ULTRAVYTRVALOSTNÍ ZÁVODY Z POHLEDU ZDRAVÍ A AMATÉRSKÉHO SPORTU

ULTRA-ENDURANCE RACES IN VIEW OF HEALTH AND AMATEUR SPORT

D. Chlíbková¹, A. Žáková² & I. Tomášková³

¹Vysoké učení technické v Brně, Centrum sportovních aktivit

²Masarykova univerzita Brno, Přírodovědecká fakulta, Ústav experimentální fyziologie, odd. Fyziologie živočichů a imunologie

³Česká zemědělská univerzita Praha, FLD, Katedra dendrologie a šlechtění lesních dřevin

ABSTRACT

The present study describes the partial results of a research carried out within the project "Changes in haematological, biochemical, immunological and other parameters in athletes under the influence of stressful sports endurance events". The aim is to assess effects of selected parameters in amateur ultra-endurance athletes (chosen groups: mountain bikers and runners), participants in extreme endurance races, on their performance in relation to training and offer them feedback. In this study we point out results related to performance's influence on athletes' health and on immunity. Used methods were questionnaires and physiological measurements. The pre-race minus post-race differences (Δ) in weight (from 76.5 ± 13.1 kg to 72.0 ± 12.0 kg) and (Δ) in value of hematocrit (6.1 ± 3.5 %) were significant only in runners group. The pre-race minus post-race differences (Δ) in leukocrit were significant in cyclists group ($p < 0.01$). The pre-race minus post-race differences (Δ) in a percentage of leukocytes by a blood leukocyte differential were significant in a runners group: polymorphonuclear neutrophils (increase) $p < 0.03$; immature band neutrophils (increase) $p < 0.01$; lymphocytes (reduction) $p < 0.01$; monocytes (reduction) $p < 0.05$ and in a cyclists group: lymphocytes (reduction) $p < 0.03$.

Keywords: hematokrit; leukokrit; 24-hour mountain bike race; 7-day stage running race

SOUHRN

Předložená studie popisuje dílčí výsledky výzkumu, který probíhá v rámci projektu „Změny fyziologických, hematologických, biochemických, imunologických a některých dalších vybraných parametrů u sportovců pod vlivem zátěžových sportovních akcí vytrvalostního charakteru“. Cílem je zjistit vliv vybraných parametrů u ultravytrvalostních sportovců (vybrané skupiny: cyklisti na horských kolech a běžci) účastnících se extrémních vytrvalostních akcí ve vztahu k trénovanosti jedince a nabídnout amatérským sportovcům zpětnou vazbu k jejich výkonu. Konkrétními závody ve studii byly 24hodinový závod na horských kolech a 7denní etapový závod v ultramaratonech. Použitými metodami byly dotazníky a fyziologická měření. Významné rozdíly (Δ) byly prokázány mezi před a pozávodní hodnotou tělesné hmotnosti (od $76,5 \pm 13,1$ kg do $72,0 \pm 12,0$ kg) a ve snížené hodnotě hematokritu ($6,1 \pm 3,5$ %) ve skupině běžců. Významný rozdíl (Δ) mezi před a pozávodní hodnotou leukokritu stanovením počtu bílých krvinek byl definován ve skupině cyklistů ($p < 0,01$). Významné rozdíly (Δ) mezi před a pozávodní hodnotou v procentuálním zastoupení leukocytů stanoveným krevním diferencíálem byly nalezeny ve skupině běžců: polymorfonukleární neutrofily (zvýšení) $p < 0,03$; nezralé formy neutrofilů (zvýšení) $p < 0,01$; lymfocyty (snížení) $p < 0,01$; monocyty (snížení) $p < 0,05$ a u cyklistů: lymfocyty (snížení) $p < 0,01$.

Klíčová slova: hematokrit; leukokrit; 24hodinový závod na horských kolech; 7denní etapový běžecký závod

Úvod

Různé typy a formy pohybové aktivity mají v různé míře vliv na zdraví. Vytrvalostní cvičení klade vysoké nároky na lidské orgány a fyziologické systémy, které určují tělesnou zdatnost a zdraví sportovce. Většina doporučení zaměřených

na zdraví a fyzickou kondici propaguje pro trénink vytrvalosti cvičení s intenzitou střední nebo mírnou. Takto regulovaná pravidelně prováděná pohybová aktivita je spojená se snížením výskytu onemocnění a s posílením imunitního systému v porovnání se sedavým stavem (Gleeson, 2007). Tématem před-

loženého výzkumu jsou ale ultravytrvalostní závody různého druhu, které v posledním desetiletí získaly mezi amatérskou sportovní veřejností velkou oblibu. Přesná definice těchto závodů neexistuje, podle Zaryski a Smith (2005) a dalších autorů jsou definovány jako akce s dobou trvání od 6 hodin až po několik dní (Zaryski & Smith, 2005). Závodů se účastní poměrně značné množství sportovců a je obtížné zdůvodnit, proč jsou ochotni absolvovat často intenzivní, časově náročný výkon a dokončit jej i za mnohdy velmi nepříznivého vlivu vnějších podmínek. Sportovci během závodu často soupeří hlavně s vlastní vůlí a motivací, což mnohdy převyšuje jejich zkušenost konkurovat soupeřům i samotnou fyzickou zdatnost. Motivací a cílem může být nejen zlepšení sportovního výkonu, ale často i pouhá účast v závodech a překonání sama sebe. Pro mnohé je závod obrovskou výzvou a příležitostí vyzkoušet si fungování vlastního těla v extrémních podmínkách.

