



Lenka Kovářová

---

# Psychologické aspekty vytrvalostního výkonu

# Psychologické aspekty vytrvalostního výkonu

Lenka Kovářová

---

Recenzovali:

doc. Ladislav Čepička, Ph.D.

prof. PhDr. Vaclav Hošek, DrSc.

Vydala Univerzita Karlova v Praze

Nakladatelství Karolinum

Redakce Barbora Přerostová

Grafická úprava Jan Šerých

Sazba DTP Nakladatelství Karolinum

Vydání první

© Univerzita Karlova v Praze, 2015

© Lenka Kovářová, 2015

ISBN 978-80-246-3230-8

ISBN 978-80-246-3251-3 (online : pdf)



Univerzita Karlova v Praze  
Nakladatelství Karolinum 2016

[www.karolinum.cz](http://www.karolinum.cz)  
[ebooks@karolinum.cz](mailto:ebooks@karolinum.cz)



# Obsah

Úvod	7
<b>Struktura výkonu v triatlonu</b>	10
Analýza závodního výkonu	12
Analýza výkonu pomocí laboratorních testů	16
<b>Struktura osobnosti sportovce jako předpoklad dosažení</b>	
<b>limitní výkonnosti</b>	26
Cíl studie	34
Metodika	35
Specifické rysy osobnosti triatlonové populace (výzkum I)	37
Osobnostní struktura vrcholových triatlonistů (výzkum II)	42
Závěry	47
<b>Koncentrace pozornosti jako předpoklad dosažení limitní výkonnosti</b>	49
Cíl studie	54
Metodika	54
Úroveň koncentrace pozornosti jako předpoklad vysoké výkonnosti v triatlonu (výzkum I)	56
Úroveň koncentrace pozornosti v závislosti na věku triatlonistů (výzkum II)	60
Závěry	65
<b>Využívání vnitřní řeči jako prostředku dosažení limitní výkonnosti</b>	67
Cíl studie	71
Metodika	71
Využívání vnitřní řeči u vytrvalostních sportovců (výzkum I)	74
Využívání vnitřní řeči v závislosti na výkonnosti vytrvalostních sportovců (výzkum II)	80
Diskuze	82
Závěry	84

<b>Motivace jako předpoklad dosažení limitní výkonnosti</b>	85
Cíl studie	88
Metodika	89
Výkonová motivace triatlonové populace (výzkum I)	91
Model motivační struktury u vrcholových triatlonistů (výzkum II)	92
Diskuze	96
Závěry	98
<b>Analýza subjektivního a objektivního vnímání únavy</b>	
<b>a její vztah k výkonové motivaci</b>	100
Cíl studie	105
Metodika	105
Analýza fyziologických ukazatelů dosažení limitního výkonu u vrcholových vytrvalostních sportovců a nesportovců (výzkum I)	108
Vztah mezi subjektivním vnímáním intenzity zatížení a fyziologickou odpovědí organismu u vrcholových vytrvalostních sportovců a nesportovců (výzkum II)	110
Vztah mezi výkonovou motivací a fyziologickou odpovědí při dosažení limitního vytrvalostního výkonu vrcholových sportovců (výzkum III)	116
Diskuze	117
Závěry	122
Závěr	124
Literatura	133
Summary	138
Přílohy	147
Příloha 1: Dotazník SPARO – Základní komponenty bazální psychické integrovanosti	147
Příloha 2: Dotazník SPARO – Bazálnější škály obecné variability	148
Příloha 3: Dotazník SPARO – Další testované osobnostní rysy	148
Příloha 4: Dotazník SPARO – Osobnostní profily	155

# Úvod

Slovo sport je odvozeno z latinského „disportare“, což znamená rozptylovat se, mít zábavu. Sport tedy byl původně považován za určitý druh rozptýlení, hry, která je jedním z důležitých fenoménů lidské existence. Během dalšího sociálního vývoje a vlivem společnosti se však sport v posledních několika desítkách let začal rozvíjet dvěma směry. Na straně jedné jde o sport masový, rekreační, který si našel své společenské opodstatnění vzhledem k současnému životnímu stylu a radikálnímu úbytku pohybu a tělesné námahy. Na straně druhé jde pak o sport vrcholový, komerčně podporovaný rozvojem komunikačních masmédií, zájmem diváků a sponzorů. Vrcholné sportovní akce a s nimi spojené maximální fyzické výkony se tak z pohledu současné společnosti stávají fascinujícím společenským fenoménem. To s sebou přináší jednak velké kouzlo, ale i jistý druh nebezpečí. Vrcholový sport se tím již dávno vymanil ze sféry hry a pro samotné sportovce ale i trenéry a celé realizační týmy nabývá významu odpovědné a vážné práce. Vymizelo kouzlo spontánnosti, hravosti a humoru (Hošek, 2004).

