

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

**RETROSPEKTIVNÍ ANALÝZA A IDENTIFIKACE
MOŽNOSTÍ OVLIVNĚNÍ LIMITNÍ SPORTOVNÍ
VÝKONNOSTI**

Autoreferát disertační práce v oboru Kinantropologie

Autor: Miroslav Semerád

Školící pracoviště: Univerzita Karlova

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Laboratoř sportovní motoriky

Školitel: Prof. Ing. Václav B u n c, CSc.

Disertační práce byla zpracována v průběhu doktorského studia (2013 – 2018).

Disertační práce představuje původní rukopis. S jejím plným textem je možné se seznámit v Ústřední tělovýchovné knihovně, José Martího 31, Praha 6, 162 52.

ÚVOD

Vrcholné sportovní akce a s nimi spojené maximální fyzické výkony se z pohledu současné společnosti stávají fascinujícím společenským fenoménem. Veřejnost si od sportovců žádá stále kvalitnější výkony (Noakes, 2003). Člověk jako biologická bytost má však své limity a už po mnoho desítek let zůstává ve své podstatě fylogeneticky nezměněný (Neumann et al., 2005). Odborné publikace z oblasti sportovního tréninku se snaží zodpovědět otázky zatěžování JAK, KOLIK, KDY a ČÍM (Dovalil et al., 2012; Kampmiller et al., 2012; Neumann et al., 2005; Martin a Coe, 1997; Perič, 2006; Kenney, Wilmore, a Costill, 2015; Hellard a Avalos, 2007). Znalost problematiky sportovního tréninku a jeho působení na organismus sportovce a moderní technologie při výrobě sportovního vybavení již rozhodně nejsou žádnou novinkou ve světě špičkového, vrcholového či elitního pojetí sportu (Kovářová et al., 2013).

Frekventovaným tématem odborné sportovní literatury ve světě i v ČR je analýza techniky, metodika tréninku, diagnostika připravenosti sportovců a nabídka tréninkových pomůcek a strojů (Bunc, Heller, Horčic a Novotný, 1996; Neumann et al., 2005; Bompá a Buzzichelli, 2015; Impellizeri et al., 2004; Arrese et al., 2005; Eston a Reilly, 2013; Bunc, 2012). Deficitní oblastí jsou práce odhalující tréninkové metody a systémy přípravy elitních sportovců, jejichž výkonnost často znamená přínos pro vývoj sportu nebo disciplíny v jednotlivých zemích či kontinentech (Martin a Coe, 1997; Noakes, 2003; Kučera a Truksa, 2000; Písařík a Liška, 1985).

Znalost struktury sportovního výkonu s individuální identifikací modelu sportovní přípravy je předpokladem efektivního řízení sportovního tréninku (Dovalil et al., 2012). Dosahování limitní sportovní výkonnosti vrcholové úrovně ve sportu je možné na základě přizpůsobení tréninkového plánu individualitě sportovce, jeho fyziologickým a psychologickým předpokladům. Pro dosahování nejvyšší sportovní výkonnosti je analýza sportovní přípravy nepostradatelným prostředkem v konkurenceschopnosti v mezinárodním měřítku (Neumann et al., 2005). Tato případová studie se zabývá popisem modelů sportovní přípravy, které byly identifikovány prediktory tréninkového zatížení. Retrospektivní, longitudinální studie přináší poznatky o možnostech ovlivnění sportovní přípravy, kterými bylo dosaženo národních, českých rekordů v běhu na tratích 800 m mužů a 3 000 m překážek žen. Data z průběhu sportovních kariér běžců pochází z let 1995-2012. Běžci byli účastníky nebo medailisty vrcholných světových nebo evropských atletických soutěží.

CÍL A ÚKOLY

Cíl práce

Cílem této retrospektivní případové studie je prostřednictvím zjištěných prediktorů identifikovat modely sportovní přípravy v běžích na střední tratě. Na základě identifikace zjištěných modelů chceme popsat způsob ovlivnění, kterým bylo dosaženo limitní sportovní výkonnosti a sportovního výkonu v běhu na 800 m mužů a 3 000 m překážek žen.

Hypotézy

Stanovili jsme si následující hypotézy (H):

H1 Model tréninkového zatížení a možnosti zatěžování lze popsat identifikací prediktorů, které determinují dosažení limitního sportovního výkonu a sportovní výkonnosti.

H2 Nalezené prediktory lze využít pro sestavení individuálních tréninkových programů.

Úkoly práce

Pro splnění cíle, zodpovězení výzkumných otázek a ověření hypotéz je nutné splnit následující úkoly práce:

1. **Provést obsahovou analýzu** odborné literatury zabývající se vyhodnocováním zatížení ve sportovním tréninku.
2. **Analyzovat tréninkové deníky.** Kontrola a elektronické zpracování tréninkových dat (objemů zatížení jednotlivých tréninkových ukazatelů – OTU, STU). Získaná tréninková data z tréninkových deníků sportovců a trenéra porovnat, zkontrolovat a vybrat ta, která jsou potřebná a použitelná pro naši práci.
3. **Analyzovat výsledky závodů.** Transformace a výběr potřebných dat. Data jsme získali z tréninkových deníků sledovaných atletů a trenéra a z webových stránek ČAS, EAA a IAAF v sekci statistika nebo z ročenek atletických výkonů ČAS z let 1995 až 2012.

4. **Zvolit metodu zpracování dat.** Pro jednotlivé dílčí řešení jsme zvolili odpovídající metody řešení problému (obsahová analýza, mnohonásobná lineární regrese).
5. **Stanovit kritéria** pro platnost prediktorů v modelech zatížení (statistická významnost, věcná významnost).
6. **Statisticky zpracovat** zjištěná data charakterizující objem a průběh zatížení, vyhodnocení zjištěných výsledků – stanovení varianty zatěžování pro dosažení limitního výkonu probandů. Zjištěná data jsou porovnána s údaji v literatuře a je stanoven způsob zatěžování a míra vlivu prediktorů v modelech zatěžování probandů.
7. **Nalézt a popsat modely tréninkového zatížení** prostřednictvím identifikace prediktorů ovlivňující sportovní výkon a sportovní výkonnost. Pomocí zvolených metod (Spearmanův koeficient korelace, Pearsonova korelace závisle proměnné (čas) s nezávisle proměnnými (OTU, STU), SPSS - *Statistical Package for the Social Sciences* , ANOVA - *Analysis of variance*, zjistit potenciálně vlivné faktory ovlivňující sportovní výkon a sportovní výkonnost.
8. **Popsat možnosti ovlivnění**, kterými bylo limitní sportovní výkonnosti a sportovního výkonu dosaženo.
9. **Interpretovat** zjištěné výsledky.

SHRNUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Sportovní výkon charakterizujeme jako projev specializovaných předpokladů jedince v činnosti zaměřené na řešení pohybového úkolu, který je vymezen pravidly daného sportovního odvětví nebo disciplíny (Dobry, 1996). Dle Periče (2006) je výkon tvořen průnikem vnitřních (endogenních) a vnějších (exogenních) faktorů. Sportovní výkon je determinován souborem faktorů, které jsou určitým způsobem uspořádány, jsou k sobě ve vzájemných vztazích a ve svém souhrnu se projevují v úrovni výkonu. Struktury sportovního výkonu zjišťované na různých výkonnostních úrovních mohou charakterizovat i určitý vývoj obsahu daného sportovního výkonu (Choutka a Dovalil, 1991). Podle autorů Kenney, Wilmore a Costill (2015), Kampmiller et al. (2012) a Dovalil et al. (2012) má sportovní výkon specifickou strukturu. Každý sportovní výkon je podmíněn kondicí získanou tréninkem. Celkové zatížení organismu při tréninku je dáno zatížením jednotlivých tělesných orgánů

(Bunc, 2012). Sportovní výkon je výsledným projevem výkonnostního rozvoje sportovce, a proto jsou v něm obsaženy:

- vrozené dispozice,
- vlivy přírodního a sociálního prostředí,
- vliv tréninkového procesu.

Sportovní trénink je složitý a účelně organizovaný proces zaměřený na rozvoj sportovní výkonnosti. Hlavním cílem tréninku je zvýšení výkonnosti. Možnost realizovat výkonnostní cíle úzce souvisí s individuálně vynaloženým tréninkovým úsilím (celkovým zatížením). Růst výkonnosti je zajišťován adaptací organismu na zátěž (Dovalil, 1986; Neumann et al., 2005; Hellard a Avalos, 2007).

Mezi hlavní vnitřní parametry, které souvisí s tělesnými, funkčními, psychickými a intelektuálními kapacitami organismu člověka, patří morfologické a funkční předpoklady, motorické dovednosti, somatická stavba, psychické vlastnosti, kondice a taktické faktory, resp. předpoklady výkonu (Dovalil et al., 2012; Kenney et al., 2015; Powers, 2014; Vindušková et al., 2003). Strukturou sportovního výkonu rozumíme účelné uspořádání předpokladů a vztahů mezi nimi. Trenér by měl poznat nejen důležitost (hierarchii) jednotlivých předpokladů v rámci této struktury, ale i možnost jejich vzájemného zastoupení. Pro ovlivnění struktury výkonu hledá teorie i praxe odpověď na základní otázky ohledně faktorů, které ovlivňují výkon, podstatu těchto faktorů, důležitost jednotlivých faktorů pro výkon a vztahy mezi faktory (Kenney et al., 2015; Powers, 2014; Shaugnessy, 2012).

Z hlediska jejich hierarchie potom můžeme faktory rozdělit do tří kategorií:

- přímo určující (limitující) sportovní výkon,
- ve kterých stačí dosáhnout jejich určitou optimální úroveň rozvoje,
- doprovodné, resp. doplňující (Kampmiller et al., 2012; Perič, 2006).

Dispozice opakovaně podávat výkon je nazývána v odborné literatuře sportovní výkonností. Formuje se postupně a dlouhodobě a je výsledkem přirozeného růstu a vývoje jedince, vlivů prostředí a vlastního sportovního tréninku (Dovalil et al., 2012). Aktuální lidská výkonnost bude tedy výsledkem průniku genetických předpokladů a tréninku (Bunc, 2012). Nalezení vztahu mezi vstupními veličinami a výstupními podněty systému je základem pro řízení tělesného tréninku (Dovalil et al., 2012). Vztah mezi absolvovaným tréninkem a úrovní trénovanosti není lineární. Obecně tedy neplatí, že větší objem absolvovaného tréninku

automaticky znamená vyšší trénovanost. Dále je nutné také počítat s tzv. efektem „saturace“, což tedy znamená skutečnost, že dlouhodobě aplikovaný trénink, který má v podstatě konstantní charakter, a to jak z hlediska objemu, tak kvality, již přibližně po třech letech používání není schopen vyvolat výrazné změny v trénovanosti (Bunc, 1989).

Intenzivní trénink vyvolává změny organismu sportovce jak morfologické, tak i funkční, a tyto změny je třeba objektivizovat a hodnotit (Bunc, 2012). Předpoklady pro jakoukoliv činnost jsou dány geneticky (Kampmiller et al., 2012). Soubor vloh jako předpoklad pro úspěšné rozvíjení činností se nazývá nadání V odborné literatuře je někdy zmiňován talent a nadání jako synonymum a někteří odborníci tyto dva termíny odlišují (Noakes, 2003). Vysoký stupeň nadání je označován jako talent (Davis a Rimm, 1998).

Schopnost adaptace na zátěž limitního charakteru je společně se schopností rychlého návratu k výchozím hodnotám, tedy regenerací, jedním z hlavních předpokladů vrcholové výkonnosti (Dovalil et al., 2012). Sportovní trénink může být různým poměrem zaměřen na objem a intenzitu. Tyto dvě komponenty jsou ve vzájemném negativním vztahu, protože je jednoduše neslučitelné dlouhodobě trénovat s vysokou intenzitou a zároveň s vysokým objemem (Neumann et al., 2005). I přes tuto neslučitelnost jsou však obě komponenty – intenzita a objem zcela nezbytné pro dosažení sportovních cílů (Petr a Šťastný, 2012). Rozbor dynamiky, proporcionality a efektu tréninkového zatížení může s přihlédnutím k možnostem zvyšování stavu trénovanosti sportovce přispět k zjištění míry vlivu sledovaných faktorů na úroveň limitní sportovní výkonnosti (Wallace et al, 2009; Foster et al.;2001; Bureš, 1986; Noakes, 2003).

Publikace autorů zabývajících se řízením sportovního tréninku se snaží objektivizovat podklady pro hodnocení příčinného vztahu trénink – sportovní výkon. Dosažení výkonu v oblasti světové špičky v jakékoliv atletické disciplíně je spojeno s konkrétními požadavky, které vycházejí ze struktury výkonu (Neumann et al., 2005). Na základě této znalosti je také možné na jakékoliv výkonnostní úrovni úspěšně předcházet chybám v přípravě (Neumann et al., 2005). Struktura výkonu běžeckých střednědobých výkonů je stejně jako znalosti o rozvoji běžeckých specifických předpokladů a složení tréninkových ukazatelů pro příslušné skupiny disciplín v literatuře popsána. Problémem v této oblasti je včasné odhalení specifík předpokladů jedince a dále nalezení efektivního způsobu ovlivnění a rozvoje sportovní výkonnosti. Řízením tréninku se zabývala celá řada autorů (Horčic, 2004; Martin a Coe 1997; Dovalil et. al. 2012; Reiss a Meinelt, 1985; Neumann et al., 2005). Mezi standartní prostředky řízení tréninkového procesu patří komplexní zátěžová diagnostika (opakovaná), sledování vybraných parametrů tělesného složení a biomarkerů a konstrukce laktátové křivky v terénu. Nezastupitelným

prvkem nadále zůstává plánování tréninku a zpětná vazba o plnění plánu s aktualizací korekce (Neumann et al., 2005). Mezi metody systému kontroly a vyhodnocování můžeme zařadit:

- Sledování biologických veličin (biomarkerů) sportovce.
- Sledování odezvy SF.
- Sledování produkce a kinetiky laktátu.
- Konstrukce a hodnocení laktátových křivek (určení prahů AEP a ANP).
- Laboratorní zátěžové testy.
- Sledování změn tělesného složení.

