



A STÁLE ŽIJEME V ČASE COVIDU ...

**Eliška Kubíková
Peter Weismann
Jana Bevilaqua
ed.**



**Anatomický ústav LF UK v Bratislave
Slovenská anatomická spoločnosť
Dekan LF UK v Bratislave**

**UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
LEKÁRSKA FAKULTA**

Eliška Kubíková
Peter Weismann
Jana Bevilaqua
ed.

A STÁLE ŽIJEME V ČASE COVIDU...

2021
UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE

© Vydavateľstvo: Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, 2021

Editori: doc. et doc. MUDr. Eliška Kubíková, PhD., MPH
doc. RNDr. Peter Weismann, PhD.
MUDr. Bc. Jana Bevilaqua

Recenzenti: prof. MUDr. Oto Masár, PhD.
doc. MUDr. Marek Čambal, PhD.

Grafické spracovanie a návrh obálky © Jana Bevilaqua Jakim, 2021
Vytlačilo Polygrafické stredisko UK

ISBN: 978-80-223-5302-1
EAN: 9788022353021

Vážení a milí kolegovia,

opäť máme rok za sebou a určite ste sa všetci tešili, že konečne bude Ladzianskeho deň v celej svojej kráse... s prednáškami, s výstavou, či so spoločenským posedením tak ako bývalé roky.

Žiaľ opäť nám to nevyjde podľa našich predstáv. Prežívame naďalej pandemické obdobie o ktorom nikto netuší, ako sa opäť prejaví v tomto roku. Myslím si, že všetci sme z tejto situácie nesvoji, lebo sa bojíme covidu a je to jedno či je to alfa alebo delta.

Covid nám stále prináša strach a v strachu je žiť ťažké. Pandémia nás zmenila a dáva nám iný pohľad na svet. Možno však má aj dobrú stránku, tou stránkou je, že sme si začali vážiť aj veci, ktoré nám pripadali automatické. Myslím si, že sme si začali viac vážiť svoju prácu, svojich priateľov i svoj život. Verím však, že napriek tomuto nechcenému smutnému obdobiu sa nevzdáme a keďže profesora Ladzianskeho, jeho dielo a odkaz si vážime, opäť napíšeme publikácie, ktoré budú dôkazom veľkosti tohto človeka a zároveň aj dôkazom, že si dokážeme vážiť svoju prácu a posúvame sa ďalej.

Prajem Vám všetko dobré, hlavne pevné zdravie a verím, že o rok Vám to budem môcť povedať aj osobne a poďakovať sa za všetko zvládnuté a dúfam, že budeme žiť všetci krajšie časy.

Ďakujem Vám, že ste.

doc. et doc. MUDr. Eliška Kubíková, PhD., MPH

OBSAH

PREDSLOV	3
----------------	---

KAPITOLA I. ANATÓMIA, HISTOLÓGIA A PEDAGOGIKA

Báľentová S., Kalenská D., Murín P., Hajtmanová E., Adamkov M. Neurodegeneratívne zmeny v mozgu potkana po expozícii ionizujúcim žiarením	8
Bevızová K., El Falougy H., Mifkovič A., Dovalová D., Harsányi Š., Kubíková E. Nervus medianus - úžinové syndrómy nervus medianus	12
Breza A., Kubíková E. Anatómia ústnej dutiny a jej vzťah k anestézii v zubnom lekárstve	16
Haviarová Z., Kachlík D. Foramen supratrochleare	19
Klein M., Varga I. Current research of telocyte morphology focused on the uterus and uterine tube	24
Polakovičová S., Líška J., Gáľfiiová P., Kopáni M., Rísová V., Krivošíková L., Polák Š. Morfologická štruktúra ľudskej epifýzy (epiphysis cerebri) na úrovni SEM s použitím metodiky mrazových lomov	30
Výboh M., Mellová Y. Akademická úspešnosť v anatómii vo vzťahu k zvládaniu stresu a úzkosti	36
Tóth Š., Danková M., Holodová M., Mechírová E., Maretta M., Nemcová R., Gancarčíková S. Imunohistochemická analýza enterických nervových plexov gnotobiotických prasiat	44
Tóth Š., Maretta M., Kulcsárová K., Gdovinová Z., Škovránek M., Danková M., Kunová A., Mechírová E. Dôkaz a distribúcia nervových štruktúr v sliznici tračníka zdravých ľudí pomocou imunohistochemických metód.....	49

KAPITOLA II. ORTOPÉDIA

Almási J., Harajda A., Gašparová M., Breza A., Kubíková E. Diagnostika a liečba septickej komplikácie ortopedických kĺbných náhrad.....	54
Almási J., Harajda A., Gašparová M., Breza A., Kubíková E. Meralgia paresthetica - neurologická komplikácia špecifická pre implantáciu totálnej endoprotézy bedrového kĺbu z predného mini-invazívneho prístupu prístupu - naše skúsenosti	67
Doležal T., Kubíková E. Vývojová dysplázia bedrových kĺbov	72

Fabián M., Breza A., Kubíková E. Ruptúra Achillovej šľachy	81
Fülöp M., Breza A., Kubíková E. Akútne poranenie laterálnych väzov členkového kĺbu	84
Rendek P., Bevilaqua J., Janečková P., Halas M., Kokavec M. Pribeh nutritívnych ciev hlavy stehennej kosti a jej implikácie v chirurgii bedra	88