Není úplně zřejmé, zda tento typ sportovních akcí lze klasifikovat jako závodní sport nebo extrémní formu rekreačního sportu. Příprava na závod i absolvování závodu je rozhodně větší zátěží, než pohybová aktivita pro udržení zdraví a kondice. V případě ultravytrvalostního výkonu se nejedná ani tolik o rozlišení druhu činnosti (sportovní a rekreační), ale spíše o jeho psychosociální kontext. Výsledek této pohybové aktivity závisí na psychické a fyzické odolnosti sportovce a na jeho motorických předpokladech. Domníváme se, že závody mají současně sportovní a rekreační charakter, jedná se často o velmi komerční masové závody. Navzdory stoupající tendenci v počtu účastníků a počtu těchto akcí u nás i ve světě, fyziologické a psychologické efekty na organismus pod vlivem dlouhodobé vytrvalostní zátěže jsou stále ještě málo sledované a definované i vzhledem k praktickým obtížnostem terénního výzkumu (Wirnitzer & Faulhaber, 2007; Knechtle, et al., 2009a).

Různé stresory (fyziologické, vliv vnějšího prostředí, výživy a jiné) mohou potlačit imunitní funkce a tyto efekty, spolu se zvýšenou expozicí patogenů, mohou způsobit, že sportovec je po vytrvalostním tréninku či déletrvajícím sportovní zátěží náchylnější k infekci (Gleeson, 2007). O vlivu efektu pravidelného intenzivního vytrvalostního tréninku na imunitní systém je k dispozici podle Fitzgerald (1991) ještě méně informací (Fitzgerald, 1991). Baj, Kantorski a Majewska (1997) uvádí, že i déletrvajícím intenzivním tréninkem může způsobit signifikantní změny v leukocytech, ale význam této změny pro imunitu je kontroverzní (Baj et al., 1997). Podle Wu, Chen a Shee (2004); Nielsen, Hagberg a Lyberg (2004); Gleeson (2007) a Kakanis, Peake a Brenu (2010), může být pravidelným tréninkem organismus náchylnější k infekci zejména horního respiračního systému (URTI). Týká se to především individuálních vytrvalostních sportů. Změny v leukokritu při déletrvajícím vytr-

valostním cvičení mohou v kombinaci s nedostatkem spánku a nedostatkem příjmu energie podporovat tzv. „open-window“ hypotézu o snížené schopnosti organismu bojovat proti mikrobiální invazi před celkovou regenerací (Wu et al., 2004; Nielsen et al., 2004; Gleeson, 2007; Kakanis et al., 2010). Při jednorázové déletrvajícím extrémní zátěží bílé krvinky reagují, jako kdyby došlo v organismu sportovce k zánětu, infekci, traumatu, takže se zvyšuje jejich počet na podporu obranyschopnosti organismu (Northoff et al., 1998; Gleeson, 2007). Zvýšený počet cirkulujících leukocytů (hlavně lymfocytů a neutrofilů) závisí na intenzitě, tak i na době trvání zátěže. Naopak důsledkem opakované déletrvajícím zátěže může dojít k poklesu bílých krvinek. Důvodem je pravděpodobně zvýšená úroveň stresových hormonů během zátěže a cirkulace nezralých leukocytů z kostní dřeně (Gleeson, 2007).

V této studii jsme se zaměřili na sledování extrémního vytrvalostního výkonu na zdraví sportovců a na některé parametry imunitního systému.

Materiál a Metodika

Testované subjekty

V 24hodinovém závodech na horských kolech startovalo ve sledované kategorii sólo jezdců celkem 72 závodníků, našeho výzkumu se zúčastnilo 16 a do statistického zpracování bylo zařazeno 14 cyklistů (12 mužů, 2 ženy), protože 2 cyklisté nedokončili závod. V běžeckém 7denním etapovém závodech startovalo celkem 47 závodníků. Výzkumu se zúčastnilo 15 běžců, z toho 12 běžců (10 mužů, 2 ženy) dokončilo všech 7 etap a bylo zahrnuto do statistického zpracování.

Popis závodů

Největší a nejstarší 24hodinový závod horských kol v České republice MTB Marathon Rohozec v Liberci se konal 11. až 12. června 2011. Jeden závodní okruh měřil 12,6 km. Převýšení v jednom kole bylo 250 m. Povrch tratě tvořily zpevněné i nezpevněné cesty a stezky. Cílem závodu bylo dosažení co nejvyššího počtu kilometrů během 24 hodin.

Moravský Ultra Marathon se běžel na celkovou vzdálenost 301 km a obsahoval 7 klasických maratonů, to znamená během 7 dní cca 43 km denně. Konal se od 3. do 9. července 2011. Závod je nejdelším během a nejtěžším etapovým závodem konaným v České republice. Běžecká trasa vedla kopcovitým terénem často po nezpevněných cestách s převýšením od cca 700 do 1500 m.

