

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
Fakulta tělesné výchovy a sportu

DISERTAČNÍ PRÁCE

2016

Mgr. Petr Bahenský

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
Fakulta tělesné výchovy a sportu



**Vliv změn tréninkového zatížení na motorickou
výkonnost mladých vytrvalců**

**The influence of training load changes on
motoric performance of young long-distance
runners**

Disertační práce

Zpracoval:
Mgr. Petr Bahenský

Školitel:
Prof. Ing. Václav Bunc, CSc.

2016

SOUHRN

Problém

Výkon ve sportu je dán mj. mírou talentu a absolvovaným tréninkem, ale vztah trénovanosti a výkonu má pravděpodobnostní charakter. Obecně jsou vytrvalostní dispozice determinovány geneticky ze 70 %. Dosažení vrcholové úrovně ve sportu je podmíněno vrcholnou úrovní obou faktorů. Proto je u adolescentních běžců velice důležité zvolit vhodnou tréninkovou strategii, která povede k optimálnímu výkonnostnímu růstu s přihlédnutím ke stupni rozvoje jedince a k jeho individuálním dispozicím. U specifického tréninku je prokázán větší vliv na výkonnost než u tréninku nespecifického. Jeho význam je zejména u mladých a začínajících běžců. Tréninkový efekt se projeví až po delší době, má latentní účinek. Jedním z významných činitelů výkonu je také ekonomika pohybu.

Cíl

Cílem práce je prostřednictvím longitudinální ex-post facto studie zhodnotit změny trénovanosti ve vztahu k absolvovanému tréninkovému zatížení u adolescentních talentovaných běžců.

Metody

Práce je zaměřena na analýzu sportovního tréninku vybraných atletů-běžců mládežnického věku. Vychází z potřeby absolvování dlouhodobé, systematické, perspektivní sportovní přípravy, v ideálním případě přípravy odpovídající věku. Zabýváme se vlivy změn v objemu a intenzitě tréninku na soutěžní výkonnost. Sledujeme tréninkové ukazatele a výkonnost devíti probandů po dobu čtyř let. Výzkumný soubor je tvořen 4 dívkami a 5 chlapci. Na počátku sledování byl průměrný věk chlapců $14,92 \pm 0,64$ let a děvčat $14,70 \pm 0,43$ let. Zkoumaní probandi dosáhli v průběhu sledování výkonnostní úrovně české mládežnické špičky. Jejich osobní rekordy na konci mládežnických kategorií, tzn. v 18 – 19 letech, měly tuto průměrnou hodnotu u chlapců: 800 m – $1:56,69 \pm 3,96$, 1500 m – $3:59,30 \pm 3,75$, 3000 m – $8:50,61 \pm 11,02$ a u dívek: 800 m – $2:12,59 \pm 3,11$, 1500 m – $4:32,62 \pm 7,54$, 3000 m – $9:51,79 \pm 20,11$.

Kritériem výběru je výkonnost závodníků. Provedli jsme analýzu jejich tréninkových deníků a výsledků závodů. Též jsme analyzovali videozáznamy s technikou běhu probandů na

začátku a na konci sledovaného období. Zjištění normality dat jsme provedli mj. prostřednictvím Shapiro – Wilkova testu normality. Vliv jednotlivých ukazatelů na výkonnost jsme posuzovali prostřednictvím věcné a statistické významnosti, také metody regresních stromů CART a PARTy metodologie. Pro korelační analýzu jsme použili Spearmanův korelační koeficient.

Výsledky a závěry

V našem šetření jsme zjistili, že lze prostřednictvím tréninkového zatížení respektujícího aktuální stupeň rozvoje adolescentních běžců významně ovlivnit výkonnost v dospělosti. Také jsme potvrdili, že sportovní výkonnost adolescentních běžců na střední a dlouhé tratě je významně ovlivněna specifickými tréninkovými prostředky, ale i nspecifickými tréninkovými prostředky. Největší prokázaný vliv se projevil u tréninku tempové rychlosti, obecné vytrvalosti, celkového počtu kumulativně naběhaných kilometrů a počtu kilometrů týdně. Vliv těchto faktorů byl statisticky signifikantní na hladině významnosti 0,05. Vliv jednotlivých tréninkových prostředků na výkonnost adolescentních běžců se zvyšuje s délkou působení, což je způsobeno latentností efektu absolvovaného tréninkového zatížení. Největší efekt jsme prokázali u tréninku o délce působení jeden rok. Podařilo se nám prokázat významný vliv úrovně síly dolních končetin na techniku běhu.

Klíčová slova

Trénink, běh, adolescent, vývoj výkonnosti, raná specializace.

SUMMARY

Subject

The performance in sport is created by the amount of talent and also by experienced training, but the relation between the training and the performance has a likelihood character. Generally, a long-distance talent is determined genetically from 70%. Reaching the top level is conditioned by both factors on top level. Therefore, it is very important to choose the right suitable training strategy at teenage runners, which can lead to optimal performance growth, concerning the individual age unusualness and talent. The higher performance was proved at specific training more than at nonspecific training. Meaning of nonspecific training is especially at young runners and beginners. The training effect becomes evident after some time, it has a latent effect. One of the most important factors of the final performance is also the economy of movement.

Objectiv

The aim of the thesis is to evaluate training changes in comparison to training load at teenage talented runners with the help of longitudinal ex-post facto study.

Methods

The thesis deals with analysis of sports training at chosen athletes – runners at young age. It comes out of the need of long-term, systematic, perspective sports training, preferably corresponding with age. We deal with the influence of changes in volume and intensity during training on competitive performance. Training indicators and performance of nine probands were observed during the time of four years. The research group consists of four girls and five boys. At baseline, the average age of the boys 14.92 ± 0.64 years and girls 14.70 ± 0.43 years. Researched probands reached during monitoring performance levels Czech youth toe. Their personal best times at the end of the youth categories in 18-19 years, had this average value among boys: 800 m - 1: 56.69 ± 3.96 , 1500 m - 3: 59.30 ± 3.75 , 3000 m - 8: 50.61 ± 11.02 and girls: 800 m - 2: 12.59 ± 3.11 , 1500 m - 4: 32.62 ± 7.54 , 3000 m - 9: 51.79 ± 20.11 . The choice criterion is the performance of runners. The analysis of their training diaries and their

results was made. We also analysed some video recordings with the running technique of these probands at the beginning and at the end of monitored period. Detection of data normality was made by Shapiro – Wilk test of normality. The influence of individual indicators on performance was considered by factual and statistic significance and also by the methods of regress trees CART and PART. For correlative analysis Spearman's correlative coefficient was used.

Results and conclusions

We have found out that it is possible to influence the performance of teenage runners in adulthood by training load which respects current level of growth. We have also confirmed that sports performance of long and middle distance runners is significantly influenced by specific but also nonspecific means. Largest proven effect was observed in the training tempo speed, general endurance, total cumulative run kilometers and the number of kilometers a week. These factors were statistically significant at a significance level of 0.05. The influence of each training mean increases with the length of activity, which is caused by latency of effect of experienced training load. The greatest effect was proved in practice one year long. We weren't successful at proving the significant influence of lower limbs strength on the technique of running.

Key words

Training, run, an adolescent, the progress of performance, an early specialization.

Poděkování

Děkuji svému školiteli prof. Ing. Václavu Buncovi, CSc. za poskytnutí cenných rad, vedení po celou dobu studia a při zpracování disertační práce.

Prohlašuji, že jsem disertační práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité prameny a literaturu.

Mgr. Petr Bahenský

Svoluji k zapůjčení své disertační práce ke studijním účelům. Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovateli, kteří musí pramen převzaté literatury řádně citovat.

Jméno příjmení Číslo OP Datum vypůjčení Poznámka

Seznam použitých zkratek

AEP – aerobní práh

ANP – anaerobní práh

CART – Classification and Regression Trees

ČAS – Český atletický svaz

ČR – Česká republika

ČZ – čas zatížení

DZ – dny zatížení

EAA – Evropská atletická asociace

IAAF – International Association of Athletics Federations

JZ – jednotky zatížení

MČR – mistrovství České republiky

MOV – Mezinárodní olympijský výbor

MR – maximální rychlost

OTU – obecné tréninkové ukazatele

OV – obecná vytrvalost

REG – regenerace

SBC – speciální běžecká cvičení

SOC – speciální odrazová cvičení

ST – speciální tempo

STU – speciální tréninkové ukazatele

SV – speciální vytrvalost

TR – tempová rychlost

TU – tréninkový ukazatel

TV – tempová vytrvalost

VK – vybíhané kopce

VO₂max – maximální spotřeba kyslíku

Obsah

Seznam použitých zkratek.....	10
Obsah.....	11
1 Úvod.....	13
2 Rozbor problému.....	15
2.1 Sportovní výkon	15
2.1.1 Struktura sportovního výkonu	15
2.1.2 Faktory sportovního výkonu	16
2.1.3 Hodnocení úrovně výkonů	18
2.2 Charakteristika běžeckých disciplín.....	19
2.3 Předpoklady pro běh, vliv genetiky.....	20
2.3.1 Talent.....	20
2.3.2 Výběr talentů	25
2.3.3 Biologický a chronologický věk	27
2.3.4 Věk vrcholné výkonnosti v bězích	28
2.3.5 Intersexuální rozdíly	30
2.3.6 Období adolescence.....	32
2.4 Sportovní příprava v bězích na střední a dlouhé tratě	33
2.4.1 Diagnostika trénovanosti.....	33
2.4.2 Složky běžecké přípravy	37
2.4.3 Etapy sportovní přípravy	41
2.4.4 Metody rozvoje vytrvalostních předpokladů.....	43
2.4.5 Evidence tréninkového zatížení.....	45
2.4.6 Periodizace tréninkového zatížení v bězích	47
2.4.7 Trénink dospělých běžců.....	52
2.4.8 Trénink mládeže	53
2.4.9 Zatěžování adolescentních běžců	58
2.4.10 Doporučené objemy tréninkového zatížení u adolescentů	62
2.5 Poznatky o vyhodnocování tréninkového zatížení.....	64
2.6 Technika běhu	65
2.7 Hodnocení techniky.....	66
2.8 Vztah úrovně silových předpokladů a techniky běhu	69
2.9 Modely CART.....	70
2.10 Souhrn teoretické části	71
3 Cíl, hypotézy a úkoly práce.....	74
3.1 Cíl práce	74
3.2 Hypotézy	74
3.3 Úkoly práce	74
4 Metodika práce.....	76
4.1 Výzkumný soubor	76
4.2 Sběr dat.....	77
4.3 Zpracování dat.....	79
4.3.1 Normalita.....	79
4.3.2 Věcná a statistická významnost.....	79
4.3.3 Kritéria rané specializace	80
4.3.4 Modely CART a PARTy.....	81
4.3.5 Vztah délky použití tréninkových prostředků a výkonnosti.....	82
4.3.6 Hodnocení techniky.....	84

4.3.7	Hodnocení skokového běhu	84
4.4	Použité programy	85
5	Výsledky.....	86
5.1	Ověření normality dat.....	86
5.2	Hodnocení absolvovaného tréninkového zatížení.....	87
5.2.1	Charakteristika zatížení sledovaných probandů	87
5.2.2	Objemy zatížení.....	92
5.2.3	Počet intervalových tréninků.....	102
5.2.4	Výkonnostní křivka	103
5.2.5	Věk vrcholné výkonnosti	106
5.2.6	Změna úrovně výkonnosti za dobu sledování	107
5.3	Vliv jednotlivých tréninkových prostředků na výkonnost adolescentních běžců	111
5.3.1	Model pro výkonnost běžců na 800 m	111
5.3.2	Model pro výkonnost běžců na 1500 m	115
5.3.3	Model pro výkonnost běžců na 3000 m	118
5.3.4	Společné znaky modelů.....	120
5.4	Objem tréninku za různě dlouhá období a výkonnost.....	121
5.4.1	Vliv objemu tréninku na výkonnost za různě dlouhá období u běhu na 800 m....	121
5.4.2	Vliv objemu tréninku na výkonnost za různě dlouhá období u běhu na 1500 m..	122
5.4.3	Vliv objemu tréninku na výkonnost za různě dlouhá období u běhu na 3000 m..	123
5.4.4	Vliv objemu tréninku na výkonnost za různě dlouhá období – společné znaky modelů.....	123
5.5	Technika běhu	124
6	Diskuze.....	129
7	Závěry.....	138
	Použitá literatura	140
	Elektronické zdroje	156
	Seznam tabulek	157
	Seznam obrázků	159
	Přílohy	160

1 Úvod

Sportovní trénink je složitý a účelně organizovaný proces rozvoje sportovní výkonnosti (Choutka & Dovalil, 1991). Trénink sportovců v mládežnickém věku je ovlivněn celou řadou proměnných. Podstatou růstu výkonnosti je adaptace organismu na zátěž. Při optimálně zvoleném tréninkovém zatížení dochází k růstu výkonnosti. Ten je ovlivněn dispozicemi (mj. úrovní talentu, zdravotním stavem, tréninkovými podmínkami, psychickými předpoklady, úrovní aspirace, atd.), tréninkovým zatížením a jeho skladbou. V mládežnických kategoriích je cílem tréninku především rozvíjet motorickou výkonnost tak, aby bylo vrcholných výkonů dosahováno v optimálním věku, tzn. až po dosažení dospělosti. Tréninkovým zatížením se u mládeže vytvářejí předpoklady pro úspěšnou činnost v dospělosti. Ne vždy se tento záměr daří naplňovat, ať již z neznalosti či díky přehnaným ambicím závodníka, rodičů či trenérů nebo předčasné specializaci. V současnosti se také objevují další okolnosti, které příliš nenahrávají postupnému růstu výkonnosti. Zavádějí se mistrovství světa a Evropy a další evropské a světové soutěže i v kategorii dorostu a dokonce ještě mladších závodníků. Tyto soutěže jsou velkým lákadlem pro mladé sportovce a jejich okolí a neřídka dochází ke zbytečnému urychlování výkonnosti v příliš mladém věku. V minulosti je známo mnoho případů, kdy budoucí šampioni začali se svojí disciplínou až na prahu plnoletosti po předchozím všestranném přirozeném rozvoji či po přechodu z jiného sportu.

V dnešní době na jedné straně klesá zájem o pohybové aktivity u mládeže, na druhé straně roste počet nových sportů, důsledkem čehož se stává trendem posouvání začátku sportovní kariéry do stále nižšího věku. To je dáno i velkou konkurencí mezi sporty a každý sport se snaží zaujmout co největší počet dětí. Navíc klesá počet dětí ochotných se věnovat systematickému tréninku. Spontánní pohybová aktivita je suplována aktivitou řízenou, proto mají rodiče, pedagogové a trenéři velkou zodpovědnost. Každý věk si žádá jiný přístup i použití jiných tréninkových prostředků. Použití odpovídajících tréninkových postupů je také velice individuální. A právě vhodné sestavení tréninkové náplně je zásadní ve vývoji každého sportovce. Volba vhodných tréninkových prostředků, jejich objem, intenzita a vhodný poměr ovlivňují výkonnost a vývoj sportovce. Některé tréninkové prostředky či metody mají okamžitý efekt, vliv některých se projeví až po určité době, některé působí na většinu běžců stejně nebo podobně, jiné mohou působit na někoho pozitivně a na někoho jiného negativně. Jejich působnost se také v průběhu individuálního vývoje může měnit. Tato problematika je zásadní při tvorbě tréninkových plánů nejen běžců, ale také mnoha dalších sportovců, což je

úkolem jejich trenérů. V našich podmínkách je tento proces o to důležitější, že běžci ze střední Evropy nemají v porovnání s jinými etniky ideální předpoklady pro běhy na střední a dlouhé tratě (Grasgruber & Cacek, 2008). I díky účelně, racionálně a individuálně sestavenému tréninkovému plánu se čas od času podaří některým středoevropským běžcům prosadit se do světové špičky. Je prospěšné analyzovat absolvovaný trénink, zjistit efekt použitých tréninkových prostředků a metod, a vyvodit z něj závěry pro další tréninkový cyklus. Jednotlivé části tréninkového procesu se nedají zcela izolovat, působí komplexně na sportovní růst. Některé proměnné se dají změřit, některé změřit neumíme a některé proměnné ovlivňující výkon ani nejsou známy. Při použití tréninkových podnětů je podstatná forma, objem, intenzita, která je dominantní, ale také doba trvání a frekvence opakování.

Vztah trénink – trénovanost – výkon je řešen ve všech sportech, touto problematikou se zabývají např. tyto čeští a slovenští autoři: Záhorec (1995) – zkoumá váhu jednotlivých tréninkových parametrů, v plavání (Macejková & Záhorec, 2000), v horském triatlonu (Lipárová & Brod'áni, 2013), v triatlonu Seidl (2016), v atletice ve sprinterských a skokanských disciplínách (Čillík, 2008; Matoušek, 1988), v chůzi (Brod'áni, 2011), v běhu na lyžích (Randáková, 2004). Ze zahraničních publikací se tímto tématem zabývají v běžeckých disciplínách např. Moss & Dick (2004), Enoksen, Tjelta, & Tjelta (2011), Greene & Pate (2014), Kenney, Wilmore, & Costill (2015), Powers (2014); Hart (1993); Seiler & Kjerland (2006), Bompa (2000), Tjelta (2013), Neumann, Pfützner, & Berbalk (2000), Daniels (2013) a Reuter (2012). Vlivem jednotlivých tréninkových prostředků na výkonnost se zabývá například Iaia et al. (2009), Iaia & Bangsbo (2010), Pyne et al. (2008) či Gunnarsson, Christensen, Holse, Christiansen, & Bangsbo (2012).

2 Rozbor problému

2.1 Sportovní výkon

2.1.1 Struktura sportovního výkonu

Podle autorů Kenney, Wilmore, & Costill (2015), Kampmiller et al. (2012) a Dovalil et al. (2005) má sportovní výkon specifickou strukturu. V historicky krátkém období dochází ke zpřesňování pojmu sportovní výkon a obohacení jeho významu o systémové vnímání (např. Choutka & Dovalil, 1991; Kampmiller, 1996; Haag, 1987). Tento systémový přístup umožňuje nahlížet na sportovní výkon jako na funkci množiny faktorů a analyzovat i vliv tréninkového a soutěžního zatížení na změny stavu trénovanosti sportovce. Sportovní výkon je determinovaný celou řadou vnějších a vnitřních faktorů.

Samostatně se uvádí faktory vlivu okolí (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015). Mezi vnější patří ty, které souvisí s přírodními, společenskými a ekonomickými podmínkami, se zdravotním a vědeckovýzkumným zabezpečením a s výchovně - vzdělávacím procesem (rodinné a širší sociální zázemí, trénink a podmínky). Netýkají se samotného tréninkového procesu, jsou to zejména vlivy klimatické, vliv výživy a pitného režimu, psychologické podpůrné prostředky, biomechanické vlivy materiálů (např. povrchy drah, tretry) aj.

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, taktické faktory, resp. předpoklady výkonu (Dovalil et al., 2005; Kenney, Wilmore, & Costill, 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. Pochopení obsahu, průběhu pohybové činnosti a jeho analýza má zásadní význam pro sportovní výkon. Pro ovlivnění struktury výkonu hledá teorie i praxe odpověď na základní otázky ohledně faktorů, které ovlivňují výkon, podstaty těchto faktorů, důležitosti jednotlivých faktorů pro výkon a vztahy mezi faktory (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015; Powers, 2014).

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).

V důsledku dlouhotrvající postupné adaptace organismu sportovce se neustále zdokonaluje kvalita sportovního výkonu, která se mění s věkem a růstem sportovní výkonnosti a postupně se přizpůsobuje individuálním zvláštnostem organismu sportovce (Belej, 2001). Podle Havlíčka (1986) se vývoj struktury sportovního výkonu vyznačuje entropickými procesy (z časového hlediska se jedná o postup od neuspořádanosti k uspořádanosti systému) a reverzibilními procesy (některé faktory nabývají na významu, jiné svůj význam postupně ztrácí). Hranice 10000 hodin tréninku je dle autorů Ericsson, Krampe, & Tesch-Römer (1993), Ericsson (2014) potřebná pro dosažení elitní výkonnosti nejen ve sportu. Tuto teorii potvrzují i elitní běžci vytrvalci (Starkes & Ericsson, 2003).

2.1.2 Faktory sportovního výkonu

Sportovní výkon je ovlivněn mnoha proměnnými. Některé z nich mají zásadní vliv na výkon, ale podmínkou dosažení vrcholného výkonu je optimální úroveň všech faktorů (někteří autoři je označují jako předpoklady výkonů) podílejících se na výkonu. Mezi základ výkonu patří faktory somatické, kondiční, technické, taktické a psychické, které jsou vzájemně provázané (Daniels, 2013; Dovalil et al., 2005).

Kondiční faktory

Mezi kondiční faktory patří rychlostní, silové, vytrvalostní a koordinační předpoklady. V bězích na střední a dlouhé tratě jsou na určité úrovni potřebné všechny, dominantní jsou zejména vytrvalostní dispozice (Daniels, 2013; Dovalil et al., 2005).

Somatické (morfologické) faktory

Základní údaje, které jsou podstatné v běžeckých disciplínách: tělesná výška, tělesná hmotnost, celkový zdravotní stav, somatotyp, tělesný tuk, poměr délky dolních končetin a trupu, poměr svalových vláken (Dovalil et al., 2005).

Psychické faktory

Důležitým předpokladem vrcholného výkonu je motivace. Motivace se vysvětluje jako podněcující příčina chování, která rozhoduje o vzniku, směru a intenzitě jednání člověka (Daniels, 2013). Motivace může být vnitřní či vnější (Martens, 1996). Mezi úrovní schopností a úrovní výkonu se předpokládá zhruba lineární vztah přímé úměrnosti, zatímco mezi úrovní motivace a úrovní výkonu tento vztah neplatí. Maximální výkon je spojen se střední úrovní motivace, zatímco nízká a příliš vysoká úroveň motivace výkon snižují (Dovalil et al., 2005).

O aktuálním psychickém stavu člověka vypovídá aspirační úroveň. Vyjadřuje stupeň bdělosti či „nabuzení“ organismu k prováděné činnosti. Mezi úrovní aktivace a úrovní výkonu není lineární vztah, platí, že vrcholný výkon je podmíněn optimální úrovní aktivace. Nedostatečná či nadměrná aktivační úroveň má negativní vliv na výkon (Weiner, 1990).

Technické faktory

Pohybová dovednost technika je limitující faktor sportovního výkonu. Podle Dovalila et al. (2005) je technika účelný způsob řešení pohybového úkolu v souladu s možnostmi jedince, biomechanickými zákonitostmi pohybu.

V běžeckých disciplínách není technika oproti některým jiným disciplínám příliš složitá, jde o cyklický pohyb. Cílem je, aby při běhu převažovaly automatické pohyby a vycházel z předpokladů jedince a byl co nejvíce ekonomický. Při ekonomickém běhu jsou minimalizovány vertikální i horizontální pohyby těžiště, což znamená minimalizaci výdeje energie (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015).

Z pohledu techniky běhu rozeznáváme tři základní typy běžců: odrazový, atletický a frekvenční. Odrazový typ je vhodný zejména pro střední tratě, ale není výjimkou ani na delších tratích s výjimkou maratónu. Atletický typ je univerzálním typem pro všechny tratě a frekvenční typ je typický pro dlouhé tratě (Vindušková et al., 2003).

Individuální provedení techniky, tzv. běžecký styl, ovlivňuje běžeckou ekonomiku (Williams & Cavanagh, 1987). Každý běžec běhá s určitou odchylkou od optimální běžecké techniky, tzn., že každý běžec má svůj individuální běžecký styl vycházející z předpokladů jedince (Anderson, 1996).

Taktické faktory

Vedle psychických a fyzických faktorů má cílevědomý taktický plán závodu v běžeckých disciplínách rozhodující roli. Cílem je v momentálních podmínkách realizovat průběh závodu tak, aby byl dosažen výsledek odpovídající nebo dokonce překračující aktuální stav výkonnosti (Schmidt, 1991).

Zvolená taktická varianta v průběhu závodu rozhoduje o výsledku závodu. Jinou taktiku je třeba zvolit v závodě se snahou o co nejlepší čas a jiná taktika bude účinná v závodě o umístění. Byly zjištěny velké rozdíly v taktickém pojetí závodů na výkon a na umístění. Největší rozdíly jsou v rovnoměrnosti tempa, pozici budoucího vítěze na trati v průběhu závodu, délka závěrečného finišu, atd. (Aragón, Lapresa, Arana, Anguera, & Garzón, 2015; Daniels, 2013; Thiel, Foster, Banzer, & De Koning, 2012). Na rozdíl od ostatních faktorů, taktické předpoklady nelze objektivně změřit (Thiel, Foster, Banzer, & De Koning, 2012).

2.1.3 Hodnocení úrovně výkonů

Porovnávání úrovně výkonnosti v atletice je jednodušší než ve sportech, kde není výkon přímo měřitelný, resp. kde na hodnotu výkonu mají vliv rozhodčí. Další výhodou atletiky je, že závodní výkony jsou realizovány na stadionu (s výjimkou chůze a běhů mimo dráhu). Mezi nejvýznamnější vlivy okolí na výkon tedy patří jen klimatické podmínky, zejména síla větru, teplota, vlhkost vzduchu, kvalita povrchu (Kampmiller, 1996; Daniels, 2013; Dovalil et al., 2005). Přes tyto vnější vlivy na výkon jsou výsledky závodů v běžích na střední a dlouhé tratě možným nástrojem na porovnání výkonnosti.

Pro možnost porovnání výkonnosti atletů v různých disciplínách je možné použít tzv. „maďarské tabulky“ - IAAF scoring tables of athletics (Spiriev & Spiriev, 2011), kde každý výkon má svoji určitou bodovou hodnotu, bez ohledu na věk probanda, ale se zohledněním pohlaví, tzn., jsou samostatné tabulky pro muže a pro ženy. Někteří autoři, např. Arrese et al. (2005), Legaz-Arrese et al. (2007), Stoeber & Crombie (2010), Trkal (2003) je používají ve své práci pro porovnání úrovně výkonů napříč disciplínami, ale i pohlavími. Je ale třeba brát v úvahu, že vztah trénovanosti a výkonu má pravděpodobnostní charakter (Bunc, 2009; Ward & Barrett, 2002).

Na výkon mají vliv některé další vnější faktory. Mezi nejvýznamnější patří rychlost a směr větru, teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, použitá taktika při závodě. Například při protivětru 8 m.s^{-1} dochází ke zvýšení spotřeby kyslíku organismu o 20 %. V těchto

podmínkách vzrůstá význam taktiky v průběhu závodu. Negativní vliv na výkon má též teplé počasí a zvýšená vlhkost vzduchu (Daniels, 2013). Je tedy zřejmé, že výkon ovlivňují různé proměnné, z nichž některé jsou ovlivnitelné, a některé ovlivnit nelze (Bunc, 2004; Daniels, 2013).

Shrnutí: Výkon je ovlivněn řadou faktorů. Některé jsou pro výkon limitní, u některých je potřeba dosáhnout určité optimální úrovně a některé jsou doplňující (Kampmiller et al., 2012; Perič, 2006). Výkonnost je částečně daná geneticky a částečně ovlivnitelná prostřednictvím tréninkového procesu, zejména maximální spotřeba kyslíku.

2.2 Charakteristika běžeckých disciplín

Atletické disciplíny se dělí na čtyři skupiny disciplín: sprinty, běhy, skoky vrhy a hody. Běžecké disciplíny se dělí na střední tratě (800 m a 1500 m) a dlouhé tratě (3000 m, 3000 m př., 5000 m, 10000 m a maratón). Běhy na střední a dlouhé tratě jsou skupinou disciplín, která vychází z přirozeného pohybu člověka, při závodech dochází k přímé konfrontaci s jinými závodníky (Hanon & Thomas, 2011; Lehmann et al., 1991).

Bartůňková et al. (2013), Neumann, Pfützner, & Berbalk (2000) a Kenney, Wilmore, & Costill (2015) charakterizují jednotlivé disciplíny v podání vrcholových běžců takto:

- běh na **800 m** – řadíme do kategorie výkonů krátkodobého trvání rychlostně vytrvalostního charakteru. Energetické nároky jsou kryté převážně anaerobními procesy, pohybová aktivita je charakterizována jako činnost submaximální intenzity, z cca 35 % se jedná o aerobní a ze 65 % anaerobní režim. Maximální laktát po doběhu dosahuje 18 – 25 mmol.l⁻¹,
- běh na **1500 m** – patří do kategorie výkonů střednědobé vytrvalosti, patří mezi činnosti střední intenzity, probíhající z cca 45 % v aerobním a z 55 % v anaerobním režimu, s energetickým krytím anaerobní glykolýzou a aerobní fosforylací. Hladina laktátu dosahuje 14 – 20 mmol.l⁻¹,
- běh na **3000 m př.** – řadí se do tratí se střednědobou zátěží, u vrcholných závodníků dosahuje laktát po absolvování závodu 13 – 18 mmol.l⁻¹,
- běh na **5000 m a 10000 m** – disciplíny založené na dlouhodobé vytrvalosti, převážně střední intenzity, po stránce metabolické, oběhové a funkční patří obě mezi nejnáročnější disciplíny. Běh na 5000 m probíhá přibližně z 80 % v aerobním, a z 20

% v anaerobním režimu, 10000 m přibližně z 90 % v aerobním, z 10 % v anaerobním režimu. Při běhu na 5000 m dosahuje hodnota laktátu 10 – 14 mmol.l⁻¹, po závěrečném finiši až 16 mmol.l⁻¹. Při běhu na 10000 m dosahuje hladina laktátu 8 - 14 mmol.l⁻¹,

- **maratón** – disciplína založená na dlouhodobé vytrvalosti. Probíhá přibližně z 95 – 98 % v aerobním, a z 5 – 3 % v anaerobním režimu Laktát dosahuje 3 – 5 mmol.l⁻¹, při závěrečném zrychlení maximálně 6 mmol.l⁻¹.

V průběhu individuálního vývoje a zlepšování výkonů dochází k posilování podílu anaerobního režimu (Bartůňková et al., 2013; Kenney, Wilmore, & Costill, 2015; Neumann, Pfützner, & Hottenrott, 2005; Powers, 2014).

2.3 Předpoklady pro běh, vliv genetiky

Předpoklady pro jakoukoliv činnost jsou dány geneticky. Přestože je často v odborné literatuře zmiňován talent a nadání jako synonymum, někteří odborníci tyto dva termíny odlišují. Soubor vloh jako předpoklad pro úspěšné rozvíjení činností se nazývá nadání. Vysoký stupeň nadání je označován jako talent (Davis & Rimm, 1998).

2.3.1 Talent

Aktuální sportovní výkon je průnikem genetických předpokladů a absolvovaného tréninku. Největší předpoklad dosáhnout vrcholných výkonů mají talentovaní jedinci.

Talent je podle Kampmiller et al. (2012) ucelený systém osobnostních předpokladů na podávání vysokých výkonů v konkrétní tvořivé lidské činnosti. Je chápán jako potenciální možnost vyplývající ze schopností, vloh, znalostí, zručností, které jednotlivce předurčují k mimořádným intelektuálním, uměleckým, sportovním a jiným výkonům v příznivém prostředí. Sportovní talent je souhrn dispozic jedince pro podání sportovního výkonu. Podle stupně přiblížení jednotlivce k těmto požadavkům hovoříme o míře talentovanosti (Bouchard et al., 1997).

Talent se z velké části spojuje s vrozenými dispozicemi (předpoklady), které se rozdělují na:

- morfologické = strukturální (tělesná výška, tělesná hmotnost, tělesné složení, stavba těla a somatotyp),

- fyziologické = funkční (maximální spotřeba kyslíku, vitální kapacita plic, velikost srdce, podíl svalových vláken, ...),
- psychologické (osobnostní charakteristiky, temperament, intelektové schopnosti, celková odolnost, adaptace na velké zatížení aj.) (Kovář & Hlavatá, 2004; Malina & Bouchard, 1991; Rowland, 1996; Tillinger, 2003).

Kvalita předpokladů je podmíněna nejen genetickými dispozicemi, ale i vnějšími vlivy a přesná diferenciaci těchto dvou vlivů a stanovení stupně jejich působení na jednotlivé činitele je velice obtížné (Malina & Bouchard, 1991). Dle Bartůňkové et al. (2013) jsou obecně vytrvalostní dispozice determinovány geneticky ze 70 %. Tuto hodnotu udávají i Bassett & Howley (2000); Bouchard (1986); Plowman & Smith (2013).

Morfologické předpoklady

Kenney, Wilmore, & Costill (2015) uvádějí u vrcholových běžců mužů 5 – 12 % tuku, u žen 8 – 15 % tuku. Vindušková et al. (2003) uvádí doporučenou hodnotu tělesného tuku pod 8 % u mužů a pod 10 % u žen.

Štěpnička (1974) naměřil u špičky běžců na 800 m a 1500 m v ČSSR v roce 1967 somatotyp běžců na střední tratě 1,7 – 4,8 – 3,6, o devět let později 1,4 – 4,6 – 3,5. U běžců na 3000 m př. naměřil v roce 1977 hodnoty: 1,4 – 4,2 – 3,7. De Garay (1974) prezentoval ve své antropologické studii účastníků olympiád průměrný somatotyp běžců na 800 a 1500 m 1,5 – 4,2 – 3,6, přičemž rozmezí hodnot endomorfie bylo 1 až 2, mezomorfie 3 až 5,5 a ektomorfie 1,5 až 5. Eston & Reilly (2013) uvádějí průměr mezinárodní běžecké špičky běžkyň na střední tratě somatotyp 1,6 – 2,9 – 4,2.

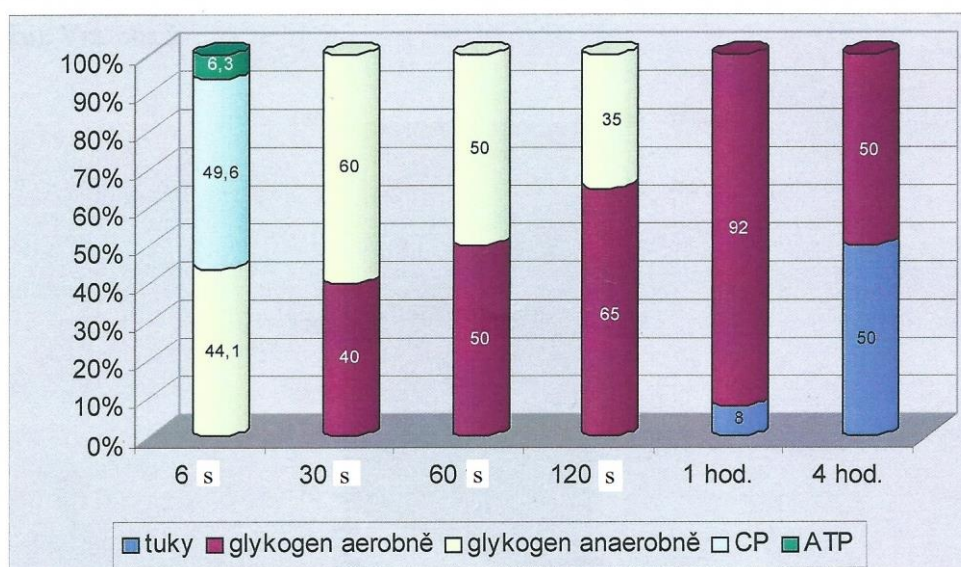
Dle Melichny (1981) a Keula et al. (1987) je ideální poměr svalových vláken pro běžce na 800 m (rychlá glykolytická : rychlá oxidativně glykolytická : pomalá oxidativní) 15 až 20 : 40 až 45 : 40, pro běžce na 1500 m 8,2 : 33,8 : 58 a pro maratónce 5,2 : 19,4 : 75,4. Kenney, Wilmore, & Costill (2015) udávají poměr svalových vláken (rychlá glykolytická + oxidativně glykolytická : pomalá oxidativní) 21 : 79 u mužů a 31 : 69 u žen.

Fyziologické předpoklady

Fyziologické faktory představují zásadní předpoklad pro dosažení vrcholných výkonů. Jedinec s průměrnými nebo podprůměrnými fyziologickými předpoklady nemůže dosáhnout

vrcholné výkonnosti ani při ostatních nadprůměrných předpokladech (Bunc, 2004; Daniels, 2013). Vysoká sportovní výkonnost v bězích závisí na efektivitě a hospodárnosti jednotlivých systémů zabezpečujících energetické krytí výkonu (Dovalil et al., 2005; Kenney, Wilmore, & Costill, 2015; Powers, 2014).

Energetické požadavky při pohybových činnostech jsou zabezpečeny jednotlivými zdroji metabolického krytí, které má danou časovou posloupnost. Všechny formy uvolňování energie mají postupný a vzájemně se doplňující nástup. Na obrázku 1 je graficky znázorněno energetické pokrytí při různě dlouhém pohybovém zatížení (Bartůňková et al., 2013; Máček & Radvanský, 2011; Neumann, Pfützner, & Berbalk, 2000; Soumar, Soulek, & Kučera, 2000).



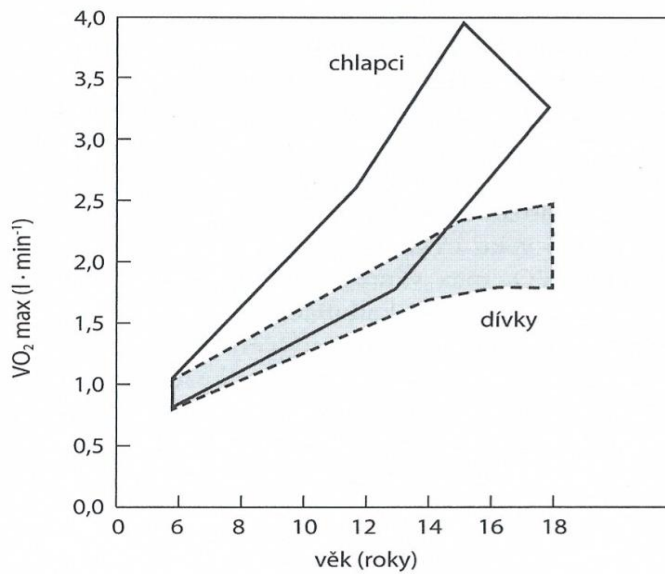
Obrázek 1. Zdroje energie ve vztahu k délce trvání pohybové aktivity podle Soumar, Soulek, & Kučera (2000), s. 7

Aerobní procesy jsou v organismu zajišťovány příslušnými zdroji energie a přísunem kyslíku, na kterém se podílí srdečně cévní a dýchací soustava a využití kyslíku ve tkáních. Schopnost uvolňování energie za těchto podmínek vymezuje aerobní výkon běžce, který je funkčně ovlivněn ventilací a respirací, tedy i $VO_2\max$ (maximální spotřeba kyslíku) a dobou jejího využití. Ta má jiný charakter u běžců na střední tratě než u vytrvalců. U „středotratěařů“ jde o práci na úrovni $VO_2\max$, u vytrvalců o práci na zhruba 90 % této hodnoty (Enoksen, Tjelta, & Tjelta, 2011).

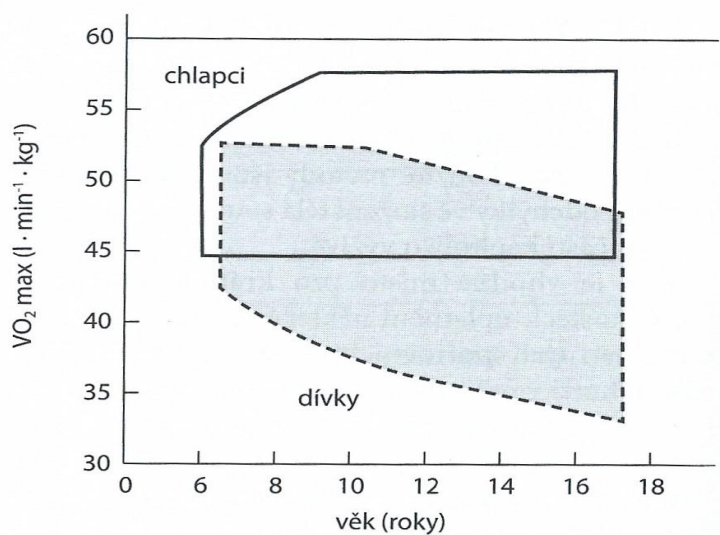
Kenney, Wilmore, & Costill (2015) udávají u světových vytrvalců hodnotu $VO_2\max$ mezi 80 a 84 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Dle Kampmiller et al. (2012) dosahují trénovaní běžci muži na

střední a dlouhé tratě průměrné hodnoty VO_2max 70 – 85, ženy 60 – 75 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ (Kampmiller et al., 2012), u světové špičky výjimečně i vyšší, přičemž hodnoty u běžců na střední tratě jsou nižší, než u vytrvalců (Powers, 2014; Svedenhag & Sjödín, 1984). Heller & Vodička (2011) uvádějí u vytrvalců národní úrovně VO_2max vyšší o 8 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ než u běžců na střední tratě. U mládeže národní úrovně dosahují hodnoty VO_2max u běžců na střední tratě u juniorů 70, u juniorek 62 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$, u vytrvalců u juniorů 75, u juniorek 66 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ (Bunc, 2013). Tento intersexuální rozdíl je mimo jiné dán rozdílnou koncentrací hemoglobinu v krvi: u žen 120 – 162 g/l, u mužů 135 – 172 g/l a rozdílným množstvím svalové hmoty, která využívá kyslík a je předpokladem pro svalovou práci (Malina, 1993).

Příslušný znak se také neprojeví v případě, když nejsou vlohy podporovány ve vhodné době prostřednictvím adekvátních podnětů z vnějšího prostředí (Čelikovský, 1990). Podle Měkoty (1983) limitují zmíněné předpoklady možnosti jednotlivce, obecně řečeno, představují jakýsi strop, jehož můžete dosáhnout při určité činnosti. Ale jsou to jen možnosti, které nejsou zárukou, že se tak stane. Je to jen jistá úroveň předpokladů pro zdokonalování v určité činnosti. Morfologické předpoklady jsou víceméně dané a nedají se zásadně ovlivnit, proto jsou důležité při výběru talentu, naproti tomu fyziologické dispozice jsou tréninkem ovlivnitelné, např. VO_2max o cca 15 – 20 % (Heller, 1997; Kovářová, 2012; Powers, 2014). Novotný & Novotná (2008) dokonce udávají zlepšení až o 40 % u netréovaných jedinců. Ze zahraničních autorů udávají Kenney, Wilmore, & Costill (2015) možné zlepšení hodnoty VO_2max o cca 30 %. Relativní maximální spotřeba kyslíku se u netréovaných dívek snižuje od 12 let, u chlapců se též nezvyšuje (Daniels, Oldridge, Nagle, & White, 1978; Kenney, Wilmore, & Costill, 2015; Seliger & Bartúnek, 1976). Jak je vidět na obrázku 2, křivka VO_2max má zhruba do 12 let stejný průběh u chlapců i dívek, chlapci mají od 5 let vyšší hodnoty, které stoupají do 18. roku věku, zatímco u dívek se zastavují zhruba ve 14 letech. U chlapců je hodnota přibližně o 12 % vyšší než u děvčat, před pubertou se rozdíl zvyšuje na 25 %, v 16 letech dokonce na 37 %. Postpubertální rozdíly mezi pohlavími lze odůvodnit menším poměrem tukové a svalové hmoty u chlapců a stupněm zralosti jedince (Bar-Or & Rowland, 2004; Máček & Radvanský, 2011). Relativní VO_2max je znázorněna na obrázku 3, je mj. závislá na výšce postavy (Bar-Or & Rowland, 2004). Je zřejmé, že u netréující populace v průběhu dospívání relativní maximální spotřeba kyslíku u chlapců stagnuje a u děvčat se snižuje. Na obrázcích 2 a 3 je vidět nepoměr mezi absolutní a relativní hodnotou maximální spotřeby kyslíku v průběhu dospívání.



Obrázek 2. Závislost VO₂max na věku podle Máčka & Radvanského (2011), s. 129



Obrázek 3. Závislost VO₂max.kg⁻¹ na věku podle Máčka & Radvanského (2011), s. 130

Nejdůležitějšími funkčními parametry pro vytrvalostní výkon jsou maximální aerobní výkon a úroveň aerobního výkonu na anaerobním prahu (Schabert et al., 2000; Kovářová, 2012; Neumann, Pfützner, & Hottenrott, 2005). Dostatečná úroveň kvantitativních předpokladů (somatotyp, množství tuku, složení svalových vláken,...) je nutnou podmínkou vysoké výkonnosti u běžeckých disciplín (Bunc, 2013; Maud & Foster, 1995; Kampmiller et al., 2012).

2.3.2 Výběr talentů

Hovoříme-li o výběru sportovně talentované mládeže, je nutné mít na paměti, že výběr talentů není jednorázovou záležitostí. Hledání a určování talentů je věcí dlouhodobou a musí mít úzkou vazbu na sportovní přípravu mládeže, tzn., že musíme nechat děti, aby se projevily ve sportovní činnosti, vést je a o talentu se vyslovovat později. Ve výběru talentu jde o vyslovení určité předpovědi, že dotyčný jedinec má jistou míru dispozic pro úspěšnou sportovní činnost (Dovalil et al., 2005; Hošek, 1975; Gonçalves, Rama, & Figueiredo, 2012; Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004). Při posuzování talentovanosti vycházíme z Gaussovy křivky rozložení četnosti ve velkých souborech. Při normálním rozložení je v populaci cca 3% jedinců, kteří mají předpoklady pro sportovní činnost, završené odpovídajícím sportovním výkonem (Bunc, 1989; Weineck, 2004). Kampmiller et al. (2012) udává, že jen 2,3 % jedinců dosahuje vyšších hodnot, než průměr plus dvě směrodatné odchylky.

Při řešení problému talentu je třeba respektovat to, že jeho plná realizace se může projevit až po určitém, někdy dosti dlouhém období patřičné kultivace a že talentovaný jedinec musí dostat alespoň minimální podmínky pro svůj rozvoj. Ne každý je však natolik odolný, aby se projevil i přes „nevhodné“ prostředí, v němž se momentálně nachází. Aktuální sportovní výkon je výslednicí mimořádných dispozic, tj. talentu, a příslušného tréninku. Protože je výskyt talentovaných jedinců v populaci jen velmi omezený, je žádoucí se alespoň pokusit talent využít, což vyžaduje oprostít se od některých předsudků, vesměs spojených s hodnocením činnosti talentovaného jedince (Bunc, 2004; Vaeyens, Lenoir, Williams, & Philippaerts, 2008). Kromě objevení talentu hraje rozhodující roli i způsob následné kultivace, která musí respektovat obecné biologické zákonitosti a skutečnost, že maximální sportovní výkonnosti je třeba dosáhnout v optimálním věku (Hofmann & Schneider, 1985; Malina, 1993; Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004; Perič, 2004).

Talentované děti se vyznačují docilitou a svými neobvykle velkými či rychlými pokroky, jichž dosahují ve srovnání se svými vrstevníky. Vyhledávání talentů může být provedeno podle různých kritérií a různým způsobem, což se liší v jednotlivých sportech (Dovalil et al., 2005; Ko et al., 2003). Proces výběru talentů má tři na sebe navazující fáze: objevení talentu, stanovení vhodné tréninkové strategie a predikce výkonnosti (Bunc, 2003; Malina, 1993). Základem úspěšného výběru talentovaných sportovců je oddělení genetické složky aktuálního výkonu a složky získané aplikovaným tréninkovým zatížením (Bouchard, Malina, & Pérusse, 1997). V bězích na střední a dlouhé tratě je potřeba posoudit funkční předpoklady mladých sportovců, a to jak aerobní a anaerobní předpoklady, tak i předpoklady

rychlostní a silové. Vhodné je též posouzení biologické zralosti. Pravděpodobnost úspěšného výběru se snižuje s klesajícím věkem. Před nástupem puberty je nižší o 50 % (Basset & Howley, 2000; Bunc, 1989; Malina & Bouchard, 1991). Váha předpokladů determinujících sportovní talent se mění s věkem a s úrovní trénovanosti (Bunc, 2003).

Specializovaný výběr je žádoucí realizovat ve většině sportů zhruba v období od 10 do 15 let. Z pohybových testů je rozhodující stanovit předpoklady pro rychlostní a vytrvalostní zatížení. Funkční testování v laboratoři se soustřeďuje na zjištění vytrvalostních a rychlostních předpokladů. Podobně je nezbytné při hodnocení funkčních předpokladů vyžadovat i detailnější informace o absolvovaném tréninkovém zatížení. Antropometrická šetření se koncentrují na predikci tělesných dimenzí ve věku, kdy má být dosaženo maximální výkonnosti (Malina, 1993; Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004). V rámci těchto šetření je výhodné posoudit detailněji tělesné složení, zvláště pak množství vnitrobuněčné svalové hmoty, která využívá kyslík a je tudíž předpokladem pro svalovou práci – BCM (Bunc, 2004).

Rovněž tak hodnotíme vybrané psychické proměnné, jako je odolnost vůči dlouhodobému zatížení, osobnostní charakteristiky a podle druhu sportu i předpoklady pro spolupráci. Je výhodné získat informaci i o kognitivních schopnostech jedince, hlavně pak o koncentraci a pohybové „inteligenci“ (Brown, 2001; Falk, Lidor, Lander, & Lang, 2004). Vedle „obecných“ pohybových předpokladů je vhodné posoudit v terénních podmínkách i speciální pohybové předpoklady (Bunc, 2004).

