

ObezitaEDUC 2015

Projekt Obezitologickej sekcie Slovenskej diabetologickej spoločnosti a časopisu Via Practica

Hlavný odborný garant a koordinátor projektu:

MUDr. Ľubomíra Fábryová, PhD.

predsedníčka Obezitologickej sekcie SDS



Motivujme pacientov k pohybu: Význam pohybovej aktivity pre zdravie, prevenciu a liečbu obezity

MUDr. Barbara Ukropcová, PhD.^{1,2}, Mgr. Milan Sedliak, PhD.³, Mgr. Jozef Ukropec, PhD.¹

¹Ústav experimentálnej endokrinológie SAV, Bratislava

²Ústav patologickej fyziológie, Lekárska fakulta UK, Bratislava

³Fakulta telesnej výchovy a športu UK, Bratislava

Pohyb, jeden zo základných prejavov života, je nástrojom na zabezpečovanie základných životných potrieb a prostriedkom adaptácie na stále sa meniace podmienky. Kostrové svalstvo, orgán pohybu, je najväčším orgánom v ľudskom tele: za fyziologických okolností predstavujú svaly 30 – 40 % telesnej hmotnosti. Kde je problém? Vďaka technickému pokroku a túžbe oslobodiť sa od fyzicky namáhavej práce *Homo sapiens* efektívne minimalizoval svoju pohybovú aktivitu. Dôsledky? Sedavý spôsob života má na zdravie človeka veľmi negatívny vplyv; nielenže významne prispieva k pandémie obezity, ale je katalyzátorom vzniku s obezitou spojených ochorení ako diabetes 2. typu, srdcovocievne, neurodegeneratívne či niektoré onkologické ochorenia. Z rozsiahlych epidemiologických aj intervenčných štúdií je zrejmé, že pravidelná fyzická aktivita je efektívna nielen z hľadiska prevencie a liečby obezity, ale aj pri znižovaní závažných zdravotných rizík, ktoré sa s obezitou spájajú. Cieľom tejto práce je poukázať na mechanizmy cvičením-indukovanej adaptačnej odpovede a benefičných účinkov pravidelného cvičenia na zdravie, ako aj na vzťah medzi obezitou, fyzickou aktivitou a zdatnosťou.

Kľúčové slová: cvičenie a obezita, fyzická aktivita, kostrové svalstvo, fyzická zdatnosť, telesné zloženie.

Let`s motivate patients to move: The importance of physical activity for health, prevention and treatment of obesity

Motion, one of the basic attributes of life, is instrumental for fulfilling the basic vital needs as well as a means of adaptation to the ever-changing environment. Skeletal muscle, the organ of motion, is the largest organ in human body: under physiological circumstances, muscles represent 30-40 % of body weight. The problem is that thanks to the technical progress and the omnipresent desire to set ourselves free from the physically demanding work, *Homo sapiens* finally succeeded in efficiently minimizing his/her physical activity. Consequences? A sedentary way of life has a very negative impact on health; not only it significantly contributes to the pandemy of obesity but it accelerates the onset of obesity-associated diseases such as type 2 diabetes, cardiovascular, neurodegenerative or specific oncologic diseases. The large epidemiological as well as intervention trials unanimously show that regular physical activity is a very effective physiological tool in the prevention and treatment of obesity and obesity-associated health risks. The aim of this work is to describe mechanisms related to the exercise-induced adaptive response and to point at the relationships between obesity, physical activity & fitness.

Key words: exercise and obesity, physical activity, skeletal muscle, physical fitness, body composition.

Via pract., 2015, 12(4): 146–150

Existuje množstvo presvedčivých dôkazov o tom, že nedostatok fyzickej aktivity je jedným z hlavných rizikových faktorov chronických metabolických, kardiovaskulárnych, neurodegeneratívnych či niektorých onkologických ochorení. Zistilo sa, že globálne je nedostatok fyzickej aktivity zodpovedný

za 6 – 10 % úmrtí v dôsledku chronických ochorení a predpokladá sa, že zvýšením pohybovej aktivity je možné predísť až 5,3 miliónom úmrtí za rok (1). Na porovnanie, elimináciou fajčenia, ktoré sa považuje za hlavný nezávislý rizikový faktor mortality, možno celosvetovo predísť asi 5 miliónom úmrtí ročne (2).

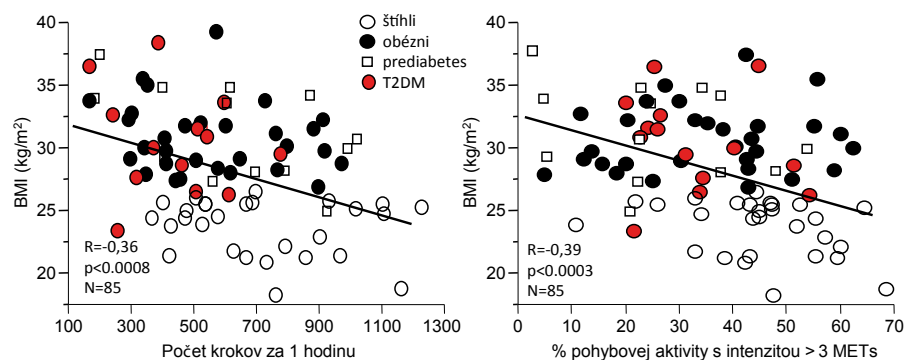
Je preto alarmujúce, že väčšina svetovej populácie nemá vo svojom každodennom živote potrebnú dávku pohybu. Nedostatkem pohybu trpia až dve tretiny Slovákov (3) a podobná situácia je aj v USA, Veľkej Británii či v iných industrializovaných krajinách. Dramatický pokles fyzickej aktivity a zvýšenie

