

Vliv užívání doplňku stravy s rybím tukem na omega3 index a vybrané kognitivní funkce u aktivně sportujících žáků druhého stupně základních škol

RNDr. Pavel Suchánek^{1,4}, Ing. DiS. Hana Strítecká, Ph.D.^{2,4}, Mgr. DiS. Jitka Tomešová^{3,4},
Mgr. Veronika Kuncířová⁴, Mgr. Lenka Šaurová⁵, Mgr. Klára Dušková², Mgr. Nikola Wolfová⁴,
Mgr. DiS. Margarita Iliopulu⁴, Ing. Jaroslav A. Hubáček, CSc., DSc.^{1,6}, RNDr. Věra Lánská, CSc.¹

¹Institut klinické a experimentální medicíny, Praha

²Katedra vojenského vnitřního lékařství a vojenské hygieny, Fakulta vojenského zdravotnictví, Univerzita Obrany, Hradec Králové

³Katedra antropologie a genetiky člověka, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha

⁴Institut dietologie a výživy, Praha

⁵PROINTEPO – SŠ, ZŠ a MŠ s.r.o., Hradec Králové,

⁶Třetí interní klinika, I. lékařská fakulta, Univerzita Karlova, Praha

Tuky z mořských ryb a v nich obsažené omega3 polynenasycené dlouhořetězcové mastné kyseliny (EPA a DHA) mají zásadní vliv nejen na riziko srdečně cévních onemocnění, ale také na kognitivní funkce. Testovali jsme účinek do stravy přidání 800 mg EPA a 1 200 mg DHA na den, obsažených v rybím oleji, na kognitivní funkce (memorování, koordinace a soustředění) intenzivně sportujících chlapců (N = 169, věk 10–15 let). Intervenovaná skupina konzumovala po dobu 6 měsíců 2 čajové lžičky oleje denně. Všichni chlapci denně zapisovali jídelníček a pravidelně podstupovali antropometrické analýzy pro vyloučení zásadních změn ve stravovacích a pohybových zvyklostech. Studii dokončilo celkem 121 chlapců (82 v intervenované a 39 v kontrolní skupině). Přidání definovaného množství EPA a DHA do stravy bylo verifikováno stanovením omega3 indexu z kapilární krve. Změny v omega3 indexu korelovaly s výsledky psychologického Bourdonova testu. Výsledky testu potvrdily statisticky významnou souvislost mezi hodnotou omega3 indexu s úrovní kognitivních funkcí mladých sportovců (zlepšení o 63 % v intervenované vs. o 43 % u kontrolní skupiny $P = 0,0001$; $P = 0,007$ po adjustaci na věk).

Klíčová slova: EPA a DHA, omega3 polynenasycené dlouhořetězcové mastné kyseliny, kognitivní funkce, omega3 index, Bourdonův test.

Effect of fish oil food supplement consumption on omega 3 index and selected cognitive functions in actively sport pupils in the second stage of primary schools

Omega3 long-chain fatty acids (EPA and DHA) from fish oil have a major impact not only on the risk of cardiovascular diseases but also on cognitive functions. We tested the effect of EPA and DHA contained in fish oil on cognitive functions (memorization, coordination, and concentration) in intensely sporting boys (N = 169, age 10–15 years). The group under intervention consumed 2 teaspoons of oil daily for 6 months. All boys regularly summarize the dietary intake questionnaire and underwent anthropometric analyzes to rule out major changes in eating and exercise habits. A total of 121 boys completed the study (82 in the intervention group and 39 in the control group). The change in the EPA and DHA in the diet was measured by determining the omega3 index from capillary blood. Changes in the omega3 index statistically significant relationship with the results of the psychological Bourdon test. The test results confirmed the correlation between the value of the omega3 index and the level of cognitive functions of soccer players (improvement by 63% in the intervention vs. by 43% in the control group $P = 0.0001$; $P = 0.007$ after age adjustment).

Key words: EPA and DHA, cognitive function, omega3 long chain fatty acids, omega3 index, Bourdon test.

