

OBSAH:

- 2 OBEZITA MLADÝCH DOSPELÝCH: ANTROPOMETRIA A PREVALENCIA
Milan Luliak, Mária Kovářová
- 18 POTENCIÁLNA ÚLOHA ŠKORICE V PREVENCII METABOLICKÉHO
SYNDRÓMU, INZULÍNOVEJ REZISTENCIE A DIABETU 2. TYPU
Andrea Holubková, Adela Penesová, Ernest Šturdík
- 33 THE ROLE OF DIET AND EXERCISE IN OBESITY PREVENTION
Lucia Mikušová, Adela Penesová, Miroslav Bobřík, Ernest Šturdík
- 47 VÝZNAM HODNOTENIA TELOVÉHO HMOTNOSTNÉHO INDEXU
PRI MONITOROVANÍ PRACOVNÍKOV EXPONOVANÝCH BENZÉNU
Ivica Bajusová, Peter Kolarčík, Michal Ihnatko, Ľubomír Legáth
- 57 ÚLOHA SESTRY V PÉČI O NEMOCNÉ S REVMATOIDNÍ ARTRITIDOU
A MOŽNOSTI HODNOCENÍ KVALITY ŽIVOTA TĚCHTO NEMOCNÝCH
Jiří Kaas, Valérie Tóthová
- 66 RASTLINNÉ METABOLITY S ANTIMIKROBIÁLNOU AKTIVITOU
Katarína Vulganová, Eva Ťurgeová, Ernest Šturdík
- 83 PROBIOTIKÁ AKO LIEK ALEBO LIEČEBNÝ DOPLNOK V INDIKÁCIÍ
CHRONICKÝCH ZÁPALOVÝCH A ONKOLOGICKÝCH OCHORENÍ
Štefan Durdík, Róbert Donát, Július Pálaj, Vítězslav Marek, Jana Sokolová
- 88 PROBLEMATIKA PŘENOSNÝCH NEMOCÍ Z POVOLÁNÍ
U ZDRAVOTNICKÝCH A SOCIÁLNÍCH PRACOVNÍKŮ V ČR
Lidmila Hamplová, Kvetoslava Kotrbová, František Kotrba, Tereza Kolářová
- 95 UROGENITÁLNE CHLAMÝDIOVÉ INFEKCIE U TEHOTNÝCH ŽIEN
Ján Valko, Katarína Nyulassyová, Monika Halanová, Želmíra Macejová, Dušan Frič
- 101 ÚLOHA GLUKOZINOLÁTOV VO VÝŽIVE ĽUDÍ
Miroslav Šlosár, Alžbeta Hegedúsová
- 111 ROVNOSŤ V ZDRAVÍ
Róbert Ochaba
- 119 VITAMÍN C – NEZASTUPITEĽNÁ ZLOŽKA ĽUDSKEJ VÝŽIVY
Miroslav Šlosár, Rudolf Ryban, Ondrej Hegedús, Magdaléna Valšíková

OBEZITA MLADÝCH DOSPELÝCH: ANTROPOMETRIA A PREVALENCIA**OBESITY OF YOUNG ADULTS: ANTHROPOMETRY AND PREVALENCE****Milan Luliak, Mária Kovářová***doc. MUDr. Milan Luliak, PhD.**prof. MUDr. Mária Kovářová, CSc.**Inštitút fyzioterapie, balneológie a liečebnej rehabilitácie v Piešťanoch**Univerzity sv. Cyrila a Metoda v Trnave*

Súhrn: Slovenskí praktickí lekári merali výšku, telesnú hmotnosť a obvod pásu 463 mladých dospelých (od 18 do 30 rokov). Priemerná hodnota BMI mužskej časti súboru bola 24,9 kg/m², ženský BMI bol v priemere 22,5 kg/m². Priemerný obvod pásu mladých dospelých mužov meral 88,3 cm, priemerný obvod pásu žien bol 76,0 cm. Prevalencia obezity podľa troch medzinárodne uznávaných klasifikačných systémov (BMI, NCEP a IDF) sa dokladuje osobitne pre mužov a ženy, mestské a vidiecke osoby, tri vzdelanostné stupne a fajčiarske statusy. Podľa WHO definície pre BMI (≥ 30 kg/m²) malo obezitu 12,1 % mužov a 9,1 %. NCEP ATP III kritériá pre centrálnu obezitu spĺňalo 11,7 % mužov a 13,8 % žien, kým podľa kritérií IDF bolo obéznych 25,5 % mužov a 31,9 % žien. Rozdiely medzi mestskými a vidieckymi osobami boli väčšinou ne-signifikantné. Obezita prevládala medzi ženami so základným vzdelaním, najmenej obézne boli vysokoškolsky vzdelané mladé ženy. Vysokú prevalenciu obezity mali vysokoškolsky vzdelaní mladí muži. Medzi mužmi sa zaznamenal nízky výskyt obezity u nefajčiarov a vysoký výskyt obezity u bývalých fajčiarov.

Kľúčové slová: obezita, prevalencia, mladí dospelí, index telesnej hmotnosti, obvod pásu

Summary: Slovak general practitioners have measured height, body weight and waist circumference of 463 young adults (18 to 30 years old). Mean BMI in men was 24,9 kg/m², female BMI was in average 22,5 kg/m². Mean waist circumference of men was 88,3 cm, average female waist circumference was 76,0 cm. Data on prevalence of obesity according to three globally recognized classification systems (BMI, NCEP and IDF) are documented for men and women, urban and rural persons, three education levels and smoking statuses. According to the WHO definition for BMI (≥ 30 kg/m²), 12,1 % of men and 9,1 % of women were obese. NCEP ATP III criteria of central obesity were fulfilled by 11,7 % of men and 13,8 % of women, whereas 25,5 % of men and 31,9 % of women were obese within IDF. Differences between urban and rural inhabitants were mostly insignificant. Obesity prevailed in women with basic education,

women with university education were the least obese. High percentage of obesity was recorded in men with university education. Low prevalence of obesity was found in non-smoking men and high prevalence of obesity was found in male past smokers.

Keywords: obesity, prevalence, young adults, body mass index, waist circumference

Úvod

Obezita je choroba, charakterizovaná nahromadením tukového tkaniva v tele do takej miery, že môže nepriaznivo vplyvať na zdravotný stav a skrátiť dĺžku života. Z populačného pohľadu je obezita civilizačná hrozba s negatívnymi verejno-zdravotníckymi a ekonomickými konzekvenciami, z pohľadu jedinca je to závažné chronické ochorenie, ktoré sa podieľa na jeho zvýšenej chorobosti a úmrtnosti. Objektívizácia stupňa obezity spočíva v meraní jednoduchých fyzikálnych parametrov telesnej konštitúcie, ako sú hmotnosť, výška, obvody pásu a bokov (tabuľka 1). V súčasnosti jestvujú najmenej tri rôzne systémy klasifikácie obezity od prominentných globálnych organizácií: WHO (World Health Organization 2000), NCEP ATP III (National Cholesterol Education Program, Adult Treatment Panel III 2004) a IDF (International Diabetes Federation 2005). Ich všeobecná prognostická hodnota je pritom vzájomne porovnateľná: Eddy a spol. (2008) uvádzajú pri všetkých 1,5 – 1,6 násobné zvýšenie rizika kardiovaskulárnej choroby.

Tabuľka 1 Antropometrické parametre obezity

metóda	parameter	referencia
hmotnosť tela	kg	
index telesnej hmotnosti BMI Body Mass Index	$\geq 30 \text{ kg/m}^2$	Quételet 1850 Keys 1972
obvod pásu / obvod bedier WHR Waist-to-Hip Ratio	$\geq 0,90$ muži $\geq 0,85$ ženy	WHO 1999
obvod pásu WC WaistC ircumference	$\geq 102 \text{ cm}$ muži $\geq 88 \text{ cm}$ ženy $\geq 94 \text{ cm}$ muži $\geq 80 \text{ cm}$ ženy	NCEP ATP III 2004 IDF 2005
výška / obvod pásu ICO Index of Central Obesity	$\geq 0,5$	Parikh 2007

Svetová zdravotnícka organizácia považuje za obézneho toho človeka, ktorého index telesnej hmotnosti (BMI – Body Mass Index) prevýši hodnotu 30 kg/m^2 (WHO 2000). BMI je numerický podiel telesnej hmotnosti a štvorca telesnej výšky (kg/m^2), ktorý podľa autorov Keys a spol. (1972) najlepšie aproximuje množstvo tuku v tele a je predurčený na populačné štúdie. Svetová zdravotnícka organizácia stanovila pre potreby epidemiologického skúmania kategórie telesnej hmotnosti (WHO 2006), vymedzené presne definovanými rozsahmi BMI (tabuľka 2).

Tabuľka 2 Kategórie telesnej hmotnosti s príslušnými rozsahmi BMI

kategória	BMI (kg/m ²)	riziko
podváha	< 18,5	zvýšené
normálna váha	18,5 < 25	normálne
nadváha	25 < 30	zvýšené
obezita	>= 30	
I (mierna)	30 < 35	vysoké
II (ťažká)	35 < 40	veľmi vysoké
III (extrémna)	>= 40	extrémne vysoké

Obvod pásu (waist circumference – WC) je jednoduchý antropometrický parameter na meranie akumulácie abdominálneho tukového tkaniva, ktorý veľmi dobre koreluje nielen s CT obrazmi intraabdominálneho tuku, ale aj s kardiovaskulárnym rizikom (Pouliot a spol. 1994). Z dôvodov simplicity, inštrumentálnej nenáročnosti a rýchlej vykonateľnosti je meranie obvodu pásu ideálne skriningové vyšetrenie pre primárnu zdravotnícku starostlivosť. Assmann a spol. (2008) v prospektívnej 10-ročnej kohorte 7 134 mužov pozorovali takú tesnú koreláciu BMI a obvodu pásu, že ich považujú za vzájomne zastupiteľné parametre. Obvod pásu je konštantnou súčasťou definície metabolického syndrómu podľa IDF (Alberti a spol. 2005). Okrem toho obvod pásu stačí odmerať jediný raz, časová náročnosť a náchylnosť na chybu merania je nízka. Potvrdila sa tesná korelácia medzi obvodom pásu a kardiovaskulárnym ochorením a diabetom (Balkau a spol. 2007). Hoci parameter BMI má ešte menšiu chybovosť, korelácie komorbidít boli vo väčšine prípadov silnejšie s obvodom pásu než s BMI.

Mladými dospelými sa pre účely tejto práce rozumejú plnoleté osoby staršie ako 18 rokov, ktoré ale nemajú viac ako 30 rokov. V tomto časovom intervale (18 až 30 rokov) sa fixujú životné stereotypy a návyky, ktoré sa o dve až tri dekády môžu odraziť na špecifickom vzorci ich chorobnosti. Vedecká literatúra o epidemio-

lógii obezity dospelých je veľmi rozsiahla, väčšinou však zmiešava viaceré decéniá a tým vytvára ilúziu o homogenite dospeljej populácie.

Prvotným cieľom tejto práce je priniesť doteraz neznáme údaje o prevalencii obezity medzi mladými dospelými obyvateľmi Slovenskej republiky (vo vekovom rozmedzí od 18 do 30 rokov) vcelku a v subsegmentoch definovaných pohlavím, bydliskom, dosiahnutým vzdelaním a fajčením pomocou troch systémov klasifikácie obezity (WHO, NCEP ATP III a IDF). Druhým cieľom je porovnať výsledky dvoch rôznych spôsobov kvantifikácie telesného tuku prostredníctvom indexu telesnej hmotnosti (BMI) a obvodu pásu.

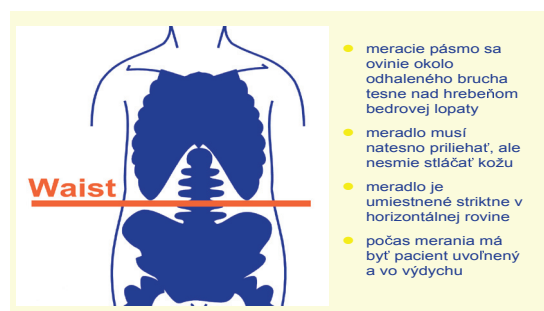
Metodika

Subjekty skúmania boli osoby obidvoch pohlaví od 18 do 30 rokov, ktoré vo vopred určenom čase spontánne navštívili svojho všeobecného lekára z akéhokoľvek dôvodu a súhlasili s anonymným poskytnutím svojich údajov do dotazníka pre potreby prieskumu. Dotazník obsahoval tieto základné demografické a anamnestické údaje: vek, pohlavie, bydlisko (mestské alebo vidiecke), najvyššie dosiahnuté vzdelanie (základná, stredná alebo vysoká škola) a fajčenie (nikdy, predtým, teraz). Lekári odmerali telesnú výšku (m), obvod pásu (cm) a telesnú hmotnosť (kg) štandardizovaným spôsobom a namerané hodnoty zaznamenali do dotazníka (tabuľka 3).

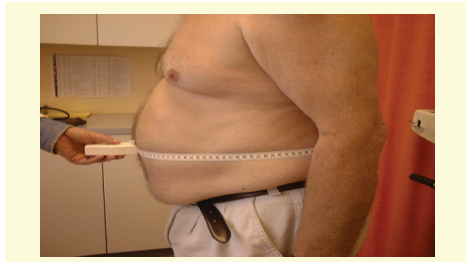
Tabuľka 3 Štruktúra povinných údajov o pacientovi

vek	roky	18 - 30	anamnestické údaje
pohlavie	mužské	ženské	
bydlisko	mesto	vidiek	
vzdelanie	základné (ZŠ)	stredoškolské (SŠ)	
fajčenie	nikdy	predtým	teraz
hmotnosť	kg	BMI (kg/m ²)	fyzikálne merania
výška	m		
obvod pásu	cm		

Návod na správne meranie obvodu pásu je jednoduchý a inštruktívny (obrázok 1). Praktickú ukážku merania obvodu pásu na živom pacientovi predstavuje obrázok 2.



Obrázok 1 Pravidlá merania obvodu pásu



Obrázok 2 Meranie obvodu pásu skutočného pacienta

V prieskume sa zozbieralo spolu 463 vyhodnotiteľných patientskych dotazníkov od 76 náhodne vybraných všeobecných lekárov z územia celej republiky (38 okresov). Údaje sa vložili do databázy a štatisticky vyhodnotili programom SPS. Výsledky sú zobrazené v tabuľkách a grafoch.

Výsledky

Sledovaný súbor tvorí spolu 463 osôb vo veku od 18 do 30 rokov, z toho 231 mužov a 232 žien (tabuľka 4). Tri štvrtiny z celkového počtu sledovaných osôb (74,3 %) sú obyvatelia miest, vidieckych obyvateľov je jedna štvrtina (25,7 %). Ďalším kritériom členenia súboru je najvyššie dosiahnuté vzdelanie. Podiely osôb so základným školským vzdelaním (ZŠ), stredoškolským (SŠ) a vysokoškolským (VŠ) vzdelaním sú zrejmé z tabuľky 4. Jednoznačne dominujú osoby so stredoškolským vzdelaním (62,9 %), vysokoškolsky vzdelaných je 14,4 %, osôb so základným školským vzdelaním je 22,7 %. Každý štvrtý muž (25,5 %) a každá piata žena (19,8 %) majú ukončenú len základnú školu. Podľa vzťahu subjektov k fajčeniu sú osoby priradené do jednej z troch podskupín: nefajčiar (osoba, ktorá nikdy nefajčila), bývalý fajčiar (osoba, ktorá predtým v minulosti fajčila, ale teraz už nefajčí) a terajší fajčiar (osoba fajčí v súčasnosti). Nadpolovičnú väčšinu sledovaného súboru (54,6 %) tvoria nefajčiari. Žien – nefajčiarok (65,5 %) je v súbore viac než nefajčiacich mužov (43,7 %). Medzi fajčiarimi (45,4 %), či už bývalými (13,6%) alebo terajšími (31,7 %) je prevaha mužov (13,9 resp. 42,4 %) nad ženami (13,8 resp. 21,1 %).

Tabuľka 4 Základná charakteristika sledovaného súboru

		muži	ženy	spolu
celý súbor	n (%)	231 (50,0)	232 (50,0)	463 (100,0)
vidiečania	n (%)	59 (25,5)	60 (25,9)	119 (25,7)
mešťania	n (%)	172 (74,5)	172 (74,1)	344 (74,3)
základné vzdelanie	n (%)	59 (25,5)	46 (19,8)	105 (22,7)
stredoškolské vzdelanie	n (%)	144 (62,3)	147 (63,4)	291 (62,9)
vysokoškolské vzdelanie	n (%)	28 (12,2)	39 (16,8)	67 (14,4)
nefajčiari	n (%)	101 (43,7)	152 (65,5)	253 (54,6)
bývalí fajčiari	n (%)	32 (13,9)	31 (13,8)	63 (13,6)
terajší fajčiari	n (%)	98 (42,4)	49 (21,1)	147 (31,7)

Tabuľka 5 sumarizuje výsledky meraní indexu telesnej hmotnosti (BMI) a obvodu pásu (WC) mužov a žien (oddelené) a ich podskupín podľa bydliska (mesto a vidiek). Rozdiely v BMI a obvodoch pásu medzi vidieckymi a mestskými osobami nie sú štatisticky významné. Priemerný BMI žien ($22,5 \text{ kg/m}^2$) patrí podľa WHO triedenia do kategórie normálnej hmotnosti, ale priemerný BMI mužov ($24,9 \text{ kg/m}^2$) tesne atakuje spodnú hranicu nadváhy. Priemerné obvody pásu mužov aj žien sú jasne pod hranicami centrálnnej obezity, ktoré stanovili NCEP ATP III aj IDF.

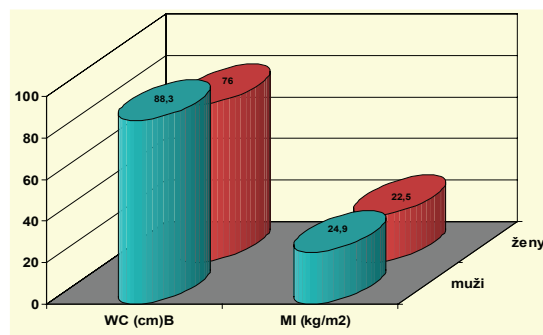
Tabuľka 5 Minimálne, maximálne a priemerné hodnoty BMI a obvodu pásu (WC) v meste a na vidieku

muži	mesto	vidiek	spolu	p
BMI (kg/m^2) min - max	18 - 39	18 - 42	18 - 42	
BMI (kg/m^2) priemer (SD)	24,8 (4,3)	25,1 (4,7)	24,9 (4,4)	0,6407
WC (cm) min - max	70 - 129	67 - 129	67 - 129	
WC (cm) priemer (SD)	88,2 (11,9)	88,9 (13,8)	88,3 (12,4)	0,7013

ženy	mesto	vidiek	spolu	p
BMI (kg/m^2) min - max	15 - 46	16 - 38	15 - 46	
BMI (kg/m^2) priemer (SD)	22,3 (4,6)	23,1 (5,0)	22,5 (4,7)	0,3003
WC (cm) min - max	58 - 128	57 - 111	57 - 128	
WC (cm) priemer (SD)	75,2 (12,5)	78,2 (13,2)	76,0 (12,7)	0,1272

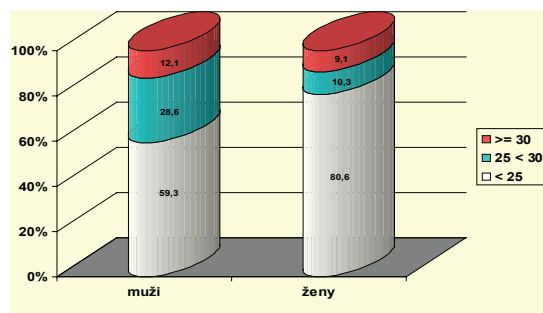
Priemerné hodnoty obvodu pásu (WC) a indexu telesnej hmotnosti (BMI) mužov a žien hodnoteného súboru graficky znázorňuje obrázok 3. Priemerný obvod pásu mužov meria $88,3 \text{ cm}$, priemerný obvod pásu žien je $76,0 \text{ cm}$. Priemerná hodnota BMI mužskej časti súboru je $24,9 \text{ kg/m}^2$, ženský BMI je v priemere $22,5 \text{ kg/m}^2$.

Graf 3 Priemerné hodnoty obvodu pásu (WC) a indexu telesnej hmotnosti (BMI)



Podľa veľkosti BMI sa v kategórii normálnej hmotnosti ($\text{BMI} < 25 \text{ kg/m}^2$) nachádza $59,3 \%$ mužov a $80,6 \%$ žien sledovaného súboru (obrázok 4). Nadváhu ($\text{BMI} 25 < 30 \text{ kg/m}^2$) má $28,6 \%$ mužov a $10,3 \%$ žien, obéznych ($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$) je $12,1 \%$ mužov a $9,1 \%$ žien. Približne 40% mužov a 20% žien má buď nadváhu alebo obezitu (graf 4).

Graf 4 Percentuálne podiely jednotlivých kategórií BMI



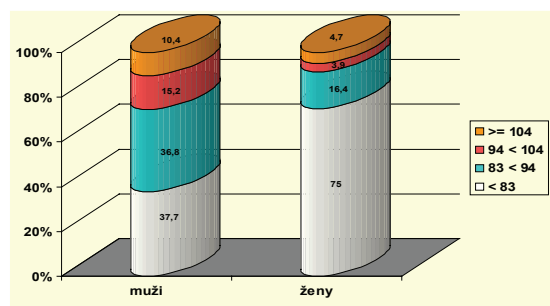
Podrobné rozvrstvenie mužov a žien do definovaných BMI kategórií uvádza tabuľka 6. Obyvatelia vidieka (muži aj ženy) majú v porovnaní s mestskými obyvateľmi menšie zastúpenie v kategórii normálnej hmotnosti a väčšie zastúpenie v kategórii nadváhy, ale tieto rozdiely nie sú štatisticky významné.

Tabuľka 6 Početnosť kategórií BMI v meste a na vidieku

muži		mesto	vidiek	spolu	p
BMI < 25 kg/m ²	n (%)	104 (60,5)	33 (55,9)	137 (59,3)	0,5521
BMI 25 < 30 kg/m ²	n (%)	46 (26,7)	20 (33,9)	66 (28,6)	
BMI ≥ 30 kg/m ²	n (%)	22 (12,8)	6 (10,2)	28 (12,1)	
ženy		mesto	vidiek	spolu	p
BMI < 25 kg/m ²	n (%)	144 (83,7)	43 (71,7)	187 (80,6)	0,0530
BMI 25 < 30 kg/m ²	n (%)	13 (7,6)	11 (18,3)	24 (10,3)	
BMI ≥ 30 kg/m ²	n (%)	15 (8,7)	6 (10,0)	21 (9,1)	

Percentuálne zastúpenie kvartilov obvodu pásu prezentuje graf 5. Tri štvrtiny mužov (74,5 %) sa nachádzajú v prvých dvoch kvartiloch, kým tri štvrtiny žien (75,0 %) sú v prvom kvartile. Posledné dva kvartily obsahujú štvrtinu mužov (25,6 %) a len 8,6 % žien.

Graf 5 Kvartily obvodu pásu mužov a žien



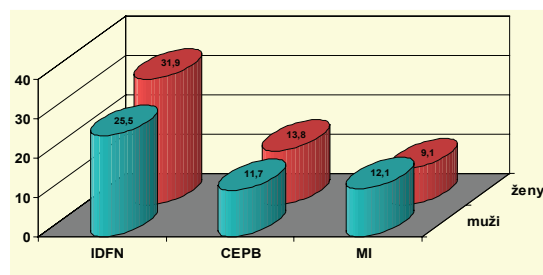
Podrobnosti rozdelenia mužov a žien do definovaných kvartilov obvodu pásu obsahuje tabuľka 7. Medzi mestskými a vidieckymi mužmi niet signifikantného rozdielu v početnosti jednotlivých kvartilov. Ženy žijúce na vidieku majú v porovnaní s mestskými významne menšie zastúpenie v prvom kvartile a väčšie v druhom, treťom a štvrtom kvartile ($p = 0,0352$).

Tabuľka 7 Početnosti kvartilov obvodu pásu (WC) v meste a na vidieku

muži		mesto	vidiek	spolu	p
WC < 83 cm	n (%)	23 (16,1)	9 (13,6)	32 (15,3)	0,7292
WC 83 < 94 cm	n (%)	57 (39,9)	26 (39,4)	83 (39,7)	
WC 94 < 104 cm	n (%)	39 (27,3)	21 (31,8)	60 (28,7)	
WC ≥ 104 cm	n (%)	24 (16,8)	10 (15,2)	34 (16,3)	
ženy		mesto	vidiek	spolu	p
WC < 83 cm	n (%)	137 (79,7)	37 (61,7)	174 (75,0)	0,0352
WC 83 < 94 cm	n (%)	22 (12,8)	16 (26,7)	38 (16,4)	
WC 94 < 104 cm	n (%)	6 (3,5)	3 (5,0)	9 (3,9)	
WC ≥ 104 cm	n (%)	7 (4,1)	4 (6,7)	11 (4,7)	

O prítomnosti obezity možno dnes rozhodnúť na základe troch kritérií: 1. ak hodnota BMI prevyšuje 30 kg/m² (WHO 2000), 2. ak obvod pásu presiahne 102 cm (muži) alebo 88 cm (ženy) (NCEP ATP III 2004), 3. ak obvod pásu presiahne 94 cm (muži) alebo 80 cm (ženy) (IDF 2005). Ak sa ako rozhodujúce kritérium vezme hodnota BMI nad 30 kg/m², potom 12,1 % mužov a 9,1 % žien hodnoteného súboru sú obézni. Spolu 11,7 % mužov a 13,8 % žien spĺňa kritériá NCEP ATP III pre centrálnu (abdominálnu) obezitu (adipozitu). Podľa kritérií IDF je obéznych až 25,5 % mužov a 31,9 % žien sledovaného súboru (graf 6).

Graf 6 Prevalencia obezity mužov a žien podľa kritérií IDF, NCEP a BMI (%)



Tabuľka 8 obsahuje podrobné údaje o prevalencii obezity v súlade s ich tromi rôznymi

definíciami (BMI, NCEP ATP III a IDF) v podskupinách podľa pohlavia a lokalizácie bydliska osôb. S výnimkou IDF definície ženskej obezity ($p = 0,0005$) nie sú ostatné rozdiely medzi mestom a vidiekom signifikantné.

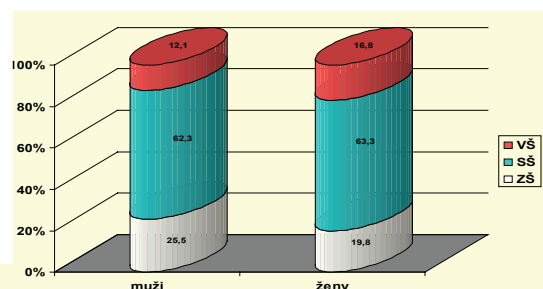
Tabuľka 8 Porovnanie výskytu obezity v meste a na vidieku

muži			mesto	vidiek	spolu	p
BMI	$\geq 30 \text{ kg/m}^2$	n (%)	22 (12,8)	6 (10,2)	28 (12,1)	0,5521
NCEP	$\geq 102 \text{ cm}$	n (%)	19 (11,0)	8 (13,6)	27 (11,7)	0,6042
IDF	$\geq 94 \text{ cm}$	n (%)	43 (25,0)	16 (27,1)	59 (25,5)	0,7474

ženy			mesto	vidiek	spolu	p
BMI	$\geq 30 \text{ kg/m}^2$	n (%)	15 (8,7)	6 (10,0)	21 (9,1)	0,0530
NCEP	$\geq 88 \text{ cm}$	n (%)	22 (12,8)	10 (16,7)	32 (13,8)	0,4534
IDF	$\geq 80 \text{ cm}$	n (%)	44 (25,6)	30 (50,0)	74 (31,9)	0,0005

Prevažná väčšina mužov (62,3 %) aj žien (63,3 %) sledovaného súboru prináleží do segmentu s ukončeným stredoškolským vzdelaním, vysokoškolsky vzdelaných je medzi mužmi 12,1 % a medzi ženami 16,8 % (graf 7).

Graf 7 Podiely základného (ZŠ), stredoškolského (SŠ) a vysokoškolského (VŠ) vzdelania



Prevalencie obezity podľa troch rozdielnych klasifikácií (WHO, NCEP a IDF) vo vzťahu k dosiahnutému vzdelaniu sú znázornené v tabuľke 9. Prevaha ženskej obezity v seg-

mente základného vzdelania (ZŠ) je zreteľná vo všetkých troch klasifikačných systémoch (19,6 resp. 26,1 resp. 47,8 %). Rozdiely medzi vzdelanostnými stupňami sú štatisticky významné, najmenej obézne sú vysokoškolsky vzdelané mladé ženy. U mužov sa zaznamenala diskontinuita s vysokou prevalenciou obezity vysokoškolsky vzdelaných (29,9 resp. 22,2 resp. 44,4 %).

Tabuľka 9 Výskyt obezity podľa kritérií BMI, NCEP a IDF v závislosti od dosiahnutého vzdelania

muži - vzdelanie			ZŠ	SŠ	VŠ	spolu	p
BMI	$\geq 30 \text{ kg/m}^2$	n (%)	8 (13,6)	12 (8,3)	8 (29,6)	28 (12,1)	0,0807
NCEP	$\geq 102 \text{ cm}$	n (%)	9 (15,3)	12 (8,3)	6 (22,2)	27 (11,7)	0,1292
IDF	$\geq 94 \text{ cm}$	n (%)	18 (30,5)	29 (20,1)	12 (44,4)	59 (25,5)	0,0286

ženy - vzdelanie			ZŠ	SŠ	VŠ	spolu	p
BMI	$\geq 30 \text{ kg/m}^2$	n (%)	9 (19,6)	12 (8,2)	0 (0,0)	21 (9,1)	0,0117
NCEP	$\geq 88 \text{ cm}$	n (%)	12 (26,1)	20 (13,6)	0 (0,0)	32 (13,8)	0,0024
IDF	$\geq 80 \text{ cm}$	n (%)	22 (47,8)	46 (31,3)	6 (15,4)	74 (31,9)	0,0058

S tým korešpondujú aj parciálne prevalencie obezity v definovaných kategóriách BMI, zobrazené v tabuľke 10. Kým výskyt ženskej nadváhy ($\text{BMI } 25 < 30 \text{ kg/m}^2$) a obezity ($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$) signifikantne ($p = 0,0117$) klesá so zvyšujúcim sa vzdelaním a výskyt normálnej hmotnosti má opačnú tendenciu, u mužov tomu tak nie je. Pokles medzi ZŠ (13,6 %) a SŠ (8,3 %) je prerušený a percento obéznych vysokoškolsky vzdelaných mužov je vysoké (29,6 %). Distribúcia mužského BMI má jednosmernú tendenciu len v kategórii normálnej hmotnosti ($\text{BMI} < 25 \text{ kg/m}^2$). Kategória nadváhy dosahuje vrchol v segmente stredoškolákov, kým kategória obezity má u stredoškolákov deflexiu a kulminuje u vysokoškolákov. Tieto rozdielnosti však nedosahujú úroveň štatistickej

významnosti.

Tabuľka 10 Početnosť kategórií BMI vo vzťahu k dosiahnutému vzdelaniu

muži - vzdelanie		ZŠ	SŠ	VŠ	spolu	p
BMI < 25 kg/m ²	n (%)	36 (61,0)	86 (59,7)	15 (51,9)	137 (59,3)	
BMI 25 < 30 kg/m ²	n (%)	15 (25,4)	46 (31,9)	5 (18,5)	66 (28,6)	
BMI ≥ 30 kg/m ²	n (%)	8 (13,6)	12 (8,3)	8 (29,6)	28 (12,1)	
ženy - vzdelanie		ZŠ	SŠ	VŠ	spolu	p
BMI < 25 kg/m ²	n (%)	31 (67,4)	119 (81,0)	37 (94,9)	187 (80,6)	
BMI 25 < 30 kg/m ²	n (%)	6 (13,0)	16 (10,9)	2 (5,1)	24 (10,3)	
BMI ≥ 30 kg/m ²	n (%)	9 (19,6)	12 (8,2)	0 (0,0)	21 (9,1)	

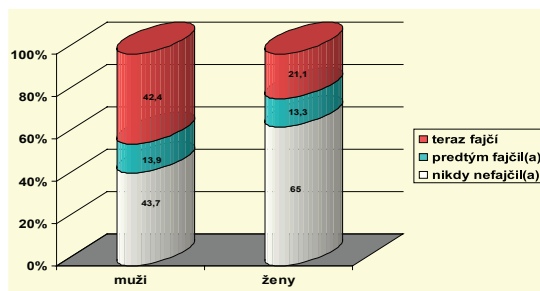
V rozložení kvartilov mužského obvodu pásu nevidno pevnú logiku a rozdiely medzi nimi sú štatisticky nevýznamné (tabuľka 11). Na rozdiel od toho ženské kvartily vykazujú signifikantnú ($p = 0,0058$) systematickú jednosmernosť (horizontálnu, vertikálnu aj diagonálnu).

Tabuľka 11 Početnosť kvartilov obvodu pásu (WC) vo vzťahu k dosiahnutému vzdelaniu

muži - vzdelanie		ZŠ	SŠ	VŠ	spolu	p
WC < 83 cm	n (%)	23 (39,0)	57 (39,6)	7 (25,9)	87 (37,7)	
WC 83 < 94 cm	n (%)	18 (30,5)	58 (40,3)	9 (33,3)	85 (36,8)	
WC 94 < 104 cm	n (%)	10 (16,9)	19 (13,2)	6 (22,2)	35 (15,2)	
WC ≥ 104 cm	n (%)	8 (13,6)	10 (6,9)	6 (22,2)	24 (10,4)	
ženy - vzdelanie		ZŠ	SŠ	VŠ	spolu	p
WC < 83 cm	n (%)	27 (58,7)	111 (75,5)	36 (92,3)	174 (75,0)	
WC 83 < 94 cm	n (%)	12 (26,1)	23 (15,6)	3 (7,7)	38 (16,4)	
WC 94 < 104 cm	n (%)	1 (2,2)	8 (5,4)	0 (0,0)	9 (3,9)	
WC ≥ 104 cm	n (%)	6 (13,0)	5 (3,4)	0 (0,0)	11 (4,7)	

Podiel nefajčiarov medzi mužmi je 43,7 % a medzi ženami 65,0 % (graf 8). Aktuálnych fajčiarov mužov je 42,4 % a žien fajčiarok 21,1 %. Bývalí fajčiari sa vyskytujú ako medzi mužmi (13,9 %), tak aj medzi ženami (13,3 %).

Graf 8 Percentuálne podiely fajčiarov a nefajčiarov v sledovanom súbore



Suma zistení o prevalencii obezity medzi fajčiarmi a nefajčiarmi je zachytená v tabuľke 12. V ženskej časti súboru niet výraznejších rozdielov medzi nefajčiarkami, bývalými a terajšími fajčiarkami vo výskyte centrálnej obezity, či už podľa kritérií BMI, NCEP alebo IDF. U mužov sa zaznamenal relatívne nízky výskyt obezity u nefajčiarov (6,9 resp. 5,0 resp. 17,8 %) a relatívne vysoký výskyt obezity u bývalých fajčiarov (25,0 resp. 25,0 resp. 37,5 %) nielen v porovnaní s nefajčiarmi, ale aj aktuálnymi fajčiarmi (13,3 resp. 14,3 resp. 29,6 %). Rozdiely vo všetkých troch klasifikačných systémoch (BMI, NCEP a IDF) sú štatisticky signifikantné.

Tabuľka 12 Prevalencie obezity fajčiarov a nefajčiarov

muži - fajčenie		nie	predtým	teraz	spolu	p
BMI	≥ 30 kg/m ²	n (%)	7 (6,9)	8 (25,0)	13 (13,3)	
NCEP	≥ 102 cm	n (%)	5 (5,0)	8 (25,0)	14 (14,3)	
IDF	≥ 94 cm	n (%)	18 (17,8)	12 (37,5)	29 (29,6)	
ženy - fajčenie		nie	predtým	teraz	spolu	p
BMI	≥ 30 kg/m ²	n (%)	13 (8,6)	3 (9,7)	5 (10,2)	
NCEP	≥ 88 cm	n (%)	20 (13,2)	4 (12,9)	8 (16,3)	
IDF	≥ 80 cm	n (%)	51 (33,8)	9 (29,0)	14 (28,6)	

Podobné zistenia sa nachádzajú aj v tabuľke 13 a tabuľke 14, ktoré vypovedajú o prevalencii obezity v definovaných kategóriách BMI a kvartiloch obvodu pásu. V distribúcii ženskej obezity niet signifikantných rozdielností medzi jednotlivými podskupinami. Mužská obezita sa naopak vyznačuje štatisticky významnými disproporciami ($p = 0,0116$). Najmä podskupina bývalých fajčiarov sa vymyká z kontinua a vyznačuje sa kumuláciou osôb v kategóriách nadváhy a obezity podľa kritérií BMI.

Tabuľka 13 Početnosť kategórií BMI vo vzťahu k fajčeniu

muži - fajčenie		nie	predtým	teraz	spolu	p
BMI < 25 kg/m ²	n (%)	67 (66,3)	11 (34,4)	59 (60,2)	137 (59,3)	0,0116
BMI 25 < 30 kg/m ²	n (%)	27 (26,7)	13 (40,6)	26 (26,5)	66 (28,6)	
BMI ≥ 30 kg/m ²	n (%)	7 (6,9)	8 (25,0)	13 (13,3)	28 (12,1)	
ženy - fajčenie		nie	predtým	teraz	spolu	p
BMI < 25 kg/m ²	n (%)	122 (80,8)	26 (83,9)	38 (77,6)	186 (80,5)	0,9308
BMI 25 < 30 kg/m ²	n (%)	16 (10,6)	2 (6,5)	6 (12,2)	24 (10,4)	
BMI ≥ 30 kg/m ²	n (%)	13 (8,6)	3 (9,7)	5 (10,2)	21 (9,1)	

Tabuľka 14 Početnosti kvartilov obvodu pásu (WC) vo vzťahu k fajčeniu

muži - fajčenie		nie	predtým	teraz	spolu	p
WC < 83 cm	n (%)	47 (46,5)	8 (25,0)	32 (32,7)	87 (37,7)	0,0607
WC 83 < 94 cm	n (%)	36 (35,6)	12 (37,5)	37 (37,8)	85 (36,8)	
WC 94 < 104 cm	n (%)	13 (12,9)	5 (15,6)	17 (17,3)	35 (15,2)	
WC ≥ 104 cm	n (%)	5 (5,0)	7 (21,9)	12 (12,2)	24 (10,4)	
ženy - fajčenie		nie	predtým	teraz	spolu	p
WC < 83 cm	n (%)	112 (74,2)	23 (74,2)	38 (77,6)	173 (74,9)	0,8241
WC 83 < 94 cm	n (%)	25 (16,6)	7 (22,6)	6 (12,8)	38 (16,5)	
WC 94 < 104 cm	n (%)	6 (4,0)	0 (0,0)	3 (6,1)	9 (3,9)	
WC ≥ 104 cm	n (%)	8 (5,3)	1 (3,2)	2 (4,1)	11 (4,8)	

Diskusia

Hippokrates obezitu samotnú nepovažoval za chorobu, ale za zvestovateľa iných chorôb. Historicky možno obezitu považovať až do

polovice 20. storočia za zriedkavú chorobu (Haslam 2007). Priemyslová revolúcia priniesla v 19. storočí zmenu telesného habitu vyznačujúcu sa nárastom svalovej sily, vzrastu a telesného objemu robotníkov a vojakov. V 20. storočí dosiahla populácia geneticky predurčený prah telesnej výšky a pokračujúci nárast telovej masy sa pretavil do rastu hmotnosti a obezity. Prevalencia obezity v USA medzi rokmi 1971 a 2000 narástla viac ako dvojnásobne: z 14,5 % na 30,9 % (Flegal a spol. 2002). Trendy v incidencii obezity v USA sú známe z projektu NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey). Porovnanie dvoch období (1976-1980 a 1999-2002) poukazuje na zvýšenie prevalence nadhmotnosti o 40 % a obezity o 100% (Ford a spol. 2003). Takmer tretina dospelých populácie v USA je obézna a ďalšia tretina populácie trpí nadhmotnosťou (Flegal a spol. 2002). Údaje z NHANES III (The Third National Health and Nutrition Examination Survey) poukazujú na zvýšený nárast abdominálnej obezity v americkej populácii za ostatných 10 rokov (u mužov z 29,5 % na 36,9 %, relatívny vzostup o 28,5 %, u žien zo 46,7 % na 55,1 %, čo predstavuje relatívny nárast o 18 %), ako aj 40 %-nú prevalenciu metabolického syndrómu vo veku nad 60 rokov ako u mužov, tak aj u žien (Alexandre a spol. 2003). Niet všeobecnej zhody o tom, či konglomerát rizikových faktorov (ako napr. metabolický syndróm) má aditívnu prognostickú hodnotu pre individuálneho pacienta (Ford 2005). Či už sú dohodnuté parametre izolované alebo konjugované, hlavný cieľ osvetly a zdravotníckej prevencie je ten istý: znížiť podiel obéznych v populácii, a to nielen dospelých, ale už aj detí predškolského a školského veku (Minárik a spol. 2002; Mikulecký a spol. 2004; James a Lobstein 2009).