Plánování tréninku je základním předpokladem pro efektivní rozvoj výkonnosti sportovců (Dovalil et al., 2012). Jedná se o kreativní proces, ve kterém je určen směr a tempo rozvoje od začátečníka až po vrcholového sportovce (Neumann et al., 2005). Předpoklady pro sportovní činnost na vrcholové úrovni disponuje pouze 3 % jedinců (Bunc, 1989; Weineck, 1998). Důkladná znalost struktury sportovního výkonu se může v konečném důsledku projevit jako výhoda oproti konkurenci (Neumann et al., 2005). To přenáší na trenéry a další zainteresované do tréninkového procesu velkou zodpovědnost při kultivaci talentovaných jedinců (Bahenský, 2017). Další rozvoj v zásadě závisí na tom, jak se podaří zlepšit výkonnostní předpoklady a na ně navazující specifické zatěžování (König, 1990; Bunc, 2012; Noakes, 2003; Bahenský, 2017).

Deficitní oblastí v tomto směru jsou publikace odhalující souvislosti - trénink versus výkon a modely přípravy úspěšných jedinců daného sportu nebo disciplín. Shodné znaky struktury sportovní přípravy mohou identifikovat např. zvyklosti a specifika běžeckých škol (skandinávská, britská, portugalská, španělská, česká apod.), (Glesk, 1990).

Stagnace výkonnosti nebo dokonce její pokles má často komplexní příčiny, které lze bez detailní tréninkové evidence jen velmi těžko objasnit (Lehmann et al., 1991). K nejzásadnějším tréninkovým chybám patří: nárůst intenzivního tréninku (včetně závodů) při nedostatečné aerobní výkonnosti (vzhledem k danému sportovnímu odvětví) nebo při výrazném poklesu celkového tréninkového zatížení; v průběhu tréninkového roku nedochází k nárůstu tréninkového zatížení a existuje velký odstup mezi vrcholem zatížení a předpokládaným gradováním výkonnosti; nepochopení principu střídání zatížení a odpočinku snižuje kvalitu tréninku, a tím i adaptační předpoklady organismu.; individuální nedostatky se mohou projevat také v nesprávném výběru závodní taktiky, v mentální přípravě na závod a na měnící se podmínky v jeho průběhu; nedostatky v řízení tréninku. Trénink se opírá jen o jednostranné

výsledky většinou obecné diagnostiky bez ohledu na realitu (skutečný trénink často nebývá řádně evidován), (Bompa, 2015; Neumann et al., 2005, Dovalil et al., 2012).

Únava je stav organismu po každém zatížení a její ovlivnění vychází z intenzity motorického nebo psychického zatížení. Po absolvování vysokých intenzit zatížení přechodně klesají funkční předpoklady organismu. U sportovního tréninku jde o dosažení stavů únavy, které umožňují další zatížení svalstva v následující tréninkové jednotce téhož dne nebo až další den. Růst sportovní výkonnosti souvisí s řadou biologických, psychologických a sociálních změn. Od tréninku se očekává pozitivní **kumulativní efekt**, tj. že bude dosaženo potřebné úrovně trénovanosti a z ní vyrůstající sportovní formy (Dovalil et al., 2012). Všechny krátkodobé výkonnostní poklesy, které souvisejí s mimořádně vysokými zatíženími, jsou nazývány jako „**krátkodobé přetrénování**“ („short-term, overtraining, overreaching“), (Noakes, 2003).

Přetrénování vzniká nedodržením zásady správného zatěžování organismu. Při přetrénování nebo při nesprávně řízeném tréninku nevede jeho pokračování k cíli, protože na zátěžové podněty organismus nemůže patřičně reagovat (Dovalil et al., 2012). Nedostatek svalového glykogenu není sám o sobě případnou příčinou přetrénování (Robertson et al., 2010). K přetrénování dochází jen zřídka u samostatně trénujících sportovců, častější je v případě skupinového tréninku, nebo při tréninku ve skupině. Někdy se individuální výkonnost přeceňuje, intenzita.

Znalost zpětné vazby účinku ovlivnění sportovního výkonu tréninkovými prostředky může přispět ke zvýšení efektivity sportovní přípravy (Neumann, et al., 2005). Jednou z výhod retrospektivní analýzy je i možnost odhalení latentnosti efektu tréninkových metod nebo předem „neplánovaných“ skutečností, které mohly dosažení maximálních, limitních výkonů umožnit. I sebelepším uspořádáním tréninkového systému nelze však dosáhnout elitní úrovně bez předpokladů svěřenců. Odborníci hovoří o „výkonnostním stropu“ (Písařík a Liška, 1989).

Předpokladem analýzy je pečlivě vedená tréninková dokumentace, přitom je důležité evidovat jen nezbytně nutné množství tréninkových dat (Hendl, 1999). Tomuto požadavku musí odpovídat i vhodně připravený tréninkový protokol (Neumann et al., 2005; Písařík a Liška, 1989; Suchý, 2006).

Rozvoj jednotlivých předpokladů závisí na výkonnosti sportovce (výkonnostní úrovni), na objemu tréninku, na tréninkovém období (přípravné, závodní), na individuálních předpokladech (struktura svalových vláken) a na rozdílech mezi jednotlivými sporty (struktura výkonu), (Kučera a Truksa, 2000). Rozhodujícím kritériem pro plánování tréninku z hlediska

metodiky a organizace je příprava na vybraný závod (Dovalil et al., 2012). Pro plánování zatížení se ve sportovním tréninku používá několik druhů tréninkových cyklů: tréninková jednotka (TJ), týdenní mikrocyklus (MIKRO), čtyřtýdenní mezocyklus (MEZO), roční tréninkový cyklus (RTC=MAKRO). Složitým úkolem při plánování praktického tréninku je stanovení dynamiky rozvoje a vzájemného poměru jednotlivých faktorů sportovního výkonu. Individualizace rozvoje předpokladů jedince (věk, pohlaví), a jejich přiměřené ovlivňování prostřednictvím nezávisle proměnných (tréninkových prostředků), (Daniels, 2013) je zásadní trenérský úkol. Vždy je třeba realizovat podrobnou analýzu aktuálního stavu trénovanosti (Powers, 2014). Závažným úkolem v přípravě tréninkového plánu na následující rok je stanovení kvality a kvantity (dynamiky) tréninkového zatížení

Všechny zmíněné oblasti umožňují současně lepší možnosti pro modelování sportovní formy a podání vrcholného výkonu (Bompa, 2015; Mujika, 2010; Reuter, 2012). Modelování sportovní formy je zcela individuální proces, každému sportovci vyhovuje jiná závěrečná příprava (Powers, 2014; Glesk, 1996; Bahenský, 2017). Přípravenost na nejdůležitější sportovní závod v sezóně je spojována s otázkou načasování sportovní formy a adaptace na vyšší intenzitu a stresové situace (Malina, 2004).

Domníváme se, že řízení tréninku se všemi jeho částmi, plánováním, evidencí, vyhodnocováním, analýzou zpětné vazby tedy efektu tréninkových prostředků na sportovní výkon umožňuje modelování sportovní přípravy. Zaměřením na prioritní oblasti a tréninkové prostředky v kombinaci s identifikací předpokladů svěřenců může být klíčem k ekonomizaci tréninkového procesu.

Střední tratě jsou vzdálenosti od 800 m do 3 000 m (Martin a Coe, 1997). Při tréninku vytrvalosti pro příslušnou disciplínu nebo sportovní odvětví je třeba vytvořit systém konkrétních tréninkových ukazatelů (Dovalil et al., 2012). Ovlivňování úrovně všech druhů vytrvalosti je jeden ze zásadních úkolů pro dosažení limitní motorické výkonnosti běžců-vytrvalců.

Tabulka 1. Rozdělení skupiny středních a dlouhých tratí podle vzdálenosti a doby trvání (Noakes, 2003; Kenney et al., 2015; Písařík a Liška, 1985)

Vzdálenost (m)	Doba trvání výkonu (min)
400 - 800	<2
1 000 – 3 000	2-8
3 000 – 10 000	8-30
Půlmaratón, maratón	>30

Mezi střední tratě řadíme atletické disciplíny 800 m – 3 000 m.

Mezi dlouhé tratě řadíme disciplíny delší než 3 000 m.

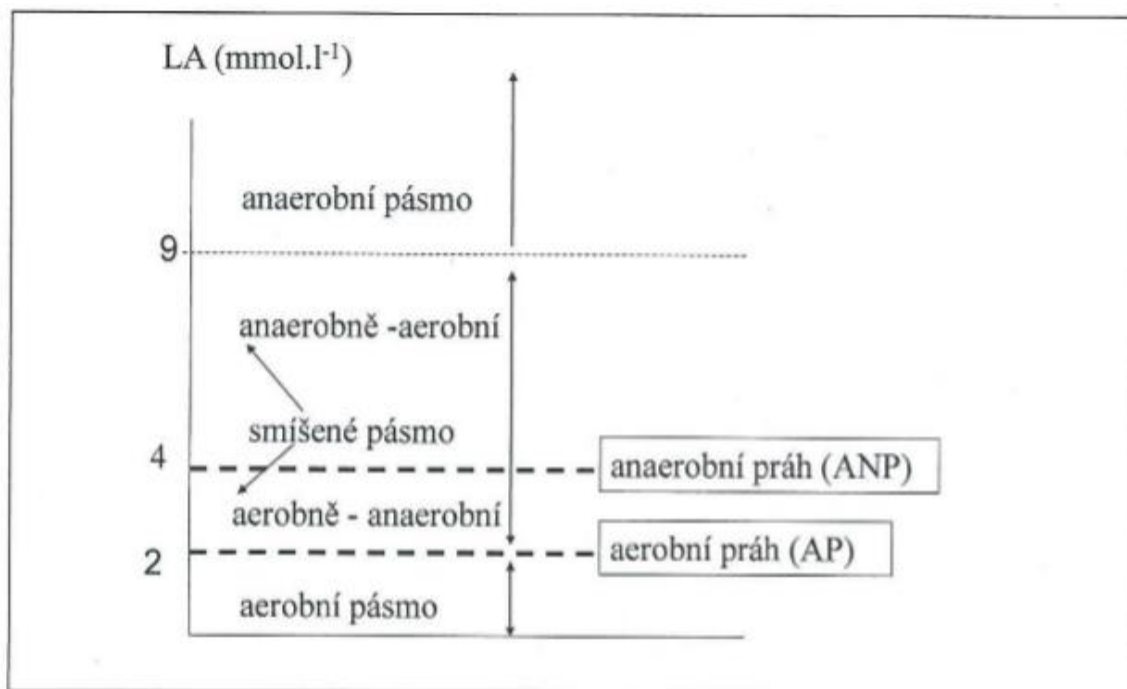
Těžištěm tréninku ve vytrvalostních disciplínách je rozvoj aerobní vytrvalosti jako rozhodujícího předpokladu závodního tempa. Při tréninku vytrvalosti pro příslušnou disciplínu nebo trať je třeba vytvořit systém-model konkrétních tréninkových ukazatelů (Martin a Coe, 1997).

Určujícím hlediskem je strukturální koncepce vytrvalostních předpokladů, tj. s ohledem na rozdíly, především v energetickém zajištění pohybové činnosti, musíme rozlišovat **vytrvalost dlouhodobou a střednědobou, vytrvalost krátkodobou a rychlostní**. Systém potom slouží jako východisko pro plánování jednotlivých tréninkových komponent. Trénink probíhá na základě tréninkových principů upravených pro potřeby disciplín (Dovalil et al., 2012; Weineck, 1998). Individualizace typu tréninku sportovci umožňuje udržet poměrně vysokou, konkrétní rychlost za aerobního metabolismu po delší dobu závodu (Martin a Coe, 1997). Vytrvalost je hlavní výkonnostní komponentou pro závody v trvání nad 10 minut a je také předpokladem pro účinné využití silové vytrvalosti a rychlosti v závodních podmínkách (Neumann et al, 2005; Písařík a Liška, 1989).

Vytrvalostní trénink se uskutečňuje v mnoha pásmech. Většina sportů má vytvořen vlastní systém evidence tréninkových pásem (Neumann et al., 2005; Banister et al., 1991; Lucia et al., 2003). Souhrnný, komplexní přehled publikoval např. Martin a Coe (1997).

Z pohledu výkonnostní diagnostiky a metodiky tréninku je ve vytrvalostních sportech pro určení pásem k dispozici více možností. V různých úrovních atletiky jsou používané tyto 4 (Neumann et al., 2005):

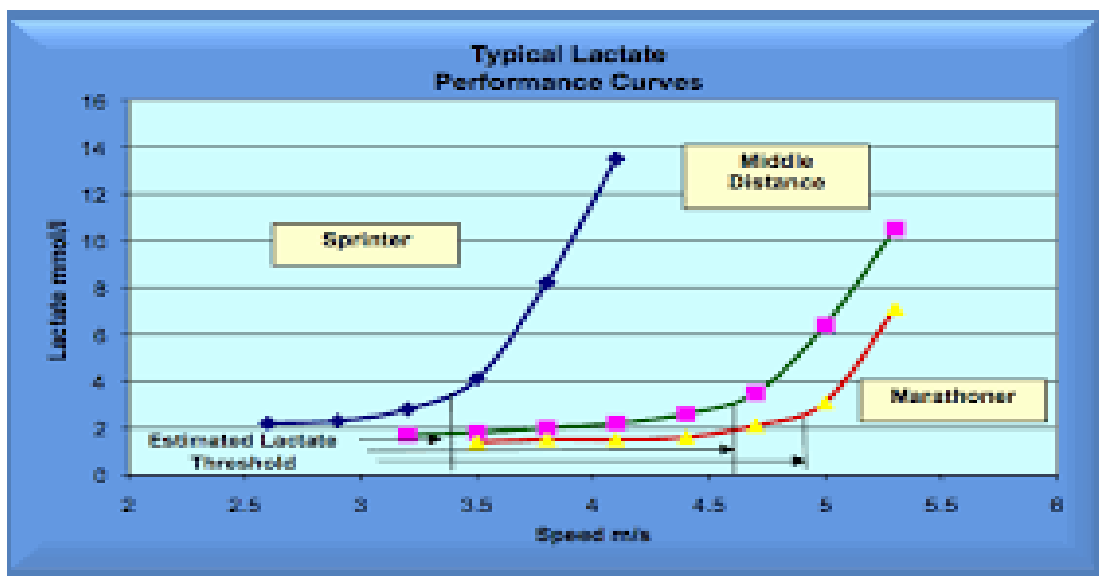
1. Stanovení tréninkových pásem na základě kinetiky laktátu pomocí terénního stupňovitého testu (laktátová křivka).
2. Stanovení tréninkových pásem z kinetiky srdeční frekvence – např. výkon při Conconiho testu.
3. Určení tréninkových pásem z individuální maximální srdeční frekvence.
4. Určení tréninkových pásem z maximální závodní rychlosti a preference hlavní závodní trati.



