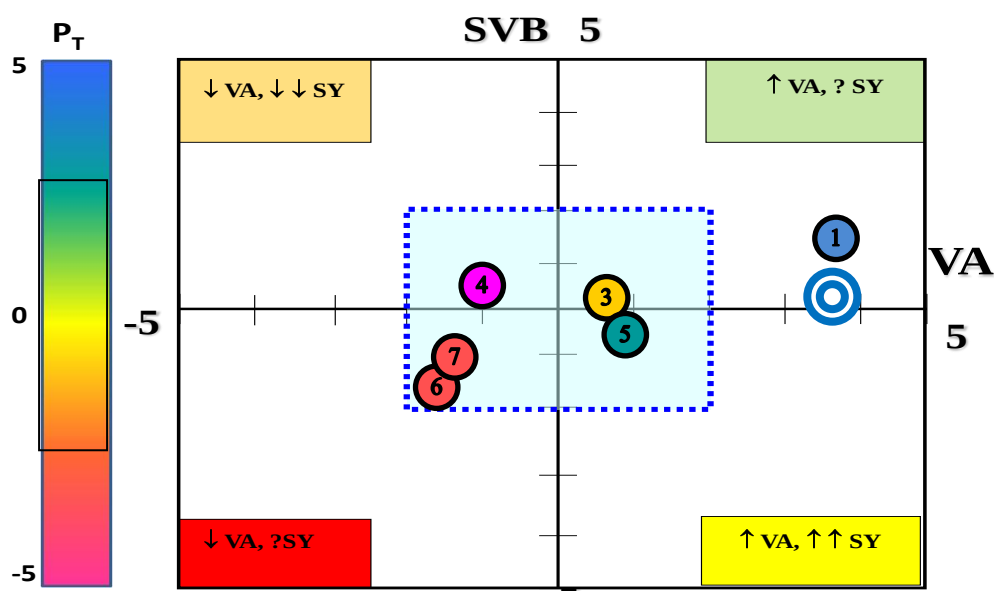


Vysvětlivky: SVB – sympatovagová balance; VA – vagotonie; SY – sympatikus, P_T – celkový spektrální výkon, 1 – 22.6.; 2 – 23.6.; 3 – 24.6.; 4 – 25.6.; 5 – 28.6.; 6 – 29.6.; 7 – 1.7.; - vstupní vyšetření

Hráč A3 podstoupil vstupní vyšetření, které ukázalo, že stav jeho organismu před začátkem přípravného období je na vynikající úrovni. Hodnoty poukazují na zcela zregenerovaného jedince schopného podstoupit vysoce intenzivní trénink. Měření č. 1 neprokázalo žádný negativní dopad přípravného utkání a dvou tréninků na stav organismu. Objektivně je však nutné dodat, že nevíme kolik hráč v utkání odehrál minut a v jaké intenzitě byly tréninky vedeny. Stejně tak tomu bylo i u dalších níže popisovaných hráčů. U měření č. 2 vidíme posun SVB do záporné hodnoty, což značí podstupující intenzivní trénink. Vzhledem k hodnotě P_T však není potřeba věnovat tomuto posunu zvláštní pozornost. Měření č. 3 ukazuje hodnoty podobné hodnotám vstupního měření, hodnota P_T je opět na vysoké úrovni. Následné měření č. 4 překvapivě definovalo hráčův organismus jako perfektně regenerovaný, což je v návaznosti na předešlý trénink překvapivé, hodnota P_T stále prokazuje vysokou úroveň. Jeden den po tomto měření následovalo přípravné utkání. Nevíme kolik času a v jaké intenzitě hráč odehrál. Následoval den volna. Po volném dni přišlo na řadu měření č. 5, které odhalilo výraznější záporné hodnoty SVB

poukazující na podstupující intenzivní trénink, kladná hodnota VA však prokázala stále převahu vagu, která značí dostatečnou momentální adaptační kapacitu hráče snést zatížení podobné intenzity, hodnota P_T klesla na vůbec nejnižší úroveň ze všech měření u tohoto hráče. Předposlední měření č. 6 odhalilo opět hodnoty poukazující na podstupovanou zátěž, avšak hodnoty SVB i VA se výrazně posunuly směrem ke kladným hodnotám, výrazný nárůst je pozorován i u hodnoty P_T . Poslední měření č. 7 ukazuje kladný posun oproti měření č. 6 jen v hodnotě VA, hodnota P_T se dostává na úroveň z počátečních měření.

Obrázek 6. Dynamika aktivity ANS u hráče B2

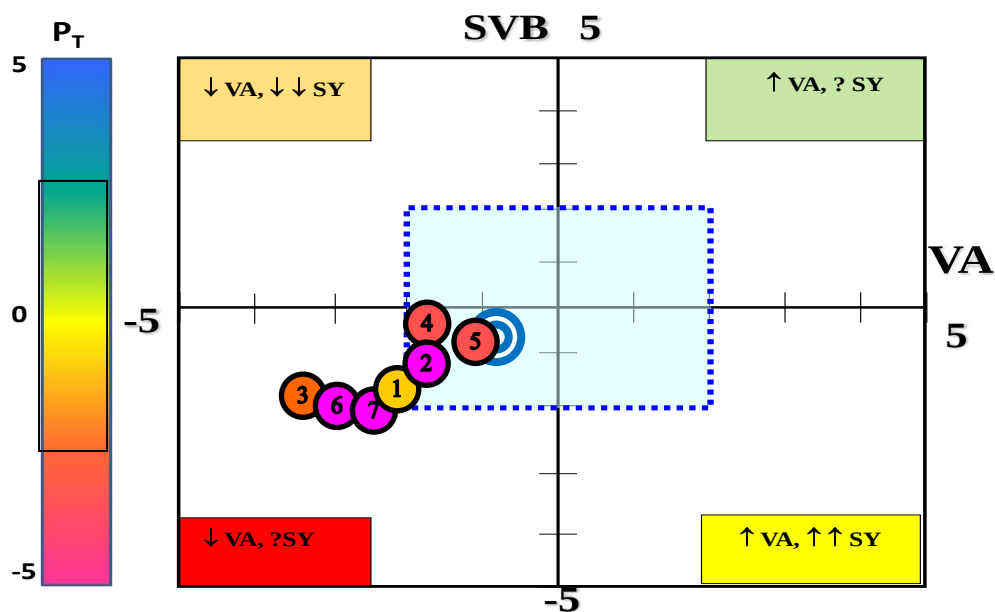


Vysvětlivky: SVB – sympatovagová balance; VA – vagotonie; SY – sympatikus, P_T – celkový spektrální výkon 1 – 22.6.; 2 – 23.6.; 3 – 24.6.; 4 – 25.6.; 5 – 28.6.; 6 – 29.6.; 7 – 1.7.; Ⓢ – vstupní vyšetření

Vstupní vyšetření hráče B2 prokázalo, že organismus hráče je dostatečně zregenerovaný a připraven podstoupit intenzivní tréninkové zatížení. Stejně jako u hráče A3 následovalo po vstupním vyšetření přípravné utkání a dva lehké tréninky. Vyšetření č. 1 ukázalo, že oproti vyšetření vstupnímu došlo jen k minimálním (pozitivním) změnám, hodnota P_T byla na vysoké úrovni. Vyšetření č. 2 u tohoto hráče chybí z důvodu lehké nemoci, která se na měření č. 3 ihned projevila. Jednak posunem hodnoty VA směrem k nule, tak také snížením hodnoty P_T , která odpovídala rovněž nule. Měření č. 4 poskytlo z hlediska P_T tohoto hráče nejhorší výsledky. Hodnota P_T klesla k nejnižší úrovni a klesla jak aktivita sympatiku tak vagu, což značí celkový útlum aktivity ANS. Po přípravném utkání a volném dni měření č. 5 ukázalo na částečné zregenerování, kdy aktivita obou větví

ANS opět stoupla. Výrazný je však nárůst hodnoty P_T , která se dostala do kladných hodnot. Měření č. 6 však definovalo stav organismu jako přetížený. A to nejen poklesem aktivity vagu, ale především opětovným poklesem hodnoty P_T na téměř minimální úroveň. Výsledky z měření č. 7 zaznamenaly jen minimální zlepšení v aktivitě vagu, hodnota P_T zůstala však nízká.

Obrázek 7. Dynamika aktivity ANS u hráče C4

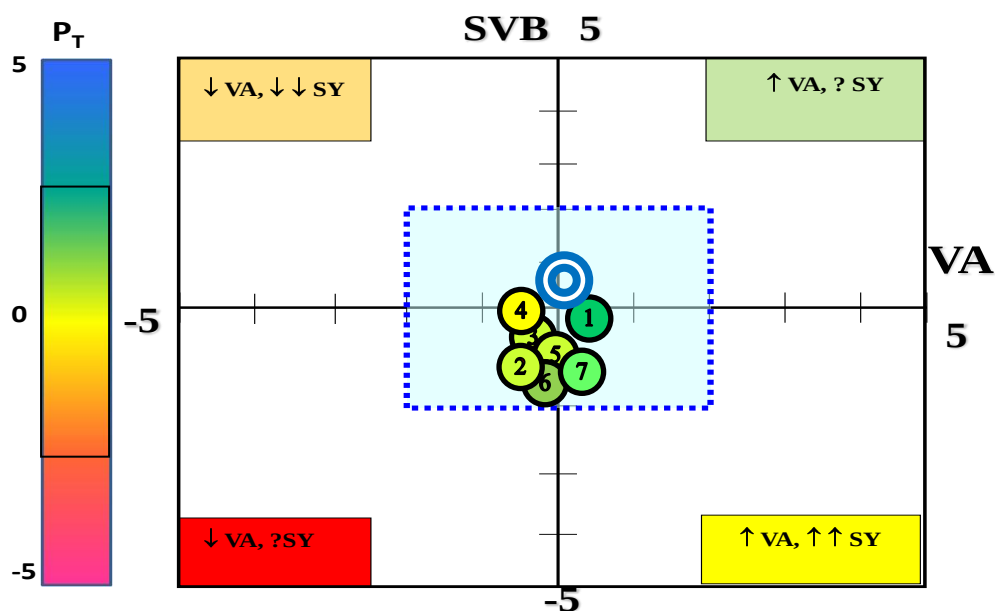


Vysvětlivky: SVB – sympatovagová balance; VA – vagotonie; SY – sympatikus, P_T – celkový spektrální výkon, 1 – 22.6.; 2 – 23.6.; 3 – 24.6.; 4 – 25.6.; 5 – 28.6.; .; 6 – 29.6.; 7 – 1.7.; - vstupní vyšetření

U hráče C4 bylo ze vstupního vyšetření jasně patrné, že vstupoval do přípravného období v celkovém špatném stavu z hlediska aktivity ANS. Po absolvování přípravného utkání a dvou tréninků prokázalo měření č. 1 další zhoršení. Byl zaznamenán pokles aktivity vagu a hodnota P_T sestoupila to záporných hodnot. Měření č. 2 sice prokázalo zlepšení hodnot VA a SVB, ale hodnota P_T klesla na velmi nízkou úroveň. Další měření č. 3 však opět prokázalo posun hodnot VA i SVB do zápornějších hodnot i přesto, že úroveň P_T šla nahoru. V následujícím měření č. 4 bylo patrné největší zlepšení u tohoto hráče, kdy se hodnota SVB dostala téměř k nule a hodnota VA se výrazněji posunula do méně záporných hodnot, celkový spektrální výkon P_T však opět poklesl. Po přípravném utkání a dni volna následovalo měření č. 5, které poukázalo na hodnoty podobné vstupnímu vyšetření, při zachování stejného P_T jako v předchozím měření. Předposlední měření č. 6 odhalilo největší zhoršení u tohoto hráče nejen z hlediska negativních posunů hodnot VA i

SVB, ale především díky propadu P_T na minimální úroveň. Poslední měření č. 7 ukázalo podobný stav.

Obrázek 8. Dynamika aktivity ANS u celého mužstva

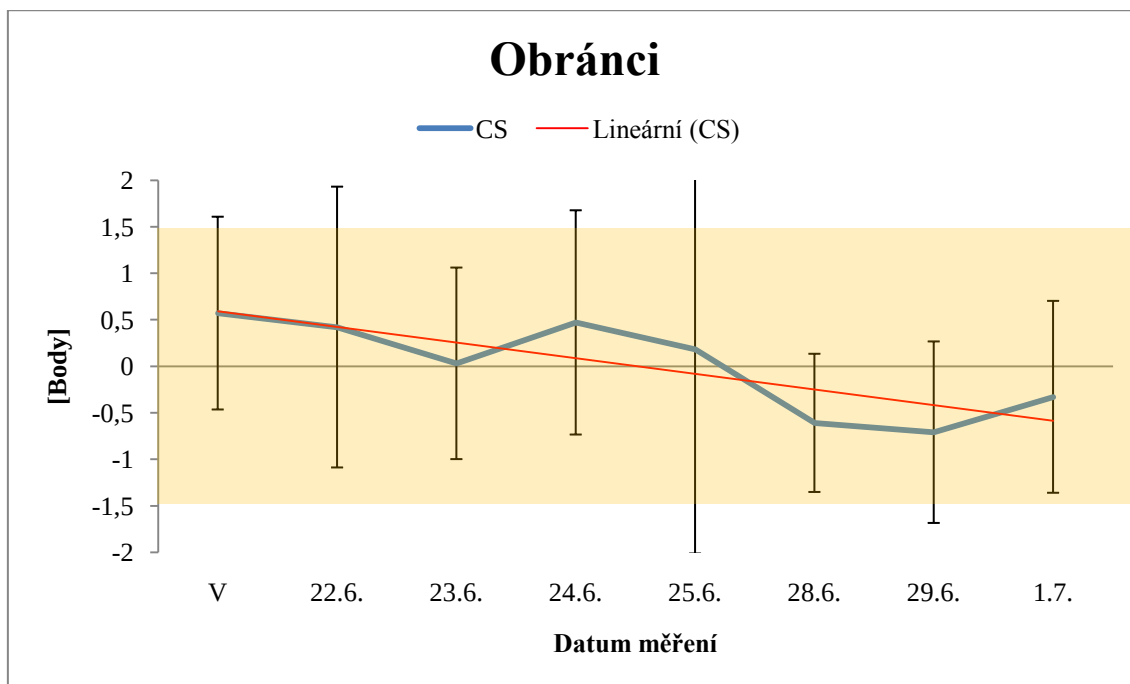


Vysvětlivky: SVB – sympatovagová balance; VA – vagotonie; SY – sympatikus, P_T – celkový spektrální výkon, 1 – 22.6.; 2 – 23.6.; 3 – 24.6.; 4 – 25.6.; 5 – 28.6.; 6 – 29.6.; 7 – 1.7.; ● - vstupní vyšetření

Vstupní vyšetření mužstva prokázalo, že je dostatečně zregenerované a připraveno podstoupit intenzivní tréninkové zatížení. Po vstupním vyšetření následovalo přípravné utkání a dva lehčí tréninky. Tento průběh zatížení se projevil na mužstvu v měření č. 1, kdy se hodnota SVB posunula do záporné hodnoty a hodnota VA se nepatrně zvýšila, celkový spektrální výkon se pohyboval na vyšší úrovni. Měření č. 2 prokázalo nejen snížení P_T , ale i posun obou indexů do zápornějších hodnot. Měření č. 3 vyšlo v podstatě stejně jak z hlediska P_T , tak z hlediska hodnot VA a SVB. Další měření č. 4 prokázalo kladný posun hodnoty SVB, ale celkový spektrální výkon opět poklesl. Den po tomto měření následovalo přípravné utkání a den volna. Měření č. 5 je velmi podobné měřením č. 2 a č. 3, což ukazuje na hodnoty VA a SVB v záporných bodech a hodnota P_T poklesla k nule. Předposlední měření č. 6 prokázalo zlepšení celkového spektrálního výkonu (P_T), hodnoty VA a SVB se nepatrně posunuly záporněji. Poslední měření č. 7 prokázalo výraznější nárůst P_T a přesun hodnoty VA na kladnou stranu.

