

Odporúčania pohybovej aktivity v manažmente pacienta s obezitou a diabetom 2. typu

Preskripcia pohybovej aktivity: medicína založená na dôkazoch

Doc. MUDr. Barbara Ukropcová, PhD.^{1,2,3}, prof. MUDr. Dušan Hamar, PhD.², Mgr. Jozef Ukropec, DrSc.¹

¹Centrum pohybovej aktivity a Sekcia integrovanej fyziológie, Oddelenie výskumu porúch metabolizmu, Biomedicínske centrum Slovenskej akadémie vied, Bratislava

²Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského v Bratislave

³Ústav patologickej fyziológie, Lekárska fakulta Univerzity Komenského v Bratislave

Nedostatok pohybovej aktivity sa u človeka žijúceho v modernej spoločnosti spája s nízkym výdajom energie a s nízkou telesnou zdatnosťou a spolu s príjmom energeticky bohatej a nutrične nevyváženej stravy determinuje pandemické rozmery prevalence obezity a diabetu 2. typu. Nedostatok pohybu a s ním súvisiace zmeny telesného zloženia, najmä excesívna akumulácia viscerálneho tukového tkaniva a sarkopénia, akcelerujú poruchy energetického metabolizmu a metabolizmu glukózy na systémovej úrovni. Metabolická dysfunkcia zohráva významnú úlohu nielen v patogenéze diabetu 2. typu, ale prispieva aj k patogenéze mnohých ďalších chronických neprenosných ochorení, ako sú kardiovaskulárne, neurodegeneratívne či onkologické ochorenia. Nedostatok pohybovej aktivity bol preto identifikovaný ako jeden z kľúčových modifikovateľných faktorov životného štýlu, ktoré zvyšujú globálnu morbiditu a mortalitu. Na druhej strane, množstvo klinických štúdií opisuje priaznivé účinky pravidelného cvičenia na energetický metabolizmus, svalovú silu a kardiorespiračnú zdatnosť. Intervenčné klinické štúdiá poukazujú nielen na efektívnosť komplexnej modifikácie životného štýlu v prevencii progresie prediabetu do diabetu 2. typu, ale aj na možnú dlhodobú udržateľnosť týchto benefičných zmien. Veľmi dôležité je poukázať aj na možnú remisiu diabetu 2. typu vo včasných fázach ochorenia vplyvom modifikácie životného štýlu a redukcie hmotnosti. Cieľom našej práce je poukázať na významnú úlohu pravidelného cvičenia v prevencii a liečbe pacienta s obezitou a diabetom 2. typu. Dostatočná dávka pohybu okrem metabolickej dysfunkcie paralelne pozitívne ovplyvňuje celé spektrum komorbidít/chronických komplikácií diabetu, ako sú ateroskleróza či kognitívna dysfunkcia. Odporúčania a preskripcia pohybovej aktivity sú preto veľmi dôležitou súčasťou manažmentu obézneho pacienta s prediabetom alebo diabetom 2. typu.

Kľúčové slová: odporúčania a preskripcia pohybovej aktivity, obezita, diabetes 2. typu, sarkopénia, energetický metabolizmus, metabolizmus glukózy

Physical activity recommendations in the management of patients with obesity and type 2. diabetes

A lack of physical activity is associated with low energy expenditure and low physical fitness, and together with increased intake of energetically dense and nutritionally unbalanced food determine pandemic proportions of obesity, prediabetes and type 2 diabetes. Sedentary, inactive lifestyle, paralleled by unfavorable shifts in body composition, characterized by visceral adiposity and sarcopenia, accelerate dysfunction of systemic energy and glucose metabolism. Metabolic dysfunction plays an important role not only in the pathogenesis of type 2 diabetes, but substantially contributes also to the pathogenesis of many other chronic noncommunicable diseases, including cardiovascular, neurodegenerative or oncologic diseases. Thus, physical inactivity has been identified as one of the key modifiable lifestyle factors, which increases global morbidity and mortality. On the other hand, ample clinical evidence points at beneficial effects of regular exercise on energy metabolism, muscle strength and cardiorespiratory fitness. Large scale intervention trials provide evidence on the effectivity of a complex lifestyle modification in prevention of type 2 diabetes and on the long-term sustainability of these effects. It is important to note that lifestyle modification and weight reduction can lead to type 2 diabetes remission in the early phases of disease. The aim of our work is to point at an important role of regular exercise in the prevention of type 2 diabetes in at risk individuals as well as in the management of patients with diabetes (obesity and type 2 diabetes). Sufficient dose of physical activity can influence the whole spectrum of comorbidities and/or chronic diabetes complications, including atherosclerosis or cognitive dysfunction, in parallel with improving metabolism. Thus, recommendations and physical activity prescription represent one of the cornerstones in the management of patients with obesity, prediabetes or type 2 diabetes.

Key words: physical activity recommendation and prescription, obesity, type 2 diabetes, sarcopenia, energy & glucose metabolism

Via pract., 2020;17(1)11-16

Úvod

Nedostatok pohybu sa spája s poklesom energetického výdaja a spolu s nadbytočným príjmom energie predstavuje rozhodujúci faktor pre vznik pandémie obezity a diabetu 2. typu.