Obrázek 1. Zóny zatížení pro rozvoji vytrvalosti podle Havlíčkové (2004), citováno z Bartůňková et al. (2013), s. 41

Pro stanovení jednotlivých tréninkových rychlostí může pomoci zkušenost trenéra podpořená údaji o odezvě organismu na absolvované tréninkové zatížení prostřednictvím srdeční frekvence, laktátu, pocitů nebo lze použít testování.

V praxi ale není z časových a organizačních důvodů reálné testovat všechny, trenér musí zvolit ty testy, které jsou pro něj v testovacím období zásadní (Bahenský, 2017; Písařík a Liška, 1985).



Obrázek 2. Příklad specifík tvaru laktátové křivky – terénní test pro různé skupiny běžeckých disciplín (Noakes, 2003), s. 94

Účinnost výkonnostní diagnostiky ve vrcholovém sportu závisí na její kvalitě a na kvalitní analýze závodu za respektování specifík sportovního odvětví. Výkonnostní diagnostika je pro řízení tréninku o to účinnější, čím lépe se jí podaří realizovat v důležitých obdobích ročního tréninkového cyklu (Noakes, 2003). Cílem speciálních testů je objektivizovat a posoudit úroveň vybraných předpokladů (Bahenský, 2017). Výsledky testů interpretuje trenér za pomoci výzkumných pracovníků a lékařů.

Velký vliv na řízení tréninku mají výkonnostní a tréninkové prognózy a z nich odvozené pedagogicko-metodické důsledky pro nové tréninkové období. Využití výsledků v praxi vyžaduje konstruktivní diskusi s příslušnými trenéry a sportovci. Schopnost trenérů a sportovců využívat řízení tréninku a tím spoluvytvářet tréninkový proces vyžaduje dlouholetou spolupráci a neustálé vzdělávání (Neumann et al., 2005).

Součástí poznatků autorů zabývajících se faktory **limitní vytrvalostní výkonnosti** jsou také oblasti zdravotního stavu, diagnostiky úrovně trénovanosti a výkonnosti, fyziologických předpokladů, konstitučních předpokladů, psychologických předpokladů a genetických faktorů

(Bouchard, 1986; Dick, 2002). Z hlediska fyziologického je to zjištění funkčních předpokladů jedince a jejich následné rozvinutí tréninkem (Bunc, 2012). Obecně jsou vytrvalostní dispozice determinovány geneticky ze 70 % (Bartůňková et al., 2013; Bassett a Howley, 2000; Bouchard, 1986; Plowman a Smith, 2013). Zde platí, že jedinec s průměrnou či podprůměrnou kapacitou systémů, které ovlivňují a současně limitují výkon v běžeckých disciplínách, nemá předpoklady dosáhnout špičkové úrovně ani při výtečně vedeném tréninku (Písařík a Liška, 1989). Psychické předpoklady doplňují celkový obraz možností sportovce. Pro podání limitních výkonů je důležité uplatnění a přenos osvojených způsobů taktického myšlení do závodních podmínek. V běžeckých disciplínách úspěšná taktika a hodnocení úrovně výkonů souvisí také s rozložením tempa a způsobu vedení boje (Kučera a Truksa, 2000).

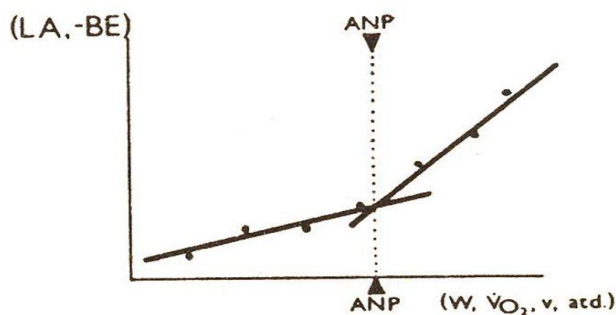
Z uvedeného je patrné, že jednotlivé složky tréninkového procesu nelze oddělit, působí komplexně a současně zdůrazňují všestranné posuzování osobnosti sportovce. Ve sportovní praxi hovoří odborníci o tzv. stropu, kterým každý individuálně disponuje a který je každému jedinci geneticky dán (Písařík a Liška, 1985). Genetické předpoklady pro určitou pohybovou činnost se však nezískávají hotové. Dědí se k nim jen určité vlohy, zakódované v genech (Epstein, 2014). Na úrovni vývoje vloh se dále podílí vnější prostředí (Grasgruber a Cacek, 2008). Čím jsou vlivy prostředí v daném čase příznivější, tím více vloh se může rozvinout a naopak (Bunc, 2012).

Výkonnost elitního běžce tak bude podmíněna složkou invariabilní – vrozenou, dědičně determinovanou, která do značné míry může limitovat možnosti ovlivnění fyziologických, motorických a psychických projevů absolvovaným tréninkem. Míra ovlivnění aktuální výkonnosti výše zmíněnými parametry se mění s věkem kalendářním i chronologickým a současně i se změnami trénovanosti (Bunc, 2012). Ovlivňování úrovně všech druhů vytrvalosti je jeden ze zásadních úkolů pro dosažení limitní motorické výkonnosti běžců-vytrvalců. Znalost ukazatelů úrovně vytrvalostních předpokladů a vztahů mezi těmito proměnnými pomáhá k získávání informací odezvy organismu na volenou zátěž (Eston a Reilly, 2013). Z pohledu možnosti ovlivňování rozvoje vytrvalosti a získání zpětné vazby tohoto procesu jsou frekventovanými fyziologickými ukazateli vytrvalosti např.: VO_{2max} , $\%VO_{2max}$, v při VO_{2max} , VO_2 na úrovni ANP, VO_2/TF , VCO_2 , SF, LA, ANP, VE, BE, RQ, aj., (Bunc, 1989).

Frekventovaným, tréninkovým a současně diagnostickým prostředkem (ukazatelem) pro rozvoj vytrvalosti v běžeckých disciplínách elitních atletů je rychlost běhu na hladině ANP krevního laktátu (LA) 4 mmol.l^{-1} (OBLA). Identifikací rychlostí běhu v různých hladinách

laktátu resp. energetických zónách lze trénink běžců individualizovat (Neumann et al, 2005). Řada autorů v této oblasti se zabývá zkoumáním vztahů a vlivu vybraných ukazatelů na vytrvalostní výkonnost. Začátek hromadění laktátu v krvi (*Onset blood lactate accumulation – OBLA*) má reprezentovat nejmenší intenzitu zátěže, při níž začíná narůstat koncentrace laktátu a již nedochází k žádnému jejímu poklesu. Problém přináší rozdílná koncentrace laktátu v krvi při různém trvání určitého stupně zátěže (Eston a Reilly, 2013). Při delším trvání zátěže stejné intenzity je koncentrace laktátu vyšší. Např. při třiminutovém trvání to mohou být 4 mmol.l^{-1} , ale při třicetiminutovém trvání již 6 mmol.l^{-1} (Placheta et al. 2001). Pro nejvyšší intenzitu zátěže, při níž se ještě dosáhne ustálení koncentrace laktátu, byl vytvořen termín nejvyšší rovnovážný stav laktátu (*Maximal lactate steady state – MLSS*), (Eston a Reilly, 2013).

Invazivní určení ANP z hladiny krevního laktátu průsečíkem dvou regresních přímek



(Placheta et al, 2001) *

Obrázek 3. Invazivní určení ANP z hladiny krevního laktátu průsečíkem dvou regresních přímek (Placheta et al., 2001, s. 256; Bunc, 1989)

Ceněná informace pro řízení a kontrolu tréninkového zatížení je komplexní individuální zjištění dostupných ukazatelů. Modely určení ANP a AEP, ale i dalších parametrů jsou nazývány podle autorizovaných autorů (metoda určení) a registrujeme např. modely: Mader, Stegmann, Freiburg, Geiger Hill, Dickhuth, Conconi nebo tzv. Free fixed. Průběh identifikace ANP je inter i intarindividuální (vědní obory/jedinec), (Neumann et al., 2005; Noakes, 2003; Placheta et al., 2001; Kučera a Truksa, 2000; Bragada et al., 2010; Basett et al., 2003; Bunc, 1989; Stegmann, 1981; Faude et al., 2009).

Thresholds	Analysis concept: Training relevant model:			Fieldtest Mader - Modell			
	ANS	AS	Mader - Modell	ind. aerobe Schwelle	Freiburg	Mixed	Max
Lac [mmol/l]	6,0	2,0	4,0	1,0	2,6	3,3	8,5
HR [1/min]	166	152	161	142	156	158	171
Speed [m/s]	4,8	4,3	4,6	4,0	4,5	4,5	5,1
Speed [km/h]	17,4	15,7	16,6	14,5	16,0	16,3	18,2
1000-m-time	03:27	03:49	03:36	04:08	03:44	03:40	03:18
Marathon target time	02:25	02:41	02:32	02:55	02:37	02:34	02:19
max. performance [%]	95,6	86,1	91,5	79,6	88,2	89,8	100,0

Obrázek 4. Příklad vyhodnocení bioenergetického modelu pro běžce (laktát, SF, rychlost běhu, % max, energetické zóny). Vytvořeno prostřednictvím Winlactat CP.0.0.5.

Ve sportu, a zejména v jeho vrcholové podobě, se setkáváme s pojmem model, modelování, intervence. Modelem v tomto smyslu jsou většinou ideálně vyjádřeny předpoklady jedince. Modelování se zabývá dynamikou změn, kterými lze dosáhnout určitý výkonnostní cíl (Suchý, 2010). Modelování sportovního výkonu je činnost, která se zabývá zkoumáním vztahů proměnných a jejich vzájemným ovlivňováním (Busso, 2003; Hellard et al., 2005).

Vztah závisle proměnné (výkon, čas apod.) na nezávisle proměnných (prediktory, indikátory, ukazatele, parametry apod.) můžeme zjišťovat odpovídajícími statistickými metodami (Hendl, 2012). Dále jde o směřování na model soutěže, což znamená vyabstrahovaný obraz sportovní soutěže, složitě multifaktoriálního a multidimenziálního systému (Avalos et al., 2003; Foster et al., 2001; Mujika et al., 1996; Banister, Calwert, Savage a Bach, 1975). Uvědomujeme si, že jednotlivé faktory spolu navzájem souvisí, vyjadřují velmi složité vztahy, vzájemně se ovlivňují a různou měrou se podílejí na průběhu a konečném efektu soutěžení, sportovním výkonu, výsledku a úspěšnosti soutěže (závodu) (Kovářová, 2013).

V modelování je žádoucí uvědomit si výchozí poznatky. Zdroje energie a způsoby energetického krytí vytvářejí kontinuitu, do které patří tři základní bioenergetické systémy: neoxidativní (anaerobní) alaktátový a laktátový systém, smíšený systém (anaerobně-aerobní) a oxidativní (aerobní) systém (Dobrá, 1996). Na základě výsledků (ukazatele zatížení nebo testy) jsou následně sestavovány modely možností ovlivnění předpokladů jedince nebo skupin (struktura, faktory, indikátory, prediktory), většinou ve formě predikčních rovnic (Busso, 2003; Hellard et al., 2007; Perič, 2006).

O vytváření či ověřování modelů ve smyslu dosažení předpokládaného cíle se tak snaží různé vědní obory (biomedicínské obory). Validita „modelů“ se opírá o poznatky a kritéria

statistiky. Vznikají tak tréninkové modely bioenergetické, biochemické, fyziologické nebo prediktorů sportovního výkonu (tréninkové ukazatele). V interpretacích modelů a modelování ve sportu se projevuje pohled a přístup příslušného vědního oboru (Walace et. al, 2001). Platnost doporučovaných nebo užitých modelů podporují a dokazují statistická kritéria ($\alpha=0,01-0,05\dots$; Effect size; aj.).

U elitních běžců vrcholové sportovní výkonnosti jsou využívány prostředky automatizovaného systému zpracování dat při práci na modelu přípravy s osobitým přihlédnutím k prostředkům rozvoje vytrvalosti a jejího specifického rozdělení podle specializace.

Vzhledem k specifickým podmínkám, za kterých vrcholný výkon vzniká, je však potřeba vybírat jen takové výstupy, jejichž výpovědní hodnotu ověřila tréninková praxe (Glesk, 1996).

Výkony v atletice patří do skupiny sportů se souběžným soupeřením. Tento typ výkonu obsahuje základní faktor, který je nazýván „jádro“. Jedná se o „nenahraditelný parametr výkonu“. U souběžného soupeření (na rozdíl od protichůdného) jsme obvykle schopni jádro výkonu popsat. Faktory, které ho ovlivňují, jsou relativně definovatelné (Perič, 2006).

Jestliže máme jednu vysvětlovanou a několik vysvětlujících proměnných, pro analýzu jejich vztahu lze použít mnohonásobnou lineární regresi. Cílem analýzy je stanovit hodnoty parciálních regresních koeficientů pro každou vysvětlující proměnnou. Jejich kombinace pak vytváří regresní rovnici.

Hlavním úkolem regresní analýzy je najít nejvhodnější regresní funkci, pomocí které můžeme odhadnout hodnoty závislé proměnné na základě zvolených hodnot nezávislé proměnné (Hendl, 2012).

Alternativu k lineární regresní analýze představuje metoda CART nebo PART (Klaschka a Kotrč, 2004).

METODIKA

Výzkumný soubor

Typ souboru: cílený (záměrný) výběr

Výzkumný soubor případové longitudinální studie byl vytvořen dvěma atlety běžci (n=2), 1 muž a 1 žena. Věk probandů se v analyzovaném období pohyboval muž (běžec 1) 17–26 let, žena (běžec 2) 21–29 let. Vybrané parametry tělesného složení se ve sledovaném období pohybovaly:

muž – výška 190 cm, hmotnost 71 ± 2.11 kg,

Procentuální množství tuku ve sledovaném období 7.1 ± 2.75 %,

žena - výška 162 cm, hmotnost 52 ± 2.47 kg,

Procentuální množství tuku ve sledovaném 8.3 ± 2.99 %.

