

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Diplomová práce

Praha 2016

Bc. Jan Ječmínek

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Porovnání hladiny krevního laktátu vrcholových
judistů při soutěžním a tréninkovém zatížení

Bc. Jan Ječmínek

Diplomová práce

Praha 2016

Bc. Jan Ječmínek

Děkuji PhDr. Kláře Coufalové, Ph.D za hodnotné rady, odborné vedení a osobní přístup v průběhu zpracování mé práce.

Děkuji MUDr. Karlu Musilovi, bez jehož profesionální asistence a ochoty by výzkum téměř nebyl možný.

Dále děkuji Bc. Jakubovi Ječmínkovi a Bc. Lucii Pěkné za to, že mi byli po celou dobu oporou a moudrými rádci.

V neposlední řadě děkuji skvělým lidem, kteří mi při výzkumu ochotně asistovali. Byli to: Tomáš Knápek, Kristýna Ríhová, Michal Mrva, Bc. Václav Sedmidubský, Mgr. Jindřich Turek, Václav Černý, Bc. Jan Zavadil a Bc. Jaromír Musil.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Porovnání hladiny krevního laktátu vrcholových judistů při soutěžním a tréninkovém zatížení* vypracoval samostatně na základě provedeného výzkumu a zdrojů, které jsem uvedl v seznamu literatury.

V Praze dne 31. 3. 2016

Bc. Jan Ječmínek

Obsah

Abstrakt	7
Abstract.....	8
1 Úvod	9
2 Teoretická část	11
2.1 Východiska juda	11
2.1.1 Historie a vývoj	11
2.1.2 Principy a pravidla	13
2.2 Trénink juda	16
2.3 Fyziologie juda	19
2.3.1 Charakteristika judisty	19
2.3.2 Energetické krytí	20
2.4 Laktát	22
2.3.1 Kyselina mléčná.....	22
2.3.2 Laktát z fyziologického pohledu.....	22
2.4.3 Laktát ze sportovního pohledu.....	24
2.5 Únava a regenerace	27
3 Cíle, úkoly a metodika práce	32
3.1 Cíl práce	32
3.2 Další cíle práce.....	32
3.3 Úkoly práce.....	32
3.4 Použité metody	32
3.5 Sběr a analýza dat	33

3.6 Popis zkoumaného objektu	33
4 Výsledky	34
4.1 Zkoumaný soubor	34
4.2 Měření na soutěži	35
4.2.1 Tepová frekvence	35
4.2.2 Doba zápasu	36
4.2.3 Krevní laktát během soutěžního zatížení	37
4.3 Měření na tréninku	41
4.3.1 Tepová frekvence	41
4.3.2 Krevní laktát během tréninku	42
4.4 Srovnání mezi soutěží a tréninkem	45
4.4.1 Srovnání tepové frekvence	45
4.4.2 Srovnání hladiny laktátu	47
5 Diskuze	48
6 Závěr	53
Použité zdroje	56
Seznam tabulek, grafů a obrázků	60
Přílohy	61

Abstrakt

Název:

Porovnání hladiny krevního laktátu vrcholových judistů při soutěžním a tréninkovém zatížení

Cíle:

Cílem této práce bylo porovnat hladinu laktátu vrcholových judistů při soutěžním a tréninkovém zatížení a zjistit možné souvislosti a vztahy s dalšími vstupujícími proměnnými.

Metody:

Zvolená metoda je empirická, tedy sběr dat provedením vlastního výzkumu, následné statistické vyjádření dat a vztažení do souvislostí s jinými studiemi.

Výsledky:

Bylo zjištěno, že hladina laktátu při soutěžním zatížení vzrůstá diametrálně více než během tréninkového zatížení a tepová frekvence jako ukazatel hromadění laktátu nemá statistický význam.

Klíčová slova:

Judo, laktát, trénink, soutěž.

Abstract

Title:

Comparison of the blood lactate level of an elite judokas during training and competition loads

Objectives:

The aim of this study was to compare the lactate level of an elite judokas during training and competition loads and to identify potential relationships with other entering variabilities.

Methods:

The chosen method was empirical, ie collecting data from its own research and statistical representation of the data and linked to the context with other studies.

Results:

It was found that lactate levels during competition load increases dramatically over training load and pulse rate has no statistical significance as an indicator of the accumulation of lactate.

Key words:

Judo, lactate, training, competition.

1 Úvod

Judo je olympijský sport, který vznikl v Japonsku na konci 19. století a v současnosti se jedná o nejrozšířenější bojový sport na světě.

Oddělením od původní duchovní cesty se z juda stal regulérní sport, ve kterém je, stejně jako v jiných olympijských sportech, pro úspěch potřeba podstoupit tvrdý trénink a přípravu.

Cílem tréninku je adaptace na zátěž, ať už se jedná o psychickou, nebo fyzickou a dokonalé zvládnutí technicko-taktických dovedností. Tréninkové zatížení je cíleně vytvořený a záměrně regulovaný podnět (stresor), pomocí kterého chce trenér u judistů vyvolat požadované změny v trénovanosti (adaptace), podmiňující růst sportovní výkonnosti (Dovalil, 2008).

Zatížení je definováno objemem, intenzitou, koordinační složitostí, psychickou náročností, délkou odpočinku, způsobem organizace, atd., přičemž vyvolává odpověď ve vnitřní reakci organismu, která se v praxi vyjadřuje fyziologickými a biochemickými hodnotami, jakými je například tepová frekvence, hladina laktátu v krvi, hladina kreatinkinázy, atd (Eiglová, 2009).

Pro to, aby trenér mohl lépe optimalizovat zatížení, z důvodu efektivnější adaptace sportovců podnět, je potřeba sledovat tyto vnitřní odpovědi organismu. Tepová frekvence je snadno rozeznatelná, ale laktátová koncentrace v krvi je zjistitelná pouze laboratorními nebo terénními testy, které jsou relativně drahé (Janssen, 2001).

Pro judo, jakožto pro výkon krytý primárně z anaerobně glykolitických procesů, je dokonalá adaptace na práci s vysokou koncentrací krevního laktátu zcela stěžejní.

Právě proto je cílem této práce zjistit rozdíly mezi soutěžním a tréninkovým zatížením a zjistit, jaké laktátové reakce tyto dvě rozdílné formy zatížení vyvolávají. Předpokládáme, že díky různým vnějším vlivům a vyššímu vyvinutému volnímu úsilí vstupující do samotného soutěžního výkonu bude hladina laktátu po soutěžním zápase vyšší než během a po tréninku.

Je však otázka, jak moc rozdílné tyto hodnoty budou a zda se běžným tréninkem se cvičnými zápasy (randori) dostatečně stimuluje anaerobní vytrvalost.

Získané výsledky této studie budou porovnány zahraničními autory, kteří se touto problematikou zabývali a bude nastíněn model optimalizace pro trenéry juda.

Skutečnost je taková, že řízení tréninku je velmi obtížný úkol, protože lidský organismus je nesmírně složitý systém a každý jedinec reaguje na podnět jiným způsobem. Je proto potřeba nebrat výsledky této studie jako dogma, ale spíše se zaměřit na individuální přístup trenéra, který dokonale zná své svěřence, aby u nich dokázal vyvolat optimální adaptaci na zátěž a aby výsledek nebyl buď nedostatečná trénovanost nebo naopak přetrénování.

2 Teoretická část

2.1 Východiska juda

2.1.1 Historie a vývoj

Historie juda sahá až do 19. století, konkrétně do roku 1882, kdy byla založena škola Kodokan judo (Pavelka, 2012).

Pro pochopení vzniku juda je třeba se detailněji podívat na postavu Jigora Kana, zakladatele juda, který byl v mládí terčem posměchů a šikany ze strany spolužáků pro svůj malý vzrůst a hmotnost. Už jako malý chlapec se rozhodl, že svůj život zasvětit bojovým uměním (Fojtík, 1975).

Když Jigoro Kano vyrůstal, bylo v Japonsku nejrozšířenějším bojovým uměním jiu-jitsu, které vycházelo ze staré, a Japonci velmi respektované, tradice samurajů. Samurajské bojové umění mělo za cíl rychle a efektivně zneškodnit soupeře (Kodansha, 1970) a není proto divu, že jiu-jitsu, které z této školy vychází, s sebou nese řadu nebezpečných a násilných prvků a technik.

Jigoro Kano, srdcem pedagog, měl sen vytvořit ucelený výchovný systém založený na dosažení cílů v mravní výchově prostřednictvím sebeobranu (Reguli, 2010). Nešlo mu tak, na rozdíl od jiných bojových umění, o bezprostřední zneškodnění soupeře, ale především chtěl svůj nový systém bojového umění využít ke sportovní a duševní výchově svěřenců.

Vzal tedy principy a základy z jiu-jitsu, odebral údery, kopy, některé nebezpečné chvaty a přidal své myšlenky a pojetí o jemné cestě. Vzniklo tak moderní bojové umění zvané Kodokan judo.

Kodokan judo se od začátku potýkalo s řadou problémů. Jednak protože jsou Japonci velmi konzervativní a nové trendy, zvláště na konci 19. století, nepřijímali zrovna vřele, ale také kvůli do té doby nejrozšířenějšímu japonskému bojovému stylu jiu-jitsu, které s Kodokan judem mělo velkou rivalitu. Tato rivalita vyvrcholila v tzv. "Turnaji pravdy", kdy tokijská policie uspořádala turnaj, který měl rozhodnout, který styl boje bude vyučován na policejních pracovištích (Kodansha, 1970).

Zde se Kanovi dostalo zadostiučinění, jelikož jeho svěřenci porazili tehdejší zastánce jiu-jitsu ve všech zápasech, kromě dvou nerozhodných. Kanova “jemná cesta” se tak ukázala nejen jako skvělý výchovný systém a morální kodex, ale dokázala, že je i na sportovní úrovni mimořádně užitečná a kvalitní (Fojtík, 1975).

Dalo by se říci, že díky Jigoru Kanovi a jeho inovátorskému přístupu zůstalo staré umění samurajů v podvědomí světa dodnes.

V dalších letech se Kano stal japonským ministrem školství a ustanovil judo jako povinný předmět na základních školách. Také uspořádal řadu seminářů pro cizince, kteří se o judo chtěli dozvědět více a přivést jej do své vlasti. Vydával se na “misie” do cizích zemí, kde judo vyučoval a rozšiřoval tak svůj odkaz dál. Jeho velkým snem bylo ustanovit světovou judistickou federaci a dostat tak judo do programu olympijských her. Začalo se tak dít ještě za jeho života v roce 1932, kdy se sešli zástupci Velké Británie, Švýcarska, Rakouska, Německa a Maďarska a založili mezinárodní organizaci. 29. listopadu 1953 bylo do unie přijato i Československo (IJF, 2016).

Judo se na programu olympijských her objevilo až v roce 1964 v Tokiu a dodnes se těší ohromné světové popularitě.

Moderní judo se velice liší od původního konceptu Jigora Kana. Především je kladen mnohem větší důraz na sportovní aspekt a dosahování maximálních výkonů, zatímco původní systém byl především výchovný a vzdělávací. Za zlomový okamžik by se dalo považovat právě zařazení juda do programu olympijských her.

Podle serveru judoinfo.com (2016) je judo nejpraktikovanějším bojovým sportem a jedním z prvních sportů, na který se na olympijských hrách vyprodají lístky. Dále tento server uvádí, že ve Francii dělá judo více lidí než v zemi jeho původu – Japonsku a že se jedná o druhý nejrozšířenější sport vůbec po fotbalu. Toto tvrzení bylo ale později v roce 1997 vyvráceno samotnou IJF s odkazem na tehdejší počet 2.2 milionů registrovaných judistů (Neville, 2015).

Judo má své zastoupení také na paralympijských hrách, kde soutěží zrakově postižení judisté.

Od roku 2009, kdy byl naplno spuštěn server judobase.org, jsou medailově nejúspěšnější chronologicky tyto státy: Japonsko, Rusko, Francie, Brazílie, Jižní Korea, Nizozemí, Německo, Mongolsko, Gruzie a Velká Británie. Ve všech těchto zemích se judo těší vysoké popularitě (Česká Republika je na 34. místě) (Judobase.org, 2016).

2.1.2 Principy a pravidla

Judo spadá do kategorie úpolových sportů a vyznačuje se překonáváním soupeře tělesnou, technickou a taktickou převahou. Počet užívaných dovedností je velký a jejich struktura je velice složitá. Navíc jde obvykle o kombinaci pohybů, jejich variabilita je proto velká. Nutné je mít zvládnuté dokonalé provedení technik pro možnost jejich využití ve velice proměnlivých situacích. Pro judo je typické taktické myšlení spojené s anticipací záměrů soupeře a schopnost nezávislého a rychlého rozhodování (Dovalil, 2008).

Judo je v zásadě založené na maximálním efektu při minimálním úsilí a využití soupeřovi síly ve svůj prospěch. Právě proto se judo jmenuje tak, jak se jmenuje, název v překladu znamená “jemná cesta” [Ju – jemný; Do – cesta] (Fojtík, 1996).

V zápase se oba dva závodníci snaží o překonání soupeře povolenými technikami. Jinak řečeno nejde o skutečné zneškodnění soupeře, jako spíš o náznak zneškodnění bezpečnou cestou.

Na soutěži, stejně jako při samotném tréninku, je stále vidět silný japonský vliv a úcta k tradicím a soupeřovi. Už příchod na zápasíště (tatami), nebo do tělocvičny (dojo) začíná úklonou (rei). Pozdrav na začátku a na konci tréninku je také proveden formou úklony. Úklona se provádí i na začátku a na konci každého jednoho zápasu při tréninku a soutěži (ČSJU, 2015).

Turnajové schéma je na mezinárodní úrovni zpravidla řešeno play-off systémem s možnou repasáží až ve čtvrtfinále. Obvykle je tedy potřeba vyhrát pět zápasů

pro celkové vítězství v soutěži. V případě většího počtu závodníků, nebo po postupu do repasáže, je možné počítat až se sedmi zápasy (Vele, 2000).

Délka samotného zápasu je 5 minut čistého času (u žen 4 minuty). V případě remízy, po uplynutí základní doby, se zápas prodlouží do tzv. zlatého skóre, kdy pro vítězství stačí provést jakoukoliv bodovanou techniku, případně aby soupeř dostal trest, tzv. shido. Historie délek zápasů nebyla vždy stejná. Současná podoba vychází z vlivů biologických experimentů zkoumající nastupování únavy a laktátu vrcholových judistů a divácké atraktivnosti zápasu (Weinlich, 2006).

Vyhrát před časovým limitem lze buď znehybněním soupeře na zádech po dobu 20 vteřin, škracením nebo páčením, či kontrolovaným hodem soupeře přímo na záda. Pokud se závodníkovi nepodaří naplnit všechny parametry hodů tak, aby byl vyhlášen ippon (1 bod), může stále ještě získat částečné body – wazari (půl ippon) a nebo yuko (pomocné body). Záporné body, takzvaná shida lze dostat za pasivitu, nepovolené úchopy, vyhýbání se boji, vyšlápnutí z vymezeného prostoru, nebo nesportovní chování. Za čtyři shida následuje tzv. hansoku-make – diskvalifikace. Přímou diskvalifikaci je možné získat za chycení soupeřovy nohy, podkopnutí zepředu či hrubým porušením fair-play (ČSJU, 2015).

Jedinec, který má zájem o studování a trénování juda, začíná s bílým páskem. Po jistém čase, ovládnutí požadovaných technik a předvedení katy zkušebnímu komisaři může postoupit o další stupeň výše. Stupně jsou symbolizovány barevným rozlišením pásků. Učňovských stupňů je šest a nazývají se kyu, mistrovských stupňů je deset a nazývají se dan. Stupně kyu jsou odstupňovány barevně v tomto pořadí: bílý, žlutý, oranžový, zelený, modrý a hnědý pásek. Stupně dan jsou pak od 1. do 5. danu černý pásek, 6. až 8. červenobílý pásek a dva nejvyšší jsou černý nebo červený pásek (ČSJU, 2016).