Veřejnost si žádá od sportovců stále kvalitnější výkony. Člověk jako biologická bytost má však své limity a už po mnoho desítek let zůstává ve své podstatě fylogeneticky nezměněný. Pomíneme-li zneužívání zakázaných podpůrných prostředků, které neoddiskutovatelně poškozují zdraví sportovců, pak možností jak zlepšit sportovní výkon moc není. I znalost problematiky sportovního tréninku a jeho působení na organismus sportovce a moderní technologie při výrobě sportovního vybavení již rozhodně nejsou žádnou novinkou ve světě špičkového, vrcholového pojetí sportu.

V dnešní době, kdy se sport dostává pod drobnýhled jednotlivých teoretických disciplín a stává se předmětem rozsáhlých vědeckých studií, se hledají složitěji poznatky, které by nám dopomohly k lepšímu výkonu.

Mohli bychom říci, že sportovci na vrcholové či mezinárodní úrovni už vyčerpali svá maxima z hlediska objemu tréninkových jednotek a intenzity cvičení. Nabízí se tedy klasická otázka: „Kde jsou ještě rezervy sportovního výkonu?“

Velký prostor se otevírá vědní disciplíně, která do sportu začíná nekompromisně vstupovat, a tou je psychologie, respektive psychologie sportu. S jejím dynamickým rozvojem v posledních několika desetiletích se otvírá nová oblast zlepšování sportovního výkonu. Metody a techniky používané u psychicky nemocných pacientů se s velkým úspěchem začínají používat i u sportovců jak k regulaci předstartovních stavů, tak k lepšímu zvládnutí tréninkového procesu, a tím ke zlepšení celkové výkonnosti sportovce.

Jde o relativně nový obor, jehož uplatnění na poli sportovním je stále ještě v počátcích, ale který si své místo bezesporu nachází, a přítomnost psychologů se již v těchto letech začíná stávat samozřejmostí ve všech úspěšných reprezentačních týmech.

Rozdíly ve výkonnosti vrcholových sportovců v jednotlivých disciplínách se stále zmenšují a při pohledu na fyziologické parametry nejlepších závodníků zjišťujeme, že jsou takřka shodné. Co tedy způsobuje to, že vždy vyhraje jen jeden, že závodníci se stejnými parametry se nakonec pohybují v celém spektru výsledkové listiny, ač výsledky v testech jsou takřka shodné? A je možné najít nějakou závislost mezi počtem vítězství jednotlivých závodníků a naopak opětovným selháváním jiných na vrcholných soutěžích? Je možné nalézt nějaké předpoklady, které předurčují sportovce stát se vítězem či ho předem odsoudí do pole poražených?

V této práci se pokusíme alespoň na některé z výše položených otázek najít odpověď a pootevřit tak onu tajemnou třináctou komnatu v podobě psychologické stránky sportovního výkonu. Pokusíme se nalézt konkrétní psychické předpoklady rozhodující při důležitých okamžicích sportovního výkonu a zjistit, zda je nějaký rozdíl v psychice vítězů a poražených. Triatlon je jedním z vytrvalostně nejnáročnějších sportů a skloubení všech tří disciplín (plavání, cyklistiky a běhu) těžkou zkouškou prověření vytrvalostních ale i morálních vlastností.

Přináší s sebou nejen extrémní fyzickou zátěž organismu, ale i psychická rizika všech tří jednotlivých disciplín a ještě něco navíc. Skloubení všech do uceleného komplexu bez jediného zaváhání a udělání chyby je uměním nejlepších triatlonistů. Velký vliv na psychiku závodníků v olympijském triatlonu měla razantní změna pravidel v roce 1996, kdy došlo v povolení draftingu. Ze samostatného, individuálního vytrvalostního



výkonu se stal okamžitě velmi kontaktní a psychicky náročnější sport. Plavecká část již mnohdy rozhodne o průběhu celého závodu, sebemenší zaváhání na startu, či krátká ztráta koncentrace a s tím spojená ztráta kontaktu se skupinou v průběhu plavecké části může při následné jízdě v háku znamenat konec všem nadějím a prohru v celém závodě. Samotná jízda v balíku pak s sebou přináší mnohá psychická úskalí a i malé zaváhání je mnohdy „odměněno“ v lepším případě ztrátou kontaktu s pelotonem, v horším pak defektem či dokonce nepříjemným pádem. Dalším psychicky náročným aspektem triatlonu je práce v depu. Zvláště prvky jako svlékání neoprenu, obouvání bot, či jen orientace v depu může při maximální fyzické námaze znamenat problém i pro zkušené a ostřílené borce.

Na rozdíl od pohybových schopností, jejichž identifikaci se můžeme zabývat poměrně brzy a metodika je velmi propracovaná, psychologický přístup k výběru jedinců probíhá dosud ojediněle a pouze v některých sportovních odvětvích. Převládá tedy přístup, že sportovní výkon je především funkcí tělesnou nebo biologickou. Domníváme se však, že nastal čas zahrnout v rámci systému výběru talentů pro vrcholový sport i tuto oblast.