Tabulka 2. Vývoj sportovního výkonu (zimní sezóna/letní sezóna) běžce 1 1996-2004

ROK	Výkon 800 m Zimní maximum (min)	Výkon 800 m Letní maximum (min)	Nárůst/pokles Meziročně (%)
1996	1:53,12	1:49,12	8.143
1997	1:47,85NRjun.	1:47,79	2.834
1998	1:46,46	1:47,04	1.594
1999	1:45,97 NRi	1:45,06 NRU23	4.394
2000	1:46,54	1:46,81	-3.738
2001	1:47,71	1:46,81	0
2002	1:47,86	1:46,80	0.021
2003	1:47,75	1:47,70	-1.882
2004	zraněn	1:48,05	-0.728
průměr			1.323

Tabulka 3. Vývoj sportovního výkonu (zimní sezóna/letní sezóna) běžce 2 2003-2012

ROK	Výkon 1 500 m (800 m) Zimní maximum (min)	Výkon 1 500 m/ 3 000 m překážek Letní maximum (min)	Nárůst/pokles Meziročně (%)
2003	4:24,52	4:34,30	-28.513
2004	2:08,48	4:23,15	10.942
2005	2:09,06	4:20,84	11.084
2006	2:08,86	4:20,25	2.913
2007	4:20,52	4:16,21	24.923

2008	2:06,01	9:55,30	Nelze
2009	4:15,45	9:51,16	7.881
2010	4:14,66	9:41,85 NR	22.485
2011	4:15,09	9:41,73 NR	0.287
2012	nezávodila	nezávodila	0
průměr			6.500

Sběr dat

Zdrojem dat případové studie byla evidence tréninku a závodů běžců na střední tratě vedená osobním trenérem, nebo záznamy sportovců (tréninkové deníky). Výchozí data disertace byla z tištěné podoby přepsána do tabulkového procesoru Excel 2016. Formát evidence dat byl zvolen po mikro cyklech (týdenní součty ukazatelů OTU, ST), mezocyklech a RTC. Při sběru dat jsme použili metodu analýzy dokumentů, resp. studium písemných dokumentů. Některé dokumenty byly veřejného, neosobního a dostupného charakteru, některé byly charakteru osobního a veřejně nedostupné. Většina dostupných údajů byla přepsána z tištěné podoby do elektronické (cca 30 000 záznamů). Vrcholové etapy probandů trvaly: (běžec 1, 1995–2004; běžec 2, 2002–2011). Limitních výkonů bylo dosaženo: běžec 1 v roce 1999, běžec 2 v roce 2010 resp. 2011. Kritériem limitního výkonu byla u obou probandů hodnota aktuálních českých rekordů (současně osobních rekordů). Trenér i závodníci si tréninkový deník psali paralelně. Trenér plánoval, evidoval a vyhodnocoval tréninkové a závodní zatížení průběžně ve svém formátu. Tento formát byl použit pro tuto studii.

Záznamy v tréninkovém deníku obsahují přesný popis tréninku i kvantifikované objemy zatížení v jednotlivých tréninkových ukazatelích, včetně rozdělení do speciálních a obecných tréninkových ukazatelů podle specializace běžce a dalších sledovaných parametrů. Výkony v závodech jsou uvedeny na webových stránkách Českého atletického svazu nebo v tzv. ročenkách atletických výkonů ČAS (tištěná verze). K dispozici byly přesné záznamy o absolvovaných závodech většinou i včetně mezcíků (vždy při přítomnosti trenéra nebo z oficiálních výsledkových listin). Data tréninkového zatížení byla evidována denně, součty byly prováděny po ukončení každého dne (TJ), a týdne (mikro). Součty mezocyklů byly prováděny průběžně. Jednotky kilometrů v běžeckých pásmech byly zaokrouhlovány na 0.10 m.

Výchozí data disertace byla z ručně psané podoby přepsána do elektronické (tabulkový procesor Excel 2016).

Formát evidence dat.:

- číslo makrocyklu (makro=RTC),
- rok (označení roku),
- číslo mezocyklu (mezo),
- číslo mikrocyklu (mikro),
- týden od (datum),
- číslo týdne (číslo týdne v kalendářním roce),
- OTU 1 (suma), OTU 2 až 10,
- STU 1 (suma), STU 2 až 11,
- sezónní maximum SB (čas).

Obecné tréninkové ukazatele (no=10)

- OTU 1 (D) tréninkové dny (počet)
Počítá se den strávený cílenou sportovní aktivitou.
- OTU 2 (J) tréninkové jednotky (počet)
Počítá se samostatná tréninková (sportovní) aktivita.
- OTU 3 (Z) závody (počet)
Počítá se den, ve kterém proband závodil v atletické disciplíně.
- OTU 4 (S) závodní start (počet)
Počítá se závodní start v atletické disciplíně.
- OTU 5 (ZO) dny zdravotních omezení (počet)
Počítá se den, který omezil probanda v cílené atletické aktivitě.
- OTU 6 (NE) dny nemoci (počet)
Počítá se den nemoci.
- OTU 7 (VT) dny strávené na výcvikovém táboře (počet)
Počítá se den strávený na výcvikovém atletickém soustředění (táboře).
- OTU 8 (V N.V.) dny strávené pobyttem ve vyšší nadmořské výšce (počet)
Počítá se den strávený sportovní aktivitou ve vyšší nadmořské výšce (nad 1 000 m n.m.).

- OTU 9 (RG) dny strávené cílenou regenerací (počet)
Počítá se jednotka strávená cílenou regenerací (masáž, lymfomasáž, kryoterapie, vířivka).
- OTU 10 (VO) dny volna (počet)
Počítá se den bez cílené sportovní aktivity.
- **Speciální tréninkové ukazatele (ns=11)**
- STU 1 (TR) tempová rychlost (počet km)
Počítá se počet kilometrů odběhaných rychleji, než bylo tempo trati 800 m.
- STU 2 (ST800) tempo trati 800 m (počet km)
Počítá se počet kilometrů v tempu trati 800 m.
- STU 3 (T1,5) tempo trati 1 500 m (počet km)
Počítá se počet kilometrů v tempu trati 1 500 m.
- STU 4 (T3) tempo trati 3 000 m (počet km)
Počítá se počet kilometrů v tempu trati 3 000 m.
- STU 5 (ANP) tempo v oblasti rozvoje anaerobního prahu (počet km)
Počítá se počet kilometrů v oblasti rozvoje anaerobního prahu.
- STU 6 (OV) tempo rozvíje obecné vytrvalosti (počet km)
Počítá se počet kilometrů v oblasti rozvoje obecné vytrvalosti (započteno i průměrná délka rozklusání 3 km a průměrná délka vyklusání 3 km).
- STU 7 (VS) vybíhané svahy (počet km)
Počítá se počet kilometrů odtrénovaných do svahu (běh, cvičení v chůzi, skok).
- STU 8 (SUMA) součet naběhaným kilometrů (počet km)
Počítá se součet STU1 až STU7.
- STU 9 (KRUH) kruhové posilování (počet TJ)
Počítá se cílené běžecké kruhové posilování (aktivní pauza) v minimální délce tréninkové jednotky 60 minut.
- STU 10 (POS) posilování v posilovně v minimální délce 45 minut (počet TJ)
Počítá se cílené běžecké posilování v posilovně (pasivní pauza na zotavení) v minimální délce tréninkové jednotky 45 minut.
- STU 11 (DOP) doplňkové sporty v minimální délce 60 minut (počet TJ)
Počítá se cílená sportovní aktivita (jiný sport, turistika) v minimální délce trvání 60 minut.

Výběr tréninkových prostředků odpovídá metodice užívané v ČR (Písařík a Liška, 1985; Kučera a Truksa, 2000) s tím, že obecné tréninkové ukazatele byly posíleny o počet dní strávených pobytem ve vyšší nadmořské výšce (OTU 8) a počet dní na VT (OTU 7). Nezařadili jsme do evidence diskutabilně evidovaný ukazatel počet hodin tréninku (výpovědní hodnota, přesnost evidence). Evidence STU byla přizpůsobena potřebám trenéra i sportovců (stejná u obou běžců) a zvolena byla varianta evidence (a vyhodnocování) podle spektra speciálních běžeckých schopností (TR, ST, TV, ANP, OV a další), tedy ukazatelů, které zobrazují zatížení běžců v bioenergetických zónách. Tento způsob evidence tréninkového zatížení může snížením počtu především STU lépe vyhovovat nárokům datového souboru (cca 30 000 dat) pro statistické zpracování (Hendl, 2012).

Vyhodnocování sportovní výkonnosti a úrovně sportovních výkonů podle dosažených sezónních maxim (léto, zima) byla zvolena z důvodu detailnějšího pohledu na skutečnost ovlivňování sportovní výkonnosti v průběhu RTC i víceletých cyklů, a také lépe reflektuje variabilitu možností sportovní přípravy běžců (lokality, klimatická pásma, finance, (Evropa, Afrika, USA).

Data sezónních maxim jsou označena v disertaci jako L (letní) a Z (zimní). Toto značení znamená vždy množství tréninkových prostředků (OTU a STU) absolvovaných k dosažení příslušného zimního nebo letního výkonnostního maxima. V naší studii jsme posuzovali vztah závislé proměnné (čas) na vybrané, nezávislé proměnné obecné (OTU $n=10$, STU $n=11$ tj. celkem $n=21$).

Metodou mnohonásobné regrese a statistického zpracování jsme našli „modely“ a identifikovali prediktory (nezávislé proměnné), kterými byly modely tvořeny a závislé proměnná (čas) ovlivňována.

K identifikaci prediktorů (síla a validita vztahů mezi proměnnými), zjištění a popsání modelu tréninkového zatížení jsme zvolili metodu mnohonásobnou lineární regrese. Závislé proměnnou byl výkon (čas) probandů na hlavní závodní trati. U běžce 1 byl proměnnou čas na hlavní závodní trati běh na 800 m. Pro běžce 2 byl hlavní trati běh na 3 000 m překážek. Pro sezónnost hlavní tratě (3 000 m překážek-pouze léto) jsme pro statistiku v zimních sezónách použili výkonů (dosažených časů) na 1 500 m. Oba probandi absolvovali v průběhu svých sportovních kariér dvouvrcholové závodní sezony (zimní a letní závodní sezona). Poslední závodní sezonu obou atletů byla jednovrcholová nebo z důvodu zranění neproběhla a do statistické analýzy nebyla zahrnuta. Vztahy mezi tréninkovými prostředky (prediktory),

dosaženým limitním sportovním výkonem a výkonností (čas) v modelu jsme zjišťovali k datu dosažení sezónních maxim (zimní a letní).

Z nezávisle proměnných obecných tréninkových ukazatelů (OTU) jsme zvolili tyto: tréninkové dny (D), tréninkové jednotky (TJ), závody (Z), starty (S), dny zdravotních omezení (ZO), dny nemoci (NE), dny na výcvikových táborech (VT), dny pobytu ve vyšší nadmořské výšce (V N.V.), hodiny regenerace (RG) a dny volna (VO). Z nezávislých proměnných speciálních tréninkových prostředků (STU) jsme pro disertační práci použili tyto tréninkové ukazatele: tempová rychlost (TR), speciální tempo 800 m (ST 800), speciální tempo 1 500 m (ST 1,5) tempo trati 3 000 m (T 3) tempo pro oblast anaerobního prahu (ANP), obecná vytrvalost (OV), vybíhané svahy (VS), celková suma naběhaných kilometrů (Suma), kruhové posilování (KRUH), posilování v posilovně (POS), a doplňkové sporty (DOP). Pro správné přiřazení dat z deníků jsme použili doporučení podle klasifikace používané např. Burešem (1986), Kučerou a Truksou (2000) či Písaříkem a Liškou (1985) v podobě obecných a specifických tréninkových ukazatelů (OTU a STU). Doporučené složení evidence tréninkových prostředků jsme rozšířili o dny pobytu na výcvikových táborech (OTU 7 VT) a tréninku ve vyšších nadmořských výškách (OTU 8 V N.V.). Pro analýzu rychlostních předpokladů jsme sloučili speciální tréninkový ukazatel maximální rychlost (MR) a rychlostní vytrvalost (RV) do jednoho s názvem tempová rychlost (TR). Získané tréninkové ukazatele z evidence tréninku jsme přiřadili k jednotlivým výše uvedeným tréninkovým ukazatelům (OTU, STU).

Ze shromážděných dat tréninkového zatížení jsme získali kvantifikované údaje o tréninkovém zatížení. Ty jsme použili pro nalezení vlivu prediktorů na sportovní výkonnost. Všechna zmíněná data jsme použili pro posouzení vlivu specifických a obecných tréninkových prostředků na výkonnost. Statistickým zpracováním (SPSS program) evidovaných a přiřazených dat evidence tréninkového zatížení jsme zjistili platnost a míru vlivu prediktorů v modelech dlouhodobé sportovní přípravy na limitní sportovní výkon a sportovní výkonnost běžců.

Normalita dat

Ověření normality rozložení dat je v odborných publikacích vyžadováno pro použití většiny statistických metod. Při nesplnění předpokladu normality je možnost použít neparametrické

metody. K ověření normality lze použít grafické posouzení nebo testy (Hendl, 2012). V naší práci jsme pro zjištění normality dat souboru použili Shapiro - Wilk testu (Shapiro a Wilk, 1965). Testovali jsme hypotézu, že daný náhodný výběr měl normální rozložení. Test jsme provedli pomocí programu SPSS. Z výsledné tabulky je patrné, že dle Shapiro - Wilkova testu všechny zpracované proměnné mají normální rozložení dat, a tedy můžeme zavrhnout nulovou hypotézu na hladině významnosti $\alpha = 0.05$.

Pro ověřování vztahů mezi proměnnými jsme v naší longitudinální studii použili mnohonásobné lineární regrese. Věcnou i statistickou významnost jsme použili při hodnocení vlivu OTU a STU na závisle proměnnou = čas. Statistickou významnost jsme zjišťovali na hladině $p \leq 0.05$.

Pro posouzení míry vlivu statistické závislosti nezávisle proměnných na závisle proměnnou jsme použili matematických metod (Pearsonův a Spearmanův korelační koeficient). Předností velikosti účinku je to, že umožňuje snadno posoudit praktickou významnost statistické závislosti (Ferguson, 2000). Pro hodnocení věcné významnosti jsme použili Effect size $\alpha \geq 0.50$ (Cohenovo d). Věcnou významnost lze použít pro hodnocení efektu mezi dvěma nezávislými proměnnými (Cortina a Nouri, 2000).

Běžně používané hodnocení velikosti koeficientu d je následující: $d \geq 0.80$ – velký efekt, $d = 0.50$ až 0.80 – střední efekt, $d = 0.20$ až 0.50 – malý efekt (Cohen, 1992).

K identifikaci trendu dynamiky vybraných tréninkových prostředků bylo u zvolených grafů použito polynomické trojnásobné regrese. Data jsou prezentována v tabulkách nebo prostřednictvím spojnicových či sloupcových grafů.

