

Aktivní životní styl a mikrobiom

Cílená kombinace prospěšných bakterií *Streptococcus thermophilus* FP4 a *Bifidobacterium breve* BR03, mikronizovaných polyfenolů, vitamínu B1, B6, B7, B12 a hořčíku.



Cílená kombinace prospěšných bakterií *Streptococcus thermophilus* FP4 a *Bifidobacterium breve* BR03, mikronizovaných polyfenolů, vitamínu B1, B6, B7, B12 a hořčíku.

Kombinace probiotických bakterií *Streptococcus thermophilus* FP4 a *Bifidobacterium breve* BR03, mikronizovaných polyfenolů ze sladkých pomerančů, vitamínů B1, B6, B7, B12 a hořčíku byla vybrána na základě jejich vědecky prokázaných pozitivních účinků na výkonnost, jakož i na zmírnění zánětlivých reakcí spojených s tréninkem a posílení celkové imunitní reakce aktivních lidí.



I. KLINICKÁ STUDIE

- 4 týdenní
- randomizovaná dvojitě
- zaslepená placebem
- kontrolovaná
- na souboru 39 zdravých trénovaných mužů

Studie je první přesvědčivou zprávou o tom, že suplementace mikronizovanými polyfenoly z citrusů může zlepšit výkon při cvičení, což dokazuje výrazné zvýšení výkonnosti během zátěžového testu.

MIKRONIZOVANÉ POLYFENOLY PRO SÍLU A ENERGII

Doplňky výživy jsou běžně využívány sportovci ke zlepšení jejich fyzického výkonu (1). Suplementace vitamíny, antioxidanty, kreatinem, bílkovinami a sacharidy se záměrem zlepšit výkon a regeneraci svalů se v posledních letech stala předmětem velkého zájmu, neboť tyto doplňky mohou příznivě ovlivňovat metabolickou aktivitu, sílu a celkový sportovní výkon (2, 3, 4).

Polyfenoly jsou sloučeniny přirozeně se vyskytující v rostlinách. Mohou se rozdělit do různých tříd na základě jejich chemické struktury, přičemž největší

skupinou jsou flavonoidy. Novější studie prokázaly protizánětlivé a antioxidační účinky polyfenolů přítomných v ovoci, jako jsou borůvky, třešně, granátová jablka a citrusové plody (5,6).

Mikronizace je pojem, který označuje proces zmenšování částic na velikost menší než 10 mikronů. Velikost částic účinných látek je klíčová, protože může výrazně ovlivnit jejich biologickou dostupnost (7).

Většina nemikronizovaných polyfenolů nedosáhne absorpce v tenkém střevě, protože jsou příliš velké nebo vázané na vlákninu. Putují proto do tlustého střeva, kde je štěpí střevní mikrobiota čímž vznikají metabolity, které se vstřebávají do krve, ale opožděně a v omezeném množství.

Na rozdíl od toho mají **mikronizované polyfenoly větší specifický povrch**, díky čemuž se rychleji rozpouštějí v trávicích šťávách. Větší podíl takových polyfenolů se vstřebává již v tenkém střevě, což vede k rychlejšímu a vyššímu výskytu polyfenolů (nebo jejich aglykonů) v krvi (8).

Účinnost mikronizovaných polyfenolů ze sladkého pomeranče na sportovní výkon byla klinicky testována ve dvou placebem kontrolovaných a dvojitě zaslepených studiích a ve dvou in vitro studiích.

Metodologie

Klinická studie byla provedena na souboru 39 sportovců. Intervenční skupina (n=19) dostávala perorální dávku 500 mg mikronizovaných polyfenolů denně, zatímco placebo skupina (n=20) dostávala 500 mg maltodextrinu. Výdej energie a spotřeba kyslíku byly měřeny během desetiminutového testu úplného vyčerpání.