Obezita však nie je len problémom USA, ale prakticky každého svetového kontinentu a aj Európy. Európske údaje pochádzajúce z projektu Monitoring Trends and Determinants in Cardiovascular Disease (MONICA) predstavujú vekovo štandardizovanú prevalenciu obezity z roku 1990, kedy obezita varíovala od 15% do 25 % u mužov a od 10 % do 35 % u žien, s najvyššou prevalenciou u mužov a žien z východnej Európy (Molarius a spol. 2000). Svetová zdravotnícka organizácia uznala v roku 1997 obezitu za globálnu epidémiu a odhaduje, že ňou trpí viac ako 10 % dospelaj populácie sveta (Caballero 2007). Frekvencia obezity narastá s vekom a vrcholí medzi päťdesiatkou a šesťdesiatkou. V ostatných rokoch extrémne narastá počet prípadov ťažkej morbidnej obezity, najmä v severnej Amerike (Sturm 2007). Obezita však už nie je izolovaná na bohaté industriálne krajiny, stala sa problémom aj rozvojového sveta (Tsigosa a spol. 2008). Ďalšie, zatiaľ skryté nebezpečenstvo tkvie v narastajúcej všeobecnej spoločenskej akceptácii adipozity ako normálneho stavu (Johnson a spol. 2008).

Väčšina individuálnych prípadov obezity sa dá pripočítať na vrub nadmernému energetickému príjmu a nedostatku telesného pohybu. Zo spoločenských faktorov sa za najdôležitejšie považujú ľahká dostupnosť jedla, dopravných prostriedkov a mechanizovanej práce (James 2008). Fajčenie významnou mierou ovplyvňuje telesnú hmotnosť. Zanechanie fajčenia sa v horizonte 10 rokov prejaví nárastom hmotnosti v priemere o 4,4 kg u žien a 5,0 kg u mužov (Flegal a spol. 1995). Iní autori (Chioleri a spol. 2008) zisťujú, že zmena frekvencie fajčenia má na hmotnosť a distribúciu telesného tuku len malý vplyv.

BMI (Keys a spol. 1972) sa široko uplatnil ako jednoduchý prostriedok štatistickej kla-

sifikácie osôb s priemerným zložením tela a so sedavým spôsobom života (fyzicky neaktívnych) pre rozpoznávanie populačných trendov. Svetová zdravotnícka organizácia prevzala BMI ako štandard pre potreby štatistiky, ktorý sa v praxi osvedčil najmä ako nástroj, ktorý s uspokojivou presnosťou zaradí väčšinu osôb do jednej z definovaných hmotnostných kategórií. Treba si však uvedomiť, že BMI neberie do úvahy mnohé faktory, ktoré ovplyvňujú telesnú hmotnosť, a to predovšetkým veľkosť svalovej hmoty (muskulatúru) a telesnú konštitúciu (habitus, veľkosť kostry). Klasifikácia pomocou BMI preto nebude spoľahlivá u osôb s geneticky alebo fenotypicky podmienenou hypersténiou alebo asténiou (napr. siloví športovci, ťažko fyzicky pracujúci, deti, zošíl starci a pod.).

V našom kultúrnom prostredí sa za časový predel, kedy dorastenci vstupujú do vekovej kategórie dospelých, všeobecne považuje dosiahnutie 18. roku a takto je to zaužívané nielen v športovej terminológii. V tomto veku už majú všetci ukončenú povinnú základnú školskú dochádzku, majú vypestovanú špecifickú imunitu po všetkých tých nepríjemných detských chorobách a preboleli ich sklamanie z prvých mladíckych lások, ich telá sú už dostatočne silné a pevné, aby odolali ťažšej námahe. No je tu aj dôležitý právny aspekt, dovŕšením 18. roku sa stávame dospelými aj de jure, od tohto dňa sme plnoprávnymi subjektmi s plnou zodpovednosťou za svoje konanie, vrátane trestnoprávnej zodpovednosti. Mnohí v tomto veku podstupujú prvú veľkú skúšku dospelosti – maturitu a rozhodujú sa o svojom povolání či ďalšom štúdiu. Tretie decénium života (21 až 30 rokov) je spravidla obdobím najvýbušnejšej činnosti vo všetkých oblastiach: telesne pracujúci a športovci dosahujú svoje fyzické maximá, mozgy vzdelan-

cov majú najväčšiu plasticitu a atrakčnú schopnosť, nezadržateľná energia milencov plodí nových potomkov, neúnavne sa buduje profesionálna a spoločenská kariéra s cieľom vyniknúť a zabezpečiť sa na staré kolená, fixujú sa stereotypy a návyky. Život mladých dospelých je rušný v každom ohľade. Objavujú sa však aj prvé zlyhania, nielen spoločensky či osobnostne podmienené, ale aj zdravotné. Rizikové faktory neskorších vážnych civilizačných ochorení, najmä tých kardiovaskulárnych, sa dajú vystopovať už v tomto veku v nezanedbateľných počtoch.

Narastajúci výskyt obezity a s ňou súvisiacich rizikových faktorov a ochorení patrí z epidemiologického hľadiska medzi namasovejšie pozorované javy súčasnosti, ktoré znepokojujú nielen biomedicínskych odborníkov, ale mali by pútať pozornosť aj sociológov a politikov. Obezita je problémom verejného zdravia a politiky, pre svoju pandemickú prevlenciu, nákladovosť a pridruženú chorobnosť. Vedecká literatúra o patogenéze obezity a jej dôsledkoch je veľmi bohatá a rýchlo sa rozrášťa, čo je jednak nepriamym dôkazom spoločenskej dôležitosti a závažnosti tejto témy, jednak vyjadrením rozpakov zo stále nedostačujúceho poznania súvislostí a riešení. Súčasná globálna epidémia obezity je negatívny civilizačný trend podmienený nadmerným príjmom potravín a nízkou fyzickou aktivitou. Obezite, najmä typu abdominálnej adipozity sa prisudzuje zvýšenie rizika kardiovaskulárnej chorobnosti a cukrovky (Dagenais a spol. 2005). Pacienti s nadváhou a najmä obezitou majú progresívne vyššiu morbiditu a mortalitu (Adams a spol. 2006). Wittchen a spol. (2006) boli tvorcami veľkej medzinárodnej, neintervenčnej prierezovej (cross-sectional) štúdie IDEA (International Day for the Evaluation of Abdominal obe-

sity) zameranej na hodnotenie abdominálnej adipozity štandardizovaným meraním obvodu pásu. Táto štúdia, ktorej sa v 63 krajinách zúčastnilo 168 000 pacientov, mala za úlohu nielen poskytnúť údaje o geografickej a etnickej distribúcii nadváhy a obezity vo svete, ale aj zhodnotiť, či meranie obvodu pásu (WC – waist circumference) je spolu s BMI (body mass index) užitočný klinický marker kardiovaskulárnych ochorení a diabetes mellitus v primárnej lekárskej starostlivosti.

V štúdiu IDEA sa zistilo sa, že 24% mužov a 27% žien bolo obéznych ($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$), nadváhu ($\text{BMI} 25\text{--}30 \text{ kg/m}^2$) malo 40% mužov a 30% žien (Balkau a spol. 2007) a nadnormatívny obvod pásu malo 29% mužov ($> 102 \text{ cm}$) a 48% žien ($> 88 \text{ cm}$). V regióne východnej Európy s podielom 30 375 pacientov (z toho 36,8% mužov) z 11 krajín (Bulharsko, Česko, Estónsko, Litva, Lotyšsko, Maďarsko, Poľsko, Rusko, Slovensko, Slovinsko, Ukrajina) bol priemerný obvod pásu mužov $96,9 (\pm 13,7) \text{ cm}$ a žien $89,7 (\pm 15,7) \text{ cm}$. Priemerný BMI mužov bol $27,5 (\pm 4,8) \text{ kg/m}^2$ a žien $27,6 (\pm 6,0) \text{ kg/m}^2$. V porovnaní s východnými Európanmi sa o niečo lepšie výsledky severo-západných Európanov (Belgicko, Dánsko, Fínsko, Francúzsko, Holandsko, Írsko, Nemecko, Nórsko, Rakúsko, Švajčiarsko, Švédsko) viac-menej očakávali: priemerný obvod pásu mužov bol $97,8 (\pm 13,5) \text{ cm}$ a žien $88,3 (\pm 14,8) \text{ cm}$, priemerný BMI mužov bol $27,2 (\pm 4,6) \text{ kg/m}^2$ a žien $26,4 (\pm 5,6) \text{ kg/m}^2$, kým horšie výsledky južných Európanov (Grécko, Taliansko, Portugalsko, Španiesko, Turecko) boli mierne prekvapivé: priemerný obvod pásu mužov bol $99,4 (\pm 12,9) \text{ cm}$ a žien $91,3 (\pm 14,7) \text{ cm}$ a priemerný BMI mužov bol $28,2 (\pm 4,5) \text{ kg/m}^2$ a žien $27,9 (\pm 5,6) \text{ kg/m}^2$. Časť sumárnych výsledkov slovenskej populácie v štúdiu IDEA publikovali Dukát

a spol. (2006, 2007, 2008), ako aj Krahulec a spol. (2010). Ľudia žijúci v meste majú BMI v priemere o 1 kg/m^2 menší než tí, ktorí žijú na vidieku a tento rozdiel je viditeľnejší u žien než u mužov. Obezitu ($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$) malo 27,0% mužov a 34,7% žien, nadváhu ($\text{BMI} 25\text{--}30 \text{ kg/m}^2$) malo 43,0% mužov a 28,8% žien, normálnu hmotnosť ($\text{BMI} < 25 \text{ kg/m}^2$) malo 29,9 % mužov a 36,5 % žien slovenského súboru štúdie IDEA. Ak sa mužské a ženské podiely spriemerujú, potom každý tretí pacient (34,5 %) je v pásme nadváhy ($\text{BMI} 25 - 30 \text{ kg/m}^2$); obézných ($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$) je viac ako štvrtina pacientov (28,6%) a normálnu telesnú hmotnosť má sotva tretina pacientov (31,6 %). Bezmála dve tretiny subjektov štúdie (63,1%) sú obézni alebo majú nadváhu. Prítomnosť alebo neprítomnosť abdominálnej (centrálnej) obezity ako jednej z konštantných súčastí metabolického syndrómu sa posudzuje buď podľa parametrov NCEP ATP III (2004) alebo IDF (2005). Podľa kritérií IDF (2005) 59,7 % mužskej a 71,7 % ženskej časti slovenskej populácie spĺňa charakteristiku abdominálnej obezity.

Ďalšie slovenské údaje o prevalencii nadvahy a obezity možno čerpať z pilotného skríningu závažných dyslipoproteínmií v slovenskej populácii štyridsiatnikov, ktorý iniciovala Slovenská Asociácia Aterosklerózy (SAA) v roku 2003 (Fábryová a Rašlová 2004). V rámci tohto skríningu bolo vyšetrených 2323 osôb (978 mužov a 1 345 žien), z čoho 48,1 % mužov malo nadváhu a 14,1 % spĺňalo kritériá pre obezitu, u žien malo nadváhu 30,5 % a v pásme obezity sa pohybovalo 16,1 % žien. Galajda a spol. (2008) sledovali v rokoch 2003 až 2005 cieľovú skupinu 1625 dospelých v 40 slovenských diabetologických centrách. Prevalencia centrálnej obezity v tomto súbore podľa kritérií NCEP/ATP III

bola celkovo 29,7 %, z toho u mužov 22 % a u žien 36,8 %.

Český observačný, multicentrický, otvorený projekt ATLET sledoval počas 12 mesiacov evolúciu BMI a obvodu pásu u pacientov s rizikom kardiovaskulárneho ochorenia (Býma a spol. 2006). V súbore 7 512 chorých s priemerným vekom 62,2 rokov zistili autori celkovú priemernú prevalenciu (muži aj ženy spolu) primeranej telesnej hmotnosti u 16 % (muži 14 %, ženy 19 %), nadváhu u 48 % (muži 52 %, ženy 42 %) a obezitu u 36 % (muži 36 %, ženy 39 %) sledovaných osôb. V ženskej časti súboru bol väčší počet osôb s primeranou hmotnosťou a zároveň vyšší počet obézných než v mužskej časti. Počet osôb s nadvahou rástol až do veku 55 rokov, po tomto veku sa zaznamenal ich mierny pokles.

Záver

Ak sa ako klasifikačné kritérium použije hodnota BMI ($\geq 30 \text{ kg/m}^2$), potom 12,1 % mužov a 9,1 % žien hodnoteného súboru sú obézni. Spolu 11,7 % mužov a 13,8 % žien spĺňa kritériá NCEP ATP III pre centrálnu obezitu. Podľa kritérií IDF je obézných až 25,5 % mužov a 31,9 % žien sledovaného súboru. S výnimkou IDF definície ženskej obezity nie sú ostatné rozdiely medzi mestskými a vidieckymi osobami signifikantné.

Rozdiely medzi vzdelanostnými stupňami žien sú štatisticky významné, obezita prevláda medzi ženami so základným vzdelaním, najmenej obézne sú vysokoškolsky vzdelané mladé ženy. U mužov sa zaznamenala diskontinuita s vysokou prevalenciou obezity vysokoškolsky vzdelaných. V ženskej časti súboru niet výraznejších rozdielov vo výskyte obezity medzi nefajčiarkami, bývalými a terajšími fajčiarkami. U mužov sa zrna-

menal nízky výskyt obezity u nefajčiarov a vysoký výskyt obezity u bývalých fajčiarov nielen v porovnaní s nefajčiarmi, ale aj aktuálnymi fajčiarmi.

Priemerná hodnota BMI mužskej časti súboru je 24,9 kg/m², ženský BMI je v priemere

22,5 kg/m². Priemerný obvod pásu mladých dospelých mužov meria 88,3 cm, priemerný obvod pásu žien je 76,0 cm. Osoby žijúce v meste a na vidieku sa od seba nelíšia v hodnotách BMI a obvodu pásu.

Literatúra

ADAMS KF, SCHATZKIN A, HARRIS TB et al. Overweight, obesity, and mortality in a large prospective cohort of persons 50 to 71 years old. *N Engl J Med*. 2006;355:763-778.

ALBERTI KGM, ZIMMET P, SHAW J. The metabolic syndrome – a new worldwide definition. *Lancet*. 2005;366:1059-1062.

ALEXANDRE CM, LANDSMAN PB, TEUTSCH SM et al. NCEP-Defined Metabolic Syndrome, Diabetes and Prevalence of Coronary Heart Disease Among NHANES III Participants Age 50 Years and Older. *Diabetes*. 2003; 52: 1210-1214.

ASSMANN G, SCHULTE H, SEEDORF U. Cardiovascular risk assessment in the metabolic syndrome: results from the Prospective Cardiovascular Munster (PROCAM) study. *Int J Obesity*. 2008;32:S11-S16.

BALKAU B, DEANFIELD JE, DESPRÉS J-P et al. International day for the evaluation of abdominal obesity (IDEA). A study of waist circumference, cardiovascular disease, and diabetes mellitus in 168 000 primary care patients in 63 countries. *Circulation*. 2007;116:1942-1951.

BALLANTYNE CM, HOOGVEEN RC, MCNEILL AM et al. Metabolic syndrome risk for cardiovascular disease and diabetes in ARIC study. *Int J Obesity*. 2008;32:S21-S24.

BÝMA S, DOSEDĚL M, HERBER O et al. Léčebně preventivní péče všeobecných prak-

tických lékařů u nemocných se zvýšeným rizikem onemocnění aterosklerotickým kardiovaskulárním onemocněním. *Practicus*. 2006;6:256-261.

CABALLERO B. The global epidemic of obesity: an overview. *Epidemiol Rev* 2007;29:1-5.

CANOY D, BOEKHOLDT SM, WAREHAM N et al. Body fat distribution and risk of coronary heart disease in men and women in the European prospective investigation into cancer and nutrition in Norfolk cohort: a population-based prospective study. *Circulation*. 2007;116:2933-2943.

CARR DB, UTZSCHNEIDER KM, HULL RL et al. Intra-abdominal fat is a major determinant of the National Cholesterol Education Program Treatment Panel III criteria for the metabolic syndrome. *Diabetes*. 2004;53(8):2087-2094.

CATERSON ID, HUBBARD V, BRAY GA et al. American Heart Association prevention conference VII. Obesity, a worldwide epidemic related to heart disease and stroke: group III: worldwide comorbidities of obesity. *Circulation*. 2004;110:e476-e483.

CHIOLERO A, FAEH D, PACCAUD F et al. Consequences of smoking for body weight, body fat distribution, and insulin resistance. *Am J Clin Nutr*. 2008;87(4):801-9.

DAGENAIS GR, YI Q, MANN JF et al. Prognostic impact of body weight and abdominal obesity in women and men with cardiovascular disease. *Am Heart J*. 2005;149:54-60.

- DECODE study group. Does the constellation of risk factors with and without abdominal adiposity associate with different cardiovascular mortality risk? *Int J Obesity*. 2008;32:757-762.
- DUKÁT A, LIETAVA J, KRAHULEC B et al. IDEA – prvé výsledky o prevalencii abdominálnej obezity na Slovensku. *Via pract*. 2006;3(12):554-558.
- DUKÁT A, LIETAVA J, KRAHULEC B et al. Prevalencia abdominálnej obezity na Slovensku. *Štúdia IDEA Slovakia. Vnitr Lék*. 2007;53(4):326-332.
- DUKÁT A, LIETAVA J, LULIAK M et al. Epidemiológia nadváhy a obezity na Slovensku. *Via pract*. 2008;5(3):111-114.
- DUKÁT A, ČAPRNDA M, VACULA I et al. Sex differences in the prevalence of abdominal obesity in Slovakia. Poster at 7th congress of European Federation of Internal Medicine. Rome, Italy, May 2008.
- EDDY DM, SCHLESSINGER L, HEIKES K. The metabolic syndrome and cardiovascular risk: implications for clinical practice. *Int J Obesity*. 2008;32:S7-S10.
- FÁBRYOVÁ L, RAŠLOVÁ K. za riešiteľov projektu. Pilotný projekt vyhľadávania závažných dyslipoproteinémií v slovenskej populácii 40-ročných – dizajn štúdie. *Via Practica*. 2004;2, 123-128.
- FLEGAL KM, TROIAO RP, PAMUK ER et al. The influence of smoking cessation on the prevalence of overweight in the United States. *N Engl J Med*. 1995;333(18):1165-70.
- FLEGAL KM, CARROLL MD, OGDEN CL et al. Prevalence and trends in obesity among US adults, 1990-2000. *JAMA*. 2002; 288:1723-1727.
- FORD ES, MOKDAD AH AND GILES WH. Trends in waist circumference among U.S. adults. *Obes Res*. 2003;11:1223-1231.
- FORD ES. Risks for all-cause mortality, cardiovascular disease, and diabetes associated with the metabolic syndrome: a summary of the evidence. *Diabetes Care*. 2005;28:1769-1778.
- GALAJDA P, MOKÁŇ M, PRÍDAVKOVÁ D et al. 2008. Prevalencia diabetu a metabolického syndrómu na Slovensku. *Via Pract*. 2008;21:13.
- GRUNDY SM, CLEEMAN JI, DANIELS SR et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association / National Heart, Lung, and Blood Institute scientific statement. *Circulation*. 2005;112:2735-2752.
- HASLAM D. Obesity: a medical history. *Obes Rev* 2007;8(Suppl. 1):31-6.
- HU G, QIAO Q, TUOMILEHTO J et al. for the DECODE study group. Prevalence of the metabolic syndrome and its relation to all-cause and cardiovascular mortality in nondiabetic European men and women. *Arch Intern Med*. 2004;164:1066-1076.
- INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome 2005. Dostupné na: <http://www.idf.org/webdata/docs/MetSyndrome>.
- JAMES WP. The fundamental drivers of the obesity epidemic. *Obes Rev*. 2008;9(suppl. 1):6-13.
- JAMES WPT, LOBSTEIN T. 2009. BMI screening and international surveillance: an international perspective. *Pediatrics*. 2009;124:S42-S49.
- JOHNSON F, COOKE L, CROKER H et al. Changing perceptions of weight in Great Britain: comparison of two population surveys. *BMJ* 2008;337:a494.
- KEYS A, FIDANZA F, KARVONEN M et al. Indices of relative weight and obesity. *J Chron*

Dis 1972;25(6-7):329-43.

KRAHULEC B, MINÁRIK P, LULIAK M. Obesity and selected diseases in the Slovak Republic – national survey. Poster at the International Congress of Obesity. Stockholm, 2010.

KRAHULEC B, MINÁRIK P, LULIAK M. Epidemiológia obezity vo vzťahu k diabetu melitu na Slovensku. DMEV. 2010;13(suppl.1):37.

LAKKA HM, LAAKSONEN DE, LAKKA TA et al. The metabolic syndrome and total cardiovascular disease mortality in middle aged men. JAMA. 2002;288:2709-2716.

LEMIEUX I, PASCOT A, COUILLARD C et al. Hypertriglyceridemic waist: a marker of the atherogenic metabolic triad (hyperinsulinemia, hyperapolipoprotein B, small dense LDL) in men. Circulation. 2000;102:179-184.

LEMIEUX, I., ALMERAS, N., MAURIEGE, P. et al. Prevalence of hypertriglyceridemic waist in men who participated in the Quebec Health Survey: association with atherogenic and diabetogenic metabolic risk factors. Can J Cardiol. 2002;18:725-732.

MALIK, S., WONG, N.D., FRANKLIN, S.S. et al. Impact of the metabolic syndrome on mortality from coronary heart disease, cardiovascular disease, and all causes in United States adults. Circulation. 2004;110:1245-1250.

MCNEILL, A.M., ROSAMOND, W.D., GIRMAN, C.J. et al. The metabolic syndrome and 11-year risk of incident cardiovascular disease in the atherosclerotic risk in communities study. Diabetes Care. 2005;28:385-390.

MIKULECKÝ, M., MINÁRIK, P., MIČHALKOVÁ, D. Insulin Gene Profile Cycles with Season of Birth of Future Diabetic Children and their Relatives. J. Pediatric Endocrinol. Metab. 2004;17, 727-730.

MINÁRIK, P., TOMÁŠKOVÁ, N., KOLLÁROVÁ, M. et al. Malate Dehydrogenase – Structure and Function. Gen. Physiol. Biophys. 2002, 21, 257-265.

MOLARIUS, A., SEIDELL, J.C., SANS, S. et al. Educational level, relative body weight, and changes in their association over 10 years: an international perspective from the WHO MONICA project. Am J Public Health. 2000;90:1260-1268.

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH. The third report of the National Cholesterol Education Program expert panel on detection, evaluation and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). Executive summary. Bethesda. National Institutes of Health, National Heart, Lung and Blood Institute. 2001. NIH publ. No.01-3670.

OGDEN, C.L, CARROLL, M.D., CURTIN, L.R. et al. Prevalence of overweight and obesity in the United States 1999-2004. JAMA. 2006;295:1549-1555.

PICHE, M.E., WEISNAGEL, S.J., CORNEAU, L. et al. Contribution of abdominal visceral obesity and insulin resistance to the cardiovascular risk profile of postmenopausal women. Diabetes. 2005;54:770-777.

POIRIER, P., LEMIEUX, I., MAURIEGE, P. et al. Impact of waist circumference on the relationship between blood pressure and insulin: the Quebec Health Survey. Hypertension. 2005;45:363-367.

POULIOT MC, DESPRÉS J-P, LEMIEUX S et al. Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. Am J Cardiol. 1994;73:460-468.

STURM R. Increases in morbid obesity in the USA: 2000-2005. Public Health.

2007;121(7):492-6.

TANKO LB, BAGGER YZ, QIN G et al. Enlarged waist combined with elevated triglycerides is a strong predictor of accelerated atherogenesis and related cardiovascular mortality in postmenopausal women. *Circulation*. 2005;111(15):1883-1890.

THIRD REPORT OF THE NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*. 2002;106:3143.

TSIGOSA C, HAINER V, BASDEVANT A et al. Management of obesity in adults: European clinical practice guidelines. *Eur J Obesity* 2008;1(2):106-16.

WANNAMETHEE SG. The metabolic syndrome and cardiovascular risk in the British Regional Heart Study. *Int J Obesity*. 2008;32:S25-S29.

WILSON PWF, MEIGS JB. Cardiometabolic risk: a Framingham perspective. *Int J Obesity*. 2008;32:S17-S20.

WITTCHEN H -U, BALKAU B, MASSIEN C et al. International Day for the Evaluation of Abdominal Obesity: rationale and design of a primary care study on the prevalence of abdominal obesity and associated factors in

63 countries. *Eur Heart J Suppl*. 2006;8(suppl B):B26-B33.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneva. 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global database on Body Mass Index, 2006, (<http://www.who.int/bmi/index>).

YIM JE, HESHKA S, ALBU JB et al. Femoral-gluteal subcutaneous and inter-muscular adipose tissues have independent and opposing relationships with CVD risk. *J Appl Physiol*. 2008;104:700-707.

YORK, D.A., ROSSNER, S., CATERSON, I. et al. American Heart Association prevention conference VII. Obesity, a worldwide epidemic related to heart disease and stroke: group I: worldwide demographics of obesity. *Circulation*. 2004, 110:e463-e470.

YUSUF, S., HAWKEN, S., OUNPUU, S. et al. Obesity and the risk of myocardial infarction in 27 000 participants from 52 countries (the INTERHEART study): a case-control study. *Lancet*. 2005, 366:1640-1649.

YUSUF, S., HAWKEN, S., OUNPUU, S. et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): a case-control study. *Lancet*. 2004.364:937-952.

Adresa prvého autora:

doc. MUDr. Milan Luliak, PhD.

Inštitút fyzioterapie, balneológie a liečebnej rehabilitácie

Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave

Nám. J. Herdu 2

917 01 Trnava

Recenzované / Reviewed:

26. 1. 2013

POTENCIÁLNA ÚLOHA ŠKORICE V PREVENCII METABOLICKÉHO SYNDRÓMU, INZULÍNOVEJ REZISTENCIE A DIABETU 2. TYPU

THE POTENTIAL ROLE OF CINNAMON IN METABOLIC SYNDROME,
INSULIN RESISTANCE AND TYPE 2. DIABETES PREVENTION

^{1,3}Andrea Holubková, ²Adela Penesová, ¹Ernest Šturdík

Ing. Andrea Holubková

MUDr. Adela Penesová, PhD

doc. Ing. Ernest Šturdík, CSc.

¹*Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia,*

Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Bratislava

²*Ústav experimentálnej endokrinológie Slovenskej akadémie vied, Bratislava*

³*Molekulárno-medicínske centrum Slovenskej akadémie vied, Bratislava*

Súhrn: Metabolický syndróm je spojený s inzulínovou rezistenciou, zvýšenou hladinou glukózy a lipidov, zápalovým stavom, zníženou antioxidačnou aktivitou a obezitou. Škorica sa vyznačuje schopnosťou zlepšovať všetky vyššie uvedené parametre na in vitro aj in vivo úrovni. Humánne štúdie zahŕňujúce zdravé subjekty, subjekty s metabolickým syndrómom, diabetom 2. typu a syndrómom polycystických ovárií poukazujú na pozitívne účinky škoricových extraktov na glukózu, inzulínovú citlivosť, lipidy, antioxidačný status, krvný tlak, telesnú hmotnosť a vyprázdňovanie žalúdka. Obsahové látky škoric môžu byť teda dôležité v prevencii a zmierňovaní symptómov metabolického syndrómu, diabetu 2. typu a kardiovaskulárnych ochorení, čo je predmetom nasledujúceho prehľadového článku. Text obsahuje 7 obrázkov, 2 tabuľky a 63 literárnych zdrojov.

Kľúčové slová: diabetes 2. typu, inzulínová rezistencia, metabolický syndróm, prevencia, škorica

Summary: Metabolic syndrome is associated with insulin resistance, elevated glucose and lipids, inflammation, decreased antioxidant activity and obesity. Cinnamon is characterized by the ability to improve all of the above parameters on in vitro and in vivo levels. Human studies involving healthy subjects, the subjects with metabolic syndrome, type 2 Diabetes and polycystic ovary syndrome show beneficial effects of cinnamon extracts on glucose, insulin, insulin sensitivity, lipids, antioxidant status, blood pressure, body weight and gastric emptying. Constituents of cinnamon may therefore be important in preventing and relieving the symptoms of metabolic

syndrome, type 2 a type of cardiovascular disease, which is the subject of following a review article. The text comprises 7 figures, 2 tables and 63 references.

Keywords: diabetes 2. type, insulin resistance, metabolic syndrome, prevention, cinnamon

Úvod

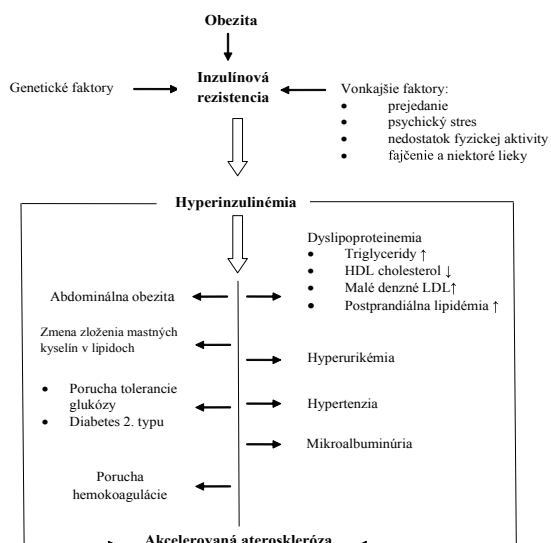
Metabolický syndróm (MS) predstavuje jeden z najzávažnejších problémov súčasnosti. Predstavuje súbor príznakov a metabolických abnormalít, ktoré vyplývajú a úzko súvisia s dnešným životným štýlom, nedostatkom pohybu, nesprávnou výživou a celkovou životosprávou. V mnohých prípadoch je predchodcom chronických ochorení vrátane dia-betu 2. typu, kardiovaskulárnych ochorení a neurodegeneratívnych ochorení (Alzheimerova choroba). Dôležitým faktom je, že nahromadenie rizikových faktorov metabolického syndrómu sa podieľa na veľmi vysokej kardiovaskulárnej morbidite a mortalite. Prevalencia MS sa pohybuje medzi 20% u obyvateľstva Číny a Kórei až 50% u populácií ostrovov v Tichom oceáne a na Novom Zélande. V prevažnej väčšine Európskych štátov vrátane Slovenska je takmer pätina dospelaj populácie obézna a viac než polovica má nadváhu. Abdominálna obezita je v centre pozornosti, ako jedno zo základných diagnostických kritérií metabolického syndrómu. Možno povedať, že obezita stojí na počiatku celej zložitej kaskády chorobných prejavov označovaných pojmom metabolický syndróm. Preto sa liečba, ovplyvňovanie prevalencie a v neposlednom rade prevencia stáva prvoradou úlohou pre zdravotnícke, diabetologické, obezitologické organizácie a inštitúcie zaoberajúce sa výživou ľudí vo všetkých vyspelých krajinách sveta. MS je multifaktoriálne ochorenie,

a takisto stratégie redukovúce jeho incidenciu prípadne dôsledky musia byť multifaktoriálne. Na základe vyššie uvedených skutočností a ich spoločenskej závažnosti je nutné venovať pozornosť nielen terapii metabolického syndrómu, ale predovšetkým sa zamerať na prevenciu.

Dôležitú úlohu v etiológii a prevencii chronických ochorení asociovaných s obezitou, diabetom a kardiovaskulárnymi ochoreniami, zohráva výživa, ktorá je definovaná zvýšenou konzumáciou zeleniny, ovocia a celozrnných potravín. Tieto komponenty ľudskej výživy sú bohatým zdrojom bioaktívnych fytochemikálií, teda sekundárnych metabolitov rastlín, ktoré sa vyznačujú mnohými zdraviu prospešnými vlastnosťami. V predchádzajúcom období boli študované predovšetkým antioxidantné účinky fytochemikálií, v súčasnosti sa pozornosť upriamuje na štúdium ich biologických mechanizmov najmä v rámci prevencie diabetu 2. typu a inzulínovej rezistencie (Dembinska-Kiec et al., 2008). Používanie škoric (Cinnamomum verum, C. zeylanicum, C. aromaticum) ako korenia, ochucovadla, konzervačnej prísady a tiež farmakologických prípravkov má dlhú históriu. Pozornosť súčasných štúdií sa upriamuje na výskum účinkov zložiek škoric na hladiny glukózy a inzulínu, ale aj na lipidový metabolizmus v súvislosti s metabolickým syndrómom. Prehľad stavu súčasných poznatkov vo vyššie uvedenej problematike je obsahom článku.

Definícia metabolického syndrómu

Pojem metabolický syndróm (MS) predstavuje kombináciu ochorení alebo metabolických abnormalít, ktoré sa vyskytujú spoločne a v konečnom dôsledku zvyšujú riziko vzniku kardiovaskulárnych ochorení a diabetu mellitu 2. typu. Kľúčový význam pri etiopatogenéze syndrómu sa pripisuje centrálnej obezite, inzulínovej rezistencii a vysokému krvnému tlaku (Akitunde a Akinwusi, 2011; Klimeš, 1998; Balkau et al. 2007). Súhrn príčin inzulínovej rezistencie a jej metabolických dôsledkov znázorňuje schéma na Obr. 1 (Klimeš, 1998; Reaven, 1993; Akanji a Smith, 2012). Ďalší autori definujú MS ako nenáhodný spoločný výskyt štyroch základných jednotiek a ďalších rizikových faktorov, ktoré sú spojené so zvýšeným rizikom kardiovaskulárnych ochorení a diabetes mellitus 2. typu. Tieto štyri nozologické jednotky, nazývané aj ako smrtiace kvarteto (deadly quartet) zahŕňajú (Galajda a Mokáň, 2006 a 2004): poruchy metabolizmu cukrov súvisiace s inzulínovou rezistenciou (IR) ako sú hraničná glykémia nalačno a porušená glukózová tolerancia (PGT), obezitu, dyslipidémiu s charakteristickým zvýšením obsahu triacylglycerolov a zníženou hladinou HDL cholesterolu (high density lipoprotein), zvyšuje sa množstvo malých denzných LDL častíc (low density lipoprotein), čo vedie k akcelerácii aterosklerózy a artériovú hypertenziu - zvýšenie hodnôt krvného tlaku nad stanovenú hranicu. Pre tento vyššie uvedený súbor metabolických porúch sa v súčasnosti používa viacero pomenovaní. Najčastejšie je to metabolický syndróm, syndróm inzulínovej rezistencie, syndróm X, dismetabolický syndróm, pluri-metabolický syndróm alebo Reavenov syndróm (Balkau et al. 2007).



Obrázok 1 Súhrn príčin inzulínovej rezistencie a jej metabolických dôsledkov (Klimeš, 1998)

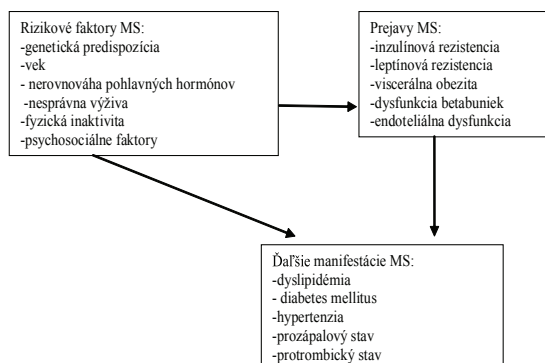
Tabuľka 1 Diagnostické kritéria metabolického syndrómu podľa WHO, NCEP-ATP III, EGIR a IDF (Akitunde, Akinwusi, 2011; Ritchie, Conell, 2007; Strazzulo et al., 2008)

	WHO	NCEP-ATP-III ²	EGIR ³	IDF ⁴
Definícia	Diabetes, alebo zvýšená hladina glukózy nalačno alebo inzulínová rezistencia, plus 2 alebo viac z nasledujúcich kritérií:	Tri alebo viac z nasledujúcich kritérií:	Prítomnosť inzulínovej rezistencie a 2 alebo viac z nasledujúcich kritérií:	Centrálny typ obezity (nižšie uvedené kritéria sú pre európsku populáciu)
Obezita	WHR (pomer obvodu pásu a bokov) žena >0,85 muž >0,90 BMI>30 kg/m ²	Obvod pásu >88cm >102cm	Obvod pásu > 80 cm > 94 cm	Obvod pásu >80cm >90cm
Glukóza nalačno		≥ 6,1mmol/l	≥ 6,1mmol/l	≥ 5,6 mmol/l
Mikroalbuminúria	≥20mg/min alebo pomer albumín/kreatinín 30 mg/g			
Triglyceridy	≥2,5 mmol/l	≥2,5mmol/l	≥2 mmol/l	≥2,5mmol/l alebo liečba tejto lipidovej abnormality
HDL-cholesterol	žena <1,3 mmol/l muž <1,0 mmol/l	<1,3 mmol/l <1,0 mmol/l	<1,01 mmol/l	<1,3 mmol/l <1,0 mmol/l
Krvný tlak	≥140/90 mmHg	≥135/85 mmHg	≥140/90 mmHg	≥135/85 mmHg alebo liečba hypertenzie

¹WHO – Svetová zdravotnícka organizácia, ²NCEP-ATP-III-Národný program vzdelávania v oblasti cholesterolu, ³EGIR-Európska skupina pre štúdium inzulínovej rezistencie, ⁴IDF-Medzinárodná diabetologická organizácia

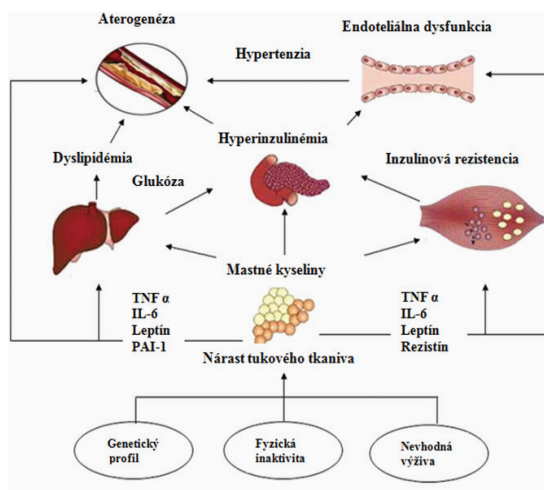
Patofyziológia metabolického syndrómu

Exaktné mechanizmy patofyziológie metabolického syndrómu nie sú v súčasnosti úplne známe. Patofyziológia MS je veľmi komplexná a je iba čiastočne objasnená. Faktory, ktoré prispievajú k jeho vzniku sú starnutie, rasová príslušnosť (Procopiou a Philippe, 2005), menopauza, nerovnováha pohlavných hormónov – napríklad syndróm polycystických ovárií a hyperandrogenizmus u pre- a postmenopauzálnych žien (Korhonen et al., 2003), nadmerný energetický príjem – zvýšená konzumácia sacharidov, vysokotuková strava, nízky príjem vlákniny, nadmerná konzumácia mäsa, rodinná anamnéza – diabetes, hypertenzia, obezita, nadváha, životný štýl – fajčenie, konzumácia alkoholu, psychická inaktivita, chrápanie, syndróm obštrukčnej spánkovej apnoe, psychosociálne a osobnostné faktory – príslušnosť k nižšej spoločenskej triede a problémy so zvládaním stresu (Caroll et al., 2000). Dlhodobé spolupôsobenie uvedených rizikových faktorov môže vyústiť do vzniku metabolických porúch ako sú inzulínová rezistencia, dyslipidémia, hypertenzia, protrombotický, prozápalový stav a ďalšie, ktoré v konečnom dôsledku determinujú environmentálne a genetické základy pre vznik a priebeh metabolického syndrómu (Fan, 2007) (Obr.2).