Je nutno zmínit, že rozdělení pásků na barvy je evropský “vynález”, který měl (a má) za cíl demonstrovat dosažený pokrok a udržet tak děti u studia juda. V Japonsku se stále dodržuje tradice pouze dvou pásků – bílý a černý. Tento model vychází z dob začátku juda, kdy si judisté prali pouze kimono, aby bylo vždy dokonale bílé, což je barva vyjadřující mír, čistotu a klid duše, zatímco pásek se nepral a tím s přibývajícimi

tréninky čím dál víc tmaví. Čím tedy judista víc a déle trénoval, tím měl tmavší pásek (Neville, 2015).

Je několik základních principů v judu. Jedním z nich je nikdy nevzdorovat síle silou. Pokud se tak děje, silnější judista vždy vyhraje. Základem je pak vychýlit soupeře z rovnováhy nebo z místa, kde je silný a použít tak jeho sílu proti němu. Druhým principem je základní vnímání toho, jak fungují páky na břemena. Tím se dojde k logickému závěru, že je snadnější hodit soupeře, pokud útočnickovo těžiště bude pod těžištěm soupeře. Stejně tak jako síla nutná k akci se zvyšuje se vzdáleností těžišť od sebe. Tyto principy jsou velice zúžené a v žádném případě neilustrují celou komplexnost juda, ale jsou dobré pro vysvětlení základního principu juda, tedy principu maximálního efektu při minimálním vynaloženém úsilí.

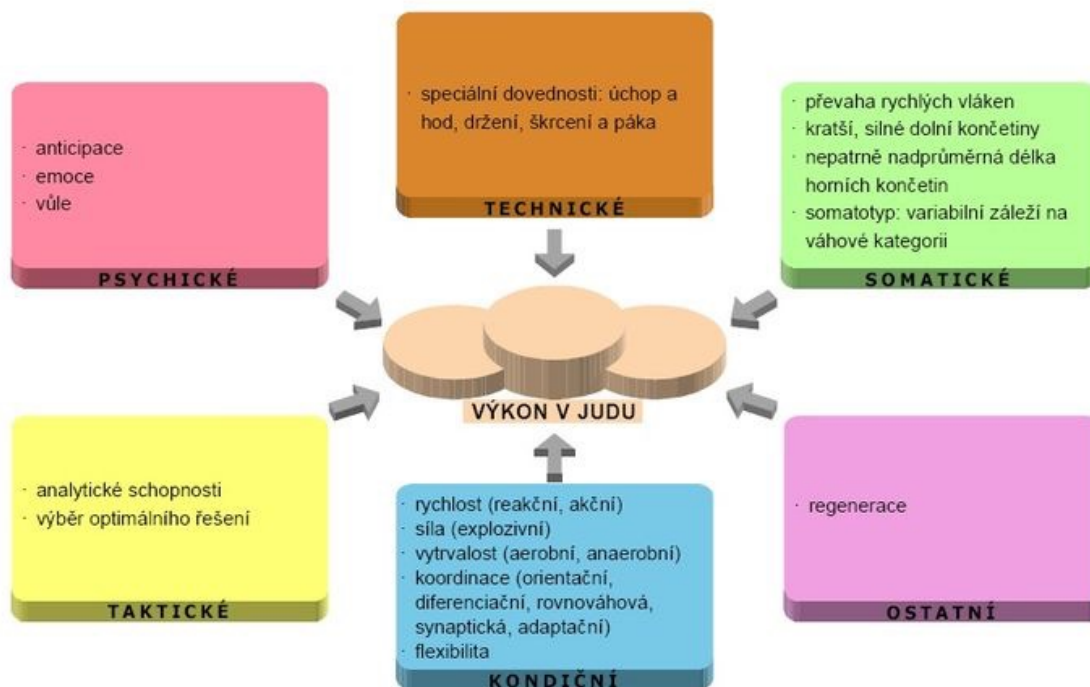
2.2 Trénink juda

Při trénování juda je potřeba vycházet z technicko-taktické¹ přípravy (TE/TA), kondiční přípravy a psychologické přípravy (Obrázek 4).

Pro účely této práce je možno vynechat psychologickou a TE/TA přípravu, jelikož s laktátem souvisí především kondiční příprava. V psychologické přípravě je také nutno postupovat silně individuálně, protože se jedná o velice dynamický charakter přípravy (Ziv, 2013).

Kondiční, nebo také pohybové schopnosti jsou určeny čtyřmi složkami. Rychlost, síla, vytrvalost a obratnost. V judu je obratnost trénována především technickými a průpravnými cvičeními, které jsou spojeny s TE/TA a není individuálně trénována, zatímco k rychlosti, síle a vytrvalosti se přistupuje tak, že jsou tyto schopnosti trénovány jak společně s TE/TA a cvičnými zápasy (randori), tak zvlášť v programech kondičního tréninku (Pavelka, 2015).

(Obrázek 4) Struktura sportovního výkonu v judu (Kapunková, 2010)



¹ Ačkoliv se v publikacích uvádí taktická a technická příprava odděleně, tak u jistých sportů, zejména u sportovních her a úpolových sportů, splývá v jedno. Je to z toho důvodu, že při těchto sportech je technika a taktika úzce propojena a neoddělitelná.

Ve cvičeních s variabilitou od nízké po vysokou míru specifčnosti se trénuje síla, rychlost a vytrvalost a to s ohledem na ultimátní cíl – judistický zápas, potažmo soutěž. Obě schopnosti, síla i vytrvalost, směřují ke svému vytrvalostnímu výbušnému a vytrvalostnímu charakteru. Výbušnému proto, aby byl závodník schopen během krátkého okamžiku provést dostatečně silně a rychle pohybový úkol a vytrvalostní proto, aby byl schopen udržet si svou rychlost a sílu po celou dobu zápasu. Tomu napomáhají i cvičení s vysokou mírou specifčnosti, které mají pozitivní transfer na techniku, ale nikdy nemůžou roli cvičení se skutečným soupeřem dokonale suplovat (Blais, 2006).

Vytrvalostní schopnosti se pokaždé zakládají na obecné dlouhodobé vytrvalosti. Stejně je tomu v tréninku juda, ale cíl je směřován ke krátkodobé až střednědobé (anaerobní) vytrvalosti, tedy takové, při které se do procesu výroby energie zapojují cukry (krátkodobá) a kyslík (střednědobá) za vzniku laktátu.

Při zápasech na judistických soutěžích roste hladina laktátu v těle až nad 15 mmol/l (Vele, 2000) a je proto potřeba vyvinout u závodníka dostatečnou acidózní toleranci a vytvořit glykolitické zásoby. Stejně tak je důležité závodníka připravovat takovým způsobem, aby byl jeho organismus schopen dostatečně rychle a účinně využít nahromaděný laktát před dalším případným zápasem.

Pro výše popsané účely je nejlepším vodítkem při přípravě aktivní kontrola intenzity prováděných cvičení. K tomu jsou nejnadhěji dostupné dvě metody, a to vizuální pohled, díky kterému je zkušený trenér schopen odhadnout sportovcovo vyvinuté úsilí například z výrazu tváře, případně z tepové frekvence, která je sice náročnější na provedení, ale přesto nejdostupnější a nejlevnější ze všech metod (Lambert, 1998). Nejpřesnější a nejrychlejší metodou pro zjištění TF je použití sporttesterů, které je ale reálně použít pouze v případě kondičního tréninku, nikoliv při tréninku juda.

Sledování intenzity a s tím související TF je tedy nezbytné pro adekvátní trénink vytrvalostních schopností s cílem aktivně pracovat se zapojením anaerobních procesů a to jak v kondičních, tak judistických programech (Azevedo, 2007).

Je potřeba mít stále na paměti, že kondiční trénink není aplikovatelný pro všechny závodníky stejně z toho důvodu, že každý organismus reaguje na podněty různě. Stejným způsobem je každý závodník jinak unaven po předchozím zatížení (například pokud šel na soutěži jen jedno kolo nebo díky nedůsledné kontrole trenéra neprováděl cvičení s požadovanou intenzitou). A rovněž je v judu časté, že se každý závodník připravuje na jiný turnaj a jiný vrchol v sezóně.

Právě z důvodů rozdílných výkonnostních aspirací závodníků je pro optimalizaci tréninků velice vhodné rozdělení do tréninkových skupin, případně snížení počtu závodníků na jednoho trenéra.

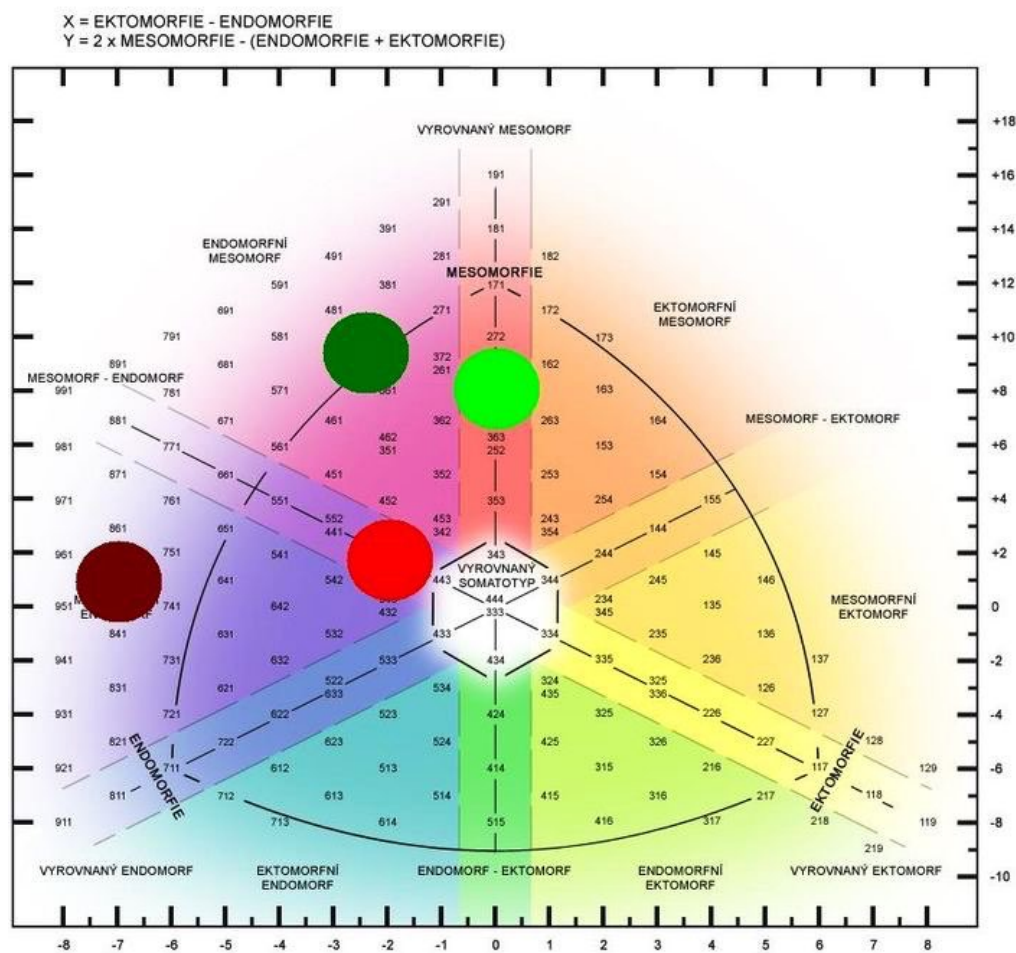
Podle Kapounkové (2010) má trénink juda tyto specifické adaptace organismu na zátěž: zvýšení energetických zásob ATP a CP a glykogenu, zvýšení aerobní (pro rychlou regeneraci zdrojů energie) a především anaerobní kapacity, zlepšení prostorové orientace a vestibulárního cití. Snížení taktilního cití a citlivosti na bolest. Dochází také k morfologickým změnám, hlavně k hypertrofii rychlých svalových vláken a rozvoji všech pohybových dovedností.

2.3 Fyziologie juda

2.3.1 Charakteristika judisty

Judisté zpravidla patří mezi endomezomorfní typy a v rámci úpolových sportů patří k robustnějším. Toto tvrzení také podporuje naměřené BMI, jak je ukázáno v kapitole výsledků, kdy se všechny měřené osoby pohybovaly na hranici normální hmotnosti a nadváhy. Průměr BMI byl naměřen 24 kg/m² s tím, že rozmezí pro normální hmotnost se pohybuje mezi 18,5 – 24,9 (NIH, 2015). Somatotyp judistů je silně závislý na hmotnostní kategorii a tělesné výšce sportovce. Čím je sportovec těžší poměrem k nižší výšce, tím je jeho somatotyp blíže k endomorfovi a obráceně (Obrázek 1).

(Obrázek 1) Somatotyp judistů. Zelená – muži, červená – ženy. Světlý odstín – lehké váhy, tmavý – těžké váhy (Kapounková, 2010)



Maximální příjem kyslíku VO_{2max} se pohybuje okolo 55 ml/kg.min a maximální srdeční frekvence okolo 190 tepů za minutu. Tělesná hmotnost a výška je velice proměnlivá, protože z větší části závisí na hmotnostní kategorii a stejně tak podíl tuku v těle, který je průměrně na 10 % u mužů (Kapounková, 2010).

Celkový energetický výdej je 400–2000 % náležitého bazálního metabolismu. (Dovalil, 2002).

2.3.2 Energetické krytí

Dovalil (2008) rozlišuje čtyři druhy vytrvalosti – dlouhodobou, střednědobou, krátkodobou a rychlostní, v závislosti na převažující aktivaci energetických systémů. (Tabulka 1).

(Tabulka 1) Vymezení vytrvalostních schopností podle převážné aktivace energetických systémů (Dovalil, 2008)

Vytrvalost	Převážná aktivace energetického systému	Doba trvání pohybové činnosti
Dlouhodobá	O ₂	přes 10 min
Střednědobá	LA – O ₂	do 8–10 min
Krátkodobá	LA	do 2–3 min
Rychlostní	ATP-CP	do 20–30 s

Dovalil (2008) dále uvádí, že krátkodobá vytrvalost je schopnost vykonávat činnost co možná nejvyšší intenzitou po dobu do 2–3 min. Dominantním energetickým systémem je anaerobní glykolýza, tj. uvolňování energie – štěpení glykogenu – bez využití kyslíku. Za hlavní příčinu únavy se v tomto případě považuje rychlá kumulace laktátu v krvi.