Pohybová inaktivita významne prispieva aj k sarkopénii a k systémovej metabolickej dysfunkcii. Navyše bol nedostatok pohybovej aktivity identifikovaný ako jeden z kľúčových modifikovateľných faktorov životného štýlu, ktoré zvyšujú morbiditu

a mortalitu (1, 2). Na druhej strane, priaznivé účinky pravidelného cvičenia na energetický aj glukózový metabolizmus sú dobre známe, podobne ako je známa nenahraditeľná úloha pravidelného pohybu v prevencii a liečbe nielen diabetu

2. typu, ale aj spektra ďalších chronických neprenosných ochorení (1, 3).

Celková telesná zdatnosť súvisí okrem genetických dispozícií najmä s frekvenciou, intenzitou, trvaním a typom pohybovej aktivity. Jej úroveň ovplyvňuje schopnosť jedinca adekvátne reagovať na zmeny prostredia a zvyšuje aj kapacitu vyrovnávať sa s ochorením, prípadne s jeho liečbou (4, 5). V preklinických a včasných fázach diabetu 2. typu má dostatočná dávka pohybu jednoznačný preventívny a terapeutický potenciál. Spolu s edukáciou a výživovou intervenciou predstavuje základ multikomponentnej modifikácie životného štýlu. Jej efektívnosť bola spoľahlivo preukázaná množstvom randomizovaných štúdií a dosiahnuté výsledky spĺňajú prísne kritériá „evidence based medicine“ (6).

Prerušovanie sedavého správania a zvýšenie pohybovej aktivity predstavujú esenciálne opatrenia, ktoré vedú k úprave metabolizmu glukózy a zlepšeniu kvality života pacientov s obezitou a prediabetom alebo diabetom 2. typu. Individualizovaná preskripcia pohybovej aktivity sa odvíja od prítomnosti komorbidity a chronických komplikácií, úrovne fyzickej zdatnosti pacienta, ako aj od jeho možností a preferencií. Edukácia pacienta o význame a spôsobe jednotlivých cvikov a postupné zvyšovanie dávky fyzickej aktivity sú veľmi dôležitými súčasťami dlhodobej intervencie, ktorá vedie k navodeniu postupnej adaptácie kostrového svalstva, tukového tkaniva, pečene a ďalších tkanív a orgánov na zvýšenú záťaž (3, 7). Pravidelné, dostatočne intenzívne cvičenie môže významne spomaliť, zastaviť či zvrátiť progresiu prediabetu do diabetu 2. typu, či dokonca prispieť k remisii diabetu 2. typu v jeho včasných fázach. Dostatočná dávka pravidelnej pohybovej aktivity predstavuje esenciálnu súčasť komplexnej modifikácie životného štýlu pacientov s diabetom 2. typu s pozitívnymi účinkami na metabolickú kompenzáciu, priebeh ochorenia a jeho chronických komplikácií (8).

Definícia základných pojmov

Pohybová aktivita. Telesný pohyb, ktorý sa spája s kontrakciou kostrového svalstva a so zvýšením energetického výdaja. Patrí sem voľnočasová

pohybová aktivita, cvičenie, šport, aktívny transport, ako aj aktivita súvisiaca so zamestnaním aj s domácimi prácami. Pohybová aktivita predstavuje u sedavého človeka asi 25 % z celkového 24-hodinového výdaja energie. U aktívneho vytrvalostného športovca, resp. u fyzicky ťažko pracujúceho človeka môže dosahovať až 50 % denného výdaja energie.

Cvičenie je forma štruktúrovanej fyzickej aktivity, ktorá typicky prebieha opakovane v dlhšom období (tréning) a vedie k postupnému zlepšovaniu alebo udržiavaniu externých ukazovateľov zdatnosti, fyzického výkonu a/alebo zdravia.

Preskripcia cvičenia/pohybovej aktivity všeobecným lekárom, diabetológom (či iným lekárom-špecialistom) alebo fyziatrom-rehabilitačným lekárom vychádza z možností, schopností, preferencií, zdravotného stavu a fyzickej zdatnosti pacienta. Definuje vhodný typ pohybovej aktivity, jej intenzitu, frekvenciu a trvanie tréningovej intervencie, ktorá by mala viesť k zlepšeniu klinického stavu a kvality života, a súčasne zvýšiť motiváciu pacienta cvičiť dlhodobo.

Telesná zdatnosť. Schopnosť uspokojivo vykonávať svalovú činnosť (spojenú so športom, fyzickou prácou či bežnými každodennými aktivitami). Telesná zdatnosť sa spája so schopnosťou jedinca podávať prijateľný fyzický výkon spojený s určitou fyzickou aktivitou v prostredí so špecifickými hmotnými, sociálnymi a psychologickými charakteristikami. Zvýšenie telesnej zdatnosti sa spája so zlepšením výkonnosti, zlepšením/udržaním zdravia (prevencia zranení či ochorení) a kvality života. Dostatočná miera telesnej zdatnosti potrebná na udržanie zdravia sa definuje ako stav charakterizovaný schopnosťou vykonávať bežnú, každodennú aktivitu energicky, bez pocitu neprimeranej únavy, pričom silové a vytrvalostné parametre človeka s dostatočne vysokou zdatnosťou sú na úrovni, ktorá významne znižuje riziko vzniku chronických ochorení či predčasnej smrti.

