

VLIV TRIACYLGLYCEROLŮ O STŘEDNĚ DLOUHÉM ŘETĚZCI (MCT) NA VYTRVALOSTNÍ SPORTOVNÍ VÝKON

INFLUENCE OF MEDIUM CHAIN TRIACYLGLYCERIDES (MCT) ON ENDURANCE SPORT PERFORMANCE

ZDENĚK VILIKUS, SIMONA MAJEROVÁ, PAVEL KYSEL, JAN ŠVIMBERSKÝ

Abstrakt: Úvod: Triglyceridům o středně dlouhém řetězci (Medium-chain triglycerides, dále jen MCT) jsou připisovány příznivé účinky na lidský organizmus: zlepšení lipidového spektra zvýšením HDL- a poklesem LDL-cholesterolu, prevence kardiovaskulárních onemocnění, zvýšení odolnosti proti infekčním nemocem, urychlení bazálního metabolismu, zlepšení trávení u chronických střevních zánětů, neuroprotektivní působení u chronických neurodegenerativních onemocnění, antikancerogenní účinek, úbytek tělesného tuku, zlepšení vytrvalostního sportovního výkonu a mnohé další. Cíl: Cílem našeho přehledového článku bylo shrnout a objektivně zhodnotit vliv suplementace MCT na sportovní výkon vytrvalostního charakteru na základě nejnovějších poznatků odborné literatury. Metoda: Použili jsme vyhledavače odborných prací Google Scholar, Web of Science a Scopus. Na základě klíčových slov jsme vyhledávali práce od roku 1990 do současnosti. Vybírali jsme jen dvojité zaslepené studie s kontrolní skupinou a placebem. Výsledky: Nalezli jsme celkem 14 prací požadované kvality a 1 přehledový článek typu review. Do dnešního dne pouze 1 studie ze 14 uvádí zlepšení vytrvalostního výkonu ve smyslu delšího času do vyčerpání. Autoři 4 studií naopak zjistili zhoršení vytrvalostního výkonu po aplikaci MCT. Závěry: Žádná z dostupných vědeckých studií neprokázala po aplikaci MCT zlepšení vytrvalostního sportovního výkonu. Pokud MCT vede k pocitu zlepšení výkonu, pak jde pouze o placebo efekt.

Klíčová slova: triacylglyceroly o středně dlouhém řetězci, MCT, sportovní výkon, vytrvalostní výkon, maximální aerobní kapacita, VO_{2max}

Abstract: Introduction: Medium-chain triglycerides (MCT) are attributed to beneficial effects on the human organism: improving the lipid spectrum by increasing HDL- and lowering LDL-cholesterol, preventing cardiovascular disease, increasing resistance to infectious diseases, acceleration of basal metabolism, improvement of digestion in chronic intestinal inflammations, neuroprotective action in chronic neurodegenerative diseases, anticancerogenic effect, loss of body fat, improvement of endurance sports performance and many others. Objective: The aim of our review article was to summarize and objectively evaluate the effect of MCT supplementation on endurance sport performance and body composition based on the latest findings of scientific literature.

Method: We have used the Google Scholar, Web of Science and Scopus search engines. Based on keywords, we have searched for work from 1990 to the present. We selected only double-blind studies with a control group and placebo. Results: We found 14 works of the required quality and 1 meta-analysis. Up to date, only 1 study out of 14 have reported improvement in endurance performance time to exhaustion. On the other hand, authors of 10 studies found no improvement and 4 studies have found deterioration in endurance performance after MCT application. Conclusions: None of the available scientific studies have shown improvement in endurance sport performance after MCT. MCT acts only as a placebo effect.