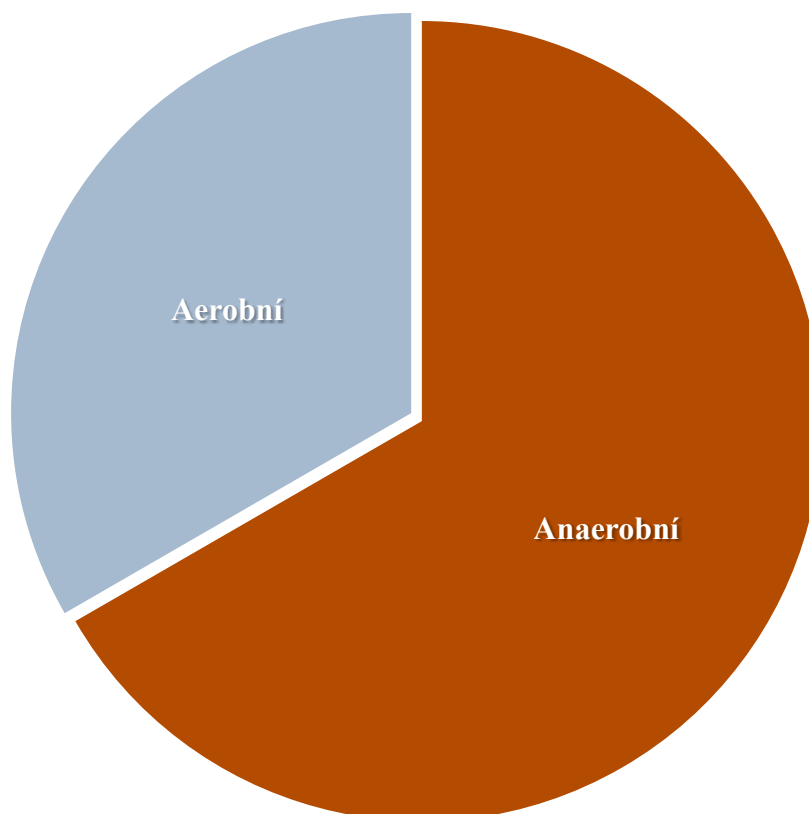
Jelikož je délka jednoho zápasu proměnlivá, nachází se z pohledu energetického krytí na rozhraní mezi střednědobou a krátkodobou vytrvalostí. Významnou roli hraje také intenzita, jakou konkrétní sportovec v konkrétním zápase vynaloží (Dovalil, 2008).

Obecně se dá říci, že v judu se jedná o anaerobní vytrvalost, tedy takovou, kdy pro pokrytí energetických potřeb nestačí příjem kyslíku. Případně takové, kdy k zapojení aerobního krytí ani nestihne dojít.

Nároky se tedy odvíjejí především od délky zápasu. Jeden zápas trvá pět minut čistého času, ale v případě nerozhodného skóre se zápas dostane do prodloužení, které není časově omezené. Stejně tak může zápas trvat jen několik málo vteřin.

Podle Kapounkové (2000) je u judistů kladen důraz především na anaerobní energetické systémy, kdy anaerobní systém převažuje nad aerobním v poměru 3:1 (Graf 1), přičemž závodník musí v turnaji projít většinou čtyřmi až šesti takto náročnými koly, přičemž kvalita soupeřů se zpravidla zvyšuje.

(Graf 1) Způsob energetického krytí v judu (Kapounková, 2000)

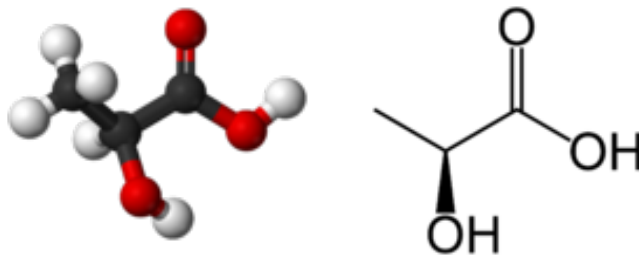


2.4 Laktát

2.3.1 Kyselina mléčná

Kyselina mléčná je lehce rozpustná, bezbarvé krystaly tvořící kyselina s chemickým vzorcem $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ (Obrázek 2). Tato kyselina vzniká mléčným kvašením cukrů, např. v mléce, sýrech, kyselém zelí. Používá se proto v pekařství, pivovarnictví, koželužství, k přípravě limonád a při barvení a zušlechťování textilií (pohmat, lesk). Většinou se jedná o racemát. Používá se také kvůli svým antiseptickým vlastnostem v mastech, ústních vodách a nebo jako prostředek k ošetřování vlasů. Její L-enantiomer je koncovým produktem mléčného kvašení cukrů, a proto je přítomen v kyselém mléku a zelí (Eiglová, 2009).

(Obrázek 2) Chemický vzorec kyseliny mléčné (Eiglová, 2009)

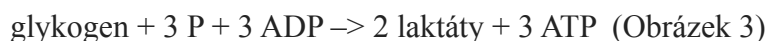
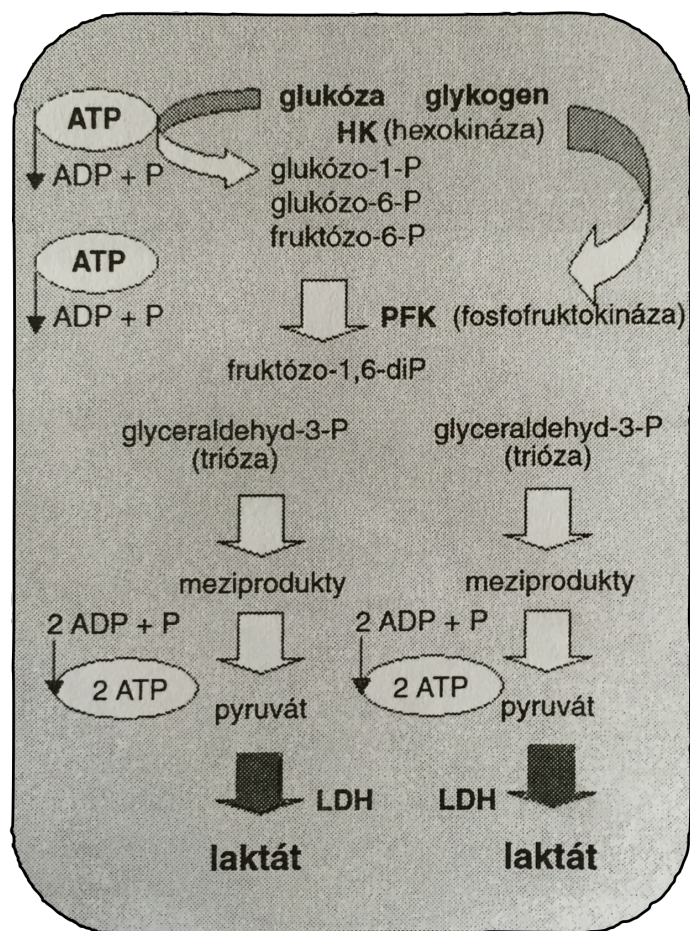


2.3.2 Laktát z fyziologického pohledu

Laktát je z fyziologického pohledu odpadním produktem vzniklým při procesu známým jako katabolismus sacharidů. Cukry jsou hlavní zdroj energie lidského těla a začínají se metabolizovat krátce po zahájení pohybové činnosti, cca po 15–20ti sekundách, tedy hned po vyčerpání primárního zdroje energie ATP-CP.

Sacharidy se jako jediné živiny metabolizují jak za aerobních, tak za anaerobních podmínek. Za nepřístupu kyslíku se glukóza štěpí přes řadu meziproductů na kyselinu pyrohroznovou a dále na kyselinu mléčnou, která je konečným produktem anaerobní glykolýzy. Při anaerobní glykolýze vzniká 1 mol glukózy 2 mol ATP (Bartůňková, 2014).

(Obrázek 3) Tvorba laktátu (Bartůňková, 2014)



Zvýšenou tvorbou laktátu se snižuje pH krve, které může klesnout až na hodnotu 6,9. Laktát v krvi se obvykle normalizuje za 30–80 min při aktivním odpočinku a až za 60–120 min při pasivním odpočinku (Di Masi, 2007).

Tvorba energie při anaerobních procesech za vzniku laktátu není nekonečná. Jedince limitují tři faktory:

- 1) Množství glykogenu rozštěpitelného na LA,
- 2) množství glykolitických enzymů,
- 3) tolerancí k acidóze (Bartůňková, 2014).

Tyto tři faktory jsou snadno ovlivnitelné tréninkem. Po dostatečném množství aplikovaných stresorů dojde vlivem adaptace především ke zvýšení rezerv glykogenu a zvýšení acidózní tolerance. Kontrolu acidózy mají na starost chemoreceptory ve tkáních, které jsou citlivé na změny pH.

Klidová hodnota laktátu se podle různých autorů liší. Podle Hamara (1985) je to rozmezí 0,7–1,5 mmol/l, podle Kučery a Truksa (2000) je rozmezí 1,3–2 mmol/l, podle Jassena (2001) je rozmezí 1–2 mmol/l a konečně podle Neumanna, Pfutznera a Hottenrotta je toto rozmezí mezi 0,5–2 mmol/l. Může se tedy obecně vycházet z klidových hodnot 0,5 až 2 mmol/l laktátu.

2.4.3 Laktát ze sportovního pohledu

Laktát se tvoří při aktivitě s nedostatečným přísunem kyslíku a při které je energie získávána z anaerobně glykolitických procesů. Jak už bylo řečeno v kapitole 2.3 Fyziologie, judo je svými nároky řazeno do anaerobních aktivit, tedy těch, při kterých se ve velkém množství tvoří laktát.

Laktát sám o sobě není zdrojem bolesti svalů, ale jeho větší množství může vést k fyzické i psychické únavě (Škorpil, 2010). Jako nejpraktičtější ukazatel intenzity zátěže slouží tepová frekvence. Pro posouzení hraničních hodnot tvorby a utilizace laktátu je frekvence rozdělena na tyto dvě pásma:

- Aerobní práh – Je to hranice, nad kterou se už začíná trénovat základní vytrvalost. Energie je hrazena jak z cukrů, tak tuků a především z kyslíku, kterého je dostatečný přísun.
- Anaerobní práh – Nad touto hranicí tepové frekvence se již ve svalech začíná hromadit laktát.

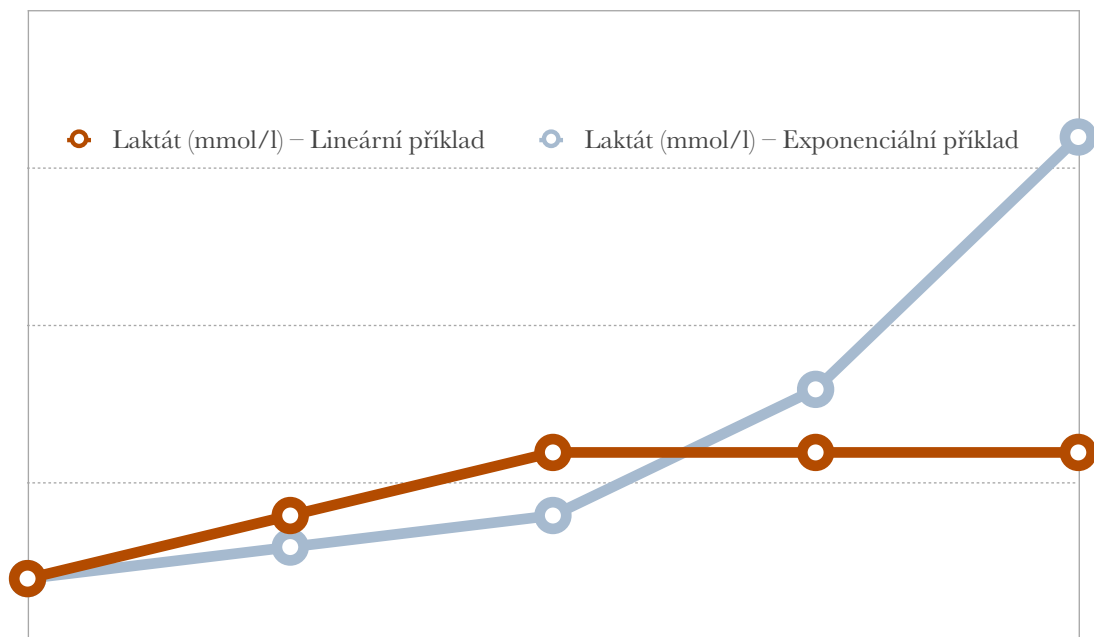
Dalším pojmem v souvislosti s tepovou frekvencí je maximální tepová frekvence, což je maximální počet úderů srdce za minutu, kterého je daný jedinec schopen dosáhnout. Nicméně TFmax není žádným ukazatelem výkonnosti člověka. U netrénovaných jedinců je téměř stejná, jako u trénovaných a vlastním tréninkem je jen velmi málo ovlivnitelná. U výkonnostního sportovce kolísá podle toho, v jaké části makrocyklu se sportovec nachází. Maxima zpravidla dosahuje ve vrcholové části sezóny (Eiglová, 2009). Maximální tepová frekvence se snižuje s přibývajícím věkem. Jako vzorec pro výpočet maximální tepové frekvence je obecně používáno:

$$TF_{max} = 220 - \text{věk}.$$

Laktátová křivka má při postupném nárůstu zátěže exponenciální podobu. Při tréninku, kdy se sportovec nachází v anaerobním prahu, tedy takovém, kdy se v těle začíná tvořit laktát, ale tělo ho ještě zvládá dostatečně rychle odbourávat, má podobu rychlého nárůstu a pak přechází do lineární křivky (Dovalil, 2008). Obvyklá hodnota anaerobního prahu se vypočítává podle vzorce: Anaerobní práh = $220 - \text{věk} - 10-15\%$.

Na následujícím grafu (Graf 2) je ukázán příklad exponenciální a lineární laktátové křivky při dvou různých typech zatížení.

(Graf 2) Příklad lineární a exponenciální laktátové křivky



Na svislé ose je vždy uvedena hladina laktátu [mmol/l] a na vodorovné ose je uvedena velikost zátěže, a to například ve watttech při bicyklové ergometrii, v rychlosti při běhání, tepové frekvenci, nebo v čase trvajících zatížení.

Tepová frekvence, ventilační frekvence a s tím související hladina laktátu není ovlivňována denní dobou (Sekir, 2002). Z této perspektivy tedy nezáleží na denní době, kdy bude vytrvalostní trénink aplikován.

Jiná závislost je zdokumentovaná u sportovců a nesportovců, kteří reagují na anaerobní zátěž rozdílně. Sportovci dosahují laktátové prahu při větším zatížení, než je tomu u nesportovců (Bircher, 2004). V této studii se dokonce objevuje i vztažnost s BMI, kdy se u sportovců s vyšším BMI rychleji začne hromadit laktát v těle se stoupající zátěží.

Vliv hyperoxie, tedy inhalace kyslíkového koncentrátu, na ovlivnění pozápasové hladiny laktátu u judistů, zkoumali Slížik a Bartík (2013) a došli k závěru, že předzápasová inhalace hyperoxické směsi nemá statisticky významný vliv na úroveň hladiny laktátu po ukončení zatížení. Ale inhalace hyperoxické směsi statisticky významně ovlivnila dynamiku odbourávání laktátu ve 3. a 10. minutě zotavení, na základě čehož autoři považují inhalaci hyperoxické směsi za vhodnou metodu na urychlení zotavení po zápasu v judu (Bartík, Adamčák, 2014).

Proces odbourání laktátu je poměrně pomalý a vyžaduje přibližně 10 až 20 minut na odstranění poloviny vytvořené koncentrace laktátu (Štefanovský, Péterová, Bielik, 2015).

2.5 Únava a regenerace

Limitujícím faktorem, který souvisí s předchozími kapitolami Laktát a Trénink juda, je únava. Jinými slovy není možné trénovat přehnaně dlouho, ani přehnaně intenzivně bez dostatečné regenerace, aby nenastoupila únava, která podle svého rozsahu může hodně hluboce zasáhnout tréninkový proces.

Únava je vyčerpanost organismu, nebo také stav, kdy dochází k poklesu psychických, nebo fyzických sil, snížení schopnosti koncentrace, útlumu a slabosti organismu, nebo obecné apatii a nechuti (Hartl, 2000).

Ve sportovní terminologii je únavou pojmenován pokles sportovního výkonu, snížení fyzických sil v rámci tréninku, nebo pokles sportovní výkonnosti.

Tento proces je přirozenou odpovědí organismu. Je to obranný mechanismus, který má za cíl zabránění trvalému vyčerpání, při kterém by mohlo dojít k trvalému poškození organismu (Kučera, 2000).