5.2. Aktivita ANS podle postů a celého mužstva

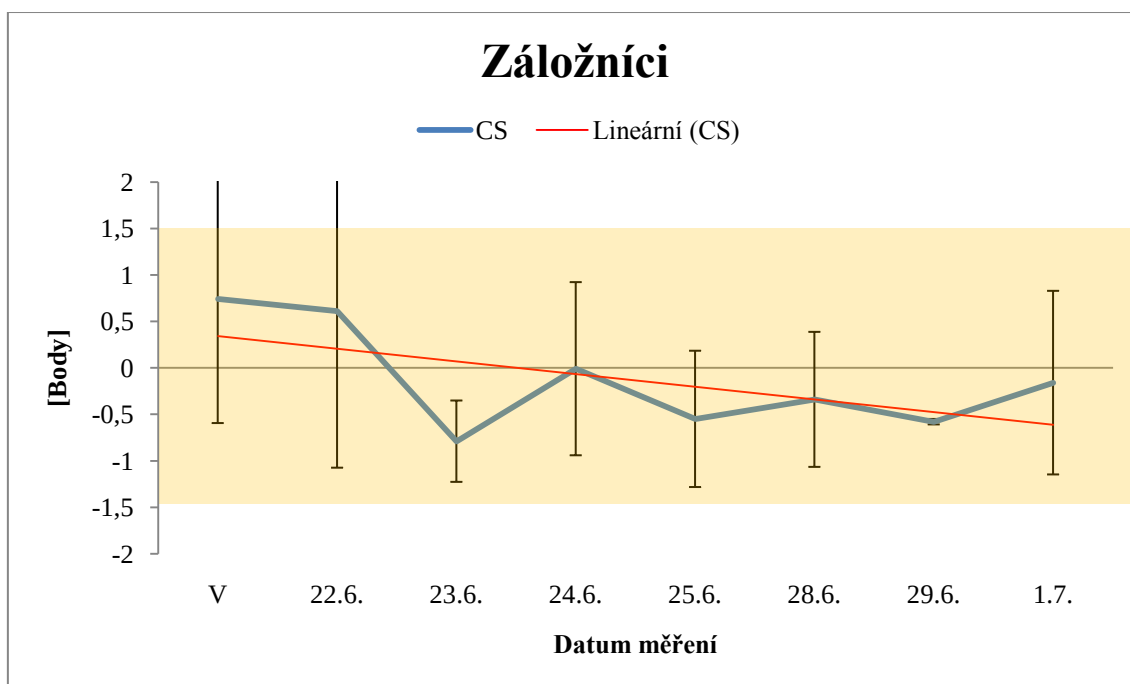
Obrázek 9. Dynamika aktivity ANS obránců mužstva (n-3)



Vysvětlivky: CS – index celkového skóre; Lineární (CS) – lineární spojnice trendu; I – směrodatná odchylka; V – vstupní vyšetření

Vstupní vyšetření obránců z hlediska CS je v kladné hodnotě, což značí celkově dobře zregenerované hráče, kteří jsou schopni podstoupit intenzivní zatížení. Po vstupním vyšetření následovalo přípravné utkání a dva lehčí tréninky. Měření ze dne 22.6. prokazuje pokles hodnoty, která však není výrazná. Naopak pokles hodnoty celkového skóre je vidět z měření ze dne 23.6., kdy hodnota klesla k nule. Následující den 24. 6. lze pozorovat návrat hodnoty na úroveň druhého měření. Měření ze dne 25.6. ukázalo na další pokles. Po přípravném utkání a dni volna proběhlo další měření dne 28.6. V tomto měření se obránci dostali poprvé do záporných hodnot indexu CS. Následující den 29.6. tento vývoj pokračoval. Poslední měření ze dne 1.7. prokázalo mírný nárůst hodnoty celkového skóre. Velkový trend se u obránců vyznačoval sestupnou tendencí. Z kladných hodnot se vlivem postupně dostali až do hodnot záporných.

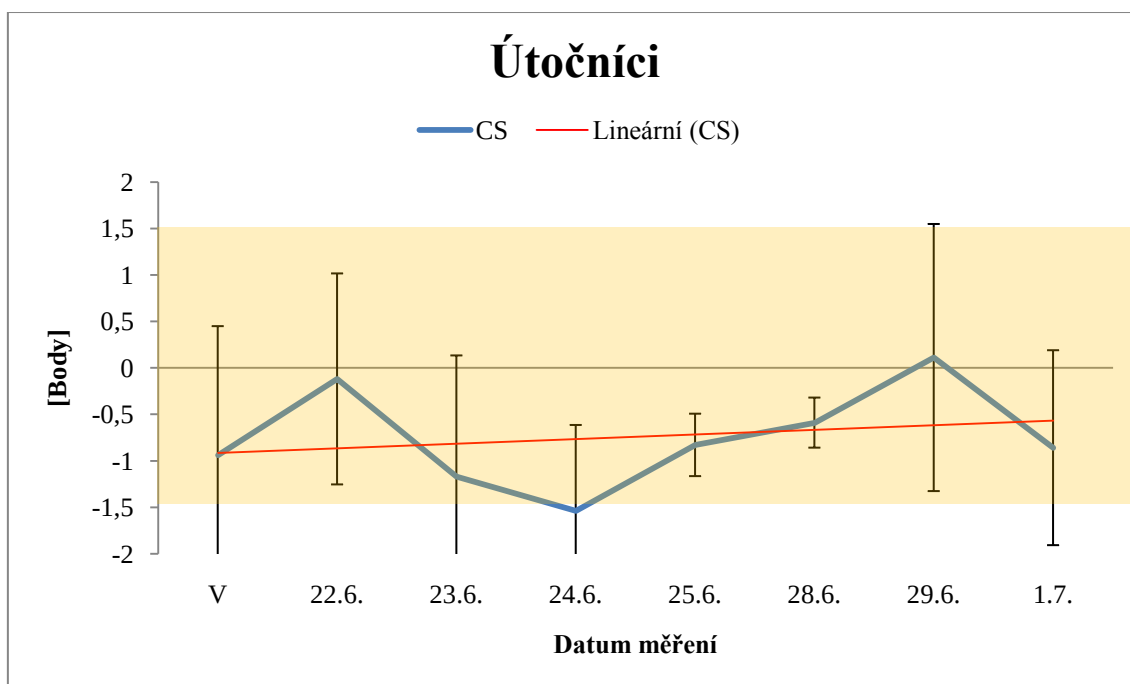
Obrázek 10. Dynamika aktivity ANS záložníků mužstva (n-3)



Vysvětlivky: CS – index celkového skóre; Lineární (CS) – lineární spojnice trendu; I – směrodatná odchylka; V – vstupní vyšetření

Vstupní vyšetření záložníků z hlediska CS je v kladné hodnotě, což značí celkově dobře zregenerované hráče, kteří jsou schopni podstoupit intenzivní zatížení. Po vstupním vyšetření následovalo přípravné utkání a dva lehčí tréninky. Měření ze dne 22.6. prokazuje pokles hodnoty, která však není výrazná. Naopak pokles hodnoty celkového skóre je vidět z měření ze dne 23.6., kdy úroveň klesla až do záporných hodnot. Následující den 24. 6. lze pozorovat návrat hodnoty na úroveň nuly. Měření ze dne 25.6. ukázalo na další pokles. Po přípravném utkání a dni volna proběhlo další měření dne 28.6. V tomto měření hodnota (CS) nepatrně zvýšila. Následující den 29.6. byl trend opačný. Poslední měření ze dne 1.7. prokázalo mírný nárůst hodnoty celkového skóre téměř k hodnotě nula. U záložníků byl vývoj celkového trend podobný jako u obránců.

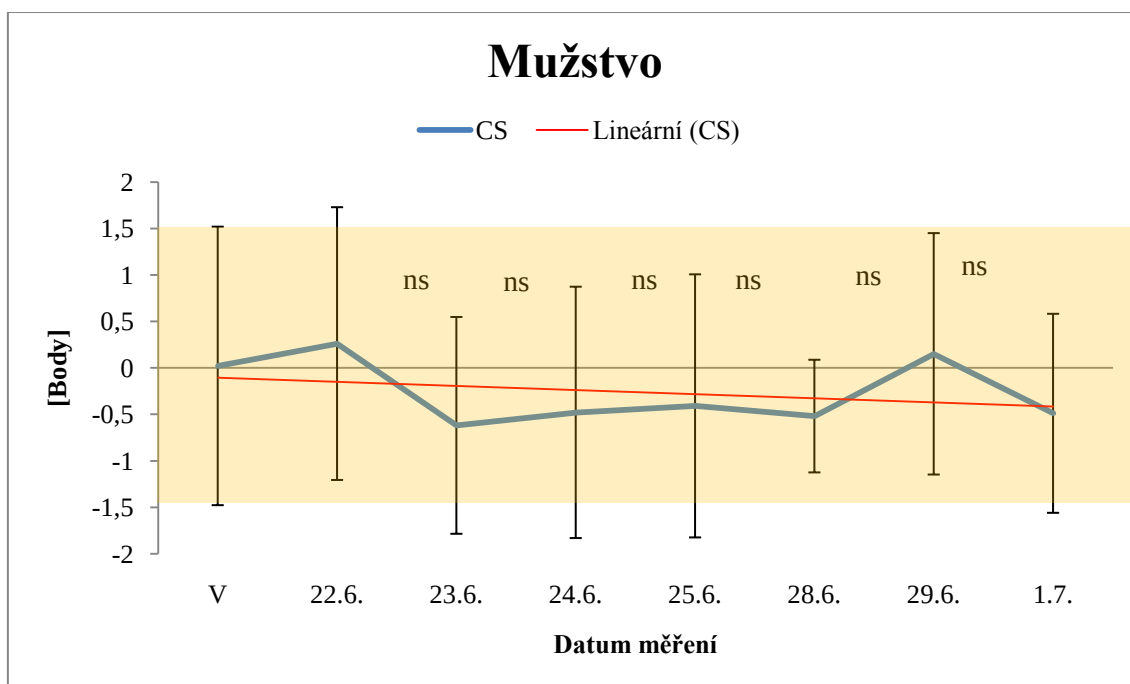
Obrázek 11. Dynamika aktivity ANS útočníků mužstva (n=4)



Vysvětlivky: CS – index celkového skóre; Lineární (CS) – lineární spojnice trendu; I – směrodatná odchylka; V – vstupní vyšetření

Vstupní vyšetření útočníků z hlediska CS je v záporné hodnotě, což značí celkově špatně zregenerované hráče, kteří jsou schopni podstoupit intenzivní zatížení pouze při individuální úpravě zátěže. Po vstupním vyšetření následovalo přípravné utkání a dva lehčí tréninky. Měření ze dne 22.6. prokazuje nárůst hodnoty téměř k nulové hodnotě. Naopak výrazný pokles hodnoty celkového skóre je vidět z měření ze dne 23.6. Následující den 24. 6. lze pozorovat další pokles hodnoty a to až pod fyziologickou hodnotu. Měření ze dne 25.6. ukázalo nárůst indexu celkového skóre. Po přípravném utkání a dni volna proběhlo další měření dne 28.6. V tomto měření hodnota CS nepatrně zvýšila. Následující den 29.6. byl trend ještě výraznější a index CS se jedinkrát dostal do kladné hodnoty. Poslední měření ze dne 1.7. prokázalo opětovný výraznější pokles hodnoty celkového skóre do záporných hodnot. Celková trend měl zcela opačný průběh, než u předchozích dvou postů a měl vzrůstající tendenci. Je třeba zdůraznit, že se však nedostal ze záporných hodnot.

Obrázek 12. Dynamika aktivity ANS celého mužstva (n-10)

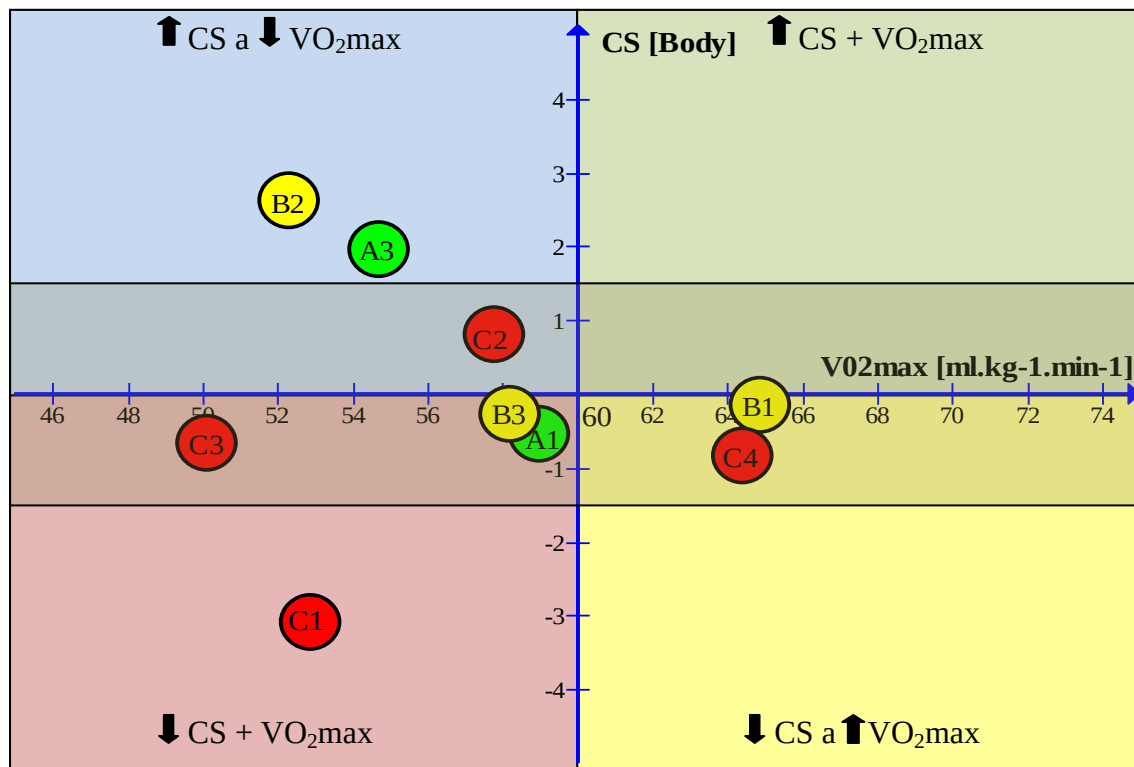


Vysvětlivky: CS – index celkového skóre; Lineární (CS) – lineární spojnice trendu; I – směrodatná odchylka; V – vstupní vyšetření, ns – statisticky nevýznamné

Vstupní vyšetření celého mužstva z hlediska CS je na nulové hodnotě, což značí průměrně zregenerované hráče. Tato informace by měla být zohledněna při volbě intenzity zátěže pro mužstvo. Po vstupním vyšetření následovalo přípravné utkání a dva lehčí tréninky. Měření ze dne 22.6. prokazuje nárůst hodnoty téměř do kladné hodnoty. Naopak výrazný pokles hodnoty celkového skóre je vidět z měření ze dne 23.6. Následující den 24. 6. lze pozorovat mírný nárůst hodnoty. Měření ze dne 25.6. ukázalo trend nárůstu indexu celkového skóre. Po přípravném utkání a dni volna proběhlo další měření dne 28.6. V tomto měření hodnota CS nepatrně snížila. Následující den 29.6. byl stoupla hodnota výrazně a index CS se podruhé dostal do kladné hodnoty. Poslední měření ze dne 1.7. prokázalo opětovný výraznější pokles hodnoty celkového skóre do záporných hodnot.

5.3 Úroveň aktivity ANS a VO_2max

Obrázek 13. Grafické znázornění úrovně mužstva z hlediska aktivity ANS a VO_2max



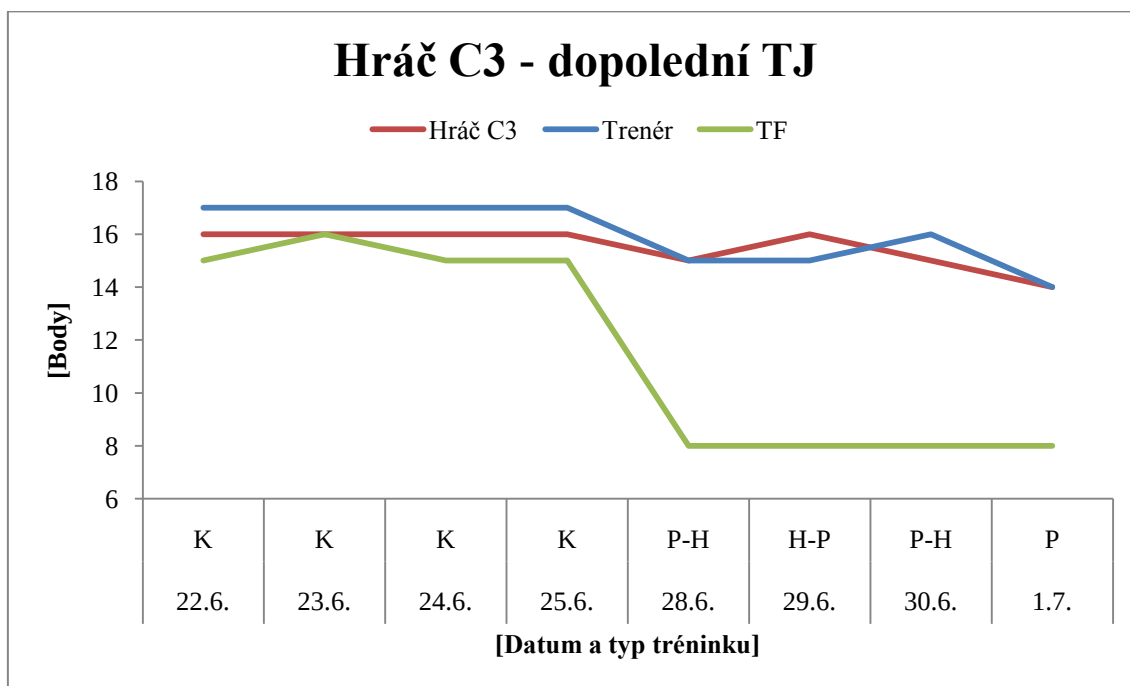
Vysvětlivky: CS – komplexní ukazatel celkového skóre; VO_2max – maximální spotřeba kyslíku; ● – průsečík hodnoty CS a VO_2max ; vertikální osa – hodnoty komplexního indexu CS; horizontální osa – hodnoty VO_2max ; A 1 a A3 – obránci; B1 až B3- záložníci; C1 až C4 - útočníci

Z dosažených výsledků vidíme, že pravého horního kvadrantu se nedostal žádný ze sledovaných hráčů. Do levého horního kvadrantu se dostali hráči A3, B2 a C2. Pravý dolní kvadrant obsadili hráči B1 a C4. Hráči A1, B3, C1 a C2 se vyskytují v levém dolním kvadrantu.