Odhad perspektivnosti závodníka je doposud prováděn většinou na základě nejrůznějších testování a ukazatelů, mnohdy pouze na podkladě intuice trenéra. Z této analýzy lze získat možnost objektivizujících podkladů, které ve své dynamice představují cenné informace jednak pro uskutečňování případných regulativních zásahů do tréninku a dále i o celkovém vývoji jedince vzhledem k zákonitostem vývoje sportovní výkonnosti v daném sportovním odvětví. V oblasti prognózování výkonnosti jedince se setkáváme především s těmito problémy:

- jaký tvar má výkonnostní křivka většiny závodníků v určité disciplíně, tzn., jak se mění v čase výkonnostní úroveň jedince v dané disciplíně,
- jaký je optimální věk pro dosahování vrcholné sportovní výkonnosti,
- jak kombinovat všeobecné a speciální tréninkové prostředky a jak postupně zařazovat tyto speciální tréninkové prostředky do tréninku tak, aby bylo dodrženo optimální tempo růstu výkonnosti a výkonnostního maxima dosaženo v optimálním věku apod.,

- jaký je nejvhodnější věk pro začátek všeobecné a specializované sportovní přípravy (Tillinger, 2003; Kovář & Hlavatá, 2004).

2.3.3 Biologický a chronologický věk

Podstatným výkonnostním činitelem je vedle chronologického věku také věk biologický a jejich zákonitosti, vývoj centrální nervové soustavy a energetických systémů organismu (Perič, 2004; Schnabel, Harre, & Krug, 2008). Biologický věk má podstatný vliv na motorickou výkonnost, funkční ukazatele organismu i tělesnou stavbu organismu, a to zejména v pubescentním věku (Bompa, 2000; Malina & Bouchard, 1991; Perič, 2004).

Biologický věk, což je aktuální stupeň rozvoje organismu, je mírou formování jeho morfologických a funkčních znaků. Vyjadřuje biologickou ontogenetickou zralost jednotlivce. Biologický věk je v případě standardního vývoje totožný s věkem chronologickým, který je dán datem narození. V určitých věkových obdobích může mezi nimi být značný nesoulad, disproporce činí mnohdy dva roky i více. Tyto disproporce vyjadřují biologickou retardaci či akceleraci. Při posuzování sportovní talentovanosti používáme ještě tzv. sportovní věk, který vyjadřuje dobu trvání systematického sportovního tréninku všeobecně nebo sportovní věk v dané sportovní specializaci (Bompa, 2000; Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004; Perič, 2004).

Úroveň fyziologického zrání není snadné určit. Hledají se různé možnosti, které umožní určit biologický věk. Ideální ukazatel biologického věku by měl být:

- snadný, bezpečný, dostatečně přesný,
- úzce spojený s rozvojem fyziologických proměnných,
- vhodný, použitelný pro všechny věkové skupiny (Bunc, 2013).

Ukazatel, který by splňoval všechny tyto podmínky, nebyl bohužel doposud nalezen (Bunc, 2013). Přesto jsou snahy o posouzení úrovně biologické zralosti, v praxi se používají tyto parametry:

- parametry kostního věku, který se stanovuje speciálními metodami porovnání rentgenových snímků epifýzových jader zpravidla horních končetin,
- sekundární pohlavní znaky,
- zubní věk,

- poměr intercelulární a extracelulární hmoty (Kampmiller et al., 2012; Perič, 2004; Šelingerová & Moravec, 1992).

Podle Bunce (2001, 2013) je vhodným ukazatelem biologického věku hodnocení poměru extracelulární a intracelulární hmoty.

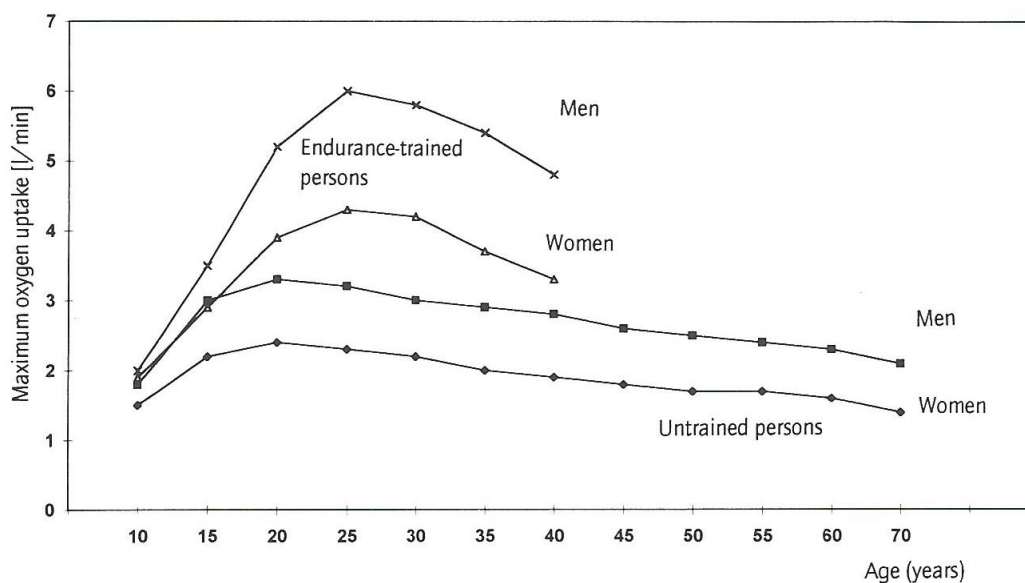
Stupeň tělesného rozvoje se odráží na úrovni sportovní výkonnosti. Více vyvinutí jedinci dosahují díky své tělesné převaze poměrně dobrých výkonů, většinou vydrží i vyšší tréninkové zatížení (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004; Perič, 2006; Zmajic, 1996). Znalosti o biologickém věku by měly být využity i při výběru použitých tréninkových prostředků (Perič, 2004).

2.3.4 Věk vrcholné výkonnosti v bězích

Ve věku 17 let, končí sportovní kariéru velké množství běžců a běžkyň (Enoksen, 2011). Důvody jsou různé, nejčastěji souvisí s výkonnostními faktory, tréninkovými podmínkami, pracovními či studijními povinnostmi, motivací, sociálními podmínkami, výběrem jiného sportu a dalšími. Předčasný konec sportovní kariéry se vyskytuje i v ostatních sportech. Pokud běžci končí se závodní kariérou již v tomto věku, nedosáhnou na své možnosti. V bězích na střední a dlouhé tratě je věk vrcholné výkonnosti až v pozdějším věku, Dovalil et al. (2005) uvádí věk vrcholné výkonnosti 24 – 26 let. Podle Mosse (2004) je 24 – 30 let s průměrným věkem 26 let.

Podle Vobra (2009) je vrcholný věk v běžeckých disciplínách na střední a dlouhé tratě 24 – 30 let. U mužů v běhu na 800 m uvádí věk 23 – 26 let, u žen 26 – 28 let. V běhu na 1500 m mužů je věk vrcholné výkonnosti 22 – 30 let, u žen 21 – 33 let. V běhu na 3000 m (tato trať je oficiální pouze při halových závodech) dosahují vrcholné výkonnosti muži ve věku 23 – 31 let, ženy ve věku 21 – 31 let, v běhu na 5000 m u mužů i u žen je věk vrcholné výkonnosti 21 – 31 let, v běhu na 10000 m u mužů 21 – 31 let, u žen 21 – 33 let, na maratónské trati u mužů 25 – 35 let, u žen 26 – 36 let a v běhu na 3000 m př. u mužů 21 – 31 let. I z tohoto pohledu není vhodné žádným způsobem urychlovat jejich sportovní vývoj (Dovalil et al., 2005; Kampmiller et al., 2012).

Tato data korespondují s údaji na obrázku 4, kde je uveden vývoj VO_{2max} v různém věku. U běžeckých disciplín věk vrcholné výkonnosti odpovídá období s maximální spotřebou kyslíku.



Obrázek 4. Závislost $VO_2\max$ na věku u trénovaných a netrénovaných osob obou pohlaví podle Neumanna, Pfütznera, & Berbalkové (2000), s. 26

V tabulce 1 je uveden vývoj výkonnosti ve vytrvalostních bězích u dětí v České republice, která je součástí Unifittestu (Měkota & Kovář, 1995). Vývoj výkonnosti ve vytrvalostních disciplínách je v souladu s vývojem $VO_2\max$. U pubescentních děvčat se přirozená výkonnost v pubertě snižuje, u chlapců stagnuje na konci puberty.

Tabulka 1. Změna výkonnosti ve dvanáctiminutovém běhu u adolescentní mládeže v průběhu dospívání, dle tabulek uvedena hodnota hodnocená jako vysoce nadprůměrná, vytvořeno podle Měkoty a Kováře (1995), s. 35 – 36

věk [roky]	dívky	chlapci
14	2663	3031
15	2621	3094
16	2578	3152
17	2556	3176
18	2533	3196
19	2533	3196

Doporučené délky závodních tratí u běžců na střední a dlouhé tratě (Greene & Pate, 2014):

- 12 – 14 let 800 m – 1600 m
- 14 – 16 let 800 m – 3200 m

- 16 – 18 let 800 m – 5000 m

Toto rozmezí se týká zejména horní hranice, doplnkově je vhodné se účastnit i závodů na sprinterských tratích (Greene & Pate, 2014).

2.3.5 Intersexuální rozdíly

Mezi muži a ženami jsou morfologické a funkční odlišnosti. Rozdíly ve stavbě těla zapříčiňují diference ve fyziologických funkcích i v biomechanických předpokladech pohybu. Tím jsou dány rozdíly v tělesné výkonnosti, které se projeví ve sportu i v ostatních fyzických činnostech. Děvčata a chlapci mají rozdílnou růstovou křivku. Chlapci jsou při narození o něco větší, ale jejich růstová křivka je cca do 9 – 10 let paralelní. U děvčat nastává růstový spurt dříve, než u chlapců, u děvčat mezi 10. a 11. rokem věku, u chlapců mezi 12,5 a 15 lety věku. U dívek je růst ukončen mezi 16. a 17. rokem věku, u chlapců ve 20 – 21 letech. Chlapci mají delší dolní i horní končetiny než děvčata. Tyto rozdíly jsou malé, přesto mají jistou souvislost s lepší rovnováhou žen. Muži mají menší relativní množství tuku než ženy, přičemž v dospívání se tento rozdíl zvětšuje. U obou pohlaví klesá při vysokém stupni pohybové aktivity množství tělesného tuku (Máček & Radvanský, 2011).

Ženy mají menší objem krve, menší srdeční sval, nižší srdeční výdej, nižší celkovou srdeční transportní kapacitu pro kyslík, vyšší srdeční frekvenci, menší tepový objem, nižší maximální aerobní kapacitu, méně erytrocytů, méně hemoglobinu a nižší hematokrit. Dýchací soustava žen se vyznačuje menším hrudníkem, menším objemem plicní tkáně, nižší kapacitou plic, nižšími maximálními ventilačními hodnotami. U svalové soustavy jsou rozdíly v nižší hmotnosti svalstva žen, menší síle horní i dolní poloviny těla, nižším svalovém tonu a v nižší alaktátové a laktátové kapacitě (Bartůňková et al., 2013).

Pro tělesnou výkonnost mají ještě větší význam funkční vztahy fyziologických a anatomických parametrů. Menší tělesné rozměry souvisí i s objemem srdce, které (vyjádřeno v ml na kg tělesné hmotnosti) je u žen menší než u mužů, mezi trénovanými je rozdíl menší než mezi netrénovanými. Relativní hmotnost srdce dosahuje u žen 85 – 95 % hodnoty mužů. Maximální minutový srdeční objem je u žen zhruba o 30 % menší než u mužů, přestože SF_{max} je nezávislá na pohlaví. Ženy mají absolutně i relativně méně krve, zatímco muži mají 75 ml.kg⁻¹, ženy jen 65 ml.kg⁻¹. Ženy mají asi o 6 % menší počet erytrocytů a o cca 10 – 15 % méně hemoglobinu, také menší transportní kapacitu kyslíku než muži. Relativní hodnoty VO₂max.kg⁻¹ jsou o 20 – 30 % nižší než u mužů (Máček & Radvanský, 2011).

Dle šetření McArdle et al. (2005) není mezi muži a ženami rozdíl ve výdeji energie vyjádřeném na kg hmotnosti. Co se týká svalové síly, statická síla dolních končetin je u žen o 28 % menší a dynamická síla je o 30 % menší než u mužů (Wilmore & Costill, 1999). Nižší svalová síla je další příčina horší výkonnosti v bězích na střední a dlouhé tratě (Granados et al., 2008).

V moderních dějinách atletiky panoval dlouho názor, že ženy nemohou trénovat stejně jako muži, dokonce v mnoha disciplínách nebylo pro ženy možné se účastnit závodů. To se konkrétně týkalo také většiny běhů, zejména na dlouhé tratě. Tyto názory se ukázaly jako přežitky a v současné době ženy startují prakticky ve stejných disciplínách jako muži. Co se týká tréninku, zásadní rozdíly ve skladbě a v objemu tréninku žen a mužů, v současné době nejsou. V tréninku žen a dívek můžeme nalézt jisté rozdíly vyplývající z fyziologických, morfologických a psychologických odlišností organismu žen. Proto je v přípravě nezbytné dodržovat několik zásad a vzít v úvahu tyto skutečnosti:

- z důvodu hormonálních změn v dívčím organismu v období puberty je rozkolísaná jejich výkonnost a také tréninkový proces. Individuálně je potřeba přistupovat k tréninku v době menstruace,
- z psychologického hlediska je nutné k dívkám přistupovat odlišně než k chlapcům, zejména pro jejich větší citlivost, pro odlišný přístup dívek a žen k vrcholovému sportu a tréninku,
- v tréninkovém procesu je potřeba zohlednit fyziologické odlišnosti žen a mužů, svalová síla žen je menší zhruba o 30 %. Společně s krevními parametry to v důsledku znamená, že ženy musí při stejné zátěži podávat větší výkon,
- jedním z výkonnostních znevýhodnění v běžeckých disciplínách je vyšší procento tuku u žen, zejména v dolní polovině těla a níže položené těžiště (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015).

Při uvážlivém plánování tréninku s respektem k odlišnostem ženského organismu, lze říci, že trénink žen lze koncipovat velice podobně tréninku mužů. Jen je třeba brát zřetel na odlišnosti v tréninku síly (s ohledem na anatomické rozdíly ženského těla) a na trénink v menstruačním období. Jinak se ženský organismus adaptuje na běžecké zatížení podobně jako organismus mužský (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015; Powers, 2014).

Vliv talentu je i v běžeckých disciplínách zásadní. Prvním krokem je talent nalézt, posléze kultivovat. Podmínkou optimálního vývoje talentovaného jedince je vytvoření

vhodných podmínek pro rozvoj, volba optimálního tréninkového programu s ohledem na individuální vlastnosti a potřeby jedince (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004).

2.3.6 Období adolescence

Adolescence je období přechodu od dětství k dospělosti. Dle Macka (2003) a Vágnerové (2005) zahrnuje věk od 10 do 20 let a je rozdělen na dvě fáze Vágnerová (2005) dělí:

- raná adolescence (11 – 15 let),
- pozdní adolescence (15 – 20 let).

V naší práci se zaměřujeme zejména na období pozdní adolescence, ale období rané adolescence má na výkonnost v dospělém věku též nezpochybnitelný význam.

Hlavní rozdíly mezi dětmi a dospělými spočívají v rozdílech anatomických, fyziologických, psychických a pedagogicko-tréninkových. Mezi základní anatomické rozdíly patří kratší končetiny u dětí než u dospělých, více tuku v dolní části těla, níže položené těžiště. Základní fyziologické rozdíly jsou menší srdce než u dospělých, nižší systolický i diastolický tlak krve, nižší schopnost transportu kyslíku krví, menší objem plic, nižší absolutní maximální spotřeba kyslíku, nižší tepový kyslík, nižší aerobní předpoklady a nižší anaerobní kapacita dětí oproti dospělým. U dětí je také nižší tolerance na zvýšenou teplotu prostředí, než u dospělých. Mají též nízkou produkci enzymu fosfofruktokinázy, který podmiňuje toleranci k acidóze. Proto se u dětí v rozvoji vytrvalostních metod nedoporučují varianty intervalových metod, při kterých dochází k výraznějšímu vzestupu laktátu. Z toho důvodu není dobré stimulaci anaerobně vytrvalostních schopností zařazovat před dvanáctým rokem věku. K psychickým rozdílům řadíme nižší agresivitu a větší citlivost na vnější podněty, také větší riziko u dietologických intervencí. Pedagogické rozdíly zahrnují lepší reakci dětí na vytrvalostní trénink, lepší reakci na trénink rovnováhy, horší reakci na rychlostně-silový trénink. U adolescentů dochází k postupné transformaci dětského těla v dospělé. U adolescentů jsou tedy tyto odlišnosti od dospělých tím menší, čím se jejich věk blíží k horní hranici vymezující daný věk (Armstrong et al., 1996; Astrand & Rodahl, 1986; Bunc, 2003; Greene & Pate, 2014; Malina & Bouchard, 1991; Maud & Foster, 1995; Rowland, 1996).

Shrnutí: Sportovní výkon je dán genetickými předpoklady a absolvovaným tréninkovým zatížením. Dosáhnout výkonů na úrovni světové úrovně mohou pouze talentovaní jedinci při absolvování optimálního tréninkového zatížení, které akceptuje stupeň

rozvoje organismu sportovce a je individualizované. Pro optimální sportovní růst talentovaných jedinců je potřeba tyto jedince včas odhalit. Šance na uplatnění talentovaných jedinců se zvyšuje při použití tréninkového zatížení, které respektuje věkové, genderové a individuální zvláštnosti jedinců. Také je třeba při stanovení tréninkového zatížení vycházet z dosaženého stupně fyzického a psychického rozvoje jedince. Tréninkový proces by měl připravovat organismus k maximální výkonnosti ve věku vrcholné výkonnosti, který je u běžců na střední a dlouhé tratě mezi 24 a 26 lety.

2.4 Sportovní příprava v bězích na střední a dlouhé tratě

Trénink sportovců v mládežnickém věku je ovlivněn celou řadou proměnných, v tomto věku ale není nejdůležitějším cílem aktuální výkon. Při správné koncepci tréninku dosahují sportovci nejlepších výkonů až v dospělosti (Hofmann & Schneider, 1985; Malina, 1993).

V tréninku běhů na střední a dlouhé tratě se využívá těchto tréninkových principů, které slouží k plánování a provádění tréninkového zatížení:

- princip orientace sportovního tréninku na cíl sportovní výkonnosti a jeho strukturu,
- princip optimálního načasování a zvyšování specializace,
- princip periodizace a cykličnosti,
- princip důslednosti a koordinace v rozvoji výkonnostních předpokladů,
- princip zdůraznění a kontinuity,
- princip postupného nárůstu zatížení,
- princip permanentní kontroly (Pfützner, 1990; Neumann, Pfützner, & Berbalk, 2000).

2.4.1 Diagnostika trénovanosti

Prostřednictvím testování je možné hodnotit morfologické a funkční předpoklady, případně i psychologické. Z morfologických se nejčastěji sleduje tělesná výška, hmotnost, složení a stavba těla, somatotyp. Z fyziologických je nejsledovanější transportní kapacita kyslíku, ekonomika a technika provedení pohybu, atd. (Bunc, 1989, 2013; Neumann, Pfützner, & Berbalk, 2000).

Testy jsou objektivním nástrojem, při opakovaném použití umožňují vyjádřit progres či regres (Měkota & Cuberek, 2007). Objektivizace trénovanosti resp. aktuálního stavu organismu, je základním předpokladem úspěchu ve sportu. Díky němu je možné individualizovat tréninkové zatížení a zefektivnit tréninkový proces. Samozřejmým

předpokladem je monitorování absolvovaného tréninkového zatížení. To umožňuje studium kauzálních vztahů mezi absolvovaným tréninkem a dosaženou úrovní trénovanosti (Bunc, Ejem, Kučera, & Moravec, 1992; Bunc, 2006, 2012). Proto je také soustavné sledování dynamiky růstu trénovanosti v důsledku aplikovaného tělesného zatížení spolu s dynamikou sportovní výkonnosti v soutěžích rozhodujícím kritériem posuzování účinku tréninkového procesu na sportovce. Kontrola trénovanosti, vedle kontroly zdravotního stavu, stavu tkání a orgánů, se pak z tohoto pohledu stává základním článkem při řízení sportovního tréninku. Plní zásadní úlohu zpětné vazby, tj. umožňuje nám posoudit účinky tréninkového procesu na sportovce (Benson & Connolly, 2011; Bunc, 1989).

Při použití tréninkových podnětů je podstatná forma, intenzita, která je dominantní, také doba trvání a frekvence. Příslušný test je vhodné použít právě v době, kdy vrcholí rozvoj příslušné pohybové složky. V ideálním případě jsou testy jednoduché, přiměřené a bez přehnaných psychických nároků se snadnou interpretací. U některých testů je vhodné použít biochemické vyšetření pro lepší objektivizaci výsledků testů. K tomu přispěje i subjektivní hodnocení běžce. Aby byly testy porovnatelné a využitelné, je nezbytné je provádět pokud možno ve stejných podmínkách a ve stejném období a denní hodině. Také je nezbytné stále standardizované rozcvičení před samotným testem a podobná náročnost tréninku v posledních dnech před testem. Výsledky testů mohou být velkým pomocníkem při stanovení dalšího směřování tréninku, nelze je ale přeceňovat (Daniels, 2013).

Jednotlivé složky tréninkového procesu se nedají zcela izolovat, působí komplexně na sportovní růst. Vzhledem k malé ovlivnitelnosti strukturálních předpokladů je nutnou podmínkou pro dosažení určité výkonnosti jejich dostatečná úroveň. Funkční předpoklady jsou tréninkem do určité míry ovlivnitelné, proto při výběru talentů je podstatné také ověřit, v jaké etapě tréninku se jedinec nachází a pokusit se zjistit, do jaké míry jsou za aktuální výkonnosti vrozené dispozice a do jaké míry aplikovaný trénink (Bouchard, Malina, & Pérusse, 1997).

Mezi nejčastěji zjišťované hodnoty patří úroveň vytrvalostních předpokladů, které je možné ověřit prostřednictvím zjištění úrovně anaerobního prahu, aerobního prahu, kritické rychlosti, maximální spotřeby kyslíku. Pro stanovení úrovně trénovanosti je vhodné zjistit také úroveň odrazové síly, stupeň rozvoje jednotlivých temp a vybrané rychlostní a silové předpoklady (Daniels, 2013).

Testy dělíme na dvě základní skupiny podle místa provedení (Bunc, 1989; Powers, 2014):

- laboratorní,
- terénní.

Laboratorní testy se provádí v laboratorních podmínkách, za použití většinou modelových zatížení na různých typech ergometrů, simuluje maximální nebo submaximální fyzické zatížení. Výhodou těchto testů je relativně velmi přesné stanovení velikosti fyzického zatížení, možnost sledování řady parametrů a relativně malé omezení sledovaných osob, konstantní klimatické podmínky a podmínky provedení obecně aj. Nevýhodou je nutnost transformace výsledků šetření do terénních podmínek, mnohdy použití jiného pohybového stereotypu při zatěžování a tím i možné zkreslení výsledků v důsledku zatížení nevhodných svalových skupin (Bunc, 1989).

Terénní testy se provádějí v podmínkách blízkých vlastnímu výkonu a hodnotíme pomocí zatížení, které je z hlediska použitého pohybového stereotypu prakticky totožné se stereotypem vlastního výkonu. Výhodou je rovněž přímé jednoduché použití v tréninkovém procesu. Nevýhodou je relativně nepřesné fyzikální stanovení vykonané práce, problémy s měřením většiny stavových veličin bez výrazného ovlivnění sledovaných osob, atd. (Bunc, 1989; Měkota & Novosad, 2005). Využití submaximálních zátěžových testů při posuzování trénovanosti je nesporně nejschůdnější cestou k široké aplikaci ve výzkumu tělesné trénovanosti. Široké spektrum těchto testů přináší dostatek možností vybrat individuálně nejvhodnější postup (Bunc, 1989). Některé testy můžeme využít jak v laboratorních, tak terénních podmínkách. U adolescentních běžců mohou terénní testy pomoci zjistit dispozice ke středním či vytrvalostním tratím (Bunc, Ejem, Kučera, & Moravec 1992).

Při laboratorních i terénních testech jde o hledání odezvy organismu na modelové zatížení, které svojí intenzitou, formou a dobou trvání co nejvíce odpovídá zatížení závodnímu (Bunc, 2009; Dick, 2002). Např. v případě použití ergometru při stanovení $VO_2\max$ u sportovců, u nichž při závodní aktivitě převládá běh, jsou získané hodnoty o cca 10 – 12 % nižší než při použití běhátko (Bunc, 2009).

Cílem diagnostiky je zejména hledání slabých míst a zjištění možností a rozsahu jejich ovlivnění a jejich nápravná intervence. Jednotlivé kroky diagnostiky zahrnují: diagnostika stavu, výběr parametrů, realizace. Vše s využitím zpětné vazby. V praxi jsou využívány dvě formy diagnostiky: kvantitativní a kvalitativní. Diagnostika kvantitativní se uplatňuje zejména při hodnocení kondičních předpokladů a při posouzení efektu aplikovaného tréninkového zatížení na trénovanost jedince. Kvalitativní diagnostika je nezbytná zejména u mladých sportovců, přínos má ale i pro dospělé (Bunc, 2012).

Vysoká úroveň maximální spotřeby kyslíku je nejdůležitější, i když ne jedinou podmínkou vysoké vytrvalostní výkonnosti. Mezi sportovní výkonností běžců a maximální spotřebou kyslíku existuje významný vztah. Proto je stanovení této hodnoty zásadní při

diagnostice trénovanosti (Bunc, 2013). Také změna úrovně laktátových prahů umožňuje diagnostikovat vliv tréninkového zatížení na organismus (Eston & Reilly, 2013). Mezi další předpoklady, které je potřeba hodnotit patří úroveň rychlostních a silových předpokladů (Brown, 2001; Powers, 2014).

V průběhu ročního tréninkového cyklu je možné u běžců používat mj. některé z těchto nejčastěji používaných testů:

- **test stanovení laktátové křivky** – tento test umožňuje stanovit několik úrovní tréninkového zatížení, zejména aerobní práh, anaerobní práh a kritickou rychlost. Zjištěné hodnoty jsou využitelné při stanovení intenzity následného tréninku. Muži obvykle absolvují 4x2000 m a ženy 4x1600 m s intervalem 2 minuty. První úsek musí být absolvován v aerobním pásmu, rychlost dalších úseků je v ideálním případě rovnoměrně stupňovaná. Poslední dva úseky musí závodníky do značné míry vyčerpat, ale zároveň musí být celkové zatížení tak vysoké, aby běžci byli schopni test dokončit. Je tedy nezbytné test pečlivě naplánovat pro každého běžce individuálně. Na základě zaběhnutých časů a příslušných hodnot laktátu lze stanovit úroveň tréninkových rychlostí, nejčastěji se používá aerobní práh (2 mmol.l^{-1}), anaerobní práh (4 mmol.l^{-1}) a kritická rychlost (9 mmol.l^{-1}). Také je možné hodnotit úroveň rozvoje jednotlivých pásem (Eston & Reilly, 2013; Faude, Kindermann, & Meyer, 2009; Liparova, 2014),
- **test na zjištění VO_2max** – patří mezi laboratorní testy, optimální je použít běhátko. Tento test slouží k ověření úrovně rozvoje vytrvalostních předpokladů, hodnota VO_2max je jejich nejsledovanějším ukazatelem u vytrvalostních sportovců. Hodnotu maximální spotřeby kyslíku lze tréninkem do jisté míry měnit, proto je testování maximální spotřeby kyslíku velice rozšířené (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015; Powers, 2014),
- **testová baterie pro začínající mladé běžce** (Bunc & Dlouhá, 1988): skok daleký z místa, desetiskok, sbalení na ribstolech, leh-sed za 2 min, člunkový běh 6x9 m, 50 m letmo, 150 m letmo, 500 m, 2000 m. Tato testová baterie je příkladem komplexního testování mladých běžců, kdy testujeme a zjišťujeme jejich fyziologické předpoklady nezbytné pro běžce na střední a dlouhé tratě,
- **specifické testy jednotlivých běžeckých temp** – je možné použít rozličné testy na testování všech složek běžecké přípravy. 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 zásadní. Příklad možných testů pro muže mílaře:

- test stanovení ANP: 4x2 km, interval 2 minuty
 - test ověření ANP: 6000 – 8000 m
 - test úrovně kritické rychlosti: 6 – 7x1000 m, interval 3 minuty
 - test tempové vytrvalosti: 2 – 3x1500 m, interval 4 minuty
 - test speciálního tempa: 1200 m + 300 m, interval 3 minuty
 - test tempové rychlosti: 3x400 m, interval 8 minut
 - test maximální rychlosti: 100 m s letným startem,
- **skokový běh** – je jedním z nejužívanějších kontrolních testů, kterým si ověřujeme stupeň rozvoje odrazových schopností atleta. U sprinterů se používá skokový běh na 50 m u běžců na střední a dlouhé tratě je vhodnější skokový běh na 100 m. Při tomto testu se atlet snaží překonat danou vzdálenost v co nejkratším čase co nejmenším počtem skoků. Zjišťuje se počet skoků a také se měří čas, v jakém atlet trať absolvuje. Hlavním cílem je zjistit stupeň rozvoje odrazové síly (Caha et al., 1984),
 - **kontrolní závody** – někdy se využívají úvodní závody pro otestování výkonnosti, např. půlkař testuje speciální tempo závodem na 600 m, mílař závodem na 1000 m, běžec na 3000 m závodem na 2000 m, atd. Při kontrolních závodech je nezbytné atleta náležitě motivovat a vysvětlit cíle, které má test plnit (Kučera & Truksa, 2000).

Mezi všeobecně nepoužívanější testy mezi běžci patří test na stanovení laktátových prahů a test na stanovení $VO_2\max$. Použití ostatních testů záleží na cíli, analýze stavu, aktuálním stavu jedince, na možnostech, ...

2.4.2 Složky běžecké přípravy

Pojem *složky* je Choutkou a Dovalilem (1991); Dovalilem et al. (2005) a dalšími používán jako *složky sportovního tréninku* (kondiční příprava, technická příprava, taktická příprava, psychologická příprava). Bureš (1986) a další čeští běžecí trenéři a metodici používají tento pojem jako *složky tělesné přípravy, resp. složky běžeckého tréninku* u běžců (např.: obecná vytrvalost, tempová vytrvalost, speciální vytrvalost, tempová rychlost, obecná síla, atd.). Někdy se v literatuře též uvádí pod pojmem tréninkové prostředky či tréninková pásma (Neumann, Pfützner, & Hottenrott, 2005).

Trénink běžců na střední a dlouhé tratě je proces, jehož součástí je absolvování tréninkových jednotek běhaných v různých rychlostech, které představují *složky běžeckého tréninku*. Koordinaci tréninku jednotlivých rychlostí je potřeba pečlivě naplánovat v průběhu ročního tréninkového cyklu, v každém období je kladen důraz na jinou složku běžecké přípravy, skladba, objem a intenzita tréninku se mění v průběhu roku. Jen v případě, že se podaří rozvinout všechny tréninkové složky v optimálním období na optimální úroveň, dochází k požadované a odpovídající úrovni výkonnosti (Benson & Connolly, 2011; Daniels, 2013; Neumann, Pfützner, & Hottenrott, 2005).

Charakteristika základních složek běžecké přípravy používaných u nás:

- obecná vytrvalost (OV) – jde o základní vytrvalost, její rozvoj umožňuje ekonomizaci pohybu a funkce soustav při aerobní látkové výměně, zejména ekonomizace srdečně cévní soustavy. Nejčastěji je realizována čistě souvislou metodou nebo opakovanou metodou za použití dlouhých úseků. Také je možné rozvíjet obecnou vytrvalost prostřednictvím kombinace souvislé a intervalové metody. Správně vybudovaný základ prostřednictvím obecné vytrvalosti následně umožňuje:
 - rozvíjet činnost srdečně cévní soustavy směrem k vysoce efektivní činnosti trvající pokud možno co nejdéle na úrovni 80 až 90 % VO_2max ,
 - tvorbu energetických rezerv, vytvoření mobilizačních schopností a rychlé využití těchto rezerv,
 - schopnost dosáhnout vysoké koncentrace kyseliny mléčné a ve stavu vysokého překyselení dále pracovat,
 - rychle odstranit metabolity anaerobní glykolýzy z krve,
 - zlepšení transportní kapacity krve,
- tempová vytrvalost (TV) – je rychlost vytrvalostního charakteru, která je kvalitativně na vyšší úrovni, než obecná vytrvalost. Ve vztahu k závodní trati představuje takovou rychlost běhu, jaká odpovídá rychlosti běhu o jeden až dva stupně delší, než je trať závodní (pro běžce na 1500 m je TV představována tempem běhu na 3000 m až 5000 m, případně na 10000 m – různé stupně tempové vytrvalosti). V rozvoji této složky přípravy jde zejména o vybudování takové úrovně připravenosti, kdy lze v přípravě navázat rozvojem speciálního tempa. Rozvoj probíhá zejména prostřednictvím intervalové metody. Těžištěm rozvoje této složky přípravy je jarní přípravné období, běžcům se zlepšuje schopnost pracovat déle při vyšších hodnotách překyselení,
- speciální tempo (ST), někteří autoři používají pojem speciální vytrvalost (SV) – rychlost běhu odpovídá rychlosti běhu na závodní trati, nebo ji málo převyšuje a

vztahuje se také k jeho dílčím úsekům. Hlavním charakteristickým znakem tohoto tempa je výkon v podmínkách omezeného času, pokud možno bez snížení efektivity práce. Jde o udržení vysoké práce schopnosti po celou dobu závodu. Pro rozvoj se používají dvě základní metody: intervalová a opakovaná. Na trenérovi je správně stanovit jednotlivé komponenty intervalového či opakovaného tréninku, odpovídající aktuálním možnostem organismu běžce,

- tempová rychlost (TR) – je to pomocné tempo rychlostního charakteru, které odpovídá tempu běhu na trati o jeden až dva stupně kratší (pro běžce na 1500 m je TR představována tempem závodu na 800 m, případně až na 400 m). Jeho kvalita závisí na úrovni anaerobních schopností. Těžiště práce v těchto zónách je vždy před závodním obdobím,
- maximální rychlost (MR) – je představována nejvyšší možnou rychlostí. Závisí na labilitě nervové soustavy, na dynamičnosti nervových procesů, na koordinační složce pohybu a na svalové stavbě (typ svalových vláken). Rozvoj tohoto tempa slouží ke zdokonalení pohybového aparátu ve smyslu kvalitativních změn ve struktuře svalů dolních končetin. Jsou běžci, kteří reagují na rozvoj maximální rychlosti, někteří běžci ale na rozvoj maximální rychlosti pozitivně nereagují. Je na trenérovi, aby tuto skutečnost zjistil. Při rozvoji rychlostních schopností je možné ovlivnit frekvenci běhu, akcelerační schopnost, délku kroku a techniku běhu. Všechny komponenty mají přímou souvislost s rychlostí běhu. Jelikož se úroveň maximální rychlosti ovlivňuje mnohem obtížněji, než např. aerobní vytrvalost, musí být trénována po celý rok,
- speciální síla dolních končetin – přímo ovlivňuje potřebnou úroveň maximální a tempové rychlosti a speciálního tempa. Rozvoj speciální síly je nejvýznamnější u běžců na 800 m, případně na 1500 m,
- obecná síla – působí jednak jako kompenzační činitel vzhledem k jednostrannému zatížení běžeckého tréninku a také zvyšuje odolnost běžců vůči náročnému tréninkovému zatížení (Benson & Connolly, 2011; Bureš, 1986; Kučera & Truksa, 2000; Písařík & Liška, 1989).

Každá ze složek běžecké přípravy má svůj nezastupitelný význam, jehož úroveň se mění v průběhu ročního tréninkového cyklu a také v průběhu ontogenetického vývoje jedince. Obecně platný postup je od obecných tréninkových prostředků ke specifickým, a to jak z hlediska víceleté přípravy, tak z pohledu ročního tréninkového cyklu. Na vrcholu pomyslné pyramidy stojí rozvoj tempové vytrvalosti, tempové rychlosti a speciálního tempa. Ve věku

15 – 16 let tvoří základ tréninku rozvoj maximální rychlosti, techniky běhu prostřednictvím speciálních běžeckých odrazových cvičení a rozvoj obecné vytrvalosti. Postupně se navyšuje objem tréninku tempové rychlosti, tempové vytrvalosti, speciálního tempa a tréninku na úrovni anaerobního prahu.

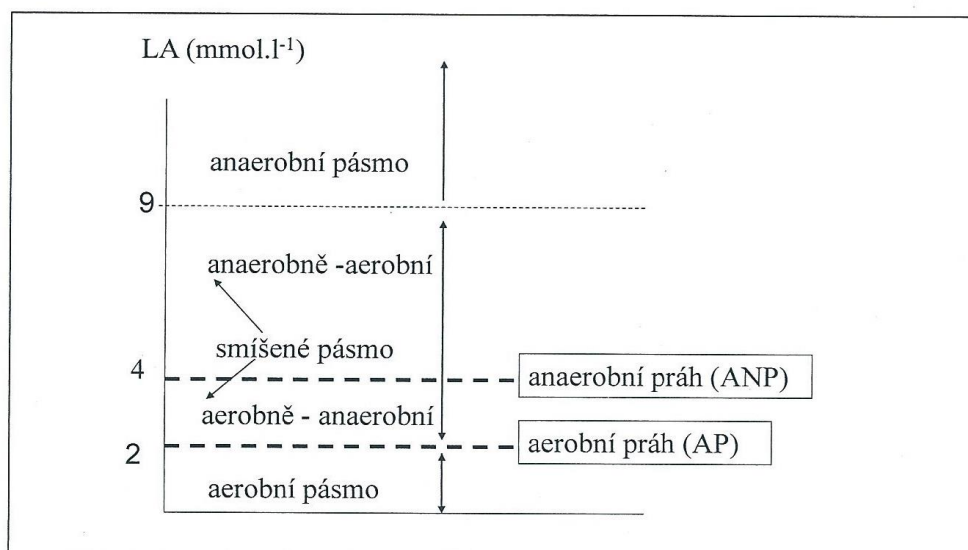
Řízení intenzity tréninkového zatížení může probíhat podle:

- srdeční frekvence,
- rychlosti běhu zjištěné z testů pro stanovení laktátové křivky (Benson & Connolly, 2011; Eston & Reilly, 2013; Soumar, Soulek, & Kučera, 2000).

Řízení tréninku dle srdeční frekvence není zcela přesné, hodnoty klidové srdeční frekvence v průběhu dne kolísají. Vliv na ně má psychický stav jedince, aktuální zdravotní stav a také únava z předchozích tréninků. To vše je nutné brát v úvahu při stanovování úrovně tréninkového zatížení. Hodnoty srdeční frekvence jsou individuální, proto obecná doporučení pro tréninkovou intenzitu je potřeba individuálně přizpůsobit. Při regeneračním běhu se srdeční frekvence pohybuje zhruba na 65 – 75 % maximálních hodnot. Při tempovém běhu na 80 – 85 % maximálních hodnot. Při opakovaných úsecích se srdeční frekvence pohybuje na 90 – 95 % maxim (Benson & Connolly, 2011; Neumann, Pfützner, & Hottenrott, 2005; Soumar, Soulek, & Kučera, 2000).

Další možnost řízení zatížení je prostřednictvím laktátové křivky, kdy je možné využít i hodnoty srdeční frekvence. Test laktátové křivky je založen na absolvování čtyř (popřípadě pěti) úseků 2000 m dlouhých (u mládeže a žen 1600 m). Po každém úseku je odebrán laktát. Na základě naměřených hodnot je možno stanovit laktátovou křivku, na jejímž základě je možné stanovit rychlosti příslušných temp.

V aerobní zóně může práce trvat od 25 minut po 2 hodiny cca do 4 mmol.l⁻¹ laktátu. Ve smíšené zóně, která je charakterizována množstvím laktátu 4 až 9 mmol.l⁻¹, je možné absolvovat úseky od 2 minut až po několik desítek minut zátěže. V anaerobní zóně, tzn. nad 9 mmol.l⁻¹ je možné odběhat úseky od několika sekund po několik minut. Nejvyšší hodnoty laktátu dosahují běžci na 400 m, u nichž je možné naměřit po cca 15 – 20 minutách laktát až 23 – 25 mmol.l⁻¹ (Neumann, Pfützner, & Hottenrott, 2005). Jednotlivé zóny jsou znázorněny na obrázku 5.



Obrázek 5. Zóny zatížení při rozvoji vytrvalosti podle Havlíčkové (2004), citováno z Bartůňková et al. (2013), s. 41

Oba tyto způsoby řízení tréninku jsou doplněné o zkušenosti trenéra. Výše zmíněná klasifikace tréninkového zatížení umožňuje evidenci tréninku běžců a usnadňuje plánování a řízení tréninkového zatížení. Je mezi běžci a zejména mezi trenéry běžců velice rozšířená, v podstatě nezbytná (Benson & Connolly, 2011).

2.4.3 Etapy sportovní přípravy

Obsah sportovního tréninku je odlišný u začátečníků, pokročilých a vrcholových sportovců, také u dětí a dospělých. Každý věk má určité vývojové zákonitosti, při respektování těchto zákonitostí je možné dosáhnout v tréninku lepších a trvalejších výsledků. Z tohoto pohledu můžeme rozdělit trénink do několika etap (viz obrázek 6):

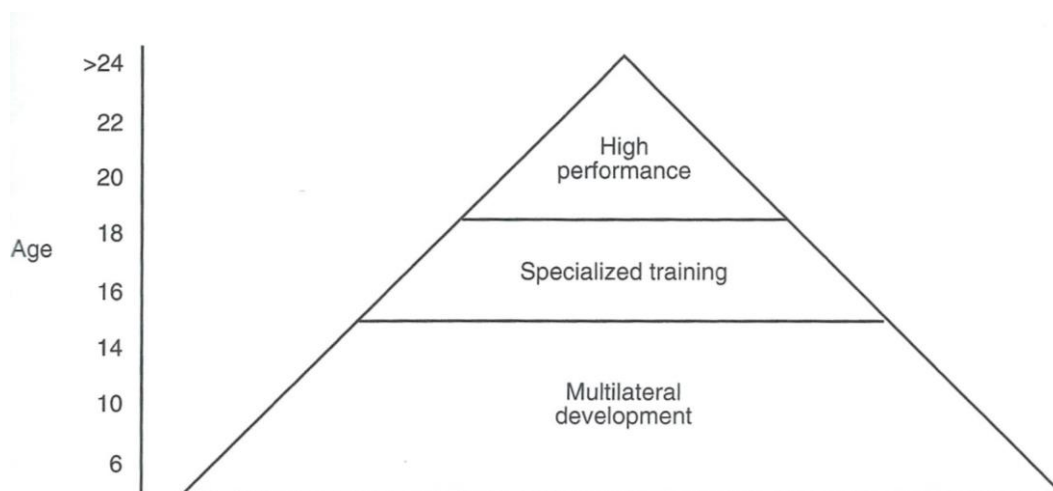
- etapa základního tréninku,
- etapa specializovaného tréninku,
- etapa vrcholového tréninku (Bompa, 2000; Dovalil et al., 2005; Perič, 2004).

V etapě základního tréninku je hlavním cílem celkový harmonický rozvoj osobnosti při upevnění zdravotního stavu a podpora přirozeného tělesného a psychického vývoje. V této etapě není výkon prioritou, ten je stanoven jako perspektivní, vzdálený. Cílem této etapy je mimo aktuálního výkonu také souhrn zvládnutých dovedností, úrovně jednotlivých

schopností, držení těla, atd. Probíhá tedy v mnohem širším záběru. V tréninkovém zatížení je velký podíl všestrannosti, je snaha o velké množství používaných tréninkových prostředků i se zřetelem na pestrost tréninku a zábavnost. Také je kladen důraz na rozvoj koordinačních předpokladů. V podílu specifické přípravy by do popředí měl vstupovat základ techniky sportovních dovedností, základy taktiky a základní povědomí o zvoleném sportu, zejména o pravidlech, výstroji a hygieně. Etapa základního tréninku má ve vývoji sportovců mimořádnou důležitost, ovlivňuje totiž výkonnost v pozdějších letech. Pokud nedojde v tomto období k rozvoji potřebných předpokladů, perspektiva dalšího výkonnostního zlepšování se oslabuje. Proto by tato etapa v ideálním případě měla být alespoň dva až tři roky, ne méně (Bompa, 2000; Dovalil et al., 2005; Perič, 2004).

Pro etapu specializovaného tréninku je charakteristické, že výkon ještě nemá rozhodující význam, stále je představován jako perspektivní cíl. V tréninku již probíhá proces výraznější specializace, jsou v něm více zastoupeny schopnosti a dovednosti, které přímo podmiňují a vytvářejí výkon, při zachování určitého podílu všestrannosti. Vzdůstá objem i intenzita tréninku, zejména u speciálních tréninkových prostředků, upevňuje se technika i v náročnějších podmínkách, zvyšuje se důraz na kondiční přípravu, na taktickou přípravu a také se upevňuje postoj k tréninkovým povinnostem. Délka etapy je obvykle dva až čtyři roky. U některých sportovců, kteří z různých důvodů nemohou přejít do etapy vrcholové, může tato etapa trvat až do ukončení sportovní kariéry (Bompa, 2000; Dovalil et al., 2005; Hart 1993; Perič, 2004).

Etapa vrcholového tréninku završuje sportovní činnost. Měla by se týkat dospělých, talentovaných jedinců, tedy již v době, kdy je jejich tělesný a mentální vývoj ukončen. Etapa je charakterizována snahou o maximální výkonnost, tréninkem o enormních dávkách, s převážným použitím speciálních tréninkových prostředků. Takovýto trénink vyžaduje absolvování dostatečného objemu regenerace. Vrcholu také doznává kondiční příprava, taktická příprava a rozvoj techniky. Trénink je přizpůsoben individuálním zvláštnostem jedince (Bompa, 2000; Dovalil et al., 2005; Perič, 2004).



Obrázek 6. Doporučený dlouhodobý přístup ke specifičnosti tréninkového zatížení podle Bompa (2000), s. 3

Pro optimální vývoj běžce je nezbytné projít všemi etapami tréninku. U trenérů mládeže je důležité, aby se trenéři dokázali povznést nad aspiraci okamžitých úspěchů ve prospěch potenciálního, optimálního, dlouhodobého vývoje. Tento vývoj může být narušen endogenními či exogenními vlivy, přesto je sázka na postupný vývoj výkonnosti s ohledem na dodržení cílů jednotlivých etap, vhodnou cestou. Doba trvání jednotlivých etap je individuální (Astrand & Rodahl, 1986; Bunc, 1989; Dovalil et al., 2005; Perič, 2004).

2.4.4 Metody rozvoje vytrvalostních předpokladů

V běžeckém tréninku dochází k ovlivnění všech stupňů a úrovní vytrvalosti, od speciální po obecnou vytrvalost. Každá metoda stimuluje vytrvalostní schopnosti, ale každá z nich má své specifické působení na jednotlivé úrovně vytrvalosti. Jedna není lepší než druhá, každá je jedinečná, každá z nich má nezastupitelné místo v tréninkovém procesu. Při rozvoji všech pohybových předpokladů, včetně vytrvalostní, je podstatný jak objem, tak intenzita zatížení.

Metody rozvoje vytrvalosti můžeme rozdělit:

- metody souvislé,
- metody intervalové,
- metody kontrolní (McArdle, Katch, & Katch, 2005; Kenney, Wilmore, & Costill, 2015).

Mezi souvislé metody řadíme souvislý rovnoměrný běh, souvislý stupňovaný běh, souvislý střídavý běh a fartlek. Mezi základní intervalové metody patří vytrvalostní intervalový trénink, rychlostní intervalový trénink a opakované úseky. Metody kontrolní jsou představovány závodem, kontrolním testem a modelovým tréninkem (Benson & Connolly, 2011; Daniels, 2013; Dovalil et al., 2005; Kampmiller et al., 2012; Powers, 2014).

Souvislý rovnoměrný běh rozvíjí především aerobní schopnosti, do určité míry ale také anaerobní schopnosti. Jako základní metoda se používá zejména na začátku přípravného období, ale je součástí tréninku i nadále. Vytváří vhodné podmínky pro postupné zatěžování všech orgánových soustav v následných náročnějších obdobích přípravy, napomáhají synchronizaci jejich funkcí a zlepšení využití kyslíku. V tréninku je možné použít několik variant tohoto tréninku lišících se od sebe délkou a intenzitou zatížení. Délka běhu se může pohybovat od 20 minut do 120 minut, výjimečně i déle. Intenzita vyjádřená srdeční frekvencí se obvykle pohybuje od 120 do 180 úderů za minutu v závislosti na délce úseku a rychlosti běhu. Další tréninkovou alternativou je souvislý stupňovaný běh, jehož variant je nepřeberné množství, stejně jako u souvislého střídavého běhu. Má vliv nejen na aerobní kapacitu organismu, ale také na aerobní výkon, zejména v závěru tréninku. Rozvíjí také morálně volní vlastnosti.

Další možnou variantou tréninku je fartlek. Je to v podstatě určitá varianta výše zmíněných metod tréninku, nejbližší má k souvislému střídavému běhu. Představuje spojení vytrvalostního tréninku s rychlostními prvky (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015).

U intervalové metody je principem střídání zátěže a odpočinku. Úroveň zatížení je dána těmito parametry:

- délka trvání zátěže,
- rychlost běhu (intenzita zatížení),
- počet úseků,
- délka intervalů mezi úseky či sériemi,
- charakter pauzy (mezichůze, meziklus, meziběh, ...).

Podle těchto parametrů dělíme intervalový trénink na extenzivní intervalový trénink, intenzivní intervalový trénink a opakovanou metodu, která bývá někdy označována za samostatnou metodu. Intervalové metody umožňují zásadně ovlivňovat aerobní výkon

(Benson & Connolly, 2011; Kampmiller et al., 2012; Kenney, Wilmore, & Costill, 2015; Powers, 2014; Neumann, Pfützner, & Hottenrott, 2005).