Únava může být buď fyzického charakteru, v tom případě se jedná o lokální, obvykle svalovou únavu v důsledku předchozí fyzické námahy. Příčiny může mít v mikrotraumatech, vyčerpání energetických zásob, nebo v nahromadění katabolických zplodin. Dále se sportovec může setkat s generalizovanou (celkovou) únavou, která vzniká na základě lokální únavy, která se přenese a rozšíří na celý organismus. A v poslední řadě únava psychická (duševní), která vzniká v důsledku senzorického, nervového, nebo mentálního přetížení (Bartík, Adamčák, 2014).

Akutní svalová únava je nejvíce ovlivněna právě nahromaděným laktátem ve svalu, který vzniká jako produkt anaerobní glykolýzy. Laktát snižuje mobilizaci tukových rezerv a vede k většímu uplatnění glykogenu jako zdroje energie. Vstupujícím faktorem je pak snížení glykogenových zásob a hypoglykémie. Důsledkem toho je pokles glykolýzy se snížením tvorby ATP a CP. Zvýšená acidóza zhoršuje podmínky pro kontraktilitu svalstva a snižuje mobilizaci tukových rezerv (Nauza, 1999).

Z předchozích řádků je patrné, že únava je všudypřítomný fenomén ve sportovní přípravě a musí se s ní náležitě počítat. Stejně tak je nutné do sportovního tréninku počítat s regenerací, která únavu sníží, nebo ji odstraní úplně.

Dokonce se dá hovořit o tom, že hlavní část přestavby organismu, která podmiňuje růst trénovanosti, neprobíhá během pohybové činnosti, ale až po jejím skončení, kdy dochází k obnově (a převýšení původní kapacity) energetických zásob a změnám na tkáních. Odborně vedený trénink proto musí být založený na vědomostech o zátěži a zotavení, především pak na vyšší výkonnostní úrovni (Dovalil, 2002).

V následující tabulce (Tabulka 2) je vypsán časový průběh regenerace po předchozím sportovním výkonu.

(Tabulka 2) Časový průběh regenerace po sportovním zatížení (Neumann, 2005)

Doba po zátěži	Děj
4–6 min	Doplnění CP ve svalech
20 min	Návrat krevního tlaku a TF na výchozí hodnoty (po dlouhotrvajícím výkonu)
20–30 min	Normalizace hypoglikémie (s příjmem sacharidů se zvyšuje hladina glukózy v krvi na 10 mmol/)
30 min	Normalizace vnitřního prostředí
30–60 min	Normalizace činnosti trávicího traktu
60 min	Znovuobnovení syntézy aminokyselin v zatěžovaných svalech
90 min	Změna katabolického na anabolický metabolismus, intenzivnější metabolismus bílkovin při regeneraci zatěžovaných struktur
2 hod	1. fáze regenerace unavených svalů / možný kompenzační trénink
6 hod–1 den	Vyrovnění tekutin v organismu, normalizace hematokritu
1–3 dny	Obnovení jaterního glykogenu
2–7 dní	Doplnění svalového glykogenu v intenzivně zatěžovaných svalech
3–4 dny	Znovuobnovení snížené imunity organismu
3–5 dní	Doplnění tukových zásobníků (triacylglyceroly)
3–10 dní	Regenerace funkčně porušených kontraktálních bílkovin a dalších struktur (aktin, myozin, troponin, atd.) v zatěžovaných svalových vláknech
7–14 dní	Výstavba struktury narušených mitochondrií / normalizace svalové výkonnosti
1–3 týdny	Psychický odpočinek, znovuoobnovení soutěžní výkonnosti ve vytrvalostních sportech
4–6 týdnů	Regenerace po extrémně vytrvalostních výkonech (maraton, běh na 100 km, triatlon, atd.)

Z toho plynou dva hlavní problémy. Jedním je správné dávkování zatížení a druhým problémem je následná regenerace a odpočinek.

První část týkající se zvolení vhodné intenzity a velikosti zatížení je komplikovaný problém a nelze jej všeobecně stanovit. Vždy se musí vycházet z ročního tréninkového cyklu, zdravotního a výkonnostního stavu sportovce a možností superkompenzace.

Superkompenzace je založena na obraně organismu proti opakovanému poškození přetížením tím, že zesílí strukturu nebo systém, který byl předešlým zatížením poškozen nebo přetížen (Vojtěchovský, 2010). Je to obranný mechanismus, který připravuje organismus na možné opakování zatížení a to tak, že zvýší hladinu energetického potenciálu nad předchozí stav. Nástup, trvání a velikost závisí na druhu, intenzitě a délce trvání pohybové aktivity s tím, že další tréninkové zatížení by mělo začít ve fázi superkompenzace (Bartík, Adamčák, 2014).

Důležitým faktem je zde to, že pokud po superkompenzaci nedojde k dalšímu stimulu, nevyhnutelně dojde k návratu energetických rezerv na původní úroveň, protože zvýšené energetické rezervy nevydrží příliš dlouho.

Může pak nastat situace, že při dalším zatížení, které proběhne až po uplynutí superkompenzačního intervalu, už pominul efekt předchozího tréninku a sportovec takřkajíc začíná od začátku.

Co se týče druhého problému, tedy regenerace po předchozím zatížení, je nutné, aby trenér přistupoval k tomuto bodu sportovní přípravy stejně zodpovědně, jako k samotnému fyzickému tréninku.

Regenerace je proces, při kterém se úmyslným zásahem urychluje proces obnovy tělesných a duševních schopností organismu. Tedy soubor opatření zaměřených na podporu zotavovacích procesů po předcházející činnosti (Bartík, Adamčák, 2014).

Všeobecně se regenerace rozlišuje na pasivní, tedy takovou, která začíná už v průběhu fyzické aktivity a funguje (pokud je sportovec zdravý) zcela přirozeně a autonomně, a aktivní, do které aktivním zásahem zvenčí vstupuje cizí element.

Například podle Dovalila (2002) je optimální časový rozestup mezi různými typy zatížení následující následující:

- 12 hodin po lehkém rychlostním tréninku,
- 24 hodin po náročném rychlostním tréninku,
- 24 hodin po lehkém anaerobně vytrvalostním tréninku,
- 48 hodin po těžkém anaerobně vytrvalostním tréninku,
- 24 hodin po lehkém aerobně vytrvalostním tréninku,
- 48 hodin po těžkém aerobně vytrvalostním tréninku,
- 48–72 hodin po těžkém silovém tréninku.

Na základě tohoto doporučení, i v souvislosti s časovým průběhem regenerace podle Neumanna (2005) (Tabulka 2), je možné, aby trenér adekvátně aplikoval tréninkové dávky svým svěřencům do takové míry, aby optimálně a dostatečně posouval křivku superkompenzace nahoru a aby nehazardoval s rizikem přetrénování především v závodním období.

Nic to ale nemění na faktu, že 48 hodin po těžkém tréninku je dlouhá doba a sportovec na by tak mohl trénovat jen jednou za dva dny. To je pro vrcholový sport naprosto nedostatečné a v tuto chvíli přichází na řadu aktivní regenerace, která si klade za cíl tuto dobu obnovy energetických rezerv a únavy organismu zkrátit co možná nejvíce.

Hodnoty dynamiky zotavovacích procesů hlavních fyziologických funkcí jsou součástí (alespoň by měly být) posuzování trénovanosti sportovce. Dlouhodobé a individuální sledování sportovců má nesporný význam, jelikož rychlejší návrat ke klidovým hodnotám je obecně možné dát do souvislosti s vyšší trénovaností.

Dlouhodobé sledování zdravotního stavu sportovce a jeho fyziologických funkcí je předpokladem pro vrcholový trénink. Současný sport klade obrovské nároky na organismus sportovce a ne všichni jsou schopni takovéto nároky zvládnout. Jsou sportovci, kteří dokáží tvrdý trénink podstoupit bez potřeby aktivnější regenerace.

Jinými slovy jsou *trénovatelnější*, ale nemělo by se s touto presumpcí přistupovat ke všem stejně, protože to může mít dva negativní důsledky.

Za prvé tito sportovci mohou předčasně ukončit sportovní kariéru z důvodu zranění nebo celkové únavy organismu a za druhé se tím zavírají dveře sportovcům, kteří mají méně vloh pro tvrdý trénink a vyžadují zvýšenou pozornost trenéru především pro dobrou regeneraci.

Proto je nutné, aby trenér spolupracoval s lékařem a fyzioterapeutem, který má za úkol sledovat zdravotní stav sportovců a pomoci jim s dostatečnou regenerací, aby co nejvíce svěřenců bylo schopných podstoupit tvrdý trénink co nejčastěji.

3 Cíle, úkoly a metodika práce

3.1 Cíl práce

Cílem této práce je porovnání hladiny laktátu u vrcholových judistů mezi soutěžním a tréninkovým zatížením.

3.2 Další cíle práce

Dalším cílem práce je výsledky interpretovat a tím napomoci optimalizaci tréninkového zatížení a pochopení souvislostí a rozdílů mezi tréninkovým a soutěžním zatížením u vrcholových judistů.

3.3 Úkoly práce

- 1) Naplánování termínů sběru dat a dohodnutí doktora, který provede odběry.
- 2) Vypůjčení propriet pro sběr vzorků.
- 3) Provedení odběrů a následná analýza v Biomedicínské laboratoři UK FTVS.
- 4) Statistické zpracování a interpretace výsledků.

3.4 Použité metody

Po předchozím schválení etickou komisí byla jako výzkumná metoda použito odebírání krevních vzorků při soutěži a tréninku z periferního krevního řečiště. Probandi před začátkem měření podepsali informovaný souhlas.

3.5 Sběr a analýza dat

Všechny vzorky odebíral lékař, který zároveň dohlížel na bezpečnost. Vzorky byly odebrány z periferního krevního řečiště invazivní metodou, a to píchnutím jehlou do bříška prstu a následné odsátí 20 μ l krve odběrovou pipetou. Zkumavky se vzorky se popisovaly číslem podle předem určeného klíče. Krevní vzorky byly následně analyzovány v Biomedicínské laboratoři UK FTVS.

Nejpoužívanější statistickou metodou byla korelace mezi naměřenými hodnotami, díky které byl zjišťován jejich vzájemný vztah.

3.6 Popis zkoumaného objektu

Zkoumaným souborem byli aktivní judisté, kteří se pravidelně účastní národních soutěží. Celkem bylo testováno sedm probandů, z nichž tři byli členy reprezentačního výběru a jeden z nich se zúčastnil olympijských her. Další čtyři minimálně jednou startovali na mistrovství Evropy.

Těchto 7 osob mužského pohlaví mělo průměrnou hmotnost 76 kg (\pm 7 kg), průměrným věkem 24 let (\pm 2 roky) a průměrnou výškou 178 cm (\pm 5 cm).

4 Výsledky

4.1 Zkoumaný soubor

Celkem bylo testováno 7 osob mužského pohlaví. Průměrný Body Mass Index (BMI) byl naměřen 24 kg/m², což je hodnota na horní hranici normální hmotnosti. Dosažený technický stupeň všech respondentů byl 1. Dan, tedy černý pásek, symbolizující mistrovské zvládnutí juda. Tyto jednotlivé atributy jsou vypsány v následující tabulce (Tabulka 3).² Zároveň všichni testovaní uvedli, že judo na závodní úrovni provozují minimálně deset let.

(Tabulka 3) Atributy testovaných osob

IČ	Věk [r]	Váha [kg]	Výška [cm]	BMI [kg/m ²]	Technický stupeň
1	22	73	180	22,5	1. dan
2	27	83	181	25,3	1. dan
3	24	67	173	22,4	1. dan
4	25	85	187	24,3	1. dan
5	25	85	182	25,7	1. dan
6	19	65	168	23,0	1. dan
7	26	76	175	24,8	1. dan

Všechny testované osoby byly judisté na vrcholové úrovni z nichž tři byli členy reprezentačního výběru a jeden z nich se zúčastnil olympijských her. Další čtyři minimálně jednou startovali na mistrovství Evropy.

V době sběru dat probíhalo závodní období. Dovalil (2008) k tomu uvádí, že míra specifčnosti se zvyšuje spolu s blížícím se závodním obdobím. Z toho vyplývá, že tréninkové jednotky byly svým charakterem mimořádně podobné soutěžnímu zatížení.

² Atributy testovaných osob jsou označeny pouze identifikačním číslem (IČ), aby nemohlo dojít ke zneužití citlivých dat. V situaci kdy testovaná osoba bude chtít nahlédnout do svých výsledků a požádá o interpretaci, tak autor práce disponuje klíčem, který poslouží k přiřazení jednotlivých identifikačních čísel jejich majitelům. V celé práci se za každým IČ skrývá jedna jediná osoba a nejsou měněny.

4.2 Měření na soutěži

Měření proběhlo během jednoho dne na soutěži družstev. K zajištění všech potřebných dat byly potřeba minimálně tři osoby – doktor pro odběr krevních vzorků, jeho asistent pro měření tepové frekvence a zapisovač čistého a hrubého času jednotlivých zápasů včetně informace, jestli sledovaný jedinec vyhrál, nebo prohrál.

Počet zápasů testovaných jedinců se lišil s tím, že čtyři z nich absolvovali 5 zápasů, jeden 3 zápasy a dva zaznamenali pouze 2 zápasy.

V kontingenční tabulce (Příloha 3) jsou uvedeny čisté a hrubé doby trvání zápasu v sekundách, naměřené tepové frekvence před a po utkání a informace o vítězství nebo prohře sledované osoby.

4.2.1 Tepová frekvence

V následující tabulce (Tabulka 4) jsou vypsány tepové frekvence před utkáním, po utkání a pro lepší představu i jejich procentuální nárůst. Na řádcích jsou jednotlivé měřené osoby, ve sloupcích pak pořadí zápasu a naměřené hodnoty.

(Tabulka 4) Soutěžní tepové frekvence [BPM] a jejich nárůst [%]

IČ	1. zápas			2. zápas			3. zápas			4. zápas			5. zápas		
	Tep před	Tep po	%	Tep před	Tep po	%	Tep před	Tep po	%	Tep před	Tep po	%	Tep před	Tep po	%
1	100	167	67	118	146	24	118	165	40	120	172	43	110	171	55
2	126	164	30	121	165	36	119	168	41	-	-	-	-	-	-
3	106	144	36	110	145	32	107	105	-2	162	148	-9	137	152	11
4	100	160	60	118	160	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	97	156	61	118	160	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	110	159	54	108	166	21	116	130	53	111	170	0	146	147	0
7	89	137	54	100	135	35	90	93	3	90	136	51	97	150	55
Průměr	104	155	52	113	154	31	110	132	27	121	157	21	123	155	30

4.2.2 Doba zápasu

Hodnoty tepové frekvence po zápasu, případně její procentuální nárůst, může samo o sobě vypovídat o mnohém, jako například o kvalitě soupeře, o vyvinutém volním úsilí, o délce trvání zápasu, atp. Bližší výpověď nám tato statistika může ukázat až v souvislosti s délkou zápasu, která je uvedena v tabulce níže (Tabulka 5). V tabulce je uveden vždy hrubý a čistý čas v sekundách.³ Na předposledním řádku jsou průměrné časy jednotlivých zápasů. V posledním řádku je pak rozdíl, mezi hrubým a čistým časem. Tato hodnota logicky roste spolu s vyšší uplynulou dobou.