Keywords: medium chain triacylglycerols, MCT, sports performance, endurance performance, maximum aerobic capacity, VO_{2max}

ÚVOD

V posledních několika letech výrazně vzrostl zájem o triglyceridy se středně dlouhým řetězcem (Medium Chain Triglycerides, dále jen MCT). MCT jsou připisovány příznivé účinky na lidský organizmus: zlepšení lipidového spektra zvýšením HDL- a poklesem LDL-cholesterolu, prevence kardiovaskulárních onemocnění, zvýšení odolnosti proti infekčním nemocem, urychlení bazálního metabolismu, zlepšení trávení u chronických střevních zánětů, neuro-

protektivní působení u chronických neurodegenerativních onemocnění, antikancerogenní účinek, úbytek tělesného tuku, zlepšení vytrvalostního sportovního výkonu a mnohé další. MCT jsou také vyhledávaným doplňkem stravy zejména mezi sportovci vytrvalostního typu. Je pochopitelné, že s vysokou popularitou MCT enormně vzrostl počet výrobců a distributorů těchto doplňků stravy (Obr. 1).



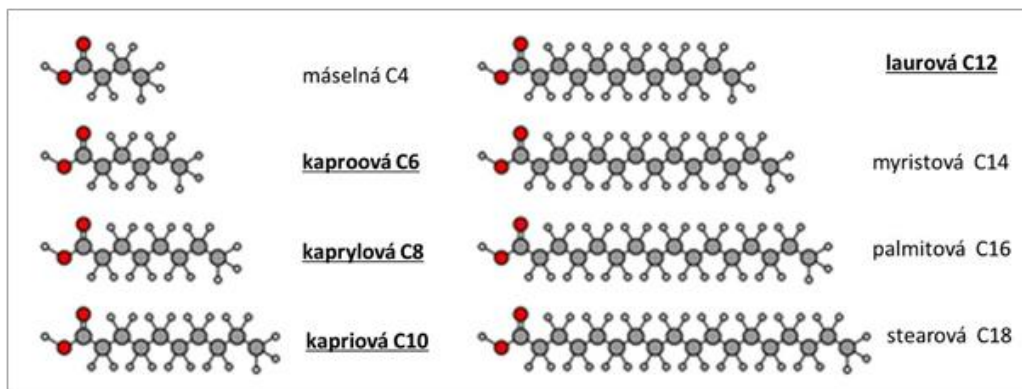
Obr. 1 Komerčně vyráběné suplementy s obsahem MCT

MCT se liší od triglyceridů s dlouhým řetězcem (Long-chain triglycerides, dále jen LCT) tím, že jsou relativně dobře rozpustné ve vodě, a tak se rychle rozpouštějí a absorbují v zažívacím traktu. Díky těmto vlastnostem začaly být MCT

intenzivně zkoumány a široce komerčně používány jako doplňky stravy, protože jako rychlý zdroj energie by teoreticky mohly šetřit svalový glykogen, oddálit tak svalovou únavu a zlepšit vytrvalostní výkon. Naproti tomu LCT se dostávají

lymfatickým systémem v podobě chylo-
miker do systémového krevního oběhu
a tím mimo jiné i do tukové tkáně. MCT
tedy přímým vstupem do jater se do
tukové tkáně dostávají v minimální míře,

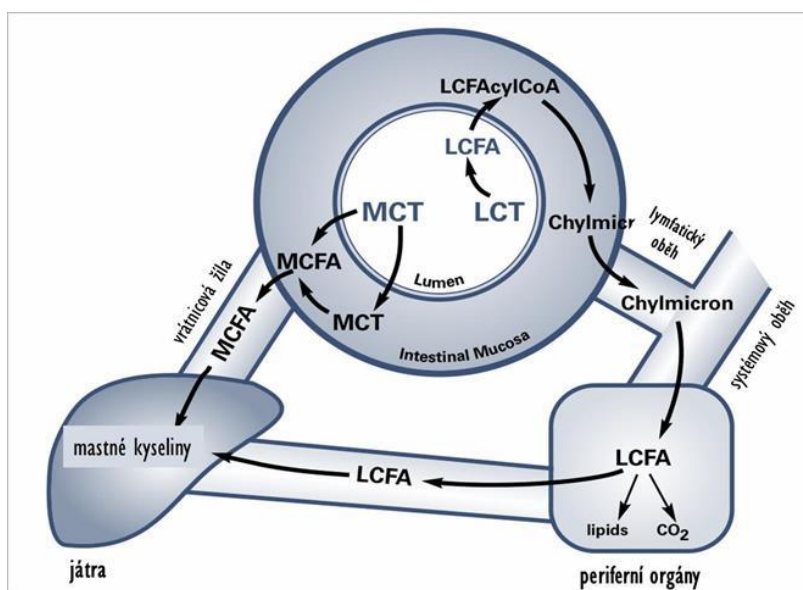
což je činí méně citlivými k hormon-
sensitivní lipáze a k ukládání do tuko-
vých zásob (2).