V rámci naší práce seznámíme čtenáře s několika dílčími výzkumy provedenými v letech 2009–2015 na 279 účastnících, které řeší problematiku psychiky v souvislosti s výkonností sportovců ve vytrvalostních sportech na příkladu triatlonu. Doufáme, že tímto přispějeme k odhalení alespoň některých psychických předpokladů k tomu stát se špičkovým triatlonistou, případně budeme pomocníkem v nalezení cesty se k tomuto umění propracovat.

Fotografie umístěné v textu jsou zapůjčeny pro potřeby autorky Českou triatlonovou asociací. Citace sportovců (reprezentantů v triatlonu) v úvodcích jednotlivých kapitol jsou uvedeny anonymně.

# Struktura výkonu v triatlonu

... vše, co jsi chtěl o sobě vědět, můžeš poznat během triatlonu...  
... triatlon? To je droga pod kontrolou...



Před tím, než se začneme zabírat analýzou psychických a osobnostních předpokladů pro dosažení limitního vytrvalostního výkonu na příkladu triatlону podrobněji, předkládáme analýzu struktury výkonu v tomto sportu.

Triatlon je charakterizován kombinací tří bezprostředně na sebe navazujících sportů (plavání, cyklistika, běh) s mimořádnými požadavky na vytrvalostní schopnosti jedince a zároveň na dokonalé technicko-taktické zvládnutí jednotlivých částí (Formánek & Horčic, 2003; Neumann, Pfützner & Hottnerott, 2004).

Triatlon za dobu své poměrně krátké historie (první závod se konal v roce 1974 v kalifornském San Diegu) zaznamenal velký rozmach, jehož důkazem je i zařazení mezi olympijské sporty již roku 2000 v australském Sydney.

Během jeho čtyřicetileté historie se vytvořilo několik různých modifikací (tabulka 1). Nejznámější, která se prosadila do programu olympijských her, je tzv. krátký triatlon (olympijský), jehož distance jsou 1,5 km plavání, 40 km cyklistiky a 10 km běhu. Sprint triatlonem se pak nazývají poloviční tratě. Dlouhý triatlon nemá pevnou délku tratí. Nejznámějšími distancemi jsou 3,8 km plavání, 180 km cyklistiky a 42,2 km běhu (známé v ČR spíše pod názvem Ironman<sup>1</sup>), ale oficiálně jsou dlouhým triatlonem rovněž označeny všechny soutěže v minimálním rozsahu poloviny výše uvedených tratí. Popularita horských kol přinesla čtvrtou modifikaci, která je nejmladší a nazývá se terénní triatlon (první MS se konalo v roce 1995, nositel komerčního názvu Xterra<sup>2</sup>), kde byla jízda na silničním kole nahrazena horským kolem. Terénní triatlon rovněž nemá pevné distance.

**Tabulka 1** Základní modifikace triatlону – délka jednotlivých částí

Triatlon	Plavání (km)	Cyklistika (km)	Běh (km)
Sprint triatlon (STT)	0,75	20	5
Krátký triatlon (KTT)	1,5	40	10
Dlouhý triatlon (DTT)	1,9–3,8	90–180	21–42,5
Terénní triatlon (TRTT)	0,75–1,9	20–90	5–21

1 Ironman je patentovaná značka seriálu závodů. Pouze ty závody seriálu, které jsou pořádány značkou Ironman se mohou prezentovat tímto názvem.

2 Xterra je patentovaná značka seriálu závodů.

Je třeba dodat, že během rychlého vývoje tohoto sportu došlo nejen k výše uvedeným modifikacím, ale i k úpravě pravidel (1995) pro krátký, sprint a terénní triatlon, kde na rozdíl od dlouhého triatlonu byl povolen drafting<sup>3</sup> (jízda v cyklistické skupině), což zásadně ovlivnilo další vývoj jak v oblasti tréninku, tak samotné taktiky.

## Analýza závodního výkonu

Závodní výkon v triatlonu zahrnuje nejen determinanty mající kriteriální validitu k výkonu v jednotlivých částech triatlonu (plavání, cyklistika, běh), ale vzhledem ke specifickým podmínkám bezprostřední návaznosti jednotlivých částí je třeba brát v úvahu i vzájemné vztahy a souvislosti z hlediska přechodových částí triatlonu (Horčic, 2004). Přechodové části triatlonu jsou významnější pro kratší distance, kdy i ztráta několika sekund může ovlivnit další vývoj závodu. Závodní výkon v krátkém triatlonu je pak určován komplexními výkonovými předpoklady sportovce v plavání, cyklistice a běhu a technicko-taktickými dovednostmi v přechodových úsecích. Výkon (pokud pomineme faktory vztahující se k ostatním vnitřním a vnějším faktorům) je tedy součtem pěti dílčích částí: časem plavecké části, časem mezi opuštěním vody a začátkem jízdy na kole, časem cyklistické části, časem mezi sesednutím z kola a začátkem běžecké části a časem běžecké části.

Procentuální časové podíly těchto parametrů výkonu jsou výrazně rozdílné, ale každý z nich může mít rozhodující vliv na konečný výsledek s přihlédnutím ke stále se vyrovnávajícímu startovnímu poli závodníků.