Měření a metody výzkumu

Ve dvou nezávislých terénních výzkumech jsme sledovali dvě rozdílné ultravytrvalostní závodní činnosti s využitím stejných vyšetřovacích metod a za přítomnosti stejného výzkumného týmu. Použitými metodami byly dotazníky vlastní konstrukce a fyziologická měření před a po závodech. Mezi sku-

pinou cyklistů a skupinou běžců byly hodnoceny především před a pozávodní rozdíly antropometrických parametrů, v počtu červených a bílých krvinek, krevním diferenciu a biochemii moče. Výzkum v rámci projektu postupoval v souladu se zákonem č. 96/2001 Sb. m. s. o ochraně lidských práv a biomedicíně a zákona č. 101/2000 Sb. o ochraně osobních údajů, proto účastníci podepsali informovaný souhlas osoby zařazené do výzkumného projektu. Souvislost mezi vybranými proměnnými a výkonem v závodě vyjádřeným absolutním pořadím závodníka bez ohledu na pohlaví a kategorii byla zjišťována pomocí korelační analýzy Pearsonovým a Spearmanovým korelačními koeficienty. Pro ověření statistické významnosti rozdílů mezi parametry před závodem a po závodě jsme použili Wilcoxonův párový t-test pro závislé výběry. Data byla hodnocena na hladině významnosti 0,05 programem Statistika 7.0.

ženy 36.5 ± 9.5 let. Průměrnému běžci bylo 49.6 ± 6.8 let (muži 49.8 ± 7.4 let, ženy 48.5 ± 2.5 let). Průměrná výška cyklistů byla 180.7 ± 7.2 cm (muži 182.3 ± 6.4 cm, ženy 171.5 ± 3.5 cm). Průměrná výška běžců byla 177.0 ± 7.0 cm (muži 178.8 ± 6.2 cm, ženy 168.0 ± 1.0 cm). Průměrná tělesná hmotnost cyklistů byla 80.6 ± 9.5 kg (muži 82.8 ± 8.4 kg a ženy 67.3 ± 1.3 kg). Průměrná tělesná hmotnost běžců byla 75.1 ± 13.3 kg (muži 78.9 ± 11.1 kg, ženy 56.0 ± 4.0 kg). Body mass index (BMI) u cyklistů byl 24.7 ± 2.4 (muži 24.9 ± 2.5 a ženy 22.9 ± 1.4). BMI u běžců byl 23.8 ± 3.1 (muži 24.6 ± 2.7 , ženy 19.9 ± 1.7).

Tréninková a závodní zkušenost testovaných sportovců

Největší počet testovaných cyklistů (36 %) se věnoval systematickému tréninku maximálně 4 roky, následovala skupina 21 % cyklistů trénujících 5 až 9 let. Ve srovnání se skupinou běžců, 25 %

Obrázek 1. Změny v před a po závodní tělesné hmotnosti.

Figure 1. Changes in pre- and post-race body weight.

Výsledky

Celkový výkon, věk, výška, BMI testovaných sportovců

Cyklisté ujeli během 24 hodin od 163,8 do 421,2 km průměrnou rychlostí 15,9 km/hod. Běžci uběhli během 7 dní 301 km v průměrném čase 37 hodin. Věk průměrného cyklisty bylo 36.9 ± 8.8 let (průměr $\pm$ směrodatná odchylka), muži 37 ± 8.6 let,

běžců mělo za sebou maximálně 4 roky tréninku a 17 % běžců 5 až 9 let tréninku. V dalších tréninkových kategoriích se počet obrátil. 10 až 19 let trénovalo už 33 % běžců a 29 % cyklistů, a nad 20 let 25 % běžců a jen 14 % cyklistů. Statisticky významná korelace mezi počtem let tréninku a výkonem v závodě nebyla prokázána u žádné skupiny sportovců.

Alespoň čtyři závody podobného charakteru dokončilo 17 % běžců a 50 % cyklistů. Mezi 5 až 9 závody absolvovalo 8 % běžců a 43 % cyklistů. Výrazně se počet běžců opět navýšil v kategorii 10 až 19 závodů, které dokončil největší počet běžců

(42 %) a jen 7 % cyklistů. Přes 20 závodů podobného charakteru dokončilo 33 % běžců a žádný cyklista. Předzávodní zkušenost významně nesouvisela s výkonem v závodě u obou skupin sportovců.

v pevné a kapalné formě 42 %, vitamín C 33 %, hořčik a železo (shodně po 25 %), žádné doplňky (25 %), chondroprotektiva, vápník a koenzym Q (shodně po 10%) a tzv. „after activity“ nápoje 16%.

Obrázek 2. Procento hematokritu u ultra-vytrvalců před a po závodě.

Figure 2. Percentage of hematocrit in ultra-endurance athletes before and after the race.

Podle údajů z dotazníku byla průměrná klidová hodnota srdeční frekvence (HR) ve skupině cyklistů $55,0 \pm 12,1$ tepů/min (muži $53,9 \pm 12,7$ tepů/min, ženy $61,5 \pm 2,5$ tepů/min) a ve skupině běžců $51,3 \pm 6,2$ tepů/min (muži $50,9 \pm 6,6$ tepů/min, ženy $53,0 \pm 3,0$ tepů/min). Byla potvrzena statisticky významná souvislost mezi hodnotami klidové HR a výkonem jen u skupiny cyklistů ($r=0,63$; $p=0,03$).