prevalencie chronických neprenosných ochorení prináša obrovskú ekonomickú, sociálnu a zdravotnú záťaž. Niektorí odborníci preto považujú nedostatok pohybovej aktivity za najväčší zdravotnícky problém 21. storočia (4). **Existuje kauzálny vzťah medzi fyzickou zdatnosťou, fyzickou aktivitou (FA) a mortalitou: nedostatok aktivity a nízka zdatnosť patria k nezávislým prediktorm morbidity a mortality**, s priamym negatívnym vplyvom na kvalitu života (5, 6). Naopak, množstvo longitudinálnych epidemiologických aj intervenčných štúdií poukazuje na kardiorespiračnú zdatnosť ako na vynikajúci korelát fyzickej aktivity a zdravia. Pozoruhodné je, že už minimálna odporúčaná dávka stredne intenzívnej FA (30 minút aspoň 5 dní v týždni) sa spája s 20 – 30 % redukcii rizika celkovej mortality. Alternatívou minimálnej odporúčanej dávky je **50 minút FA so strednou intenzitou 3 x do týždňa alebo 75 minút FA s vysokou intenzitou/týždeň**, resp. kombinácia stredne a vysokointenzívnej aktivity (7). Príliš všeobecné odporúčania bez adekvátnej edukácie pacienta, diagnostiky, návrhnutia konkrétneho programu vhodnej fyzickej aktivity a priebežného sledovania jeho účinkov však veľmi často nie sú efektívne.

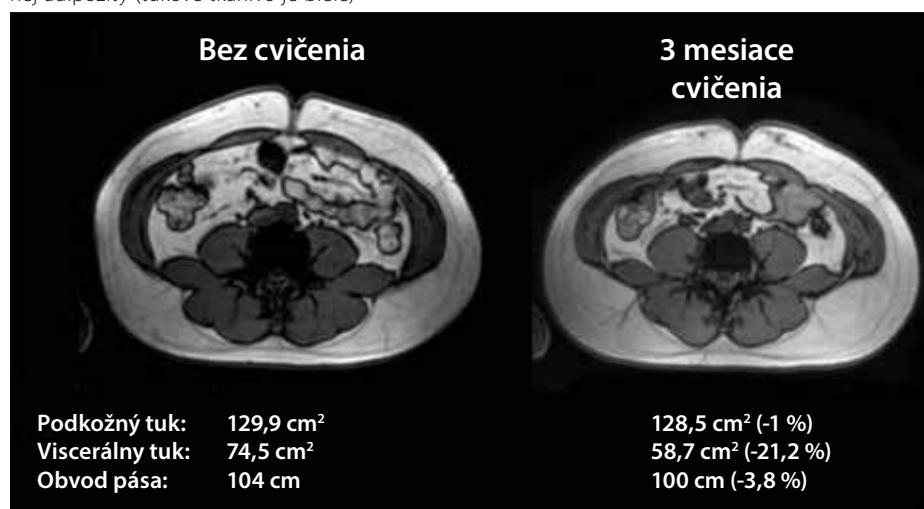
Terminológia

Fyzická aktivita je súčtom cieľenej pohybovej aktivity (šport, cvičenie) a tzv. **NEAT** (non-exercise activity thermogenesis), ktorá zahŕňa fyzickú aktivitu spojenú so zamestnaním, prácou v domácnosti či v záhrade a dokonca aj mimovoľnú pohybovú aktivitu („fidgeting“). Výdaj energie prostredníctvom NEAT nie je vôbec zanedbateľný, môže totiž predstavovať až **2 000 kcal denne** (8), a má teda šancu byť významnou zložkou energetického výdaja ako aj potenciálne efektívnym nástrojom na jeho zvýšenie. Kým u sedavého človeka predstavuje energetický výdaj spojený s fyzickou aktivitou okolo 25 % celkového výdaja energie za 24 h, u športovca resp. u fyzicky pracujúceho človeka to môže byť aj viac ako 50 %. Vzhľadom na vysokú frekvenciu sedavého zamestnania nadobúda v súčasnosti cieľená fyzická aktivita obrovský význam pre udržanie zdravia. Veľký význam má **cvičenie**, teda štruktúrovaná fyzická aktivita, ktorá v prípade, že sa realizuje pravidelne v rámci dlhšieho obdobia, vedie k postupnému zlepšovaniu externých ukazovateľov zdatnosti, fyzického výkonu, zdravia a kvality života. Charakter cvičenia (typy pohybovej aktivity alebo ich kombinácie, intenzitu, frekvenciu a trvanie) definuje lekár-špecialista v spolupráci s telovýchovným lekárom alebo odborníkom v oblasti fyziológie cvičenia tak, aby zohľadnili možnosti, schopnosti a zdravotný stav pacienta a zaistili účinnosť intervencie vzhľadom na definované ciele (zlepšenie proprio-

Obrázok 1. Vzťah indexu telesnej hmotnosti (BMI) k bežnej pohybovej aktivite. Pohybová aktivita bola monitorovaná počas dňa pomocou akcelerometrov. Percento pohybovej aktivity s intenzitou > 3 MET predstavuje proporciu dynamickej aktivity s energetickým výdajom presahujúcim 3-násobok pokojového výdaja energie (Ukropcová, Ukropec a kol., nepublikované dáta)



Obrázok 2. Účinok 3-mesačného cvičenia na abdominálnu adipozitu – evidentný pokles viscerálnej adipozity (tukové tkanivo je biele)