Obr. 2 Masné kyseliny tvořící MCT (řetězec C6-C12, tučně a podtržené)

MCT jsou tvořeny jednou molekulou
glycerolu a třemi estericky vázanými mo-
lekulami mastných kyselin. Tzv. středně
dlouhé řetězce mastných kyselin obsahují
6 až 10, případně 12 atomů uhlíku, takže
jsou tvořeny kyselinou kaproovou
 $C_6H_{12}O_2$, kaprylovou $C_8H_{16}O_2$, kaprino-
vou $C_{10}H_{20}O_2$ anebo kyselinou lauro-
vou $C_{12}H_{24}O_2$ (Obr. 2).

Mimo to MCT mohou překročit mito-
chondriální membránu jaterních a sva-
lových buněk nezávisle na karnitinovém
transportním systému, což z nich činí
velmi snadno dostupný zdroj energie
(24). Z těchto důvodů začaly být začát-
kem osmdesátých let zkoumány MCT
jako alternativní zdroj energie pro spor-
tovní výkon (5, 12).



Obr. 3 Rozdílné vstřebávání triglyceridů MCT (portálním oběhem do jater) a LCT (lymfatickým systémem do velkého krevního oběhu a periferních tkání); MCFA = mastné kyseliny z MCT; LCFA = mastné kyseliny z LCT

Svalový glykogen jako zdroj glukózy je zdroj energie, který umožňuje dosahovat vyšší intenzity zátěže než ostatní energetické substráty. Sportovci využívají nejrozličnější metody k navýšení zásob svalového glykogenu jako nejefektivnějšího zdroje energie pro vytrvalostní výkon. Jednou z nejznámějších metod zvýšení svalového glykogenu je tzv. sacharidová superkompenzace. Princip sacharidové superkompenzace spočívá v rozdělení týdne před závodem do dvou period. V první fázi sportovec intenzivně trénuje za snížené spotřeby sacharidů, ve druhé periodě trénuje méně za zvýšené konzumace sacharidů. Výsledkem by mělo být až dvojnásobné zvýšení zásob svalového glykogenu z cca 300 g na 600 g ve všech kosterních svalech těla.

Ve vytrvalostních disciplínách se sportovci snaží maximalizovat svou schopnost udržet během závodu zásoby svalového glykogenu co nejdéle. To jim umožňuje podávat výkon stejné intenzity po delší dobu a potenciálně tak zlepšit časy v závodě (20, 21). Tuk je primárním zdrojem energie při cvičení s nízkou intenzitou (4). Při zátěžích do 65 % VO_{2max} se oxidace tuků zvyšuje na cca pěti- až desetinásobek klidového metabolismu, tj. na 5-10 METs (10). Dlouhá doba absorpce a oxidace LCT z nich činí nevýhodný zdroj energie během cvičení (9). Naopak, podle některých zdrojů, mohou MCT poskytnout alternativní zdroj energie během vytrvalostního výkonu a ušetřit tak svalový glykogen, a tím zlepšit výkon (6, 7, 12, 16, 18, 23).

Cílem našeho přehledového článku bylo shrnout a objektivně zhodnotit vliv suplementace MCT na sportovní výkon vytrvalostního charakteru na základě nejnovějších poznatků odborné literatury.

METODIKA

Na základě klíčových slov jsme provedli review světové literatury o účincích MCT na sportovní výkon v letech 1990 - 2016 ve vyhledávacích Google Scholar, Web of Science a Scopus. V databázích jsme našli celkem 962 článků. Podle názvu jsme vyřadili 79 duplicitních prací a podle abstraktu jsme vyřadili 862 irelevantních studií. Z tematicky relevantních fulltextů jsme vyřadili práce bez kontrolní skupiny či placebo a práce zabývající se pacienty s ICHS. Finální počet prací byl 14 včetně 1 přehledového článku (3).