Obrázok 2 Komplexná štruktúra etiológie metabolického syndrómu (FAN, 2007).

Dlhodobý synergický účinok vyššie uvedených faktorov vedie ku nadmernej tvorbe tukového tkaniva a následne k vzniku obezity (Johnson a Weinstok, 2006). Bunky tukového tkaniva sa chovajú ako endokrinný orgán a sekrétujú zápalové cytokíny, adipokíny (leptín, rezistín, interleukín-6, inhibitor plazminogénového aktivátora-PAI-1, tumornektrizujúci faktor α –TNF α) a voľné mastné kyseliny. Tieto faktory zhoršujú inzulínovú senzitivitu na úrovni kostrového svalu a pečene, čo vedie k hyperinzulinémii a následnej endoteliálnej dysfunkcii a ateroskleroze v cievach (Obr. 3). Nadmerné množstvo mastných kyselín z tukového tkaniva najmä z viscerálnej oblasti spôsobuje nerovnováhu v syntéze lipoproteínových častíc v pečeni, vzniká aterogénna dyslipidémia, charakterizovaná nízkou koncentráciou HDL-cholesterolu, zvýšením LDL-cholesterolu a triacylglycerolov. Možno teda konštatovať, že nadmerné množstvo viscerálneho tuku v organizme stojí na začiatku zložitej kaskády patofyziológie metabolického syndrómu (Bays, 2009; Potenza a Mechanick, 2009; Dichi et al. 2012).

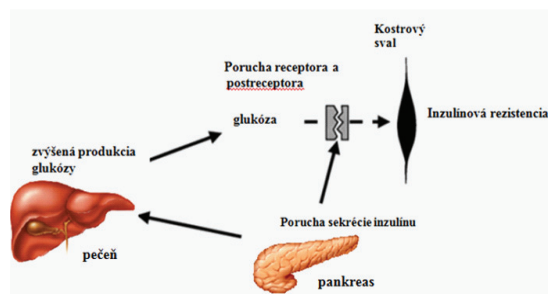


Obrázok 3 Patofyziológia metabolického syndrómu (Potenza a Mechanick, 2009).

Inzulínová rezistencia a diabetes 2. typu

Pri rozvoji inzulínovej rezistencie majú zrejme dôležitú úlohu voľné mastné kyseliny (VMK). Cirkulujúce VMK pochádzajú prevažne zo štiepenia triacylglycerolov (TAG) z tukových depozít prostredníctvom enzýmov, konkrétne tukovej triacylglycerolovej lipázy a hormónsenzitivnej lipázy (Peterse a Shulman, 2006). Voľné mastné kyseliny uvoľnené pravažne z intraabdominálneho tukového tkaniva sa dostávajú do cirkulácie a podieľajú sa v rozličných orgánoch na rozvoji prejavov inzulínovej rezistencie. V pečeni vedie nadbytok VMK k stimulácii glukoneogenézy a výdaja glukózy pečeňou, čo prispieva k rozvoju hranične zvýšenej glykémie nalačno, až k diabetes 2. typu. V hepatocytoch sa rozvíja steatóza a tiež dochádza k zvýšenej produkcii TAG, ktoré sú secernované vo forme veľkých častíc VLDL a následnému rozvoju aterogénnej dyslipidémie (Grundy et al., 2005). V priečne pruhovanom kostrovom svalu nadbytok VMK utlmuje funkciu glukózového transportéra GLUT 4. Pre bilanciú celkovej využitia glukózy v organizme je najdôležitejším tkanivom kostrové svalstvo, kde sa utilizuje až 75% podanej glukózy (Kelley et al., 1992). V dôsledku toho sa znižuje vychytávanie glukózy v svalu, čo sa prejaví postprandiálnou hyperglykémiou typu poruchy glukózovej tolerancie, prípadne až ako diabetes 2. typu. Podobne ako v pečeni dochádza k rozvoju intramyocelulárnej steatózy. Predpokladá sa, že zvýšený influx VMK do β -buniek pankreasu prispieva mechanizmom lipotoxicity k úbytku ich sekrečnej kapacity a k definitívnemu prejavu manifestácii diabetes 2. typu (Tkáč, 2006). Inzulínová rezistencia (IR) a porucha sekrécie inzulínu majú hlavnú úlohu v patogenéze rozvoja diabetes 2. typu. Ďalšie abnormality spojené s diabetom mellitom tohto typu sú: zvýšená produkcia glukózy v pečeni, porucha sekrécie inzulínu β -bunkami pankreasu

(Obr. 4) (Abate, 2000; Pérez a Gómez, 2011).



Obrázok 4 Schematické znázornenie patogenézy diabetesu 2. typu (Abate, 2000).

Porucha sekrécie inzulínu sa týka tak bazálnej ako aj stimulovanej sekrécie. Význam bazálnej sekrécie inzulínu spočíva v blokáde nadmernej tvorby glukózy v pečeni a v zabezpečení normálnej glykémie pri podmienkach nalačno. U pacientov s ľahkou formou DM 2 je typická prítomnosť hyperinzulinémie nalačno. So zvyšovaním glykémie sa hladina inzulínu v plazme znižuje. Stimulovanú sekréciu riadi inzulín, ktorý sa vyplavuje pri príjme potravy a má kľúčový význam v regulácii postprandiálnej glykémie (Hideki et al. 1982; Donora et al. 2008). Pre trvalú tendenciu k hyperglykémii nalačno stúpa bazálna sekrécia inzulínu, v dôsledku čoho dochádza k znižovaniu zásob inzulínu v β -bunkách, ktorý potom chýba postprandiálne. V dôsledku dlhodobe pôsobiacého toxického účinku hyperglykémie sekrečná kapacita β -buniek klesá (Klimeš, 1998). Diabetes mellitus 2. typu (DM 2) je jedným z najčastejších metabolicko-endokrinných ochorení, ktoré sa týka takmer 6% svetovej populácie. Informácie vo vedeckej literatúre uvádzajú, že prevalencia cukrovky 2. typu je častejšia u žien ako u mužov (2:1) (Rudkowska, 2009). Do tejto skupiny patria rôzne stavy od prípadov s prevažnou inzulínovou rezistenciou a relatívnym deficitom inzulínu až k prípadom s prevažným deficitom inzulínu s inzulínovou rezistenciou (Vozár, 1998). Diabe-

tes mellitus 2. typu je heterogénne ochorenie, pri jeho patogenéze sa uplatňujú 3 základné mechanizmy, a to 1. zvýšená tvorba glukózy v pečeni pri bazálnom stave 2. porucha sekrécie inzulínu a 3. znížená citlivosť tkanív na inzulín (pečeň, svalstvo, tukové tkanivo) (Klimeš, 1998). Diabetes mellitus je chronické metabolické ochorenie charakterizované porušenou homeostázou glukózy. Znížené zužitkovanie glukózy je zapríčinené buď nedostatkom, alebo nedostatočným účinkom inzulínu. K tomuto faktu sa často priradujú aj ďalšie poruchy, najmä metabolizmu lipidov. V ťažkých stavoch, ktoré sú sprevádzané acidózou, majú dôležitú úlohu aj poruchy metabolizmu vody a minerálov (Ďuračková et al., 1999). Diabetes mellitus je definovaný ako prítomnosť glykémie nalačno vo venóznej plazme v koncentrácii viac ako 7 mmol/l. O porušenej glykémii (PGN) nalačno môžeme hovoriť pri hodnotách 5,6- 7,0 mmol/l. Diabetes mellitus je definovaný ako glykémia v druhej hodine OGTT testu po požití 75g glukózy, nad 11,0 mmol/l. Hodnoty glykémie medzi 7,8 -11,0 sa označujú ako porušená glukózová tolerancia – prediabetes (Svačina et al., 2008). Začiatok ochorenia je často pomalý, symptomatológia minimálna alebo nevýrazná. Pacienti na začiatku ochorenia a často aj počas celého ďalšieho priebehu nepotrebujú pre prežitie substitúciu inzulínom. Ich inzulínový deficit je skôr relatívny ako absolútny. Inzulín sa však často ordinuje pre hyperglykémiu, ktorú nebolo možné zvládnuť diétou ani užívaním orálnych antidiabetík. Choroba má aj genetický základ, ale dôležitú úlohu zohrávajú aj faktory prostredia. Najdôležitejším vonkajším faktorom nadradeným genetickej náchylnosti je obezita (Vozár, 1998). Diabetes mellitus 2. typu postihuje jedincov s inzulínovou rezistenciou. U diabetikov 2. typu je porušená sekrécia inzulínu. Presná príčina zlyhania sekrécie nie je

známa, ale uplatňuje sa toxický efekt hyperlipidémie a glykémie na β -bunky (tzv. lipotoxicita a glukotoxicita), porucha prenášačov glukózy na β -bunkách (najmä GLUT2) a ďalej inzulínová rezistencia samotných β -buniek (Svačina et al., 2008).

Preventívno - terapeutické prístupy

MS je stav charakterizovaný vysokým kardiovaskulárnym rizikom, ako aj vysokým rizikom rozvoja diabetu 2. typu. Preto vyžaduje včasnú diagnózu, ako aj multifaktoriálne intervencie. Tieto spočívajú v redukcii telesnej hmotnosti režimovými alebo farmakologickými intervenciami. Zníženie inzulínovej rezistencie je tiež možné redukciou telesnej hmotnosti. Je nutné diagnostikovať a správne liečiť všetky prítomné súčasti syndrómu. Základom je samozrejme úprava stravovacích návykov, ktorá spočíva v zvýšenej konzumácii zeleniny, ovocia, celozrnných potravín, stravy bohatej na vlákninu a potravín s nízkym glykemickým indexom, zvýšenie pohybovej aktivity a ďalšie režimové zmeny (Sucharda, 2010). Doposiaľ neexistuje žiadny prípravok, ktorého podanie by špecificky liečilo všetky zložky metabolického syndrómu. Ako preventívna terapia zmiernenia MS sa v súčasnosti často využívajú aj mnohé prírodné látky nazývané fytochemikálie. Najčastejšie ide o rastlinné steroly, polyfenolové zlúčeniny, mastné kyseliny, vitamíny, antioxidanty a mnohé ďalšie. Bohatým zdrojom týchto bioaktívnych látok je škorica.

Botanické zaradenie a chemické zloženie škoric

Škoricová kôra patrí medzi najstaršie a najčastejšie konzumované korenie v celosvetovom meradle v rôznych kultúrach. Je taktiež používaná ako liečivá rastlina. Prvé písomné zmienky o používaní škoric ako liečivého

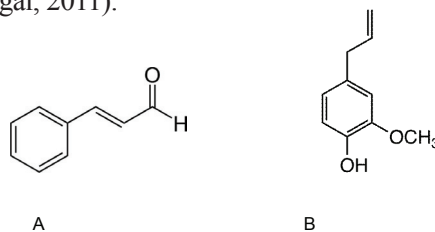
medicínskeho prípravku sú staršie ako 6000 rokov a pochádzajú z tzv. Ayurvedy, teda Indického systému medicíny (Leela, 2008). Rod *Cinnamomum* pozostáva až z 250 druhov aromatických stromov a kríkov, pochádzajúcich predovšetkým z Ázie a Austrálie. Pojem *Cinnamomum* je gréckeho pôvodu a znamená „sladké drevo“. Botanicky škoricica patrí do oddelenia: Magnoliophyta, triedy: Magnoliopsida a čeľade: Lauraceae. Komerčne dostupná škoricica predstavuje sušenú vnútornú kôru kmeňa ihličnatého stromu vysokého 10-15 metrov. Prirodzene sa vyskytuje v tropických oblastiach južnej Indie a na Srílanke. Existujú dva typy škorice, tzv. Škorica cejlónska (*Cinnamomum zeylanicum*, *C. verum*) a cassia (*Cinnamomum aromaticum*) (Sangal, 2011). Škorica sa používa po stáročia ako chuťový modifikátor, resp. prísada do jedál. Jej zložky dodávajú jedlu charakteristickú chuť a korenistú arómu. Chemické zloženie škorice (Tab. 2) je rôzne v závislosti od typu rastliny (Thomas a Duethi, 2001).

Tabuľka 2 Základné chemické zloženie škorice (Thomas a Duethi, 2001; Gul a Safdar, 2009)

Zložka	Podiel v %	Zložka	Podiel v mg/g
Vlhkosť	5,1	Vápnik	83,8
Vláknina	33,0	Mangán	20,1
Lipidy	4,0	Magnézium	85,5
Proteíny	3,5	Draslík	134,7
Minerálne látky	2,4	Fosfor	42,4
Sacharidy	6,9-32,0	Železo	7,0
Silice	1,0-2,0	Zinok	2,6

Medzi komerčne najdôležitejšie zložky patria esenciálne oleje, ktoré obsahujú monoterpény, sesquiuterpény a fenypropény. Škoricový aldehyd (Obr. 5), presnejšie trans-škoricový aldehyd alebo 3-fenyl-2-propenal, je hlavnou zložkou

kôry škoricovníka a eugenol sa nachádza prevažne v oleji listov Škoricovníka cejlónskeho (Sangal, 2011).



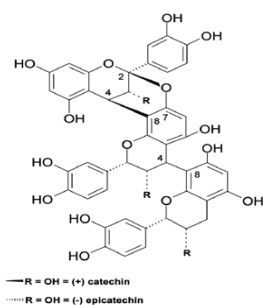
Obrázok 5 Škoricový aldehyd (A) a eugenol (B) Škoricovníka cejlónskeho (*Cinnamomum zeylanicum*)

Medzi ďalšie obsahové látky škorice patrí kyselina škoricová, hydroxyškoricový aldehyd, škoricový alkohol, limonén a α -terpineol. Prítomné sú aj triesloviny (oligoméne prokyanidíny), slizy (glukány, arabinoxylány) a kumaríny (Košťálová, Fialová a Račková, 2012). Škoricová kôra má široké použitie v medicíne, kde je využívaná pri tráviacich ťažkostiach, žalúdočných kŕčoch, nechutenstve. Známe je aj jej použitie pri menštruačných problémoch, reumatologických ochoreniach. Silica kôry Škoricovníka cejlónskeho má spazmolytické, antibakteriálne, antifungálne, protizápalové a antioxidačné vlastnosti (Jakhetia et al., 2010). Silica sa pridáva aj do zubných pást, prípravkov na starostlivosť o ústnu dutinu a do kozmetických prípravkoch. Na pokožku pôsobí antisepticky, má hrejivý a uvoľňujúci efekt (Košťálová, Fialová a Račková, 2012). Výsledky mnohých súčasných štúdií poukazujú na významné pôsobenie zložiek škorice v metabolizme glukózy a na jej pozitívne účinky v prevencii metabolického syndrómu, diabetu 2. typu a v neposlednom rade inzulínovej rezistencie.

Antidiabetické vlastnosti škorice

Inzulínová rezistencia je základným prob-

lémom pri diabete 2. typu, obezite a metabolickom syndróme. Mnohé štúdie preukazujú, že zlúčeniny nachádzajúce sa v škorici majú schopnosť posilňovať aktivitu inzulínu a podieľajú sa na zmierňovaní symptómov diabetu, kardiovaskulárnych ochorení spojených s inzulínovou rezistenciou a metabolickým syndrómom (Qin et al., 2010). Využívanie škorice ako antidiabetického preparátu má dlhšiu históriu. Škoricové extrakty majú zdraviu prospešné účinky nielen na zdravých ľudí, ale aj na jedincov postihnutých metabolickým syndrómom, diabetom 2. typu, citlivosťou na inzulín a inzulínovou rezistenciou. Tieto vlastnosti sa konkrétne týkajú pozitívneho vplyvu na hladinu glukózy v krvi, lipidy, antioxidačný status, krvný tlak, telesnú hmotnosť a trávenie (Mahmood et al., 2011). V porovnaní s ostatnými liečivými rastlinami, extraktmi a prípravkami škorica potencuje účinky inzulínu výrazne efektívnejšie (Qin et al., 2010). Anderson et al. (2004) popisujú, že schopnosť posilňovať aktivitu inzulínu vykazujú bioaktívne zlúčeniny vyskytujúce sa vo vodnom extrakte škorice. Ide predovšetkým o vo vode rozpustné polyfenolové látky prokyanidínového typu (Obr.6) škorice vyznačujúce sa antioxidačnými vlastnosťami. Škorica zlepšuje utilizáciu glukózy v živých organizmoch a zmierňuje inzulínovú citlivosť.

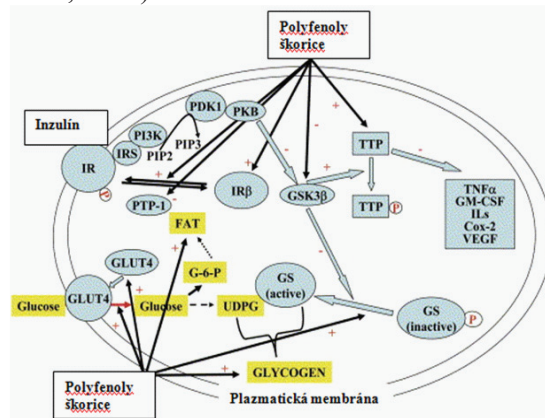


Obrázok 6 Štruktúra vo vode rozpustných polyfenolov škorice podporujúcich aktivitu inzulínu (Qin et al., 2010; Sangal, 2011).

Glukózový transportér (GLUT 4) uľahčuje transport glukózy cez plazmatickú membránu do kostrového svalu a adipocytov. Štúdie autorov Qin, Polansky a Anderson (2010) preukázali, že vodné extrakty škorice sa podieľali na zvyšovaní vychytávania glukózy a expresii GLUT 4 v bunkách tukového tkaniva 3T3-L1. Autori taktiež popisujú, že vodný extrakt škorice znižuje hladinu glukózy v krvi a inzulínu v plazme.

Škorica inhibuje tzv. retinol - viažuci proteín (RBP4-retinol-binding protein), adipokín, ktorý podporuje inzulínovú rezistenciu v plazme a tukovom tkanive. Hladina RBP4 je zvýšená v sére inzulínovo-rezistentných jedincov a RBP4 sprostredkuje inzulínovú rezistenciu v svalu a zvyšuje aj produkciu glukózy v pečeni. Hladiny RBP4 v plazme sú v nepriamej korelácii s expresiou GLUT 4 v tukovom tkanive (Graham et al. 2006; Polonsky, 2006). Ďalší z dôležitých mechanizmov, ktoré prispievajú k antidiabetickým vlastnostiam škorice je schopnosť vo vode rozpustných zlúčením škorice stimulovať autofosforyláciu inzulínových receptorov a inhibovať fosfotyrozín fosfatázu, enzým pôsobiaci v procese defosforylácie inzulínových receptorov. Aktivácia fosforylácie a inhibícia defosforylácie inzulínového receptora vedie k zvýšenej fosforylácii inzulínových receptorov a teda k zvýšenej citlivosti na inzulín. Pacienti s diabetom 2. typu majú obmedzenú fosforyláciu inzulínových receptorov (Anderson, 2008). Škorica taktiež zmierňuje inzulínovú rezistenciu u pacientov so syndrómom polycystických ovárií. Toto ochorenie postihuje 5-10 % ženskej populácie a inzulínová rezistencia, prípadne kompenzačná hyperinzulinémia, sa vyskytuje u 50-70 % postihnutých. Orálny glukózovo tolerančný test – OGTT preukázal až 21% redukciu hladiny glukózy

a nárast Matsudovho indexu inzulínovej citlivosti po 8-týždňovej konzumácii 1g/deň škoricového extraktu (Wang et al., 2007). Bol vypracovaný tzv. „model účinkov škorice“. Polyfenolové látky škorice ovplyvňujú viaceré kroky súvisiace so zužitkovaním glukózy a inzulínové funkcie. Polyfenoly škorice aktivujú inzulínové receptory prostredníctvom zvýšenia ich tyrozín-fosforylačnej aktivity a znížením fosfatázovej aktivity, čo vedie k inaktivácii inzulínového receptora. Tieto látky tiež zvyšujú množstvo inzulínových receptorov β a proteínu GLUT 4. Ďalej sa podieľajú na zvyšovaní aktivity glykogén syntézy a ukladaní glykogénu znížením aktivity glykogén-kinázy-3 β . Taktiež zvyšujú množstvo protizápalového proteínu tristetraprolínu (Cao, Polansky a Anderson, 2007; Jarvis-Taylor, Anderson a Graves, 2001). Všetky tieto aktivity a ďalšie potenciálne môže viesť k účinnejšiemu transportu a využitiu glukózy. Akumulácia tristetraprolínu predstavuje jeden z hlavných molekulových základov pôsobenia škorice v regulácii syntézy prozápalových cytokínov. Okrem zlepšovania postprandiálnej hladiny glukózy v krvi škoricca pozitívne vplýva aj na rýchlosť vyprázdňovania žalúdka, teda pocit sýtosti (Anderson, 2008; Hlebowicz et al., 2007).



Obrázok 7 Model účinkov polyfenolových lá-

tok škorice (Anderson, 2008)

(IR-inzulínové receptory; IR β -inzulínové β -receptory; GS-glykogén syntetáza; GSK3 β -GS kináza 3 β ; TTP-tristetraprolín; IRS-sustrát inzulínových receptorov; P13K-1-fosfatidilinozitol 3-kináza; PIP2-fosfatidilinozitol 4,5-bisfosfát; PIP3-fosfatidilinozitol 3,4,5-trifosfát; PTP-1-proteín tyrozín fosfatáza -1; PDK1- fosfatidilinozitol závislá proteín kináza 1; FAT- tuk; G-6-P - glukóza 6 fosfát; PKB- proteín kináza B; UDPG-uridín difosfoglukóza; Cox2-cyklooxygenáza 2; VEGF-vaskulárny endoteliálny rastový faktor; - negatívny efekt; + pozitívny efekt)

Protizápalové vlastnosti škorice

K rozvoju inzulínovej rezistencie, prípadne až diabetu 2. typu výrazne prispievajú prozápalové cytokíny. Tristetraprolín je protizápalový proteín, ktorý môže byť použitý ako potenciálny prostriedok pri liečbe a zmierňovaní zápalových ochorení. U obéznych pacientov a pacientov s MS je redukovaná expresia génu kódujúceho tristetraprolín. Tristetraprolín môže takisto poskytnúť čiastočnú ochranu proti rozvoju inzulínovej rezistencie a diabetu 2. Typu. Štúdie preukazujú, že bioaktívne zlúčeniny škorice indukujú veľmi významne expresiu tristetraprolínu v 3T3-L1 adipocytoch (Duncan et al., 2003; Cao, Urban a Anderson, 2008; Cao et al., 2008). MS, obezita a inzulínová rezistencia je úzko spätá s prozápalovými cytokínmi a tumor nekroznym faktorom α (TNF- α). Tieto podporujú produkciu intestinálneho apolipoproteínu B48, ktorý sa môže stať aterogénnym. Škoricca sa podieľa na inhibícii tejto nadprodukcie apolipoproteínu B48 a tiež sérových triglyceridov na in vivo úrovni. Ďalej škoricový extrakt znižuje expresiu zápalových faktorov (interleucínu 6-IL6, interleucínu 1 β -IL1 β , TNF- α) (Qin et al. 2010). Cinnamon cassia vykazuje inhibičné účinky v rámci produkcie NO a aktivity cyklooxygenázy-2 na bunkovej úrovni. Tieto vlastnosti boli preukázané predovšetkým u škoricového aldehydu, v menšej miere aj u kyseliny škoricovej a eugenolu (Bansode, 2012).

Antioxidačné účinky škorice

Pacienti postihnutí metabolickým syndrómom majú nedostatočné endogénne a exogénne antioxidačné obranné mechanizmy, sú teda pod vplyvom oxidačného stresu. Oxidačný stres možno definovať ako nerovnováhu medzi reaktívnymi formami kyslíka (ROS) a antioxidačnou ochranou. Oxidačný stres má dôležitú úlohu v patofyziológii kardiovaskulárnych ochorení a diabetu (Horn et al., 2008). ROS poškadzujú bunkové organely, bunky a tkanivá v tele a zapájajú sa do reakcií, ktoré indukujú produkciu adhezívnych molekúl, chemokínov, cytokínov a apoptických génov (Houston, 2005; Nayak et al., 2001). Hyperglykémia môže spôsobiť autooxidáciu glukózy a glykáciu proteínov. Obezita je nezávislý rizikový faktor pre peroxidáciu lipidov v plazme. Suplementácia škoricovým extraktom u jedincov s MS sa podieľa na redukcii malondialdehydu (MDA) v plazme, čo indukuje pokles lipidovej peroxidácie a vzostup sulfhydrylových skupín (SH) v plazme, ktoré pôsobia antioxidačne. Škorica pôsobí proti oxidácii lipidov aj proteínov (Anderson, 2007; Rouseel et al., 2009; Noori, Azmat a Mahboob, 2012). Etanolový extrakt škorice obsahuje množstvo antioxidačne aktívnych zlúčenín, ktoré sú efektívne zhášače reaktívnych foriem kyslíka vrátane superoxidového aniónu a hydroxylových radikálov a ďalších voľných radikálov v in vitro podmienkach (Jakhetia et al. 2010; Lv et al., 2012).

Pozitívny vplyv škorice na lipidový profil

Aterogénna dyslipidémia je ďalšou metabolickou abnormalitou spojenou s MS, inzulinovou rezistenciou a diabetom 2. typu. Tento stav je charakterizovaný zvýšenou koncentráciou triacylglycerolov v krvi (taktiež zvýšeným počtom VLDL častíc), zvýšeným

množstvom LDL a hladinou apolipoproteínu B (apo B) častíc a nízkou koncentráciou HDL cholesterolu. LDL častice spojené s metabolickým syndrómom sú lipoproteíny o nízkej hustote. Malé LDL častice sú viac aterogénne než väčšie LDL (Krauss, 1995), pretože majú schopnosť ľahšie prechádzať cez cievnu stenu, kde sú náchylnejšie na aterogénne zmeny. Väčšina vedeckých názorov sa prikláňa k tvrdeniu, že čím vyšší je počet prítomných malých LDL častíc, tým vyšší je aterogénny potenciál (Blake et al., 2002). Ďalšou z charakteristík aterogénnej dyslipidémie je nízka hladina HDL cholesterolu (NCEP). HDL cholesterol je antiaterogénny, t.j. zvyšuje reverzný transport cholesterolu, má protizápalové vlastnosti, schopnosť chrániť voči modifikáciám LDL. (Scott, 2004). To znamená, že súvislosť medzi nízkou hladinou HDL cholesterolu a rizikom aterosklerotických kardiovaskulárnych ochorení je komplexná. Nízke hladiny HDL silne predikujú rozvoj aterosklerotických kardiovaskulárnych ochorení (NCEP). Existuje množstvo klinických štúdií, ktoré potvrdzujú pozitívny vplyv konzumácie škorice, resp. škoricových extraktov na hladiny celkového cholesterolu, LDL, HDL cholesterolu a triacylglycerolov v krvi (Qin et al. 2010, Jamal, 2009, Mahmood et al., 2011). Dlhodobejšia konzumácia škorice (40 dní) v množstve 1-6g/deň u pacientov s diabetom 2. typu spôsobila redukciiu hladiny triacylglycerolov o 23-30%, LDL cholesterolu o 7-27%, celkového cholesterolu o 12-26%. Teda už malé množstvo škorice spôsobí efektívnu redukciiu rizikových komorbidujúcich faktorov kardiovaskulárnych ochorení a diabetu 2. typu (Jamal, 2009). Škoricový aldehyd sa podieľa významne na znižovaní hladiny glykozylovaného hemoglobínu (HbA1C), celkového cholesterolu v sére, hladiny triacylg-

lycerolov a zvyšovanie HDL cholesterolu na zvieracích modeloch (Mahmood, 2011).

Záver

MS predstavuje súbor príznakov, resp. metabolických abnormalít, ktoré úzko súvisia s obezitou, diabetom 2. typu, hypertenziou a kardiovaskulárnymi ochoreniami. Výrazný nárast v prevalencii týchto civilizačných ochorení môžeme pozorovať v priebehu posledných dvoch desaťročí. Odborná a takisto aj populárna literatúra diskutuje o „epidémii“ obezity a diabetu. Dôležitým faktom je, že nahromadenie rizikových faktorov metabolického syndrómu sa podieľa na veľmi vysokej kardiovaskulárnej morbidite a mortalite. Dôležitú úlohu v rozvoji MS zohráva dlhodobý pôsobiaci synergický účinok rizikových faktorov, kde za najrizikovejšie možno označiť nesprávnu výživu a sedavý spôsob života. Nakoľko dôležitú úlohu v etiológii metabolického syndrómu, inzulínovej

rezistencie a diabetu 2. typu zohráva výživa, upriamuje sa pozornosť odbornej verejnosti na prevenciu a terapiu týchto ochorení prostredníctvom prírodných zdravíu prospešných látok. Pozorujeme nárast epidemiologických štúdií, ktoré poukazujú na významné preventívne a liečebné účinky fytochemikálií v potravinách u jedného i viacerých symptómov MS. Škorica a jej obsahové bioaktívne látky preukazujú pozitívne účinky v prevencii a terapii viacerých parametrov MS, vrátane inzulínovej rezistencie, hladiny glukózy a lipidov v krvi, antioxidačných a zápalových parametrov, takisto krvného tlaku a telesnej hmotnosti na in vitro aj in vivo úrovni. Škorica patrí medzi rastliny, ktoré sú využívané na medicínske účely, je dokázané, že biologické funkcie fytochemikálií škorice majú dôležitú úlohu pre ochranu zdravia. Stále však existujú oblasti, ktoré je potrebné preskúmať pre lepšie pochopenie potenciálnych mechanizmov pôsobenia týchto látok.

Literatúra

ABATE, N. 2000. Obesity and cardiovascular disease, Pathogenetic role of the metabolic syndrome and therapeutic implications. *Journal of Diabetes and Its Complications*, 2000, roč. 14, č. 3, s. 154-174. ISSN 1056-8727.
AKANJI, O.A., SMITH, J.R. 2012. The Insulin-Like Growth Factor System, Metabolic syndrome, and Cardiovascular Disease Risk. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*. 2012, roč. 10, č. 1, s. 3-13. ISSN 1540-4196.
AKINTUNDE, A.A., AKINWUSI, P. O. 2011. Metabolic Syndrome: Comparison of Occurrence Using Three Definitions in Hypertensive Patients. *Clinical Medicine&Research*, 2011,

roč. 9, č. 1, s. 26-31. ISSN 1554-6179.

ANDERSON, R.A. 2008. Chromium and polyphenols from cinnamon improve insulin sensitivity. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2008, č. 67, s. 48-53. DOI: 10.1017/S0029665108006010

ANDERSON, R.A., BROADHURST, C.I. POLANSKY, M.M. et al. 2004. Isolation and characterization of polyphenol type-A polymers from cinnamon with insulin-like biological activity. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 2004, roč. 52, č. 1, s. 65-70. ISSN 0021-8561.

BALKAU, B., VALENSI, P., ESCHWEGE, E., et al. 2007. A review of the metabolic syndrome. *Diabetes&Metabolism*, 2007, roč.33,

č. 6, s. 405-413. ISSN 1878-1780.

BANSODE, J.V. 2012. A review of pharmacological activities of *Cinnamomum cassia* Blume. *International Journal of Green Pharmacy*. 2012, roč. 6, č. 2, s. 102-108. ISSN 0973-8258.

BAYS, H.E. 2009. „Sick fat“ metabolit di-nase, and atherosclerosis. *American Journal of Medicine*, 2009, roč. 122, Suppl. 1, s. 26-37. ISSN 0002-9343.

BLAKE, G.J., OTVOS, J.D., RIFAI, N., RIDKER, P.M. 2002. Low density lipoprotein particle concentration and size as determined by nuclear magnetic resonance spectroscopy as predistors of cardiovascular disease in women. *Circulation*, 2002, roč. 106, č. 15, s. 1930-1937. ISSN 0009-7322.

BRAY, G.A. 2007. *The Metabolic Syndrome and Obesity*, New Jersey, 2007, Humana Press, s. 15-18. ISBN 1-58829-802-7.

CAO, H., POLANSKY, M.M., ANDERSON, R.A. 2007. Cinnamon extract and polyphenols affect the expression of tristetraprolin, insulin receptor, and glucose transporter 4 in mouse 3T3-L1 adipocytes. *Archives of Biochemistry and Biophysich*, 2007, roč. 459, č. 2, s. 214-222. ISSN 1096-0384.

CAO, H., QIN, B., PANICKAR, K.S. et al. 2008. Tea and cinnamon polyphenols improve the metabolic syndrome. *Agro FOOD industry hi-tech*. 2008, roč. 18, č. 6, s. 14-17. ISSN 2035-4606.

CAO, H., URBAN, J.F., ANDERSON, R.A. 2008. Cinnamon polyphenol extract affects immune responses by regulating anti- and proinflammatory and glucose transporter gene expression in mouse macrophages. *Journal of Nutrition*, 2008, roč. 138, č. 5, s. 833-40. ISSN 1541-6100.

CAROLL, S., COOKE, C.B., BUTERLY, R.J. 2000. Metabolic clustering, physical activity

and fitness in nonsmoking, middle-aged men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2000, roč. 32, č. 12, s. 2079-86. ISSN 0195-9131.

DICHI, I., SIMAO A.N.C., VANNUCCHI, H. et al. 2012. Metabolic Syndrome: Epidemiology, Pathophysiology, and Nutrition Intervention. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2012, č. 1, DOI :10.1155/2012/584541.

DONORA, E., CAPALDO, B., PERIN, P.C. et al. 2008. Hyperinsulinemia and insulin resistance are independently associated with plasma lipids, uric acid and blood pressure in non-diabetic subjects. *The GISIR database. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 2008, roč. 18, č. 9, s. 624-631. ISSN 0939-4753.

DUNCAN, B.B., SCHMIDT, M.I., PANKOW, J.S. et al. 2003. Atherosclerosis Risk in Communities Study. Low-grade systemic inflammation and the development of type 2 diabetes: the atherosclerosis risk in communities study. *Diabetes*, 2003, roč. 52, č. 7, s. 1799-805. ISSN 1520-7560.

ĐURAČKOVÁ, Z., BERGENDI, L., ČÁRSKY, J. 1999. *Voľné radikály a antioxidyanty v medicíne II*. 1th ed. Bratislava. Slovak Academic Press, 1999, s. 315. ISBN 80-88908-46-9.

FAN, Z.A. 2007. Ethiology of Metabolic syndrome. *Current Cardiology Reviews*, 2007, č. 3, s. 232-239. ISSN 1573-403X.

GALAJDA, P., MOKÁŇ, M. 2006. *Metabolický syndróm a poruchy homeostázy. Diabetes a obezita*, 2006, č. 11, s. 73-79. ISSN 1335-8383.

GALAJDA, P., MOKÁŇ, M. 2004. Problematika etiopatogenézy a diagnostiky metabolického syndrómu. *Diabetes a obezita*, 2004, č. 7, s. 39-49. ISSN 1335-8383.

GRAHAM, T.E., YANG, Q., BLUHER, M., et

- al. 2006. Retinol-binding protein 4 and insulin resistance in lean, obese, and diabetic subjects. *New England Journal of Medicine*, 2006, roč. 354, č. 24, s. 2553-63. ISSN 0028-4793.
- GRUNDY, S.M., CLEEMAN, J.I., DANIELS, S.R. et al. 2005. Diagnosis and management of the metabolic syndrome. *Circulation*, 2005, roč. 112, č. 17, s. 2735-2752, ISSN 0009-7322
- GUL, S., SAFDAR M. 2009. Proximate Composition and Mineral Analysis of Cinnamon. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2009, roč. 8, č. 9, s. 1456-1460. ISSN 16805194.
- HIDEKI, H., NAGULESPARAN, M., KLIMEŠ, I. et al. 1982. Improvement of insulin secretion but not insulin resistance after short term control of plasma glucose in obese type 2 diabetics. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 1982, roč. 54, č. 2, s. 217-222. ISSN 0021-972X.
- HLEBOWICZ, J., DARWICHE, G., BJORGELL, J. et al. 2007. Effect of cinnamon on postprandial blood glucose, gastric emptying and satiety in healthy subjects. *American Journal of Clinical Nutrition*, 2007, roč. 85, č. 6, s. 1552-1556. ISSN 1938-3207.
- HORN, L., McCOIN M., PENNY M. et al. 2008. The Evidence for Dietary Prevention and Treatment of Cardiovascular Disease. *Journal of the American Dietetic Association*, 2008, roč. 108, č. 2, s. 287-331. ISSN 0002-8223.
- HOUSTON, M.C. 2005. Nutraceuticals, Vitamins, Antioxidants, and Minerals in the Prevention and Treatment of Hypertension. *Nutraceuticals and Hypertension*, 2005, roč. 47, č. 6, s. 396-449. ISSN 0033-0620.
- JAKHETIA, V., PATEL, R., KHATRI, P. et al. 2010. Cinnamon: A pharmacological review. *Journal of Advanced Scientific Research*, 2010, roč. 1, č. 2, s. 19-23. ISSN 0976-9595.
- JAMAL, A.R.A.L. Effects of Cinnamon on Blood Glucose and Lipid Levels in Diabetic Patients (Type 2). *Jordan Journal of Biological Sciences*, 2009, roč. 2, č. 3, s. 135-138. ISSN 1995-6673.
- JARVILL-TAYLOR, K.J., ANDERSON, R.A., GRAVES, D.J. 2001. A hydroxychalcone derived from cinnamon functions as a mimetic for insulin in 3T3-L1 adipocytes. *Journal of the American College of Nutrition*, 2001, roč. 20, č. 4, s. 327-336. ISSN 1541-1087.
- JOHNSON, L.W., WEINSTOCK, R.S. 2006. The metabolic syndrome: concepts and controversy. *Mayo Clinic Proceedings*, 2006, roč. 81, č. 12, s. 1615-1620. ISSN 0025-6196.
- KELLEY, D.E., MOKÁŇ, M., MANDARINO L.J. 1992. Intracellular defects in glucose metabolism in obese patients with NIDDM. *Diabetes*, 1992, roč. 41, č. 6, s. 698-706. ISSN 0012-1797.
- KIEC-DEMBINSKA, A., MYKKANEN, O., KIEC-WILK, B. et al. 2008. Antioxidant phytochemicals against type 2 diabetes. *British Journal of Nutrition*. 2008, roč. 99, č. E-Suppl. 1, s. 109-117. ISSN 0007-1145.
- KLIMEŠ, I. Etiopatogenézy DM 2. typu a iných špecifických typov diabetu. s. 70-77. In: Vozár J., Krese A., Klimeš I.: *Diabetes mellitus*, Bratislava 1998, Slovak Academic Press. ISBN 80-88908-20-5.
- KLIMEŠ, I. Syndróm inzulinovej rezistencie (Metabolický syndróm X, Reavenov syndróm). 1998. In: Vozár J., Krese A., Klimeš I. *Diabetes mellitus*, Bratislava, 1998, Slovak Academic Press. ISBN 80-88908-20-5.
- KORHONEN, S., HIPPELAINEN, M., VANHALA, M. et al. 2003. The androgenic sex hormone profile is an essential feature of metabolic syndrome in premenopausal women: a controlled community-based study. *Fertility and Sterility*, 2003, roč. 79, č. 6, s. 1327-34.