KAPITOLA III. UROLÓGIA

Dovalová D., Bevízová K., Bevilaqua J., Havránek T., Kubíková E. Urolitiáza	92
Polák M., Zaťkuliaková S., Siváček M., Ďubjaková P., Novotná O., Bartoň P., Breza J. Varikokéla u detí a adolescentov - etiopatogenéza, klasifikácia a liečba	96
Szentesiová Z., Trebatický B., Országhová Z., Paduchová Z., Horváthová M., Breza J., Muchová J. Zhodnotenie vybraných markerov oxidačného stresu v rôznych časových intervaloch po transplantácii obličky	99
Siváček M., Zaťkuliaková S., Ďubjaková P., Polák M., Novotná O., Bondová L., Bartoň P., Breza J. Penilná Mondorova choroba - trombóza vena dorsalis penis superficialis - prehľad a kazuistika	106
Zaťkuliaková S., Siváček M., Ďubjaková P., Polák M., Novotná O., Bartoň P., Dovalová D., Mihal'ová M., Breza J. Priapizmus - etiopatogenéza, klasifikácia	109

KAPITOLA IV. VARIA

Breza A., Kubíková E. Náplň a úlohy zachovnej stomatológie v detskom veku	114
Ďurfinová M., Kuračka Ľ., Turecký L. Dysfunkcia autonómneho nervového systému u multiple sclerosis	116
Gajdošová L., Paduchová Z., Katrenčíková B., Muchová J. Efekt príjmu omega-3 mastných kyselín a núteného cvičenia na funkčné parametre sarkopénie u starých potkanov	122
Horváthová M. Úloha oxidačného stresu v patogenéze hypertenzie indukovanej psychosociálnym stresom	130
Janubová M. Vplyv vybraných vitamínov na bunkovú senescenciu	136

Janubová M. , Žitňanová I. Vplyv vitamínu D na starnutie buniek	142
Koňariková K., Chomová M., Janubová M., Muchová J., Ďuračková Z., Žitňanová I. Efekt vitamínu D za glykemických podmienok	148
Koreň J., Záborská M. Trend výskytu multirezistentných nozokomiálnych kmeňov a vývoj antimikrobiálnej rezistencie v rokoch 2007 - 2020	154
Maretta M., Gdovinová Z. Predsieňová ektopická aktivita a ischemická cievna mozgová príhoda	159
Paduchová Z., Katrenčíková B., Horváthová M., Országhová Z., Andrezálová L., Gajdošová L., Cádrová L., Szentesiová Z., Muchová J. Vplyv zvýšeného príjmu proteínov a jeho kombinácie s fyzickou aktivitou na parametre oxidačného stresu a antioxidačnú ochranu u sarkopenických potkanov	163
Turecký L., Kupčová V., Ďurfinová M., Uhlíková E. Hladina celkových žlčových kyselín v sére pacientov s nealkoholovým tukovým ochorením pečene.....	170
Záborská M., Koreň J. Zásady imunomodulačnej terapie autovakcínami	177
Zohdi V., Adameová A., Bevilaqua J., Kubíková E., Ravingerová T. The effect of aging and physical activity on resistance to ischemia – minireview	181

EFEKT PRÍJMU OMEGA-3 MASTNÝCH KYSELÍN A NÚTENÉHO CVIČENIA NA FUNKČNÉ PARAMETRE SARKOPÉNIE U STARÝCH POTKANOV

(Effect of omega-3 fatty acids intake and forced exercise on functional parameters of sarcopenia in old rats)

Lívia Gajdošová, Zuzana Paduchová, Barbora Katrenčíková, Jana Muchová

Ústav lekárskej chémie, biochémie a klinickej biochémie, Lekárska fakulta UK, Sasinkova 2, 811 08 Bratislava, jana.muchova@fmed.uniba.sk

Súhrn

Sarkopénia predstavuje pokles svalovej hmoty a sily, ktorá súvisí so zvyšujúcim sa vekom. Medzi hlavné faktory, ktoré hrajú úlohu v procese sarkopénie, patrí strata alfa motoneurónov a zvýšené zápalové mediátory. Cieľom štúdie bolo preskúmať účinky konzumácie omega-3 mastných kyselín v kombinácii s každodenným cvičením na funkčné parametre sarkopénie (hmotnosť tela, dĺžku kroku, index hmotnosti svalu *extensor digitorum longus* (EDL), *soleus* a *gastrocnemius*) u mladých a starých potkanov kmeňa Wistar. U starých potkanov sme pozorovali signifikantne vyššiu hmotnosť tela ($p < 0,0036$), hranične významné skrátenie dĺžky kroku ($p < 0,0957$), a signifikantne nižšie indexy hmotnosti svalov EDL ($p < 0,0144$), *soleus* ($p < 0,0001$) a *gastrocnemius* ($p < 0,0108$). Na základe zmien funkčných parametrov sme potvrdili prítomnosť sarkopénie. Vplyvom kombinovanej intervencie nedošlo u starých potkanov k signifikantným zmenám hmotnosti, avšak došlo k predĺženiu dĺžky kroku. Terapeutický účinok cvičenia na bežiacom páse v kombinácii so suplementáciou má predpoklad efektívnejšie modulovať molekulové mechanizmy, ktoré súvisia so sarkopéniou, než samotné cvičenie.

