Aktívny životný štýl a mikrobióm

Cielená kombinácia prospešných baktérií *Streptococcus thermophilus* FP4 a *Bifidobacterium breve* BR03, mikronizovaných polyfenolov, vitamínu B1, B6, B7, B12 a horčíka.

I. KLINICKÁ ŠTÚDIA

- 4 týždňová
- randomizovaná
- dvojito zaslepená
- placebom kontrolovaná
- na súbore 39 zdravých trénovaných mužov

Štúdia je prvou presvedčivou správou o tom, že suplementácia mikronizovanými polyfenolmi z citrusov môže zlepšiť výkon pri cvičení, čo dokazuje výrazné zvýšenie výkonnosti počas záťažového testu.

Cielená kombinácia prospešných baktérií *Streptococcus thermophilus* FP4 a *Bifidobacterium breve* BR03, mikronizovaných polyfenolov, vitamínu B1, B6, B7, B12 a horčíka.

Kombinácia probiotických baktérií *Streptococcus thermophilus* FP4 a *Bifidobacterium breve* BR03, mikronizovaných polyfenolov zo sladkého pomaranča, vitamínu B1, B6, B7, B12 a horčíka bola vybraná na základe ich vedecky preukázaných pozitívnych účinkov na výkonnosť, ako aj zmiernenie zápalových reakcií spojených s tréningom a zvýšenie celkovej imunitnej odpovede aktívnych ľudí.

MIKRONIZOVANÉ POLYFENOLY PRE SILU A ENERGIU

Doplnky výživy sú bežne využívané športovcami na zlepšenie ich fyzického výkonu (1). Suplementácia vitamínmi, antioxidantmi, kreatínom, bielkovinami a sacharidmi so zámerom zlepšiť výkon a regeneráciu svalov sa v posledných rokoch stala predmetom veľkého záujmu, keďže tieto doplnky môžu priaznivo ovplyvňovať metabolickú aktivitu, silu a celkový športový výkon (2, 3, 4).

Polyfenoly sú zlúčeniny prirodzene sa vyskytujúce v rastlinách. Môžu sa rozdeliť do rôznych tried na základe ich chemickej štruktúry, pričom najväčšou

Perbiotix
microbiome solutions

Perbiotix, s.r.o. | Palárikova 2657
02201 Čadca | www.perbiotix.sk

skupinou sú flavonoidy. Novšie štúdie preukázali protizápalové a antioxidačné účinky polyfenolov prítomných v ovocí, ako sú čučoriedky, čerešne, granátové jablká a citrusové plody (5,6).

Mikronizácia je pojem, ktorý označuje proces zmenšovania častíc na veľkosť menšiu ako 10 mikrónov. Veľkosť častíc účinných látok je kľúčová, pretože môže výrazne ovplyvniť ich biologickú dostupnosť (7).

Väčšina nemikronizovaných polyfenolov nedosiahne absorpciu v tenkom čreve, nakoľko sú príliš veľké alebo viazané na vlákninu. Putujú preto do hrubého čreva, kde ich štiepi črevná mikrobiota čím vznikajú metabolity, ktoré sa vstrebávajú do krvi, no oneskorene a v obmedzenom množstve.
Na rozdiel od toho, **mikronizované polyfenoly majú väčší špecifický povrch**, vďaka čomu sa rýchlejšie rozpúšťajú v tráviacich šťavách. Väčší podiel takýchto polyfenolov sa vstrebáva už v tenkom čreve, čo vedie k rýchlejšiemu a vyššiemu výskytu polyfenolov (alebo ich aglykónov) v krvi (8).

Účinnosť mikronizovaných polyfenolov zo sladkého pomaranča na športový výkon bola klinicky testovaná v dvoch placebom kontrolovaných a dvojito zaslepených štúdiách, ako aj v dvoch *in vitro* štúdiách.

Metodika

Klinická štúdia bola vykonaná na súbore 39 športovcov. Intervenčná skupina (n=19) dostávala perorálnu dávku 500 mg mikronizovaných polyfenolov denne, zatiaľ čo placebo skupina (n=20) dostávala 500 mg maltodextrínu. Výdaj energie a spotreba kyslíka boli merané počas desaťminútového testu úplného vyčerpania.