Prierez brušnej dutiny na úrovni L4-5, u muža v strednom veku pred a po 3-mesačnej intervencii s cvičením (1.5T Symphony Siemens) (Ukropcová, Belan a kol. nepublikované výsledky).

ceptívnych, motorických, silových, vytrvalostných schopností či zlepšenie ukazovateľov metabolického a kardiovaskulárneho zdravia). **Obezita**, dôsledok chronickej nerovnováhy medzi príjmom a výdajom energie, sa logicky spája nielen s vyšším kalorickým príjmom, ale aj s nedostatkom fyzickej aktivity. Treba si uvedomiť značný kumulatívny potenciál pozitívnej energetickej bilancie: prebytočných 10 kcal/deň znamená zvýšenie hmotnosti asi o 0,5 kg za rok, čo je priemerný ročný prírastok hmotnosti u dospelého človeka v modernej spoločnosti. K pozitívnej energetickej bilancii prispieva aj **sedavosť**, definovaná ako čas strávený v pokoji, pričom jedinec urobí menej ako 5 000 krokov denne. Sedavosť je pozitívne asociovaná s časom stráveným pred obrazovkou TV či počítača. Je alarmujúce, že v mnohých vyspelých krajinách deti v súčasnosti trávia pred nejakým typom obrazovky v priemere až 6 (!) hodín denne. V našej nedávno ukončenej štúdií sme ukázali, že objem (počet krokov) i dynamika (energetická náročnosť) pohybovej aktivity v každodennom živote sú negatívne asociované s obezitou (BMI) (obrázok 1).

Platí teda, že čím menej energie na pohyb vynaložíme, tým je naše BMI a riziko diabetu 2. typu vyššie, a to už vo veku 40 – 50 rokov.

Intenzitu pohybovej aktivity definuje tzv. **metabolický ekvivalent (MET)** – násobok pokojového výdaja energie. Orientačne možno odhad pokojového výdaja energie získať tak, že jeho empiricky zistenú hodnotu, ktorá je u dospelého človeka asi **1 kcal na kg telesnej hmotnosti za hodinu, vynásobíme telesnou hmotnosťou**. Takže človek s hmotnosťou 70 kg bude mať pokojový výdaj energie orientačne 1 680 kcal/24 hodín, a pri 30-minútovom behu, ktorý má intenzitu 8 MET (8-násobok bazálneho výdaja energie) (tabuľka 1) spáli asi 280 kcal.

Intenzitu fyzickej aktivity možno definovať aj **percentom maximálnej tepovej frekvencie** (% TF max), pričom hodnotu maximálnej tepovej frekvencie môžeme stanoviť pri záťažovom teste (ergometria) alebo orientačne vypočítať podľa vzorca (muži: TF max = 220 – vek; ženy: TF max = 226 – vek). **Fyzická zdatnosť**

Tabuľka 1. Klasifikácia fyzickej aktivity z hľadiska intenzity a energetickej náročnosti

Aktivita	Intenzita	Príklad aktivity
Lahká aktivita	< 3 MET	práca v záhrade
Stredne intenzívna aktivita	3 – 6 MET	rýchla chôdza
Intenzívna aktivita	6 – 8 MET	bicyklovanie, plávanie
Veľmi intenzívna aktivita	8 MET	beh, tanec, veslovanie

Tabuľka 2. Biologické parametre fyzickej zdatnosti

Morfologické parametre	Motorické parametre
<ul style="list-style-type: none"> ■ Telesná výška a hmotnosť ■ Telesné zloženie ■ Distribúcia podkožného tuku ■ Množstvo viscerálneho tuku ■ Kostná densita ■ Flexibilita 	<ul style="list-style-type: none"> Agilita Rovnováha Koordinácia Rýchlosť pohybu
Kardiorespiračné parametre	Metabolické parametre
<ul style="list-style-type: none"> ■ Submaximálna kapacita pre cvičenie ■ Maximálna aeróbna kapacita ■ Kardiálne funkcie ■ Plúcne funkcie ■ Tlak krvi 	<ul style="list-style-type: none"> Glykémia nalačno, glukózová tolerancia Inzulínová senzitivita Zápalové markery Lipidový profil Preferencia metabolických substrátov
Muskulárne parametre	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Svalová sila ■ Vytrvalosť ■ Silový gradient ■ Výkon 	

potrebná na udržanie zdravia sa definuje ako schopnosť vykonávať bežnú dennú aktivitu bez pocitov neprimeranej únavy, ktorá vyžaduje veľku a pohľaviu primerané silové a vytrvalostné schopnosti, asociované s nízkym rizikom vzniku chronických ochorení či predčasnej smrti (9). Biologické parametre fyzickej zdatnosti sú uvedené v tabuľke 2 (adaptované podľa 9, 10). Zvýraznené sú parametre, ktoré sú v praxi relatívne ľahko merateľné a využiteľné na diagnostiku či na sledovanie efektivity zvýšenia fyzickej aktivity alebo konkrétneho tréningového programu. V praxi je najčastejším korelátom fyzickej zdatnosti **maximálna aeróbna kapacita** (VO_{2max}).