(Tabulka 5) Doba trvání jednotlivých zápasů v sekundách [s]

IČ	1. zápas		2. zápas		3. zápas		4. zápas		5. zápas	
	Čistý čas	Hrubý čas	Čistý čas	Hrubý čas	Čistý čas	Hrubý čas	Čistý čas	Hrubý čas	Čistý čas	Hrubý čas
1	60	60	68	82	52	72	82	96	300	397
2	300	458	300	406	120	275	-	-	-	-
3	292	381	300	433	27	27	300	510	300	363
4	258	341	308	319	-	-	-	-	-	-
5	300	411	300	406	-	-	-	-	-	-
6	280	370	275	417	27	27	300	522	227	285
7	300	516	411	469	40	46	225	282	205	254
Prům.	256	362	280	362	53	89	227	353	258	325
+ / -	107		81		36		126		67	

Doby trvání se ve čtyřech případech pohybují v průměru okolo 250 sekund čistého času, takže byl zápas v podstatě rozhodnut až v poslední minutě. Pouze ve třetím případě se stalo, že průměrný čistý čas nebyl ani jedna minuta. Tento fakt byl pravděpodobně zapříčiněn nižší výkonností úrovní soupeře. Tento jev ovšem

³ Čistý čas je takový, po který se závodníci aktivně perou. Jedno utkání trvá 5 minut čistého času, v případě že nedojde k ukončení zápasu před časovým limitem, nebo se vlivem nerozhodnutého skóre nepřejde do prodloužení. Hrubý čas je doba mezi faktickým začátkem zápasu až do jeho úplného skončení, tedy bez přerušení měření v době, kdy se zápasníci aktivně neperou během přerušení.

neovlivnil průměrnou pozápasovou tepovou frekvenci, která v tomto případě byla skoro stejně vysoká, jako tomu bylo u ostatních zápasu, které průměrně trvaly pětkrát déle.

I proto se korelace mezi tepovou frekvencí a délkou trvání u jednotlivých zápasu ukázala jako velice nízká a nekonzistentní a v žádném případě tak neukazuje na přímou souvislost mezi pozápasovou tepovou frekvencí a délkou jednoho judistického zápasu (Tabulka 6).

(Tabulka 6) Korelace mezi dobou utkání a tepovou frekvencí

	Korelace 1. zápas	Korelace 2. zápas	Korelace 3. zápas	Korelace 4. zápas	Korelace 5. zápas
Čistý čas a tep po	-0,52	-0,07	0,69	-0,34	0,66
Hrubý čas a tep po	-0,61	0,08	0,67	-0,15	0,79

4.2.3 Krevní laktát během soutěžního zatížení

Klidová krevní acidóza je u mužů standardně na hladině 0,5–2,0 mmol/l. Takovéto hodnoty a mírně vyšší byly naměřeny všem sledovaným osobám ještě před zahájením rozcvičování (Tabulka 7).

Zajímavým zjištěním pak je, že před každým dalším utkáním se hladina laktátu téměř stihla vrátit na počáteční hodnoty, vyjma posledního zápasu. U toho ale statistika nedisponuje dostatečným množstvím naměřených dat a může se jednat o odchylku způsobenou malým reprezentativním vzorkem.⁴ Nízká hladina laktátu před zápasem

⁴ Poznámka autora: Odběry krevního laktátu během soutěže byly z organizačních, časových a technických důvodů mimořádně náročné. Nezřídka nastala situace, kdy se závodník už měl prát, ale bylo potřeba odebrat vzorek. Pochopení pořadatelů jsme si vysloužili pouze po určitou mez, a proto se nám stalo, že v šesti případech jsme počáteční odběr nestihli provést právě z výše uvedeného důvodu. V jednom jediném případě se stalo, že hladinu laktátu jsme nezměřili po utkání a to konkrétně po prvním zápase závodníka s číslem 6.

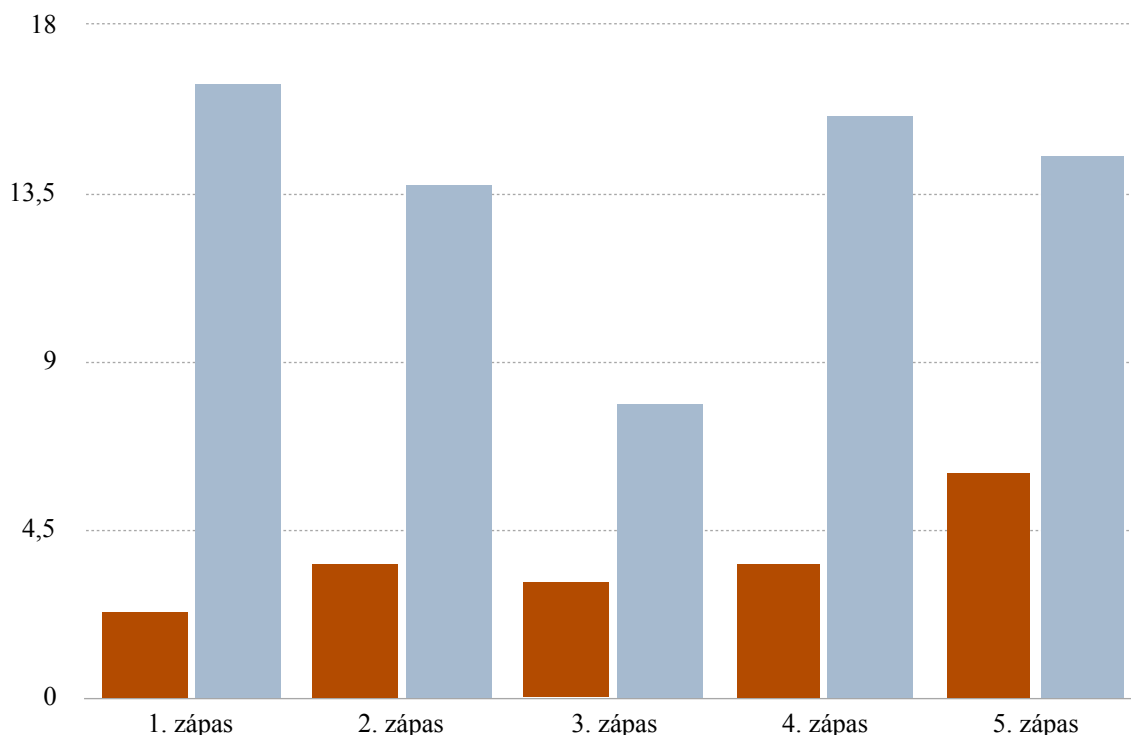
(okolo 4 mmol/l byla naměřena téměř ve všech případech všem bez ohledu na fakt, že někteří měli pauzu mezi utkáním pouhých 20 minut a někteří až hodinu.

Po převedení tabulkových údajů do grafu jsou vzrůstající a klesající tendence laktátové hladiny markantnější (Graf 3). Nicméně nejexponovanější vrcholy grafu ukazují na extrémní vychýlení acidózy od počáteční úrovně. Hned šest naměřených hodnot překročilo hranici 18 mmol/l laktátu v krvi. To ukazuje na vysokou míru anaerobně glykolitických procesů během jednoho judistického zápasu.

(Tabulka 7) Hladina krevního laktátu před a po zápasu [mmol/l]

IČ	1. zápas		2. zápas		3. zápas		4. zápas		5. zápas	
	Před	Po	Před	Po	Před	Po	Před	Po	Před	Po
1	2,7	9,6	1,2	4,3	1,6	4,0	5,0	9,1	3,6	9,9
2	2,9	11,9	x	14,6	4,5	20,0	-	-	-	-
3	1,7	20,0	x	16,4	3,1	3,4	x	13,8	x	11,3
4	1,9	20,8	4,4	15,4	-	-	-	-	-	-
5	2,6	16,0	2,4	13,6	-	-	-	-	-	-
6	2,3	x	x	17,9	3,1	8,2	3,3	21,7	x	18,4
7	2,1	19,8	6,2	13,5	3,2	3,9	2,6	17,9	8,4	18,2
Průměr	2,3	16,4	3,6	13,7	3,1	7,9	3,6	15,6	6,0	14,5

(Graf 3) Rozdíly mezi hladinou krevního laktátu před (červená) a po zápasu (modrá) [mmol/l]



Pomocí korelačních funkcí bylo zjištěno, že hladina krevního laktátu po zápasu nejvíce koresponduje s délkou utkání (Tabulka 8). Korelace se v těchto případech blíží hodnotě 1 ze všech nejvíce. Markantní rozdíl je zaznamenán pouze v posledním zápasu, kdy korelace dosahuje takřka absolutní nepřímé úměry.

(Tabulka 8) Korelace mezi dobou utkání a hladinou laktátu

	Korelace 1. zápas	Korelace 2. zápas	Korelace 3. zápas	Korelace 4. zápas	Korelace 5. zápas
Čistý čas a laktát po	0,56	0,86	0,93	0,68	-0,97
Hrubý čas a laktát po	0,63	0,75	0,89	0,75	-0,97

Ostatní korelace, které jsou uvedeny v přílohách (Příloha 4), naprosto nevykazují hodnoty, které by měly značit jakoukoliv souvztažnost.

Ačkoliv je dáno, že laktát se tvoří především při zatížení střednědobé délky a především submaximální intenzity, nebyla v tomto výzkumu nalezena žádná korelační závislost mezi TF a laktátovými proměnnými.

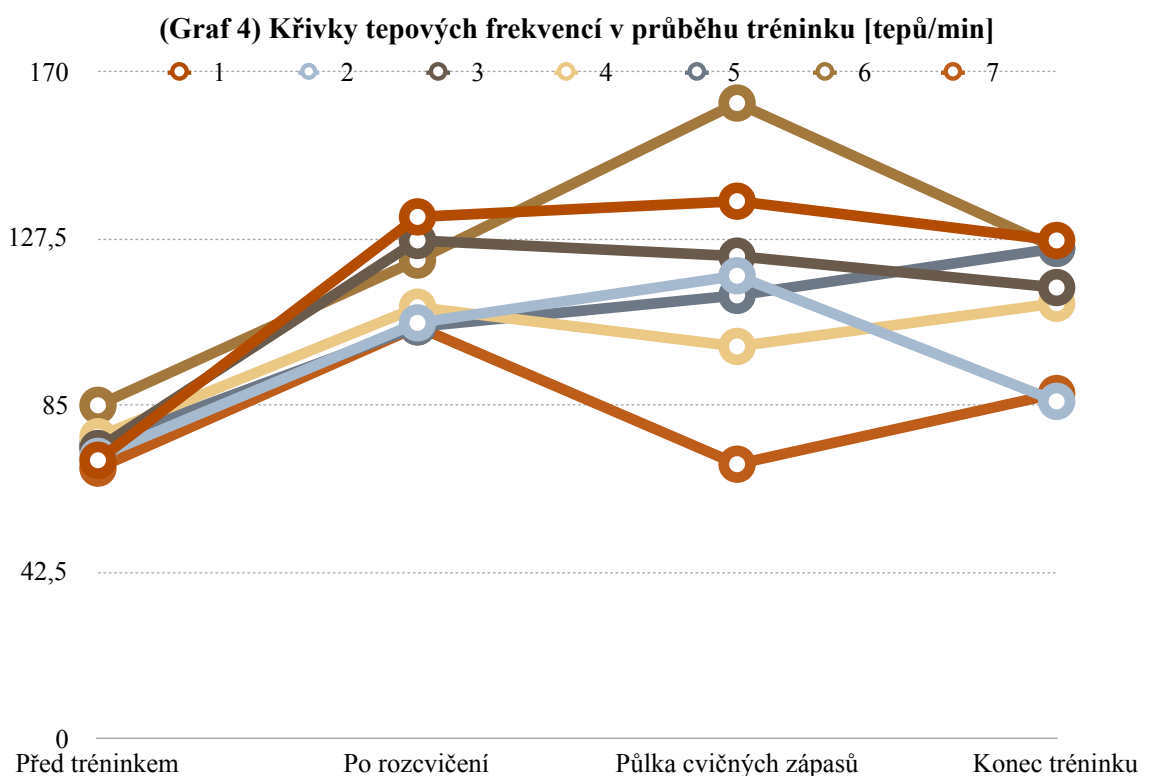
4.3 Měření na tréninku

Během tréninku se měřilo celkem čtyřikrát a vždy byla zaznamenána tepová frekvence a odebrán krevní vzorek na pozdější rozbor. Toto bylo uskutečněno před tréninkem, před cvičnými zápasy, v půlce cvičných zápasů (mezi 4. a 5. zápasem) a na konci tréninku.

Trénink proběhl v délce 105 minut. Rozcvičení trvalo 20 minut a obsahovalo dynamická a zahřívací cvičení, cvičné nástupy (uchi-komi) a cvičné hody (nage-komi). Cvičných zápasů bylo 8x5 minut.

4.3.1 Tepová frekvence

Tepová frekvence se průměrně udržovala v aerobní zóně, což má logické odůvodnění ve faktu, že trénink trvá necelé dvě hodiny a je nemožné kontinuálně pracovat po celou tuto dobu v anaerobní zóně.



Před tréninkem byla průměrná TF 75 tepů za minutu. Po rozcvičení se dostala na hodnotu 115 tepů/min a na této úrovni se držela až do posledního měření na konci tréninku (Tabulka 9).

(Tabulka 9) Tepové frekvence při tréninku [BPM]

IČ	Před tréninkem	Po rozcvičení	Půlka cvičných zápasů	Konec tréninku
1	71	133	137	127
2	72	106	118	86
3	74	127	123	115
4	77	110	100	111
5	75	105	113	125
6	85	122	162	125
7	69	105	70	88

V předešlém grafu (Graf 4) jsou také křivky jednotlivých sportovců, jak byly zaznamenány v průběhu tréninku.

Průměrná hodnota TF před tréninkem byla 75 (± 5), před cvičnými zápasy byl průměr TF 115 (± 11) a v půlce cvičných zápasů jen nepatrně vyšší, ale zato s velkou směrodatnou odchylkou 118 (± 27). Na konci tréninku byla průměrná TF 111 (± 5) (Příloha 5).

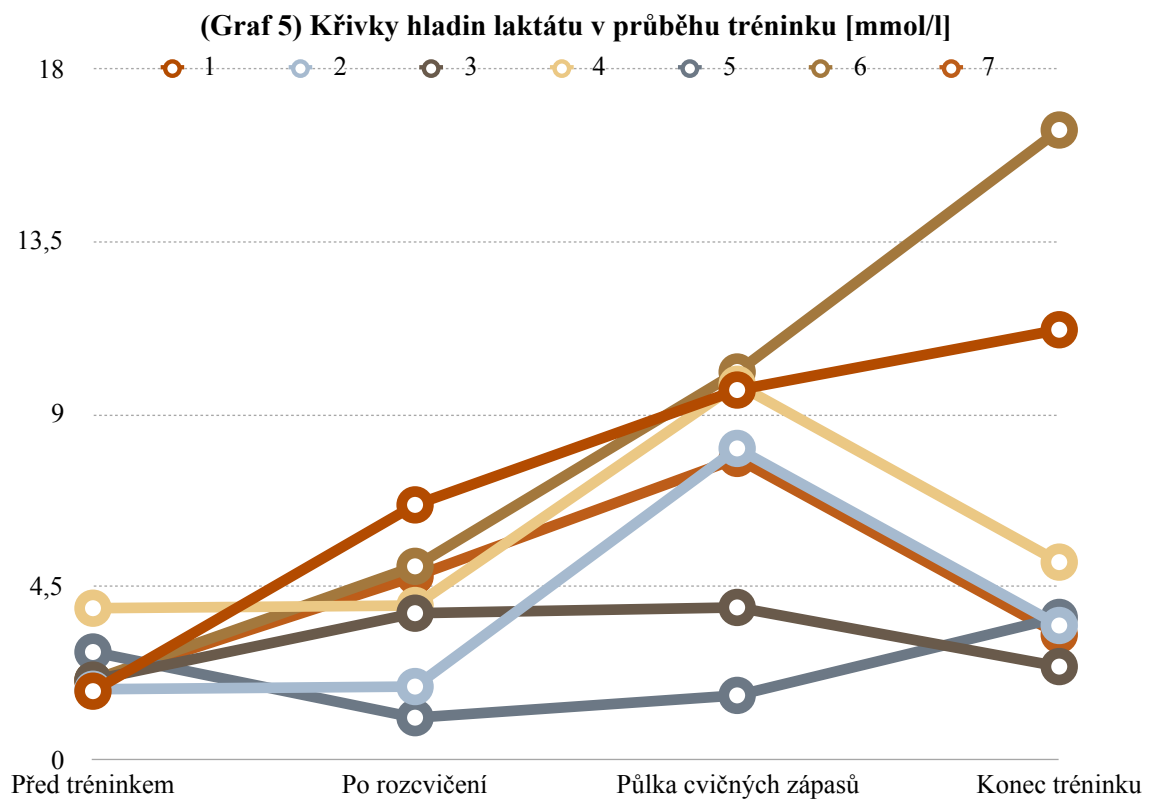
4.3.2 Krevní laktát během tréninku

Ačkoliv se v předešlé kapitole ukázalo, že tepová frekvence se ve většině případů držela v aerobní zóně, tedy v takové, při které by nemělo docházet k hromadění laktátu v těle, tak skutečnost byla taková, že hladina laktátu narostla téměř trojnásobně.