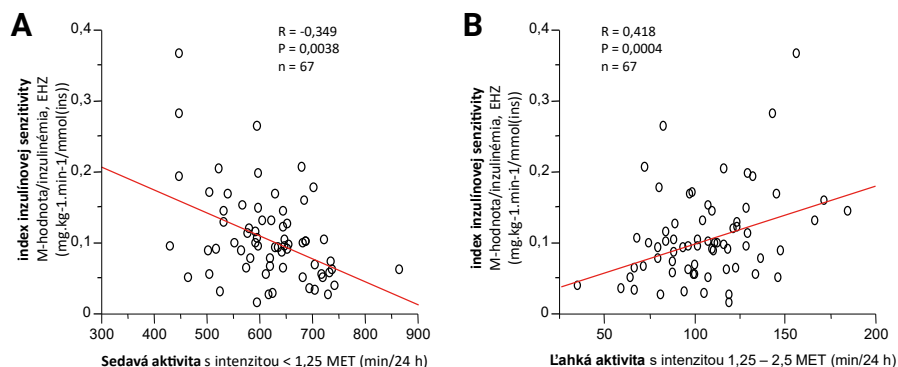
Sedavé správanie charakterizuje dlhodobá prítomnosť aktivít (sedenie/ležanie) s minimálnym výdajom energie. Kým nedostatok pohybovej aktivity (pohybová inaktivita) sa často definuje ako

nenaplnenie štandardných odporúčaní (napr. odporúčaní Svetovej zdravotníckej organizácie), sedavé správanie sa definuje ako aktivita spojená s energetickým výdajom nepresahujúcim 1,5 MET (1,5-násobok pokojového energetického výdaja) (9). Tieto dva typy správania sa pritom do určitej miery odlišujú účinkami na organizmus a odlišné sú aj spôsoby ich monitorovania či metódy efektívnej intervencie využívané v prevencii ich negatívnych účinkov na zdravie.

Fyzická zdatnosť vo vzťahu k morbidite a mortalite

Telesná zdatnosť je v priamom vzťahu so zdravotným stavom jedinca a s prítomnosťou modifikovateľných rizikových faktorov chronických ochorení, ku ktorým patrí aj nedostatok pohybovej aktivity a sedavé správanie. K parametrom fyzickej zdatnosti patria motorické (napríklad rýchlosť chôdze), metabolické (glykémia, inzulínová senzitivita), antropometrické (BMI, obvod pása, telesné zloženie), kardiovaskulárne (tlak krvi, pulzová frekvencia) parametre či charakteristiky kostrového svalstva (zloženie svalových vlákien, svalová sila). Klasicky sa fyzická zdatnosť stanovuje pomocou spiroergometrie na stacionárnom bicykli či na bežeckom páse, na základe monitorovania činnosti srdca, krvného tlaku a výmeny dýchacích plynov pri postupne sa zvyšujúcej intenzite zaťaženia. Najdôležitejším parametrom aeróbnej kardiorespiračnej zdatnosti je spotreba kyslíka pri maximálnom výkone ($VO_2\max$). Udáva sa v litroch kyslíka spotrebovaného za minútu na kilogram telesnej hmotnosti (alebo netukovej telesnej hmoty). Jej hodnotu, okrem posúdenia telesnej zdatnosti, možno využiť pri odporúčaní primeranej intenzity pohybovej aktivity. Je veľmi dôležité uvedomiť si, že vyššia maximálna spotreba kyslíka okrem toho, že odráža celkovú funkčnú kapacitu organizmu, je aj významným protektívnym faktorom výrazne znižujúcim riziko predčasnej morbidita a mortality (10). Naopak, nízka telesná zdatnosť je rizikovým faktorom vzniku diabetu 2. typu, kardiovaskulárnych či neurodegeneratívnych ochorení. Zaradenie nízkej aeróbnej zdatnosti medzi prakticky využívané kardiomatobolické rizikové faktory by určite

Obrázok 1. Inzulínová senzitivita stanovená na celotelovej úrovni pomocou euglykemickej hyperinzulinemickej zámky (EHZ) koreluje negatívne so sedavým správaním a pozitívne s mierou ľahkej habituálnej aktivity nediabetických seniorov. Objem a intenzita pohybovej aktivity sa merali pomocou akcelerometrov (16)



MET – metabolický ekvivalent, EHZ – euglykemická hyperinzulinemická zámka

zvýšilo potenciál identifikovať jedincov so zvýšeným rizikom vzniku týchto ochorení. V kohorte mužov s diabetom 2. typu sa nízka úroveň fyzickej zdatnosti spájala s vyššou kardiovaskulárnou mortalitou, a to nielen u obéznych, ale aj u štíhlych diabetikov 2. typu (11, 12).

Sedavé správanie u pacientov s obezitou a diabetom 2. typu

Sedavé správanie môže významne akcelerovať patogenézu chronických ochorení, spojených s poruchou energetického metabolizmu, a vedie k zníženiu funkčnej kapacity kostrového svalstva, k negatívnym zmenám telesného zloženia (sarkopénia, viscerálna obezita), k poklesu mobility, k zvýšeniu rizika kardiovaskulárných ochorení, obezity, diabetu 2. typu, ako aj k vzniku kognitívneho deficitu. Sedavé správanie často sprevádza sociálna izolácia a zníženie kvality života. Pacienti s prediabetom a diabetom 2. typu sú viac sedaví ako metabolicky zdraví ľudia rovnakého veku (13), čo možno objektívne dokumentovať pomocou akcelerometrov monitorujúcich bežnú dennú aktivitu človeka. Sedavé správanie definujeme pomocou SITT (Sedentary behavior frequency, Interruptions, Time, Type): frekvencie sedavého správania (počet epizód), prerušovania (napr. počas sledovania televízie či práce s počítačom), času (stráveného napríklad pozeraním televízie) a typu sedavého správania (počítač, čítanie knihy, sledovanie televízie) (14). Z hľadiska odporúčaní pre pacienta je dôležité povedať, že už prerušovanie sedavého správania krátkymi