Mechanismy benefičných účinkov cvičenia a adaptácie na cvičenie

Mnohé benefičné účinky fyzickej aktivity na zdravie súvisia s **redukciou viscerálneho tukového tkaniva** ako aj so znížením **akumulácie ektopického tuku v orgánoch a tkanivách**, ktoré na jeho uskladnenie nie sú dizajnované. **Lipotoxicita** (doslova „toxické“ účinky medziproduktov lipidového metabolizmu, ku ktorým patrí inzulínová rezistencia, apoptóza či chronický subklinický zápal) spojená s ektopickým ukladaním tuku a viscerálnou adipozitou, zohráva významnú úlohu v patogeneze diabetu 2. typu, kardiomyopatii či nealkoholovej tukovej choroby pečene (NAFLD) a jej prejavy pozorujeme aj pri starnutí. Redukcia viscerálnej adipozity sa spája s redukciou lipotoxicity, chronického systémového zápalu a so zlepšením inzulínovej senzitivity. Dobrým markerom na sledovanie dynamiky viscerálnej obezity je **obvod**

pása, pričom cvičenie strednej intenzity v dávke 60 minút denne vedie (pri nezmenenom energetickom príjme) k redukcii obvodu pásu o asi 0,5 cm za týždeň. Po 3 – 4 mesiacoch pravidelnej aktivity sa obvod pásu môže znížiť aj o viac ako 5 cm, a to nezávisle od veku či pohlavia. V našej štúdii sme po 3 mesiacoch cvičenia (3 x 1 hodina týždenne) pozorovali zníženie obvodu pásu o 3,5 – 6,0 cm a redukciu viscerálnej adipozity (obrázok 2).

Na tkanivovej/bunkovej úrovni cvičenie stimuluje vychytávanie glukózy v kostrovom svali (11), novotvorbu mitochondrií a oxidačnú kapacitu kostrového svalu, inzulínovú senzitivitu ako aj biologickú funkciu mnohých ďalších hormónov (leptín, inkretíny, myokíny).

Medziorgánová komunikácia pri cvičení

Cvičenie je intenzívny fyziologický stimul pre prakticky každú bunku, tkanivo či orgán v ľudskom tele. Adaptácia na cvičenie sa preto nedá chápať izolovane z hľadiska niektorých kľúčových orgánov, ale je dôležité hľadať integrujúce faktory, ktoré harmonizujú odpoveď na cvičenie na úrovni celého organizmu (obrázok 3). Cieľom práce mnohých laboratórií, vrátane nášho, je preto študovať integračné mechanizmy adaptačnej odpovede ľudského organizmu na cvičenie (12, 13).

Už v 60-tych rokoch minulého storočia Goldstein predpokladal existenciu cirkulujúceho faktora, ktorý sa uvoľňuje z kostrového svalu pri cvičení a sprostredkuje reguláciu metabolizmu glukózy (14). Dnes už vieme, že kostrový sval ale aj tukové tkanivo uvoľňujú pri cvičení do cirkulácie celé spektrum

bioaktívnych molekúl s auto-, para- či endokrinnou aktivitou (15). Patrí k nim napríklad interleukín-6 (modulácia metabolizmu glukózy a lipidov) (15), meteorin-like (hnednutie a metabolická aktivácia bieleho tukového tkaniva) (16), kyselina kynurenová (CNS; modulácia depresívnej symptomatológie) (17) či SPARC (secreted protein acidic and rich in cysteine; protekcia pred vznikom karcinómu hrubého čreva stimuláciou apoptózy) (18). Identifikácia bioaktívnych molekúl zabezpečujúcich remodeláciu tkanív v rámci adaptácie na zvýšené metabolické a mechanické nároky by mohla pomôcť pri diagnostike funkčného stavu, dizajnovaní tréningového programu, ako aj pri sledovaní jeho efektivity. V rámci nedávno publikovanej klinickej štúdie sa špecifické zmeny biomarkerov/metabolitov v plazme obéznych žien, navodené vysokointenzívnym intervalovým tréningom, úspešne použili na predikciu tréningom navodených zmien v metabolizme glukózy (19). Personalizovaná metabolomika tiež ukázala, že tréningom navodené zvýšenie L-karnitínu a pokles disulfidov glutationyl-L-cysteínu naznačujú zlepšenie oxidatívneho metabolizmu vo svali a zvýšenie antioxidačnej kapacity organizmu (20). Vzhľadom na variabilitu individuálnej odpovede na cvičenie je potrebné ďalej hľadať prognostické markery, ktoré by dokázali predpovedať špecifickú odpoveď jedinca na konkrétny tréningový program. Takéto markery by nám na základe odpovede organizmu vočasnej fáze tréningového programu umožnili modifikovať tréning tak, aby sa maximalizoval terapeutický potenciál cvičenia u konkrétneho jedinca.

Vzťah fyzickej zdatnosti, fyzickej aktivity a obezity

V longitudinálnych štúdiách sa pozorovala negatívna asociácia medzi fyzickou zdatnosťou, aktivitou a adipozitou. Ukázalo sa, že nízka voľnočasová aktivita zvyšuje riziko obezity 3-krát u mužov a skoro 4-krát u žien. **Metabolicky zdraví obézni** ľudia sú spravidla fyzicky zdatnejší ako jedinci s porovnateľným BMI a prítomnosťou metabolickej poruchy a mnoho štúdií potvrdzuje platnosť zistenia Stevena Blaira, že je lepšie byť „fit and fat“ ako „unfit and unfat“, teda „je lepšie byť zdatný a tučný, ako málo zdatný a chudý“, ktorá bola formulovaná na základe výsledkov veľkej prospektívnej longitudinálnej štúdie „Aerobic Centre Longitudinal Study“ (21). Dôležitou otázkou teda je, či sa má lekár **zameriavať na redukciu hmotnosti, alebo či by k primárnym cieľom nemalo patriť zvýšenie fyzickej zdatnosti**. Vieme, že už marginálna redukcia hmotnosti (5 %) prináša zdravotné benefity, a navyše je **jednoduchšie zmeniť pohybové návyky človeka, ako jeho telesnú hmotnosť**. V známej americkej štúdii Program na prevenciu diabetu (Diabetes