ISSN 1556-5653.

KOŠŤÁLOVÁ, D., FIALOVÁ, S., RAČKOVÁ, L. 2012. Fytoterapia v súčasnej medicíne, 1. vyd., Osveta, 2012, Martin, s. 322. ISBN 978-80-8063-384-4.

KRAUSS, R.M. 1995. Dense low density lipoproteins and coronary artery disease. American Journal of Cardiology, 1995, roč. 75, č. 6, s. 53-57. ISSN 0002-9149.

LEELA, L.K. In. PARTHASARATHY, V.A., CHEMPAKAM, B., ZACHARIAH, T.J. 2008. Chemistry of spices, CAB International, Oxfordshire, 2008, s. 124-145. ISBN 13: 978-1845934057.

LV, J., HUANG, H., WHENT, M. et al. 2012. Phenolic composition and nutraceutical properties of organic and conventional cinnamon and peppermint. Food Chemistry, 2012, roč. 132, č. 3, s. 1442-1450. ISSN 03088146.

MAHMOOD, S., TALAT, A., KARIM, S. et al.. 2011. Effect of cinnamon extract on blood glucose level and lipid profile in alloxan induced diabetic rats. Pakistan Journal of Physiology, 2011, roč. 7, č. 1, s. 13-15. ISSN 2073-1183.

NATIONAL CHOLESTEROL ADUCATION PROGRAM (NCEP) EXPERT PANEL ON DETECTION, EVALUATION, AND TREATMENT OF HIGH BLOOD CHOLESTEROL IN ADULTS (ADULT TREATMENT PANEL III): 2002. Third Report of the National Cholesterol Aducation Program (NCEP) Expert-Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. Circulation, 2002, roč. 106, č. 25, s. 3143-3421. ISSN 1524-4539.

NAYAK, D.U., KARMEN, C., FRISHMAN, W.H., et al. 2001. Antioxidant vitamins and enzymatic and synthetic oxygen-derived free radical scavengers in the prevention and treat-

ment of cardiovascular disease. Heart Diseases, 2001, roč. 3, č. 1, s. 28-45. ISSN 1521-737X.

NOORI, S., AZMAT, M., MAHBOOB, T. 2012. Study on antioxidant effects of cinnamon and garlic extract in liver, kidney and heart tissue of rat. Bioscience Research, 2012, roč. 9, č. 1, s. 17-22. ISSN 2218-3973.

PETERSEN, K.F., SHULMAN, G. I. 2006. Etiology of insulin resistance. American Journal of Medicine, 2006, roč. 119, Suppl. 5, s. 10-16. ISSN 0002-9343.

PLONSKY, K.S. 2006. Retinol-binding protein 4, insulin resistance and type 2 diabetes. New England Journal of Medicine, 2006, roč. 354, č. 24, s. 2596-8. ISSN 0028-4793.

POTENZA, M. V., MECHANICK, J. I. 2009. The Metabolic syndrome: Definition, Global Impact, and Pathophysiology. Nutrition and Clinical Practice, 2009, roč. 24, č. 5, s. 560-577. ISSN 0884-5336.

PROCOPIOU, M., PHILIPPE, J. 2005. The metabolic syndrome and type 2 diabetes. Epidemiological figures and country specificities. Cerebrovascular Diseases, 2005, roč. 20, Supl. 1, s. 2-8. ISSN 1421-9786.

QIN, B., PANICKAR, K.S., ANDERSON, R.A. 2010. Cinamon: Potential Role in the Prevention of Insulin RESistance, Metabolic Syndrome, nd Type 2 Diabetes. Journal of Diabetes Science and Technology, 2010, roč. 4, č. 3, s. 685-693. ISSN 1932-2968.

QIN, B., POLANSKY, M.M., ANDERSON, R.A. 2010. Cinnamon extract regulates plasma levels of adipose-derived factord and expression of multiple genes related to carbohydrate metabolism and lipogenesis in adipose tissue of fructose-fed rats. Hormone and Metabolism Research, 2010, roč. 42, č. 3, s. 187- 193. ISSN 0018-5043.

REAVEN, G.M. 1993. Role of insulin re-

sistance in human disease (syndrome X): an expanded definition. *Annual Review of Medicine*, 1993, roč. 44, s. 121-131. ISSN 1545-326X.

RITCHIE, S. A., CONELL, J.M.C. 2007. The link between abdominal obesity, metabolit syndrome and cardiovascular disease. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 2007, roč. 17, č. 4, s. 319-326. ISSN 1590-3729.

ROUSEL, A.M., HININGER, I., BANARAB, R. et al.. 2009. Antioxidant Effects of a Cinnamon Extracts in People with Impaired Fasting Glucose That Are Overweight or Obese. *Journal of the American College of Nutrition*, 2009, roč. 28, č. 1, s. 16- 21. ISSN 0731-5724.

RUDKOWSKA, I. 2009. Functional foods for health: Focus on diabetes. *Maturitas*, 2009, roč. 62, č. 3, s. 263-269. ISSN 0378-5122.

SANGAL, A. 2012. Role of cinnamon as beneficial antidiabetic food adjunct: a review. *Advances in Applied Science Research*, 2012, roč. 2, č. 4, s. 440-450. ISSN 0976-8610.

STRAZZULO, P., BARBATTO, A., SIANI A. et al.. 2008. Diagnostic criteria for metabolit syndrome: a comparative analysis in an unselected sample of adult male population. *Metabolism Clinical and Experimental*, 2008, roč. 57, č. 3, s. 355-361. ISSN 1532-8600.

SUCHARDA, P. 2010. Metabolický syndrom, jeho význam a používání. In. *Medicina po promoci: časopis postgraduálního vzdělávání*

lékařů. Vybrané kapitoly z interní medicíny. 2010, roč. 11, č. 1, s. 3-7. ISSN 1212-9445.

SVACHINA, Š., BRETŠNAJDROVÁ, A., ŠMAHELOVÁ A. 2008. Dietní léčba diabetu 2. typu. In. *Klinická dietologie*, vyd 1., Praha, Grada, 2008, s. 135-136. ISBN 978-80-247-22566.

THOMAS, J., DUETHI, P.P. In. PETER, K.V. 2001. *Handbook of Herbs and spices*, Woodhead Publishing Ltd, Anglicko, 2001, s. 143-153. ISBN-13: 978-1-84569-017-5.

TKÁČ, I. 2006. Možnosti ovplyvnenia metabolického syndrómu a diabetes mellitus 2. typu blokádou andokanabinoidných receptorov. *Cardiology*, 2006, roč. 15, č. 6, s. 305-310. ISSN 1932-8737.

VOZÁR, J. 1998. Definícia a klasifikácia diabetu mellitu. In: Vozár J., Krese A., Klimeš I. *Diabetes mellitus*, Bratislava, 1998, Slovak Academic Press, s. 15-19. ISBN 80-88908-20-5.

WANG, J.G., ANDERSON, R.A., GRAHAM, G.M. et al. 2007. The effect of cinnamon extract on insulin resistance parameters in polycystic ovary syndrome: a pilot study. *Fertility and Sterility*, 2007, roč. 88, č. 1, s. 240-243. ISSN 1556-5653.

YANG, Y., ZHOU, L., GU, Y. et al. 2007. Dietary chickpeas reverse visceral adiposity. Dyslipidaemia and insulin resistance in rats induced by a chronic high-fat diet. *British Journal of Nutrition*, 2007, roč. 98, č. 4, 720-726. ISSN 0007-1145.

Adresa prvého autora:

Ing. Andrea Holubková

Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU

Oddelenie výživy a hodnotenia potravín

Radlinského 9

812 37 Bratislava

Email: andrea.holubkova@stuba.sk

Recenzované / Reviewed:

10. 2. 2013

THE ROLE OF DIET AND EXERCISE IN OBESITY PREVENTION

HODNOTENIE INTERVENCIÍ ZAMERANÝCH NA ZMENU STRAVY
A POHYB PRI PREVENCII OBEZITY¹Lucia Mikušová, ²Adela Penesová, ³Miroslav Bobřík, ¹Ernest Šturdík*Ing. Lucia Mikušová, PhD.**MUDr. Adela Penesová, PhD.**prof. PhDr. Miroslav Bobřík, PhD.**doc. Ing. Ernest Šturdík, PhD.*¹*Department of Nutrition and Food Assessment, Institute of Biochemistry, Nutrition and Health Protection, FCHFT SUT, Bratislava, SK*²*Institute of Experimental Endocrinology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, SK*³*Department of Physical Education and Sports, FCHFT SUT, Bratislava, SK*

Summary: To assess the impact of nutrition and exercise in the civilization disease prevention, accurate measurement tools and monitoring techniques are needed. This review summarizes the most frequently used methods to assess food and nutrient intake, such as 24-hour recalls, food frequency questionnaires and food records. When speaking about the contribution of exercise, mainly with the focus to the obesity prevention, proper methods for assessing the total daily physical activity or energy expenditure need to be determined. Last part of the review discusses the parameters used to evaluate the effectiveness of intervention trials, such as anthropometry (body mass index, waist circumference, waist to hip ratio), and body composition analysis. The review comprises of six tables, three figures and 47 references.

Key words: food intake and nutrition status assessment, physical activity measurement, energy expenditure, effectiveness evaluation tools

Súhrn: Na posúdenie vplyvu stravy a pohybu v programoch zameraných na prevenciu civilizačných ochorení, sú potrebné presné merania a monitorovacie techniky. Tento prehľadový článok sumarizuje najpoužívanějšíe metódy stanovenia príjmu potravy resp. jednotlivých výživových zložiek ako sú 24h záznamy stravy, výživové denníky a frekvenčné dotazníky. Na hodnotenie príspevku cvičenia, najmä v programoch prevencie obezity je dôležitý výber vhodných metód na posúdenie dennej fyzickej aktivity, resp. energetického výdaja. V poslednej časti prehľadového článku sú diskutované parametre, používané na posúdenie efektívnosti

intervenčných štúdií ako napríklad body mass index, obvod pásu, pomer pás a boky, analýza zloženia tela. Článok pozostáva z šiestich tabuliek, troch grafov a 47 citovaných literárnych zdrojov.

Kľúčové slová: hodnotenie príjmu stravy a stavu výživy, meranie fyzickej aktivity a energetického výdaja, hodnotenie efektivity

Introduction

Obesity, characterized by excessive deposition of body fat is increasing problem worldwide. Epidemiological studies suggest a relationship between sedentary lifestyle associated with a diet high in calories, fat, sugar and low in fiber, and an increased risk of overweight and obesity. The prevention of obesity is best achievable through combination of calorie restriction, balanced nutrition and increased physical activity. Weight reduction as a desirable end-point of negative energy balance is best achievable through a combination of dietary restriction and increasing energy expenditure in the form of exercise. The reduction in calories generally leads in clinically meaningful weight loss regardless of the fact which macronutrient is emphasized (Sacks, et al., 2009). Physical activity (PA) should be an integral part of obesity prevention because it improves cardiovascular fitness, enhances endurance and muscular strength, promote psychological well-being and self-esteem (Peterson and Cheng, 2012). In addition to above mentioned effects, exercise is linked with health benefits such as lowered risk of cardiovascular disease, colon cancer, and type II diabetes (Jordan, et al., 2008). Also general practitioners should incorporate “exercise prescription” into their everyday praxis (Rodriguez, et al., 2012). Obesity itself is a disease state, but it is also a risk factor for many other chronic disease conditions. Obesity reduces

life expectancy, increases the risk of coronary heart disease, stroke, predicts increased risk of type 2 diabetes, insulin resistance, hypertension, dyslipidaemia, gall bladder disease, non-alcoholic fatty liver disease (particularly abdominal obesity). Overweight or obese people can achieve clinically significant improvements in comorbidities and related conditions by losing weight. The degree of benefit correlates with amount of lost weight, but even modest losses of 5–10% body weight can be medically important (van de Vijver, et al., 2009).

To evaluate the impact of nutrition and exercise on weight, body composition and generally health, monitoring techniques are important. Accurate methods and tools to assess food and nutrient intake are essential in monitoring the nutritional status for epidemiological and clinical research on the association between diet and health (Zhu, et al., 2008). This review summarizes the main assessment tools used to evaluate the body composition, the influence of nutrition intake and exercise behavior on the human health, especially on weight management and prevention of obesity. To rate the efficiency of obesity prevention program, several parameters are studied. Hence obesity is defined as excessive deposition of fat, the most accurate way how to observe the influence of diet and nutrition is to measure body composition. Although impressive advances have been made in the techniques available for measuring human body composition, due

to cost, use in clinical practice is often limited. To most common available methods estimating body composition changes belong dual-energy X-ray absorptiometry, bioelectrical impedance and anthropometry such as widely applied body mass index and waist circumference (Minderico, et al., 2008).

Monitoring of the dietary intake

Dietary intake provides valuable insights for monitoring intervention programs for prevention of disease. With growing concern for obesity, the need to accurately measure nutrient intake becomes imperative. Dietary assessment instruments are used in a variety of researches to estimate the consumption of individual foods or nutrients as well as overall energy intake. To these techniques belongs food records of all consumed foods, standardized 24-hour recall of all food and drink ingested in the past day or food frequency questionnaires in which individuals are asked to report usual frequency of intake of a list of foods or given food groups over a specified time. Each of these instruments has its own advantages and limitations such as quality of data, amount of obtained information or suitability for children and adolescents (Zhu, et al., 2008).

Diet recalls are designed to assess recent nutrient intake but it is not representative of habitual intake which is often of interest in many studies. In contrast, food-frequency questionnaires (FFQ) provide better estimates of usual diet and dietary patterns but contain another imprecision such as seasonality. Many different FFQs monitoring intake either of specific nutrient or the whole food group have been validated (van de Vijver, et al., 2009, de Munter, et al., 2007, Boucher, et al., 2007, Liu, et al., 2003). The individual frequencies and serving sizes of

food items obtained from questionnaires are usually recalculated into average daily intake (g per day) for each subject. Diet records, involving the weighting or quantifying in household measures of all food and drink consumed, has been considered the most accurate method. However, the need to weight can be seen as time consuming and may be associated with poor compliance in clinical studies (Hill and Davies, 2001). On the other hand, keeping daily food diaries connected with dietitian consultations on a one-to-one basis may bring additional advantages. The dietitian may review the diet records and at the same time present an educational lesson, offer nutritional guidance, encouragement and suggestions for improvement (Katcher, et al., 2008).

An important alternative to the nutrient-oriented approach has become new identification tool, dietary patterns. Strong argument for the use of food intake patterns rather than food nutrient intakes is the interaction of known and unknown substances in the daily diet, identifying the consistent components in the actual intake of a combination of food and the most frequent exposures. Recently, Nakade, et al. (2009) conducted food intake pattern analysis associated with body weight instead of traditional dietary analysis focusing on a single nutrient or food group. Changes in food intake patterns were related to body weight loss and changing the pattern from "Sweets, meats, dairy products and alcohol" to "Plant foods and seafood" was most effective for short- and long-term body weight loss. Popular means in the last years are electronic food diaries and mobile applications, which can evaluate the daily nutritional profiles. Being easy to use and always handy to record all the ingested food or drinks respectively,

they might be a promising tool for nutrition status analysis.

Nutrition strategies aimed for weight loss

To combat the global increase in obesity, interest has grown for an effective diet. Various types of diets such as low-fat, high protein and low-carbohydrate have been tested in overweight people, but all of them have their own limitations. The dramatic increase in obesity caused urgent need to test the effectiveness and safety of widely used weight loss strategies (Sacks, et al., 2009). The traditional approach is to reduce energy intake with the focus on the reduction of high-energy dense, low-nutrient dense foods or to limit portion sizes what might on the other side lead to hunger, dissatisfaction and poor adherence to the diet. An alternative approach may be based on increasing consumption of healthy, low-energy dense foods providing satiety and satiation with less energy (Epstein, et al., 2008). Energy density of the diet is mainly influenced by the consumption of fruit and vegetables with relatively high amount of water and fiber what decrease the total energy content of the food. Another way how to reduce energy density is to consume less fat which is higher in energy pro weight unit (9 kcal/g) in comparison with carbohydrates or proteins (4 kcal/g) (Ledikwe, et al., 2007). A dietary strategy that helps individuals control hunger by eating satisfying amounts of food which are lower in energy could improve adherence to the diet program and increase weight loss and weight maintenance (Ello-Martin, et al., 2007).

High-carbohydrate, low-fat diets became popular approximately 20 years ago, when it was thought that calories from carbohydrates were less fattening than the same number of calories from fat. A high-fat, low-carbohydrate

diet was popularized by Dr. Robert Atkins in the 1970s and recently enjoyed a revival (Katan, 2009). There are many other popular diets, some of them based on long-standing medical advice, recommended restriction of portion size and calories, other are modulating macronutrient balance and glycemic load or restricting amount of fat. The four most popular diet strategies and their effectiveness are outlined in Table 1. All four diets resulted in modest statistically significant weight loss after one year, with no statistically significant differences between the compared diets (Dansinger, et al., 2005). This fact proves also Wadden, et al. (2012), concluding that caloric restriction, rather than macronutrient composition, is the key stone of weight loss.

Table 1 The results after one year single-center randomized trial using the four popular diets for weight loss (Sacks, et al., 2009, Dansinger, et al., 2005)

Name of diet	Main principle	Completion	LW (kg/y)
Atkins diet	Minimization of carbohydrate intake	53 %	2,1 ± 4,8
Weight Watchers	Restriction of portion sizes and calories	65 %	3,0 ± 4,9
Zone diet	Modulation of macronutrient balance & GL	65 %	3,2 ± 6,0
Ornish diet	Restriction of fat	50 %	3,3 ± 7,3

GL-glycemic load, LW- lost weight after one year ± standard deviation, Completion – percentage of participants who completed the diet program.

Another randomized controlled trial comparing 4 diets of varying glycemic load (2 high carbohydrate diets, two high protein diets with different glycemic index- GI) on weight loss and cardiovascular risk reduction have been conducted in overweight and obese adults. Both high-protein and low-GI regimens increased fat body loss, but cardiovascular risk

reductions was optimized by a high-carbohydrate, low-GI diet (McMillan-Price, et al., 2006). Shai, et al. (2008) evaluated the difference between three types of diets: low fat, Mediterranean calorie-restricted and low-carbohydrate, caloric non-restricted diet in two-year trial. The mean weight losses among participants who completed the intervention were 3.3 kg (low fat group), 4.6 kg (Mediterranean diet) and 5.5 kg for the low carbohydrate group. Mediterranean diet with high amounts of dietary fiber and highest ratio of monounsaturated to saturated fat had favorable effect on glycemic control. The correlation between lowered adiposity and Mediterranean diet proved also Boghossian, et al. (2013). Low carbohydrate diet had also additional beneficial effects in reduction atherogenic index, the ratio of total to high-density cholesterol. These strategies might be considered in clinical practice and diets might be individualized according to personal preferences and metabolic needs.

Dietary programs involving lifestyle changes based on diet together with exercise are much more effective. Physical activity (PA) not only contributes to an increased energy expenditure and fat loss, but also protects against the loss of lean body mass, improves cardio-respiratory fitness, reduces obesity-related cardiometabolic health risks, and evokes sensations of well-being. Aerobic physical training leads to improvement in oxygen transfer in muscle, which promotes an increased utilization of abundant fat stores instead of the limited glycogen stores. Although it is important to assess the optimal frequency and intensity of exercise on an individual base (Rodriguez, et al., 2012), we can generalize that PA of moderate intensity, 30-60 minutes in duration, performed 5 days a week or daily is highly

recommended in the prevention of lifestyle diseases. Moreover, this activity conducted for a month represents an energy deficit of 0.5-1 kg without any additional change in habits. Obesity usually results from a lack of daily habitual PA, hence activities such as walking and stair climbing should be recommended on everyday basis to increase energy expenditure (Hainer, et al., 2008).

Monitoring the energy expenditure and amount of physical activity

Total 24 h energy expenditure (24 h EE) as shown in Figure 1 composes from resting metabolic rate, thermic effect of food (EE needed for injection, digestion and assimilation of food) and physical activity (PA). PA is the most variable determinant of 24 h EE and involves exercise and spontaneous physical activity (SPA), which is quite variable among individuals and is a heritable trait. A low SPA during a metabolic chamber stay is a predictor of weight gain in men (Zurlo, et al., 1992). The study done in the most obese population in the world in Pima Indians showed that low resting metabolic rate (RMR) is a risk factor for weight gain and therefore for obesity (Tataranni, et al., 2003).

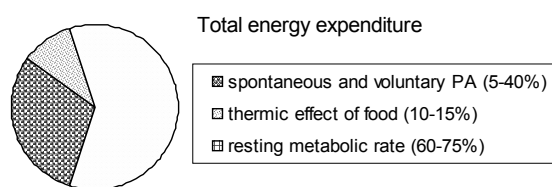


Figure 1 Components of total energy expenditure (Boreham and Murphy, 2005)

PA can be defined as any bodily movement produced by skeletal muscles which results in energy expenditure. Regular, repetitive, planned and structured PA with the aim to

improve or maintain physical fitness is called exercise (Luis Griera, et al., 2007).

Optimally, epidemiological studies correlating exercise with health effects should identify all body movements and obtain information on dose, intensity, duration and frequency of movement to be more informative (Lagerros and Lagiou, 2007).

Many studies evaluating the effect of exercise on health provide inconsistent information, what can be caused by variations of measurement accuracy used in the trials. The choice of method for the assessment of PA is important because no method is suitable for every situation and every population (Lagerros and Lagiou, 2007). Commonly used methods to identify person's level of PA are questionnaires (assessing activity levels by having patients answer a set of questions about the types and amounts of PA performed in the past) and/ or motion sensors, assessing PA of persons by recording their body movement as it occurs. If it is of interest to determine person's caloric energy expenditure, statistical regression models to the questionnaires and motion sensor can be applied. For more precise measurements doubly labeled water may be used (Ainsworth, 2009).

Absolute work - intensity of PA is measured in watt-W, but it is more convenient to consider intensity per body mass (W/kg) usually expressed as metabolic energy turnover (MET), a multiple of resting metabolic rate. For the average adult 1 MET (1.16 W/kg) corresponds to an EE of 1 kcal per kg body mass per hour (Figure 2), or the approximate oxygen consumption (VO_2) of 3.5 ml O_2 per kg body mass per minute.

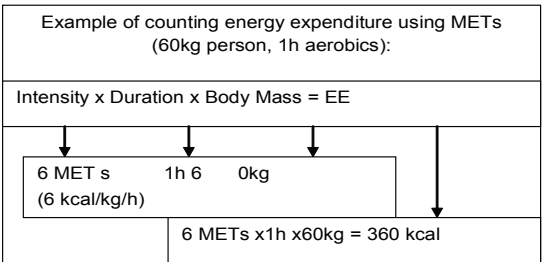


Figure 2 Energy expenditure (in kcal) as a function of absolute intensity, duration and frequency of physical activity (Lagerros and Lagiou, 2007)

Each activity was given a MET value, ranging approximately from 1 (quietly laying on the bed) to 12.1 (squash) allowing the studied participants choose exact activity from the reference list (Fletcher, et al., 2001). This approach is more precise than giving respondents few intensity choices such as low, moderate, high and vigorous because the perception of intensity is highly dependent on age, gender, fitness level and duration of the activity. An example of popular activities and their METs are shown in Table 2 (Lagerros and Lagiou, 2007).

Table 2 Energy costs of popular physical activities (Boreham and Murphy, 2005)

Activity	Intensity	MET(kcal/kg/h)
Walking	6,4 km/h	4
Running	10,8 km/h	11
Cycling	20,9 km/h	8
Swimming	moderate (crawl)	8
Tennis	singles	8
Aerobics	moderate	6

Relative intensity of PA refers to the relative percentage of maximal aerobic power that is maintained during exercise (described as % of maximal heart rate- HR_{max} or % of maximal oxygen intake - VO_{2max}). Maximal oxygen

consumption represents the amount of oxygen transported and used in cellular metabolism. It is considered to be the best measure of cardiovascular fitness and exercise capacity. VO_{2max} is influenced by age, sex, exercise habits, heredity and cardiovascular clinical status. PA has an important influence on VO_{2max} , after 3 weeks of bed rest a 25 % decrease in VO_{2max} of a healthy man has been observed. Consumption of oxygen is directly related to heart rate (Fletcher, et al., 2001). Another important parameter when evaluating the effect of exercise on health is frequency of PA. It can be expressed as number of times a day, a week or a month. Seasonality should be considered when planning a study or intervention because weekly leisure time EE can be higher in spring and summer than in the rest of the year. In an attempt to improve the accuracy of physical activity measurement, investigators often combine two or more methods, thus the limitation of one method can be offset by the strength of another method. For example, a questionnaire may provide insight into the PA pattern, while a motion sensor such as accelerometer or pedometer worn by this same person provides an actual measure of his/her activity. The synthesis of these results can help guide the development and progress of a PA treatment program (Keim, et al., 2004).

Self-report methods for describing PA include questionnaires, interviews and activity diaries. The spectrum of self-report instruments is broad, ranging from one-page questionnaires that assess usual PA during the past years to labor-intensive diaries that provide detailed account of activities throughout the day (Keim, et al., 2004). Commonly used are simple global close-ended questionnaires with two to five choices but these are often inadequate because they lack the ability to capture all activities

during daily life. To improve quantitative self-reports of total PA in epidemiological studies, a nine-step scale covering the intensity levels in everyday life has been developed by Lagerros, et al. (2006). For each scale step 2-4 activities with similar MET value are chosen and subjects are asked the question "How much time a day do you spend doing activities as demanding as these?". This approach enables the researchers to calculate a total energy expenditure if duration of PA and participant's weight is given.

Another large group of methods are based on biological and physiological approaches for example heart-rate monitoring, accelerometry or DLW. These methods generally require some type of monitoring and are thus harder to apply in large population studies than self-report assessments. Some methods used to measure PA and energy expenditure are outlined in Table 3.

Table 3 Examples of observer-dependent methods used to measure physical activity (adapted from Lagerros and Ligiou (2007))

Observer-dependent method	Measure physical activity	Measure energy expenditure
Doubly labeled water	-	+
Calorimetry	-	+
Heart rate monitors	-	+
Ventilation	-	+
Cardiorespiratory fitness	+	-
Body temperature	-	+
Motion sensors	+	-
Behavioral observation	+	-

Electronic activity monitors such as pedometers, accelerometers and other motion sensors bring to the assessment of PA a noninvasive method that provides time stamped measures of duration of movement, frequency of bouts

of movement and some marker also intensity of the movement such as heart rate, step count etc. (Janz, 2006). Pedometers are small, relatively inexpensive devices worn at the hip to count the numbers of steps walked per day. The results of systematic review suggest that use of pedometers is associated with significant increase in PA (motivation factor) and significant decrease in BMI and blood pressure (Bravata, et al., 2007). Accelerometers measure movement in one, two or three planes and continuously record the intensity, duration and frequency of activities. Previous activity monitors have been designed to detect accelerations due to body movements such as walking or running. However, the EE associated with certain movements of upper body are not adequately assessed, especially when small or slow movements were performed. A possible solution may be usage of algorithm that will diminish the relative error (Kumahara, et al., 2004). Recently, other portable devices to measure PA have been developed such as combined heart rate recorder with movement sensor or a device for analyzing body motion and posture changes resulting in a detailed record of performed activity. These monitors are light-weight, small and able to store large amounts of data what makes them a promising tool for research in the future (Lagerros and Lagiou, 2007). It seems likely, that activity monitors will join questionnaires and analytical techniques as a component of multifaceted measurement system for a multifaceted behavior (Janz, 2006).

By application of new monitoring techniques, not only quantitative but also qualitative analysis of physical activity behavior of individuals is possible. Besides pedometers and classical accelerometers, new devices such as piezoelectric and capacitive accelerometers

have been developed (Bonomi and Westerterp, 2012). Very popular are also smart phones applications, evaluating type and duration of conducted physical activity.

Obesity, diagnostic and evaluation tools effectiveness

Overweight and obesity is a medical condition in which excess body fat has accumulated as the result of long-term imbalance between energy intake and energy expenditure. Obesity is the prototypical model of a complex genetic condition interacting with lifestyle options and choices. Permanent food abundance and decreased necessity for energy expenditure may lead under certain conditions determined by environment, behavior and psychology to weight gain and obesity. Hence the obesity state is defined by excessive amount of fat, techniques of measuring body fat are the most accurate methods. The correct diagnosis and the determination of total amount of body fat as well as the body fat distribution seem to be important for the appropriate chose of dietary and PA intervention. The direct measurements are available only in research centers, therefore indirect anthropometric measures such as body mass index (BMI), waist circumference, waist to hip ratio (WHR), skin fold thickness or bioimpedance are frequently used (Knecht, et al., 2008).

The most widely used measurement to evaluate overweight or obesity in adults is body mass index (BMI), defined as weight in kilograms divided by the square of the high in meters, although it has limitations and it is only a proxy measurement of body fat. The classification of overweight and obesity with the risk of comorbidities is shown in Table 4 (WHO, 2000; Balkon, et al., 2011). To the main limitations of BMI as assessment tool for defining

obesity belongs fact that it is based on weight rather than body composition or adiposity. Body weight does not give information about the specific elements of body composition such as fat. For example, very athletic persons or body builders may be heavy because of excess muscles or lean body mass rather than because of excess body fat. Relative weight and BMI are moderately correlated with body fatness but do not quantify the total body adiposity.

Table 4 Body mass index categories of adults (Balkon, et al., 2011)

BMI (kg/m ²)	Classification	Risk of comorbidities
<17.5	Underweight	Risk of Anorexia nervosa
<18.50	Underweight	Low (but increased risk of other clinical problems)
18.50-24.99	Normal weight	Average
25-29.99	Overweight	Increased
30-34.99	Obese class one	Moderate
35-39.99	Obese class two	Severe
≥40	Obese class three	Very severe

However, for the general population, it is usually assumed that people above certain weight-to-high limit such as BMI ≥ 25 kg/m² are “over fat” as well as overweight (Kuczmarski and Flegal, 2000).

Two main types of obesity regarding the fat distribution pattern are known: android (central type obesity with the majority of fat depots in the abdominal area- subcutaneous and visceral) and gynoid (peripheral obesity, in which the fat depots are located subcutaneously in the lower body) (Formiguera and Canton, 2004). Android (apple-shaped) type of body is associated with greater obesity-related health risks than gynoid (pear shaped) because metabolic and cardiovascular complications are almost exclusively related to visceral fat depots

(Figure 3) (Stevens and Truesdale, 2005).

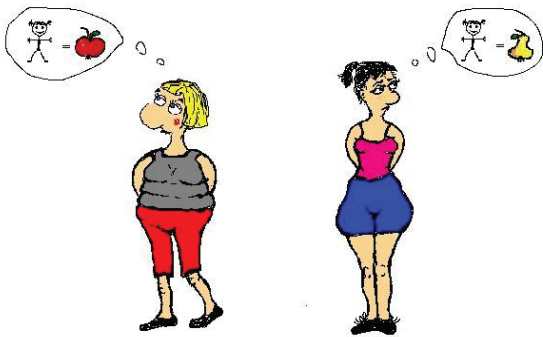


Figure 3 The android (apple; left) and gynoid (pear; right) body shape indicating the various body fat distributions in the body

Obese individuals with the intra-abdominal fat accumulation are at particular higher risk of the adverse health consequences of obesity. Therefore, measurement of waist circumference provides a simple and easy method of identifying overweight patients with increased risk of obesity-related diseases due to abdominal fat distribution (Table 5).

Table 5 Sex specific waist circumference and risk of metabolic complications associated with obesity which may vary in various ethnic populations (WHO, 2000, Balkon, et al., 2011)

Risk of metabolic complications	Waist circumference (cm)	
	Men	Women
Increased	≥ 94	≥ 80
Substantially increased	≥ 102	≥ 88

Another useful anthropometric tool is waist to hip ratio (WHR). In adults, WHR distinguish between those with upper body or intra-abdominal obesity (WHR ≥ 1 in men and ≥ 0.8 in women) and those with lower body or peripheral obesity. Genetics, sex and age partly

determine body fat distribution. A high WHR is associated with an increased risk of premature mortality and morbidity (Eaton-Evans, 2005). Waist circumference alone and WHR are the most popular anthropometric methods used to measure fat distribution in both clinical and community settings. The disadvantage of these methods is that there is no uniform method of defining the location at which the waist and hip measurement should be assessed.

Anthropometric measurements cannot provide a direct assessment of the amount of fat in different depots such as bioelectrical impedance methods (Jackson, et al., 2013), but they can provide variables that correlate (generally ranging from 0,5 to 0,8) with assessments from imaging techniques and are quick, inexpensive and noninvasive (Stevens and Truesdale, 2005). Body fat content (BF) can be calculated for example by using the formula of Deurenberg, et al. (1991): $BF (\%) = 1.2 \times BMI + (0.23 \times age) - (10.8 \times sex) - 5.4$, where sex equals 1 for male subjects (and 0 for female subjects).

More precise measurements of body fat provide imaging techniques. They have the advantage of providing separate measurements of fat in different depots but they remain too expensive for use in most clinical and community settings. These tools enable us to split up the variable and complex nature of obesity into separate components. Thus, individuals can be characterized by measuring body composition, anatomical distribution of fat, energy intake and insulin resistance among others. The list of possible techniques to evaluate body composition and anatomical fat distribution, although their validity is not equal, is summarized in Table 6 (WHO, 2000).

Table 6 Examples of characteristics for measurement overweight and obesity state (adapted from WHO, 2000)

Characteristic	Examples of measurement tools
Body composition	waist circumference, underwater weighting, dual energy X-ray absorptiometry (DEXA), isotope dilution, doubly labeled water technique (DLW), bioelectrical impedance, skin fold thickness
Anatomical fat distribution	computer tomography (CT), ultrasound (USG), magnetic resonance imaging (MRI), magnetic resonance spectroscopy (MRS)

The gold standard for measurement of body composition is dual-energy X-ray absorptiometry. Percentage of body fat (% BF), amount of fat mass (FM), and fat-free mass (FFM) can be calculated as previously described by Tataranni and Ravussin (1995). This technique is highly sensitive and enabled us to find that adult offspring of diabetic fathers were leaner (measured as % of body fat), but had lower insulin secretion, despite being equally insulin sensitive after adjustment for body fat compared to the other groups (Penesova, et al., 2010). Total abdominal as well as visceral and subcutaneous abdominal adipose tissue areas can be evaluated from a single-slice MRI scan at the level between the L4 and L5 vertebral body using image analysis freeware (ImageJ; NIH, Bethesda, MD, USA).

Hence obesity is a strong risk factor for development of other serious chronic disease states, it is important to promote healthy eating habits and daily physical activity. A comprehensive part accompanying diet and exercise is the behavioral therapy (Wadden, et al., 2012). To assess correctly the effects of health interventions, the proper measurement tools have to be chosen.

Acknowledgement

The work was supported by The Agency of Ministry of Education, Science, Research and Sport of the Slovak Republic for the Structural Funds of EU, OP R&D of ERDF in the

frame of the Project “Evaluation of natural substances and their selection for prevention and treatment of lifestyle diseases“(ITMS 26240220040). The authors would like to thank RNDr. Zuzana Šrámková, PhD. for drawing the illustrations.

References

- AINSWORTH, B. E. How do i measure physical activity in my patients? Questionnaires and objective methods. *Br J Sports Med.* 2009. vol. 43, Nr. 1, p. 6-9. ISSN 1473-0480.
- BALKON, N., BALKON, C. AND ZITKUS, B. S. Overweight and obesity: Pharmacotherapeutic considerations. *J Am Acad Nurse Pract.* 2011, Blackwell Publishing Inc. vol. 23, Nr. 2, p. 61-66. ISSN 1745-7599.
- BOGHOSSIAN, N. S., YEUNG, E. H., MUMFORD, S. L., et al. Adherence to the mediterranean diet and body fat distribution in reproductive aged women. *Eur J Clin Nutr.* 2013. In Press, ISSN 1476-5640.
- BONOMI, A. G. AND WESTERTERP, K. R. Advances in physical activity monitoring and lifestyle interventions in obesity: A review. *Int J Obes (Lond).* 2012. vol. 36, Nr. 2, p. 167-77. ISSN 1476-5497.
- BOREHAM, C. AND MURPHY, M. H. CABBALLERO, B., ALLEN, L. AND PRENTICE, A. Exercise. Beneficial effects. *Encyclopedia of human nutrition.* 2005, Elsevier Academic Press. vol. Nr. 154-161. ISBN 9780080454283.
- BRAVATA, D. M., SMITH-SPANGLER, C., SUNDARAM, V., et al. Using pedometers to increase physical activity and improve health: A systematic review. *JAMA.* 2007. vol. 298, Nr. 19, p. 2296-304. ISSN 1538-3598.
- DANSINGER, M. L., GLEASON, J. A., GRIFFITH, J. L., et al. Comparison of the atkins, ornish, weight watchers, and zone diets for weight loss and heart disease risk reduction: A randomized trial. *JAMA.* 2005. vol. 293, Nr. 1, p. 43-53. ISSN 1538-3598.
- DEURENBERG, P., WESTSTRATE, J. A. AND SEIDELL, J. C. Body mass index as a measure of body fatness: Age- and sex-specific prediction formulas. *Br J Nutr.* 1991. vol. 65, Nr. 2, p. 105-14. ISSN 0007-1145 .
- DE MUNTER, J. S., HU, F. B., SPIEGELMAN, D., et al. Whole grain, bran, and germ intake and risk of type 2 diabetes: A prospective cohort study and systematic review. *PLoS Med.* 2007. vol. 4, Nr. 8, p. e261. ISSN 1549-1676.
- ELLO-MARTIN, J. A., ROE, L. S., LEDIKWE, J. H., et al. Dietary energy density in the treatment of obesity: A year-long trial comparing 2 weight-loss diets. *Am J Clin Nutr.* 2007. vol. 85, Nr. 6, p. 1465-77. ISSN 0002-9165 .
- EPSTEIN, L. H., PALUCH, R. A., BEECHER, M. D., et al. Increasing healthy eating vs. Reducing high energy-dense foods to treat pediatric obesity. *Obesity (Silver Spring).* 2008. vol. 16, Nr. 2, p. 318-26. ISSN 1930-7381 .
- FLETCHER, G. F., BALADY, G. J., AMSTERDAM, E. A., et al. Exercise standards for testing and training: A statement for health-care professionals from the american heart association. *Circulation.* 2001. vol. 104, Nr. 14, p. 1694-740. ISSN 1524-4539 .