Výsledky

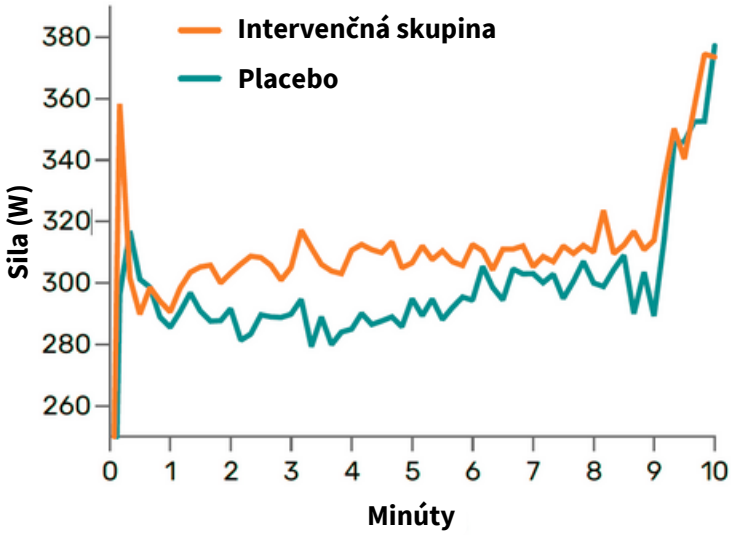
Výkon

Pokiaľ ide o výkon, v intervenčnej skupine sa pozoroval významný účinok mikronizovaných polyfenolov s výrazným nárastom anaeróbneho výkonu, po ktorom nasledoval trvalý vynikajúci aeróbny výkon počas celého trvania cvičenia (**Obr. 1**).

Ďalej sa pozoroval trend nárastu maximálneho výkonu počas prvých 3 sekúnd cvičenia. V praxi by to znamenalo zvýšenie explozívneho výkonu na začiatku cvičenia, čo je veľmi relevantné pre anaeróbne športy. Okrem toho sa výkon v intervenčnej skupine po 4 týždňovej suplementácii výrazne zvýšil v porovnaní s placebom v priemere o 5%.

Pomer spotreby kyslíka (VO_2) a výkonu

Spotreba kyslíka (VO_2) v intervenčnej skupine a placebo skupine sa nezmenila oproti východiskovej hodnote. Pomer VO_2/výkon sa však v intervenčnej skupine po 4 týždňoch suplementácie významne znížil. **Táto zmena naznačuje, že pri rovnakej spotrebe kyslíka sa vygenerovalo viac energie, čo ukazuje na významné zlepšenie energetickej účinnosti.**



Obr. 1: Vplyv 4-týždňovej suplementácie mikronizovaných polyfenolov na výkon počas 10-minútovej časovky (upravené podľa Overdevest a kol., 2018).

II. KLINICKÁ ŠTÚDIA

- 8 týždňová
- randomizovaná
- dvojito zaslepená
- placebom kontrolovaná
- na súbore 61 účastníkoch s miernym tréningom

Štúdia dokazuje, že denný príjem mikronizovaných polyfenolov viedol k zvýšeniu anaeróbnej kapacity a maximálnemu výkonu počas vysoko intenzívneho cvičenia u mierne trénovaných jedincov bez ovplyvnenia maximálnej srdcovej frekvencie.