Kľúčové slová

starnutie, animálny model, cvičenie, omega-3 mastné kyseliny

Summary

Sarcopenia is a decrease in muscle mass and strength that is associated with increasing age. The main factors that play a role in the sarcopenia process include the loss of alpha motoneurons and increased inflammatory mediators. The aim of the study was to examine the effects of omega-3 fatty acid consumption in combination with daily exercise on sarcopenia functional parameters (body weight, stride length, *extensor digitorum longus* (EDL), *soleus* and *gastrocnemius* muscle mass index) in young and old Wistar rats. In old rats, we observed significantly higher body weights ($p < 0.0036$), marginally significant lower stride length ($p < 0.0957$), and significantly lower muscle mass indices EDL ($p < 0.0144$), *soleus* ($p < 0.0001$) and *gastrocnemius* ($p < 0.0108$). Based on changes in functional parameters, we confirmed the presence of sarcopenia. Due to the combined intervention, there was no significant change in weight in the old rats, but there was an increase in stride length. The therapeutic effect of treadmill exercise in combination with supplementation is expected to more effectively modulate the molecular mechanisms associated with sarcopenia than exercise alone.

Keywords

aging, animal model, exercise, omega-3 fatty acids

Úvod

Sarkopénia predstavuje úbytok hmoty kostrového svalstva a fyzických funkcií súvisiaci s vekom v dôsledku konvergenencie chronického zápalu, hormonálnych zmien, bunkovej dysfunkcie, ako aj nesprávnej stravy a nedostatku fyzickej aktivity (1). Aeróbne cvičenie prispieva ku klinicky významnému nárastu svalovej hmoty (2,3). Aj keď je primeraná výživa základom dobrého zdravia, zostáva nejasné, aký vplyv môžu mať rôzne diétne zásahy na predĺženie dobrej kvality života (4). Omega-3 mastným kyselinám (MK) sú pripisované protizápalové účinky, o ktorých je známe, že znižujú oxidačné poškodenie, a preto sa predpokladá, že znižujú s vekom súvisiacu akumuláciu markerov zápalu a oxidačného poškodenia v kostrovom svale, čo môže prispieť k poklesu straty hmoty a svalovej sily (5-7). Cieľom našej práce bolo na základe získaných výsledkov určiť, do akej miery sa u potkanov v priebehu života rozvíja sarkopénia, ako aj jej ovplyvnenie suplementáciou omega-3 MK a cvičením.

Materiál a Metódy

Laboratórne zvieratá

V experimente boli použité samce potkanov kmeňa Wistar ($n=82$) v dvoch vekových kategóriách – 42 mladých potkanov (MP) vo veku 9-10 mesiacov a 40 starých potkanov (SP) vo veku 24-25 mesiacov. Potkany pochádzali z chovnej stanice Oddelenia toxikológie a chovu laboratórnych zvierat Ústavu experimentálnej farmakológie a toxikológie, Slovenskej akadémie vied. Projekt bol schválený Etickou komisiou Ústavu experimentálnej farmakológie a toxikológie a Štátnou potravinovou a veterinárnou správou Slovenskej republiky (Ro. 3054-/2021-220). Experimentálne zvieratá mali zabezpečený stály prístup k pitnej vode a potrave *ad libitum*. V miestnosti bola udržiavaná stála teplota vzduchu 22 ± 2 °C, vlhkosť $50\pm 5\%$ a svetelný režim (12 hodín svetla/12 hodín tmy).

Dizajn experimentu

Vybraným skupinám laboratórnych potkanov sme v rámci výživovej intervencie okrem základného krmiva pre potkany (KKZ) podávali olej s obsahom omega-3 MK denne v dvoch rôznych dávkach: 160 mg/kg hmotnosti a 320 mg/kg hmotnosti perorálne. Ako placebo sme použili rastlinný slnečnicový olej. Vybrané skupiny potkanov (označené Ex) behali počas 6 týždňov na bežeckom páse (47300 Rodent Treadmil NG, Ugo Basile) s naklonenou rovinou (10°) po dobu 10 minút 5x týždenne, s rýchlosťou 12 m/min. Potkany boli randomizáciou rozdelené do 7 skupín po 6 potkanov: **skupina C2** – placebo/denne po dobu 3 týždňov, **skupina O1** – ω -3 MK v dávke 160 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov, **skupina O2** – ω -3 MK v dávke 320 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov, **skupina C6** – placebo/denne po dobu 7 týždňov, **skupina C6+Ex** – placebo denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne placebo denne + cvičenie, **skupina O1Ex** – ω -3 MK v dávke 160 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne ω -3 MK v uvedenej dávke + cvičenie, **skupina O2Ex** – ω -3 MK v dávke 320 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne ω -3 MK v uvedenej dávke + cvičenie. Po skončení experimentu boli zvieratá usmrtené dekapitáciou. Odobrali sme svaly (*m. extensor digitorum longus*, *m. soleus*, *m. gastrocnemius*), ktoré boli zbavené šliach a viditeľného tuku a okamžite zmrazené v tekutom dusíku. Vzorky boli následne skladované pri -80 °C až do analýzy.