Intervalová metoda umožňuje postupné zatěžování s kontrolovaným postupným navyšováním zatížení. Má velké množství možností sestavení tréninkové náplně s možností přizpůsobení individualitě běžce. Plánování intervalových tréninků musí být realizováno v cyklech s využitím střídavé intenzity tréninkového zatížení. Hlavním úkolem trenéra při využití této metody je správně zvolit vhodnou délku a intenzitu úseků opakovaných zatížení a také zvolit optimální délku a druh odpočinku mezi jednotlivými úseky případně sériemi úseků. Toto zjištění může usnadnit, vedle dobré znalosti běžců, i použití dat z laktátové křivky (Benson & Connolly, 2011; Kenney, Wilmore, & Costill, 2015; Powers, 2014).

Největší změny vyvolané tréninkovým zatížením nastávají v průběhu prvních šesti až deseti týdnů použití tréninkových prostředků. Při optimálně sestaveném tréninkovém procesu vliv tréninkových prostředků pokračuje i dále, i když již poněkud pomaleji (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015). Znalost vlivu jednotlivých tréninkových prostředků na výkonnost zvyšuje efektivitu tréninku. Efekt tréninkových prostředků se také projeví až po delší době, má latentní účinek (Ward & Barrett, 2002).

2.4.5 Evidence tréninkového zatížení

Proces atletický trénink v současném pojetí představuje systematický, celoroční a mnohaletý proces zaměřený na tělesný rozvoj sportovce. Evidence tréninku umožňuje efektivní řízení tréninku. Hledání nejefektivnějších způsobů tréninku běžců je neustále aktuální téma. Základem úspěšného řízení tréninku je stanovení příčiny a následku, též hodnocení efektu. Základy atletického tréninku tvoří obecné zákonitosti a principy, které jsou podstatou tréninku všech atletických disciplín. Zákonitosti a principy určují a podmiňují vědecky zdůvodněnou stavbu tréninku a jeho efektivnost. Patří k nim princip jednoty všestrannosti a specializace, princip postupně se zvyšujícího zatížení, také principy systematickosti a cykličnosti (Benson & Connolly, 2011; Jones, 2006; Kenney, Wilmore, & Costill, 2015; Powers, 2014).

Dosažení výkonu v oblasti světové špičky v jakékoliv atletické disciplíně je spojeno s konkrétními požadavky struktury výkonu. Při charakteristice a posuzování jejich podílu na specifickém výkonu rozlišujeme předpoklady s různým vlivem na výkon. Ve vztahu ke zlepšování výkonu toto zjištění znamená, že je třeba, aby závodníci zvětšením objemu

zlepšovali jak základní, tak i výkon určující předpoklady. Další rozvoj v zásadě závisí na tom, jak se podaří zlepšit výkonnostní předpoklady a na ně navazující specifické zatěžování (König, 1990).

Evidence tréninku zahrnuje evidenci tréninkového a závodního zatížení, jedním z požadavků je také kvantifikovaný popis zatížení. Evidence tréninku umožňuje efektivnější řízení sportovního tréninku, jehož součástí jsou přímé a zpětné vazby, které jsou rozhodujícím předpokladem fungování celého systému řízení tréninkového procesu. Za prostředky řízení je považován plán, evidence, kontrola a vyhodnocení tréninku. Díky evidenci lze posuzovat dosažené výsledky, odstraňovat chyby a evidence je nepostradatelná pro plánování dalšího tréninku. Vyhodnocení atletického tréninku spočívá v konfrontaci zatížení, stavu trénovanosti a sportovního výkonu (Benson & Connolly, 2011; Neumann, Pfützner, & Berbalk, 2000; Millerová, 1994).

Zápis v tréninkovém deníku také u některých běžců obsahuje popis subjektivního vnímání jednotlivých tréninků, ranní srdeční frekvenci, místo tréninku a aktuální počasí.

V běžeckých disciplínách se v tuzemském atletickém prostředí osvědčilo používání evidence těchto parametrů:

- OTU (obecné tréninkové ukazatele):
 - 1: tréninkové dny [n]
 - 2: tréninkové jednotky [n]
 - 3: počet závodů/startů [n]
 - 4: celkový počet hodin zatížení [hod]
 - 5: počet hodin regenerace [hod]
 - 6: počet dnů zdravotní neschopnosti/zdravotního omezení [n]
- STU (speciální tréninkové ukazatele) – pásma 7 – 18 představují rychlostní pásma:
 - 7: 8,6 m/s a rychleji [km]
 - 8: 8,1 - 8,5 m/s [km]
 - 9: 7,6 – 8,0 m/s [km]
 - 10: 7,1 – 7,5 m/s [km]
 - 11: 6,6 – 7,0 m/s [km]
 - 12: 6,1 – 6,5 m/s [km]
 - 13: 5,6 – 6,0 m/s [km]
 - 14: 5,1 – 5,5 m/s [km]
 - 15: 4,6 – 5,0 m/s [km]

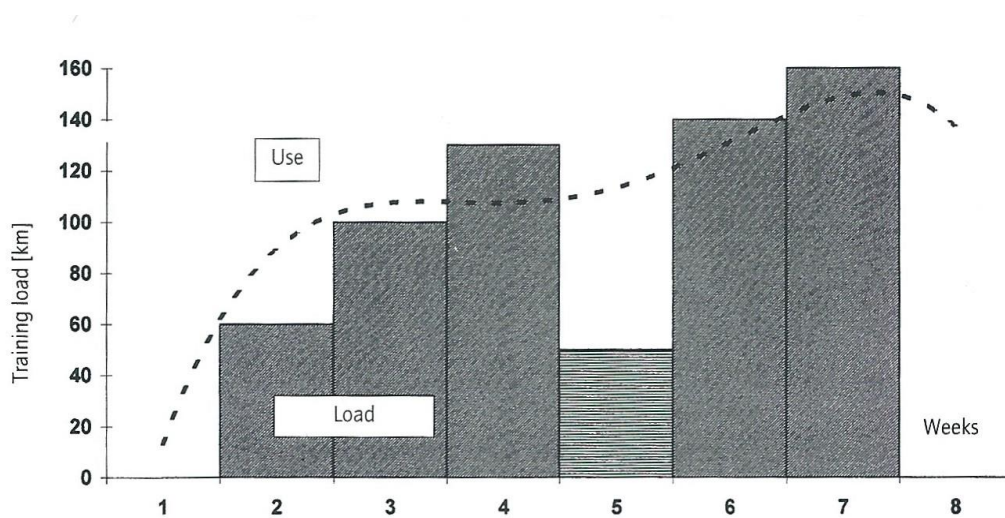
- 16: 4,1 – 4,5 m/s [km]
- 17: 3,6 – 4,0 m/s [km]
- 18: 3,1 – 3,5 m/s [km]
- 19: přeběhy překážek [km]
- 20: vybíhané a skákané svahy [km]
- 21: speciální běžecká cvičení [km]
- 22: speciální odrazová cvičení [km]
- 23: celkový počet kilometrů [km]
- 24: posilování dolních končetin [t]
- 25: obecné posilování [hod]
- 26: speciální gymnastika, doplňky [hod] (Bureš, 1986; Kučera & Truksa, 2000; Písařík & Liška, 1989; Tvrzník & Rus, 2002)

Tento systém evidence byl centrálně vyžadován od všech běžců zařazených do systému vrcholového sportu v 80. letech (byl vytvořen za účelem porovnávání tréninkového zatížení mezi běžci zařazenými do systému vrcholového sportu), později se rozšířil mezi širokou základnu běžců a díky tomu bylo a je možné porovnávat tréninkové zatížení běžců. Uvedený systém tréninkových ukazatelů je praktické využívat i při plánování tréninkového zatížení. Pro porovnání mezi běžci různé výkonnostní úrovně je také možné tyto parametry převést na rychlostní pásma (korespondují se složkami běžecké přípravy) dle vztahu k hlavní závodní trati, tj. MR, TR, ST, TV, ... (Bureš, 1986; Kučera & Truksa, 2000; Písařík & Liška, 1989).

2.4.6 Periodizace tréninkového zatížení v bězích

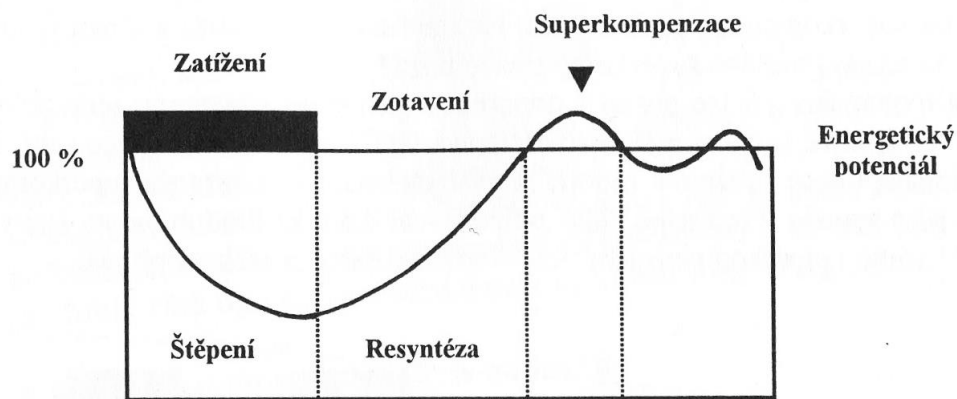
V průběhu ročního tréninkového cyklu běžci absolvují nezdědk i více než 20 závodů (vhodný počet závodů závisí zejména na úrovni trénovanosti, věku a délce hlavní závodní tratě). Starty ale nejsou v sezóně v našich podmínkách rovnoměrně rozloženy, nejdůležitější jsou starty zejména v květnu až v červenci, s červnovým vrcholem. Druhá část letní sezóny bývá na přelomu srpna a září, kdy se uskutečňuje také velké množství závodů. V zimní halové sezóně je největší koncentrace závodů v lednu a v únoru, s hlavním vrcholem na konci února, výjimečně na začátku března (Kučera & Truksa, 2000).

Takovéto rozložení závodů je typické pro naše klimatické podmínky. V praxi se tedy můžeme setkat s ročním tréninkovým plánem jednovrcholovým i dvouvrcholovým. Dvouvrcholová periodizace většinou zahrnuje navíc buď halovou sezónu, nebo sezónu krosovou. Alternativou též může být dvouvrcholová sezóna s rozložením obou vrcholů v průběhu letní sezóny, jeden na začátku a jeden ve druhé polovině. Další alternativou je sezóna se třemi vrcholy, kdy je jeden vrchol hlavní a dva vedlejší, které jsou méně podstatné. V ročním tréninkovém cyklu (makrocyklu) jsou nejčastěji používány čtyřtýdenní tréninkové cykly (tzv. mezocykly), kde jsou určité zákonitosti pro periodizaci a projevuje se v něm vlnovitý charakter zatížení, stejně jako u týdenních cyklů (mikrocyclů), viz obrázek 7.



Obrázek 7. Týdenní periodizace tréninkového zatížení podle Neumann, Pfützner, & Berbalk (2000), s. 41

Týdenní cyklus musí respektovat princip superkompenzace (viz obrázek 8), kdy je načasování následného tréninku v ideálním čase (Daniels, 2013; Dovalil et al., 2005; Neumann, Pfützner, & Berbalk, 2000; Reuter, 2012).



Obrázek 8. Princip superkompence. podle Dovalila et al. (2005), s. 93

Přestože se málokdy podaří přesně dodržet stanovený roční tréninkový plán, je tvorba tréninkového plánu zásadní věc. Pro tvorbu ročního tréninkového plánu jsou důležité tyto zásady a úkoly:

- stanovení hlavních cílů a úkolů na plánovanou sezónu,
- stanovení výkonnostních cílů na hlavní trati a doplňkových disciplínách,
- včasné a důkladné seznámení se s termínovou listinou,
- naplánování hlavních startů,
- stanovení hlavních cílů jednotlivých tréninkových cyklů,
- naplánování zatížení v jednotlivých obecných a speciálních tréninkových ukazatelích,
- naplánování laboratorních a terénních testování, zdravotních prohlídek,
- naplánování termínů a objemu regeneračních procedur,
- skloubení osobního života (studijní či pracovní povinnosti, rodinné události, ...) s atletickou sezónou.

Příklad periodizace ročního tréninkového cyklu pro běžce na střední a dlouhé tratě všech výkonnostních úrovní se začátkem na přelomu září a října. Je určen pro běžce, kteří se účastní halové sezóny a také obou vrcholů sezóny letní:

- | | |
|---------------|--|
| 2 – 3 týdny | - přechodné období |
| 10 – 12 týdnů | - 1. přípravné období – všeobecný rozvoj |
| 4 – 6 týdnů | - 2. přípravné období – speciální rozvoj |
| 3 – 5 týdnů | - 1. (halové) závodní období |
| 1 týden | - odpočinek |

6 – 8 týdnů	- 3. přípravné období – všeobecný rozvoj
5 – 6 týdnů	- 4. přípravné období – speciální rozvoj
3 týdny	- předzávodní období 2. závodního období – rozzávodění
5 – 7 týdnů	- 2. závodní období – první část hlavních závodů
3 – 5 týdnů	- 5. přípravné období – letní přípravné období
zbytek	- 3. závodní období (Kučera & Truksa, 2000)

Přechodné období slouží především k fyzickému a psychickému odpočinku od vrcholové zátěže a k úplné obnově sil. V tomto období mohou být běžci zcela bez pohybové zátěže, nebo absolvovat zátěž pouze malého objemu a malé intenzity, případně změnit pouze jednu z těchto dvou proměnných. V průběhu přechodného období by nemělo dojít k poklesu pohybových a funkčních předpokladů o více než 20 – 25 %, zejména je podstatné udržení úrovně aerobní vytrvalosti. Toho je možné dosáhnout prováděním většího množství doplňkových cvičení vytrvalostního charakteru, např. plavání, kolektivní hry, horská turistika. Z důvodu potřeby vytvoření psychické rovnováhy je vhodné, aby do skladby tréninku v tomto období promluvil i samotný běžec. Délka tohoto období závisí na délce a náročnosti právě skončené sezóny, také na termínu vrcholu sezóny následující (Daniels, 2013; Reuter, 2012).

První přípravné období (přípravné období I) je v podstatě zahájením celé přípravy na následující sezónu. Na začátku přípravy je malá intenzita tréninku, cílem je zapracování a vytvoření předpokladů pro následný vstup do dalších fází přípravy. Hlavním obsahem tohoto období je velký objem vytrvalostního tréninku a současně velký objem všestranné tělesné přípravy. V tomto období mají přednost extenzivní zátěže před intenzivními a důraz je kladen na výstavbu aerobní kapacity se snahou o pomalý nárůst zatížení. Optimální délka trvání tohoto období je 3 měsíce. Ve druhém přípravném období dochází k vrcholu vytrvalostní přípravy a k postupnému zařazování speciálních tempových tréninků. V tomto období jsou realizovány tréninky intenzivní, speciální a silové přípravy (Daniels, 2013; Powers, 2014).

Zimní závodní období je charakterizováno sérií závodů v hale, případně v přespolním běhu. Velký objem tréninku se snižuje a zvyšuje se jeho intenzita. Klesá podíl všeobecné přípravy, roste podíl speciálních prostředků. Hlavním úkolem tohoto období je dosažení vyššího stupně výkonnosti (Daniels, 2013).

Jarní přípravné období navazuje na předchozí období, opět dochází k obnově a rozvoji aerobní vytrvalosti, ale na vyšší kvalitativní úrovni. Snižuje se podíl všeobecně rozvíjejících prostředků ve prospěch prostředků speciálních. Druhá část jarního přípravného období, je

zvláště důležitá pro rozvoj speciálních vlastností běžce v jeho závodní disciplíně. Významu nabývá rychlostní trénink, také trénink intervalový a opakovaný. Ve vrcholové přípravě je v tomto období naprosto nezbytný tréninkový kemp, v ideálním případě ve vyšší nadmořské výšce. V této fázi přípravy dochází ke stupňování intenzity a specificity zátěže, to pomáhá k vygradování výkonnosti (Daniels, 2013; Powers, 2014; Reuter, 2012).

Do přípravy je nezbytné též zařazovat nejrůznější formy kontroly trénovanosti ve formě testů a kontrolních závodů. Testy i kontrolní závody jsou důležitým prvkem zvyšování výkonnosti a postupného zapracování na první závody. To je situováno do tzv. předzávodního období, což je období tří týdnů před začátkem vlastního jarního závodního období. Volba intenzity a objemu absolvovaného tréninku v této části ročního tréninkového cyklu je zásadní pro zlepšování výkonnosti v průběhu závodního období (Daniels, 2013; Reuter, 2012; Powers, 2014).

V jarním závodním období, podobně jako i v ostatních závodních obdobích, je nejdůležitější stupňování výkonnosti vzhledem k hlavnímu závodu sezóny. Mezi závody je nezbytné zvolit tréninkové zatížení, které udrží na potřebné úrovni podpůrné složky přípravy a dostane na maximální úroveň složky specifické. Optimální počet a frekvence závodů jsou individuální. Obecně platí, že čím menší intervaly mezi absolvovanými závody, tím je kratší délka závodního období a naopak, při delších intervalech mezi závody si je běžec schopen udržet vrcholnou výkonnost po delší dobu. Z toho vyplývá, že příliš velká četnost startů má negativní vliv na stabilitu běžecké formy (Daniels, 2013; Reuter, 2012).

Rozložení závodů v naší termínové listině v posledních několika dekadách vybízí k dvouvrcholové letní sezóně. Prostor pro přípravu mezi těmito závodními obdobími je kratší, délka a struktura letního přípravného období je dána termíny hlavních soutěží. Rozdělení letní závodní sezóny na dvě má několik významů. Začátek sezóny na začátku května a konec na konci září, případně začátku října, dělí pět měsíců, což je doba, po kterou nelze udržet sportovní výkonnost na závodní úrovni. Nelze závodit tak dlouhou dobu bez poklesu výkonnosti, časté starty také způsobují hromadění psychické únavy. Proto je možností vložit letní přípravné období, přestože je kratší. V této fázi přípravy jde o krátkou a rychlou aktivaci základních složek přípravy a navázání speciální přípravy na celkově vyšším kvalitativním stupni. Třetí závodní období většinou není vrcholem sezóny, přesto si někteří závodníci vytvoří na konci sezóny kvalitní výkony. Zcela jistě je to ovlivněno i vhodnými klimatickými podmínkami v průběhu léta, kvalitní sezónní stravou a u mnoha závodníků také dostatkem času a klidu na trénink (Bureš, 1986; Kučera & Truksa, 2000; Písařík & Liška, 1985).

Před každým závodním obdobím je trénink upraven, v tomto období se používá tzv. „vyladovací“ trénink, jehož podstatou je výrazné snížení objemu tréninkového zatížení, k čemuž může dojít snížením objemu či frekvence tréninků, snížením intenzity, ... Často se používá výrazné snížení objemu a mírné zvýšení intenzity zatížení. Všechny zmíněné možnosti umožňují lepší zotavení před závody a podání vrcholného výkonu (Bompa, 2000; Mujika, 2010; Reuter, 2012). Nutno podotknout, že naladění na závody je zcela individuální proces, každému sportovci vyhovuje jiná závěrečná příprava (Powers, 2014).

Připravenost na nejdůležitější sportovní výkon v sezóně je také otázka načasování, adaptace na vyšší intenzitu a stresové situace (Malina, 2010). V průběhu závěrečné přípravy dochází k těmto změnám v organismu: zlepšení běžecké ekonomie pohybu, zlepšení využití $VO_2\max$, zlepšení silových předpokladů, zvýšení svalového glykogenu, zvýšení aktivity oxidačních enzymů, zvýšení objemu červených krvinek, zvýšení hladiny testosteronu, zvýšení vytrvalostní výkonnosti (Mujika, 2010; Powers, 2014). Bosquet et al. (2007) zjistili, že u adolescentních běžců je neúčinnější volba dvoutýdenního vyladovacího tréninku před závodem, kdy je snížen objem tréninku o 41 – 60 %.

2.4.7 Trénink dospělých běžců

Cílem tréninku dospělých závodníků je dosáhnout individuálně limitní výkonnosti. To je podmíněno zatížením nejvyšší možné intenzity a objemu za využití zejména speciálních tréninkových prostředků. Všestranná příprava nemizí, ale plní zejména kompenzační funkci. Tréninkovým zatížením vrcholových závodníků se zabývá mnoho autorů. U nás zejména Písařík & Liška (1989), Kučera & Truksa (2000), Jurečka (1981), Bureš (1986). Ze zahraničních autorů o tréninku vrcholových běžců publikují mj. Billat et al. (2001, 2003), Levine & Stray-Gundersen (1997), Robinson, Robinson, Hume, & Hopkins (1991), Saunders et al. (2004), Daniels (2013), Reuter (2012).

Podle Písaříka & Lišky (1989, s. 136) je doporučené roční zatížení pro dospělého vrcholového běžce na 1500 m následující (nejsou započítané klusy v rámci rozklusání a vyklusání) – tyto objemy uvádíme pro možnost porovnání objemů zatížení s doporučeními pro mládež, uvedenými v tabulkách 3 a 7 – 15:

- počet tréninkových jednotek [n] 540
- maximální rychlost [km] 27
- tempová rychlost [km] 90

• speciální tempo [km]	180
• tempová vytrvalost 1 [km]	180
• tempová vytrvalost 2 [km]	200
• běh na úrovni ANP [km]	340
• obecná vytrvalost [km]	2250
• speciální síla [km]	110
• všestranná příprava [hod]	175
• celkem km [km]	5000

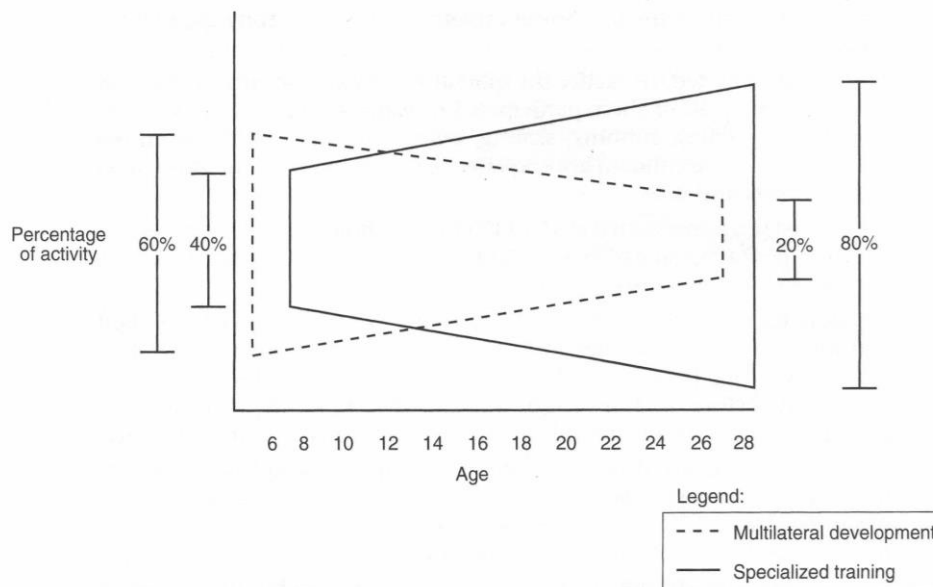
2.4.8 Trénink mládeže

Na rozdíl od tréninku dospělých nemá trénink mládeže za cíl okamžité dosažení vrcholné výkonnosti (Hofmann & Schneider, 1985; Malina, 1993). Proto se trénink mládeže odlišuje od výše popisovaného tréninku dospělých.

Rychlost adaptace organismu na zátěž je ovlivněna četností opakování a intenzitou podnětu. V důsledku častého opakování téhož podnětu se s postupující adaptací postupně mění odpověď organismu na daný podnět, proto je nutné adaptační podnět obměňovat. Jedním z kritérií jejich dělení může být i tzv. míra specializace. Rozumíme jí stupeň shody, podobnosti daného tělesného cvičení s trénovanou sportovní činností. Cvičení dělíme do dvou skupin (Choutka & Dovalil, 1991):

- specifická,
- nespecifická.

Vhodně použitý poměr mezi obecným a specializovaným tréninkem je uveden na obrázku 9.



Obrázek 9. Poměr obecného a specializovaného tréninku v různém věku podle Bompy (2000), s. 6

Nejdůležitější zásada tréninku mládeže je: dítě není dospělý v malém těle (Bunc, 2003; Kenney, Wilmore, & Costill, 2015). Podle názorů většiny odborníků není tak důležité, v kolika letech začíná dítě se sportovní přípravou, ale mnohem důležitější je obsah této přípravy, neboť vhodný obsah a metodika tréninku zamezí brzkému opotřebování organismu dítěte a vytvoří u něj vhodné podmínky (tj. všestranně jej připraví) pro pozdější náročný specializovaný trénink. Na základě všestranné připravenosti je budování specializace mnohem úspěšnější (Hofmann & Schneider, 1985; Hošek, 1975; Malina, 1993).

Trenéři mládeže v praxi volí při tvorbě tréninkových plánů mezi dvěma možnostmi: řídit se citem nebo vycházet z tréninkových postupů elitních závodníků. V obou případech je však potřeba aplikovat trénink s ohledem na věkové zvláštnosti organismu běžce (Greene & Pate, 2014).

Cíle a úkoly sportovní přípravy mládeže jsou rozdílné od sportovní přípravy dospělých. Mezi základní cíle a úkoly tréninku v dětském věku patří:

- nepoškodit děti (fyzicky ani psychicky),
- vytvořit u dětí vztah ke sportu jako k celoživotní aktivitě,
- vytvořit základy pro pozdější trénink, zejména nácvik správné techniky (Arens, 1983a; Bompa, 2000; Kenney, Wilmore, & Costill, 2015; Perič, 2004).

Podle Dovalila et al. (2005) mohou špičkové výkonnosti dosáhnout pouze ti sportovci, kteří mají pro příslušný sport potřebné předpoklady a u nichž byly základy pro pozdější vrcholové výkony vybudovány již v dětském a dorosteneckém věku. Dlouholetá pravidelná a systematická příprava je nezbytná, podstatné ale je, jak se dlouhodobý trénink postaví. Není lhostejné, co se kdy v tréninku dělá, kolik a jakou intenzitou se trénuje. Mnoho cvičení ztrácí smysl, není-li použito v pravý čas a na pravém místě. Ve věku 15 – 20 let se formují funkční předpoklady vrcholových vytrvalců, proto je důležité aplikovat odpovídající a přísně individualizovaný trénink (Šprynarová et al., 1987).

V praxi se používají dvě cesty k dosažení vrcholných sportovních výkonů: raná specializace a trénink odpovídající věku (viz tabulka 2).

Tabulka 2. Charakteristické rysy tréninkové koncepce rané specializace a tréninku odpovídajícímu vývoji podle Dovalila et al. (2005), s. 241

parametry tréninku	raná specializace	trénink odpovídající vývoji
strategie	vysoká výkonnost co nejdříve, dosažení úspěchu co nejrychleji	výkonnost přiměřená věku, nejvyšší výkon jako perspektivní cíl
obsah tréninku	úzké zaměření na specializaci	vědomý podíl všestrannosti
zatížení	na hranici únosnosti, neúměrné nároky na jedince	s ohledem na stupeň individuálního rozvoje postupné a pozvolné zvyšování nároků
psychologické rysy	tvrdost, cílevědomost, napětí vážnost, tlak na výkon	trénink odpovídající mentalitě věkového stupně, omezování tlaku na výkon, radost, hravost, uvolněnost, bohatství prožitků, přiměřené ocenění

Hlavní rozdíly jsou v pojetí tréninku v dětském a mládežnickém věku. Nejde jen o poměr specializace a všestrannosti, ale o celkový názor na trénink, přístup, cíle, atd. Jsou i autoři, kteří poukazují na nutnost rané specializace v souvislosti se snahou dosáhnout vrcholnou výkonnost v dospělém věku, např. Ericsson (2014). Podle Bakera (2003) a Irvina (2012) jsou sporty, kde je raná specializace vhodnější a častější, naopak jsou sporty, kde je vhodnější raná diverzifikace.

Je otázkou, jakým způsobem je optimální dosáhnout vrcholných sportovních výkonů. Plánovitá raná specializace si klade za cíl co nejrychleji dosáhnout úspěch s předpokladem, že

vysoká výkonnost v žákovském věku bude lineárně dále narůstat (Dovalil et al., 2005). Rozbor výkonů a zkušeností z některých sportů ukazuje, že rekordních výkonů lze dosáhnout jak cestou tréninku odpovídajícího vývoji, tak cestou rané specializace (např. Schumacher, 2007). Raně specializovaní sportovci mají z důvodu vyšších výkonnostních parametrů v dětském věku (zejména v oblasti fyziologických ukazatelů) mnohem větší šanci na prosazení než ostatní (Tucker, 2013). Ve hře je také tzv. efekt „sněhové koule“, kdy sportovec s vyššími předpoklady díky svým úspěchům dostane lepší podmínky pro přípravu, je zařazen do lepší tréninkové skupiny, má možnost startu na lepších soutěžích, atd. (Green, 2014; Newell & Rosenbloom, 1981; Malina, 2010). Podle mnoha autorů to ale není cesta vedoucí ke správnému cíli. Studie zaměřené na předčasnou specializaci u několika sportů (např. Feige, 1973; Dovalil et al., 2005; Drabik, 1996; Tillinger, 2003; Kovář & Hlavatá, 2004; Moesch, Elbe, Hauge, & Wikman, 2011; Malina, 2010) ukazují, že:

- u raně specializovaných sportovců se pozoruje strmější vzestup výkonnosti, vrcholu ve sportu se dosahuje rychleji,
- s vysokými výkony v žákovském a dorosteneckém věku, dosahovanými cestou rané specializace, zřetelně souvisí výkonnostní stagnace okolo 18. a 19. roku věku,
- u raně specializovaných sportovců je doba vrcholové výkonnosti poměrně krátká, pokles nastává dříve a je rychlejší,
- co do absolutních hodnot dosažené výkonnosti existuje mírná převaha sportovců, kteří nešli cestou rané specializace.

Je na místě vyslovit zdrženlivé stanovisko k rané specializaci, tím spíše, že ani čistě sportovní hledisko nepotvrzuje její efekt a oprávněnost. Je nutné brát v úvahu poznatky o zákonitostech fyzického a psychického vývoje člověka, ze kterého by měly tréninkové koncepce vycházet a respektovat je. Je potřeba důsledně ve všech směrech odlišovat trénink dětí, dospívajících a dospělých. Pro tréninkovou praxi to znamená vědomě rozdělit dlouhodobou přípravu na etapu základního, specializovaného a vrcholového tréninku (Arens, 1983; Arens, 1983a; Birrer, Griesemer, & Cataletto, 2002; Smucny, Parikh, & Pandya, 2015). MOV, IAAF a EAA zavádějí vrcholné atletické soutěže do 15, 17 a 19 let, což všestranný rozvoj sportovců příliš nepodporuje (Capranica & Millard-Stafford, 2011).

Jak se ukazuje, sportovní trénink, který respektuje fyziologická i psychologická pravidla vývoje nedospělého organismu, nejen, že neškodí, ale je naopak přínosem a podporuje somatický i psychologický vývoj a dává pro budoucnost určité předpoklady k vyšší výkonnosti i odolnosti vůči tělesné námaze v dospělosti. Naopak u mládeže, u které v pubertě

převažuje použití specializovaného tréninku, hrozí riziko vytvoření svalových dysbalancí. To může vést i k vyřazení z tréninkového systému vrcholového sportu. Z pohybově talentovaných dětí, které začnou s intenzivním tréninkem, se však nanejvýše asi 10 % dostane mezi vrcholovou skupinu elitních sportovců. Často odpadají i ze zdravotních důvodů v důsledku intenzivního tréninku. Určitým rizikem, které může dětský organismus ohrožovat, je nedostatečně vzdělaný a příliš ctižádnostivý trenér či rodič, který nedbá správných pedagogických pravidel i fyziologických a hygienických zásad i potřeb a možností dětského organismu (Máček & Radvanský, 2011; Bar-Or, 1996).

K přetěžování mladých sportovců aspirujících na nejvyšší úroveň dochází velice často. Bývají pod vlivem trenérů, kteří si myslí, že je nezbytné začít intenzivní trénink i před pubertou, což s sebou přináší intenzivní a náročný trénink v době, kdy dospívají (Baxter-Jones & Mundt, 2007). Dochází k posunu tréninku na úroveň, která je považována za vyčerpávající i pro dospělé nejen fyzicky, ale vrcholový trénink v nezralém věku může mít následky i psychické (Borms, 1986; Kenney, Wilmore, & Costill, 2015). Mladý atlet se podřizuje velmi tvrdému tréninku a režimu, aniž by věděl, zda je pro jeho aktuální výkon a především výkon v dospělosti opravdu přínosem (Kentta, Hassmen, & Raglin, 2001). Kromě dlouhých hodin intenzivních opakovaných tréninků, přísného stravovacího režimu je třeba také brát v úvahu sociokulturní dopad na mladé sportovce, separace od rodiny, dopad na studijní výsledky, omezené sociální možnosti, atd. (Coakley, 1992; Hollander, Meyers, & Leunes, 1995; Kentta et al., 2001; Morgan et al., 1987). Kombinace těžkého tréninku, nedostatečného vyžití a omezeného sociálního prostředí kolem mladých sportovců, může mít za následek psychické a sociální poruchy vývoje u mladých talentovaných atletů. Je proto důležité, aby si sportovní vědci, trenéři, zdravotníci a rodiče začali uvědomovat negativní dopad takových tréninkových postupů na lidské zdraví po stránce fyzické, fyziologické a psychologické (Coakley, 1992). V této souvislosti dokonce někteří sportovci hovoří v krajním případě o tzv. „ukradeném dětství“ (David, 1999). Akcelerovaný trénink může mít za následek konec růstu výkonnosti v době, kdy stále ještě probíhá dospívání a není ukončen vývoj organismu. Tím dochází k nesouladu mezi ontogenetickým vývojem a vývojem organismu, který se negativně promítá do celého tréninkového procesu (Dovalil et al., 2005; Nyland, 2014). Zařazení kompenzačního zatížení do tréninkového procesu je prevencí před přetížením (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015).

I prostřednictvím využití nesespecifických tréninkových prostředků je možné do určité úrovně zvýšit sportovní výkonnost. Takovýto nárůst se projevuje zejména v prvních letech

užívání těchto podnětů, tzn. v začátcích sportovní přípravy (Stevenson, 1990). Využíváním širšího komplexu nespecifických cvičení se naplňuje současně jeden z obecných rysů sportovního tréninku – všestrannost. Podíl těchto cvičení není v tréninku konstantní, závisí především na věku (biologickém), výkonnosti, období ročního cyklu (Bompa, 2000). Baker et al. (2003) hovoří o prospěšnosti doplňkové pohybové činnosti v raných fázích vývoje na rozvoj kognitivních dovedností v primárním sportu. Podle Stevensona (1990) nejsou sportovci trénující dle rané diverzifikace znevýhodněni.

2.4.9 Zatěžování adolescentních běžců

Stanovit, co je předčasná specializace, je složité, z důvodu specifčnosti jednotlivých sportů. Touto problematikou se zabývá např. McCorkel & Bockerstette (2005), který ji obecně definuje jako účast dítěte pouze v jednom organizovaném sportu ve věku 12 let nebo méně. V každém sportu je za specifický tréninkový prostředek považován jiný podnět. V běžích na střední a dlouhé tratě je jedním z vysoce specifických tréninkových prostředků náročný intervalový trénink. Seiler & Tønnessen (2009) charakterizovali intervalový trénink, jako jeden ze zásadních intervenčních prostředků ovlivňující sportovní výkon:

- u vrcholových vytrvalců je optimální poměr vysoké a nízké intenzity intervalového tréninku 80:20,
- trénink při nízké intenzitě (okolo 2 mmol.l⁻¹ krevního laktátu) je účinný při stimulaci fyziologické adaptace,
- zvýšení objemu tréninku koreluje se zvýšením fyziologických proměnných a výkonu,
- intenzivní intervalový trénink by měl být součástí tréninkového programu všech dospělých vytrvalostních sportovců dvakrát týdně, což je dostačující ke zvýšení výkonu, aniž by byl vyvolán zvýšený stres,
- účinky intenzivního intervalového tréninku na fyziologii a výkon jsou rychlé, ale aby se zabránilo stagnaci a zajistil se dlouhodobý rozvoj, měl by se trénink rozvíjet systematicky a postupně,
- u sportovců s vytvořeným vytrvalostním základem a tolerancí k poměrně vysokému vytrvalostnímu zatížení může zintenzivnění tréninku přinést zlepšení výkonnosti,
- vytrvalostní základ vybudovaný poměrně z velkých objemů tréninku může být důležitým předpokladem pro toleranci a dobrou reakci na podstatné zvýšení intenzity tréninku v krátkodobém horizontu,

- periodizace tréninku u vrcholových sportovců směrem k soutěžím je dosaženo snížením celkového objemu tréninku a mírné zvýšení tréninku nad anaerobním prahem.

Navzdory přesvědčení části trenérů by měli mladí běžci (až do ukončení vývoje) trénovat podstatně odlišně od dospělých. Trénink mládeže není obsahem ani objemem zatížení totožný s tréninkem dospělých. V jejich tréninkovém programu by měl být omezen anaerobní intervalový trénink. U dospělých běžců je procento tréninku absolvovaného anaerobního a intenzivního aerobního tréninku 80 % i více z celkového zatížení (Seiler & Tønnenssen, 2009). Naopak u adolescentů by se měla v tréninku rozvíjet všestrannost, obecná kondice a koordinace, čímž se stávají připravenější na specializovaný trénink (Moss & Dick, 2004). Bohužel stále mnoho trenérů pracuje s názorem, že lze použít koncept tréninku dospělých vrcholových atletů, pouze s o něco nižším objemem. Ale adolescenti nejsou malí dospělí (Bompa, 2000; Armstrong & Welsman, 2002). To znamená, že trénink adolescentů nemůže být pouze snížený trénink dospělých, ale je potřeba rozumět fyziologii cvičení a brát v úvahu růst a zrání (Baxter-Jones et al., 1995; Naughton et al., 2000). Karikoski (1980) prováděl dlouhodobé studie, které mapovaly vývoj úspěšných běžců mezinárodní úrovně. Z nich začalo 71 % používat intenzivní intervalový trénink v 19 letech, 20 % v 17 letech a pouze 9 % již v 15 letech.

U běžců, na nichž je aplikován předčasně specializovaný trénink, dochází ke zbytnění levé srdeční komory již před ukončením fyzického vývoje, zvýšení $VO_2\max$ a pozdějšímu nástupu anaerobního metabolismu, než u standardně trénujících vrstevníků. Dochází však také výrazně častěji k únavovým zlomeninám, distorzím a jiným zraněním, též k relativně velkému počtu psychických poruch (Nudel et al., 1989; Jayanthi, Pinkham, Dugas, Patrick, & LaBella, 2012; Jayanthi, LaBella, Fischer, Pasulka, & Dugas, 2015). Při aplikaci anaerobního tréninku na adolescenty dochází k výraznému zlepšení výkonnosti (od 3 % do 20 %), ale je potřeba vzít v úvahu výrazně nižší anaerobní laktátovou kapacitu, která je zapříčiněna menším množstvím svalového glykogenu a nižší aktivitou enzymů. Naproti tomu při použití aerobního tréninku dochází k nárůstu výkonnosti u mladých sportovců průměrně o 5,8 % (Bartůňková et al., 2013; Matos & Winsley, 2007). Haralambie (1982) zjistil, že adolescenti jsou díky poměru enzymů v těle lépe adaptovaní na aerobní metabolismus.

Helgerud et al. (2007) a Moss & Dick (2004) zmiňují, že intenzivní anaerobní trénink v období dospívání má větší vliv na výkonnost než trénink na úrovni ANP či trénink v nižších intenzitách, ale podstatně snižuje konečný potenciál běžců v dospělosti. Ze všech typů

tréninků trvají regenerační procesy po anaerobním zatížení nejdéle. Také často dochází k dosažení sportovního vrcholu výkonnosti před dosažením vrcholu fyzického vývoje. Čím později se začne aplikovat náročný intervalový trénink, tím delší a úspěšnější může být vrcholná sportovní kariéra. Podle Karikoska (1982) však není snadné stanovit přesné stáří, kdy je možné v tréninku navázat na rozvoj obecné vytrvalosti a rychlosti a aplikovat specializovaný trénink.

Podobná situace je v rozvoji silových předpokladů, podle Dovalila et al. (2005) je vhodné zařazovat silová cvičení i u mládeže, pouze však s podpurným významem pro rozvoj rychlostních a koordinačních dispozic. Teprve po nástupu puberty je možné do přípravy zařadit i některá specializovaná cvičení na rozvoj síly. Sporná zůstává otázka, v kolika letech zahájit cílený silový trénink za využití specifických posilovacích pomůcek. Vhodně použitý silový trénink nejen pomáhá zvýšit sportovní výkon, ale také vede ke zlepšení tělesné stavby, snížení míry sportovních zranění, případně zkrácení doby rehabilitace po zranění (Matos & Winsley, 2007). Silový trénink je pro běžce významným intervenčním prvkem, který se týká ekonomiky pohybu. Umožňuje svalům využívat více elastické energie a snížit množství energie brzdivých sil (Saunders, Pyne, Telford, & Hawley, 2004). Tento trénink je prokazatelně efektivní tréninková metoda pro zlepšení výkonnosti běžců (Sato & Mokha, 2002). Souběžný rozvoj síly a vytrvalosti je navíc velmi komplikovaný, navzájem se inhibují. Velmi důležitá je skladba tréninků (Leveritt, Abernethy, Barry, & Logan, 1999).

Podle Kampmiller et al. (2012) je stanovení velikosti (objemu, intenzity, způsobu organizace podnětů) a druhu zatížení ve sportovní přípravě dětí a adolescentů stále velký problém, protože normy zatížení jsou podloženy především zkušeností a intuicí, ale nejsou vždy zobecnitelné. Je již známo mnoho prací výzkumného charakteru, jejich výsledky se však z hlediska metodologických problémů sportovně specifických faktorů a vývojových faktorů osobnosti, resp. individuálně působících faktorů nedají všeobecně aplikovat. Současná teorie ještě stále není jednoznačně kompetentní v této oblasti, proto převažuje kombinace modelů empirického a částečně teoretického charakteru.

Stanovení vhodné tréninkové strategie by mělo vždy respektovat individuální předpoklady jedince. Sem patří i stanovení dlouhodobých kontrolních kritérií a stanovení časového harmonogramu jejich realizace (Brown, 2001). Je nutné se zabývat problémem trénovatelnosti jednak dílčích předpokladů sportovního výkonu, jednak celkovou, hlavně z pohledu využití „genetického“ potenciálu jedince. Trénovatelnost je významným způsobem ovlivňována rozvojem fyziologických předpokladů jedince. Proto je třeba vždy konfrontovat

dosaženou „kontrolní“ výkonnost se stavem rozvoje těchto předpokladů (Astrand & Rodahl, 1986; Bunc, 1989). Nutnou podmínkou je, aby intenzita, objem a druh zátěžové činnosti byly pro daného jedince adekvátní. Predikce sportovního výkonu je nejobtížnějším krokem celého výběrového řízení. Obecně platí, že čím je sledovaný jedinec mladší, tím obtížnější je přesné stanovení sportovního výkonu v budoucnosti. Prognóza musí být postupně zpřesňována vyhodnocováním dosažené aktuální trénovanosti a z ní vyplývající výkonnosti, která se neustále konfrontuje s předem stanovenými dílčími postupnými cíli (Bunc, 2004).

Ze zmíněných materiálů vyplývá, že se většina citovaných odborníků shodne na přístupu, kdy se mladí začínající běžci věnují zejména rozvoji techniky běhu, maximální a tempové rychlosti a obecné vytrvalosti za častého použití herní formy. Základní rozdíly v tréninkovém procesu začátečníků oproti dospělým běžcům:

- menší objem tréninku (menší objem kilometrů, času zatížení, dnů i jednotek zatížení, ...),
- menší objem speciálního tempa a tempové vytrvalosti,
- důraz na rozvoj techniky běhu, maximální rychlosti a případně tempové rychlosti,
- silová příprava pouze obecná,
- relativně velký objem obecné vytrvalosti (Konop, 1991; Moss & Dick, 2004; Tjelta & Enoksen, 2010; Tupý, 1986).

Ve vývoji běžců je vhodné postupně zařazování a zvyšování objemu specifických složek tréninku, zejména speciálního tempa, tempové vytrvalosti a speciální síly. Také postupně narůstá počet tréninkových dnů a jednotek zatížení, čas zatížení. S tím by měl korespondovat i nárůst regenerace.

Dle dostupných pramenů (Bureš, 1986; Konop, 1991; Miller, 1971; Písařík & Liška, 1989; Tjelta & Enoksen, 2010; Tupý, 1986) je potřeba u mladých běžců sledovat tyto znaky, které signalizují trénink ukazující na předčasnou specializaci:

- výskyt zranění pramenících z přetížení,
- strmé zlepšení – pokud dojde ve výkonnostní křivce k nenadálému výraznému zlepšení, které představuje výraznou změnu průběhu výkonnostní křivky,
- existence výkonnostní stagnace okolo 18. – 19. roku věku,
- krátká doba vrcholné výkonnosti – je kratší než 3 roky,
- počet náročných intervalových tréninků a souvislých tréninků na rozvoj ANP převyšuje doporučené hodnoty,

- objem tréninku speciálního tempa, tempové vytrvalosti a tréninků na úrovni ANP převyšuje doporučené hodnoty,
- v poměru specifického a nespecifického tréninku převaha tréninku specifického.

Při posuzování přiměřenosti tréninku je také nutné brát v úvahu biologický věk a délku a kvalitu předchozí přípravy. Za trénink značící předčasnou specializaci je možné při zpětném hodnocení označit případy, kdy dojde ke splnění minimálně dvou kritérií z výše zmíněných. Je tím více předčasně specializovaný, čím více kritérií je splněno. Posouzení jednotlivých kritérií je do určité míry subjektivní, přesto mají racionální základ.

2.4.10 Doporučené objemy tréninkového zatížení u adolescentů

Jedním z prvních, kdo se u nás zabýval tréninkem na střední a dlouhé tratě byl Fišer (1965). Z něj čerpali téměř všichni naši další autoři. O tréninku běžců s tréninkovými doporučeními se zmiňuje též Vacula et al. (1983). Písařík & Liška (1989) zpracovali velice podrobně trénink vrcholových běžců na střední a dlouhé tratě. Ve své práci uvádějí vzorové příklady ročního tréninkového cyklu na každé běžecké trati včetně vysvětlení významu rozvoje jednotlivých složek tréninku. Dalšími autory, kteří se pokusili o ucelený pohled na trénink běžců, byli Kučera & Truksa (2000). Jejich publikace obsahuje příklady tréninkových mikrocyklů několika významných běžců a také příklady tréninkových mikrocyklů mladých atletů na různých tratích. Vedle Kučery & Truksy (2000) se pouze Bureš (1986), Miller (1971), Konop (1991) a ze zahraničních Moss & Dick (2004) zmiňují vedle tréninku dospělých i o konkrétních a komplexních doporučeních pro trénink mládeže. Podobné objemy zatížení u adolescentů uvádí i Bompa (2000). V posledních dvou dekáдах nové publikace obsahující toto téma u nás nejsou k dispozici.

Tjelta & Enoksen (2010) uvádí u mladých běžců na 1500 – 5000 m v juniorském věku týdenní kilometráž v přípravném období 132 km/týden. Enoksen et al. (2011) doporučuje kilometráž u dospělých maratónských běžců v přípravném období 200 – 260 km/týden, Bureš (1986) u běžkyň na 800 m 3300 km ročně, což odpovídá průměrně 63 km/týden.

Tréninkovými objemy v kategoriích mládeže se mj. zabývali Bureš (1986), Konop (1991), Michálek, Jurečka, & Semrád (1990), Tupý (1986), přičemž zejména Bureš (1986) vypracoval podrobnou tabulku s doporučenými objemy zatížení pro dívky ve věku od 15 let do dospělosti (viz tabulky 8 – 10). Tupý (1986) vytvořil normy objemu tréninkového zatížení

pro žáky sportovních škol dle jednotlivých tréninkových ukazatelů (TU) a dle ročníků. Jsou uvedeny pro I. a II. ročník střední školy a pro III. a IV. ročník střední školy (viz tabulky 11 – 16).

Moss & Dick (2004) zpracovali doporučení počtu naběhaných kilometrů, maximální počet kilometrů v jedné tréninkové jednotce, celkový počet tréninků týdně, počet anaerobních tréninků týdně (viz tabulka 3).

Tabulka 3. Doporučený objem zatížení a počet tréninků u mladých běžců v přípravné fázi podle Mosse & Dicka (2004), s. 13

Věk	Sledovaný ukazatel	Disciplíny			Celkový počet tréninků týdně	Počet anaerobních tréninků týdně	Typ a délka zotavení
		400/800m	800/1500	3000m+			
14 – 15 let	Celkový počet km	15-30 km	20-35 km	30-45 km	3 - 4	0 - 1	Dlouhá chůze
	Max. počet km v jednom tréninku	8 km	9 km	12 km			
16 let	Celkový počet km	25-30 km	35-50 km	40-60 km	4 - 5	1	Dlouhá chůze
	Max. počet km v jednom tréninku	9 km	12 km	16 km			
17 let	Celkový počet km	30-45 km	45-70 km	55-85 km	5 - 6	1	Dlouhá chůze nebo klus
	Max. počet km v jednom tréninku	10 km	15 km	18 km			
18 – 19 let	Celkový počet km	35-60 km	50-90 km	60-120 km	6 - 9	2 - 3	Dlouhá nebo krátká chůze nebo klus
	Max. počet km v jednom tréninku	12 km	18 km	22 km			

Shrnutí: Sportovní trénink je složitý a účelně organizovaný proces rozvoje sportovní výkonnosti, přičemž podstatou růstu výkonnosti je adaptace organismu na zátěž. Cílem tréninku sportovců v mládežnickém věku není nejdůležitější aktuální výkon. Nejlepšího výkonu dosahují sportovci při správné koncepci tréninku až v dospělosti, resp. v období vrcholné výkonnosti (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015). Pro úspěšný a přirozený vývoj je nezbytné absolvovat všechny etapy tréninku s tréninkovým zatížením od obecného ke speciálnímu. Z toho vyplývá, že trénink dětí a mládeže je zcela odlišný od tréninku dospělých. V průběhu vývoje je možné prostřednictvím testování ověřovat vývoj výkonnosti, což umožňuje lépe stanovit optimální úroveň tréninkového zatížení. Evidence tréninkového zatížení usnadňuje plánování, periodizaci a vyhodnocení tréninkového zatížení. V českém prostředí je úspěšně používán systém evidence tréninku vytvořený metodiky ČAS. Ve světové i tuzemské literatuře je publikováno několik doporučení tréninkového zatížení pro adolescentní běžce a běžkyně. Většina odborníků zastává názor tréninku odpovídajícímu věku u dospívající mládeže.