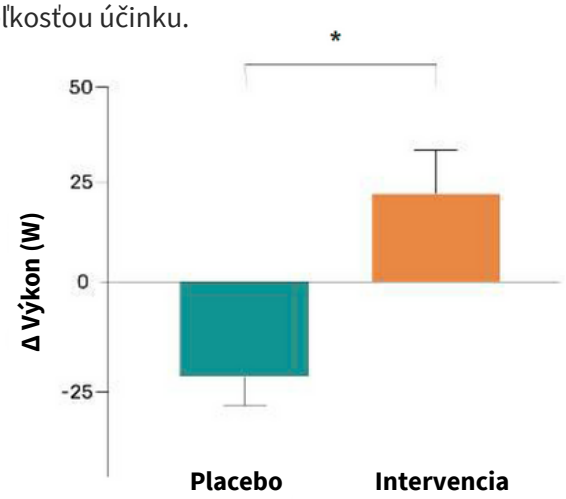
Metodika

Štúdia bola realizovaná na vzorke 61 mierne trénovaných zdravých mužov a žien. Účastníci boli náhodne rozdelení do dvoch skupín: skupina užívajúca 400 mg mikronizovaných polyfenolov (n=30) a skupina užívajúca placebo (n=31), pričom suplementácia prebiehala denne počas 8 po sebe nasledujúcich týždňov. Na hodnotenie anaeróbnej kapacity a výkonu bol použitý Wingate anaeróbny test a to na začiatku štúdie, po 4 týždňoch a po 8 týždňoch.

Výsledky

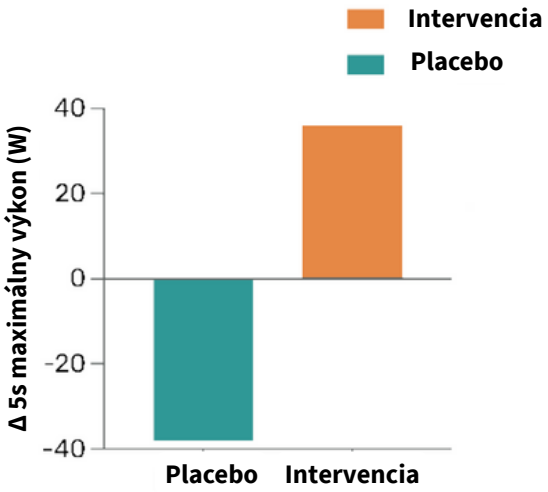
Anaeróbny test Wingate ukázal zvýšený priemerný anaeróbny výkon po 4 týždňoch užívania mikronizovaných polyfenolov, ktorý sa významne líšil v porovnaní s placebo skupinou (**Obr. 2**).

Tento výsledok prispieva k inak obmedzenému súboru literatúry o vplyve suplementácie polyfenolmi na anaeróbny výkon pri cvičení. V štúdii sa podarilo preukázať, že príjem 400 mg mikronizovaných polyfenolov počas 4 týždňov by mohol zvýšiť anaeróbnu kapacitu u mierne trénovaných jedincov s výraznou veľkosťou účinku.



Obr. 2: Rozdiel v priemernom výkone (W) medzi skupinami od východiskového stavu do 4 týždňov užívania mikronizovaných polyfenolov alebo placeba. * rozdiel medzi skupinami štatisticky významný (p<0,001) (upravené podľa van Iersel a kol., 2021).

Okrem toho sa v intervenčnej skupine preukázal významný nárast maximálneho výkonu (W) počas prvých piatich sekúnd cvičenia, ktorý je výrazne vyšší v porovnaní s placebom (**Obr. 3**).



Obr. 3: Rozdiel v 5-sekundovom maximálnom výkone (W) od východiskovej hodnoty po 4 týždňoch denného užívania mikronizovaných polyfenolov alebo placeba (upravené podľa van Iersel a kol., 2021).

Záver

Klinické štúdie zamerané na športový výkon preukázali významné zvýšenie maximálneho a priemerného výkonu pri vysoko intenzívnom aj vytrvalostnom cvičení. Vďaka mikronizácii sa navyše rýchlo vstrebávajú do krvného obehu, čo umožňuje zvýšiť výkon už od začiatku cvičenia až po jeho koniec.

MITOCHONDRIE AKO HNACÍ STROJ BUNKY

Všetky bunky v tele potrebujú energiu na udržanie a rozvoj svojich funkcií. Energia v nich je produkovaná mitochondriami vo forme adenozíntrifosfátu (ATP). Štúdia *in vitro* vykonaná Maastrichtskou univerzitou naznačila schopnosť hesperetínu zvýšiť mitochondriálnu účinnosť pri tvorbe väčšieho množstva ATP (9).