5.4 Subjektivně vnímaná únava

Subjektivně vnímaná únava byla hodnocena Borgovou škálou. Do grafů bylo zahrnuto hodnocení jednotlivými hráči, odhad trenéra a průměrná tepová frekvence z hlavní části tréninkové jednotky. Ve výsledných grafech jsou uvedeny i zaměření jednotlivých tréninkových jednotek

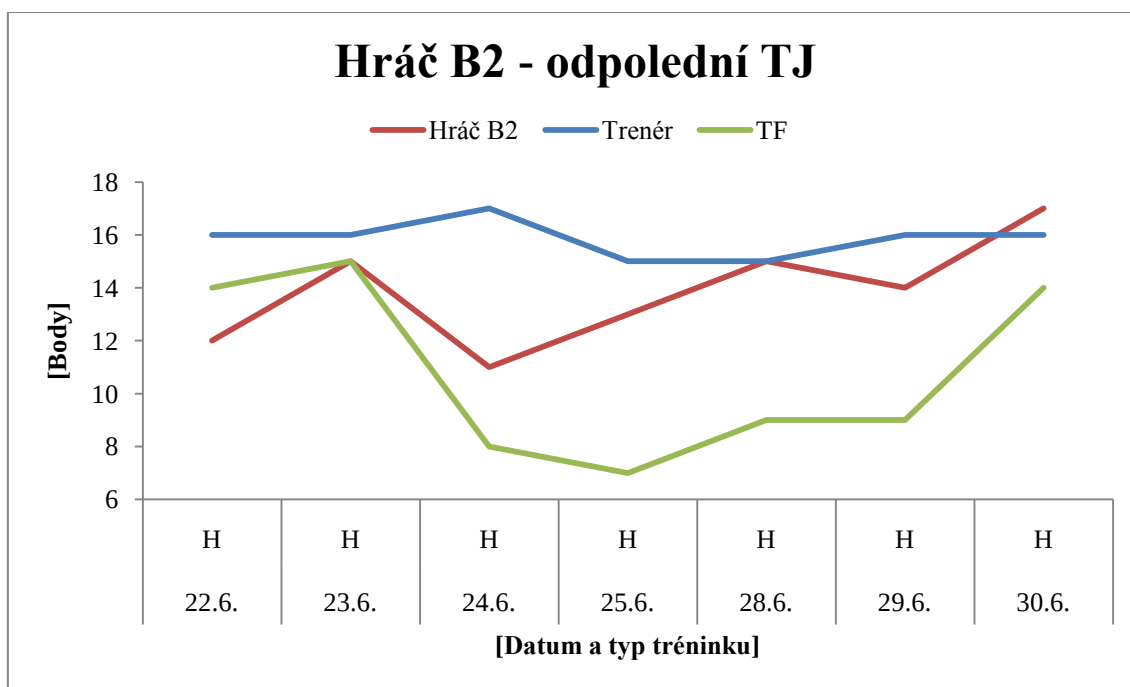
Obrázek 14. Hodnocení vnímané únavy hráčem C3



Vysvětlivky: C3 – útočník č. 3; TJ – tréninková jednotka; K – kondice; P – posilovna; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Hodnocení kondičního tréninku dne 22. 6. bylo jak hráčem, tak trenérem nadhodnoceno. Následující den 23. 6. hodnocení hráče odpovídalo skutečnému zatížení, odhad trenéra byl nadhodnocen. Odhady zátěže ve dnech 24. a 25. 6. byly stejné jako odhad z prvního dne. Hodnocení zátěže ze dne 28. 6. hráčem i trenérem bylo stejné, ale reálné zatížení bylo výrazně nižší. Hodnocení ze dne 29. 6. poprvé ukázalo na vyšší hodnocení hráčem než trenérem, ale zatížení bylo opět výrazně nižší. Dne 30. 6. se hodnocení vrátilo do předcházejícího trendu, kdy trenérův odhad byl vyšší než hráčův, zatížení zůstalo opět nízké. Poslední den 1. 7. byl odhad trenéra a hráče totožný při zachování nízké reálné zátěže.

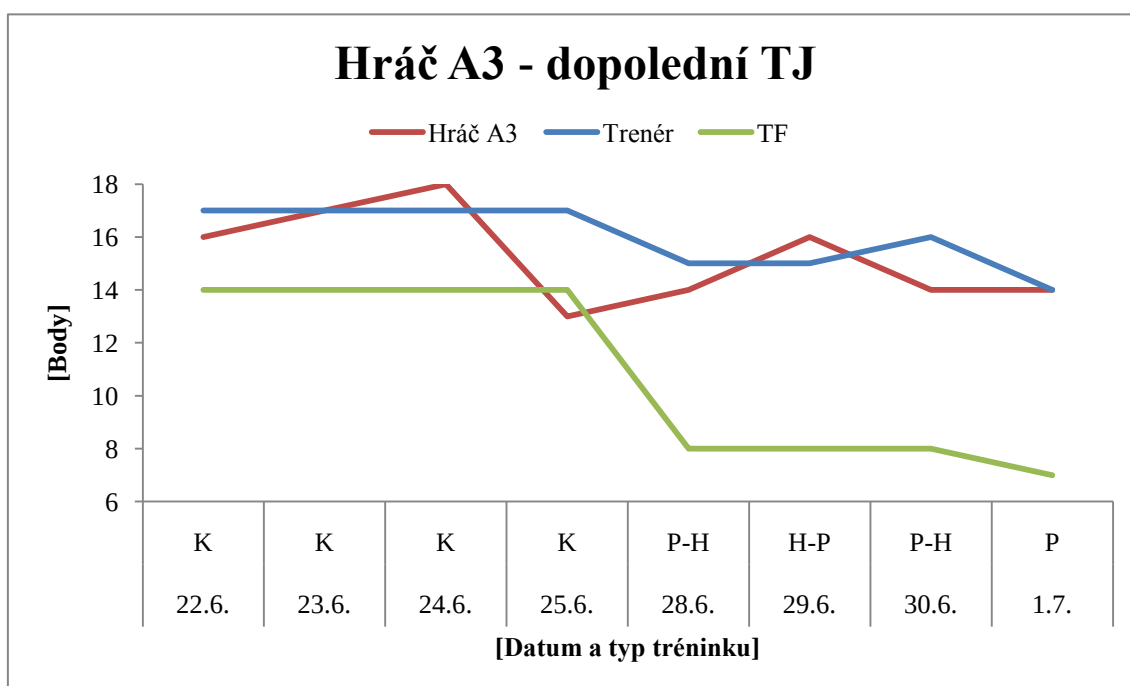
Obrázek 15. Hodnocení vnímané únavy hráčem B2



Vysvětlivky: B2 – záložník č. 2; TJ – tréninková jednotka; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Hodnocení herního tréninku dne 22. 6. bylo hráčem podhodnoceno a trenérem nadhodnoceno. Následující den 23. 6. hodnocení hráče odpovídalo skutečnému zatížení, odhad trenéra byl nadhodnocen. Odhad zátěže dne 24. 6. byl hráčem nadhodnocen výrazně méně než trenérem. 25. 6. se rozdíl mezi hodnocením hráčem a trenérem přiblížil, avšak byl výrazně nadhodnocen. Hodnocení zátěže ze dne 28. 6. hráčem i trenérem bylo stejné, ale reálné zatížení bylo výrazně nižší. Hodnocení ze dne 29. 6. se opět rozcházelo a ukázalo na nižší hodnocení hráčem než trenérem, ale zatížení bylo stejné jako předchozí den. Dne 30. 6. se hodnocení přiblížilo reálnému zatížení, ale bylo to poprvé, kdy trenérův odhad byl vyšší než hráčův.

Obrázek 16. Hodnocení vnímané únavy hráčem A3



Vysvětlivky: A3 – obránce č. 3; TJ – tréninková jednotka; K – kondice; P – posilovna; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Hodnocení kondičního tréninku dne 22. 6. bylo jak hráčem, tak trenérem nadhodnoceno. Následující den 23. 6. se hodnocení hráče a trenéra srovnalo, při stejné zátěži. Odhadovaná zátěž dne 24. 6. ukázala na stejné hodnocení trenéra jako v předchozích dnech, ale hodnocení hráče bylo tentokrát nadhodnoceno trenéra. Dne 25. 6. se při stejné zátěži objevilo výrazné snížení hodnocení hráčem až pod reálnou zátěž při stejném hodnocení trenérem. Hodnocení zátěže ze dne 28. 6. hráčem i trenérem bylo podobné, ale reálné zatížení bylo výrazně nižší. Hodnocení ze dne 29. 6. poprvé ukázalo na vyšší hodnocení hráčem než trenérem, ale zatížení bylo opět výrazně nižší. Dne 30. 6. se hodnocení vrátilo do předcházejícího trendu, kdy trenérův odhad byl vyšší než hráčův, zatížení zůstalo opět nízké. Poslední den 1. 7. byl odhad trenéra a hráče totožný při mírném snížení reálné zátěže.

5.5 Vyjádření k hypotéze

H₀: Mezi po sobě následujícími dny se aktivita ANS v rámci celého mužstva neliší.

Z výsledků vyplývá, že se hodnota komplexního indexu CS v rámci celého mužstva mezi jednotlivými dny signifikantně nelišila.

Proto hypotézu **H₀ přijímám.**

5.6 Vyjádření k výzkumným otázkám

Ad 1.

Změny v aktivitě ANS jsou blíže popsány v kapitole 6.1. Obecně můžeme tvrdit, že změna v aktivitě ANS reagovala na intenzitu zatížení v předchozím dni a na momentální stav adaptační kapacity organismu. Nelze však pozorovat stejný vývoj a trend u všech hráčů. Každý jedinec na zátěž reagoval zcela odlišně.

Ad 2.

Využití metody SA HRV v kolektivních sportech je z hlediska časového a kapacitního mnohem náročnější než měření jednotlivců v individuálních sportech. Sledovat změny v aktivitě ANS u celého mužstva (cca 25) hráčů celoročně je téměř nemožné. Uplatnění lze spatřit v přípravných obdobích, kde je intenzita zatěžování nejvyšší z celého ročního cyklu a toto období trvá přiměřeně dlouho. Otázka celoročního sledování aktivity ANS se nabízí u klíčových a nepostradatelných hráčů v mužstvu avšak v omezeném počtu.

Ad 3.

Dynamika subjektivního hodnocení únavy u hráčů a trenéra je blíže popsána v kapitole 6.4. Obecně se domnívám, že v období kondičního tréninku jsou někteří hráči schopni odhadnout dynamiku zátěže, ale velikost (intenzitu) už nikoliv. V herním tréninku se odhady jak hráčů, tak trenéra se skutečnou zátěží již výrazně liší. Je to dáno i rozdílnou zátěží v herním tréninku z hlediska postů.

6 DISKUZE

6.1 Hodnocení aktivity ANS u jednotlivců

Pro hodnocení aktivity ANS u jednotlivých hráčů bylo použito tří indexů sdružujících všechny věkově závislé ukazatele získané při ortoklinostatickém vyšetření: komplexní index vagové aktivity (VA), komplexní index sympatovagové balance (SVB) a parametr celkového spektrálního výkonu (P_T) SA HRV.

Ve studii Müllera, Stejskala, Jakubce & Kaliny (2004) bylo prokázáno, že tréninky s vyšší intenzitou byly následující dny doprovázeny sníženým celkovým spektrální výkonem. Podobné tendence byly pozorovány v této studii, avšak byli zde i hráči (např. A3), u nichž celkový spektrální výkon výrazněji neklesal během celého období měření.

Pro tuto část diskuze byli vybráni hráči, kteří reagovali na zátěž zcela odlišně, a na těchto příkladech je možné demonstrovat rozdílné vývoje aktivity ANS.

Podle závěru studie Jakubce et al. (2004) je rychlost zotavení funkčního stavu ANS značně variabilní a je ovlivněna řadou faktorů. Mezi faktory ovlivňující rychlost zotavení patří výkonnost kardiovaskulárního systému, klidové hodnoty CS, VA, P_T a další.

U hráče A3 je jasně patrná dobrá schopnost regenerace při zachování vysoké aktivity ANS. Paradoxně nejhoršího výsledku dosáhl po dni volna, což může poukazovat na abstinční příznaky organismu z nedostatku pohybové zátěže, psychickou zátěž nebo na spánkovou deprivaci či porušení životosprávy předchozí den. V prvním případě může být hráči doporučen lehký vytrvalostní trénink ve dni volna pro zachování „výkonnostního“ naladění ANS. V dalších případech by měl být kladen důraz na příkladnou životosprávu. Z obrázku 5 lze také vyčíst, že zvolená intenzita tréninku byla pro hráče A3 zvládnutelná. Výsledky však poukazují na to, že hráč A3 mohl v úvodní části přípravy podstoupit větší zátěž, aniž by byl přetěžován.

Sníženou aktivitu ANS u sportovců si můžeme vysvětlit z několika různých pohledů. Například působením vysoké tréninkové zátěže, společně s nedostatečnou regenerací až přetížením, došlo ke snížení současné aktuální aktivity ANS, která by se měla z dlouhodobého hlediska pohybovat na daleko vyšší úrovni. Dalším možným vysvětlením je nedodržení podmínek probandů při vstupu k vyšetření. Spánková deprivace, fyzická námaha i psychický stres sehrávají při objektivnosti vyšetření důležitou roli. Dalším možným vysvětlením je, že mohou ti to hráči disponovat přirozeně sníženou aktivitou ANS (Botek, 2007).

U hráče B2 je pozorovaná zcela jiná dynamika. Je to hráč, který v minulosti

podstoupil již několik přípravných období. Hráč vstoupil do přípravného období dobře zregenerován, při vysokém P_T . Další postupné měření však poukazovalo na podstupování intenzivního tréninku, kdy se hráč sice dokázal dobře zotavit, ale P_T klesl k hodnotě nula. Následující den se dokonce hodnota P_T dostala do výrazných záporných hodnot. Den volna poukázal na velmi dobrou regenerační schopnost hráče B2, když se hodnota P_T dostala na úroveň při nástupu do přípravného období. Následující dva dny se však na tomto hráči projevila kumulující se únava, která se projevila na opětovném snížení celkového spektrálního výkonu na nejnižší úroveň. Z obrázku 6 tak lze také vyčíst, že zvolená intenzita tréninku byla pro hráče B2 nastavena celkem optimálně. Byla zde patrná dynamika aktivity ANS v reakci na podstupující intenzivní trénink, ale i schopnost dobře regenerovat. Tento hráč reagoval nejoptimálněji ze všech hráčů zapojených do výzkumu.

Naopak hráč C4 reagoval na podstupující intenzitu zatížení nejhůř. Z obrázku 7 lze vyčíst, že již vstupoval do přípravného období bez dostatečné regenerace a s hodnotou P_T již v záporných hodnotách. Z těchto záporných hodnot se po dobu všech měření ani jednou nedostal, což značí jeho přetěžování v tomto období. Jeho momentální adaptační kapacita jednoduše nestačila absorbovat tréninkové dávky a únava se začala velmi výrazně kumulovat. V tomto případě by byla nutná optimalizace tréninkového zatížení v podobně snížení intenzity tréninku. Jedná se o mladého hráče, který nastoupil poprvé do přípravného období A týmu z juniorské kategorie. Zde je patrný výrazný výkonnostní skok mezi kategoriemi.

Stejskal (2004) uvádí, že grafické znázornění aktivity obou větví ANS pomocí čtyř kvadrantů usnadňuje interpretaci dynamiky výsledků SA HRV při longitudinálním vyšetřování. Jak bylo uvedeno, dobře trénovaní sportovci při supramaximálním tréninku mají převažující aktivitu sympatiku a průsečíky VA a SVB mají umístěné v PDK. Ideální, avšak výjimečné, je vyrovnaní této vegetativní dysbalance zvýšením aktivity vagu a zachováním nebo jen mírným poklesem aktivity sympatiku. Průsečík VA a SVB se posunuje doprava, avšak zůstává v PDK. K této situaci dochází spíše v přípravném období a projeví se zlepšením ukazatelů trénovanosti a zlepšením sportovního výkonu a umožňuje další intenzivní trénink. Je však třeba zdůraznit, že k této změně dochází výjimečně a jen u mladých sportovců. Častěji dochází k vyrovnaní vegetativní dysbalance snížením aktivity sympatiku při zachované aktivitě vagu. Vzestup VA a pokles SVB zjišťujeme u sportovců v intenzivním tréninku, který odpovídá jejich připravenosti a na který jsou plně adaptováni.

Hodnocení mužstva metodou křížového grafu je však problematické, jelikož se

pracuje s průměrnými hodnotami zahrnující všechny hráče bez rozdílu. Z obrázku 8 lze vyčíst, že mužstvo jako celek vstupovalo do přípravného období dobře zregenerované. Následný intenzivní trénink pak posouval hodnoty směrem k snížené aktivitě vagu, aniž by opustily fyziologickou hodnotu či posunuly úroveň P_T do záporných hodnot. Poslední měření prokázalo přesun indexu VA do kladných hodnot. Z hlediska mužstva jako celku bylo zatížení zvoleno optimálně, avšak je potřeba vzít v úvahu průměrné hodnoty, které byly hodnoceny.

Z výsledků jasně vyplynulo, že mezi sportovci jsou ve všech parametrech velké individuální rozdíly, což značí rozdílné reakce jejich organismu na stejnou zátěž. Tyto rozdíly je třeba analyzovat a poté přistoupit k úpravě intenzity tréninkové zátěže tak, aby odpovídala momentálnímu stavu organismu jednotlivých hráčů.