Determinanty výkonu v triatlonu se tak postupně mění. U sprint triatlonu a krátkého triatlonu je stále větší důraz kladen na plaveckou část triatlonu, taktické pojetí cyklistiky a závěrečné kilometry běžeckého úseku. U dlouhého triatlonu, kde nedošlo ke změně pravidel, zůstávají požadavky na výkon obdobné, specifikem terénního triatlonu je zcela jiná náročnost cyklistické části včetně odlišných nároků na zvládnutí techniky jízdy. Obecně platí, že vynikající cyklisté mohou svoje dovednosti nejlépe využít v terénním triatlonu, případně v dlouhém triatlonu, kde v cyklistické části lze dohnat slabší výkon v plavání. V obou případech se mohou prosadit „slabší“ plavci. To ale rozhodně neplatí u krátkých distancí, kdy v případě, že se po plavání nedostanete do vedoucí či hlavní

3 Drafting, neboli jízda v závětrí může nastat během jízdy na kole kdy dva, nebo více cyklistů jedou v těsné blízkosti u sebe, ve snaze snížit odpor vzduchu. V triatlonu existují dva druhy soutěží: 1. závody s povolenou jízdou v závětrí a 2. závody se zakázanou jízdou v závětrí.

skupiny startovního pole, nelze individuálním výkonem eliminovat skupinovou jízdu.

Analýzou závodního výkonu v triatlonu se zabýval např. Fröhlich, Klein, Pieter, Emrich, & Gießing, 2008. Tato studie analyzuje výsledky z MS v krátkém triatlonu v letech 2003–2007. Ze závěrů studie je patrné, že za standardních podmínek závodu má největší vliv na celkový výsledek v závodu běh. Mezi plaveckou částí a celkovým časem byl korelační koeficient vždy nižší. Výsledek (pořadí) v plavecké části je tedy rozdílný od výsledku v celém závodě. V souvislosti s tímto závěrem se stále častěji označuje cyklistická část, kterou závodníci bez ohledu na předešlé rozdíly v plavání velmi často dojedou ve skupině, tzv. skrytou disciplínou. Rozdíly časů mezi závodníky jsou po plavání a cyklistice minimální, snaha závodníka udržet se v kontaktu s ostatními však vyžaduje značně různé úsilí vzhledem k rozdílné individuální výkonnosti jedinců. Důsledky se pak naplno projeví až v závěrečném běhu (Peeling, Bishop, & Landers, 2005).

První částí triatlonového závodu je plavání. I když se podle délky podílí na celkovém času nejméně, důležitost je podstatně vyšší. Setkáváme se zde s velkým množstvím specifik, jejichž zvládnutí se může významně podílet jak na plaveckých výkonech, tak na konečném výsledku triatlonového závodu. Například studie provedená u závodů Světového poháru (Vleck, Burggi & Betley, 2006) ukázala, že prvních 400 metrů plavání je velmi důležitých pro další výkon v krátkém triatlonu. Rovněž záleží na úrovni techniky plavání, která ovlivní jak lokální únavu zapojených partií, tak pozdější větší kumulaci celkové únavy.

Obecně lze říci, že čím kratší tratě, tím je jakýkoli odstup závodníka od vedoucí skupiny po plavecké části významnější, k čemuž přispívá i pravidlo o povolené jízdě v závětrí v cyklistice. Mnohdy i minimální odstup závodníka může rozhodnout o konečném výkonu v závodě (Kovářová & Kovář, 2010). Horší výkon v plavecké části nutí závodníky k vyššímu výkonu především během prvních kilometrů jízdy na kole. Snaha o dosažení vedoucí skupiny však může mít následky v podobě únavy projevující se v dalších částech závodu.

Technické zvládnutí cyklistické části u modifikací s povolenou jízdou v závětrí spočívá především v minimalizování časové ztráty na čelo závodu a úspoře co největšího množství energie před poslední disciplínou, popř. zajištění takové pozice, která by zvýšila pravděpodobnost lepšího celkového umístění v závodě. Při technickém zvládnutí jízdy v závětrí se hodnoty maximální intenzity snižují dokonce na 80–85 %. Rychlost skupiny je při dodržení pravidelného střídání cyklistů v čele vždy vyšší než rychlost jednotlivce. Peeling, Bishop & Landers (2005) uvádí, že

k draftingu může docházet i v plavecké části, kdy dochází ke snížení intenzity plavání na 90–95 % maximální intenzity, což má významný vliv na celkový čas.

Drafting v plavání a cyklistice je nutno považovat za důležitou technicko-taktickou dovednost, která umožňuje sportovci plavat a jet na kole s nižším úsilím. Sportovec využívající jízdy v závětrí snižuje energetický výdej v průběhu těchto dvou disciplín a šetří energii pro běh (Millet, Millet, Hoffman & Candau, 2000; Peeling, Bishop, & Landers, 2005; Vleck, Burggi & Betley, 2006; Brisswalter & Hausswirth, 2008).