Analýza funkčných parametrov sarkopénie (hmotnosť tela a svalov, dĺžka kroku)

Hmotnosť tela (HT) a svalov potkanov bola stanovená pri usmrcovaní. Pri meraní dĺžky kroku sa potkanom zafarbili labky potravinárskym farbivom (brilantná modrá) a následne sa potkany prebehli po ploche celkovej dĺžky 1m. Dĺžka kroku bola kvantifikovaná ako vzdialenosť medzi dvoma nasledujúcimi labkami.

Štatistická analýza

Výsledky sú uvedené ako medián a kvartily (Q1 a Q3). Štatistické testy boli vykonané pomocou štatistického programu StatsDirect. Normalitu nameraných dát sme posudzovali pomocou Shapiro-Wilkovho testu. Údaje boli analyzované pomocou neparametrického Kruskal-Wallisovho testu použitím Conover-Imanov post hoc testu. Hladina významnosti bola definovaná ako $p < 0,05$.

Výsledky

Funkčné parametre sarkopénie

SP vykazovali v porovnaní s MP signifikantne vyššiu hmotnosť tela. Dĺžka kroku (DK) bola u SP hranične významne nižšia než u MP. Pomer hmotnosti EDL ku celkovej hmotnosti tela (%) bol u SP významne nižší než u MP, pričom aj pomer hmotnosti *m. soleus* a *m. gastrocnemius* ku celkovej hmotnosti je signifikantne nižší u SP než u MP (Tab.1).

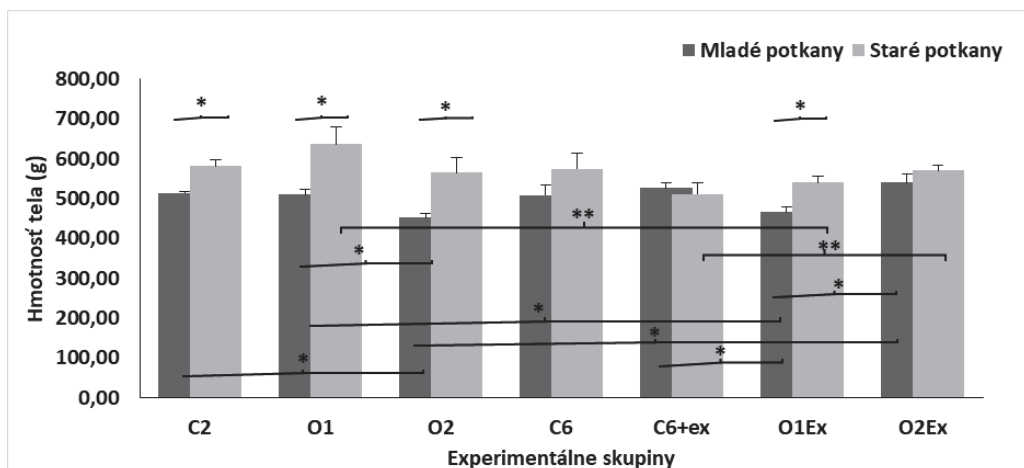
	MP (n = 6)	SP (n = 6)	p
Hmotnosť tela (HT, g)	508 (508; 520)	576 (564; 596)	0,0036
Dĺžka kroku (cm)	14,956 (14,28; 15,43)	13,100 (13,08; 13,71)	0,0957
EDL/HT (%)	0,045 (0,042; 0,045)	0,041 (0,036; 0,042)	0,0144
Soleus/HT (%)	0,045 (0,045; 0,046)	0,039 (0,038; 0,039)	0,0001
Gastrocnemius/HT (%)	0,55 (0,54; 0,60)	0,50 (0,46; 0,52)	0,0108

Tab.1 Vplyv veku na funkčné parametre sarkopénie

Dáta sú vyjadrené ako medián (1. a 3. kvartil); MP – mladé potkany; SP – staré potkany;
EDL – *extensor digitorum longus*

Vplyv intervencie na hmotnosť tela

U SP bola pozorovaná vyššia HT v porovnaní s MP u skupín SOC2 vs. MOC2 (11,77%, $p = 0,0036$), SO1 vs. MO1 (24,88%, $p = 0,0207$), SO2 vs. MO2 (25,17%, $p = 0,0155$), SO1EX vs. MO1EX (16,07%, $p = 0,0051$). Pri porovnaní účinkov výšky podávanej dávky omega-3 MK sme pozorovali signifikantne nižšie HT u MO2 vs. MO1 (-11,42%, $p = 0,0055$), pričom u MO2EX vs. MO1EX sme pozorovali signifikantne vyššie hodnoty HT (16,07%, $p = 0,0140$). Pri sledovaní vplyvu kombinovanej intervencie (cvičenie + omega-3 MK) pozorujeme signifikantne nižšie hodnoty HT u MO1EX vs. MO1 (-9,58%, $p = 0,0438$), pričom u MO2EX vs. MO2 (16,38%, $p = 0,0033$) pozorujeme signifikantne vyššie hodnoty HT. V skupine cvičiacej kontroly MOCEX sme v porovnaní s MO1EX pozorovali vyššiu HT, a to o 11,52% ($p = 0,0126$). Vplyvom samotnej suplementácie sme u MO2 v porovnaní s MOC2 pozorovali nižšiu HT (-12,02%, $p = 0,0003$). Vplyv kombinovanej intervencie viedol u SP k hranične významnému zníženiu HT u SO1EX vs. SO1 (-15,18%, $p = 0,0664$), avšak u SO2EX vs. SOCEX bol pozorovaný hranične významný nárast HT (11,5%, $p = 0,0695$). U ostatných skupín SP nedošlo k významným rozdielom v celkovej HT medzi jednotlivými skupinami.