2.5 Poznatky o vyhodnocování tréninkového zatížení

Pro analýzu pohybu je možné použít kvantitativní výzkum, kdy je prováděna analýza na kumulovaných datech o mnoha jedincích. Druhou možností je kvalitativní výzkum, který je založen na pozorování a verbálním popisu vytipovaných fenoménů a jejich zobecnění (Hendl, 2005).

Podstatou vyhodnocování tréninkového procesu je dát do vztahu tréninkové zatížení a stav trénovanosti. Na základě zjištěných poznatků je možné přijmout závěry pro změnu zatížení. Při hodnocení výkonu jednotlivce musí být výsledek vždy kvantifikován a hodnocen. Z analýzy vyplývá, zda došlo k potřebnému výkonnostnímu pokroku, v jaké míře a zda byl aplikovaný trénink adekvátní či ne a proč (Bunc, 1996; Dovalil et al., 2005). V období před rokem 1989 bylo u nás centrálně řízeno zpracování a vyhodnocování tréninkových dat, každý běžec zařazený do systému vrcholového sportu měsíčně zasílal absolvované tréninkové objemy k příslušnému metodikovi. Bylo tedy povinností běžců psát tréninkové deníky. V současné době je mezi běžci jen málo těch, kteří si svůj tréninkový deník pečlivě píší. Z tohoto důvodu není jednoduché získat komplexní data o tréninkovém zatížení a mít možnost s nimi pracovat (Konop, 1991).

Je možné provést vyhodnocení tréninkového procesu dlouhodobé, krátkodobé, opakované v průběhu ročního tréninkového cyklu nebo závěrečné. Při vyhodnocování tréninkového zatížení se posuzuje splnění výkonnostních cílů, hodnoty absolvovaných testů, rozvoj dílčích tréninkových ukazatelů, stupeň dosažení stanovené úrovně techniky běhu, schopnost realizovat stanovenou taktiku při závodech, úroveň rozvoje funkčních předpokladů, ... (Dovalil et al., 2005).

Dokladem toho, že tato snaha má smysl je například slovenský chodec Matěj Tóth, jehož trénink je zmapován do nejmenších detailů po celou dobu jeho kariéry. Jeho trénink je prezentován v mnoha vědeckých publikacích (např. Broďáni, 2011; Broďáni et al., 2015; Pupiš, Spišiak, & Tóth, 2015). Možná i tento přístup je jeden z dílků mozaiky, který přispěl k tomu, že se tento závodník ve své sportovní snaze dostal až na vrchol – k titulu mistra světa a olympijského vítěze. Příkladů práce s tréninkovými daty ale můžeme v literatuře nalézt celou řadu.

2.6 Technika běhu

K posouzení kvantitativních předpokladů pro vytrvalostní výkon je standardně využívána hodnota maximální spotřeby kyslíku ($VO_{2max}.kg^{-1}$). Je sice předpokladem nejdůležitějším, ale ne jediným a postačujícím. Kvantitativní (kondiční) předpoklady jsou nutnou, nikoliv postačující podmínkou dobrých kvalitativních předpokladů – úrovně pohybových dovedností (Bunc, 2012). Jinými slovy pro dosažení nezbytné úrovně pohybových dovedností je třeba dosáhnout jisté minimální úrovně kondičních předpokladů. Je potřeba také brát v úvahu ekonomiku pohybu, kterou je možné charakterizovat pomocí množství energie vydané k přemístění 1 kg hmotnosti na vzdálenost 1 m. Můžeme tedy konstatovat, že samotná vysoká hodnota maximální spotřeby kyslíku nemusí ještě znamenat vysokou vytrvalostní výkonnost, protože ta je ovlivněna ještě dalšími faktory: technikou pohybu, odolností vůči prohlubující se acidóze, psychickou odolností, ... Důležitým údajem pro posouzení vytrvalostních předpokladů je tedy i úroveň zvládnutí pohybového výkonu (Astrand & Rodahl, 1986; Bunc, 1989, 2012, 2013; Dengel, Flynn, Costill, & Kirwan, 1989; O'Toole & Douglas, 1995; Saunders et al., 2004; Thevenet, Leclair, & Tardieu-Berger, 2008).

Pohybové dovednosti mají kvalitativní charakter. Vztah kvantitativních a kvalitativních předpokladů pohybových činností má pravděpodobnostní charakter (Bunc, 2012; Williams & Kendall, 2007). Tedy z aktuální úrovně kvantitativních předpokladů lze

usuzovat na úroveň kvalitativních pouze s jistou pravděpodobností. Často diskutovaným problémem současnosti je právě stanovení potřebné úrovně kondičních předpokladů a hlavně stanovení vztahu mezi touto úrovní a úrovní pohybových dovedností. Setkáváme se zde s pojmem transferu (Bunc, 2012).

Stejně jako u kvantitativní diagnostiky je i u kvalitativní diagnostiky zásadním problémem způsob hodnocení a standardy, které jsou nezbytným předpokladem interpretace výsledků. Nejčastěji používanou metodou kvalitativní diagnostiky je expertní hodnocení nebo hodnocení průběhu pohybu na záznamových zařízeních. Prvním krokem je stanovení uzlových bodů (Bunc, 2012). Často se pro hodnocení kvalitativní stránky pohybu využívá kinematická analýza jak 2D či 3D (Janura & Zahálka, 2004). Pro určení standardů pro kvalitativní diagnostiku je nezbytná dobrá znalost realizované pohybové činnosti. Jedním z důležitých parametrů ovlivňujících kvalitu pohybové činnosti, je pohyblivost segmentů těla zajišťujících konkrétní pohybovou činnost (Bunc, 1989, 2012).

Hodnocení pohybové dovednosti v laboratorních podmínkách je možné na základě posouzení koeficientu energetické náročnosti pohybu (množství energie potřebné k přenesení 1 kg hmotnosti po dráze 1 m) nebo prostřednictvím mechanické účinnosti. Obecně platí, že kvalitativní provedení pohybu je tím lepší, čím je nižší hodnota koeficientu energetické náročnosti či vyšší hodnota mechanické účinnosti pohybu (Bunc, 1989, 2012).

2.7 Hodnocení techniky

Jedním z podstatných parametrů, který ovlivňuje kvalitu pohybové činnosti, je pohyblivost rozhodujících segmentů zajišťujících konkrétní pohybovou činnost. Ta může být ovlivněna případnou svalovou dysbalancí, která zásadním způsobem může ovlivnit pohyblivost v příslušných kloubních spojeních (Bunc, 2012). Hodnocením techniky běhu prostřednictvím numerické škály doplněné o slovní hodnocení se věnuje např. Baslerová et al. (2012).

Běh je jednou ze základních pohybových struktur člověka, je to cyklický pohyb, který je možné tréninkem zdokonalovat. U předškolních dětí je přirozenější pohybovou aktivitou než chůze. Jedná se o zkříženou bipedální lokomoci, kdy hlavní pohyb zajišťují dolní končetiny, pohyb horních končetin je syntézou. Při běhu se střídají dvě fáze, fáze letová a fáze jednooporová. Obě fáze trvají zhruba stejně dlouho, u osob netrénovaných trvají cca 120 ms, resp. 125 ms (Měkota & Cuberek, 2007).

Pohyb je ekonomický za předpokladu, že maximální výkon je podán za vynaložení minimální síly a s minimálním opotřebením pohybového ústrojí (Neumann, Pfützner, & Berbalk, 2000). Dobře zvládnutá technika běhu je nezbytným předpokladem efektivního a ekonomického běhu, je zásadní pro rychlý běh. To, že ekonomika běhu výraznou měrou ovlivňuje běžecký výkon, je závěrem mnoha studií, např. Kyröläinen, Belli, & Komi (2001); McCann & Higginson (2008); Morgan, Martin, & Krahenbuhl, 1989; Neumann, Pfützner, & Berbalk 2000; Saunders et al. (2004); Saunders et al. (2004a). Ve vytrvalostních běžeckých disciplínách může dojít v průběhu výkonu vlivem svalové únavy k výrazným změnám v běžecké technice (Cissik, 2002; Elliot & Ackland, 1981; Reuter, 2012).

Individuální běžecká technika je kompromisem mezi dodržením biomechanických zásad pohybu a individuálními konstitučními zvláštnostmi jedince. Individuální konstituční zvláštnosti jedince jsou dány zejména stavbou a funkcí kloubů, vazů, svalů, včetně poměru svalových vláken. Anatomické a fyziologické předpoklady tedy ovlivňují úroveň běžecké techniky. Jednotlivé segmenty těla nemají při běhu stejnou funkci. Hlava a trup mají stabilní funkci, pánev společně s horními a dolními končetinami mají funkci mobilní. Hlava je velice důležitým kritériem, díky jejímu správnému držení v podélné ose dochází k optimální rotaci těla. Jakákoliv odchylka od přirozené polohy hlavy vyvolá reakci v podobě nesprávné polohy či funkce dalších segmentů těla, např. vysazené pánve, sedavý způsob běhu, snížená či zvýšená rotace pánve. Optimální poloha hlavy také ovlivňuje správné dýchání běžce (Bartůňková et al, 2013; Cissik, 2002).

Při každé běžecké disciplíně jde o individuální optimalizaci poměru délky a frekvence běhu. V bězích na střední a dlouhé tratě se s délkou tratě snižuje délka kroku a frekvence kroků, prodlužuje se doba letu i doba opory. Délka kroku je velice významným ukazatelem a společně s frekvencí kroků tvoří potenciální rezervu běžecké výkonnosti. Délka kroku je individuální, významně také koreluje s délkou dolních končetin (Měkota & Cuberek, 2007; Vindušková et al., 2003). Délka i frekvence kroků je trénovatelná. Z pohledu řízení pohybu je prvotní a prioritní frekvence kroků (Cissik, 2002; Weyand, Sternlight, Bellizzi, & Wright, 2000).

Důraz na nácvik správné techniky běhu je zejména v prvních letech tréninku, ale určitou pozornost je vhodné této činnosti věnovat po celou dobu kariéry, včetně vrcholové etapy tréninku. V etapě všeobecné přípravy je velký prostor pro zásadní korekci odchylek od racionální techniky, v etapě vrcholového tréninku jde pouze o odstranění drobných chyb. Prokázalo se, že komplexně připravený sportovec má větší šanci zvládnout se naučit správnou

běžecskou techniku dříve a lépe než jedinec, který všestrannou přípravou neprošel (Bunc, 2012; Cissik, 2002; Dostál, 1974; Reuter, 2012).

Technika běhu v běžích na střední a dlouhé tratě je charakterizována jako tzv. švihová technika běhu s těmito fázemi běhu:

- odrazová – těžiště těla před oporou,
- letová,
- dokroková – těžiště těla za oporou,
- oporová – těžiště těla nad oporou (Formánek & Horčic, 2003; Reuter, 2012).

S rostoucí rychlostí běhu se oporová fáze zkracuje (Véle, 2006). Z hlediska efektivity a ekonomiky běhu je amortizační fáze nejdůležitější v celém běžecském cyklu. Při dobře provedeném dokroku dochází k minimálním ztrátám horizontální dopředné rychlosti, minimálním vertikálním odchylkám těžiště a zachování většího množství elastické energie především ve svalech kotníku pro následující odrazovou fázi (Cissik, 2002).

Uzlové body při posuzování optimální techniky běhu jsou:

- hlava je držena přirozeně v podélné ose těla,
- držení trupu je v přirozené poloze v mírném náklonu vpřed,
- držení pánve v přirozené poloze bez prohnutí, společné správné postavení hlavy, trupu a pánve umožňuje tvořit tzv. běžecský luk,
- při běžecském pohybu nedochází k pohybům hlavy, trupu a pánve do stran,
- pohyby paží jsou v ose běhu, resp. dle anatomické osy ramen,
- pohyb paží je zepředu vzad, ruce před tělem jsou mírně dovnitř v rozsahu daným rychlostí běhu
- úhel v lokti se před tělem zmenšuje a za tělem zvětšuje, míra změny je přímo úměrná rychlosti běhu, ruka paže za tělem je níže než ruka paže před tělem, prsty rukou jsou v mírném sevření,
- ramena jsou uvolněná, mírně svěšená dolů, při běhu se nezvedají, osa ramenní je stále kolmá ke směru pohybu,
- paže jsou hnacím elementem vůči dolním končetinám jak z pohledu frekvence, tak i rozsahu pohybu,
- odraz je dokončen s nataženou nohou v kolenu, která svírá ostrý úhel se zemí, úhel odrazu je ovlivněn rychlostí běhu, zdvih stehna švihové nohy je doprovázen vzdalováním odrazové nohy vzad,

- výslednice odrazové síly směřuje do těžiště s dokonalým náponem odrazové nohy a vytlačení pánve vpřed,
- pohyb nohou je v linii běhu, došlap chodidel je rovnoběžný,
- dokrok je měkký a na přední a vnější část chodidla s následným měkkým převalením na patu,
- oporová noha není v momentě vertikálně napnutá,
- rotace, které při běhu vznikají, mají nepatrný rozsah a dopad (Cissik, 2002; Greene & Pate, 2014; Neumann, Pfützner, & Berbalk, 2000; Reuter, 2012; Tvrzník & Soumar, 2012).

Negativní změny běžecké techniky vedou ke snížení pohybové účinnosti a ekonomiky běhu, kdy dochází ke zbytečnému výdeji energie a následně snižují výkon. To platí i naopak. Bylo prokázáno, že běžecká technika ovlivňuje ekonomiku běhu, která má zásadní vliv na spotřebu kyslíku (Greene & Pate, 2014; Saunders et al., 2004).

Pohybová dovednost technika běhu má kvalitativní charakter. Lze ji hodnotit metodou expertního hodnocení, například posuzovacími škálami. Hodnocení může probíhat přímo nebo prostřednictvím videa či filmu (Bunc, 2003, 2012; Greene & Pate, 2014). Prostřednictvím použití posuzovacích škál lze hodnotit i více než jedno kritérium, jedná se o ordinální data. Podstatou škálování je pozorování, registrace a zhodnocení průběhu pohybové činnosti. Optimální je hodnocení alespoň dvěma experty (rozhodčími či trenéry). Výsledky odborného posouzení se zanesou do předem připravené numerické, grafické či kombinované škály. Hodnocení prostřednictvím hodnotící škály je sice subjektivní, ale systematickou metodou hodnocení a klasifikace (Baslerová et al., 2012; Měkota & Cuberek, 2007).

Shrnutí: Nejen objem tréninku rozhoduje o výkonu. Dobře zvládnutá technika běhu je nezbytným předpokladem efektivního, ekonomického a rychlého běhu. Čím je lepší technika běhu, tím je lepší i ekonomika běhu. Proto je v tréninku běžců věnován prostor pro nácvik či zdokonalení individuálního provedení techniky běhu.

2.8 Vztah úrovně silových předpokladů a techniky běhu

Běžecká technika je spojena se silovými předpoklady. Úroveň použité síly a vydané energie se musí přizpůsobit změnám v technice (Neumann, Pfützner, & Berbalk, 2000). Častým tématem je transfer síly do rychlosti, či transfer síly do techniky běhu (Bunc, 2012;

Neumann, Pfützner, & Berbalk, 2000). Pojmem transfer označujeme přenos dříve naučeného na jiné situace, úlohy či podmínky. Význam transferu je pro osvojování nových dovedností větší než bychom očekávali (Měkota & Cuberek, 2007; Měkota & Novosad 2005).

Silové předpoklady jsou velice důležité pro konečný vytrvalostní výkon, v tréninkovém procesu mají nezastupitelné místo (Neumann, Pfützner, & Berbalk, 2000; Powers, 2014).

Pro zjištění úrovně silových dispozic u běžců je možno použít celou řadu testů. S ohledem na charakter běžeckých disciplín je jedním z nejvhodnějších testů skokový běh na 100 m. Při testu skokový běh se atlet snaží překonat danou vzdálenost prostřednictvím odpichů v co nejkratším čase co nejmenším počtem skoků. Výsledkem testu je index K , přičemž $K = (s \cdot t^{-1}) \cdot (s - a \cdot n^{-1})$, kde s je délka tratě, t je dosažený čas, a je vzdálenost posledního skoku do cíle a n je počet celých skoků. Tímto testem se zjišťuje stupeň rozvoje odrazové síly, resp. skočnosti (Caha et al., 1984; Koukal, 1981).

2.9 Modely CART

Metodologie CART (Classification and Regression Tree) patří do skupiny rozhodovacích stromů, což je jedna z data miningových technik („dolování z dat“). Princip regresních stromů spočívá v opakovaném (rekurzivním) dělení prostoru hodnot vysvětlujících proměnných vždy na dvě části, a to tak, aby bylo vždy dosaženo dvou co nejhomogennějších částí, které vedou k co možná největšímu poklesu reziduální sumy čtverců. Rozhodovací stromy jsou struktury, které rekurzivně rozdělují zkoumaná data dle určitých rozhodovacích kritérií. Kořen stromu reprezentuje celý populační soubor. Vnitřní uzly stromu reprezentují podmnožiny populačního souboru. Ke každému listu je přiřazena konstanta – odhad hodnoty závislých proměnných. (Breiman, Friedman, Olshen, & Stone, 1984; Breiman, 2001; Morgana & Sonquista, 1963; Žambochová, 2006, 2008).

Tato metoda patří mezi metody vícerozměrné analýzy dat, lze analyzovat více proměnných najednou (Klaschka & Kotrč, 2004; Sutton, 2005). Metoda představuje alternativu k lineární regresní analýze (Hendl, 2009). Metoda je použitelná jak pro prvotní exploraci dat a odhalení vztahů, tak pro plnohodnotnou samostatnou analýzu (Venables & Ripley, 2013).

Tvorba stromů nepředpokládá homogenost populace, díky čemuž je možné analyzovat vztahy v jednotlivých podskupinách. Zároveň není třeba, aby nezávislé proměnné

měly na závislé proměnné lineární efekt, metoda umí pracovat i s nelineárními vztahy (Hendl, 2009) a nestojí ani na předpokladu normálního rozložení vstupujících proměnných (Sutton, 2005). Metodu je vhodné využít ve chvíli, kdy nejsou k dispozici data vhodná pro parametrické metody, které často mívají poměrně striktní požadavky na vstupující proměnné.

Algoritmus je použitelný v případě, že je zkoumána jedna nebo více nezávislých proměnných, tyto proměnné mohou být buď spojité, nebo kategoriální (ordinální i nominální). Dále je předmětem zkoumání jedna závislá proměnná, která také může být kategoriální (nominální i ordinální) nebo spojitá (Breiman et al., 1984).

Za stejným účelem je možné využít i poněkud modernější přístup prostřednictvím rekurzivního dělení (metodou PARTy), které používá mírně odlišnou metodiku práce s daty. Metodologie PARTy je věrnou implementací metodologie CART, liší se pouze přístupem k pravidlům dělení, bere v úvahu jeho distribuční vlastnosti a umožňuje testovat významnost dělení v jednotlivých uzlech (Venables & Ripley, 2013; Klaschka & Kotrč, 2004; Hothorn, Hornik, & Zeileis, 2006; Hothorn, Hornik, Strobl, & Zeileis, 2010; Hothorn, Hornik, Strobl, Zeileis, & Hothorn, 2015). Principy této metody jsou zjednodušeně popsány v práci Venables & Ripley (2013).

2.10 Souhrn teoretické části

Výkon ve sportu je dán mj. mírou talentu a absolvovaným tréninkem, ale vztah trénovanosti a výkonu má pravděpodobnostní charakter (Bunc, 2009; Ward & Barrett, 2002). Obecně jsou vytrvalostní dispozice determinovány geneticky ze 70 % (Bartůňková et al., 2013; Bassett & Howley, 2000; Bouchard, 1986; Plowman & Smith, 2013). Aby bylo možné dosáhnout vrcholové úrovně ve sportu, je potřeba existence obou faktorů na vrcholné úrovni. Pokud vezmeme v úvahu, že pouze 3 % jedinců mají předpoklady pro sportovní činnost na vrcholové úrovni (Bunc, 1989; Weineck, 2004), další během adolescence končí z různých důvodů se sportovní kariérou (Enoksen, 2011). Proto je velice důležité zvolit vhodnou tréninkovou strategii, která povede k optimálnímu výkonnostnímu růstu s přihlédnutím k věkovým zvláštnostem jedince a k jeho individuálním dispozicím (Baxter-Jones et al., 1995; Naughton et al., 2000). To přenáší na trenéry a další zainteresované do tréninkového procesu velkou zodpovědnost při kultivaci talentovaných jedinců.

I z tohoto důvodu je objektivizace účinku tréninkových prostředků častým předmětem výzkumných prací. Jednou z možností je provedení vícerozměrné analýzy. Mezi metody

vícerozměrné analýzy, které nestojí na předpokladu normálního rozložení populace, patří i metoda CART, pomocí níž lze analyzovat více proměnných najednou (Sutton, 2005).

V průběhu tréninkového procesu se mění objem a intenzita zatížení, které jsou určující pro sílu tréninkového podnětu. Objem a intenzita zatížení se mění i v průběhu ročního tréninkového cyklus, má souvislost s načasováním vrcholné výkonnosti (Daniels, 2013; Reuter, 2012).

Dlouhodobá příprava mladých běžců má dva hraniční přístupy k tréninkovému zatížení: raná specializace a trénink odpovídající věku (Dovalil et al., 2005). Tyto dvě možnosti jsou v literatuře hojně diskutovány, většina odborníků se přiklání k variantě tréninku odpovídajícímu věku. Pro posouzení přístupu k tréninku je podstatné stanovení kritérií pro ranou specializaci a tréninku odpovídajícímu věku. Trénink v mládežnickém věku není kopií tréninku dospělých, liší se jak obsahem, tak objemem i formou. Z důvodu neukončeného vývoje organismu mladých běžců může díky rané specializaci dojít k předčasné determinaci některých předpokladů pro vrcholný výkon (Bar-Or, 1996; Bompa, 2000; David, 1999; Feige, 1973; Moss & Dick, 2004). Pro stanovení správného tréninkového postupu je zapotřebí zjistit stupeň tělesného rozvoje, úroveň trénovanosti, aspirační úroveň a naplánovat výkonnostní cíle. Pro zjištění vstupních dat a pro kontrolu úrovně kondičních předpokladů v průběhu tréninkového procesu je nezbytná diagnostika trénovanosti, která probíhá prostřednictvím testování či kontrolních závodů. Diagnostika trénovanosti plní zásadní úlohu zpětné vazby (Bunc, 1989). S ohledem na charakter disciplíny je nejlepším ukazatelem výkonnosti v atletice, resp. v bězích na střední a dlouhé tratě, závodní výkon (Měkota & Cuberek, 2007).

Pro lepší evidenci tréninkového zatížení a pro snadnější plánování byl zaveden systém obecných a specifických tréninkových ukazatelů, který pomohl sjednotit evidenci tréninkového zatížení. Při plánování tréninku je též trenéry hojně využíván systém tréninkových prostředků dle vztahu k hlavní závodní trati (Bureš, 1986; Kučera & Truksa, 2000; Písařík & Liška, 1989).

U specifického tréninku je prokázán větší vliv na výkonnost než u tréninku nespecifického. Přes tuto skutečnost je důležitým úkolem trenérů mládeže stanovit takové tréninkové zatížení, které umožní závodníkovi dosáhnout určité výkonnostní úrovně v adolescentním věku, ale zároveň nesnižovat použitým tréninkovým zatížením výkonnostní potenciál (Greene & Pate, 2014; Helgerud et al., 2007; Moss & Dick, 2004). Včetně zařazení poměrně velkého objemu tréninku nespecifického. Jeho vliv na výkonnost je též prokázán, zejména u mladých a začínajících běžců (Matos & Winsley, 2007).

Znalost vlivu jednotlivých tréninkových prostředků na výkonnost zvyšuje efektivitu tréninku. Při jeho stanovení je potřeba brát v úvahu některé skutečnosti, jako synergii nebo antagonismus některých tréninkových prostředků, jejich skladbu, různá délka období potřebné aplikace pro projevení vlivu, atd. Efekt tréninkových prostředků se také projeví až po delší době, má latentní účinek (Ward & Barrett, 2002).

Jedním z významných činitelů výkonu je také ekonomika pohybu, s níž souvisí i technika běhu. Ta je nezbytným předpokladem efektivního a ekonomického pohybu (Kyröläinen, Belli, & Komi, 2001; McCann & Higginson, 2008; Saunders et al., 2004). Při změně techniky se mění množství vydané energie a potřebné síly a naopak. Při změně silových předpokladů se mění technika běhu (Neumann, Pfützner, & Berbalk, 2000).

3 Cíl, hypotézy a úkoly práce

3.1 Cíl práce

Cílem práce je prostřednictvím longitudinální ex-post facto studie zhodnotit změny trénovanosti ve vztahu k absolvovanému tréninkovému zatížení u adolescentních talentovaných běžců.

3.2 Hypotézy

Stanovili jsme si následující hypotézy (H):

H1 – Individualizací tréninkového zatížení respektující aktuální stupeň rozvoje adolescentních běžců lze snížit riziko předčasné specializace a významně ovlivnit výkonnost v dospělosti.

H2 – Sportovní výkonnost adolescentních běžců na střední a dlouhé tratě je významně ovlivněna specifickými tréninkovými prostředky – zejména speciálním tempem, tempovou rychlostí a tempovou vytrvalostí.

H3 – Nespecifické tréninkové prostředky mají nevýznamný vliv na výkonnost adolescentních běžců na střední a dlouhé tratě.

H4 – Vliv jednotlivých tréninkových prostředků na výkonnost adolescentních běžců se zvyšuje s délkou působení, projeví se latentnost efektu absolvovaného tréninkového zatížení.

H5 – Technika běhu je ovlivněna úrovní kondičních předpokladů, přednostně úrovní síly dolních končetin.

3.3 Úkoly práce

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

- **Provést obsahovou analýzu odborné literatury zabývající se sportovním tréninkem mládeže** zejména v bězích na střední a dlouhé tratě, jeho zpracováním, změnami výkonnosti.
- **Analýza tréninkových deníků, kontrola a elektronické zpracování tréninkových dat (objemů zatížení jednotlivých tréninkových ukazatelů – OTU, STU), shromáždění videí.** Získaná tréninková data z tréninkových deníků sportovců a

trenéra je potřeba porovnat, zkontrolovat a vybrat ta, která jsou potřebná a použitelná pro naši práci.

- **Analýza výsledků závodů. Transformace a výběr potřebných dat.** Data je možné získat z webových stránek ČAS v sekci statistika, atletických ročenek z let 1995 až 2015 a z tréninkových deníků sledovaných atletů a jejich trenéra.
- **Výběr metod zpracování dat.** Pro jednotlivé dílčí řešení jsou vybrány odpovídající metody řešení problému (obsahová analýza, CART, PARTy, normalita, korelační analýza, ...)
- **Vytvoření datových matic.** Námi vytvořená datová matice je směsí numerických a kategoriálních dat.
- **Stanovení sledovaných kritérií předčasné specializace.**
- **Statistické zpracování zjištěných dat charakterizujících objem a průběh zatížení, vyhodnocení zjištěných výsledků – stanovení varianty zatěžování sledovaného souboru.** Zjištěná data jsou porovnána s údaji v literatuře a je stanoven způsob zatěžování sledovaného vzorku probandů.
- **Pomocí zvolených metod (Spearmanův koeficient korelace, CART metodologie) zjistit potenciálně vlivné faktory ovlivňující výkonnost.** Prostřednictvím Spearmanova korelačního koeficientu korelace a metodologie CART je zjišťováno, které z tréninkových ukazatelů mají vliv na výkonnost mladých běžců na střední a dlouhé tratě.
- **Vytvoření hodnotící škály techniky běhu, ohodnocení techniky běhu.** K expertnímu hodnocení je využito dvou odborníků.
- **Vliv rychlostně silových dispozic na techniku běhu.** Prostřednictvím posouzení vztahu výsledků skokového běhu na 100 m a hodnocení techniky běhu u vybraných probandů jsme zjišťovali závislost techniky běhu na síle dolních končetin.
- **Interpretace zjištěných výsledků.**

4 Metodika práce

4.1 Výzkumný soubor

V práci se zabýváme vlivy absolvovaného tréninku na výkonnost adolescentních běžců, proto jsme na základě výsledků vybrali nejúspěšnější běžce zvolené tréninkové skupiny mezi lety 1995 a 2015. Kritériem je výkonnost závodníků. Dalším kritériem je absolvování minimálně tříleté systematické sportovní přípravy. Výzkumný soubor je tvořen devíti atlety běžci, z toho 4 dívkami a 5 chlapci. Na počátku sledování byl průměrný věk chlapců $14,92 \pm 0,64$ let a děvčat $14,70 \pm 0,43$ let, hmotnost chlapců $58,24 \pm 3,47$ kg, děvčat $49,08 \pm 6,46$ kg, výška chlapců $175,70 \pm 3,25$ cm, děvčat $165,00 \pm 3,67$ cm, procentuální množství tuku chlapců $10,12 \pm 1,05$ %, děvčat $15,45 \pm 3,73$ %. Na konci sledování měli probandi tyto parametry: průměrný věk chlapců $18,10 \pm 0,91$ let a děvčat $18,68 \pm 0,69$ let, hmotnost chlapců $64,58 \pm 1,57$ kg, děvčat $55,63 \pm 6,47$ kg, výška chlapců $179,80 \pm 3,19$ cm, děvčat $169,25 \pm 4,15$ cm, procentuální množství tuku chlapců $6,66 \pm 0,73$ %, děvčat $17,35 \pm 2,88$ %. Zkoumaní probandi dosáhli v průběhu sledování výkonnostní úrovně české mládežnické špičky, byli zařazeni do mládežnické reprezentace a získali medaile na MČR v mládežnických kategoriích. Jejich osobní rekordy na konci mládežnických kategorií, tzn. v 18 – 19 letech, měly tuto průměrnou hodnotu u chlapců: 800 m – $1:56,69 \pm 3,96$, 1500 m – $3:59,30 \pm 3,75$, 3000 m – $8:50,61 \pm 11,02$ a u dívek: 800 m – $2:12,59 \pm 3,11$, 1500 m – $4:32,62 \pm 7,54$, 3000 m – $9:51,79 \pm 20,11$.

Sledování probandi se před začátkem systematického běžeckého tréninku věnovali 3 – 4 roky jiným sportům: tři probandi hráli fotbal, dva byli žáky sportovních atletických tříd (atletika ST), jeden hrál volejbal, jeden házenou a jeden se věnoval aktivně všestranné přípravě v kroužku všestrannosti (viz tabulka 4). Je možné říci, že všichni probandi absolvovali etapu základní přípravy před zahájením systematického běžeckého tréninku. Po ukončení sledování, tzn. po 19. roku věku, se jejich sportovní kariéra vyvíjela následujícím způsobem:

Jeden proband skončil závodní atletickou kariéru v 22 letech, sportuje jen rekreačně, jeden se v 19 letech odstěhoval do zahraničí (sport již nebyl na vrcholové úrovni), kde ve 24 letech založil rodinu (již nesportuje), dva skončili ve věku 23 let ze zdravotních důvodů, které nesouvisí se sportovní kariérou. Pět sledovaných probandů je stále aktivních, jejich aktuální průměrný věk je $24 \pm 4,86$ let.

Tabulka 4. Věk a charakteristika začátku a konce kariéry u sledovaných probandů

proband	věk začátek [rok]	věk konec [rok]	pohlaví	aktuálně aktivní?	předchozí sport	doba provozování prvního sportu [rok]	příčina konce kariéry
A	15	23	M	ne	atletika ST	4	zdravotní
B	16	20*	Ž	ano	volejbal	4	*
C	15	22*	M	ano	fotbal	5	*
D	14	19*	M	ano	hokej+florbal	4	*
E	15	22	M	ne	fotbal	4	osobní
F	14	27*	Ž	ano	fotbal	4	*
G	15	23	M	ne	atletika ST	4	zdravotní
H	13	24	Ž	ne	všestrannost	3	rodinné
CH	14	32*	Ž	ano	házená	2	*

* stále aktivní běžci, uveden jejich aktuální věk

Zkoumali jsme data z 3 – 4 ročních tréninkových cyklů z období 1995 – 2015. Zdrojem dat byly tréninkové deníky mladých běžců na střední a dlouhé tratě a jejich trenéra, záznamy z funkčních vyšetření, výsledky závodů.

4.2 Sběr dat

Při sběru dat jsme použili metodu analýza dokumentů, resp. studium písemných dokumentů. Některé dokumenty byly veřejně dostupné a některé veřejně nedostupné. Část použitých zdrojů byla osobního charakteru, část charakteru neosobního.

Zabýváme se vlivy tréninkových změn na výkonnost. Na základě výsledků jsme vybrali nejúspěšnější běžce zvolené tréninkové skupiny mezi lety 1995 a 2015. Kritériem byla výkonnost závodníků, všichni sledovaní byli mládežnickými reprezentanty a medailisty z mládežnických mistrovství ČR, někteří i ze seniorských MČR. Analyzovali jsme tréninkové deníky probandů a jejich trenéra. Závodníci si svůj tréninkový deník psali sami, trenér je každý týden průběžně kontroloval a případně inicioval doplnění a opravu. Záznamy v tréninkovém deníku obsahují přesný popis tréninku i kvantifikované objemy zatížení v jednotlivých tréninkových ukazatelích, včetně rychlostních pásem a dalších sledovaných parametrů, poté jsme hledali vztah mezi vybranými parametry zatížení (nezávislé proměnné) a výkony v závodech (závislé proměnné). Výkony v závodech jsou uvedeny na webových stránkách Českého atletického svazu a také jsme měli k dispozici přesné záznamy o absolvovaných závodech a testech od trenéra i závodníků. Též jsme měli k dispozici

videozáznamy s technikou běhu probandů na začátku běžecké kariéry a v průběhu celé jejich kariéry a výsledky testování prováděné každoročně v průběhu ročního tréninkového cyklu.

Jako závislé proměnné jsme určili závodní výkon na hlavní závodní trati, zvolili jsme tedy mistrovské disciplíny pro danou věkovou kategorii, tzn. 800 m, 1500 m a 3000 m. Běh na 3000 m byl zvolen přesto, že pro kategorii juniorů je v letní sezóně disciplínou doplňkovou.

Z nezávislých proměnných jsme pro naše potřeby použili tyto tréninkové ukazatele: maximální rychlost (MR), tempovou rychlost (TR), speciální tempo (ST), tempovou vytrvalost (TV), anaerobní práh (ANP), aerobní práh (AEP), vybíhané a skákané svahy (VK), speciální odrazová cvičení (SOC), obecnou vytrvalost (OV) a celkově naběhané kilometry (suma). Pro správné přiřazení dat z deníků, kde jsou tréninkové ukazatele uvedeny podle klasifikace používané např. Burešem (1986), Kučerou & Truksou (2000) či Písaříkem & Liškou (1989) v podobě obecných a specifických tréninkových ukazatelů (OTU a STU) označených čísly 1 až 26, data bylo potřeba upravit tak, aby jejich použití bylo jednodušší a transparentnější. Získané tréninkové ukazatele z deníků jsme přiřadili k jednotlivým výše uvedeným tréninkovým ukazatelům, které jsou ve vztahu k hlavní závodní trati.

Ze shromážděných dat tréninkového zatížení jsme vybrali vždy kvantifikované údaje o tréninkovém zatížení za poslední čtyři měsíce před závodem. Ta jsme použili pro prokázání vlivu zvýšení objemu vybraných tréninkových prostředků na výkonnost. Pro stanovení latentnosti efektu jednotlivých tréninkových prostředků jsme použili kvantifikovaná data tréninkového zatížení za období 1 a 2 týdny před závody, 1, 3 a 6 měsíců před závody a 1 rok před závody. Všechna zmíněná data jsme též použili pro posouzení vlivu specifických a nespecifických tréninkových prostředků na výkonnost.

Video s technikou běhu probandů jsme převedli do stejné podoby. Některá starší videa byla pořízena analogovým záznamem, nová prostřednictvím digitálního záznamu. Pro možnost porovnání jednotlivých zaznamenaných sekvencí jsme starší videa převedli do digitální podoby.

Hodnocení skokového běhu probíhalo na tartanovém stadionu. Vstupní měření probandi absolvovali v prvním měsíci systematického běžeckého tréninku, závěrečné měření bylo realizováno na konci čtvrtého ročního tréninkového cyklu. Tento test byl též součástí každoročního testování. Jeden hodnotitel počítal množství absolvovaných skoků v průběhu 100 m, druhý hodnotitel měřil čas.

Somatické a funkční parametry byly získány ze záznamů z pravidelných sportovních prohlídek prováděných stále na jednom pracovišti u spolupracující sportovní lékařky.

Stanovení množství tělesného tuku proběhlo pomocí kaliperace, měřením na 10 kožních řasách. Test pro stanovení $VO_2\text{max}$ byl prováděn na ergometru.

4.3 Zpracování dat

4.3.1 Normalita

Předpoklad normality je často vyžadován 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 souboru použili tyto testy Kolmogoro – Smirnovův, Lillieforsův test a Shapiro – Wilkův test.

Kolmogoro – Smirnovův test je založen na výpočtu suprema vzdálenosti empirické a teoretické distribuční funkce a jeho následném porovnání s kritickou hodnotou Kolmogorova – Smirnovova testu (Boháčková, 2009; Hendl, 2004). Lillieforsův test patří do kategorie testů „dobré shody“, je založen na maximální lineární vzdálenosti empirické a hypotetické distribuční funkce. Využívá stejnou testovou statistiku jako Kolmogoro – Smirnovův test, ale slouží k testování hypotézy, která přesně nespecifikuje parametry ověřované distribuční funkce, využívá i jiných kritických hodnot než Kolmogoro – Smirnovův test. Tento test nevyžaduje přesnou znalost střední hodnoty a směrodatné odchylky (Anděl, 2005; Lilliefors, 1967; Hendl, 2004).

Shapiro – Wilkův test normality je, stejně jako předchozí dva testy, jedním z testů dobré shody, který slouží k ověření normality dat. Je jedním z nejsilnějších testů normality (Shapiro & Wilk, 1965). Je to test silný a velmi spolehlivý, dokonce i pro velmi malé výběry ($n \leq 20$). Je citlivý zvláště k nesymetrickým rozdělením, rozdělením s těžkými chvosty a též k odlehlým pozorováním. Tento test je založen na porovnávání empirické distribuční funkce s teoretickou distribuční funkcí normálního rozdělení. Ve srovnání s testem Kolmogoro – Smirnovým má větší sílu neboli menší pravděpodobnost chyby II. druhu (Sebera, 2014).

4.3.2 Věcná a statistická významnost

Výsledky jsme posuzovali z hlediska věcné významnosti a následně statistické významnosti. Statistickou významnost jsme zjišťovali na hladině $\alpha=0,05$. Pro hodnocení věcné významnosti jsme použili *Cohenovo d* – lze jej použít pro hodnocení efektu mezi dvěma nezávislými proměnnými (Blahuš, 2000; Cortina & Nouri, 2000). Běžně používané hodnocení velikosti koeficientu *d* je následující (Cohen, 1988; Sheskin, 2007):

$d \geq 0,80$ – velký efekt,

$d = 0,50$ až $0,80$ – střední efekt,

$d = 0,20$ až $0,50$ – malý efekt.

Věcnou i statistickou významnost jsme použili při hodnocení techniky běhu, změny kvality techniky běhu v průběhu čtyřletého tréninkového procesu.

4.3.3 Kritéria rané specializace

Při stanovení kritéria tréninku odpovídajícímu předčasné specializaci či tréninku odpovídajícímu věku, je potřeba brát v úvahu celý komplex okolností. Každé řešení je jen určitým zjednodušením problému, protože proměnných, které toto kritérium mohou stanovit je velké množství. Je velice komplikované postihnout všechny proměnné, některé jsou ve velké řadě případů velice individuální. Na základě studia literatury a využití zkušeností z praxe jsme se pokusili stanovit kritéria tréninku odpovídajícího věku. Při rozboru a hodnocení tréninkového procesu z pohledu přiměřenosti věku jeho náročnosti jsme stanovili tato kritéria:

- splnění a respektování doporučeného objemu zatížení v jednotlivých tréninkových ukazatelích, porovnání objemu zatížení v jednotlivých tréninkových ukazatelích s doporučeními (též poměr specifických a nespecifických tréninkových prostředků),
- dodržení a nepřekonání doporučeného počtu intervalových anaerobních tréninků za rok (myšleno tréninků na rozvoj speciálního tempa, tempové vytrvalosti) a souvislých tréninků na rozvoj ANP,
- minimální počet zranění pramenících z přetížení (počet dnů zdravotní neschopnosti či zdravotního omezení způsobených zraněním),
- přírůstky výkonnosti – výkonnostní růst je plynulý a kontinuální bez zlepšení o více než 20 % bodové hodnoty výkonu dle tzv. „maďarských tabulek“ za rok,
- nedojde k významnému zvýšení rizika výkonnostní stagnace okolo 18. – 19. roku věku,
- schopnost udržet vrcholnou výkonnost v delším časovém období, alespoň jeden rok.

Trénink absolvovaný v souladu s uvedenými kritérii odpovídá tréninku odpovídajícímu věku. Na základě zjištěných údajů o objemech, intenzitě a struktuře zatížení u sledovaných probandů a prostřednictvím porovnání s odbornými doporučeními, jsme posuzovali, který z modelu zatěžování mladých sportovců lépe vystihuje skutečnost u námi sledovaných probandů, zda byli zatěžování přiměřeně svému věku či zda měl tréninkový proces blíže spíše k rané specializaci.

Abychom mohli porovnat vývoj výkonnosti u probandů na různých tratích, použili jsme tzv. „maďarské tabulky“ (IAAF scoring tables of athletics), kde každý výkon má svoji určitou bodovou hodnotu, bez ohledu na věk probanda, ale se zohledněním pohlaví, tzn., jsou samostatné tabulky pro muže a pro ženy. Tyto tabulky byly vytvořeny kvůli potřebě porovnávat výkony napříč disciplínami a pohlavími.

Nejlepší životní výkon jsme stanovili jako 100% hodnotu, ostatní výkony jsme přiřadili k odpovídajícím hodnotě procentních bodů. Meziroční změny výkonů jsme použili jako jedno z kritérií pro posouzení postupnosti v růstu výkonnosti. To jsme stanovili jako jedno z kritérií přiměřenosti tréninkového programu.

Sledování probandů se nacházejí v adolescentním věku, kdy dochází k přirozenému růstu výkonnosti. Vývoj výkonnosti v průběhu dospívání zpracoval Měkota & Kovář (1995). Tito autoři stanovili hranice výkonnosti v Unifittestu pro pět úrovní výkonnosti pro každé věkové období. Mezi obodovanými disciplínami je i dvanáctiminutový běh. Hodnoty prezentované Měkotou & Kovářem (1995) jsme použili pro zjištění rozdílu vývoje výkonnosti sledovaných probandů od přirozeného vývoje výkonnosti. Zlepšení větší, než uvádějí Měkota & Kovář (1995), považujeme za věcně významné. Vývoj výkonnosti sledovaných probandů jsme porovnali s tabulkami vývoje výkonnosti mládeže. Pro naše účely jsme použili hranici nejlepšího výkonu, kterou autoři pojmenovali jako vysoce nadprůměrnou.

4.3.4 Modely CART a PARTy

S ohledem na charakter vysvětlující i vysvětlované proměnné, tj. vlivu tréninkového zatížení na výkonnost a také vzhledem k počtu probandů a struktuře získaných dat, bylo použito regresních stromů, konkrétně neparametrické metody metodologie CART (Classification and Regression Tree). Tuto metodu lze využít ve chvíli, kdy nemáme data vhodná pro parametrické metody, které často mívají poměrně striktní požadavky na vstupující proměnné. Z důvodu výsledků testu normality a také vzhledem k počtu dostupných dat jsme dali přednost výše zmíněné neparametrické metodě před regresní analýzou, tj. vyjádření závislosti matematickým vztahem. Všechny faktory, které byly statisticky signifikantní na hladině významnosti minimálně 0,05, jsme považovali za věcně významné.

Vzhledem k účelu výzkumu byla prováděna pouze první částí metodologie CART, která spočívala v odvození „rozrostlého“ klasifikačního stromu, ve kterém se projeví všechny důležité prediktory, které jsou obsaženy v analyzované datové matici. Druhá část této metodologie již nebyla prováděna. Za stejným účelem jsme využili i poněkud modernější

přístup prostřednictvím rekurzivního dělení (metodou PARTy), které používá mírně odlišnou metodiku práce s daty.

Pro stanovení významu jednotlivých tréninkových ukazatelů na výkonnost jsme zvolili co nejdelší možné období před závody – cca 4 měsíce. Zvolili jsme toto časové období, protože odpovídá době mezi jednotlivými částmi sezóny. Tato varianta je kompromisem mezi snahou použít co nejdelší interval mezi závody a dostupným počtem sledování. Příprava sledovaných probandů byla většinou s jedním hlavním vrcholem v červnu a dvěma vedlejšími vrcholy, v únoru a v září.

Při výběru závodů (závislých proměnných) jsme se snažili vyloučit co nejvíce rušivých proměnných, např. ne zcela optimální aktuální zdravotní stav v době závodů, pouze taktické závody, které nebyly absolvovány plnou intenzitou. Rozdělili jsme tedy roční tréninkový cyklus na tři období, jejichž délka je srovnatelná. Zjišťovali jsme vliv absolvovaného tréninku za jednotlivá období na výkonnost. Zpravidla se jednalo o třetinu roku (říjen-leden, únor-květen, červen-září). Trénink absolvovaný v tomto období jsme porovnávali s výsledky závodů v tomto období. Absolvovaný trénink byl evidován jako průměrný za týden (pro možnost porovnání při ne zcela stejné délce období), s jedinou výjimkou – celkově naběhané kilometry od počátku systematického atletického tréninku.

Kritériem sportovní výkonnosti jsou výsledky běhu na 800 m, 1500 m a 3000 m, realizované v oficiálních závodech v České republice nebo v zahraničí.

V naší práci jsme vytvořili tři datové matice, které se vztahují k dosaženým časům na tratích 800 m, 1500 m a 3000 m a dále k objemu zátěže v příslušném období, přičemž tréninková zátěž byla stanovena jako průměrná za období, vždy mezi jednotlivými měřeními (závody). Pro identifikaci potenciálně vlivných faktorů a následnou predikci výkonnosti jednotlivých běžců byla posléze využita výše zmíněná metodologie regresních stromů.

4.3.5 Vztah délky použití tréninkových prostředků a výkonnosti

Při zjišťování efektu použití tréninkových prostředků za různě dlouhý časový úsek jsme použili vybrané tréninkové ukazatele za různě dlouhou dobu před jednotlivými závody a výsledky vybraných závodů. Při zjišťování vztahu mezi vysvětlující a vysvětlovanou proměnnou jsme nejdříve použili korelační analýzu. Tu jsme provedli u všech zvolených tréninkových ukazatelů a výkonů za různě dlouhá časová období. Cílem bylo mj. zjistit, pro jak dlouhé období je vztah nejtěsnější.

Výsledkem provedeného testu normality bylo zjištění, že naše data nemají normální rozložení, v souboru se také vyskytují odlehlé hodnoty. Proto jsme pro korelační analýzu použili Spearmanův korelační koeficient. Vytvořili jsme tři datové matice obsahující výsledky závodů v jednotlivých sledovaných disciplínách 800 m, 1500 m, 3000 m. Expertním hodnocením (s využitím dostupných záznamů v tréninkovém deníku atleta a podrobných poznámkách o závodech trenéra) jsme do matice vybrali pouze výsledky závodů, které nebyly ovlivněny vnějšími podmínkami (negativní vliv počasí, negativní vliv taktiky, akutní indispozice, ...). Pokusili jsme se tedy minimalizovat vliv rušivé proměnné.

Z těchto závodů jsme vytvořili datovou matici, společně s objemy zatížení v různých časových obdobích před závodem: 1 týden, 2 týdny, 1 měsíc, 3 měsíce, 6 měsíců, 1 rok, také jsme zařadili do sledování období 5 až 8 týdnů před závodem, který jsme považovali za významný z hlediska úpravy tréninku ve střednědobém horizontu před závodem. Za krátkodobý vliv považujeme tréninkové ukazatele za období kratší než 1 měsíc, za dlouhodobý vliv období delší než 3 měsíce. Delší časové období, než jeden rok, nebylo možné využít, protože množství získaných dat jsme měli velice málo. Tréninkové objemy v krátké době před závodem (jeden týden, případně dva týdny) představují bezprostřední naladění formy před závodem, období měsíc před závodem, případně cyklus pět až osm týdnů před závodem ukazuje období, kdy je možné pracovat s načasováním sportovní formy. Delší časová období (3, 6 a 12 měsíců) před závodem slouží k vytváření základů pro pozdější výkonnost.