INZERCE

Úvod

Tuky patří k nezastupitelným složkám výživy a skládají se z mastných kyselin (fatty acids, FA) a glycerolu. Úkolem tuků v lidském organismu jsou kromě ukládání energie regulace tělesné teploty, ochrana vnitřních orgánů, hormonální regulace, vstřebávání v tuku rozpustných vitaminů, jsou nezbytnou součástí buněčných membrán, na což navazují i důležité funkce v nervovém systému (1). Obecně by měl podíl tuků ve stravě dospělých tvořit 20–35 % doporučeného denního příjmu energie, u dětí 30–35 %. Podle původu se tuky dělí na živočišné (máslo, sádlo, slanina) a rostlinné (olej řepkový, olivový, slunečnicový, ořechy, semena). Živočišné tuky (tuk v mase, mléce a mléčných výrobcích) by měly tvořit maximálně 1/3 příjmu tuků za den, zbylé 2/3 by měly pokrýt tuky rostlinné (1). Současná výživová doporučení se zaměřují i na přesnější specifikaci zastoupení jednotlivých mastných kyselin, a to nejen u dospělých, ale i u dětí a dospívajících (1). U dětí a dospívajících jsou tuky navíc velmi důležitým faktorem ovlivňujícím tělesný růst a u sportujících dětí se významně podílejí na úhradě energetických potřeb při fyzické aktivitě (2).

FA dělíme do jednotlivých skupin podle více kritérií, jako je délka uhlíkového řetězce, přítomnost dvojné vazby a její typ, které určují jejich vlastnosti. Dle délky řetězce dělíme FA na ty s krátkým (C4–6), středním (C8–10), dlouhým (C12–18) a s velmi dlouhým řetězcem (více než C18). Podle množství dvojných vazeb v řetězci FA dělíme na nasycené – satureované (Saturated Fatty Acids, SFA), které neobsahují ani jednu dvojnou vazbu v řetězci, a na FA nenasyčené (Unsaturated Fatty Acids, UFA), které obsahují jednu nebo více dvojných vazeb v řetězci (1). UFA rozdělujeme podle počtu dvojných vazeb v uhlíkovém řetězci na mono (Mono Unsaturated Fatty Acids, MUFA) a poly, resp. vícenenasycené mastné kyseliny (Poly Unsaturated Fatty Acids, PUFA). MUFA jsou vnímány z hlediska vlivu na zdraví jako neutrální (3).

PUFA obsahují dvě nebo více dvojných vazeb. Podle toho, na kterém z uhlíků se vytvoří druhá dvojná vazba, je následně mastná kyselina zařazena do skupiny omega3 (ω 3 PUFA, n-3 PUFA), nebo omega6 (ω 6 PUFA, n-6 PUFA). Obě tyto skupiny mastných kyselin jsou vní-

mány jako zdraví velmi prospěšné. Výživová doporučení stanovují nejen minimální denní příjem obou skupin PUFA, ale i jejich vhodný vzájemný poměr (3).

Hlavní pozornost je z důvodu zdravotních dopadů v současnosti soustředěna na přítomnost, resp. nepřítomnost dvojné vazby v řetězci a na délku řetězce. Vliv SFA se dle posledních výsledků jeví jako zásadní na zvyšování množství vnitrobřišního tuku, který je mimo jiné velmi silně prozánětlivý a je také spojován se zhoršováním kognitivních schopností (4, 5, 6). Pozitivní přínos pro dlouhodobé zdraví dětí a dospívajících má vyšší příjem omega3 mastných kyselin (ω 3FA) ve stravě. Omega3 PUFA snižují riziko aterosklerotických změn, snižují hladinu triglyceridů, mají zásadní vliv na snižování zánětlivých parametrů v krvi a snižují i úroveň vnitrobřišního tuku (7, 8, 9). Jelikož jsou ω 3 PUFA důležitou strukturální součástí lidského nervového systému včetně mozku, nebylo prokázáno asocioce mezi plazmatickými koncentracemi ω 3 PUFA a některými kognitivními funkcemi (zapamatování si informace a její rychlé vybavení) překvapením. Byl prokázán i vliv na nervosvalovou koordinaci a schopnost učit se nové dovednosti (10, 11).