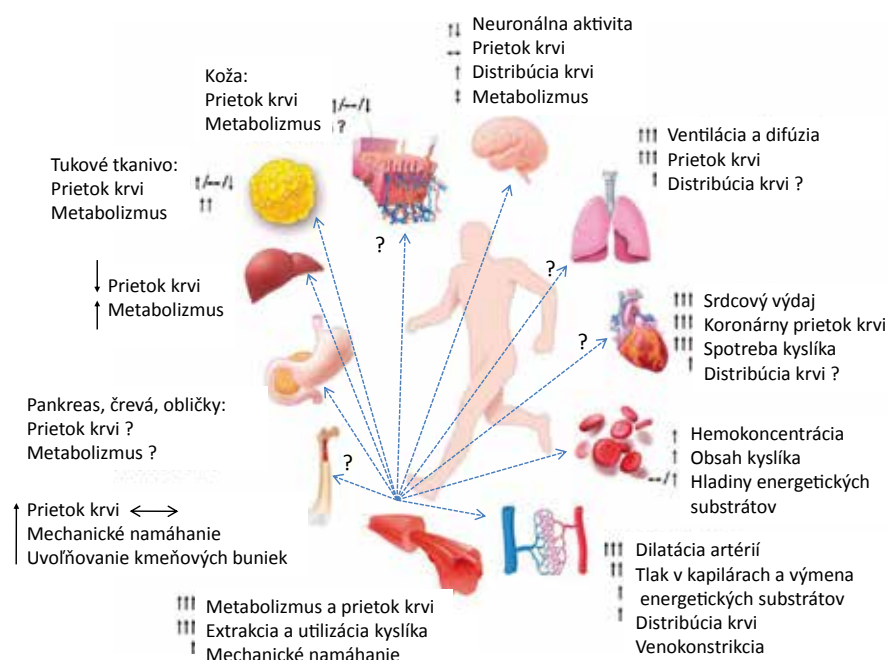
Prevention Program) bola adherencia k pravidelnej pohybovej aktivite vyššia ako redukcia hmotnosti (22). Pravidelné cvičenie môže pozitívne ovplyvniť telesné zloženie, metabolizmus, štruktúru a funkciu tukového tkaniva, kostrového svalstva, B buniek pankreasu a ďalších tkanív, a to aj pri minimálnej redukcii či dokonca bez zmeny telesnej hmotnosti. Tieto účinky súvisia so znížením abdominálnej adipozity a ektopickej akumulácie lipidov v netukových orgánoch a tkanivách, s následným poklesom lipotoxicity a chronického zápalu (23). Veľké epidemiologické štúdie u dospelých s nadhmotnosťou a obezitou poukazujú na pokles rizika mortality u fyzicky aktívnejších jedincov. V populácii 120 000 žien, ktoré boli sledované počas 24 rokov, sa sledoval vplyv fyzickej aktivity a BMI na mortalitu (24). Index telesnej hmotnosti bol síce významnejším prediktorom mortality ako fyzická aktivita, avšak **vyššia fyzická aktivita mala benefičné účinky vo všetkých kategóriách BMI**. Sui a spol. sledovali počas 12 rokov 2 603 postmenopauzálnych žien vo veku 60 a viac rokov. Mortalita klesala postupne s narastajúcou fyzickou zdatnosťou, a to nezávisle od obezity (25).

Dospelí s vyššou fyzickou zdatnosťou majú menší obvod pásu a menej viscerálneho i subkutánneho tuku v porovnaní so sedavými jedincami rovnakého veku, pohlavia a s porovnateľným BMI. Toto pozorovanie platí pre široký interval BMI medzi 18 – 35 kg/m². Podobne aj 3 až 4-mesačné tréningové štúdie zaznamenali signifikantný pokles obvodu pásu ako aj množstva subkutánneho a najmä viscerálneho tuku u obeznych mužov a žien bez sprievodnej zmeny telesnej hmotnosti. Tieto zistenia môžu mať veľkú informačnú hodnotu pre tých, ktorí sa snažia schudnúť aj pomocou cvičenia, a môžu byť pomalým poklesom hmotnosti prípadne jeho absenciou demotivovaní. Zároveň podčiarkujú význam **sledovania účinkov cvičenia** nielen na telesnú hmotnosť, ale aj **na obvod pásu a na telesné zloženie** (bioimpedancia), pretože nie je dôležité sústrediť sa len na redukciu tukového tkaniva, ale potešiť sa aj **zo zvýšenia objemu netukovej telesnej hmoty** (korelát svalstva). Na význam zachovania istého objemu kostrového svalstva vo vyššom veku poukazuje fakt, že vyšší podiel **svalovej hmoty** je významným **prediktorom nižšej mortality u seniorov** vo veku > 80 rokov. Ešte lepším **prediktorom zníženej mortality je svalová sila**, a to bez ohľadu na BMI (26).