Výsledky závodů a všechny zjištěné hodnoty ze zkoumaného souboru jsou převedeny do požadovaného formátu, který umožňuje statistické zpracování shromáždění dat. Využito bylo počítačového programu SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), tabulkového procesoru Excel 2016. Pro posouzení validity, míry vlivu a analýzy rozptylu dat použijeme metodu matematické statistiky ANOVA (*Analysis of variance*). V uvedených programech jsou následně zpracovány všechny výsledné grafy a tabulky (tabulkový procesor Excel, 2016).

SHRNUTÍ VÝSLEDKOVÉ ČÁSTI

Modely sportovní přípravy stanovené prostřednictvím identifikace prediktorů tréninkového zatížení.

S ohledem na charakter vysvětlující i vysvětlované proměnné, tj. vlivu tréninkového zatížení prostřednictvím zjištěných prediktorů na limitní sportovní výkon a sportovní výkonnost a také vzhledem k počtu probandů ($n=2$), bylo k identifikaci modelů tréninkového zatížení použito metody mnohonásobné lineární regrese. Ze zjištěných prediktorů (tréninkových prostředků) jsou složeny modely sportovní přípravy. Modely byly identifikovány a popsány na základě statistické analýzy. Statistický program SPSS vyhodnotil „model (y) summary“, které ještě vyhověly zadaným kritériím. Modely byly tedy statisticky vyabstrahovány. Při ověřování platnosti prediktorů v modelech jsme vytvořili matematické matice složené z vybraných, korelačními metodami ověřených tréninkových prostředků (nezávisle proměnnými) pro zvolený model.

Z evidovaných dat tréninkového zatížení jsme získali kvantifikované údaje o průběhu tréninkového zatížení. Ta jsme po ověření normality rozložení dat použili pro statistickou analýzu. Výsledkem analýzy bylo nalezení a popsání modelu(ů) prostřednictvím identifikace prediktorů, kterými bylo limitní sportovní výkonnosti a sportovního výkonu dosaženo. Popsání modelu identifikovaných prediktorů (tréninkovými prostředky) bylo provedeno na základě analýzy kvantitativních dat hodnocených kvalitativně. Grafická forma výsledků byla popsána expertně. Tréninkové ukazatele (prediktory), které byly součástí modelů, ale nevyhověly zadaným statistickým kritériím, popisujeme jako věcně významné.

Kritériem sportovní výkonnosti byly u probandů dosažené výkony v běhu na 800 m resp. 3 000 m překážek v daném sezónním období (zimní/letní maximum). Trať 3 000 m překážek nelze (až na výjimky) absolvovat v halové, zimní sezóně. Tuto situaci jsme vyřešili analýzou sportovní výkonnosti v zimním období na trati 1 500 m. Limitním sportovním výkonem byly hodnoty sezónních maxim příslušného roku a RTC. Platné osobní rekordy probandů na hlavních tratích (800 m mužů, 3 000 m překážek žen) jsou současně dosud platnými českými rekordy. Výkony ze závodů byly realizované v závodech zařazených v oficiálních termínových listinách ČAS, EAA nebo IAAF. V naší práci jsme vytvořili datové matice, které se vztahují k dosaženým časům na tratích 800 m, 1500 m a dále k objemu zatížení v příslušném období (maximum zimní závodní části, maximum letní závodní části). Po zjištění korelujících,

nezávisle proměnných se závisle proměnou, jsme použili detailní evidence tréninkového zatížení. Tréninkové a závodní zatížení bylo analyzováno v jednotlivých letech přípravy, a vždy mezi dosažením sezonních maxim (zimní a letní sezóna). Při identifikaci a popisu modelů sportovní přípravy nás zajímala míra shody nebo rozdílu v nalezených prediktorech tréninkového zatížení. Naše očekávání vycházela z různorodosti hlavních závodních tratí (skupina střední tratě) probandů (800 m a 3 000 m překážek) resp. doby trvání sportovního výkonu (1:45,06 min – 9:41,73 min) a také z genderové rozdílnosti (běžec 1/muž; běžec 2/žena).

Ověření normality rozložení dat je v odborných publikacích vyžadováno pro použití většiny statistických metod. Při nesplnění předpokladu normality je možnost použít neparametrické metody. K ověření normality lze použít grafické posouzení nebo testy. V naší práci jsme pro zjištění normality dat souboru použili Shapiro - Wilk testu. Testovali jsme hypotézu, že daný náhodný výběr měl normální rozložení. Test jsme provedli pomocí programu SPSS. Všechna data mají dle Shapiro - Wilk testu normální rozložení dat, a tedy můžeme zavrhnout nulovou hypotézu na hladině významnosti $\alpha = 0.05$.

Modely výkonnosti a prediktory

Model Summary – běžec 1

Tabulka 4. Modely výkonnosti a z nich stanovené prediktory běžce 1 (1996-2004)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,842 ^a	,709	,369	1,56461	,709	2,085	7	6	,195
2	,842 ^b	,709	,459	1,44855	,000	,000	1	6	,999
3	,841 ^c	,708	,525	1,35666	-,001	,017	1	7	,899
4	,837 ^d	,700	,567	1,29650	-,008	,219	1	8	,652
5	,821 ^e	,674	,576	1,28163	-,026	,772	1	9	,402
6	,777 ^f	,604	,532	1,34780	-,071	2,165	1	10	,172

a. Predictors: (Constant), STU9(KRUH), OTU6(NE), OTU2(J), STU3(1,5), STU2(ST800), STU6(OV), STU8(Suma)

b. Predictors: (Constant), STU9(KRUH), OTU6(NE), STU3(1,5), STU2(ST800), STU6(OV), STU8(Suma)

c. Predictors: (Constant), STU9(KRUH), OTU6(NE), STU2(ST800), STU6(OV), STU8(Suma)

d. Predictors: (Constant), STU9(KRUH), OTU6(NE), STU2(ST800), STU6(OV)

e. Predictors: (Constant), STU9(KRUH), OTU6(NE), STU2(ST800)

f. Predictors: (Constant), OTU6(NE), STU2(ST800)

Model Summary – běžec 2

Tabulka 5. Modely výkonnosti a z nich stanovené prediktory běžce 2 (2002-2012)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,872 ^a	,761	-,076	6,195	,761	,909	7	2	,616
2	,872 ^b	,761	,283	5,059	,000	,000	1	2	,985
3	,872 ^c	,761	,461	4,384	,000	,004	1	3	,956
4	,868 ^d	,753	,555	3,983	-,008	,128	1	4	,739
5	,832 ^e	,692	,538	4,061	-,061	1,237	1	5	,317
6	,806 ^f	,649	,549	4,012	-,043	,832	1	6	,397
7	,785 ^g	,616	,568	3,927	-,033	,664	1	7	,442

- a. Predictors: (Constant), STU9(KRUH), STU5(ANP), OTU8(V.N.V.), STU4(T3), STU7(VS), STU6(OV), STU8(Suma)
- b. Predictors: (Constant), STU9(KRUH), OTU8(V.N.V.), STU4(T3), STU7(VS), STU6(OV), STU8(Suma)
- c. Predictors: (Constant), STU9(KRUH), STU4(T3), STU7(VS), STU6(OV), STU8(Suma)
- d. Predictors: (Constant), STU9(KRUH), STU4(T3), STU7(VS), STU6(OV)
- e. Predictors: (Constant), STU9(KRUH), STU7(VS), STU6(OV)
- f. Predictors: (Constant), STU7(VS), STU6(OV)
- g. Predictors: (Constant), STU6(OV)

Model stanovený z prediktorů tréninkového zatížení běžec 1

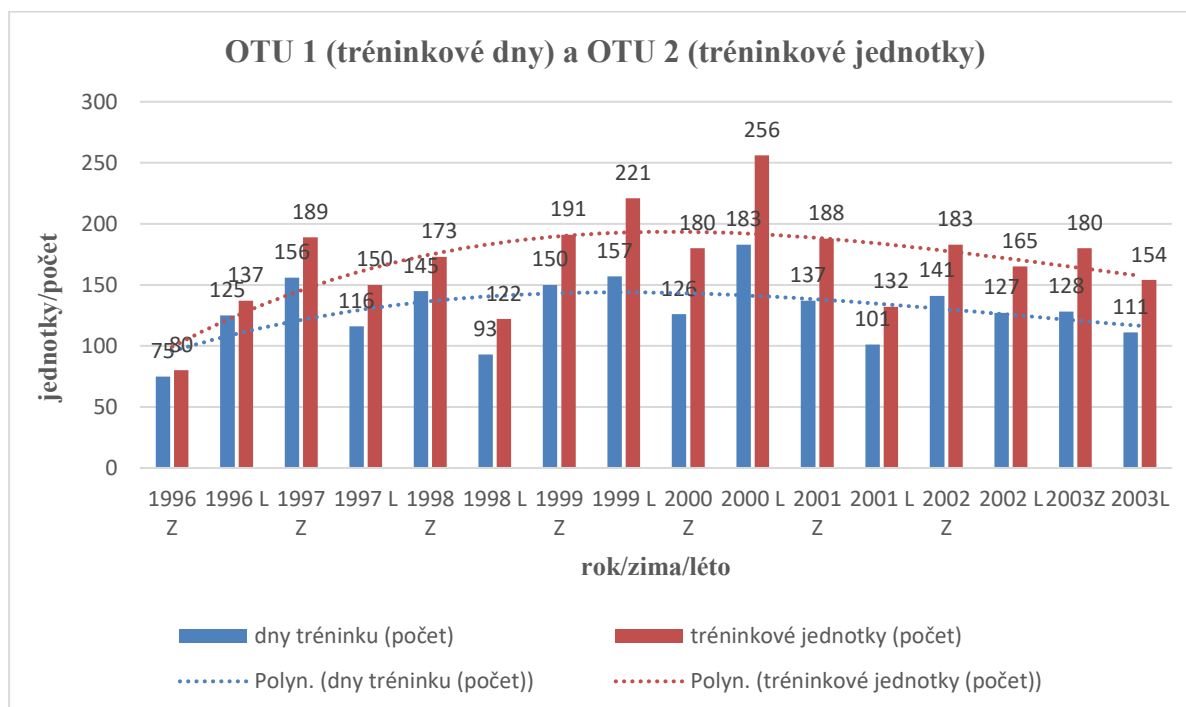
(1996–2003)

Model, který popisuje dynamiku nalezených prediktorů tréninkového zatížení probanda (běžec 1) byl identifikován prostřednictvím mnohonásobné lineární regrese. Počet prediktorů, které statisticky významně ovlivnily dosažení limitního sportovního výkonu a sportovní výkonnosti = 7. Podíly zbylých prediktorů (8 x OTU; 6 x STU), které vyplynuly ze zjištěného modelu, charakterizujeme jako věcně významné.

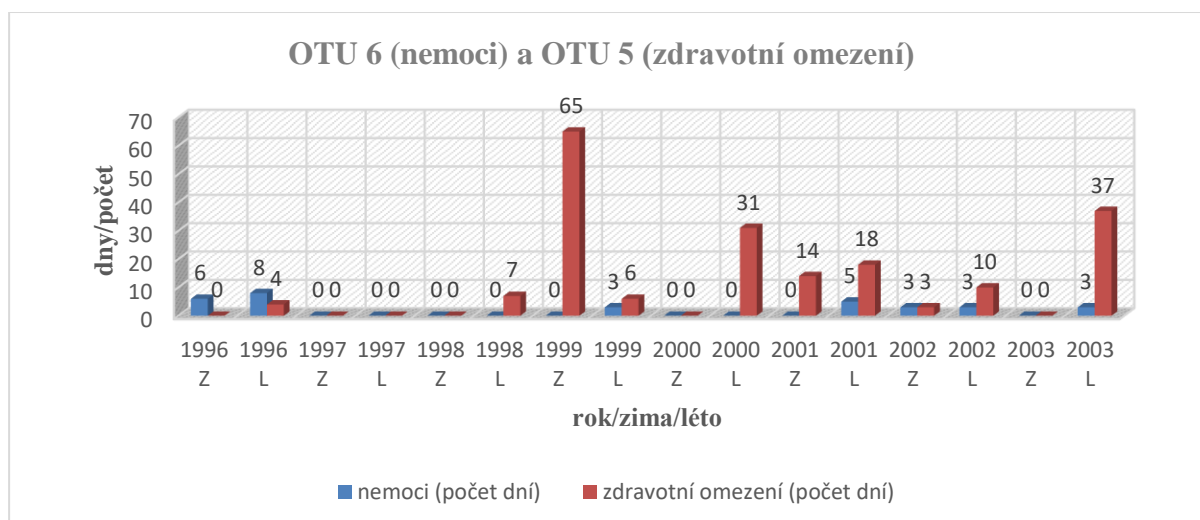
Tréninkové prostředky (prediktory) modelu – běžec 1 (800 m)

1. OTU2 (tréninkové jednotky/počet),
2. OTU6 (dny nemoci/počet),
3. STU2 (speciální tempo 800 m/počet km),

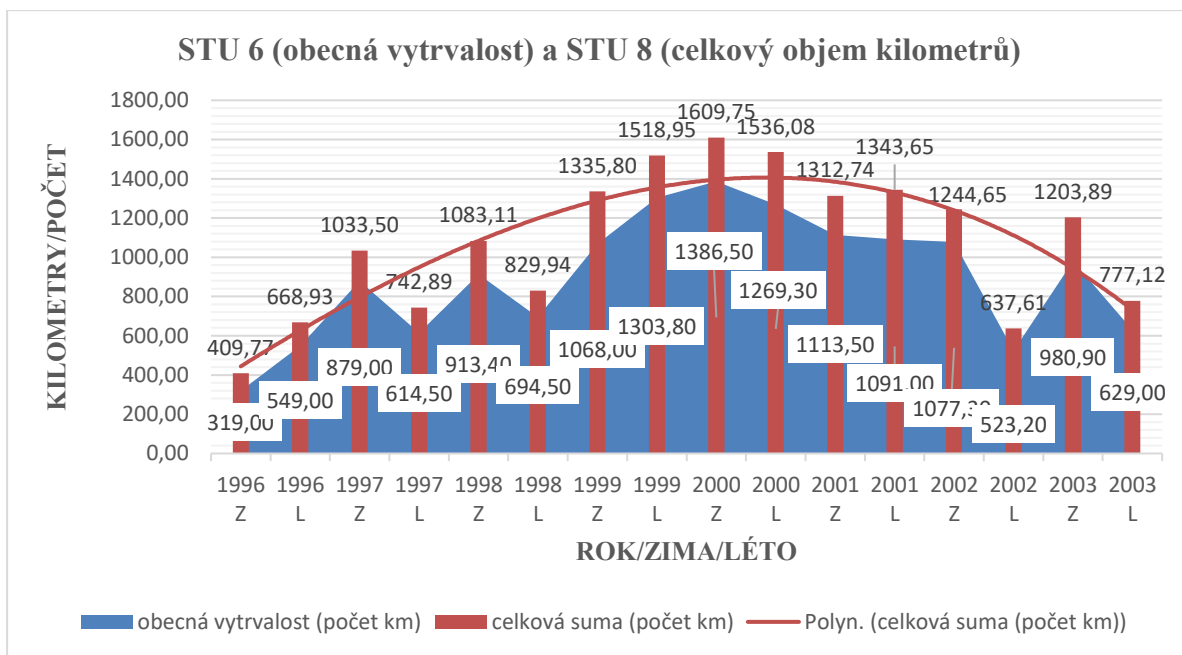
4. STU3 (tempo trati 1 500 m/počet km),
5. STU6 (obecná vytrvalos/počet km),
6. STU8 (celková suma naběhaných kilometrů/počet km),
7. STU9 (kruhové posilování/počet jednotek).



