FAKULTA
PŘÍRODOVĚDNĚ-HUMANITNÍ
A PEDAGOGICKÁ TUL

Diplomová práce

Analýza měření srdeční frekvence judistů během tréninku

Studijní program: N0114A300076 Učitelství pro 2. stupeň základních škol

Studijní obory: Tělesná výchova
Zeměpis

Autor práce: **Bc. Jakub Hamalčík**
Vedoucí práce: Mgr. Petr Jeřábek, Ph.D.
Katedra tělesné výchovy a sportu

Liberec 2024

FAKULTA
PŘÍRODOVĚDNĚ-HUMANITNÍ
A PEDAGOGICKÁ TUL

Zadání diplomové práce

Analýza měření srdeční frekvence judistů během tréninku

Jméno a příjmení:	**Bc. Jakub Hamalčík**
Osobní číslo:	P22000686
Studijní program:	N0114A300076 Učitelství pro 2. stupeň základních škol
Specializace:	Tělesná výchova Zeměpis
Zadávající katedra:	Katedra tělesné výchovy a sportu
Akademický rok:	2023/2024

Zásady pro vypracování:

1. Na základě rešerše dostupných zdrojů podat stručný přehled problematiky.
2. Změřit srdeční frekvenci judistů během tréninku pomocí snímače srdeční frekvence.
3. Vypracovat analýzu kondiční připravenosti judistů na základě měření.
4. Na základě zpracované analýzy formulovat doporučení do tréninkové praxe.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování práce: tištěná/elektronická
Jazyk práce: čeština

Seznam odborné literatury:

BENSON, R., DECLAN, C., 2023. *Trénink podle srdeční frekvence*. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-3524-0.
KRIŠTOFIČ, J., 2007. *Kondiční trénink*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2197-2.
SCHÄFER, A., 2007. *Judo – průvodce sportem*. Praha: KOPP. ISBN 978-80-7232-327-2.

Vedoucí práce: Mgr. Petr Jeřábek, Ph.D.
Katedra tělesné výchovy a sportu

Datum zadání práce: 22. května 2024
Předpokládaný termín odevzdání: 22. května 2025

L.S.

doc. PaedDr. Aleš Suchomel, Ph.D.
děkan

doc. PaedDr. Petr Urbánek, Dr.
garant studijního programu

V Liberci dne 22. května 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má diplomová práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

5. prosince 2024 Bc. Jakub Hamalčík

Poděkování

Rád bych poděkoval Mgr. Petru Jeřábkovi, Ph.D. za odborné vedení při vypracovávání diplomové práce, vstřícný přístup, cenné rady a připomínky při konzultacích i čas, který mi věnoval. Na závěr děkuji své rodině, přítelkyni, přátelům za trpělivost a podporu během celého studia na vysoké škole.

Anotace

Cílem této diplomové práce je provedení analýzy srdeční frekvence judistů během tréninkové jednotky. Na základě získaných dat ze zařízení Polar Team Pro bude vypracována analýza, která identifikuje míru zatížení judistů. Z výsledků analýzy budou formulována doporučení pro efektivnější tréninkový proces v judu.

Klíčová slova: judo, testování, srdeční frekvence, sporttester, Polar Team Pro, analýza, beep test

Annotation

The aim of this thesis is to perform an analysis of the heart rate of judoka during the training unit. Based on the Polar Team Pro data obtained, an analysis will be developed to identify the level of burden of judoka. From the results of the analysis, recommendations will be formulated for a more efficient training process in judo.

Key Words: judo, testing, heart rate, beeptest, sporttester, Polar Team Pro, analysis, beep test

Obsah

Úvod ... 13
1 Cíle práce ... 14
2 Judo ... 15
2.1 Historie juda ... 15
2.2 Judo a současnost ... 18
2.3 Pravidla juda ... 19
2.4 Sportovní výkon v judu ... 19
2.5 Sportovní trénink v judu ... 22
2.6 Úrazovost v judu ... 24
3 Kardiovaskulární systém ... 25
3.1 Srdce ... 26
3.1.1 Malý a velký krevní oběh ... 26
3.1.2 Řízení činnosti srdce a cév ... 28
3.2 Kardiovaskulární adaptace ... 28
3.3 Srdeční frekvence ... 29
3.3.1 Klidová SF ... 29
3.4 Srdeční frekvence a sportovní trénink ... 30
3.4.1 Trénink a zóny srdeční frekvence ... 31
3.5 Onemocnění srdce ... 32
3.5.1 Koronární srdeční choroba ... 32
3.5.2 Hypertenze ... 33
3.5.3 Cévní mozková příhoda ... 33
4 Sportovní trénink ... 34
4.1 Motivace ve sportu ... 35
4.2 Tréninková jednotka ... 37
4.3 Energetické zajištění sportovního výkonu ... 37

4.4 Maximální srdeční frekvence ... 39
4.5 Určení tréninkových zón na základě SFmax ... 40
4.6 Intenzita zatížení a SF ... 40
4.7 Únava a důsledky neadekvátní zátěže na organismus ... 41
4.7.1 Přetížení ... 42
4.7.2 Přepětí ... 42
4.7.3 Přetrénování ... 42
5 Použité metody a nástroje měření ... 43
5.1 Obsah Polar Team Pro ... 44
5.1.1 Hrudní sporttester ... 46
5.1.2 Výhody využívání sporttesterů ... 47
5.1.3 Výstupy ze zařízení Polar Team Pro ... 47
5.2 Měření SF pomocí zařízení Polar Team Pro ... 47
6 Interpretace grafu SF ... 49
6.1 Fáze SF během zátěže ... 49
6.2 Zotavovací srdeční frekvence ... 50
6.3 Zóny zatížení ... 52
6.4 Statistická analýza SF a role směrodatné odchylky ... 53
7 Metodika práce ... 54
7.1 Harmonogram práce ... 54
7.2 Výzkumné šetření ... 56
8 Výsledky ... 57
8.1 Analýza SF probandů během TJ – 1. tréninková skupina ... 60
8.2 Analýza SF probandů během TJ – 2. tréninková skupina ... 71
9 Doporučení do tréninkové praxe ... 84
10 Diskuze ... 86
11 Závěr ... 87

12 Seznam použité literatury 88

Seznam příloh 93

Seznam obrázků

Obrázek 1 Jigoro Kano (zakladatel juda), zdroj: (Wikipedie, 2024) 16

Obrázek 2 Technické stupně juda; zdroj: (https://judoklubzlin) 18

Obrázek 3 Podíl oxidativního, ATP-PC a glykolytického systému během simulovaných zápasů v judu trvajících od 1 do 5 minut, zdroj: (FRANCINI, 2023) .. 21

Obrázek 4 Velký krevní oběh, zdroj: (BLÍNOVÁ) 27

Obrázek 5 Malý krevní oběh, zdroj: (BLÍNOVÁ) 27

Obrázek 6 Zóny dle srdeční frekvence, (DELEO, 2021) 31

Obrázek 7 Ilustrace beep test, zdroj: (WOOD, 2008) 43

Obrázek 8 Dokovací stanice, Ipad; zdroj: (vlastní) 44

Obrázek 9 Snímač Polar Pro, hrudní pás; zdroj:(vlastní) 45

Obrázek 10 Hrudní Pás H10+, zdroj: (Insportline) 46

Obrázek 11 Fáze srdeční frekvence během zátěže, zdroj: (KENNEY, a další, 2012) . 50

Obrázek 12 Zotavovací SF hodnoty, zdroj: (JVB Health & Wellness) 51

Seznam tabulek

Tabulka 3 První tréninková skupina, zdroj: (vlastní) 59

Tabulka 4 Průměrný počet minut v zónách SF1 až SF5, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 70

Tabulka 5 Druhá tréninková skupina, zdroj: (vlastní) 73

Tabulka 6 Průměrná doba v zónách SF1 až SF5, zdroj: (aplikace Polar Team Pro).... 82

Seznam grafů

Graf 1 Zotavovací srdeční frekvence. zdroj: (NOVOTNÝ, 2023) 52
Graf 2 SF – proband č. 2, zdroj: (aplikace Team Polar Pro) 60
Graf 3 SF – proband č. 3, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 60
Graf 4 SF – proband č. 4, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 61
Graf 5 SF – proband č. 6, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 62
Graf 6 SF – proband č. 9, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 63
Graf 7 SF – proband č. 10, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 64
Graf 8 SF – proband č. 11, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 65
Graf 9 SF – proband č. 12, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 66
Graf 10 SF – proband č. 13, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 67
Graf 11 SF – proband č. 14, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 68
Graf 12 SF – Proband č. 15, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 69
Graf 13 Průměrný počet minut v zónách SF1 až SF5, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 70
Graf 14 SF – proband č. 16, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 74
Graf 15 SF – proband č. 17, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 75
Graf 16 SF – proband č.18, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 76
Graf 17 SF – proband č. 19, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 77
Graf 18 SF – proband č. 20 – zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 78
Graf 20 Nadmaximální SF – proband č. 21, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 79
Graf 19 SF – proband č. 21, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 79
Graf 21 SF – proband č. 22, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 80
Graf 22 SF – proband č. 23, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 81
Graf 23 Průměrné procentuální rozložení v zónách SF1-SF5, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 82
Graf 24 Porovnání průměrné SF během boje v postoji a na zemi, zdroj: (aplikace Polar Team Pro) 83

Seznam zkratek

ADP	adenosindifosfát
ANP	anaerobní práh
AT	aerobní práh
ATP	adenosintrifosfát
Bpm	beats per minute – údery za minut
CP	kreatinfosfát
ČSJU	Český svaz Juda
GPS	globální polohovací systém
HRR	zotavovací srdeční frekvence
ICHS	ischemická choroba srdeční
IJF	Mezinárodní judistická federace
Min.	minuty
P	fosfát
pH	označení kyselého či zásaditého prostředí
SD	směrodatná odchylka
SF	srdeční frekvence
SF1	první zóna SF
SF2	druhá zóna SF
SF3	třetí zóna SF
SF4	čtvrtá zóna SF
SF5	pátá zóna srdeční frekvence
Sf_{klid}	klidová SF
SF_{max}	maximální SF
TJ	tréninková jednotka
VO_{max}	maximální příjem kyslíku

Úvod

Bojový sport jménem judo mne doprovází od mých šesti let až do dnešních dní. Volba tématu diplomové práce proto byla jasná. Důvodem, proč jsem si vybral právě problematiku srdeční frekvence, je, že podává ukazatele nejen tělesné zátěže, ale i regenerace. Dalším důvodem pro výběr tématu je, že jako člověk, který studuje tělesnou výchovu, jsem chtěl více pochopit podstatu juda nejen ze stránky sportovní, ale i fyziologické.

Teoretická část této práce je rozdělena na tři hlavní kapitoly: judo, kardiovaskulární systém a trénink. V úvodní kapitole bude popsána historie juda, stručná pravidla a specifika sportovního tréninku v judu. Druhá kapitola má za cíl přiblížit srdce, srdeční frekvenci, adaptaci srdeční frekvence v tréninkovém zatížení a srdeční komplikace, které mohou vzniknout s náročným zatížením a neadekvátním poměrem tréninku a regenerace. V poslední kapitole teoretické části popisuji energetické zajištění sportovního výkonu a druhy energetických systémů, se kterými souvisí srdeční frekvence a tréninkové zatížení. Dále jsou uvedeny typy únavy, které mohou vzniknout nepřiměřeným zatížením. V závěru této kapitoly je vysvětleno využití hrudního sporttesteru při tréninku a technické obtíže, které mohou zkreslovat výstupní údaje.

V praktické části se zabývám měřením srdeční frekvence judistů během tréninku. Součástí měření byly dvě tréninkové skupiny. Každá skupina byla měřena celkem dvakrát. Úkolem prvního měření bylo zjistit pomocí beep testu maximální srdeční frekvenci. Na základě maximální srdeční frekvence došlo k odvození jednotlivých zón zatížení. Ve druhém měření bylo prováděno měření srdeční frekvence během tréninkové jednotky.

Empirická část se bude věnovat analýze všech probandů, kteří byli součástí měření. Nejprve bude představena tréninková jednotka, která byla součástí měření. Poté dojde k analýze jednotlivých probandů a v závěru kapitoly bude popsáno doporučení do tréninkové praxe.

1 Cíle práce

Hlavním cílem této diplomové práce je provedení měření SF u judistů během tréninku a následná analýza jejich výkonu pomocí aplikace Polar Team Pro. Z této analýzy budou provedena doporučení do tréninkové praxe.

Dílčí cíle:

1. Vypracování stručné charakteristiky juda
2. Provedení měření srdeční frekvence u judistů během tréninkové jednotky
3. Provést analýzu zjištěných výsledků a stanovit závěry

2 Judo

Cílem této kapitoly je seznámení s japonským bojovým sportem judo a dále s jeho historií, současností a s tréninkovými metodami.

Autor (ŠTEFANOVSKÝ, 2015 str. 8) charakterizuje judo následně: „*Judo je olympijský úpolový sport, při kterém dochází k přímému kontaktu dvou soupeřů, za pomoci útočných a obranných technicko-taktických činností prováděných při boji v postoji nebo na zemi. Cílem je získat technickou a bodovou převahu nad soupeřem v souladu s pravidly soutěže.*“

2.1 Historie juda

O původu juda se dodnes vedou debaty a spory. Po prozkoumání historickým pramenů můžeme zjistit, že podobné druhy zápasu se objevují již ve starém Řecku a Římě. I na našem území v 10. století našeho letopočtu existují důkazy o chvatech, které se používaly k sebeobraně před nepřítelem. Ovšem pravým předchůdcem juda je zápas jménem jiu-jitsu, který se nejdříve zrodil ve staré Číně. Obyvatelé Číny při masážích zcela přirozeně nalézali na lidském těle místa, kde uchopení či zatlačení způsobovalo nepříjemnou bolest. Na základě těchto pohybů také studovali anatomii a přicházeli na další citlivá místa. Soubor těchto poznatků následně sloužil k sebeobraně a zpacifikování nepřítele. Objev tohoto způsobu boje byl velice přísně tajen.

Počátkem 17. století bylo tajemství jiu-jitsu odhaleno a vyzrazeno do Japonska, kde se pod názvy tai-jitsu (velké umění) a javara (věda obratnosti) uchytilo a získalo velkou oblibu.

Dle písemných zdrojů vynesl z Číny toto tajemství lékař Akijama z Nagasaki, který v té době byl v Číně na studijní cestě. Při své cestě se dostal do náboženské sekty, která učila tomuto umění. V tomto bojovém umění nerozhodovala pouze hrubá síla, ale rozum a důvtip. Tímto způsobem byl schopen drobný člověk přemoci většího a silnějšího útočníka. Akijama si byl vědom, že toto bojové umění bylo v čínských náboženských sektách přísně utajované a ten, kdo by jej vyzradil, mohl být potrestán smrtí. Po návratu do Japonska jej začal šířit a dokonce sám vytvořil i nové chvaty. Toto umění se s nadšením a obrovským zájmem učili především samurajové, kterým mohly tyto znalosti zachránit život. Souběžně byl v Japonsku rozšířen boj ken-jitsu (umění mečů). Kdo během boje meč ztratil, mohl využít tyto znalosti a i téměř prohraný boj zvrátit a nakonec vyhrát. V pozdějších dobách se na jiu-jitsu zapomínalo. Po dvou stoletích se začal tomuto umění věnovat mladý student a pozdější mistr

juda Jigoro Kano. Název judo, který dnes užívá celý svět, není správný. Přesný název je Kodokan judo.

Profesor Dr. Jigoro Kano (obrázek 1), tvůrce juda a zakladatel Kodokanu (škola juda v Tokiu), se narodil koncem prosince roku 1860 nedaleko města Kobe. V roce 1871 se on i jeho rodina přestěhovali do Tokia. Kano byl malého vzrůstu a nebyl moc fyzicky zdatný, proto se v mládí stále setkával se šikanou ze strany svých vrstevníků a spolužáků. Chtěl zvýšit svou sílu, aby byl schopen se vyrovnat násilnickým vrstevníkům. Dozvěděl se, že existuje bojové umění, které může využívat člověk s menším vzrůstem a silou a je poté schopen překonat většího a silnějšího soupeře. To byl důvod, proč se Kano rozhodl naučit bojové umění jiu-jitsu. (IJF, 2007)

Obrázek 1 Jigoro Kano (zakladatel juda), zdroj: (Wikipedie, 2024)

V roce 1868 došlo ke změně státního zřízení a bylo nařízeno císařství. Nový císař určil nový směr a tím byla cesta západní kultury, kterou šla Amerika a Evropa. S tímto souvisí i zákon z roku 1871, kdy bylo zakázáno nosit meče. Zákon vyvolal rychlý úpadek většiny válečných umění, což se týkalo i umění jiu-jitsu. Různé školy jiu-jitsu podporované samurajskými rody se ocitly na okraji zániku. (ISHIKAWA, a další, 1999)

Změna státního zřízení vedla k zániku starých škol jiu-jitsu a jejich učitelé byli bez zaměstnání. Nebylo proto pro Kana jednoduché najít učitele tohoto bojového umění. Mladý Kano nakonec nalezl mistry Teinosuke Yagiho a Hachinosuke Fukudu. Po letech studia u těchto mistrů se Kano rozhodl založit v roce 1882 vlastní školu s názvem Kodokan, kde začal vyučovat vlastnímu umění a toto umění nazval judo. Během několika let získal Kodokan prvenství a dokázal svou převahu proti konkurenčním školám a pochybovačům. (JAROŠ, 2020)

V období 1886 došlo ke znovuoživení jiu-jitsu. Japonské policejní složky si uvědomovaly sílu tohoto obranného umění, proto začaly projevovat zájem o oživení zapomenutých škol. Kodokan judo bylo středem pozornosti úřadů i široké veřejnosti. Většina starých učitelů jiu-jitsu mluvila o novém systému dosti s odporem. Na praktičnost v boji se hledělo poměrně skepticky. Mezi nejvýznamnější odpůrce juda patřil mistr Hikosuke Totsuko, který byl hlasem ostatních odpůrců juda. To vyvolalo napjaté vztahy mezi Kodokanem a Totsuku školami. V témže roce došlo k vyvrcholení napjaté situace. Ředitel tokijské policie uspořádal soutěž mezi školami. Tato soutěž měla velký význam z důvodu, že mělo dojít k uznání jednoho systému a v opačném případě by došlo ke konci druhého systému. Proto se z každé školy utkalo 15 závodníků a drtivou výhrou Kodokan zvítězil. Jen dva zápasy skončily nerozhodně. Tato výhra zajistila judu prvenství, ale také praktický význam v boji. (JAROŠ, 2020) (ISHIKAWA, a další, 1999)

V roce 1895 Jigoro Kano zavedl přesný systém do Kodokan juda, neboť do té doby panovalo chaotické vyučování. Techniky hodů seřadil do tzv. gokya, tedy 5 skupin po 8 technikách. Na přelomu století zavedl 7 sestav (kata):

- Nage-no-kata – sestava hodů
- Katame-no-kata – sestava znehybnění (držení, škrcení a páčení)
- Kime-no-kata – sestava sebeobrany
- Ju-no-kata – sestava pružnosti
- Itsutsu-no-kata – sestava pěti základních principů
- Seiryoku-zenyo-kokumin-taiiku – tělovýchovná sestava s prvky bojového využití
- Gonosen-no-kata – kata základních protichvatů judo v postoji

Jeho pedagogické inovace proměnily judo v systém, který neučí pouze bojovým dovednostem, ale věnuje se také budování charakteru a osobnímu růstu. Věřil, že tréninkem juda mohou cvičenci rozvíjet fyzickou sílu i duševní zdatnost. (IJF, 2007) Kano zavedl systém technických stupňů kyu a dan (viz obrázek 2), což později přebralo mnoho dalších bojových umění. (JAROŠ, 2020)

stupeň	pás	barva
6. kyu	bílý	
5. kyu	žlutý	
4. kyu	oranžový	
3. kyu	zelený	
2. kyu	modrý	
1. kyu	hnědý	
1. - 5. dan	černý	
6. - 8. dan	černý nebo červenobílý	
9. - 10. dan	černý nebo červený	

Obrázek 2 Technické stupně juda; zdroj: (https://judoklubzlin)

Počátkem 20. století se judo dostalo do Ameriky, kde se ihned uchytilo jako způsob boje pro policejní složky. Poté se judo dostalo do Evropy, nejdříve do Anglie. V roce 1907 jsou první zmínky o judu ve Francii, poté se šířilo dále do Německa a Čech. (JAROŠ, 2020)

2.2 Judo a současnost

Judo zažívá v 21. století prudký nárůst popularity a směřuje k velké profesionalizaci. Světová federace juda a kontinentální federace se snaží propagovat tento sport pomocí medií a také vynakládá veliké úsilí a finanční investice. Tento bojový sport se vyvíjí a mění, což můžeme pozorovat na neustálých změnách pravidel, jejichž jediným účelem je přilákat více diváků. Po celém světě se pořádají soutěže pro různé věkové kategorie a výkonnostní skupiny. Tyto soutěže se pořádají na evropské i světové úrovni. I přes tyto proměny si judo udržuje svou původní podobu tradičního japonského umění, které spojuje kult boje s moderními požadavky olympijského zápasu. (ŠTEFANOVSKÝ, 2015)

Judo se poprvé objevilo na olympijských hrách v Tokiu v roce 1964 a od té doby je stálou součástí olympijského programu. Původně bylo pouze pro muže, avšak od roku 1992 je také ženským sportem. Mezinárodní judistická federace v současné době sdružuje více než 200 federací na 5 kontinentech. (IJF, 2007)

2.3 Pravidla juda

Zápas judo se provádí na takzvané tatami (žíněnce) o určitých rozměrech, které jsou dané Mezinárodní judistickou federací (IJF). Závodní úbor neboli judogi se skládá z kalhot, kabátce a pásku. Zápas rozhodují rozhodčí, počet rozhodčích se odvíjí od úrovně soutěže. Většinou se na rozhodování zápasu podílí: rozhodčí, časoměřič, zapisovatel. Doba trvání zápasu od dorosteneckých až po seniorské kategorie je 4 minuty. U mladších kategorií je to od 2 do 3 minut. Judista může vyhrát několika způsoby: hodem soupeře na záda (ippon), získáním dvou wazari nebo pokud je soupeř potrestán třemi trestnými body (shido). Hodnocení je možno získat následně: hod na záda, udržení soupeře na zádech a znehybněného, škrcením, páčením nebo diskvalifikací soupeře (porušení pravidel – hansoku make). Veškeré techniky musí být provedeny dle pravidel vydaných Mezinárodní judistickou federací. (ČSJU, 2023)

Mezinárodní federace schvaluje 99 základních technik hodů a 29 technik boje na zemi. Jejich používání značným způsobem ovlivňuje vývoj juda. Změny v provádění technik nebo jejich kombinace nutí představitele IJF měnit pravidla. Je to z důvodu nejen bezpečnosti judistů, ale také pro zatraktivnění zápasů judo pro diváky. (ŠTEFANOVSKÝ, 2015)

2.4 Sportovní výkon v judu

Sportovní výkon v judu je závislý na mnoha faktorech (somatické, motorické, technicko-taktické, psychologické, fyziologické). Všechny tyto faktory spolu souvisí a jsou na sobě závislé. Ty, které ovlivňují sportovní výkon, můžeme označit jako limitující.

Autor (ŠTEFANOVSKÝ, 2009) uvádí, že somatické faktory podstatně neovlivňují výkon v judu. V judu jsou rozdílnosti v tělesné hmotnosti stanovené hmotnostními kategoriemi. Existuje určitá závislost mezi délkou končetin, polohou těžiště, tělesnou výškou a výkonem ve sportovním zápasu juda. Judisté patří do somatotypu mezomorfní a mezoektomorfní typy. Výhodou v judu po stránce tělesných proporcí jsou kratší a silné nohy, které snižují těžiště a zlepšují stabilitu judisty.