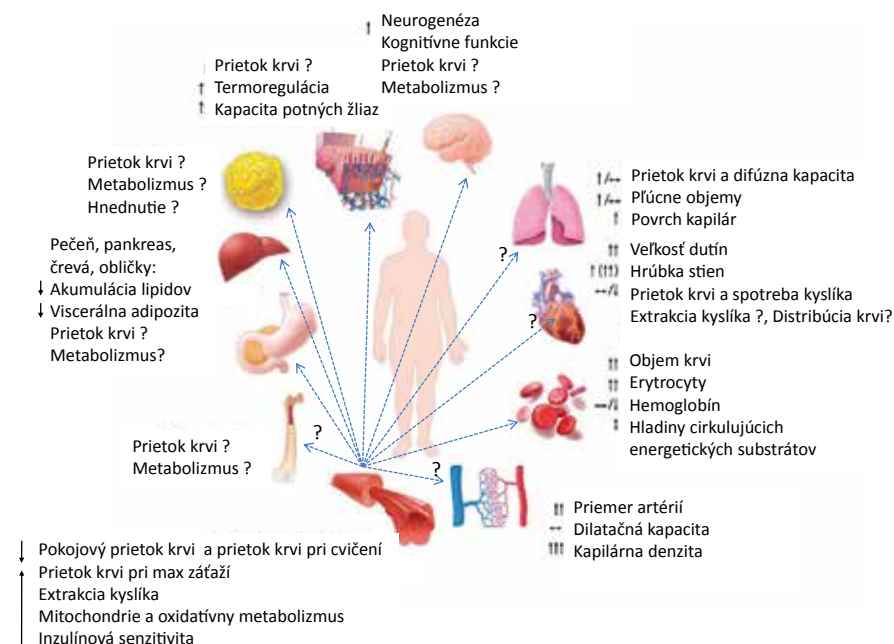
Úloha fyzickej aktivity v prevencii a liečbe nadhmotnosti a obezity

Pravidelné cvičenie je neodmysliteľnou súčasťou programov na redukciu hmotnosti. Esenciálna je pritom negatívna energetická bilancia, pričom dávka fyzickej aktivity (celkový objem a intenzita) je priamo asociovaná s mierou chud-

Obrázok 3 a. Akútne účinky aeróbného cvičenia na vybrané orgány a tkanivá. Kostrový sval ako zdroj mediátorov podieľajúcich sa na adaptácii na akútnu fyzickú záťaž



Obrázok 3 b. Vplyv pravidelného aeróbného cvičenia na vybrané orgány a tkanivá. Kostrový sval, zdroj bioaktívnych molekúl, je súčasťou integrovanej adaptačnej odpovede na cvičenie



nutia. V súčasnosti **odporúčaná dávka fyzickej aktivity (FA) 30 minút stredne intenzívnej FA väčšinu (aspoň 5) dní v týždni** má jednoznačné benefity pre zdravie, aj keď zvyčajne nepredstavuje dostatočnú prevenciu proti zvyšovaniu hmotnosti v súvislosti so starnutím. Americké kolégium športovej medicíny (ACSM) odporúča pri chudnutí **cvičenie v dávke 200 – 300 minút za týždeň, čo predstavuje spotrebu asi 2000 kcal pri fyzickej aktivite/týždeň** (napr. 60 min cvičenia strednej intenzity, 4-krát/týždeň). Mieru individuálnej fyzickej aktivity charakterizuje aj

parameter **PAL (Physical Activity Level, úroveň fyzickej aktivity): pomer celkového a pokojového energetického výdaja. Odporúčaná hodnota PAL 1,7 – 1,8** (aktívny životný štýl) je zároveň **prevenciou s vekom asociovaného nárastu hmotnosti**. Aktívny človek s hmotnosťou 70 kg a hodnotou PAL 1,7 – 1,8 môže napríklad denne stráviť 3 hodiny rýchlou chôdzou (rýchlosť 4,8 – 6,4 km/hod; ~15 – 18 km denne), alebo bude počas dňa 60 minút intenzívne chodiť (6 km/h, 4 – 5 MET, 250 kcal), 50 minút bicyklovať (~25 km/h, 6 – 7 MET, 290 kcal) a 40 minút

hrať tenis (8 – 9 MET, 300 kCal). Existuje však značná interindividuálna variabilita v objeme aktivity potrebnej na prevenciu zvyšovania hmotnosti, v rozmedzí od 30 minút do 120 minút/deň, ktorá nezávisí len od intenzity pohybu. Treba napríklad rátať s vyššími dávkami FA na udržanie stabilnej telesnej hmotnosti po schudnutí. Problémom sú často **nerrealistické očakávania rýchlej redukcie hmotnosti a udržanie motivácie** počas dostatočne dlhého obdobia, nevyhnutného na dosiahnutie viditeľnej/merateľnej zmeny. **Edukácia a poukazovanie na iné zdravotné benefity** asociované s cvičením (zmena telesného zloženia: pokles tukovej a nárast netukovej telesnej hmoty, pokles obvodu pásu, priaznivá zmena parametrov v cirkulácii: lipidového profilu či glykémie) má potenciál zvýšiť šance u menej rezpozívnych jedincov. Najlepšie výsledky s klinicky relevantnou redukciami hmotnosti (minimálne 5 %) sa dajú očakávať pri **kombinácii kalorickej reštrikcie a cvičenia** (27). Samostatné programy s cvičením majú síce potenciál pozitívne ovplyvniť telesné zloženie a fyzickú zdatnosť, avšak veľmi často nevedú k výraznejšej redukcii hmotnosti (12, 27). Veľmi dôležitá je však úloha cvičenia pri udržaní optimálnej hmotnosti resp. jeho benefičné účinky na telesné zloženie, fyzickú zdatnosť, metabolické a ďalšie parametre zlepšujúce kvalitu života. Treba zdôrazniť, že kalorická reštrikcia sama osebe nezvyšuje fyzickú zdatnosť a redukcia tukovej hmoty je nižšia ako pri kombinácii reštrikcie s cvičením. Kombinované aeróbno-silové programy majú pritom podľa niektorých štúdií väčší potenciál pozitívne ovplyvniť metabolické parametre ako napríklad glykemickú kontrolu v porovnaní s výlučne aeróbnym programom (28).