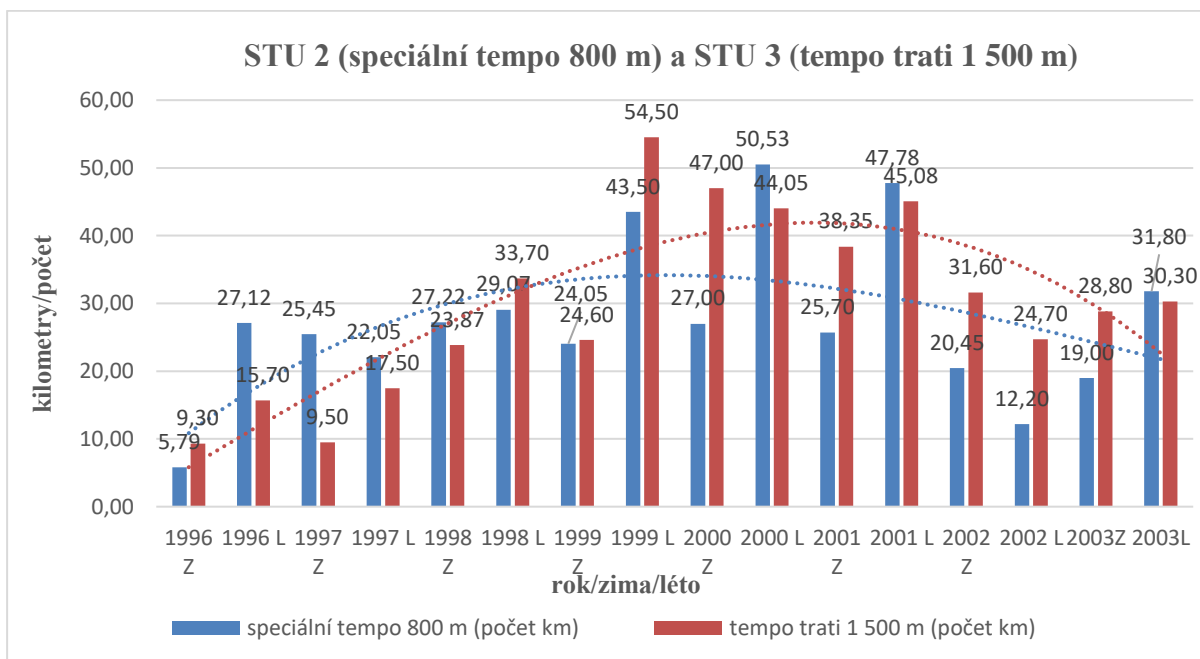
Obrázek 5. Model prediktorů tréninkových dnů a počtu tréninkových jednotek běžce 1 v období 1996-2003. Křivky v obrázku charakterizují trend (polynomická trojnásobná regrese popisující model s dynamikou zatížení-počet TJ a počet tréninkových dnů) ve sledovaném období



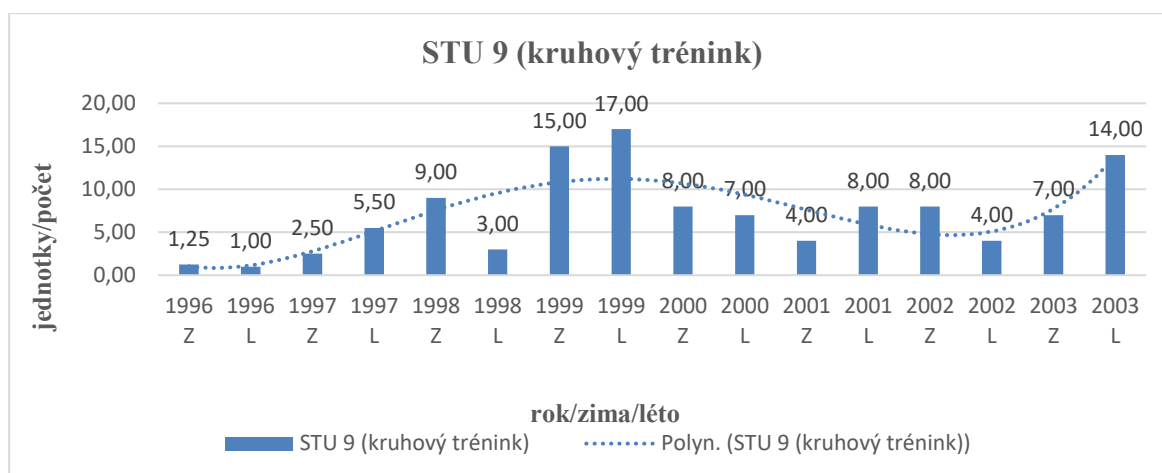
Obrázek 6. Model prediktorů počtu dní nemoci a počtu dní zdravotních omezení běžce 1 v období 1996-2003



Obrázek 7. Model prediktorů počtu kilometrů obecné vytrvalosti a celkového objemu kilometrů běžce 1 v období 1996-2003. Křivka v obrázku charakterizuje trend (polynomická trojnásobná regrese popisující dynamiku celkového množství naběhaných kilometrů a počtu kilometrů v obecné vytrvalosti)



Obrázek 8. Model prediktorů počtu kilometrů speciálního tempa (800 m) a tempa trati 1 500 m běžce 1 v období 1996-2003. Křivky v obrázku charakterizují trend (polynomická trojnásobná regrese popisující dynamiku počtu kilometrů naběhaných ve speciálním tempu 800 m a tempu trati na 1 500 m)



Obrázek 9. Model prediktoru počtu jednotek kruhových tréninků běžce 1 v období 1996-2003. Křivka v obrázku charakterizuje trend (polynomická trojnásobná regrese popisující dynamiku počtu kruhových tréninků ve sledovaném období)

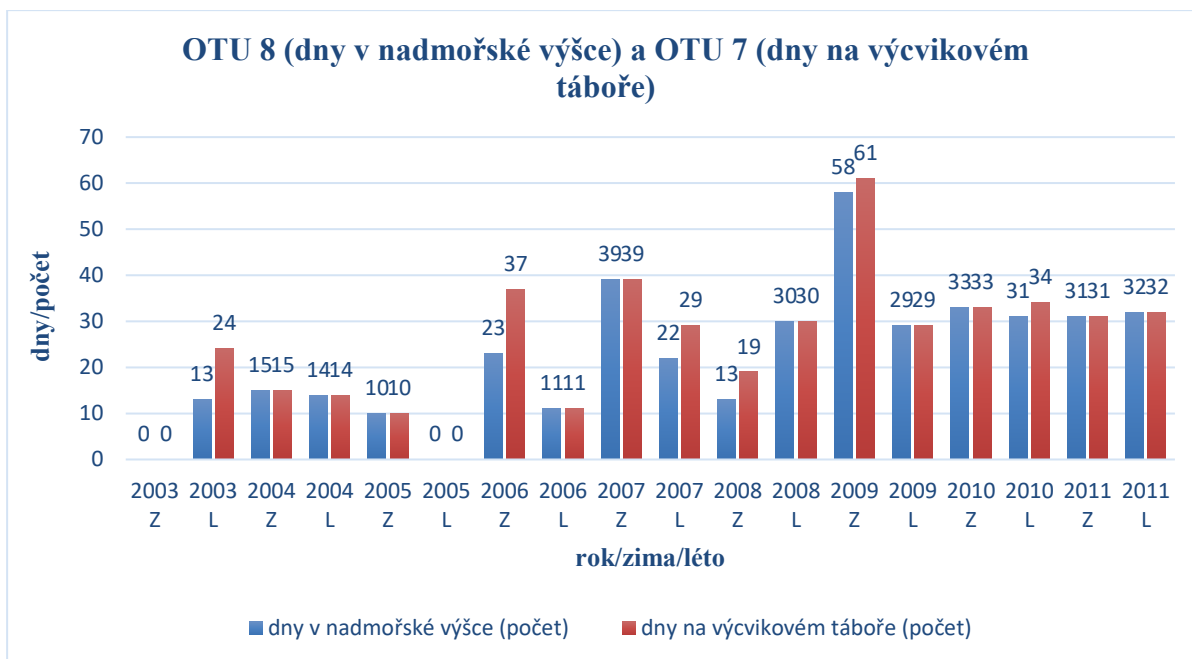
Model stanovený z prediktorů tréninkového zatížení – běžec 2

(2003–2011)

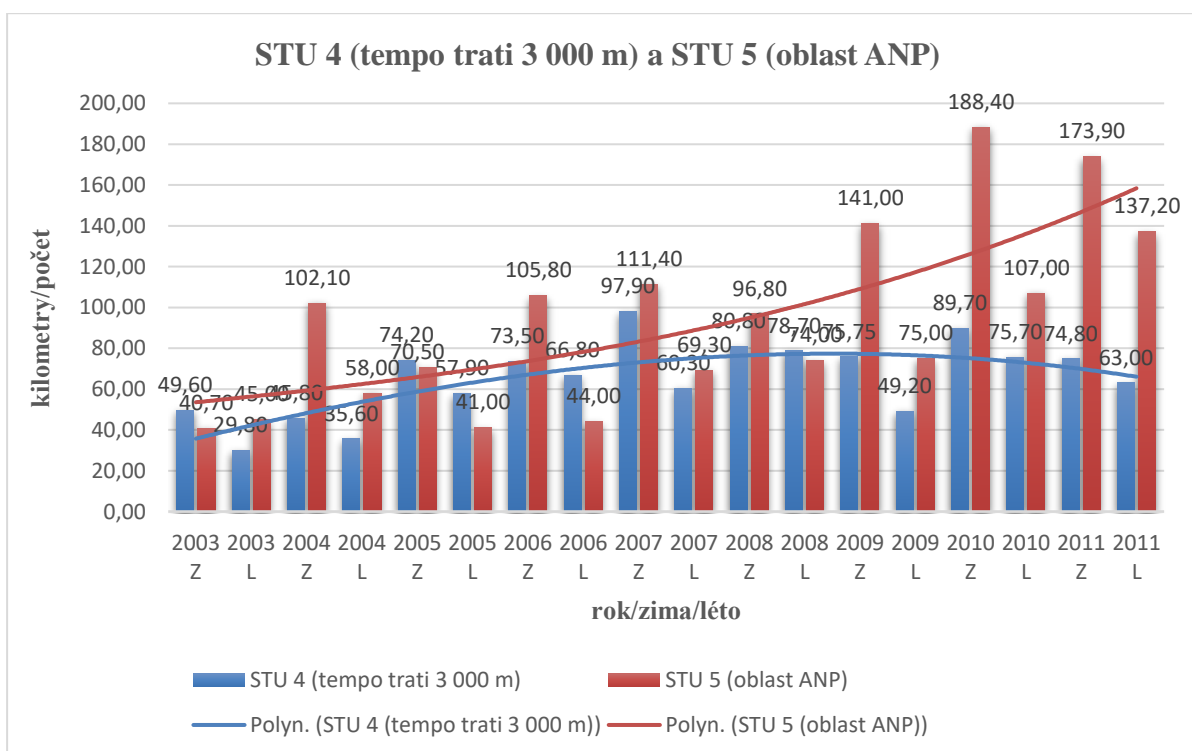
Model, který popisuje dynamiku prediktorů tréninkového zatížení probanda (běžec 2) byl identifikován prostřednictvím mnohonásobné lineární regrese Z námi evidovaných tréninkových prostředků (OTU, STU) metodou mnohonásobné regrese a podle zadaných statistických kritérií vyhodnotil program u probanda č. 2 (Běžec 2) 7 prediktorů (závisle proměnných). Podíly zbylých prediktorů (9 x OTU; 5 x STU), které vyplynuly ze zjištěného modelu, charakterizujeme jako věcně významné.