úsekmi mierne intenzívnej aktivity sa spája so zlepšením kardiometabolického zdravia, pričom tento efekt nie je závislý od celkového času stráveného sedavým správaním ani od času venovaného cvičeniu so strednou a s vysokou intenzitou (4). Štandardne dostupné modely akcelerometrov síce nedokážu rozlíšiť ležanie, sedenie a státie, avšak akékoľvek objektívne monitorovanie bežnej, každodennej pohybovej aktivity pacienta s diabetom 2. typu umožňuje získať užitočný parameter, ktorý je východiskom pre individualizovanú preskripciu pohybovej aktivity a môže byť aj významným motivačným prvkom. Ideálne je použiť na zber a spracovanie aktuálnych dát o pohybovej aktivite moderné monitorovacie technológie, ktoré dnes už vlastní takmer každý pacient.

Obmedzenie pohybu je bežným dôsledkom hospitalizácie pacienta, ktorá je síce dôležitá pre diagnostiku a môže aktuálne zlepšiť stav ochorenia, na druhej strane však súčasne významne znižuje objem svalovej hmoty (≥ 1 kg/týždeň), celkovú funkčnú kapacitu, ako aj inzulínovú senzitivitu pacienta (15). Aj v našej práci sme pozorovali negatívnu koreláciu medzi sedavosťou a biologickým účinkom inzulínu (obrázok 1A), pričom objem nesedavej aktivity (s intenzitou > 1,25 MET) v každodennom živote sa spájal s lepšou citlivosťou na inzulín (obrázok 1B) (16). Riešením je cieľená snaha o redukciu (prerušovanie) sedavého správania a o zvýšenie pohybovej aktivity u pacientov s diabetom 2. typu (15, 17).

Mechanizmy účinkov pravidelného cvičenia: kostrové svalstvo

Kostrové svalstvo – orgán pohybu – predstavuje za fyziologických okolností 30 až 40 % telesnej hmotnosti, a je teda našim najväčším orgánom. Pre sval je typická značná plasticita, ktorú možno charakterizovať ako schopnosť adaptovať sa na zmeny spojené s pravidelnou svalovou kontrakciou. Prejavuje sa zmenami štruktúry a funkčnej kapacity svalových vlákien, množstva a funkčného stavu mitochondrií, efektívnosti využívania energie, prekrvenia a inervácie svalových vlákien, ako aj zmenami spektra bioaktívnych molekúl, ktoré sa uvoľňujú zo svalu a sprostredkovávajú integráciu celotelovej adaptačnej odpovede na cvičenie.

Jej dôsledkom sú aj zmeny na úrovni systémového energetického metabolizmu a metabolizmu glukózy, so zlepšením inzulínovej senzitivity, glukózovej tolerancie a metabolickej flexibility, ako aj so zlepšením metabolického využitia lipidov. Dlhodobé priaznivé účinky cvičenia sú pritom výsledkom adaptačných zmien vznikajúcich pri každom jednotlivom cvičení. Ich rozsah je úmerný frekvencii, intenzite a dĺžke trvania stimulu. Na druhej strane, nedostatok pohybovej aktivity a sedavé správanie sa spájajú so sarkopéniou a so zhoršením pohybových aj metabolických funkcií svalstva. Spolu s metabolickou dysreguláciou na úrovni celého organizmu vedú k inzulínovej rezistencii, prediabetu či diabetu 2. typu. Nedostatok pohybovej aktivity má teda značný dopad nielen na fungovanie kostrového svalstva, ale významne ovplyvňuje aj metabolické zdravie jedinca.

Veľký význam pre udržateľnosť uvedených adaptačných zmien má pravidelnosť cvičenia, keďže niektoré akútne cvičením indukované zmeny sa relatívne rýchlo strácajú (detréning). Príkladom môže byť pozitívny vplyv jednorazového cvičenia na inzulínovú senzitivitu, a to aj u obéznych prediabetikov a diabetikov 2. typu, ktorý odznieva v priebehu 48 – 72 hodín. Aj preto sa zdôrazňuje nevyhnutnosť pravidelnej, dostatočne intenzívnej pohybovej aktivity, pričom by prestávka medzi jednotlivými dávkami

aeróbnej pohybovej aktivity nemala byť väčšia ako 48 hodín. Pozitívne zmeny sú pritom u sedavých pacientov s nadhmotnosťou a obezitou, prediabetom či diabetom 2. typu prítomné už vplyvom pravidelného cvičenia s nízkou a strednou intenzitou, s výraznejším účinkom pri vyšších dávkach pohybovej aktivity s vyššou intenzitou.

Mechanizmy účinkov cvičenia u diabetika

Pravidelný fyzický tréning zvyšuje biologický účinok inzulínu (inzulínovú senzitivitu) a stimuluje aj mechanizmy od inzulínu nezávislého, svalovou kontrakciou indukovaného vychytávania glukózy vo svale. Pohybovou aktivitou regulované mechanizmy zahŕňajú zlepšenie postreceptorového inzulínového signalingu, zvýšenie expresie/translokácie glukózového transportéra (GLUT4), zvýšenie aktivity hexokinázy, oxidácie voľných mastných kyselín, zvýšenie množstva a funkčnej kapacity mitochondrií a zlepšenie prekrvenia kostrového svalu. Pozitívny vplyv na inzulínovú senzitivitu má aj zmena telesného zloženia spojená s poklesom objemu tukovej a so zväčšením svalovej hmoty, čo limituje ektopické ukladanie lipidov, prejavy lipotoxicity a chronického systémového zápalu.