Ze sportovních aktivit doplňujících vlastní (běžecký nebo cyklistický) trénink běžci nejčastěji uváděli turistiku (75 %) a cyklistiku (57 %), dále sjezdové lyžování a plavání (shodně po 28 %), následovalo běžecké lyžování a in-liny (po 14 %), lední hokej uvedlo 8 % a žádnou další sportovní aktivitu uvedlo 8 % běžců. Cyklisté uváděli nejčastěji běh (57 %), potom turistiku (50 %), následovaly spinning, míčové hry, běžecké lyžování a posilování (shodně po 35 %), sjezdové lyžování (28 %), snowboarding (21 %) a plavání (14 %).

Běžně užívaná suplementace testovanými sportovci

Z doplňků, které uváděli testovaní běžci jako běžně používané během svého tréninku a závodního období, uvedlo speciální sacharidové doplňky

Cyklisté uváděli nejčastěji vitamín C (64 %), kofein (57 %), sacharidové dolňky (41 %), „after activity“ nápoje, hořčik a zelený čaj (shodně po 28 %), L Carnitin a vápník (shodně po 21 %). Sportovci mohli při výběru uvádět více možností. Nebyla potvrzena statisticky významná korelace mezi používanou suplementací a výkonem v závodě.

Subjektivní hodnocení zdravotního stavu testovanými sportovci

Cílem studie bylo také pomocí dotazníku před a po závodě zjistit subjektivní názory cyklistů a běžců týkající se celkového zdravotního stavu a zdravotního stavu se zaměřením na onemocnění horních dýchacích cest (URTI). Co se týká subjektivního hodnocení celkového zdravotního stavu před závodem, blíže nespecifikované zdravotní problémy přiznalo před závodem 33 % běžců a po závodě 75 % běžců. Ve skupině cyklistů určitý blíže nespecifikovaný zdravotní problém před závodem uvedlo 36 % cyklistů a po závodě 29 % cyklistů. Nebyla potvrzena statisticky významná korelace mezi pocity závodníků a jejich výkonem v závodě.

S ohledem na zdravotní stav zaměřený na URTI, určité problémy před závodem uvedlo 50 % běžců, po 7denním etapovém závodě 17 % běžců. Problémy týkající se pravděpodobně URTI uvedlo před 24hodinovým závodem 29 % cyklistů a po závodě opět 29 % cyklistů. Sportovci mohli při

výběru uvádět více možností. Nebyla potvrzena statisticky významná korelace mezi pocity závodníků a jejich výkonem v závodě.

Změny v tělesné hmotnosti před a po závodě

Rozdíl (Δ) mezi předzávodní a pozávodní tělesnou hmotností (z $76,5 \pm 13,1$ kg na $72,0 \pm 12,0$ kg) byl statisticky významný pouze u skupiny běžců (Obr. 1.) (Chlíbková et al., 2012a,b).

Změny v hodnotách hematokritu před a po závodě

Rozdíl (Δ) mezi předzávodní ($45,1 \pm 4,3$) a pozávodní ($39,0 \pm 4,8$) hodnotou hematokritu byl statisticky významný jen u skupiny běžců. Nebyla prokázána statisticky významná souvislost mezi hodnotou hematokritu u obou skupin sportovců a výkonem v závodě (Obr. 2.) (Chlíbková et al., 2012a,b).

vodem bylo 5708 ± 2009 jednotek a u skupiny cyklistů 5714 ± 1732 jednotek. U skupiny běžců po závodě byla zjištěna hodnota 6192 ± 1723 bílých krvinek na 1 mm^3 a u cyklistů 11321 ± 2628 jednotek (Obr. 3). Rozdíl (Δ) v předzávodních a pozávodních hodnotách byl u skupiny cyklistů statisticky významný ($p < 0,01$). U skupiny běžců byl statisticky významný rozdíl (Δ) v předzávodních a pozávodních hodnotách prokázán v testu krevního diferenciálu v počtu jednotlivých druhů bílých krvinek po závodě. Významně byly zvýšeny hodnoty neutrofilů ($p = 0,03$), nezralých forem neutrofilů ($p < 0,01$) a došlo ke snížení počtu lymfocytů ($p = 0,01$) a monocytů ($p < 0,05$). U skupiny cyklistů byl naopak po závodě významně snížen počet lymfocytů ($p = 0,01$).

Obrázek 3. Leukokrit před a po závodě.

Figure 3. Leukokrit before and after the race.

Biochemické změny v urině před a po závodě

Všechny předzávodní a pozávodní sledované parametry moči u skupiny cyklistů a skupiny běžců (pH, glukóza, ketony, urobilinogen, bilirubin a krev) odpovídaly běžným hodnotám populace a byly v normě. U obou skupin sportovců se po závodě objevily statisticky nevýznamně vyšší hodnoty bílkovin v moči.