Tréninkové prostředky (prediktory) modelu – běžec 2 (3 000 m překážek)

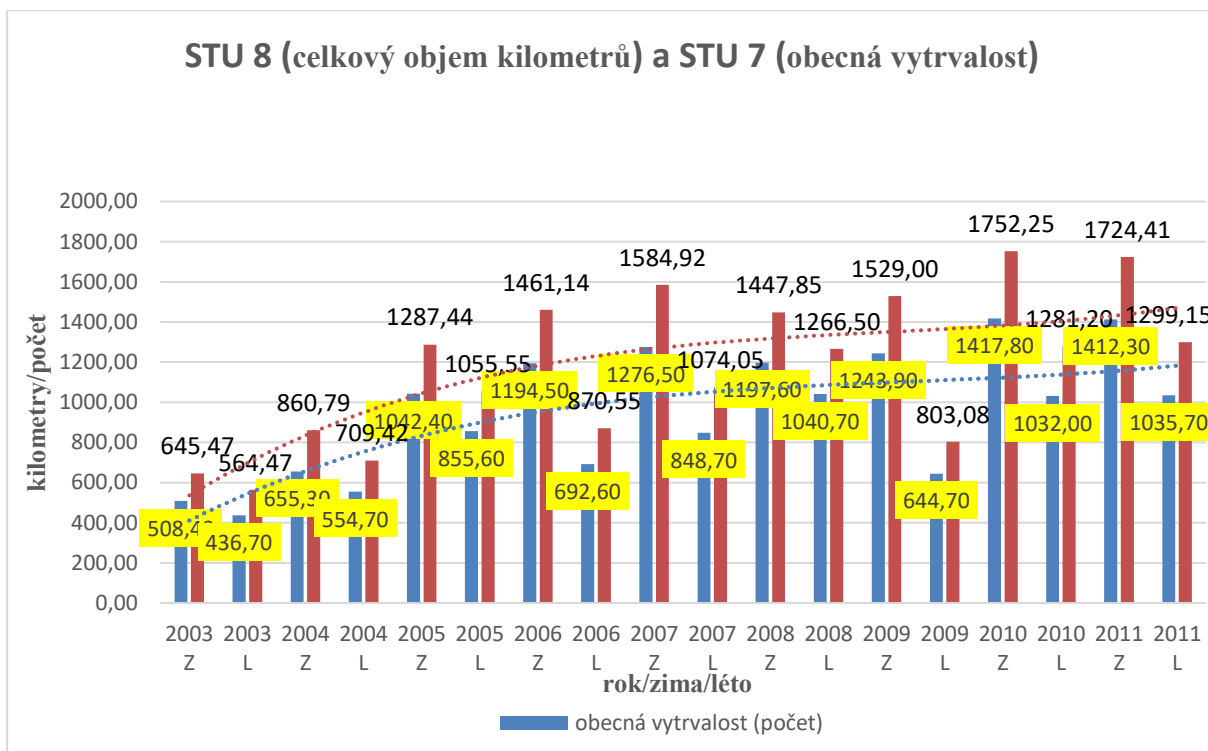
1. OTU8 (pobyt v nadmořské výšce nad 1 000 m n.m./počet dnů),
2. STU4 (tempo trati 3 000 m/počet km),
3. STU5 (tempo v oblasti anaerobního prahu (počet km),
4. STU6 (obecná vytrvalost/počet km),
5. STU7 (vybíhané, skákané svahy a cvičení do svahu),
6. STU8 (celková suma naběhaných kilometrů/počet km),
7. STU9 (kruhové posilování/počet jednotek).



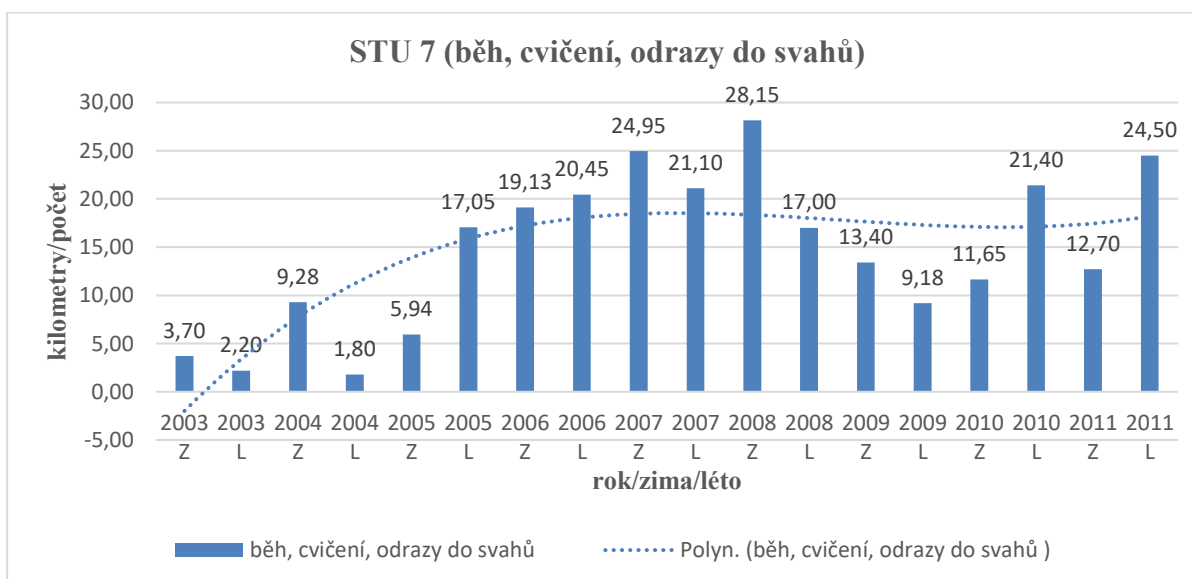
Obrázek 10. Model prediktorů počtu dnů v nadmořské výšce a počtu dnů na výcvikových táborech běžce 2 v období 2003-2011



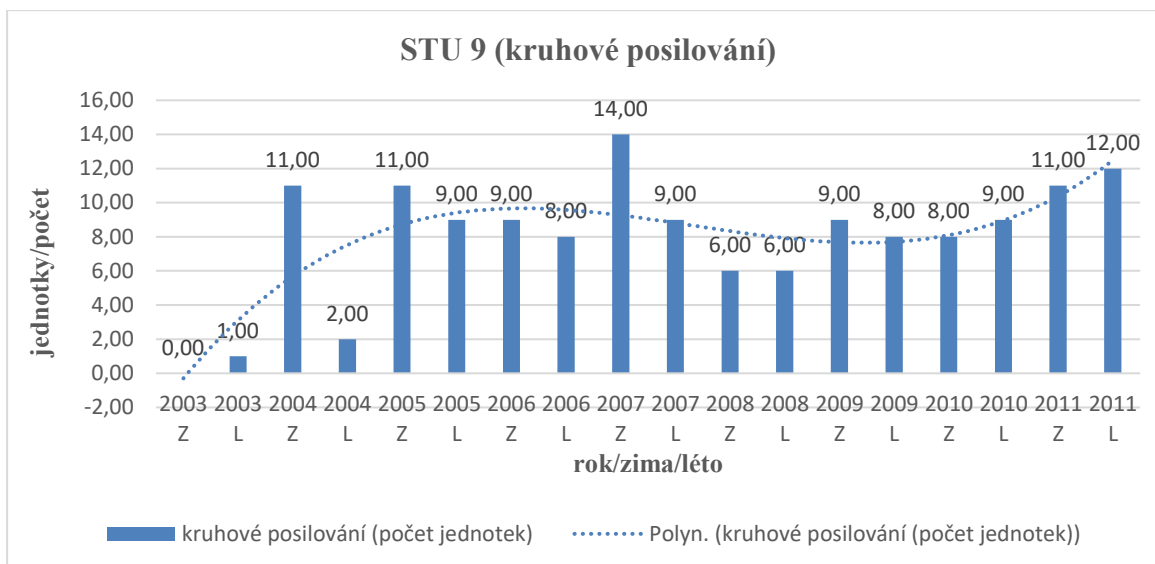
Obrázek 11. Model prediktorů počtu kilometrů trati 3 000 m= speciální tempo běžce 2 a počtu kilometrů v oblasti anaerobního prahu běžce 2 v období 2003-2011. Křivky v obrázku charakterizují trend (polynomičká trojnásobná regrese popisující dynamiku počtu kilometrů naběhaných ve speciálním tempu 3 000 m a počtu kilometrů naběhaných v ANP ve sledovaném období)



Obrázek 12. Model prediktorů počtu kilometrů obecné vytrvalosti a celkového objemu kilometrů běže 2 v období 2003-2011. Křivky v obrázcích charakterizují trend (polynomická trojnásobná regrese popisující dynamiku počtu celkového objemu naběhaných kilometrů a počtu kilometrů naběhaných v ANP ve sledovaném období)



Obrázek 13. Model prediktoru počtu kilometrů do svahu (běh, cvičení, odrazy) běže 2 v období 2003-2011. Křivka v obrázku charakterizuje trend (trojnásobná polynomická regrese popisující dynamiku počtu kilometrů odběhaných, odskákaných a odcvičených do svahů ve sledovaném období)



Obrázek 14. Model prediktoru počtu kruhových tréninků běžce 2 v období 2003-2011. Křivka v obrázku charakterizuje trend (polynomická trojnásobná regrese popisující počet kruhových tréninků ve sledovaném období)

DISKUZE

Řízení tréninku je hlavní součástí tréninkového procesu. Efektivita absolvovaného tréninkového zatížení významně rozhoduje o účinnosti tréninkového konceptu. Praktické zkušenosti potvrzují, že největší efektivity tréninku je dosaženo v případě, kdy je řízení tréninku chápáno jako uzavřený řetězec za respektování specifík daného sportovního odvětví (Foster, 2001; Impellizeri, 2004; Neumann et al., 2005, Avalos et al., 2003; Písařík a Liška, 1985). Z pohledu dlouhodobé stavby tréninku jsou užitečné výpočty tendencí světové výkonnosti v daném sportu. Pro určení konečné výkonnosti špičkových sportovců se používají matematické výpočty zohledňující názory odborníků a praktické zkušenosti sportovců a trenérů (Neumann et al., 2005). Ve většině vytrvalostních sportů vrcholové úrovně probíhá plynulý nárůst výkonnosti 1-4 % ročně (Neumann et al., 2005). V naší studii jsme prokázali po dobu trvání sportovní kariéry probandů průměrný meziroční nárůst výkonnosti od 1.32 % (běžec 1) – 6.50 % (běžec 2).

V naší práci jsme popsali modely tréninkového zatížení, kterými bylo dosaženo limitních sportovních výkonů probandů (běžec 1, běžec 2). Modely byly složeny z prediktorů, které byly stanoveny na základě statistické metody mnohonásobné lineární regrese. V modelech bylo zjištěno u každého běžce (probanda) 7 prediktorů, které vyhovely nastaveným kritériím. Shoda v modelech byla nalezena u 4 prediktorů. Shodnými prediktory v modelech byly nalezeny:

prediktor STU 2 (tempo 800 m - pro 800 m);
prediktor STU 4 (tempo 3 000 m - pro 3 000 m);
prediktor STU 6 (obecná vytrvalost);
prediktor STU 8 (celkový objem kilometrů);
prediktor STU 9 (kruhový trénink).

Potvrdili jsme hypotézu H1 a můžeme konstatovat, že retrospektivní analýzou lze zjistit a popsat modely dosažení limitního sportovního výkonu v bězích na střední tratě. Popsat modely bylo možné na základě stanovení a identifikace prediktorů - tréninkových ukazatelů. Hypotézu H2 zavrhuje a konstatujeme, že sestavit individuální tréninkový program na základě retrospektivní případové studie nelze.

Vzhledem k tomu, že soubor byl složen dvěma běžci rozdílného pohlaví, považujeme shodu u 4. ze 7. nalezených prediktorů za významný výsledek, který by mohl zefektivnit přípravu běžců na střední tratě. Tuto shodu sledujeme významnou i z pohledu širě závodních tratí ve skupině středních tratí (800 m – 3 000 m). Tato skutečnost ukazuje na prioritní oblasti ve sportovní přípravě běžců na středních tratích ve vrcholové etapě. Konstatujeme se, že skutečnost jednotného formátu evidence tréninkového zatížení běžců pomohla odhalit společné znaky modelů sportovní přípravy této případové retrospektivní studie. Domníváme se, že výsledky této případové studie, tj. nalezení a popis modelů tréninkového zatížení prostřednictvím identifikace prediktorů, přispěly k odhalení specifických podmínek a možností, za kterých limitní výkon vznikl. Výpovědní hodnotu modelů a prediktorů této případové studie, tj. dosažení národních rekordů ČR v běhu na střední tratě ověřila tréninková praxe (Glesk, 1996). Při možnosti porovnání a analýzy parametrů tréninkového zatížení širšího spektra elitních závodníků by bylo možné touto metodou přiblížit modelování limitního sportovního výkonu a dynamiku sportovní přípravy v bězích na středních tratích.

Z důvodu specifčnosti podmínek, za kterých limitní sportovní výkony vznikají, jsme si vědomi omezené časové „stálosti“ modelů identifikovaných prediktory. Nové technologie, širší nabídka možností sportovní přípravy, využití moderních technologií a poznatků, možnosti aktuálních diagnostických vstupů o trénovanosti sportovců, ale i tlak médií a společnosti může v budoucnu stálost modelů a identitu prediktorů omezovat, resp. měnit (Wallace et al., 2009; Kovářová, 2013).

Uvědomujeme si rovněž možnost existence chyb a omezení při sběru dat (30 000 retrospektivně) v dynamicky se měnících podmínkách elektronizace, statistických programů a IT přístupů. Relevantní podklady pro srovnání modelů a účinku prediktorů v mezinárodním měřítku nemáme. Detailní informace o přípravě elitních sportovců jsou stále deficitní oblastí i v odborných publikacích. Možnost detailního porovnání dynamiky, shody nebo rozdílu vlivu prediktorů v modelech brání i nejednotnost v evidenci tréninkového zatížení nebo metodiky zpracování dat (Impellizeri, 2004; Hendl, 2012).

ZÁVĚRY

V naší práci jsme našli a popsali modely sportovní přípravy, které byly zjištěné prostřednictvím identifikace prediktorů (tréninkové ukazatele - nezávisle proměnné). Identifikovanými modely bylo dosaženo limitních sportovních výkonů (národních rekordů ČR/čas - závisle proměnná) v bězích na střední tratě 800 m a 3 000 m překážek.

Prokázali jsme u probandů shodu 4 prediktorů - tréninkových prostředků v modelech tréninkového zatížení. Vzhledem k tomu, že soubor byl složen pouze ze dvou běžců, navíc rozdílného pohlaví, považujeme shodu v modelech u 4. ze 7. nalezených prediktorů za významný výsledek. Tuto shodu považujeme za významnou i z pohledu šíře závodních tratí (800 m – 3 000 m). Skutečnost shody modelů v identifikaci prediktorů ukazuje na prioritní oblasti z hlediska předpokladů i modelování tréninkového zatížení běžců ve vrcholové etapě. Statisticky významné dosažení limitní sportovní výkonnosti a sportovního výkonu v modelech ovlivnily shodně tyto 4 prediktory: **počet kilometrů ve speciálním tempu, počet kilometrů v obecné vytrvalosti, celkový objem naběhaných kilometrů, počet kruhových tréninků**. Domníváme se, že další nalezené prediktory v modelech u probandů zohlednily specifiku přípravy k hlavní závodní trati (tréninkové možnosti, lokality tréninku, finanční náročnost přípravy aj.) a individuální předpoklady běžců. Z výsledků naší případové studie vyplynulo, kterými tréninkovými prostředky byly modely přípravy a dosažení limitních sportovních výkonů ovlivněny. Popsali jsme v modelech dynamiku nalezených prediktorů a způsob dosažení limitního sportovního výkonu na střední tratě (800 m mužů a 3 000 m překážek žen).