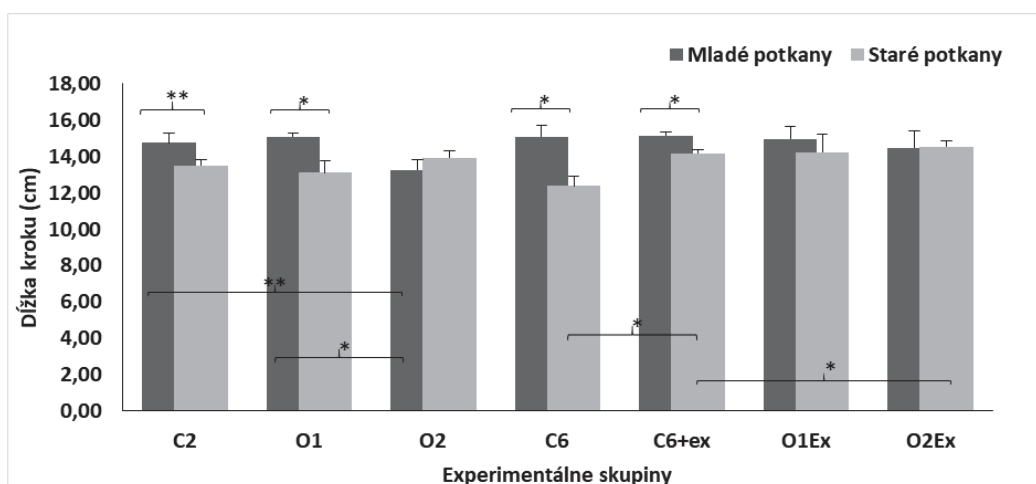


Graf 1 Vplyv suplementácie a cvičenia na hmotnosť tela

C2 – placebo/denne po dobu 3 týždňov; **O1** – ω -3 MK v dávke 160 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov; **O2** – ω -3 MK v dávke 320 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov, **C6** – placebo/denne po dobu 7 týždňov; **C6+Ex** – placebo denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne placebo denne + cvičenie; **O1Ex** – ω -3 MK v dávke 160 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne ω -3 MK v uvedenej dávke + cvičenie; **O2Ex** – ω -3 MK v dávke 320 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne ω -3 MK v uvedenej dávke + cvičenie; * $p < 0,05$, ** $p < 0,1$

Vplyv intervencie na dĺžku kroku

Dĺžka kroku SP je oproti MP signifikantne nižšia u skupín SO1 vs. MO1 (-13,08%, $p = 0,0136$), SOC6 vs. MOC6 (-17,99%, $p = 0,0096$) a SOCEX vs. MOCEX (-6,59%, $p = 0,0094$), pričom u MOC2 vs. SOC2 sme pozorovali hranične významný rozdiel (-8,47%, $p = 0,0957$). Významný rozdiel v DK pri výške podávanej dávky omega-3 MK sme zistili len pri porovnaní skupín MO2 vs. MO1 (-12,13%, $p = 0,0138$), pričom u MO2 bola pozorovaná nižšia DK. Hranične významné nižšie hodnoty dĺžky kroku sme pozorovali aj pri porovnaní hodnôt u skupín MO2 vs. MOC2 (-10,12%, $p = 0,0896$). U SOCEX bol voči SOC6 pozorovaný významný nárast dĺžky kroku (14,42%, $p = 0,0153$). Významne väčšiu DK sme pozorovali v skupine SO2EX vs. SOC6 (17,4%, $p = 0,0063$).