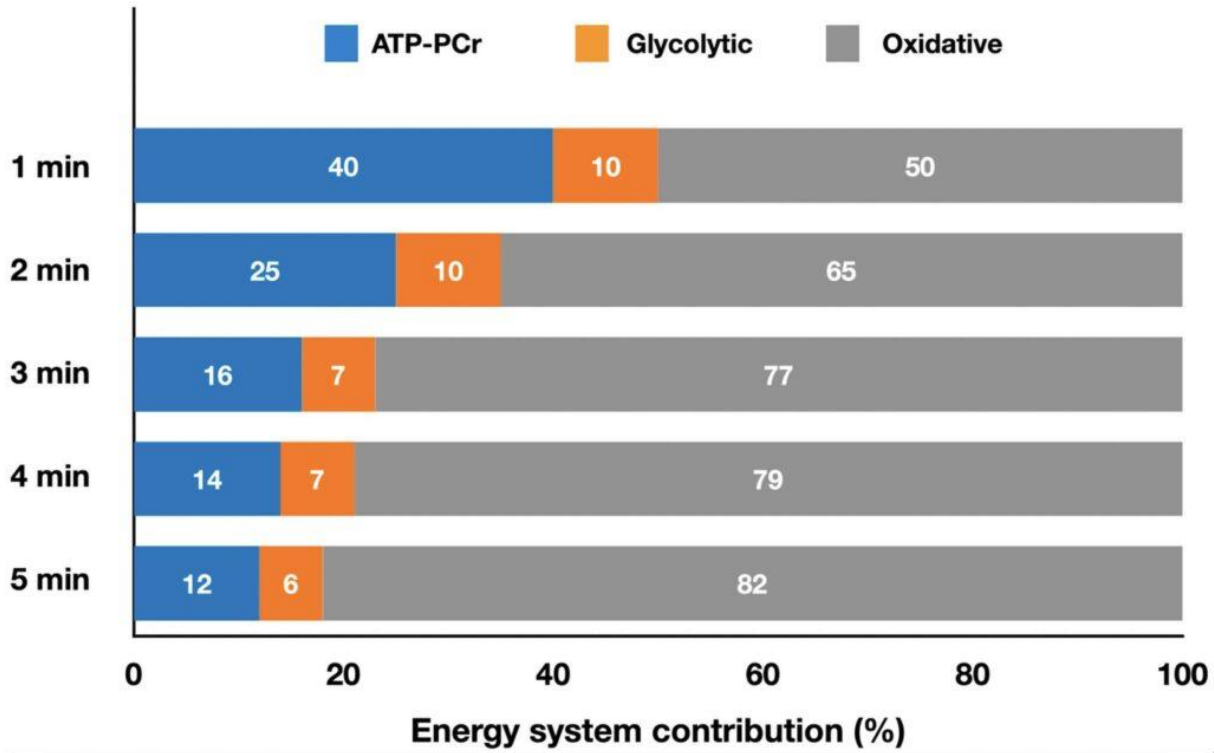
Dle publikace (ŠTEFANOVSKÝ, 2008) bylo zjištěno, že z motorických faktorů má na sportovní výkon v dorosteneckých kategoriích vliv: vytrvalost v koordinaci, vytrvalostní a výbušná síla horních končetin, statická rovnováha a reakčně-rychlostní schopnosti.

Technicko-taktické faktory patří mezi limitující. To, kdy je chvat využit při soutěži, řeší taktická příprava. Technické faktory jsou důležité při raných etapách výcviku. Taktika je nejdůležitější při specializovaném a vrcholovém tréninku. (ŠTEFANOVSKÝ, 2008)

Pod pojem psychologické faktory můžeme zařadit: emoční stabilitu, koncentraci, pozornost a napětí. (ŠTEFANOVSKÝ, 2008)

Fyziologické faktory z hlediska energetického krytí juda řadíme mezi krátkodobé maximální výkony. K nim řadíme techniky hodů nebo i boj na zemi, které jsou zprostředkované anaerobním alaktátovým a laktátovým systémem. Autor (OLBRECHT, 2015) popisuje anaerobní alaktátový systém následně: tvorba adenosintrifosfátu (ATP), kdy přesun fosfátu (P) z kreatinfosfátu (CP) přímo do energeticky chudého adenosindifosfátu (ADP). Tímto způsobem se získává ATP a z kreatinfosfátu zůstává pouze kreatin (C) jako odpadní produkt. Během procesu není tvořen žádný laktát a není potřeba přísun kyslíku. Tento systém dodává energii okamžitě, produkuje nejvíce energie za jednu sekundu a je schopen maximálního výkonu pouze několik sekund. Anaerobní laktátový systém vytváří energii okamžitě, tj. tvorba laktátu. Intenzita zatížení se pohybuje na maximální až submaximální úrovni. V judu je potřeba, aby závodník byl schopen provést řadu útočných a obranných úkonů v krátkém čase s maximální intenzitou. V tomto případě energetické krytí zajišťuje anaerobní glykolýza. Při delším zatěžování se do tvorby energie zapojují aerobní procesy. (Callister, 1991)

Studie prováděná autorem (FRANCINI, 2023) zjistila, že dominuje oxidační systém (79 %), následovaný systémem ATP-PC (14 %) a glykolytickým systémem (7 %) během čtyřminutového zápasu, viz obrázek 3. Energetický výdej během této doby činil 350 ± 91 kJ.



Obrázek 3 Podíl oxidativního, ATP-PC a glykolytického systému během simulovaných zápasů v judu trvajících od 1 do 5 minut, zdroj: (FRANCINI, 2023)

Energetický výdej během zápasů v judu je charakteristický střídáním úsilí a odpočinku v poměru 2 : 1 až 3 : 1. To znamená, že na 20–30 sekund intenzivní námahy připadá přibližně 10 sekund odpočinku. Zápasy v judu se vyznačují nepravidelným, ale velmi intenzivním fyzickým nasazením. Tento náročný vzorec klade důraz na efektivní regenerační strategie, které pomáhají zmírnit únavu (FRANCINI, a další, 2013)

Aktivní odpočinek může rychleji odplavit laktát z krve. Při opakujícím se vysoko intenzivním tréninku, mezi které patří i judo, to může znamenat, že judista je schopen vlivem aktivního odpočinku realizovat útočné aktivity vysoké intenzity i v pozdějších kolech turnaje. Judisté, kteří dosahují na mezinárodní a reprezentační úrovni v judu medailových příček, musí absolvovat 5–7 zápasů. Z tohoto důvodu je důležité přikládat aktivnímu odpočinku velký důraz. Ve výzkumu prováděném autorem (FRANCHINI, 2009) bylo zjištěno, že aktivní odpočinek může zlepšit anaerobní výkon po simulovaných judo zápasech. Ve studii byl na probandech použit interval 15 minut aktivního odpočinku a závěr byl, že dochází rychlejšímu odbourávání laktátu v porovnání s pasivním odpočinkem.

Cvičení aktivní regenerace mají podpořit procesy zotavení. Vědecké výzkumy ukázaly, že pohybová činnost nižší intenzity napomáhá organismu odstraňovat látky, které způsobuji únavu organismu. Do této skupiny můžeme zařadit: kompenzační cvičení, cvičení na svalové partie, které nebyly v tréninku dominantně zapojované, a protahovací cvičení pasivní či aktivní. (ŠTEFANOVSKÝ, 2009); (ISHIKAWA, a další, 1999)

2.5 Sportovní trénink v judu

Nezbytné složky sportovního tréninku jsou složky: kondiční, technické, taktické, teoretické a psychologické. Ve sportovním tréninku dále vymezujeme tréninkové cvičení na: všeobecné, speciální, závodní a cvičení aktivní regenerace.

Všeobecná tréninková cvičení v judu jsou nejčastěji: rozvoj síly, gymnastické cvičení (všeobecná koordinace) a atletická příprava rozvíjející rychlostní a vytrvalostní schopnost. (ŠTEFANOVSKÝ, 2009)

Speciální cvičení v judu:

- Taroku-renšu – cvičení bez soupeře → rozvoj chvatů a představivosti
- Uchi-komi – cvičení se soupeřem→ vychýlení soupeře z rovnováhy těsný kontakt
- Nage-komi – cvičení se soupeřem → vychýlení soupeře z rovnováhy, nástup do chvatu s následným hodem
- Jaku-soku-geiko – podobné jako nage-komi, jen chvaty se provádí v pohybu bez odporu soupeře
- Butsugari-geiko – již jde přímo o techniky prováděné opakovaně

Závodní cvičení jsou významnou částí sportovního tréninku v judu. Podstatným rozdílem od specifických cvičení je, že mají komplexní charakter. V judu je rozvíjíme pomocí cvičení randori, což je metoda cvičení, ve kterém judisté útočí a brání v souladu s konkrétními pravidly a duchem juda. Tento trénink napodobuje soutěžní podmínky, ale obvykle má nižší fyziologické nároky než skutečný zápas. (ŠTEFANOVSKÝ, 2015) (FRANCINI, a další, 2014)

Typy cvičných zápasů randori:

- Randori – s předem daným časovým limitem
- S dosažením ipponu
- Kumikata randori – „boj o úchop“
- Randori – na zemi či v postoji
- Randori – bez přestávky (v časovém rozmezí 10 až 30 min. a více)
- Randori přerušované – se zařazováním různých úkolů (kliky, nástupy, sprinty…)
- Randori s předem daným cílem: boj na nedominantní stranu, použití určité skupiny technik
- Nin-gake randori – jeden závodník bojuje s novým soupeřem v určitých časových limitech
- Sute – geiko – technicky vyspělejší judista přijímá bez odporu útoky soupeře, pokud je technika správně provedena – nechá se hodit, pokud ne – jsou chyby opraveny

2.6 Úrazovost v judu

Během tréninku a soutěžení v judu je kontakt judistů nevyhnutelný. Každý ze zápasů začíná v postoji a hod soupeře na lopatky vede k vítězství. Proto je v počátečních fázích judo tréninků důležité naučit se správnou techniků pádů (dopředu, dozadu, do stran). K nejčastějším zraněním dochází během hodů a pádů. Typická zranění, jako zlomeniny klíční kosti a předloktí, poukazují na negativní spojitost s věkem (tedy čím nižší věk, tím vyšší procento výskytu tohoto zranění). (STERKOWICZS, 1995)

Autor (ŠTEFANOVSKÝ, 2009) ve své knize doporučuje z hlediska prevence úrazu v judu následující opatření:

- soutěžení se doporučuje až od 10 let
- vytvořit skupiny stejné výkonnosti
- vytvořit skupiny stejné výšky
- vytvořit skupiny stejné hmotnosti
- vytvořit skupiny stejného věku
- předcházet tréninku děti při únavě a bolesti – „nejít přes bolest“
- předcházet násilnému, nekontrolovatelnému kontaktu mezi judisty, to znamená dodržování pravidel, stálý dohled nad judisty (na tréninku minimálně dva dohlížející trenéři
- řádná rozehřátí a rozcvičení

3 Kardiovaskulární systém

Autoři (KENNEY, a další, 2012) ve své knize kardiovaskulární systém definují jako transportní soustavu, která je zodpovědná za:

- transport dýchacích plynů
- transport živin a hormonů
- odstraňování oxidu uhličitého a jiných metabolických odpadních produktů
- transport hormonů a ostatních molekul
- podporování termoregulace a kontrolování rovnováhy vnitřního prostředí
- regulování imunitní funkce
- udržování acidobazické rovnováhy.

Vaskulární neboli cévní systém obsahuje řadu cév, které transportují krev ze srdce do tkání a zpět: tepny, kapiláry a žíly. (KENNEY, a další, 2012)

Tepny jsou velké svalové, elastické, vodivé cévy pro přenos krve ze srdce. Postupným větvením se stěny tepen zeslabují a přechází do vlásečnic. Vlásečnice jsou tvořeny sítěmi a jejich stěnou prostupuje kyslík a živiny z krve do tkání. Žíly s pomocí kosterních svalů pomáhají průtoku krve směrem do srdce. (MU, 2021) (KENNEY, a další, 2012)

Distribuce krve do různých tělesných částí se liší v závislosti na spotřebách specifických tkání. Metabolicky nejaktivnější tkáně dostávají největší zásobu krve. V klidovém stavu játra a ledviny spotřebují polovinu srdečního výdeje. Kosterní svalstvo dostává cca jen 15 až 20 % ze srdečního výdeje. Během sportovní aktivity je krev přesměrována do oblastí, kde je nejvíce potřeba. U náročných vytrvalostních aktivit kontrahující se svaly mohou přijímat až 80 % krve. Redistribuce krve se zvýšením srdečního výdeje umožňuje až 25× větší průtok krve do aktivních svalů. (KENNEY, a další, 2012)

3.1 Srdce

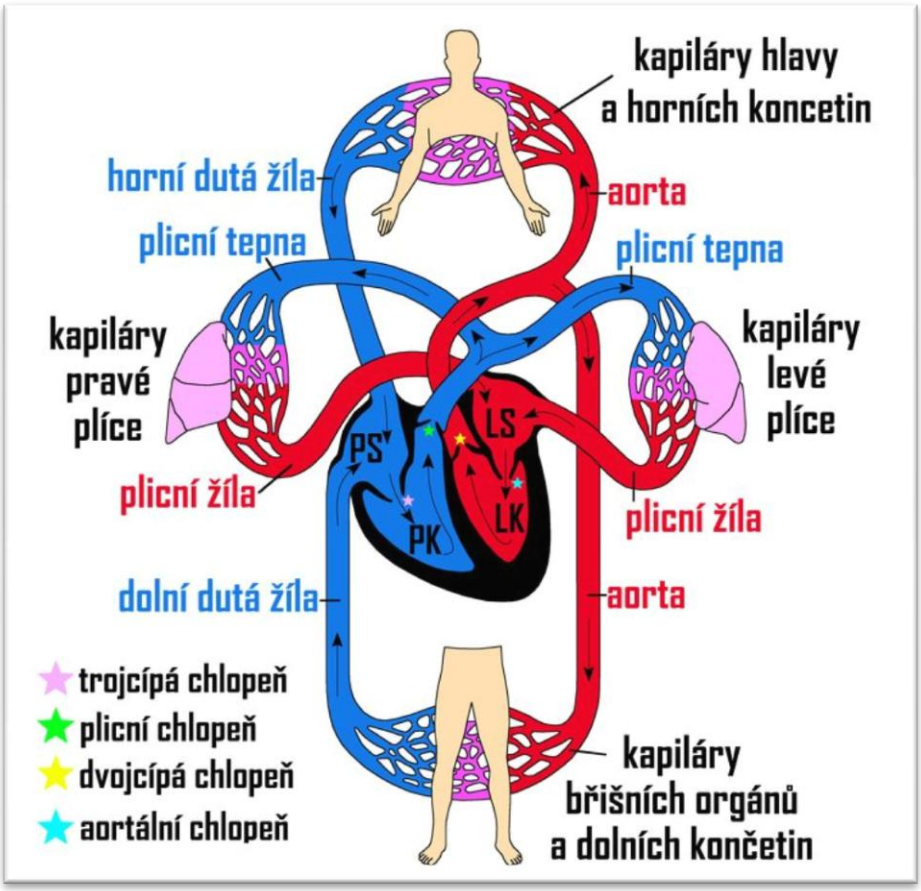
Srdce je dutý svalově-vazivový orgán, který je uložen v mezihrudí. Hmotnost je mezi 250 až 300 g. Srdce a cévy jsou spojeny pomocí malého a velkého krevního oběhu. V rámci jedné minuty je srdce schopno přečerpat do krevního oběhu kolem 5 litrů. Během fyzické námahy je schopno vydat až 30 litrů. Aktivita srdce je dána rytmickým střídáním kontrakcí, které nazýváme systola, relaxace a diastola. Kontrakce myokardu (srdečního svalu) je podobná stahu kosterního svalu. Jeden cyklus systoly a diastoly je označován jako srdeční revoluce. Bioelektrické změny v buňkách jsou podstatou mechanické činnosti srdce. Srdce a jeho činnost je ovlivněna: emocemi, teplotou, stářím, změnou polohy a zátěží. Činnost srdce se podílí zhruba 15 % na denním tělesném energetickém výdeji. Energie je získávána z ATP pomocí výhradně aerobních procesů. Zdrojem mohou být: mastné kyseliny, glukóza a kyselina mléčná. (STUCHLÁ, 2024)

3.1.1 Malý a velký krevní oběh

Krevní oběh je složitý proces zajišťující přísun kyslíku a živin do tkání a odstraňování odpadních látek. Krevní oběh se dělí na plicní oběh (malý krevní oběh) a systémový oběh (velký krevní oběh), viz. obrázek 4 a 5. Plicní oběh začíná v pravé srdeční síni, kam se odkysličená krev z těla vrací horní a dolní dutou žilou. Krev poté proudí z pravé síně do pravé komory, přes trojcípou chlopeň. Když se pravá komora stáhne, krev je přečerpávána do plicní tepny. Plicní tepna odvádí krev s nízkým obsahem kyslíku do plic, kde se oxid uhličitý uvolňuje a kyslík se váže na hemoglobin v červených krvinkách. Tím se červené krvinky zbarvují jasně červeně.

Návrat krve k srdci: krev bohatá na kyslík se vrací z plic plicními žilami do levé srdeční síně. Krev proudí do levé komory přes mitrální chlopeň. Při stahu levá komora přečerpává okysličenou krev do aorty, hlavní tělní tepny. Z aorty se distribuuje krev postupně menšími tepnami a tepénkami do různých tkání a orgánů v celém těle.

Zpáteční cesta: odkysličená krev se shromažďuje v malých žilách, které se spojují do větších žil vedoucích zpět do srdce. Cyklus se uzavírá, když se tato krev s nízkým obsahem kyslíku vrací horní a dolní dutou žílou do pravé síně a je připravena začít znovu. (PORACARI, a další, 2015)



Obrázek 4 Velký krevní oběh, zdroj: (BLÍNOVÁ)

Obrázek 5 Malý krevní oběh, zdroj: (BLÍNOVÁ)

3.1.2 Řízení činnosti srdce a cév

Srdečně-cévní činnost je řízena nervově nebo hormonálně. Nervovou regulaci zajišťuje vegetativní systém. Vliv sympatiku je zprostředkován z prodloužené míchy pomocí srdečních nervů. Sympatické nervy zvyšují srdeční frekvenci, zrychlují převod vzruchu a sílu kontrakce myokardu. U cév vyvolává vazodilataci (rozšíření cév). Parasympatikus je řízen bloudivým nervem. Parasympatikus snižuje srdeční frekvenci a zpomaluje převod vzruchu.

Hormonální regulace je zprostředkována pomocí katecholaminů, které jsou produkovány v dřeni nadledvin. Hormony adrenalin a noradrenalin mají obdobný účinek jako sympatikus. Hormon glukagon slinivky břišní zvyšuje srdeční frekvenci. Kontrakce a frekvence srdce mohou být ovlivňovány i některými ionty (draslík a vápník). Vysoké hodnoty draslíku (12 mmol/l krve a více) mohou vést ke smrtelné poruše srdečního rytmu. Vápník zajišťuje stimulace síly kontrakce myokardu. K regulaci srdeční činnosti napomáhají i periferní čidla, takzvané interoceptory, kterými jsou baroreceptory a chemoreceptory. Baroreceptory registrují výši krevního tlaku. Chemoreceptory reagují na pokles pO2 (hypoxie), vzestup pCO2 a pokles pH (acidóza). (ČIHÁK, 2016)

3.2 Kardiovaskulární adaptace

Dle autora (PASTUCHA, 2014) mezi kardiovaskulární adaptace můžeme řadit dva typy: funkční a strukturální.

Funkčně-oběhová adaptace se projevuje: ekonomizací a úsporností funkce, což se projevuje u vytrvalostních sportovců. Vyvolává vagotonii, snížení klidové i zátěžové srdeční frekvence, snížení krevního tlaku.

Strukturální změny se mohou projevit jako: zvýšená kapilarizace, zvětšení srdce a srdeční hypertrofie, která může být dvojího typu – excentrická či koncentrická.

Hypertrofie excentrická – dochází ke zvětšení svaloviny levé komory a regulační dilataci srdečních komor, která je pozorována u vytrvalostně trénovaných sportovců. To může způsobovat větší kontrakci myokardu (srdeční svaloviny), lepší srdeční ekonomii, nižší SF a lepší využití laktátu a kyslíku.

Hypertrofie koncentrická je typická pro sportovce s déletrvajícím intenzivním silovým tréninkem.

3.3 Srdeční frekvence

Srdeční frekvenci (SF) definujeme následovně: *„srdeční frekvence neboli HR (zkratka pochází z anglického názvu heart rate) je počet srdečních stahů (tedy úderů srdce) za jednotku času, nejčastěji za minutu.“* (NZIP)

SF je jednou z nejvíce informativních hodnot, pokud jde o kardiovaskulární stres a námahu. SF je dobrým indikátorem relativní intenzity zátěže. Je ukazatelem vegetativního ladění a nepřímým výrazem vytrvalostní trénovanosti. Během zátěžových podmínek je ukazatelem intenzity zatížení. Je ovlivňována těmito faktory: dědičnost vegetativního ladění, trénovanost (především vytrvalostního charakteru), emoce, teplota tělesná i teplota prostředí, tlak, únava, trávení, hormony a léky. (PASTUCHA, 2014) (KENNEY, a další, 2012)

Srdce je sval, který reaguje na tréninkovou zátěž podobným způsobem jako ostatní svaly, dochází tedy ke změně velikosti a síly myokardu při vypuzování krve do oběhu. Pokud cvičíme, srdce neustále přivádí krev do svalů, což zajišťuje přísun nezbytných látek a pomáhá k jejich obnovení a zotavení. Dojde-li při tréninku k mikrotraumatům, dochází k doplňování zásobních látek. To má za následek zvýšení metabolismu a srdce reaguje zvýšenou frekvencí.

3.3.1 Klidová SF

Klidovou srdeční frekvenci definujeme následně: *„klidová srdeční frekvence neboli RHR (zkratka pochází z anglického názvu resting heart rate) je hodnota srdeční frekvence, kterou lze naměřit ve stavu klidu, tzn. bez tělesné zátěže a duševního vypětí.“* (NZIP)

Klidová srdeční frekvence (SF_{klid}) je u většiny jedinců v průměru 60 až 80 tepů/min. U vysoce kondičně připravených a vytrvalostně trénovaných sportovců dosahuje klidová frekvence 28 až 40 tepů/min. To je způsobeno především zvýšením parasympatického (vagového) tonu, které doprovází vytrvalostní trénink. Klidová srdeční frekvence může být ovlivněna také: extrémní teplotou a nadmořskou výškou. Těsně před začátkem cvičení se SF obvykle zvyšuje nad normální klidové hodnoty. Toto se nazývá anticipační reakce/vzestup. Tato reakce je zprostředkována uvolňováním neurotransmiteru noradrenalinu ze sympatického nervového systému a hormonu adrenalinu z dřeně nadledvin. (KENNEY, a další, 2012)

3.4 Srdeční frekvence a sportovní trénink

V důsledku správného sportovního tréninku dochází ke snižování SF během zatížení. Trénovaní sportovci mají znatelně nižší klidovou SF než netrénovaní jedinci. Netrénovaný jedinec má klidovou SF v hodnotách 70 tepů/minutu, trénovaný vytrvalec až 35 tepů/min. Tento jev odborně nazýváme bradykardie. (ZAHRADNÍK, a další, 2012)

SF může poskytnout celou řadu důležitých informací, avšak aby došlo ke správné interpretaci, je zapotřebí mít spolehlivé hodnoty. Hodnoty pomohou v tréninku vyhodnocovat reakce organismu, adaptaci, energetický výdej a tréninkový program. Shromážděná data o srdeční frekvenci pomohou určit:

- vhodnou intenzitu zatížení pro rozvoj aerobního systému
- vhodnou intenzitu zatížení pro rozvoj anaerobního systému
- správné množství času stráveného v příslušných tréninkových pásmech
- náležitý čas odpočinku při intervalovém tréninku
- náležitý čas odpočinku mezi jednotlivými tréninkovými jednotkami
- rizikové známky přetrénování
- počáteční příznaky přehřátí
- počáteční zmínky vyčerpání zásobních látek

Maximální srdeční frekvenci (SF_{max}) dle webu (NZIS) definujeme jako: *„maximální srdeční frekvence neboli MHR (zkratka pochází z anglického názvu maximum heart rate) je hodnota srdeční frekvence, které člověk může teoreticky dosáhnout při největší možné intenzitě tělesné zátěže.“*

SF_{max} se vlivem tréninkového zatížení nemění, ale tréninková pásma jsou od tohoto čísla odvozována. Naopak SF_{klid} se vlivem tréninku mění a dochází k poklesu s rostoucí výkonností. SF_{klid} se může zvýšit, což znamená únavu, přetrénování nebo nemoc. Tělo se adaptuje podle intenzity cvičení, pokud probíhá trénink na aerobní úrovni, dochází ke změnám v kardiovaskulárním systému, tréninky v anaerobní intenzitě způsobují biochemické změny. (BENSON, a další, 2023)

3.4.1 Trénink a zóny srdeční frekvence

Trénink dle SF můžeme rozdělit do pěti zón (SF1 až SF5), viz obrázek 6. Tyto zóny jsou odvozeny dle procentuálního vyjádření maximální srdeční frekvence. Základní znalost těchto úrovní může ukazovat intenzitu tréninku. Zóny dělíme na: velmi lehká, lehká, střední, náročná, maximální (obrázek 6).