Typy cvičenia

Podľa aktivácie metabolických dráh rozlišujeme dva základné typy cvičenia: **aeróbne, vytrvalostné cvičenie** (zvyšovanie kardiorepiračnej zdatnosti) a **anaeróbne cvičenie** (zvyšovanie rýchlosti pohybu a/alebo svalovej sily), ktoré využívajú dva principiálne odlišné mechanizmy získavania energie: oxidatívny a glykolytický metabolizmus. Aeróbne a anaeróbne cvičenie vedú k špecifickým adaptačným zmenám, na druhej strane však obidva typy cvičenia stimulujú tvorbu a funkciu mitochondrií a zlepšujú glykemickú kontrolu (29). K špecifickým doplnkovým typom fyzickej aktivity patrí **strečing**, zameraný na zvyšovanie flexibility a rozsahu pohybov ako aj **koordinačné cvičenia**, ktoré zlepšujú koordináciu pohybov a rovnováhu a znižujú riziko pádu najmä u starších pacientov. Okrem konvenčných

časovo náročnejších spôsobov cvičenia možno využiť **vysokointenzívny intervalový tréning** (HIIT, High Intensity Interval Training), pri ktorom sa v rýchlom časovom slede opakujú krátko trvajúce intervaly intenzívneho cvičenia, napríklad šprinty alebo rýchla chôdza do schodov (30, 31). HIIT pozitívne ovplyvňuje glykemickú kontrolu u pacientov s metabolickým ochorením, endotelovú funkciu a podľa niektorých štúdií dokonca zvyšuje aeróbnu zdatnosť, a to porovnateľne s klasickým aeróbnym tréningom. Ďalším zaujímavým konceptom je **„exercise snacking“**, krátke intenzívne intervalové cvičenie pred jedlom, ktoré zlepšuje postprandiálnu aj 24-hodinovú glykemickú kontrolu u jedincov s inzulínovou rezistenciou (32). **Silové cvičenie** zvyšuje svalovú hmotu a silu ako aj rýchlosť svalovej kontrakcie a rovnováhu, dôležité parametre pre kvalitu života seniorov progresívne strácajúcej svalovú hmotu, a to alarmujúcou rýchlosťou 2 % za rok po 65. roku života (33). Tento typ cvičenia je odporúčanou efektívnou prevenciou so starnutím spojených sarkopénie, osteopénie/osteoporózy, metabolickej dysfunkcie ale aj úrazov v dôsledku pádov. Treba zdôrazniť, že existujú rôzne typy silového tréningu, keď manipuláciou odporu, trvania kontrakcie, jej rýchlosti, počtom opakovaní a/alebo intervalmi odpočinku dokážeme viac-menej selektívne stimulovať adaptáciu na úrovni hypertrofie (rastu svalovej hmoty), maximálnej sily, výbušnej sily alebo ich kombinácií. Silové cvičenie je súčasťou tréningových programov pre seniorov, ktoré v spolupráci s tímom z FTVŠ UK využívame v našich klinických štúdiách (12, 13) a je efektívne aj u pacientov s rôznymi chronickými ochoreniami, ktoré sa spájajú so stratou svalovej hmoty. **Rýchlosť, sila a vytrvalosť sú modality rovnako dôležité** pre výkonnostný šport, ako aj **pre zlepšenie zdravia či kvality života obéznych, seniorov alebo chronicky chorých**.

Zhrnutie a záver

Vzhľadom na jednoznačný význam fyzickej zdatnosti pre zdravie je dôležité, aby odborná i široká laická verejnosť prijala fakt, že **pravidelné cvičenie je esenciálne z hľadiska udržania zdravia** a optimálnej hmotnosti. **Výskum** v tejto oblasti by mal umožniť integráciu fyziologických a molekulárne biologických poznatkov s cieľom posúdiť funkčný stav organizmu a vplyv konkrétneho typu cvičenia na priebeh a prognózu špecifických ochorení. Stanovenie hladín konkrétnych **molekulárnych biomarkerov, ktoré sa definovaným spôsobom menia pri cvičení**, umožní priamo kvantifikovať odpoveď organizmu na cvičenie.