Změny v leukokritu před a po závodě

U skupiny cyklistů se zvýšily hodnoty leukokritu dokonce na dvojnásobek hodnoty před závodem. U běžců byl pozorován nárůst o 8 %. Počet bílých krvinek na 1 mm^3 u skupiny běžců před zá-

Diskuze

Předpokládali jsme, že účast na tomto typu závodů vyžaduje dlouhodobou, systematickou, především objemovou denní přípravu, ve skutečnosti se ale mezi účastníky jednotlivých i různých disciplín objevily rozdíly. Testování běžců mělo, co se týká počtu let tréninku, větší tréninkové zkušenosti než cyklisté. Tento údaj byl pravděpodobně ovlivněn věkem testovaných osob. Byl prokázán statisticky významný rozdíl ve věku mezi oběma skupinami, běžci byli starší. Shoduje se to s údaji ve výzkumech extrémních sportovních akcí jiných autorů (Knechtel et al., 2009). Předzávodní zkušenost s podobnými sportovními akcemi dokumentoval celkový počet dokončených ultramaratonů ve prospěch skupiny běžců. Příčiny mohou opět souviset s věkem sportovců i počtem let tréninku plus

delší tradici běžeckých ultramaratonských závodů pořádaných nejen u nás, ale i v zahraničí. Cyklistické 24hodinové závody i etapové závody na horských kolech jsou v porovnání s běžeckými ultramaratony poměrně mladými sportovními disciplínami. Celkově ale cyklisté i běžci účastníci se výzkumu byli zkušenými ultravytrvalostní sportovci a všichni do startu našeho zkoumaného závodu absolvovali alespoň jeden extrémní ultravytrvalostní závod. Z hlediska trénovanosti byla potvrzena statisticky významná souvislost mezi hodnotami klidové srdeční frekvence a výkonem v závodě, potvrzená u skupiny cyklistů. Vysvětlením může být velmi různorodá skupina běžeckých ultramaratonců, kde se sice objevili jak vysoce trénovaní závodníci, tak běžci, kteří závod absolvovali spíše chodeckým tempem, jak jsme zjistili při podrobném zkoumání výkonu a taktiky v tomto typu závodu (Chlíbková et al., 2012a). S předtréninkovou zkušeností souvisí i způsoby crosstrainingu jako metod všeobecné kondiční přípravy (Chlíbková et al., 2011a), které využívali testovaní sportovci při vlastním běžeckém nebo cyklistickém tréninku. Běh, cyklistika a turistika byly nejčastěji uváděnými a také předpokládanými pohybovými aktivitami. Zajímavé bylo poměrně časté uvedení sjezdového lyžování a snowboardingu jen u cyklistů, jako typických rychlostně silových disciplín. Příčinu tohoto výsledku je potřeba ověřit v dalších výzkumech.

Zjistili jsme, že u cyklistů při 24hodinovém závodě nedošlo k statisticky významnému rozdílu v tělesné hmotnosti před a po závodě, naopak u skupiny běžců po 7denním etapovém závodě došlo ke statisticky významnému úbytku tělesné hmotnosti, shodně se statisticky významným poklesem hodnot hematokritu. Domníváme se, že příčinou úbytku hmotnosti nebyla proto jen dehydratace, ale také úbytek tukové a svalové hmoty. Snížení tukové hmoty u cyklistů naopak nebylo potvrzeno ani během dlouhodobé vytrvalostní události jako je 24 hodinový závod v silniční cyklistice (Knechtle et al., 2003). Podle této studie během extrémního ultravytrvaleckého závodu energetický deficit neodpovídá ztrátě tělesné podkožní tkáně a svalové hmoty a tento rozdíl není dosud vědecky plně zdůvodněn. Ultramaratony jsou také spojeny s širokou škálou významných změn hematologických parametrů, z nichž mnohé souvisí se zraněním. Podle Wu, Chen a Shee (2004) předzávodní počet červených krvinek, hemoglobinu a hladiny hematokritu nejsou statisticky významně sníženy ihned po závodě, ale jsou výrazně sníženy dva až devět dní po závodě, v souladu s poškozením červených krvinek vlivem vytrvalostní zátěže (Wu et al., 2004). Tzv. sportovní anémie není způsobena pouze hemolýzou z důvodu mechanického traumatu, ale také oxidačními poraněními červených krvinek. V našem terénním výzkumu jsme bohužel neměli možnost otestovat parametry běžců, u kterých nedošlo ke

významnému snížení hodnoty hematokritu po závodě (na rozdíl od cyklistů) v delších časových intervalech než po dojetí do cíle (Chlíbková et al., 2012a,b).