Dále byl popsán dopad příjmu především ω 3 PUFA s velmi dlouhým řetězcem (eikosa-pentaenová – EPA a dokosahexaenová – DHA) na růst a vývoj mozku (12), kdy především DHA je považována za zcela nezbytnou pro normální vývoj a funkci mozku (13). Nejrychleji mozek roste do 2 let věku, ale vývoj pokračuje po celé dětství a částečně i v dospělosti (15). Více než 60 % mozkové hmoty je tvořeno lipidy, z nichž DHA tvoří 10–15 % (16). DHA je také nezbytná pro rozvoj vnímání a senzorických, kognitivních a motorických funkcí nervového systému (14, 15). Některé práce naznačují, že části mozku bohaté na DHA jsou odpovědné za činnosti, jako je plánování, pozornost, soustředění a řešení problémů (14, 15, 16).

I když menší množství DHA získáme interní syntézou z alfa-linolové mastné kyseliny (ALA) a EPA, stále je pro člověka zásadní příjem DHA prostřednictvím rybího oleje, případně oleje z krilu nebo mořských řas (17). Vliv DHA na fungování mozku se vysvětluje přítomností vysokého počtu dvojných vazeb, které pomáhají zlepšit fluiditu buněčných membrán.

Nervové impulzy a zprávy jsou tak přenášeny rychleji a efektivněji (18). Naopak nízké hladiny mozkové DHA v animálních experimentech vedou ke změnám chování a jsou spojeny s obtížemi v učení a horší pamětí. Většina humanálních studií naznačuje, že DHA podporuje normální IQ a udržuje učení a paměť a uvádí pozitivní dopad koncentrace DHA na školní výkon, včetně učení, čtení a pravopisných dovedností (19, 20, 21, 22).

Rozhodli jsme se otestovat účinek ω 3 PUFA, především EPA a DHA, v doplňku stravy ve formě rybího oleje na změnu kognitivních funkcí mladých fotbalistů a hokejistů. Rozdílly jsme hledali zejména v koncentraci, rychlosti reakce, koordinaci a správnosti odpovědí v časovém stresu u chlapců s doplňkem stravy a bez něj.

Metodika

Charakteristika souboru

Do studie bylo zařazeno celkem 169 osob ve věku 10–15 let, náhodně rozdělených do dvou skupin. Intervenovanou tvořilo na začátku studie 85 osob, neintervenovanou 84 osob. Studii dokončilo 121 osob, 82 osob z intervenované a 39 osob ze skupiny kontrolní. Studie trvala 6 měsíců, obě skupiny absolvovaly studii současně. Osoby byly vybrány ze stejných sportovních klubů, aby byla zaručena shodná fyzická zátěž a minimální odchylky i ve stravovacím režimu. Všichni dobrovolníci měli podepsaný informovaný souhlas zákonnými zástupci a studie byla schválena etickou komisí IKEM a FTN MEK-č.j. 25982/20.

Záznamy příjmů stravy

Účastníci studie každý den zapisovali příjem stravy ve formě jednodenních záznamů prostřednictvím on-line aplikace BeetFit PRO s automatickým propočtem energie a živin. Obě skupiny byly opakovaně vzdělávány ve sportovní výživě formou 6 přednášek pro hráče i rodiče a při každém kontrolním vyšetření (6 měření) byly záznamy kontrolovány a individuálně konzultovány s nutričními terapeutkami (12 konzultací).

Antropometrická měření

Tělesná výška chlapců byla měřena stadiometrem Leicester v desetinách cm, tělesná

hmotnost pomocí digitální osobní váhy CAS Industrial Weighting SolutionTM v desetinách kilogramu. Analýza složení těla byla provedena multifrekvenčním bioelektrickým impedančním analyzátozem tělesného složení InBody S10 Co., Ltd. Měření tělesného složení probíhalo mimo jiné z důvodů kontroly, zda nedochází k výraznému zhoršení tělesného složení v období studie, a jako kontrola správnosti každodenních záznamů stravy.

Přidávaný doplněk stravy

Přidávaný doplněk stravy byl rybí olej z tresčích jater s citronovou příchutí (Möller's Omega3 Citron 250 ml, Vitana, EAN 7070866021443). V denní dávce, tj. 10 ml, bylo obsaženo 2 400 mg omega3 mastných kyselin, z toho bylo 800 mg EPA, 1 200 mg DHA. Produkt dále obsahoval 500 µg vitamínu A, 20 µg vitamínu D a 20 mg vitamínu E v denní dávce.