Výsledky

Výkon

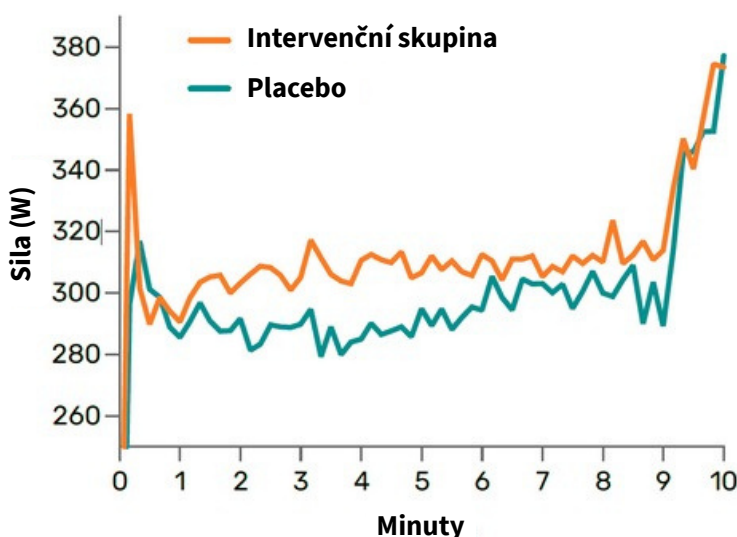
Z hlediska výkonnosti byl u intervenční skupiny pozorován významný účinek mikronizovaných polyfenolů s významným zvýšením anaerobního vý-

konu, po kterém následoval trvalý vynikající aerobní výkon po celou dobu trvání cvičení (**Obr. 1**).

Dále byl pozorován trend nárůstu maximálního výkonu během prvních 3 vteřin cvičení. V praxi by to znamenalo zvýšení explozivního výkonu na začátku cvičení, což je velmi relevantní pro anaerobní sporty. Kromě toho se výkon v intervenční skupině po 4 týdenní suplementaci výrazně zvýšil v porovnání s placebem v průměru o 5%.

Poměr spotřeby kyslíku (VO_2) a výkonu

Spotřeba kyslíku (VO_2) v intervenční skupině a placebo skupině se nezměnila oproti výchozí hodnotě. Poměr VO_2 /výkon se však v intervenční skupině po 4 týdnech suplementace významně snížil. **Tato změna naznačuje, že při stejné spotřebě kyslíku se vygenerovalo více energie, což ukazuje na významné zlepšení energetické účinnosti.**



Obr. 1: Vliv 4-týdenní suplementace mikronizovaných polyfenolů na výkon během 10-minutové časovky (upraveno podle Overvest a kol., 2018).

II. KLINICKÁ STUDIE

- 8 týdenní
- randomizovaná
- dvojitě zaslepená
- placebem kontrolovaná
- na souboru 61 účastníků s mírným tréninkem

Studie dokazuje, že denní příjem mikronizovaných polyfenolů vedl ke zvýšení anaerobní kapacity a maximálnímu výkonu během vysoce intenzivního cvičení u mírně trénovaných jedinců bez ovlivnění maximální srdeční frekvence.

Metodologie

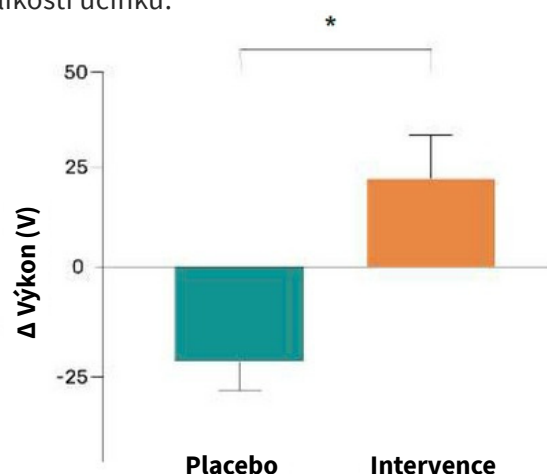
Studie byla realizována na vzorku 61 mírně trénovaných zdravých mužů a žen. Účastníci byli náhodně rozděleni do dvou skupin: skupina užívající 400 mg mikronizovaných polyfenolů (n=30) a skupina užívající placebo (n=31), přičemž suplementace probíhala denně po dobu 8 po sobě následujících týdnů. Na hodnocení anaerobní kapacity a výkonu byl použit Wingate anaerobní test a to na začátku studie, po 4 týdnech a po 8 týdnech.