Pravidelná pohybová aktivita a vyššia telesná zdatnosť dramaticky znižujú riziko kardiovaskulárnych ochorení u diabetikov. Kardioprotektívny efekt pravidelného cvičenia sa spája so zlepšením endotelálnej funkcie, poklesom systémového subklinického zápalu, oxidačného stresu a inzulínovej rezistencie. Dôležité je, že endotelálna dysfunkcia, prvé štádium v patogenéze aterosklerózy, je reverzibilná, a to predovšetkým vplyvom pravidelnej pohybovej aktivity.

Nielen obezita, ale aj diabetes zvyšuje riziko vzniku viacerých onkologických ochorení. Epidemiologické observačné štúdie poukázali na vzťah medzi diabetom a kolorektálnym karcinómom, karcinómom pankreasu, pečene, žlčníka a endometria (18). Naopak, zlepšenie metabolizmu prostredníctvom modifikácie životného štýlu či metformínu sa spája s redukciami rizika vzniku onkologických ochorení. Diabetes 2. ty-

pu sa často spája s akceleráciou poklesu kognitívnych funkcií (pamäti a učenia, pozornosti, exekutívnych funkcií, ako aj rýchlosti spracovania informácií) a so zvýšenou incidenciou neurodegeneratívnych ochorení, najmä Alzheimerovej a Parkinsonovej choroby, ako aj demencie na podklade aterosklerózy mozgových tepien. Na druhej strane majú pacienti s Alzheimerovou chorobou vyššiu incidenciu metabolických ochorení vrátane diabetu 2. typu. Jedným z možných spoločných faktorov, ktoré sa uplatňujú v patogenéze oboch ochorení, je pritom práve nedostatok fyzickej aktivity. Viacero štúdií poukazuje na protektívny vplyv pravidelného cvičenia v súvislosti s poklesom kognitívnych funkcií, a to dokonca aj u nosičov rizikovej alely ApoE4ε, ktorá je najvýznamnejším prediktorom Alzheimerovej choroby (19). Aeróbne cvičenie zvyšuje expresiu mozgového neurotrofického faktora (BDNF) v určitých oblastiach mozgu dôležitých pre mozgovú plasticitu, pamäť a učenie (20).

Pohybová aktivita v liečbe prediabetu a prevencii diabetu 2. typu

Obezita a nedostatok pohybovej aktivity sú najvýznamnejšími rizikovými faktormi vzniku prediabetu a diabetu 2. typu. Zistilo sa, že u žien, ktoré sa venovali fyzickej aktivite aspoň 7 hodín týždenne, sa v porovnaní s tými, ktoré cvičili menej ako 30 minút týždenne, riziko diabetu 2. typu znížilo takmer o 40 %. Väčšina štúdií zameraných na prevenciu diabetu 2. typu v rizikových populáciách využíva komplexnú modifikáciu životného štýlu založenú na kombinácii: (i) edukácie o význame výživy a pohybu, (ii) úpravy stravovacích návykov s dlhodobou redukciami hmotnosti minimálne o 5 % a (iii) cvičenia minimálne v štandardne odporúčanej dávke 150 minút aeróbnej aktivity so strednou intenzitou týždenne. K najvýznamnejším randomizovaným intervenčným štúdiám s komplexnou modifikáciou životného štýlu patrí Fínska štúdia na prevenciu diabetu (Finnish Diabetes Prevention Study) (21) a americký Program na prevenciu diabetu (Diabetes Prevention Program, DPP) (6). Prvá intervenčná štúdia porovnávajúca účinky výživovej intervencie, pohybovej

aktivity a komplexnej modifikácie životného štýlu (pohybová aktivita, výživa, edukácia) na incidenciu diabetu 2. typu v rizikovej populácii vyše 500 prediabetikov s poruchou glukózovej tolerancie sa realizovala v Číne (DaQing štúdia) (22).

Vo Fínskej štúdií na prevenciu diabetu (populácia 522 pacientov s nadhmotnosťou/obezitou a s prediabetom – porucha glukózovej tolerancie) aj v americkej štúdií Program na prevenciu diabetu (Diabetes Prevention Program, populácia vyše 3 200 prediabetikov s poruchou glukózovej tolerancie) sa počas takmer 3-ročného sledovania zhodne zistilo, že komplexná modifikácia životného štýlu sa spája s poklesom progresie prediabetu do diabetu 2. typu až o 58 % (!) (pozri súhrn v 16).

V týchto štúdiách sa pri edukačných stretnutiach zdôrazňoval význam zvýšeného príjmu celozrnných potravín, zeleniny, ovocia, nízko-tučného mlieka, mäsových výrobkov a rastlinných olejov bohatých na mononenasytené mastné kyseliny. Diétne poradenstvo bolo šité na mieru pre každého pacienta, a to podľa trojdňového potravinového záznamu. Dôležitou súčasťou intervencie boli aj individuálne konzultácie zamerané na zvýšenie pohybovej aktivity. Odporúčané bolo vytrvalostné cvičenie (chôdza, džoging, plávanie, aeróbne hry s loptou alebo lyžovanie). Navyše bol účastníkom štúdie zaradeným do skupiny s intenzívnou modifikáciou životného štýlu ponúknutý progresívny a individuálne zostavený silový tréning.