- FORMIGUERA, X. AND CANTON, A. Obesity: Epidemiology and clinical aspects. *Best Pract Res Clin Gastroenterol.* 2004. vol. 18, Nr. 6, p. 1125-46. ISSN 1521-6918.
- Eaton-Evans, J. Nutritional assessment. Anthropometry. *Encyclopedia of human nutrition.* 2005, Elsevier Academic Press. p. 311-318. ISBN 9780080454283.
- HAINER, V., TOPLAK, H. AND MITRAKOU, A. Treatment modalities of obesity: What fits whom? *Diabetes Care.* 2008. vol. 31 Nr. Suppl 2, p. S269-77. ISSN 1935-5548 .
- HILL, R. J. AND DAVIES, P. S. The validity of self-reported energy intake as determined using the doubly labelled water technique. *Br J Nutr.* 2001. vol. 85, Nr. 4, p. 415-30. ISSN 0007-1145 .
- JACKSON, A. A., JOHNSON, M., DURKIN, K., et al. Body composition assessment in nutrition research: Value of bia technology. *Eur J Clin Nutr.* 2013. vol. 67 Nr. Suppl 1, p. S71-8. ISSN 1476-5640.
- JANZ, K. F. Physical activity in epidemiology: Moving from questionnaire to objective measurement. *Br J Sports Med.* 2006. vol. 40, Nr. 3, p. 191-2. ISSN 1473-0480.
- JORDAN, K. C., FREELAND-GRAVES, J. H., KLOHE-LEHMAN, D. M., et al. A nutrition and physical activity intervention promotes weight loss and enhances diet attitudes in low-income mothers of young children. *Nutr Res.* 2008. vol. 28, Nr. 1, p. 13-20. ISSN 1879-0739 .
- KATAN, M. B. Weight-loss diets for the prevention and treatment of obesity. *N Engl J Med.* 2009. vol. 360, Nr. 9, p. 923-5. ISSN 1533-4406.
- KATCHER, H. I., LEGRO, R. S., KUNSELMAN, A. R., et al. The effects of a whole grain-enriched hypocaloric diet on cardiovascular disease risk factors in men and women with metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr.* 2008. vol. 87, Nr. 1, p. 79-90. ISSN 0002-9165.
- KEIM, N. L., BLANTON, C. A. AND KRETSCH, M. J. America's obesity epidemic: Measuring physical activity to promote an active lifestyle. *J Am Diet Assoc.* 2004. vol. 104, Nr. 9, p. 1398-409. ISSN 0002-8223 .
- KNECHT, S., ELLGER, T. AND LEVINE, J. A. Obesity in neurobiology. *Prog Neurobiol.* 2008. vol. 84, Nr. 1, p. 85-103. ISSN 0301-0082.
- KUCZMARSKI, R. J. AND FLEGAL, K. M. Criteria for definition of overweight in transition: Background and recommendations for the united states. *Am J Clin Nutr.* 2000. vol. 72, Nr. 5, p. 1074-81. ISSN 0002-9165.
- KUMAHARA, H., SCHUTZ, Y., AYABE, M., et al. The use of uniaxial accelerometry for the assessment of physical-activity-related energy expenditure: A validation study against whole-body indirect calorimetry. *Br J Nutr.* 2004. vol. 91, Nr. 2, p. 235-43. ISSN 0007-1145.
- LAGERROS, Y. T., MUCCI, L. A., BELLUCCO, R., et al. Validity and reliability of self-reported total energy expenditure using a novel instrument. *Eur J Epidemiol.* 2006. vol. 21, Nr. 3, p. 227-36. ISSN 0393-2990 .
- LAGERROS, Y. T. AND LAGIOU, P. Assessment of physical activity and energy expenditure in epidemiological research of chronic diseases. *Eur J Epidemiol.* 2007. vol. 22, Nr. 6, p. 353-62. ISSN 0393-2990.
- LEDIKWE, J. H., ROLLS, B. J., SMICIKLAS-WRIGHT, H., et al. Reductions in dietary energy density are associated with weight loss in overweight and obese participants in the premier trial. *Am J Clin Nutr.* 2007. vol. 85, Nr. 5, p. 1212-21. ISSN 0002-9165 .
- LIU, S., WILLETT, W. C., MANSON, J. E., et al. Relation between changes in intakes of dietary fiber and grain products and changes

- in weight and development of obesity among middle-aged women. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2003. vol. 78, p. 920-927. ISSN 1938-3207.
- LUIS GRIERA, J., MARIA MANZANARES, J., BARBANY, M., et al. Physical activity, energy balance and obesity. *Public Health Nutr*. 2007. vol. 10, Nr. 10A, p. 1194-9. ISSN 1368-9800 .
- MCMILLAN-PRICE, J., PETOCZ, P., ATKINSON, F., et al. Comparison of 4 diets of varying glycemic load on weight loss and cardiovascular risk reduction in overweight and obese young adults: A randomized controlled trial. *Arch Intern Med*. 2006. vol. 166, Nr. 14, p. 1466-75. ISSN 0003-9926.
- MINDERICO, C. S., SILVA, A. M., KELLER, K., et al. Usefulness of different techniques for measuring body composition changes during weight loss in overweight and obese women. *Br J Nutr*. 2008. vol. 99, Nr. 2, p. 432-41. ISSN 0007-1145.
- NAKADE, M., LEE, J. S., KAWAKUBO, K., et al. Changes in food intake patterns associated with body weight loss during a 12-week health promotion program and a 9-month follow-up period in a japanese population. *Obesity Research & Clinical Practice*. 2009. vol. 3, Nr. 2, p. 85-98. ISSN 1871-403X.
- PETERSON, J. A. AND CHENG, A.-L. Physical activity counseling intervention to promote weight loss in overweight rural women. *J Am Acad Nurse Pract*. 2012. In Press, ISSN 1041-2972.
- RODRIGUEZ, B., TORRES, D. M. AND HARRISON, S. A. Physical activity: An essential component of lifestyle modification in nafl. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2012. vol. 9, Nr. 12, p. 726-31. ISSN 1759-5053.
- SACKS, F. M., BRAY, G. A., CAREY, V. J., et al. Comparison of weight-loss diets with different compositions of fat, protein, and carbohydrates. *N Engl J Med*. 2009. vol. 360, Nr. 9, p. 859-73. ISSN 1533-4406.
- SHAI, I., SCHWARZFUCHS, D., HENKIN, Y., et al. Weight loss with a low-carbohydrate, mediterranean, or low-fat diet. *New England Journal of Medicine*. 2008. vol. 359, Nr. 3, p. 229-241. ISSN 1533-4406.
- STEVENS, J. AND TRUESDALE, K. P. CABALLERO, B., ALLEN, L. AND PRENTICE, A. Obesity: Fat distribution. *Encyclopedia of human nutrition*. 2005, Elsevier Academic Press. p. 392-399. ISBN 9780080454283.
- TATARANNI, P. A., HARPER, I. T., SNITKER, S., et al. Body weight gain in free-living pima indians: Effect of energy intake vs expenditure. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2003. vol. 27, Nr. 12, p. 1578-83. ISSN 0307-0565 .
- TATARANNI, P. A. AND RAVUSSIN, E. Use of dual-energy x-ray absorptiometry in obese individuals. *Am J Clin Nutr*. 1995. vol. 62, Nr. 4, p. 730-4. ISSN 0002-9165.
- VAN DE VIJVER, L. P., VAN DEN BOSCH, L. M., VAN DEN BRANDT, P. A., et al. Whole-grain consumption, dietary fibre intake and body mass index in the netherlands cohort study. *Eur J Clin Nutr*. 2009. vol. 63, Nr. 1, p. 31-8. ISSN 1476-5640.
- WADDEN, T. A., WEBB, V. L., MORAN, C. H., et al. Lifestyle modification for obesity: New developments in diet, physical activity, and behavior therapy. *Circulation*. 2012. vol. 125, Nr. 9, p. 1157-70. ISSN 1524-4539.
- WHO. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 2000. vol. 894, p. 1-253. ISSN 0512-3054.
- ZHU, F., MARIAPPAN, A., BOUSHEY, C. J., et al. Technology-assisted dietary assessment. *Proc SPIE*. 2008. vol. 6814, Nr. 681411. ISSN

0277-786X.

ZURLO, F., FERRARO, R. T., FONTVIELLE, A. M., et al. Spontaneous physical activity and obesity: Cross-sectional and longitudinal studies in pima indians. *Am J Physiol.* 1992. vol. 263, Nr. 2 Pt 1, p. E296-300. ISSN 0002-9513.

PENESOVA, A., BUNT, J. C., BOGARDUS, C., et al. Effect of paternal diabetes on pre-diabetic phenotypes in adult offspring. *Diabetes Care.* 2010. vol. 33, Nr. 8, p. 1823-8. ISSN 1935-5548.

Corresponding author:

Ing. Lucia Mikušová, PhD.

Department of Nutrition and Food Assessment
Institute of Biochemistry, Nutrition and Health
Protection

Faculty of Chemical and Food Technology
Slovak University of Technology
Radlinského 9

812 37 Bratislava

Slovak Republic

e-mail: lucia.mikusova@stuba.sk

Reviewed / Recenzované:

11. 2. 2013

VÝZNAM HODNOTENIA TELOVÉHO HMOTNOSTNÉHO INDEXU PRI MONITOROVANÍ PRACOVNÍKOV EXPONOVANÝCH BENZÉNU

SIGNIFICANCE OF EVALUATION OF BODY MASS INDEX IN MONITORING WORKERS EXPOSED TO BENZENE

¹Ivica Bajusová, ²Peter Kolarčík, ³Michal Ihnatko, ¹Lubomír Legáth

RNDr. Ivica Bajusová

Mgr. Peter Kolarčík

MUDr. Michal Ihnatko

doc. MUDr. Lubomír Legáth, PhD.

¹*Klinika pracovného lekárstva a klinickej toxikológie LF Univerzity P.J. Šafárika
a Univerzitnej nemocnice L. Pasteura Košice*

²*Ústav verejného zdravotníctva LF Univerzity P.J. Šafárika Košice*

³*Oddelenie pracovného lekárstva a klinickej toxikológie Nemocnice Košice–Šaca,
I. súkromnej nemocnice Košice*

Súhrn: Benzén používaný v priemysle do organizmu vstupuje inhalačnou cestou. Najvyššie koncentrácie sú v kostnej dreni, v tkanivách s vysokým obsahom tuku a v orgánoch s vysokým prekrvením. Benzén má hematotoxické účinky, narkotické, poškodzuje centrálnu nervovú sústavu a imunitný systém, je karcinogénom kategórie 1 a mutagénom kategórie 2. Expozícia benzénu je v Slovenskej republike limitovaná hygienickými predpismi. Bolo vyšetrených 105 biologických vzoriek benzénu exponovaných pracovníkov s cieľom overiť hypotézu, či dlhodobé kumulovanie benzénu v tukovom tkanive exponovaných pracovníkov znižuje mieru vylučovania zvolených biomarkerov. Priemerná koncentrácia fenolu sa pohybovala na fyziologickej úrovni. Priemerná koncentrácia kyseliny trans,trans-mukonovej v moči exponovaných pracovníkov nepresahovala doporučenú hodnotu koncentračného limitu pre úroveň technickej smernej hodnoty benzénu v zmysle platnej slovenskej legislatívy, ale prekračovala doporučenú biologickú medznú hodnotu podľa Americkej rady vládných hygienikov pre priemysel. Na základe laboratórnych analýz, dotazníkového a štatistického šetrenia skupiny exponovaných pracovníkov nebol pozorovaný kumulatívny efekt benzénu, nebol potvrdený vzťah medzi hodnotami telového hmotnostného indexu a mierou vylučovania zvolených biomarkerov expozície benzénu.

Kľúčové slová: benzén, kyselina trans,trans-mukonová, fenol, kumulácia, BMI

Summary: Benzene, used in the industry, enters the body by inhalation. The most concentrations are in bone marrow, tissues with high level of fat, and highly-congested organs. Benzene has hematotoxic effects, causes damage to the central nervous system and immune system, is classified as a Category 1 carcinogen, and a Category 2 mutagen. Benzene exposure is limited by hygiene rules in Slovak republic. 105 biological samples of benzene-exposed workers were examined in order to verify a hypothesis whether benzene accumulation in fat tissue of exposed workers decreases excretion rate of the selected biomarkers. The average phenol concentration in both groups ranged at physiological level. Concentration of trans,trans-muconic acid in exposed workers urine did not exceed a recommended concentration limit for Threshold Limit Value level for benzene, but it exceed a recommended Biological Exposure Indices value set by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Based on laboratory analyses and statistic data of the exposed workers group, no cumulative effect of benzene, no relationship was found between Body Mass Index values and excretion rate of the selected biomarkers of benzene exposure.

Keywords: Benzene, trans, trans-muconic acid, phenol, accumulation, BMI

Úvod

Benzén (CAS 71-43-2) je základným aromatickým uhl'ovodíkom, od ktorého sú odvodené jeho homológy. Ide o bezfarebnú, aromatickú a horľavú kvapalinu, ktorá horí silne dymiacim plameňom. V priemysle sa používa na organické syntézy, ako rozpúšťadlo, uvoľňuje sa pri procesoch v koksárenských peciach, ťažbe a spracovaní neželezných rúd, uhlia a dreva. Používanie benzénu sa v posledných rokoch výrazne obmedzuje. V chemickom priemysle sa používa na organické syntézy (výroba chlorovaných a nitrovaných derivátov, výroba arylalkylsulfonátov), ako rozpúšťadlo v uzavretých technologických procesoch, je zložkou motorových a leteckých palív. Využíva sa pri výrobe polymérov, plastov, detergentov, výbušnín, liečiv, plastových hmôt a pesticídov (Provazník et al., 2010). Benzén má významné hematotoxické účinky, poškodzuje centrálnu nervovú sústavu a imunitný systém, je karcinogénom kategó-

rie 1 a mutagénom kategórie 2. Vstrebáva sa pľúcami, inhalácia výparov spôsobuje akútne i chronické formy intoxikácie, pri požití usmrťí cca 30 g benzénu (Rom et al., 1998; Rusek, 2001; Buchancová et al., 2003).

Biotransformáciou benzénu vzniká niekoľko alternatívnych metabolitov. Hlavným produktom biotransformácie benzénu je fenol, ktorý sa v minulosti využíval na monitorovanie expozície vysokých hodnôt benzénu v pracovnom ovzduší. Fenol v súčasnosti nepatrí medzi vybrané biomarkery expozície benzénu v zmysle platnej slovenskej legislatívy, hoci jeho stanovenie patrilo medzi najfrekvencovanejší biologický expozičný test pracovníkov pri dlhodobej pracovnej expozícii benzénu. Napr. biologický limit pre fenol v 4-hod. moči v Českej republike platný do r. 2003 bol doporučovaný do hodnoty 30 mg.l⁻¹ alebo do 19 mg.g⁻¹ kreatinínu (Mráz et al., 2007).

Nariadenie vlády SR č. 356/2006 Z. z. ustanovuje technické smerné hodnoty (TSH) plynov,

pár a aerosólov s karcinogénnymi a mutagénymi účinkami v pracovnom ovzduší. Pre karcinogénny benzén je určená hodnota TSH $3,3 \text{ mg.m}^{-3}$, ktorej zodpovedajú expozičné ekvivalenty príslušných močom vylučovaných biomarkerov. Pre kyselinu trans,trans-mukonovú (ttMA) je doporučená biologická medzná hodnota (BMH) $2,0 \text{ mg.l}^{-1}$ ttMA, resp. $1,25 \text{ mg.g}^{-1}$ kreatinínu ttMA v moči (NV SR č. 356/2006 Z. z).

Kyselina ttMA vzniká oxidačným narušením benzénového kruhu "ring-opening reaction", pôsobením epoxid hydrolázy transformuje na benzéndihydrodiol. Je vhodným biomarkerom expozície nízkych koncentrácií benzénu (Rationale Document for the Development of Air Standard for Benzene, 2009). Fyziologické hladiny ttMA v moči sa u nefajčiarov pohybujú v rozmedzí $0,04\text{--}0,14 \text{ mg.g}^{-1}$ kreatinínu, u fajčiarov $0,06\text{--}0,23 \text{ mg.g}^{-1}$ kreatinínu (Mráz et al., 2007).

Približne 30 % absorbovaného benzénu je vydychovaného v nezmenenej podobe. Kinetika vylučovania benzénu vo vydychovanom vzduchu odráža jeho uvoľňovanie z jednotlivých zásob v organizme, ktoré závisí na rozdeľovacom koeficiente medzi krvou a orgánmi. Vysoká lipofilita benzénu a limitovaná rozpustnosť vo vode spôsobuje jeho prednostné rozdeľovanie do tuku a tukovo bohatých tkanív. Jeho tuková infiltrácia je najčastejšia v kostnej dreni, pečeni, srdcovom svalu, mozgu a obličkách (Thomson MICRO-MEDEX, 1974-2008; Směrnice pro kvalitu ovzduší v Evropě, 1987; American Conference of governmental industrial hygienists, 2001).

Benzén sa v organizme kumuluje a viaže rýchlejšie, než je schopný metabolizovať sa a vylúčiť z organizmu. Rozklad chemickej látky je podmienený jeho metabolizmom

(Extension Toxicology Network, 1993). Benzén sa pôsobením cytochrómu P450 mení na nestabilný benzénoxid, ktorý sa transformuje na vodorozpusťné metabolity, alebo podlieha mechanizmom, pri ktorých dochádza k interakciám s nukleofilným centrom geneticky významných molekúl DNA a RNA a tým dochádza k prejavom genotoxicity benzénu (Cockerham et al., 1994; Rom et al., 1998; Rusek, 2001). Vychádzajúc z týchto skutočností bolo možné vytvoriť hypotézu, že znížená miera premeny benzénu na vodorozpusťné, močom sa vylučujúce metabolity, zároveň predstavuje vyššiu pravdepodobnosť premeny nakumulovaného benzénu v tukovom tkanive na nestabilný epoxid a opačne. Predpokladalo sa, že zvýšené hodnoty telového hmotnostného indexu, Body Mass Index (BMI, kg.m^{-2}) kvantitatívne predstavujú zvýšenú mieru kumulácie benzénu v organizme. Pre európsku populáciu je hodnota BMI nad 25 považovaná za mieru nadváhy. Stanovenie BMI patrí medzi najčastejšie využívané metódy určenia obezity a je považované za štatistický nástroj pre jej porovnávanie v bežnej populácii.

Cieľom práce bolo vyhodnotiť význam BMI pri monitorovaní pracovníkov exponovaných benzénu a overiť hypotézu, či dlhodobé kumulovanie benzénu v tukovom tkanive profesionálne exponovaných pracovníkov znižuje mieru vylučovania biomarkerov benzénovej expozície.

Materiál a metódy

Súčasťou pracovnej lekárskej preventívnej prehliadky v súvislosti s prácou benzénu exponovaných pracovníkov, bolo vyšetrených 105 biologických vzoriek pracovníkov vo veku od 20 do 61 rokov, kde priemerný vek vyjadrený ako Priemer (SD) bol 44,8 (9,1)

rokov. Boli stanovené koncentrácie dvoch vybraných biomarkerov expozície benzénu, kyseliny trans,trans-mukonovej a fenolu v moči. Koncentrácie kyseliny trans,trans-mukonovej v moči boli stanovené HPLC metódou s UV detekciou. Na separáciu a stanovenie ttMA v moči bol použitý kvapalinový chromatograf Shimadzu LC 20 Prominence s PDA detektorom. Na separáciu pri 20°C bola použitá kolóna Nucleosil C-18, 12,5 cm x 4,0 mm; 5 µm. Mobilná fáza bola zmes 0,8 % (v/v) kyseliny octovej : metanolu (89:11, v/v), s prietokom 1,0 ml min⁻¹. UV detekcia sa uskutočnila pri vlnovej dĺžke 263 nm. Zistené medze detekcie a stanoviteľnosti pre ttMA v moči boli 0,057 mg.l⁻¹ a 0,189 mg.l⁻¹ ttMA. Presnosť HPLC metódy bola vyjadrená ako opakovateľnosť merania prostredníctvom hodnôt RSD, ktoré boli nižšie ako 7,6 %. Správnosť metódy (výťažnosť) bola overená analýzou CRM ttMA pri dvoch rôznych koncentráciách. Výťažnosť ttMA v oboch koncentračných hladinách bola vyššia ako 96 %. Použitie HPLC metódy vyžadovalo rýchlu úpravu vzorky biologického materiálu, ktorú umožňovala izolácia ttMA extrakciou tuhou fázou, pomocou SPE kolóniek LC-SAX; 0,5g.ml⁻¹ (Bajusová et al., 2012).

Spektrofotometrická metóda podľa Bardodeja bola použitá na stanovenie fenolu v moči. Okyslený moč sa predestiloval vodnou parou a hydrolýzou uvoľnený fenol prešiel do destilátu, kde sa stanovil 4-amino-anti-pyrínom v alkalickom prostredí, po pridaní hexakynoželezitanu draselného. Vznikol červeno sfarbený indofenolový komplex vhodný k spektrofotometrickému stanoveniu pri 500 nm (Bardoděj et al., 1980).

Namerané koncentrácie oboch metabolitov, ttMA a fenolu v moči boli prepočítané na koncentráciu súčasne vylučovaného kreatinínu,

ktorý bol stanovený spektrofotometricky (Bardoděj et al., 1980).

Moč na stanovenie ttMA a fenolu bol zbieraný do plastových skúmaviek v čase, keď bola predpokladaná koncentrácia chemickej látky najvyššia, t.j. na konci pracovnej zmeny, koncom pracovného týždňa.

Bol vypracovaný dotazníkový systém, ktorý pred odberom biologického materiálu dobrovoľne vyplnilo 104 zo 105 zamestnancov, hlavne v profesiách strojník (n=35), operátor (n=30), majster (n=18), ale i v ostatných pozíciách, ako elektrikár, zámočník, turbinár, vodohospodár a iné. V dotazníku boli uvedené výška a váha zamestnancov určené na výpočet BMI indexu, hmotnosť v kilogramoch delená druhou mocninou výšky v metroch (Beňo, 2003).

Experimentálne namerané údaje jednotlivých koncentračných hladín ttMA a fenolu v moči pracovníkov pozorovaných skupín boli systematicky zbierané na štatistické analýzy. Zvýšenú mieru kumulácie benzénu v organizme kvantitatívne predstavovalo zvýšené BMI. BMI bol pre potreby logistickej regresie trichotomizovaný na tri skupiny. V hladine [0] bol BMI normál ≤ 25 ; v hladine [1] bola mierna nadváha určená hodnotou $BMI >25 \leq 30$ a v hladine [2] bola obezita charakterizovaná hodnotou $BMI > 30$. Rozdiely vo vylučovaní oboch biomarkerov medzi skupinami s rozdielnym BMI boli štatisticky posudzované testom ANOVA. Pre použitie logistickej regresie boli hodnoty zvolených biomarkerov expozície benzénu dichotomizované podľa ich biologických medzných hodnôt (1,25 mg.g⁻¹ kreatinínu ttMA a 19 mg.g⁻¹ kreatinínu fenolu v moči). Na štatistické spracovanie údajov bol použitý štatistický softvér SPSS 18.0.

Výsledky

Hodnota priemernej koncentrácie kreatinínu vo vyšetrovanej, benzénu exponovanej 105-člennej skupine bola 1182,8 (660,6) mg.l⁻¹, vyjadrenej ako Priemer (SD), s rozsahom nameraných hodnôt kreatinínu v intervale (164,0 – 4214,0) mg.l⁻¹. Výsledky stanovenia ttMA a fenolu v moči sú znázornené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Vylučovanie biomarkerov benzénu u pracovníkov exponovaných benzénu (n=105)

Biomarker	Koncentrácia Priemer (SD) [mg.l ⁻¹]	Koncentrácia Priemer (SD) [mg.g ⁻¹ kreatinínu]	Rozsah koncentrácií [mg.g ⁻¹ kreatinínu]
ttMA	0,66 (0,67)	0,80 (1,34)	(0,05 – 10,16)
fenol	12,06 (18,03)	10,64 (12,67)	(1,15 – 89,36)

Dotazník pred odberom biologického materiálu dobrovoľne vyplnilo 104 zo 105 zamestnancov exponovaných benzénu. V predloženom dotazníku boli zisťované morfológické znaky benzénu exponovaných zamestnancov, hodnoty výšky a váhy zdravých respondentov určené na výpočet BMI. Priemerné hodnoty zisťovaných parametrov sú zaznamenané v tabuľke 2. Pre európsku populáciu je podľa Mahabira hodnota BMI v hladine normál ≤ 25 , miernu nadváhu charakterizuje interval $> 25 \leq 30$ a obezita je charakterizovaná hodnotami BMI > 30 (Mahabir et al., 2007).

Tabuľka 2 Všeobecná charakteristika súboru respondentov exponovaných benzénu (n=104)

	Priemer (SD)	Rozsah
Dĺžka expozície [roky]	19,2 (10,2)	(0 – 37)
Výška respondentov [cm]	177,4 (6,3)	(160 – 190)
Váha respondentov [kg]	88,3 (14,7)	(55 – 143)
BMI respondentov [kg.m ⁻²]	28,02 (4,2)	(20,28 – 47,23)

V tabuľke 3 sú zaznamenané koncentrácie oboch vylučovaných biomarkerov expozície benzénu, ktoré boli pre potreby a interpretáciu logistickej regresie trichotomizované na tri hladiny podľa hodnôt BMI. V hladine [0] bol BMI ≤ 25 v hladine [1] bol BMI $> 25 \leq 30$ a v hladine [2] bol BMI > 30 . Rozdiely vo vylučovaní oboch biomarkerov medzi skupinami s rozdielnym BMI boli štatistický posudzované analýzou rozptylu ANOVA, ktorá skúma závislosť intervalovej premennej, ako sú koncentrácie biomarkerov, na jednej alebo viacerých nezávislých nominálnych premenných, za ktoré boli považované skupiny trichotomizované podľa hodnôt BMI.

Tabuľka 3 Vylučovanie biomarkerov benzénu u exponovaných pracovníkov limitovaných hodnotami BMI (n=104)

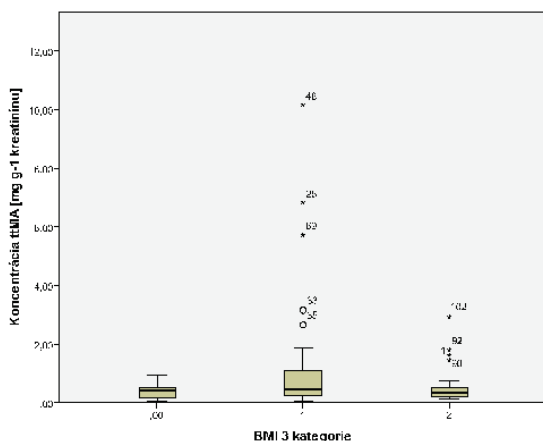
BMI [kg.m ⁻²]	n=104	Koncentrácia ttMA Priemer (SD) [mg.g ⁻¹ kreatinínu]	Koncentrácia fenolu Priemer (SD) [mg.g ⁻¹ kreatinínu]
≤ 25 [0]	24 (23,1 %)	0,42 (0,26) ^a	9,61 (8,25) ^b
$> 25 \leq 30$ [1]	53 (51,0 %)	1,10 (1,78) ^a	11,41 (12,26) ^b
> 30 [2]	27 (25,9 %)	0,58 (0,65) ^a	10,19 (16,68) ^b

a Rozdiel v koncentracii ttMA F=2,704; sig.=0,072

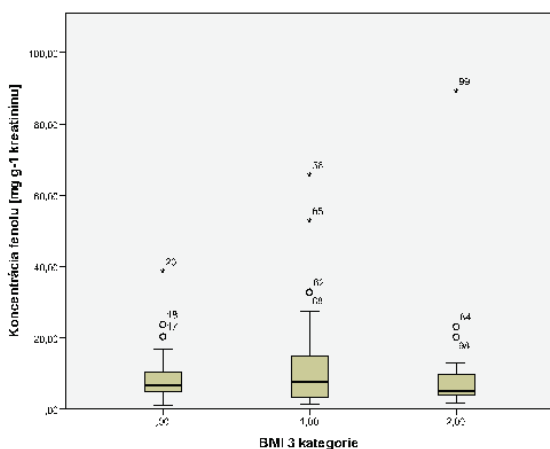
b Rozdiel v koncentracii fenolu F=0,188; sig.=0,829

Tabuľka 3 a grafy 1a a 1b jednoznačne dokumentujú rozdiely v hodnotách priemerných koncentrácií oboch zvolených biomarkerov v prospech [1], mierna nadváha, ktoré sú vzhľadom na štatistickú signifikantnosť nevýznamné, hoci v prípade hodnôt priemerných koncentrácií vylučovanej ttMA v hladine [1], bola prekvapivo pozorovaná výraznejšia hodnota jej priemernej vylučovanej koncentrácie (Rozdiel v koncentracii ttMA: F=2,704; sig.=0,072; Rozdiel v koncentracii fenolu: F=0,188; sig.=0,829).

Graf 1a. Grafické znázornenie distribúcie nameraných hodnôt ttMA u skupín podľa BMI



Graf 1b. Grafické znázornenie distribúcie nameraných hodnôt fenolu u skupín podľa BMI



Z lineárnej regresie vyplýva, že hodnota BMI benzénu exponovaného zamestnanca nemá štatisticky signifikantný vplyv na hladinu vylučovania biomarkerov expozície benzénu: ttMA ($B=0,001$; 95% CI $-0,06-0,06$; $\text{sig.}=0,985$) a fenolu ($B=0,215$; 95% CI $-0,37-0,80$; $\text{sig.}=0,469$).

Hodnota BMI sa neukázala ako významný prediktor výraznej zmeny miery vylučovania oboch metabolitov u exponovaných pra-

covníkov, ani v prípade dichotomizácie ich nameraných hodnôt podľa biologických medzných hodnôt pre ttMA a fenol) a použitia logistickej regresnej analýzy: pre ttMA ($\text{OR}=1,08$; 95% CI $0,96-1,22$; $\text{sig.}=0,187$) a pre fenol ($\text{OR}=1,04$; 95% CI $0,91-1,18$; $\text{sig.}=0,581$).

Diskusia

Cieľom tejto práce bolo hodnotenie významu BMI pri monitorovaní pracovníkov exponovaných benzénu. Bola vyslovená hypotéza, že znížená miera premeny benzénu na močom sa vylučujúce metabolity, predstavuje vyššiu pravdepodobnosť premeny benzénu na nestabilný epoxid a opačne; za predpokladu, že zvýšené hodnoty BMI kvantitatívne predstavujú zvýšenú mieru kumulácie benzénu v organizme exponovaných pracovníkov. Stupeň pevnosti a správnosti vyslovenej hypotézy bol overovaný pomocou laboratórnych analýz, dotazníkového a štatistického šetrenia skupiny benzénu exponovaných pracovníkov, ktorí vstupovali do štúdie ako zdraví jedinci. Ich prípadná obezita nebola považovaná za prejav iného základného ochorenia, napr. endokrinného. Orientačne stanovené BMI patrí medzi najčastejšie skríningové metódy určenia obezity a je používaná ako štatistický nástroj pre jej porovnávanie v bežnej populácii. Obezita ako nefyziologický stav nadmerného ukladania depotného tuku v organizme podporuje vznik alebo manifestáciu chorôb, príp. zhoršuje už prebiehajúce ochorenia. Vzniká následkom narušenej energetickej rovnováhy medzi príjmom a výdajom v dôsledku dlhodobého energetického príjmu (Koprovičová et al., 2010). Skúmaním zákonitostí epidemického procesu, pri snahe vyhnúť sa kazuistikám bol za ekvivalent obezity zvolený BMI index, ktorý pod-

necoval k úvahám o možných súvislostiach a vzťahoch. Vychádzajúc zo zhrnutých deskriptívno-epidemiologických predpokladov, bol u sledovanej, benzénu exponovanej skupiny pracovníkov monitorovaný vzťah medzi BMI a mierou vylučovania biomarkerov expozície benzénu. Pri štatistickom šetrení boli za závislé premenné zvolené ttMA a fenol a nezávislou premennou boli intervaly BMI. Všetky sledované a merané parametre respondentov boli získané v tom istom čase. Hodnotenie obezity pracovníkov exponovaných benzénu bolo uskutočnené len využitím vzťahu medzi udávanými morfológickými parametrami, hoci je známe, že hodnota BMI neposkytuje ucelenú predstavu o pomere tuku, svaloviny a vody v organizme respondentov.

Výsledky skupinového expozičného testovania u benzénu exponovaných pracovníkov dokumentujú, že priemerný obsah ttMA v moči exponovaných zamestnancov sa pohyboval na objektívne vyššej úrovni než fyziologickej (aj pre fajčiarov), ale neprekračoval doporučený koncentračný limit pre úroveň TSH benzénu v zmysle platnej slovenskej legislatívy. Prekračuje však doporučenú biologickú medznú hodnotu podľa Americkej rady vládných hygienikov pre priemysel, pre vzorky biologického materiálu odobraté exponovaným zamestnancom na konci pracovnej zmeny.

Priemerný obsah fenolu v moči benzénu exponovaných pracovníkov sa pohyboval na fyziologickej úrovni (Thomson MICROMEDEX, 1974-2008).

Kumulácia benzénu v organizme predstavuje postupné zvyšovanie jeho koncentrácie, v porovnaní s koncentráciou pracovnom prostredí. Ide o proces vplývajúci na organizmus v dlhšom časovom horizonte. Rezervný telesný tuk má energetický potenciál a pre orga-

nizmus je významný (Beňo, 2003). Kumulovanie toxických látok v tukových rezervách je nebezpečné z dôvodu ich možného náhleho uvoľnenia v čase energetického deficitu (Extension Toxicology Network, 1993). Je známe, že vysoká lipofilita benzénu spôsobuje jeho prednostné rozdeľovanie do tuku a tukovo bohatých tkanív a jeho tuková infiltrácia je najčastejšia v kostnej dreni, pečeni, srdcovom svalu, mozgu a obličkách (Thomson MICRO-MEDEX, 1974-2008; Smernice pro kvalitu ovzduší v Evrope, 1987; American Conference of governmental industrial hygienists, 2001). Tuky sa zúčastňujú na tvorbe štruktúr orgánov a zabezpečovaní ich funkcie, sú nosičmi iných látok, ktoré sú v nich rozpustné, vplývajú na imunitu, karcinogézu a iné fyziologické a patologické procesy (Beňo, 2003).

Bola stanovená priemerná hodnota koncentrácie vylučovanej ttMA pre všetkých 105. exponovaných pracovníkov na hodnotu 0,80 (1,34) mg.g⁻¹ kreatinínu ttMA.

Z celkového počtu 104. respondentov sa 51,0 % zamestnancov sa nachádzalo v hladine [1], charakterizovanej ako mierna nadváha, s hodnotou priemernej koncentrácie 1,10 (1,78) mg.g⁻¹ kreatinínu ttMA (pod biologickú medznú hodnotu doporučenú NV SR č. 356/2006), ale nad limitnou hodnotou 0,5 mg.g⁻¹ kreatinínu ttMA (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2001). Pri hodnotení BMI sa 23,1 % z exponovaných vyšetrených zamestnancov nachádzalo v hladine [0], charakterizovanej ako normál, s vylučovaným priemerným obsahom 0,42 (0,26) mg.g⁻¹ kreatinínu ttMA, ktorý je pod doporučenú biologickú medznú hodnotu podľa Americkej rady vládných hygienikov pre priemysel, pre vzorky biologického materiálu odobraté exponovaným zamestnancom na konci pracovnej zmeny (American

Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2001). 25,9 % z celkového počtu exponovaných zamestnancov sa nachádzalo v hladine [2], charakterizovanej ako obezita, s priemerným obsahom vylučovanej ttMA v moči 0,58 (0,65) mg.g⁻¹ kreatinínu ttMA. Aj keď významnejšie priemerné koncentrácie ttMA boli namerané v prospech hladiny BMI v intervale mierna nadváha [1], vzhľadom na štatistickú signifikantnosť boli nevýznamné. Priemerné hladiny koncentrácií vylučovaného fenolu u exponovaných zamestnancov vo všetkých troch sledovaných hladinách limitovaných hodnotami BMI nepresahujú nami zvolenú limitnú hodnotu 19 mg.g⁻¹ kreatinínu fenolu v moči, hoci boli zdokumentované ich rozdielne hodnoty v prospech hladiny [1] – mierna nadváha. Tieto hodnoty neboli vzhľadom na štatistickú signifikantnosť významné. V podobnej observačnej štúdii, Lovreglio nepotvrdil signifikantný rozdiel medzi benzénom exponovanou a kontrolnou skupinou limitovanou vekom, BMI, konzumáciou alkoholu a počtom cigariet konzumovaných za deň (Lovreglio et al., 2011). Nebol potvrdený význam hodnotenia BMI vo vzťahu k vylučovaniu metabolitov benzénu ani v prípade neexponovanej časti talianskej populácie (Aprea et al., 2008).

Štatistickým šetrením a využitím analýzy rozptylu ANOVA, neboli potvrdené signifikantné rozdiely v hodnotách priemerných koncentrácií oboch vylučovaných biomarkerov, ktoré by boli limitované hodnotami BMI. Nebol potvrdený predpoklad, že dlhodobé kumulovanie benzénu v tukovom tkanive (a jeho premena na reaktívny epoxid) u benzénom exponovaných pracovníkov znižuje mieru vylučovania vyšetrovaných biomarkerov. Hodnotenie obezity využitím vzťahu medzi morfológickými parametrami, medzi ktoré orientačne

stanovenie BMI patrí, limituje zistené závery. Získané BMI neposkytuje ucelený obraz o pomere tuku, svaloviny a vody v organizme respondentov. Vhodnejším a objektívnejším meraním skutočného množstva tuku respondentov by bolo napr. meranie hrúbky kožnej riasy pomocou kožného kalipera.

Lineárnou regresiou bolo overené, že hodnota BMI u benzénom exponovaného zamestnanca nemala významný vplyv na hladiny obidvoch vylučovaných markerov expozície benzénu.

Na postupné overenie štatistickej sily zvolenej metódy (ANOVA), boli navyše koncentračné hladiny vylučovaných benzénových biomarkerov, ttMA a fenolu, pre doplňujúcu interpretáciu a potreby logistickej regresnej analýzy dichotomizované na skupiny podľa ich zvolených biologických medzných hodnôt (1,25 mg.g⁻¹ kreatinínu ttMA a 19 mg.g⁻¹ kreatinínu fenolu v moči). Hodnota BMI indexu sa neukázala ako prediktor výraznej zmeny veľkosti vylučovania oboch metabolitov u exponovaných pracovníkov, ani v prípade dichotomizácie ich nameraných koncentrácií metabolitov podľa biologických medzných hodnôt.

Záver

Pracovné prostredie je zdrojom prídavnej expozície škodlivým faktorom. Biologické expozičné testy predstavujú vhodnú metódu v prevencii chorôb z povolania a diagnostike profesionálnych ochorení pracovníkov exponovaných chemickým faktorom. Ich pravidelné využívanie a sledovanie umožňuje zvyšovať objektivizáciu diagnostiky týchto ochorení. Na základe laboratórnych analýz, dotazníkového a štatistického šetrenia benzénom exponovanej skupiny pracovníkov nebol potvrdený vzťah medzi hodnotami priemerných koncentrácií oboch vylučovaných biomarkerov dlhodo-

bej pracovnej expozície benzénu a hodnotami BMI, ktoré kvantitatívne predstavovali

možnosť jeho zvýšenej miery kumulácie v organizme.