Z doplňků, které uvedli testovaní sportovci jako běžně používané během svého tréninku a závodního období, většina uvedla sacharidové doplňky stravy v pevné i tekuté formě (42% běžců a 41% cyklistů). Scharhag, Meyer a Gabriel (2005) uvádí, že užívání sacharidových nápojů před, během a po tělesné zátěži může mít pozitivní vliv na imunitní systém vytrvalostních sportovců (Scharhag, et al., 2005). V naší studii 33 % běžců a 64 % cyklistů v dotazníku uvedlo také časté použití vitamínu C. Podle Knechtle B., Knechtle, P., a Müllera, (2003) neexistuje žádný důkaz, že by speciální nutrient (kromě několika výjimek) pomohl zlepšit výkon. V jeho studii ultravytrvalostních běžců sportovci s pravidelným příjmem vitamínů a minerálů, včetně vitamínu C čtyři týdny před závodem nedokončili závod rychleji než sportovci bez implementace (Knechtle et al., 2003). V naší studii nebyla potvrzena statisticky významná korelace mezi používanou suplementací a výkonem v závodě. V souvislosti s imunitou podle Pedersen a Hoffman-Goetz (2000) v jejich studii se po čtyřtýdenní suplementace vitamínu C snížil výskyt URTI symptomů u ultramaratonských běžců. Avšak shodně i podle Gleeson (2007) nutriční intervence (antioxidanty, sacharidy, vitamín C) během tréninku mohou sice snížit riziko infekce, ale zároveň také omezit adaptaci na trénink. Studium klinického významu příjmu nutrietů na transkripci genetických informací do kosterního svalu a na imunitu čeká na další výzkum (Gleeson, 2007; Pedersen & Hoffman-Goetz, 2000).

Příčinou subjektivních pocitů popisujících celkový zdravotní stav běžců po závodě, kdy pociťovalo celkové zdravotní problémy 75 % běžců (pro srovnání 29 % cyklistů) by mohl být charakter 7denního velmi náročného etapového závodu, kdy řada běžců i v průběhu závodu měla problémy s drobnými i většími onemocněními pohybového aparátu. V šetření subjektivních pocitů závodníků týkajících se URTI se výrazné problémy po závodě neprojevovaly. Ve skupině běžců došlo dokonce k subjektivnímu snížení problémů s dýchacími cestami. Problémy s horními dýchacími cestami po závodě uvedl větší počet cyklistů. Příčinou těchto rozporů by mohla být výrazná změna v charakteru počasí během závodu. Závod běžců začínal deštivým počasím a v závěru převládalo horké slunečné letní počasí. Na rozdíl od cyklistického 24 hodinového závodu, kdy závodníci prošli poměrně chladným počasím v průběhu celého závodu, navíc v průběhu noci teplota výrazně poklesla. Navíc Gleeson (2007) se domnívá, že symptomy URTI jsou velmi subjektivní a mohou je také způsobit i jiné faktory než je infekce (alergie, zánět dýchacích cest) Gleeson, 2007.

Předpokládali jsme, že dlouhotrvající vytrvalostní zátěž během extrémní zátěžové sportovní akce v různých sportovních disciplínách budou mít vliv na počet bílých krvinek. Hodnoty leukokritu se zvýšily dokonce na dvojnásobek hodnoty před závodem. Také ve studii Scharhag, Meyer a Gabriel (2005) bylo po 4hodinovém cyklistickém závodě zjištěno významné zvýšení leukocytů a neutrofilů. Autoři popisují tuto změnu jako že jako typickou odpověď na výkon (Scharhag et al., 2005). Změna v naší studii mohla být způsobena i jinými příčinami, např.: nadměrnou zátěží spojenou s nedostatečným příjmem energie a nedostatkem spánku, jako dalším významným faktorem ovlivňující imunitní systém, jak popisuje Smith a kol. U běžců nedošlo ke statistickému zvýšení počtu bílých krvinek pravděpodobně z důvodu, kdy mohlo dojít k určité adaptaci organismu na náročný fyzický výkon při několikadenní opakující vytrvalostní zátěži. Nicméně po provedení vyšetření krevního diferenciálu, popisujícího procentuální zastoupení jednotlivých typů bílých krvinek, se objevily významné rozdíly (Δ) mezi předzávodní a pozávodní hodnotami v procentuálním zastoupení jednotlivých typů bílých krvinek. U běžců došlo ke statistickému zvýšení polymorfonukleárních neutrofilů a tyčků (nezralé formy neutrofilů) a snížení počtu lymfocytů a monocytů. Ve skupině cyklistů došlo k významnému snížení lymfocytů. Snížení počtu lymfocytů u obou typů zátěže v naší studii může vysvětlit navození stavu „open window“, popsaného ve studii Hoffman-Goetz a Pedersen (1994) o odpovědi imunitního systému na zátěž (Hoffman-Goetz & Pedersen, 1994). Autoři charakterizovali stav „open window“ jako období imunologického útlumu trvající jen několik hodin po výkoně, přičemž je potlačena aktivita NK buněk, T- a B-lymfocytů. Podle dalších autorů se může u vytrvalostních sportovců zvýšit riziko URTI jeden až dva týdny po ultravytrvalostním závodě (Nieman, 1997; Gleeson, 2007), akutní fázi infekce od 3 do 72 hodin po zátěži popisuje další studie (Smith & kol, 2004) a některé imunitní funkce se vrátí k normálu až za několik hodin až dní po cvičení a mohou tak mít vliv na URTI. Významným snížením počtu lymfocytů v naší studii pak byla podpořena teorie „open window“ o snížené imunitní schopnosti organismu po déletrvající zátěži typu 24hodinového cyklistického i 7denního etapového běžeckého závodu.