V modifikacích bez povolené jízdy v závětrí (dlouhé tratě) není vliv plavecké části na cyklistickou část zdaleka tak výrazný. Zvládnutí cyklistické části dlouhého triatlonu po taktické stránce je mnohem jednodušší. Zde, závodník nemůže spoléhat na jízdu v závětrí a záleží čistě na jeho momentální výkonnosti. Zkušení závodníci uvádějí, že nejlepší způsob, jak zvládnou cyklistickou část dlouhého triatlonu, je absolvovat ji stálým tempem. Rychlost jízdy se tak přizpůsobuje kontrolním údajům o srdeční frekvenci (SF) nebo výkonu (W), kdy závodník jede intenzitou, která odpovídá hodnotám doporučeným při laboratorním vyšetření. Dlouhý triatlon je tak spíše soubojem s časem a následným se porovnáváním s ostatními. Soutěžení jako takové (nenechám si ho ujet, utéct) vede zpravidla k vyšší intenzitě zatížení, než je aktuálně organismus schopen akceptovat a následuje snížení tempa nebo i přerušení či ukončení závodu. Právě z tohoto důvodu je důležitá kontrola jak vnější, tak vnitřní intenzity.

Samostatná jízda bez kontaktu s ostatními závodníky, nebo naopak, plynulá jízda, kdy je závodník předjížděn ostatními závodníky může být velmi psychicky náročná. Především přihlédneme-li ke skutečnosti, že na trati cyklistické části dlouhého triatlonu stráví závodník více než čtyři hodiny.

V případě terénního triatlonu zajišťuje dobrý výkon v plavecké části lepší pozice na startu cyklistické části, což znamená malé množství závodníků na čele závodu. Na technicky náročné trati terénního triatlonu je předjíždění vždy rizikem kolize či pádu a hledání vhodných míst pro předjetí může být zdržením na trati. Přední pozice je tedy vždy výhodnější.

Pokud detailně analyzujeme závody krátkého triatlonu (kterým se následně v této publikaci budeme zabírat nejvíce) zjišťujeme, že z celkového času závodu připadá na plaveckou část cca 15 %, na cyklistickou 55 % a na běžeckou pak zůstává 29 % (Landers, Blanksby, Ackland & Monson, 2008). Souhrný čas strávený v obou depech pak představuje

1 % celkové doby závodu (Millet & Vleck, 2000). Millet et al. (2002) se ve svém výzkumu snaží porovnat tyto hodnoty s procenty času věnovaným tréninku jednotlivých částí. Zjišťuje, že vrcholoví triatlonisté za rok absolvují v bazénu 1000–1250 km (tj. 36 % celkového času), ujedou na bicyklu 10 000–13 500 km (tj. 37 % celkového času) a v běžeckém tréninku pojmu 2800–4000 km (tj. 27 % celkového času). V tréninku krátkého triatlonu se tedy výrazně akcentuje plavání (36 % celkového tréninkového času oproti 15 % celkového času závodu) na úkor cyklistiky (37 % celkového tréninkového času oproti 55 % celkového času závodu). Domníváme se, že důvodem je technika plavání, která je výrazně obtížnější pro osvojení, než je tomu u techniky cyklistiky nebo běhu.

Výzkumy (Chatard & Wilson, 2003; Millet & Bentley, 2004; Brisswalter & Hausswirth, 2008) dále uvádějí, že změnou pravidel a povolením draftinku na závodech olympijského triatlonu se značně změnil význam cyklistické části, zvýšila se její technická a taktická složka, naopak se zredukovala enegretická náročnost. Využití draftinku je však používáno nejen v cyklistice. Chatard & Wilson (2003) uvádějí snížení odporu vody o 20 % při možnosti využití plavání za jiným závodníkem. V cyklistice pak výzkumy (Hausswirth, Lehénaff, Dréano & Savonen, 1999; Millet, Millet, Hoffman & Candau, 2000; Vleck, Brügi & Bentley, 2006; Brisswalter & Hausswirth, 2008) potvrzují shodně redukci vynaložené práce (W) při využití draftingu až o 30 %.

Celkově však lze konstatovat, že za standardních podmínek závodu má běh největší vliv na celkový výsledek v závodu. Rozdíly časů mezi závodníky jsou sice po plavání (a cyklistice) minimální, snaha závodníka udržet se v kontaktu s ostatními však vzhledem k individuální výkonnosti jedinců vyžaduje různé úsilí. Tyto rozdíly se pak naplno projeví až v závěrečném běhu (Peeling, Bishop & Landers, 2005).

Jak jsme již zmínili v úvodu této kapitoly, závodní výkon v triatlonu zahrnuje nejen determinanty mající přímý vztah k výkonu v jednotlivých částech triatlonu (plavání, kolo, běh), je třeba brát v úvahu i vzájemné vztahy a souvislosti z hlediska přechodových částí triatlonu.