Průměrný laktát před tréninkem byl 2,4 mmol/l a po rozcvičení vzrostl jen nepatrně na průměrnou hodnotu 3,9 mmol/l. V půlce cvičných zápasů už byla průměrná hodnota 7,3 mmol/l a na konci tréninku klesla na 6,5 mmol/l.

Jednotlivé naměřené hodnoty ale nejsou tak homogenní, jak tomu bylo u tepové frekvence. Zde se do výsledku ještě více projevil vliv vyvinutého nasazení a volního úsilí sportovců.

Dva sportovci ze vzorku vůbec nepřekročili hladinu 4 mmol/l, zatímco jeden dosáhl hodnot 16,4 mmol/l na konci tréninku, což je hodnota srovnatelná se soutěžním zatížením (Tabulka 10).



(Tabulka 10) Hladina laktátu během tréninku [mmol/l]

IČ	Před tréninkem	Po rozcvičení	Půlka cvičných zápasů	Konec tréninku
1	1,79	6,64	9,63	11,20
2	1,84	1,91	8,11	3,50
3	2,08	3,82	3,97	2,43
4	3,95	4,02	9,78	5,15
5	2,81	1,10	1,68	3,71
6	2,08	5,04	10,10	16,40
7	2,06	4,78	7,85	3,26

Právě rozdílný přístup v nasazení ilustruje rozptyl, který je při měření před tréninkem nejmenší a roste s pokračujícím měřením až do konce tréninku, kdy je suverénně největší.

Nicméně tento velký rozptyl mají na svědomí především dva měřené subjekty, které trénovali s takovou intenzitou, že jejich hladina laktátu vzrostla nad 10 mmol/l, kdežto u ostatních byl průměr nízkých 4 mmol/l (Graf 5).

V následující tabulce (Tabulka) jsou korelace mezi tepovou frekvencí a hladinou laktátu, které ve většině případů nevykazují významnou závislost.

(Tabulka 11) Korelace mezi proměnnými

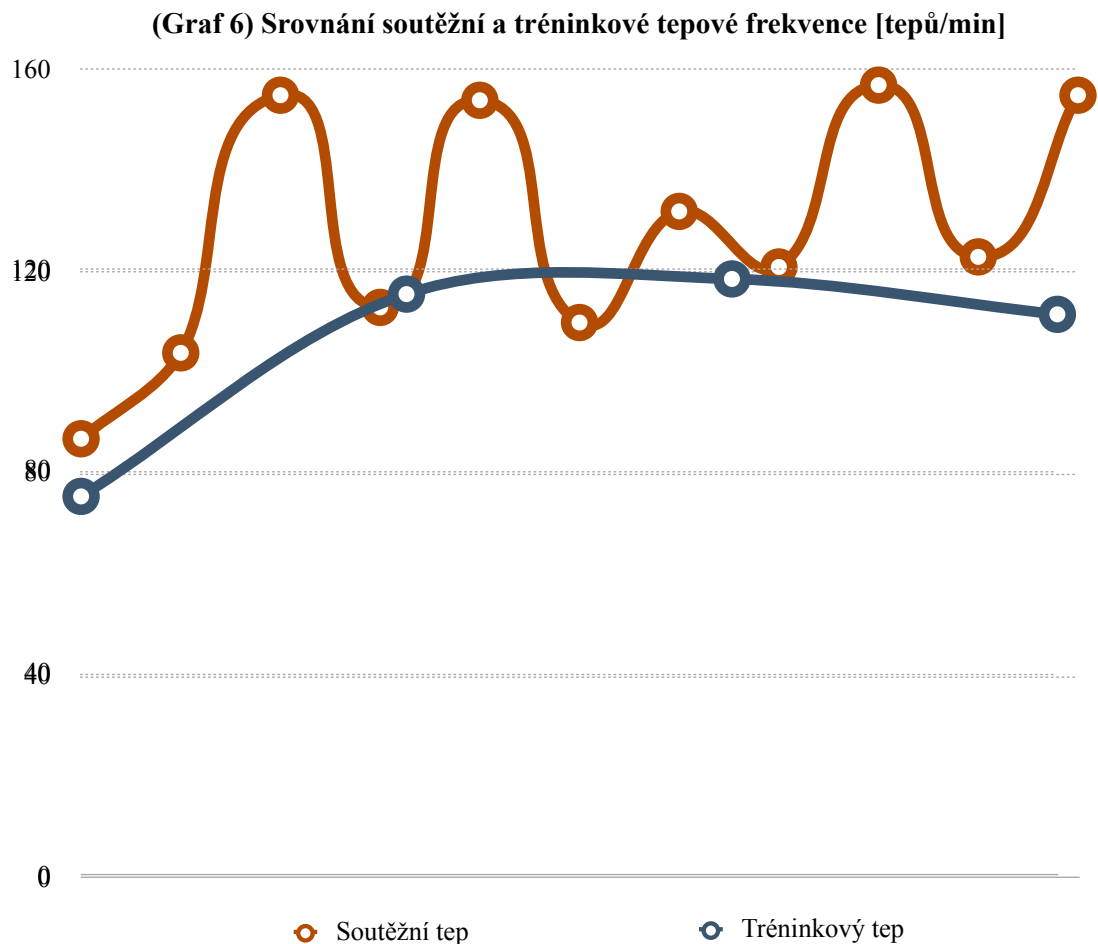
	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření
Tep a laktát	0,26	0,70	0,19	0,56

4.4 Srovnání mezi soutěží a tréninkem

Předešlé kapitoly informovaly o výsledcích měření na soutěži a na tréninku, nicméně stěžejním jádrem této práce je porovnání hladiny krevního laktátu vrcholových judistů při soutěžním a tréninkovém zatížení.

4.4.1 Srovnání tepové frekvence

Tepová frekvence na tréninku je spíše konstantní bez výrazných změn a tím se trénuje spíše aerobní vytrvalost. Průměrná tepová frekvence dosahuje maximálních hodnot 120 tepů/min. U mužů v tomto testování je to hodnota téměř přesně 60 % TFmax. Hodnota, ve které se trénují aerobní složky vytrvalosti.



U soutěžního grafického zpracování jsou zřetelné vlny zrychlení TF a následného uklidnění (Graf 6).

Je zřejmé, že se do soutěžní TF velkým způsobem promítá vynaložené volní úsilí a stresový faktor. Pěkným způsobem je toto ilustrováno klidovou tepovou frekvencí, kdy u měření před tréninkem byla TF pod 80 tepů/min, zatímco hodinu před prvním soutěžním zápasem byla hodnota TF nad 80 tepů/min a bezprostředně před zápasem dokonce 104 tepů/min. Navíc před každým dalším zápasem průměrná TF neklesla pod hranici 100 tepů/min, ačkoliv mezi zápasy byla dostatečně dlouhá doba (někdy až hodina) na uklidnění, během které se nahromaděná koncentrace laktátu odbourala na výchozí hodnoty.

Měření TF a odběr laktátu probíhal vždy před každým dalším zápasem a je proto možné, že to je příčina toho, proč průměrná TF v grafickém vyjádření neklesla pod zmiňovaných 100 tepů/min.

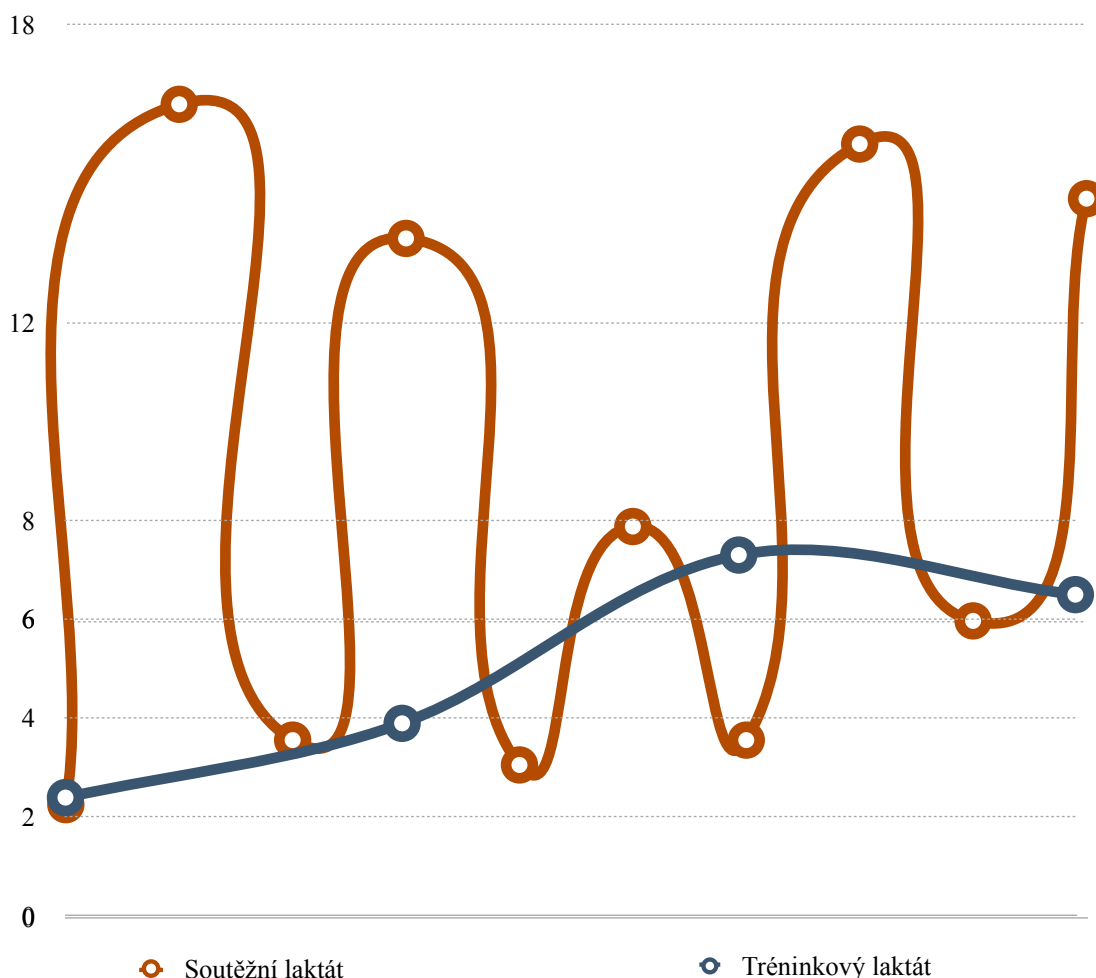
Při pohledu na graf srovnávající soutěžní TF a laktát a na graf v následující kapitole srovnávající tréninkový TF a laktát (Graf 7), můžeme pozorovat obdobné tendence. Laktát i tep při tréninku mají mírně vzestupnou tendenci a ke konci kulminují a sestupují, zatímco při soutěži má graf podobu sinusoidy, ve které jsou výšky vln ovlivňovány především kvalitou soupeře a délkou zápasu.

4.4.2 Srovnání hladiny laktátu

Křivka průměrných laktátu soutěže a tréninku a tréninku má podobný charakter jako předchozí srovnání TF, pouze s tím, že počáteční hodnota hladiny laktátu je v podstatě stejná a průměrné naměřené hodnoty během soutěže kolísaly v mnohem větším rozpětí (Graf 7).

Větší rozpětí je pravděpodobně způsobeno stresovým faktorem, který soutěž přináší a projevuje se právě na TF a nikoliv na kolísání laktátu. TF na závodech neklesla pod hranici 100 tepů/min, zatímco laktát se ve čtyřech případech vrátil téměř na počáteční úroveň (počáteční hladina byla průměrně 2,3 mmol/l a ve třech případech se vrátila na průměrných na 3,5 mmol/l) a tyto dva jevy se vzájemně neovlivnily.

(Graf 7) Srovnání soutěžní a tréninkové hladiny laktátu [mmol/l]



5 Diskuze

V diskuzní části se nabízí několik otázek. Jedna z nich je, proč v žádném případě nekorelovala tepová frekvence s naměřenou hladinou laktátu. V prvním zápase byla korelace mezi pozápasovou TF a pozápasovým laktátem dokonce záporná (-0,73) (Příloha 4) a to i přesto, že průměrná doba strávená zápasem činila 256 s, respektive 362 s. To je dost dlouhá doba na to, aby měla dlouhodobě vysoká TF vliv na hladinu laktátu.

Odpověď můžeme hledat ve faktu, že byli měřeni vrcholoví sportovci až po zápase, tedy ne okamžitě ani ne průběžně. Doba, mezi kterou se sportovec dopral, upravil si kimono a přišel na měření, mohla bohatě postačit k tomu, aby se srdeční rytmus dostatečně uklidnil a tím přispěl ke zkreslení získaných dat.

I proto byl ve třech případech zaznamenán negativní procentuální nárůst tepové frekvence, což je zjevně chybná informace, jelikož v jednom z těchto případů strávil závodník celých pět minut aktivním praním se a s pozápasovým laktátem 13,4 mmol/l (Příloha 3).

Také nízké hodnoty tepové frekvence po celou dobu tréninku mohou být zkreslené tím, že mezi koncem cvičení a měřením byla delší prodleva.

Podle Weinlicha (2006) je největší aktivita zápasníků v 1. až 3. minutě, ve čtvrté je spíše taktizování a šetření sil na poslední minutu. I proto je možné, že délka zápasu nekoresponduje vždy s vyšší hladinou laktátu.

Pro trenéry je, zdá se, i přesto nejlepším ukazatelem pro odhadnutí zakyselení svého svěřence doba zápasu a nezáleží, jestli bude vycházet z čistého, nebo hrubého času (Příloha 4).

Jiná situace je při tréninku, kde trenér může průběžně sledovat tepovou frekvenci svěřenců, stejně tak jako může optimálně dávkovat doby trvání. Realita je ale taková, že se sledování TF a optimalizování doby trvání uskutečňuje jen při kondičních trénincích, zatímco při těch zaměřených na cvičné zápasy (randori) se zpravidla vždy trénuje stejně dlouho. Liší se pouze nepatrně doby trvání jednotlivých cvičných zápasů (randori) a jejich počet.

Pokaždé je otázka, v jakém tréninkovém cyklu se sportovec nachází a jaký má být cíl tréninku, ale faktem je, že při tréninku nelze účinně rozvíjet anaerobní vytrvalost a práci s laktátem, pokud se bude neustále trénovat jen dvě hodiny v kuse a jisté tréninky se přizpůsobí této potřebě. Řešením může být poměrové navýšení počtu randorových tréninků po vzoru Kanady, Japonska nebo Mongolska, kdy některé tréninky budou věnované spíše dlouhotrvající zátěži bez výrazného zapojení anaerobního krytí a některé budou kratší a intenzivnější s cílem vyššího zapojení anaerobních procesů.