Velmi lehká aktivita (SF1) se pohybuje v průměru 50 až 60 % maximální srdeční frekvence. Tato zóna zahřívá organismu, uvolňuje a pomáhá při urychlení procesu regenerace.

Lehká aktivita (SF2) se pohybuje v 60 až 70 % maximální srdeční frekvence. Rozvíjí celkovou zdatnost, urychluje regeneraci a spaluje tuky. Trénink slouží ke zvyšování vytrvalosti. Trénink je aerobní povahy. Výsledkem dlouhotrvajícího tréninku v tomto pásmu je efektivní výdej energie.

Střední zóna tréninku (SF3) je v úrovni 70 až 80 % maximální srdeční frekvence. Zvyšuje celkové tempo tréninku, vede ke snadnějšímu zvládání střední zátěže a zvyšuje efektivnost. Trénink v této zóně rozvíjí aerobní sílu.

Náročná zóna (SF4) se nachází v úrovni 80 až 90 % maximální srdeční frekvence.

Maximální úroveň (SF5) je v rozmezí 90 až 100 % maximální srdeční frekvence, tedy maximální úsilí, které je vynaloženo při dýchání a používání svalů. V posledních dvou zónách je energetické krytí zprostředkováno pomocí anaerobních procesů. V této zóně se doporučuje trénovat do 10 minut v intervalech – čím kratší interval je, tím vyšší intenzita. Podstatná je i regenerace mezi jednotlivými intervaly. (Polar.cz)

	Target zone	% of max HR bpm range	Example duration	Training benefit
Maximize Performance	5 MAXIMUM	90–100% 171–190 bpm	Less than 5 minutes	***Benefits:*** Increases maximum sprint race speed ***Feels like:*** Very exhausting for breathing and muscles ***Recommended for:*** Very fit persons with athletic training background
	4 HARD	80–90% 152–171 bpm	2–10 minutes	***Benefits:*** Increases maximum performance capacity ***Feels like:*** Muscular fatigue and heavy breathing ***Recommended for:*** Fit users and for short exercises
Improve Fitness	3 MODERATE	70–80% 133–152 bpm	10–40 minutes	***Benefits:*** Improves aerobic fitness ***Feels like:*** Light muscular fatigue, easy breathing, moderate sweating ***Recommended for:*** Everybody for typical, moderately long exercises
Lose Weight	2 LIGHT	60–70% 114–133 bpm	40–80 minutes	***Benefits:*** Improves basic endurance and helps recovery ***Feels like:*** Comfortable, easy breathing, low muscle load, light sweating ***Recommended for:*** Everybody for longer and frequently repeated shorter exercises
	1 VERY LIGHT	50–60% 104–114 bpm	20–40 minutes	***Benefits:*** Improves overall health and metabolism, helps recovery ***Feels like:*** Very easy for breathing and muscles ***Recommended for:*** Basic training for novice exercisers, weight management and active recovery

Obrázek 6 Zóny dle srdeční frekvence, (DELEO, 2021)

3.5 Onemocnění srdce

Fyzicky náročný výkon, který vyžaduje intenzivní práci srdečně-cévního systému (pumpování většího objemu krve pod vyšším tlakem), může vést k poruše řízení aktivity vláken či síly kontrakce, což ve výsledku může zapříčinit selhání srdce. (MU, 2021)

Příčiny selhání srdce mohou být následující:

- Vrozená vada
- Infekce, viry, streptokoky
- Dilatující kardiomyopatie – postižení srdeční svaloviny, např. vlivem drog a alkoholu
- Ischemická choroba srdeční
- Komoce srdce (náraz do hrudníku)
- Poškození energeticko-metabolických vlastností srdce vlivem toxických látek a dopingu

Srdeční selhání je chronický a progresivní stav, při kterém dochází k poškození srdečního svalu. Toto poškození způsobuje nedostatečný minutový srdeční výdej, který nedokáže splnit potřeby organismu na krev a kyslík. Příčinou srdečního selhání může být poškození, přetížení nebo onemocnění srdce. Hypertenze je jednou z nejčastějších příčin srdečního selhání. (KENNEY, a další, 2012)

3.5.1 Koronární srdeční choroba

S přibývajícím věkem se u většiny lidí zhoršuje stav koronárních tepen, které zásobují srdeční svalovinu (myokard). Postupně se zužují v důsledku tvorby tukového plaku podél vnitřních cév. Toto postupné zužování tepen se obecně označuje jako ateroskleróza, a když se tepny zúží, může se toto označovat jako ischemická choroba srdeční (ICHS). Když je přísun krve do části myokardu vážně či úplně omezen, ICHS může vést k srdečnímu záchvatu nebo infarktu myokardu, protože buňky srdečního svalu, jež jsou po několik minut zbaveny krve, jsou tím zbaveny kyslíku, což vede k nevratnému poškození. To může vést k mírnému, středně závažnému či závažnému postižení nebo dokonce k úmrtí. (KENNEY, a další, 2012)

3.5.2 Hypertenze

Hypertenze způsobuje, že srdce musí pracovat více než obvykle a tepny se zatěžují. To může vést ke ztvrdnutí a zjizvení tepen. Nadměrná zátěž plynoucí z hypertenze může v konečném důsledku vyvolat aterosklerózu, srdeční infarkt, srdeční selhání, mrtvici a selhání ledvin. (KENNEY, a další, 2012)

Hypertenzi lze rozdělit na dva hlavní typy:

Primární typ tvoří asi 90–95 % případů a nemá žádnou identifikovatelnou příčinu, vyvíjí se postupně v průběhu let. Mezi rizikové faktory patří: nezdravá strava (vysoký příjem soli), fyzická nečinnost, nadměrná tělesná hmotnost, užívání tabáku a nadměrná konzumace alkoholu.

Sekundární typ je důsledkem identifikovatelné příčiny jako chronické onemocnění ledvin nebo hormonální poruchy a představuje asi 5–10 % případů. (World Health Organization, 2024)

3.5.3 Cévní mozková příhoda

Cévní mozková příhoda je vážné onemocnění, jež postihuje srdce a cévy, konkrétně mozkové tepny, které zásobují mozek. Cévní mozková příhoda se obecně dělí na ischemickou a hemoragickou mrtvici. Ischemická mrtvice, která je nejčastější, nastává kvůli ucpané mozkové cévě, která brání přítoku krve. Může mít dvě příčiny: cerebrální trombózu, kdy se v cévě vytvoří krevní sraženina, nebo mozková embolie, kdy se v cévě usadí cizí hmota z jiné části těla. Hemoragická mrtvice je způsobena prasknutím mozkové tepny a následným krvácením do mozku. (KENNEY, a další, 2012)

4 Sportovní trénink

Autoři (PERIČ, a další, 2010 str. 12) popisují sportovní trénink následně: *„Trénink je složitý a účelně organizovaný proces rozvíjení specializované výkonnosti sportovce ve vybraném sportovním odvětví nebo disciplíně.“*

Obsah sportovního tréninku zahrnuje různé klíčové oblasti, které se nazývají složky sportovního tréninku.

Kondiční složka se soustředí na zlepšení fyzických schopností (silové schopnosti, vytrvalostní schopnosti, rychlostní a koordinační).

Technická složka se zaměřuje na získávání a zdokonalování sportovních dovedností pomocí motorického učení. Pohybové dovednosti jsou rozděleny do dvou skupin, které v rámci sportovního tréninku můžeme dělit na fundamentální a sportovní dovednosti. Fundamentální dovednosti vychází z přímého vývoje člověka, což je chůze, běh a šplh. Sportovní dovednosti vychází z konkrétní disciplíny. Osvojování těchto dovedností má za úkol získat vysoký stupně automatizace vykonávání dané sportovní disciplíny.

Taktická složka se věnuje osvojování a rozvoji strategií pro efektivní soutěžení. Klíčové pojmy této složky jsou strategie a taktika. Strategie je promyšlený plán založený na předchozích zkušenostech, zaměřený na efektivní vedení sportovního boje s cílem dosáhnout očekávaného výsledku v konkrétní soutěži. Taktika je praktické uplatnění strategie během skutečné soutěže, přičemž tato realizace vychází z předem naučených způsobů řešení specifických herních situací.

Psychologická složka se soustředí na pozitivní formování osobnosti sportovce v duchu fair play, přičemž bere v úvahu délku sportovní přípravy s cílem dosáhnout maximální výkonnosti. (PERIČ, a další, 2010)

4.1 Motivace ve sportu

Autoři (PAVEL, a další, 2019 str. 145) ve svém díle definují motivaci následovně: *„Motivace je stav, který je zodpovědný za provedení aktivit v určitém momentu.“*

Termín motivace pochází z latinského slova *motio*, což lze přeložit jako pohyb. Pokud nemáme motivaci, může to vést k naprosté nečinnosti. Motivace je důležitým předpokladem, abychom získali výsledek, po kterém toužíme.

Rozdělujeme následující tři indikátory motivace:

- Směr: udává sportovci směr snažení
- Vytrvalost: ovlivňuje sportovce, aby byl schopen dosáhnout samotného cíle
- Intenzita: má vliv na množství energie, které sportovec vydává k tomu, aby dosáhl svého vytouženého cíle

Pokud sportovec není dostatečné motivovaný, může tento jev nazvat jako amotivace. To se může projevovat nezájmem, nezúčastněností a pocitem zoufalství. Amotivace způsobuje: nepřítomnost na tréninku, neúčast na závodech a časté vzdávání se při neúspěchu.

Mezi faktory, které mohou sportovce motivovat, patří: potěšení, ocenění, upokojení, zdatnost, sociální kontakty, být součástí týmu a zlepšování schopností.

Jevy, které mají špatný vliv na motivaci, nazýváme demotivace. Mezi ně patří: špatné koučování, konflikt s jinými aktivitami, velký tlak, velká spotřeba času, finanční zátěž.

Motivaci lze rozdělit také na vnější a vnitřní.

Vnitřní motivace je faktor, kdy motivace působí uvnitř. Sportovní činnost člověka naplňuje a těší. Činnost je pro něj zajímavá a nutí jej tvrdě trénovat a investovat čas. Vnitřní motivaci lze rozčlenit do třech kategorií:

- Úspěch: sportovcovým cílem je ukázat své schopnosti a uspět
- Stimul: sportovec se těší ze závodu a z napětí z něj. Chce zažít pocit tzv. flow. To je stav, kdy je sportovec soustředěn na činnost a nevnímá, co se děje kolem něj.
- Znalost: touha po zvědavosti a pochopení toho, jak něco funguje.

Vnější motivace jsou faktory, které působí na sportovce z vnějšku (ocenění nebo obava z trestu). Mají na sportovce velký vliv.

Vnitřní motivace je považována za důležitější než vnější, důvodem je, že vychází od samotného sportovce. Musíme si však uvědomit, že vnitřní motivace je ovlivnitelná z vnějšku. (PAVEL, a další, 2019)

4.2 Tréninková jednotka

Všechny tréninkové jednotky (TJ) by měly mít jasně daný primární cíl. Jeho realizace by měla být dosažena pomocí tréninkových prostředků. Obsah TJ musí respektovat fyziologické a psychologické aspekty zatěžování. TJ dělíme na úvodní, hlavní a závěrečnou část. Tyto části mají během TJ jiný cíl i obsah.

Úvodní část slouží především pro psychologickou stimulaci sportovců (seznámení, organizace, rozcvičení a navození speciálních pohybových stereotypů pro hlavní část TJ).

V hlavní části by mělo docházet k rozvoji koordinační a rychlostní složky a poté následuje rozvoj silové vytrvalosti a vytrvalosti.

Závěrečná část má za cíl uklidnění organismu (vyklusáním, vyjetím na rotopedu, následným statickým strečinkem nebo cvičením s rollerem. (JEBAVÝ, a další, 2017)

4.3 Energetické zajištění sportovního výkonu

Autoři (BENSON, a další, 2023) ve svém díle uvádí, že srdečně-cévní systém dodává kyslík, ale i energii svalům. Na vzniku energie se podílí dva metabolické energetické systémy, anaerobní a aerobní. Na aktivitách nižší intenzity se podílí aerobní, který využívá k výrobě energie tuky. Sprinty, hod kladivem a výbušné disciplíny jsou závislé na anaerobním systému. Zdrojem energie ve svalech musí být adenosintrifosfát (ATP).

Lidské tělo disponuje čtyřmi energetickými systémy (PERIČ, a další, 2010):

- ATP-CP systém (adenosintrifosfát-kreatinfosfátový)
- Anaerobní glykolýza (LA-systém)
- La-O_2 systém
- Aerobní systém (O_2- systém)

ATP-CP systém je zapojován jako vysokoenergetický, který je schopný dodat velké množství energie v krátkém čase, je aktivní jen v prvních vteřinách započetí aktivity. ATP, který je uložen ve svalu, se rychle uvolní. K obnově tohoto systému dochází v řádu tří až pěti minut. Zajišťuje maximální intenzitu pohybové činnosti.

Další je anaerobní glykolýza nebo také laktátový systém. Systém uvolní energii během maximálního úsilí, které trvá nepřetržitě od 15 do 90 vteřin. Využívá rozkladu sacharidů pro tvorbu energie. Rozklad sacharidů má za následek tvorbu kyseliny mléčné. Proces, kdy vzniká kyselina mléčná, nazýváme rychlá anaerobní glykolýza. Využívá sacharidy jako substrát pro

výrobu ATP při činnostech vysoké intenzity, přičemž nevyžaduje přítomnost O_2. Konečným produktem rychlé glykolýzy je pyruvát, který se dále přeměňuje na kyselinu mléčnou.

La-O_2 systém zajišťuje střední intenzitu zatížení. Je to přechodná úroveň mezi aerobním a anaerobním krytím sportovního výkonu.

Oxidativní systém tvoří energii pomalu a může pracovat mnoho hodin. Z hlediska tréninkových pásem pracuje při intenzitách pod 75 % SF_{max}. (ZAHRADNÍK, a další, 2012)

Velikost překonávaného odporu určuje, jakým způsobem je zajišťována energie pro pohybovou činnost:

- *Maximální intenzita: (ATP – CP).*
- *Submaximální intenzita: (LA).*
- *Střední intenzita: (LA – O2).*
- *Nízká intenzita: (O2*)

  (ZAHRADNÍK, a další, 2012 str. 55)

Dle autorů (ZAHRADNÍK, a další, 2012) je SF nepřímým ukazatelem intenzity fyzické zátěže (s narůstající intenzitou vzrůstá srdeční frekvence):

- SF < 150 tepů/minuta → O_2 systém
- SF 150–180 tepů/minuta → (LA – O_2)
- SF > 180 tepů/minuta → (LA)→(ATP – CP)

Je důležité zmínit, že laktát nevzniká pouze za anaerobních podmínek, ale vyskytuje se v lidském těle v neustálé koncentraci 0,5–2,2 mmol/l. Akumulace laktátu je známkou přetížení aerobního získávání energie a nástupu anaerobního metabolismu. Nadbytek vzniká při pohybové činnosti na úrovni maximální nebo submaximální intenzity. Zvyšující se úroveň laktátu u netrénovaných jedinců se pohybuje na úrovni 50–60 % VO_{2max}) u trénovaných lidí 70–80 % VO_{2max}[1].

[1] „Ukazatelem výkonnosti dýchacího a oběhového systému je hodnota maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max}). Hodnota VO_{2max} je definována jako maximální množství z objemu přijatého O_2, které je organismus schopen využít při maximální svalové práci dynamického charakteru.“ (PASTUCHA, 2014 str. 41)

Podle množství laktátu v krvi v závislosti na intenzitě pohybové činnosti lze orientačně odhadnout převládající systém úhrady energie následovně:

- < 2mmol/l aerobní – oxidativní systém
- 3–7 mmol/l aerobně-anaerobní systém
- > 7 mmol/l anaerobní systém

S nárůstem laktátu v krvi souvisí i pojmy aerobní a anaerobní práh. Tyto dva termíny znamenají zvyšující se podíl anaerobního energetického metabolismu.

Aerobní práh (AP) definuje autor (PASTUCHA, 2014 str. 44) jako: *„AP nejnižší intenzita zatížení, kdy se projevuje trvalé (narušení) zvýšení hladiny laktátu v krvi nad její klidovou hodnotu. Za hladinu laktátu, která ukazuje při zvyšujícím se zatížení na úroveň AP, se obecně považuje koncentrace do 2 mmol/L.“*

Anaerobní práh (ANP) představuje nejvyšší intenzitu konstantního zatížení, při které již nestačí energie pokrývat pouze aerobními procesy, ale významně se zapojují i procesy anaerobní. (STUCHLÁ, 2024)

4.4 Maximální srdeční frekvence

Maximální srdeční frekvence (SF_{max}) je pro sportovce důležitým ukazatelem. Na základě tohoto čísla mohou odvodit zóny zatížení. Existuje několik matematických vzorců, podle kterých lze vypočítat SF_{max} a cílové zóny SF. (BENSON, a další, 2023)

<u>Výpočet SF_{max}</u>

Rovnice 1: 220 - věk (roky) = SF_{max}

Rovnice 2: 210 - (0,5 * věk (roky) = SF_{max}

<u>Výpočet cílových zón SF</u>

Rovnice 3: Karvonenův vzorec využívá k výpočtu SF_{max} rovnici: 220 - věk (roky) s dalším doplněním.

Postup výpočtu: 220 - věk (roky) = SF_{max}

$\mathbf{SF_{max} - SF_{klidová}}$ = rezervní SF

Intenzita = % * SF_{rez}+SF_{klid}

4.5 Určení tréninkových zón na základě SFmax

SF1 – 50–59 % ze SF_{max}

SF2 – 60–69 % ze SF_{max}

SF3 – 70–79 % ze SF_{max}

SF4 – 80–89 % ze SF_{max}

SF5 – 90–100 % ze SF_{max}

Pro efektivní trénink je klíčové sledovat míru rozvoje a efektivitu jednotlivých ukazatelů, protože tyto hodnoty mají rozhodující vliv na celkový výkon sportovce a umožňují lépe plánovat a přizpůsobovat tréninkové jednotky. Nejprve je podstatné začít se základní vytrvalostí pomocí aerobního tréninku a poté přecházet k tréninkům na úrovni anaerobního krytí. Aerobní systém, který nepřesáhne 75 % SF_{max}, zapříčiňuje změny v tělesné stavbě a srdečně-cévním systému. Anaerobní zátěž, která je vyšší než 80–85 % SF_{max}, způsobuje nervové, dýchací a biochemické změny. Proto je správná intenzita zárukou správné adaptace. (BENSON, a další, 2023)

4.6 Intenzita zatížení a SF

Ukazatele zatížení poskytují přehled o stavu organismu během tréninkové aktivity a citlivě reagují na změny intenzity zatížení. Stupeň intenzity může být určen na základě těchto charakteristik:

- SF
- Hladina laktátu (LA mmol/l)
- VO2 max

Na základě procentuálního podílu SF_{max} můžeme určit intenzitu zatížení, ale také fyziologický účinek pohybové činnosti.

Tabulka 1 Zóny intenzity cvičení, zdroj: (LEHNERT, 2012)

Intenzita	**% ze SF_{max}**
Nízká	30–50
Střední nižší	50–70
Střední vyšší	70–80
Submaximální	80–90
Maximální	90–10

Tabulka 2 Fyziologický účinek a intenzita zatížení, zdroj: (JANSENN, 2001)

% ze SF_{max}	**Charakteristika zatížení**
do 72 %	zatížení pro urychlení regenerace
73–79 %	lehké aerobní zatížení
80–86 %	intenzivní aerobní zatížení
87–92 %	smíšené, aerobně-anaerobní zatížení
více než 93 %	anaerobní zatížení

4.7 Únava a důsledky neadekvátní zátěže na organismus

Únava je stav snížené výkonnosti na základě předchozí aktivity a jedná se o subjektivní pocit. Jestliže únava přesáhne práh fyziologické tolerance organismu, můžeme ji nazvat fyziologickou. Pokud dojde k nepřiměřené stimulaci, je tento jev nazýván jako patologická únava. Únava se nemusí týkat pouze orgánů ale systému či funkce. Můžeme ji dělit na duševní, tělesnou, akutní a chronickou. (PASTUCHA, 2014)

Duševní únava se projevuje neschopností se soustředit na problém, sníženou vnímavostí k novým podnětům a neodpovídající reaktivitou na různé podměty.

Tělesnou únavu můžeme dělit na místní či celkovou. Místní únava zasahuje menší svalové skupiny, vyskytuje se ojediněle a může mít dopad na celý organismus a celkový výkon. Projeví se jako svalová bolest, snížená síla, snížená schopnost a rychlost zapojit potřebnou sílu. Bolest svalu je zapříčiněná následujícími faktory: snížené pH vlivem akumulace laktátu a hypoxie svalu. Celková únava ve sportovním prostředí je častá, má vliv

na činnost svalů a centrální nervový systém. Celková únava ovlivňuje koordinaci a způsobuje zhoršenou kvalitu pohybových návyků a dynamických stereotypů.

Akutní únava vzniká po každé fyzické či duševní námaze. Opakováním tréninkové zátěže dochází k adaptaci organismu a zvýšené odolnosti proti únavě. Únava vzniká při překročení fyziologických hranic organismu a její prohloubení nazýváme přetížení a poté přepětí.