Problematikou návaznosti běžecké části na cyklistickou se zabývala řada výzkumů. Některé se orientovaly na vnější příčiny únavy, respektive závislosti frekvence a délky běžeckého kroku na únavě po cyklistickém výkonu (např. Witt, 1993; Quigley & Richards, 1996; Hausswirth, Bigard & Guezennec, 1997; Hausswirth, Lehénaff, Dréano & Savonen, 1999; Gottschall & Palmer, 2000; Millet, Millet, Hoffman & Candau, 2000), jiné spíše na vnitřní změny v řízení pohybu, respektive analýzy pomocí elektromyografie (např. Hausswirth, Brisswalter, Vallier, Smith & Lepers,

2000; Heiden & Burnett, 2003) nebo změny v oblasti fyziologických parametrů v přechodových částech (např. Millet & Vleck, 2000; Bentley, McNaughton, Lamyman & Roberts, 2003).

Detailní studii provedli Heiden & Burnett (2003). Porovnávali změny v deseti vybraných zatěžovaných svalech dolních končetin po dvou různých formách předešlého zatížení. Triatlonisté vrcholové úrovně v jejich výzkumu absolvovali dva testy závodní rychlosti s odstupem jednoho týdne. Obsahem prvního bylo 40 km cyklistiky, po němž následovaly 2 km běhu. Během těchto dvou kilometrů bylo snímáno EMG. Druhý test se skládal z 10 km běhu, po němž opět následovaly 2 km běhu s měřením EMG. EMG bylo snímáno na nultém, prvním a na konci druhého kilometru. Potvrdily se signifikantní rozdíly ( $p < 0,05$ ) v časové rozdílnosti zapojení svalů u *m. biceps femoris* v oporové fázi, *m. vastus medialis* v letové fázi a *m. vastus lateralis* v oporové i letové fázi mezi těmito dvěma testy. Naopak se neprokázala signifikance mezi údaji z nultého, prvního a druhého kilometru v obou formách testu. Z hlediska změn synchronizace v zapojení jednotlivých svalů skutečně dochází v případě přechodu z cyklistické části na běžeckou k určitým odchýlkám, na které je nutno se tréninkem adaptovat. Samotná adaptace ale nemusí probíhat u každého jedince se stejnou dynamikou, je tedy nutno přistupovat k tomuto problému individuálně. Přechodový běh je tedy opravdu jiný a nelze vycházet z atletického pojetí. Je nutné hledat co nejvyšší efektivitu běhu s omezeními, která cyklistikou vznikají. Poměrně důležitým zjištěním je, že nebyl potvrzen předpoklad, že po úvodní „strnulosti“ se v úseku dvou kilometrů běh „vrátí“ k „atletickému“ normálu, ale stále zůstává „triatlonovým“ během.

Lze předpokládat, že předchozím zatížením se určité svalové partie, obvykle při běhu relaxované, dostanou do vysokého stupně lokální únavy a zvýšeného tonu, a tento stav nelze v průběhu běžecké části měnit. V oblasti fyziologické však k těmto odlišnostem nedochází (Bentley, McNaughton, Lamyman & Roberts, 2003). Zde se neprokázaly signifikantní změny u vybraných parametrů (maximální rychlost,  $VO_{2max}$ , hladina laktátu) v běžeckém testu do *vita maxima* k závislosti na předešlém cyklistickém zatížení.

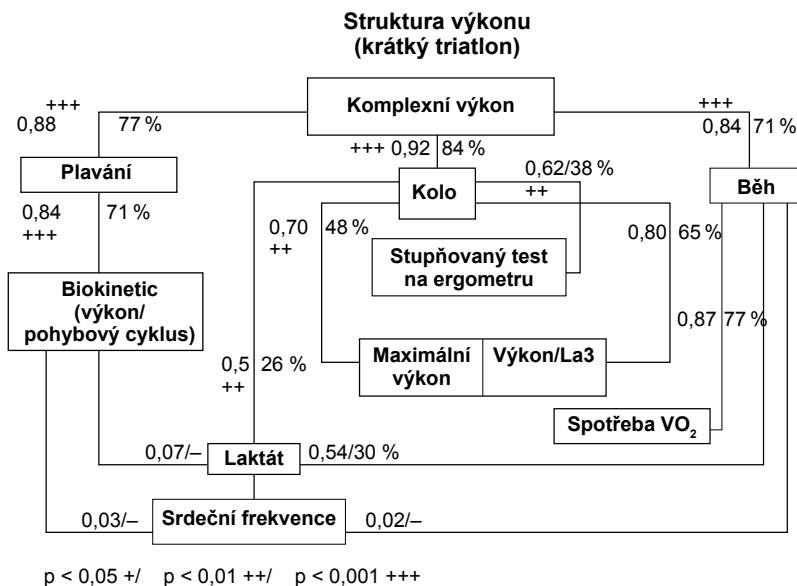
## Analýza výkonu pomocí laboratorních testů

Stanovením rozhodujících determinant pro krátkodobou predikci výkonu v triatlonu ovšem realizovaným v laboratorních podmínkách se rovněž zabývalo několik výzkumů (např. Neumann, 1993; Schabort,



Killian, St. Clair Gibson, Hawley & Noakes, 2000; Hue, 2003; Van Schuylenbergh, Vanden Eynde & Hespel, 2004). Vědci zde zkoumali vztahy mezi výsledky v laboratorních testech a výkonem v následujícím závodě, který byl absolvován zpravidla do několika týdnů po absolvování laboratorních testů. Vztahy jsou prezentovány pomocí korelačních a regresních koeficientů, dále pak velmi často pomocí predikčních rovnic.