Věnovali jsme se posouzení vlivu vybraných tréninkových ukazatelů za různě dlouhé časové intervaly před samotným výkonem na výkon. Výkon byl představován závodem na 800 m, 1500 m a 3000 m. V každém ročním cyklu jsme vybrali závody, ve kterých nebyl výkon zásadně ovlivněn vnějšími faktory. Toto kritérium jsme hodnotili expertně z dostupných záznamů v tréninkovém deníku atleta a v podrobných poznámkách o závodech u trenéra.

Námi vytvořená datová matice je směsí numerických a kategoriálních dat. Mimo výše zmíněných nezávislých proměnných v datové matici figurují tyto proměnné: pohlaví, individualita, věk, pořadí týdne přípravy v sezóně, pořadí týdne přípravy celkem, počet dnů zdravotní neschopnosti, rovinky, kumulativní počet kilometrů (celkový počet naběhaných kilometrů od začátku systematické přípravy).

Vypočtený Spearmanův koeficient korelace (r_{sp}) jsme porovnali s tabulkou významnosti koeficientů pořadové korelace pro oboustranný test podle stupňů volnosti pro příslušný počet probandů a zvolenou chybu α .

4.3.6 Hodnocení techniky

Při hodnocení techniky jsme hodnotili úroveň běžecské techniky při běhu závodní rychlostí na rovině na stadionu. Rozebírali jsme videozáznam pořízený digitální kamerou, u některých starších záznamů byl záznam pořízen analogovou technikou, záznam byl uchován na VHS kazetě. Videá s natočenou technikou běhu probandů jsme převedli na digitální záznam, pro možnost porovnání jednotlivých zaznamenaných sekvencí jsme všechna videa převedli do digitální podoby.

První záznam byl pořízen v průběhu prvního měsíce po začátku systematického běžecského tréninku, druhý záznam na konci čtvrtého ročního tréninkového cyklu. Expertně jsme stanovili uzlové body a kritéria techniky pro hodnocení techniky běhu. Hodnocených kritérií jsme stanovili jedenáct, hodnocení probíhalo v pětibodové škále od jedné do pěti, podle doporučení Měkoty & Cuberka (2007). Nejlepší provedení znamená pět bodů, nejhorší jeden. Provedli jsme expertní hodnocení, pro které jsme využili dva dlouholeté profesionální trenéry běžců na střední a dlouhé tratě. Celkem bylo tedy provedeno 264 hodnocení. Oba experti hodnotili každý sám, nezávisle na sobě, v naší práci jsme použili průměr z obou hodnocení. Využili jsme hodnotící škálu podobně jako Baslerová et al. (2012), Měkota & Cuberek (2007) a expertní hodnocení doporučené Buncem (2012) a Baslerovou et al. (2012). Hodnotící škála je uvedena v tabulce 5.

Tabulka 5. Hodnotící škála úrovně techniky běhu

Bodové hodnocení	Slovní hodnocení
1	Nedostatečný – provedení pohybu s výraznými nedostatky a odchylkami
2	Dostatečné – nedostatky v provedení sledovaného pohybu se objevují ve větší míře
3	Dobré - občasné nesprávné provedení pohybu s mírnými nedostatky
4	Velmi dobré - zcela výjimečně nesprávné provedení pohybu se zanedbatelnými nedostatky
5	Výborné - precizní provedení sledovaného pohybu, bez odchylek

4.3.7 Hodnocení skokového běhu

Hodnocením skokového běhu jsme získali tato data: čas, počet skoků potřebný k překonání tratě dlouhé 100 m a zbývající vzdálenost do cíle po posledním celém skoku.

Při testu skokový běh se atlet snaží překonat danou vzdálenost v co nejkratším čase co nejmenším počtem skoků. Výsledkem testu je index K , přičemž $K = (s \cdot t^{-1}) \cdot (s - a \cdot n^{-1})$, kde

s je délka tratě, t je dosažený čas, a je vzdálenost posledního skoku do cíle a n je počet celých skoků (Caha et al., 1984; Koukal, 1981).

Pro zjištění existence vztahu mezi změnami v technice běhu a ve skokovém běhu jsme použili Spearmanův koeficient korelace. Vypočtený koeficient r_{sp} jsme porovnali s tabulkou významnosti koeficientů pořadové korelace pro oboustranný test podle stupňů volnosti pro příslušný počet probandů a zvolenou chybu α .

4.4 Použité programy

Výsledky závodů a všechny zjištěné hodnoty ze zkoumaného souboru jsou převedeny do požadovaného formátu, který umožňuje statistické zpracování shromáždění dat. Využíváme počítačového programu R-program, Statistica 12, tabulkového procesoru Excel 2016. V uvedených programech jsou následně zpracovány všechny výsledné grafy a tabulky. Textová část je zpracována v textovém editoru Word 2016. Data jsou prezentována prostřednictvím spojnicových, sloupcových či krabicových grafů.

5 Výsledky

5.1 Ověření normality dat

Je několik možností pro hodnocení normality. Pro objektivní posouzení jsme použili Kolmogoro – Smirnovův, Lillieforsův a Shapiro – Wilkův test. Testovali jsme hypotézu, že daný náhodný výběr měl normální rozložení.

Všechny tři jsme provedli pomocí programu Statistica 12. Z výsledné tabulky je patrné, že dle Kolmogorova – Smirnova testu jsou tři proměnné (výsledky závodů na 800 m, 1500 m a 3000 m), u kterých nelze zamítnout testovanou hypotézu, u Lillieforsova testu dvě proměnné (výsledky závodů na 800 m a 1500 m). Podle tabulky 6 je zřejmé, že všechny p-hodnoty u objemů tréninkového zatížení, na jejímž základě lze zamítnout testovanou hypotézu, jsou menší než 0,01. Je proto zřejmé, že tato hodnota hovoří ve prospěch zamítnutí hypotézy, že by daný náhodný výběr měl normální rozložení. Na základě výsledků obou testů můžeme zavrhnout nulovou hypotézu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Tabulka 6. Test normality zkoumaných dat

	K-S	K-S	Liliefors	Shapiro-Wilk	Shapiro-Wilk
800 m	d=,08071	p> .20	p>,20	W=,96537	p=,02456
1500 m	d=,08623	p> .20	p<,20	W=,91496	p=,00007
3000 m	d=,09407	p> .20	p>,20	W=,94825	p=,01289
nemocnost	d=,45331	p<,01	p<,01	W=,50126	p=,0000
TRMR	d=,26538	p<,01	p<,01	W=,66054	p=,0000
rovinky	d=,06067	p<,01	p<,01	W=,95688	p=,0000
ST	d=,18440	p<,01	p<,01	W=,83835	p=,0000
TV2ANP	d=,17846	p<,01	p<,01	W=,84535	p=,0000
OV	d=,09173	p<,01	p<,01	W=,94283	p=,0000
běžecská síla	d=,28758	p<,01	p<,01	W=,47703	p=,0000
km celkem (týden)	d=,06235	p<,01	p<,01	W=,97523	p=,0000
období	d=,09205	p<,01	p<,01	W=,95888	p=,0000
km celkem	d=,08289	p<,01	p<,01	W=,94040	p=,0000

Také u Shapiro – Wilkova testu je ve všech případech $p < 0,05$ a proto testovanou hypotézu zamítáme na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Z výsledku vyplývá, že zkoumaná data objemů tréninkového zatížení ani data výsledků závodů nemají normální rozložení.

Na základě výsledků všech tří testů můžeme zavrhnout testovanou hypotézu. I z tohoto důvodu jsme v další práci použili mj. test metodou CART, který patří mezi testy

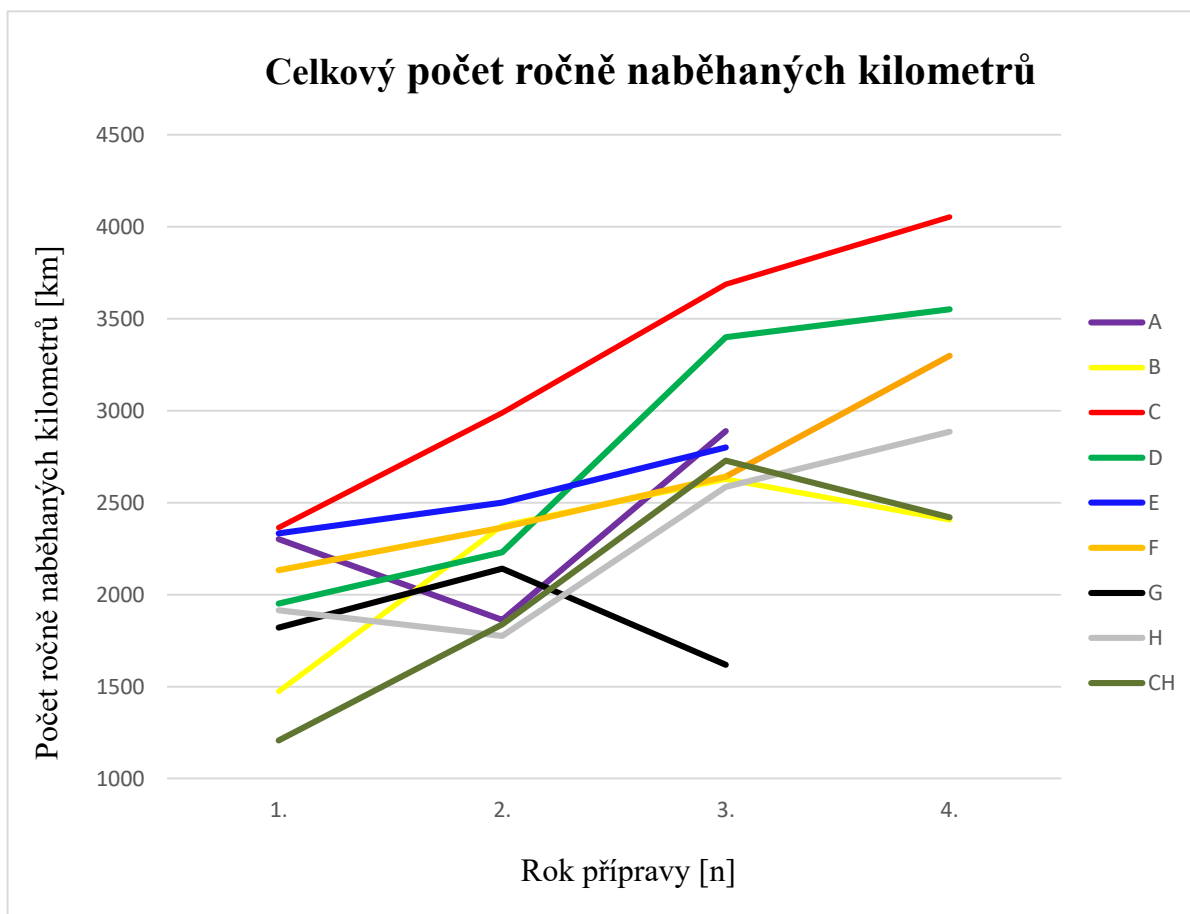
neparametrické. Pro tuto skutečnost jsme se rozhodli i přesto, že jsme si vědomi, že použitím neparametrických metod klesá síla testu z důvodu ztráty původní informace o datech (Sebera, 2014).

5.2 Hodnocení absolvovaného tréninkového zatížení

Abychom mohli posoudit, zda lze tréninkem respektujícím aktuální rozvoj adolescentních běžců významně ovlivnit výkonnost, je potřeba zjistit, jak se námi zkoumaní probandi připravují. Je potřeba zjistit, zda jejich příprava odpovídá spíše přípravě odpovídající věku či rané specializaci.

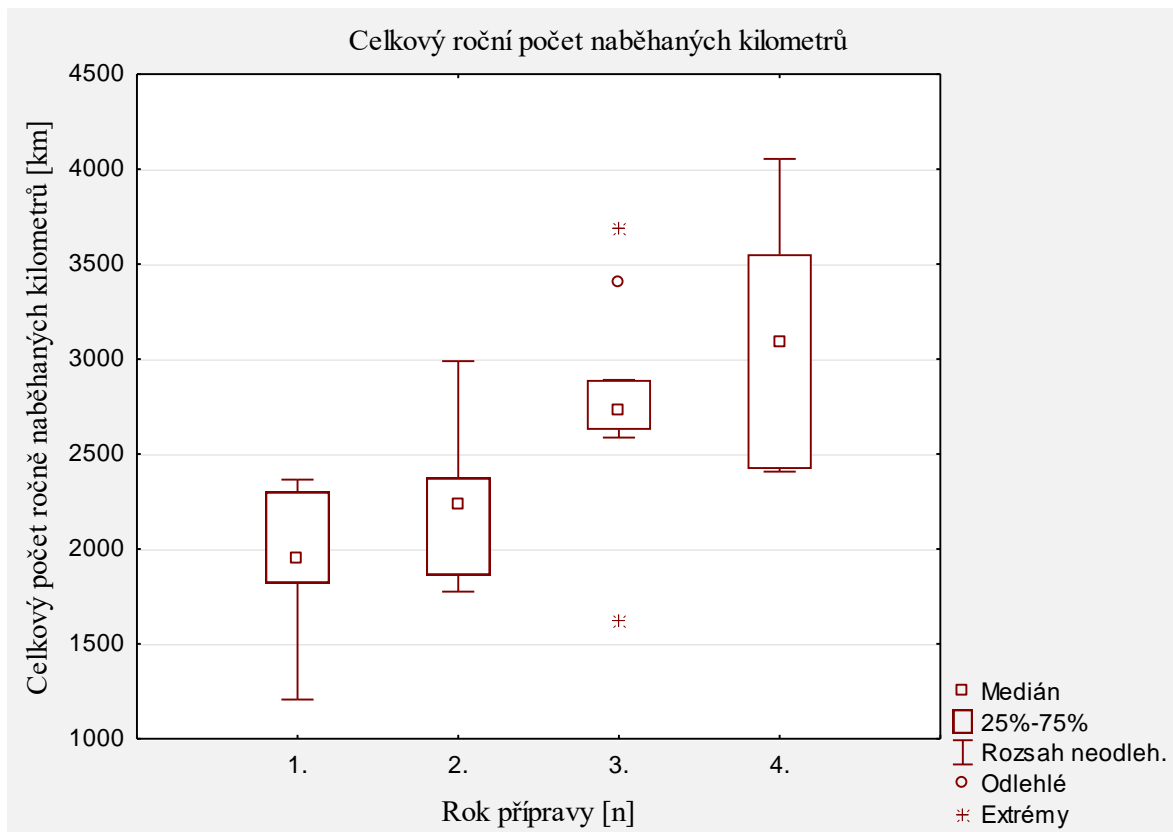
5.2.1 Charakteristika zatížení sledovaných probandů

Na níže uvedených obrázcích 10 – 14 je znázorněn průběh zatížení ve sledovaných letech v jednotlivých tréninkových parametrech. Na obrázku 10 je uveden vývoj celkového počtu naběhaných kilometrů u jednotlivých probandů po dobu sledování. U probandů C, D, E, F a H je zřejmý postupný meziroční nárůst objemu kilometrů. U probandů A, B, G, CH můžeme vidět v některých letech pokles ročně naběhaného objemu kilometrů. Vidíme také velké rozdíly mezi jednotlivými probandy. Proband s nejmenším počtem kilometrů v roce absolvoval v jednotlivých letech 44 až 59 % počtu kilometrů, které naběhal proband s největším počtem kilometrů za rok. Tyto rozdíly jsou částečně způsobeny tréninkovými výpadky, ale z větší části individuálním přístupem k tréninkovému zatížení, které respektuje individuální předpoklady jedinců a aktuální stupeň jejich vývoje.



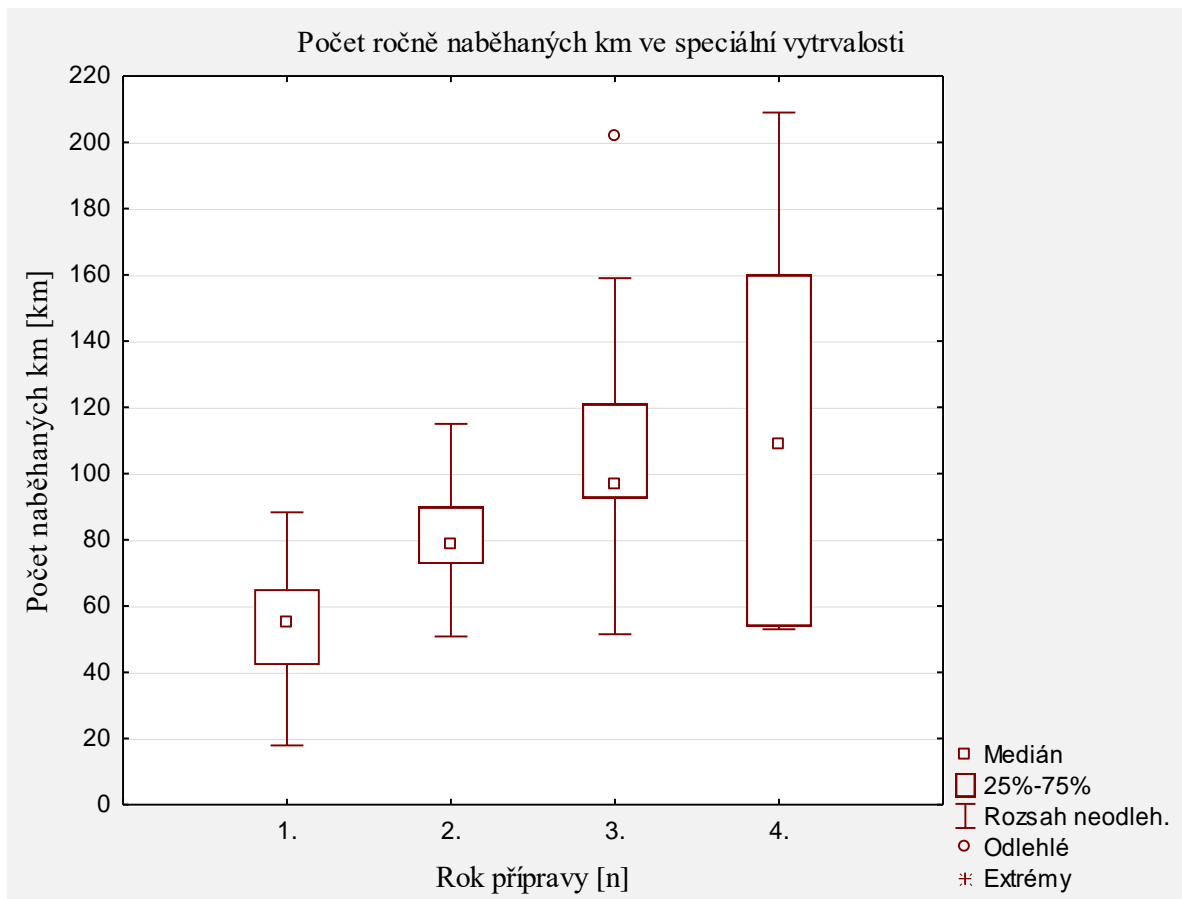
Obrázek 10. Vývoj počtu ročně naběhaných kilometrů u jednotlivých běžců v průběhu sledování

Na obrázku 11 je znázorněn celkový počet ročně naběhaných kilometrů u celého vzorku probandů vyjádřený prostřednictvím krabicového grafu. Vidíme postupný nárůst objemu naběhaných kilometrů jak u mediánu, tak u ostatních zobrazených hodnot.



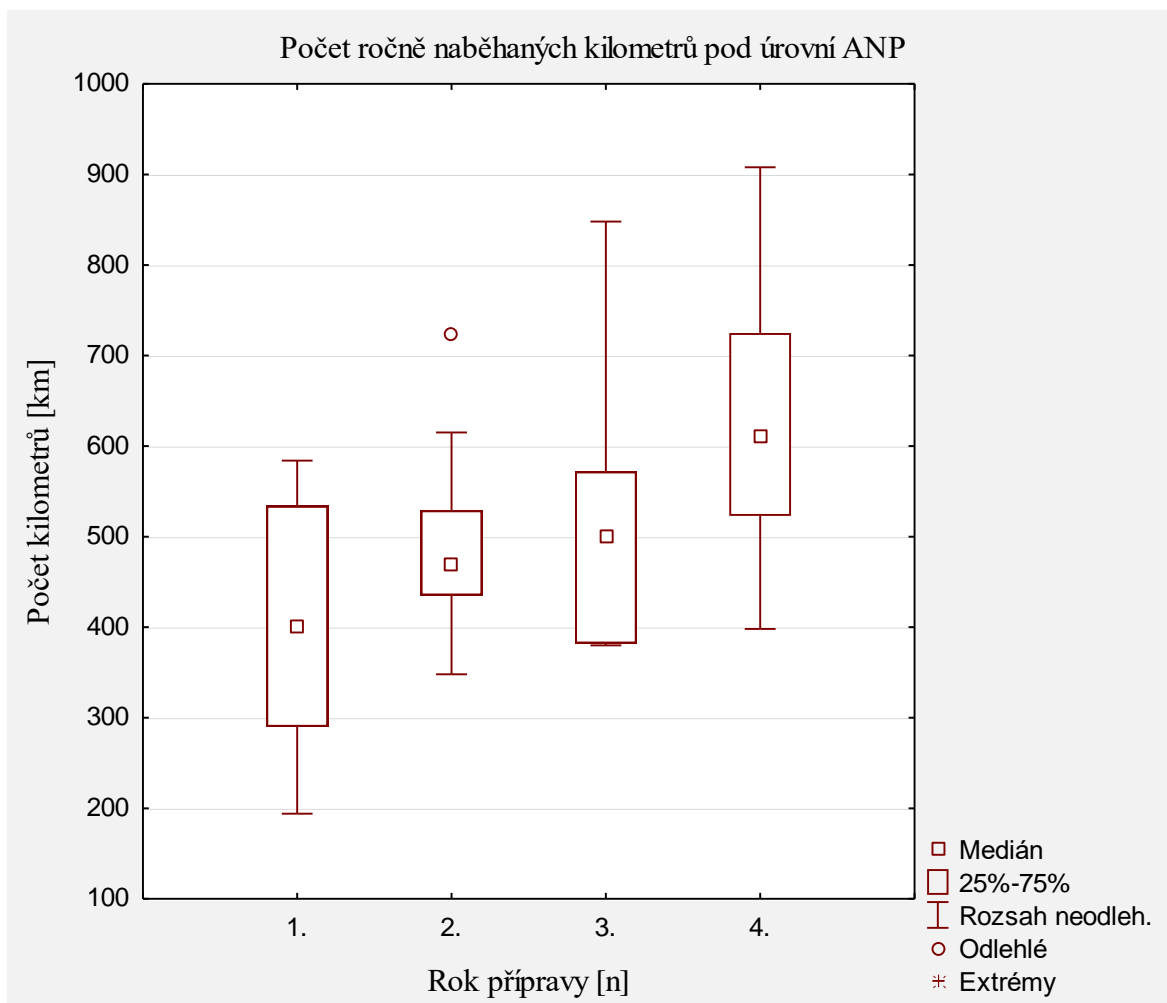
Obrázek 11. Počet ročně naběhaných kilometrů u sledovaných běžců v jednotlivých letech

Na obrázku 12 je vyjádřen počet naběhaných kilometrů za rok ve speciální vytrvalosti, což je dáno součtem kilometrů v tempové rychlosti, speciálním tempu a tempové vytrvalosti. Tato tréninková data představují specifické tréninkové ukazatele. Můžeme vidět postupný nárůst objemu naběhaných kilometrů v tomto tréninkovém ukazateli s výjimkou dolního kvartilu ve čtvrtém roce sledování.



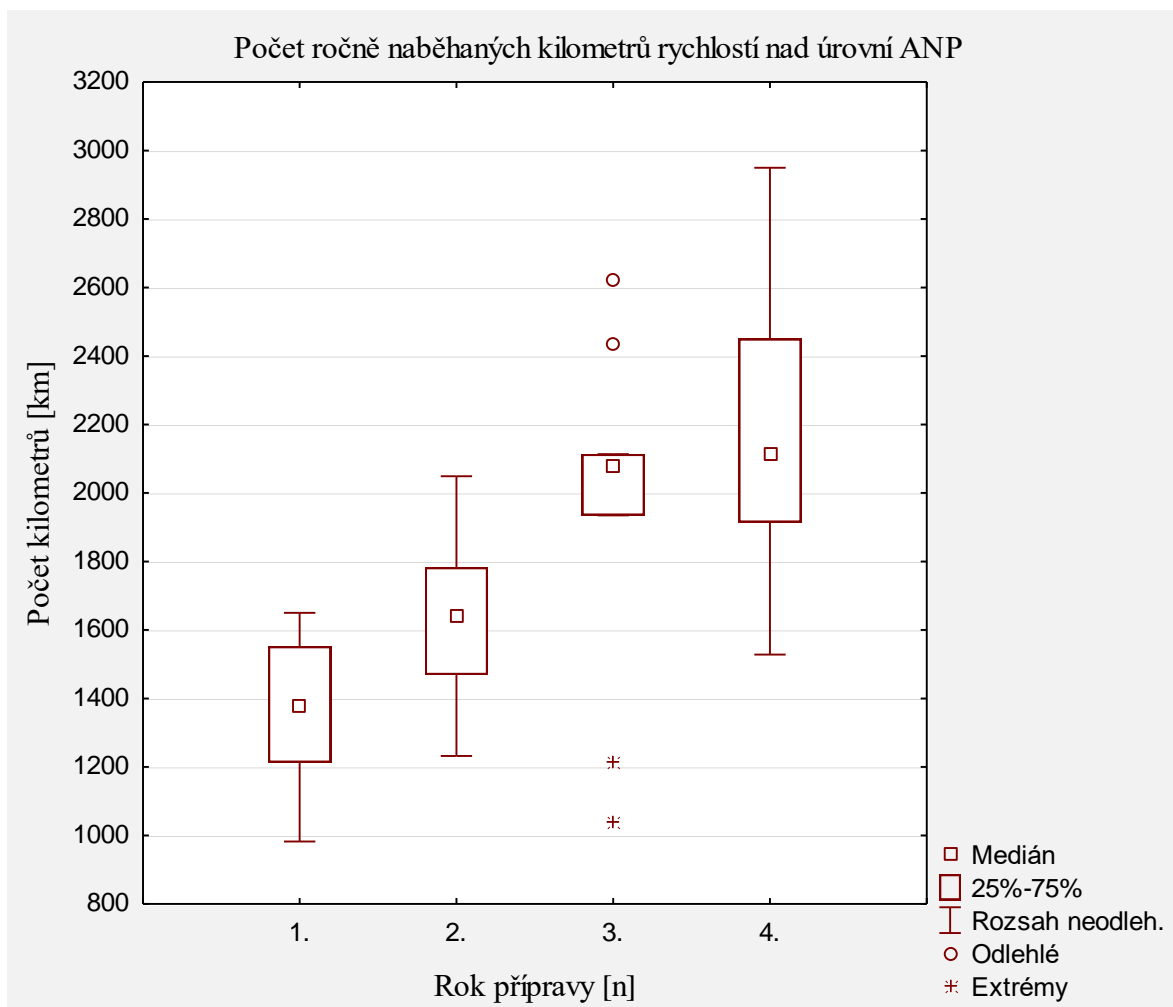
Obrázek 12. Počet ročně naběhaných kilometrů u sledovaných běžců ve speciální vytrvalosti v jednotlivých letech

Na obrázku 13 je zachycen objem ročně naběhaných kilometrů nad úrovní ANP, tzn. rychlostí větší, než odpovídá rychlosti na úrovni ANP. V některých letech se ne u všech probandů postupně zvyšovaly absolvované hodnoty v tomto tréninkovém ukazateli, ale střední hodnoty tohoto parametru se zvyšují každý rok.



Obrázek 13. Počet ročně naběhaných kilometrů u sledovaných běžců nad úrovní anaerobního prahu v jednotlivých letech

Na obrázku 14 je znázorněn objem ročně naběhaných kilometrů pod úrovní ANP, tzn. rychlostí menší, než odpovídá rychlosti na úrovni ANP. Vidíme nárůst mediánu i kvartilů v každém roce sledování.



Obrázek 14. Počet naběhaných kilometrů u sledovaných běžců pod úrovní anaerobního prahu v jednotlivých letech

V průběhu jednotlivých let dochází k postupnému nárůstu objemu zatížení v různých intenzitách. Trénink respektuje individuální stupeň rozvoje probandů.

5.2.2 Objemy zatížení

Provedli jsme charakteristiku tréninku námi sledované skupiny běžců a běžkyň v porovnání s doporučenými či publikovanými objemy zatížení od několika odborníků. Absolvování vyššího tréninkového zatížení, než doporučují Moss & Dick (2004), Konop (1991), Bureš (1986), Tupý (1986), jsme stanovili jako jedno z kritérií rané specializace. Část použitých zdrojů je staršího data vydání, ale protože nejsou k dispozici mladší zdroje, využili jsme níže uvedené.

V tabulkách 7 – 17 jsme porovnali objemy použitých tréninkových prostředků u námi zkoumaných probandů s doporučeními odborníků a také s prezentovanými tréninkovými daty předních mládežnických reprezentantů. Použili jsme data z druhé poloviny 80. let, kdy existovala centrální evidence tréninkového zatížení. Z ostatních období nejsou potřebná data k dispozici. Toto období je sice ze současného pohledu poněkud komplikované, data pro námi sledovanou kategorii a úroveň jsou ale dle našeho názoru použitelná.

V tabulce 7 jsme porovnali objem zatížení v jedné sezóně ve všech tréninkových ukazatelích u námi zkoumaných probandů (pět probandů, kteří odpovídali věkem a pohlavím uvedenému kontrolnímu vzorku) a šesti nejlepších mládežnických reprezentantů z druhé poloviny 80. let ve věku 15 – 16 let (Konop, 1991). Tento zdroj je sice staršího data, ale pro danou kategorii jsme jiné použitelné zdroje s pozdější doby neobjevili. Z tabulky vyplývá, že probandi, které sledujeme, převyšují hodnoty objemu tréninkového zatížení prezentované Konopem (1991) pouze v ukazateli speciální síla, ale jen minimálně. V objemu vybíhaných a skákaných kopců se blíží objemu absolvovanému mládežnickými reprezentanty. U obecného posilování a rozvoje tempa běhu na úrovni anaerobního prahu (TU 15 – 16) dosáhli probandi 82, resp, 88 % hodnot publikovaných u reprezentantů. U ostatních ukazatelů se jejich hodnotám ani nepřibližují. To hovoří pro potvrzení verze, že sledovaní běžci neabsolvovali trénink odpovídající rané specializaci. Z odborného pohledu absolvovali málo objemu zatížení v tréninkových ukazatelích 7 – 11, které odpovídají rozvoji maximální a tempové rychlosti. Pozitivní naopak je, že absolvované zatížení v ukazatelích 12 – 16 je výrazně nižší, než u prezentovaných běžců reprezentačního výběru. Zmíněné tréninkové ukazatele zahrnují speciální tempo, tempovou vytrvalost a kvalitní vytrvalostní přípravu.

U obecných tréninkových ukazatelů je situace podobná, sledovaní probandi převyšují absolvované mládežnickými reprezentanty pouze v počtu absolvovaných závodů a startů (absolvovali mnoho startů v doplňkových disciplínách), blíží se jim v počtu dnů zatížení, u ostatních za nimi zaostávají. U počtu hodin regenerace tato skutečnost hovoří v neprospěch sledovaných běžců, u ostatních ukazatelů zjištěná data ukazují na rezervy v tréninkovém zatížení, díky nimž je v budoucnu potenciál pro další zlepšování prostřednictvím navýšení tréninkového objemu.

Objem použitých tréninkových prostředků u sledovaných probandů je významně nižší ve specifických, také v nespecifických tréninkových ukazatelích, než u výběru mládežnické reprezentace běžců na střední a dlouhé tratě ve druhé polovině 80. let ve věku 15 – 16 let (Konop 1991).

Tabulka 7. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných probandů a šesti vybraných elitních mládežnických reprezentantů ve 2. polovině 80. let ve věku 15 – 16 let podle Konopa (1991), s. 43 – 46

TU	průměr mládežnická reprezentace	průměr sledovaní probandi	%
1 [n]	298	283	95
2 [n]	363	317	87
3 [n]	25,3/31,2	31,2/42,4	123/136
4 [hod]	568	445	78
5 [hod]	87	39	44
6 [n]	13/0	28,2/18,6	217/-
7-8 [km]	10	4	41
9-10 [km]	41	13	32
11-12 [km]	101	34	33
13-14 [km]	129	41	60
15-16 [km]	248	101	88
17-18 [km]	2072	2031	71
19 [km]	0	9	-
20-22 [km]	140	74	98
23 [km]	2726	2031	75
24 [t]	12	13	104
25 [hod]	20	17	84
26 [hod]	158	121	77

Pro porovnání zatížení u sledovaných dívek jsme využili doporučení tréninkového zatížení Bureše (1986) pro vrcholově se připravující dívky v různém věku, viz tabulky 8 – 10. Tento autor se podrobně celoživotně zabýval vrcholovým tréninkem dívek od věku 15 let po dospělost. Přes stáří tří dekad je tento zdroj stále aktuální, modernější odborná doporučení nebyla publikována.

Tabulka 8. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžkyň ve věku 15 – 16 let s doporučením Bureše (1986), s. 51

TU	doporučení Bureš	realita	%
1 [n]	250	277	111
2 [n]	250	309	124
3 [n]	12	26	213
4 [hod]	550	587	107
5 [hod]	80	126	158
7-11 [km]	30	10	32
12-16 [km]	180	151	84
17 [km]	330	224	68
18 [km]	1000	1194	119
20-22 [km]	60	64	107
23 [km]	1600	1769	111
25 [hod]	80	20	25
26 [hod]	40	31	78

Tabulka 9. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžkyň ve věku 17 – 18 let s doporučením Bureše (1986), s. 51

TU	doporučení Bureš	realita	%
1 [n]	260	292	112
2 [n]	360	362	101
3 [n]	16	26	163
4 [hod]	620	544	88
5 [hod]	100	54	54
7-11 [km]	50	28	56
12-16 [km]	210	310	148
17 [km]	400	502	125
18 [km]	1060	1387	131
20-22 [km]	80	90	113
23 [km]	1800	2487	138
25 [hod]	80	27	34
26 [hod]	60	42	70

Tabulka 10. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžkyň ve věku 19 let s doporučením Bureše (1986), s. 50

TU	doporučení Bureš	realita	%
1 [n]	290	296	102
2 [n]	400	393	98
3 [n]	16	30	188
4 [hod]	750	580	77
5 [hod]	120	85	71
7-11 [km]	60	16	26
12-16 [km]	620	433	70
17 [km]	430	314	73
18 [km]	1300	1794	138
20-22 [km]	90	76	84
23 [km]	2500	2852	114
25 [hod]	80	19	23
26 [hod]	100	56	56

Z porovnání s doporučením Bureše (1986) v tabulkách 8 – 10 vyplývá, že sledované běžkyňe nedosahují ve věku 15 – 16 let doporučených objemů v tréninku rychlosti (TU 7 – 11), speciálního tempa (TU 12 – 14), v tempové vytrvalosti (TU 15) ani v rozvoji anaerobního prahu (TU 16). Naopak doporučené objemy překračují v počtu tréninkových jednotek (na rozdíl od doporučení již někdy absolvují dvoufázový trénink) a nepatrně také v celkovém počtu kilometrů za rok. Ve věku 17 – 18 let přesahují doporučené objemy v rozvoji speciální vytrvalosti a v objemu volných běhů, což vede i k navýšení celkového počtu kilometrů za rok. Ve věku 19 let mají námi sledované běžkyňe největší rezervu v tréninku maximální a tempové rychlosti, doporučených objemů nedosahují ani v tréninku speciálního tempa, tempové vytrvalosti, rozvoje anaerobního ani aerobního prahu, ani v silové přípravě. Jediným parametrem, kterým převyšují doporučené tréninkové objemy je počet kilometrů obecné vytrvalosti. Mírně vyšší je i celkový objem naběhaných kilometrů. Ve všech věkových kategoriích mají sledované běžkyňe větší počet absolvovaných závodů, než doporučuje Bureš (1986). Většina závodů je ale absolvována na doplňkových tratích.

Při rozboru tréninkových doporučení pro děvčata od Bureše (1986) vidíme velký nárůst v doporučeném objemu tréninku v rychlostní a speciální přípravě mezi běžkyňemi ve věku 18 a 19 let, přičemž nárůst tréninkových objemů mezi žákovským a dorosteneckým věkem je minimální. Námi sledované běžkyňe absolvovaly plynulejší nárůst objemu tréninku. Proto ve věku 15 – 16 let nedosahují doporučeného objemu v oblasti speciální vytrvalosti

(rychlost běhu na úrovni tempové rychlosti, speciálního tempa a tempové vytrvalosti), ve věku 17 – 18 let ji přesahují a ve věku 19 let jsou s objemem opět pod třemi čtvrtinami doporučení. Z hlediska rychlostní přípravy jsou naše běžkyně připravovány významně méně, než doporučuje Bureš (1986), naopak v oblasti obecné vytrvalosti dosahují větších objemů. Můžeme konstatovat, že doporučení Bureše pro věk 17 – 18 let je poněkud poddimenzované.

Další příležitostí k porovnání objemů zatížení s písemnictvím skýtají metodické pokyny k osnovám sportovních gymnázií pro běžce na střední a dlouhé tratě (Tupý, 1986), viz tabulky 11 – 16. Ty jsou specifikovány zvláště nejen podle pohlaví a věku, ale také podle typu běžců. K porovnání s tímto zdrojem nás vedl i fakt, že všichni sledovaní probandi až na jednoho byli studenty sportovních gymnázií.

U běžců rychlostního typu ve věku 15 – 16 let přesahují (velmi těsně) námi sledovaní běžci doporučení pouze v rychlostech běhu na anaerobním prahu, aerobním prahu a obecné vytrvalosti, což je společný tréninkový ukazatel 15 – 17, ve vybíhaných kopcích a v obecné silové přípravě. V ostatních parametrech je jejich absolvovaný tréninkový objem mnohem nižší, u rozvoje speciálního tempa, tempové rychlosti a tempové vytrvalosti o cca čtvrtinu nižší, u doplňků o polovinu.

Tabulka 11. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžců rychlostního typu ve věku 15 – 16 let s doporučeními dle metodického pokynu pro SŠ podle Tupého (1986), s. 19

TU	doporučení	realita	%
1 [n]	260	291	112
2 [n]	340	334	98
3 [n]	25	24	96
4 [hod]	680	605	89
5 [hod]	100	31	31
7-14 [km]	165	131	79
(11-12) [km]	55	34	62
15-17 [km]	360	380	106
18 [km]	1815	1350	74
20-22 [km]	60	70	117
23 [km]	2400	2124	89
25 [hod]	60	68	113
26 [hod]	250	121	48

U stejné věkové kategorie u vytrvalostního typu běžců jsme zaznamenali v porovnání s doporučením minimální objem rychlostní přípravy (TU 7 – 10), v ostatních ukazatelích jsou objemy o cca 5 – 20 % nižší, než doporučované hodnoty, s výjimkou vybíhaných kopců (TU 20 – 22), kde probandi převyšovali doporučené hodnoty téměř o polovinu. Tito běžci také vykazují velmi malé množství obecného posilování a doplňků.

Tabulka 12. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžců vytrvalostního typu ve věku 15 – 16 let s doporučeními dle metodického pokynu pro SŠ podle Tupého (1986), s. 20

TU	doporučení	realita	%
1 [n]	260	288	111
2 [n]	340	325	96
3 [n]	25	26	104
4 [hod]	680	376	55
5 [hod]	100	32	32
7-10 [km]	40	8	20
11-14 [km]	100	96	96
15 [km]	100	87	87
16 [km]	200	164	82
17-18 [km]	1900	1514	80
20-22 [km]	60	86	143
23 [km]	2400	2091	87
25 [hod]	60	14	23
26 [hod]	250	87	35

V kategorii 17 – 18 let u rychlostních typů přesahují sledování normy zatížení pouze u speciální síly (TU 24) a u společného ukazatele tempové vytrvalosti a anaerobního prahu (TU 14 – 16). U ostatních ukazatelů jsou v rozmezí poloviny až tří čtvrtin doporučeného objemu.

Tabulka 13. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžců rychlostního typu ve věku 17 – 18 let s doporučeními dle metodického pokynu pro SŠ podle Tupého (1986), s. 19

TU	doporučení	realita	%
1 [n]	290	269	93
2 [n]	380	310	82
3 [n]	25	28	113
4 [hod]	800	515	64
5 [hod]	120	27	22
7-14 [km]	210	161	77
(10-11) [km]	70	32	45
14-16 [km]	460	552	120
17-18 [km]	2250	1027	46
20-22 [km]	80	53	66
23 [km]	3000	1928	64
24 [t]	120	143	120
25 [hod]	45	19	43
26 [hod]	200	129	64

U vytrvalostních typů běžců se ve věku 17 – 18 let sledovaní probandi dostali přes doporučenou hranici pouze v rozvoji anaerobního prahu (TU 16) a vybíhaných kopců (TU 20 – 22), výrazně tyto hodnoty převyšují u obecné vytrvalosti. Doporučených hodnot dosáhli ve speciálním tempu (TU 13). U ostatních ukazatelů jsou na úrovni 45 – 87 % doporučených hodnot, u rozvoje obecné síly dokonce jen na úrovni třetinových hodnot.

Tabulka 14. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžců vytrvalostního typu ve věku 17 – 18 let s doporučeními dle metodického pokynu pro SŠ podle Tupého (1986), s. 20

TU	doporučení	realita	%
1 [n]	290	309	107
2 [n]	380	385	101
3 [n]	25	31	124
4 [hod]	800	452	56
5 [hod]	120	85	71
7-10 [km]	20	17	86
11 [km]	40	18	45
12 [km]	50	38	75
13 [km]	70	73	104
14 [km]	170	136	80
15 [km]	300	197	66
16 [km]	210	285	136
17 [km]	1420	662	47
18 [km]	700	1320	189
20-22 [km]	80	88	110
23 [km]	3500	3048	87
24 [t]	40	36	90
25 [hod]	45	17	38
26 [hod]	200	127	64

U dívek jsme měli možnost zkoumat tréninkové zatížení pouze u vytrvalostního typu běžkyň. Ve věku 15 – 16 let dosáhly sledované běžkyně mírně vyšších hodnot, než je doporučení u obecné vytrvalosti (TU 18), vybíhaných kopců (TU 20 – 22) a celkového součtu kilometrů (TU 23). Naopak pouze třetinových hodnot dosahují u maximální rychlosti (TU 7 – 10) a polovičních hodnot u obecného posilování (TU 25) a doplňků (TU 26). U ostatních parametrů se pohybují v rozmezí 70 – 77 % doporučených hodnot. Ve věku 17 – 18 let je rozložení tréninkových ukazatelů podobné, jen u obecné vytrvalosti vykazují sledované běžkyně téměř dvojnásobek doporučení. Nejnižší hodnota se opět nachází u rozvoje maximální rychlosti.

Tabulka 15. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžkyň vytrvalostního typu ve věku 15 – 16 let s doporučeními dle metodického pokynu pro SŠ podle Tupého (1986), s. 20

TU	doporučení	realita	%
1 [n]	260	277	107
2 [n]	340	309	91
3 [n]	25	26	104
4 [hod]	680	587	86
5 [hod]	100	126	126
7-10 [km]	10	3,5	35
11-14 [km]	60	46	77
15 [km]	50	35	70
16 [km]	100	78	78
17 [km]	320	224	70
18 [km]	1000	1194	119
20-22 [km]	60	64,5	108
23 [km]	1600	1769	111
25 [hod]	40	20,5	51
26 [hod]	250	131	52

Tabulka 16. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžkyň vytrvalostního typu ve věku 17 – 18 let s doporučeními dle metodického pokynu pro SŠ podle Tupého (1986), s. 20

TU	doporučení	realita	%
1 [n]	290	293	101
2 [n]	380	362	95
3 [n]	25	26	106
4 [hod]	800	544	68
5 [hod]	120	54	45
7-10 [km]	10	3	26
11-14 [km]	120	79	66
15 [km]	100	81	81
16 [km]	200	188	94
17 [km]	590	505	86
18 [km]	700	1384	198
20-22 [km]	80	88	110
23 [km]	1800	2513	140
24 [t]	70	52	74
25 [hod]	60	26	44
26 [hod]	200	137	69

Přestože se u sledovaných běžců a běžkyň do jisté míry projevují v absolvovaných objemech tréninkového zatížení jejich individuální dispozice, můžeme říci, že sledovaní běžci mají v některých případech společný vyšší absolvovaný objem tréninku vybíhaných kopců, obecné vytrvalosti, také celkový počet kilometrů.

V počtu dnů zdravotní neschopnosti či zdravotního omezení jsou zahrnuty všechny dny, kdy byl trénink omezen či znemožněn ze zdravotních důvodů. Vesměs se jednalo o běžná onemocnění (virózy či angíny) či zranění způsobené nějakým úrazem, nejčastěji výron kotníku při špatném došlapu, také byly zaznamenány úrazy při hře. Také jsme v tréninkových záznamech dohledali čtyři případy opakování virové či bakteriální infekce v krátkém sledu (během cca dvou týdnů), což bylo pravděpodobně důsledkem nedoléčení onemocnění. Nejsou tedy zaznamenána zranění z důvodu přímého přetížení. Zaznamenaná zranění nemají přímou souvislost s objemem tréninkového zatížení. Některé dny zdravotního omezení mohly být potenciálně nepřímo způsobeny chybami v dávkování a načasování zátěže a odpočinku, ale to nebylo možné objektivně posoudit. V záznamech ale nefigurují žádná zranění z přetížení organismu.

Při srovnání s dostupnými zahraničními zdroji, např. Moss & Dick (2004) – viz tabulka 3, se sledovaní probandi pohybují na spodní hranici doporučeného objemu naběhaných kilometrů. Co se týká maximální délky tréninkových běhů, nedosahují délky uvedené v doporučení. Z celkového pohledu trénink sledovaných probandů dosahuje doporučené rozmezí tréninkových objemů, v žádném kritériu je nepřevyšuje.

Prostřednictvím analýzy objemu zatížení v jednotlivých tréninkových ukazatelích a porovnáním s doporučeními jsme zjistili, že u sledovaných probandů zatížení nepřevyšuje doporučení. Přesto dochází ke zlepšování výkonnosti.

5.2.3 Počet intervalových tréninků

V tabulce 3 je mimo dalších doporučení uvedena četnost náročných anaerobních tréninků dle Mosse & Dicka (2004).

V porovnání s celkovými počty tréninků v tabulce 17 je možné vidět, že námi sledovaní probandi absolvovali významně více tréninků za rok. Počet absolvovaných náročných intervalových tréninků u sledovaných probandů nedosahuje hodnot doporučených dle Mosse & Dicka (2004), což je uvedeno v tabulce 18.

Tabulka 17. Celkový počet absolvovaných tréninků za rok u sledovaných probandů ve srovnání s doporučením dle Mosse & Dicka (2004)

	celkový počet tréninků	doporučený počet tréninků
14 – 15 let	300,0 ± 38,9 *	156 – 208
16 let	317,7 ± 21,6 *	208 – 260
17 let	362,7 ± 42,3 *	260 – 312
18 – 19 let	369,9 ± 30,6 *	312 – 468

* rozdíl je věcně významný

Tabulka 18. Celkový počet kvalitních intervalových tréninků za rok u sledovaných probandů ve srovnání s doporučením dle Mosse & Dicka (2004)

	kvalitní intervalové tréninky	doporučený počet kvalitních intervalových tréninků
14 – 15 let	22,8 ± 9,8	0 – 52
16 let	36,0 ± 5,1 *	52
17 let	39,8 ± 3,4 *	52
18 – 19 let	47,8 ± 6,0 *	104 – 156

* rozdíl je věcně významný

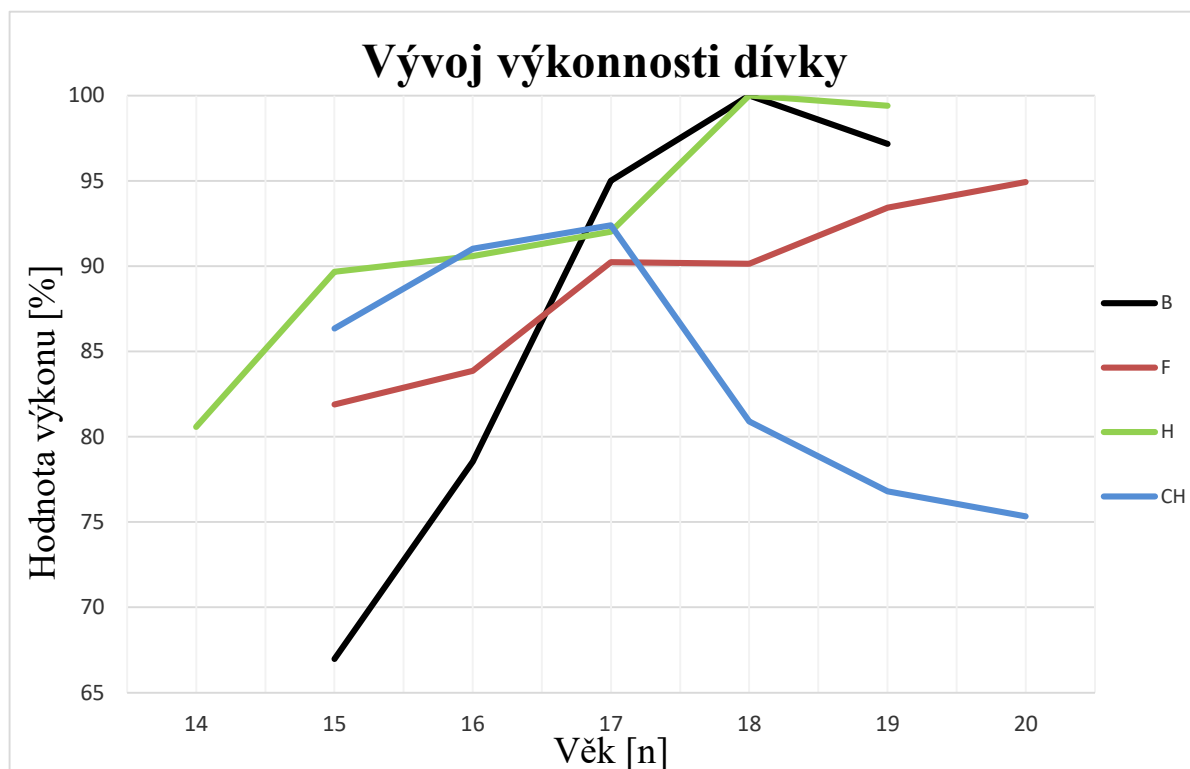
Dle kritéria počtu náročných intervalových tréninků je možno konstatovat, že námi sledovaní probandi absolvovali trénink odpovídající věku. U tohoto hodnocení musíme vzít v úvahu určitou míru subjektivity při hodnocení, co je a není náročný intervalový trénink.