Stanovení omega3 indexu

Použili jsme test Omega3 index Basic OmegaQuant[®] (OmegaQuant, LLC). Omega3 index je stanoven ze zaschlé kapky kapilární krve z prstu a vypočítává se jako (EPA + DHA) / FA na membráně erytrocytů (24). Normální úroveň je stanovena na 8 % a více. V Evropě je úroveň indexu omega3 nižší, 4–8 %, tento rozptyl je hodnocen jako středně rizikový, nad 8 % hladina omega3 indexu popisována jako doporučená a optimální, naopak hladina méně než 4 % je hodnocena jako velmi riziková (24, 25).

Psychologický test

Použitý Bourdonův test (Psychodiagnostika, společnost s r.o., Bratislava) hodnotí rychlost vnímání, soustředění, udržování pozornosti a schopnost zapamatovat si šablonu (23). Principem je potvrzení nebo přeškrtnutí předdefinovaných tvarů, čísel nebo písmen ve stanoveném časovém limitu, v našem případě 2 550 obrazců, rozdělených do 30 řad, v každé řadě 85 obrazců s časovou dotací na vyplnění jedné řady 40 sekund. Vyhodnocení zahrnuje

nejprve absolutní součet správně označených obrazců, dále počet chyb a vyjádření obou parametrů v percentilech. V rámci statistického vyhodnocení bylo doporučeno srovnání procentuálních výsledků počtu správně potvrzených nebo přeškrtnutých tvarů a počtu chyb na začátku a na konci studie. Získané údaje porovnáním výsledků testu na začátku a na konci studie určily případnou změnu v koncentraci, přesnosti percepce a ve změně pracovního výkonu v čase pomocí změny v počtu správných odpovědí a počtu chyb u jednotlivých dobrovolníků.

Statistická analýza

Pro spojité veličiny jsme provedli test normálního rozložení pomocí Shapiro-Wilk's W statistiky. V případě zamítnutí hypotézy normality jsme používali neparametrické metody. Pro hodnocení rozdílu v omega3 indexu byla použita ANCOVA. Při hodnocení výsledků Bourdonova testu byly nejprve za použití Grubbova testu vyloučeny zjevně odlehle hodnoty (3 osoby) a do výsledného hodnocení tak bylo zařazeno 121 osob. Následně byly výsledky Bourdonova testu hodnoceny Studentovým t-testem a Mann-Whitney testem.

Výsledky

Popis skupiny dobrovolníků

Vstupní požadavky pro zařazení dobrovolníků do studie byly minimálně 8 hodin evidované intenzivní sportovní aktivity týdně (fotbal nebo hokej), dobrý zdravotní stav, nekonzumace doplňků stravy na bázi rybího oleje. Do hodnocení studie byli zařazeni dobrovolníci, kteří absolvovali všech 6 antropometrických měření, 12 nutričních konzultací a 6 přednášek, vyplnili psychologické testy na začátku i na konci studie, podstoupili testy omega3 index z kapky krve a v případě intervenované skupiny správně používali doplněk stravy (82 osob). Kontrolní skupinu tvořilo 39 osob. Na začátku studie nebyl mezi oběma

skupinami statisticky významný rozdíl ani ve věku, ani v tělesném složení.

Omega3 index

Na začátku sledování byl v intervenované skupině průměrný omega3 index $4,70 \pm 0,73 \%$, zatímco v kontrolní skupině $4,90 \pm 0,85 \%$. Nikdo neměl hladinu omega3 indexu 8,00 % a více, 18 chlapců (14,80 %) mělo hladinu omega3 indexu pod 4,00 %, tedy klasifikovanou jako nízkou.

Po šestiměsíční intervenci se průměrný omega3 index zvýšil v obou skupinách (Tab. 1). V intervenované skupině jsme zjistili signifikantně vyšší ($P < 0,0001$) nárůst na $6,50 \pm 1,45 \%$ než ve skupině kontrolní ($5,30 \pm 1,50 \%$). 16 chlapců (13,10 %; z toho 3 v kontrolní skupině) mělo doporučenou hladinu 8,00 % a více, 9 chlapců (7,40 %; 1 v intervenované skupině) mělo naopak hladinu indexu omega3 pod 4,00 %.