Pokud je ovšem cílem všech randorových tréninků trénovat aerobní vytrvalost, pak je tato cesta optimální, ale například Dovalil (2008) tvrdí, že právě dlouhodobá aerobní vytrvalost by měla být trénována v přípravném období, zatímco v soutěžním, ve kterém se trénink v době měření nacházel, byl měl být zkrácen (pro potřeby tréninku juda klidně na hodinu) a s vyšší intenzitou.

Dalším důvodem, proč hodnoty nekorelovaly, mohl být nízký počet testovaných osob a malá homogenita vzorku. Pro skutečně přesvědčivé testování by bylo třeba více než 7 osob, ale tím by se musel adekvátně zvýšit počet výzkumníků, především pak těch, kteří jsou kvalifikovaní k odběru krevních vzorků.

Homogenita vzorku probandů byla v tom, že všichni byli na vrcholové sportovní úrovni, ale jejich věkové rozpětí bylo 8 let a zároveň měli rozdílné hmotnosti. Nejlehčí měřený judista startoval ve váze do 66 kg a nejtěžší ve váze do 90 kg.

S tím souvisí otázka ad 4.3.2 Krevní laktát během tréninku, proč se někteří sledovaní zakyselili mnohem více, než ostatní, respektive proč byla nejnižší naměřená hodnota 2,4 mmol/l (zcela stejná jako průměr měření před tréninkem) a nejvyšší 16,4 mmol/l (také zcela stejná jako nejvyšší naměřená průměrná hodnota pozápasového laktátu). Důvod je zcela jistě v intenzitě, s jakou všichni měření sportovci trénovali. Na vině zde může být buď svěřenec, který se záměrně vyhýbá většímu nasazení, nebo trenér, který není schopen dohlédnout na všechny zúčastněné, aby všichni vyvíjeli stejnou míru intenzity.

Péterová, Štefanský, Bielik (2013) ve svém výzkumu na dvou slovenských juniorských reprezentantech rovněž zjistili, podle nich signifikantní rozdíl mezi

laktátovými hodnotami při tréninku a při soutěži. Jejich výsledek průměrného laktátu v tréninku 4,11 (\pm 1,5) mmol/l je srovnatelný s výsledky této práce (5 mmol/l), ale pozápasový výsledek naměřili pouhých 6,9 (\pm 2,1) mmol/l, což je v porovnání s průměrným pozápasovým výsledkem této studie (13,6 mmol/l) velice malé číslo a je srovnatelné pouze s průměrnou hodnotou 7,9 mmol/l po 3. zápasu.

Bartík a Adamčák (2014) měřili 7 judistů během randorového tréninku a jako nejvyšší hodnotu naměřili 8 mmol/l. Tato studie naměřila při tréninku nejvyšší hodnotu 16,4 mmol/l a to je diametrální rozdíl. Ale jak sami zmiňovaní autoři uvádějí, jejich hodnoty zdaleka nedosahují průměrů jiných studií. Degoutt (2003) naměřil hodnotu 12,3 mmol/l (Degoutte, 2003), Žára (1989) naměřil 12,4 mmol/l (Žára, 1989) a Zbigniew (2010) naměřil 12–13,4 mmol/l (Zbigniew, 2010). Tyto hodnoty jsou ale naopak mnohem vyšší, než je průměr této studie a velice se přibližují průměrnému pozápasovému výsledku 13,6 mmol/l.

Je možné, že výše uvedené studie, které vykázaly mnohem vyšší laktátový průměr na tréninku, měřily ve chvíli, kdy probandi zápasili s mnohem vyšší intenzitou a nasazením než tomu bylo v této studii.

Zde je namístě opět výše položená otázka, kdo za malé nasazení judistů může, jestli sám svěřenec, nebo trenér.

Výsledky této práce byly velice podobné studii, která zkoumala rozdíl hladiny laktátu mezi vrcholovými a klubovými zápasníky (Karninčić, Tocilj, Uljević, Erceg, 2009). Jejich pozápasový výsledek laktátu (n=10) byl 12,55 mmol/l u vrcholových zápasníků, respektive 13,23 mmol/l u klubových zápasníků (n=10). To mimo jiné značí i rozdíl v hromadění laktátu mezi rozdílně trénovanými jedinci. V téže studii zápasníků byla předzápasová hodnota laktátu naměřena velice podobná předzápasové hladině judistů (2,6 mmol/l a 2,3 mmol/l). Vysvětlení našli v tom, že méně trénovaní zápasníci získávají energii spíše z anaerobně glykolitických procesů, než je tomu u zápasníků s vrcholovou trénovaností, kteří efektivněji a rychleji využívají aerobní procesy.

Laktát během judistické soutěže měřili i Laskowski, Kujach, Smaruj, Grzywacz, Łuszczuk, Marek, Ziemann (2012), kteří měřili jediného závodníka a během jednoho dne získali data z pěti jeho zápasů. Ve třech zápasech byla závodníková naměřená

hladina krevního laktátu nad 20 mmol/l, konkrétně to bylo 21,3 mmol/l, 21,5 mmol/l, a 25,1 mmol/l. Poslední uvedené hodnoty nedosáhl v našem měření nikdo v žádném zápase, ale dalších dvou hodnot se naši závodníci přiblížili celkem čtyřikrát. Nutno zmínit, že ve studii brali v úvahu i délku zápasu, počet a frekvenci útoků a nevykázali žádnou vztažnost mezi těmito proměnnými. Naopak uvádějí, že do procesu vstupují další faktory, které tvorbu laktátu ovlivňují.

Štefanovský, Péterová, Bielik (2015), kteří měřili laktát dvěma slovenským reprezentantům v judu, tvrdí, že odbourávání laktátu je relativně pomalý proces a trvá přibližně 15 až 20 minut než se nahromaděná koncentrace dostane na svou poloviční hodnotu. V souvislosti s tím je chybou této práce, že nezaznamenala dobu odpočinku mezi zápasy, protože po prvních třech zápasech klesla průměrná hodnota na čtvrtinu. Pouze před pátým zápasem byla průměrná hladina pouze 50 % nahromaděné koncentrace ze čtvrtého kola.

V kontextu předchozích řádků je nasnadě otázka, proč všichni testovaní vykazovali velice rychlé návraty hodnot hladiny laktátu v krvi na minimální úroveň i přes to, že tento proces by měl trvat více než hodinu (Di Massi, 2007).

Možná odpověď se může skrývat v adaptaci vrcholových judistů na specifický typ zatížení, nebo také vysoké trénovanosti jedinců, jejichž organismus je schopen velice rychle využít nahromaděný laktát a připravit tak tělo na další očekávanou zátěž.

Tuto myšlenku by také bylo záhodno realizovat ve výzkumném projektu, který by, podobně jako studie Karninčiče, Tocilje, Uljeviće, Ercega (2009), monitoroval zvýšenou koncentraci a následnou rychlost odbourávání laktátu z krve u judistů a tyto údaje porovnával mezi judisty na vrcholové úrovni (reprezentační družstvo) a judisty na klubové úrovni. Na základě těchto údajů by se mohl postavit koncept dlouhodobého zdravotnického sledování judistů zařazených do reprezentačního družstva.

Skrytým úkolem v pozadí této práce bylo poukázání na problematiku vyhodnocování efektivity tréninků, která je v některých případech omezena pouze na rovnici: *Úspěch na soutěži = Efektivní trénink.*

K vyhodnocování efektivity tréninků by mělo sloužit více faktorů, protože samotné motorické testy měří jen část komplexu sportovní výkonnosti a úspěch na soutěži neznamená vždy, že předešlé tréninky měly maximální možnou efektivitu. Sledováním fyziologických parametrů svěřenců, jako jsou například již několikrát zmiňované hladiny laktátu, glukózy, atp., a především pak následnou a uvědomělou prací trenéra s daty, nevyhnutelně dojde k lepšímu poznání svěřenců a optimalizaci tréninkového procesu.

6 Závěr

V této práci jsme se zabývali hladinami nahromaděného laktátu v krvi během soutěžního a tréninkového zatížení. Výsledky testování jsme posléze konfrontovali jak mezi sebou navzájem, tak s výsledky jiných studií.

Prvotní předpoklad práce byl, že tréninkové zatížení nebude v laktátové odpovědi dosahovat takových hodnot jako soutěžní zatížení, což se ukázalo jako pravdivý předpoklad.

Bylo zjištěno, že během soutěžního zatížení stoupá laktát výrazným rozdílem více, než je tomu u tréninkového zatížení. Přičemž dochází k rychlým nárůstům do extrémních hodnot (až nad 20 mmol/l) a jeho následné odbourání během relativně krátké doby.

Oproti tréninkovému zatížení vstupuje do výsledku více různých faktorů, ať už je to kvalita soupeře, délka utkání, nebo stresový faktor, který se ale mnohem více projevuje na tepové frekvenci.

Tréninkové zatížení má charakter vzestupné tendence do půlky cvičných zápasů (randori), kde nachází svůj vrchol a ke konci tréninku mírně klesá. Tato hodnota rámcově koresponduje s tepovou frekvencí, která se během tréninku drží na hodnotě 60 % TFmax, avšak obě tyto hodnoty zdaleka nedosahují hodnot, které byly naměřeny v době soutěže.

Dále bylo zjištěno, že laktát naměřený po tréninku zdaleka nedosahoval hodnot jiných studií, čímž se otevírají možnosti pro další výzkumy, které by dlouhodobě měřily laktát během dlouhotrvajících tréninků s nižší intenzitou a tréninků kratších s vyšší intenzitou.

Co se laktátu během soutěžního zatížení týče, našel tento výzkum podobnost pouze s pozápasovým laktátem u vrcholových zápasníků. V jedné polské studii byly naměřeny koncentrace krevního laktátu nad 20 mmol/l, přičemž v další zahraniční studii, tentokrát ze Slovenska, nebyla naměřená hodnota vyšší než 9 mmol/l.

V diskuzní části byl nastíněn problém délky tréninku, která z podstaty nedovoluje dosáhnout vyšší tepové frekvence a tím je negativně ovlivněna možnost

adaptace sportovce na vyšší kyselost organismu a optimalizace práce s odbouráním nahromaděného laktátu. A ačkoliv tuto úlohu do značné míry supluje kondiční trénink, tak podle Blaise a Trillese (2006) nemůže judistický trénink dokonale nahradit (Blais, Trilles, 2006).

Je všeobecně známo, že nejlepším tréninkem je soutěž. Vyplývá z toho, že zkrácení doby randorových tréninků s nutností zvýšit jejich intenzitu může pozitivně přispět k lepší trénovanosti sportovců v průběhu závodního období, jelikož je takto postavený trénink svým fyziologickým i sportovním charakterem více podobný soutěžnímu zatížení. Toto ovšem musí být prováděno s uvědomělým a citlivým způsobem, aby nedošlo k přílišnému nahromadění laktátu v krvi do takového množství, které by už sportovec nebyl schopen efektivně a včas (před dalším zatížením) odbourat, a aby se díky tomu nemusel potýkat s chronickou únavou způsobenou přetížením.

Vzhledem ke statistické významnosti by bylo do budoucna rozhodně přínosnější měřit více osob, které absolvují stejný počet zápasů a bude se sledovat i doba strávená mezi zápasy. Podle Pavelky a Reinderse (2015) se bojové sporty vyznačují tím, že u nich nelze dopředu předvídat pohybový vzorec (Pavelka, Reinder, 2015). Pro svou náročnost a nevypočitatelnost délky jednoho zápasu, kvality soupeře, vyvinuté volní úsilí, popřípadě postup v turnajovém pavouku, je judo v nevýhodném postavení v tom smyslu, že se předešlé proměnné nedají predikovat a jsou nestálé (vyšší počet závodníků by však tuto možnou statistickou nahodilost eliminoval).

Trenér by také měl spolupracovat s lékařem, který mu pomůže lépe poznat nároky a limity organismů svých svěřenců, protože tělo každého má pro tvrdou zátěž jiné predispozice.

Právě proto je tato práce věnována především trenérům, kteří budou chtít nahlédnout hlouběji do problematiky anaerobního zatížení a koncentraci krevního laktátu během tréninkového a soutěžního zatížení a optimalizovat tím efektivitu tréninků.

Skutečnost je taková, že řízení tréninku je velmi obtížný úkol, protože lidský organismus je nesmírně složitý systém a každý jedinec reaguje na podnět jiným způsobem. Je proto potřeba nebrat výsledky této studie jako dogma, ale spíše se zaměřit

na individuální přístup trenéra, který dokonale zná své svěřence, aby u nich dokázal vyvolat optimální adaptaci na zátěž, a aby výsledek nebyl buď nedostatečná trénovanost, nebo naopak přetrénování.

Použité zdroje

1. AZEVEDO, P., DRIGO, A., CARVALHO, M., OLIVEIRA, J., NUNES, J., BALDISSERA, V., PEREZ, S. *Determination of judo endurance performance using the Uchi-Komi technique and an adapted lactate minimum test*. JSSM:2007, 6 (CSSI-2). 10-14.
2. BARTÍK, P., ADAMČÁK, Š. *Laktátová odozva na tréningové zaťaženie v džude a v zápase*. Banská Bystrica, 2014. ISBN 978-80-557-0810-2.
3. BARTÍK, P., ADAMČÁK, Š. *Monitoring the Response of Judoists' Organisms To Training Load*. European Journal of Physical Education and Sport. Vol. 6, No. 4, pp. 208-213, 2014.
4. BARTŮŇKOVÁ, S. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. Praha: Karolinum 2010. ISBN 978-80-246-1817-3.
5. BIRCHER, S., KNECHTE, B. *Relationship between fat oxidation and lactate threshold in athletes and obese women and men*. Journal of Sports Science and Medicine: 2004, 3, s. 174–181.
6. BLAIS, L., TRILLES, F. *The progress achieved by judoka after strength training with a judo-specific machine*. Journal of Sports Science and Medicine: 2006, CSSI, s. 132–135.
7. ČESKÝ SVAZ JUDO. *Pravidla* [Online]. 2015, [cit. 12. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.czechjudo.org/lexikon-juda>.
8. ČESKÝ SVAZ JUDO. *Zkušební řád* [Online]. 2016 [cit. 22. 3. 2016]. Dostupné z: http://www.czechjudo.cz/Files/1/Documents/kolegium_danu/.
9. DEGOUTTE, V. *Energy demands during a judo match and recovery*. British Journal of Sports Medicine: 2003, 3, s. 25–28.
10. DI MASI, F., VALE, R., DANTAS, E., BARRETO, A., NOVAES, J., REIS, V. *Is blood lactate removal during water immersed cycling faster than during cycling on land?* Journal of Sport Science and Medicine: 2007, 6, s. 188–192.