Metodu mnohonásobné lineární regrese konstatujeme jako použitelnou pro identifikaci modelů sportovní přípravy a retrospektivních případových studií. Snažili jsme se odhalit významné (statisticky) souvislosti a fakta, kterými bylo limitních sportovních výkonů

(národních rekordů) dosaženo. Tyto matematické a statistické metody mohou výrazně doplnit aktuálně používané metody, zkušenosti, zvyklosti i logiku sportovní přípravy. Přispěli jsme k diskusi o významu evidence, kontrole a vyhodnocování tréninkového zatížení.

Tato případová studie mohla být zpracována na základě detailní, pečlivé evidence tréninkového zatížení vedené trenérem a závodníky. Validita výsledků práce je dokladována analýzou souboru dat, který obsahoval u obou probandů přibližně 30 000 údajů monitorujících tréninkovou zátěž. Normální rozložení dat souboru bylo ověřeno Shapiro – Wilk testem. Naše práce retrospektivně potvrdila, že plánování dynamiky tréninkového zatížení stejně jako např. uplatnění didaktických principů cykličnosti (obr.27) nebo postupného zvyšování zatížení (obr.30 a obr. 34) může zásadním způsobem ovlivňovat dosažení limitních sportovních výkonů v běžích na střední tratě. Upozornili jsme současně, že příčinou výkonnostní stagnace může být neuplatňování nebo pozdní uplatňování zásad v řízení tréninku.

Naši prací jsme na příkladu retrospektivní analýzy popsali modely sportovní přípravy, které jsme identifikovali prostřednictvím prediktorů tréninkového zatížení. Domníváme se, že tato případová studie může přispět k rozšíření poznatků o možnostech ovlivnění limitního sportovního výkonu a sportovní výkonnosti v oblasti vytrvalosti.

Limity práce pro tento typ výzkumu - případové studie spatřujeme v tom, že závěry práce nelze zobecnit. Pro možnost širšího zobecnění by bylo nutné analyzovat větší soubory elitních běžců za předpokladu sjednocení formátu evidence tréninkového zatížení.

PUBLIKOVANÁ LITERATURA AUTORA

Recenzované časopisy:

Bahenský, P., & Semerád, M. (2014). Analýza vývoje výkonnosti v běhu mužů na 1500 m v ČR 1945-2013. *Studia Kinanthropologica* 15(3), 131-140.

Bahenský, P., & Semerád, M. (2016). Vývoj výkonnosti elitních adolescentních běžců v dospělém věku. *Studia Kinanthropologica* 17(3), 185-193.

Semerád, M., & Bahenský, P. (2014). Celková tělesná voda jako indikátor aklimatizace ve vyšších nadmořských výškách. *Studia Kinanthropologica*, XV(2), 89-94.

Semerád, M., & Bahenský, P. (2015). Developments in the world of performance in women's athletics events of the hammer throw and 3 000 m steeplechase. *Studia Kinanthropologica*, 16(2), 83-91

Semerád, M., Červinka, P., & Bunc, V. (2017). Monitoring of total body water to examine the progress of acclimatization of runners at varying altitudes. *Acta Universitatis Carolinae*, 53(2), 116-125.

Sborníky:

Semerád, M. (2015). Vývoj světové výkonnosti při zavádění nových atletických disciplín žen na příkladu hodů kladivem a 3 000 m překážek. In: Červinka, P., Kaplan, A., Hojka, V., Volfová, K. *Atletika 2015*

POUŽITÁ LITERATURA V AUTOREFERÁTU

Arrese, A., Izquierdo, D.M., & Urdiales, D. (2005). A review of the maximal oxygen uptake values necessary for running levels. *New Studies* 3, 7-20.

Avalos, M., Hellard, P., & Chatard, J. (2003). Modeling the training-performance relationship using a mixed model in elite swimmers. *Med Sci Sport Exerc.* 35(5), 838-846.

Bahenský, P. (2017). Vliv změn tréninkového zatížení na motorickou výkonnost mladých vytrvalců. *Praha: FTVS UK.*

Banister, E., MacDougall, D., & Calvert, T. (2006). Assessing the limitations of the Banister model in monitoring training. *PubMed 6th edition.*

Bartůňková, S., Heller, J., Kohlíková, E., Petr, M., Smitka, K., Štefl, M., & Vránová, J. (2013). Fyziologie pohybové zátěže. *Praha: FTVS UK.*

Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2015). Periodization Training for Sports-3rd Edition. *Human Kinetics*, 257-270.

Bouchard, C. (1986). Genetics of aerobic power and capacity. *Sport and Human Genetics* 13, 59-89.

Bunc, V. (1989). *Biokybernetický přístup k hodnocení reakce organismu na tělesné zatížení.* Praha: Univerzita Karlova.

Bunc, V. (2012). Diagnostika ve sportu. *Trenér biatlonu*, 1 - 17.

Bunc, V., Heller, J., Horčic, J., & Novotný, J. (1996). Psychological profile of best Czech male and female triathletes. *Journal of Sports Medicine and Physical*, 265 - 270.

Bureš, M. (1986). *Atletika - běh 800m a 1500m (ženy).* Praha: ÚV ČSTV VMO.

Busso, T. (2003). Variable Dose-Response Relationship between Exercise Training and Performance. *Medicine & Science in Sports & Exerc* 35(7), 1188-1195.

Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin* vol.112(1), 155-159.

Cortina, J., & Nouri, H. (2000). Effect size for ANOVA design. *Thousand Oaks, CA: Sage.*

- Daniels, J. (2013). Daniels' running formula. *Champaign IL: Human Kinetics*.
- Davis, G., & Rimm, S. (1998). Education of the Gifted and Talented. *Needham Hights: Allyn Bacon*.
- Dobrý, L. (1996). Jak zacházet s učivem aneb v didaktických metodách. *Tělesná Výchova Sportovní Mládeže (4)*, 2 - 8.
- Dovalil, J. (1986). *Pohybové schopnosti a jejich rozvoj ve sportovním tréninku, Studijní materiály*. Praha: ÚV ČSTV.
- Dovalil, J., & et al. (2012). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Edwards, S. (1993). High performance training and racing". In: The heart rate monitor book. *Sacramento, CA: Feet Fleet Press*, 113-123.
- Epstein, D. (2014). *Sportovní gen*. Praha: CPress:Albatros Media.
- Ericsson, K., Krampe, R., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100, 363-406.
- Eston, R., & Reilly, T. (2013). Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: tests, procedures and data: volume two: physiology. *Routledge*.
- Ferguson, F. (2000). An Effect Size Primer: A Guide for Clinicians and Researchers. *Professional Psychology: Research and Practice:Vol. 40, No. 5*, 532-538.
- Foster, C., Florhaug, J., Franklin, J., Gottschal, L., Hrovatin, L., Parker, S., . . . Dodge, S. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res*.15(1), 105-109.
- Glesk, P. (1990). *Vývoj tréninkových metod na stredné a dlhé vzdialenosti*. Bratislava: Slovenské Telovychovné Vydavateľstvo.
- Glesk, P. (1996). Model rozvoje špeciálnej vytrvalosti v behu žien na 800m. *Teoretické a metodické problémy súčasnej atletiky II*, 29 - 40.
- Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Brno: Computer Press a.s.
- Havlíček, L. (1986). Aktuálne prístupy vo výbere a tréningu športovo talentovanej mládeže. *Praha: VMO ÚV ČSTV*.
- Havlíčková, L. (2000). Fyziologie tělesné zátěže II: Speciální část - 1. díl. *Praha: Grada Publishing*.
- Hellard, P., & Avalos, M. (2007). Assessing the limitations of the Banister model in monitoring training. *Journal of Sport Sciences:24 (5)*.
- Hendl, J. (1999). *Úvod do kvalitativního výzkumu*. Praha: Univerzita Karlova.
- Hendl, J. (2012). Přehled statistických metod zpracování dat. *Analýza a metaanalýza dat:Portál*, IV. vydání.
- Horčic, J. (2004). *Řízení a objektivizace tréninkového procesu ve vytrvalostních vícebojích. Disertační práce (ved. V. Bunc)*. Praha: UK FTVS.
- Choutka, M., & Dovalil, J. (1991). *Sportovní trénink*. Praha: Olympia.
- Impellizzeri, F., Rampinini, E., Coutts, A., Sassi, A., & Marcora, S. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine & Science in sports & exercise* 36(6), 1042-1047.

- Kampmiller, T. (1996). Štruktúra športového výkonu a rozvoj špeciálnych schopností šprintérov. In: Optimalizácia výkonnosti a pohybovej štruktúry v behoch, chôdzi a skokoch. Zborník FTVŠ UK a SVSTVŠ. Bratislava SVSTVŠ, 5-33.
- Kampmiller, T., Vanderka, M., Laco, E., & Peráček, P. (2012). Teória športu a didaktika športového tréningu. Bratislava: ICM Agency.
- Kenney, W., Wilmore, J., & Costill, D. (2015). Physiology of Sport and Exercise 6th Edition. *Human Kinetics*.
- Klaschka, J., & Kotrč, E. (2004). Klasifikační a regresní lesy. *ROBUST 2004. Sborník prací 13. letní školy JČMF*.
- Kovářová, L. (2012). *K identifikaci předpokladů v triatlonu*. Praha: Univerzita Karlova.
- Kovářová, L., Kovář, K., & Pánek, D. (2013). Výkonová motivace jako faktor ovlivňující dosažení maximální výkonnosti u reprezentantů české republiky v triatlonu. *Sport dětí a mládeže* (stránky 118 - 124). Praha: UK FTVS.
- Kučera, V., & Truksa, Z. (2000). *Běhy na střední a dlouhé tratě*. Praha: Olympia.
- Lehmann, M., Dickhuth, H., Gendrisch, G., Lazar, W., Thum, M., Kaminski, R., & Keul, J. (1991). Training-overtraining. A prospective, experimental study with experienced middle and long-distance runners. *International journal of sports medicine*, 12(05), 444-452.
- Lucia, A., Kraemer, W., & Steven, J. (2003). Exercise Physiology: Integrating Theory and Application. *Med Sci Sports Exec* 35(5), 872-878.
- Martens, R. (1996). Successful coaching. *Champaign: Human Kinetics*.
- Martin, D. E., & Coe, P. (1997). *Better Training for Distance Runners*. Human Kinetics.
- Matos, N., & Winsley, R. (2007). Trainability of young athletes and overtraining. *Journal of Sports Science and Medicine* 6,, 353-367.
- Morton, R. (1997). Modelling training and overtraining. *Journal of Sports Sciences*, 335-340.
- Moss, D., & Dick, R. (2004). Avoid Early Specialization for Runners. *Tricks of the Trade for Middle Distance, Distance & Cross-Country Running*. 6 (1).
- Mujika, I. (2010). Intense training: the key to optimal performance before and during the taper. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(s2), 24-31.
- Neumann, A., Pfützner, K., & Hottenrott, K. (2005). *Trénink pod kontrolou*. Praha: Grada Publishing, a.s., ISBN 80-247-0947-3.
- Noakes, T. (2003). *Lore of Running*. Champaign: The Premier Publisher for Sports & Fitness.
- Perič, T. (2006). *Výběr sportovních talentů*. Praha: Grada Publishing.
- Petr, M., & Šťastný, P. (2012). Funkční silový trénink. *Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu ve spolupráci s Health Institute, s.r.o. Praha*, 14-19.
- Písařík, M., & Liška, J. (1985). *Běhy na střední a dlouhé tratě I. část*. Praha: ÚV ČSTV.
- Písařík, M., & Liška, J. (1989). *Běhy na střední a dlouhé tratě II. část*. Praha: ÚV ČSTV.

- Placheta, Z., Štejfa, M., & Siegelová, J. (2001 II. vydání). Zátěžová diagnostika v ambulanci a klinické praxi. Praha: Grada.
- Plowman, S., & Smith, D. (2013). Exercise physiology for health fitness and performance. *Lippincott Williams & Wilkins*.
- Powers, S. (2014). Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance. *McGraw-Hill Higher Education*.
- Reuter, B. (2012). Developing endurance. *Human Kinetics*.
- Robertson, E., Saunders, P., Pyne, D., Gore, C., & Anson, J. (2010). Effectiveness of intermittent training in hypoxia combined with live high/train low. *J Appl Physiol*.
- Shapiro, S., & Wilk, M. (11. 12 1965). An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika* 52 (3/4), 591-611. Dostupné z <http://www.jstor.org/stable/2333709>.
- Shaughnessy, J. (2012). *Research Methods on Psychology*. New York: McGraw - Hill, ISBN: 978-0-07-803518-X.
- Starkes, J., & Ericsson, K. (2003). Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise. *Human Kinetics*.
- Stegmann, H., Kindermann, W., & Schnabel, A. (1981). Lactate Kinetics and Individual Anaerobic Threshold. *J.Sports Medicine 2, Georg Thieme Verlag Stuttgart-New York*, 160-165.
- Suchý, J. (2006). Evidence a vyhodnocení tréninku vytrvalostních vícebojů za využití výpočetní techniky. *NŠC revue* (2).
- Suchý, J. (2010). *Počítačové zpracování tréninkové dokumentace (vytrvalostní víceboje, lední hokej)*. Praha: Karolinum.
- Vindušková, J., Bártlová, P., Fejtek, M., Heller, J., Hlína, J., Choutková, B., & Velebil, V. (2003). Abeceda atletického trenéra. *Praha: Olympia*.
- Walace, S., & Leenders, N. (2001). Content analysis of prime-time television coverage of physical activity. *American Journal of Preventive Medicine* 26(2), 130-134.
- Wallace, L., Slattery, K., & Coutts, A. (2009). The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. *Journal of Strength Conditioning Research*, 23(1), 33-38.
- Ward, P., & Barrett, T. (2002). A review of behavior analysis research in physical education. *J.Teach.Phys.Educ.*,21(3). *J.Teach.Phys.Educ.*,21(3)., 242-266.
- Weineck, J. (1998). Optimales Training:Leistungsphysiologische trainingslehre unter besonderer berücksichtigung des kinder-und jugendtraining. *Balingen:Spitta Verlag GmbH und Co.KG*.
- Weiner, B. (1990). History of motivational research in education. *Journal of educational Psychology*, 82(4),, 616.
- Williams, K., & Cavanagh, P. (1987). Relationship between distance running mechanics, running economy, and performance. *Journal of Applied Physiology*, 63(3), 1236-1245.

ELEKTRONICKÉ ZDROJE

Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika* 52 (3/4), 591-611. Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/2333709>
dne 12. 11. 2015