Literatúra

- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS AC-GIH). TLVs AND BEIs. Benzene. 2001. In Documentation of Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. [on line]. 2001. [cit: 2011-7-26]. Dostupné na internete: <http://www.google.sk/search?hl=sk&source=hp&biw=1920&bih=944&q=xa.yimg.com%2Fkq%2Fgroups%2F1051902%2F1204002194%2Fname%2FBenzene%2BBEI.PDF&oq=xa.yimg.com%2Fkq%2Fgroups%2F1051902%2F1204002194%2Fname%2FBenzene%2BBEI.PDF&aq=f&aqi=&aql=1&gs_sm=e&gs_upl=1404114041013358111101010101217121712-111>
- APREA, C., SCIARRA, G., BOZZI, N. et al. 2008. Reference values of urinary trans,trans-muconic acid: Italian multicentric study. In Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 2008, vol. 55, p. 329-340.
- BAJUSOVÁ, I., LEGÁTH, L., GONDOVÁ, T. et al. 2012. Validácia stanovenia kyseliny trans,trans-mukonovej ako biomarkera expozície benzénu metódou HPLC. In Chemické Listy, 2012, vol. 106, no. 4, s. 293-298.
- BARDODĚJ, Z. a kol. 1980. Expozičné testy v priemyselnej toxikológii. 1. vyd. Praha : Avicenum, 1980. 367 s.
- BEŇO, I. 2003. Náuka o výžive, Fyziologická a liečebná výživa. 2. vyd. Martin : Vydavateľstvo Osveta, 2003. 145 s. ISBN 80-8063-126-3.
- BUCHANCOVÁ, J. a kol. 2003. Pracovné lekárstvo a toxikológia. 1. vyd. Martin : Vydavateľstvo Osveta, 2003. 1133 s. ISBN 80-8063-113-1.
- COCKERHAM, L. G., SHANE, B. S. 1994. Basic Environmental Toxicology. Boca Raton : CRC Press, Inc., 1994. 627 s. ISBN 0-8493-8851-1.
- EXTENSION TOXICOLOGY NETWORK. 1993. Toxicology Information Briefs [online]. 1993. [cit: 2011-7-01]. Dostupné na internete: <<http://extoxnet.orst.edu/tibs/bioaccum.htm>>
- KOPROVIČOVÁ, J., PETRÁŠOVÁ, D. 2010. Alipoproteíny B100, C-III a lipidy v krvnom sére obéznych mužov. 2010. In Využitie experimentálnych metód pri ochrane a podpore zdravia obyvateľstva, II. vedecká konferencia. Košice : UPJŠ v Košiciach, 2010. ISBN 978-80-7097-846-7. s 179-183.
- LOVREGLIO, P., CARRIERI, M., BARBIERI A. et al. 2011. Applicability of urinary benzene to biological monitoring of occupational and environmental exposure to very low benzene concentrations. In Giornale italiano di medicina del lavoro, 2011, vol. 33, no. 1, p. 41-46.
- MAHABIR, S., BAER, D., JOHNSON, L. L. et al. 2007. Body Mass index, percent body fat and regional body fat distribution in relation to leptin concentrations in healthy, non-smoking postmenopausal women in a feeding study. In Nutrition Journal, 2007, vol. 6, no. 3. Dostupné na internete: <<http://www.nutritionj.com/content/6/1/3>>
- MRÁZ, J., STRÁNSKÝ, V., ŠPERLINGOVÁ, I. a kol. 2007. Možnosti biologického monitorování expozice benzenu. In XVI. konzultační den Státní zdravotní ústav, Centrum pracovního

lékařství Praha. [online]. 2007. [cit: 2011-1-23]. Dostupné na internete: <http://www1.szu.cz/chpnp/pages/education/16moznosti_biol_monit_benzenu.pdf>

NARIADENIE VLÁDY SLOVENSKEJ REPUBLIKY Č. 356/2006 O OCHRANE ZDRAVIA ZAMESTNANCOV PRED RIZIKAMI SÚVISIACIMI S EXPOZÍCIOU KARCINOGENNÝM A MUTAGENNÝM FAKTOROM PRI PRÁCI

PROVAZNÍK, K., KOMÁREK, L., URBAN, P. a kol. 2010. Prevence v pracovním lékařství. Praha : Geoprint Liberec, 2010. 179 s. ISBN 978-80-7071-315-0.

RATIONALE DOCUMENT FOR THE DEVELOPMENT OF AIR STANDARD FOR BENZENE. 2009. Standards Development Branch Ontario Ministry of the Environment, Ontario [online]. 2009. [cit: 2011-7-24]. Dostupné na internete: <http://www.ene.gov.on.ca/envision/env_reg/er/documents/2009/010-7186.pdf>

ROM, W. N. 1998. Environmental Occupational Medicine. 3rd Ed. Philadelphia : Lippincott-Raven Publishers, 1998. 1880 s. ISBN 0-316-75578-8.

RUSEK, V. 2001. Základy toxikologie a úvod do problematiky hygieny a bezpečnosti práce v chemické laboratoři. Pardubice : Univerzita Pardubice. [online]. 2001. [cit: 2009-10-06]. Dostupné na internete: <<http://webak.upce.cz/~uozp/skripta/uozp-skripta-tox-rusek.pdf>>

SMĚRNICE PRO KVALITU OVZDUŠÍ V EVROPĚ. 1987. Vydala Evropská regionální úřadovna Světové zdravotnické organizace pod názvem Air Quality Guidelines for Europe [online]. 1987. [cit: 2011-6-23]. Dostupné na internete: <http://www.ecmost.cz/ver_cz/ovzdusi/smernice/smernice6.htm>

THOMSON MICROMEDEX (R) HEALTHCARE SERIES. vol. 138, Poisindex (R) Managements. [CD-Rom]. 1974-2008. [cit: 2010-8-14].

Adresa prvního autora:

RNDr. Ivica Bajusová

Univerzitná nemocnica L. Pasteura Košice
Klinika pracovného lékařstva a klinickej toxikológie

Rastislavova 43

040 01 Košice

e-mail: ivica.bajusova@unlp.sk

Recenzované / Reviewed:

15. 1. 2013

ÚLOHA SESTRY V PÉČI O NEMOCNÉ S REVMATOIDNÍ ARTRITIDOU A MOŽNOSTI HODNOCENÍ KVALITY ŽIVOTA TĚCHTO NEMOCNÝCH

THE NURSE ROLE IN RHEUMATOID ARTHRITIS PATIENTS CARE AND QUALITY OF LIFE MEASUREMENT POSSIBILITIES

Jiří Kaas, Valérie Tóthová

Bc. Jiří Kaas

prof. PhDr. Valérie Tóthová, Ph.D.

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zdravotně sociální fakulta, Katedra ošetrovatelství a porodní asistence

Souhrn: Revmatoidní artritida patří do skupiny systémových, autoimunitních onemocnění. Jedná se o chronické a zánětlivé onemocnění, které, jak již název napovídá, postihuje především kloubní struktury, ale i struktury mimokloubní a v některých případech i životně důležité orgány, jako jsou plíce či srdce. Onemocnění nemocnému přináší mnoho nepříjemných a obtěžujících projevů, jako je bolest, únava až celková vyčerpanost, ztuhlost a otok kloubů a celkově mnoho potíží týkajících se pohybu. Choroba přichází plíživě a postupně se zhoršuje. Zpočátku není nemocný schopen vykonávat těžší práci, postupně se však mnohdy musí vzdát svých koníčků, svého zaměstnání a mnohdy není po určité době trvání svého onemocnění schopen vykonávat ani základní sebeobslužné činnosti a končí jako zcela invalidizovaný. To vše má pochopitelně dopad i na psychiku nemocného a není tedy pochyb o negativním dopadu onemocnění na kvalitu života.

Jelikož se jedná o nevyléčitelnou chorobu, jejíž projevy lze pouze zmírnit, stalo se hlavním cílem léčby v posledních letech především zlepšení kvality života těchto pacientů. Úroveň kvality života nemocných s revmatoidní artritidou se stala objektivním ukazatelem hodnocení úspěšnosti léčby a její monitorování je jasným a srozumitelným nástrojem jak pro zdravotnický personál, tak pro samotného pacienta. Dnes se k měření kvality života u těchto nemocných používá celá řada obecně platných nástrojů, především ve formě standardizovaných dotazníků. Cílem tohoto příspěvku je představit revmatoidní artritidu a nastínit její dopad na kvalitu života nemocného. Dále pak představit konkrétní měřicí nástroje, které lze v hodnocení kvality života u těchto nemocných využít a v neposlední řadě nastínit úlohu sestry v péči o tyto nemocné. Tento článek byl vytvořen na základě analýzy dostupných domácích i zahraničních zdrojů, které se zabývají zmíněnou problematikou.

Klíčová slova: kvalita života, revmatoidní artritida, nemocný, sestra

Summary: Rheumatoid arthritis falls into the group of systemic, autoimmune diseases. It is a chronic and inflammatory disease that affects, as its name suggests, mainly the joint structures, but also extra-joint structures, and in some cases even vital organs like lungs or heart. The disease affects the patient with a lot of unpleasant and uncomfortable displays like pain, fatigue up to general exhaustion, joint stiffness and swelling and in general a lot of problems affecting movement. Rheumatoid arthritis, except for quite rare serious forms with affected vital organs usually does not constitute life-endangering disease. But its seriousness consists in its progressive development with destructive impairment of motor system. The disease causes different joint deformities up to full joint ankylosis, which has impact particularly on the patient's self-sufficiency. The disease arrives creepingly and worsens gradually. At the beginning, the patients are not able to perform harder work, but gradually, they often must give up their hobbies, their jobs and often, after some time of duration of the disease, the patients are not able to perform even the most fundamental self-attending activities and end up completely disabled. All that has, understandably, impact also on the patient's psyche, and therefore there can be no doubts about negative impact of the disease on the quality of life.

As it is an incurable disease, the manifestations of which can be only mitigated, the improvement of quality of life of such patients has recently become the main goal of the therapy. The level of quality of life of patients with rheumatoid arthritis has become the objective indicator of evaluation of level of success of the therapy and its monitoring constitutes a clear and understandable tool both for the health care staff and for the patient. Today, a number of generally valid tools is used to measure the quality of life of such patients, mainly in form of standardized questionnaires. The goal of this article is to present the rheumatoid arthritis and to outline its impact on the patient's quality of life. Further it should present specific measuring tools that can be used in evaluation of the quality of life of such patients and, last but not least, the nurse's role in care for such patients should be outlined. This article is based on the analysis of available national and international sources dealing with the above stated issues.

Key words: quality of life, rheumatoid arthritis, patient, nurse

Úvod

Revmatoidní artritida (RA) je autoimunitní, zánětlivé onemocnění s chronickým průběhem. (Klener, 2011). Obecně lze onemocnění nazvat jako běžnou zánětlivou a destruktivní artropatii (Krejsek, Kopecký, 2004). Jedná se o poměrně časté onemocnění, které postihuje přibližně 1% evropské populace s vyšším výskytem u žen (Pavelka, 2010).

První příznaky bývají plíživé a nenápadné, typicky se objevuje ranní ztuhlost drobných kloubů na ruku, které mohou otékat. (Ferenčík, 2005; Shoenfeld et al., 2007). Revmatoidní artritida je onemocnění, které nelze vyléčit, choroba postupně progreduje jak do počtu postižených kloubů, tak do míry postižení konkrétního kloubu (Navrátil, 2008). Progrese onemocnění může vyústit až v úplnou destrukci kloubu

a jeho ankylózu (Olejárová a Prokeš, 2005). Etiologie onemocnění není zcela známa, jedná se o autoimunitní onemocnění, u kterého dochází ke kombinaci procesů buněčné imunity s procesy poškození autoprotilátkami (Dítě, 2007). Zpočátku se choroba manifestuje jako postižení drobných kloubů, nejčastěji na prstech rukou. V pozdějších stádiích však může dojít i k postižení kterýchkoliv kloubů velkých (Pavelka, 2010; Karges a Dahouk, 2011). Asi u 40% nemocných se u rozvinutých forem choroby objevují tzv. mimokloubní příznaky. (Pavelka, 2010). Nejčastěji se jedná o tzv. revmatické uzly a dále o záněty šlach a šlachových pouzder (Olejárová a Prokeš, 2005). Postiženy však mohou být i životně důležité orgány jako srdce, plíce či ledviny (Češka, 2010; Ascherman, 2004). Vážnou mimokloubní komplikací bývá vaskulitida (Pavelka, Rovenský, 2003). Cílem léčby revmatoidní artritidy je potlačit zánět, ulevit od bolesti a zabránit destrukci kloubu a tím zachovat jeho funkčnost (Marek, 2010). V současné době je velice žádanou léčbou léčba biologická, která za relativně krátkou dobu své existence přinesla řadě nemocných výrazné zlepšení kvality života. (Olejárová, 2010; Pavelková, 2009; Rovenský, 2011). Neoddělitelnou součástí komplexní terapie je léčba nefarmakologická, do které lze zařadit rehabilitaci, lázeňskou léčbu a různá režimová opatření. Důležitá je správná a důkladná edukace nemocného (Češka, 2010).

Úloha sestry v péči o nemocné s revmatoidní artritidou

Úloha sestry v péči o nemocného s revmatoidní artritidou může být velmi velká a přínosná. Nemocný se zpravidla musí vyrovnat s novou realitou, kterou mu jeho choroba přinesla. Zde může být sestra velice

nápomocná. Základem je komplexní edukace nemocného, která probíhá ve spolupráci s ošetřujícím lékařem a dalšími specialisty. Důležité je nemocného dostatečně motivovat a navodit jeho spolupráci. Nutné je poskytnout nemocnému informace o samotné nemoci, o nebezpečných příznacích, které by měl vždy probrat se svým lékařem či o lécích a jejich účincích (Olejárová a Korandová, 2011).

Důležitou součástí nefarmakologické terapie je životospráva. Nemocný by si měl nastolit pravidelný denní režim, měl by pravidelně spát a naučit se odpočívat. Prospěšné je udržet si zdravou tělesnou hmotnost, strava by měla být pestrá, bohatá na bílkoviny, vápník a vitamin D. Vhodné je s nemocným probrat vhodné oblečení a obuv. Měl by využívat lehké a prodyšné materiály, obuv by měla být pohodlná, aby se předešlo nejrůznějším otlakům. Nutné je také omezit pobyt v infekčním prostředí, případně nemocnému nevrhnout možnost očkování, např. proti chřipce. Obzvláště důležité je poučit nemocného o nutnosti klidového režimu při akutním vzplanutí choroby, které může trvat dny až týdny. Při zklidnění stavu je vhodné, aby nemocný prováděl lehčí aktivity, jako pomalejší jízdu na rotopedu, procházky či plavání. Obzvláště nebezpečným potenciálním problémem u nemocných s RA jsou pády. Sestra by s nemocným měla tento problém probrat a informovat ho o vyloučení nebezpečných aktivit ze svého života. Mezi nevhodné činnosti patří např. mytí oken či lezení na žebřík. Důležité je vyvarovat se veškerým kluzkým povrchům (Olejárová a Korandová, 2011).

Velmi efektivní součástí léčby je rehabilitace, která má za cíl především udržet rozsah pohybu kloubů, udržet svalovou sílu a podpořit jemnou motoriku ruky. Rehabilitace sice patří do rukou fyzioterapeuta, ale existují však

i postupy, které může sama sestra u pacienta aplikovat či ho některé cviky naučit (Olejárová a Korandová, 2011; Petrová, 2005).

U pokročilých forem revmatoidní artritidy s omezením soběstačnosti nemocného, je základní a nezbytnou činností nácvik základních sebeobslužných činností, jako je hygiena, oblékání či stravování. Udržet soběstačnost pacienta je jeden z předních cílů každé sestry pracující v revmatologii. Pokud je pacient soběstačný, má to příznivý vliv na jeho psychiku, což s sebou přináší i pozitivní sociální důsledky (Olejárová a Korandová, 2011).

Nepostradatelnou součástí komplexní ošetrovatelské péče u nemocných s revmatoidní artritidou je efektivní komunikace s nemocným a podpora nemocného i jeho rodiny. Lze tak předejít řadě nežádoucích projevů, jako je úzkost, strach či depresivní stavy. Vzhledem k tomu, že se jedná o systémovou chorobu, která postihuje mnoho stránek lidského života, je zde na místě spolupráce sestry s dalšími odborníky, např. fyzioterapeutem, psychologem nebo nutričním terapeutem (Olejárová a Korandová, 2011).

Dopad revmatoidní artritidy na kvalitu života

Revmatoidní artritida je onemocněním s velkým množstvím klinických příznaků, které s sebou přináší významné funkční omezení, což vede k výraznému snížení kvality života nemocných (Russell, 2008). Jedná se o onemocnění, které zasahuje do všech stránek lidského života. Přináší omezení fyzické, což jde mnohdy ruku v ruce s omezením pracovním, ovlivňuje však i psychiku a sociální vztahy (Olejárová, Korandová, 2011).

Velkým problémem je narušení jemné motoriky v souvislosti s typickým a častým postižením drobných kloubů rukou. U plně roz-

vinutých forem choroby mohou nemocnému činit potíže základní sebeobslužné činnosti jako je hygiena, oblékání, stravování, ale i otočení klíčem v zámku či zavázání tkaniček u bot. Takový člověk je často odkázán na pomoc svých nejbližších (Nováková, Štenglová, Suchý, 2009). Mezi hlavní projevy revmatoidní artritidy patří kromě viditelných deformit trvalá bolest a silné vyčerpání. Proto je mnoho nemocných přechodně či trvale nuceno používat nejrůznější opěrné a kompenzační pomůcky (Olejárová a Korandová, 2011). V některých vážných případech může choroba nemocného až zcela invalidizovat (Kovářová, 2003; Česka, 2010).

Se sníženou pohyblivostí nemocných souvisí též omezení pracovní. Více než 50% nemocných není schopno z dlouhodobého hlediska aktivně pracovat. To pochopitelně přináší značné ekonomické důsledky. Nemocný najednou nemusí být schopen zabezpečit svou rodinu, může zaznamenat překážky v seberealizaci a ve všech vyšších potřebách. Toto vše se pochopitelně projeví i v psychice nemocného, mohou se u něj objevit pocity méněcennosti a zbytečnosti. Vše s sebou samozřejmě přináší i značné sociální důsledky (Kovářová, 2003; Raterman, et al., 2010; Olejárová a Korandová, 2011).

Mnoho nemocných trpí pocity strachu a úzkosti, střídáním nálad a depresemi. Je uváděno, že až 40 % nemocných s RA má tyto psychické potíže, ale jen malá část o nich hovoří. Zmíněné potíže zpravidla vychází z obav z vlastní budoucnosti. Fakt, že se jedná o chronické onemocnění, které se bude postupem času pouze zhoršovat je velkou psychickou zátěží pro všechny nemocné. Nemocní trpí obavami ze ztráty zaměstnání, ze změny vzhledu, bojí se, že přestanou přitahovat své životní partnery apod. Zmíněné psychické

potíže mohou být také následkem nežádoucích účinků farmakoterapie (Olejárová, a Korandová, 2011).

Značná část nemocných také pociťuje snížení kvality života v intimní oblasti. I když se o sexualitě málokdy v souvislosti s revmatoidní artritidou hovoří, je její narušení nesporné. Až polovina nemocných uvádí narušení až úplnou ztrátu sexuálního života. Jako hlavním důvodem tohoto narušení jsou otoky a také flekční postavení v různých kloubech, které je překážkou pro jakýkoliv intimní kontakt a pochopitelně i pro dosažení sexuálního vyvrcholení. Důvodem snížení kvality sexuálního života je kromě pohybových omezení i snížení sexuálního apetitu a také poruchy erekce u mužů. U žen se může objevit bolestivost při pohlavním styku související s vysycháním poševní sliznice (Korandová a Litošová, 2005; Bláhová, Filsaková a Šenková, 2005).

Problémy v intimním životě nemocných však nesouvisí pouze s nemožností vykonat samotný sexuální akt, narušení choroba přináší i v oblasti reprodukce. Některé léky používané v léčbě revmatoidní artritidy mají totiž teratotoxický účinek. Těhotenství je tedy nutné pečlivě naplánovat a některé léky vysadit i několik měsíců před otěhotněním. Problémem jsou též některá farmaka, která snižují neplodnost u obou pohlaví (Korandová a Litošová, 2005).

Z dalších potíží, které vedou k narušení kvality života, se u nemocných s revmatoidní artritidou mohou poměrně často objevit poruchy spánku, především nespavost. Příčinami tohoto problému jsou hlavně bolesti pohybového aparátu, které bývají klidové a z pravidla se horší v noci s maximem potíží v brzkých raních hodinách (Olejárová a Korandová, 2011). Pozitivním jevem u revmatoidní artritidy je fakt, že díky moderním léčebným postupům

došlo hlavně u prognosticky těžších forem revmatoidní artritidy k výraznému zlepšení kvality života. Důležité je však poznamenat, že i přes tento pokrok se stále jedná o vážné, nevyléčitelné a progresivní onemocnění, které v negativním slova smyslu významně ovlivňuje kvalitu života nemocných a přináší jim mnoho problémů a útrap (Olejárová a Korandová, 2011).

Hodnocení kvality života u revmatoidní artritidy

Hodnocení kvality života u revmatoidní artritidy je důležité z několika hledisek. Prvním důvodem a lze říci, že důvodem hlavním, je monitorace účinnosti léčby. Kvalita života bývá zpravidla sledována u nemocných, kteří podstupují biologickou léčbu, ale též u nemocných, kteří užívají tzv. DMARDs (léky modifikující chorobu). Jelikož je revmatoidní artritida chorobou chronickou, u které lze projevy pouze zmírnit a ne zcela odstranit, je základním cílem léčby zlepšit kvalitu života. Druhým důvodem monitorace kvality života u revmatoidní artritidy je ekonomická stránka věci. Jelikož je léčba této choroby velice nákladná, je zde cílem monitorovat účinky terapie a u nemocných, u kterých konkrétní léčba nepřinese pozitivní výsledky léčbu vysadit, nahradit jí terapií jinou a zabránit tak plýtvání s nákladnými léčebnými prostředky (Russell, 2008).

Měřicími nástroji kvality života jsou zpravidla standardizované dotazníky. U revmatoidní artritidy jsou běžně používanými nástroji tyto: HAQ/HAQ-DI, SF-36, EuroQol, RAQol či AIMS2 (Russell, 2008; Kvien a Uhlig, 2005). Jedním z prvních nástrojů, které byly zaměřeny na hodnocení funkčního stavu a míru zdravotního postižení je dotazník HAQ (Health Assessment Questionnaire). Později se stal

hojně používaným dotazníkem právě u revmatoidní artritidy a jeho nejpoužívanější verzí je HAQ-DI (disability index). HAQ-DI obsahuje 20 otázek, které mohou být rozděleny do 8 domén jako stravování, stisk, chůze, hygiena, vstávání, oblékání a úprava zevnějšku, běžné denní aktivity a dosažitelnost. Dále se zabývá potřebou nemocného užívat kompenzační a opěrné pomůcky. Celkové skóre tohoto dotazníku se pohybuje v rozmezí 0-3, kdy 0 znamená mírné, 1 střední, 2 těžké a 3 velmi těžké poškození (Olejárová a Korandová, 2011; Russell, 2008; Kvien, Uhlig, 2005; Szilasiová et al, 2002).

SF-36 je dalším používaným nástrojem v hodnocení kvality života u RA. Jedná se o dotazník obsahující 36 otázek, které jsou opět rozděleny do několika oblastí (domén). Jsou to fyzické omezení, omezení v plnění rolí v souvislosti s fyzickým zdravím, omezení v plnění rolí v souvislosti s psychickým zdravím, tělesná bolest, vnímání zdraví, vitality, duševní zdraví a společenské fungování. Výsledné skóre se pohybuje v rozmezí 0-100 bodů, kdy 0 = nejhorší, 100 = nejlepší. Hodnotí se zvlášť fyzická a psychická stránka. Dotazník byl dodnes přeložen do více jak padesáti světových jazyků (Russell, 2008; Strand, Singh, 2010).

EuroQol je jednoduchý hodnotící dotazník, který je považován za velice citlivý ke změnám v kvalitě života nemocných s RA. Zahrnuje oblasti jako je sebed péče, běžné činnosti, pohyblivost, úzkost/deprese a bolest/dyskomfort. Každá oblast je hodnocena na stupnici od 1 do 3, kdy 1 znamená bez problémů, 2 střední poškození a 3 extrémní zdravotní poškození. Součástí dotazníku je také vizuální stupnice, která slouží pro hodnocení celkového stavu nemocného. Je dlouhá 20 cm a obsahuje body v rozmezí 0-100. 100 = „nejlepší zdravotní

stav“, 0 = „nejhorší zdravotní stav“. Dotazník byl přeložen do většiny hlavních světových jazyků a opakovaně klinicky testován (Strand a Singh, 2010; Kvien a Uhlig, 2005).

Dotazník RAQol je nástroj obsahující 30 otázek, na které nemocný odpovídá formou „ano“ a „ne“. Byl vyvinut v Nizozemsku a Velké Británii a byl dále upraven pro použití v dalších zemích, např. pro Austrálii, Turecko, Švédsko nebo Estonsko. Dotazník se zabývá hodnocením několika oblastí, mezi které patří společenský život, každodenní úkoly a záliby, fyzický kontakt, sociální a osobní vztahy a nálada. Mezi jeho přednosti patří snadné použití a rychlé vyhodnocení, ale i fakt, že se zabývá problémy, které jsou pro nemocné důležité (Russell, 2008).

Posledním z výše zmíněných nástrojů je stupnice AIMS2 (Arthritis Impact Measurement Scales), což je multidimenzionální nástroj, který měří míru dopadu onemocnění na život nemocného. Je zaměřen na 12 oblastí zdraví, které lze shrnout do pěti hlavních, jako jsou fyzický stav, společenské vztahy, bolest, práce a vliv choroby. Zajímavostí tohoto měřicího nástroje je část věnovaná prioritám nemocného, kdy má pacient možnost vybrat z 12 oblastí 3, ve kterých by chtěl nalézt zlepšení v průběhu léčby (Russell, 2008).

Diskuze

Jak již bylo popsáno výše, revmatoidní artritida je onemocněním s celou řadou projevů, o nichž není pochyb, že ovlivňují kvalitu života nemocných. Jak uvádí Russell, je důležité hodnotit kvalitu života u těchto pacientů v souvislosti s léčbou (Russell, 2008). Domnívám se však, že účinnost léčby není jediným důvodem, proč by měla být kvalita života u těchto nemocných sledována.

Dotazníky, které se pro měření kvality života používají, se většinou zabývají všemi stránkami lidského života a domnívám se tedy, že i pro nelékařské zdravotnické pracovníky, kteří nějakým způsobem zasahují do péče o tyto nemocné, mají velký význam. Sestře mohou výsledky těchto měření poskytnout komplexní pohled na problémy nemocných, mohou odhalit různé problémy, se kterými může sestra v rámci ošetrovatelských diagnóz pracovat. Myslím si, že podrobný pohled na všechny stránky života těchto nemocných je dobrým základem pro efektivní naplánování a realizaci ošetrovatelské péče.

Dle autorek Olejárové a Korandové je základem péče o nemocné komplexní edukace a komunikace (Olejárová a Korandová, 2011). S tímto tvrzením se plně ztotožňuji. Nemoc jako taková skrývá spoustu rizik, o kterých by měl být pacient poučen. Jedná se např. o riziko pádu či postupný úbytek pohybových schopností. Jelikož se jedná o progresivní onemocnění, je dle mého názoru vhodné opatrným způsobem připravit nemocného na potíže, které se mohou postupem života s tímto onemocněním objevit. Domnívám se, že je nezbytné nemocného seznámit s režimovými opatřeními, probrat s ním uspořádání domácnosti tak, aby pro něj jeho životní prostředí bylo co nejbezpečnější, případně ho seznámit s přijatelnými pohybovými aktivitami, které může provádět apod. Zmíněná komunikace s pacientem i jeho rodinou a s ní spojená edukační činnost je nezbytná pro dosažení těchto cílů. Souhlasím též s tvrzením těchto autorek o možnosti spolupráce s dalšími členy multidisciplinárního týmu (Olejárová a Korandová, 2011). Vzhledem k tomu, že se jedná o chorobu, která negativně ovlivňuje soběstačnost nemocných a tím se pochopitelně promítá jak do stránky psychické, tak i do

stránky ekonomické a sociální, je dle mého názoru na místě zajistit spolupráci dalších odborníků jako fyzioterapeutů, nutričních specialistů, psychologů či sociálních pracovníků.

Závěr

Revmatické choroby patří k nemocem často spojovaným se stárnutím a vlastním stářím. Je však mnoho nemocných, které tento problém zachváťí již v produktivním věku a mnohdy ve věku velice mladém. Je tedy nutné mít představu o dopadech revmatoidní artritidy i dalších revmatických chorob na kvalitu života nemocných a uvědomit si závažnost těchto stavů. Pro sestru pracující s těmito nemocnými je toto uvědomění nezbytné. Jak již bylo mnohokrát napsáno, soběstačnost je schopností nemocného, která ho činí nezávislým a plně aktivním. Pokud člověk o tuto schopnost přijde, promítne se to i v ostatních stránkách života, tedy ve stránce psychické, sociokulturní i ekonomické. Základem úspěchu v péči o tyto nemocné je individuální a komplexní přístup. Sestra zde může hrát skutečně významnou roli a může vhodnými ošetrovatelskými intervencemi pozitivně ovlivnit kvalitu života.

Příspěvek se vztahuje k výzkumnému grantovému projektu číslo 120/2012/S, který je realizován za finanční podpory Grantové agentury Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Literatúra

- ASCHERMANN, M. 2004. Kardiologie: 2. díl. 1. vyd. Praha: Galén, 2004. 726 s. ISBN 80-7262-290-0.
- BLÁHOVÁ, A., FILSAKOVÁ, E., ŠENKOVÁ, J. 2005. Sexuální dysfunkce u revmatiků. *Sestra*. 2005, roč. 15, č. 11, s. 52. ISSN 1210-0404.
- ČEŠKA, R. et al. 2010. *Interna*. 1. vyd. Praha: Triton, 2010. 855 s. ISBN 978-80-7387-423-0
- DÍTĚ, P. 2007. *Vnitřní lékařství*. 2. vyd. Praha: Galén, 2007. 586 s. ISBN 978-80-7262-496-6.
- FERENČÍK, M. et al. 2005. *Imunitní systém*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. 236 s. ISBN 80-247-1196-6.
- KARGES, W., AL DAHOUK, S. 2011. *Vnitřní lékařství*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. 426 s. ISBN 978-80-247-3108-7.
- KLENER, P. 2011. *Vnitřní lékařství*. 4. vyd. Praha: Galén, 2011. 1174 s. ISBN 978-80-7262705-9.
- KORANDOVÁ, J., LITOŠOVÁ, A. 2005. Intimní problémy pacientů s revmatickým onemocněním. *Sestra*. 2005, roč. 15, č. 11, s. 50-51. ISSN 1210-0404.
- KOVÁŘOVÁ, M. 2003. Sociální podpora a kvalita života chorých s reumatoidnou artritidou. Rožňava: Roven, 2003. - 124 s. - ISBN 80-89168-01-9.
- KREJSEK, J., KOPECKÝ, O. 2004. *Klinická imunologie*. 1. vyd. Hradec Králové: Nucleus, 2004. 941 s. ISBN 80-86225-50-X.
- KVIEN, T. K., UHLIG, T. 2005. Quality of life in rheumatoid arthritis. *Scandinavian journal of rheumatology*. 2005, roč. 34, s. 333-341. ISSN 0300-9742.
- MAREK, Josef et al. *Farmakoterapie vnitřních nemocí*. 4. vyd. Praha: Grada, 2010. 808 s. ISBN 978-80-247-2639-7.
- NAVRÁTIL, Leoš et al. 2008. *Vnitřní lékařství: pro nelékařské zdravotnické obory*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. 424 s. ISBN 978-80-247-2319-8.
- NOVÁKOVÁ, B., ŠTENGLOVÁ, P., SUCHÝ, D. 2009. Úloha sestry při ošetřování revmatologických nemocných. *Diagnóza v ošetrovatelství*. 2009, roč. 5, č. 5, s. 18-20. ISSN 1801-1349.
- OLEJÁROVÁ, M. 2010. *Biologická léčba v revmatologii*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 2010. 151 s. ISBN 978-80-204-2281-1.
- OLEJÁROVÁ, M., KORANDOVÁ, J. 2011. *Lexikon revmatologie pro sestry*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 2011. 182 s. ISBN 978-80-204-2455-6.
- OLEJÁROVÁ, M., PROKEŠ, M. 2005. *Praktická revmatologie: pro lékaře a farmaceuty*. 1. vyd. Praha: Apotex, 2005. 172 s.
- PAVELKA, K. 2010. *Revmatologie*. 2. vyd. Praha: Galén, 2010. 178 s. ISBN 978-80-7262-688-5.
- PAVELKA, K., ROVENSKÝ, J. 2003. *Klinická revmatologie*. 1. vyd. Praha: Galén, 2003. 952 s. ISBN 80-7262-174-2.
- PAVELKOVÁ, A. 2009. *Revmatoidní artritida a biologická léčba*. 1. vyd. Praha: Maxdorf, 2009. 124 s. ISBN 978-80-7345-192-9.
- PETROVÁ, L. 2005. Rehabilitace revmatických pacientů. *Sestra*. 2005, roč. 15, č. 11, s. 56. ISSN 1210-0404.
- RATERMAN, H.G. et al. 2010. Work ability: a new outcome measure in rheumatoid arthritis. *Scandinavian Journal of Rheumatology*. 2010, roč. 39, s. 127-131. ISSN 0300-9742.
- ROVENSKÝ, J. 2011. *Biologická léčba v reumatologii – od infliximabu ku golimumabu*. *Lek. Obz*, 2011, roč. 60, č. 7-8, s. 300 – 304
- RUSSELL, A. S. 2008. Quality of life assessment in rheumatoid arthritis. *Pharmacoeconomics*. 2008, roč. 26, č. 8, s. 831-846. ISSN 1170-7690.

SHOENFELD, Y., FUČÍKOVÁ, T., BARTUŇKOVÁ, J. 2007. Autoimunita vnitřní nepřítel. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 88 s. ISBN 978-80-247-2044-9.

STRAND, V., SINGH, J. A. 2010. Newer biological agents in rheumatoid arthritis: impact on health-related quality of life and productivity. *Drugs*. 2010, roč. 70, č. 2, 121-145. ISSN 0012-6667.

SZILASIOVÁ A, MACEJOVÁ Z, NAGYOVÁ I, KOVAROVÁ M, BÉRESOVÁ A, SZILASIOVÁ J. 2002. [Reliability and validation of the Slovak modified version of the Stanford Health Assessment Questionnaire using the functional disability index in patients with rheumatoid arthritis]. *Vnitr Lek*. 2002 Jan, roč. 48, č. 1, s. 8-16. ISSN 0042 -773X.

Adresy autorov:

Bc. Jiří Kaas

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta, Katedra
ošetřovatelství a porodní asistence
e-mail: Mikel777@seznam.cz

prof. PhDr. Valérie Tóthová, PhD.

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta, Katedra
ošetřovatelství a porodní asistence
e-mail: tothova@zsf.jcu.cz

Recenzované / Reviewed:

14. 1. 2013

RASTLINNÉ METABOLITY S ANTIMIKROBIÁLNOU AKTIVITOU

PLANT METABOLITES WITH ANTIMICROBIAL ACTIVITY

¹Katarína Vulganová, ²Eva Ürgeová, ²Ernest Šturdík*RNDr. Katarína Vulganová**¹Inštitút fyzioterapie, balneológie a liečebnej rehabilitácie
Univerzity sv. Cyrila a Metoda v Trnave, Nám. J. Herdu 2, 917 01 Trnava**Ing. Eva Ürgeová, PhD.**doc. Ing. Ernest Šturdík, CSc.**²Katedra biotechnológií, Fakulta prírodných vied
Univerzity sv. Cyrila a Metoda v Trnave, Nám. J. Herdu 2, 917 01 Trnava*

Súhrn: Sekundárne metabolity sú látky produkované rastlinami na ich ochranu. Chemicky sú sekundárnymi metabolitmi rôzne látky, ktoré možno rozdeliť do základných skupín – fenolové zlúčeniny, terpenoidy, esenciálne oleje, alkaloidy a polypeptidy. Mnohé z týchto látok majú výraznú antimikrobiálnu aktivitu. V našej práci je stručný prehľad producentov rastlinných sekundárnych metabolitov a ich účinku na rôzne mikroorganizmy.

Kľúčové slová: sekundárne metabolity, fenolové látky, chinóny, kumaríny, flavonoidy, terpenoidy, alkaloidy, polypeptidy, baktérie, huby, kvasinky

Summary: Secondary metabolites are substances produced by plants to protect them. Secondary metabolites are chemically different substances, which can be divided into basic group – phenolic compounds, terpenoids, essential oils, alkaloids and polypeptides. Many of these substances have significant antimicrobial activity. In this work is a brief overview of the producers of plant secondary metabolites and their effects on various microorganisms.

Keywords: secondary metabolites, phenolic compounds, quinones, coumarins, flavonoids, terpenoids, alkaloids, polypeptides, bacteria, fungi, yeasts

Už od čias, ako sa človek usadil, začal pestovať rastliny na svoju obživu. Rastliny sú pre ľudí nielen zdrojom uhlíkovodíkov, bielkovín a olejov, ale tiež sekundárnych me-

tabolitov, ktoré využívajú ako ochucovadlá, farbivá, vonné látky, liečivá, či látky účinné v poľnohospodárstve proti rôznym škodcom. Rastliny formovali širokú základňu tradičnej

medicíny v mnohých kultúrach. Dávno predtým, ako sa na antickej pôde objavili prvé začiatky vzdelanosti, na ďalekom i Blízkom Východe sa zrodila a vyrástla skutočná lekárska veda. Staré čínske rukopisy odhaľujú rozvoj a pokrok čínskeho lekárstva už niekoľko tisícročí pred n. l. To isté dokazujú aj indické pamiatky a archeologické objavy mezopotámskej kultúry. Prvá zmienka o maku siatom bola zaznamenaná klinovým písmom na kamených doštičkách pochádzajúcich z obdobia asi 3000 rokov pred n. l. Tieto doštičky boli nájdené pri meste Nippur – duchovnom centre Sumerov južne od dnešného Bagdadu. Aj staroegyptská kultúra mala rozvinuté organizované lekárstvo. Ebersov papyrus zo Starého Egypta (1500 rokov pred n. l.) obsahuje mnoho receptov s liečivými rastlinami.

Základ vedeckejšieho poznávania liečivých rastlín v Európe položili Gréci a Rimania. Prvý antický prehľad liečivých rastlín zostavil Démokritos (5. storočie pred n. l.), ktorý čerpal z egyptských prameňov. Prvým učiteľom náuky o liečivých rastlinách bol Dioskorides žijúci v 1. storočí pred n. l. Ako vojenský lekár precestoval na rímskych vojnových lodiach veľa stredomorských krajín. Pritom si osvojil rozsiahle vedomosti o rastlinnej a živočíšnej ríši. Svoje vedomosti spracoval v päťzväzkovom grécky písanom herbári „*Peri hylés iatrikés*“ (De materia medica lat.), v ktorom zavrhuje abecedné usporiadanie rastlín a zoskupuje ich do akéhosi prirodzeného systému. Píše o viac ako 600 rastlinách, 35 liečivách živočíšneho pôvodu a 90 mineráloch a ich možných liečivých účinkoch. Toto dielo sa stalo do 16. storočia smerodajným pre farmakológiu. V 2. storočí n. l. Galenos položil pevný základ medicíne. Bol výborným znalcom liečivých rastlín, ktoré v jeho predpisoch predstavovali osobitné miesto

(Koreňová, 2008).