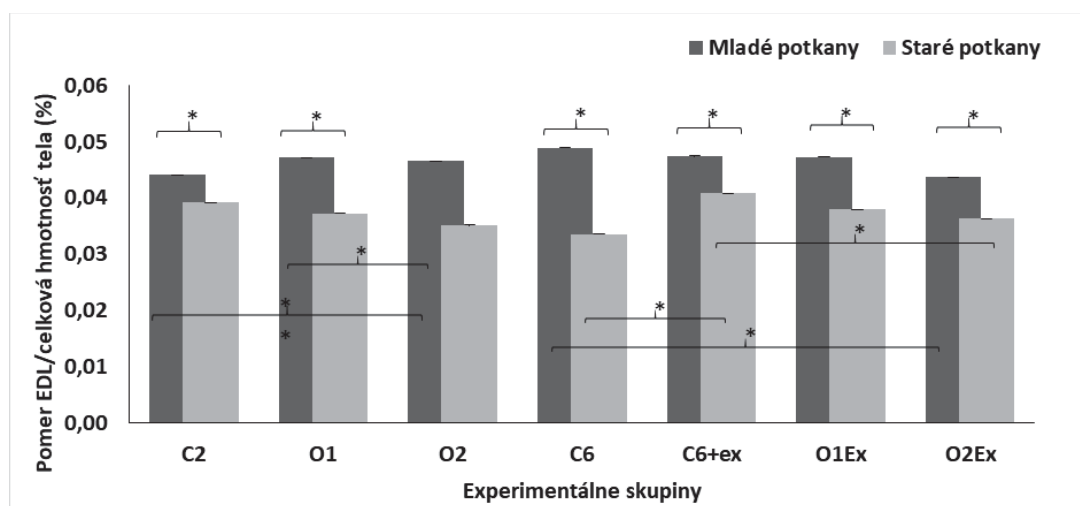


Graf 2 Vplyv suplementácie a cvičenia na dĺžku kroku

C2 – placebo/denne po dobu 3 týždňov; **O1** – ω -3 MK v dávke 160 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov; **O2** – ω -3 MK v dávke 320 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov, **C6** – placebo/denne po dobu 7 týždňov; **C6+Ex** – placebo denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne placebo denne + cvičenie; **O1Ex** – ω -3 MK v dávke 160 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne ω -3 MK v uvedenej dávke + cvičenie; **O2Ex** – ω -3 MK v dávke 320 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne ω -3 MK v uvedenej dávke + cvičenie; * $p < 0,05$, ** $p < 0,1$

Index hmotnosti musculus EDL

Signifikantne nižšie indexy hmotnosti EDL boli zistené u skupín SOC2 vs. MOC2 (-11,04%, $p = 0,0144$), SO1 vs. MO1 (-20,98%, $p = 0,0016$), SOC6 vs. MOC6 (-31,42%, $p = 0,0001$), SOCEX vs. MOCEX (-13,94%, $p = 0,0335$), SO1EX vs. MO1EX (-19,72%, $p = 0,0062$) a SO2EX vs. MO2EX (-16,95%, $p = 0,0019$). Pri porovnaní účinku podávaných dávok omega-3 MK medzi skupinami MO2EX vs. MO1EX sme zistili len hranične významný rozdiel (-7,55%, $p = 0,0536$), pričom u MO2EX bol pozorovaný nižší index hmotnosti EDL. V porovnaní s kontrolou bol u MO2 vs. MOC2 pozorovaný hranične významný nárast indexu (5,36%, $p = 0,0638$), pričom u MO2EX vs. MOC6 došlo ku signifikantnému poklesu indexu (-10,66%, $p = 0,0396$). Vplyvom kombinovanej intervencie došlo u SO2EX vs. SOCEX ku signifikantnému zníženiu indexu hmotnosti EDL (-11,01%, $p = 0,0317$). Významne väčší index sme pozorovali v skupine SOCEX vs. SOC6 (21,58%, $p = 0,0018$).



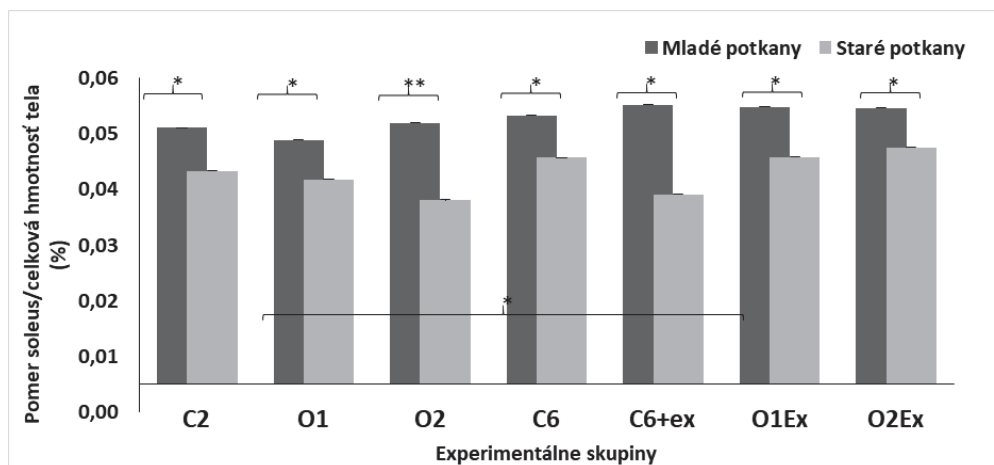
Graf 3 Vplyv suplementácie a cvičenia na index hmotnosti EDL

C2 – placebo/denne po dobu 3 týždňov; O1 – ω -3 MK v dávke 160 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov; O2 – ω -3 MK v dávke 320 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov, C6 – placebo/denne po dobu 7 týždňov; C6+Ex – placebo denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne placebo denne + cvičenie; O1Ex – ω -3 MK v dávke 160 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne ω -3 MK v uvedenej dávke + cvičenie; O2Ex – ω -3 MK v dávke 320 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne ω -3 MK v uvedenej dávke + cvičenie; * $p < 0,05$, ** $p < 0,1$

Index hmotnosti musculus soleus

Staré potkany v porovnaní s mladými vykazovali v skupinách SOC2 vs. MOC2 (-16,97%, $p = 0,0001$), SO1 vs. MO1 (-16,27%, $p = 0,0026$) a SO1EX vs. MO1EX (-18,16%, $p = 0,0036$) signifikantne nižšie indexy hmotnosti *m. soleus*, pričom v skupine SO2 vs. MO2 (-29,63%, $p = 0,0729$), SOC6 vs. MOC6 (-15,79%, $p = 0,0805$), SOCEX vs. MOCEX (-47,31%, $p = 0,0794$) a SO2EX vs. MO2EX (-16,73%, $p = 0,0584$) boli pozorované hranične významné zmeny.