11. DOVALIL, J. *Lexikon sportovního tréninku*. Praha: Karolinum 2008. ISBN 978-80-246-1404-5.
12. DOVALIL, J. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia 2002. ISBN 80-7033-760-5.
13. EIGLOVÁ, A. *Tvorba laktátu u sportovců jako faktor pro hodnocení trénovanosti*. Hradec Králové, 2009. 102 s., Diplomová práce na PF UHK. Vedoucí práce Hynek Dostál.
14. FOJTÍK, I. *Judo*. Praha 1975, Diplomová práce na UK FTVS, vedoucí práce Jiří Koblíček.
15. FOJTÍK, I. *Základní úpoly a úpolové sporty*. Praha, 1996. ISBN 80-7040-204-0.
16. HAMAR, D. *Diagnostika trénovanosti*. Bratislava: Univerzita Komenského, 1985. 120s.
17. HARTL P., HÁRTLOVÁ, H. *Psychologický slovník*. Praha: Portál, 2000. ISBN 80-7178-303-1.
18. IJF. *Federations* [Online]. 2016 [cit. 2016-3-24]. Dostupné z: <http://ijf.org>.
19. JANSSEN, P. *Lactate threshold training*. Leeds: Human Kinetics, 2001. ISBN 978-0736037556.
20. JUDOBASE.ORG. *Country ranking* [Online]. 2016, [cit. 2016-3-22]. Dostupné z: <http://www.judobase.org/#/medals/country>.
21. JUDOINFO.COM. *Did you know?* [Online]. 2016, [cit. 2016-3-22]. Dostupné z: <http://judoinfo.com/announce.htm>.
22. KARNINČIĆ, H., TOCLJ, Z., ULJEVIĆ, O., ERCEG, M. *Lactate profile during Greco-Roman wrestling match*. *Journal of Sports Science and Medicine*: 2009, 8(CSSI 3), s. 17–19.
23. KODANSHA. *Illustrated Kodokan Judo*. Danippon: Tokyo, 1970.
24. KUČERA, V., TRUSKA, Z. *Běhy na střední a dlouhé tratě*. Praha: Olympia, 2000. ISBN 80-7033-324-3.

25. LAMBERT, M.I., MBAO, Z.H., GIBSON, A.S.C. *Heart rate during training and competition for long-distance running*. Journal of sport science: 1998, 16, s. 85–90.
26. LASKOWSKI, R., KUJACH, S., SMARUJ, M., GRZYWACZ, T., ŁUSZCZYK, M., MAREK, A., ZIEMANN, E. *Lactate concentration during one-day male judo competition: A case study*. Department of Physiology, Gdańsk University of Physical Education and Sport. Gdańsk, 2012. Volume 8, Issue 1, s. 51–57.
27. NAUZA, M. *Únava známá i neznámá* [Online]. 1999 [cit. 2016-3-22]. Dostupné z: <http://www.imunologie.cz/unavovy-syndrom.html>.
28. NEUMANN, G., PFUTZNER, A., OTTENROTT, K. *Trénink pod kontrolou*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0947-3.
29. NEVILLE, A. *Interesting facts about judo: Know your sport!* [Online]. 2015 [cit. 2016-3-22]. Dostupné z: <http://www.myjudotechniques.com/interesting-facts-about-judo-know-your-sport/>.
30. PAVELKA, R., REINDERS, A. *Kondiční trénink pro bojové sporty*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-5416-1.
31. PAVELKA, R., STICH, J. *Vývoj bojových sportů*. Praha: Karolinum 2012. ISBN 978-80-2462-018-3.
32. PÉTEROVÁ, A., ŠTEFANOVSKÝ, M., BIELIK, V., KRUČANICA, L. *Utjecaj trenážnog i natjecateljskog opterećenja na organizam judaša*. Kondicijska priprema sportaša Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu. Záhřeb, 2014. s. 549–551.
33. REGULI, Z. *Judo na Olympijských hrách*. Brno 2011, Disertační práce na MU.
34. SEKIR, U., ÖZYENER, F., GÜR, H. *Effect of time of day on the relationship between lactate and ventilatory thresholds*. JSSM: 2002, 1. s. 136–140.
35. ŠKORPIL, M. *TF-laktát-aerobní práh-bod varu* [online]. 2010, [cit. 2016-3-11]. Dostupné z: <http://www.bezeckaskola.cz/clanek-681-tf-laktat-aerobni-prah-bod-varu.html>.

36. ŠTEFANOVSKÝ, M., PÉTEROVÁ, A., BIELIK, V. *Sledovanie odozvy organizmu na tréningové a súťaženie v džude*. Univerzita Komenského v Bratislave, 2015. VEGA č. 1/0503/11, 7s.
37. VELE, T. *Metodika nácviku juda pro začátečníky*. Turnov 2000, Diplomová práce na ZČU v Plzni. Vedoucí práce Karel Kříž.
38. VOJTĚCHOVSKÝ, O. *Tajemství superkompensace* [Online]. 2011 [cit. 2016-3-24]. Dostupné z: <http://www.sportvital.cz/sport/trenink/superkompensace/tajemstvisuperkompensace-i/>.
39. WEINLICH, L. *Změny pravidel a jejich vliv na vývoj juda*. Brno, 2006. 48 s., Bakalářská práce na FSS MU. Vedoucí práce Zdenko Reguli.
40. ZBIGNEW, O. *Studies on lactate peak in blood following judo match* [Online]. Journal of Combat Sports and Martial Arts, Volume 1, Number 2, 2010. [citované 21. 3. 2016] Dostupné z <http://combatsports.edu.pl/abstracted.php?level=5&ICID=>.
41. ZIV, G., LIDOR, R. *Psychological preparation of competitive judokas*. JSSM: 2013, 12. s. 371–380.
42. ŽÁRA, J. *Objektivizace intenzity tréninkových zatížení judistů* [Metodický dopis]. UV ČSTV, Praha, 1989, 35s.

Seznam tabulek, grafů a obrázků

- (Tabulka 1) Vymezení vytrvalostních schopností podle převážné aktivace energetických systémů (Dovalil, 2008)
 - (Tabulka 2) Časový průběh regenerace po sportovním zatížení (Neumann, 2005)
 - (Tabulka 3) Atributy testovaných osob
 - (Tabulka 4) Soutěžní tepové frekvence [BPM] a jejich nárůst [%]
 - (Tabulka 5) Doba trvání jednotlivých zápasů v sekundách [s]
 - (Tabulka 6) Korelace mezi dobou utkání a tepovou frekvencí
 - (Tabulka 7) Hladina krevního laktátu před a po zápasu [mmol/l]
 - (Tabulka 8) Korelace mezi dobou utkání a hladinou laktátu
 - (Tabulka 9) Tepové frekvence při tréninku [BPM]
 - (Tabulka 10) Hladina laktátu během tréninku [mmol/l]
 - (Tabulka 11) Korelace mezi proměnnými
-
- (Graf 1) Způsob energetického krytí v judu (Kapounková, 2000)
 - (Graf 2) Příklad lineární a exponenciální laktátové křivky
 - (Graf 3) Rozdíly mezi hladinou krevního laktátu před (červená) a po zápasu (modrá) [mmol/l]
 - (Graf 4) Křivky tepových frekvencí v průběhu tréninku [tepů/min]
 - (Graf 5) Křivky hladin laktátu v průběhu tréninku [mmol/l]
 - (Graf 6) Srovnání soutěžní a tréninkové tepové frekvence [tepů/min]
 - (Graf 7) Srovnání soutěžní a tréninkové hladiny laktátu [mmol/l]
-
- (Obrázek 1) Somatotyp judistů. Zelená – muži, červená – ženy. Světlý odstín – lehké váhy, tmavý – těžké váhy (Kapounková, 2010)
 - (Obrázek 2) Chemický vzorec kyseliny mléčné (Eiglová, 2009)
 - (Obrázek 3) Tvorba laktátu (Bartůňková, 2014)

Přílohy

Seznam příloh

- Příloha 1

Vyjádření etické komise UK FTVS

- Příloha 2

Vzor informovaného souhlasu

- Příloha 3

Kontingenční tabulka – soutěž

- Příloha 4

Korelace proměnných Kontingenční tabulky – soutěž

- Příloha 5

Kontingenční tabulka – trénink

Příloha 1 – Originál vyjádření etické komise

Informovaný souhlas

Výzkum pro diplomovou práci

Praha - 5. října 2015

Dobrý den,
byl jste osloven Bc. Janem Ječmínkem s žádostí o účast na výzkumu pro diplomovou práci na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy.

Cílem testování je porovnat hladinu laktátu vrcholových judistů mezi soutěžním a tréninkovým zatížením.

První část testování proběhne během soutěže, kdy vám bude odebírána krev z prstů a změřena tepová frekvence před a po zápasu. Počet odběrů se bude lišit v závislosti na vašem počtu zápasů, maximálně však 10. Druhá část výzkumu proběhne při zápasovém tréninku. Odběry krve bude provádět MUDr. Karel Musil, který bude zároveň dohlížet na bezpečnost.

Odběr krve se provádí propíchnutím kůže na prstu ruky sterilní jehlou, načež se pipetou odsaje kapka krve a postižené místo následně zalepí páskou. Může to být tedy náročnější pro osoby trpícími strachem z jehel, nicméně celý proces je téměř bezbolestný.

Odměnou pro účastníky výzkumu je lepší poznání svého těla a jeho fyziologických vlastností prostřednictvím výsledku testování.

Níže podepsaní souhlasí s participací na výzkumu s tím, že jejich data nebudou nijak zneužita.

Jméno	Datum	Podpis
Jan Ječmínek	5. 10. 2015	
Jaromír Musil		
Jan Zavadil		
Jakub Ječmínek		
Jindřich Turek		
Michal Černý		
Václav Sedmidubský		

Příloha 3 – Kontingenční tabulka – soutěž⁵

IČ		1	2	3	4	5	6	7						
Jméno									Průměr	Minimum	Maximum	Počet hodnot	Rozptyl	Směrodatná odchylka
Před rozcvičením	Klidový tep	88	85	102	81	90	95	70	87	70	102	7	90	9
	Čistý č.	60	300	292	258	300	280	300	256	60	300	7	6 586	81,2
1. zápas	Hrubý č.	60	458	381	341	411	370	516	362	60	516	7	18 200	134,9
	Rozdíl času	0	158	89	83	111	90	216	107	0	216	7	3 876	62,3
	Tep před	100	126	106	100	97	110	89	104	89	126	7	119	10,9
	Tep po	167	164	144	160	156	159	137	155	137	167	7	102	10,1
	% nárůst	67	30	36	60	61	54	51	51	30	67	7	159	12,6
	Laktát před	2,7	2,9	1,7	1,9	2,6	2,3	2,1	2,3	1,7	2,9	7	0	0,4
	Laktát po	9,6	11,9	20,0	20,8	16,0	-	19,8	16,4	9,6	20,8	6	49	7,0
2. zápas	Čistý č.	68	300	300	308	300	275	411	280	68	411	7	9 159	95,7
	Hrubý č.	82	406	433	319	406	417	469	362	82	469	7	14 805	121,7
	Rozdíl času	14	106	133	11	106	142	58	81	11	142	7	2 513	50,1
	Tep před	118	121	110	118	118	108	100	113	100	121	7	49	7,0
	Tep po	146	165	145	160	160	166	135	154	135	166	7	120	11,0
	% nárůst	24	36	32	36	36	21	35	31	21	36	7	34	5,9
	Laktát před	1,2	-	-	4,4	2,4	-	6,2	3,6	1,2	6,2	4	5	2,3
Laktát po	4,3	14,6	16,4	15,4	13,6	17,9	13,5	13,7	4,3	17,9	7	17	4,1	
3. zápas	Čistý č.	52	120	27	-	-	27	40	53	27	120	5	1 436	37,9
	Hrubý č.	72	275	27	-	-	27	46	89	27	275	5	7 977	89,3
	Rozdíl času	20	155	0	-	-	0	6	36	0	155	5	2 826	53,2
	Tep před	118	119	107	-	-	116	90	110	90	119	5	2 554	50,5
	Tep po	165	168	105	-	-	130	93	132	93	168	5	4 229	65,0
	% nárůst	40	41	-2	-	-	53	3	27	-2	53	5	500	22,4
	Laktát před	1,6	4,5	3,1	-	-	3,1	3,2	3,1	1,6	4,5	5	3	1,6
Laktát po	4,0	20,0	3,4	-	-	8,2	3,9	7,9	3,4	20,0	5	41	6,4	
4. zápas	Čistý č.	82	-	300	-	-	300	225	227	82	300	4	17 118	130,8
	Hrubý č.	96	-	510	-	-	522	282	353	96	522	4	48 187	219,5
	Rozdíl času	14	-	210	-	-	222	57	126	14	222	4	8 669	93,1
	Tep před	120	-	162	-	-	111	90	121	90	162	4	3 963	62,9
	Tep po	172	-	148	-	-	170	136	157	136	172	4	6 129	78,3
	% nárůst	43	-	-9	-	-	0	51	21	-9	51	4	500	22,4
	Laktát před	5,0	-	-	-	-	3,3	2,6	3,6	2,6	5,0	3	4	1,9
Laktát po	9,1	-	13,8	-	-	21,7	17,9	15,6	9,1	21,7	4	72	8,5	
5. zápas	Čistý č.	300	-	300	-	-	227	205	258	205	300	4	17 344	131,7
	Hrubý č.	397	-	363	-	-	285	254	325	254	397	4	27 723	166,5
	Rozdíl času	97	-	63	-	-	58	49	67	49	97	4	1 280	35,8
	Tep před	110	-	137	-	-	146	97	123	97	146	4	3 899	62,4
	Tep po	171	-	152	-	-	147	150	155	147	171	4	5 934	77,0
	% nárůst	55	-	11	-	-	-	55	40	11	55	3	583	24,1
	Laktát před	3,6	-	-	-	-	-	8,4	6,0	3,6	8,4	2	9	3,0
Laktát po	9,9	-	11,3	-	-	18,4	18,2	14,5	9,9	18,4	4	60	7,7	

⁵ Tabulka je pro lepší čitelnost transponována

Příloha 4 – Korelace proměnných Kontingenční tabulky – soutěž

	Korelace 1. zápas	Korelace 2. zápas	Korelace 3. zápas	Korelace 4. zápas	Korelace 5. zápas
Čistý čas a tep po	-0,52	-0,07	0,69	-0,34	0,66
Hrubý čas a tep po	-0,61	0,08	0,67	-0,15	0,79
Tep po a laktát po	-0,73	0,40	0,61	-0,18	-0,78
Hrubý čas a laktát po	0,56	0,86	0,93	0,68	-0,97
Čistý čas a laktát po	0,63	0,75	0,89	0,75	-0,97
%nárůst TF a laktát po	-0,09	0,23	0,51	-0,30	0,36
Hrubý čas a nárůst TF	-0,57	0,43	0,34	-0,87	-0,29
Čistý a hrubý čas	0,95	0,92	1,00	0,98	0,98
Laktát před a po	-0,89	0,70	0,77	-0,83	1,00

Příloha 5 – Kontingenční tabulka – trénink

IČ	Jméno	Před tréninkem			Před randori			Půlka randori			Po randori		
		Tep	Glukóza	Laktát	Tep	Glukóza	Laktát	Tep	Glukóza	Laktát	Tep	Glukóza	Laktát
1		71	6,41	1,79	133	7,75	6,64	137	8,80	9,63	127	7,18	11,20
2		72	5,33	1,84	106	5,78	1,91	118	7,02	8,11	86	5,98	3,50
3		74	6,58	2,08	127	5,81	3,82	123	6,66	3,97	115	5,94	2,43
4		77	5,01	3,95	110	8,04	4,02	100	6,98	9,78	111	5,51	5,15
5		75	6,38	2,81	105	6,32	1,10	113	5,51	1,68	125	6,31	3,71
6		85	6,58	2,08	122	4,79	5,04	162	5,88	10,10	125	7,16	16,40
7		69	5,80	2,06	105	7,59	4,78	70	6,27	7,85	88	5,36	3,26
	Průměr	74,7	6,0	2,4	115,4	6,6	3,9	117,6	6,7	7,3	111,0	6,2	6,5
	Minimum	69	5	2	105	5	1	70	5,5	1,7	86,0	5,4	2,4
	Maximum	85	7	4	133	8	7	162	8,8	10,1	127,0	7,2	16,4
	Počet hodnot	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Rozptyl	23,6	0,4	0,5	117,4	1,3	3,1	710,5	1,0	9,0	259,7	0,5	23,7
	Směrodatná odchylka	5	0,6	0,7	10,8	1,1	1,7	26,7	1,0	3,0	16,1	0,7	4,9