Podle Cipryana et al. (2007) ovlivňuje kvalita sportovního tréninku aktivitu ANS. Změny aktivity ANS, a tím velikosti adaptability sportovce, mohou významně ovlivnit sportovní výkon.

U hráčů s nízkými hodnotami VA i SVB je důležité najít příčiny snížení aktivity ANS. Pokud jde o aktuální snížení, způsobené negativními vnějšími nebo vnitřními faktory, měly by se hodnoty indexů VA a SVB po jeho odstranění dostat opět mezi fyziologicky normální hodnoty.

Výsledky ostatních hráčů jsou zařazeny do Přílohy 1.

6.2 Hodnocení aktivity ANS podle postů a celého mužstva

Obránci (Obrázek 9) vstoupili do přípravného období v dobrém stavu. Po přípravném utkání a dvou lehkých trénincích se jejich stav téměř nezměnil. Mírný pokles přišel po prvním intenzivním tréninku, avšak další den šla hodnota na počáteční úroveň, patrně z důvodu dobré schopnosti regenerace hráčů na tomto postu nebo pro ně nebyl trénink tolik intenzivní jako v předchozím dni. Paradoxní je hodnota po dni volna, kdy došlo k poklesu do záporných hodnot. Tento pokles může znamenat abstinenci příznaky po zátěži, psychickou zátěží, nedodržení životosprávy ve dni volna či spánkovou deprivaci. V dalších dnech se únava začala kumulovat, což značí pokles hodnoty CS do záporných čísel v reakci na předchozí zátěž a tito hráči nestačili dostatečně regenerovat. V posledním dni se však tento trend obrátil a hodnota celkového skóre se mírně zvýšila. Z celkového průběhu je vidět, že zvolená intenzita byla pro obránce náročná, i když se nedostali mimo fyziologické hodnoty. Z kladných hodnot však končili měření v hodnotách záporných. Zde se pracovalo s průměrnými hodnotami tří hráčů.

Záložníci (Obrázek 10) vstoupili do přípravného období také v dobrém stavu. Po přípravném utkání a dvou lehkých trénincích došlo jen k nepatrnému poklesu. Výrazný pokles přišel po prvním intenzivním tréninku, kdy se hráči dostali do záporných hodnot a po dobu dalších měření se z těchto hodnot nedostali. I přes to, že další den šla hodnota k nulové úrovni. A to patrně z důvodu dobré schopnosti regenerace hráčů na tomto postu nebo pro ně nebyl trénink tolik intenzivní jako v předchozím dni, stejně jako u obránců. Další den následoval opět pokles. Po dni volna došlo k mírnému nárůstu hodnoty CS. Tento nárůst značí pouze částečnou regeneraci. V dalším dni došlo opět k poklesu. V posledním dni se však tento trend obrátil a hodnota celkového skóre se mírně zvýšila. Z celkového trendu je vidět, že zvolená intenzita byla pro záložníky náročná, i když se také nedostali mimo fyziologické hodnoty. Z kladných hodnot však končili měření v hodnotách záporných. Zde se pracovalo s průměrnými hodnotami tří hráčů.

Útočníci (Obrázek 11) vstoupili do přípravného období ve špatném stavu. Paradoxně po přípravném utkání a dvou lehkých trénincích došlo k výraznějšímu nárůstu hodnoty CS. Výrazný pokles přišel po prvním intenzivním tréninku, kdy se hráči dostali do záporných hodnot. Další den se hráči dostali dokonce i pod fyziologickou hodnotu! Což značí vysoce intenzivní trénink, který byl nad jejich adaptační schopnosti. Následující den se hodnota výrazněji posunula vzhůru. Následoval den volna a stoupající trend pokračoval až do kladné hodnoty v předposlední den. A to patrně z důvodu dobré schopnosti regenerace hráčů na tomto postu nebo pro ně nebyl trénink tolik intenzivní. Poslední den následoval opět pokles. Z celkového pohledu je vidět, že trend se pohyboval směrem nahoru, což poukazuje na vhodnou intenzitu zátěže, i když se prakticky nedostali ze záporných hodnot CS. Zde se pracovalo s průměrnými hodnotami čtyř hráčů.

Mužstvo (Obrázek 12) vstoupilo do přípravného období celkově v přiměřeném stavu kolem hodnoty nula. Po přípravném utkání a dvou lehkých trénincích došlo jen k nepatrnému nárůstu do kladné hodnoty. Což značí nepříliš velkou zátěž. Výrazný pokles přišel po prvním intenzivním tréninku, kdy se hráči dostali do záporných hodnot. V těchto záporných hodnotách se pohybovalo mužstvo po další dva dny tréninku, kdy byl znát lehký nárůst hodnoty CS. Po dni volna došlo paradoxně k mírnému poklesu hodnoty celkového skóre. Tento pokles značí nedostatečnou regeneraci. V dalším dni došlo paradoxně k nárůstu až do kladné hodnoty, což patrně značí nižší intenzitu tréninku předchozí den. V posledním dni se však tento trend obrátil a hodnota celkového skóre se mírně snížila opět do záporných hodnot. Z celkového průběhu je vidět, že se mužstvo se zátěží vypořádalo

celkem dobře. Zde se pracovalo s průměrnými hodnotami deseti hráčů.

Podle Šišáka (2011) je aktivita ANS nezávislá na herní pozici nebo na jakékoliv fyzické zdatnosti.

Při hodnocení podle postů či mužstva je potřeba mít na paměti, že se pracovalo s průměrnými hodnotami. Proto je zde potlačen faktor individuálních rozdílů. Individuální rozdíly jsou nejlépe vidět ve směrodatných odchylkách v obrázcích 9 až 12 a ve zpracování aktivity ANS u jednotlivých hráčů pomocí křížového grafu (Příloha 1). Při snaze individualizovat zatížení v kolektivních sportech nelze brát výsledky podle postů a mužstva nelze brát jako rozhodující.

6.3 Hodnocení úrovně aerobní zdatnosti a aktivity ANS

Pro hodnocení úrovně aerobní zdatnosti a aktivity ANS bylo použito křížového grafu a hodnoty pro něj vzešly ze vstupního vyšetření. Průměr $VO_2\max$ u prvoligových fotbalistů je $60 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (Šišák, 2011).

Křížový graf na obrázku 13 znázorňuje úroveň aktivity ANS a dosaženou $VO_2\max$ jednotlivých hráčů. V pravém horním kvadrantu nacházíme hráče s vysokou aktivitou ANS (vyjádřena komplexním index CS) i s vysokou $VO_2\max$. Tito hráči disponují vysokou adaptibilitou organismu na aerobní trénink. Hráči jsou aktuálně dobře fyzicky připraveni a mají potenciál dalšího výkonnostního růstu do budoucnosti. Do tohoto kvadrantu se nedostal žádný ze sledovaných hráčů.

U hráčů v levém horním kvadrantu s vysokou aktivitou ANS, ale naopak nízkou $VO_2\max$ předpokládáme určité rezervy v aerobní kapacitě. Proto se u těchto hráčů doporučuje cíleně zvyšovat intenzitu v tréninku, aby se schopnost vysoké adaptability mohla naplno projevit a využít. Tato charakteristika platí pro hráče A3, B2 a C2

Obráceně u hráčů s vysokou $VO_2\max$, ale sníženou aktivitou ANS se snažíme lépe zoptimalizovat velikost tréninkového zatížení, neboť dochází u hráče k pravděpodobnému přetěžování. V tomto kvadrantu figurují hráči B1 a C4.

Naopak hráči A1, B3, C1 a C3 patří mezi ty, kteří setrvávají v levém dolním kvadrantu (snížená aktivita ANS i aerobní kapacita), mají omezené schopnosti trénovatelnosti i omezené šance dosáhnout vyšší sportovní výkonnosti (Stejskal, 2007)

Podle výsledků práce i podle Šišáka (2011) disponují někteří prvoligoví hráči fotbalu sníženou úrovní aktivity ANS. Podle Botka (2007) o rozdílné úrovni aktivity ANS rozhoduje především délka sportovní kariéry, typ a velikost absolvovaného tréninkového zatížení, kvalita regenerace, dosažená sportovní výkonnost, sportovní disciplína a životní

styl. Vyšší aktivita ANS může být důležitá především pro kvantitativně trénované sportovce, např. běžci na lyžích či silniční cyklisti.

Ve fotbale, kde je kladen důraz spíše na kvalitativní část tréninkového zatížení, proto mohou sportovci disponovat i relativně nižší úrovní aktivity ANS. Ale stále platí, že hráč s vysokou aktivitou ANS má daleko větší šanci dosáhnout vyšší výkonnosti, než hráč s dlouhodobě sníženou aktivitou ANS.

6.4 Hodnocení vnímané únavy

Subjektivně vnímaná únava byla hodnocena Borgovou škálou. Do grafů bylo zahrnuto hodnocení jednotlivými hráči, odhad trenéra a průměrná tepová frekvence z hlavní části tréninkové jednotky. Ve výsledných grafech byla uvedena i zaměření jednotlivých tréninkových jednotek.

Z výsledků vyplývá, že hráči jsou schopni celkem úspěšně odhadnout dynamiku zátěže v kondičním tréninku. Drtivá většina hráčů ale vnímala námahu hůře, než byla reálná zátěž. S kumulující se únavou to bylo stále výraznější (Příloha 2). Co se týká herních a kombinovaných tréninků, tam už je úspěšnost zcela minimální. Hráči jsou do různých herních tréninků zapojeni zcela jinou intenzitou, což prokázalo i sledování průměrných tepových frekvencí v hlavní části tréninkové jednotky. Obecně lze říct, že nejvíce intenzivní zátěž podstupují v herních trénincích útočníci.

Z výsledků studie Lehnerta, Stejskala, Hápa & Vaváka (2008) vyplývá, že při manipulaci se zatížením u herních cvičeníh a průpravných her je vhodné považovat údaje o průměrných hodnotách srdeční frekvence pouze za orientační.

Hodnocení trenéra bylo ve většině případů ještě více nadhodnoceno než u hráčů, což značí ještě větší rozdíl mezi odhadovanou zátěží na základě zkušeností a empirie a reálnou zátěží.

Botek, Stejskal & Neuls (2007) konstatují, že aktivita ANS je objektivním měřítkem aktuálního stavu organismu a není spojena se subjektivním vnímáním únavy.

Tvrzení, že řízení intenzity zatížení na základě subjektivního vnímání je nedostačující a za některých situací i nebezpečné vyplynulo i ze závěru studie Müllera et al. (2004).

6.5 Limity studie

Základním limitem této práce byl nízký počet probandů. Zde se projevila časová i kapacitní náročnost při měření SA HRV u kolektivu. K dispozici byl soubor o velikosti

deseti hráčů, což vyloučilo využití statistiky v analýze výsledků. Dalším limitem byl počet provedených měření, který činil sedm měření na každého hráče v průběhu dvou mikrocyklů (tj. 14 dní). Nízký počet měření byl dán podmínkou, že průběh měření nesmí ovlivnit samotný tréninkový proces mužstva.

Samotné výsledky aktivity ANS byly ovlivněny řadou faktorů. K vnitřním faktorům můžeme zařadit regulační mechanismy organismu jako je dýchání, baroreflexní senzitivita, chemorecepce, katecholaminy, reninangiotenzinový systém a termoregulace. Možné nedodržení podmínek při vstupu fotbalistů k vyšetření (porušení životosprávy, mentální stres či kumulace únavy, přetěžování hráčů v přípravě) mohlo ovlivnit výsledky předkládané práce a její spolehlivost.

Botek (2007) doporučuje proto sledovat HRV několik dnů po sobě a vytvořit tak pro každého sledovaného hráče objektivní obraz autonomní aktivity. Vše by mělo proběhnout během jednoho týdne a sportovec musí být v tuto dobu zcela zdravý a dostatečně regenerován. To znamená, že vytváření "mapy" ANS sportovce musí probíhat v období, kdy intenzita tréninkového zatížení není příliš vysoká. Obvykle jsou pro účely "mapování" ANS dostatečná čtyři měření, za nestandardních podmínek jich však může být až deset (počet "mapovacích" měření určuje software). Ne vždy je to z časových důvodů možné, jako tomu bylo i v předkládané práci.

7 ZÁVĚRY

V předkládané práci se podařilo splnit hlavní cíl a všechny dílčí cíle. Změny v aktivitě ANS byly analyzovány jak u jednotlivců, tak podle postů, tak i z hlediska celého mužstva. U hodnocení jednotlivců byly výrazné individuální rozdíly, které poukazují na odlišné reakce v aktivitě ANS u jednotlivých hráčů na stejnou zátěž.

Hodnocení aktivity ANS z pohledu postů prokázalo rozdílnou dynamiku reakce obránců, záložníků a útočníků. Z celkového pohledu mužstva byla zvolená intenzita zatěžování optimální. Je však potřeba podotknout, že pro hodnocení bylo použito průměrných hodnot všech hráčů, což nekoresponduje s intraindividuálními rozdíly při hodnocení jednotlivců.

Byla porovnána aerobní kapacita s aktivitou ANS. Výsledky prokázaly, že ani jeden ze sledovaných hráčů není na špičkové úrovni v obou sledovaných parametrech. Pouze tři hráči měli vysokou hodnotu aktivity ANS, ale při současné nízké úrovni aerobní kapacity. Zbývajících šest hráčů mělo nízkou aktivitu ANS, z toho jen dva při vysoké úrovni aerobní kapacity.

Hodnocení vnímané únavy Borgovou škálou potvrdilo, že odhad zátěže v tréninku podle pocitů či zkušeností hráče nebo trenéra, ve většině případů neodpovídá reálné intenzitě zatížení. U kondičního tréninku byla celkem dobře odhadována dynamika zátěže během měřeného období, ale intenzitu odhadl minimální počet hráčů. U herních či kombinovaných tréninků byly odhady silně nadhodnoceny a odhady se se skutečnou zátěží velmi lišily. Schopnost odhadnout intenzitu zátěže závisí do značné míry na zkušenosti sportovce a vzhledem k průměrnému věku probandů ($20,5 \pm 1,59$ roků), přinesl výzkum očekávaný závěr. A sice, že řízení tréninku na základě trenérské empatie není dostatečné a na vrcholové úrovni zcela nekompetentní.

Proto je zařazení metody SA HRV do řízení tréninku a pro optimalizaci velikosti tréninkového zatížení velmi cenným nástrojem pro fotbalové trenéry. Pro časovou a kapacitní náročnost může velmi dobře sloužit především v průběhu kondiční přípravy celého mužstva nebo při monitorování stavu aktivity ANS klíčových hráčů v týmu.

8 SOUHRN

Hlavním cílem diplomové práce bylo analyzovat změny v aktivitě ANS u jednotlivých hráčů. Testovaná soubor tvořilo celkem 10 prvoligových fotbalistů, ve věku $20,53 \pm 1,59$ let. Všichni sportovci podstoupili vstupní vyšetření, které se skládalo z maximálního zátěžového testu a vyšetření autonomního nervového systému (ANS) metodou SA HRV. Aktivita ANS byla snímána neinvazivní metodou SAHRV a vyhodnocena komplexními indexy CS, VA, SVB a P_T .

V následném období dvou mikrocyclů bylo provedeno sedm měření aktivity ANS. K hodnocení aktivity ANS u jednotlivých hráčů byl použit křížový graf indexů VA a SVB, které byly v grafu doplněny o celkový spektrální výkon P_T . Pro diskuzi byly vybrány tři typy reakcí na zátěž. Jako první byl vybrán hráč, pro kterého zvolená intenzita zatížení byla snadno zvládnutelná, a jeho aktivita ANS se neposouvala do negativních hodnot. U tohoto hráče byla možnost zvýšit intenzitu zatížení. Jako druhý byl vybrán hráč, u kterého se projevila dynamika ve smyslu negativních i pozitivních posunů v rámci fyziologických hodnot. Což značilo optimální nastavení intenzity zatížení pro tohoto hráče. Poslední vybraný hráč snášel podstupovanou zátěž velmi těžce a byl v průběhu měřeného období opakovaně přetěžován. U tohoto hráče bylo velmi nutné upravit zátěž ve smyslu snížení intenzity.

Dílčími cíli bylo analyzovat aktivitu ANS z hlediska postů a celého mužstva. Výsledky prokázaly rozdílné reakce jednotlivých postů. Vzhledem k reakci celého mužstva byla intenzita nastavena sice správně, ale celkové hodnocení pracovalo s průměrem ze všech hráčů, což výsledek značně zkresluje.

Dále proběhla komparace úrovně aktivity ANS (CS) s úrovní aerobní kapacity (VO_{2max}). Výsledky ukázaly, že ani jeden ze sledovaných hráčů není v obou parametrech na špičkové úrovni. Čtyři hráči měli dokonce oba parametry výrazně podprůměrné.

Posledním dílčím cílem bylo hodnocení subjektivně vnímané námahy hráči pomocí Borgovy škály. K tomuto hodnocení byl přidán odhad trenéra a skutečná zátěž pomocí průměrné tepové frekvence z hlavní části tréninkových jednotek. Z výsledků vyplývá, že se hodnocení hráči a odhad trenéra ve většině případů od skutečné zátěže liší. Tato odlišnost je nejvíce prokazatelná u herních typů tréninků. U kondičních typů jsou schopni hráči i trenér ohodnotit celkem správně dynamiku zátěže během období měření.

Hypotéza H_1 byla přijata. Mezi jednotlivými tréninkovými dny se aktivita ANS celého mužstva se signifikantně nelišila.