Monocyty jsou fagocyty, které se zúčastňují první vlny obrany proti infekčním agens a jsou součástí vrozené imunity. Jejich významné snížení u běžců v popisované studii by potvrzovalo vyčerpání buněk z důvodu zvýšení fagocytózy jako protizánětlivé imunitní odpovědi na aktivní svalové vyčerpání, což potvrzuje také publikace Fehrenbach et al., 2000. Autoři studovali zvýšení intenzity fagocytózy jako jednoho z mechanismů protizánětlivé reakci imunitního systému na aktivní sva-

lové vyčerpání. Prokázali, že intenzivní vytrvalostní námaha je spojená se zvyšováním krevních granulocytů, monocytární fagocytózy a degranulace. Podle této studie stoupala koncentrace leukocytů hned po běžeckém maratóně skoro dvojnásobně, a to zejména zásluhou granulocytů, u kterých byl zaznamenán největší nárůst myeloperoxidázy, enzymu spojeného s procesem fagocytózy. Také ve zde prezentované studii jsme zaznamenali zvýšení počtu neutrofilů u běžců. Současně se však i objevil v krvi nárůst počtu nezralých forem neutrofilů, tzv. tyčků, i když na druhé straně jsou tyčky méně efektivní v procesu zabíjení bakterií jak v mechanismech na kyslíku závislých i nezávislých a vykazují také nižší aktivitu segmentů v procesu chemotaxe (Glasser & Fiederlein, 1987). Následné zvýšení počtu segmentovaných neutrofilů u běžců podporuje teorii průběhu zánětlivého procesu a zapojení spíše mechanismů nespecifické imunity, jak potvrzuje Kratz, Lewandrowski a Siegel (2001), (Kratz et al., 2001).

Souvislost zvýšeného leukokritu s následnou URTI jsme v naší studii neprokázaly. Kratz et al., 2001 uvádí, že u běžců při maratónu může být zvýšení počtu bílých krvinek způsobeno také poškozením tkáně, způsobeným během, kdy dochází k mikrolézi svalových vláken a vlivem těchto faktorů dochází k únavě a poklesu výkonu (Kratz et al., 2001). Souvislost mezi zvýšeným leukokritem a výkonem u obou skupin sportovců také nebyla prokázána.

Všechny předzávodní a pozávodní sledované parametry moči u skupiny cyklistů a skupiny běžců (pH, glukóza, ketony, urobilinogen, bilirubin a krev) odpovídaly běžným hodnotám populace a byly v normě. U obou skupin sportovců se po závodě objevily statisticky nevýznamně vyšší hodnoty bílkovin v moči. Při závodě pravděpodobně byla ztížena funkce ledvinových glomerulů, vyšší počet bílých krvinek znamenal zánět a došlo k propustnosti proteinů do moče.

Výkon u obou závodů nesouvisel s tréninkovou zkušeností, ani s vybranými hematologickými a biochemickými parametry. V naší studii jsme potvrdily u běžců účastnících se 7denního ultravytrvalostního běhu po závodě významný pokles tělesné hmotnosti, snížení hematokritu a zvýšení počtu bílých krvinek. U cyklistů na horských kolech účastnících se 24hodinového závodu bylo prokázáno po závodě významné zvýšení počtu bílých krvinek. Tím jsme podpořily teorii „open window“ o snížené imunitní schopnosti organismu po déletrvající zátěži typu 24hodinového cyklistického i 7denního etapového běžeckého závodu. Souvislost zvýšeného leukokritu s URTI jsme v naší studii neprokázaly.

Další výzkum by měl být zaměřen na sledování sportovců nejen před a po závodě, ale i s odstupem po zátěži z důvodu možných změn nejen v hodnotách leukokritu. Účast v ultravytrvalostním zá-

vodě vyžaduje velký výdej energie, v případě 24hodinového závodu i nedostatek spánku a obojí představuje vážné přetížení pohybového aparátu člověka. V dalším výzkumu se chceme proto zaměřit na metabolismus tekutin sportovců a souvislost mezi antropometrickými a tréninkovými parametry a jejich vlivem na výkon.