Mikronizované polyfenoly z citrusov zlepšujú mitochondriálnu účinnosť tým, že zabraňujú možnému úniku protónov medzi intermembránovým priestorom a matricou mitochondrií. To prispieva k udržaniu vysokého elektrochemického gradientu a uľahčuje potrebnú recykláciu ADP na ATP v anaeróbnych podmienkach. **Preto môže byť suplementácia mikronizovaných polyfenolov sľubnou stratégiou pre rekreačných a profesionálnych športovcov, ktorí chcú zvýšiť svoju silu a zlepšiť anaeróbny výkon.**

IN VITRO ŠTÚDIA

Úvod

Svalové kmeňové bunky, známe ako satelitné bunky, sa aktivujú v reakcii na intenzívnu fyzickú aktivitu alebo poškodenie svalov. Po aktivácii migrujú ako myoblasty, aby opravili poškodené svalové vlákna. Zatiaľ čo normálne fyziologické hladiny oxidačného stresu sú nevyhnutné pre správnu funkciu kmeňových buniek, nadmerný oxidačný stres môže znížiť ich účinnosť (10). Pri riešení tohto problému môžu pomôcť polyfenolové doplnky znížením oxidačného stresu a podporiť tak opravu svalov.

Metodika

Svalové bunky boli kultivované s hesperetínom, hlavnou aktívnou zložkou mikronizovaných polyfenolov, v prítomnosti aj neprítomnosti oxidačného stresu (indukovaného menadiónom hydrogensíranom sodným).

Výsledky

Hesperetín v bunkách vystavených oxidačnému stresu zvýšil expresiu ťažkého reťazca myozínu o 35% v porovnaní s bunkami vystavenými iba oxidačnému stresu po 5 dňoch. Okrem toho, ošetrenie hesperetínom v bunkách vystavených oxidačnému stresu zvýšilo fúziu buniek v porovnaní s oxidačným stresom samotným aj s kontrolnou skupinou.

Tieto zistenia naznačujú, že hesperetín má potenciál ako výživová stratégia na podporu unavených svalov po náročnom cvičení. Zvýšená expresia ťažkého reťazca myozínu poukazuje na regeneráciu a rast svalového tkaniva, čo pomáha obnoviť silu a funkciu po záťaži alebo zranení.

ČREVNÁ MIKROBIOTA A TRÉNING

Črevná mikrobiota hrá kľúčovú úlohu v ľudskom zdraví. Sedavý spôsob života, zlé stravovacie návyky, ako aj psychofyzické ťažkosti, to všetko súvisí s črevnou dysbiózou (11). Vzhľadom na schopnosť črevnej mikrobioty modulovať patofyziologické procesy sa zistilo, že črevná dysbióza je schopná vyvolať rôzne zdravotné stavy. Z tohto dôvodu sú probiotiká ako modulátory črevnej mikrobioty kľúčovou zložkou, ktorá sa má začleniť do zdravého a aktívneho životného štýlu na posilnenie imunitného systému, zameranie sa na zdravie čriev a funkciu črevnej bariéry, riešenie obezity a metabolických ochorení, duševnú pohodu, antioxidačný stav a v neposlednom rade na zlepšenie fyzického výkonu a regenerácie po tréningu (12 - 15).

Tréning športovcov často zahŕňa nezvyčajné cvičenia, najmä excentrické (brzdiace), ktoré spôsobujú poškodenie svalových vlákien. K poškodeniu dochádza, keď sa aktívny sval násilne predlžuje, čo vedie k mikrotrhlinám a narušeniu svalovej membrány. Počiatočná reakcia vedie k bolesti, opuchu a zníženiu sily, po čom nasleduje se-

kundárna zápalová reakcia nevyhnutná na regeneráciu. Aj keď zápal podporuje adaptáciu svalov na tréning, športovci v náročných tréningových alebo súťažných podmienkach môžu profitovať zo zníženia zápalu a zrýchlenia regenerácie, aby si udržali výkonnosť. Navyše, pravidelný tréning pri vysokej intenzite vedie k rýchlejšej adaptácii a zlepšeniu výkonu.