5.2.4 Výkonnostní křivka

Jedním ze znaků optimálního zatěžování adolescentních běžců je postupné zvyšování úrovně výkonnosti bez velkých výkonnostních skoků a propadů výkonnosti. Stanovili jsme kritérium tréninku odpovídajícímu věku – zlepšení maximálně o 20 % z bodové hodnoty výkonu dle bodových tabulek IAAF, tzv. „maďarských tabulek“. Pro znázornění a porovnání tempa růstu výkonnosti a soustavnosti zlepšování výkonů u jednotlivých běžců na jejich hlavní závodní trati jsme vytvořili graf vývoje výkonnosti v průběhu sledovaných let. Po zjištění hlavní disciplíny u každého běžce, jsme přepočítali nejlepší výkon v této disciplíně v každém roce dle IAAF scoring tables of athletics (Spiriev & Spiriev, 2011), tzv. „maďarských tabulek“. Osobní rekord (nejen ve sledovaném období, ale za celou sportovní kariéru) na hlavní trati odpovídá hodnotě 100 % a nejlepší výkon každý rok v rozmezí od 14

do 20 let jsme výkony přiřadili k odpovídající hodnotě procentních bodů. Tyto hodnoty jsou znázorněné na obrázku 15 a obrázku 16.

Meziroční změny výkonů jsme použili jako jedno z kritérií pro posouzení přiměřenosti růstu výkonnosti. Toto hledisko jsme stanovili jako jedno z kritérií přiměřenosti tréninkového programu.



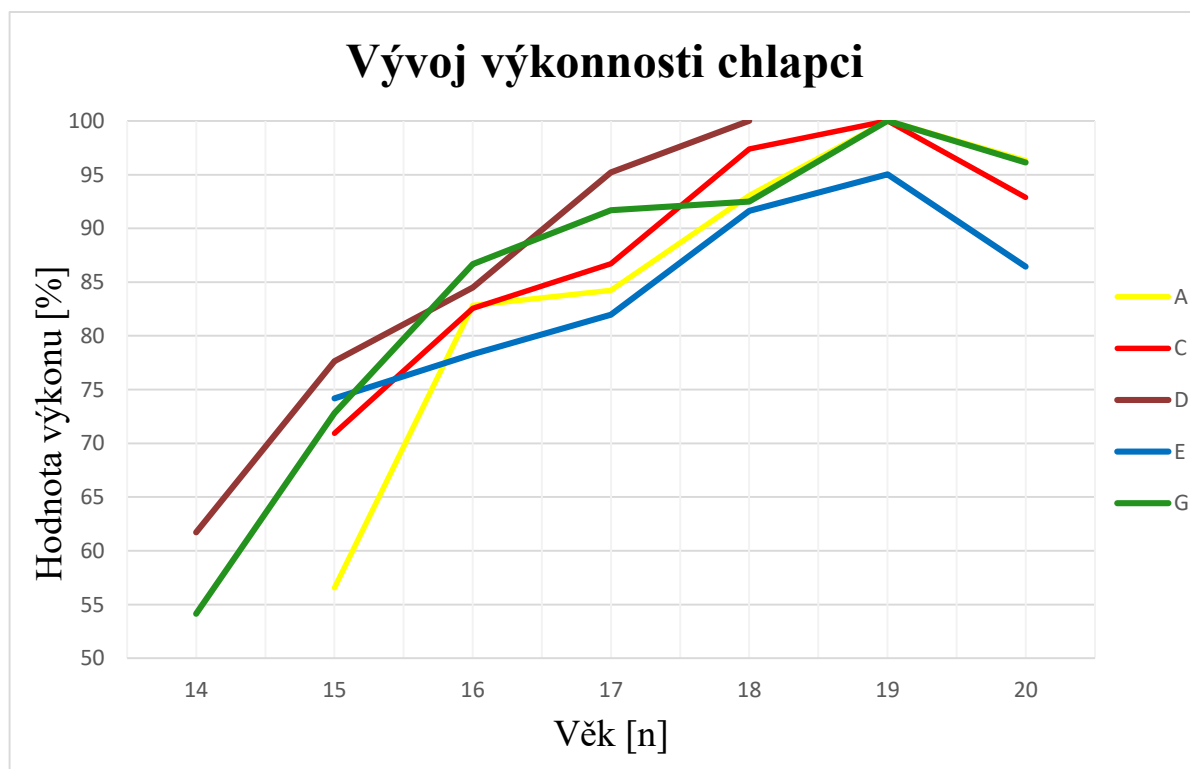
Obrázek 15. Vývoj výkonnosti běžkyň v hlavní disciplíně v průběhu sledování

Výkonnostní křivka na obrázku 15 je ukončena u jednotlivých běžkyň v různém věku. Běžkyně B je v době tohoto výzkumu ve věku 19 let, závodnice H ve věku 18 odešla do zahraničí a nepokračovala ve sportu ve vrcholové podobě. Atletka CH prodělala dlouhodobé zdravotní problémy (bez přímé souvislosti se sportovní přípravou), po jejich překonání si ve věku 25 let vytvořila velice hodnotné osobní rekordy. Její křivka výkonnosti má tedy velice nestandardní tvar, ale má souvislost s dlouhodobým zdravotním stavem. Běžkyně F zlepšovala svoji výkonnost i nadále víceméně rovnoměrně.

U atletky H jsme zaznamenali větší pokrok ve výkonnosti hned první rok přípravy, pak se vývoj zpomalil, čtvrtý rok (po 17. roku věku) můžeme vidět opět větší progres. U probandky B je rychlý vývoj po celou dobu sledování, pouze v posledním roce (po 18. roku

věku) je mírný pokles výkonnosti. V tom roce jsme zaznamenali největší množství dnů zdravotní neschopnosti (opakovaná onemocnění). U závodnice F je progres neustále, avšak různou rychlostí. Z obrázku 15 je patrné, že dvě běžkyně si vytvořili osobní rekord v 18 letech, další dvě výrazně později (25 a 26 let). Jako optimální se jeví vývoj výkonnosti u běžkyně F, případně běžkyně H. U běžkyně B je zřetelný prudký nárůst výkonnosti na počátku kariéry, částečně způsobený nejhorším vstupním výkonem ze všech sledovaných. Nejhorší průběh výkonnostní křivky je u závodnice CH. Zdravotní problémy téměř přerušily její sportovní kariéru, nutno podotknout, že po jejich překonání patřila k úzké špičce závodnic v ČR.

U mužů si osobní rekord v 18 letech zaběhl jeden běžec (aktuálně je mu 18 let), tři probandi si nejlepší čas vytvořili v 19 letech, jeden v 21 letech.



Obrázek 16. Vývoj výkonnosti běžců v hlavní disciplíně v průběhu sledování

Běžec E si osobní rekord na hlavní trati vytvořil ve věku 21 let. Probandi C, G a A pokračovali i po dosažení dospělosti v atletické kariéře. První z nich je ještě aktivní, aktuálně řeší následky vrozené zdravotní indispozice, druhý prodělal vážné onemocnění, které znemožňovalo vrcholový trénink, a třetí měl vážnou nehodu. U běžců G a A již nebylo možné navázat na vrcholovou úroveň. Probandi D, G a A zaznamenali velké zlepšení v průběhu

prvního roku tréninku, proband G i druhý rok. Všichni sledovaní probandi zlepšovali svoji výkonnost na hlavní závodní trati až do 19 let (s výjimkou běžce D, který v době ukončení výzkumu tohoto věku ještě nedosáhl). Běžci E a A se v následujícím roce zhoršili, ale proband E pouze přechodně.

U žádného běžce ani běžkyně jsme nezaregistrovali výrazné zlepšení v průběhu sledovaného období, které by převyšovalo stanovené kritérium a ukazovalo na výraznou tréninkovou akceleraci. Při pohledu na obrázky 15 a 16 můžeme vidět zrychlený růst výkonnosti pouze na počátku kariéry, a to u všech probandů s výjimkou probandů E a F. Pouze u probanda A došlo na začátku kariéry ke zlepšení většímu, než stanovené kritérium. Příčinou byl velmi slabý výkon v prvním absolvovaném závodě a následné zlepšení.

5.2.5 Věk vrcholné výkonnosti

U velké části sledovaných probandů nastala vrcholná výkonnost okolo 19. roku věku. U dvou toto kritérium nelze posoudit z důvodu aktuální věkové hranice 18, resp. 19 let. Někteří další se přestěhovali do jiného města, kde začali studovat vysokou školu. Ne všem se podařilo skloubit studium na VŠ a vrcholový sport, navíc u nich došlo ke změně klubu a trenéra. Ze sedmi probandů, u kterých můžeme sledovat další vývoj, pokračovali na vrcholové úrovni dva, ostatní se alespoň další 2 roky pohybovali na úrovni nejhůře cca 3 % pod jejich osobními rekordy.

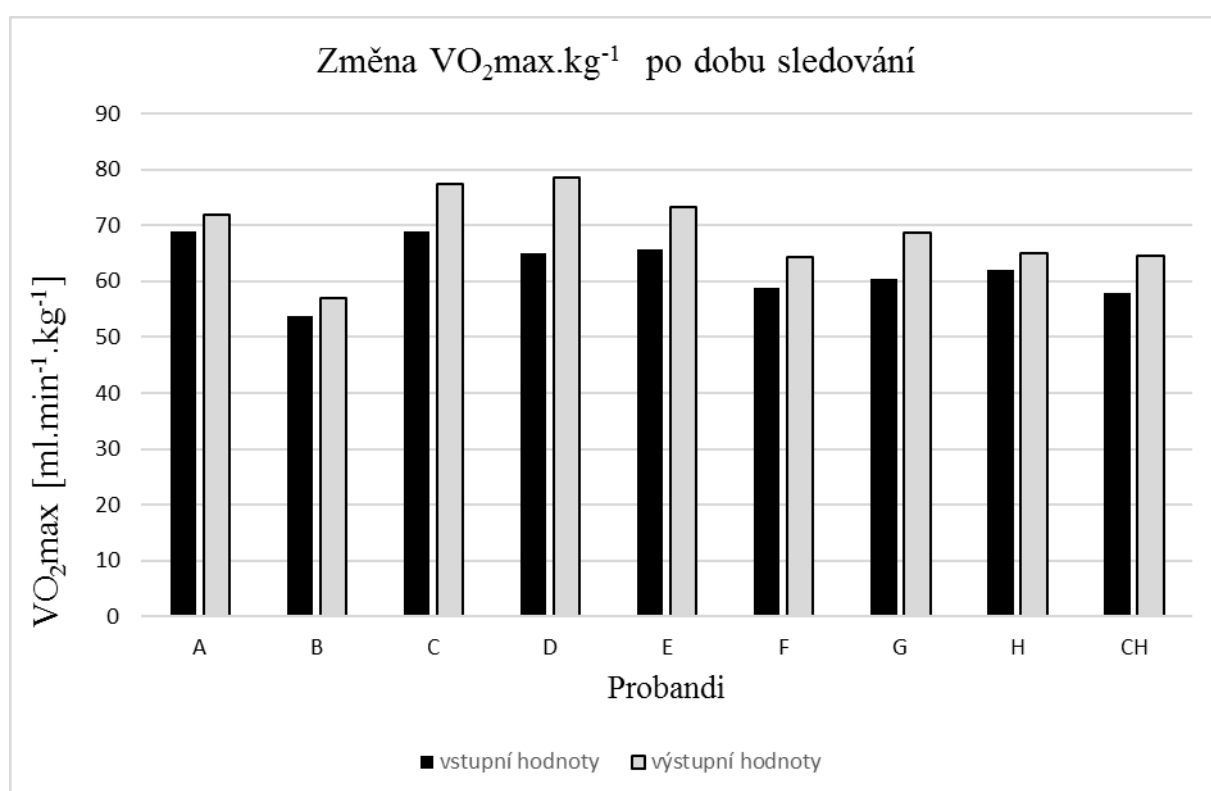
U pěti sledovaných probandů došlo ke stagnaci výkonnosti okolo 19. roku věku. Bylo u nich také zaznamenáno relativně krátké období vrcholné výkonnosti. Ani u jednoho ale důvodem nebylo dosažení hranice tréninkových možností (v kvantitě ani v kvalitě), ale spíše zdravotní či osobní důvody.

Na obrázku 15 a 16 je prezentována výkonnost sledovaných probandů od začátku atletické kariéry do 20 let věku, tzn. do prvního roku dospělosti z pohledu atletických pravidel. Věk 19 let je v běžích na střední a dlouhé tratě počátek věku vrcholné výkonnosti, toto období trvá do 35 let s vrcholem mezi 23 a 27 lety věku (Vobr, 2009). Je tedy zřejmé, že probandi jsou na prahu dospělosti na počátku věku vrcholné výkonnosti. V tomto období končí z rozličných důvodů svoji atletickou kariéru velké procento atletů (nejen běžců). Z námi sledovaných atletů si dva probandi vytvořili na hlavní trati osobní rekord ve věku 25 a 26 let, což je ideální věk pro běžce na střední a dlouhé tratě. Další dva probandi dosáhli nejlepšího

výkonu ve 21 resp. ve 20 letech. Ostatní sledovaní běžci a běžkyně na své výkony v mládežnickém věku z různých důvodů nenavázali.

5.2.6 Změna úrovně výkonnosti za dobu sledování

Na začátku sledování bylo zjištěno $VO_2max.kg^{-1}$ u chlapců $65,82 \pm 3,19 ml.min^{-1}.kg^{-1}$, u děvčat $58,23 \pm 2,94 ml.min^{-1}.kg^{-1}$, na konci $VO_2max.kg^{-1}$ u chlapců $73,94 \pm 3,60 ml.min^{-1}.kg^{-1}$, u děvčat $62,73 \pm 3,31 ml.min^{-1}.kg^{-1}$. Na obrázku 17 vidíme změnu hodnoty VO_2max u našich probandů za dobu sledování, tj. mezi 15 a 19 roky věku.



Obrázek 17. Hodnota maximální spotřeby kyslíku u sledovaných běžců na začátku a konci sledovaného období

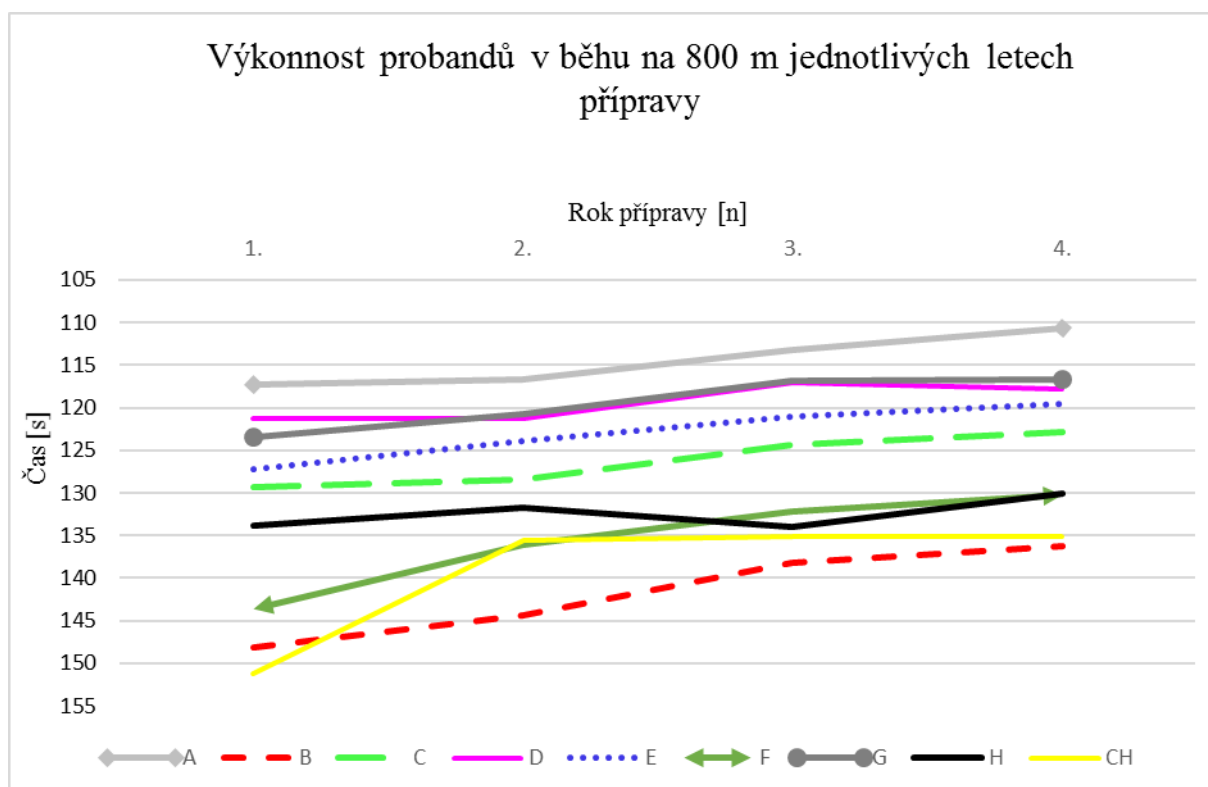
Na obrázcích 18 – 20 vidíme růst výkonnosti probandů na sledovaných tratích 800 m, 1500 m a 3000 m. Až na výjimky způsobené organizačními či zdravotními důvody se všichni sledovaní atleti účastnili každý rok závodů na všech třech disciplínách. Z uvedených grafů můžeme zjistit, že u některých běžců a běžkyň došlo v ojedinělých případech meziročně i ke stagnaci výkonnosti na některé z tratí. Přesto vidíme, že se výkonnost u většiny probandů meziročně zvyšovala.

Tabulka 19. Věcná a statistická významnost změny výkonnosti sledovaných adolescentních běžců a běžkyň v průběhu sledování

disciplína	Cohenovo d
800 m dívky	2,23*
800 m chlapci	1,50*
1500 m dívky	1,46
1500 m chlapci	3,83*
3000 m dívky	0,80
3000 m chlapci	2,05*

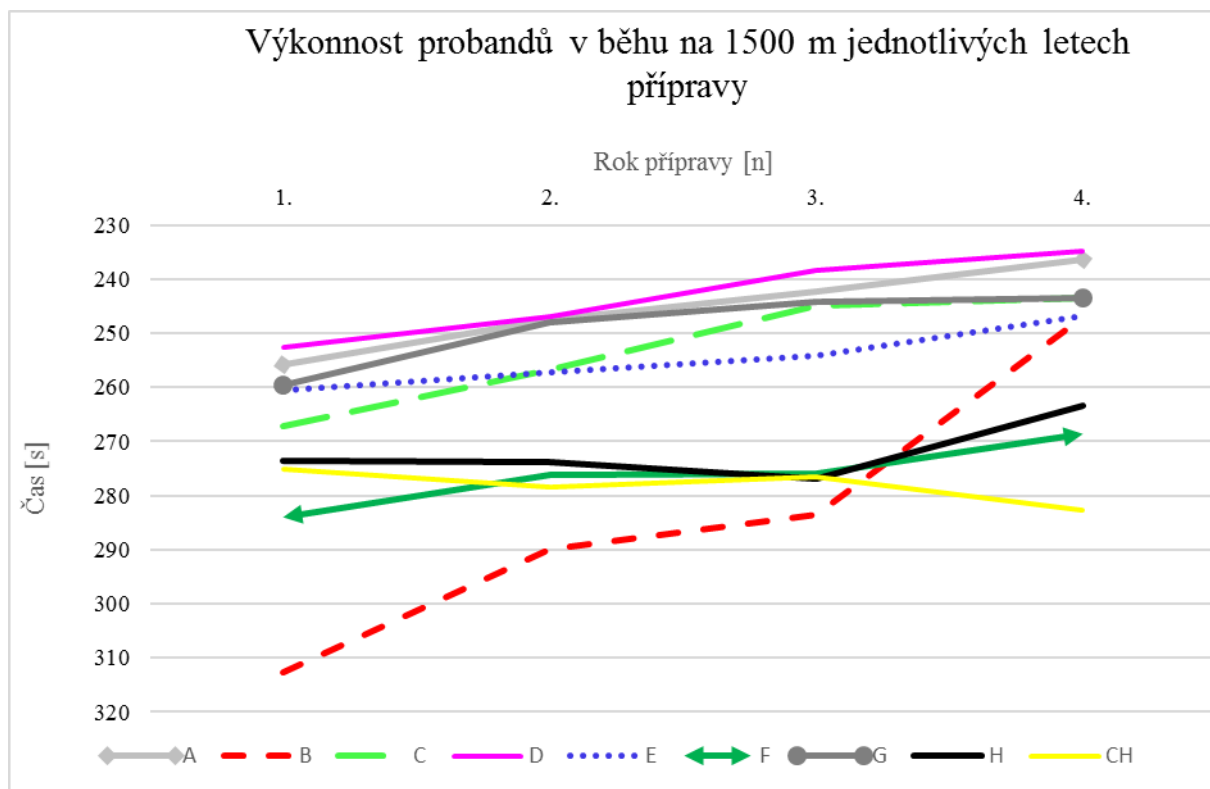
* výsledek je statisticky významný

Zlepšení výkonnosti běžců v běhu na 800 m, v běhu na 1500 m i na 3000 m v průběhu sledování je věcně i statisticky významné. Výkonnostní zlepšení ve stejném období u dívek je též věcně významné na všech třech tratích, stejně jako u chlapců s velkým efektem. Statisticky významné je zlepšení výkonnosti pouze u disciplíny 800 m. Statistickou významnost jsme provedli s vědomím velmi malého počtu probandů.



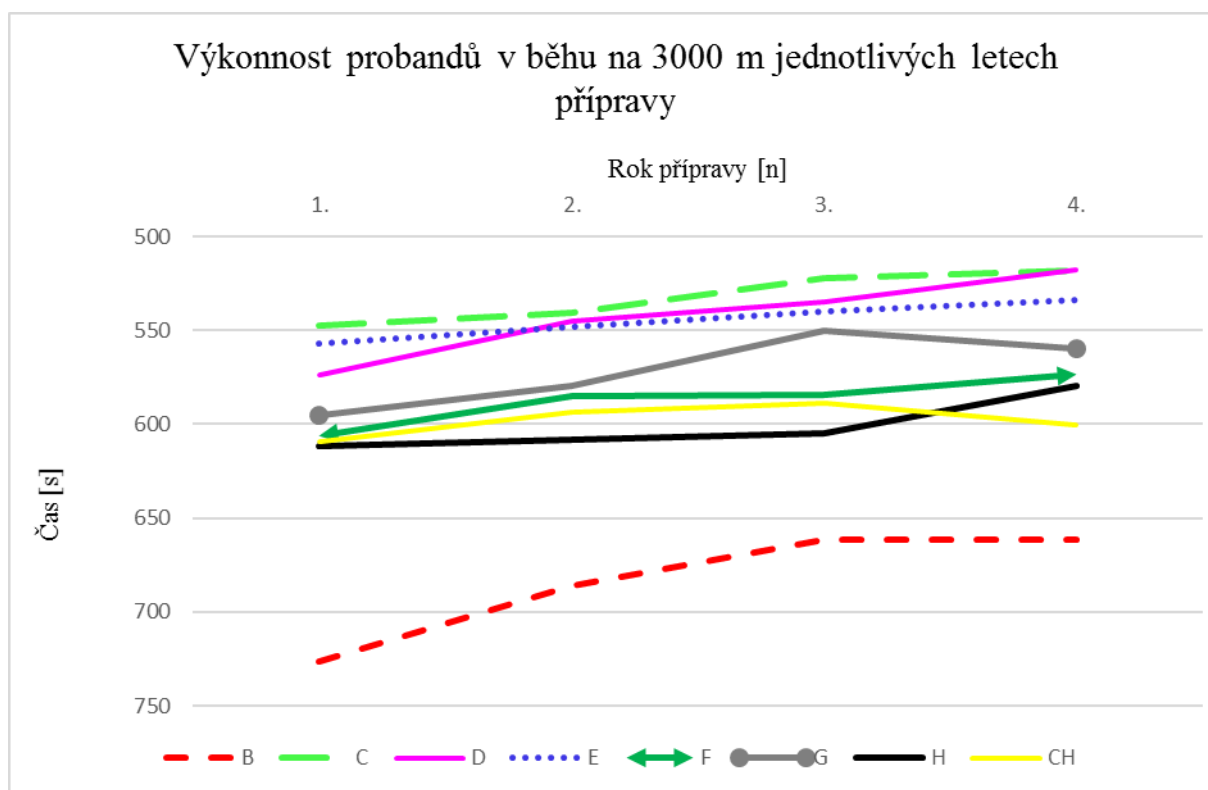
Obrázek 18. Výkonnost probandů v běhu na 800 m v jednotlivých letech přípravy

Mezi 15. a 19. rokem věku se chlapci zlepšili v běhu na 800 m v průměru o 6,2 sekund. Dívky ve stejném období v průměru o 11,3 sekund. V průběhu sledování došlo ke zlepšení výkonnosti u všech probandů. Výkonnostní pokrok probíhal každoročně s výjimkou probandů D a H.



Obrázek 19. Výkonnost probandů v běhu na 1500 m v jednotlivých letech přípravy

Mezi 15. a 19. rokem věku se chlapci zlepšili v běhu na 1500 m v průměru o 18,2 sekund. Dívky ve stejném období v průměru o 20,9 sekund. V průběhu sledování zlepšili svoji výkonnost všichni probandi. S výjimkou probandů D a H docházelo ke každoročnímu pravidelnému zlepšování výkonnosti.



Obrázek 20. Výkonnost probandů v běhu na 3000 m v jednotlivých letech přípravy

U všech probandů došlo v průběhu sledování ke zlepšení výkonnosti. S výjimkou probandů G a CH docházelo u všech sledovaných ke každoročnímu zlepšování výkonnosti. Mezi 15. a 19. rokem věku se chlapci zlepšili v běhu na 3000 m v průměru o 36,0 sekund. Dívky ve stejném období v průměru o 34,8 sekund. Podle zjištění Měkoty & Kováře (1995) se vlivem přirozeného vývoje v období mezi 15. a 19. rokem věku zlepšuje výkonnost u chlapců v běhu na 12 minut o 102 metrů, což odpovídá přibližně času 23 sekund. U děvčat dochází ve stejném období vlivem přirozeného vývoje dle Měkoty & Kováře (1995) ke zhoršení o 88 m, to odpovídá přibližně času 25 sekund. Sledovaní probandi zlepšili svoji výkonnost na všech tratích více, než odpovídá přirozenému vývoji výkonnosti, změna je tedy věcně významná. Zlepšení výkonnosti zjištěné u sledovaných probandů není způsobené pouze přirozeným vývojem vlivem dospívání. Sledovaní probandi dosáhli vlivem aplikovaného tréninkového zatížení větší úrovně zlepšení, než odpovídá změnám výkonnosti prostřednictvím přirozeného vývoje.

5.3 Vliv jednotlivých tréninkových prostředků na výkonnost adolescentních běžců

V tabulkách 20 – 22 a obrázcích 21, 23 a 25 můžeme najít uvedené jednotlivé uzly zjištěné metodou CART, typy uzlů, kritérium dělení, počet proměnných (počet nejlepších výkonů v daném období) rozdělených v jednotlivých uzlech stromu, deviance (hodnota druhé mocniny odchylky) a predikovaný výkon pro danou větev regresního stromu. Můžeme tedy zjistit rozdělení podle příslušného kritéria, jaký je predikován průměrný výkon pro určitou hodnotu kritéria dělení a pro jaký počet výkonů je tato predikce platná.

Na obrázcích 22, 24 a 26 je znázorněn regresní strom dle metodologie PARTy. Na obrázcích jsou v uzlech uvedeny faktory, které se v analýze prosadily, jsou zde uvedeny i počty proměnných v jednotlivých uzlech, p hodnota a predikovaný výkon v sekundách. Analýzu jsme provedli společně pro dívky i chlapce, předpokládali jsme, že u některých tréninkových ukazatelů se vztah může projevit napříč pohlavími, což se potvrdilo. Na obrázcích jsou tedy uvedeny příslušné hladiny významnosti, počet výkonů v dané větvi a hodnota příslušného parametru. V dolní části grafu je prostředním krabicového grafu uveden rozsah výkonů v dané větvi regresního stromu.

5.3.1 Model pro výkonnost běžců na 800 m

Pro porovnání jsme u každé ze tří vybraných disciplín použili metodologii CART a PARTy.

5.3.1.1 Model získaný prostřednictvím klasické CART metodologie

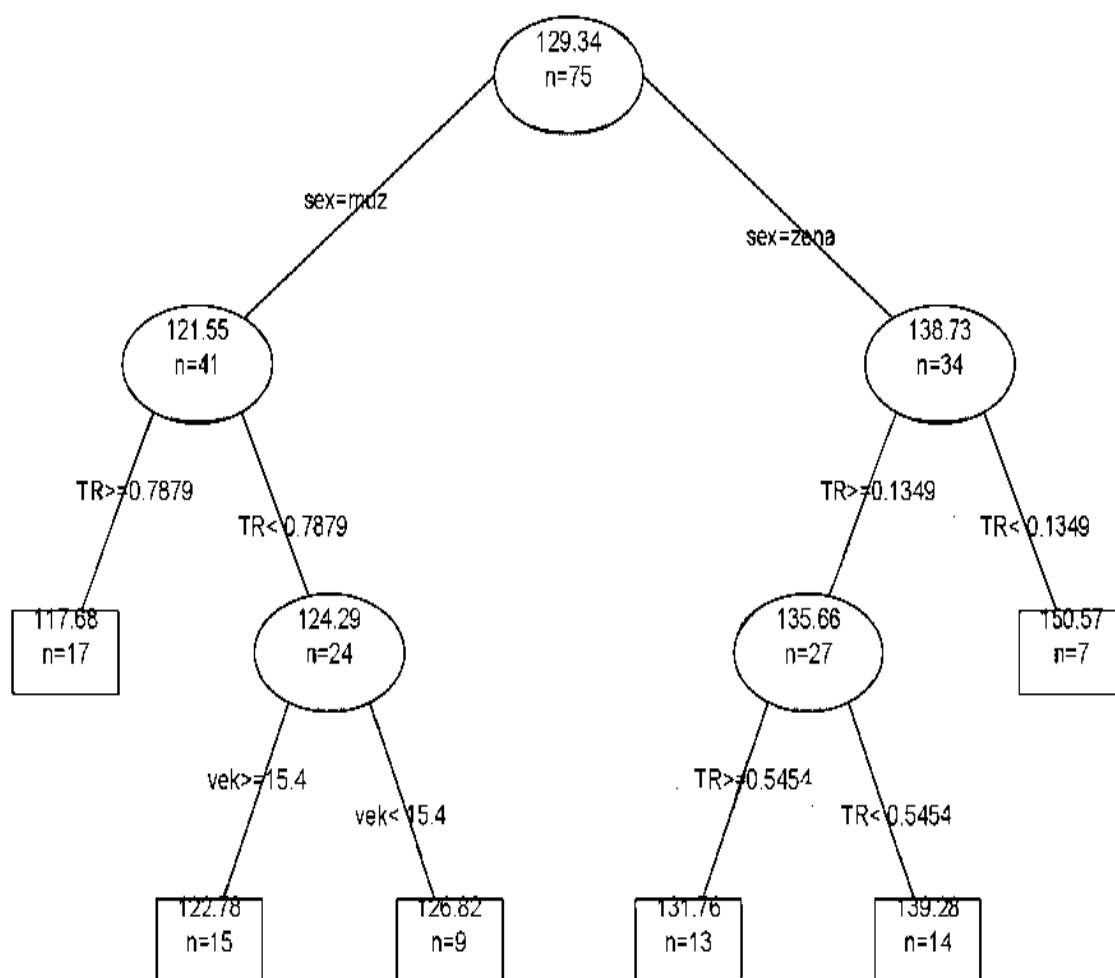
Tabulka 20 charakterizuje a predikuje vliv tréninkových ukazatelů na výkonnost v běhu na 800 m, což je přehledně znázorněno na obrázku 21.

Tabulka 20. Charakteristiky a predikce vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 800 m získané metodou CART

Uzel	Typ uzlu	Kritérium	N	Deviance	Predikce
1	kořen		75	8484,89	129,34
2	uzel	sex = muž	41	779,32	121,55
4	list	TR \geq 0,788	17	157,90	117,68
5	uzel	TR < 0,788	24	185,80	124,29
10	list	vek \geq 15,40	15	46,93	122,78
11	list	vek < 15,40	9	47,21	126,82
3	uzel	sex = žena	34	2219,98	135,66
6	uzel	TR \geq 0,1349	27	704,32	135,66
12	list	TR \geq 0,5454	13	86,18	131,76
13	list	TR < 0,5454	14	237,18	139,28
7	list	TR < 0,1349	7	279,24	150,57

Na níže uvedeném obrázku 21 je zachycen neprořezaný regresní strom získaný prostřednictvím metodologie CART. Vidíme tréninkové ukazatele, u nichž se podařilo prokázat souvislost s úrovní výkonnosti u běhu na 800 m. Z tohoto stromu je zřejmé, že se do modelu prosadily vedle pohlaví a věku také tempová rychlost (TR). Z obrázku 21 jsou patrné hranice počtu týdenních kilometrů zátěže v daném tréninkovém parametru. U chlapců je významnou hranicí 0,79 km týdně v tempové rychlosti, u dívek jsou významné dvě hodnoty: 0,13 a 0,55 km týdně. Nejvýznamnějším tréninkovým ukazatelem predikujícím průměrný výkon u chlapců v běhu na 800 m 1:57,68 je 0,79 naběhaných kilometrů týdně a více v ukazateli tempová rychlost (pro počet 17 výkonů). Pokud je naběháno méně, je predikován průměrný výkon 2:04,29 pro počet 24 výkonů. U děvčat je touto hranicí 0,13 km týdně v tempové rychlosti. Tato hodnota a vyšší predikuje průměrný výkon 2:15,66 (pro počet 27 výkonů). V případě absolvování menšího počtu kilometrů v daném tréninkovém parametru je predikován průměrný výkon 2:30,57 (pro 7 výkonů). V další úrovni větvení regresního stromu u děvčat můžeme mj. vidět hodnotu tempové rychlosti 0,55 km týdně. Tento a vyšší počet kilometrů týdně predikuje průměrný výkon 2:11,76 (pro 13 výkonů). Menší počet kilometrů v tomto parametru predikuje průměrný výkon 2:19,28 (pro 14 výkonů). Tréninkový ukazatel tempová rychlost, jako specifický tréninkový prostředek, promluvil zřetelně do modelu CART u všech výkonnostních kategorií, dokonce v několika úrovních větvení regresního stromu. Je faktorem, který se u běhu na 800 m v našem sledovaném vzorku prosadil nejvíce.

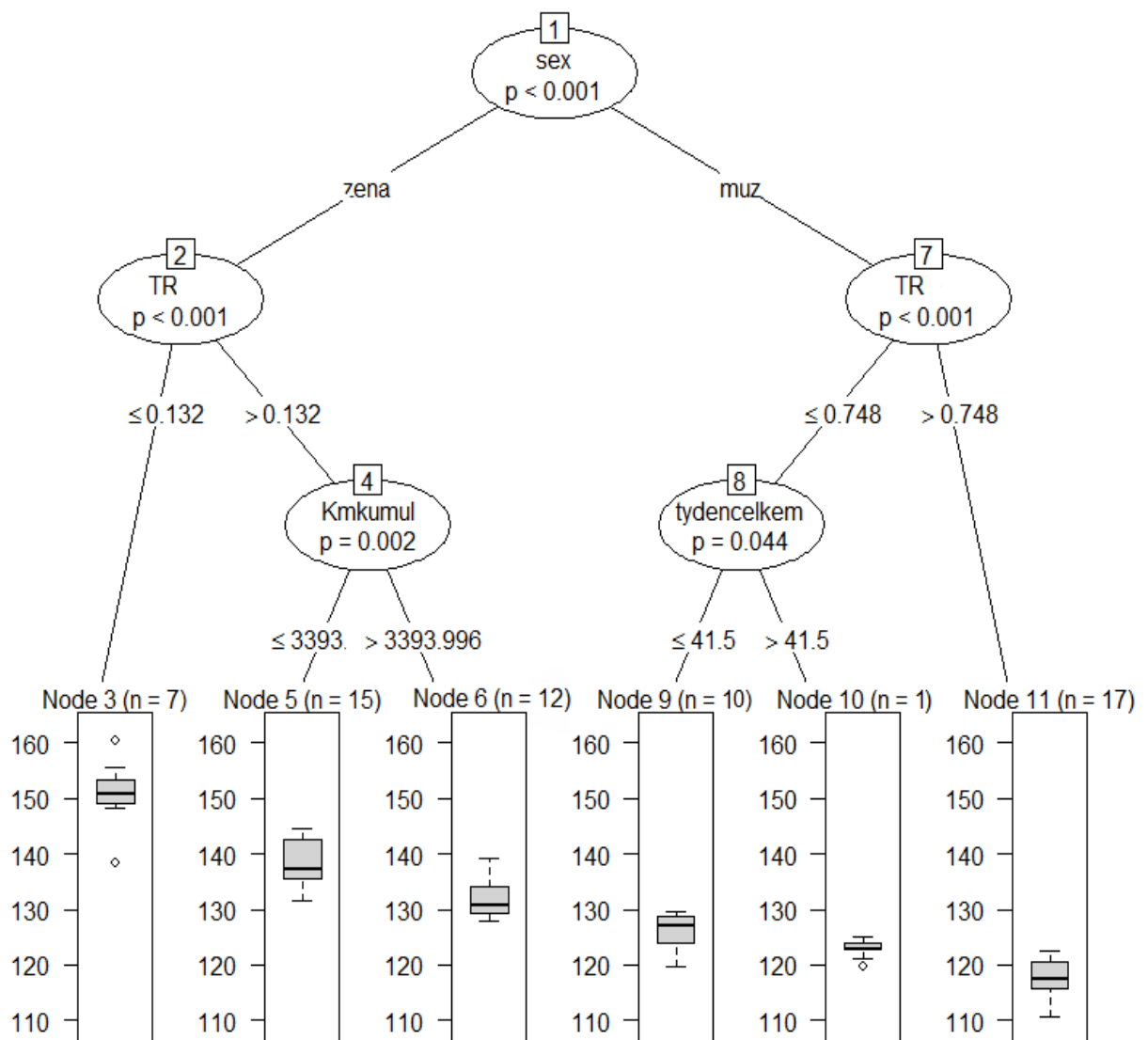
Endpoint = X800m



Obrázek 21. Výsledný regresní strom vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 800 m - metoda CART

5.3.1.2 Model získaný prostřednictvím metodologie PARTY

Regresní strom na obrázku 22 byl vytvořen prostřednictvím metodologie PARTY pro výkonnost běžců na 800 m. Z tohoto modelu plyne, že se opět prosadil nejvíce faktor tempová rychlost (TR). Pro chlapce je významnou hodnotou tempové rychlosti 0,75 km týdně, pro dívky 0,13 km týdně. Tempová rychlost je vlivná na obou pólech výkonnosti, jak u nejrychlejších časů, tak u nejpomalejších. Dále pak v případě chlapců faktor kumulativně naběhané kilometry. V případě chlapců se do modelu prosadila proměnná počet týdnů tréninku (týdencelkem), uzlovou hodnotou je 41,5 týdně od začátku tréninku. Všechny tyto faktory byly statisticky významné na hladině významnosti minimálně 0,05.



Obrázek 22. Výsledný regresní strom vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 800 m – metoda PARTy

5.3.1.3 Souhrn dat získaných metodologií CART a PARTy pro trat' 800 m

Společné pro oba modely u disciplíny 800 m je významné prosazení tempové rychlosti u všech probandů. U metodologie PARTy se navíc u děvčat prosadil ukazatel celkový počet kilometrů od počátku kariéry a u chlapců celkový počet týdnů tréninku od počátku kariéry. K prosazení proměnné tempová rychlost u disciplíny 800 m došlo jak u chlapců, tak u děvčat v celém rozsahu souboru. U ostatních proměnných není prokazatelný vztah se změnou výkonnosti.

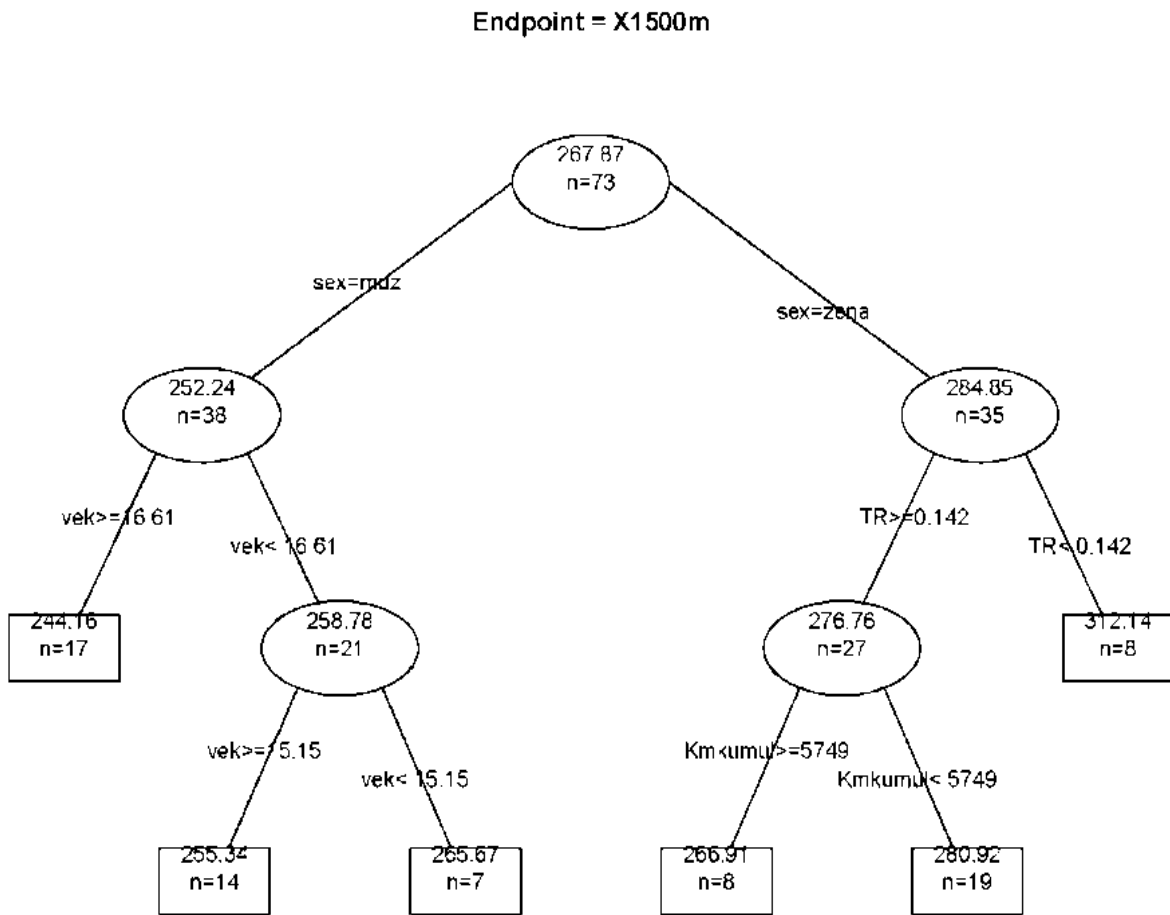
5.3.2 Model pro výkonnost běžců na 1500 m

5.3.2.1 Model získaný prostřednictvím klasické CART metodologie

Tabulka 21 a obrázek 23 zachycují tréninkové ukazatele, u nichž se podařilo prostřednictvím výsledného neprořezaného regresního stromu získaného metodologií CART prokázat souvislost s úrovní výkonnosti u běhu na 1500 m. Z tohoto stromu je zřejmé, že se do modelu vedle individuality (se znatelným rozlišením dle pohlaví a věku běžce) prosadily následující proměnné: tempová rychlost (TR), věk a kumulativně naběhané kilometry (Kmkumul). U tempové rychlosti dívek je hraniční hodnotou 0,14 km týdně pro průměrný výkon 4:36,76 (pro 27 výkonů), u kumulativně naběhaných kilometrů dívek je uzlová hodnota 5749 km. Při vyšším nebo rovném počtu naběhaných kilometrů je predikován průměrný výkon 4:26,91 (pro 8 výkonů). Faktor tempová rychlost se projevil u dívek všech výkonnostních úrovní, faktor kumulativní počet kilometrů u dívek výkonnosti pod 4:40 na 1500 m, tzn. nadprůměrné výkonnosti.

Tabulka 21. Charakteristiky a predikce vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 1500 m získané metodou CART

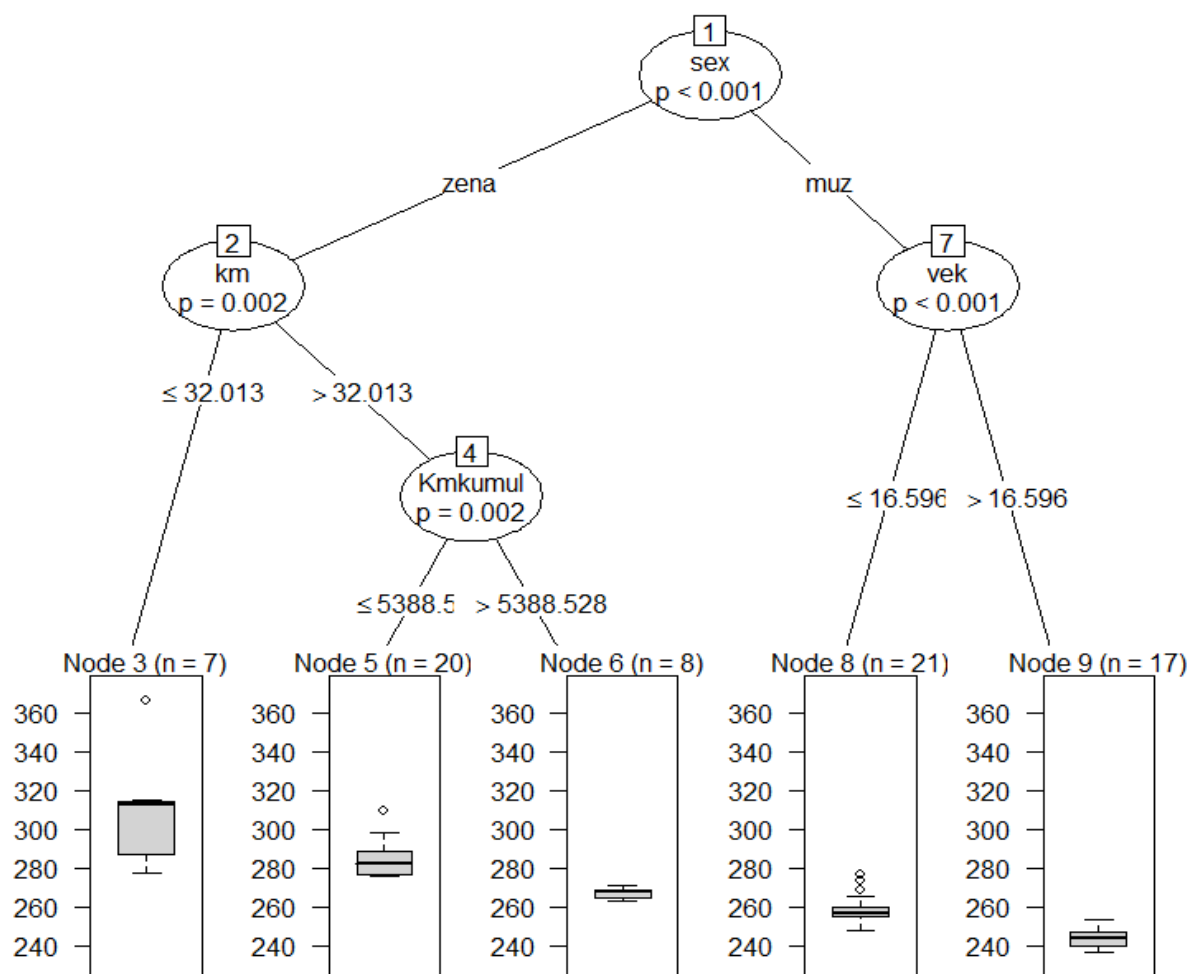
Uzel	Typ uzlu	Kritérium	N	Deviance	Predikce
1	kořen		73	36035,47	267,9
2	uzel	sex=muz	38	3350,34	252,24
4	list	věk >= 16,61	17	355,48	244,16
5	list	věk < 16,61	21	985,46	258,78
	10 list	vek >= 15,15	14	129,36	225,34
	11 list	vek < 15,15	7	357,55	265,67
3	uzel	sex=zena	35	13306,99	284,85
6	uzel	TR > 0,142	27	1588,08	276,76
	12 list	KumulKm >= 5748,8	8	50,56	266,91
	13 list	Kumul Km < 5748,8	19	432,60	280,92
7	list	TR < 0,142	8	3994,43	312,14



Obrázek 23. Výsledný regresní strom vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 1500 m - metoda CART

5.3.2.2 Model získaný prostřednictvím metodologie PARTY

Regresní strom na obrázku 24 byl vytvořen prostřednictvím metodologie PARTY pro výkonnost běžců na 1500 m. Z modelu plyne, že se u mužů prosadil pouze faktor věku. V případě žen pak týdně naběhané kilometry (km), mezní hodnotou je 32,01 km za týden a kumulativně naběhané kilometry (Kmkumul) s mezní hodnotou 5388,5 km. Tyto proměnné se v našem modelu prosadily nejvíce. Všechny uvedené faktory byly statisticky signifikantní na hladině významnosti 0,05.