Dokonca mnohé klasické liečivá, napr. kyselina salicylová z vrby bielej (*Salix alba*), majú pôvod v rastlinnej ríši. Jedným zo známych účinkov rastlinných extraktov je ich antimikrobiálna aktivita. Sekundárne metabolity zohrávajú dôležitú úlohu v adaptácii rastlín v prostredí a tiež predstavujú významný zdroj aktívnych liečivých látok. V posledných rokoch sa vyvíjajú rôzne metódy in vitro technológií zameraných práve na produkciu sekundárnych metabolitov čím stúpa aj počet prác zaoberajúcich sa antibakteriálnymi účinkami sekundárnych metabolitov rastlín. V porovnaní s ostatnými štúdiami, ako je skúmanie mikroorganizmov, alebo bunkových kultúr, sekundárne metabolity sú stále ešte nepreskúmanou oblasťou, čo je zapríčinené nedostatočnými poznatkami o biosyntetických dráhach. Vznik rekombinantnej DNA technológie otvorilo nové možnosti priamej expresie génov súvisiacich práve s biosyntézou sekundárnych metabolitov. (Bourgand et al., 2001).

Metabolity, ktoré sú nevyhnutné na udržanie životných procesov rastlín sa označujú ako primárne metabolity. Sú to nukleové kyseliny, bielkoviny, sacharidy, lipidy, hormóny, pigmenty fotosyntézy – chlorofyly a karotenoidy a pod. Rastliny syntetizujú a akumulujú aj ďalšie, sekundárne metabolity, ktoré sa vyznačujú rôznorodosťou chemických štruktúr, obmedzeným rozšírením a ochrannou funkciou pre organizmus. Rastliny obsahujú okrem látok nevyhnutných pre život danej rastliny, ešte ďalšie zlúčeniny, tzv. sekundárne metabolity, ktoré pôsobia na živé organizmy. Bývajú charakteristické pre určitý rastlinný druh, môžu sa však vyskytovať aj pri viacerých rastlinných druhoch, niekedy v celom rode. Tieto účinné látky majú konkrétne

tne chemické zloženie. Tieto látky môžu byť konštitutívne prítomné v zdravej rastline, fytoanticipíny, alebo sú syntetizované po napadnutí patogénom, fytoalexíny. Bolo dokázané, že množstvo mikroorganizmov, zvlášť baktérie mliečneho kvasenia produkujúce primárne metabolity (organické kyseliny), ako aj sekundárne metabolity, ktoré môžu zabrániť uplatneniu patogénnych mikroorganizmov, prípadne znížiť ich metabolickú aktivitu (Baveli et al., 2001; Zulkifli et al., 2000; Kmeť, 2005).

Niektoré sekundárne metabolity sú v rastlinných bunkách prítomné vo forme prekurzorov a aktivujú sa po ataku patogénov. Mnoho z nich je jedinečných a sú produktom výlučne rastlín. Počtom látok najvýznamnejšie skupiny sekundárnych metabolitov sú izoprenoidy, fenolové látky a z dusíkatých látok najmä alkaloidy (Masarovičová et al., 2002).

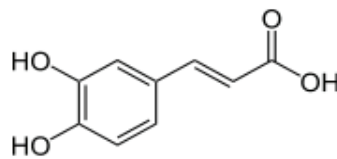
Rastliny majú takmer neobmedzenú schopnosť syntetizovať aromatické zlúčeniny, najmä fenoly alebo ich kyslíkom substituované deriváty (Cowan, 1999). V mnohých prípadoch slúžia tieto látky na ochranu rastlín pred mikroorganizmami, hmyzom či bylinožravcami (Cowan, 1999). Niektoré zlúčeniny, napríklad terpény, dodávajú rastlinám vôňu, iné, ako chinóny a taníny, sú zodpovedné za pigmentáciu.

Fenolové zlúčeniny

Fenolové zlúčeniny ako sekundárne metabolity a súčasne najrozšírenejšie skupiny fytochemikálií, majú pre rastliny fyziologický aj morfológický význam. Okrem ovplyvňovania farby a senzorických charakteristík v ovoci a zelenine pôsobia aj proti patogénom a predátorom. Po štruktúrálnej stránke obsahujú fenolové zlúčeniny aromatický kruh s jednou alebo viacerými substitučními –OH

skupinami a tvoria početnú a súčasne veľmi rôznorodú skupinu látok zahŕňajúcu zlúčeniny od jednoduchých fenolových až po polymerizované fenolové zlúčeniny. Preto sa často nazývajú polyfenolmi. V rastlinách sú prítomné prevažne vo forme konjugátov molekúl sacharidov s jednou alebo viacerými fenolovými molekulami alebo funkčných derivátov napr. esterov alebo metylesterov (Balasundram et al. 2006). Najpočetnejšou skupinou fenolových zlúčenín sú flavonoidy, ktoré zahŕňajú viac ako 4000 fenolových zlúčenín prirodzene sa vyskytujúcich v rôznych plodinách (Vollmannová et al., 2009). Katechol a pyrogallol sú hydroxylované fenoly toxické pre mikroorganizmy.

Scalbert (1991) popísal fakt, že umiestnenie a počet hydroxylových skupín na fenole súvisí s toxicitou zlúčeniny, pričom viac oxidované fenoly vykazujú vyššiu inhibičnú aktivitu. Eugenol, fenolová zlúčenina s trojuhlíkovým postranným reťazcom, izolovaný z klinčekov, je účinný tak proti baktériám, ako aj proti vláknitým hubám (Hill et al. 2013). Estragón (Palina dračia – *Artemisia dracuncul* L) a klinčeky (*Eugenia caryophyllus*), obsahujúce kyselinu kávovú (Obr. 1) zo skupiny fenylpropánov, boli účinné tak proti vírusom, ako aj proti vláknitým hubám a baktériám (Alzoreky et al., 2003).



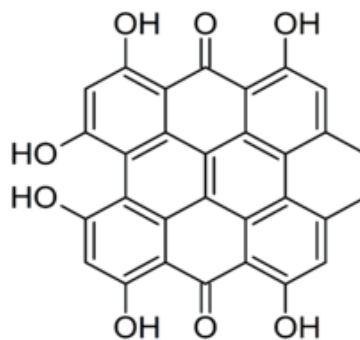
Obr. 1 Kyselina kávová

Pri štúdiu antimikrobiálnych účinkov zeleného čaju Marcel a Chi (2004) tak ako aj Yee a Koo (2000), zistili, že najvýraznejší antibakteriálny účinok mal (-)-epigallocatechín galát. Dobré

antimikrobiálne účinky mali aj (-)-epikatechín galát a (-)-galokatechín galát (Sakana et al., 2005). Autori štúdie predpokladajú, že na antimikrobiálny účinok katechínov je potrebná prítomnosť galátovej skupiny. Predpokladá sa, že antimikrobiálny účinok katechínov súvisí s ich schopnosťou inhibovať produkciu, resp. uvoľnenie bakteriálnych toxínov (Esquenazi et al., 2002). Puupponen-Pimia et al. (2001) sledovali antimikrobiálnu aktivitu fenolových zlúčenín prítomných v rôznych bobuliach. Zistili, že extrakty z bobúľ inhibujú rast Gram-negatívnych baktérií. Extrakty z malín a jahôd sú silné inhibítory rodu *Salmonella*. Aj fenolové zlúčeniny extrahované z uhorkových listov (*Cucumis sativa* L.) vykazovali antifungálnu aktivitu voči plesni *Sphaerotheca fuliginea*. Dohromady bolo identifikovaných a analyzovaných osem fenolových zlúčenín, z ktorých šesť prejavilo antifungálnu aktivitu, ktorá sa evidentne prejavila po napadnutí rastliny patogénom (Dayan et al., 2009).

Chinóny

Chinóny sú aromatické zlúčeniny s dvoma ketónovými substituentami. Sú to často sa vyskytujúce, vysoko reaktívne zlúčeniny, zodpovedné za hnednutie ovocia a zeleniny pri krájaní. Tieto zlúčeniny sú intermediátmi pri syntéze melanínu v ľudskej pokožke. Kazmi et al. (1994) popísali antibakteriálne účinky antrachinónu z *Cassia italica*. Už od osemdesiatych rokov sú známe antimikrobiálne vlastnosti hypericínu (Obr. 2), antrachinónu z ľubovníka bodkovaného (*Hypericum perforatum*), ktorý bol v minulosti považovaný najmä za antidepresívum.



Obr. 2. Hypericín

Flavóny, flavonoidy a flavonoly

Z veľkého počtu prírodných látok sú z hľadiska antioxidačnej a antiradikálovej aktivity študované polyenoly – a z nich najmä flavonoidy - antokyaníny, flavóny, flavonoly, flavonóny, flavanoly, izoflavóny a taníny (Béliveau, Gingras, 2008).

Flavóny sú fenolové zlúčeniny s dvojitou väzbou medzi 2. a 3. uhlíkom, obsahujúce jednu karbonylovú zlúčeninu. Flavanoly majú navyše na 3. uhlíku hydroxylovú skupinu. Flavonoidy sú najväčšou skupinou fenolových látok rozšírených v rastlinách. V súčasnosti je známych viac ako 6400 rôznych flavonoidov vyskytujúcich sa v rastlinnej ríši. Sú odvodené od 15 uhlíkatého skeletu flavónu a izoflavónu (Masarovičová, 2002). Syntéza flavonoidov je reakciou rastlín na mikrobiálnu infekciu a ako také sú účinné voči širokému spektru mikroorganizmov. Flavonoidy s hydroxylovou skupinou na β -kruhu majú vyššiu antimikrobiálnu aktivitu, ako nehydroxylované (Martens et al., 2005), čo vedie k domnienke, že atakujú membrány mikroorganizmov. Najvýraznejší inhibičný účinok na baktérie mali flavonoidy s jednou alebo dvoma OH skupinami (Hernandez et al., 2000).

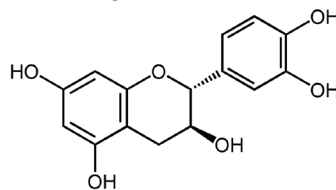
Najjednoduchšou rastlinou, pri ktorej boli identifikované flavonoidy, je zelená riasa *Nitella hookeri*, ktorá obsahuje C-glykozyfla-

vóny (Pšenáková et al., 2006).

Pri identifikácii látok zodpovedných za antimikrobiálne účinky rastlín rodu *Gomphrena*, ktoré boli účinné tak proti gram-pozitívnym, ako aj Gram-negatívnym baktériám, vláknitým hubám a kvasinkám bolo identifikovaných päť rozličných substituentov flavónov. Schopnosť flavonoidov extrahovaných z rastlín inhibovať rast baktérií bola popísaná v mnohých ďalších štúdiách (Panizzi et al., 2000).

Katechín (Obr. 3) je flavonoid, ktorý bol študovaný v súvislosti s jeho obsahom v oolongovom čaji a jeho antimikrobiálnou aktivitou. Inhibuje rôzne kmene baktérií, ako *Streptococcus mutans*, *Shigella*, *Vibrio cholerae* O1 a ďalšie mikroorganizmy. Izoflavonoidy a ich deriváty majú funkciu v interakciách medzi rastlinami a mikroorganizmami. V niektorých odrodách jablák bol objavený izoflavonoid floretín, ktorý vykazoval aktivitu voči rôznym mikroorganizmom (Fattouch et al., 2008). Takisto galangín, získaný z byliny *Helichrysum aureonitens* je zlúčenina s aktivitou proti širokému spektru Gram-pozitívnych baktérií, vláknitých húb (Nostro et al., 2000) a vírusov (Suzuki et al., 2012). Derivát izoflavónu pterokarpán vyskytujúci sa v hrachu siatom (*Pisum sativum*) má funkciu fytoalexínu – látky inhibujúcej rast rastlinných patogénov (Masarovičová, 2002). Hwang et al. (2003) sledovali antimikrobiálnu aktivitu flavonoidov, ktoré získali z podzemku hydrastisového (*Rhizomes of Hydrastis canadensis*), na patogénne baktérie ústnej dutiny. Berberín, ako aj ďalšie izolované flavonoidy, vykazovali antimikrobiálnu aktivitu voči *Streptococcus mutans* a *Fusobacterium nucleatum*. Wanjala et al. (2002) študovali vplyv izoflavanónov a flavonoidov v kôre koreňov rastliny *Erythrina latissima* na mikroorganizmy. Zistili, že pterokarpány sú antimikrobiálne aktívne voči

kvasinkám a flavonoidy voči všetkým testovaným mikroorganizmom.

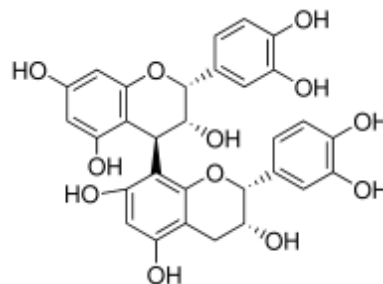


Obr. 3. Katechín

Taníny

V súčasnosti sa taníny uvádzajú aj pod názvom triesloviny. Z chemického hľadiska sú to látky nejednotného zloženia. Na základe ich štruktúry a odolnosti voči kyslej hydrolyze sa rozdeľujú na hydrolyzovateľné taníny a kondenzované taníny. Hoci sú hydrolyzovateľné taníny v plodinách pomerne rozšírené, je im venovaná malá pozornosť z hľadiska ich účinkov na ľudské zdravie (Timoracká et al., 2010).

Pojmom taníny je označená široká skupina polyfenolových látok. Ich molekulová hmotnosť je 500 až 3000 (Ruscio et al., 2002) a nachádzajú sa v rôznych častiach rastlín od koreňov po plody. Rozdeľujú sa do dvoch skupín – hydrolyzovateľné a kondenzované taníny. Základom hydrolyzovateľných tanínov je kyselina galová. Tieto taníny sú zvyčajne násobné estery s D-glukózou, zatiaľ čo kondenzované sú odvodené z flavonoidových monomérov a bývajú označované ako proantokyandíny (Cowan, 1999) (Obr. 4).



Obr. 4. Procyanidín B-2 (kondenzovaný tanín)

Pri rozklade biomasy niektorých druhov rastlín, napr. vresu obyčajného (*Calluna vulgaris*) sa taníny uvoľňujú a reagujú s minerálnymi a organickými látkami v pôde za vzniku komplexov rezistentných voči mikrobiálnemu ataku (Masarovičová, 2002). V posledných rokoch sa venuje tejto skupine látok veľká pozornosť a predpokladá sa, že konzumácia nápojov obsahujúcich taníny, napríklad zelené čaje a červené víno, môže pôsobiť preventívne pred mnohými chorobami (Klagsburn et al., 2005). Brownlee et al. (1990) dokázali, že tanín už v nízkych koncentráciách spôsobuje morfológické zmeny mikroorganizmov. Schofield (2001) popísal inhibičnú aktivitu tanínov na vlákňité huby, kvasinky a baktérie. Kondenzované taníny zabráňujú rastu a proteázovej aktivite baktérií. Predpokladá sa, že práve taníny sú príčinou antibiotickej aktivity extraktov z kôry *Terminalia alata*. Bulharskí autori Ivancheva et al. (1992) študovali antibakteriálnu a antivírusovú aktivitu pakostov (rod *Geranium*) a vrbovky (*Epilobium hirsutum*), ktoré sú tradične využívané v bulharskom ľudovom liečiteľstve. Hlavné účinné látky týchto rastlín sú flavonoidy a taníny. Taníny, flavonoidy a fenolové kyseliny sú význačnými zložkami aktivity aj ďalších študovaných rastlín rodu *Hypericum*, ktoré vykazovali účinnosť voči *S. aureus* a *B. subtilis* (Dall'Agnol et al., 2003).

Kumaríny

Kumarín (benzo-alfa-pyrón) je prirodzene sa vyskytujúca látka v rôznych rastlinách, napr. v škoricí, levanduli a v mäte a používa sa ako voňavá prísada v rôznych produktoch. Kvôli potenciálnym hepatotoxickým účinkom pre človeka obmedzila Európska komisia jeho používanie ako aditívnu látku na 2 mg/kg potravinu na deň s výnimkou vyšších hladín

v alkoholických nápojoch, karameli, žuvačkách a určitých "tradičných" potravinách. Druhovo špecifické pôsobenie na cieľový orgán súvisí s farmakokinetikou metabolizmu kumarínu. Výsledky ukázali, že potkany sú citlivé na vznik nádorov pečene a myši na nádory pľúc. U človeka však zatiaľ neboli dokázané karcinogénne účinky. Na základe štúdií na zvieratách sa stanovil prijateľný denný príjem kumarínu počas celého života na 0,54 mg/kg, ktorá je použiteľná pre karcinogénne aj nekarcinogénne účinky. Človek je menej citlivý na pôsobenie kumarínu ako potkan kvôli rozdielnemu metabolizmu.

Kumaríny sú laktóny, ktoré vznikajú cyklizáciou kyseliny o-hydroxy-cis-škoricovej (Masarovičová, 2002). Mnoho kumarínov vykazuje antimikrobiálne vlastnosti. Hydroxy-škoricová kyselina, z ktorej kumaríny vychádzajú, pôsobí inhibične na Gram-pozitívne baktérie. Taktiež hydroxy deriváty kumarínov, ktoré produkovala mrkva po napadnutí vláknitými hubami vykazovali antifungálnu aktivitu (Fylaktakidou et al., 2004). Kumaríny stimulujú makrofágy a tak aj nepriamo negatívne pôsobia na mikroorganizmy (Kotali et al., 2008). Kumaríny boli jednou zo zložiek extraktu získaného z lykovca (*Daphne gnidium* L.) kolektívom F. Cottiglia (2001). Daphnetín, jeden z izolovaných kumarínov vykazoval silný antimikrobiálny účinok na testované kmene *Bacillus lentus* a *Escherichia coli*.

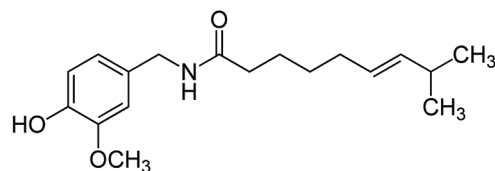
Izoprenoidy a éterické oleje

Izoprenoidy sa tvoria kondenzáciou rozvetvenej päťuholníkovej izoprénovej jednotky. Sú všeobecne rozšírené a všetky zelené rastliny sú schopné ich syntetizovať. Môžu byť buď primárnymi, alebo sekundárnymi metabolitmi. K primárnym metabolitom patria

najmä niektoré karotenoidy, hormóny, niektoré steroly, polyprénové substituenty chinónov a proteínov a i. Sekundárne metabolity sú obvykle monoterpény a seskviterpény éterických olejov a diterpény (Masarovičová, 2002). Všeobecný vzorec monoterpénov je $C_{10}H_{16}$. Vyskytujú sa tiež ako diterpény, triterpény, tetraterpény (C_{20} , C_{30} a C_{40}), ale tiež ako hemiterpény (C_5) a seskviterpény (C_{15}) (Cowan, 1999; Masarovičová, 2002). Ak sú v molekule aj ďalšie prvky, najčastejšie kyslík, hovoríme o terpenoidoch (Cowan, 1999). Príkladom bežne využívaného monoterpénu je mentol mäty piepornej (*Mentha x piperita*) a gáfor gáfrovníka (*Cinnamomum camphora* L.). Mnohí autori popisujú aktivitu terpénov a terpenoidov proti baktériám (Holetz et al., 2002; Park et al., 2008; Hill et al., 2013; Rammanee et al., 2011; Mucete et al., 2005; Xavier et al., 2007; Martos et al., 2008; Dukič et al., 2003; Ruchika et al., 2012), antifungálnu aktivitu (Alemdar et al., 2009; Özcan et al., 2001; Dorman et al., 2000; Holetz et al., 2002; Bhatia et al., 2012; Rammanee et al., 2011; Koduru et al., 2006; Santoyo et al., 2005; ale aj aktivitu proti vírusom (Holetz et al., 2002; Bhatia et al., 2012; Sartorelli et al., 2007; Nissen et al., 2010; Cha et al., 2005; Dorman et al., 2000; Bansal et al., 2012) a protozoám (Ruchika et al., 2012). Mendoza et al. (1997) zistil, že adíciou metylovej skupiny dochádza k zvýšeniu hydrofility a výraznému zníženiu antimikrobiálnej aktivity. Kanabinoidy sú skupinou látok terpenoidného charakteru jedinečne produkované rodom *Canabis*. Vodný extrakt listov konope vykazoval antimikrobiálnu účinnosť voči 25 rôznym rodom húb, medziiným *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Cephalosporium*, *Rhizopus*, *Mucor*, ktoré napádali uskladnené semená prosa (McPartland, 2001). Klingeren

a Ham (1976) študovali účinky tetrahydrokanabinolu a kanabidiolu na Gram-pozitívne baktérie *S. aureus*. Obidve zlúčeniny mali bakteriocídny účinok.

Éterické oleje sú prchavé zmesi monoterpénov, seskviterpénov, parafínov, uhľovodíkových arómatov a niekedy tiež fenypropénov. Už v roku 1977 uviedli Chaurasia a Vyas fakt, že 60% sledovaných derivátov éterických olejov má antifungálnu a 30% antibakteriálnu aktivitu. Olej bazalky pravej (*Ocimum basilicum* L.) je účinným dezinfekčným činidlom v potravinárstve (Burt, 2004). Terpenoidná zlúčenina kapsaicín (Obr. 5), izolovaný z čili papričiek, má inhibičný účinok na rôzne baktérie vrátane bakteriocídneho účinku na *Helicobacter pylori* (Kalia et al., 2012). Terpenoid petalostemumol izolovaný z ďalteliny vykazoval výraznú aktivitu voči *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* a menšiu aktivitu voči Gram-negatívnym baktériám (Jin et al., 2012).



Obr. 5. Kapsaicín

Rastlinné éterické oleje patria medzi sekundárne metabolity s rozličnými farmakologickými účinkami, predovšetkým antioxidantnými, antimikrobiálnymi, alebo imunomodulačnými. (Juhás et al., 2008). Na druhej strane môžu éterické oleje spôsobiť alergické reakcie alebo mať na živé organizmy toxický vplyv.

Látky odvodené od aminokyselín

Dusíkaté sekundárne metabolity rastlín sú veľmi početné a väčšina z nich je odvodená od aminokyselín (Masarovičová, 2002).

Alkaloidy sú veľkou skupinou dusíkatých heterocyklických sekundárnych metabolitov. V posledných rokoch sa pripisuje význam alkaloidov s antivírusovými, antibakteriálnymi, protizápalovými, protinádorovými a antioxidačnými vlastnosťami (Kumar et al., 2011)

Diterpenoidný alkaloid izolovaný z rodu iskerníkov (Rununculaceae) vykazoval antimikrobiálne účinky (Yue et al., 2009, Kantammredi et al., 2012). Solamargín, glykoalkaloid z bobúľ ľulkovitej rastliny *Solanum khasianum*, ako aj ďalšie alkaloidy sa môžu použiť pri infekciách spojených s ochorením AIDS (140). Zeamatín, relatívne veľký peptid, izolovaný z kukurice (*Zea mays*) je peptid s antimikrobiálnou aktivitou voči *Candida albicans* (Selitrennikoff, 2001). Tobolky so semenami rastliny *Erythrina latissima* obsahujú alkaloid na báze furánu, ktorý má výrazné antimikrobiálne účinky voči kvasinkám, Gram-pozitívnym a Gram-negatívnym baktériám (Wanjala et al., 2002).

Polypeptidy

Peptidy ako inhibítory mikroorganizmov boli po prvý krát popísané v roku 1942 Ballom et al. Ich mechanizmus účinku je v utváraní iónových kanálov v mikrobiálnej membráne (Nioi et al., 2012, Babbar et al., 2012) alebo kompetitívnej inhibícii adhézie mikrobiálnych proteínov na hostiteľský polysacharidový receptor. Inhibičné pôsobenie takýchto makromolekúl na baktérie a huby, napr. z bylín rodu ľaskavcovitých (*Amaranthus*), je známe už dlhý čas (Khullar, 2010).

Tioníny sú bežne sa vyskytujúce polypeptidy jačmeňa a pšenice pozostávajúce zo 47 aminokyselinových zvyškov (Lay et al., 2012). Tieto látky sú toxické pre kvasinky a baktérie (Fernandez et al., 1996). Tioníny z cukrovej

repy inhibujú huby, ale nie baktérie (Ahmed et al., 2012). Fabatin, polypeptid zložený zo 47 aminokyselín je štrukturálne podobný g-tionínu z obilia vykazuje inhibičné účinky na *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus hirae*, neúčinkuje na rody *Candida* a *Saccharomyces*.

Zmesi látok a ostatné zlúčeniny

Mliečna šťava s antimikrobiálnymi účinkami vytekajúca z papaje (*Carica papaya*), latex, je zmesou chemických zlúčenín. Najviac zastúpený je papaín, dobre známy proteolytický enzým, bola dokázaná aj prítomnosť alkaloidu karpaínu a terpenoidov (Cowan, 1999).

Beg a Ahmad (2001) pri štúdiu antimikrobiálnej aktivity koreňov *Plumbago zeylanica* zistili, že extrakty aktívne proti baktériám obsahujú zmes flavonoidov, saponínov a naftochinónov.

Duru et al. (2003) analyzovali chemické zloženie a antifungálnu aktivitu extraktov z listov pistácie (*Pistacia species*). Zistili, že extrakty účinné voči patogénnym hubám. v poľnohospodárstve *Phythium ultimum* a *Rhizoctania solani*, obsahujú celú škálu zlúčenín terpénov, terpenoidov, aromatických a alifatických látok.

Okoli et al. (2002) sledovali antibakteriálnu účinnosť vodných extraktov listov *Harungana madagascariensis*. Extrakty obsahujúce glykozidy, taníny, saponíny, flavonoidy a alkaloidy boli účinné na *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* a *Salmonella typhi*. *Staphylococcus aureus* bol citlivý len na horúci extrakt.

Kôra a nezrelé plody avokáda obsahujú antifungálny dién, ktorý spôsobuje odolnosť nezrelých plodov pred fungálnym napadnutím. Cesnak je známy svojimi antimikrobiálnymi účinkami v mnohých tradičných medicínach. Dve z látok identifikovaných v cesnaku, dia-

lyl sulfid a dialyl disulfid, ovplyvňovali rast baktérie *Klebsiella pneumoniae* (Shukla et al., 2008).

Antimikrobiálne účinky brusnicového džúsu boli známe už dlhšiu dobu. Koncom osemdesiatych rokov bol popísaný mechanizmus účinku fruktózy, prítomnej v brusnicovom a čučoriedkovom džúse, ktorá kompetitívne inhibuje adhéziu buniek *Escherichia coli* epitelové bunky urinárneho traktu (Kokoska et al., 2002; Seeram et al., 2004). Nakoľko fruktóza sa vyskytuje vo väčšine ovocia, je otázkou, ktoré ďalšie látky prispievajú k antimikrobiálnej aktivite spomínaných džúsov (Kokoska et al., 2002; Seeram et al., 2004).

Aj ďalšie sekundárne metabolity, saponíny, sú z poľnohospodárskeho hľadiska významné pre ich alelopatický efekt a vplyv na rast pôdnej mikroflóry. Fons et al. (2003) študovali vplyv saponínov na pôdne rhizosférne baktérie a zistili, že saponíny tieto baktérie „kontrolujú“. V Tabuľke 1 je prehľad niektorých rastlín s antimikrobiálnou aktivitou, ich účinných látok a aktivita ich pôsobenia.

Tab. 1 Sekundárne metabolity rastlín s antimikrobiálnou aktivitou

Názov	Latinský názov	účinná látka	aktivita	referencie
lucerna	<i>Medicago sativa</i>	saponíny	G ⁺ baktérie	Larose et al., 2002 Nagel et al., 2008
aloe	<i>Aloe barbadensis</i>	latexová zmes	<i>Salmonella</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Streptococcus</i>	Alehdar et al., 2009
jabĺko	<i>Malus sylvestris</i>	flavonoidový derivát floretín	všeobecná	Hunter a Hull, 1993
bazalka	<i>Ocimum basilicum</i>	éterické oleje	baktérie, <i>Salmonella</i>	Matasyoh et al., 2010
bobkový list	<i>Laurus nobilis</i>	éterické oleje	baktérie, huby	Özcana et al., 2001
čierne korenie	<i>Piper nigrum</i>	alkaloid piperín	huby, <i>Lactobacillus</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>E. coli</i>	Dorman et al., 2000
čučoriedky	<i>Vaccinium spp.</i>	monosacharid fruktóza	<i>E. coli</i>	Heinonen, 2007
lopúch	<i>Arctium lappa</i>	polyacetylén, taníny, terpenoidy	baktérie, huby, vírusy	Holetz et al., 2002
iskerník	<i>Ranunculus bulbosus</i>	laktón protoanemonín	<i>Staphylococcus aureus</i>	Kaya et al., 2012
rasca	<i>Carum carvi</i>	kumarín	baktérie, huby, vírusy, <i>C. albicans</i>	Bhatia et al., 2012
škoricca	<i>Cinnamomum verum</i>	éterické oleje, taníny	<i>C. albicans</i>	Bhatia et al., 2012
rumanček	<i>Matricaria chamomilla</i>	fenolové kyseliny	<i>M. tuberculosis</i> , <i>S. typhimurium</i> , <i>S. aureus</i>	Dulger et al., 2004
čili papričky	<i>Capsicum annuum</i>	terpenoid kapsaicín	baktérie	Park et al., 2008
klinčeky	<i>Syzygium aromaticum</i>	terpenoid eugenol	<i>Salmonella enterica</i> , <i>Listeria innocua</i>	Dorman et al., 2000 Hill et al., 2013

Názov	Latinský názov	účinná látka	aktivita	referencie
podbeľ	<i>Tussilago farfara</i>	Alkaloid senkirín	všeobecná	Kokoska et al., 2002
koriander	<i>Coriandrum sativum</i>		baktérie, huby	Cantore et al., 2004
brusnice	<i>Vaccinium spp.</i>	monosacharid fruktóza	baktérie	Kokoska et al., 2002
púpava	<i>Taraxacum officinale</i>		<i>C. albicans</i> , <i>S. cerevisiae</i>	Sengul et al., 2009
kôpor	<i>Anethum graveolens</i>	éterické oleje	baktérie	Jirovetz et al., 2003
eukalyptus	<i>Eucalyptus globulus</i>	tanín	baktérie, vírusy	Sartorelli et al., 2007
kôra grapefruitu	<i>Citrus paradisi</i>	terpenoidy	huby	Rammanee et al., 2011
zelený čaj	<i>Camellia sinensis</i>	flavonoid katechín	<i>S. epidermis</i> , <i>M. luteus</i> , <i>Brevibacterium linens</i> , <i>B. subtilis</i>	Sharma et al., 2012
kokos	<i>Cocos nucifera</i>	Katechín	<i>S. aureus</i> , <i>C. albicans</i>	Esquenazi et al., 2002
konope	<i>Cannabis sativa</i>	organická kyselina b-rezercyklická	baktérie a vírusy	Nissen et al., 2010
chmeľ	<i>Humulus lupulus</i>	fenolové kyseliny, humulón, lupulón, hemiterpenoidy	<i>S. aureus</i> , G ⁺ baktérie	Siragusa et al., 2008
chren	<i>Armoracia rusticana</i>	terpenoidy	<i>E. coli</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>A. niger</i>	Mucete et al., 2005
sladké drevko	<i>Glycyrrhiza glabra</i>	fenol alkohol glabrol	<i>S. aureus</i> , <i>M. tuberculosis</i>	Fukai et al., 2002
nechtík	<i>Calendula officinalis</i>		G ⁺ a G ⁻ baktérie	Chakraborty, 2008
dub	<i>Quercus ilex</i>	taníny, flavonoid kvercetin	baktérie	Berahu et al., 2007
olivový olej	<i>Olea europaea</i>	aldehyd hexanal	G ⁺ a G ⁻ baktérie	Pereira et al., 2007
cesnak	<i>Allium sativum</i>	alicin, sulfátované terpenoidy	<i>S. mutans</i>	Xavier et al., 2007
cibula	<i>Allium cepa</i>	sulfoxid alicin	baktérie, <i>Candida</i>	Moin et al., 2012, Bhatia et al., 2012
kôra pomaranču	<i>Citrus sinensis</i>	terpenoid	huby	Martos et al., 2008
papaja	<i>Carica papaya</i>	latexová zmes	G ⁺ a G ⁻ baktérie	Doughara et al., 2007
mäta	<i>Mentha piperita</i>	terpenoid mentol	<i>E. coli</i> , <i>Shigella</i> , <i>M. flavus</i>	Dukič et al., 2003
zimozeleň	<i>Vinca minor</i>	alkaloid rezerpin	všeobecná	Cowan, 1999
mak	<i>Papaver somniferum</i>	alkaloid ópium	G ⁺ a G ⁻ baktérie	Chaudry et al., 2008
zemiaky	<i>Solanum tuberosum</i>		G ⁺ a G ⁻ baktérie, huby	Koduru et al., 2006
rozmarín	<i>Rosmarinus officinalis</i>	éterické oleje	G ⁺ a G ⁻ baktérie, huby	Santoyo et al., 2005
senna	<i>Cassia angustifolia</i>	antrachinón rein	<i>S. aureus</i>	Makinde et al., 2007
ľubovník	<i>Hypericum perforatum</i>	antrachinón hypericín	<i>S. aureus</i>	Reichling et al., 2001
palina	<i>Artemisia dracuncululus</i>	kyselina kávová, taníny	vírusy	Cha et al., 2005
tymián	<i>Thymus vulgaris</i>	kyselina kávová, tymol, taníny	baktérie, huby, vírusy	Dorman et al., 2000
tureník	<i>Curcuma longa</i>	terpenoid kurkumín	baktérie, protozoa	Ruchika et al., 2012
valeriána	<i>Valeriana officinalis</i>	éterické oleje	<i>A. niger</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i>	Letchamo et al., 2004
vrbca	<i>Salix alba</i>	slicín, taníny, éterické oleje		Ruchika et al., 2012
marinka	<i>Galium odoratum</i>	kumarín	vírusy	Bansal et al., 2012

Vysvetlivky: všeobecná aktivita účinnej látky je taká, ktorá ešte nie je dostatočne objasnená

Záver

Hoci sú rastliny už od pradávna súčasťou života človeka, ich poznanie nie je úplne skončené. Stále je mnoho otázok ohľadom uplatnenia rastlín a ich produktov nielen vo výžive, ale aj v ďalších oblastiach ľudského života.

Antimikrobiálna aktivita rastlín je predmetom záujmu mnohých vedeckých smerov. Znalosti o inhibičných efektoch mnohých zlúčenín pôvodne pochádzajúcich z rastlín sú každým dňom hlbšie a komplexnejšie. S rozširujúcimi sa znalosťami prichádza éra „znovuobjavovania“ a nachádzania účinných rastlinných látok v medicíne, zdravej výžive

a poľnohospodárstve. Ako vyplýva z predchádzajúceho, využitie rastlín vo farmakológii a medicíne je na vzostupe. Jednou z oblastí, ktorá využíva rastlinné metabolity v stále väčšej miere je poľnohospodárstvo. Znalosť mechanizmov pôsobenia sekundárnych metabolitov pri ochrane rastlín pred škodcami a zároveň získavanie „zdravých“ produktov bez chemických reziduí je cieľom, ktorý je aktuálny pre celé ľudstvo. K tomu, aby sme bezpečne využívali prirodzené mechanizmy rastlín je ale potrebné ďalšie intenzívne štúdium nielen rastlinných metabolitov, ale aj interakcií týchto metabolitov s prostredím a živými organizmami v ňom.

Literatúra

AHMED, N.U., PARK, J.I., JUNG, J.H., SEO, M.S., KUMAR, T.S., LEE, I.H., NOU, I.S. 2012. Identification and characterization of stress resistance related genes of Brassica rapa. *Biotechnology Letters* 34, 2012: 979-987. ISSN 0141-5492.

ALEHDAR, S., AGAOGLU, S. 2009. Investigation of in vitro Antimicrobial Activity of Aloe vera Juice. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 1, 2009:99-102. ISSN 1680-5593.

ALZOREKY, N.S., NAKAHARA, K. 2003. Antibacterial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. *International Journal of Food Microbiology* 3, 2003 : 223-230. ISSN 0168-1605.

BABBAR, W., QBAL, Z., KHAN, M.N., MUHAMMAD, G. 2012. An inventory of the plants used for parasitic ailments of animals. *Pakistan Veterinary Journal* 32, 2012: 183-187. ISSN 0253-8318.

BANSAL, R, BANSAL, P., GUPTA, V., KUMAR, S., SHARMA, S., RAO, M.M. 2010. Drug designing through antimicrobial potentials of Indian herbs. *Journal of Pharmacy Research* 3, 2010:364-370. ISSN 1759-8893.

BEG, A.Z., AHMAD, I. 2000. Effect of Plum-bago zeylanica extract and certain curing agents on multidrug resistant bacteria of clinical origin. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 16, 2000:841-844. ISSN 0959-3993.

BÉLIVEAU, R., GINGRAS, D. 2008. Výživa ako zbraň proti rakovine. *Balneotherma s. r o.*, 2008, 216 s. ISBN 978-80-969911-1-2.

BERAHOU, A., AUHMANI, A., FDIL, N., BENHARREF, A., JANA, M., GADHI, C.A. 2007. Antimicrobial activity of Quercus ilex bark's extracts. *Journal of Ethnopharmacology* 112, 2007:426-429. ISSN 0975-8232.

BHATIA, M., SHARMA, A. 2012. Inactivation of Candida albicans in culture media by eight spices native to Indian subcontinent. *International Journal of Pharmaceut. Science Review and Research* 16, 2012:125-129. ISSN

0975-8232.

BOURGAUD, F., GRAVOT, A., MILESI, GONTIERE, E. 2001. Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. *Plant Science* 161, 2001:839-851. ISSN 0168-9452.

BURT, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94,2004: 223-253. ISSN 0168-1605.

BURDULIS, D, SARKINAS, A., JASUTIENÉ, I., STACHEVICENÉ, E., NIKOLAJEVAS, L., JANULIS, V. 2009. Comparative study of anthocyanin composition, antimicrobial and antioxidant activity in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) fruits. *Acta Polonicae Pharmaceutical* 66, 2009:399-408. ISSN 0001-6837.

CHA, J.D., JEONG, M.R., MOON, S.E., KIM, J.Y., KILL, B.S., SONG, Y.H. 2005. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Artemisia scoparia* and *A. capillaris*. *Planta Medica* 71, 2005:186-190. ISSN 0032-0943.

CHAKRABORTHY, G.S. 2008. Antimicrobial activity of the leaf extracts of *Calendula officinalis* (LINN). *Journal of Herbal Medicine and Toxicology* 2, 2008:65-66. ISSN 1522-8940.

CHAUDRY, N.M.A-. TARIQ, P. 2008. In vitro antibacterial activities of Kalonji, cumin and poppy seed. *Pak.J.Bot* 40, 2008:461-467. ISSN 0556-3321.

CHAUASIA, S.C., VYAS, K.K. 1997. In vitro effect of some volatile oil against *Phytophthora parasitica* var. *piperina*. *J. Res. Indian Med. Yoga Homeopath.* 1977:24–26. ISSN 0970-7700.

CANTORE, P.L., IACOBELLIS, N.S., De-

MARCO, A., CAPASSO, F, SENATORE, F. 2004. Antibacterial activity of *Coriandrum sativum* L. and *Foeniculum vulgare* Miller var. *Vulgare* Essential oils. *J.Agric Food Chem* 52, 2004:7862-7866. ISSN 0021-8561.

COTTIGLIA, F., LOY, G., GARAU, D., FLORIS, C., CASU, M., POMPEI, R, BONSIGNORE, L. 2001. Antimicrobial evaluation of coumarins and flavonoids from the stems of *Daphne gnidium* L. *Phytomedicine*, 8, 2001:302-305. ISSN 0944-7113.