Randomizovaná, dvojito zaslepená, placebom kontrolovaná štúdia so skríženým dizajnom oddeleným 21-dňovým vymývaním u 15 zdravých mužov skúmala, aké protizápalové účinky má suplementácia probiotických baktérií *Streptococcus (S.) thermophilus* FP4 a *Bifidobacterium (B.) breve* BR03, ktoré boli predtým identifikované ako protizápalové a osídľujú rôzne časti tráviaceho traktu, a ich vplyv na výkonnosť, poškodenie a napätie kostrového svalstva po intenzívnom cvičení.

KLINICKÁ ŠTÚDIA

- 21 dňová
- randomizovaná
- dvojito zaslepená
- skrížený dizajn
- placebom kontrolovaná
- na súbore 15 zdravých mužov trénovaných silovým tréningom

Výsledky naznačujú, že suplementácia probiotickými kmeňmi *S. thermophilus* FP4 a *B. breve* BR03 zmierňuje pokles výkonnosti a svalové napätie v dňoch po silovom tréningu poškodzujúcom svaly.

Metodika

Štúdie sa zúčastnilo 15 zdravých mužov, ktorí pravidelne cvičili silový tréning a predtým dlhodobejšie neužívali žiadne doplnky výživy či protizápalové lieky. Cieľom bolo zistiť, či 21-dňová suplementácia probiotických kmeňov *Streptococcus thermophilus* FP4 a *Bifidobacterium breve* BR03 v koncentrácii 5x10^9 AFU/g z každého kmeňa ovplyvní zápal, bolesť svalov a výkonnosť po cvičení poškodzujúcom svalové vlákna. Štúdia mala tzv. skrížený dizajn – každý účastník absolvoval dve kolá: v jednom užíval probiotiká, v druhom placebo, pričom medzi jednotlivými kolami prebehla 21-dňová prestávka a v každom kole bola testovaná iná ruka. Počas testovania sa merala sila svalov (izometrický výkon), bolesť, rozsah pohybu v lakti, obvod paže a krvné hodnoty zápalových markerov ako IL-6 a kreatínkináza. Účastníci vykonali sériu excentrických (brzdiacich) cvikov na biceps, ktoré sú známe tým, že spôsobujú mikropoškodenie svalov. Merania sa opakovali bezprostredne po cvičení a 24, 48, 72 hodín neskôr. Všetky výsledky boli spracované štatistickými metódami tak, aby sa zohľadnili aj malé rozdiely, ktoré by mohli mať význam pre regeneráciu a športový výkon.