Literatura

- Baj, Z., Kantorski, J., Majewska, E., Zeman, K., Pokoca, L., Fornalczy, E., Tchorzewski, H., Sulowska, Z., Cannon, G. A., Rhind, S. G., Suzui, M., Shek, P. N. & Shephard, R.J. (1997). Circulating Levels of Peripheral Blood Leucocytes and Cytokines Following Competitive Cycling. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 22(2), 133-147.
- Fehrenbach, E., Nies, M. A., Scholtz, E., Passek, F., Dickhuth, H. H. & Northoff, H. (2000). Transcriptional and translational regulation of heat shock proteins in leukocytes of endurance runners. *Journal of applied physiology*, 89, 704-710.
- Fitzgerald, L. (1991). Overtraining increases the susceptibility to infections. *International Journal of Sports Medicine*, 12(1), 5-8.
- Glasser, L. & Fiederlein, R. L. (1987). Functional differentiation of normal human neutrophils. *Blood* 69, 937-944.
- Gleeson, M. (2007). Immune function in sport and exercise. *Journal of Applied Physiology*, 103(2), 693-699.
- Hoffman-Goetz, L. & Pedersen, K. B. (1994). Exercise and the immune system: a model of the stress response? *Immunology today*, 15(8), 382-387.
- Chlíbková, D. & Tomášková, I. (2011b). A field study of human performance during a 24hour mountain bike race. In M. Zvonař & M. Sebera (Eds.), *8th International conference Sport & quality of life 2011. Book of abstracts*. Brno: Masarykova univerzita.
- Chlíbková, D., Žákovská, A. & Tomášková, I. (2011a). Fyziologické a výkonnostní ukazatele ovlivňující umístění v extrémním vytrvalostním MTB závodě. In M. Jílek & P. Šmíd (Eds.), *Optimální působení tělesné zátěže*. Hradec Králové: Gaudeamus.
- Chlíbková, D., Žákovská, A. & Tomášková, I. (2012a in press). Predictor Variables for 7-day Race in Ultra-Marathoners. *Procedia-Social and behavioral Journal 4th World Conference on Educational Sciences*, 46, 2362-2366.
- Chlíbková, D., Žákovská, A. & Tomášková, I. (2012b). Comparison of training, anthropometric and physiological parameters of ultraendurance cyclists and runners. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47, 2012, 1023-1027.
- Kakanis, M. W., Peake, J., Brenu, E. W., Simmonds, M., Gray, B., Hooper, S. L. & Marshall-Gradisnik, S. M. (2010). The open widow of susceptibility to infection after acute exercise in healthy young male elite athletes. *Exercise Immunology Review*, 16, 119-137.
- Knechtle, B., Duff, B., Schulze, I. & Kohler, G. (2008a). A multi-stage ultra-endurance run over 1,200 km leads to a continuous accumulation of total body water. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7, 357-364.
- Knechtle, B., Duff, B., Schulze, I., Rosemann, T. & Senn, O. (2009a). Anthropometry and pre race experience of finishers and nonfinishers in a multi-stage ultra-endurance run-Deutschlandlauf 2007. *Perceptual & Motor Skills*, 109, 105-118.
- Knechtle, B., Knechtle, P., Müller, G. & Zwysig, D. (2003). Energieumsatz an einem 24 stunden radrennen: Verhalten von körporgewicht und subkutanfett. *Österreichisches Journal für Sportmedizin*, 33, 11-18.
- Kratz, A., Lewandrowski, K. B., Siegel, A. J., Chun, K. Y., Flood, J. G., Van Cott, E. M. & Lee-Lewandrowski, E. (2001). Effect of marathon running on hematologic and biochemical laboratory parameters, including cardiac markers. *American Journal of Clinical Pathology*, 118(6), 856-863.
- Linderman, J., Demchak, T., Dallas, J. & Buckworth, J. (2003). Ultra-endurance cycling: A field study of human performance during a 12-hour. *Journal of Exercise Physiology Online*, 6(3), 14-23.
- Neumayr, G., Pfister, R., Mitterbauer, G., Gänzer, H., Joannidis, M., Eibl, G. & Hörtnagl, H. (2003). The physiological effects of marathon cycling on the plasma volume. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54(1), 12-16.
- Nielsen, H. G., Hagberg, I. A. & Lyberg, T. (2004). Marathon running leads to partial exhaustion of ROS-generating capacity in leukocytes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(1), 68-73.
- Nieman, D. C. (1997). Risk of upper respiratory tract infection in athletes. An epidemiologic and immunologic perspective. *Journal of Athletic Training*, 32(4), 344-349.
- Northoff, H., Berg, A. & Weinstock, C. (1998). Similarities and differences of the immune response to tercie and trauma: the IFN- γ concept. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 76, 497-504.
- Nowak, P. F. (2010). Ultra distance running in view of health and amateur sport. *Human Movement*, 11(1), 37-41.
- Pedersen, B. K. & Hoffman-Goetz, L. (2000). Exercise and the Immune System: Regulation, Integration, and Adaptation. *Physiological reviews*, 80(3), 1056-1081.
- Scharhag, J., Meyer, T., Gabriel, H. H. W., Schlick, B., Faude, O. & Kindermann, W. (2005). Does prolonged cycling of moderate intensity affect immune cell function? *British Journal of Sports Medicine*, 39, 171-177.
- Smith, J. E., Garbutt, G., Lopes, P. & Pedoe, D. T. (2004). Effect of prolonged strenuous exercise

(marathon running) on biochemical and haematological markers used in the investigation of patients in the emergency department. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 292-294.

Wirnitzer, K. C. & Faulhaber, M. (2007). Hemoglobin and hematocrit during an 8 day mountain-bike race: a field study. Letter to the Editor. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(2), 265-266.

Wu, H.J., Chen, K.T., Shee, B.W., Chang, H.Ch., Huang, Y.J. & Yang, R.S. (2004). Effects of 24h ultra-marathon on biochemical and hematological parameters. *World Journal of Gastroenterology*, 10(18), 2711-2714.

Zaryski, C. & Smith, D.J.(2005). Training principles and issues for ultra-endurance athletes. *Current Sports Medicine Reports*, 4(3), 165-70.

doc. RNDr. Alena Žáková, Ph.D.
Oddělení Fyziologie a imunologie živočichů
Ústav Experimentální biologie
Přírodovědecká fakulta MU
Terezy Novákové 64
621 00 Brno
alenazak@sci.muni.cz