Literatúra

- Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. *Lancet* 2012;380: 219–29.
- Kontis V, Mathers CD, Rehm J, Stevens GA, Shield KD, et al. *Lancet* 2014;384:427–37.
- Jurkovicova J. *Univerzita Komenského v Bratislave* 2015.
- Blair SN, Morris JN. *Ann Epidemiol*. 2009;19:253–6.
- Laukkanen JA, Lakka TA, Rauramaa R, Kuhanen R, Venalainen JM, et al. *Arch Intern Med*. 2001;161: 825–31.
- Farrell SW, Finley CE, Radford NB, Haskell WL. *Circ Heart Fail*. 2003;6:898–905.
- WHO. 2010.
- Villablanca PA, Alegria JR, Mookadam F, Holmes DR, Jr., Wright RS, Levine JA. *Mayo Clin Proc*. 2015;90:509–19.
- Ukropcova B, Ukropec J. In: Krahulec B, Fabryova L, Holeczy P, Klimes I (eds.). *Klinická obezitológia*. Brno: Facta Medica 2013.
- Shephard RJ, Bouchard C. *Can J Appl Physiol*. 1994;19:200–14.
- Holloszy JO. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2003;284: E453–67.
- Kurdiova T, Balaz M, Vician M, Maderova D, Vlcek M, et al. *J Physiol*. 2014;592:1091–107.
- Ukropcova B, Slobodova L, Vajda M, Krumpolec P, Tirpakova V, et al. *Alzheimers Association International Congress, 18-22 July 2015, Washington DC, USA*.
- Goldstein MS. *Diabetes*. 1961;10: 232–4.
- Pedersen BK, Febbraio MA. *Nat Rev Endocrinol*. 2012;8:457–65.
- Rao RR, Long JZ, White JP, Svensson KJ, Lou J, et al. *Cell*. 2014;157:1279–91.
- Agudelo LZ, Femenia T, Orhan F, Porsmyr-Palmertz M, Gojny M, et al. *Cell*. 2014;159: 33–45.
- Aoi W, Naito Y, Takagi T, Tanimura Y, Takanami Y, et al. *Gut*. 2013;62:882–9.
- Kuehnbaum NL, Gillen JB, Gibala MJ, Britz-McKibbin P. *Sci Rep*. 2014;4:6166.
- Kuehnbaum NL, Gillen JB, Kormendi A, Lam KP, DiBattista A, et al. *Electrophoresis*. 2015 (E-pub ahead of print)
- Barry VW, Baruth M, Beets MW, Durstine JL, Liu J, Blair SN. *Prog Cardiovasc Dis*. 2014;56: 382–90.
- Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, et al. *N Engl J Med*. 2002;346:393–403.
- Ukropec J, Ukropcova B, Kurdiova T, Gasperikova D, Klimes I. *Arch Physiol Biochem*. 2008;114:357–68.
- Hu FB, Sigal RJ, Rich-Edwards JW, Colditz GA, Solomon CG, et al. *JAMA*. 1999;282: 1433–9.
- Sui X, LaMonte MJ, Laditka JN, Hardin JW, Chase N, et al. *JAMA*. 2007;298:2507–16.
- Rantanen T, Harris T, Leveille SG, Visser M, Foley D, et al. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000;55:M168–73
- Swift DL, Johannsen NM, Lavie CJ, Earnest CP, Church TS. *Prog Cardiovasc Dis*. 2014;56:441–7.
- Sigal RJ, Kenny GP, Boule NG, Wells GA, Prud'homme D, et al. *Ann Intern Med*. 2007;147: 357–69.
- Egan B, Zierath JR. *Cell Metab*. 2013;17:162–84.
- Gibala MJ, Little JP, van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, et al. *J Physiol*. 2006;575: 901–11.
- Little JP, Safdar A, Wilkin GP, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. *J Physiol*. 2010;588:1011–22.
- Francois ME, Baldi JC, Manning PJ, Lucas SJ, Hawley JA, et al. *Diabetologia*. 2014;57: 1437–45.
- Phillips SM. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2009;34:403–10.

MUDr. Barbara Ukropcová, PhD.

Ústav experimentálnej endokrinológie SAV
Vlárska 3, 833 06 Bratislava
barbara.ukropcova@savba.sk



PROFIL AUTORA

MUDr. Barbara Ukropcová, PhD.

Vyštudovala Lekársku fakultu UK a tri roky pracovala ako sekundár na NOÚ v Bratislave. Základnému výskumu v oblasti obezity a diabetu sa začala venovať počas 3 a pol ročného postdoktorandského štúdia v Pennington Biomedical Research Center, Baton Rouge, LA, USA. V súčasnosti pracuje na Ústave experimentálnej endokrinológie SAV (Sekcia obezity) ako samostatná vedecká pracovníčka a koordinátorka klinických štúdií. Je zodpovednou riešiteľkou a spoluriešiteľkou viacerých domácich i zahraničných projektov, zameraných na obezitu, diabetes 2. typu a najmä na úlohu kostrového svalstva ako mediátora adaptačnej odpovede na cvičenie, so špecifickým cieľom poukázať na význam pravidelnej fyzickej aktivity pre zdravie. Hlavným cieľom výskumu je spolu s manželom dr. Jozefom Ukropcom a ich tímom študovať molekulárne mechanizmy spojené s adaptáciou na cvičenie, a pritom sa zasaďiť o využitie cvičenia v prevencii a liečbe chronických ochorení. Diseminácia najnovších poznatkov sa uskutočňuje formou prednášok ako aj formou individuálneho vedenia študentov bakalárskeho, magisterského i doktorandského



štúdia na FTVŠ UK, LF UK a PríF UK. Klinické intervenčné štúdie s cvičením sa realizujú v rámci aktívnej spolupráce s vedcami a profesionálnymi trénermi z FTVŠ UK ako aj s klinickými lekármi (neuroológovia, diabetológovia, praktickí lekári). Dr. Ukropcová je autorkou mnohých publikácií v domácich a zahraničných časopisoch (Cell Metabolism, Diabetes, JCI, JCEM), ktoré boli citované viac ako 950-krát a autorkou a spoluautorkou viacerých kapitol v domácich i zahraničných odborných knižných publikáciách (Diabetes mellitus a vybrané metabolické ochorenia, Patofyziológia, Klinická obezitológia, Dyslipidemia: From Prevention to Treatment). Prednášala na mnohých domácich aj zahraničných vedeckých podujatiach (Budapešť, Liverpool, Washington, Kuala Lumpur, Tainan). Je členkou výboru OS SDS a členkou EASD ako aj jednou zo zakladajúcich členov iniciatívy Exercise study group v rámci EASD. Za svoju vedeckú prácu získala ocenenie Top študentská osobnosť Slovenska 2006/2007, cenu dekana LF UK, niekoľko ocenení SDS a Servier za najlepšie publikované práce v oblasti diabetológie a obezitológie, ako aj ocenenie Júliusa Satinského Bratislavská čučoriedka. Vo voľnom čase sa venuje svojej rodine a behaniu, má rada tanec, hudbu, knihy, angličtinu a cestovanie.