Zvýšení indexu omega 3 bylo v obou skupinách značně heterogenní – v intervenované skupině +1,80 % (min; max -0,79; +6,25 %), v kontrolní skupině pak +0,40 % (min; max -2,27; +5,77 %).

Bourdonův test

Chlapci v intervenované skupině měli v rámci Bourdonova testu na konci studie významně lepší výsledky hodnocené v procentuální změně (BOURII v %, $p < 0,001$) než chlapci ve skupině kontrolní (Obr. 1). U obou skupin došlo ke zlepšení výsledků Bourdonova testu. Pokud jsme stanovili výsledek prvního testu jako hladinu 100 %, tak v intervenované skupině chlapci zlepšili své výsledky o 63 %, tj. 163 % v porovnání se skupinou neintervenovanou, která zlepšila své výsledky pouze o 43 %, tj. na 143 % původního výsledku ($P = 0,0001$). Intervenovaná skupina měla i vyšší median správných výsledků na konci studie v porovnání se skupinou neintervenovanou (161 % vs. 142 %). Zvýšení omega3 indexu tedy vedlo ke zlepšení kognitivních schopností hodnocených Bourdonovým testem.

Tab. 1. Index omega3 a jeho změny v intervenované a kontrolní skupině před a po studii

Skupiny	Omega3 Index I. (%)	Omega3 Index II. (%)	Změna II–I (%)	P (změna v čase)
Intervenovaná	4,70	6,50	1,80	<0,0001
Kontrolní	4,90	5,30	0,40	<0,0001
P (porovnání skupin)	ns	<0,0001	<0,001	

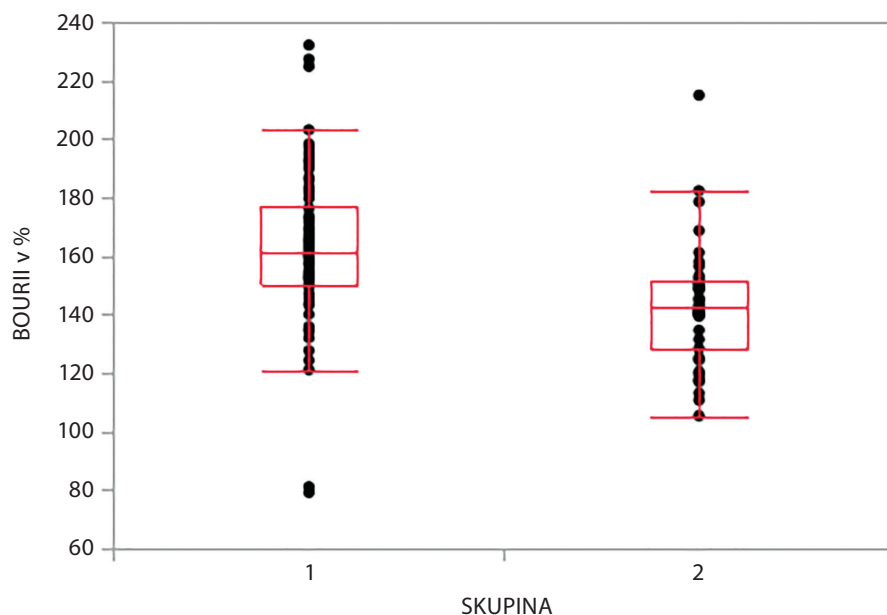
V intervenované skupině se kromě počtu správných odpovědí hodnotil i výskyt chyb, protože test stanovuje nejen počet správných odpovědí, ale i počet odpovědí na řádku a byly hodnoceny i počty chyb v rámci odpovědí. Dobrovolník nemusel stihnout vyplnit celý řádek v časovém limitu, a tak se hodnotil počet chyb v rámci jen vyplněných odpovědí. V porovnání s prvním stanovením na konci studie o 6,2 % větší množství chyb v porovnání se skupinou kontrolní. Množství chyb, tj. jejich pokles v porovnání na začátku a na konci studie, bylo stanoveno v kontrolní skupině jako 100 % a ve skupině intervenované byl výsledek zlepšení v porovnání se skupinou kontrolní pouze 93,8 %, tj. o 6,2 % nižší. Rozdíly mezi skupinami však nebyly statisticky významné ($P = 0,18$). Dále bylo prokázáno, že výskyt chyb v testu je závislý na věku ($P = 0,007$).