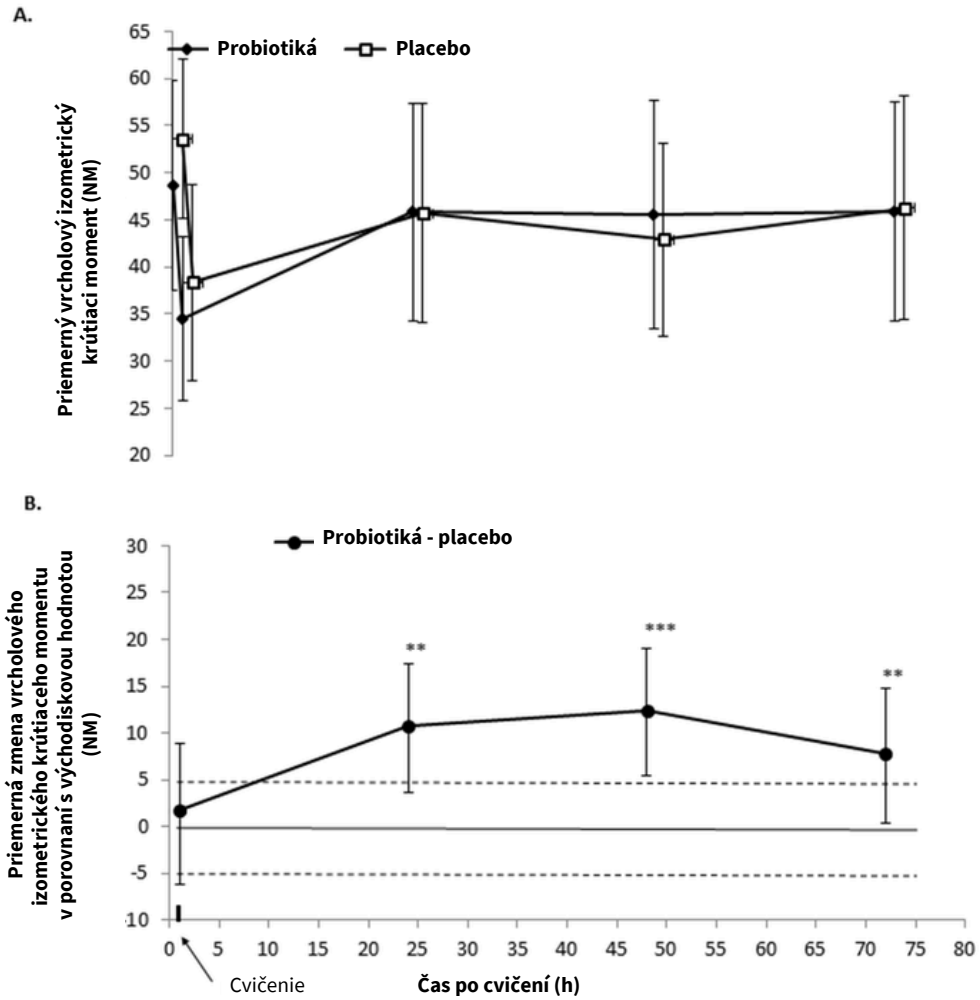
Výsledky

Izometrický vrcholový krútiaci moment (sila)

Po 21-dňovej suplementácii probiotík bola východisková (pred cvičením) sila pravdepodobne o niečo nižšia v porovnaní s placebom (**Obr. 4A**). Po excentrickom cvičení sa v oboch skupinách (intervenčná aj placebo) znížil výkon, čo potvrdilo, že cvičenie spôsobilo poškodenie svalov. Avšak v dňoch po cvičení (24, 48 a 72 hodín) **účastníci, ktorí užívali probiotické kmene, vykazovali vyšší priemerný izometrický vrcholový výkon ako pri užívaní placeba – rozdiel bol najväčší po 48 hodinách (Obr. 4B).**

Hladiny interleukínu-6 (IL-6)

IL-6 je prototypický cytokín na udržanie homeostázy. Keď je homeostáza narušená poškodením tkaniva, IL-6 sa okamžite začne produkovať, čím prispieva k obrane proti vznikajúcemu stresu prostredníctvom aktivácie akútnej fázy a imunitných odpovedí (16).
Po 21-dňovej suplementácii sa hladiny zápalového markera IL-6 v intervenčnej skupine mierne znížili, zatiaľ čo v placebo skupine vzrástli. Porovnanie medzi skupinami ukázalo protizápalový efekt probiotík pred cvičením (pokles IL-6). Tento efekt pretrvával ešte 48 hodín po cvičení, hoci do 72 hodín sa už vytrácal.



Obr. 4: Vplyv 21-dňovej suplementácie probiotikami a placebom na (A) priemerný vrcholový izometrický krútiaci moment pred a počas 72 hodín po excentrickom zaťažení; (B) rozdiel medzi probiotikami a placebom upravený o východiskovú hodnotu (pred excentrickým cvičením). Údaje na grafe A sú surové priemery a štandardné odchýlky. Údaje na grafe B zobrazujú účinok probiotík v porovnaní s placebom vyjadrený ako percento hodnoty placeba, vrátane 90 % intervalov spoľahlivosti, ktoré boli odvodené spätnou transformáciou priemerov z analýzy zmiešaným modelom rozptylu. Horizontálne prerušované čiary predstavujú prah najmenšieho štandardizovaného rozdielu (±4,5 %). Pravdepodobnosť podstatnej zmeny je vyznačená nad grafickým porovnaním ako: ** pravdepodobné, *** veľmi pravdepodobné, porovnania bez hviezdičiek sú nejednoznačné alebo nejasné (upravené podľa Jäger a kol., 2016).