Chronická únava je patologický stav, kdy organismu není opakovaně poskytnut adekvátní dostatek času k regeneraci po zátěži. Jedinec může být zatěžován i více faktory. Chronické únavě může také předcházet probíhající infekční onemocnění i chyby ve výživě a životosprávě. (PASTUCHA, 2014)

4.7.1 Přetížení

Tento druh únavy vzniká dočasně, trvá kratší dobu a narušuje normální činnost organismu. Vzniká po větším než maximálním výkonu bez přípravy. Projevy: vyčerpání oběhového systému (zvýšená tepová frekvence a krevní tlak), dušnost, nevolnost a apatie. Odpočinek je v tomto případě nutný, během krátké doby obtíže samy vymizí (v řádu dnů). (PASTUCHA, 2014)

4.7.2 Přepětí

Jedná se o prohloubení stavu přetížení, projevy: patologická únava, dušnost, nitkovitý až nehmatný pulz, zvracení a porucha termoregulace. V tomto stavu únavy může dojít i k vyčerpání dřeně nadledvin. (PASTUCHA, 2014)

4.7.3 Přetrénování

Dlouhotrvající nepřetržitý stav, který vzniká jako důsledek opakovaného přetěžování. Projevuje se poklesem výkonnosti a chronickou únavou, což je důsledkem nedostatečné bilance přetěžování a regenerace. Projevy: nechuť k jídlu, poruchy spánku, deprese, změny nálady, zvýšená tepová frekvence, zvýšená náchylnost k infekčním nemocem, úbytek hmotnosti. (PASTUCHA, 2014)

5 Použité metody a nástroje měření

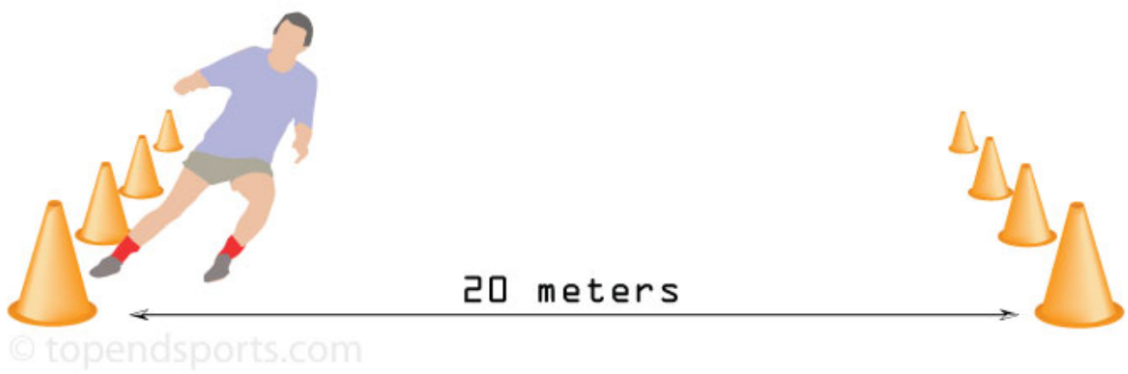
K určení SF_{max} byl zvolen beep test, který je popsán v této kapitole.

Test je zaměřen na vyhodnocení dlouhodobé vytrvalosti a odhaluje maximální aerobní kapacitu jedince.

Pomůcky pro provedení testu:

- Vyznačené běžecké dráhy na vzdálenost 20 metrů
- Přehrávač pro zvukové signály
- Stopky

Postup: probandi běhají mezi dvěma čarami vzdálenými 20 metrů, při každém doběhu se jednou nohou musí dotknout čáry a poté pokračují zpět. Rychlost běhu je řízena zvukovými signály, kdy se intervaly postupně zkracují na dalších úrovních. Proband musí s každým signálem dorazit na koncovou čáru. Cílem probanda je vydržet na trati co nejdéle. Na každý zvukový signál musí proband dosáhnout čáry v daném časovém limitu. Proband končí v testu, pokud dvakrát nedosáhl na čáru v daném časovém intervalu. (TAUSSIG, 2012)



Obrázek 7 Ilustrace beep test, zdroj: (WOOD, 2008)

5.1 Obsah Polar Team Pro

Obsah balení sady Polar Team Pro, která byla použita v rámci diplomové práce:

- Dokovací Stanice Polar Team Pro
- 20× hrudní sporttester
- Brašna na přenášení systému
- Sáček na praní popruhů + brašna na uložení systému
- iPad pro spárování s dokovací stancí

Úlohou dokovací stanice je nabíjení snímačů a synchronizaci tréninkových dat ze snímačů do aplikace Polar Team Pro. Je zde také možnost nabíjení pro iPad.

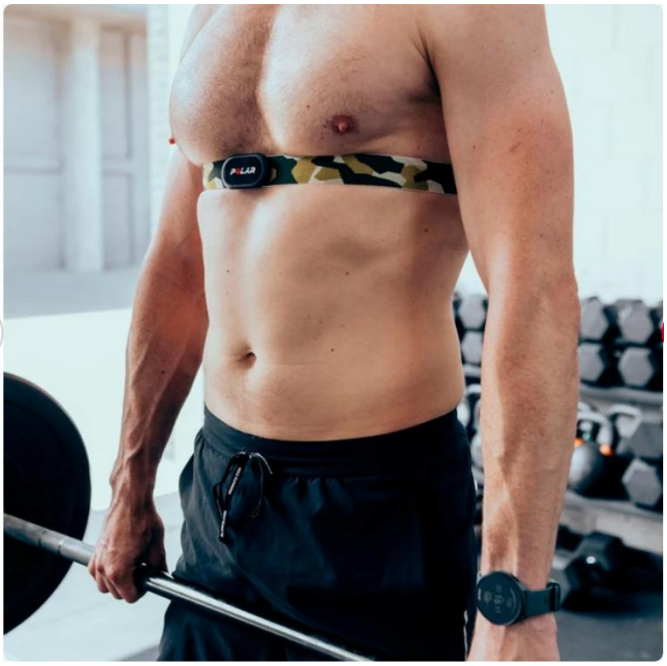
Obrázek 8 Dokovací stanice, Ipad; zdroj: (vlastní)

Obrázek 9 Snímač Polar Pro, hrudní pás; zdroj:(vlastní)

Polar Team Pro senzor poskytuje podrobná výkonnostní data o sportovních, která jsou během tréninku v reálném čase přenášena přes Bluetooth Smart do iPadu. Po tréninku je třeba senzor vložit do dokovací stanice, kde se dobije a synchronizuje s aplikací a webovou službou Polar Team Pro pro další analýzu. Tento senzor sleduje širokou škálu dat, včetně srdeční frekvence, rychlosti běhu, vzdálenosti, sprintů, akcelerace a běžecké kadence, a to venku i v hale. Dále zaznamenává variabilitu srdeční frekvence, polohu pomocí GPS a je vybaven pohybovými senzory. Má dosah až 200 metrů, provozní dobu 10 hodin a dokáže uchovat data až na 72 hodin. Úplné nabití baterie trvá tři hodiny. (Polar.cz)

5.1.1 Hrudní sporttester

Hrudní sporttestery měří elektrickou aktivitu stahujícího se srdečního svalu. Hrudní pás musí mít dobrý kontakt s pokožkou. Gumová část a vysílač s elektrodami musí být přitisknutý na hrudník těsně pod prsními svaly. Jestliže je popruh příliš volný, bude vysílací jednotka klouzat po pokožce a vytvářet tření, které může odesílat falešné informace o srdeční frekvenci.



Obrázek 10 Hrudní Pás H10+, zdroj: (Insportline)

Jelikož se jedná o elektronické zařízení, může dojít ke „zkreslování“ dat na základě možných technických potíží: klouzání, statická elektřina, rušení cizím signálem, promočené tričko a poplašná zařízení.

Klouzání příliš povoleným páskem hrudního sporttesteru může způsobit chybné hodnoty. Tření může vyvolávat elektrické aktivity, neboť narušuje přenos elektrických impulzů ze srdečního svalu.

Nepřesné měření může zapříčinit i oblečení, které je přes hrudní sporttester oblečené. Dojde-li k pocení, signál může být silnější.

Rušení cizím signálem se stává v případech, kdy pás přijímá signál snímače jiné osoby, která se nachází v blízkosti. Sporttestery s modernější technologií jsou již vybaveny kódy, které brání přenosu cizího signálu.

Poplašná zařízení instalovaná v budovách mohou někdy rušit signál sporttesteru. (BENSON, a další, 2023)

5.1.2 Výhody využívání sporttesterů

Sportovní testery značky Polar jsou pokročilé nástroje, které se používají v různých sportech ke sledování a analýze výkonu sportovců. Tyto testery poskytují cenné údaje, jež mohou trenérům a sportovcům pomoci optimalizovat trénink a zlepšit výkon.

Trenéři mohou sledovat srdeční tep, rychlost, vzdálenost a další výkonnostní metriky v přímém přenosu prostřednictvím aplikace pro iPad Polar Team Pro. Přístroj nabízí podrobné souhrny relací a analytické nástroje, které trenérům umožňují vyhodnocovat individuální a týmovou výkonnost v průběhu času. Proces nastavení je díky uživatelsky přívětivé webové službě snadný a nápomocný při definování týmů i jednotlivců a úpravě sportovních profilů.

Polar Team Pro je vynikajícím nástrojem pro trenéry a sportovce, kteří chtějí zlepšit svůj výkon a optimalizovat trénink. Díky monitorování v reálném čase a analýze dat poskytuje cenné informace pro hodnocení výkonnosti a plánování tréninku. Celkově lze říci, že Polar Team Pro je skvělým nástrojem pro profesionální trenéry a sportovce, kteří chtějí dosáhnout maximálního výkonu a úspěchu ve svém sportu. (Kraft, a další, 2018)

5.1.3 Výstupy ze zařízení Polar Team Pro

Po měření výstupy zajistí aplikace Polar Team Pro, na kterou je možné se přihlásit pomocí přihlašovacích údajů. Aplikace nabízí mnoho údajů změřených během aktivity: délka TJ, kalorický výdej, vzdálenost v km, kardiozátěž, průměrná SF, SF_{min}, SF_{max}, sprinty, maximální dosažená rychlost během TJ, čas strávený v zónách SF1 až SF5 a graf SF během TJ. Pokud je zařízení používané pravidelně několik týdnů, aplikace automaticky vytvoří graf (stav kardiozátěže). Tento graf zobrazuje, jak efektivní či neefektivní tréninky jsou: nedostatečný, udržovací, produktivní a nadměrný. Aplikace poskytuje graf srdeční variability. Z aplikace je možné exportovat data do formátu .csv nebo .xls.

5.2 Měření SF pomocí zařízení Polar Team Pro

Polar Team Pro také poskytuje možnost správy týmu i jednotlivců. Trenéři mohou prostřednictvím webové služby spravovat až 99 subjektů a sledovat až 60 subjektů současně, kterým mohou přiřazovat sportovní profily a definovat zóny SF. Po každém tréninku se data synchronizují do aplikace a webové služby Polar Team Pro, kde trenéři mohou analyzovat výkony hráčů, porovnávat je a sledovat trendy dat v čase.

Balíček Polar Team Pro obvykle obsahuje veškeré potřebné vybavení. Trenéři dostanou senzory Polar Pro, jež se připojí k hráčům, a iPad s aplikací Polar Team Pro, který slouží ke sledování a analýze výkonu. Tento komplexní tréninkový systém je vhodný pro všechny trenéry a týmy v různých týmových sportech. (Polar Support)

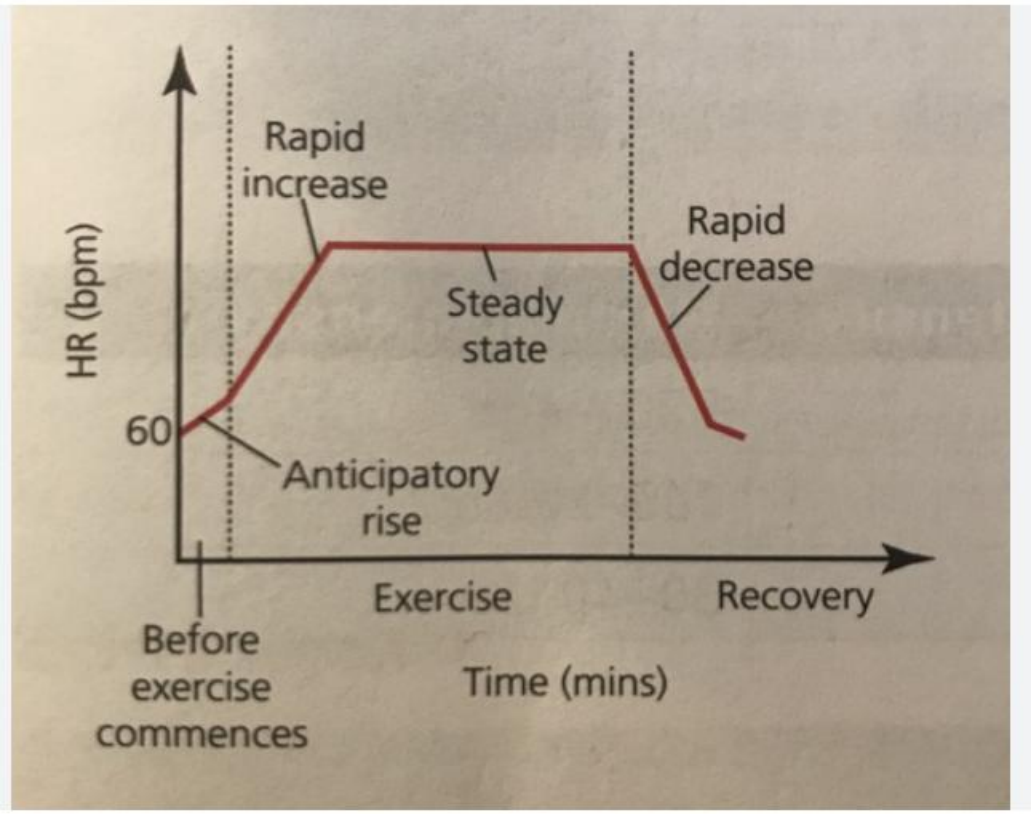
6 Interpretace grafu SF

Pro účinnou interpretaci grafu SF je žádoucí pochopit, co graf představuje a jakým způsobem lze analyzovat jednotlivé složky grafu. V podstatě poskytuje informace o celkovém kardiovaskulárním zdraví, intenzitě cvičení a celkové kondici sportovce.

Součástí grafu SF jsou dvě osy. Svislá osa obvykle představuje tepovou frekvenci v úderech za minutu (bmp) a vodorovná osa obvykle udává čas.

6.1 Fáze SF během zátěže

Na grafu 1 můžeme vidět čtyři fáze reakce SF na zátěž. První fázi nazýváme anticipační vzestup. Nadledvinky uvolňují adrenalin do krevního oběhu a stimulují sympatický nervový systém ke zrychlení SF před cvičením. K rapidnímu nárůstu dochází ve druhé fázi, kdy je během cvičení ve svalu detekováno více CO_2, což stimuluje sympatický nervový systém, aby dále zvýšil srdeční frekvenci. Během této doby dochází ke vazodilataci v aktivních svalových skupinách, což umožňuje zvýšení průtoku krve. Jakmile cvičení pokračuje při konstantní intenzitě, kardiovaskulární systém dosáhne ustáleného stavu. V této fázi se SF a produkce CO_2 stabilizují, protože odpovídají metabolickým požadavkům organismu. Rovnováha mezi dodávkou a spotřebou kyslíku se stává účinnou, což umožňuje trvalý výkon. Během cvičení v ustáleném stavu může SF být konstantní, ačkoli se může v průběhu času postupně zvyšovat v důsledku faktorů jako dehydratace nebo únava. Tato fáze je klíčová pro vytrvalostní aktivity, při nichž je nutné udržet výkon po delší dobu. Poslední fázi nazýváme rychlý pokles, kdy po ukončení cvičení dochází k rychlému poklesu krevního tlaku a dalších kardiovaskulárních parametrů. V této fázi dochází k rychlému návratu na klidové hodnoty, protože tělo se začíná zotavovat. V této době je prioritou odstranění vedlejších metabolických produktů a obnovení homeostázy v těle. Bloudivý nerv hraje významnou roli při usnadnění tohoto poklesu tím, že zvyšuje tonus parasympatiku, což pomáhá účinně zpomalit srdeční činnost. (MIAMOTO, a další, 2022) (YARTSEV, 2020)



Obrázek 11 Fáze srdeční frekvence během zátěže, zdroj: (KENNEY, a další, 2012)

6.2 Zotavovací srdeční frekvence

Zotavovací srdeční frekvenci neboli HRR (heart rate recovery) definujeme jako rychlost, s jakou se SF po cvičení vrací na klidovou úroveň. Jde často o podceňovaný ukazatel fyzické a kardiovaskulární zdatnosti. Čím je hodnota vyšší, tím rychleji dochází k poklesu SF. (NOVOTNÝ, 2023)

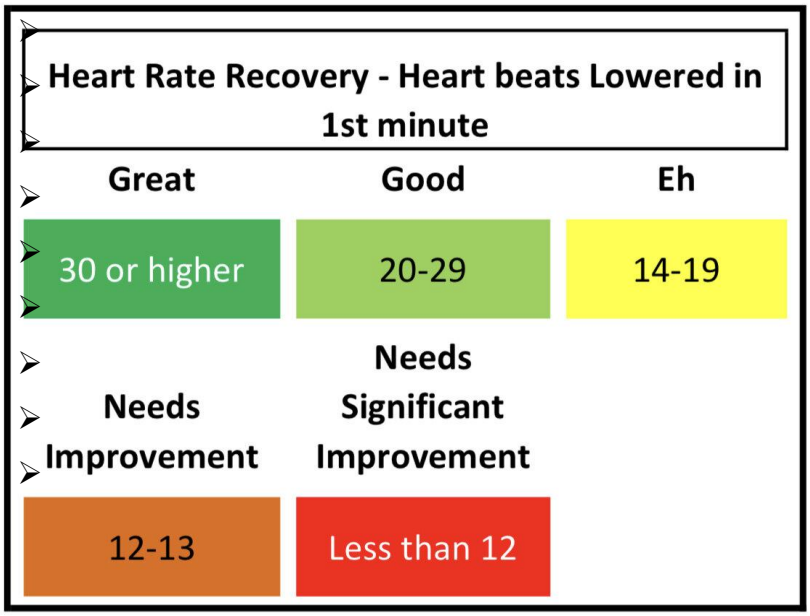
Pro výpočet **HRR** můžeme použít následující vzorec:

HRR = SF_{max} - SF po jedné minutě [bpm]

Autoři (QIU, a další, 2017) ve svém výzkumu uvádí, že význam zotavovací SF může být ukazatelem: kardiovaskulární zdatnosti, hodnocení zdravotních rizik a adaptace na trénink.

Na obrázku 11 může vidět hodnoty, které ukazují stav kardiovaskulární kondice (**HRR** = SF_{max} - SF po jedné minutě [bpm]). Pokud dojde k poklesu o:

- 30 a více tepů → skvělá kardiovaskulární kondice
- 20–29 tepů → dobrá kardiovaskulární kondice
- 14–19 tepů → průměrná kardiovaskulární kondice
- 12–13 tepů → kardiovaskulární kondice potřebuji zlepšení
- méně než 12 tepů → kardiovaskulární kondice potřebuje výrazné zlepšení



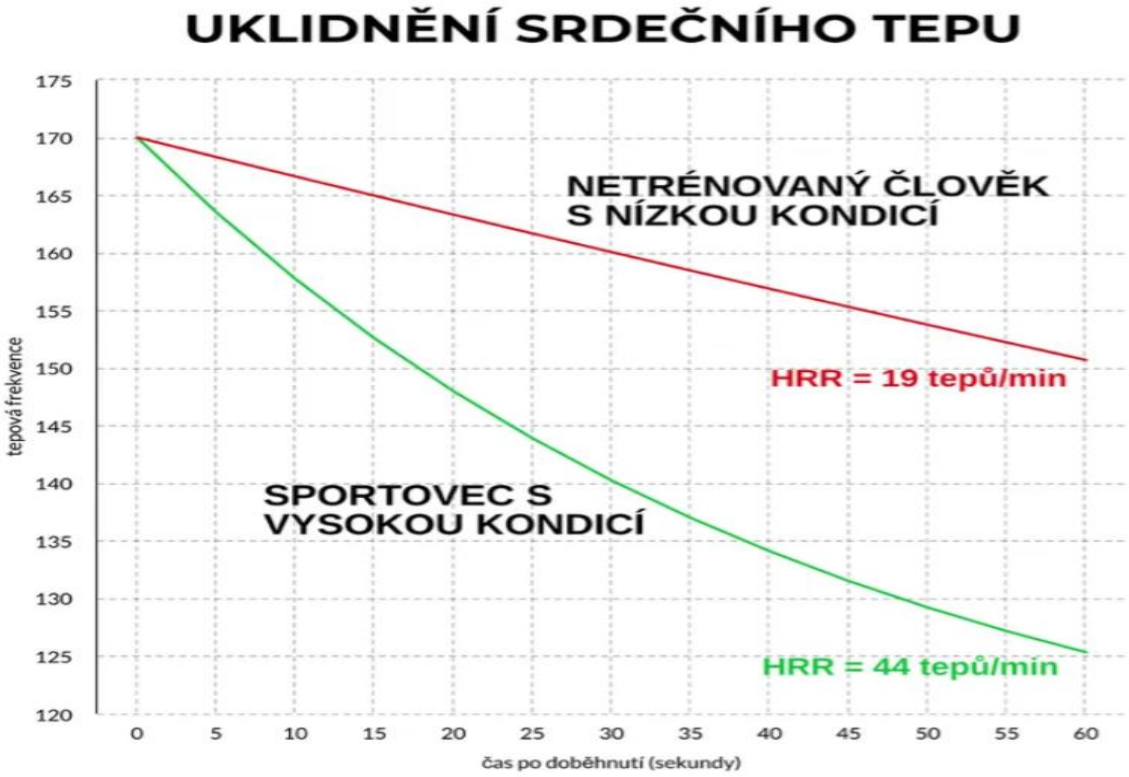
Obrázek 12 Zotavovací SF hodnoty, zdroj: (JVB Health & Wellness)

Ukazatel kardiovaskulární zdatnosti, rychlejší HRR - obecně značí lepší kardiovaskulární kondici. Pro jedince s vyššími hodnotami HRR je typická efektivnější funkce autonomního nervového systému, která odráží zdravější srdce. (QIU, a další, 2017) (ECKELKAMP, 2024)

Hodnocení rizik - výzkum ukazuje, že nižší hodnoty HRR jsou spojeny se zvýšeným rizikem kardiovaskulárních onemocnění a úmrtnosti. Například hodnota HRR nižší než 12

tepů za minutu může být signálem potenciálních problémů se srdcem. (QIU, a další, 2017) (ECKELKAMP, 2024)

Adaptace na trénink, sledování HRR - může sportovcům a trenérům pomoci při vyhodnocování účinku tréninkových plánů. Vyšší HRR v průběhu času může naznačovat zvýšenou úroveň kondice a adaptaci na tréninkové podněty, viz. Graf 2. (QIU, a další, 2017) (ECKELKAMP, 2024)



Graf 1 Zotavovací srdeční frekvence. zdroj: (NOVOTNÝ, 2023)

6.3 Zóny zatížení

Nejdůležitějším parametrem, který graf SF může poskytnout, je čas strávený v jednotlivých zónách (SF1 až SF5). Na základě tohoto lze určit, jaký měl trénink charakter, intenzitu a zda měl charakteristiku rozvoje aerobní, či anaerobní výkonnosti. Vyšší průměr SF během zatížení může poukazovat na vyšší intenzitu tréninkové jednotky.

6.4 Statistická analýza SF a role směrodatné odchylky

Pro správnou interpretaci získaných dat je klíčové sledovat nejen průměrnou hodnotu srdeční frekvence, ale také její variabilitu, což vyjadřuje směrodatná odchylka (SD). SD představuje statistický ukazatel, který měří, jak rozptýlené jsou hodnoty kolem průměru. V případě SF během tréninku tento ukazatel napovídá, jak moc se jednotlivé naměřené hodnoty liší od průměru. Tato hodnota je zásadní pro pochopení toho, zda sportovci reagují na zátěž podobně, nebo zda existují individuální odchylky, jež mohou odrážet rozdílnou úroveň fyzické připravenosti, únavy či jiné fyziologické faktory.

Ve sportovním prostředí je směrodatná odchylka rozhodující statistickou veličinou, která kvantifikuje míru variability nebo rozptylu souboru hodnot. Pochopení jejího použití a důsledků je nezbytné pro přesnou interpretaci údajů v různých kontextech, jako je analýza výkonnosti, výsledky tréninku a míra zranění. (HOPKINS, 2000)

Směrodatná odchylka poskytuje přehled o tom, jak moc se jednotlivá skóre liší od průměrného skóre v souboru dat. Nízká hodnota SD naznačuje, že skóre jsou blízko průměru, zatímco vysoká hodnota SD naznačuje větší variabilitu mezi skóre. (HOPKINS, 2000)

Testování spolehlivosti: ve sportovní vědě je pochopení typické chyby měření – často vyjádřené jako SD – zásadní pro posouzení spolehlivosti testů používaných k hodnocení sportovců. (HOPKINS, 2000)

7 Metodika práce

7.1 Harmonogram práce

20.03.2024 až 25.05.2024 – výběr tématu, vymezení obsahu diplomové práce a zadání tématu do STAGu.