9 SUMMARY

The main aim of this thesis was to analyze changes in ANS activity of individual players. The tested group consisted of 10 first league football players, age 20.53 ± 1.59 . All athletes underwent entrance examination that included the maximum load test and the examination of the autonomic nervous system (ANS) by the SA HRV. ANS activity was detected by non-invasive SA HRV method and was evaluated by complex indexes CS, VA, SVB and P_T .

In the subsequent two periods of micro cycles, seven measures of ANS activity were conducted. For the evaluation of the activity of the ANS, at individual players, the cross-graph of indexes VA and SVB was used and was added by the overall spectral performance P_T in the graph. Three types of load-response were chosen for the discussion. Firstly, the player, for whom the load intensity was easily manageable, was selected and his activity of ANS did not shift to negative values. There was the possibility to increase the load intensity for this player. Secondly, the player who reflected the dynamic negative and positive shifts in the physiological values was selected. It denoted the optimal load intensity for this player. The last selected player tolerated the load intensity very hardly and was repeatedly overload during the measured period. There was necessity to adjust the load to the intent that the intensity was decreased.

The partial objectives were to analyze the activity of the ANS in terms of player posts and of the whole team. The results showed the different responses of individual posts. Regarding the whole team reaction, the intensity was adjusted properly, however, the overall assessment worked with the average values of all players that considerably misrepresent the results.

Furthermore, the comparison of the level of ANS (CS) activity to the level of aerobic capacity (VO_{2max}) was implemented. The results showed that none of the examined players is at the top level in both parameters. Four of the players had even both parameters significantly below-average.

The last objective was the evaluation of subjectively perceived effort by players using the Borg's scale. This evaluated was added by the trainer's assessment and by the actual load using the average pulse rate taken from the main part of the training unit. The results show that the examined players and the trainer's assessment differ from actual load in the majority of cases. The difference is verifiable most in the game types of training. In the fitness training types the players are able to assess the dynamics during the period of

measures quite properly.

The hypothesis H_1 accepted. The activity of ANS of the whole team differed among individual training units.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Acharya, U. R., Joseph, K. P., Kannathal, N., Lim, C. M., & Suri, J. S. (2006). Heart rate variability: a review. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 44, 1031-1051.
- Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart Rate Monitoring. *Sports Medicine*; 33 (7): 517-538.
- Borg, G. (1985). *An introduction to Borg's RPE-scale*. Ithaca, NY: Movement Publications.
- Borg, G. (1998). *Borg's Perceived exertion and pain scales*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Botek, M. (2007). *Sledování aktivity autonomního nervového systému metodou spektrální analýzy variability srdeční frekvence u sportovců*. Disertační práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Botek, M., Stejskal, P., & Neuls, F. (2007). Monitoring of autonomic nervous system activity during recovery period after marathon run by spectral analysis of heart rate variability: a case study. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 37(2), 28.
- Botek, M., Stejskal, P., Jakubec, A., & Kalina, M. (2004). Kvantifikace aktivity autonomního nervového systému v zotavení s možností monitorování procesu superkompenzace metodou spektrální analýzy variability srdeční frekvence. In Salinger (Ed.), *IV. Odborný seminář s mezinárodní účastí Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi – Sborník článků a abstrakt* (p. 146). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Carter, J. B., Banister, E. W., & Blaber, A. P. (2003). Effect of Endurance Exercise on Autonomic Control of Heart Rate. *Sports Medicine*; 33 (1), 33-46.
- Cipryan, L., Stejskal, P., Bartakova, O., Botek, M., Cipryanova, H., Jakubec, A., Petr, M., & Řehova, I. (2007). Autonomic nervous system observation through to use of spectral analysis of heart rate variability in ice hockey players. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 37(4), 17-21.

- Education for Health. (2011). *Respiratory drugs — how they work*. Retrieved 14. 4. 2011 from the World Wide Web: <http://real.eguidelines.co.uk/secure/pharmacology01.php#ans>
- Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: Galén.
- Hamar, D., & Lipková, J. (2001). *Fyziológia telesných cvičení*. Bratislava: Universita Komenského.
- Chen, M. J., Fan, X., & Moe, S. T. (2002). Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 20, 873 - 899.
- Jakubec, A. (2005). *Spektrální analýza variability srdeční frekvence v průběhu zotavení po dynamické práci*. Disertační práce, Universita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Jakubec, A., Stejskal, P., Žujová, E., Botek, M., Bezdíčková, M., & Gaul-Aláčková, P. (2004). Odpověď vybraných ukazatelů SA HRV na dynamickou zátěž v průběhu 46ti hodinového zotavení [Abstrakt]. In Salinger (Ed.), *IV. Odborný seminář s mezinárodní účastí Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi – Sborník článků a abstrakt* (p. 150). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kolář, J., et al. (2003). *Kardiologie pro sestry intenzivní péče a studenty medicíny*. 3. vyd. Praha: Akcenta.
- Kraemer, W. J. et al. (2004). Changes in exercise performance and hormonal concentrations over a big ten soccer season in starters and nonstarters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(1), 121-128.
- Lee, D. J. (2010). Adrenal Fatigue Syndrome, Part 2: Adrenal Function and Overtraining. *Athletic Therapy Today*, 15(2), 28-31.
- Lehnert, M., Novosad, J., & Neuls, F. (2001). *Základy sportovního tréninku 1*. Olomouc: Hanex.

- Lehnert, M., Stejskal, P., Háp, P., & Vavák. (2008). Load intensity in volleyball game like drills. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 38(1), 53 - 58.
- Little, T., & Williams, A. G. (2007). Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 367-371.
- Maughan, R., Gleeson, M., & Greenhaff, P. L. (1997). *Biochemistry of exercise and training*. Oxford: Oxford University Press
- Morgan, W. P. (2001). Utility of exertional perception with special reference to underwater exercise. *International Journal of Sport Psychology*, 32(2), 137-161.
- Müller, T., Jakubec, A., Stejskal, P., & Kalina, M. (2004). Spektrální analýza variability srdeční frekvence ve sportovním tréninku sjezdu na divoké vodě [Abstrakt]. In Salinger (Ed.), *IV. Odborný seminář s mezinárodní účastí Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi – Sborník článků a abstrakt* (p. 161). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Olšák, S. (2004). Skúsenosti a možnosti využitia variability srdcovej frekvencie vo vrcholovom športě. In Salinger (Ed.), *IV. Odborný seminář s mezinárodní účastí Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi – Sborník článků a abstrakt* (p. 146). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Opavský, J. (2004). Metody vyšetřování autonomního nervového systému a spektrální analýza variability srdeční frekvence v klinické praxi. In Salinger (Ed.), *IV. Odborný seminář s mezinárodní účastí Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi – Sborník článků a abstrakt* (p. 146). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Robertson, R. J. (2004). *Perceived exertion for practitioners: rating effort with the OMNI picture systém*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Rokyta, R. et al. (2000). *Fyziologie, pro bakalářské studia v medicíně, přírodovědeckých a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV.

- Salinger, J., Opavský, J., Bůla, J., Vychodil, R., Novotný, J., & Vaverka, F. (1994). Programové vybavení měřicího systému, typ TF-2, určené pro spektrální analýzu variací R-R intervalů v kardiologii. *Lékař a technika*, 25, 58-62.
- Salinger, J., Opavský, J., Stejskal, P., Vychodil, R., Olšák, S., & Janura, M. (1998). The evaluation of heart rate variability in physical exercise by using the telemetric variapulse TF3 system. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 28, 13-23.
- Salinger, J., Stejskal, P., Opavský, J., Gwozdziewicz, M., Gwozdziewiczová, S., Novotný, J., Elfmark, M., & Bula, J. (2004). Systém type *VarCor PF* for non-invasive diagnostics of the heart rate variability and of the respiratory rate. In Salinger (Ed.), *IV. Odborný seminář s mezinárodní účastí Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi – Sborník článků a abstrakt* (p. 146). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Steed, J. C., Gaesser, G. A., & Wellman, A. (1993). Ratings of perceived exertion (RPE) as markers of blood lactate concentration during running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(5), Supplement abstract 367.
- Stejskal, P. (2004). Využití nové metodiky hodnocení SA HRV pomocí komplexních indexů v klinické a sportovní praxi. In Salinger (Ed.), *IV. Odborný seminář s mezinárodní účastí Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi – Sborník článků a abstrakt* (p. 146). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Stejskal, P. (2007). Spektrální analýza srdeční frekvence při rekreačních pohybových aktivitách a při sportovním tréninku. In D. Martiník (Ed.) *Sborník z interdisciplinární konference s mezinárodní účastí „Optimální působení tělesné zátěže a výživy“* (10-20). Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové.
- Stejskal, P., & Salinger, J. (1996). Spektrální analýza variability srdeční frekvence - Základy metodiky a literární přehled o jejím klinickém využití. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 2, 33-42.
- Stejskal, P., Rechbergova, J., Salinger, J., Šlachta, R., Elfmark, M., Kalina, M., Jurč, R., & Řehová, I. (2001). Power spectrum of heart rate variability in exercising humans:

The effect of exercise intensity. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation*, 10(1), 39-57.

Stejskal, P., Šlachta, R., Elfmark, M., Salinger, J., & Gaul-Aláčová, P. (2002). Spectral analysis of heart rate variability: New evaluation method. *Acta Gymnica Universitatis Palackianae Olomucensis*, 32(2), 13-8.

Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005) Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.

Šišák, V. (2011). *Vztah mezi aktivitou autonomního nervového systému a vybranými fyziologickými parametry u prvoligových fotbalistů*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.

Šlachta, R., Stejskal, P., & Elfmark, M. (2004). Spektrální analýza variability srdeční frekvence u sportovců a modifikace tréninku pomocí spektrální analýzy. In Salinger (Ed.), *IV. Odborný seminář s mezinárodní účastí Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi – Sborník článků a abstrakt* (p. 146). Olomouc: Univerzita Palackého.

Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996). Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Special report. *Circulation*, 93(5), 1043-1065.

Trojan, S. (2003). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing.

Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18, 669-683.

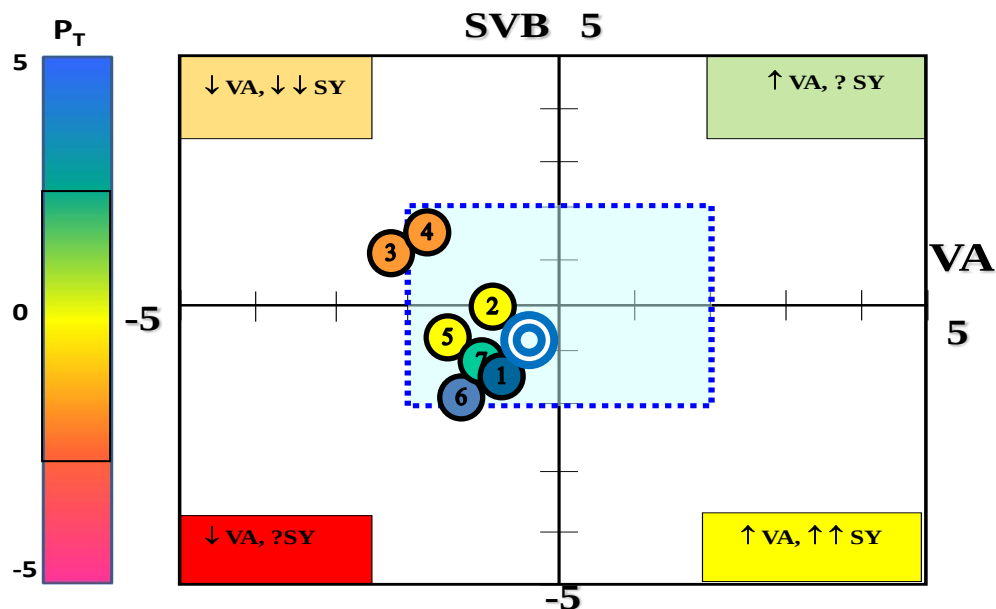
Weydahl, A., Sothorn, R. B., & Corneliessen, G. G. (2001). Non-linear relation of heart rate variability during exercise recovery with local geomagnetic activity. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56(2), 298-300.

Yamamoto, Y., & Hughson, R. L. (1991). Coarse - graining spectral analysis: new method for studying heart rate variability. *Journal of Applied Physiology*, 71(3), 1143-1150.

11 PŘÍLOHY

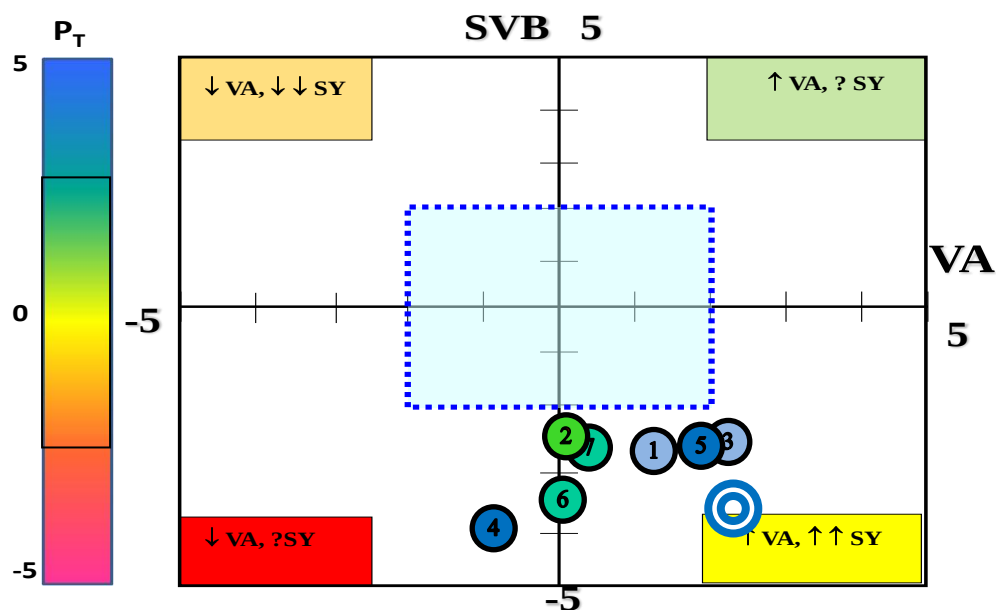
Příloha 1.

Obrázek 17. Dynamika aktivity ANS u hráče A1



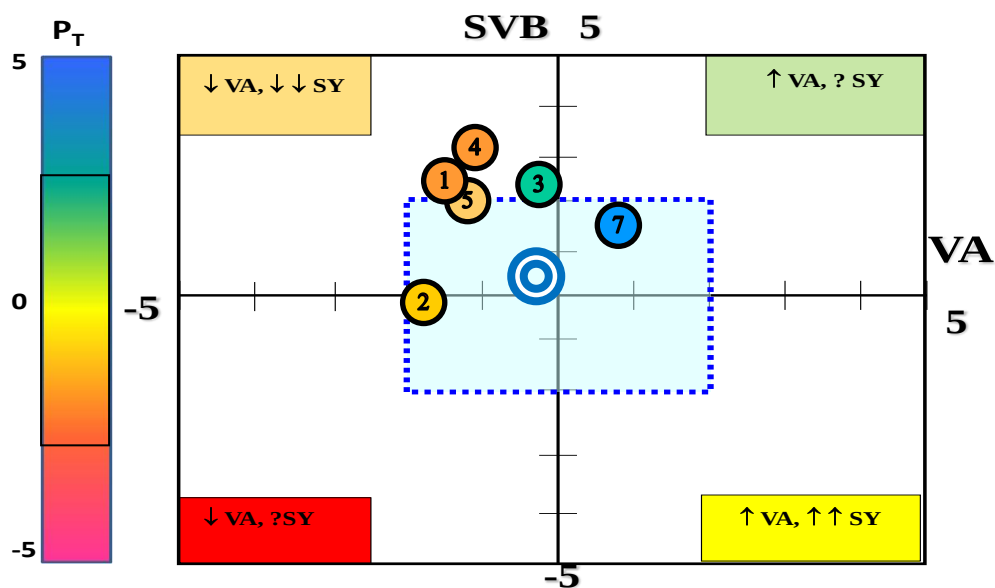
Vysvětlivky: SVB – sympatovagová balance; VA – vagotonie; 1 – 22.6.; 2 – 23.6.; 3 – 24.6.; 4 – 25.6.; 5 – 28.6.; 6 – 29.6.; 7 – 1.7.; - vstupní vyšetření