Aj ďalšie intervenčné štúdie, ktoré sa realizovali v Japonsku či v Indii, poukázali na pokles výskytu diabetu 2. typu vplyvom intenzívnej modifikácie životného štýlu, a to o 67 % a 55 %. Všetky tieto štúdie upozornili na jednoznačný a významný vplyv pohybovej aktivity na riziko vzniku diabetu 2. typu v rizikovej populácii prediabetikov – jedincov s nadhmotnosťou alebo obezitou a poruchou glukózovej tolerancie. Z hľadiska dlhodobej udržateľnosti benefičných účinkov modifikácie životného štýlu sú veľmi dôležité výsledky dlhodobého sledovania týchto intervenčných štúdií, ktoré poukazujú na pokles kumulatívnej incidence diabetu 2. typu po 10, 15 či dokonca 20-ročnom sledovaní (23).

Pohybová aktivita a liečba diabetu 2. typu

Pravidelná fyzická aktivita je veľmi dôležitou súčasťou komplexného manažmentu pacienta s diabetom 2. typu. Prispieva k zlepšeniu metabolickej kompenzácie s poklesom glykovaného hemoglobínu, so zlepšením kardiovaskulárnych rizikových faktorov (pokles tlaku krvi, úprava lipidového profilu, zlepšenie endoteliálnej funkcie) a zvýšením telesnej zdatnosti. Pravidelná pohybová aktivita (aeróbny i silový tréning) znižuje lačnú aj postprandiálnu glykémiu a inzulínemiu, zlepšuje citlivosť na inzulín, redukuje prejavy chronického systémového subklinického zápalu a pozitívne ovplyvňuje telesné zloženie (pokles viscerálnej adipozity a ektopickej akumulácie lipidov, zvýšenie svalovej hmoty), a to dokonca nezávisle od redukcie hmotnosti. Pacienti profitujú aj zo zvýšenia svalovej sily a flexibility, pokojového výdaja energie a pri subjektívnom hodnotení dotazníkmi možno zaznamenať zlepšenie kvality života. Vplyv pravidelného cvičenia na telesnú hmotnosť je pritom veľmi variabilný a je známe, že pre redukciu hmotnosti je dôležitá predovšetkým redukcia kalorického príjmu. Fyzická aktivita má však nezastupiteľné miesto v redukčných režimoch, keďže je do určitej miery prevenciou zníženia bazálneho energetického výdaja, ktorý inak charakterizuje pokles hmotnosti a má pozitívny vplyv na telesné zloženie aj fyzickú zdatnosť. Je tiež veľmi dôležitá vzhľadom na udržanie telesnej hmotnosti po schudnutí.

Cvičenie je jednou z najvýznamnejších podporných terapeutických stratégií pre pacientov s diabetom 2. typu. Optimálna je pritom kombinácia cvičenia s úpravou výživy a stravovacích návykov, ktorá môže viesť k výraznejšej redukcii hmotnosti a k zlepšeniu metabolizmu glukózy. Na význam redukcie hmotnosti pre regresiu diabetu 2. typu poukazujú výsledky štúdie DiRECT. Po 12 mesiacoch redukčného režimu, ktorého súčasťou bola aj pohybová aktivita, sa remisia diabetu 2. typu docielila celkovo u 46 % (!) pacientov, pričom najviac pacientov s remisiou bolo v skupinách s najvyššou redukcii hmotnosti (86 % v skupine s redukcii 15 a viac kg telesnej

hmotnosti). Intervencia bola manažovaná všeobecnými lekármi (24).

V americkej štúdii „LookAhead“ sa u pacientov s diabetom 2. typu, ktorí sa zúčastnili na programe s modifikáciou životného štýlu, signifikantne znížila hladina glykovaného hemoglobínu, glykémia nalačno i telesná hmotnosť (-8,6 %). Intervencia tiež zvýšila aeróbnu fyzickú zdatnosť (+21 %). Vyššie zastúpenie pohybovej aktivity so strednou a vysokou intenzitou bolo asociované s výraznejšou a dlhšie pretrvávajúcou redukcii hmotnosti (25). Deväťmesačný aeróbny alebo silový tréning signifikantne zlepšil množstvo a funkciu mitochondrií v kostrovom svalu pacientov s diabetom 2. typu, pričom najlepší bol účinok kombinovaného aeróbne-silového tréningu. Zlepšenie energetického metabolizmu na úrovni kostrového svalu sa spájalo s klinickým zlepšením metabolizmu glukózy u pacientov s diabetom 2. typu (26). Postprandiálna aj lačná glykémia sa môže u jedincov s inzulínovou rezistenciou zlepšiť aj prostredníctvom tzv. „exercise snacking“. Pohybová aktivita pritom pozostáva zo šiestich 1-minútových intervalov intenzívnej chôdze na úrovni 90 % maximálnej srdcovej frekvencie 30 minút pred každým hlavným jedlom, s celkovým trvaním cvičenia (s minútovými prestávkami) 12 minút (27). Tréningové intervencie poukazujú na pokles glykovaného hemoglobínu (HbA1c) o -0,4 % až -0,6 %. Efektívny je napríklad kombinovaný aeróbne-silový tréning 3-krát týždenne v trvaní 8 – 10 mesiacov (28). Metaanalýza 9 štúdií zahŕňajúca 372 pacientov s diabetom 2. typu ukázala redukcii HbA1c o 0,3 % pri progresívnom silovom tréningu, a to aj bez signifikantnej zmeny telesného zloženia (29). Ďalšia metaanalýza poukázala na pokles postprandiálnej, avšak nie lačnej glykémie u diabetikov 2. typu pri pravidelnom cvičení (30).