VÝSLEDKY

Účinky MCT na vytrvalostní výkon

Sedm studií (viz Tab 1) nepotvrdilo žádné zlepšení vytrvalostního výkonu nebo předpokladu pro něj. Decombaz (5) ani Jeukendrup (13, 14) nenaměřili po aplikaci MCT při vytrvalostním výkonu zvýšení zásob svalového glykogenu. Po dvouhodinové cyklistické zátěži na 70% resp. 63% VO_{2max} nezlepšila suplementace MCT výkon v časovce na 40 km (6, 7). Podobně po tříhodinovém cyklistickém výkonu na úrovni 55% VO_{2max} nedošlo v 50minutové časovce ke zlepšení výkonu (23). Osm vrcholových cyklistů po MCT nezlepšilo výkon v časovce na 100 km (1). Misell et al. (16) podávali dlouhodobě MCT testované skupině a LCT kontrolní skupině dvanácti maratonských běžců. Při výkonostním testu běželi na běhacím koberci nejprve 30 minut při 85% VO_{2max} a poté následoval běh na úrovni 75% VO_{2max} až do vyčerpání (TTE). Doba dosažení vyčerpání se však mezi skupinami signifikantně nelišila.

Tab. 12 Studie, které neprokázaly žádný účinek MCT na vytrvalostní výkon

Žádný účinek MCT na sportovní výkon				
č.	autor	rok	probandi	výkon, sval. glykogen
1	Decombaz	1983	12 studentů	1 h, 60% VO _{2max} ↔ svalový glykogen po MCT
2	Jeukendrup	1996	6 sportovců	3 h, 50% VO _{2max} ↔ svalový glykogen po MCT
3	Goedecke	1999	16 vytrvalců	2 h, 70% VO _{2max} , TT 40 km, ↔ čas po MCT
4	Goedecke	1999	9 top cyklistů	2 h, 63% VO _{2max} , TT 40 km, ↔ čas po MCT
5	Angus	2000	8 top cyklistů	TT 100 km, ↔ čas po MCT
6	Misel	2001	12 maratonců	30 min, 85% VO _{2max} , 75% VO _{2max} ↔ TTE
7	Vistisen	2003	7 sportovců	3 h, 55% VO _{2max} , TT 50 min, ↔ km po MCT

TT, Time Trial = časovka; TTE, Time to Exhaustion = čas do vyčerpání; MCT = medium-chain triacylglycerols; GIT = gastrointestinální trakt; ↑ = zvýšení, ↓ = snížení, ↔ = beze změny

Autoři čtyř studií (viz Tab 2) zjistili, že po aplikaci MCT došlo ke zhoršení sportovního vytrvalostního výkonu (8, 15, 19, 22). Jeukendrup et al. (15) zaznamenali nejen zhoršení sportovního výkonu, ale navíc četný výskyt gastrointestinálních

potíží. Obdobně Ööpik et al. (19) naměřili po podání MCT zkrácení času do vyčerpání (TTE) při intenzitě zátěže 80% VO_{2max}.

Tab. 13 Studie, které prokázaly zhoršení výkonu po MCT

Zhoršení sportovního výkonu po MCT				
č.	autor	rok	probandi	výkon
1	Van Zyl	1994	6 cyklovytrvalců	↓ výkon, ↑ čas TT
2	Jeukendrup	1998	7 sportovců	↓ výkon, TT 15 min (+ GIT)
3	Ööpik	2001	7 vytrvalců	↓ TTE při 80% VO _{2max}
4	Goedecke	2005	8 vytrvalců	↓ výkon, EV 200 kJ ... ↑ čas

TT, Time Trial = časovka; TTE, Time to Exhaustion = čas do vyčerpání; EV = energetický výdej; GIT = gastrointestinální potíže; ↑ = zvýšení, ↓ = pokles