Výsledky

Anaerobní test Wingate ukázal zvýšení průměrného anaerobního výkonu po 4 týdnech mikronizovaných polyfenolů, které se významně lišilo ve srovnání se skupinou s placebem (**Obr. 2**).

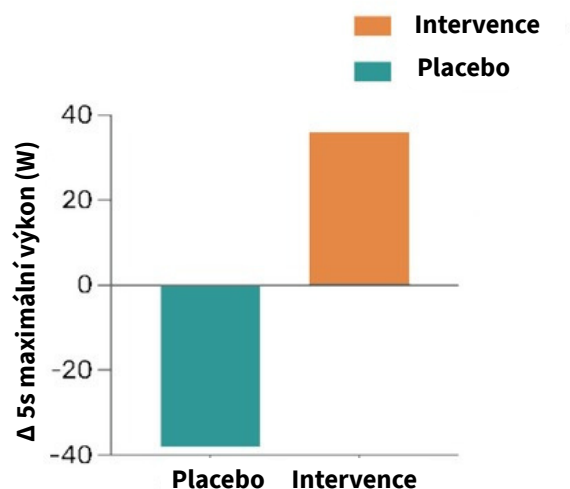
Tento výsledek doplňuje jinak omezenou literaturu o vlivu suplementace polyfenoly na anaerobní výkon při cvičení. V této studii se podařilo prokázat, že příjem 400 mg mikronizovaných polyfenolů po dobu 4 týdnů může zvýšit anaerobní

kapacitu u mírně trénovaných jedinců s výraznou velikostí účinku.



Obr. 2: Rozdíl v průměrném výkonu (W) mezi skupinami od výchozího stavu do 4 týdnů užívání mikronizovaných polyfenolů nebo placeba. * rozdíl mezi skupinami statisticky významný ($p < 0,001$) (upraveno podle van Iersel a kol., 2021).

Kromě toho se v intervenční skupině prokázal významný nárůst maximálního výkonu (W) během prvních pěti sekund cvičení, který je výrazně vyšší ve srovnání s placebem (**Obr. 3**).



Obr. 3: Rozdíl v 5-sekundovém maximálním výkonu (W) od výchozí hodnoty po 4 týdnech denního užívání mikronizovaných polyfenolů nebo placeba (upraveno podle van Iersel a kol., 2021).

Závěr

Klinické studie zaměřené na sportovní výkon prokázaly významné zvýšení maximálního a průměrného výkonu při vysoce intenzivním i vytrvalostním cvičení. Díky mikronizaci se navíc rychle vstřebávají do krevního oběhu, což umožňuje zvýšit výkon již od začátku cvičení až po jeho konec.

MITOCHONDRIE JAKO HNACÍ STROJ BUNKY

Všechny buňky v těle potřebují k udržení a rozvoji svých funkcí energii. energii v nich produkují mitochondrie ve formě adenosintrifosfátu (ATP). Studie in vitro provedená na univerzitě v Maastrichtu naznačila schopnost hesperetinu zvýšit účinnost mitochondrií při tvorbě většího množství ATP (9).