Na podklade intervenčných štúdií sa dá predpokladať, že pravidelné cvičenie v dávke vyššej ako 150 minút za týždeň bude mať signifikantný efekt na HbA1c u pacientov s diabetom 2. typu. Čo sa týka typu cvičenia, na základe metaanalýzy porovnávajúcej silové a aeróbne cvičenie sa zdá, že ich vplyv na zlepšenie glykemickej kontroly a zníženie kar-

diovaskulárneho rizika je porovnateľný. Dôležitejšie ako typ aktivity sú teda jej pravidelnosť a intenzita.

Záver

Diabetes 2. typu je typickým ochorením životného štýlu, ktoré charakterizuje nedostatok pohybu, sedavé správanie a nadmerný energetický príjem. Je dôležité pripomenúť si, že aj pacienti s diabetom 2. typu a s vyšším BMI môžu profitovať z pravidelnej fyzickej aktivity, a to aj bez výraznej zmeny telesnej hmotnosti, aj keď najlepší efekt má jednoznačne kombinácia redukcie hmotnosti a pohybovej aktivity.

Preskripcia pohybovej aktivity s edukáciou a monitorovaním pohybovej aktivity a zdatnosti má nezastupiteľné miesto v prevencii a liečbe diabetu 2. typu – odporúčania a praktické aspekty prinesieme v druhej časti článku v nasledujúcom čísle časopisu.

Literatúra

- Mandsager K, Harb S, Cremer P, Phelan D, Nissen SE, Jaber W. Association of Cardiorespiratory Fitness with Long-term Mortality Among Adults Undergoing Exercise Treadmill Testing. *JAMA Netw Open*. 2018 Oct 5;1(6):e183605. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2018.3605.
- Baddeley B, Sornalingam S, Cooper M. Sitting is the new smoking: where do we stand? *Br J Gen Pract*. 2016 May;66(646):258. doi: 10.3399/bjgp16X685009.
- Viollet B. The Energy Sensor AMPK: Adaptations to Exercise, Nutritional and Hormonal Signals. In: *Hormones, Metabolism and the Benefits of Exercise*, eds. USA: Spiegelman B., Springer; 2017.
- Cvečka J, Lipková J, Sedláčik M, Tirpáková V, Ukropcová B, Ukropec J. Pohybová aktivita seniorov. Univerzita Komenského v Bratislave; 2019.
- Liu L, He X, Feng L. Exercise on quality of life and cancer-related fatigue for lymphoma survivors: a systematic review and meta-analysis. *Support Care Cancer*. 2019 Jul 12. doi: 10.1007/s00520-019-04983-y.
- Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, Nathan DM; Diabetes Prevention Program Research Group. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med*. 2002 Feb 7;346(6):393-403.
- Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, Horton ES, Castorino K & Tate DF. Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2016 Nov;39(11):2065-2079.
- Schellenberg ES, Dryden DM, Vandermeer B, Ha C, Krownyk C. Lifestyle interventions for patients with and at risk for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med*. 2013;159:543-551.
- Tremblay MS, Colley RC, Saunders TJ, Healy GN, Owen N. Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2010 Dec;35(6):725-40. doi: 10.1139/H10-079.
- Blair SN, Kohl HW 3rd, Paffenbarger RS Jr, Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. Physical fitness and all-cause mor-