03.10.2024 – distribuce formulářů se souhlasem zákonného zástupce s měřením.

08.10.2024 – zapůjčení vybavení Polar Team Pro.

21.10.2024 – 31.10. 2024 – provádění měření v judistickém klubu.

23.10.2024 – měření 1. tréninkové skupiny → (beep test)

24.10.2024 – měření 2. tréninkové skupiny → (beep test)

25.10.2024 – měření 1. tréninkové skupiny → trénink

30.10. 2024 – měření 2. tréninkové skupiny → trénink

01.11.2024 – 30.11.2024 – dokončení diplomové práce

05.12.2024 – odevzdávání diplomové práce.

Dne 23.10. a 24.10.2024 probíhalo měření probandů, jehož úkolem bylo zjistit SF_{max} pomocí beep testu. V úvodu byl popsán průběh testování, pravidla beep testu a jeho cíle. Judisté byli vybaveni měřicími zařízeními Polar Team Pro, které zaznamenávaly srdeční frekvenci během celého beep testu.

Měření TJ probíhalo ve dnech 25.10.2024 a 30.10.2024. Měření mělo za úkol zaznamenávat SF během celé TJ. Na základě získaných dat byla provedena analýza TJ.

Data byla analyzována pomocí několika klíčových parametrů zaměřených na srdeční frekvenci, které poskytují přehled o fyzické kondici sportovců a jejich reakci na tréninkovou zátěž.

Prvním klíčovým parametrem je zotavovací SF (HRR), která byla vypočítána jako rozdíl mezi SF_{max} dosaženou během tréninku a hodnotou naměřenou jednu minutu po skončení aktivity. Rychlejší a větší pokles SF svědčí o lepší funkci autonomního nervového systému a vyšší úrovni fyzické zdatnosti.

Data HRR budou hodnocena následovně – pokud u probanda dojde k poklesu o:

- 30 a více tepů → skvělá kardiovaskulární kondice
- 20–29 tepů → dobrá kardiovaskulární kondice
- 14–19 tepů → průměrná kardiovaskulární kondice
- 12–13 tepů → kardiovaskulární kondice potřebuji zlepšení
- méně než 12 tepů → kardiovaskulární kondice potřebuje výrazné zlepšení

Druhým parametrem byl čas strávený v jednotlivých zónách (SF1 až SF5), což umožňovalo rozlišit, zda tréninkový charakter směřoval k urychlení regenerace, rozvoji aerobní, nebo anaerobní výkonnosti. Čas strávený v konkrétních zónách odhaluje, jaký vliv měl trénink na kondici sportovců. Přiřazeno dle (JANSENN, 2001)

- do 72 % ze SF_{max} → urychlení regenerace
- 73–79 % ze SF_{max} → lehký rozvoj aerobní výkonnosti
- 80–86 % ze SF_{max} → intenzivní rozvoj aerobní výkonnosti
- 87–92 % ze SF_{max} → rozvoj aerobně-anaerobní výkonnosti
- 93 % a více → rozvoj anaerobní výkonnosti

Průměrná SF zaznamenaná během fyzické zátěže indikuje intenzitu tréninkového zatížení. Přiřazeno dle (LEHNERT, 2012)

- **Průměrná SF** 30–-50 % ze SF_{max} – nízká intenzita
- **Průměrná SF** 50–70 % ze SF_{max} – střední nižší intenzita
- **Průměrná SF** 70–80 % ze SF_{max} – střední vyšší intenzita
- **Průměrná SF** 80–90 % ze SF_{max} – submaximální intenzita
- **Průměrná SF** 90–100 % ze SF_{max} – maximální intenzita

Kombinace těchto parametrů umožnila komplexní pohled na zátěž, fyzickou připravenost i individuální odezvu sportovců na různé fáze tréninku.

7.2 Výzkumné šetření

Výzkumné šetření bylo provedeno v judistickém klubu Libereckého kraje. Jelikož někteří probandi nejsou plnoletí, bylo nutné vytvořit formuláře (souhlas zákonného zástupce s měřením). Celkem bylo distribuováno 40 formulářů.

Návratnost byla celkem 30 formulářů. Všichni zákonní zástupci souhlasili s prováděním měření. Celkem byly monitorovány dvě tréninkové skupiny. Každá ze skupin byla monitorována dvakrát a to během beep testu a během TJ.

V první tréninkové skupině bylo monitorováno celkem 15 probandů ve věkovém rozmezí od 9 do 13 let. Závěrečné analýza byla provedena na 11 probandech, z toho 7 mužů a 4 ženy. Čtyři probandi se nedostavili na TJ.

Ve druhé tréninkové skupině bylo monitorováno celkem 10 probandů ve věkovém rozmezí od 11 do 24 let. Závěrečná analýza byla provedena jen na 8 probandech, z toho 6 mužů a 2 ženy. Dva probandi se nedostavili na TJ.

8 Výsledky

Nejprve je popsán samostatný průběh jednotlivých tréninkových jednotek. Dále jsou uvedeny vstupní informace o jednotlivých probandech:

- pohlaví
- věk
- SF_{max}
- SF_{max_TJ}
- průměrná SF během TJ

Všichni probandi, kteří byli součástí měření, prováděli zadaná cvičení tak, jak jsou vysvětlena v popisu TJ .

Na základě provedení beep testu byla zjištěna SF_{max}. Hodnoty jednotlivých probandů byli zadány do aplikace Polar Team Pro, která automaticky přizpůsobila zóny SF1 až SF5. Hodnoty jednotlivých zón byly vypočítány na základě SF_{max} probandů.

SF1 – 50–59 % ze SF_{max}

SF2 – 60–69 % ze SF_{max}

SF3 – 70–79 % ze SF_{max}

SF4 – 80–89 % ze SF_{max}

SF5 – 90–100 % ze SF_{max}

Popis TJ – 1. tréninková skupina

Datum: 25.10.2024

Čas trvání: 15:20 – 16:30

Průběh TJ:

15.20 – 15:27 → pozdrav + gymnastické cvičení po tělocvičně

15:28 – 15:33 → uchi-komi – cvičení se soupeřem**→** vychýlení soupeře z rovnováhy těsný kontakt (2× přes celou tělocvičnu)

15:35 – **15:52 →** randori – s předem daným časovým limitem (5 kol × 3 minuty × 20 vteřin pauza mezi koly)

15:52 – **15:57 →** 5 minut pauza

15:52 – 16:14 → randori – s předem daným časovým limitem (5 kol × 3 minuty × 20 vteřin pauza mezi koly)

16:14 – **16:17 →** pauza

16:17 – 16:30 → hry na mrazíka a bacily

16:30 → konec TJ

1. tréninková skupina, viz tabulka 3

Tabulka 1 První tréninková skupina, zdroj: (vlastní)

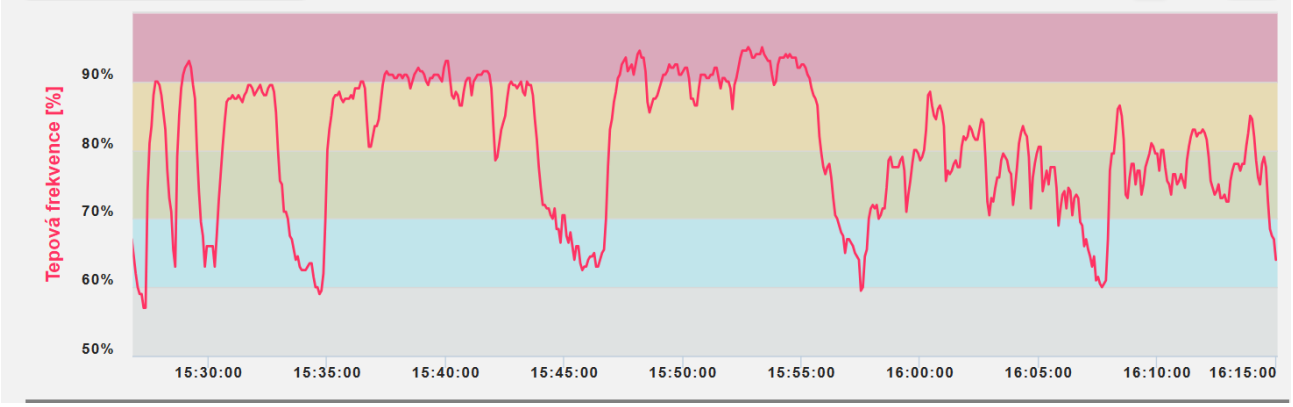
Probandi	Pohlaví	Věk	SF_{max} [bpm] -	SF_{max_TJ} [bpm]	Průměrná SF [bpm] během tréninku
Proband č. 1	Muž	9	204	chyběl na TJ	
Proband č. 2	Muž	13	194	190	146
Proband č. 3	Muž	11	190	183	159
Proband č. 4	Žena	11	205	193	162
Proband č. 5	Muž	9	196	chyběl na TJ	
Proband č. 6	Muž	11	200	192	166
Proband č. 7	Muž	9	208	chyběl na TJ	
Proband č. 8	Muž	11	192	chyběl na TJ	
Proband č. 9	Žena	11	206	197	165
Proband č. 10	Muž	11	215	209	185
Proband č. 11	Žena	11	204	194	167
Proband č. 12	Žena	11	217	208	185
Proband č. 13	Muž	9	212	208	164
Proband č. 14	Muž	11	222	207	180
Proband č. 15	Muž	11	202	194	170
Průměr	x	11	204	198	168
SD	x	1	9	8	11

První tréninková skupina se skládala z 11 mužů a 4 žen. 4 probandi se neúčastnili monitorování během TJ. Průměrný věk probandů v této skupině byl 11 ± 1 let. Průměrná SF_{max} během beep testu dosahovala 204 ± 9 (bmp). Z celkového počtu účastníků jen 4 probandi měli SF_{max} pod 200 (bmp) dosaženou během beep testu. Průměrná SF během TJ u všech probandů byla 168 ± 11 (bmp). SF_{max} během TJ byla 198 ± 8 (bmp).

8.1 Analýza SF probandů během TJ – 1. tréninková skupina

Proband č. 1 – proband se neúčastnil TJ

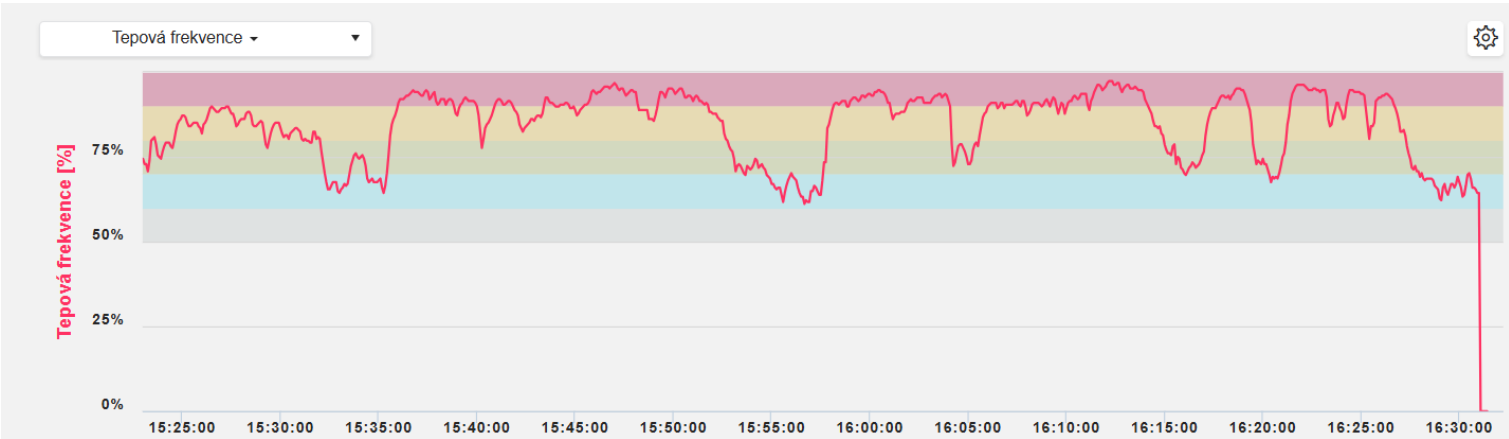
Proband č. 2



Graf 2 SF – proband č. 2, zdroj: (aplikace Team Polar Pro)

Analýza proband č. 2: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 190 (bmp) tedy 95 % ze SF_{max}. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 158 (bpm), což představuje 79 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na střední úrovni. SF během TJ nejdéle setrvávala v zónách SF4 (29 minut) a SF3 (28 minut). V průběhu TJ docházelo k rozvoji aerobní výkonnosti. V 15:52 hodin, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnoty 179 bpm na 141 bpm, což odpovídá poklesu o 38 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na skvělou kardiovaskulární kondici.

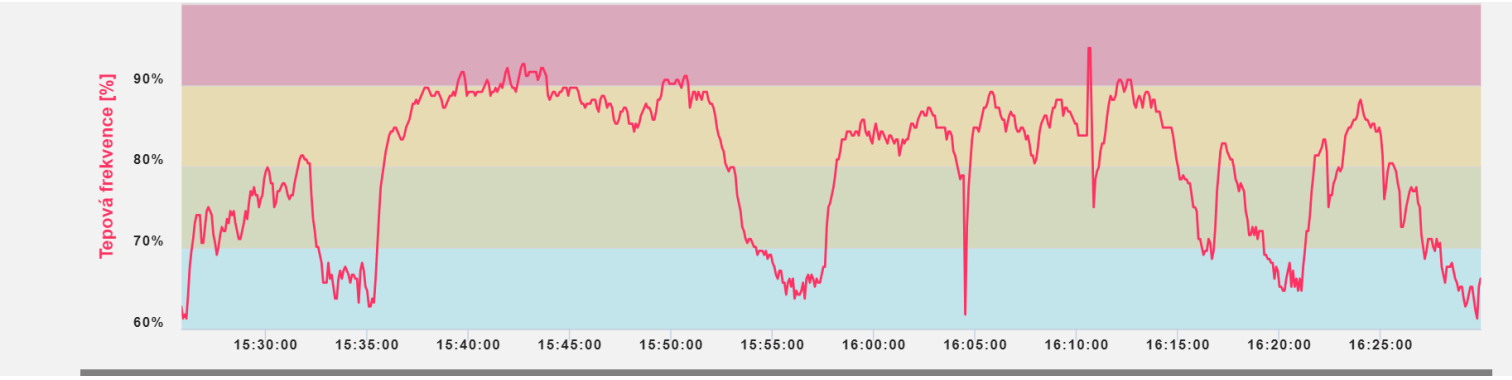
Proband č. 3



Graf 3 SF – proband č. 3, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 3: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 183 (bpm), tedy 97 % ze SF_{max}. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 159 bpm, což představuje 85 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na submaximální úrovni. SF během TJ nejdéle setrvávala v zónách SF5 (28:35 minut) a SF4 (18:02 minut). V průběhu TJ došlo k rozvoji aerobně-anaerobní a anaerobní výkonnosti. V 15:52, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnoty 165 bpm na 129 bpm, což odpovídá poklesu o 36 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na skvělý stav kardiovaskulárního systému.

Proband č.4

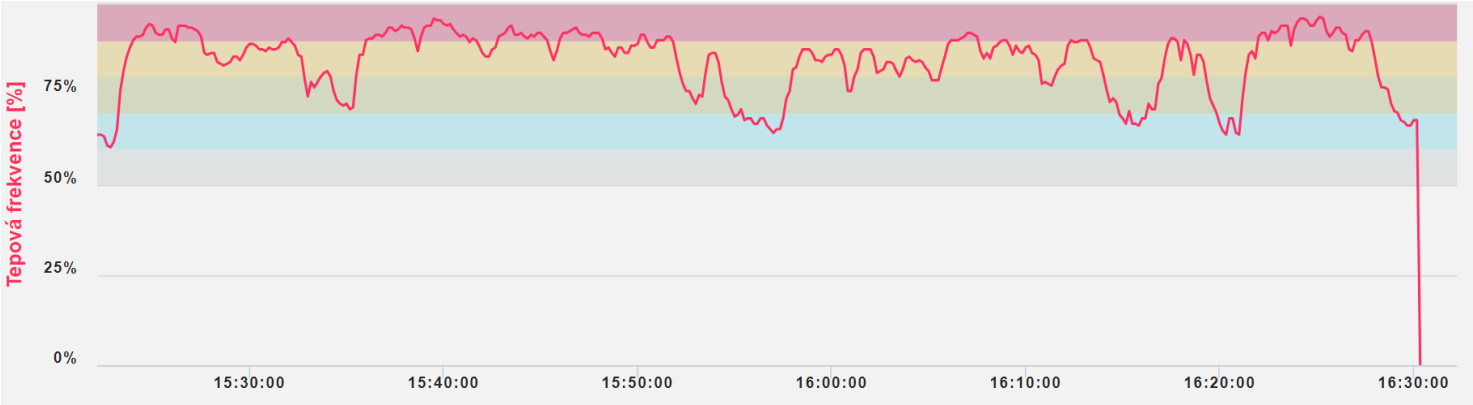


Graf 4 SF – proband č. 4, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 4: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 193 (bmp), tedy 95 % ze SF_{max}. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 162 bpm, což představuje 79 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na střední úrovni. SF během TJ nejdéle setrvávala v zónách SF4 (33 minut) a SF3 (14 minut). V průběhu TJ došlo k rozvoji aerobní výkonnosti. V 15:52, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnot 182 bpm na 163 bpm, což odpovídá poklesu o 19 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na průměrný stav kardiovaskulární kondice. SF se jen z malé části pohybovala v zóně SF5 (3:54 minut). Důvodem může být dobrá fyzická kondice, únava nebo zdravotní stav. Probandovi umožňuje jeho kondice zvládat danou činnost bez nutnosti dosáhnout SF_{max}. V praxi to může znamenat, že k dosažení SF_{max} je potřeba vytvořit velice náročné podmínky.

Proband č. 5 – proband se neúčastnil TJ

Proband č. 6



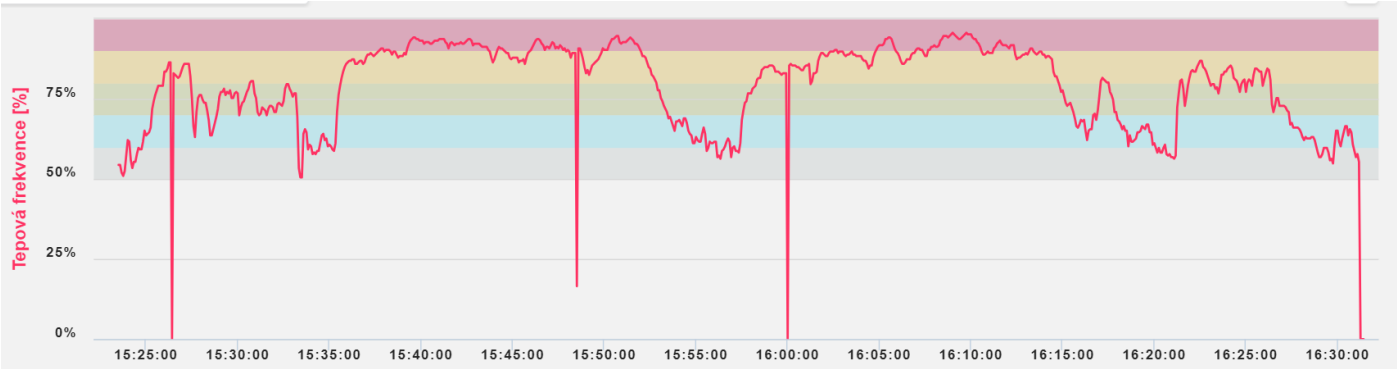
Graf 5 SF – proband č. 6, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 6: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 192 (bpm), tedy 96 % ze SF_{max}. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 166 bpm, což představuje 83 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na submaximální úrovni. SF během TJ nejdéle setrvávala v zónách SF 4 (29:22 minut) a SF5 (19:54 minut). V průběhu TJ došlo k rozvoji aerobní a aerobně-anaerobní výkonnosti. V 15:52, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnot 169 bpm na 131 bpm, což odpovídá poklesu o 38 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na skvělý stav kardiovaskulární kondice.

Proband č. 7 – proband se neúčastnil TJ

Proband č. 8 – proband se neúčastnil TJ

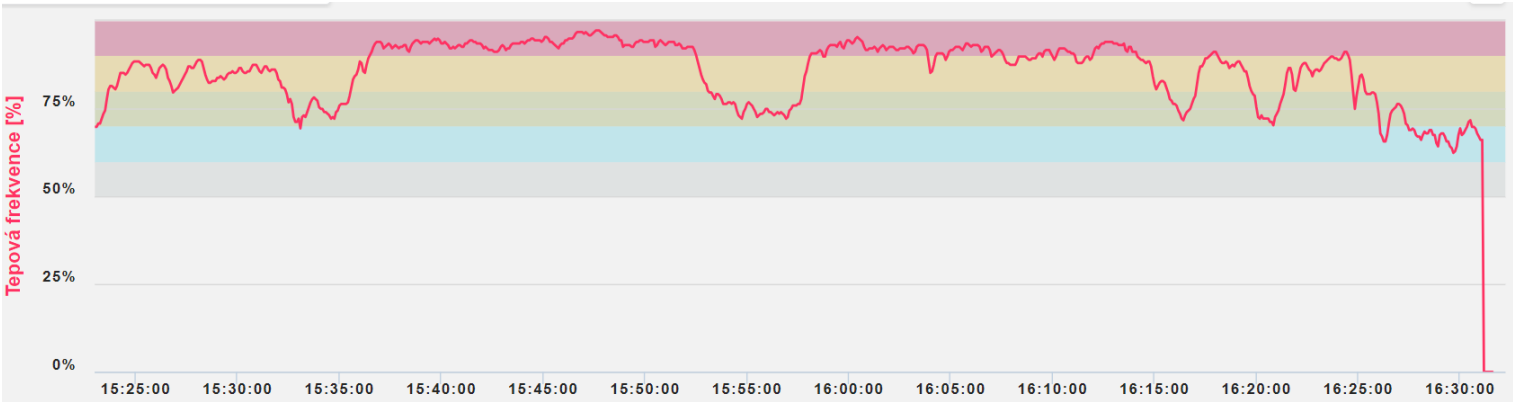
Proband č. 9



Graf 6 SF – proband č. 9, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 9: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 197 (bpm) tedy 96 % ze SF_{max}. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 163 bpm, což představuje 79 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na střední úrovni. SF během TJ nejdéle setrvávala v zónách SF4 (21:18 minut) a SF5 (16:19 minut). V průběhu TJ došlo k rozvoji aerobní a aerobně-anaerobní výkonnosti. V 15:52, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnot 185 bpm na 159 bpm, což odpovídá poklesu o 26 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na dobrý stav kardiovaskulární soustavy. Na grafu 7 můžeme vidět tři velké poklesy SF, což bylo způsobeno pádem sporttesteru během randori.