Mikronizované polyfenoly z citrusů zlepšují účinnost mitochondrií tím, že zabraňují možnému úniku protonů mezi mezimembránovým prostorem a matrix mitochondrií. To přispívá k udržení vysokého elektrochemického gradientu a usnadňuje nezbytnou recyklaci ADP na ATP za anaerobních podmínek. **Proto může být suplementace mikronizovaných polyfenolů slibnou strategií pro rekreační a profesionální sportovce, kteří chtějí zvýšit svoji sílu a zlepšit anaerobní výkonnost.**

IN VINTRO STUDIE

Úvod

Svalové kmenové buňky, známé jako satelitní buňky, se aktivují v reakci na intenzivní fyzickou aktivitu nebo poškození svalů. Po aktivaci migrují jako myoblasty, aby opravili poškozená svalová vlákna. Zatímco normální fyziologické hladiny oxidačního stresu jsou nezbytné pro správnou funkci kmenových buněk, nadměrný oxidační stres může snížit jejich účinnost (10). Při řešení tohoto problému mohou pomoci polyfenolové doplňky snížením oxidačního stresu a podpořit tak opravu svalů.

Metodologie

Svalové buňky byly kultivovány s hesperetinem, hlavní aktivní složkou mikronizovaných polyfenolů, v přítomnosti i nepřítomnosti oxidač-

ního stresu (indukovaného menadionem hydrogensíranem sodným).

Výsledky

Hesperetin v buňkách vystavených oxidačnímu stresu zvýšil expresi těžkého řetězce myosinu o 35% ve srovnání s buňkami vystavenými pouze oxidačnímu stresu po 5 dnech. Kromě toho, ošetření hesperetinem v buňkách vystavených oxidačnímu stresu zvýšilo fúzi buněk ve srovnání s oxidačním stresem samotným i s kontrolní skupinou. Tato zjištění naznačují, že hesperetin má potenciál jako výživová strategie na podporu unavených svalů po náročném cvičení. Zvýšená exprese těžkého řetězce myosinu poukazuje na regeneraci a růst svalové tkáně, což pomáhá obnovit sílu a funkci po zátěži nebo zranění.

CŘEVNÍ MIKROBIOTA A TRÉNINK

Střevní mikrobiota hraje klíčovou roli v lidském zdraví. Sedavý způsob života, špatné stravovací návyky, i psychofyzické poruchy souvisejí se střevní dysbiózou (11). Vzhledem ke schopnosti střevní mikrobioty modulovat patofyziologické procesy bylo zjištěno, že střevní dysbióza je schopna vyvolat řadu zdravotních potíží. Proto jsou probiotika jako modulátory střevní mikrobioty klíčovou složkou, kterou je třeba začlenit do zdravého a aktivního životního stylu, aby se posílil imunitní systém, zaměřil se na zdraví střev a funkci střevní bariéry, řešil problém obezity a metabolických onemocnění, duševní pohody, antioxidačního stavu a v neposlední řadě také zlepšil fyzický výkon a regeneraci po tréninku (12-15).

Trénink sportovců často zahrnuje neobvyklá cvičení, zejména excentrická (brzděná) cvičení, která způsobují poškození svalových vláken. K poškození dochází při násilném prodloužení aktivního svalu, což vede k mikrotrhlinám a narušení svalové membrány. Počáteční reakce vede k bolesti, otoku a snížení síly, po nichž následuje sekundární zánětlivá reakce

nezbytná pro regeneraci. Ačkoli zánět podporuje adaptaci svalů na trénink, sportovci v náročných tréninkových nebo soutěžních podmínkách mohou pro udržení výkonnosti využít snížení zánětu a urychlení regenerace. Kromě toho pravidelný trénink při vysoké intenzitě vede k rychlejší adaptaci a zlepšení výkonnosti.

Randomizovaná, dvojitě zaslepená, placebem kontrolovaná studie se zkříženým designem odděleným 21denním výplachem u 15 zdravých mužů zkoumala protizánětlivé účinky suplementace probiotickými bakteriemi *Streptococcus* (S.) *thermophilus* FP4 a *Bifidobacterium* (B.) *breve* BR03, které byly již dříve identifikovány jako protizánětlivé a kolonizují různé části trávicího traktu, a jejich vliv na výkonnost, poškození a zatížení kosterního svalstva po intenzivním cvičení.