Obrázek 18. Dynamika aktivity ANS u hráče A2



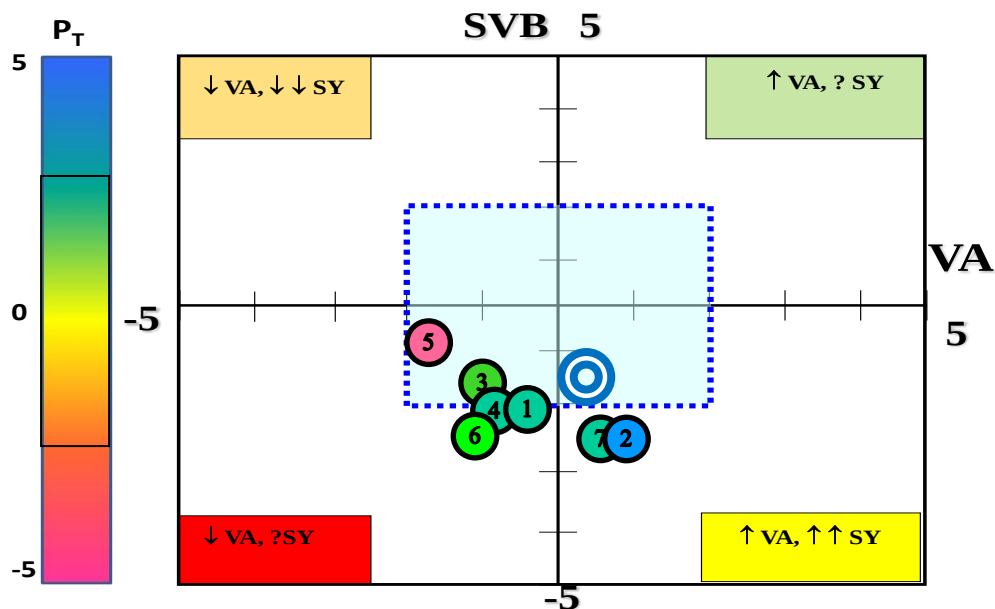
Vysvětlivky: SVB – sympatovagová balance; VA – vagotonie; 1 – 22.6.; 2 – 23.6.; 3 – 24.6.; 4 – 25.6.; 5 – 28.6.; 6 – 29.6.; 7 – 1.7.; - vstupní vyšetření

Obrázek 19. Dynamika aktivity ANS u hráče B1



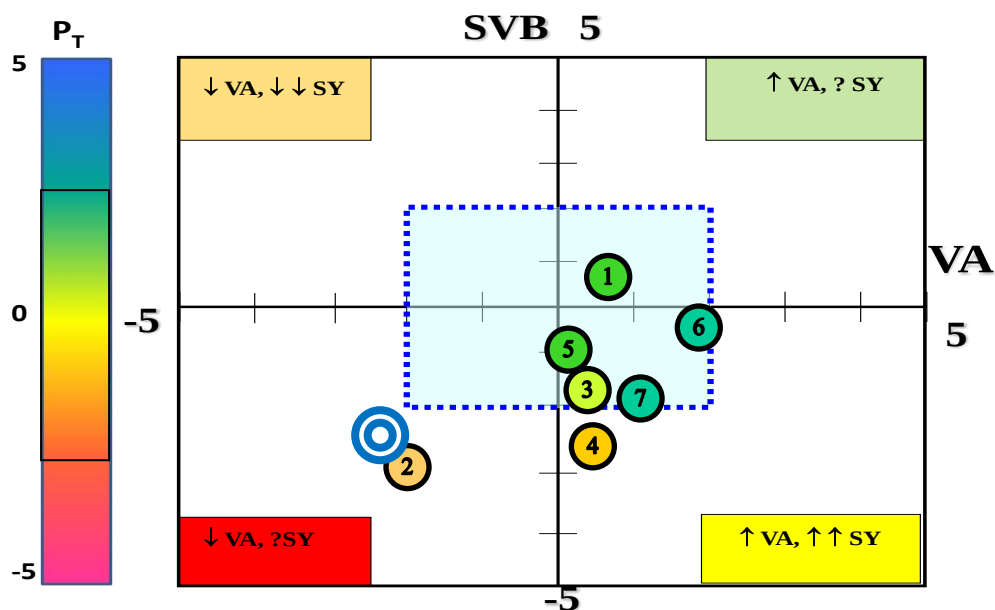
Vysvětlivky: SVB – sympatovagová balance; VA – vagotonie; SY – sympatikus, P_T – celkový spektrální výkon, 1 – 22.6.; 2 – 23.6.; 3 – 24.6.; 4 – 25.6.; 5 – 28.6.; 6 – 29.6.; 7 – 1.7.; - vstupní vyšetření

Obrázek 20. Dynamika aktivity ANS u hráče B3



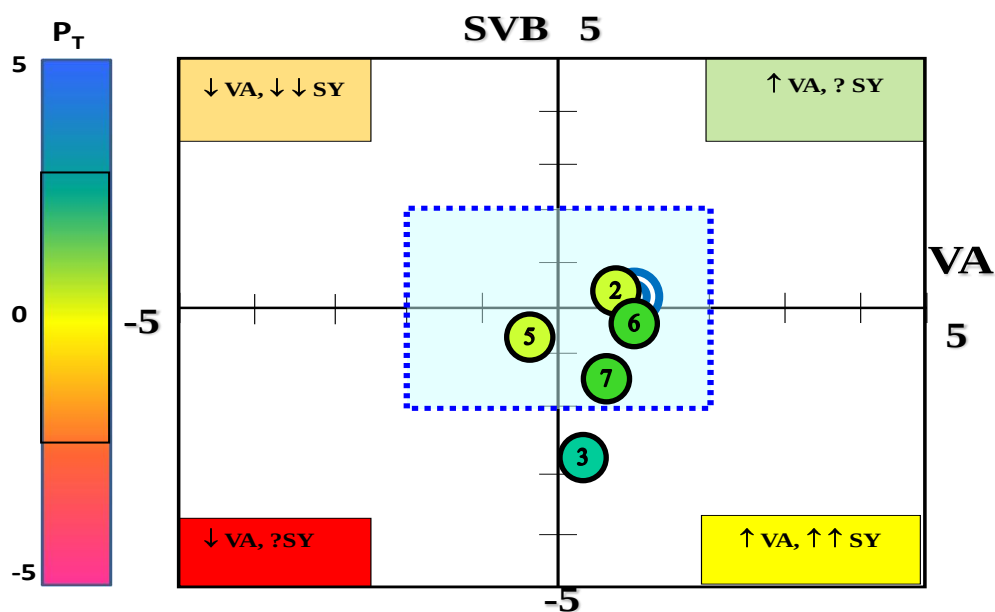
Vysvětlivky: SVB – sympatovagová balance; VA – vagotonie; SY – sympatikus, P_T – celkový spektrální výkon, 1 – 22.6.; 2 – 23.6.; 3 – 24.6.; 4 – 25.6.; 5 – 28.6.; 6 – 29.6.; 7 – 1.7.; - vstupní vyšetření

Obrázek 21. Dynamika aktivity ANS u hráče C1



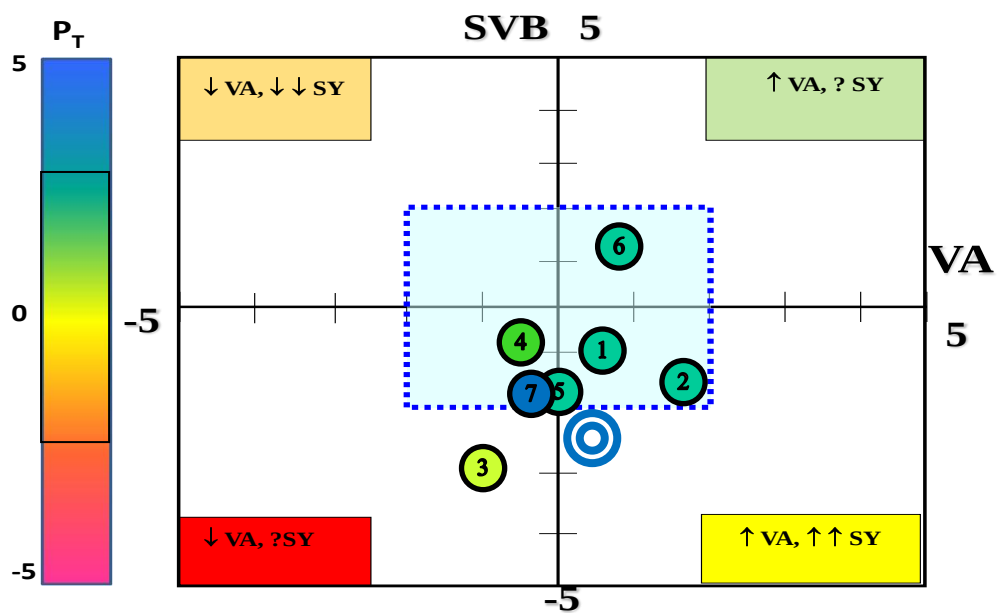
Vysvětlivky: SVB – sympatovagová balance; VA – vagotonie; SY – sympatikus, P_T – celkový spektrální výkon, 1 – 22.6.; 2 – 23.6.; 3 – 24.6.; 4 – 25.6.; 5 – 28.6.; 6 – 29.6.; 7 – 1.7.; - vstupní vyšetření

Obrázek 22. Dynamika aktivity ANS u hráče C2



Vysvětlivky: SVB – sympatovagová balance; VA – vagotonie; SY – sympatikus, P_T – celkový spektrální výkon, 1 – 22.6.; 2 – 23.6.; 3 – 24.6.; 4 – 25.6.; 5 – 28.6.; 6 – 29.6.; 7 – 1.7.; - vstupní vyšetření

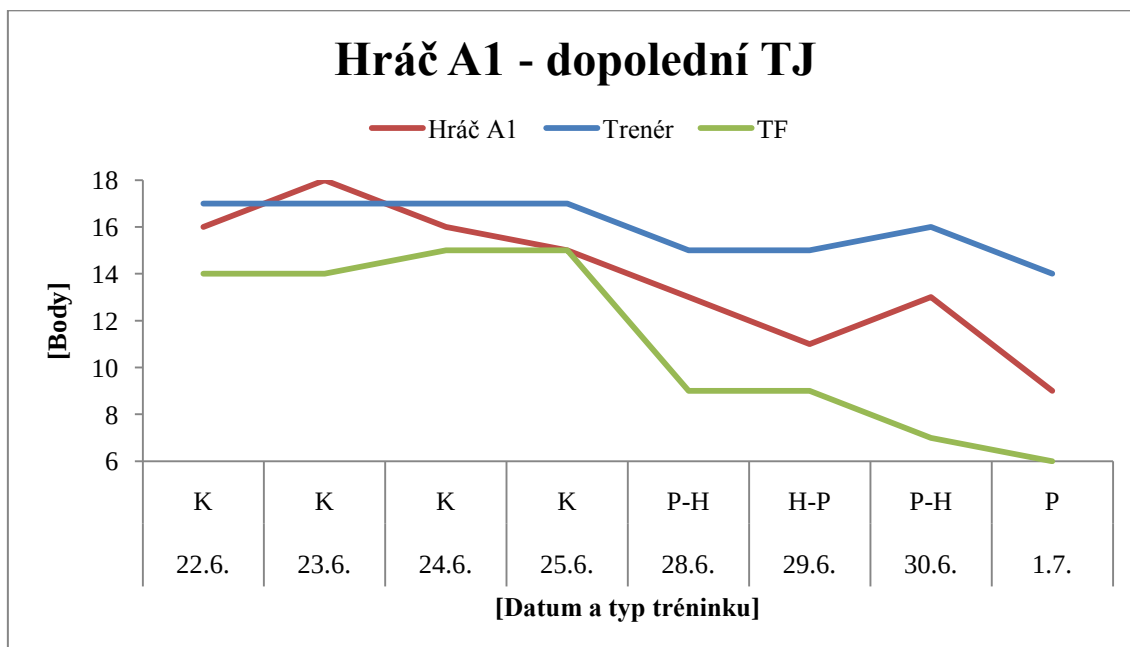
Obrázek 23. Dynamika aktivity ANS u hráče C3



Vysvětlivky: SVB – sympatovagová balance; VA – vagotonie; SY – sympatikus, P_T – celkový spektrální výkon, 1 – 22.6.; 2 – 23.6.; 3 – 24.6.; 4 – 25.6.; 5 – 28.6.; 6 – 29.6.; 7 – 1.7.; - vstupní vyšetření

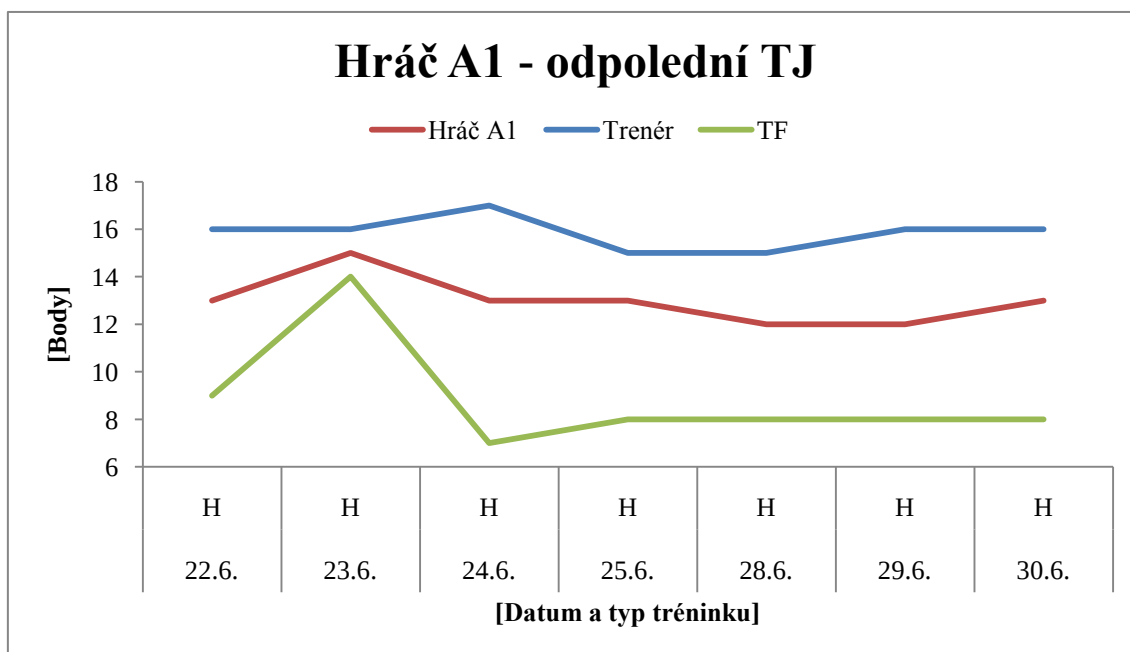
Příloha 2. Výsledky hodnocení vnímané únavy hráči a trenérem pomocí Borgovy škály v komparaci se skutečnou zátěží reprezentovanou průměrnou tepovou frekvencí za jednotlivé tréninkové jednotky.

Obrázek 24. Hodnocení vnímané únavy hráčem A1



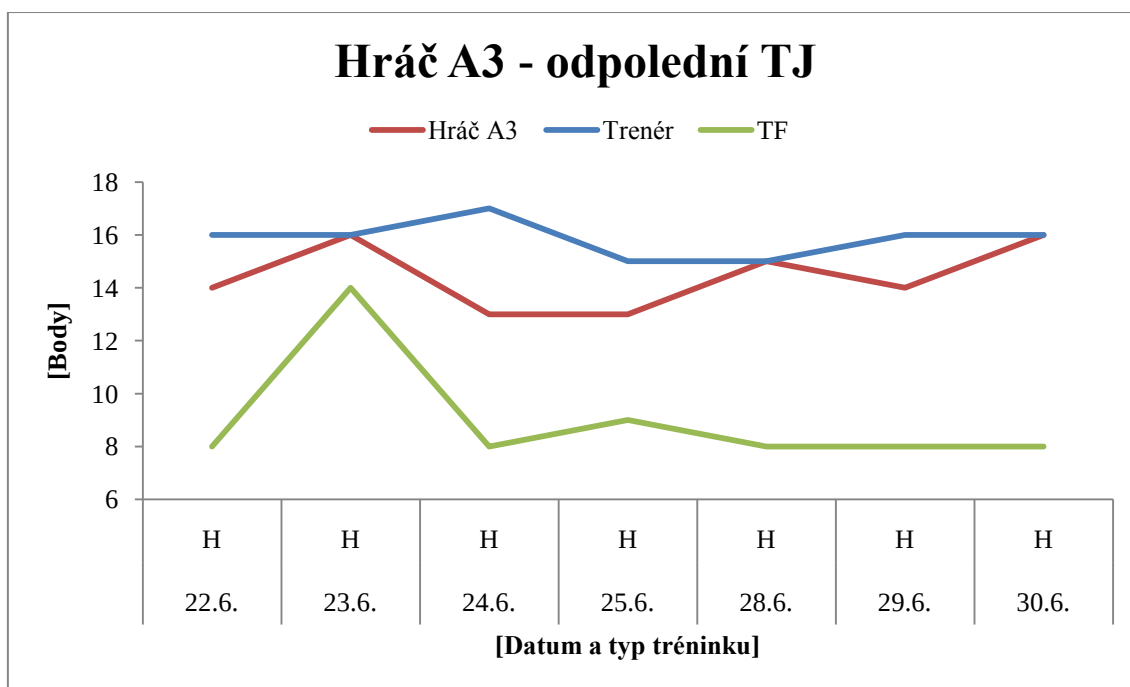
Vysvětlivky: A1 – obránce č. 1; TJ – tréninková jednotka; K – kondice; P – posilovna; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Obrázek 25. Hodnocení vnímané únavy hráčem A1