Autoři následujících tří studií (16, 18, 22) (viz Tab 3) uvádějí, že po aplikaci MCT došlo ke zlepšení vytrvalostního výkonu. Avšak ke zlepšení výkonu v simulovaném cyklistickém závodě na 40 km ve studii Van Zyla et al. (22) došlo až při aplikaci směsi MCT se sacharidy (65,1 min) proti samotným sacharidům (66,7 min; p<0,05). Při aplikaci samotných MCT se výkon významně zhoršil (72,1 min; p<0,01). Podobně Lambertová et al. (16) testovali vytrvalostní výkon u cyklistů při kombi-

naci HFD (high-fat diet, vysokotukové diety) s karbohydráty (29,5 + 2,9 min) proti výkonu u cyklistů při kombinaci běžné diety s karbohydráty (30,4 + 3,4 min; p<0,05), avšak výkon po samotné HFD či po aplikaci samotných MCT vůbec netestovali. Pouze Nosaka et al. (18) testovali vytrvalostní výkon při 40 minutách s intenzitou 60% VO_{2max} a následně při intenzitě zátěže 80% VO_{2max} až do vyčerpání a zjistili, že po podání MCT byl čas do vyčerpání delší než po aplikaci LCT.

Tab. 14 Studie, které uváděly údajné zlepšení vytrvalostního výkonu po MCT

Zlepšení sportovního výkonu po MCT?				
č.	autor	rok	probandi	výkon
1	Van Zyl	1996	6 cyklistů	120 min 60% VO_{2max} → TT 40 km ↓ čas
2	Lambert	2001	5 cyklistů	150 min 70% VO_{2max} → TT 20 km ↓ čas
3	Nosaka	2009	8 cyklistů	40 min 60%, 80% VO_{2max} → ↑TTE

TT, Time Trial = časovka; TTE, Time to Exhaustion = čas do vyčerpání; ↑ = zvýšení, ↓ = pokles

DISKUSE

V naší přehledové studii jsme se zabývali otázkou, zda mohou MCT poskytnout alternativní zdroj energie během vytrvalostního sportovního výkonu, ušetřit tak svalový glykogen, a tím zlepšit atletický výkon (8, 12, 17, 18, 23). Žádná studie neprokázala jakýkoliv glykogen-šetřící účinek při využití MCT před sportovním výkonem nebo během něj (3, 5, 15).

Hledali jsme dále důkaz, který by prokázal zlepšení výkonu po aplikaci MCT. V souladu s výše uvedenými studiemi uvádějícími, že MCT nešetří svalový glykogen, jsme nenalezli žádné rozdíly ve vytrvalostním výkonu po podávání MCT možno říci ve všech dostupných studiích (3, 8, 15, 19, 22). Jediný článek (18), který popsal prodloužení doby do vyčerpání (TTI) při intenzivním vytrvalostním výkonu po MCT ve srovnání s LCT, byl ve svém tvrzení ojedinělý a v přímém rozporu s ostatními studiemi stejného zaměření. Dokonce ani v době, kdy byly zásoby glykogenu před cvičením uměle vyčerpány, neovlivnily suplementované MCT oxidaci tuku (14).

Několik studií dokonce dospělo k závěru, že MCT vedly ke zhoršení sportovního výkonu (7, 8, 19, 22), často kvůli zažívacím potížím spojeným s vyššími dávkami (přibližně 85 g/hod) MCT. Pokud někteří autoři dospěli k závěru, že se po aplikaci MCT zvýšil výkon, bylo to vždy za současného použití sacharidů. Samot-

né MCT neměly za následek žádná pozitiva a vytrvalostní výkon nezvyšovaly (16, 18, 22).

ZÁVĚR

Aplikace samotných MCT (ať již jednorázově nebo formou diety) nevedla ke zlepšení vytrvalostního výkonu ani ke snížení spotřeby svalového glykogenu. Sportovci, kteří v dobré víře užívají MCT ke zvýšení svého výkonu by měli vědět, že užívají neúčinnou látku a jakékoli případné zlepšení jejich výkonu je způsobeno tzv. placebo efektem.

Autoři prohlašují, že nejsou v žádném konfliktu zájmů.