Záver

Suplementácia kmeňov *Bifidobacterium breve* BR03 a *Streptococcus thermophilus* FP4 u zdravých mužov trénovaných silovým tréningom zmiernila pokles výkonnosti a rozsahu pohybu po cvičení, ktoré spôsobuje poškodenie svalov. Okrem toho boli pozorované znížené hladiny zápalového markera IL-6 v pokoji, pričom tento účinok pretrvával ešte 48 hodín po cvičení. Tieto výsledky naznačujú, že špecifické probiotické kmene môžu pomôcť pri regenerácii po náročnom excentrickom tréningu.

Referencie

(1) Knapik JJ., et al. *Prevalence of dietary supplement use by athletes: systematic review and meta-analysis.* Sports Med. 2016;46:103–23.
(2) Cases J., et al. *Supplementation with a polyphenol-rich extract, PerfLoad((R)), improves physical performance during high-intensity exercise: a randomized, double blind.* Nutrients. 2017;9(4):421.
(3) Campbell B., et al. *International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise.* J Int Soc Sports Nutr. 2007;4:–8.
(4) Hargreaves M., et al. *Pre-exercise carbohydrate and fat ingestion: effects on metabolism and performance.* J Sports Sci. 2004;22:31–8.
(5) Overdevest E., et al. *Citrus flavonoid supplementation improves exercise performance in trained athletes.* J Sports Sci Med. 2018;17:24–30.
(6) Bowtell J., Kelly V. *Fruit-derived polyphenol supplementation for athlete recovery and performance.* Sports Med. 2019;49:3–23.
(7) Joshi, Jalay T. *A review on micronization techniques.* J. Pharm. Sci. Technol 3.7; 2011: 651-81.
(8) Gil-Izquierdo, A., et al. *Influence of industrial processing on orange juice flavanone solubility and transformation to chalcones under gastrointestinal conditions.* Journal of agricultural and food chemistry 51.10; 2003: 3024-3028.
(9) Biesemann N., et al. *High throughput screening of mitochondrial bioenergetics in human differentiated myotubes identifies novel enhancers of muscle performance in aged mice.* Scientific Reports. 2018 Jun 20;8(1):9408.
(10) Cuijpers I., et al. *Hesperetin but not ellagic acid increases myosin heavy chain expression and cell fusion in C2C12 myoblasts in the presence of oxidative stress.* Frontiers in nutrition. 2024 (11): 1377071.
(11) Aureli P, et al. *Probiotics and health: an evidence-based review.* Pharmacol Res. 2011 May;63(5):366-76.
(12) Ünsal C, et al. T*he effects of exhaustive swimming and probiotic administration in trained rats: Oxidative balance of selected organs, colon morphology, and contractility.* Physiol Int. 2018 Dec 1;105(4):309-324.
(13) Divella R, et al. *Diet, Probiotics and Physical Activity: The Right Allies for a Healthy Microbiota.* Anticancer Res. 2021 Jun;41(6):2759-2772.
(14) Mogna L, et al. *Assessment of the in vitro inhibitory activity of specific probiotic bacteria against different Escherichia coli strains.* J Clin Gastroenterol. 2012 Oct;46 Suppl:S29-32.
(15) Jäger, R., et al. *Probiotic Streptococcus thermophilus FP4 and Bifidobacterium breve BR03 supplementation attenuates performance and range-of-motion decrements following muscle damaging exercise.* Nutrients. 2016 8(10), 642.
(16) Tanaka, T., et al. *Interleukin (IL-6) immunotherapy.* Cold Spring Harbor perspectives in biology. 2018 10(8), a028456.