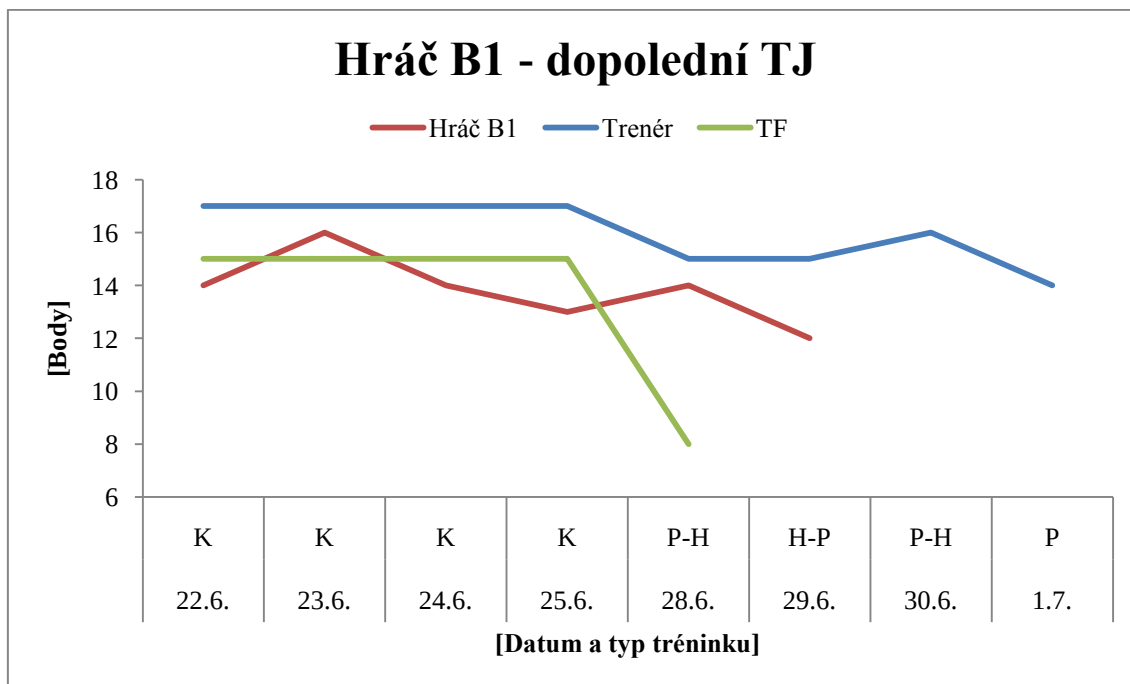
Vysvětlivky: A1 – obránce č. 1; TJ – tréninková jednotka; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Obrázek 26. Hodnocení vnímané únavy hráčem A3



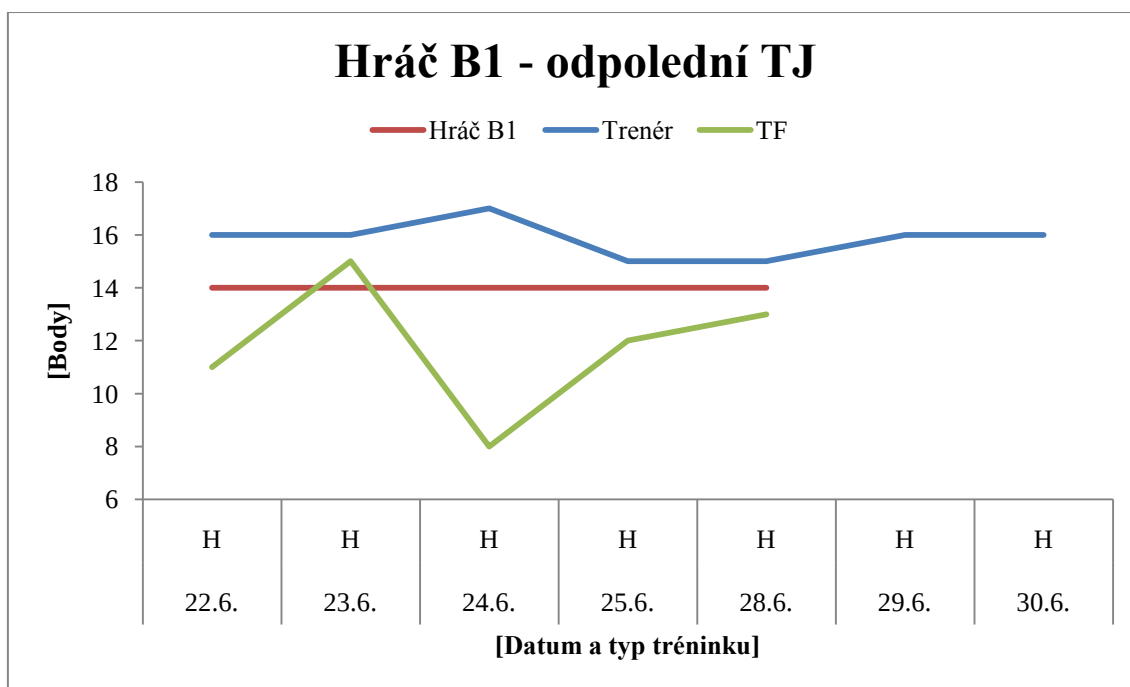
Vysvětlivky: A3 – obránce č. 3; TJ – tréninková jednotka; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Obrázek 27. Hodnocení vnímané únavy hráčem B1



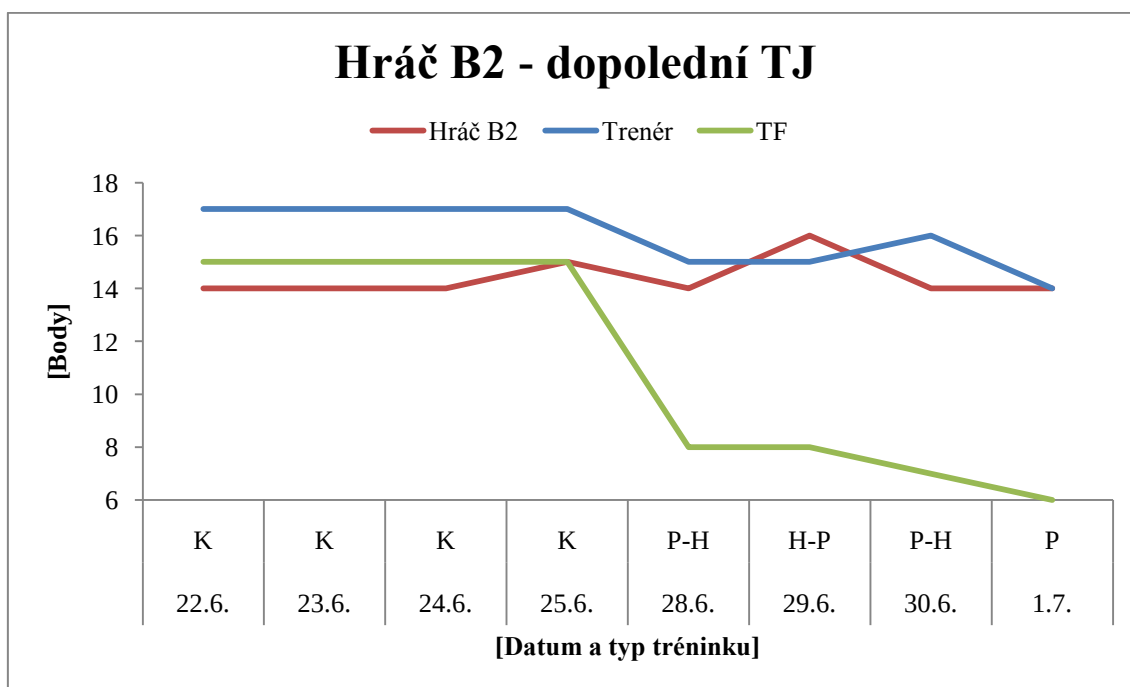
Vysvětlivky: B1 – záložník č. 1; TJ – tréninková jednotka; K – kondice; P – posilovna; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Obrázek 28. Hodnocení vnímané únavy hráčem B1



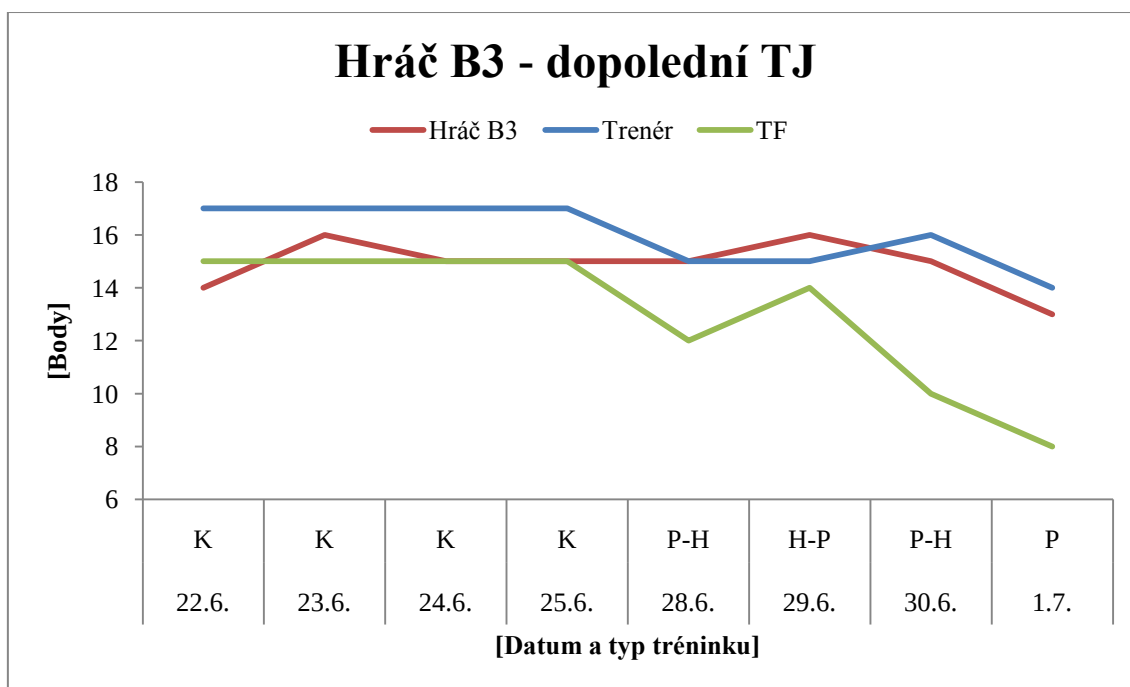
Vysvětlivky: B1 – záložník č. 1; TJ – tréninková jednotka; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Obrázek 29. Hodnocení vnímané únavy hráčem B2



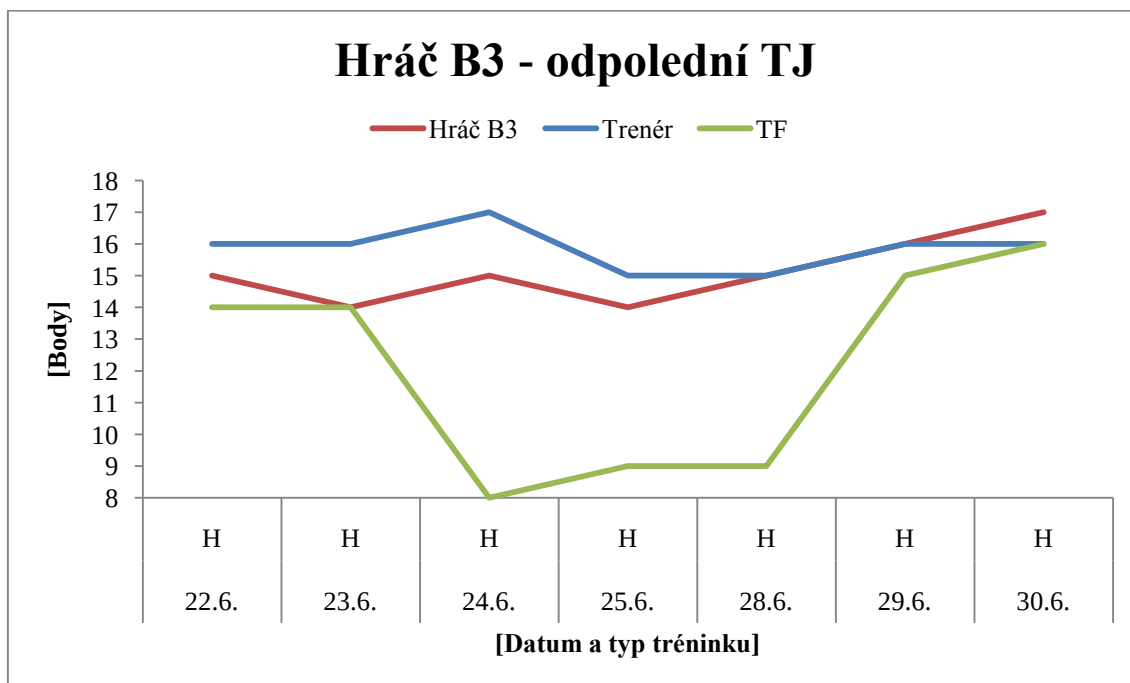
Vysvětlivky: B2 – záložník č. 2; TJ – tréninková jednotka; K – kondice; P – posilovna; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Obrázek 30. Hodnocení vnímané únavy hráčem B3



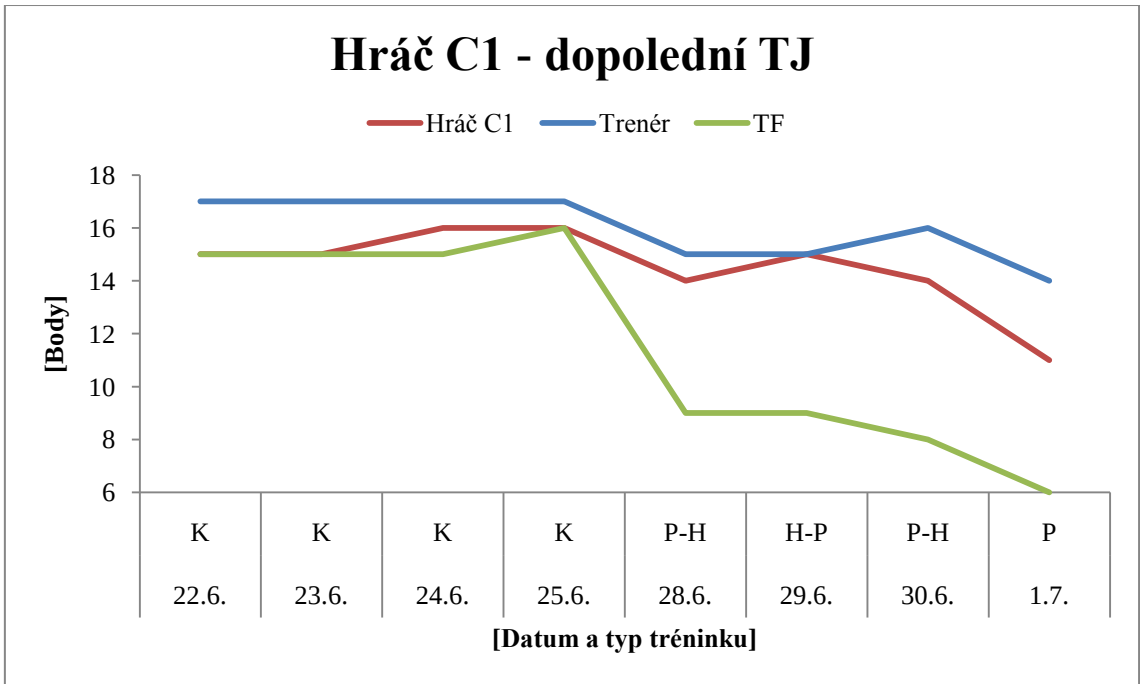
Vysvětlivky: B3 – záložník č. 3; TJ – tréninková jednotka; K – kondice; P – posilovna; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Obrázek 31. Hodnocení vnímané únavy hráčem B3



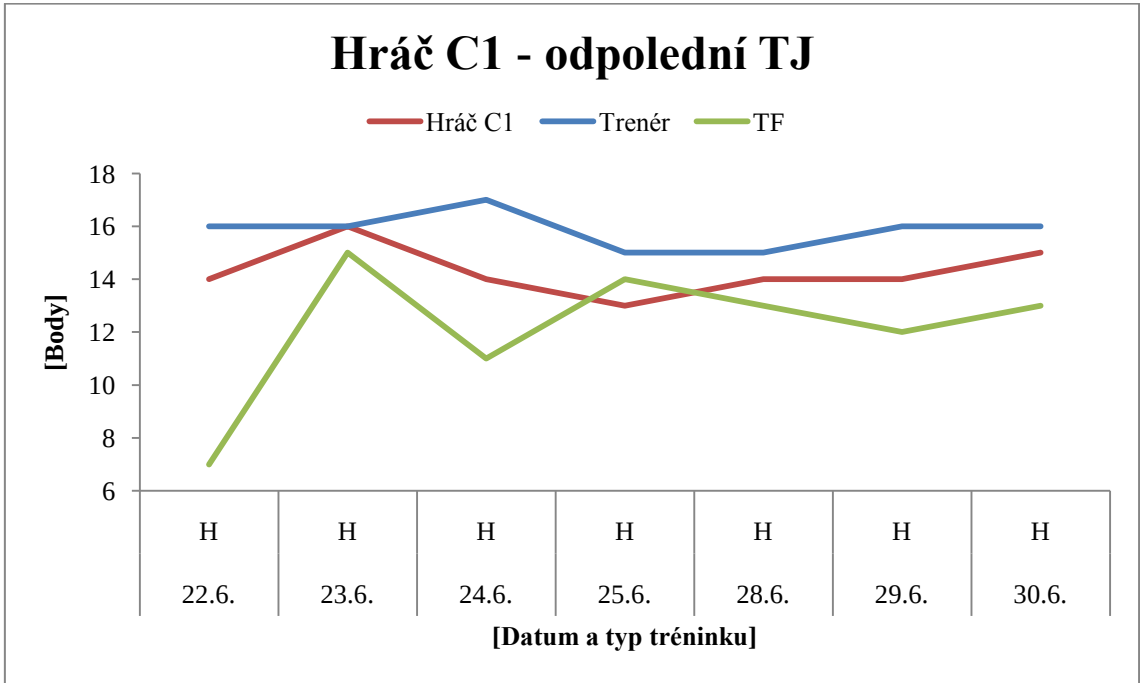
Vysvětlivky: B3 – záložník č. 3; TJ – tréninková jednotka; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Obrázek 32. Hodnocení vnímané únavy hráčem C1