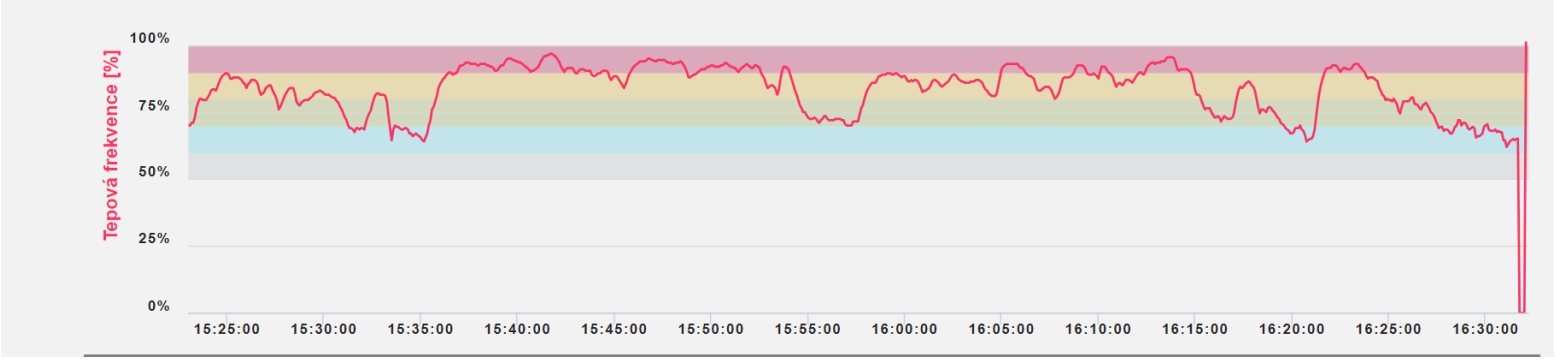
Proband č. 10:



Graf 7 SF – proband č. 10, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 10: Nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 209 (bpm), tedy 97 % ze SF_{max}. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 184 bpm, což představuje 86 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na submaximální úrovni. SF během TJ nejdéle setrvávala v zónách SF5 (28:36 min.) a SF4 (21:27 minut). V průběhu TJ došlo k rozvoji anaerobní a aerobně-anaerobní výkonnosti. V 15:52, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnot 193 bpm na 159 bpm, což odpovídá poklesu o 34 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na skvělý stav kardiovaskulárního systému.

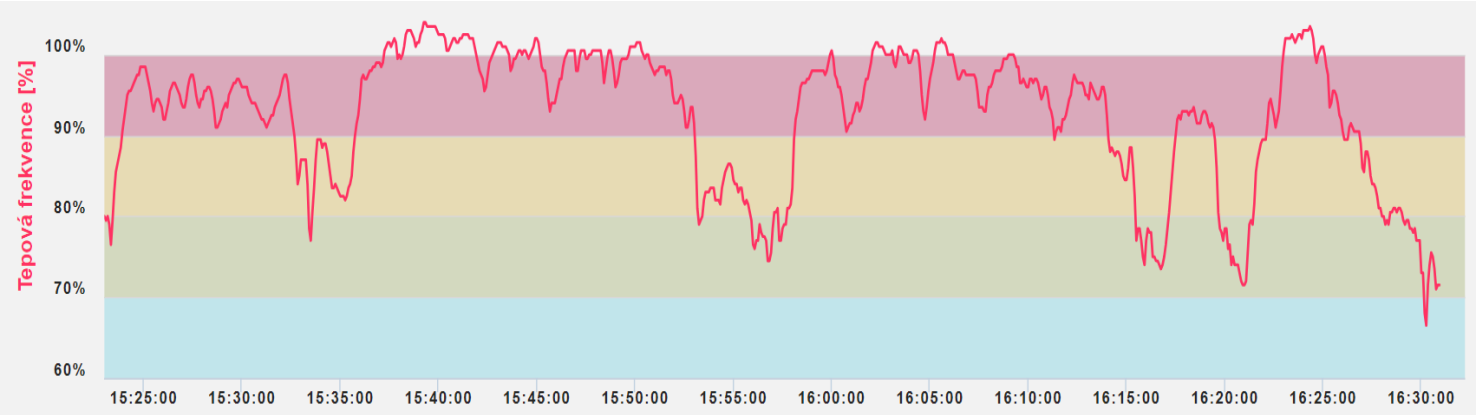
Proband č. 11:



Graf 8 SF – proband č. 11, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 11: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 202 (bpm), tedy 99 % ze SF_{max}. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 166 bpm, což představuje 81 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na submaximální úrovni. SF během TJ nejdéle setrvávala v zónách SF4 (26:32 min.) a SF5 (20:10 min.). V průběhu TJ došlo k rozvoji anaerobní a aerobně-anaerobní výkonnosti V 15:52, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnot 182 bpm na 146 bpm, což odpovídá poklesu o 36 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na skvělý stav kardiovaskulární soustavy.

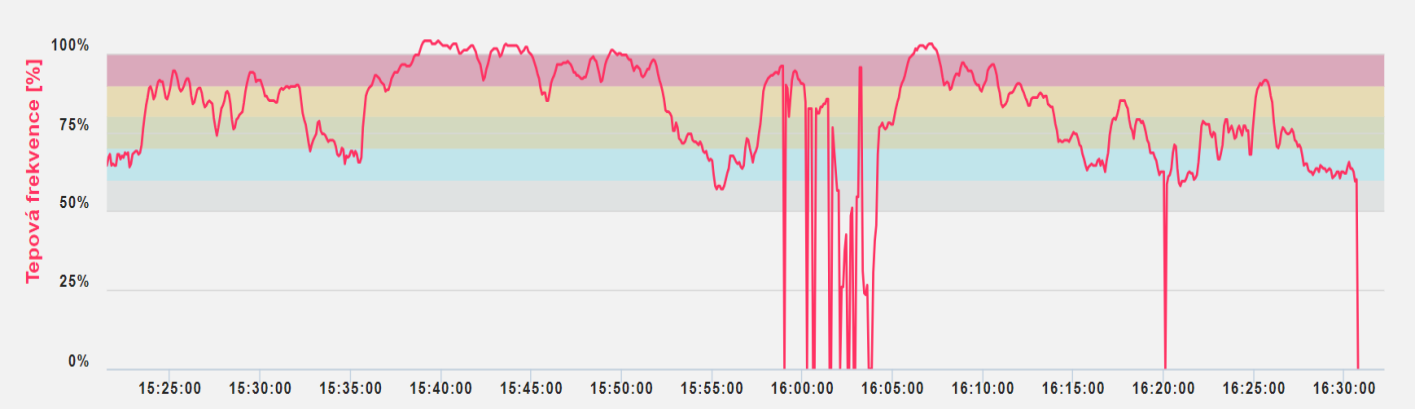
Proband č. 12



Graf 9 SF – proband č. 12, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 12: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 208 (bpm), tedy 96 % ze SF_{max}. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 184 bpm, což představuje 85 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na submaximální úrovni. SF během TJ nejdéle setrvávala v zónách SF5 (46 min.) a SF4 (11 min.). V průběhu TJ došlo k rozvoji anaerobní výkonnosti. V 15:52, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnot 200 bpm na 160 bpm, což odpovídá poklesu o 40 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na skvělý stav kardiovaskulárního systému.

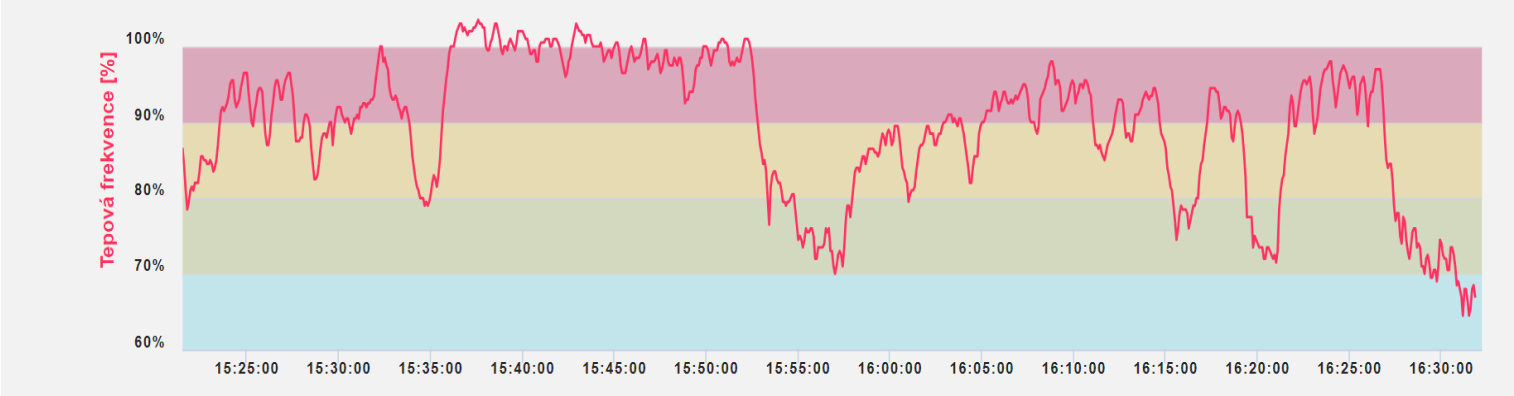
Proband č. 13



Graf 10 SF – proband č. 13, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 13: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 208 (bpm), tedy 98 % ze SF_{max}. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 163 bpm, což představuje 64 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na střední úrovni. SF během TJ nejdéle setrvávala v zónách SF5 (38:40 min.) a v SF4 (17:39 min.). V průběhu TJ došlo k rozvoji aerobně-anaerobní a anaerobní výkonnosti. V 15:52, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnot 188 bpm na 150 bpm, což odpovídá poklesu o 38 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na skvělý stav kardiovaskulárního systému. Pád hrudního snímače měl za následek zkreslení zaznamenaných dat. Ztráta signálu ovlivnila kvalitu zaznamenaných dat.

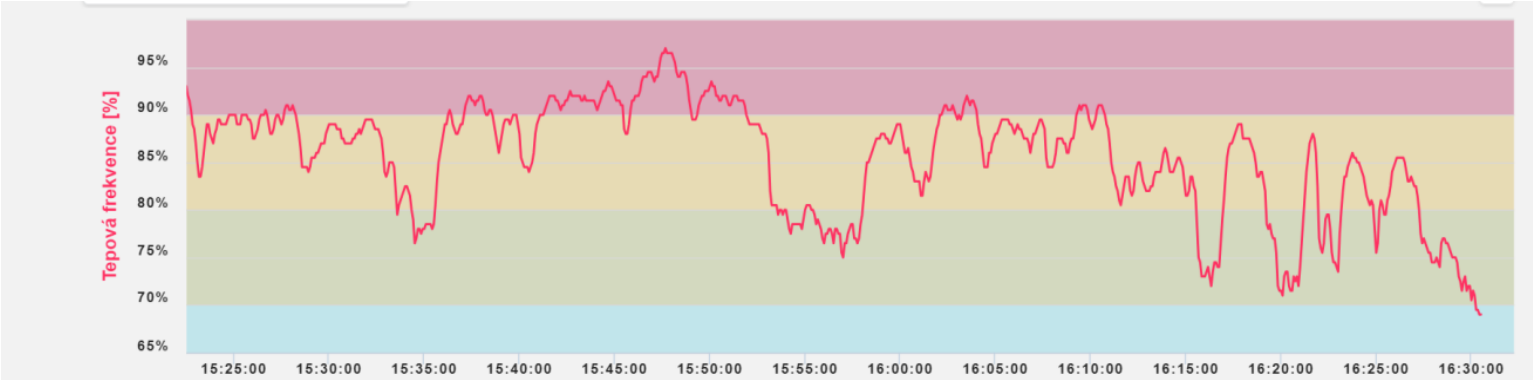
Proband č. 14



Graf 11 SF – proband č. 14, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 14: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 207 (bpm), tedy 93 % ze SF_{max}. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 179 bpm, což představuje 81 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na submaximální úrovni. SF během TJ nejdéle setrvávala v zónách SF5 (38:40 min.) a SF4 (17:39 min.). V průběhu TJ došlo k rozvoji anaerobní a aerobně-anaerobní výkonnosti. V 15:52, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnot 201 bpm na 155 bpm, což odpovídá poklesu o 46 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na skvělý stav kardiovaskulárního systému.

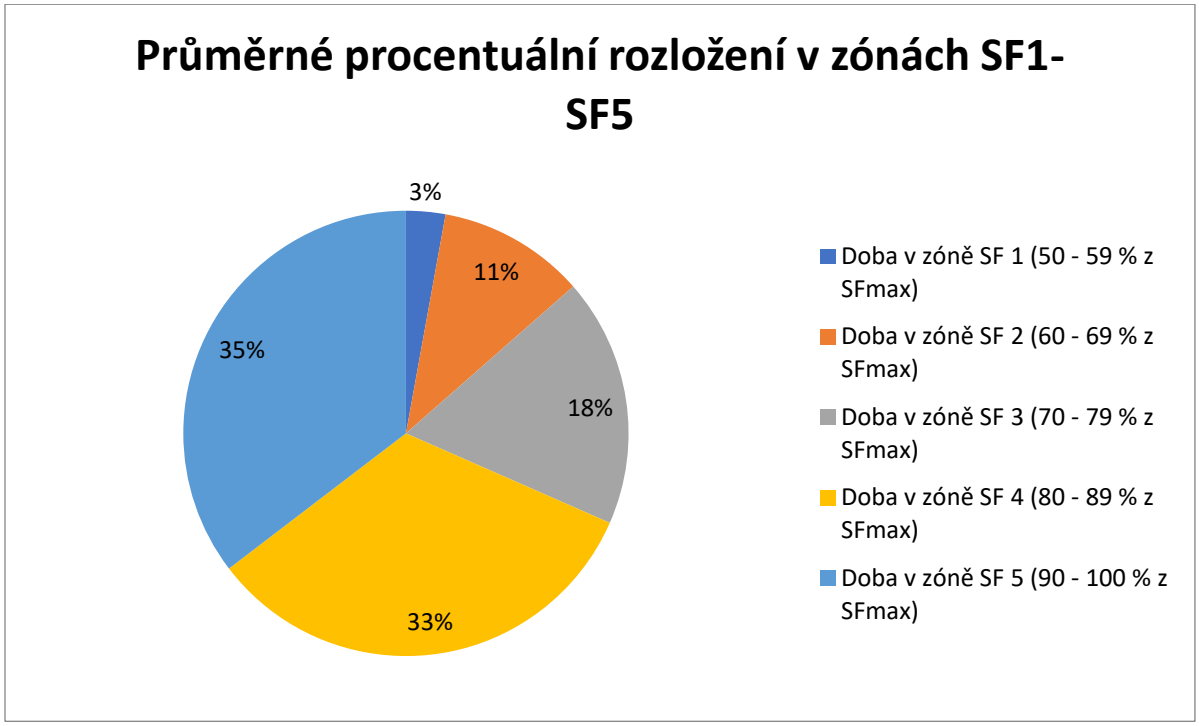
Proband č. 15



Graf 12 SF – Proband č. 15, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 15: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 194 (bpm), 96 % ze SF_{max}. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 170 bpm, což představuje 84 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na submaximální úrovni SF během TJ, nejdéle setrvávala v zónách SF4 (37:38 min.) a SF5 (16:23 min.). V průběhu TJ došlo k rozvoji anaerobní a aerobně-anaerobní výkonnosti. V 15:52, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnot 180 bpm na 145 bpm, což odpovídá poklesu o 35 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na skvělý stav kardiovaskulárního systému.

Celková analýza TJ:



Graf 13 Průměrný počet minut v zónách SF1 až SF5, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Tabulka 2 Průměrný počet minut v zónách SF1 až SF5, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Zóny SF	Doba v zóně SF 1 (50–59 % z SF_{max})	Doba v zóně SF 2 (60–69 % z SF_{max})	Doba v zóně SF 3 (70–79 % z SF_{max})	Doba v zóně SF 4 (80–89 % z SF_{max})	Doba v zóně SF 5 (90–100 % z SF_{max})
Průměrný počet min.	01:52 ± 01:19	06:59 ±04:31	11:48 ± 01:50	21:36 ± 09:04	23:08 ± 11:29

Analýza TJ: v grafu č. 14 a tabulce č. 3 vidíme, že během TJ nejvíce času probandi strávili v zóně SF5 (23 minut) a SF4 (21 minut). To dokládá, že TJ byla na úrovni submaximální až maximální intenzity. TJ vedla k rozvoji aerobně-anaerobního výkonnosti a anaerobní výkonnosti.

8.2 Analýza SF probandů během TJ – 2. tréninková skupina

Tato kapitola se věnuje analýze druhé tréninkové skupiny. Během TJ bylo součástí randori v postoji i na zemi. Dále je uvedeno, jaká byla průměrná data probandů v boji v postoji a na zemi. Data budou přesně porovnávána pro časy 17:21 – 17:40, 18:19 – 18:38.

Popis TJ – 2. tréninková skupina

Datum: 30.10. 2024

Čas trvání: 17:00 – 18:48

Průběh TJ:

17:00 → zahájení tréninku

17:04→ sprinty přes tělocvičnu (6×)

17:05 → kotouly ve dvojicích (popředu a pozadu)

17:07→ přemety

17:09 → pád vpřed přes překážku

17:10→ z chvatu, kdy tori (útočící judista) provádí osoto gari, uke (soupeř) provede salto vzad

17:12 → přemet přes překážku

17:13 – 17:19 → vychylování soupeře do čtyř směrů (postupující, ustupující, za levým bokem a pravým bokem)

17:19 – 17:21 → pauza

17:21 – 17:40 → randori s předem daným časovým limitem (4 kola × 4 minuty × 1 minuta pauza)

17:40 – 17:46 → pauza

17:46 – 18:00 → Nin-gake randori – jeden závodník bojuje s novým soupeřem v určitých časových limitech → čtveřice → 3 kola × 1 minuta × 5 pauza

- čtveřice, vždy jeden judista je uprostřed a každou minutu zápasí s novým soupeřem, po třech kolech se judista uprostřed vystřídá s jiným judistou

18:00 – 18:03 → kolo podél tělocvičny výklus a poté pauza

18:03 – 18:16 → Nin-gake randori – jeden závodník bojuje s novým soupeřem v určitých časových limitech → čtveřice → 3 kola × 1 minuta × 5 pauza

- čtveřice, vždy jeden judista je uprostřed a každou minutu zápasí s novým soupeřem, po třech kolech se judista uprostřed vystřídá s jiným judistou

18:16 – 18:19 → pauza

18:19 – 18:38 → ne-waza randori (boj na zemi) → 10 kol × 1:30 × 25 vteřin pauza

18:38 → konec ne-waza randori → 1 kolo podél tělocvičny výklus

18:40 – 18:48 → „lízané kliky“→ 6 sérií × 10 kliků × 10 vteřin pauza

18:48 → konec TJ

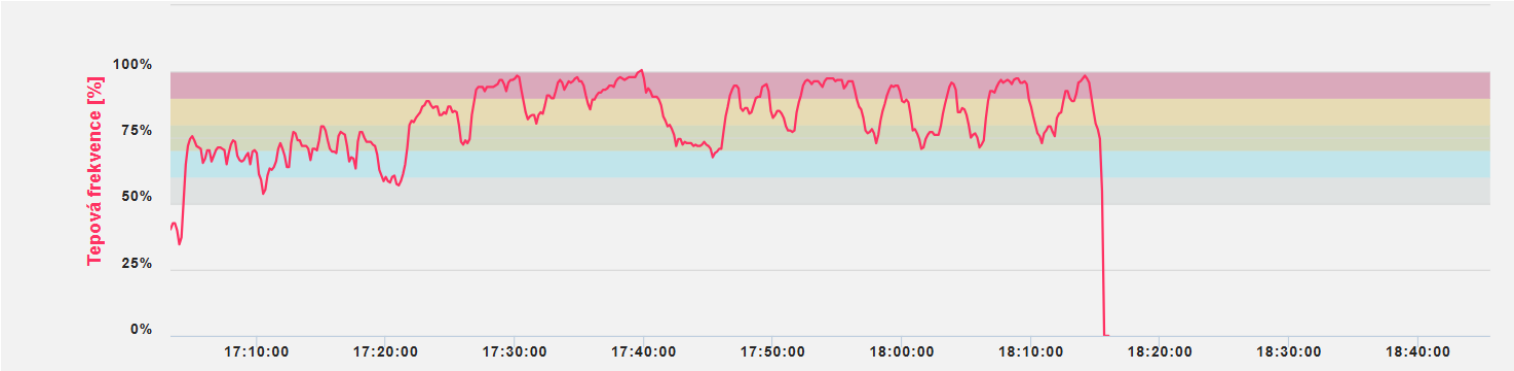
2. tréninková skupina

Tabulka 3 Druhá tréninková skupina, zdroj: (vlastní)

Probandi	Pohlaví	Věk	SF_{max_beep} [bpm]	SF_{max_TJ} [bpm]	Průměrná SF [bpm] během TJ
Proband č. 16	Muž	24	188	189	152
Proband č. 17	Žena	14	181	172	141
Proband č. 18	Žena	14	197	186	156
Proband č. 19	Muž	17	181	167	132
Proband č. 20	Muž	13	184	183	147
Proband č. 21	Muž	11	217	223	173
Proband č. 22	Muž	16	195	185	154
Proband č. 23	Muž	14	206	188	153
Proband č. 24	Muž	17	206	chyběl na TJ	
Proband č. 25	Muž	35	190	chyběl na TJ	
Průměr	x	18	195	187	151
SD	x	7	11	16	11

Z druhé tréninkové skupiny bylo součástí měření celkem 10 probandů mezi 11 až 35 lety, z toho byly 2 ženy a 8 mužů. Z celkového počtu 10 probandů bude provedena analýza u 8 a to z důvodu, že proband 24 a 25 se nezúčastnili TJ kvůli zdravotním potížím. Průměrná SF_{max} během beep testu byla 195 ± 11 (bpm). Průměrná SF_{max} během TJ byla 187 ± 16 (bpm). Průměrná SF během TJ činila 151 ± 11 (bpm).

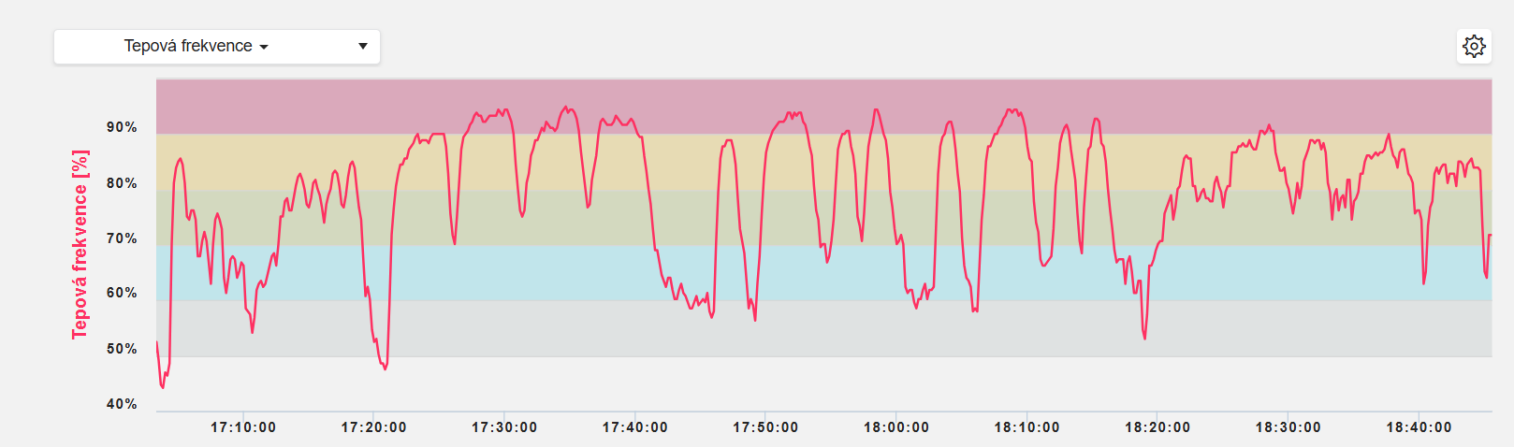
Proband č. 16



Graf 14 SF – proband č. 16, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 16: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 189 (bpm), tedy 101 % ze SF_{max}. Probandova SF se dostala nad maximální úroveň. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 152 bpm, což představuje 81 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na submaximální úrovni. SF během TJ nejdéle setrvávala v zónách SF5 (22:38 min.) a SF3 (19:45 min.). V průběhu TJ došlo k rozvoji aerobní a anaerobní výkonnosti. Průměrná SF během randori v postoji byla 88 % ze SF_{max}. Průměrná SF v newaza randori – proband již nebyl přítomen. V 17:40, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnot 183 bpm na 157 bpm, což odpovídá poklesu o 26 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na dobrý stav kardiovaskulární soustavy.