- tality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA* 1989 Nov 3;262(17):2395-401.
11. Wei M, Gibbons LW, Kampert JB, Nichaman MZ, Blair SN. Low cardiorespiratory fitness and physical inactivity as predictors of mortality in men with type 2 diabetes. *Ann Intern Med*. 2000 Apr 18;132(8):605-11.
 12. Wei M, Kampert JB, Barlow CE, Nichaman MZ, Gibbons LW, Paffenbarger RS Jr, Blair SN. Relationship between low cardiorespiratory fitness and mortality in normal-weight, overweight, and obese men. *JAMA* 1999 Oct 27;282(16):1547-53.
 13. Ukropcová B, Ukropec J. Fyzická aktivita, obezita a zdravie. In: Krahulec B, Fábryová L, Holéczy P, Klimeš E, eds. *Klinická obezitológia*. Brno: Facta Medica; 2013: s. 102-124.
 14. Zhu W, Owen N. Sedentary Behavior and Health: Concepts, Assessments, and Interventions. *Human Kinetics*; 2017: 456 pages 24-34.
 15. Bell KE1, von Allmen MT, Devries MC, Phillips SM. Muscle Disuse as a Pivotal Problem in Sarcopenia-related Muscle Loss and Dysfunction. *J Frailty Aging*. 2016;5(1):33-41. doi: 10.14283/jfa.2016.78.
 16. Ukropcová B, Ukropec J. Fyzická aktivita v manažmente obézneho diabetika. In: Fábryová L, Holéczy P, eds. *Diabetizita: Diabetes a obezita nerozlučné dvojčky*. Brno, Česká republika: FAMA; 2019: 74-95.
 17. Gade J, Beck AM, Andersen HE, Christensen B, Rønholt F, Klausen TW, Vinther A, Astrup A Protein supplementation combined with low-intensity resistance training in geriatric medical patients during and after hospitalization: a randomized, double-blind, multicenter trial. *Br J Nutr*. 2019 Jul;24:1-34. doi: 10.1017/S0007114519001831.
 18. Sacerdote C, Ricceri F. Epidemiological dimensions of the association between type 2 diabetes and cancer: a review of observational studies. *Diabetes Research and Clinical Practice* 2018;143(9):369-377doi: 10.1016/j.diabres.2018.03.002.
 19. Solomon A, Turunen H, Ngandu T, Peltonen M, Levälähti E, Helisalmi S, Antikainen R, Bäckman L, Hänninen T, Jula A, Laatikainen T, Lehtisalo J, Lindström J, Paajanen T, Pajala S, Stigsdotter-Neely A, Strandberg T, Tuomilehto J, Soininen H, Kivipelto M. Effect of the Apolipoprotein E Genotype on Cognitive Change During a Multidomain Lifestyle Intervention: A Subgroup Analysis of a Randomized Clinical Trial. *JAMA Neurol*. 2018 Apr 1;75(4):462-470. doi: 10.1001/jama-neurol.2017.4365.
 20. Cooper C, Moon HY, van Praag H. On the Run for Hippocampal Plasticity. *Cold Spring Harb Perspect Med*. 2018 Apr 2;8(4):pii: a029736. doi: 10.1101/cshperspect.a029736.
 21. Tuomilehto J, Lindström J, Eriksson JG, Valle TT, Hämmäläinen H, Ilanne-Parikka P, Keinänen-Kiukaanniemi S, Laakso M, Louheranta A, Rastas M, Salminen V, Uusitupa M; Finnish Diabetes Prevention Study Group. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med*. 2001 May 3;344(18):1343-50.
 22. Pan XR, Li GW, Hu YH, Wang JX, Yang WY, An ZX, Hu ZX, Lin J, Xiao JZ, Cao HB, Liu PA, Jiang XG, Jiang YY, Wang JP, Zheng H, Zhang H, Bennett PH, Howard BV. Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. The Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care* 1997 Apr;20(4):537-44.
 23. Perreault L, Pan Q, Schroeder EB, Kalyani RR, Bray GA, Dagogo-Jack S, White NH, Goldberg RB, Kahn SE, Knowler WC, Mathioudakis N, Dabelea D; Diabetes Prevention Program Research Group. Regression from Prediabetes to Normal Glucose Regulation and Prevalence of Microvascular Disease in the Diabetes Prevention Program Outcomes Study (DPPOS). *Diabetes Care* 2019 Sep;42(9):1809-1815. doi: 10.2337/dc19-0244. Epub 2019 Jul 18.
 24. Lean ME, Leslie WS, Barnes AC, Brosnahan N, Thom G, McCombie L, Peters C, Zhyzhneuskaya S, Al-Mrabeh A, Hollingsworth KG, Rodrigues AM, Rehackova L, Adamson AJ, Sniehotta FF, Mathers JC, Ross HM, McIlvenna Y, Stefanetti R, Trenell M, Welsh P, Kean S, Ford I, McConnachie A, Sattar N, Taylor R. Primary care-led weight management for remission of type 2 diabetes (DIRECT): an open-label, cluster-randomised trial. *Lancet* 2018 Feb 10;391(10120):541-551. doi: 10.1016/S0140-6736(17)33102-1. Epub 2017 Dec 5.
 25. Unick JL, Gaussoin SA, Hill JO, Jakicic JM, Bond DS, Hellgren M, Johnson KC, Peters AL, Coday M, Kitzman DW, Bossart S, Wing RR; Look AHEAD Research Group. Objectively Assessed Physical Activity and Weight Loss Maintenance among Individuals Enrolled in a Lifestyle Intervention. *Obesity (Silver Spring)*. 2017 Nov;25(11):1903-1909. doi: 10.1002/oby.21971.
 26. Sparks LM, Johannsen NM, Church TS, Earnest CP, Moonen-Kornips E, Moro C, Hesselink MK, Smith SR, Schrauwen P. Nine months of combined training improves ex vivo skeletal muscle metabolism in individuals with type 2 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013 Apr;98(4):1694-702. doi: 10.1210/jc.2012-3874
 27. Francois ME1, Baldi JC, Manning PJ, Lucas SJ, Hawley JA, Williams MJ, Cotter JD. 'Exercise snacks' before meals: a novel strategy to improve glycaemic control in individuals with insulin resistance. *Diabetologia* 2014 Jul;57(7):1437-45. doi: 10.1007/s00125-014-3244-6.
 28. Thomas DE, Elliott EJ, Naughton GA. Exercise for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006 Jul 19;(3):CD002968.
 29. Irvine C, Taylor NF. Progressive resistance exercise improves glycaemic control in people with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Aust J Physiother*. 2009;55(4):237-46.
 30. MacLeod SF, Terada T, Chahal BS, Boulé NG. Exercise lowers postprandial glucose but not fasting glucose in type 2 diabetes: a meta-analysis of studies using continuous glucose monitoring. *Diabetes Metab Res Rev*. 2013 Nov;29(8):593-603. doi: 10.1002/dmrr.2461.

Doc. MUDr. Barbara Ukropcová, PhD.

Centrum pohybovej aktivity,
Biomedicínske centrum
Slovenskej akadémie vied
Dúbravská cesta 9, 845 05 Bratislava
barbara.ukropcova@savba.sk