Obrázek 24. Výsledný regresní strom vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 1500 m – metoda PARTY

5.3.2.3 Souhrn dat získaných metodologií CART a PARTY pro trať 1500 m

Pro oba modely CART a PARTY pro disciplínu 1500 m je společný významný vliv kritéria celkový počet kilometrů od začátku kariéry u děvčat. U metodologie CART se u děvčat navíc prosadilo kritérium tempová rychlost a u metodologie PARTY se u děvčat prosadilo kritérium počet kilometrů za týden. Počet kilometrů za týden je vlivný zejména zpočátku kariéry, v obdobích vrcholné výkonnosti v rámci našeho sledování je prokázán vliv kumulativního počtu naběhaných kilometrů. U chlapců se v obou metodách prosadil pouze věk probandů. Prosazení tempové rychlosti není tak výrazné, jako u běhu na 800 m. Pro model na 800 m a 1500 m je ještě společné prosazení se kumulativního počtu naběhaných kilometrů.

5.3.3 Model pro výkonnost běžců na 3000 m

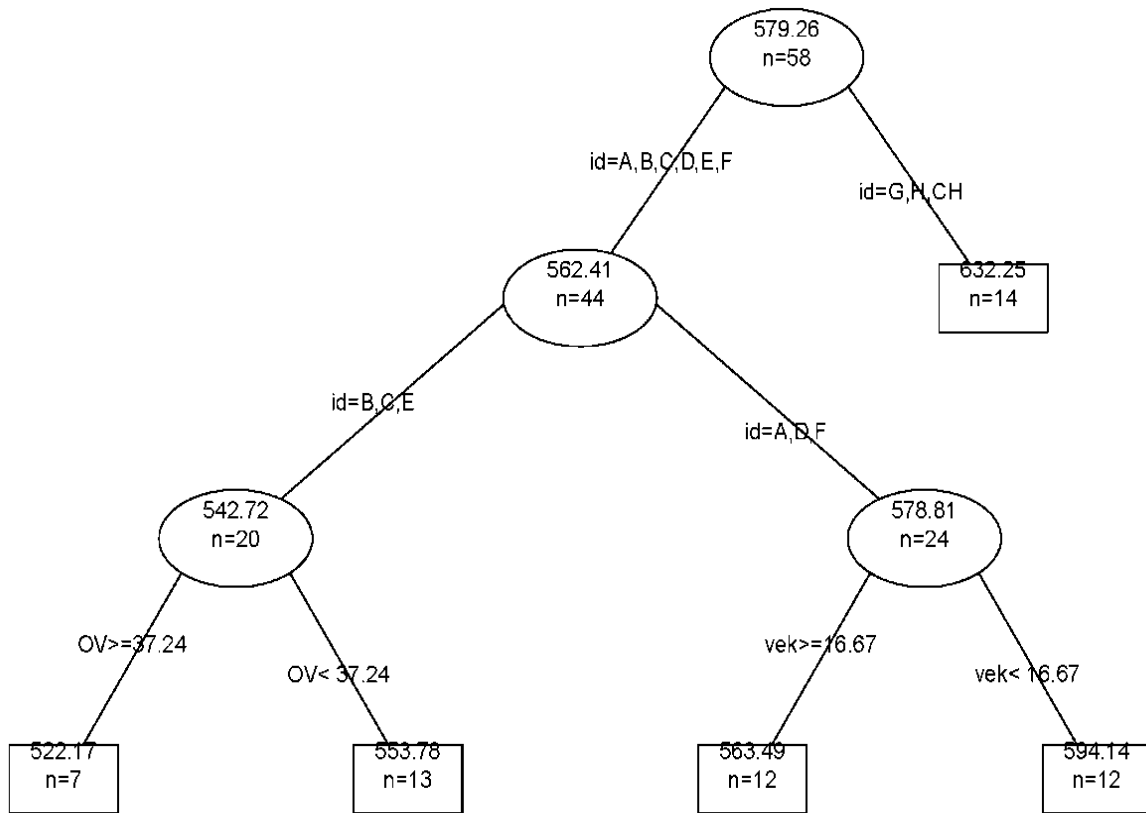
5.3.3.1 Model získaný prostřednictvím klasické CART metodologie

Tabulka 22 a obrázek 25 zachycují tréninkové ukazatele, u nichž se podařilo prostřednictvím výsledného neprořezaného regresního stromu získaného metodologií CART prokázat souvislost s úrovní výkonnosti u běhu na 3000 m. Z tohoto stromu je zřejmé, že se do modelu prosadily následující proměnné: individualita, obecná vytrvalost (OV) s mezní hodnotou 37,24 km (predikovaný výkon je 8:42,17, v modelu pro 7 výkonů) a věk běžce s hraniční hodnotou 16,67 let. Obecná vytrvalost je proměnná, která se v modelu prosadila napříč pohlavími. Její vliv je v rámci vzorku probandů patrný u chlapců i děvčat vrcholné výkonnosti v dané disciplíně.

Tabulka 22. Charakteristiky a predikce vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 3000 m získané metodou CART

Uzel	Typ uzlu	Kritérium	N	Deviance	Predikce
1	kořen		58	114002,1	579,26
2	uzel	id=A,B,C,D,E,F	44	33416,07	562,41
4	list	id= B,C,E	20	6560,19	542,72
8	list	OV >= 37,24	7	1119,71	522,17
9	list	OV < 37,24	13	892,48	553,78
5	list	id=A,D,F	24	12640,82	578,81
10	list	vek >= 16,67	12	4964,96	563,49
11	list	vek < 16,67	12	2039,02	594,14
3	uzel	id=G,H,CH	14	28781,20	632,25

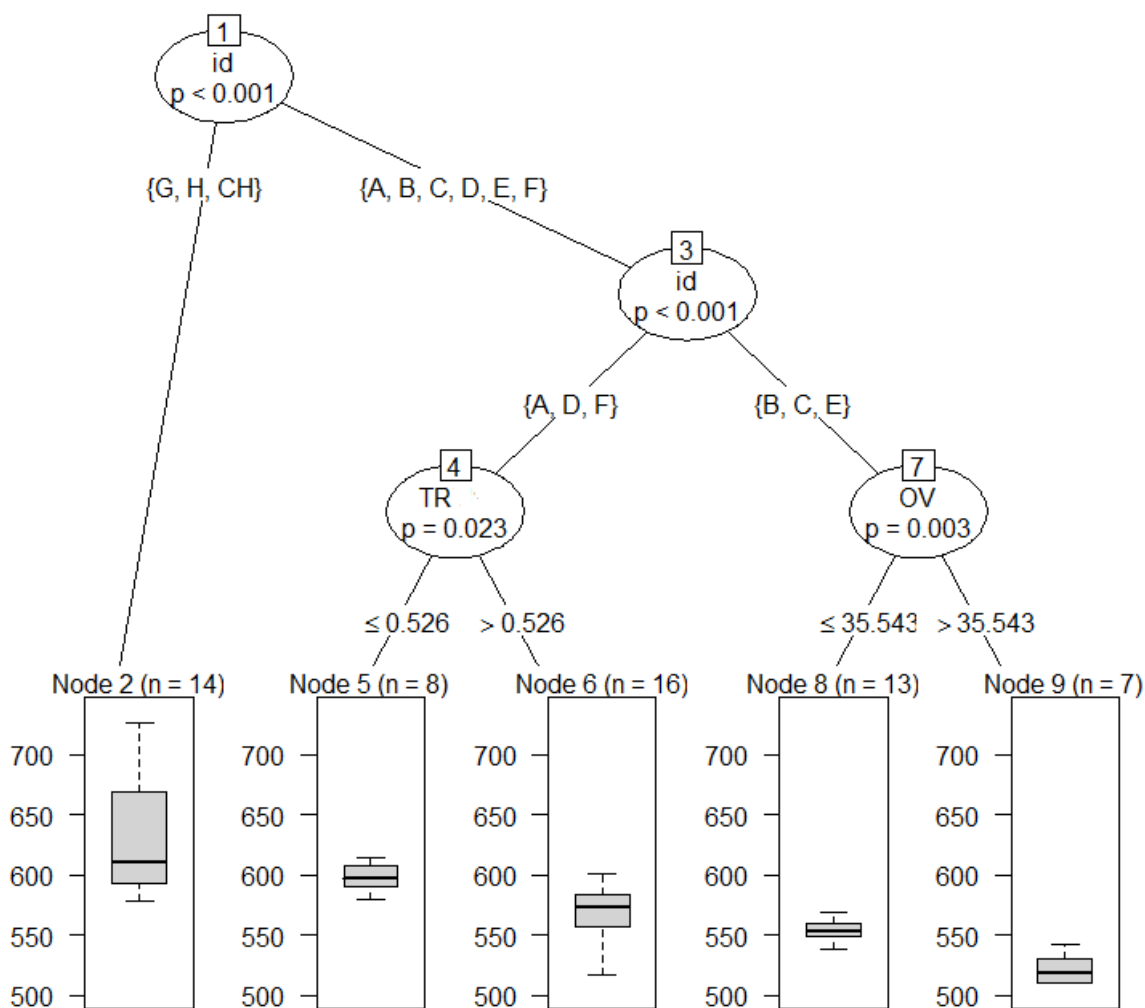
Endpoint = X3000m



Obrázek 25. Výsledný regresní strom vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 3000 m - metoda CART

5.3.3.2 Model získaný prostřednictvím metodologie PARTY

Regresní strom na obrázku 26 byl vytvořen prostřednictvím metodologie PARTY pro výkonnost běžců na 3000 m. Z modelu plyne, že se opět prosadil nejvíce faktor individualita. Dále pak proměnná tempová rychlost (TR) s hraniční hodnotou 0,53 km týdně a obecná vytrvalost (OV) s mezní hodnotou 35,5 km týdně. Tempová rychlost se prosadila zejména u nejlepších dívek a u chlapců střední výkonnostní úrovně v této disciplíně. Obecná vytrvalost byla významným prostředkem zejména u vrcholných běžkyň i běžců v našem vzorku probandů napříč pohlavími. Všechny tyto faktory byly statisticky signifikantní na hladině významnosti 0,05.



Obrázek 26. Výsledný regresní strom vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 3000 m – metoda PARTY

5.3.3.3 Souhrn dat získaných metodologií CART a PARTY pro trať 3000 m

Pro oba modely CART a PARTY pro disciplínu 3000 m je společné prosazení kritéria obecná vytrvalost. U této disciplíny došlo k prosazení se kritéria částečně napříč pohlavími. U metodologie PARTY se navíc prosadilo kritérium tempová rychlost. Její vliv se projevil u všech tří sledovaných disciplín.

5.3.4 Společné znaky modelů

Prostřednictvím metodologie CART a PARTY jsme zjistili vliv některých tréninkových ukazatelů. Vedle očekávaných kritérií, jako je pohlaví a věk se nejčastěji prokázal významný vliv tréninkového ukazatele tempová rychlost. U středních tratí se navíc

prokázal významný vliv kritéria počet kilometrů za týden a celkový počet kilometrů od počátku kariéry. U disciplíny 3000 m byl prokázán významný vliv kritéria obecná vytrvalost.

5.4 Objem tréninku za různě dlouhá období a výkonnost

Při zjišťování vlivu vybraných tréninkových ukazatelů za různě dlouhé časové intervaly před samotným výkonem na výkon jsme v běhu na 800 m získali data (výsledky závodů a k nim příslušná data z tréninkového zatížení) z 57 závodů, v běhu na 1500 m také z 57 závodů a v běhu na 3000 m ze 40 závodů.

V tabulkách 23 – 25 je uveden vztah objemu tréninkového zatížení za určitou dobu před závody a výkonem. V tabulce je též vyznačeno, zda je vztah významný či ne.

5.4.1 Vliv objemu tréninku na výkonnost za různě dlouhá období u běhu na 800 m

Z tabulky 23 vyplývá, že existuje vztah mezi objemem zatížení v posledním roce před výkonem a úrovní výkonu ve všech sledovaných parametrech. Všechny sledované parametry s výjimkou maximální rychlosti mají v období tři měsíce před výkonem významný vliv na výkon. U kratších časových intervalů před výkonem je již počet tréninkových ukazatelů, u nichž se projevila závislost výkonu na objemu zatížení, menší. Např. z našich výsledků vyplývá, že u období jeden měsíc před závodem není výkonnost významně ovlivněna rozvojem maximální rychlosti, anaerobního prahu a vybíhaných kopců. Z pohledu signifikance je u období jednoho týdne před závodem výsledek téměř stejný jako u období jeden měsíc před závodem, u období dvou týdnů před závodem je výsledek totožný, navíc ještě není vztah mezi objemem tréninku obecné vytrvalosti a výkonu.

Tabulka 23. Korelační koeficient výkonnosti v běhu na 800 m a objemu tréninku ve vybraných tréninkových ukazatelích absolvovaného v různě dlouhém období před závody

	1 týden	2 týdny	1 měsíc	3 měsíce	6 měsíců	1 rok
MR	-0,17	-0,25	-0,17	-0,261	-0,263*	-0,45*
TR	-0,43*	-0,46*	-0,55*	-0,58*	-0,56*	-0,77*
ST	-0,62*	-0,71*	-0,70*	-0,64*	-0,67*	-0,85*
VK,SOC	-0,22	0,05	0,19	-0,273*	-0,42*	-0,71*
TV	-0,30*	-0,35*	-0,41*	-0,59*	-0,66*	-0,78*
ANP	-0,12	-0,17	-0,14	-0,51*	-0,51*	-0,75*
AEP	-0,30*	-0,44*	-0,28*	-0,50*	-0,59*	-0,85*
OV	-0,34*	-0,25	-0,41*	-0,61*	-0,61*	-0,84*
suma km	-0,52*	-0,63*	-0,54*	-0,68*	-0,74*	-0,87*

* korelace je signifikantní na hladině $\alpha=0,05$

5.4.2 Vliv objemu tréninku na výkonnost za různě dlouhá období u běhu na 1500 m

Podobné výsledky jsme prokázali i u disciplíny běh na 1500 m. Všechny sledované tréninkové ukazatele mají v intervalu jeden rok a půl roku před závodem významný vliv na výkonnost, v intervalu tři měsíce před závodem také, s výjimkou vybíhaných kopců a tempové vytrvalosti. U období kratších než jeden měsíc před závodem je vedle závislosti na pohlaví a věku také prokázána korelace pouze mezi objemem tréninku tempové rychlosti, speciálního tempa, obecné vytrvalosti a celkového počtu kilometrů.

Tabulka 24. Korelační koeficient výkonnosti v běhu na 1500 m a objemu tréninku ve vybraných tréninkových ukazatelích absolvovaného v různě dlouhém období před závody

	1 týden	2 týdny	1 měsíc	3 měsíce	6 měsíců	1 rok
MR	0,07	-0,02	-0,10	-0,32*	-0,29*	-0,59*
TR	-0,66*	-0,64*	-0,49*	-0,43*	-0,43*	-0,66*
ST	-0,38*	-0,55*	-0,60*	-0,39*	-0,50*	-0,68*
VK,SOC	-0,11	-0,18	-0,18	-0,09	-0,45*	-0,76*
TV	-0,02	-0,12	-0,262*	-0,59*	-0,67*	-0,74*
ANP	0,03	-0,19	-0,261	-0,49*	-0,67*	-0,79*
AEP	-0,05	-0,07	-0,12	-0,50*	-0,68*	-0,79*
OV	-0,33*	-0,33*	-0,43*	-0,59*	-0,67*	-0,80*
suma km	-0,48*	-0,46*	-0,53*	-0,74*	-0,84*	-0,90*

* korelace je signifikantní na hladině $\alpha=0,05$

5.4.3 Vliv objemu tréninku na výkonnost za různě dlouhá období u běhu na 3000 m

U disciplíny běh na 3000 m je prokázán významný vliv na výkonnost u všech ukazatelů s výjimkou parametru maximální rychlost v období jeden rok před závodem, půl roku před závodem a tři měsíce před závodem. Všechny ukazatele s výjimkou vybíhaných kopců a maximální rychlosti v průběhu posledního měsíce mají významný vliv na výkon. Suma kilometrů, rozvoj aerobního prahu, tempová vytrvalost a speciální tempo v posledním jednom a dvou týdnech před výkonem mají významný vliv na výkon. V období dvou týdnů před závodem je ještě prokázán významný vliv ukazatelů anaerobního prahu a tempové rychlosti.

Tabulka 25. Korelační koeficient výkonnosti v běhu na 3000 m a objemu tréninku ve vybraných tréninkových ukazatelích absolvovaného v různě dlouhém období před závody

	1 týden	2 týdny	1 měsíc	3 měsíce	6 měsíců	1 rok
MR	-0,17	-0,06	0,15	0,08	-0,01	-0,26
TR	-0,307	-0,45*	-0,47*	-0,41*	-0,57*	-0,78*
ST	-0,53*	-0,65*	-0,66*	-0,47*	-0,70*	-0,84*
VK,SOC	0,04	-0,27	-0,28	-0,43*	-0,62*	-0,70*
TV	-0,36*	-0,36*	-0,68*	-0,80*	-0,79*	-0,84*
ANP	-0,28	-0,43*	-0,47*	-0,69*	-0,76*	-0,85*
AEP	-0,35*	-0,53*	-0,53*	-0,67*	-0,85*	-0,90*
OV	-0,13	-0,27	-0,40*	-0,58*	-0,76*	-0,89*
suma km	-0,52*	-0,60*	-0,60*	-0,77*	-0,84*	-0,88*

* korelace je signifikantní na hladině $\alpha=0,05$

5.4.4 Vliv objemu tréninku na výkonnost za různě dlouhá období – společné znaky modelů

U všech tří sledovaných tratí byl prokázán vztah mezi úrovní výkonnosti a objemem tréninku ve všech sledovaných parametrech jeden rok před výkonem, půl roku před výkonem a tři měsíce před výkonem, s výjimkou tréninkového ukazatele maximální rychlost u běhu na 3000 m a u čtvrtletního období před závodem i u tréninkového ukazatele vybíhané kopce. V období poslední měsíc před závodem byl u všech tří tratí prokázán vliv těchto tréninkových ukazatelů: tempová rychlost, speciální tempo, tempová vytrvalost, obecná vytrvalost, celkový počet naběhaných kilometrů. Při bezprostředním naladění před závody, tzn. dva týdny před závodem, resp. jeden týden před závody, byla prokázána souvislost výkonnosti s objemem tréninku v ukazatelích: tempová rychlost, speciální tempo a součet naběhaných kilometrů,

resp. speciální tempo a celkový počet naběhaných kilometrů. Nejtěsnější závislost pozorujeme u všech tří disciplín u nejdelšího sledovaného období před závodem, tzn. jeden rok před závodem. Se zkracujícím se intervalem před závodem se snižuje počet tréninkových ukazatelů, u kterých jsme prokázali korelaci s výkonností. U tréninkového ukazatele vybíhané kopce je v nejméně případech prokázán vztah s výkonností, ukazatel maximální rychlost koreluje s výkonností pouze u běhu na 800 m a 1500 m, ne u běhu na 3000 m.

5.5 Technika běhu

V tabulce 26 jsou uvedeny výsledky hodnocení techniky běhu v jednotlivých kritériích v bodové škále jedna až pět, kdy hodnota pět odpovídá nejlepšímu provedení techniky, hodnota jedna představuje nejhorší provedení pohybu.

Tabulka 26. Hodnocení techniky běhu na začátku a na konci sledovaného období dle jednotlivých kritérií

		Proband A		Proband B		Proband C		Proband D		Proband E		Proband F	
		před	po	před	po	před	po	před	po	před	po	před	po
1.	Poloha hlavy	2,5	4	4	5	4	5	2	3,5	3	5	4	5
2.	Poloha trupu	3	4	3,5	5	4	4	2,5	3,5	3,5	4,5	3	4
3.	Poloha ramen	2	4	2	4,5	2	4	2	3,5	3	5	4	5
4.	Práce paží – rozsah pohybu	1,5	4	2	4	3,5	5	2,5	4	3,5	4,5	3,5	5
5.	Práce paží – hodnocení polohy jednotlivých segmentů těla	2,5	3	3	5	3	4	2	4	3,5	4	3,5	4,5
6.	Rozsah pohybu v kyčelním kloubu	4	5	3	4	4	4	3	4	4	5	4	4,5
7.	Tzv. „běžecký luk“	3	5	2	4,5	3,5	5	3	4	3,5	5	3,5	5
8.	Poloha těžiště při odrazu	3	5	3	5	4	5	3	4	4	5	4	5
9.	Poloha chodidla při došlapu	3	4	3	5	2	4,5	3	4	3	4,5	4	5
10.	Poloha chodidla při odrazu	3	4	3	5	3	4	3	4	3	5	3,5	4
11.	Celková struktura pohybu	2,5	4	3	5	4	5	3	4	3	5	4	5
	průměr	2,73	4,18	2,86	4,73	3,36	4,50	2,64	3,86	3,36	4,77	3,73	4,73
	směrodatná odchylka	0,62	0,57	0,61	0,39	0,74	0,48	0,43	0,22	0,37	0,33	0,33	0,39

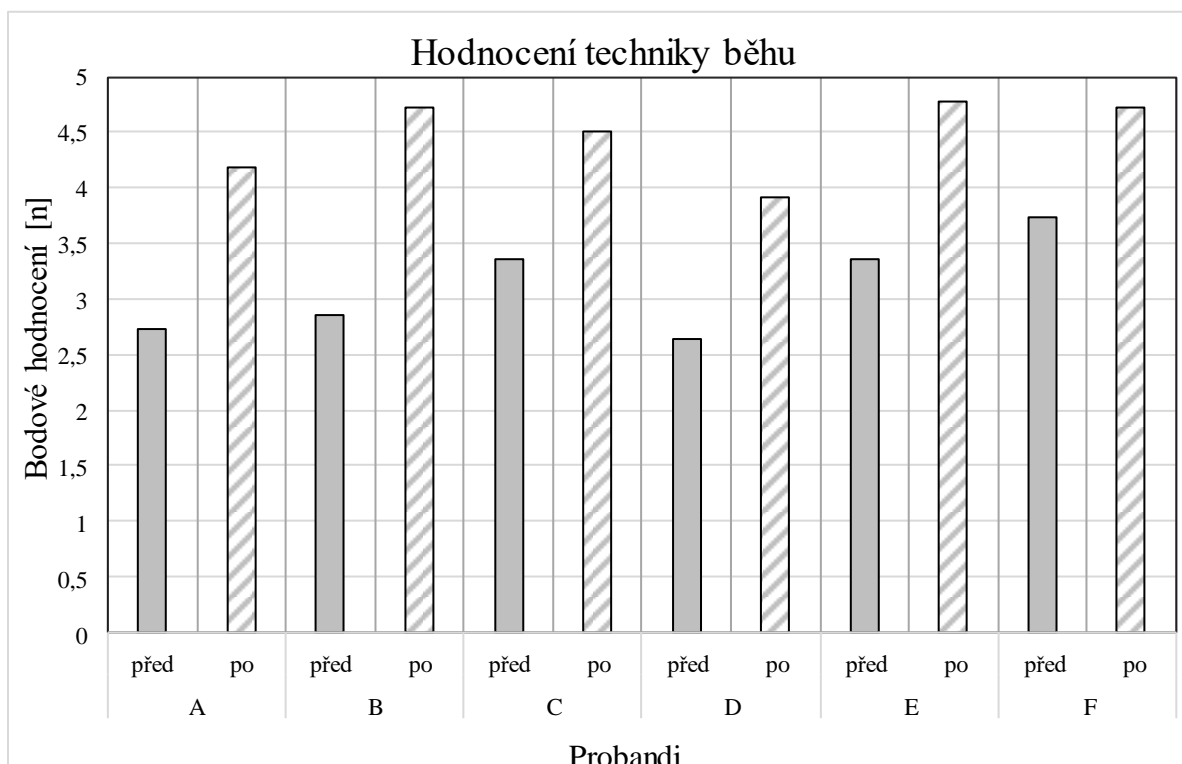
Na obrázku 27 je znázorněna změna v technice běhu v průběhu období sledování probandů. Zlepšení techniky běhu v průběhu tří let atletického tréninku je statisticky

významné (viz tabulka 27), z průměrné hodnoty známky 3,01 se zvýšily na průměrnou hodnotu 1,58.

Tabulka 27. Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu – technika běhu před a po intervenci

	<i>před</i>	<i>po</i>
Stř. hodnota	3,114	4,462
Rozptyl	0,452	0,287
Pozorování	66	66
Pears. korelace	0,557	
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
Rozdíl	65	
t Stat	-18,837	
P(T<=t) (1)	2,499E-28	
t krit (1)	1,669	
P(T<=t) (2)	4,998E-28	
t krit (2)	1,997	

Při hodnocení věcné významnosti pomocí Cohenova koeficientu účinku je výsledkem $d=2,23$, což představuje dle Cohena (1988) velký efekt. Změna techniky běhu je tedy věcně významná.



Obrázek 27. Změna úrovně techniky běhu u jednotlivých probandů za sledované období

U všech sledovaných probandů došlo v průběhu sledované části sportovní kariéry k velkému zlepšení techniky běhu. Největší změny jsme zaznamenali v poloze ramen, tzv. běžeckém luku, v poloze chodidla při došlapu a v celkové struktuře pohybu. Nejmenší zlepšení jsme zaznamenali u položek: rozsah pohybu v kyčelním kloubu a poloha trupu.

V tabulce 28 jsou uvedeny výsledky skokového běhu u jednotlivých probandů na začátku a konci sledovaného období, včetně času úseku, počtu skoků, vzdálenosti po posledním celém skoku, celkového bodového hodnocení a rozdílu mezi měřeními na začátku a konci sledovaného období. Změna výsledků skokového běhu na začátku a na konci intervence je věcně ($d=3,504$) i statisticky významná ($p<0,05$).

Tabulka 28. Výsledky testu skokový běh u sledovaných probandů

proband	období	čas [s]	počet skoků [n]	vzdálenost do cíle po posledním celém skoku [m]	výsledek [body]	zlepšení [body]
A	před	19,8	48	0,5	10,47	1,92
	po	17,9	45	0	12,39	
B	před	19,2	44	0,5	11,78	2,39
	po	17,1	41	0,7	14,16	
C	před	18,5	45	0	12,01	1,94
	po	17,0	42	0,4	13,95	
D	před	18,8	44	1	11,97	1,89
	po	17,1	42	0,5	13,85	
E	před	20,2	47	0	10,53	2,92
	po	17,2	43	0,5	13,45	
F	před	19,4	46	0,5	11,15	1,99
	po	17,3	44	0	13,14	

Tabulka 29. Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu – skokový běh před a po intervenci

	<i>před</i>	<i>po</i>
Stř. hodnota	22,46	24,4
Rozptyl	0,263	0,46
Pozorování	5	5
Pears. korelace	0,8338	
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
Rozdíl	4	
t Stat	-11,4715	
P(T<=t) (1)	0,0002	
t krit (1)	2,1318	
P(T<=t) (2)	0,0003	
t krit (2)	2,7764	

V tabulce 30 je uvedena změna hodnocení skokového běhu a změna v hodnocení techniky. Je zřejmé, že u všech probandů došlo ke zlepšení ve skokovém běhu i ke zlepšení v hodnocení techniky běhu.

Tabulka 30. Změny hodnocení skokového běhu a techniky běhu u sledovaných probandů

Proband	zlepšení ve skokovém běhu [body]	zlepšení v technice běhu [body]
A	1,92	1,14
B	2,38	1,87
C	1,94	1,45
D	1,88	1,27
E	2,92	1,41
F	1,99	1,00

Vztah mezi zlepšením v technice běhu a výsledky ve skokovém běhu není statisticky významný ($r_{sp}=0,436$), je ale věcně významný ($d=2,481$). Síla dolních končetin, hodnocená skokovým během významně ovlivňuje techniku běhu.

6 Diskuze

Hlavní rozdíly mezi adolescenty a dospělými spočívají v rozdílech anatomických, fyziologických, psychických a pedagogicko-tréninkových. Z těchto důvodů je nezbytné, aby se trénink adolescentů od tréninku dospělých z hlediska kvantitativního i kvalitativního. Z důvodu menší tolerance adolescentů k acidóze se u nich nedoporučují varianty intervalových metod, při kterých dochází k výraznějšímu vzestupu laktátu. Z tohoto důvodu není dobré stimulaci anaerobně vytrvalostních schopností zařazovat před dvanáctým rokem věku. V tomto věku jsou hůře „vybaveni“ na rychlostně-silovou práci, tedy hlavně pro skoky, hody a vrhy. Naopak v případě sprintů a vytrvalostních běžeckých disciplín nejsou rozdíly významné z pohledu předpokladů pro sportovní výkon. Úroveň trénovanosti adolescentů je menší, protože mají za sebou kratší dobu intenzivního tréninku, ale některé parametry se blíží dospělým, zejména funkční, na rozdíl od motorických (Bunc, 1996; Malina & Bouchard 1991; Kenney, Wilmore, & Costill, 2015). Naše výsledky jsou v souladu s těmito závěry.

Výkonnost adolescentních běžců ve sledovaném období rostla, příčinou byl kvalitativní i kvantitativní obsah absolvovaného tréninku i přirozený rozvoj. Výsledky potvrzují, že rozhodující roli hraje zvolené tréninkové zatížení. Růst výkonnosti sledovaných probandů je věcně významný. Na rozdíl od netrénované populace, u které ve věku 15 – 19 let již k přirozenému zlepšování hodnoty maximální spotřeby kyslíku vyjádřené na kilogram hmotnosti nedochází (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015; Máček & Radvanský, 2011; Neumann, Pfützner, & Berbalk, 2000; Seliger & Bartúnek, 1976), se námi sledovaní běžci i v tomto parametru zlepšili o 11 %.

Ke snížení nebezpečí předčasné specializace sledovaných probandů přispěla individualizace absolvovaného tréninku, což vyplývá ze srovnání s odbornou literaturou (Bureš, 1986; Konop, 1991; Moss & Dick, 2004; Tjelta & Enoksen, 2010; Tupý, 1986). Zejména u chlapců narůstala výkonnost každým rokem, u děvčat byl výkonnostní progres také, pouze s jednou výjimkou, kdy se v části sledovaného období projevil problém spojený s dospíváním, které omezovalo tréninkové zatížení a znemožňovalo růst výkonnosti. Výkonnostní plató u pubescentních děvčat je v souladu s poznatky v literatuře (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015). Sledovaní běžci a běžkyně dosáhli úrovně české špičky, přestože jejich tréninkové zatížení v oblasti specifických tréninkových prostředků a objemu tréninku

nepřevyšovalo doporučení v odborné literatuře (Bureš, 1986; Konop, 1991; Moss & Dick, 2004; Tjelta & Enoksen, 2010; Tupý, 1986).

Tréninkové zatížení jednotlivých probandů je velice rozdílné. Probandi absolvovali individualizovaný tréninkový proces, který respektoval věkové zvláštnosti, resp. stupeň jejich vývoje, jejich zdravotní stav a úroveň trénovanosti. Tréninkové dávky také reflektují zaměření na hlavní disciplínu. Její výběr je dán úrovní komplexu předpokladů.

Pokud porovnáme naše data o způsobu, intenzitě a objemu zatěžování sledovaných probandů s údaji, které charakterizují předčasnou specializaci (Bureš, 1986; Konop, 1991; Moss & Dick, 2004; Písařík & Liška, 1989; Seiler & Tønnenssen, 2009; Tjelta & Enoksen, 2010; Tupý, 1986), ukazuje se, že společným znakem zkoumaných probandů je zatížení odpovídající přirozenému vývoji. Nenaplnily se stanovené podmínky předčasné specializace. Při rozboru objemu tréninkového zatížení jsme u sledovaného vzorku běžců a běžkyň zjistili, že tréninkové objemy nepřevyšovaly odborná doporučení pro daný věk a specializaci. Nutno podotknout, že se jednotlivá doporučení liší, ale u žádného z nich nedošlo k překročení více sledovaných parametrů. Ve výjimečných případech sledovaní probandi některé hodnoty převyšují, většinou v nespecifických tréninkových ukazatelích. Nižší objemy zatížení jsme zaznamenali zejména v parametrech speciálního tréninku. V některých srovnáních je tento objem i pod 50 % doporučených dávek. Počet intervalových tréninků, náhlý výkonnostní progres, stagnace na začátku dospělosti a zranění pramenící z přetížení v tréninku jsou další kritéria rané specializace. Ani v jednom z nich nedošlo u probandů k překročení stanovené hranice.

V námi sledovaném souboru jsme zaznamenali dvojnásobný počet dnů zdravotní neschopnosti oproti Konopovi (1991). To může být ovlivněno lepším zdravotním zabezpečením a režimem mládežnických reprezentantů. Nezaznamenali jsme ale žádná zranění či nemoci s přímou souvislostí s daným objemem a intenzitou tréninkového zatížení. Tím je splněno jedno z kritérií tréninku odpovídajícímu věku (Nudel et al., 1989).

U všech sledovaných probandů jsme zaznamenali na počátku systematického tréninku velké zlepšení výkonnosti, které se postupně zpomalovalo, což považujeme za standardní jev. Průběh výkonnosti v podstatě kopíruje průběh změny VO_2max u trénované populace dle publikovaných dat (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015; Neumann, Pfützner, & Berbalk, 2000). Jen u jednoho probanda byl plynulý vývoj narušen dlouhodobými zdravotními problémy, nepramenícími z tréninkového procesu, u ostatních je výkonnostní vývoj kontinuální.

U všech probandů mimo jednoho můžeme sledovat výkonnostní stagnaci ve věku 18 – 19 let, u poloviny probandů je ale stagnace pouze dočasná, následovalo opětovné zlepšování výkonnosti. U druhé poloviny nebylo příčinou další výkonnostní stagnace či ukončení kariéry dosažení hranice možností, ale jednalo se spíše o osobní důvody a také o důvody zdravotní.

Pouze tři ze sledovaných atletů pokračovali s atletikou na vrcholové úrovni déle než čtyři roky po konci sledování. Další dva drželi vrcholnou výkonnost ještě dva roky. Protože dva z probandů jsou teprve ve věku 19 let, můžeme konstatovat, že i z tohoto úhlu pohledu nenaplnuje vybraný vzorek probandů kritéria pro předčasnou specializaci.

Fakt, že sledovaní běžci absolvovali významně menší tréninkové dávky, než jsou uváděné v literatuře (Bureš, 1986; Konop, 1991; Moss & Dick, 2004; Tupý, 1986), může ukazovat na nevyčerpaný potenciál pro další zlepšování i v pozdějším věku. To se také u těch běžců, kteří pokračovali s běžeckou kariérou i pozdějším věku, potvrdilo. V dostupných záznamech z tréninkového zatížení mládežnických špiček (Konop, 1991) se potvrdilo, že při absolvování velmi vysokého zatížení v mládežnickém věku není snadné v dospělosti navázat na růst výkonnosti v mládežnickém věku. Můžeme také konstatovat, že téměř všichni probandi absolvovali významně menší, než doporučené objemy zatížení v oblasti rychlostní přípravy. To ale vnímáme jako negativum, protože v období adolescence je rychlostní příprava podstatná pro optimální vývoj výkonnosti směrem k dospělosti. Nedostatečný rozvoj rychlostních dispozic snižuje výkonnostní potenciál běžce (Bureš, 1986; Konop, 1991; Moss & Dick, 2004; Tjelta & Enoksen, 2010).

Po zhodnocení struktury a objemu zatížení dle stanovených kritérií můžeme konstatovat, že společným znakem zkoumaných probandů je zatížení odpovídající přirozenému vývoji, ne rané specializaci. Tréninkové zatížení sledovaných probandů respektovalo aktuální stupeň jejich vývoje a významně ovlivnilo jejich výkonnost na prahu dospělosti. Tím byla potvrzena hypotéza 1.

Oba modely CART i PARTy, což jsou metody využívající tzv. dolování z dat, nám umožnily zjistit, které tréninkové ukazatele významně ovlivňují výkonnost adolescentních běžců. Výhodou zvolených modelů je, že je lze použít i při malém počtu probandů a nenormálním rozložení dat. Umožňují také náhradu chybějících dat. Modely stanoví uzlové body (proměnné), hodnotu proměnných, jejich počet a hodnotu výkonu, který je predikován. Výkon je predikován z určité uzlové hodnoty významného ukazatele. Z analýzy je také patrné, z kolika výkonů je výkon predikován. Prostřednictvím analýzy u tréninkového zatížení v době čtyři měsíce před závody jsme zjistili prokazatelný vliv vybraných tréninkových

ukazatelů na výkonnost. Sledované čtyřměsíční intervaly korespondovaly s intervaly mezi jednotlivými dílčími vrcholy sezóny. S nárůstem objemu tréninkového zatížení vzrostla i výkonnost, prostřednictvím metody CART a PARTy jsme v analýze prokázali vliv tempové rychlosti v tréninku u běhu na 800 m, na 1500 m i na 3000 m, obecné vytrvalosti v tréninku běhu na 3000 m, počet naběhaných kilometrů u běhu na 1500 m, kumulativní počet naběhaných kilometrů v tréninku (od začátku sledování) u běhu na 800 m a 1500 m. To odpovídá publikovaným závěrům odborníků, kteří prokázali vliv aerobního zatížení na výkonnost (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015; Matos & Winsley, 2007) a také význam rychlostní přípravy na výkon (Moss & Dick, 2004; Tjelta & Enoksen, 2010).

U intenzivních tréninků je zvláště důležité přesné stanovení objemu a intenzity tréninku. Za tímto účelem je vhodné provádět průběžnou diagnostiku, důsledné sledování aktuálního stavu. To je potřeba provádět i v průběhu tréninkové jednotky, kdy můžeme díky sledování individuální reakce na trénink provést úpravy následného zatížení. To přispívá k individualizaci zatížení. U dospělých běžců ve vrcholové etapě tréninku má anaerobní trénink nezastupitelnou úlohu, jeho nadměrné užívání u mládeže může ale přinést i negativa ve smyslu snížení potenciálu běžců v budoucnosti (Helgerud et al., 2007; Moss & Dick, 2004). Přesto je, při jeho použití v souladu s aktuálním stupněm vývoje, jeho účinek nezpochybnitelný. Použití anaerobního tréninku u mládeže přináší rychlý účinek z pohledu zlepšení výkonnosti (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015; Matos & Winsley, 2007; Powers, 2014; Reuter, 2012). Nám se tento vliv podařilo prokázat zejména u tempové rychlosti. Tempová rychlost, tedy rozvoj rychlosti běhu o stupeň vyšší, než je závodní rychlost, řadíme do specifických tréninkových prostředků. Rozvoj tempové rychlosti je ale tou nejoptimálnější variantou rozvoje specifických tréninkových prostředků u mládeže (Gunnarsson et al., 2012; Iaia et al., 2009). Záleží samozřejmě na použité formě, intenzitě a objemu zatížení. Můžeme konstatovat, že sportovní výkonnost adolescentních běžců na střední a dlouhé tratě je významně ovlivněna specifickými tréninkovými prostředky – zejména tempovou rychlostí. Tím byla potvrzena hypotéza 2.

Matos & Winsley (2007) uvádějí také možnost zlepšení výkonnosti při použití nesespecifického aerobního tréninku, a to o téměř 6 %. V naší studii jsme prokázali vliv nesespecifických tréninkových prostředků na výkonnost u parametrů obecná vytrvalost, celkový počet naběhaných tréninků a kumulativní počet naběhaných kilometrů. Vliv obecné vytrvalosti na výkonnost se ale podařilo prokázat pouze u tří probandů a jen u jedné disciplíny. Potvrdili jsme, že nesespecifické tréninkové prostředky mohou mít též vliv na

výkonnost adolescentních běžců na střední a dlouhé tratě. To potvrzují i Daniels (2013) a Reuter (2012). Zejména v prvních letech sportovní kariéry přispívají ke zlepšování výkonnosti a zároveň vytvářejí předpoklady pro zlepšení v dospělém věku (Kentta, Hassmen, & Raglin, 2001; Moss & Dick, 2004). Nepodařilo se nám ale prokázat jednoznačný vliv nespecifických tréninkových prostředků na výkonnost adolescentních běžců na střední a dlouhé tratě, hypotéza 3 se nepotvrdila.

Předpokládali jsme prokázání vlivu více proměnných na výkon. Tento fakt je pravděpodobně ovlivněn i skutečností, že některé tréninkové prostředky jsou v ročním tréninkovém cyklu používány sezónně. Např. rozvoj obecné vytrvalosti a běhu na úrovni aerobního prahu vrcholí zhruba ve druhém a třetím cyklu přípravy, důraz na rozvoj anaerobního prahu je kladen v podzimním přípravném období a pak na začátku jarního přípravného období, vybíhané kopce naši probandi používali zejména ve druhém a třetím cyklu a pak až v šestém. Rozvoje jednotlivých závodních temp jsou též velice nerovnoměrně rozloženy v ročním tréninkovém cyklu. U kategorie žactva a dorostu jsou situovány téměř výhradně do období měsíc až dva před hlavním závodem. Před dílčími vrcholy, což je u většiny sledovaných probandů MČR v hale, byl použit rozvoj závodních temp (tempová rychlost, speciální tempo, tempová vytrvalost) také v rozsahu jednoho až dvou měsíců předem. U sledovaných juniorů se tato sezónnost také vyskytuje, ale je méně výrazná. Doba použití některých tréninkových prostředků je delší a pokrývá větší část roku, než je tomu u mladších kolegů (rozvoj anaerobního prahu, tempové vytrvalosti, tempové rychlosti a speciálního tempa). Dá se také říci, že u námi sledovaných běžců, se dost zásadně liší trénink v obdobích mezi jednotlivými dílčími vrcholy sezóny. Jiný je obsah, intenzita i objem tréninku v období říjen až leden, jiný v období únor až květen a ještě jiný v období červen až září. Toto rozložení tréninkových prostředků v průběhu ročního tréninkového cyklu je v souladu s odbornou literaturou (Bureš, 1986; Moss & Dick, 2004; Neumann, Pfützner, & Berbalk, 2000). Vliv tréninku na výkonnost za období kratší než 1 rok závisí i na období, kdy byl výkon dosažen. Halové výkony jsou po období objemové přípravy, jarní a podzimní výkony opět po přípravě s rozdílným obsahem. Pokud vezmeme do úvahy tento fakt, mohou se výsledky, které jsme zjistili při hodnocení vlivu jednotlivých tréninkových ukazatelů na výkonnost jevit v jiném světle. Z tohoto důvodu se domníváme, že při případném podobném šetření na dospělých probandech by bylo možné dosáhnout ještě prokazatelnějších výsledků.

Vnímání tréninku a reakce na daný trénink je individuální, stejně jako odezva organismu na dané tréninkové zatížení. I v rámci jedné disciplíny jsou sportovci, u kterých

přináší větší výkonnostní zlepšení rychlostní trénink, u jiných zase převážně objemový vytrvalostní trénink, další reagují zejména na rozvoj síly. To potvrzuje potřebu individualizace tréninkového zatížení.

Při posuzování vlivu jednotlivých tréninkových prostředků na výkonnost v různě dlouhých časových obdobích jsme zjistili nárůst vlivu tréninku s nárůstem délky působení daného tréninkového ukazatele. Potvrdilo se, že absolvovaný trénink má určitou latenci. Čím delší časové období, tím těsnější vztah. Největší vliv u všech sledovaných tratí se projevil u kritéria celkový počet naběhaných kilometrů. Zaznamenali jsme významnou souvislost mezi výkonností a použitými specifickými tréninkovými prostředky (tempová rychlost, speciální tempo, tempová vytrvalost), stejně jako mezi výkonností a obecnými tréninkovými prostředky (rozvoj aerobního prahu, anaerobního prahu, obecné vytrvalosti), a to na všech třech tratích. Potvrdil se také logický předpoklad, že čím delší závodní trať, tím těsnější vztah vytrvalostního tréninku (AEP, ANP, OV, suma kilometrů) a výkonnosti a čím kratší trať, tím těsnější vztah mezi vysvětlující a vysvětlovanou proměnnou u tréninkových ukazatelů zahrnujících rychlost běhu rovnou či vyšší, než je závodní rychlost (maximální rychlost, tempová rychlost, speciální tempo). To odpovídá v literatuře prezentovaným závěrům Seilera & Tønnenssena (2009). Také Iaia et al. (2009), Iaia & Bangsbo (2010), Gunnarsson et al. (2012) potvrdili význam rozvoje tempové rychlosti v tréninku běžců a její vliv na výkonnost.

Nejprokazatelnější vliv tréninkových prostředků na výkon jsme zjistili u delších zkoumaných období. Období jeden rok je u všech tří disciplín období s nejvýznamnějším vlivem absolvovaného tréninku na výkonnost. Potvrdil se předpoklad určité latence použitého tréninkového zatížení (Neumann, Pfützner, & Berbalk, 2000; Ward & Barrett, 2002). Tím byla potvrzena hypotéza 4. U krátkodobého vztahu objemu tréninkového zatížení a výkonnosti jsme zaznamenali u závodní tratě 800 m významný vliv speciálního tempa (za všechna sledovaná období) a celkového počtu kilometrů (poslední 2 týdny před soutěží) u závodní tratě 1500 m je zřejmý vliv tempové rychlosti ve dvou nejkratších sledovaných obdobích (1 a 2 týdny před závody) a speciálního tempa v posledním měsíci před závodem. U tratě 3000 m byl prokázán významný vliv speciálního tempa a celkového počtu kilometrů, zejména 2 a 4 týdny před závodem a tempové vytrvalosti po dobu 4 týdnů před závodem. To je v souladu s již publikovanými informacemi o vlivu tréninku v předzávodním období (Bosquet et al., 2007; Mujika, 2010).

Naše výsledky potvrzují, že v období krátce před závody roste význam rozvoje speciálního tempa, tempové rychlosti, tempové vytrvalosti a obecné vytrvalosti. U obecné

vytrvalosti bychom očekávali spíše pozitivní vliv poklesu objemu tréninku, což by mělo vést k podpoře růstu výkonnosti těsně před vrcholem sezóny. Je ale možné, že u mladých běžců-vytrvalců může tento faktor působit odlišně. Možnou příčinou může být fakt, že celkový objem tréninku adolescentů a úroveň jejich trénovanosti nedosahuje úrovně dospělých vrcholových vytrvalců.

Největší vliv dlouhodobého tréninkového zatížení na výkonnost jsme u disciplíny 800 m prokázali zejména u celkového počtu kilometrů, speciálního tempa, obecné vytrvalosti, tempové vytrvalosti, u kterých je silný vztah ve všech sledovaných obdobích 3 měsíce před závodem a delších. U rozvoje aerobního prahu, tempové rychlosti, anaerobního prahu a vybíhaných kopců je silná závislost zejména u období 1 rok před závodem. V této disciplíně se tedy podařilo prokázat dlouhodobý vliv tréninku rychlosti větší, než je závodní trať, silového běžeckého tréninku a rozvoje vytrvalostních dispozic na úrovni anaerobního a aerobního prahu. U rozvoje tempa závodu a tempa o stupeň pomalejšího, rozvoje aerobních dispozic a celkového objemu naběhaných kilometrů jsme prokázali vliv dlouhodobý i krátkodobý.

U disciplíny 1500 m dlouhé je nejtěsnější vztah k výkonnosti u celkového počtu kilometrů ve všech sledovaných obdobích. U období 6 i 12 měsíců je významná souvislost s výkonností u rozvoje obecné vytrvalosti, aerobního i anaerobního prahu a tempové vytrvalosti. U speciálního tempa, vybíhaných kopců a tempové rychlosti je silná závislost u období 1 rok před soutěží. V této disciplíně je prokázán dlouhodobý vztah mezi výkonem a objemem naběhaných kilometrů, aerobního tréninku všech úrovní a komplexně speciální vytrvalosti. Největší krátkodobý vliv byl prokázán u celkového objemu naběhaných kilometrů.

U disciplíny 3000 m je nejsilnější závislost u období 3 měsíce před výkonem a delší u celkového počtu kilometrů, obecné vytrvalosti, rozvoje aerobního i anaerobního prahu a tempové vytrvalosti. Pro speciální tempo a vybíhané kopce jsme prokázali nejsilnější vztah u období 6 a 12 měsíců, závislost výkonu na rozvoji tempové rychlosti je největší v období 1 roku před výkonem. V této disciplíně jsme prokázali dlouhodobý vliv celkového objemu naběhaných kilometrů, aerobní vytrvalosti všech úrovní a komplexně speciální vytrvalosti. Největší krátkodobý vliv byl prokázán u celkového objemu naběhaných kilometrů.

Výsledky potvrzují předpoklad, že s rostoucí délkou závodní tratě roste i význam objemu tréninku v pomalejších rychlostech, než je závodní rychlost, včetně rozvoje aerobní vytrvalosti. Na růst výkonnosti má vliv dlouhodobý rozvoj obecných i specifických

tréninkových prostředků. To potvrzuje názory např. Stevenson (1990), že u mladých běžců je možné dlouhodobě zvyšovat výkonnost pomocí nesespecifických tréninkových prostředků. Potvrdil se i logický předpoklad vlivu specifického tréninku na výkonnost (Matos & Winsley, 2007).

Byla prokázána souvislost mezi dlouhodobým zvýšením objemu specifických i nesespecifických tréninkových prostředků a výkonností a také mezi krátkodobým zvýšením objemu tréninkových prostředků a výkonností u adolescentních běžců na tratích 800 m, 1500 m a 3000 m.