Pri výške podávanej dávky omega-3 MK sme nezistili žiadne významne zmeny. Vplyvom kombinovanej intervencie došlo u MO1EX vs. MO1 ku signifikantnému zvýšeniu indexu hmotnosti *m. soleus* (11,86%, $p = 0,0015$).

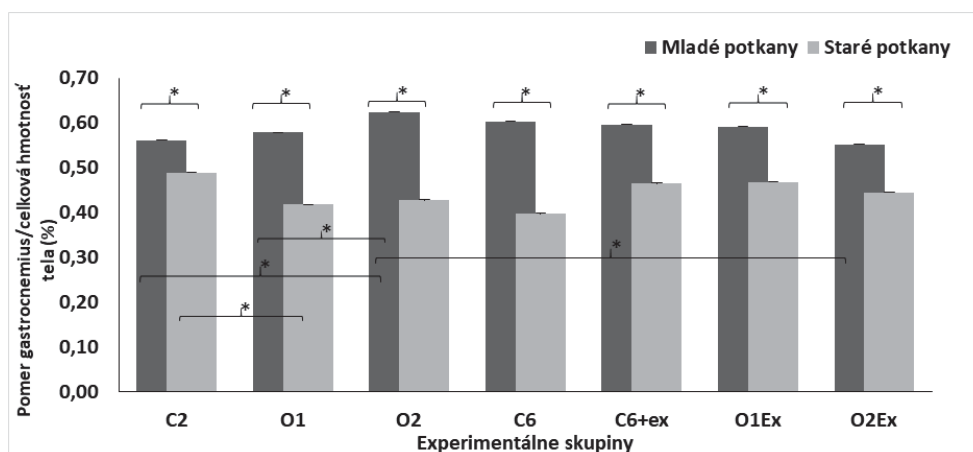


Graf 4 Vplyv suplementácie a cvičenia na index hmotnosti *m. soleus*

C2 – placebo/denne po dobu 3 týždňov; **O1** – ω -3 MK v dávke 160 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov; **O2** – ω -3 MK v dávke 320 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov; **C6** – placebo/denne po dobu 7 týždňov; **C6+Ex** – placebo denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne placebo denne + cvičenie; **O1Ex** – ω -3 MK v dávke 160 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne ω -3 MK v uvedenej dávke + cvičenie; **O2Ex** – ω -3 MK v dávke 320 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne ω -3 MK v uvedenej dávke + cvičenie; * $p < 0,05$, ** $p < 0,1$

Index hmotnosti musculus gastrocnemius

Významne nižšie indexy hmotnosti *m. gastrocnemius* boli zistené u všetkých skupín starých potkanov v porovnaní s mladými potkanmi (SOC2 vs. MOC2 (-12,85%, $p = 0,0108$), SO1 vs. MO1 (-27,64%, $p = 0,0001$), SO2 vs. MO2 (-31,56%, $p = 0,0476$), SOC6 vs. MOC6 (-34,09%, $p = 0,0002$), SOCEX vs. MOCEX (-22,01%, $p = 0,0026$), SO1EX vs. MO1EX (-26,41%, $p = 0,0025$) a SO2EX vs. MO2EX (-24,2%, $p = 0,0022$)). Pri vyššej dávke omega-3 MK sme zistili hranične signifikantne vyšší index hmotnosti u MO2 vs. MO1 (7,97%, $p = 0,0266$). V porovnaní s kontrolou bol u MO2 vs. MOC2 pozorovaný signifikantný nárast indexu (11,15%, $p = 0,0089$), pričom u SO1 vs. SOC2 bol pozorovaný signifikantný pokles indexu (-14,52%, $p = 0,0276$). Vplyvom kombinovanej intervencie došlo k signifikantnému poklesu indexu pri MO2EX vs. MO2 (-13,02%, $p = 0,0189$).



Graf 5 Vplyv suplementácie a cvičenia na index hmotnosti *m. gastrocnemius*

C2 – placebo/denne po dobu 3 týždňov; **O1** – ω -3 MK v dávke 160 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov; **O2** – ω -3 MK v dávke 320 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov; **C6** – placebo/denne po dobu 7 týždňov; **C6+Ex** – placebo denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne placebo denne + cvičenie; **O1Ex** – ω -3 MK v dávke 160 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne ω -3 MK v uvedenej dávke + cvičenie; **O2Ex** – ω -3 MK v dávke 320 mg/kg hmotnosti zvierat denne po dobu 3 týždňov, následne 4 týždne ω -3 MK v uvedenej dávke + cvičenie; * $p < 0,05$