První z těchto výzkumů provedl již roku 1993 Neumann. Podařilo se vytvořit ucelený model, na jehož základě se vytvářela laboratorní diagnostika a v tomto smyslu jsou závěry výzkumu významné i přes značný časový odstup jeho vzniku. Obrázek 1 popisuje jednotlivé dílčí testy představující modelové závodní zatížení v laboratorních podmínkách.



**Obrázek 1** Determinanty výkonu – krátký triatlon – modelové závodní zatížení v laboratoři (Neumann, 1993)

Horčič (2004) uvedené výsledky interpretuje tak, že nejvyšší závislost k výkonu v cyklistické a běžecké části měl ukazatel maximální spotřeby kyslíku, menší vliv měl maximální ergometrický výkon dosažený v konci stupňovaného testu do vita maxima a výkon na hladině laktátu 3 mmol/l. Na výkon v plavecké části měl největší vliv ergometrický výkon v 5minutovém testu na plaveckém trenažéru Biokinetik. Ukázalo se, že výkon

v krátkém triatlonu je vedle vysoké úrovně aerobní výkonnosti závislý i na vysoké úrovni specifických, silově vytrvalostních aerobních i anaerobních předpokladů.

Butts a McLean ve své studii (1991) zkoumali závislost mezi  $VO_{2max}$  naměřeným na plaveckém, cyklistickém a běžeckém trenažéru v laboratorních podmínkách a časy jednotlivých disciplín závodu. 23 výkonnostní triatlonisté absolvovali v rozmezí několika týdnů postupně laboratorní testy pro určení  $VO_{2max}$  na plaveckém, cyklistickém a běžeckém trenažéru a dále závod v krátkém triatlonu. Čas v úvodní plavecké části koreloval s výsledkem testu dosaženým na plaveckém trenažéru, kdy byla měřena hodnota absolutní  $VO_{2max}$  ( $p < 0,01$ ;  $r = -0,49$ ). Čas dosažený v cyklistické části závodu koreloval s výsledkem testu  $VO_{2max}$  na cyklistickém trenažéru ( $p < 0,01$ ;  $r = -0,57$ ), ještě vyšší korelace se ukázala mezi hodnotou relativní  $VO_{2max}$  a výsledkem v závodě ( $p < 0,001$ ;  $r = -0,78$ ). Čas v běžeckém úseku signifikantně koreloval pouze s relativní  $VO_{2max}$  na běžeckém trenažéru ( $p < 0,001$ ;  $r = -0,84$ ). Nejvyšší korelace se tedy objevila v běhu, nejnižší v plavání.

Podobná studie (Zhou, Robson, King & Davie, 1997) dospěla k závěru, že hodnoty  $VO_{2max}$  ( $p < 0,05$ ;  $r = -0,64$ ) a %  $VO_{2max}$  na ANP ( $p < 0,05$ ;  $r = -0,77$ ) naměřené v laboratorních podmínkách signifikantně korelují jak s celkovým časem v triatlonu, tak i s časem v běžecké části. Naopak hodnota ventilace při intenzitě ANP (ventilační práh) nejevila signifikanci k celkovému času dosaženém v závodě. Dále se nepotvrdila statisticky významná závislost mezi plaveckým časem v triatlonu a laboratorně zjištěnými hodnotami  $VO_{2max}$  ani %  $VO_{2max}$  na ANP.

K opačnému závěru došla studie Sleiverta a Wengera (1993), která tuto závislost potvrdila, u mužů  $r = -0,48$ , u žen pak dokonce  $r = -0,93$ . Jako jediný ventilační prediktor výkonu v triatlonu je zde uveden ventilační práh měřený na běžeckém trenažéru ( $r = -0,78$ ).

## Použití regresních rovnic

Novější výzkum na skupině výkonnostních triatlonistů provedl Hue (2003). Pokusil se vytvořit regresní rovnici, která by přímo odhadovala čas, kterého může závodník dosáhnout v závodě. Mezi prediktory zařadil těchto pět testů: test plavání na 400 m, stupňovaný test na běžeckém a cyklistickém ergometru, dále test zahrnující třicetiminutový test na cyklistickém trenažéru, po němž hned následovalo dvacet minut na běhátku s nejvyšší možnou intenzitou (K-B) a test dvaceti minut na běžeckém pásu bez předešlé jízdy na kole. U všech testů byly zaznamenány hladiny

laktátu. Jako jediný parametr signifikantě korelující s celkovým dosaženým časem v triatlonovém závodě je uvedena hladina laktátu na konci stupňovaného testu na cyklistickém trenažeru ( $p < 0,05$ ;  $r = 0,83$ ) a dosažená vzdálenost na běhu v testu K-B ( $p < 0,01$ ;  $r = -0,92$ ).