Diskuze

Humánní studie naznačují, že DHA podporuje normální IQ a udržuje učení a paměť. Pět ze sedmi hodnocených studií uvádělo pozitivní dopad koncentrace DHA na školní výkon, včetně učení, čtení a pravopisné dovednosti (19, 20, 21). Ve studii Oxford DOLAB dostávaly děti 600 mg DHA denně po dobu 4 měsíců a u 20 % dětí s nejhoršími schopnostmi čtení byla po 3 týdnech pozorována schopnost číst rychleji ve srovnání s placebem ve stejné věkové kategorii a u nejhorších 10 % dětí se výsledky významně zlepšily po 1,9 měsíce ve srovnání se skupinou s placebem (15). Ve stejné studii bylo také prokázáno, že špatná kvalita spánku je spojena s nižší hladinou DHA v krvi. Suplementace DHA vedla ke snížení poruch spánku v průměru o 58 minut za noc (15). Adekvátní spánek vede k přiměřenému odpočinku mozku a může pomoci se správnými kognitivními funkcemi stejně jako samotné doplňování DHA. Studie Oxford-Durham zkoumala účinky tříměsíční suplementace 558 mg EPA a 174 mg DHA na děti s vývojovou koordinační poruchou (DCD, dyspraxie). Výsledky této studie ukazují, že u dětí se suplementací EPA a DHA došlo k významnému zlepšení čtení, pravopisu a chování. Autoři dospěli k závěru, že $\omega 3$ PUFA, především EPA a DHA, jsou bezpečnou a účinnou možností léčby u dětí s vývojovou koordinační poruchou (23).

Na základě výsledků metaanalýzy 33 studií, která zjistila zlepšení kognitivních funk-

Obr. 1. Změna počtu správných odpovědí na konci studie v intervenované skupině (1) a ve skupině kontrolní (2)



cí u lidí ve věku 4–25 let s denním příjmem ≥ 450 mg DHA + EPA, jsme zvolili denní dávku rybího oleje na 10 gramů.

Index omega3 se měří ze suchých krevních skvrn kapilární krve odebrané z prstu a vypočítává se jako společný poměr EPA a DHA ze všech mastných kyselin v membráně erytrocytů. Normální úroveň je stanovena na 8 a více %. V Evropě je úroveň omega3 indexu mezi 4–8 %, omega3 index nižší než 4 % je považován za nedostatečný (24).

V průměru obě skupiny sportujících dětí (intervenovaná i kontrolní) měly vstupní hladiny omega3 indexu na spodní hranici evropského průměru (4,70 % vs. 4,90 %). Rozdíl v hladinách nebyl statisticky významný a nepřibližoval se k doporučené hladině 8,00 %. Tento výsledek byl přepokládán na základě prvotního zhodnocení jídelníčku a poměrně velkou a dlouhodobou absencí zdrojů $\omega 3$ PUFA jak přímo EPA a DHA, tak i jejich možných prekurzorů (ALA). Následné zvýšení omega3 indexu u obou skupin bylo následkem cílené a opakované nutriční edukace (přednášky, konzultace) nutričními terapeuty. Pouhé zlepšení složení stravy však nebylo natolik účinné jako současná suplementace doplňkem (Möller's Omega3 Citron 250 ml, Vitana, EAN 7070866021443).

Protože jsme sledovali vliv omega3 indexu na kognitivní funkce a jejich rozvoj, jako je schopnost učit se nové dovednosti, memorování, vybavování a koordinace, rozhodli jsme se

použít Bourdonův test. Test může také ověřit únavu, celkovou pracovní schopnost, zatížitelnost během monotónní práce, může odhalit některé povahové a osobnostní vlastnosti.

V tomto testu se hodnotí procentuální změna počtu správně označených tvarů v časovém limitu na začátku a na konci studie a srovnávají se výsledky intervenované a kontrolní skupiny chlapců (BOURIIv%). Dále jsme porovnávali rozdíly v procentu počtu chyb v testu na začátku na konci mezi oběma skupinami. Rozdíly mezi skupinami jsme testovali pro BOURch Studentovým t-testem a pro BOURch Mann-Whitney testem, protože data nejsou normálně rozložena. Ke zlepšení opět došlo v obou skupinách, což vysvětlujeme již uvedeným zvýšením příjmu $\omega 3$ FA v obou skupinách a úpravou samotného jídelníčku. Výsledky intervenované skupiny byly ovšem v rámci Bourdonova testu výrazně lepší. Výskyt chyb v obou skupinách byl srovnatelný. Následnou statistickou analýzou jsme zjistili, že výskyt chyb v rámci Bourdonova testu je závislý na věku.