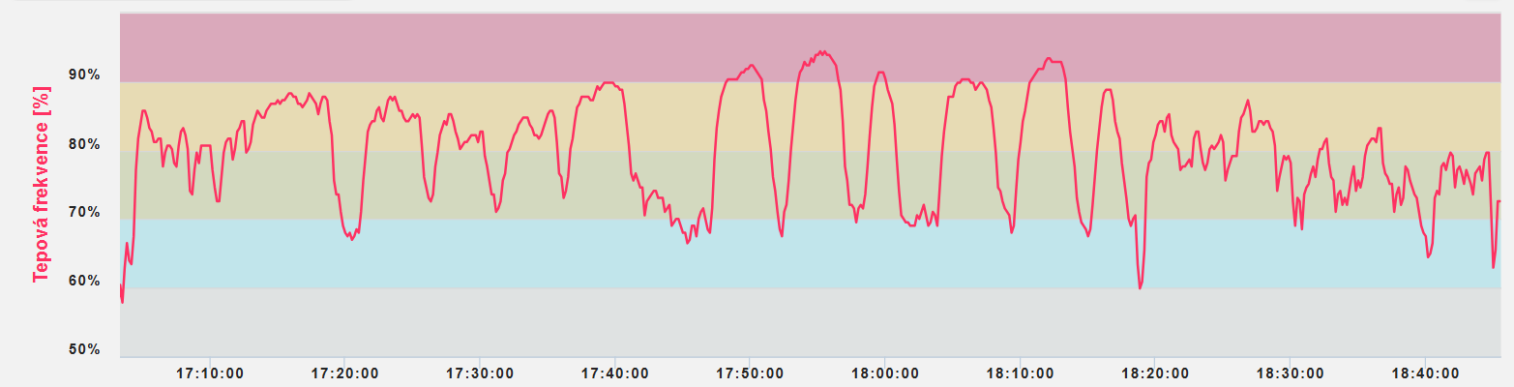
Proband č. 17



Graf 15 SF – proband č. 17, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 17: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 172 (bpm), tedy 95 % ze $SF_{max.}$ Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 141 bpm, což představuje 78 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na střední úrovni. SF během TJ nejdéle setrvávala v zónách SF4 (33:32 min.) a SF3 (22:39 min.). V průběhu TJ došlo k rozvoji aerobní výkonnosti. Průměrná SF během randori v postoji byla 87 % ze SF_{max}. Průměrná SF v newaza randori byla 81 % ze SF_{max}. V 17:40, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnot 162 bpm na 125 bpm, což odpovídá poklesu o 37 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na skvělý stav kardiovaskulární soustavy.

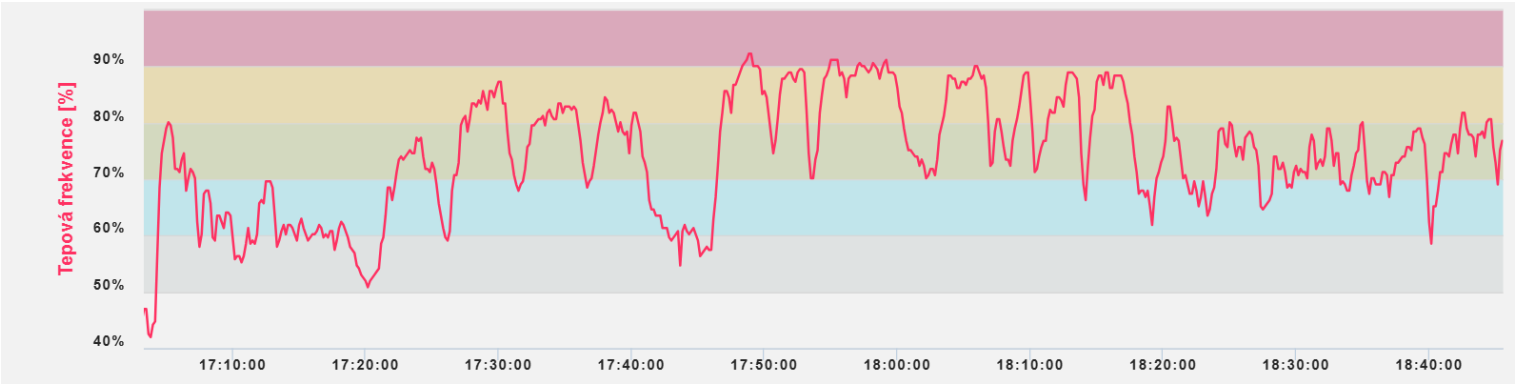
Proband č. 18



Graf 16 SF – proband č.18, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 18: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 186 (bpm), tedy 94 % ze SF_{max}. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 156 bpm, což představuje 79 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na střední úrovni. SF během TJ nejdéle setrvávala v zónách SF4 (40:30 min.) a SF3 (37:37 min.). V průběhu TJ došlo k rozvoji aerobní výkonnosti. Průměrná SF během randori v postoji byla 82 % ze SF_{max}. Průměrná SF v newaza randori byla 79 % ze $SF_{max.}$ V 17:40, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnot 174 bpm na 142 bpm, což odpovídá poklesu o 32 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na skvělý stav kardiovaskulárního systému.

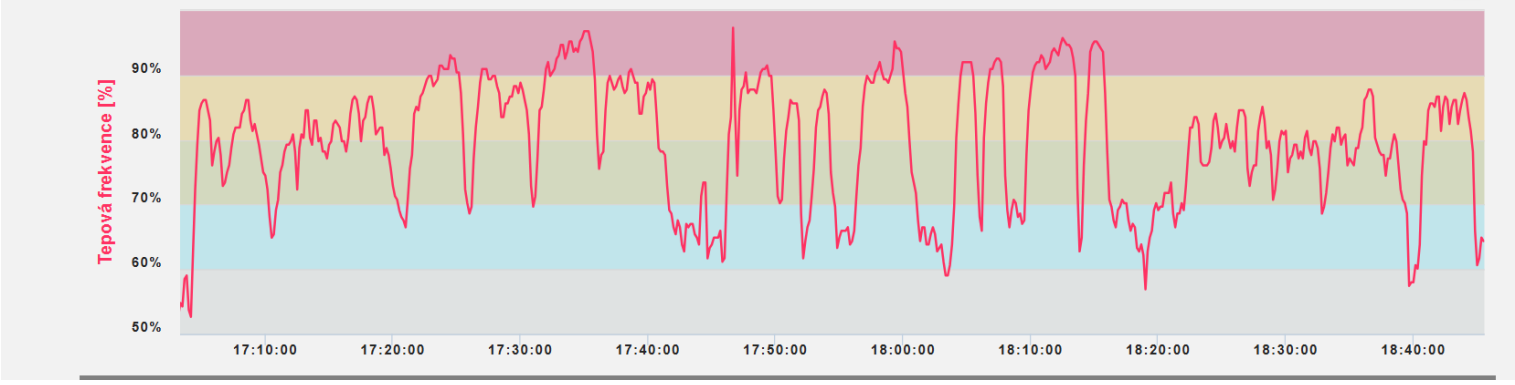
Proband č. 19



Graf 17 SF – proband č. 19, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 19: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 167 (bmp), tedy 92 % ze SF_{max}. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 132 bpm, což představuje 73 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na střední úrovni. SF během TJ nejdéle setrvávala v zónách SF3 (35:32 min.) a SF4 (26:43 min.). V průběhu TJ došlo k rozvoji aerobní výkonnosti. Nejkratší interval SF byl stráven v zóně SF5 (2:35 min.). Průměrná SF během randori v postoji byla 75 % ze SF_{max}. Průměrná SF v newaza randori byla 71 % ze $SF_{max.}$ V 17:40, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnot 145 bpm na 115 bpm, což odpovídá poklesu o 30 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na skvělý stav kardiovaskulárního systému. Dle naměřených hodnot nebyla pro probanda TJ v dostatečné vysoké intenzitě. O tom vypovídá i nejdelší časový interval v zóně SF3. Kardiovaskulární systém neměl potřebu zvyšovat SF do maximálních hodnot. To znamená, že čím více je srdečně-cévní soustava adaptována vlivem tréninku, tím nižší je SF při zatížení.

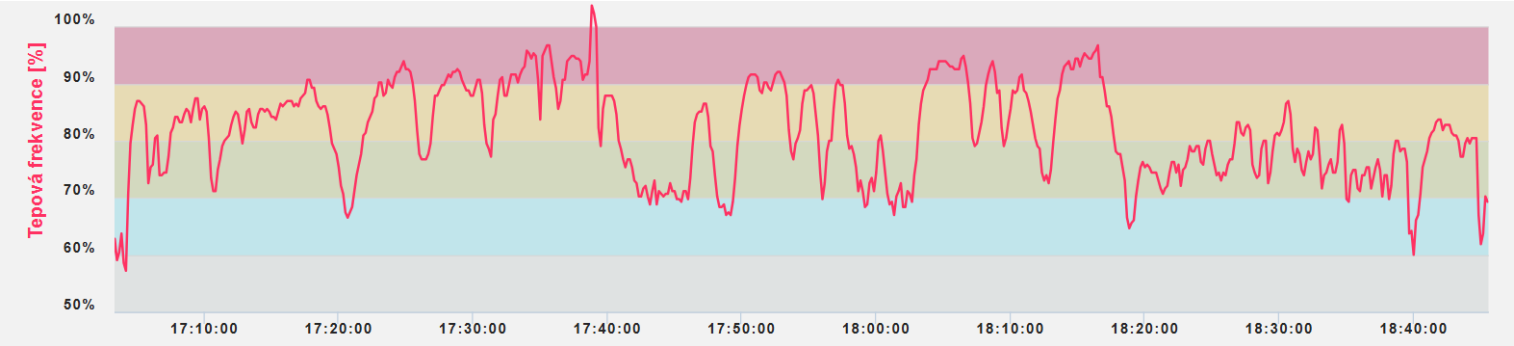
Proband č. 20



Graf 18 SF – proband č. 20 – zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 20: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 183 (bpm), tedy 99 % ze SF_{max}. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 147 bpm, což představuje 80 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na střední úrovni. SF během TJ nejdéle setrvávala v zónách v SF4 (35:36 min.) a zóně SF3 (26:50 min.). V průběhu TJ došlo k rozvoji aerobní výkonnosti. Průměrná SF během randori v postoji byla 86 % ze SF_{max}. Průměrná SF v newaza randori byla 76 % ze SF_{max} .V 17:40, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnot 167 bpm na 137 bpm, což odpovídá poklesu o 30 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na skvělý stav kardiovaskulárního systému.

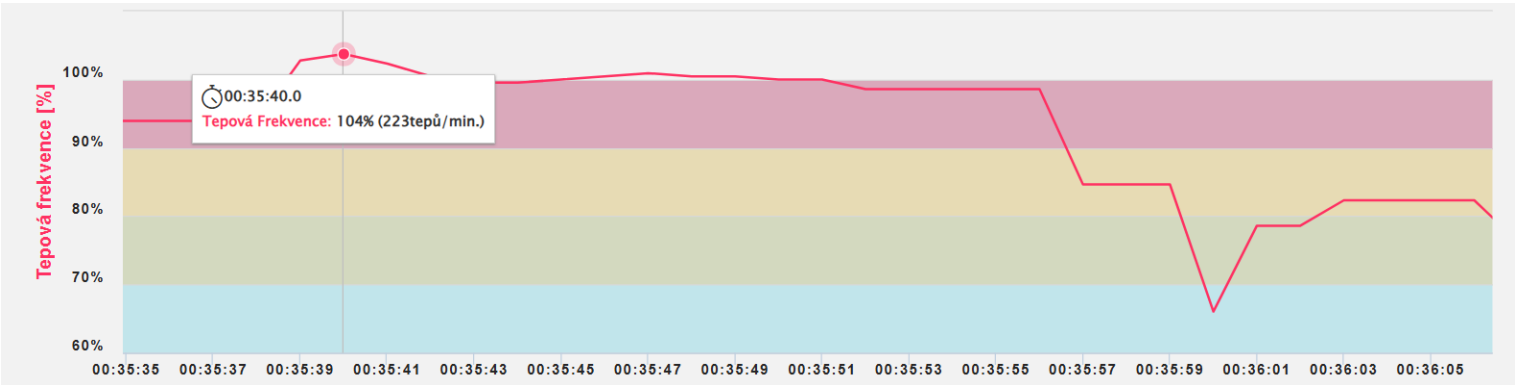
Proband č. 21



Graf 19 SF – proband č. 21, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 21: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 223 (bpm), tedy 104 % ze SF_{max}. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 173 bpm, což představuje 80 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na střední úrovni. SF během TJ nejdéle setrvávala v zónách SF4 (37:31 min.) a SF3 (35:45 min.). V průběhu TJ došlo k rozvoji aerobní výkonnosti. Průměrná SF během randori v postoji byla 87 % ze SF_{max}. Průměrná SF v newaza randori byla 75 % ze SF_{max}. V 17:40, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnot 189 bpm na 162 bpm, což odpovídá poklesu o 27 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na dobrý stav kardiovaskulární soustavy.

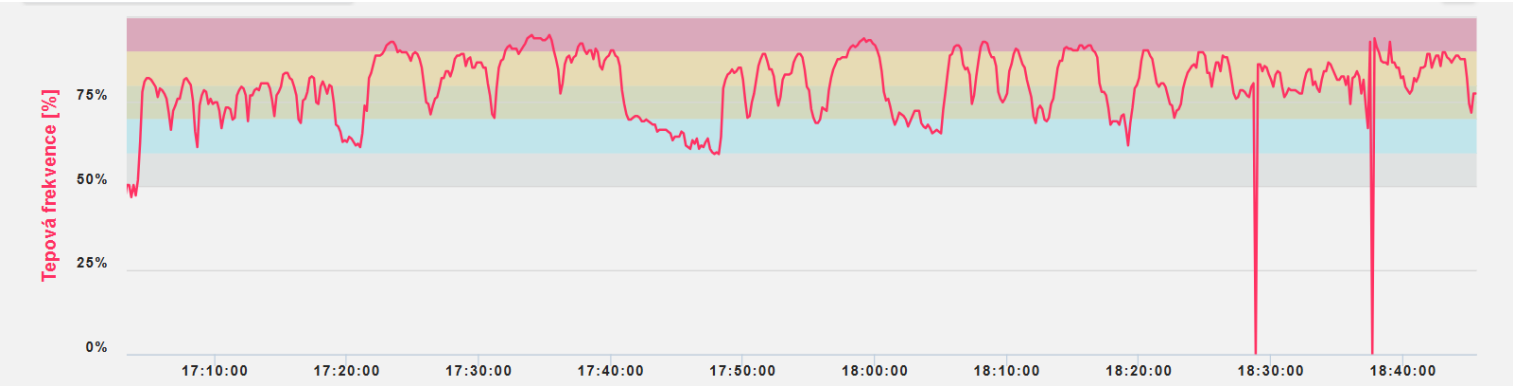
Poznámka: Na grafu 19 a 20 lze vidět, že SF se dostala nad hranici SF_{max} 223 (bmp). Tyto dosažené hodnoty mohou být počátečním ukazatelem srdeční vady. Tato abnormální SF se jevila podezřelá, proto byl o této skutečnosti informován trenér a ten o tomto zjištění následně informoval zákonné zástupce.



Graf 20 Nadmaximální SF – proband č. 21, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

:

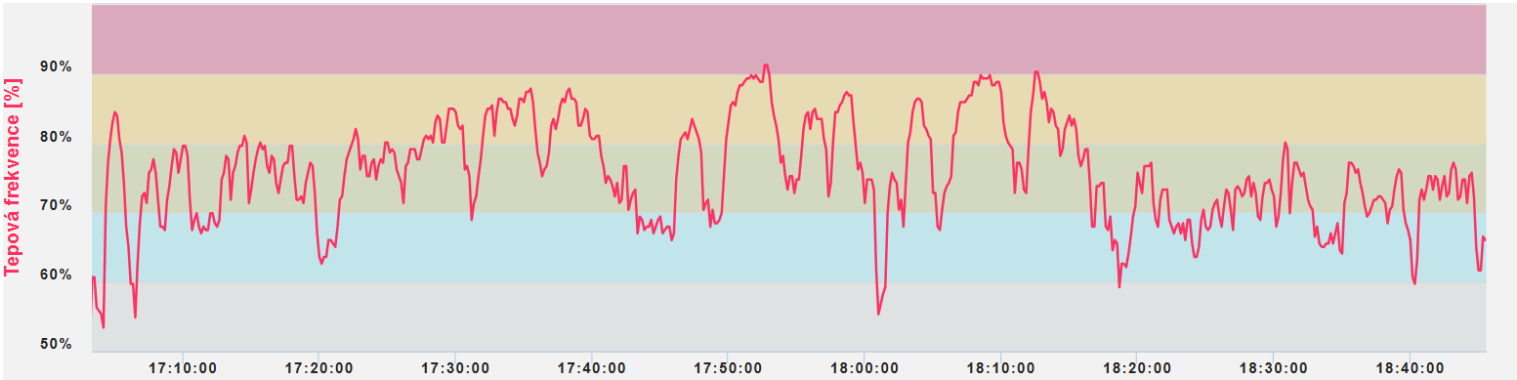
Proband č. 22



Graf 21 SF – proband č. 22, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 22: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 185 (bpm), tedy 95 % ze SF_{max}. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 157 bpm, což představuje 79 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na střední úrovni. SF během TJ nejdéle setrvávala v zónách SF4 (40 min.) a SF3 (28 min.). V průběhu TJ došlo k rozvoji aerobní výkonnosti. Průměrná SF během randori v postoji byla 86 % ze SF_{max}. Průměrná SF v newaza randori byla 81 % ze SF_{max}. V 17:40, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnot 173 bpm na 136 bpm, což odpovídá poklesu o 37 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na skvělý stav kardiovaskulární soustavy.

Proband č. 23



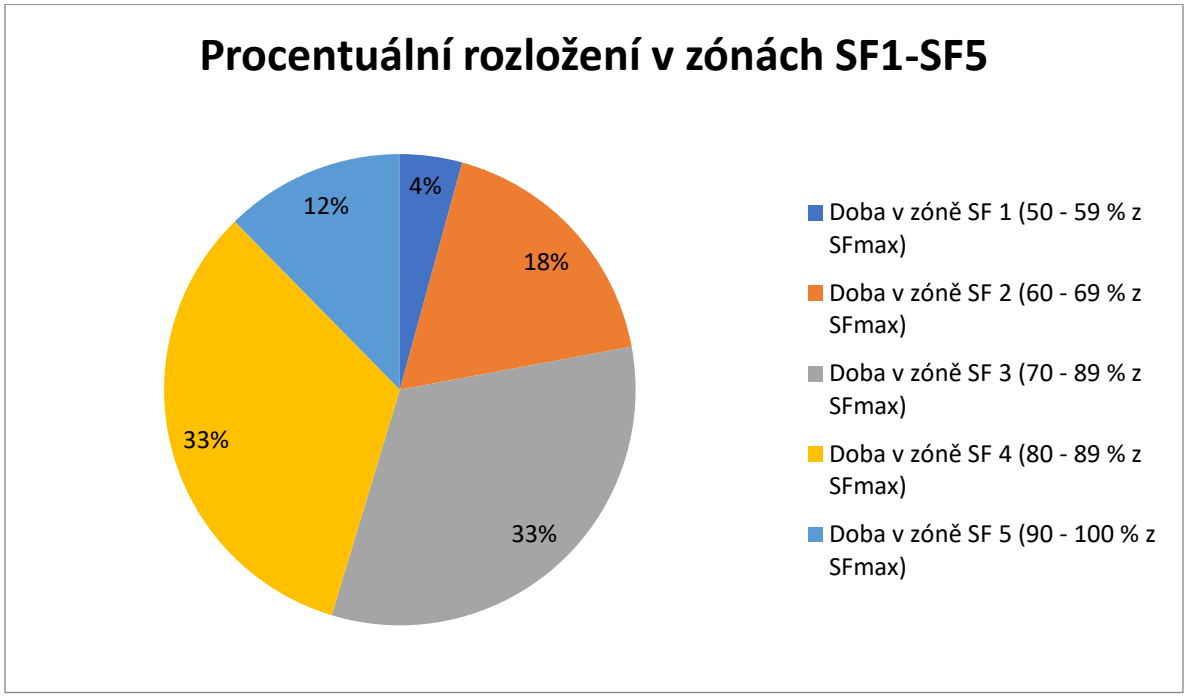
Graf 22 SF – proband č. 23, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza proband č. 23: nejvyšší dosažená hodnota SF, kterou proband během TJ dosáhl, činila 181 (bpm), tedy 91 % ze SF_{max}. Průměrná SF během TJ dosáhla hodnoty 154 bpm, což představuje 74 % ze SF_{max}. Hodnota naznačovala, že intenzita TJ se pohybovala na střední úrovni SF. Během TJ nejdéle setrvávala v zónách SF3 (47:17 min.) a SF4 (25:57 min.). V průběhu TJ došlo k rozvoji aerobní výkonnosti. Nejkratší časový interval byl v zóně SF5 (46 vteřin). Průměrná SF během randori v postoji byla 86 % ze SF_{max}. Průměrná SF v newaza randori byla 81 % ze $SF_{max.}$. V 17:40, během vyhlášené přestávky, došlo k poklesu SF během jedné minuty z hodnot 170 bpm na 136 bpm, což odpovídá poklesu o 34 úderů za minutu. Hodnota HRR ukazuje na skvělý stav kardiovaskulárního systému. Dle naměřených hodnot nebyla pro probanda TJ v dostatečné vysoké intenzitě. O tom vypovídá i nejdelší časový interval v zóně SF3. Jeho kardiovaskulární systém neměl potřebu zvyšovat SF do maximálních hodnot. To znamená, že čím více je srdečně-cévní soustava adaptována vlivem tréninku, tím nižší je SF při zatížení.

Proband č. 24 – proband se neúčastnil TJ

Proband č. 25 – proband se neúčastnil TJ

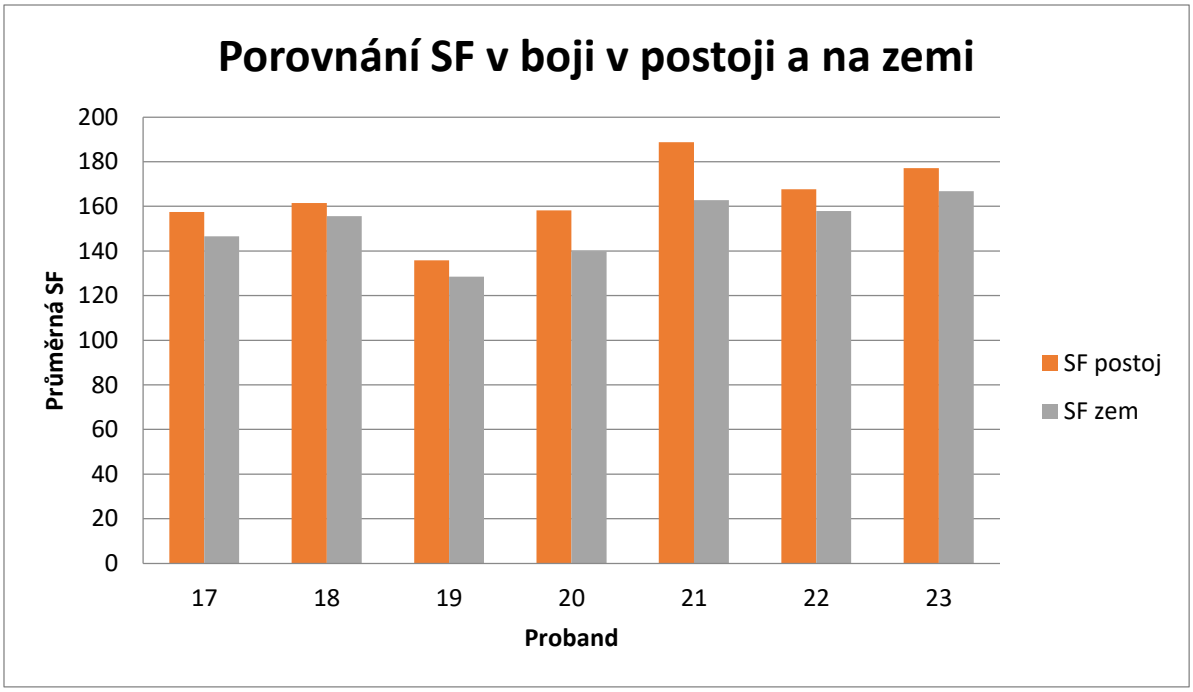
Celková analýza TJ:



Graf 23 Průměrné procentuální rozložení v zónách SF1-SF5, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Tabulka 4 Průměrná doba v zónách SF1 až SF5, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Doba v zóně SF1 (50–59 % ze SF_{max})	**Doba v zóně SF2 (60–69 % ze SF_{max})**	**Doba v zóně SF3 (70–79 % ze SF_{max})**	**Doba v zóně SF4 (80–89 % ze SF_{max})**	**Doba v zóně SF5 (90–100 % ze SF_{max})**
04:09 ± 03:46	17:22 ± 05:24	31:47 ± 08:26	32:09 ± 07:53	12:03 ± 07:04



Graf 24 Porovnání průměrné SF během boje v postoji a na zemi, zdroj: (aplikace Polar Team Pro)

Analýza TJ: z grafu 25 můžeme vidět, že nejvíce času probandi z druhé tréninkové skupiny strávili v zóně SF4 (32:09 min.) a zóně SF3 (31:47 min.). Nejnižší doba byla v zónách SF1 (4:09 min) a SF5 (12:03 min.). Dle rozložení zón lze říci, že přínosem tohoto tréninku byl rozvoj aerobní výkonnosti a schopnost organismu provádět aktivitu v submaximální zátěži po delší dobu. Dle grafu č. 25 můžeme říci, že při porovnání průměrné SF v boji v postoji a na zemi průměrná SF klesá a to zhruba o 6 ± 3 %. Průměrná SF při boji v postoji byla 164 ± 14 (bpm) a při boji na zemi 151 ± 12 (bpm).