Diskusia

Táto štúdia bola zameraná na skúmanie účinkov omega-3 MK a núteného cvičenia na bežeckom páse na funkčné parametre sarkopénie u starých potkanov. Naše výsledky naznačujú, že hmotnosť tela stúpala s vekom; u starých potkanov bola vo všetkých pozorovaných skupinách väčšia než u mladých potkanov, s výnimkou cvičiacej skupiny bez suplementácie. Potkany vo veku 3-4 mesiacov majú obvykle nižšiu hmotnosť tela, ako zvieratá vo veku 24-25 mesiacov (8). Samce potkana kmeňa Wistar majú štandardne v dospelosti hmotnosť tela v rozmedzí 450-520 g (9). Hmotnosť je však iba približným ukazovateľom veku (10), jednotlivé potkany vykazovali rozdiely hmotnosti až 100 g. Účinok samotnej suplementácie omega-3 MK na celkovú telesnú hmotnosť, ako ani vplyv cvičenia a kombinovanej intervencie sa u starých potkanov nepreukázal.

S vekom dochádza k zníženiu dĺžky kroku (11), čo sme potvrdili aj v našej štúdii. Taktiež sme pozorovali významný rozdiel u cvičiacich starých potkanov s porovnaním s kontrolou. Kombinovaná intervencia s vyššou dávkou omega-3 MK preukázala voči kontrolnej skupine významné predĺženie dĺžky kroku. Samotná suplementácia omega-3 MK žiadny pozitívny vplyv nemala. Môžeme teda konštatovať, že kombinovaná intervencia má výraznejší vplyv na dĺžku kroku v porovnaní so samotnou suplementáciou bez fyzickej aktivity.

Pomer hmotnosti jednotlivých skúmaných svalov ku celkovej hmotnosti tela bol u všetkých pozorovaných skupín starých potkanov znížený a predikuje tak prítomnosť sarkopénie. Pozitívny vplyv monointervencie omega-3 MK sme nepotvrdili. U starých potkanov sme potvrdili pozitívny vplyv cvičenia na index hmotnosti *m. EDL*, pričom vplyvom kombinovanej intervencie došlo k zníženiu tohto indexu. Intervencia omega-3 MK, samotné cvičenie, ako aj kombinovaná intervencia nepotvrdila nárast indexu hmotnosti *m. soleus*, pričom vplyvom nižšej dávky omega-3 MK došlo dokonca ku zníženiu indexu hmotnosti *m. gastrocnemius*.

Na základe získaných výsledkov môžeme povedať, že kombinovaná intervencia (výživová intervencia omega-3 MK a nútené cvičenie) má predpoklady modulovať molekulové mechanizmy, ktoré súvisia so sarkopéniou. Na upresnenie a lepšie pochopenie vplyvu kombinovanej intervencie je však potrebné uskutočniť ďalšie štúdie.

Pod'akovanie

Práca vznikla v rámci projektu EÚ Interreg V-A SK-AT, V014 a grantu VEGA 1/0583/21.

Literatúra

1. **Ziaaldini MM, Marzetti E, Picca A, Murlasits Z.** Biochemical pathways of sarcopenia and their modulation by physical exercise: a narrative review. *Front Med.* 2017;4:167
2. **França GO, Frantz EDC, Magliano DC, et al.** Effects of short-term high-intensity interval and continuous exercise training on body composition and cardiac function in obese sarcopenic rats. *Life Sci.* 2020;256:117920.
3. **Li FH, Sun L, Zhu M, et al.** Beneficial alterations in body composition, physical performance, oxidative stress, inflammatory markers, and adipocytokines induced by long-term high-intensity interval training in an aged rat model. *Exp Gerontol.* 2018;113:150-162.
4. **Marsman D, Belsky DW, Gregori D, et al.** Healthy ageing: the natural consequences of good nutrition-a conference report. *Eur J Nutr.* 2018;57(Suppl 2):15-34.
5. **Rivas DA, McDonald DJ, Rice NP, Haran PH, Dolnikowski GG, Fielding RA.** Diminished anabolic signaling response to insulin induced by intramuscular lipid accumulation is associated with inflammation in aging but not obesity. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2016;310(7):R561–R569.
6. **Baumann CW, Kwak D, Liu HM, Thompson LV.** Age-induced oxidative stress: how does it influence skeletal muscle quantity and quality? *J Appl Physiol.* 2016;121(5):1047–1052.
7. **DiLorenzo FM, Drager CJ, Rankin JW.** Docosahexaenoic acid affects markers of inflammation and muscle damage after eccentric exercise. *J Strength Cond Res.* 2014;28(10):2768–2774.

8. **Nistiar F, Racz O, Lukacinova A, et al.** Age dependency on some physiological and biochemical parameters of male Wistar rats in controlled environment. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng.* 2012;47(9):1224-1233.
9. **Kisková, T., Matéffy, S., Horváthová, F.** Laboratórny potkan a jeho využitie v experimentálnej biológii. Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, 2019. 9-12.
10. **Sengupta P.** The Laboratory Rat: Relating Its Age With Human's. *Int J Prev Med.* 2013;4(6):624-630.
11. **Silveira EMS, Kroth A, Santos MCQ, et al.** Age-related changes and effects of regular low-intensity exercise on gait, balance, and oxidative biomarkers in the spinal cord of Wistar rats. *Braz J Med Biol Res.* 2019;52(7):e8429.