Oproti předpokládanému snížení počtu testovaných dobrovolníků z důvodu neschopnosti denní konzumace rybího oleje a denních záznamů stravy byl nejvýznamnější vliv počátku epidemie Sars-CoV-2, který zásadně zasáhl do možností účastníků studie pravidelně se dostavovat na měření tělesného složení, konzultace výsledků měření a pravidelné edukativní přednášky. Dále studii nedokončili dobrovolní-

ci, kteří dojížděli do školy, a tedy i na tréninky z jiného okresu nebo z větší vzdálenosti, a také ti, u kterých sportovní klub ukončil pravidelné tréninky a nepokračoval ani v trénincích v počtu 2 osob. Tyto změny měly zásadní dopad na pokles účastníků ve studii, protože někteří buď nesplňovali stravovací nebo tréninkový režim právě z důvodu velké vzdálenosti od školy, nebo nedostatečnou podporou ze strany klubů u členů z větší vzdálenosti, kteří nemohli dojíždět na individualizované a přitom kontrolované tréninky. Zásadní pokles (o 54 %) dobrovolníků v kontrolní skupině připisujeme

dle rozhovorů s dobrovolníky i nižší ochotě překonávat obtíže s dopravou na tréninky apod. v souvislosti s protiepidemickými opatřeními, protože „patřili pouze do kontrolní skupiny“. Tedy nepřikládali své účasti ve studii takovou důležitost v porovnání s dobrovolníky z intervenované skupiny, kde byl pokles dobrovolníků na konci studie pouze o 4 %.

Závěr

V naší studii jsme využitím Bourdonova testu zjistili, že příjem doplňků omega3 PUFA v 10 ml rybího oleje denně vede ke zvýšení

krvního omega3 indexu a může také zlepšit některé kognitivní funkce, jako je vnímání, soustředění, udržení pozornosti a schopnost zapamatovat si šablonu u intenzivně sportujících dětí ve věku 10–15 let.

Podpořeno MZ ČR – RVO

(„Institut klinické a experimentální medicíny – IKEM, IČ 00023001“)

PODĚKOVÁNÍ

Studie byla podpořena doplňky stravy od firmy – Moellers ČR/ Vitana/ Orkla, číslo grantu 112/2019