9 Doporučení do tréninkové praxe

V první tréninkové skupině bylo provedeno měření u 11 probandů, kdy po analýze grafů SF bylo zjištěno, že probandi jsou ve skvělé fyzické i kardiovaskulární kondici. Tento závěr podporují i data získaná z aplikace Polar Team Pro. První hodnotou potvrzující výše uvedené je dlouhé setrvání v zónách SF4 a SF5. To naznačuje, že aerobní a anaerobní kondice je ve výborném stavu. Hodnoty HRR potvrzují, že kardiovaskulární systém měřených probandů je ve skvělé kondici.

Objevuje se zde však proband č. 4, kdy jeho HHR hodnota vykazovala pokles o pouhých 19 tepů. To ukazuje na horší stav kardiovaskulárního systému. Dále tento proband strávil v zóně SF5 jen 3:54 min. a v SF4 33:07 min. Tato data potvrzují, že v zóně 90–100 % ze SF_{max} nestrávil dlouhou dobu. Je patrné, že probandův kardiovaskulární systém není schopen držet SF ve vyšších hodnotách, proto se snaží jej snižovat do nižších hodnot. Pokud vezmeme v potaz hodnotu HRR (19), je zřejmé, že fyzická kondice má určité nedostatky, na kterých je potřeba pracovat. V tomto případě lze doporučit zařazení metod přerušovaného (intenzivního intervalu a extenzivního intervalu) i nepřerušovaného zatížení. Jedná se o trénink s intenzitou v oblasti anaerobního prahu. Rozsah intenzity zatížení by se měl pohybovat mezi 80–95 % ze SF_{max}. Doporučuji nepřerušovanou metodu mezi které patří: souvislé běhy, běžky, jízda na airbiku a na kole, kdy se úroveň zatížení bude pohybovat na střední intenzitě (75–80 % ze SF_{max}). Trvání zátěže by mělo činit od 30 do 75 minut. V dalších fázích tréninkového cyklu doporučuji zařadit intenzivní intervaly, které mají podstatný vliv na rozvoj kardiorespirační soustavy. Intenzivní intervalová metoda by měla obsahovat několik úseků v submaximální až maximální intenzitě. V počátečních fázích tréninku doporučujeme zařazení krátkých intervalů, konkrétně 5 až 6 úseků s dobou zatížení v rozmezí 45 až 60 sekund a dobou odpočinku 60 až 90 vteřin. Během pauzy zařadit aktivní odpočinek (chůze, skoky na místě). Dále lze doporučit extenzivní intervalovou metodu, kdy se zátěž pohybuje v oblasti submaximální intenzity (90–98 % ze SF_{max}). Doba zatížení 2–8 minut, 6–9 opakování s dobou odpočinku 3–5 minut. Výše uvedené metody by se měly aplikovat 2–3× týdně. Po zařazení těchto metod by mělo dojít ke zlepšení adaptace v úrovni anaerobního prahu a také doby, kdy bude proband schopen setrvat v zóně SF5 (90–100 % ze SF_{max}) delší dobu.

Ve druhé tréninkové skupině bylo měřeno celkem 8 probandů. Po provedení analýzy jednotlivých grafů srdeční frekvence bylo zjištěno, že probandi jsou ve skvělé fyzické kondici. Toto potvrzují i naměřené hodnoty: HRR, doba v zónách SF1 až SF5. Měření odhalilo také jiné zajímavé skutečnosti, viz níže.

U probanda č. 19 bylo po prozkoumání grafu SF z TJ a beep testu zjištěno, že dosahoval mnohem nižších hodnot než ostatní probandi. Proband č. 19 je muž, stáří 17 let, judu se věnuje delší dobu a při pozorování během tréninku nevykazoval nedostatek fyzické kondice. Během beep testu dosáhla jeho SF_{max} pouhých 181 (bpm) a jeho průměrná SF během TJ činila 132 (bpm), hodnota HRR 30, nejmenší doba v zóně SF5 (2:35 min.), nejdelší doba v zóně SF3 (35:51 min.). Z naměřených hodnot můžeme usoudit, že TJ v tomto případě nebyla v dostatečné intenzitě. Probandova vnější i vnitřní motivace nemá dostatečné stimuly, které by jej nutily podat intenzivnější tréninkovou výkonnost. Proto u tohoto probanda doporučujeme během TJ regulovat nabuzení, zvýšení vnější motivace pomocí stimulů (odměna nebo trest) a verbální instrukce, které budou probanda kladně motivovat k lepší tréninkové výkonnosti.

U probanda č. 21 byla během TJ naměřena abnormální hodnota SF, která dosáhla hodnot 223 bpm, což bylo 103 % ze SF_{max}. Tato hodnota samozřejmě nemusí nic znamenat, ale může být také počátečním ukazatelem srdeční choroby. Proto jsme se na základě konzultace s trenéry rozhodli informovat o této skutečnosti zákonné zástupce, kteří by měli provést kroky ke zjištění, co tato hodnota může znamenat. U tohoto probanda doporučujeme vyšetření u kardiologa nebo u sportovního lékaře.

U probanda č. 23 bylo po analýze zjištěno, že SF_{max} během beep testu byla 206 (bpm), a průměrná SF během TJ 153 (bpm), doba v SF5 činila pouhých 46 vteřin, největší doba byla v SF3 (47:17 min.) a hodnota HRR 36. Fyzická kondice je dle těchto údajů na vysoké úrovni. Dle hodnot v SF5 můžeme usoudit, že tréninková intenzita nebyla dostatečná.. To může mít spojitost s nedostatečnou vnější i vnitřní motivací podávat intenzivní tréninkovou výkonnost. Proto doporučujeme regulovat nabuzení v průběhu TJ, zvýšení vnější motivace pomocí stimulů (odměna nebo trest) a verbální instrukce, které budou probanda kladně motivovat k lepší tréninkové výkonnosti.

10 Diskuze

V první tréninkové skupině bylo měřeno 11 probandů ve věku od 9 do 11 let, z toho 4 ženy a 8 mužů. Tato tréninková skupina byla měřena celkem dvakrát. V prvním měření došlo k testování maximální SF pomocí beep testu. Průměrná SF činila 206 ± 9. Druhé měření probíhalo během tréninkové jednotky. Tréninková jednotka trvala celkem 70 minut, kdy hlavním obsahem bylo randori s předem daným časovým limitem, 10 kol po 3 minutách a mezi koly 30 vteřin pauza. Mezi první a druhou polovinou kol byla pauza 5 minut. Na základě měření bylo zjištěno, že průměrná SF během tréninku juda byla 169 ± 9 tepů za minutu. Na základě výsledků z aplikace Polar Team Pro vyšlo najevo, že probandi setrvali nejdéle v zónách SF4 a SF5. Setrvání v těchto zónách mělo přínos pro rozvoj specifické vytrvalosti. Dalším přínosem při tomto tréninku je zvyšování schopnosti odolávat vyšší hladině kyseliny mléčné v krvi.

Po analýze všech grafů SF lze říci, že probandi z první tréninkové skupiny jsou ve velice dobré fyzické kondici. Toto potvrzuje i fakt, že četnost tréninkových jednotek je čtyřikrát až pětkrát týdně a o víkendech probíhají závody.

Ve druhé tréninkové skupině bylo součástí měření celkem 8 probandů ve věkovém rozpětí 11 až 24 let, z toho bylo 6 mužů a 2 ženy. Tato skupina byla měřena dvakrát, první měření mělo za cíl zjištění maximální SF. Druhé měření mělo za úkol měřit SF během TJ. Hlavní náplní byly randori v postoji a na zemi. TJ trvala celkem 102 minut. Randori byly rozděleny na 4 kola po 4 minutách s minutovou pauzou mezi koly. Randori na zemi byly rozděleny na 10 kol po 1,5 minutě s 25 vteřinou pauzou. Tyto dvě části byly hlavní náplní TJ. Měření ukázalo, že SF probandů se nejvíce pohybovala v zónách SF3 a SF4. Dále měření ukázalo pokles průměrné SF v porovnání s bojem v postoji a na zemi o 6 ± 3 %. Po provedení analýzy je zřejmé, že probandi ze druhé tréninkové skupiny jsou v dobré fyzické i kardiovaskulární kondici.

V kapitole doporučení do tréninkové praxe jsou shrnuty výsledky, které vyplynuly z analýzy. Z první tréninkové skupiny byl pouze proband č. 4 s horší fyzickou kondicí. Bylo uvedeno doporučení, jež pomůže trenérům tento nedostatek zlepšit. Ve druhé tréninkové skupině byli dva probandi s nedostatečnou motivací, kdy byly doporučeny potřebné kroky ke zlepšení tréninkové výkonnosti. U probanda č. 21 byla zjištěna nadmaximální SF 223 bpm, která nemusí znamenat žádné komplikace, ale také může být ukazatelem srdeční vady. Proto byla doporučena konzultace s odborníkem.

11 Závěr

V teoretické části jsem pracoval s literaturou a odbornými materiály, z čehož jsem získal důležité odborné informace pro vytvoření této části práce. Byla zde uvedena charakteristika juda, konkrétně pravidla, sportovní výkon v judu a úrazovost, dále sportovní trénink (motivace, tréninková jednotka, energetické systémy a také byla popsána únava spojená se sportovním výkonem) a také kardiovaskulární systém (srdce, malý a velký krevní oběh i hodnoty srdeční frekvence).

V praktické části jsem vypracoval analýzu srdeční frekvence u dvou tréninkových skupin. Byl popsán průběh jednotlivých tréninkových jednotek a poté byla provedena analýza jednotlivých probandů. Analýza se zaměřila na SF judistů během tréninkové jednotky, konkrétně na maximální a průměrné hodnoty srdeční frekvence, rozložení do zón SF1 až SF5 a na pokles srdeční frekvence. Výsledky měření poskytují informace o intenzitě zatížení judistů během tréninkových jednotek a mohou sloužit jako důležitý nástroj pro přizpůsobení tréninkových plánů podle individuálních potřeb jednotlivých probandů.

Hodnoty srdeční frekvence získané během tréninkové jednotky mohou přispět k lepšímu pochopení fyziologické zátěže, specifických potřeb tohoto sportu a optimalizaci tréninkového procesu. Díky systému Polar Team Pro je možné přesně sledovat výkon a následné zotavení sportovců, což umožňuje trenérům efektivněji kontrolovat tréninkovou zátěž a případně zvýšit výkon prostřednictvím cílené práce v jednotlivých zónách.

Za hlavní přínos této práce považuji, že analýza a doporučení do tréninkové praxe pomůže trenérům a svěřencům dosáhnout lepší fyzické kondice a tréninkové výkonnosti.

12 Seznam použité literatury

1. BENSON, R. a CONOLLY, D. 2023. *Trénink podle srdeční frekvence* . Druhé, doplněné vydání . Praha : Grada, 2023. ISBN 978-80-271-3524-0.
2. BLÍNOVÁ, V. Malý krevní oběh. *Pinterest.* [Online] [Citace: 15. Říjen 2024.] https://ar.pinterest.com/pin/126452702031416567/.
3. BLÍNOVÁ, V. Velký krevní oběh. *Pinterest* . [Online] [Citace: 15. Říjen 2024.] https://ar.pinterest.com/pin/1618549860191655/.
4. CALLISTER, R et al. 1991. Physiological characteristics of elite judo. *International Journal of Sports Medicine.* 12, 1991, Sv. 2, stránky 196-203.
5. ČIHÁK, R. 2016. *Anatomie 3.* Praha : Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5636-3.
6. ČSJU. 2023. Pravidla juda. *Český svaz juda* . [Online] 8 2023. [Citace: 24. 7 2024.] https://www.czechjudo.org/dokumenty?id_category=18.
7. DELEO, J. 2021. Athletes' Heart & Pulse Rates - What's Normal? *LUDUM.* [Online] 15. Březne 2021. [Citace: 14. Říjen 2024.] https://ludum.com/blog/athlete-health-fitness/athletes-heart-pulse-rates-whats-normal/.
8. ECKELKAMP, S. 2024. Your Heart Rate Recovery May Be a Significant Marker of Cardiovascular Health: Here's Why. *Onepoleton.com.* [Online] 23. Duben 2024. [Citace: 19. Řéjen 2024.] https://www.onepeloton.com/blog/heart-rate-recovery/.
9. FRANCINI, E. 2023. Energy System Contributions during Olympic Combat Sports: A Narrative Review. *Metabolites.* 2023, Sv. 13, 297.
10. FRANCINI, E., a další. 2014. The physiology of judo-specific training modalities. *The Journal of Strength and Conditioning Research.* Květen 2014, Sv. 28, 5.
11. FRANCINI, E., ARTOLI, G.,G. a BRITO, J.,C. 2013. Judo combat: time-motion analysis and physiology. *International Journal of Performance Analysis in Sport.* 2013, Sv. 13, (3), stránky 624-641.
12. FRANCHINI, E., MORAES BERTUZZI, R., C., TAKITO, M., Y. et al. 2009. Effect of recovery type after a judo combat on blood lactate removal and on performance in an intermittent anaerobic task. *European Journal of Applied Physiology.* 2009, Sv. 107(4), stránky 377-383.

13. HOPKINS, W. 2000. Measures of Reliability in Sports. *Sport Medicine.* 30, Červenes 2000, Sv. I, stránky 1-15.

14. IJF. 2007. KANO Jigoro. *International Judo federation* . [Online] 2007. [Citace: 17. Říjen 2024.] https://www.ijf.org/history/hall-of-fame/96.

15. Insportline. Hrudní pás Polar H10+ M-XXL Forest Camo. *Insportline.* [Online] [Citace: 10. Říjen 2024.] https://www.insportline.cz/68128/hrudni-pas-polar-h10-m-xxl-forest-camo.

16. ISHIKAWA, T. a Draeger, D. 1999. *Judo Trainig Methods.* Tokyo : Charles E. Tuttle publishing, 1999. ISBN 978-1-4629-0277-4.

17. JANSENN, P. 2001. *Lactate Threshold Training.* místo neznámé : Human Kinetics, 2001. ISBN 978-0736037556.

18. JAROŠ, M. 2020. *Lukáš Krpálek: Cesta na Olymp.* Praha : Nakladatelství XYZ, 2020. ISBN 978-80-7597-723-6.

19. JEBAVÝ, R., HOJKA, V. a KAPLAN, A. 2017. *Kondiční trénink ve sportovních hrách.* Praha : Grada, 2017. ISBN 978-80-247-4072-0.

20. JVB Health & Wellness. Episode 2 - Heart Rate Recovery (HRR). *JVB Health & Wellness.* [Online] [Citace: 22. Říjen 2024.] https://www.jvbwellness.com/jvb-health-wellness-podcast/2019/10/15/episode-2-heart-rate-recovery-hrr.

21. KENNEY, L., WILMORE, J. a COSTILL, D. 2012. *Physiology of Sport and Exercise.* místo neznámé : Human Kinetics, 2012. ISBN 978-0-7360-9409-2.

22. Kraft, Gina a Dow, Maddie. 2018. Validation of the Polar Fitness Test. *International Journal for Innovation Education and Research.* 2018, stránky 27-34.

23. LEHNERT, M. 2012. *Anaerobic performance : assessment and training.* Olomouc : Univerzita Palackého, 2012. SBN: 978-80-244-3167-3.

24. LEHNERt, M., a další. 2014. *Sporovní trénink I.* místo neznámé : Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-4330-0.

25. MIAMOTO, T., a další. 2022. Physiological role of anticipatory cardiorespiratory responses to exercise. *Physiol Rep.* 5. Březen 2022, Sv. 10(5), e15210.

26. MU. 2021. Masarykova univerzita. *Kardiovaskulární systém.* [Online] 2021. [Citace: 24. 7 2024.]

https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/2020podzim/anatomie_sport/web/pages/09_kardiovaskularni_system.html?kod=bk2028;lang=en.

27. NOVOTNÝ, T. 2023. Tepová frekvence při běhu: jak podle ní naplánovat trénink? *Atin.cz.* [Online] 15. Květen 2023. [Citace: 17. Říjen 2024.] https://aktin.cz/tepova-frekvence-pri-behu.

28. NZIP. Srdeční frekvence . *Národní zdravotnický informační portál.* [Online] [Citace: 3. Listopad 2024.] https://www.nzip.cz/rejstrikovy-pojem/907.

29. NZIS. maximální srdeční frekvence. *Národní zdravotnický informační portál.* [Online] [Citace: 3. Listopad 2024.] https://www.nzip.cz/rejstrikovy-pojem/5648.

30. OLBRECHT, J. 2015. *The Science of Winning: Planning, Periodizing and Optimizing Swim Training.* místo neznámé : F&G Partners, 2015. ISBN 907 815 8069.

31. PASTUCHA, D. a kol. 2014. *Tělovýchovné lékařství.* Praha : Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4837-5.

32. PAVEL, J. a PAVLOVÁ, A. 2019. *Mentální trénink v individuálních sportech.* Praha : Grada, 2019. ISBN 978-80-271-0896-1.

33. PERIČ, T. a DOVALIL, J. 2010. *Sportovní trénink.* Praha : Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2118-7.

34. Polar Support . Polar Team Pro: User Manual. *Polar Support.* [Online] [Citace: 8. Říjen 2024.] https://support.polar.com/e_manuals/Team_Pro/Polar_Team_Pro_user_manual_English/manual.pdf.

35. Polar.cz. Polar Team Pro včetně roční licence. *Polar.* [Online] [Citace: 12. Říjen 2024.] https://www.polarcz.cz/view.php?Page=Detail&Zbozi=24920&srsltid=AfmBOoonMvb7UMUNtlzshq2gZ_9l6Nhq1Dmdul5kUr6WJXAFJZmgGJZu.

36. Polar.cz. Zóny tepové frekvence. *Polar.cz.* [Online] [Citace: 19. Srpen 2024.] https://support.polar.com/e_manuals/M460/Polar_M460_user_manual_Cestina/Content/Heart_rate_Zones.htm.

37. PORACARI, J., BRYANTt, C. a COMANA, F. 2015. *Exercise Physiology.* Phyladilpha : F.A. Davis Company, 2015. ISBN 978-0-8036-2555-6.

38. QIU, S., a další. 2017. Heart Rate Recovery and Risk of Cardiovascular Events and All-Cause Mortality: A Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *J Am Heart Assoc.* 9, Květen 2017, Sv. 6(5), e005505.

39. STERKOWICZS, S. 1995. *Test specjalnej sprawnosci ruchowej w judo.* Polsko : Antropomotoryka, 1995. PU199601104884.

40. STONE, S. 2018. Acute Responses to Exercise. [Online] 2018. [Citace: 10. Listopad 2024.] https://slideplayer.com/slide/13152556/.

41. STUCHLÁ, L. 2024. *Přehled anatomie a fyziologie člověka pro nelékařské zdravotnické obory.* Praha : Grada, 2024. ISBN 978-80-271-2903-4.

42. ŠTEFANOVSKÝ, M. 2009. *Džudo I: Teória a didaktika.* Bratislava : Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komneského v, 2009. ISBN 978-80-8113-009-0.

43. ŠTEFANOVSKÝ, M. 2015. *Fyziologické, motorické a somatické charakteristiky džudistov z hľadiska veku a úrovne trénovanosti.* Bratislava : Bratislava, Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a, 2015. ISBN 978-80-89075-45-4.

44. ŠTEFANOVSKÝ, M. 2008. *Hierarchia motorických faktorov v štruktúre športového výkonu v džude dorastencov.* Bratislava : FTVŠ UK, 2008.

45. TAUSSIG, J. 2012. Sport Vital. *Beep test.* [Online] 28. Červen 2012. [Citace: 3. Listopad 2024.] https://www.sportvital.cz/sport/beep-test.

46. Wikipedie. 2024. Džigoró Kanó. *Wikipedia.cz.* [Online] 2. Srpen 2024. [Citace: 9. Říjen 2024.] https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C5%BEigor%C3%B3_Kan%C3%B3.

47. WOOD, R. 2008. Beep Test Instructions. *Topend Sports Website.* [Online] Říjen 2008. [Citace: 9.Říjen 2024.] https://www.topendsports.com/testing/tests/20mshuttle.htm.

48. World Health Organization. 2024. Hypertension. *World Health Organization.* [Online] 2024. [Citace: 8. Říjen 2024.] https://www.who.int/health-topics/hypertension#tab=tab_1.

49. YARTSEV, A. 2020. Cardiovascular response to exercise. *Deranged physiology.* [Online] 23. Říjen 2020. [Citace: 14. Říjen 2024.] https://derangedphysiology.com/main/cicm-primary-exam/required-reading/cardiovascular-system/Chapter%20504/cardiovascular-response-exercise.

50. ZAHRADNÍK, D. a KORVAS, P. 2012. *Základy sportovního tréninku.* 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita, 2012. ISBN 978-80-210-5890-3.

Seznam příloh

Příloha 1 Souhlas zákonného zástupce s měřením

Příloha 1 Souhlas zákonného zástupce s měřením

Vážení rodiče,

jmenuji se Jakub Hamalčík a jsem studentem pátého ročníku Katedry tělesné výchovy a sportu na Technické univerzitě v Liberci. V rámci své diplomové práce na téma *Analýza měření SFjudistů během tréninku* provádím výzkumné měření SFjudistů. Toto měření zahrnuje použití optického snímače tepu.

Touto cestou Vás žádám o souhlas s účastí Vašeho dítěte na tomto výzkumu, který bude zcela anonymní, a data budou anonymně využita.

Děkuji za Vaši spolupráci.

S pozdravem,
Bc. Jakub Hamalčík
student (KTV-TUL)

SOUHLAS ZÁKONNÉHO ZÁSTUPCE S MĚŘENÍM V RÁMCI TRÉNINKU JUDA PRO ÚČELY DIPLOMOVÉ PRÁCE

Souhlasím / nesouhlasím, aby se můj syn/dcera ……

nar. ……
zúčastnil/a zcela anonymního měření v rámci tréninku juda, které bude probíhat ve spolupráci s trenérem za účelem sběru dat pro diplomovou práci.

V ..... dne .....

Podpis zákonného zástupce ……