Z našich dat vyplývá, že nejsilnější efekt tréninku se projeví až po delším časovém období. To je pravděpodobně důvod těsnějšího vztahu mezi výkonností a objemem tréninkových prostředků u delších časových období. Vzhledem k výsledkům můžeme konstatovat, že vliv jednotlivých tréninkových prostředků na výkonnost adolescentních běžců se zvyšuje s délkou působení, což je způsobeno latentností efektu absolvovaného tréninkového zatížení (Ward & Barrett, 2002). To potvrzuje také nutnost projít všemi etapami sportovního tréninku, aby mohlo dojít k dostatečnému rozvoji všech potřebných předpokladů (Neumann, Pfützner, & Berbalk, 2000).

Dalším poznatkem bylo, že dlouhodobě kontrolovaný trénink má pozitivní významný vliv na techniku běhu. Z pohledu věcné významnosti jsme prokazovali souvislost mezi úrovní síly dolních končetin a úrovní techniky běhu. Použili jsme stejný soubor probandů, u tří z nich jsme ale neměli k dispozici všechny potřebné videozáznamy. Výsledky naší práce ukazují na věcně významný vztah mezi úrovní techniky a úrovní síly dolních končetin představovanou výsledky skokového běhu na 100 m v našem souboru probandů. Potvrdilo se, že změna techniky běhu souvisí s úrovní síly dolních končetin a zároveň, že prostřednictvím změny techniky běhu lze ovlivnit ekonomiku běhu (Greene & Pate, 2014; Saunders et al., 2004). Tím byla potvrzena hypotéza 5. Změna techniky běhu je možná jen při dlouhodobé aplikaci kontrolovaného tréninku (Reuter, 2012).

Pro zobecňující závěry je náš výzkum realizován na malém počtu probandů, což je dáno technickou a organizační náročností tohoto druhu šetření. Pro shromáždění potřebného množství dat jsme byli nuceni do studie zahrnout probandy ze dvou dekad. Všichni tito probandi byli ale členy jedné tréninkové skupiny, ve které se podmínky tréninkového zatížení v průběhu doby zásadně neměnily. Interpersonální odlišnosti tréninku souvisely pouze s individualizací zatížení. Přesto se nám podařilo v naší práci definovat kritéria pro stanovení předčasné specializace v bězích na střední a dlouhé tratě. Vycházeli jsme z již publikovaných

poznatků od různých autorů (Bureš, 1986; Helgerud et al., 2007; Karikosk, 1982; Konop, 1991; Moss & Dick, 2004; Tjelta & Enoksen, 2010; Tupý, 1986), podle kterých jsme sestavili doporučení pro případné použití v našich podmínkách.

Námi prokázaný vliv nespecifického tréninku na výkonnost běžců na střední a dlouhé tratě, v kombinaci s použitím specifických tréninkových prostředků v míře odpovídající věku a individuální úrovni dispozic daného běžce, je v souladu s odbornou literaturou (běžce Bompa, 2000; Dovalil et al., 2005; Kenney, Wilmore, & Costill, 2015; Perič, 2004; Stevenson, 1990). Na základě těchto závěrů můžeme doporučit v tréninku snahu o individuálně diferencované zatížení v souladu se zásadami tréninku odpovídajícímu věku, který při individualizovaném použití může přinést dosažení dostatečné výkonnostní úrovně v adolescentním věku při zachování primárního cíle – dosažení vrcholné výkonnosti v dospělosti.

7 Závěry

V naší práci jsme ukázali možnost stanovení významu jednotlivých tréninkových prostředků a proměnných ovlivňujících výkonnost, které lze kvantifikovat. Námí použitý postup nejen stanoví vlivné proměnné, ale také určí uzlovou hodnotu proměnné. Podařilo se nám potvrdit význam nesespecifických tréninkových prostředků v tréninkovém procesu, které mají nezpochybnitelný význam zejména u mládeže. Také jsme prokázali významný vliv specifických tréninkových prostředků na výkonnost, zejména v rychlostech běhu převyšujících závodní tempo běhu. Tyto prostředky jsou v tréninku adolescentních běžců přijatelné. Použitý postup je použitelný i při zkoumání méně početných souborů. Snažili jsme se ukázat další cesty, které je možno použít při analýze vlivu tréninkového zatížení na výkonnost. Tyto matematické modely výrazně doplňují používané metody, zkušenosti a logiku. Také jsme shrnuli kritéria předčasné specializace v tréninku běžců na střední a dlouhé tratě. Přispěli k diskusi o úrovni zatěžování běžců (i ostatních sportovců) v žákovském a dorosteneckém věku, protože vzhledem k životnímu stylu současné generace je pravděpodobné, že počet talentovaných jedinců neporooste.

Z výsledků naší práce vyplývá, že dlouhodobé změny v objemu tréninkového zatížení mladých běžců na střední a dlouhé tratě vyvolají změny sportovní výkonnosti. Při navýšení objemu tréninkového zatížení se jejich výkonnost významným způsobem zvýší. Vliv tréninkového zatížení na výkonnost roste s rostoucí dobou působení. Individualizací tréninkového zatížení respektující aktuální stupeň rozvoje adolescentních běžců lze snížit riziko předčasné specializace a významně ovlivnit výkonnost v dospělosti. Tím se potvrdila hypotéza 1.

Sportovní výkonnost adolescentních běžců na střední a dlouhé tratě je významně ovlivněna specifickými tréninkovými prostředky. Ze specifických tréninkových prostředků se podařilo prokázat zejména vliv tempové rychlosti. Tím se potvrdila hypotéza 2.

Neprokázal se jednoznačný vliv nesespecifických tréninkových prostředků na výkonnost adolescentních běžců na střední a dlouhé tratě, hypotéza 3 se nepotvrdila.

Vliv jednotlivých tréninkových prostředků na výkonnost adolescentních běžců se zvyšuje s délkou působení, což je způsobeno latentností efektu absolvovaného tréninkového zatížení. Nejvyšší efekt jsme prokázali u nejdelšího období zkoumání, v našem případě tedy v období jeden rok. Se zkracující se délkou působení se snižuje vliv jednotlivých tréninkových prostředků. Tím se potvrdila hypotéza 4.

Síla dolních končetin významným způsobem ovlivňuje techniku běhu, tím se potvrdila hypotéza 5.

Limity práce – zobecnění závěrů brání nízký počet probandů. Relevantní údaje bylo možné získat jen u omezeného počtu probandů, protože pouze malé procento sportovců si vede pečlivě, pravidelně a dlouhodobě všechny potřebné záznamy o tréninkovém zatížení v potřebné kvalitě a rozsahu. Podmínkou tohoto typu zkoumání je kvalita a přesnost vstupních dat a spolupráce sportovce a jeho trenéra. Kritérium výkonnosti je dalším limitním prvkem, který nám neumožnil pracovat s mnohem větším okruhem zkoumaných běžců. Přesto jsme ukázali možný pohled na kritéria předčasné specializace u běžců na střední a dlouhé tratě.

Použitá literatura

Anděl, J. (2005). *Základy matematické statistiky*. Praha: Matfyzpress.

Anderson, T. (1996). Biomechanics and running economy. *Sports medicine*, 22(2), 76-89.

Aragón, S., Lapresa, D., Arana, J., Anguera, M. T., & Garzón, B. (2015). Tactical behaviour of winning athletes in major championship 1500-m and 5000-m track finals. *European journal of sport science*, 1-8.

Arens, D. (1983). *Train or play for the young runner: a study of specialization vs. general development for our young*. Australian Track and Field Coaches Association., 31.Sydney.

Arens, D. (1983a). Young runners avoid specialization. *Modern Athlete & Coach Jan*, 21 (1), 22-24.

Arrese, A. L., Ostáriz, E. S., Mallen, J. C., & Izquierdo, D. M. (2005). The changes in running performance and maximal oxygen uptake after long-term training in elite athletes. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 45(4), 435.

Armstrong, L. E., Epstein, Y., Greenleaf, J. E., Haymes, E. M., Hubbard, R. W., Roberts, W. O., & Thompson, P. D. (1996). Heat and cold illnesses during distance running. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28, R1-10.

Armstrong, N., & Welsman, J. (2002). *Young people and physical activity*. Oxford: Oxford University Press.

Astrand, P. O., & Rodahl, K. (1986). *Textbook of work physiology*. New York: McGraw Hill.

Baker, J. (2003). Early Specialization in Youth Sport: a requirement for adult expertise? *High Ability Studies*, 14 (1), 85-94.

Baker, J., Côte, J., & Abernethy, B. (2003). Sport specific training, deliberate practice and the development of expertise in team ball sports. *Journal of Applied Sport Psychology*, 15(1), 12-25.

Bar-Or, O. (1996). Role of exercise in the assessment and management of neuromuscular disease in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28 (4), 421-427.

Bar-Or, O., & Rowland, T. W. (2004). *Pediatric exercise medicine: from physiologic principles to health care application*. Champaign: Human Kinetics.

- Bartůňková, S., Heller, J., Kohlíková, E., Petr, M., Smitka, K., Štefl, M., & Vránová, J. (2013). *Fyziologie pohybové zátěže*. Praha: FTVS UK.
- Baslerová, P., Balunová, K., Bučková, I., Čadová, E., Červenáková, H., Dufková, Z. et al. (2012). Katalog posuzování míry speciálních vzdělávacích potřeb, část II. (diagnostické domény pro žáky se zrakovým postižením). Olomouc: UP PF.
- Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 32(1), p. 70–84.
- Baxter-Jones, A., & Mundt, C. (2007). The young athlete. *Paediatric exercise physiology – Advances in sport and exercise science series*. Editor: Armstrong N. Philadelphia: Churchill Livingstone Elsevier, 299-324.
- Baxter-Jones, A., Helms, P., Maffuli, N., Baines-Preece, J., & Preece, M. (1995). Growth and development of male gymnasts, swimmers, soccer and tennis players: A longitudinal study. *Annals of Human Biology* 22, 381-394.
- Belej, M. (2001). *Motorické učenie*. Prešov: SVSTVŠ a FHPV PU Prešov.
- Benson, R., & Connolly, D. (2011). *Heart rate training*. Champaign: Human Kinetics.
- Billat, V., Lepretre, P. M., Heugas, A. M., Laurence, M. H., Salim, D., & Koralsztein, J. P. (2003). Training and bioenergetic characteristics in elite male and female Kenyan runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(2), 297-304.
- Billat, V. L., Demarle, A., Slawinski, J., Paiva, M., & Koralsztein, J. P. (2001). Physical and training characteristics of top-class marathon runners. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(12), 2089-2097.
- Birrer, R. B., Griesemer, B. A., & Cataletto, M. B. (2002). *Pediatric sports medicine for primary care*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Blahuš, P. (2000). Statistická významnost proti vědecké průkaznosti výsledků výzkumu. *Česka kinantropologie*, 4(2), 53-72.
- Boháčková, J. (2009). *Testy statistických hypotéz založené na empirických distribučních funkcích*. Brno: MU.
- Bompa, T. O. (2000). *Total Training for Young Champions. Proven conditioning programs for athletes ages 6 to 18*. Champaign: Human Kinetics.
- Borms, J. (1986). The child and exercise: an overview. *Journal of Sports Science* 4(1), 3-20.

- Bosquet, L., Montpetit, J., Arvisais, D., & Mujika, I. (2007). Effects of tapering on performance: A meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(8), 1358-1365.
- Bouchard, C., Malina, R. M., & Pérusse, L. (1997). *Genetics of fitness and physical performance*. Champaign: Human Kinetics.
- Bouchard, C. (1986). Genetics of aerobic power and capacity. *Sport and human genetics*, 13, 59-89.
- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*; 45(1), 5-32.
- Breiman, L., Friedman, J., Olshen, R. A., & Stone, C. J. (1984). *Classification and Regression Trees*. Boca Raton, FL: Chapman & Hall.
- Brod'áni, J. (2011). *Účinnosť tréningového zaťaženia u chodca na 20 km*. Nitra: UKF.
- Brod'áni, J., Czakova, M., Tóth, M., & Pavlović, R. (2015). Periodization of training load during preparatory and performance shaping phases of a 50 and 20 km race walker. *Sport Science* 8(2), 49-54.
- Brown, J. (2001). *Sports Talent*. Champaign: Human Kinetics.
- Bunc, V. (1989). *Biokybernetický prístup k hodnocení reakce organismu na tělesné zatížení*. Praha: VÚT UK.
- Bunc, V. (1996). Pohybové aktivity jako prostředek ovlivňování zdravotně orientované zdatnosti. In: Tillinger, P., & Perič, T. (eds.): *Sborník referátů z Národní konference „Tělesná výchova a sport na přelomu století“*. Praha: FTVS UK, 172-174.
- Bunc, V. (2001) Prediction equations for the determination of body composition in children using bioimpedance analysis. In: Jurimae, T., Hills, A. V. (eds.) *Body composition assessment in children and adolescents. Med. Sport Sci.*, 44, p. 46–52.
- Bunc, V. (2003). Determinanty sportovního tréninku dětí a mládeže. *Fakulta tělesné výchovy a sportu UK*.
- Bunc, V. (2004). Současné pohledy na identifikaci sportovního talentu (na příkladu biatlonu a fotbalu). In: *Sborník mezinárodní konference „Identifikace pohybových talentů“*, Praha: UK FTVS, 19-24.
- Bunc, V. (2006). Změny vybraných parametrů tělesného složení a aerobní zdatnosti u vysoce trénovaných fotbalistů v průběhu tréninkového roku. *HRY 2006 GAMES 2006*, 71.

- Bunc, V. (2009) Diagnostics of sport performance predisposition. *Sci.Rev.Phys. Culture*. XII(1), 5-14.
- Bunc, V. (2012). Kvantitativní a kvalitativní diagnostika ve hrách. *HRY 2012*, 7.
- Bunc, V. (2013). Functional profile of young trained athletes. *Česká kinantropologie/Czech kinanthropology*, 17(4).
- Bunc, V., & Dlouhá, R. (1988). *Motorické testy pro výběr mladých běžců na střední tratě a vytrvalců*. Praha: VÚT UK.
- Bunc, V., Ejem, M., Kučera, V., & Moravec, P. (1992). Assessment of predispositions for endurance running from field tests. *Journal of sports sciences*, 10(3), 237-242.
- Bureš, M. (1986). *Atletika – běh na 800m a 1500m (ženy)*. Praha: ÚV ČSTV.
- Caha, J., Černý, R., Káráský, L., Kodejš, M., Moravec, P., Dostál, J., & Hubáček, Z. (1984). *Běh na 400 m překážek mužů a žen*. Praha: ÚV ČSTV.
- Capranica, L., & Millard-Stafford, M. L. (2011). Youth sport specialization: how to manage competition and training. *International journal of sports physiology and performance*, 6(4), 572-579.
- Coakley, J. (1992). Burnout among adolescent athletes: A personal failure or social problem? *Sociology of Sport Journal* 9, 271-285.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. (4th ed.). New York: Academic Press.
- Čelikovský, S. (1990). *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu*. 3. vyd. Praha: SPN.
- Čillík, I. (2008). Analýza všeobecných tréningových ukazateľov v štyroch ročných tréningových cykloch počas štúdia na osemročnom športovom gymnáziu. *Medzinárodná vedecká konferencia v Nitre*. PF UKF v Nitre.
- Cissik, J. M. (2002). Technique and speed development for running. *NSCA's Performance Training Journal*, 1(8), 18-21.
- Cortina, J. M., & Nouri, H. (2000). *Effect size for ANOVA design*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Daniels, J. (2013). *Daniels' running formula*. Champaign IL: Human Kinetics.
- Daniels, J., Oldridge, N., Nagle, F., & White, B. (1978). Differences and changes in VO₂ among young runners 10 to 18 years of age. *Medicine and Science in Sports*, 10 (3), 200-203.

- David, R. (1999). *Práva dítěte. Úmluva o právech dítěte a její charakteristika. Mezinárodní ochrana práv dítěte a některé další dokumenty. Rodina a základy rodinného práva*. Olomouc: nakladatelství Olomouc.
- Davis, G. A., Rimm, S. B. (1998). *Education of the Gifted and Talented*. Needham Hights: Allyn Bacon.
- De Garay, A. L., Levine, L., & Carter, J. E. L. (1974). *Genetic and anthropological studies of Olympic athletes*. Academic Press.
- Dengel, D. R., Flynn, M. G., Costill, D. L., & Kirwan, J. P. (1989). Determinants of success during triathlon competition. *Res. Quart. Exerc. Sport*, 60, p. 234-238.
- Dick, F. W. (2002). *Sports training principles*. London: A&C Black.
- Dostál, E. (1974). *Běh pro zdraví: návod pro zlepšení zdraví a proti předčasnému stárnutí*. Praha: Olympia.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Rychtecký, A., Havlíčková, L., Perič, T., & Suchý, J. (2008). *Lexikon sportovního tréninku*. Praha: Karolinum.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., Vránová, J., & Bunc, V. (2005). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Drabik, J. (1996). *Children and sports training: how your future champions should exercise to be healthy, fit and happy*. Island Pond, Vt.: Stadion Publishing Company, Inc.
- Elliot, B., & Ackland, T. (1981). Biomechanical effects of fatigue on 10,000 meter running technique. *Research Quarterly for exercise and sport*, 52(2), 160-166.
- Enoksen, E. (2011). Drop-out rate and drop-out reasons among promising Norwegian track and field athletes: A 25 year study. *Scandinavian Sport Studies Forum*. 2, 19-43.
- Enoksen, E., Tjelta, A. R., & Tjelta, L. I. (2011). Distribution of Training Volume and Intensity of Elite Male and Female Track and Marathon Runners. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 6 (2), 273-293.
- Ericsson, K. A. (2014). *The road to excellence: The acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports, and games*. Psychology Press.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & 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.
- Falk, B., Lidor, R., Lander, Z., & Lang, B. (2004). Talent identification and early development of elite water-polo players: a 2-year follow-up study. *J. Sports Sci.*, 22(4), 347-355.
- Faude, O., Kindermann, W., & Meyer, T. (2009). Lactate threshold concepts. *Sports medicine*, 39(6), 469-490.
- Feige, K. (1973). *Vergleichende Studien zur Leistungsentwicklung von Spitzensportlern*. Schorndorf: Karl Hofmann.
- Fišer, L. (1965). *Mílaři – vytrvalci*. Praha: SPN.
- Formánek, J., & Horčic, J. (2003). *Triatlon*. Praha: Olympia, 2003.
- Gonçalves, C. E., Rama, L. M., & Figueiredo, A. B. (2012). Talent identification and specialization in sport: an overview of some unanswered questions. *Int J Sports Physiol Perform*, 7(4), 390-3.
- Granados, C., Izquierdo, M., Ibenez, J., Ruesta, M., & Gorostiaga, E. (2008). Effects of an entire season on physical fitness in elite female handball players. *Medicine Science in Sports Exercise*, 40(2), 351.
- Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Brno: Computer Press.
- Green, D. G. (2014). The Snowball Effect. In *Of Ants and Men* (pp. 103-115). Springer Berlin Heidelberg.
- Greene, L. S., & Pate, R. (2014). *Training Young Distance Runners*. Champaign: Human Kinetics.
- Gunnarsson, T. P., Christensen, P. M., Holse, K., Christiansen, D., & Bangsbo, J. (2012). Effect of additional speed endurance training on performance and muscle adaptations. *Med Sci Sports Exerc*, 44(10), 1942-8.
- Haag, H. (1987). *Meyers kleines Lexikon*. Sport, Mannheim: Meyers Lexikonverlag.
- Hanon, C., & Thomas, C. (2011). Effects of optimal pacing strategies for 400-, 800-, and 1500-m races on the [Vdot] O₂ response. *Journal of sports sciences*, 29(9), 905-912.
- Haralambie, G. (1982). Enzyme activities in skeletal muscle of 13-15 years old adolescents. *Bulletin Européen Physiopathologie Respiratoire* 18, 65-74.

- Hart, C. (1993). 400 meter training. *Track and Field Quarterly Review*, 93(1), 23-28.
- Havlíček, I. (1986). *Aktuálne prístupy vo výbere a tréningu športovo talentovanej mládeže*. Praha: VMO ÚV ČSTV.
- Helgerud, J., Hoydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., ... & Hoff, J. (2007). Aerobic High-Intensity Intervals Improve VO₂max More Than Moderate Training. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(4), 665.
- Heller, J. (1997). Funkční zátěžová diagnostika a její aplikace ve sportu. *Lékařské listy*, 40, 10-12.
- Heller, J., & Vodička, P. (2011). *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. Karolinum.
- Hendl, J. (2004). *Přehled statistických metod zpracování dat. Analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál.
- Hendl, J. (2005). *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Portál.
- Hendl, J. (2009). *Přehled statistických metod: Analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál.
- Hofmann, S., & Schneider, G. (1985). *Eignungsbeurteilung und Auswahl im Nachwuchsleistungssport*. *Theorie Praxis Körperkultur*, 34, 44-52.
- Hollander, D., Meyers, M., & Leunes, A. (1995). Psychological factors associated with overtraining: implications for youth sport coaches. *Journal of sport Behavior* 18, 3-17.
- Hošek, V. (1975). *Teoretické základy výběru sportovních talentů*. Praha: Metodický dopis ČÚV ČSTV.
- Hothorn, T., Hornik, K., & Zeileis, A. (2006). Unbiased recursive partitioning: A conditional inference framework. *Journal of Computational and Graphical statistics*, 15(3), 651-674.
- Hothorn, T., Hornik, K., Strobl, C., & Zeileis, A. (2010). *Party: A laboratory for recursive partytioning*.
- Hothorn, T., Hornik, K., Strobl, C., Zeileis, A., & Hothorn, M. T. (2015). Package 'party'. *Package Reference Manual for Party Version 0.9-998*, 16, 37.
- Choutka, M., & Dovalil, J. (1991). *Sportovní trénink*. Praha: Olympia.
- Iaia, F. M., Hellsten, Y., Nielsen, J. J., Fernström, M., Sahlin, K., & Bangsbo, J. (2009). Four weeks of speed endurance training reduces energy expenditure during exercise and maintains

muscle oxidative capacity despite a reduction in training volume. *Journal of applied physiology*, 106(1), 73-80.

Iaia, F., & Bangsbo, J. (2010). Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(2), 11-23.

Irvine, S. I. (2012). Early Sports Specialization for Children Does Not Guarantee Results. *BC Coach's Perspective Spring*, 14-16.

Janura, M., & Zahálka, F. (2004). *Kinematická analýza pohybu člověka*. Olomouc: Univerzita Palackého.

Jayanthi, N. A., LaBella, C. R., Fischer, D., Pasulka, J., & Dugas, L. R. (2015). Sports-Specialized Intensive Training and the Risk of Injury in Young Athletes A Clinical Case-Control Study. *The American journal of sports medicine*, 0363546514567298.

Jayanthi, N., Pinkham, C., Dugas, L., Patrick, B., & LaBella, C. (2012). Sports specialization in young athletes evidence-based recommendations. *Sports health: a multidisciplinary approach*, 1941738112464626.

Jones, A. M. (2006). Middle and long distance running. *Sport and exercise physiology testing guidelines*, 1, 147-154.

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., Laczo, E., & Peráček, P. (2012). *Teória športu a didaktika športového tréningu*. Bratislava: ICM Agency.

Karikosk, O. (1980). Developments in long distance training. *Modern Athlete & Coach*, 18 (3), p. 3-6.

Karikosk, O. (1982). Another look into the development of young distance runners. *Modern Athlete & Coach*, 20 (1), 17-19.

Kenney, W. L., Wilmore, J., & Costill, D. (2015). *Physiology of Sport and Exercise 6th Edition*. Human kinetics.

Kentta, G., Hassmen, P., & Raglin, J. (2001). Training practices and overtraining syndrome in Swedish age-group athletes. *International Journal of Sports Medicine* 22, 460-465.

- Keul, J., Kindermann, W., & Simon, G. (1987). Die aerobe- und anaerobe- Kapazität als Grundlage für die Leistungsdiagnosticks. In: *Leistungssport* (1).
- Klaschka, J., & Kotrč, E. (2004). Klasifikační a regresní lesy. *ROBUST 2004. Sborník prací 13. letní školy JČMF*.
- Ko, B. G., Gu, H. M., Park, D. H., Back, J. H., Yun, S. W., Lee, M. C., ... & Shin, S. Y. (2003). The Construction of Sports Talent Identification Models. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 15(2).
- König, E. (1990). K vývoji v běhu na 400 m překážek žen. *Leichtathlet 1990* (29), pp. 8-10.
- Konop, P. (1991). Příprava středotračářů – dorostenců. In: Moravec, P. et al. (1991). *Sborník prací k problematice středních tratí*. Praha: Olympia.
- Koukal, J. (1981). Grafické vyhodnocení výsledků skokového běhu. *Atletika* 7(7), 15.
- Kovář, K., & Hlavatá, P. (2004). Současné přístupy k výběru nadaných jedinců v atletice. *Sborník mezinárodní konference „Identifikace pohybových talentů“*, Praha: UK FTVS, 30-32.
- Kovářová, L., Kovář, K., & Horčic, J. (2012). Vytvoření standardů pro hodnocení výkonu na anaerobním prahu u triatlonistů v juniorské kategorii. *Studia Kinanthropologica*, XIII. (1), 30-36.
- Kučera, V., & Truksa, Z. (2000). *Běhy na střední a dlouhé tratě*. Praha: Olympia.
- Kyröläinen, H., Belli, A., & Komi, P. V. (2001). Biomechanical factors affecting running economy. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 33 (8), 1330-1337.
- Legaz-Arrese, A., Munguía-Izquierdo, D., Nuviala, A. N., Serveto-Galindo, O., Urdiales, D. M., & Masía, J. R. (2007). Average VO₂ max as a function of running performances on different distances. *Science & sports*, 22(1), 43-49.
- Lehmann, M., Dickhuth, H. 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.
- Leveritt, M., Abernethy, P. J., Barry, B. K., & Logan, P. A. (1999). Concurrent Strength and Endurance Training. *Sport Med*, 28 (6), 413-427.
- Levine, B. D., & Stray-Gundersen, J. (1997). “Living high-training low”: effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance. *Journal of applied physiology*, 83(1), 102-112.

- Lilliefors, H. W. (1967). On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. *Journal of the American Statistical Association*, 62(318), 399-402.
- Liparova, S. (2014). Anaerobic lactate resistance of a cross triathlete's body. *European Scientific Journal*, 10(9).
- Lipárová, S., & Broďáni, J. (2013). *Športová príprava v horskom triatlone a intraindividuálny adaptačný efekt na tréningové zaťaženie*. Nitra: UKF.
- Macejková, Y., & Záhorec, J. (2000). Diferencia účinnosti tréningových prostriedkov z hľadiska kritérií športovej výkonnosti vo vrcholovom plávaní. *Česká kinantropologie*, 4 (1), 29-37.
- Macek, P. (2003). *Adolescence*. Praha: Portál.
- Máček, M., & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén. 245.
- Malina, R. M. (1993). Youth Sports: readiness, selection and trainability. In: Duquet, W, Day, J. A. P. (eds.): *Kinanthropometry IV*, E & FN Spon, London, 285-310.
- Malina, R. M. (2010). Early sport specialization: roots, effectiveness, risks. *Curr Sports Med Rep*. 9(6), 364-371.
- Malina, R. M., & Bouchard, C. (1991). *Growth, maturation and physical activity*. Champaign: Human Kinetics.
- Malina, R., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth maturation and physical activity*. 2nd ed. Champaign IL: Human Kinetics.
- Martens, R. (1996). *Successful coaching*. Champaign: Human Kinetics.
- Matos, N., & Winsley, R. J. (2007). Trainability of young athletes and overtraining. *Journal of Sports Science and Medicine* 6, 353-367.
- Matoušek, R. (1988). *Účinnosť tréningového zaťaženia v prekážkových behoch*. Bratislava: FTVŠ UK.
- Maud, P. J., & Foster, C. (1995). *Physiological assessment of human fitness*. Champaign: Human Kinetics.
- McArdle, W., Katch, I., & Katch, L. (2005). *Exercise Physiology*. 5th ed. Malvern PA: McGraw-Hill.

- McCann, D. J., & Higginson, B. K. (2008). Training to maximize economy of motion in running gait. *Current sports medicine reports*, 7(3), 158-162.
- Měkota, K. (1983). *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha: SPN.
- Měkota, K., & Cuberek, R. (2007). *Pohybové dovednosti-činnosti-výkony*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Měkota, K., & Kovář, R. (1995). *Unifittest (6-60): Test and Norms of Motor Performance and Physical Fitness in Youth and in Adult Age*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Melichna, J. (1981). *Sval a jeho adaptace ve sportovním tréninku*. Metodický dopis, Věd. metod. odd. ČSTV, Praha.
- Michálek, J., Jurečka, J., & Semerád, M. (1990). *Běhy a chůze*. Praha: ČÚV ČSTV.
- Miller, M. et al. (1971). *Jednotný tréninkový systém pro běhy na střední a dlouhé tratě*. Praha: Olympia.
- Millerová, V. (1994). *Základy atletického tréninku*. Praha: Karolinum.
- Moesch, K., Elbe, A. M., Hauge, M. L., & Wikman, J. M. (2011). Late specialization: the key to success in centimeters, grams, or seconds (cgs) sports. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 21(6), 282-290.
- Morgan, D. W., Martin, P. E., & Krahenbuhl, G. S. (1989). Factors affecting running economy. *Sports Medicine*, 7(5), 310-330.
- Morgan, J. N., & Sonquist, J. A. (1963). Problems in the analysis of survey data, and a proposal. *Journal of the American statistical association*, 58(302), 415-434.
- Morgan, W., Brown, D., Raglin, J., O'Connor, P., & Ellickson, K. (1987). Psychological monitoring of overtraining and staleness. *British Journal of Sports Medicine* 21, 107-114.
- Moss, D. (2004). *Tricks of the Trade for Middle Distance, Distance & Cross-country Running*. Physical Education Digest-Book Division.
- Moss, D., & Dick, R. W. (2004). Avoid Early Specialization for Runners. *Tricks of the Trade for Middle Distance, Distance & Cross-Country Running*. 6 (1), 4-9.
- 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.

- Naughton, G. Farpour, L., Carlson, J., Bradney, M., & Van Praagh, E. (2000). Physiological issues surrounding the performance of adolescent athletes. *Sports Medicine* 30, 309-325.
- Neumann, G., Pfützner, A., & Berbalk, A. (2000). *Successful endurance training*. Meyer & Meyer Verlag.
- Neumann, G., Pfützner, A., & Hottenrott, K. (2005). *Trénink pod kontrolou: Metody, kontrola a vyhodnocení vytrvalostního tréninku*. Grada Publishing as.
- Newel, A., & Rosenbloom, P. S. (1981). *Mechanisms of skill acquisition and the law of practice*. In J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition*, 1-55. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Novotný, J., & Novotná, M. (2008). Fyziologické principy tréninku a testy běžců. *Atletika*, 60 (11), 1-5 a 8.
- Nudel, D. B., Hassett, I., Gurian, A. Diamant, S., Weinhouse, E., & Gootman, N. (1989). Young long distance runners. Physiological and psychological characteristics. *Clinical Pediatrics* 28 (11), 500-505.
- Nyland, J. (2014). Coming to terms with early sports specialization and athletic injuries. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 44(6), 389-390.
- O'Toole, M. L., & Douglas, P. S. (1995) Applied physiology of triathlon. *Sports Med.* 19(4), p. 251-267.
- Perič, T. (2004). *Sportovní příprava dětí*. Praha: Grada.
- Perič, T. (2006). *Výběr sportovních talentů*. Praha: Grada.
- Pfützner, A. (1990). *Zu grundlegenden Problemen der Erhöhung der Leistungswirksamkeit des Vorbereitungssystems im Skilanglauf: ein Beitrag für eine auf Weltspitzenleistungen gerichtete Entwicklungskonzeption*. Dissertation B. Deutsche Hochschule für Körperkultur Leipzig.
- Písařík, M., & Liška, J. (1985). *Běhy na střední a dlouhé tratě – Základní programový materiál pro vrcholový sport, I. část*. Praha: ÚV ČSTV – vědeckometodické oddělení.
- Písařík, M., & Liška, J. (1989). *Běhy na střední a dlouhé tratě – Základní programový materiál pro vrcholový sport, II. Část*. Praha: ÚV ČSTV – vědeckometodické oddělení.
- Powers, S. (2014). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance*. McGraw-Hill Higher Education.

- Plowman, S. A., & Smith, D. L. (2013). *Exercise physiology for health fitness and performance*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Pupiš, M., Spišiak, M., & Tóth, M. (2015). Analýza tréningové a pretekového zaťaženia majstra sveta v chôdzi na 50 km. *Atletika 2015*, 52.
- Pyne, D. B., Saunders, P. U., Montgomery, P. G., Hewitt, A. J., & Sheehan, K. (2008). Relationships between repeated sprint testing, speed, and endurance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1633-1637.
- Randáková, R. (2004). *Změny tělesného složení a úrovně trénovanosti u mladých lyžařů běžců*. Hradec Králové: Gaudeamus, 46-50.
- Reuter, B. (2012). *Developing endurance*. Human Kinetics.
- Robinson, D. M., Robinson, S. M., Hume, P. A., & Hopkins, W. G. (1991). Training intensity of elite male distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(9), 1078-1082.
- Rowland, T. W. (1996). *Developmental exercise physiology*. Champaign: Human Kinetics.
- Sato, K., & Mokha, M. (2002). Does core strength training influence running kinetics, lower-extremity stability, and 500-m performance in Runners? *British Journal of Sports Medicine*, 36 (2), 95-101.
- Saunders, P. U., Pyne, D. B., Telford, R. D., & Hawley, J. A. (2004). Factors Affecting Running Economy in Trained Distance Runners. *Sports Med*, 34 (7), 465-485.
- Saunders, P. U., Telford, R. D., Pyne, D. B., Cunningham, R. B., Gore, C. J., Hahn, A. G., & Hawley, J. A. (2004a). Improved running economy in elite runners after 20 days of simulated moderate-altitude exposure. *Journal of Applied Physiology*, 96(3), 931-937.
- Sebera, M. (2014). *Statistika-vícerozměrné metody*. Masarykova univerzita.
- Seidl, J. (2016). *Tréninkové zatížení a dosažené výsledky jednotlivce v různých tréninkových prostředích. Případová studie elitních českých triatlonistů*. Disertační práce. Praha: FTVS.
- Seiler, K. S., & Kjerland, G. Ø. (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “optimal” distribution?. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(1), 49-56.
- Seiler, S., & Tønnensen, E. (2009). Intervals, Thresholds, and Long Slow Distance: the Role of Intensity and Duration in Endurance Training. *Sport science*, 13, 32-53.

- Seliger, V., & Bartúnek, Z. (1976). *Mean values of various indices of physical fitness in the investigation of Czechoslovak population aged 12-55 years*. Czechoslovak Association of Physical Culture.
- Sheskin, D. J. (2007). *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures* (4th ed.). Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC.
- Schabort, E. J., Killian, S. C., Gibson, St C. A., Hawley, J. A., & Noakes, T. D. (2000). Prediction of triathlon race time from laboratory testing in national triathletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, 844-849.
- Schmidt, P. (1991). Taktika běžce na středních a dlouhých tratích. In: Moravec, P. et al. (1991). *Sborník prací k problematice středních tratí*. Praha: Olympia.
- Schnabel, G., Harre, H. D., & Krug, J. (2008). *Trainingslehre – Trainingswissenschaft*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Schumacher, Y. U. (2007). Erfolg im Spitzenradsport – eine pro- und retrospektive Ranglistenanalyse. *Leistungssport*, 37 (5), 23-28.
- Smucny, M., Parikh, S. N., & Pandya, N. K. (2015). Consequences of single sport specialization in the pediatric and adolescent athlete. *Orthopedic Clinics of North America*, 46(2), 249-258.
- Soumar, L., Soulek, I., & Kučera, V. (2000). *Laktát a tepová frekvence jako významní pomocníci při řízení tréninku*. Praha: Casri.
- Spiriev, B., & Spiriev, A. (2011). *IAAF scoring tables of athletics*. International Association of Athletics Federations.
- Starkes, J. L., & Ericsson, K. A. (2003). *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise*. Human Kinetics.
- Stevenson, C. L. (1990). The athletics career: Some contingencies of sport specialization. *Journal of Sport Behavior* 13, 103-113.
- Stoeber, J., & Crombie, R. (2010). Achievement goals and championship performance: Predicting absolute performance and qualification success. *Psychology of Sport and Exercise*, 11(6), 513-521.

- Strobl, C., Malley, J., & Tutz, G. (2009). An introduction to recursive partitioning: rationale, application, and characteristics of classification and regression trees, bagging, and random forests. *Psychological methods*, 14(4), 323.
- Sutton, C. D. (2005). Classification and regression trees, bagging, and boosting. *Handbook of statistics*, 24, 303-329.
- Svedenag, J., & Sjödín, B. (1984). Maximal and submaximal oxygen uptakes and blood lactate levels in elite male middle-and long-distance runners. *International journal of sports medicine*, 5(05), 255-261.
- Šelingerová, M., & Moravec, R. (1992). Biologický vek a jeho vplyv na motorickú výkonnosť 10 až 14 ročných atlétov. In *Acta Fac. Educ. phys. Univ. Comeniana*, roč. 33, 41-50.
- Šprynarová, Š., Bunc, V., Heller, J., Kučera, V., & Moravec, P. (1987). Funkční předpoklady výběru mladých běžců vytrvalců a možnosti jejich dalšího rozvíjení. *Sborník ze slavnostního shromáždění a vědecké konference SVS MŠ ČSR při UK: Vrcholový sport*. Praha: UK.
- Štěpnička, J. (1974). Typologie sportovců. *Acta Univ. Carol. Gymnica*, 1, 67-90.
- Thevenet, D., Leclair, E., Tardieu-Berger, M., Berthoin, S., Regueme, S., & Prioux, J. (2008). Influence of recovery intensity on time spent at maximal oxygen uptake during an intermittent session in young, endurance-trained athletes. *Journal of sports sciences*, 26(12), 1313-1321.
- Thiel, C., Foster, C., Banzer, W., & De Koning, J. (2012). Pacing in Olympic track races: competitive tactics versus best performance strategy. *Journal of sports sciences*, 30(11), 1107-1115.
- Tillinger, P. (2003). *Prognózování vývoje výkonnosti ve sportu*. Praha: Univerzita Karlova, Karolinum.
- Tjelta, L. I. (2013). A Longitudinal Case Study of the Training of the 2012 European 1500 m Track Champion. *Int J Appl Sports Sci*, 25, 11-18.
- Tjelta, L., & Enoksen, E. (2010). Training Characteristics of Male Junior Cross Country and Track Runners on European Top Level. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 5 (2), 193-203.
- Trkal, V. (2003). The development of combined events scoring tables and implications for the training of decathletes. *New Studies in Athletics*, 18(4), 7-14.

- Tupý, J. (1986). *Metodické pokyny k učebním osnovám pro I. – IV. Ročník sportovní školy. Atletika, běžecké disciplíny na střední a dlouhé tratě*. Praha: MŠ ČSR.
- Tvrzník, A., & Rus, V. (2002). *Tréninkový deník*. 1. vyd. Praha: Český olympijský.
- Tvrzník, A., & Soumar, L. (2012). *Běhání*. (1. vyd., 192 s.) Praha: Grada.
- Vacula, J., Bureš, M., Dostál, E., Choutková, B., Kněnický, K., Koštejn, L. ... Vomáčka, V. (1983). *Trénink atletických disciplín*. Praha: SPN.
- Vágnerová, M. (2005). *Vývojová psychologie I. Dětství a dospívání*. Praha: Karolinum.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., & Philippaerts, R. M. (2008). Talent identification and development programmes in sport. *Sports medicine*, 38(9), 703-714.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy. 2., rozš. a přeprac. vyd.* Praha: Triton, 2006.
- Venables, W. N., & Ripley, B. D. (2013). *Modern applied statistics with S-PLUS*. Springer Science & Business Media.
- Vindušková, J., Bártlová, P., Fejtek, M., Heller, J., Hlína, J., Choutková, B., ... Velebil, V. (2003). *Abeceda atletického trenéra*. Praha: Olympia.
- Vobr, R. (2009). *Vývoj věku vrcholné výkonnosti v atletice, plavání, běžeckém lyžování, ledním hokeji a fotbalu v letech 1970 – 2007*. České Budějovice: JU v Českých Budějovicích.
- Ward, P., & Barrett, T., (2002) *A review of behavior analysis research in physical education*. J.Teach.Phys.Educ., 21(3): 242-266.
- Weineck, J. (2004). *Optimales training: Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings*. Spitta Verlag GmbH & Co. KG.
- Weyand, P. G., Sternlight, D. B., Bellizzi, M. J., & Wright, S. (2000). Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *Journal of applied physiology*, 89(5), 1991-1999.
- Weiner, B. (1990). History of motivational research in education. *Journal of educational Psychology*, 82(4), 616.
- Williams, K. R., & Cavanagh, P. R. (1987). Relationship between distance running mechanics, running economy, and performance. *Journal of Applied Physiology*, 63(3), 1236-1245.

Williams, S. J., & Kendall, L. R. (2007). *A profile of sports science research (1983-2003)*. *J.Sci.Med.Sport*, 10(4): 193-200.

Wilmore, J. H., & Costill D. L. (1999). *Physiology of sports and exercise*. Champaign: Human Kinetics.

Záhorec, J. (1995). *Application of te correlation and regresion analysis of time series to intraindividual analysis of training load and structure sport performance*. In *International conferene on Physica Education and sports of Children and Youth*. Bratislava: FTVŠ.

Zmajic, H. (1996). Are the top tennis players born in January? *Coaching and Sport Science Review*, 4 (9), 3-4.

Zvonař, M., Pavlík, J., Sebera, M., Vespalec, T., & Štochl, J. (2010). *Vybrané kapitoly z antropomotoriky*.

Žambochová, M. (2006). Použití stromů ve statistice. *Ekonomika, regiony a jejich výhledy*, 114-120.

Žambochová, M. (2008). Jak na rozhodovací stromy. *Informační Bulletin, Praha*, 19(3), 1-12.

Elektronické zdroje

Mccorkel, M., & Bockerstette, A. (2005). *A study to determine the impact of early specialization on athletic success* [online]. Přístup dne 12.7.2013, z http://www.u.arizona.edu/~mccork/early_specialization_final.pdf

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.

Statsoft, Inc. *Electronic Statistics Textbook* [online]. Tulsa, OK: StatSoft, 2012 [cit. 2012-06-24]. Dostupné z: <http://www.statsoft.com/textbook/>.

Tucker, R. (2013). Long-term athlete development: Foundations and challenges for coaches, scientists & policy-makers [online]. Přístup dne 12. 7. 2013, z <http://www.sportsscientists.com/2013/02/long-term-athlete-development.html>

Seznam tabulek

Tabulka 1. Změna výkonnosti ve dvanáctiminutovém běhu u adolescentní mládeže v průběhu dospívání	29
Tabulka 2. Charakteristické rysy tréninkové koncepce rané specializace a tréninku odpovídajícímu vývoji	55
Tabulka 3. Doporučený objem zatížení a počet tréninků u mladých běžců v přípravné fázi..	63
Tabulka 4. Věk a charakteristika začátku a konce kariéry u sledovaných probandů	77
Tabulka 5. Hodnotící škála úrovně techniky běhu	84
Tabulka 6. Test normality zkoumaných dat	86
Tabulka 7. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných probandů a šesti vybraných elitních mládežnických reprezentantů ve 2. polovině 80. let ve věku 15 – 16 let	94
Tabulka 8. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžkyň ve věku 15 – 16 let s doporučením Bureše	95
Tabulka 9. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžkyň ve věku 17 – 18 let s doporučením Bureše	95
Tabulka 10. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžkyň ve věku 19 let s doporučením Bureše	96
Tabulka 11. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžců rychlostního typu ve věku 15 – 16 let s doporučeními dle metodického pokynu pro SŠ podle Tupého	97
Tabulka 12. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžců vytrvalostního typu ve věku 15 – 16 let s doporučeními dle metodického pokynu pro SŠ podle Tupého	98
Tabulka 13. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžců rychlostního typu ve věku 17 – 18 let s doporučeními dle metodického pokynu pro SŠ podle Tupého	99
Tabulka 14. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžců vytrvalostního typu ve věku 17 – 18 let s doporučeními dle metodického pokynu pro SŠ podle Tupého.....	100
Tabulka 15. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžkyň vytrvalostního typu ve věku 15 – 16 let s doporučeními dle metodického pokynu pro SŠ podle Tupého	101
Tabulka 16. Porovnání objemů tréninkového zatížení sledovaných běžkyň vytrvalostního typu ve věku 17 – 18 let s doporučeními dle metodického pokynu pro SŠ podle Tupého	101
Tabulka 17. Celkový počet absolvovaných tréninků za rok u sledovaných probandů ve srovnání s doporučením dle Mosse & Dicka	103
Tabulka 18. Celkový počet kvalitních intervalových tréninků za rok u sledovaných probandů ve srovnání s doporučením dle Mosse & Dicka	103
Tabulka 19. Věcná a statistická významnost změny výkonnosti sledovaných adolescentních běžců a běžkyň v průběhu sledování	108
Tabulka 20. Charakteristiky a predikce vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 800 m získané metodou CART	112
Tabulka 21. Charakteristiky a predikce vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 1500 m získané metodou CART	115
Tabulka 22. Charakteristiky a predikce vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 3000 m získané metodou CART	118

Tabulka 23. Korelační koeficient výkonnosti v běhu na 800 m a objemu tréninku ve vybraných tréninkových ukazatelích absolvovaného v různě dlouhém období před závody	122
Tabulka 24. Korelační koeficient výkonnosti v běhu na 1500 m a objemu tréninku ve vybraných tréninkových ukazatelích absolvovaného v různě dlouhém období před závody	122
Tabulka 25. Korelační koeficient výkonnosti v běhu na 3000 m a objemu tréninku ve vybraných tréninkových ukazatelích absolvovaného v různě dlouhém období před závody	123
Tabulka 26. Hodnocení techniky běhu na začátku a na konci sledovaného období dle jednotlivých kritérií	124
Tabulka 27. Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu – technika běhu před a po intervenci	125
Tabulka 28. Výsledky testu skokový běh u sledovaných probandů	127
Tabulka 29. Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu – skokový běh před a po intervenci	127
Tabulka 30. Změny hodnocení skokového běhu a techniky běhu u sledovaných probandů..	128

Seznam obrázků

Obrázek 1. Zdroje energie ve vztahu k délce trvání pohybové aktivity	22
Obrázek 2. Závislost VO ₂ max na věku	24
Obrázek 3. Závislost VO ₂ max.kg ⁻¹ na věku	24
Obrázek 4. Závislost VO ₂ max na věku u trénovaných a netrénovaných osob obou pohlaví...29	
Obrázek 5. Zóny zatížení při rozvoji vytrvalosti	41
Obrázek 6. Doporučený dlouhodobý přístup ke specifčnosti tréninkového zatížení	43
Obrázek 7. Týdenní periodizace tréninkového zatížení	48
Obrázek 8. Princip superkompenzace	49
Obrázek 9. Poměr obecného a specializovaného tréninku v různém věku	54
Obrázek 10. Vývoj počtu ročně naběhaných kilometrů u jednotlivých běžců v průběhu sledování	88
Obrázek 11. Počet ročně naběhaných kilometrů u sledovaných běžců v jednotl. letech	89
Obrázek 12. Počet ročně naběhaných kilometrů u sledovaných běžců ve speciální vytrvalosti v jednotlivých letech	90
Obrázek 13. Počet ročně naběhaných kilometrů u sledovaných běžců nad úroveň anaerobního prahu v jednotlivých letech	91
Obrázek 14. Počet naběhaných kilometrů u sledovaných běžců pod úroveň anaerobního prahu v jednotlivých letech	92
Obrázek 15. Vývoj výkonnosti běžkyň v hlavní disciplíně v průběhu sledování	104
Obrázek 16. Vývoj výkonnosti běžců v hlavní disciplíně v průběhu sledování	105
Obrázek 17. Hodnota maximální spotřeby kyslíku u sledovaných běžců na začátku a konci sledovaného období	107
Obrázek 18. Výkonnost probandů v běhu na 800 m v jednotlivých letech přípravy	108
Obrázek 19. Výkonnost probandů v běhu na 1500 m v jednotlivých letech přípravy	109
Obrázek 20. Výkonnost probandů v běhu na 3000 m v jednotlivých letech přípravy	110
Obrázek 21. Výsledný regresní strom vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 800 m - metoda CART	113
Obrázek 22. Výsledný regresní strom vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 800 m – metoda PARTy	114
Obrázek 23. Výsledný regresní strom vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 1500 m - metoda CART	116
Obrázek 24. Výsledný regresní strom vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 1500 m – metoda PARTy	117
Obrázek 25. Výsledný regresní strom vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 3000 m - metoda CART	119
Obrázek 26. Výsledný regresní strom vlivu tréninkových ukazatelů na výkonnost běžců na 3000 m – metoda PARTy	120
Obrázek 27. Změna úrovně techniky běhu u jednotlivých probandů za sledované období... 126	

Přílohy

Příloha 1: Vyjádření etické komise	161
Příloha 2: Informovaný souhlas	162

Informovaný souhlas

Žádám Vás o písemný souhlas s provedením testování motorické výkonnosti Vašeho syna/dcery.

V rámci testování bude dětem měřena maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max}), skokový běh na 100 m, desetiskok, 50 m letmo, laktátový test 4x1600 m. Také budeme zpracovávat data z jejich tréninkových deníků.

Výsledky budou zaznamenávány zcela anonymně a osobní data nebudou zveřejňována.

Výsledky budou použity k rozšíření možností o vyhodnocení změn motorické výkonnosti talentovaných mladých běžců. Dílčí výsledky budou sloužit jako podklady při tvorbě bakalářských, diplomových a disertačních prací v rámci UK FTVS a budou publikovány v odborných periodikách.

Předem mnohokrát děkujeme za Váš čas a ochotu.

Souhlasím s provedením testování fyzické zdatnosti své dcery/syna