LITERATURA

1. Referenční hodnoty pro příjem živin. (2019). Praha: Výživaservis s.r.o.
2. Rippe JM. Lifestyle Medicine: Evidence, Education, and Practical Applications. *Am J Lifestyle Med.* 2017; 11(5): 368–370.
3. Suchánek P, Poledne R. Ovlivnění koncentrace cholesterolu v séru složením tuků v potravě. *Diabetologie Metabolismus Endokrinologie Výživa* 2001; 4(1): 65–71.
4. Raine LB, Khan NA, Drollette ES, Pontifex MB, Kramer AF, Hillman CH. Obesity, Visceral Adipose Tissue, and Cognitive Function in Childhood. *J Pediatr.* 2017; 187: 134–140.e3.
5. Poledne R, Lorenzová A, Stávek P, Valenta Z, Hubáček J, Suchánek P, Pitha J. Proinflammatory status, genetics and atherosclerosis. *Physiol Res.* 2009; 58(Suppl 2): S111–S118.
6. Králová Lesná I, Suchánek P, Brabcová E, Kovář J, Malínská H, Poledne R. Effect of different types of dietary fatty acids on subclinical inflammation in humans. *Physiol Res.* 2013; 62(2): 145–152.
7. Beilharz JE, Maniam J, Morris MJ. Diet-Induced Cognitive Deficits: The Role of Fat and Sugar, Potential Mechanisms and Nutritional Interventions. *Nutrients.* 2015; 7(8): 6719–6738.
8. Custodero C, Mankowski RT, Lee SA, Chen Z, Wu S et al. Evidence-based nutritional and pharmacological interventions targeting chronic low-grade inflammation in middle-age and older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev.* 2018; 46: 42–59.
9. de Mello AH, Schraiber RB, Goldim MPS, Mathias K, Mendes C et al. Omega-3 polyunsaturated fatty acids have beneficial effects on visceral fat in diet-induced obesity model. *Biochem Cell Biol.* 2019; 97(6): 693–701.
10. Abdelhamid A, Hooper L, Sivakaran R, et al. The Relationship Between Omega-3, Omega-6 and Total Polyunsaturated Fat and Musculoskeletal Health and Functional Status in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis of RCTs. *Calcif Tissue Int* 2019; 105: 353–372.
11. Ritz PP, Rogers MB, Zabinsky JS, Hedrick VE, Rockwell JA, Rimer EG, et al. Dietary and Biological Assessment of the Omega-3 Status of Collegiate Athletes: A Cross-Sectional Analysis. Published: April 29, 2020, *PlosOne* <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228834>
12. Innis SM. Dietary omega3 fatty acids and the developing brain. *Brain Res.* 2008; 1237: 35–43. doi: 10.1016/j.brainres.2008.08.078
13. Carver JD, Benford VJ, Han B, Cantor AB. The relationship between age and the fatty acid composition of cerebral cortex and erythrocytes in human subjects. *Brain Res.* 2001; 56: 79–85.
14. Lauritzen L, Brambilla P, Mazzocchi A, Harsløf LB, Ciappolino V, Agostoni C. DHA Effects in Brain Development and Function. *Nutrients.* 2016; 8(1): 6.
15. Montgomery P, Burton JR, Sewell RP, Spreckelsen TF, Richardson AJ. Low blood long chain omega-3 fatty acids in UK children are associated with poor cognitive performance and behavior: a cross-sectional analysis from the DOLAB study. *PLoS One.* 2013; 8(6): e66697.
16. Mcnamara RK, Carlson SE. Role of omega-3 fatty acids in brain development and function: Potential implications for the pathogenesis and prevention of psychopathology. DOI: 10.1016/j.plefa.2006.07.010, PubMed, 2006 <https://www.researchgate.net/publication/6841173>.
17. Weiser MJ, Butt CM, Mohajeri MH. Docosahexaenoic acid and cognition throughout the lifespan. *Nutrients.* 2016; 8(99) doi: 10.3390/nu8020099.
18. Muldoon MF, Ryan CM, Yao JK, Conklin SM, et al. Long-Chain omega-3 fatty acids and optimization of cognitive performance. *Mil Med.* 2014; 179(11 Suppl): 95–105.
19. Antypa N, Van der Does AJ, Smelt AH, Rogers RD. Omega-3 fatty acids (fish-oil) and depression-related cognition in healthy volunteers. *J Psychopharmacol* 2009; 23(7): 831–840.
20. Stonehouse W, Conlon CA, Podd J, et al. DHA supplementation improved both memory and reaction time in healthy young adults: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2013; 97(5): 1134–1143.
21. Fontani G, Corradeschi F, Felici A, Alfatti F, Migliorini S, Lodi L. Cognitive and physiological effects of Omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation in healthy subjects. *Eur J Clin Invest* 2005; 35(11): 691–699.
22. Richardson AJ, Montgomery P. The Oxford-Durham study: a randomized, controlled trial of dietary supplementation with fatty acids in children with developmental coordination disorder. *Pediatrics.* 2005; 115(5): 1360–1366.
23. Janssens KAM, Quaedackers L, Lammers GJ, Ames P, van Mierlo P, Aarts L, Peeters E, Hendriks D, Vandenbussche N, Overeem S, Pillen S. Effect of treatment on cognitive and attention problems in children with narcolepsy type 1. *Sleep.* 2020; 43(12): zsa114.
24. Harris WS, Von Schacky C. The Omega-3 Index: a new risk factor for death from coronary heart disease? *Prev Med.* 2004; 39(1): 212–220.
25. Stark KD, Van Elswyk ME, Higgins MR, Weatherford CA, Salem N. Global survey of the omega-3 fatty acids, DHA and EPA in the blood stream of healthy adults. *Prog Lipid Res.* 2016; 63: 132–152.