Predikovaný čas v závodě pak popisuje pomocí regresní rovnice takto:

$$t \text{ (s)} = -1,128x + 38,8y + 13,338 \quad [1]$$

Vysvětlivky:

$t \text{ (s)}$  – čas závodu (s);  $x$  – dosažená vzdálenost na běhu v testu K-B [m]

$y$  – hladina laktátu na konci stupňovaného testu na cyklistickém trenažeru [mmol.l<sup>-1</sup>]

Tato rovnice vysvětluje 93 % celkového rozptylu z času v absolvovaném závodě.

Podobný výzkum provedl Schabort, Killian, St. Clair Gibson, Hawley & Noakes (2000). Mezi zkoumané prediktory zařadil test plavání na 400 m, maximální výkon na cyklistickém ergometru do vita maxima ( $W_{\max}$ ) a maximální aerobní výkon ( $VO_{2\max}$ ), maximální běžeckou rychlost dosaženou na běžeckém trenažeru do vita maxima ( $v_{\max}$ ) a  $VO_{2\max}$ , dále %  $VO_{2\max}$  na ANP, hladinu laktátu a srdeční frekvenci v obou testech. Nejvyšší signifikanci ( $p < 0,01$ ) k celkovému času závodujevila hladina laktátu při submaximálním zatížení na cyklistickém trenažeru při výkonu 4 W/kg ( $r = 0,92$ ), hladina laktátu při submaximálním zatížení na běžeckém trenažeru při rychlosti 15 km/h ( $r = 0,89$ ),  $W_{\max}$  ( $r = 0,86$ ),  $v_{\max}$  ( $r = 0,85$ ) a  $VO_{2\max}$  na cyklistickém trenažeru ( $r = 0,85$ ). Predikovaný čas v závodě pak popisují pomocí regresní rovnice takto:

$$t \text{ (s)} = -129x + 122y + 9456 \quad [2]$$

Vysvětlivky:

$t \text{ (s)}$  – čas závodu (s);  $x$  –  $v_{\max}$  [km.h<sup>-1</sup>]

$y$  – hladina laktátu při submaximálním ztížení na cyklistickém trenažeru při výkonu 4 W.kg<sup>-1</sup> [mmol.l<sup>-1</sup>]

Tato rovnice vysvětluje 81 % celkového rozptylu z času v absolvovaném závodě.

Další predikční rovnice uvádí Van Schuylenbergh, Vanden Eynde & Hespel (2004).

$$t \text{ (min)} = 110,8 - 11,4x \quad [3]$$

Tato rovnice vysvětluje 68 % celkového rozptylu z času v absolvovaném závodě.

$$t \text{ (min)} = 137,3 - 9,2x - 35,6y \quad [4]$$

Tato rovnice vysvětluje 93 % celkového rozptylu z času v absolvovaném závodě.

$$t \text{ (min)} = 130 - 9,2x - 25,9y + 1,4 \text{ hladina laktátu } y \quad [5]$$

Tato rovnice vysvětluje 98 % celkového rozptylu z času v absolvovaném závodě.

$$t \text{ (min)} = 95,54 - 7,86z \quad [6]$$

Tato rovnice vysvětluje 63 % celkového rozptylu z času v absolvovaném závodě.

$$t \text{ (min)} = 104,95 - 7,51z - 1,05 \text{ maximální hladina laktátu na běhu} [7]$$

Tato rovnice vysvětluje 77 % celkového rozptylu z času v absolvovaném závodě.

Všvĕtlivky ([3] – [7]):

$t$  (min) – čas závodu (min);  $x$  – rychlost běhu na ANP;  $y$  – rychlost plavání na ANP;  $z$  – spotřeba kyslíku na ANP (stanoveném na  $4 \text{ mmol.l}^{-1}$ ) měřeno na cyklistickém ergometru.

Z výše uvedených predikčních rovnic je zřejmé, že nejlépe vysvětlují výkon v triatlonu parametry spojené s rychlostí na úrovni anaerobního prahu (ANP), maximální spotřeba kyslíku a spotřeba kyslíku na úrovni ANP.

Současná diagnostika v triatlonu v ČR

Kovářová (2012) sestavila strukturální model předpokladů pro krátký triatlon (graf 1) na základě dlouhodobého sledování českých triatlonistů zařazených do výběrů SCM (Sportovních center mládeže), muži ( $n = 64$ ; věk 17–20 let). Model byl složen ze sedmnácti indikátorů (tabulka 2): diagnostiky složení těla zjišťované pomocí dvou indikátorů – % tělesného tuku a poměru ECM/BCM (test predikující do jisté míry kvalitu