KLINICKÁ STUDIE

- 21 denní
- randomizovaná
- dvojitě zaslepená
- zkřížený design
- placebem kontrolovaná
- na souboru 15 zdravých mužů
trénovaných silovým tréninkem

Výsledky naznačují, že suplementace probiotickými kmeny *S. thermophilus* FP4 a *B. breve* BR03 zmírňuje pokles výkonnosti a svalové napětí ve dnech po silovém tréninku poškozujícím svaly.

Metodologie

Studie se zúčastnilo 15 zdravých mužů, kteří pravidelně cvičili silový trénink a předtím neužívali žádné dlouhodobé doplňky stravy ani protizánětlivé léky. Cílem bylo zjistit, zda 21denní suplementace probiotickými kmeny *Streptococcus thermophilus* FP4 a *Bifidobacterium breve* BR03 v koncentraci 5×10^9 AFU/g každého kmene ovlivní zánět, bolest

svalů a výkonnost po cvičení poškozujícím svalová vlákna. Studie měla tzv. zkřížený design – každý účastník absolvoval dvě kola: v jednom užíval probiotika, v druhém placebo, přičemž mezi jednotlivými koly proběhla 21denní přestávka a v každém kole byla testována jiná ruka. Během testování byla měřena síla svalů (izometrický výkon), bolest, rozsah pohybu v lokti, obvod paže a krevní hodnoty zánětlivých markerů jako IL-6 a kreatinkináza. Účastníci provedli sérii excentrických (brzdících) cviků na biceps, které jsou známé tím, že způsobují mikropoškození svalů. Měření se opakovala bezprostředně po cvičení a 24, 48, 72 hodin později. Všechny výsledky byly zpracovány statistickými metodami tak, aby se zohlednily i malé rozdíly, které by mohly mít význam pro regeneraci a sportovní výkon.