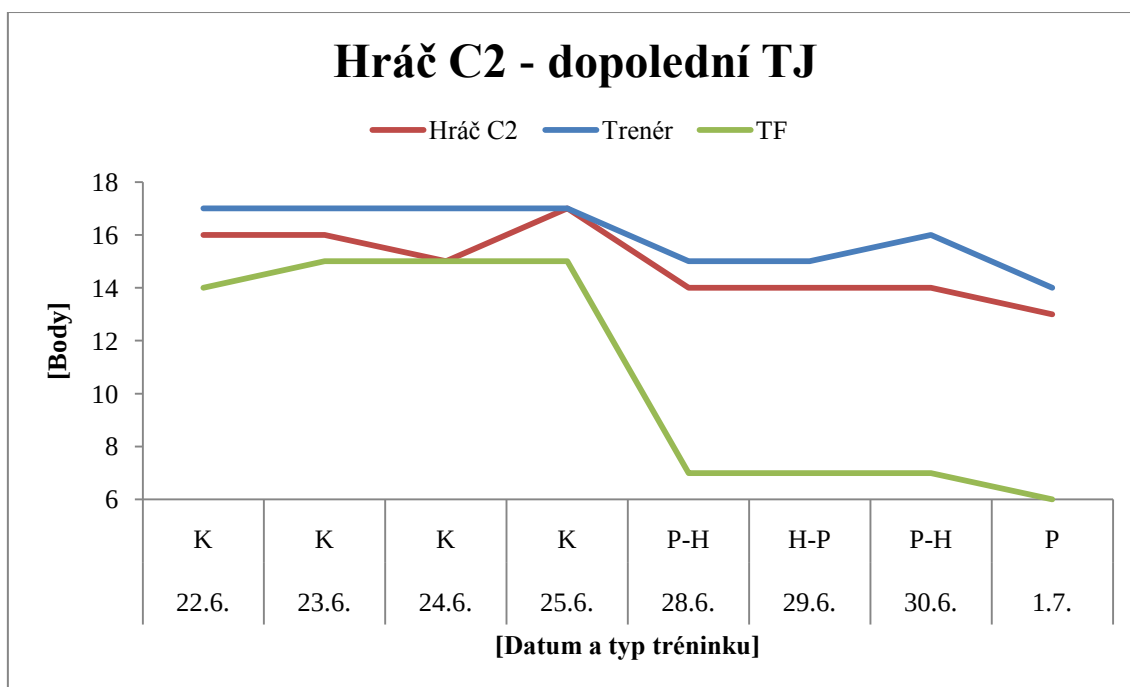
Vysvětlivky: C1 – útočník č. 1; TJ – tréninková jednotka; K – kondice; P – posilovna; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Obrázek 33. Hodnocení vnímané únavy hráčem C1



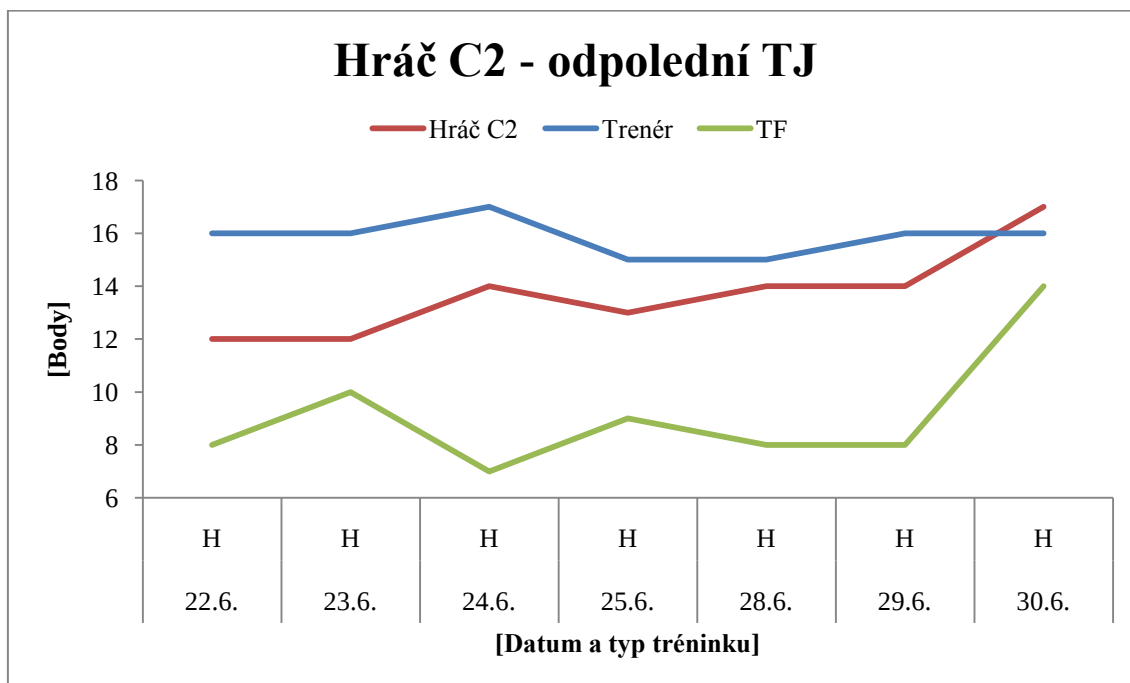
Vysvětlivky: C1 – útočník č. 1; TJ – tréninková jednotka; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Obrázek 34. Hodnocení vnímané únavy hráčem C2



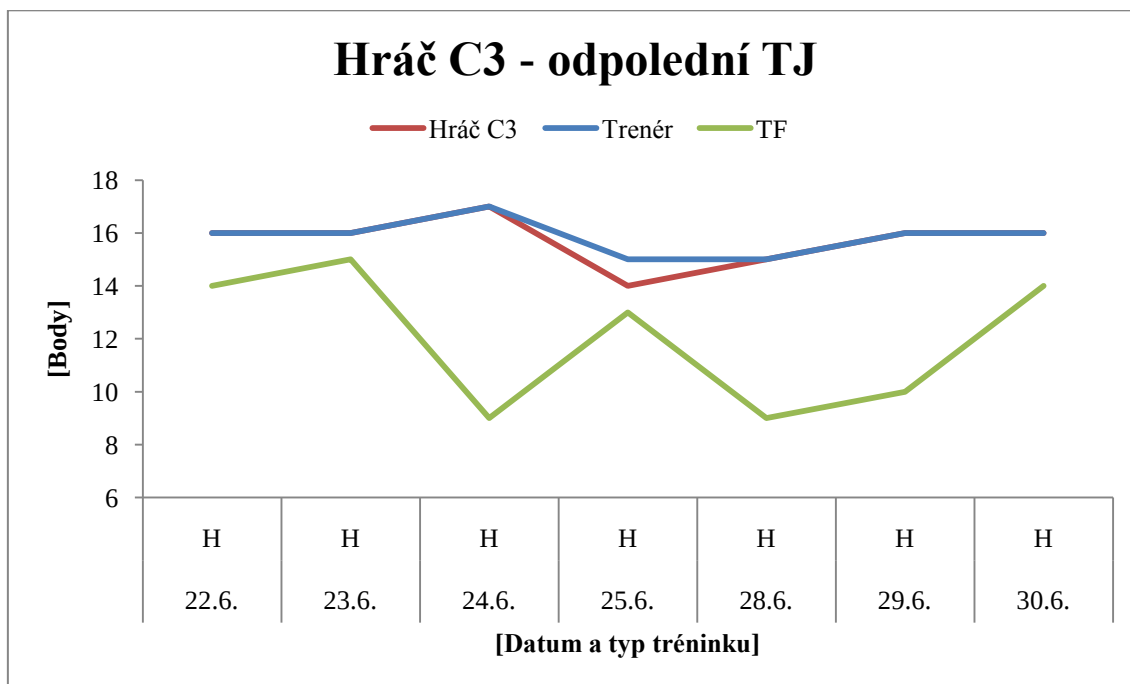
Vysvětlivky: C2 – útočník č. 2; TJ – tréninková jednotka; K – kondice; P – posilovna; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Obrázek 35. Hodnocení vnímané únavy hráčem C1



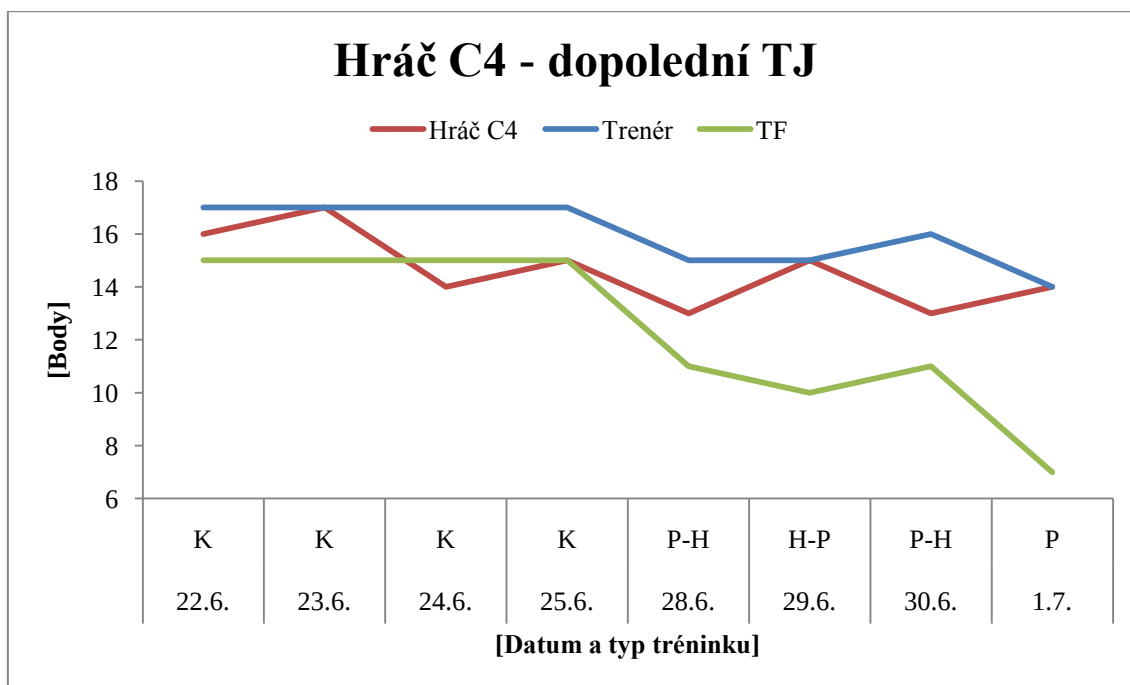
Vysvětlivky: C2 – útočník č. 2; TJ – tréninková jednotka; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Obrázek 36. Hodnocení vnímané únavy hráčem C3



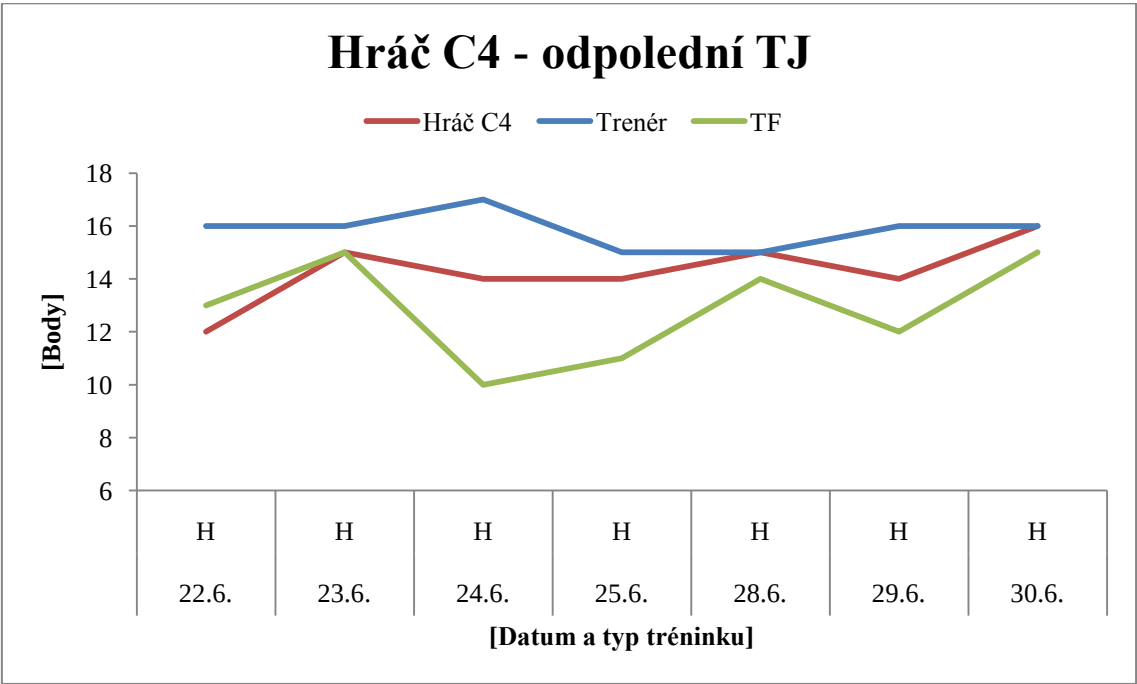
Vysvětlivky: C3 – útočník č. 3; TJ – tréninková jednotka; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Obrázek 37. Hodnocení vnímané únavy hráčem C4



Vysvětlivky: C4 – útočník č. 4; TJ – tréninková jednotka; K – kondice; P – posilovna; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Obrázek 38. Hodnocení vnímané únavy hráčem C1



Vysvětlivky: C4 – útočník č. 4; TJ – tréninková jednotka; H – herní trénink; TF – tepová frekvence

Příloha 3. Průvodní pokyny pro hráče při hodnocení vnímání námahy

„Během vykonávání pohybové aktivity máte odhadovat, jak vnímáte námahu. Hodnota 6 na škále znamená žádnou námahu a 20 znamená totální maximální úsilí. Stupeň 13 odpovídá poněkud těžší pohybové aktivitě (pravděpodobně vykonávané blíže anaerobnímu prahu). Na stupni 17 se od cvičící osoby vyžaduje pokusit se za každou cenu splnit daný úkol, třeba i po určité přestávce. Stupeň 19 znamená pro mnohé extrémně namáhavou aktivitu, při které si však lidé často uchovávají v rezervě ještě malou část možného mimořádného úsilí. Pokuste se odhadnout pocit námahy co nejpoctivěji. Nepodceňujte, ani nepřeceňujte. Nemá cenu podhodnotit úroveň a vyvolat dojem poslušného a tvrdě pracujícího. Nás zajímají pouze vaše pocity vztahující se k úsilí a námaze. Podívejte se na škálu a slovní popisy jednotlivých stupňů a rozhodněte se pro slovo, které nejlépe popisuje úroveň vašeho úsilí a počet alternativ spojených s touto deskripcí“ (Borg, 1985).

Příloha 4. Hodnotící 10-ti stupňová škála pro trenéra

Bodová škála	Popis stupňů	TF	% SF max.
1	velmi malá námaha	80 tepů	60 - 70 %
2	malá námaha	100 tepů	70 - 75 %
3	mírná námaha	120 tepů	70 - 75 %
4	větší, stále zvládnutelná námaha	140 tepů	75 - 80 %
5	velká námaha	150 tepů	80 - 90 %
6	vysoká námaha	160 tepů	80 - 90 %
7	velmi vysoká námaha	170 tepů	90 - 94 %
8	extrémně velká námaha	180 tepů	95 - 100 %
9	téměř maximální námaha	190 tepů	95 - 100 %
10	vyčerpání	200 tepů	

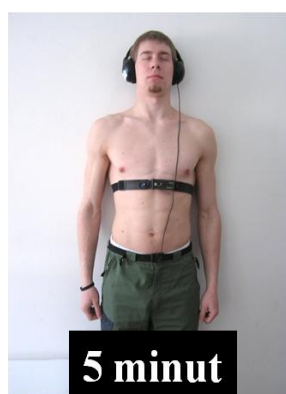
Příloha 5. Hodnotící 15-ti stupňová škála pro hráče

Bodová škála	Popis stupňů
6	bez námahy
7	extrémně malá námaha
8	velmi malá námaha, lehká chůze
9	menší námaha
10	malá - rychlá chůze, velmi pomalý běh, snadná konverzace
11	poměrně větší námaha
12	mírná námaha, snadný běh
13	poněkud větší námaha
14	větší, stále zvládnutelná námaha, zvýšené pocení
15	velká námaha, zrychlené dýchání
16	vysoká námaha
17	velmi vysoká námaha, dýchání je velmi obtížné, stačíte však udržet rychlost po několik minut bez zpomalení tempa
18	extrémně velká námaha
19	téměř maximální námaha
20	vyčerpání

Příloha 6. Mikropočítačový měřicí systém VarCor TF7 MULTI



Příloha 7. Ortoklinostatický manévr (pasivní forma provedení).



Příloha 8. Trojrozměrný graf výkonového spektra HRV