LITERATURA

1. ANGUS, D. J., HARGREAVES, M., DANCEY, J., FEBBRAIO, M. A. Effect of carbohydrate or carbohydrate plus medium-chain triglyceride ingestion on cycling time trial performance. *J Appl Physiol.* 2000, **88**(1):113–119. ISSN 8750-7587 (Print) ISSN 1522-1601 (online)
2. BACH, A. C., BABAYAN, V. K. Medium-chain triglycerides: An update. *Am J Clin Nutr.* 1982, **36**(5):950–962. ISSN 0002-9165 (Print) ISSN 1938-3207 (online)
3. CLEGG, M. Medium-chain triglycerides are advantageous in promoting weight loss although not beneficial to

- exercise performance. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2010, **61**(7): 653-679. ISSN 0963-7486 (print), ISSN 1465-3478 (online).
4. COGGAN, A.R., RAGUSO, C. A., GASTALDELLI, A., SIDOSSIS, L.S, YECKEL, C.W. Fat metabolism during high-intensity exercise in endurance-trained and untrained men. *Metabolism*. 2000, **49**(1):122– 128. ISSN 0026-0495 (print), ISSN 1532-8600 (online).
 5. DÉCOMBAZ, J., ARNAUD, M.J., MILON, H., MOESCH, H., PHILIPPOSIAN, G., et al. Energy metabolism of mediumchain triglycerides versus carbohydrates during exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1983, **52**(1): 9–14. ISSN 0301-5548.
 6. GOEDECKE, J. H., CHRISTIE, C., WILSON, G., DENNIS, S. C., NOAKES, T. D., et al. Metabolic adaptations to a highfat diet in endurance cyclists. *Metabolism*. 1999a, **48**(12):1509–1517. ISSN 0026-0495 (print), ISSN 1532-8600 (online).
 7. GOEDECKE, J. H., ELMER-ENGLISH, R., DENNIS, S. C., SCHLOSS, I., NOAKES, T. D., et al. The effects of medium-chain triacylglycerol ingested with carbohydrate on metabolism and exercise performance *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 1999b, **9**(1):35–47. ISSN 1526-484X (print), ISSN 1543-2742 (online).
 8. GOEDECKE, J. H, CLARK, V. R, NOAKES, T. D., LAMBERT, E. V. The effects of medium-chain triacylglycerol and carbohydrate ingestion on ultra-endurance exercise performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2005, **15**(1):15–27. ISSN 1526-484X (print), ISSN 1543-2742 (online).
 9. HAWLEY, J. A., BROUNS, F., JEUKENDRUP, A. Strategies to enhance fat utilisation during exercise. *Sports Med*. 1998, **25**(4):241–257. ISSN 0112-1642 (print), ISSN 1179-2035 (online).
 10. HOROWITZ, J. F., KLEIN, S. Lipid metabolism during endurance exercise. *Am J Clin Nutr*. 2000, **72**(2 Suppl):558S–563S. ISSN 0002-9165 (print), ISSN 1938-3207 (online).
 11. HOROWITZ, J. F., MORARODRIGUEZ R., BYERLEY, L. O, COYLE, E. F. Preexercise medium-chain triglyceride ingestion does not alter muscle glycogen use during exercise. *J Appl Physiol*. 2000, **88**(1):219–225. ISSN 8750-7587 (print), ISSN 1522-1601 (online).
 12. IVY, J. L, COSTILL, D. L., FINK, W. J., MAGLISCHO, E. Contribution of medium and long chain triglyceride intake to energy metabolism during prolonged exercise. *Int J Sports Med*. 1980, **1**:15–20. ISSN 0172-4622
 13. JEUKENDRUP, A. E., SARIS, W. H., BROUNS, F., HALLIDAY, D., WAGENMAKERS, J. M. Effects of carbohydrate (CHO) and fat supplementation on CHO metabolism during prolonged exercise. *Metabolism*. 1996a, **45**(7): 915–921. ISSN 0026-0495 (print), ISSN 1532-8600 (online).
 14. JEUKENDRUP, A. E., SARIS, W. H., VAN DIESEN, R., BROUNS, F., WAGENMAKERS, A. J. Effect of endogenous carbohydrate availability on oral medium-chain triglyceride oxidation during prolonged exercise. *J Appl Physiol*. 1996b, **80**(3):949–954. ISSN 8750-7587 (print), ISSN 1522-1601 (online).
 15. JEUKENDRUP, A. E., THIELEN, J. J., WAGENMAKERS, A. J., BROUNS, F., SARIS, W. H. Effect of medium-chain triacylglycerol and carbohydrate ingestion during exercise on substrate utilization and subsequent cycling performance. *Am J Clin Nutr*. 1998, **67**(3):397–404. ISSN 0002-9165 (print), ISSN 1938-3207 (online).