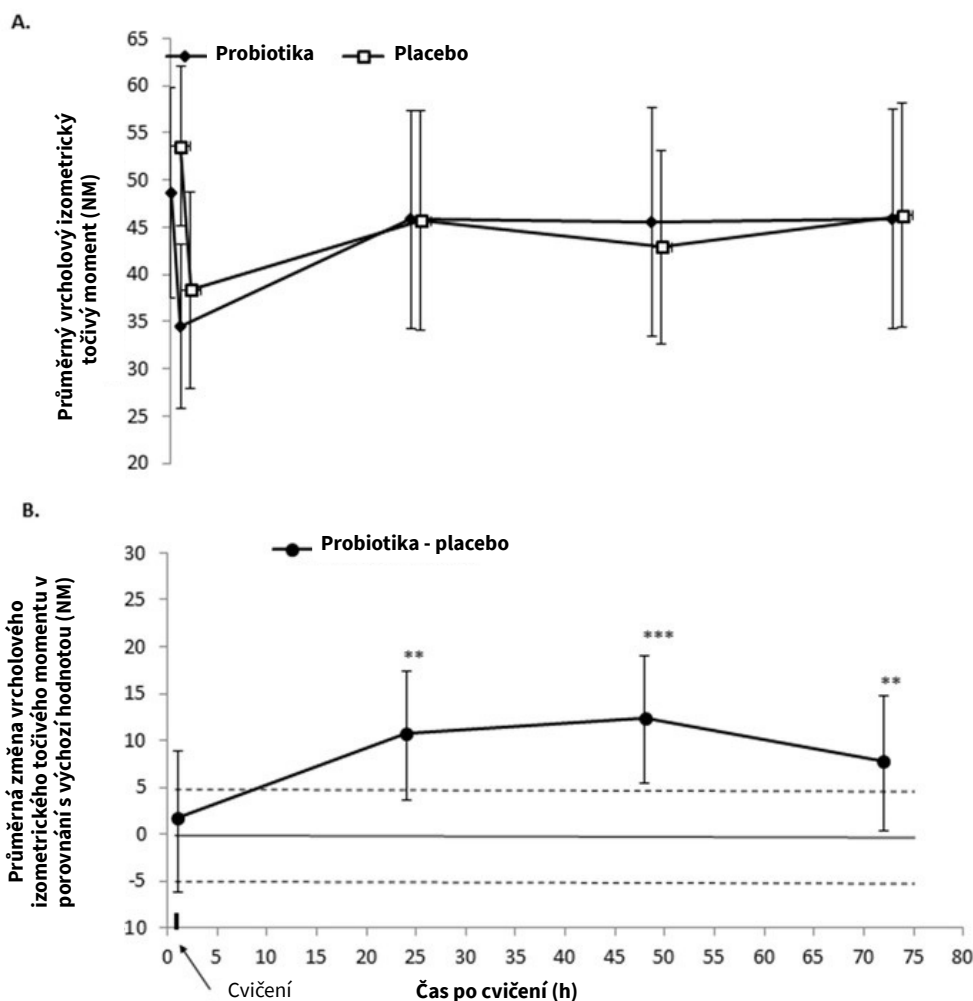
Výsledky

Izometrický vrcholový točivý moment (síla)

Po 21 dnech suplementace probiotiky byla výchozí (před cvičením) síla pravděpodobně mírně nižší ve srovnání s placebem (**Obr. 4A**). Po excentrickém cvičení se u obou skupin (intervenční i placebo) snížil výkon, což potvrzuje, že cvičení způsobilo svalové poškození. Nicméně ve dnech po cvičení (24, 48 a 72 hodin) **vykazovali účastníci užívající probiotické kmeny vyšší průměrný izometrický maximální výkon než účastníci užívající placebo - rozdíl byl největší po 48 hodinách (Obr. 4B)**.

Hladiny interleukinu-6 (IL-6)

IL-6 je prototypický cytokin pro udržení homeostázy. Když je homeostáza narušena poškozením tkáně, IL-6 se okamžitě začne produkovat, čímž přispívá k obraně proti vznikajícímu stresu prostřednictvím aktivace akutní fáze a imunitních odpovědí (16). Po 21denní suplementaci se hladiny zánětlivého markeru IL-6 v intervenční skupině mírně snížily, zatímco v placebo skupině vzrostly. Porovnání mezi skupinami ukázalo protizánětlivý efekt probiotik před cvičením (pokles IL-6). Tento efekt přetrvával ještě 48 hodin po cvičení, přestože do 72 hodin se už vytrácel.



Obr. 4: Vliv 21denní suplementace probiotiky a placebem na (A) průměrný vrcholový izometrický točivý moment před a během 72 hodin po excentrickém zatížení; (B) rozdíl mezi probiotiky a placebem upraven o výchozí hodnotu (před excentrickým cvičením). Údaje na grafu A jsou surové průměry a standardní odchylky. Údaje na grafu B zobrazují účinek probiotik ve srovnání s placebem vyjádřený jako procento hodnoty placeba, včetně 90% intervalů spolehlivosti, které byly odvozeny zpětnou transformací průměrů z analýzy smíšeným modelem rozptylu. Horizontálně přerušované čáry představují práh nejmenšího standardizovaného rozdílu ($\pm 4,5\%$). Pravděpodobnost podstatné změny je vyznačena nad grafickým porovnáním jako: ** pravděpodobné, *** velmi pravděpodobné, srovnání bez hvězdiček jsou nejednoznačná nebo nejasná (upraveno podle Jäger a kol., 2016).

Závěr

Suplementace kmenů *Bifidobacterium breve* BR03 a *Streptococcus thermophilus* FP4 u zdravých mužů trénovaných silovým tréninkem zmírnila pokles výkonnosti a rozsahu pohybu po cvičení, které způsobuje poškození svalů. Kromě toho byly pozorovány snížené hladiny zánětlivého markeru IL-6 v klidu, přičemž tento účinek přetrvával ještě 48 hodin po cvičení. Tyto výsledky naznačují, že specifické probiotické kmeny mohou pomoci při regeneraci po náročném excentrickém tréninku.

Reference

- (1) Knapik JJ, a kol. Prevalence užívání doplňků stravy sportovci: systematický přehled a metaanalýza. *Sports Med.* 2016;46:103–23.
- (2) Cases J, a kol. Suplementace extraktem bohatým na polyfenoly, PerLoad(R), zlepšuje fyzický výkon během vysoce intenzivního cvičení: randomizovaná, dvojitě zaslepená studie. *Nutrients.* 2017;9(4):421.
- (3) Campbell B, a kol. Postoj Mezinárodní společnosti pro sportovní výživu: bílkoviny a cvičení. *J Int Soc Sports Nutr.* 2007;4:–8.
- (4) Hargreaves M, a kol. Příjem sacharidů a tuků před cvičením: vliv na metabolismus a výkon. *J Sports Sci.* 2004;22:31–8.
- (5) Overdevest E, a kol. Suplementace citrusovými flavonoidy zlepšuje sportovní výkon u trénovaných sportovců. *J Sports Sci Med.* 2018;17:24–30.
- (6) Bowtell J, Kelly V. Suplementace polyfenoly z ovoce pro regeneraci a výkon sportovců. *Sports Med.* 2019;49:3–23.
- (7) Joshi, Jalay T. Přehled technik mikronizace. *J. Pharm. Sci. Technol.* 3.7; 2011: 651–81.
- (8) Gil-Izquierdo, A, et al. Vliv průmyslového zpracování na rozpustnost flavanonu v pomerančové šťávě a jeho transformaci na chalkony za gastrointestinálních podmínek. *Journal of agricultural and food chemistry* 51.10; 2003: 3024–3028.
- (9) Biesemann N, et al. Vysokokapacitní screening mitochondriální bioenergetiky v diferencovaných lidských myotubech identifikuje nové látky zvyšující svalový výkon u starých myši. *Scientific Reports.* 20. června 2018;8(1):9408.
- (10) Cuijpers I, et al. Hesperetin, ale nikoli kyselina ellagová, zvyšuje expresi těžkého řetězce myosinu a buněčnou fúzi v myoblastech C2C12 za přítomnosti oxidačního stresu. *Frontiers in nutrition.* 2024 (11): 1377071.
- (11) Aureli P, et al. Probiotika a zdraví: přehled založený na důkazech. *Pharmacol Res.* 2011 květen;63(5):366–76.
- (12) Ünsal C, et al. Účinky vyčerpávajícího plavání a podávání probiotik u trénovaných krys: Oxidační rovnováha vybraných orgánů, morfologie tlustého střeva a kontraktilita. *Physiol Int.* 2018 1. prosince;105(4):309–324.
- (13) Divella R, et al. Strava, probiotika a fyzická aktivita: Správná spojení pro zdravou mikrobiotu. *Anticancer Res.* 2021 červen;41(6):2759–2772.
- (14) Mogna L, et al. Hodnocení inhibiční aktivity specifických probiotických bakterií in vitro proti různým kmenům *Escherichia coli*. *J Clin Gastroenterol.* 2012 Oct;46 Suppl:S29–32.
- (15) Jäger, R., et al. Probiotická suplementace *Streptococcus thermophilus* FP4 a *Bifidobacterium breve* BR03 zmírňuje pokles výkonu a rozsahu pohybu po cvičení poškozujícím svaly. *Nutrients.* 2016 8(10), 642.
- (16) Tanaka, T., et al. Imunoterapie interleukinem (IL-6). *Cold Spring Harbor perspectives in biology.* 2018 10(8), a028456.