16. LAMBERT, E. V., GOEDECKE, J. H., VAN ZYL, et al. High-Fat Diet Versus Habitual Diet Prior to Carbohydrate Loading: Effects on Exercise Metabolism and Cycling Performance. *Int J Sport Nutr and Exerc Metab.* 2001, **11**: 209-225. ISSN 1526-484X (print), ISSN 1543-2742 (online).
17. MISELL, L. M., LAGOMARCINO, N. D., SCHUSTER, V., KERN, M. Chronic medium-chain triacylglycerol consumption and endurance performance in trained runners. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001, **41**(2): 210–215. ISSN 0022-4707 (print), ISSN 1827-4707 (online).
18. NOSAKA, N., SUZUKI, Y., NAGATOSHII, A., KASAI, M., WU, J., et al. Effect of ingestion of medium-chain triacylglycerols on moderate- and high-intensity exercise in recreational athletes. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo).* 2009, **55**(2):120–125. ISSN 0301-4800 (print), ISSN 1881-7742 (online).
19. ÖÖPIK, V., TIMPMANNA, S., MEDIJAINENA, L., LEMBERGB, H. Effects of daily medium-chain triglyceride ingestion on energy metabolism and endurance performance capacity in well-trained runners. *Nutr Res.* 2001, **21**(8):1125–1135. ISSN 0271-5317.
20. TSINTZAS, O. K., WILLIAMS, C., BOOBIS, L., GREENHAFF, P. Carbohydrate ingestion and single muscle fiber glycogen metabolism during prolonged running in men. *J Appl Physiol.* 1996a, **81**(2):801–809. ISSN 8750-7587 (print), ISSN 1522-1601 (online).
21. TSINTZAS, O. K., WILLIAMS, C., WILSON, W., BURRIN, J. Influence of carbohydrate supplementation early in exercise on endurance running capacity. *Med Sci Sports Exerc.* 1996b, **28**(11):1373–1379. ISSN 0195-9131 (print), ISSN 1530-0315 (online).
22. VAN ZYL, C. G., LAMBERT, E. V., HAWLEY, J. A., NOAKES, T. D., DENNIS, S. C. Effects of medium-chain triglyceride ingestion on fuel metabolism and cycling performance. *J Appl Physiol.* 1996, **80**(6):2217–2225. ISSN 8750-7587 (print), ISSN 1522-1601 (online).
23. VISTISEN, B., NYBO, L., XU, X., HOY, C. E., KIENS, B. Minor amounts of plasma medium-chain fatty acids and no improved time trial performance after consuming lipids. *J Appl Physiol.* 2003, **95**(6):2434–2443. ISSN 8750-7587 (print), ISSN 1522-1601 (online).
24. WILLIAMSON, J. R., BROWNING, E. T., SCHOLZ, R., KREISBERG, R. A., FRITZ, I. B. Inhibition of fatty acid stimulation of gluconeogenesis by (+)-decanoylcarnitine in perfused rat liver. *Diabetes.* 1968, **17**(4):194–208. ISSN 0012-1797 (print), ISSN 1939-327X (online).

KONTAKT

Doc. MUDr. Vilikus Zdeněk, CSc.
 1 Ústav tělovýchovného lékařství 1. LF
 UK a VFN, Praha
 e-mail: zvili@lf1.cuni.cz

MUDr. Majorová Simona,
 Fakulta tělesné výchovy a sportu UK,
 Praha

Mgr. Pavel Kysel
 Vysoká škola tělesné výchovy a sportu
 PALESTRA spol. s r.o., Praha

Mgr. Jan Švimberský
 Vysoká škola tělesné výchovy a sportu
 PALESTRA spol. s r.o., Praha