COWAN, M.M 1999. Plant product as antimicrobial agents. *Clin. Microbial. Rev.* 12, 1999:564-582. ISSN 0893-8512.

DAYAN, F.E.; CANTREL, F.L., DUKE, S.O. 2009. Natural products in crop protection. *Bioorganic & Medicinal Chemistry* 17, 2009:4022-4034. ISSN 0968-0896.

DORMAN, H.J.D., DEANS, S.G. 2000. Antimicrobial agents from plants:antimicrobial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology* 88, 2000: 308-316. ISSN 1365-2672.

DOUGHARI, J.H., ELMAHMOOD, A.M., MANZARA, S. 2007. Studies on the antibacterial activity of root extracts of *Carica papaya* L. *African Journal of Microbiology Research*, 2007:37-41. ISSN 1996-0808.

DULGER, B., GONUZA, A.:Antimicrobial activity of Curtain Plants used in Turkish Traditional Medicine. *Asian Journal of Plant Science* 3, 2001:104-107. ISSN 16823974.

DUKIC, N.M., BOŽIN, B., SOKOVIC, M., MIHAJLOVIĆ, B., MATAVULJ, M. 2003. Antimicrobial and antioxidant Activities of three *Mentha* Species Essential Oils. *Planta Med.* 69, 2003:413-419. ISSN 0032-0943.

DURU, M.E., CAKIR, A., KORDALI, S., ZENGİN, H., HARMANDAR, M., IZUMI, S., HIRATA, T. 2003. Chemical composition and antifungal properties of essential oils of three

- Pistacia* species. *Fitoterapia* 74, 2003:170-176. ISSN 0367-326X.
- ESQUENAZI, D., IGG, M.D., MIRANDA, M.F.S., RODRIUEZ, H.M., TOSTES, J.B.F., ROZENTAL, S., DaSILVA, A.J.R., ALVIANO, C.S. 2002. Antimicrobial and antiviral activities of polyphenolic from *Cocos nucifera* Linn. (Palmae) husk fiber extrakt. *Research in Microbiology* 153, 2002:647-652. ISSN 0923-2508.
- FATTOUCH, S., CABONI, P., CORONEO, V., TUBEROSO, C., ANGIONI, A., DESSI, S., MARZOUKI, N., CABRAS, P. 2008. Comparative Analysis of Polyphenolic Profiles and Antioxidant and Antimicrobial Activities of Tunisian Pome Fruit Pulp and Peel Aqueous Acetone Extracts. *J. Agric. Food Chem* 56. 2008:1084-1090. ISSN 1520-5118.
- FERNANDEZ, M.A., GARCIA, M.D., SAENZ, M.T. 1996. Antibacterial activity of the phenolic acids fraction of *Scrophularia frutescens* and *Scrophularia sambucifolia*. *J. Ethnopharmacol.* 53, 1996:11-14. ISSN 0378-8741.
- FONS, F., AMELLAL, N., LEYVAL, C., SAINT-MARTIN, N., HENRY, M. 2003. Effect of gypsophila saponins on bacterial growth kinetics and on selection of subterranean clover rhizosphere bacteria. *Can. J. Microbiol* 49, 2003:367-373. ISSN 1480-3275.
- FYLAKTAKIDOU, K.C., HADJIPAVLOU, L., DIMITRA, J., LITINAS, K.E., NICOLAIDES, D.N. 2004. Natural and Synthetic Coumarin Derivatives with Anti-Inflammatory / Antioxidant Activities. *Current Pharmaceutical Design* 10, 2004: 3813-3833. ISSN 1381-6128.
- FUKAI, T., MARUMO, A., KAITOU, K., KANDA, T., TERADA, S., NOMURA, T. 2002. Antimicrobial activity of licorice flavonoids against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Fitoterapia* 73, 2002:536-539. ISSN 0367-326X.
- HEINONEN, M.: Antioxidant activity and antimicrobial effect of berry phenolic – a Finish perspective. *Molecular Nutrition & Food Research* 51, 2007: 684-691. ISSN 1613-4133.
- HERNANDEZ, N.E., TERESCHUK, M.L., ABDALA, L.R. 2000. Antimicrobial activity of flavonoids in medicinal plants from Tafi del Valle (Tucuman, Argentina). *J. Ethnopharmacol.* 73, 2000:317-322. ISSN 0378-8741.
- HILL, L.E., GOMES, C., TAZLOR, T.M. 2013. Characterization of beta-cyclodextrin inclusion complexes containing essential oils (trans-cinnamaldehyde, eugenol, cinnamon bark, and clove bud extracts) for antimicrobial delivery applications. *LWT – Food Science and Technology* 1, 2013:86-93. ISSN 0023-6438.
- HOLETZ, F.B., PESSINI, G.L., SANCHEZ, N.R., CORTEZ, D.A.G., NAKAMURA, C.V., FILHO, B.P.D. 2002. Screening of some Plants Used in the Brazilian Folk Medicine for the treatment of Inflections Diseases. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 97, 2002:1027-1031. ISSN 0074-0276.
- IVANCHEVA, S., MANOLOVA, N., SERKEDJIEVA, J., DIMOV, V., IVANOVSKA, N. 1992. Polyphenols from Bulgarian medicinal plants with anti-infectious activity. *Basic Life Sci.* 59, 1992:17-28. ISSN 0090-5542.
- JIN, J., WANG, Y., IAASA, A.D., XU, Z., SCHELENBERG, N.P., YHANG, Y.G., LIU, X.L., McALLISTER, T.A. 2012. Effect of condensed tannins on ruminal degradability of purple prairie clover (*Dalea purpurea* Vent.) harvested at two growth stages. *Animal Field and Science Technology* 176, 2012:17-25. ISSN 0377-8401.
- JIROVETZ, L., BUCHBAUER, G., STOYA-

- NOVA, A.S., GEORGIEW, E.V., DAMIANO-VA, S.T. 2003. Composition, quality Control and Antimicrobial Activity of the Essential Oil of Long-Time Stored Dill (*Anethum graveolens* L.) seeds from Bulgaria. *J.Agric.Food Chem.* 31, 2003: 3854-3857. ISSN 1520-5118.
- JUHÁS, Š., BUJMÁKOVÁ, D., REHÁK, P., ČIKOŠ, Š., CZIKKOVÁ, S., VESELÁ, J., ILKOVÁ, G., KOPPEL, J. 2008. Anti-Inflamantory Effects of Thyme Essential Oil in Mice. *Acta Vet, Brno*, 2008, 77:327-334. ISSN 1801-7576.
- KALIA, N.P., MAHAJAN, P., MEHRA, R., NARGOTRA, A., SHARMA, J.P., KOUL, S., KHAN, I.A. 2012. Capsaicin, a novel inhibitor of the NorA efflux pump, reduces the intracellular invasion of *Staphylococcus aureus*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 10, 2012:2401-2408. ISSN 1460-2091.
- KANTAMMREDI, V.S.S., WRIGHT, C.W. 2012. Screening indian plant species for antiplasmodial properties - Ethnopharmacological compared with random selection. *Phytotherapy Research* 26, 2012:1793-1799. ISSN 1099-1573.
- KAYA, G.I., ÜNVERSOMER, N., KOMYALIOGLU, S., YALÇIN, T., YAVAŞOGLU, N.Ü.K.,SARAKAYA, B., ÖNÜR, M. 2010. Antioxidant ant antibacterial activities of *Ranunculus marginatus*, var. *Trachycarpus* and *Ranunculus sprumerianus*. *Turk J.Biol.*, 34, 2010:139-146. ISSN 1303-6092.
- KHULLAR, N.: Antimicrobials from plants and their use in therapeutics and drug discovery. *Phytotherapy* 1, 2010:31-37. ISSN 1099-1573.
- KLAGSBURN, M., EICHMAN, A. 2005. A role for axon guidance receptors and ligands in blood vessel development and tumor angiogenesis. *Cytokine & Growth Factor Reviews* 16, 2005:535-548. ISSN 1359-6101.
- KLINGEREN, V.B., HAM, M.T. 1976. Antibacterial activity of delta-9-tetrahydrocannabinol and cannabidiol. *Antonie von Leeuwenhoek* 42, 1976:9-12. ISSN 0003-6072.
- KMEŤ, V. 1976. Enterálne infekcie hospodárskych zvierat a možnosti ich ovplyvnenia laktobacilmi a rastlinnými silicami. In KAČÁNIOVÁ, M., BOBČEK, R., KMEŤ, V. ANGELOVIČOVÁ, M. 2005. Kýmne doplnky ako náhrada antibiotík a ďalšie aplikácie. SPU: Nitra, 2005: 78. ISBN 80-8069-589.X.
- KODURU, S., GRIERSON, D.S., AFOLAYAN, A.J. 2006. Antimicrobial activity of *Solanum aculeastrum*. *Pharmaceutical Biology* 44, 2006:283-286. ISSN 1388-0209.
- KOKOSKA, L., POLESNY, Z., RADA, V., NEPOVIM, A, VANEK, T. 2002. Screening of some Siberian medicinal plants for antimicrobial activity. *Journal of Ethnopharmacology* 82, 2002:51-53. ISSN 03788741.
- KOREŇOVÁ, A. 2008. Prírodné látky a ich využitie pre zdravie. Pokroky v chémii a v biológii - vyššia kvalita života, Fakulta Chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave, 2008. ISBN 978-80-227-2932-1.
- KOTALI, A., LAFAZANIS, I.S., HARRIS, P.A. 2008. Synthesis of 6,7-Diacylcoumarins via the Transformation of a Hydroxy into a Carbonyl Group. *Synthetic Communications: An International Journal for Rapid Communication of Synthetic Organic Chemistry* 38, 2008: 3996-4006. ISSN 0039-7911.
- KUMAR, D., RAWAT, D.S. 2011. Marine natural alkaloids as anticancer agents+. Opportunity, Challenge and Scope of Natural Products in Medicinal Chemistry, 2011: 213-268, ISBN 978-81-308-0448-4.
- LAROSE, G., CHRENEVERT, R., MOUTOGLIS, P., GAGNE, S., PICHÉ, Y., VIERHEILIG, H. 2002. Flavonoid levels in roots of *Medicago sativa* are modulated by the de-

- developmental stage of symbiosis and the root colonizing arbuscular mycorrhizal fungus. *J. Plant Physiol.* 159, 2002: 1329-1339. ISSN 0176-1617.
- LAY, F.T., MILLS, G.D., POON, I.K.H., COWIESON, N.P., KIRBY, N., BAXTEER, A.A., KVANSAKUL, M., HULLED, M.D. 2012. Dimerization of plant defensin NaD1 enhances its antifungal activity. *Journal of Biological Chemistry* 287, 2012: 19961-19972. ISSN 0021-9258.
- LETCHAMO, W., WARD, W., HEARD, B., HEARD, D. 2004. Essential oil of *Valeriana officinalis* L. cultivars and Their Antimicrobial Activity As Influenced by Harvesting Time under Commercial Organic Cultivation. *J. Agric. Food Chem.* 52, 2004: 3915-3919. ISSN 0021-8561.
- MAKINDE, A.A., IGOLI, J.O., AMA, L.T., SHAIBU, S.J., GARBRA, A. 2001. Antimicrobial activity of *Hypericum perforatum* L. *Pharmacopsychiatry* 31, 2001: 116-118. ISSN 01763679.
- MARCEL, W.L.K., CHI, H.C.H. 2004. Pharmacological effects of green tea on the gastrointestinal system. *European Journal of Pharmacology* 500, 2004: 177-185. ISSN 0014-2999.
- MARTENS, S., MITHÖFFER, A. 2005. Flavones and flavone synthases. *Phytochemistry* 66, 2005: 2399 - 2407. ISSN 0031-9422.
- MARTOS, M.V., NAVAJAS, Y.R., LOPEZ, J.F., ÁLVAREZ, J.P. 2008. Antibacterial activity of lemon (*Citrus lemon* L.) mandarin (*Citrus reticulata*) grapefruit (*Citrus paradisi*) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. *Journal of Food Safety* 28, 2008: 567-576. ISSN 1745-4565.
- MASAROVIČOVÁ, E., REPČÁK, M., ERDELSKÝ, K., GAŠPARÍKOVÁ, O., JEŠKO, T., MISTRÍK, I.: *Fyziológia rastlín*. 2002. Univerzita Komenského Bratislava. 303 s. ISBN: 8022316156.
- MATASYOH, L.G., MATASYOH, J.C., WACHIRA, F.N., KINYUA, M.G., MUIGAI, A.W.T., MUKIAMA, T.K. 2010. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Ocimum gratissimum* L. growing in Eastern Kenya. *African journal of Biotechnology*, 2010, ISSN 1684-5315. ISSN 1684-5315.
- McPARTLAND, J.M., RUSSO, E.B. 2001. Cannabis and Cannabis Extracts. *Journal of Cannabis Therapeutics* 1, 2001: 103-132. ISSN 1529-9775.
- MENDOZA, L., IKENS, M., URZUA, A. 1997. Antimicrobial study of the resinous exudates and of diterpenoids and flavonoids isolated from some Chilean *Pseudognaphalium* (Asteraceae). *J. Ethnopharmacol.* 58, 1997: 85-88. ISSN 0378-8741.
- MUCETA, D., BOROZAN, A., RADU, F., JIANU, I., ALEXA, E. 2005. Research about the antimicrobial action of some active principles in *Armoracia rusticana*. *Agroalimentary Processes and Technologies* 11, 2005: 237-242. ISSN 2069-0053.
- NAGEL, J., CULLEY, L.K., LU, Y., LIU, E., MATTHEWS, P.D., STEVENS, J.F., PAGE, J.E. 2008. Est Analysis of Hop Glandular Trichomes Identifies an O-methyltransferase That Catalyses the biosynthesis of xanthohumol. *Plant Cell* 20, 2008: 186-200. ISSN 1040-4651.
- NIOI, C., KAPEL, R., RONDAGS, E., MARC, I. 2012. Selective extraction, structural characterisation and antifungal activity assessment of napins from an industrial rapeseed meal. *Food Chemistry* 134, 2012: 2149-2155. ISSN 0308-8146.
- NISSSEN, L., ZATTA, A., STEFANINI, I., GRANDI, S., SGORBATI, B., BIAVATI, B.,

- MONTI, A. 2010. Characterization and antimicrobial activity of essential oils of industrial hemp varieties (*Canabis sativa* L.). *Fitoterapia* 81, 2010:413-419. ISSN 0367-326X.
- OKOLI, A.S., OKEKE, M.I., IROEGBU, C.U., EBO, P.U. 2002. Antibacterial activity of *Harungana madagascariensis* leaf extract. *Phytother. Res.* 16, 2002:174-179. ISSN 1099-1573.
- ÖZCAN, M., ERKMEN, O. 2001. Antimicrobial activity of essential oil of Turkish plant spices. *Eur Food Res Technol* 212, 2001:658-660. ISSN 1438-2377.
- PANIZZI, L., CATALANO, S., MIARELLI, C., CIONI, P., CAMPEOL, E. 2000. In vitro antimicrobial activity of extracts and isolated constituents of *Geum rivale*. *Phytother. res.* 14, 2000:561-563. ISSN 0951418X.
- PARK, J.H., KIM, R., ASLAM, Z., JEON, CH.O., CHUNG, Y.R. 2008. *Lysobacter capsici* sp. Nov., with antimicrobial activity, isolated from the rhizosphere of pepper and amended description of genus *Lysobacter*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 58, 2008:387-392. ISSN 1466-5026.
- PEREIRA, A.P., FERREIRA, I.C.F.R., MARCELINO, F., VALENTAO, P., ANDRADE, P.B., SEABRA, R., ESTEVINHO, L., BENTO, A., PEREIRA, J.A. 2007. Phenolic compounds and Antimicrobial Activity of Olive (*Olea europea* L. cv. *Cobrancosa*) Leaves. *Molecules* 12, 2007:1153-1162. ISSN 1420-3049.
- POLITI, M., BRACA, A., TOMMASI, N., MORELLI, I., MANUNTA, A., BATTINELLI, L., MAZZANTI, G. 2003. Antimicrobial diterpens from the seeds of *Cephalotaxus harringtonia* var. *drupacea*. *Planta Med.* 69, 2003:468-470. ISSN 0032-0943.
- POMILIO, A.B., BUSCHI, C.A., TOMES, C.N., VIALE, A.A. 1992. Antimicrobial constituents of *Gomphrena martiana* and *Gomphrena boliviana*. *J. Ethnopharmacol.* 36, 1992:155-161. ISSN 0378-8741.
- PŠENÁKOVÁ, I., FARAGÓ, J. 2006. Rastlinné flavonoidy a ich potenciál pre funkčné potraviny a nutraceutiká. Nové poznatky z genetiky a šľachtenia poľnohospodárskych rastlín. Zborník z 13. vedeckej konferencie, Piešťany : VÚRV, 2006: 27-31. ISBN 80-88872-57-X.
- PUUPPONEN-PIMIA, R., NOHYNEK, L., MEIER, C., KAHKONEN, M., HEINONEN, M., HOPIA, A., OKSAM-CALDENTY, K.M. 2001. Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. *J Appl. Microbiol.* 90, 2001:494-507 ISSN 1364-5072.
- RAMMANEE, K., HONGPATTARAKERE, T. 2011. Effect of tropical Citrus Essential oils on Growth, Aflatoxin Production and Ultrastructure Alteration of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticum*. *Food Bioprocess Technol* 4, 2011:01050-1059. ISSN 1935-5130.
- RUCHIKA, K.G., PRERNA, R. 2002. Potential of Nutraceuticals and Medicinal Plants in the Management of Osteoarthritis. *Acta Biologica Indica* 1, 2012: 27-46. ISSN 2279-0160.
- RUSCIO, J., RUSCIO, A.M. 2002. A Structure-Based Approach to Psychological Assessment Matching Measurement Models to Latent Structure. *Assessment* 9, 2002:14-16. ISSN 10731911.
- SAKANAKA, S., TACHIBANA, Y., OKADA, Y. 2005. Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (*kakinoha-cha*). *Food Chemistry* 4, 2005:569-575. ISSN 0308-8146.
- SARTORELLI, P., MARQUIORETO, A.D., AMARAL-BAROLI, A., LIMA, M.E.L., MORENO, P.R.H. 2007. Chemical composi-

- tion and antimicrobial activity of the essential oils from two species of *Eucalyptus*. *Phytotherapy Research* 21, 2007:231-233. ISSN 1099-1573.
- SANTOYO, S., CAVERO, S., JAIME, L., IBÁÑEZ, E., SEÑORÁNS, F.J., REGLERO, G. 2005. Chemical composition and Antimicrobial Activity of *Rosmarinus officinalis* L. Essential Oil Obtained via Supercritical Fluid Extraction. *Journal of Food Protection* 68, 2005: 790-795. ISSN 0362-028X.
- SCALBERT, A. 1991. Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry* 30, 1991:3875–3883. ISSN 0031-9422.
- SEERAM, N.P., ADAMS, L.S., HARDY, M.L., HEBER, D. 2004. Total Cranberry Extract versus Its Phytochemical Constituents: Antiproliferative and Synergistic Effects against Human Tumor Cell Lines. *J. Agric. Food Chem* 52, 2004: 2512–2517. ISSN 0021-8561.
- SELITRENNIKOFF, C.P. 2001. Antifungal Proteins. *Appl. Environ. Microbiol.* 67, 2001: 2883-2894. ISSN 1098-5336.
- SHARMA, A., GUPTA, S., SARETHY, P., DANG, S., GABRAN, R. 2012. Green tea extract: Possible mechanism and antibacterial activity on skin pathogens. *Food chemistry*, 2012, 135:672-675. ISSN 0308-8146.
- SCHOFIELD, P., MBUGUA, D.M., PELL, A.N. 2001. Analysis of condensed tannins: a review. *Animal Feed Science and Technology* 16, 2001:21-40. ISSN 03778401.
- SENGUL, M., YILDIZ, H., GUNGOR, N., CETIN, B., ESER, Y., ERCISLI, S. 2009. Total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of some medicinal plants. *Pak. J. Pharm* 22, 2009:102-106. ISSN 1011601x.
- SILVÁN, J.M., MINGO, E., HIDALGO, M., DePASCUAL-TERESA, S., CARRASCOSA, A.V., MARTINEZ-RODRQUEZ, A.J. 2013. Antibacterial activity of a grape seed extract and its fractions against *Campylobacter* spp. *Food Control* 29, 2013:25-31. ISSN 09567135.
- SIRAGUSA, G.R., HAAS, G.J., MATTHEWS, P.D., SMITH, R.J., BUHR, R.J., DALE, N.M., WISE, M.G. 2008. Antimicrobial activity of lupulone against *Clostridium perfringens* in the chicken intestinal tract jejunum and caecum. *J. Antimicrob., Chemoter* 61, 2008:853-858. ISSN 03057453.
- SUZUKI, R., TANAKA, T., YAMAMOTO, M., SAKAGAMI, H., TOMOMURA, M., SATOH, K., SHIRATAKI, Y. 2012. In search of new biological activities of isolates from *Odontoglossum Harvengtense* 'Tutu'. *In Vivo* 26, 2012:993-1000. ISSN 0258-851x.
- TIMORACKÁ, M., VOLLMANOVÁ, A., BYSTRICKÁ, J. 2010. Polyphenols in chosen species of legumens – a review. *Potravinárstvo* 4, 2010:65-72. ISSN 1338-0230.
- VOLLMANOVÁ, A., TÓTH, T., TOMÁŠ, J., TIMORACKÁ, M., MELICHÁČOVÁ, S. 2009. Obsaha bioaktívnych zložiek vo vybraných odrodách čučoriedky chocholíkatej (*Vaccinium corymbosum* L.). *Acta fytotechnica et zootechnica – Mimoriadne číslo Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae*, 2009, s. 695-700. ISSN 1335-258x.
- WAJALA, C.C., JUMA, B.F., BOJASE, G., GASHE, B.A., MAJINDA, R.R. 2002. Erythrinaline alkaloids and antimicrobial flavonoids from *Erythrina latissima*. *Planta Med.* 68, 2002:640-642. ISSN 00320943.
- XAVIER, T.F., VIJAYALAKASHMI, P. 2007. Screening of Antibiotic Resistant Inhibitors from Indian Traditional Medicinal Plant against *Streptococcus mutans*. *Journal of Plants Science* 2, 2007: 370-373. ISSN 18164951.
- YEE, Y.K., KOO, M.W.L. 2000. Anti-*Helicobacter pylori* activity of chinese tea: in

vitro study. Aliment. Pharmacol. Ther. 14, 2000:635-638. ISSN 02692813.

YUE, H.P.Z., SONG, F., LIU, Y., CAI, Z., LIU, S.: Studies on the aconitine-type alkaloids in the roots of Aconitum Carmichaeli. Talanta 77, 2009:1800-1807.

ZULKIFLI, I., ABDULLAH, N., AYRIN, N.M. 2000. Growth performance and immune response of two commercial broiler strains fed diets containing Lactobacillus culture and oxytetracycline under heat stress conditions. Brit. Poult. Science 41, 2000 : 593-597. ISSN 0007-1668.

Adresa prvého autora:

RNDr. Katarína Vulganová
Inštitút fyzioterapie, balneológie a liečebnej rehabilitácie
Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave
Nám. J. Herdu 2
917 01 Trnava

Recenzované / Reviewed:

28.1.2013

PROBIOTIKÁ AKO LIEK ALEBO LIEČEBNÝ DOPLNOK V INDIKACIÍ CHRONICKÝCH ZÁPALOVÝCH A ONKOLOGICKÝCH OCHORENÍ

PROBIOTICS - DRUGS OR NUTRITIONAL SUPPLEMENTS IN TREATMENT OF
CHRONIC INFLAMMATORY AND ONCOLOGICAL DISEASES

Štefan Durdík, Róbert Donát, Július Pálaj, Vítězslav Marek, Jana Sokolová

doc. MUDr. Štefan Durdík, PhD.

MUDr. Róbert Donát

MUDr. Július Pálaj

MUDr. Vítězslav Marek

MUDr. Jana Sokolová, PhD.

Lekárska fakulta Univerzity Komenského, Bratislava

Onkologický ústav sv. Alžbety, Bratislava

Súhrn: V odbornej literatúre sú dlhodobo analyzované možnosti použitia probiotík v liečbe bežných infekcií gastrointestinálneho traktu ale aj závažných ochorení ako je kolorektálny karcinóm a ulcerózna kolitída. Začínajú prevládať názory o indikácii ich liečebného využitia ako lieku a nielen potravinového doplnku.

Kľúčové slová: probiotiká, definícia, liečebné využitie, klinické a experimentálne štúdie

Summary: Long term are analysed the options of probiotics use in the treatment of common gastrointestinal tract infections as well as serious diseases such as colorectal cancer and ulcerative colitis. There are dominating the reviews of their indication on the therapeutic use as a drug and not only as a food supplement.

Keywords: probiotics, definition, therapeutic use, experimental and clinical studies

Úvod

Názov "probiotikum" je známy v medicínskej literatúre od polovice päťdesiatich rokoch minulého storočia. Bol spájaný s pozitívnymi účinkami na toxické pôsobenie niektorých

liekov, ich vedľajších účinkov a škodlivých účinkov antibiotík, s ktorými sa získavali prvé klinické skúsenosti. Probiotica – ochranný účinok spôsobený užitočnými baktériami. Probiotické baktérie eliminujú patogénne črevné baktérie v ich raste a kolonizácii črevnej

sliznice. Pôsobením na imunitnú odpoveď organizmu, potenciálne zasahujú do onkogenézy hlavne črevných tumorov.

V minulosti všeobecne akceptovaná kategorizácia probiotík ako potravinového výživového doplnku je v dnešnej dobe postupne vytláčaná verifikovaním priamych liečebných účinkov probiotík pri chronických zápalových systémových ochoreniach, postihujúcich hlavne črevné prostredie a ochranným pôsobením na sliznicu čreva pri malígnych ochoreniach. Tento protektívny účinok pri malignitách sa skúma hlavne pri kolorektálnom karcinóme, kde ovplyvňuje hojace procesy po resekciách čreva, skorú realimetáciu pacienta a skúma sa aj vplyv probiotických kultúr na možnosť ovplyvnenia v zmysle zníženia vzniku recidívy kolorektálneho karcinómu.

Zloženie črevnej mikroflóry priamo pôsobí na vznik zápalových ložísk v črevnej sliznici. Postupným prechodom v chronické slizničné zmeny môžu sa indukovať zmeny črevných buniek, v zmysle dysplázie, metaplázie, vznikom atypických buniek až so vznikom adenokarcinómu.

Liečba ulceróznej kolitídy bola sledovaná viacerými klinickými štúdiami, ktoré potvrdzujú pozitívnu účinnosť probiotík pri liečbe ulceróznej kolitídy (Bomba et al., 2011 a 2012). Časté agresívne ataky tohto ochorenia viedli k smrti pacienta, sprevádzané masívnymi krvavými hnačkami s prímiesou hlienov, stratou minerálov a proteínov, vedúcim k metabolickému rozvratu, septickými teplotami, alebo potenciálnej malignizácii tohto ochorenia, ktoré je verifikovanou prekancerózou. V indikácii chirurgickej liečby je stratégia kolektómie, resp. proktokolektómie, čo predstavuje odstránenie celého hrubého čreva aj s rektom.

Klinické početné štúdie potvrdili pozitívne pôsobenie baktérií mliečneho kvasenia na udržanie remisie ulceróznej kolitídy.

Štúdie, ktoré porovnávali účinok probiotík v udržaní remisie ulceróznej kolitídy zistili, že je možné zrovnávať ich účinnosť v ochrane črevnej sliznice s účinnosťou protizápalových liekov používanými pri tomto ochorení. Vysokú liečebnú efektívnosť z doteraz skúmaných baktérií majú bifidobaktérie.

Liečebné uplatnenie probiotík v medicínskej praxi však potrebuje rozsiahlejšie klinické štúdie.

Za potencovanie a inicializáciu zápalových zmien sú spoluzodpovedné aj v nemalej miere anaeróbne baktérie rodu *Bacteroides*. Bola preskúmaná, že iba určité kolónie črevnej flóry majú potenciálnu schopnosť vyvolať zápal. Nie je potvrdené, či ide o špecifické pôsobenie týchto baktérií, alebo ide o nešpecifický efekt tzv. bakteriálnych superantigénov.

Rovnováha ekosystému pôsobí na reguláciu zdravia, choroby, epidémie aj na smrť organizmov. Existujúce rôzne druhy mikroorganizmov sú kolóniami užitočnými, potenciálne škodlivými aj latentnými, žijú vedľa seba milióny rokov.

Probiotiká v liečbe karcinómu prsníka v súčasnosti svojim účinkom pôsobia zatiaľ v hypotetickej úrovni. Mikrobiálna súvislosť v etiopatogenéze je výraznejšia pri malignóme žalúdka a hrubého čreva. Niektoré hypotézy dávajú patogénnym bakteriálnym kmeňom, mikrobiálnym komponentom, úlohu v iniciácii, etiopatogenéze a v progresii karcinómu prsníka. Patogénne črevné baktérie indukujú extraintestinálne tumory, kde chronický infekt môže viesť k imunitnej reakcii u hostiteľa, ktorá spôsobuje u skupiny pacientov exacerbáciu onkologického ochorenia.

Dochádza k zvýšeniu počtu „tumor-aso-

ciovanych“ makrofágov a prozápalových cytokínov, tie majú úlohu vo vývoji a progresii karcinómu prsníka.

Protektívny účinok je hlavne pri adjuvantnej chemoterapii a rádioterapii, ochranným pôsobením na črevnú flóru, ktorá je pri agresívnej adjuvantnej liečbe poškodená, čo sa klinicky manifestuje ťažkými hnačkami s prímiesou krvi, ťažko ovplyvniteľnými bežnými farmakoterapeutikami.

Pošva ženy a hrubé črevo, sú ich prirodzenými bioreaktormi, ktoré kontinuálne produkujú milióny mikroorganizmov.

Incidencia kolorektálneho ochorenia na Slovensku je cca 200 pacientov ročne s najčastejším postihom populácie staršej 50 rokov. Doba celkového päťročného prežívania je u 60% chorých. Kolorektálny karcinóm je u nás najčastejším karcinómom tráviaceho traktu a je druhým najčastejším karcinómom po karcinóme pľúc u mužov a karcinóme prsníka u žien, so stúpajúcou incidenciou. Práve v jeho etiológii a patogenéze zohrávajú baktérie dôležitú úlohu. Viaceré epidemiologické štúdie potvrdili protektívny účinok pri kolonizácii čreva laktobacilmi a eubaktériami, ale sú štúdie napovedajúce o zvýšenom výskyte kolorektálneho karcinómu u pacientov, so zvýšeným počtom kmeňov *Bacteroides* v črevnej flóre. (Bomba et al., 2011)

Medikácia týchto kmeňov laktobacilov a eubaktérií do organizmu, vplýva na o zníženie rizika vzniku rakoviny hrubého čreva a konečníka.

Produkcia enzýmov baktériovými kultúrami potenciálne ovplyvňuje kolorektálnu karcinogézu transformáciou prokarcinogénov na aktívne karcinogény.

Baktérie mliečneho kvasenia posilňujú imunitný systém hostiteľa v útlme rastu a aktivity črevných mikroorganizmov produku-

júcich karcinogény a promótori kompetitívnou kolonizáciou alebo produkciou inhibítorov, ktoré zohrávajú významnú úlohu v spomalení kolorektálnej karcinogenézy. (Mego a Zajac, 2008).

Účinnosť a potvrdenie protektívnych účinkov probiotík vychádza zo štúdií na laboratórnych zvieratách. Galdeano et al. (2012) uvádzajú, že štúdie u zvierat ako aj u ľudí demonštrovali, že probiotické baktérie môžu imunomodulovať systémovú a slizničnú imunitu, chrániť pred enteropatogénmi. Probiotické baktérie stimulujú črevné imunitné bunky ako aj imunitné bunky iných vzdialených slizníc.

Vzájomný antagonický účinok probiotických a črevných baktérií spôsobuje ich preventívny účinok na malígne zmeny priamym vplyvom na rast nádorových buniek. Probiotiká potláčajú kolonizáciu baktérií, ktoré konvertujú prokarcinogény na karcinogény, priamo zasahujú do potenciálu malígnych zmien. Vplyv probiotík pri prevencii kolorektálneho karcinómu potvrdzuje význam baktériovej flóry v etiológii kolorektálneho karcinómu a zároveň predstavuje vhodnú cestu na zníženie jeho incidence.

Dnes je všeobecne akceptovaná skutočnosť o dôležitej úlohe baktérií v procese vzniku a vývoji kolorektálneho karcinómu. (Hijová et al., 2009; Čokášová et al., 2010). Incidencia malignity kolónu je vyššia v porovnaní s karcinómom tenkého čreva, ktoré predstavujú 3% malignít gastroenterálneho traktu. Potenciálne objasnenie vysvetľuje odlišné kvantitatívne zastúpenia baktérií v tenkom a hrubom čreve. Je dokázaný súvis medzi IBD (inflammatory bowel disease) - črevné zápalové ochorenia (Morbus Crohn, ileitída, ulcerózna kolitída) a zvýšeným rizikom vzniku kolorektálneho karcinómu (Brady et al., 2000).

Ťažké poškodenie črevnej mikroflóry

spomínanými syntetickými prípravkami, ktoré sú používané v chemoterapii nádorových chorôb a majú veľa vedľajších účinkov, vzbudzuje záujem širokej verejnosti a tiež odbornej medicínskej a farmaceutickej komunity o v súčasnosti využívanie produktov biotechnologického a naturálneho pôvodu v prevencii a terapii chorôb.

Základnú obrannú bariéru gastrointestinálneho traktu pred negatívnymi faktormi vonkajšieho a vnútorného prostredia predstavujú biologické bariéry. Predstavujú ochranu organizmu pred nepriaznivými účinkami cytotoxických látok, karcinogénov, genotoxických a kokarcinogénov, promótorov a infekčných agens.

Rôzne toxíny za špecifických podmienok majú schopnosť narušiť obranyschopnosť biologických bariér tráviaceho traktu, čo iniciuje predispozíciu k nádorovým ochoreniam. Podrobná analýza protektívnych mechanizmov biologických bariér gastrointestinálneho traktu a stabilizácia ich fyziologickej funkčnosti môže efektívne znížiť mieru zdravotných rizík z hľadiska výskytu nádorových chorôb. Priamo môžeme ovplyvniť ekosystém tráviaceho traktu z hľadiska prevencie nádorových chorôb využitím rastlinných extraktov, prebiotík a probiotík.

Pomenovanie probiotík ako dietetických, potravinových doplnkov v dnešnej úrovne poznania neobstojí, stále viac štúdií, ale aj potenciálneho klinického materiálu a použitia, ktorý verifikuje ich liečebný účinok. Ten je potenciálne najúčinnnejší pri dyskomforte črevnej a vaginálnej flóry a je dnes aj v týchto kritériách sú probiotiká indikované.

Bolo preukázané, že najzreteľnejší účinok dlhodobej spotreby fermentovaného mlieka bol pozorovaný v tenkom čreve. Rovnako boli pozorované aj imunodulačné účinky

a udržiavanie črevnej homeostázy bez vedľajších účinkov po dlhodobom podávaní fermentovaného mlieka (de Moreno de Le Blanc et al. (2007). Kombinácia s bioaktívnych látok prírodného pôvodu a probiotických mikroorganizmov, potenciuje ich vzájomný protektívny účinok pri ochrane organizmu pred vznikom nádorových chorôb (Hirayama a Rafter, 2000). Možno tiež súhlasiť s Čokášovou et al. (2010), že „... samotné pridanie probiotík bez kompletnej úpravy životného štýlu nepostačuje na úpravu metabolického stavu pacienta“.

Záver

Historický podklad k štúdiu probiotík priniesol ruský biológ a nositeľ Nobelovej ceny Mečnikov a francúzsky lekár Tisier. Probiotiká sú prirodzenou prírodnou ochranou proti intoxikácii organizmu chemickými látkami, toxínmi znečisťujúcimi prírodu.

Dnešné štúdie iniciujú vznik nové smery a možnosti využitia baktérií ako mediátorov pre alternatívne liečebné využitie. Živé mikroorganizmy ako probiotické kultúry sú prijímané do organizmu priamo ako farmaceutické produkty samostatne, alebo formou konzumácie potravín. Je dokázaný ich priamy vplyv na imunitný systém, črevnú mikroflóru, detoxikačný účinok, znižujú hladiny glykémie a cholesterol, znižujú výskyt alergií a urogenitálnych infekcií, podporujú rast vhodnej črevnej flóry, sú prevenciou pred malígnymi ochoreniami.

Literatúra

- BOMBA, A., BRANDEBUROVÁ, A., RIČANYOVÁ, J., STROJNÝ, L., CHMELÁROVÁ, A., SZABADOSOVÁ, V., PRAMUKOVÁ, B., ŽOFČÁKOVÁ, J., SALAJ, R., SUPUKOVÁ, A., ČOKÁŠOVÁ, D. 2012. The role of probiotics and natural bioactive compounds in modulation of the common molecular pathways in pathogenesis of atherosclerosis and cancer. *Biologia: Section Cellular and Molecular Biology*, r. 2012, roč., 67, č. 1, s. 1-13.
- BOMBA, A., STROJNÝ, L., HIJOVÁ, E., BERTKOVÁ, I., CHMELÁROVÁ, A., MOJŽIŠOVÁ, G., PETRÁŠOVÁ, D. 2011. Modulácia ekosystému tráviaceho traktu v prevencii nádorových chorôb. Konferencia ku Dňu výskumu rakoviny. PROBIOTIKÁ V ONKOLÓGII, Bratislava, 7. marca 2011.
- BRADY, L.J., GALLAHER, D.D., BUSTA, F.F. 2000. The role of probiotic cultures in the prevention of colon cancer. *J Nutr*, 2000, 130, s. 410 – 414. ISSN 0022-3166.
- ČOKÁŠOVÁ, D., STROJNÝ, L., BOMBA, A., SIEGFRID, L. 2010. Probiotiká a ich vplyv vo vzťahu ku kolorektálnemu karcinómu a ateroskleróze. *Lek Obz*, 2010, roč. 59, č. 10, s. 399 – 402. ISSN 0457-4214.
- DE MORENO DE LEBLANCA, A., CHAVE-SA, S., CARMUEGAC, E., WEILL, R., ANTÓINEE, J. PERDIGÓN, G. 2008. Effect of long-term continuous consumption of fermented milk containing probiotic bacteria on mucosal immunity and the activity of peritoneal macrophages. *Immunobiology*, 2008, 213, s. 97–108. ISSN 0171-2985.
- GALDEANO, M., C DOGI, C.A., BIBAS BONET, M.E., DE MORENO DE LEBLANC, A., PERDIGÓN, G. 2012. Chapter 18 – Probiotic Bacteria as Mucosal Immune System Adjuvants. s. 285–299. In: Watson & Preedy (eds.) *Bioactive Food as Dietary Interventions for Liver and Gastrointestinal Disease*. 2012, 802 s. ISBN 978 0123 9715 48.
- HIJOVÁ, E., CHMELÁROVÁ, A., BOMBA, A. 2009. Effectiveness of bioactive food components in experimental colon carcinogenesis. *Acta Veterinaria Brno*, 2009, roč.78, s. 661-666. ISSN 0001-7213.
- HIRAYAMA, K., RAFTER, J. 2000. The role of probiotic bacteria in cancer prevention. *Microbes and Infection*. 2000, roč. 2, č. 6, s. 681–686. ISSN 1286-4579.
- MEGO, M., ZAJAC, V. 2008. Možnosti uplatnenia probiotík v onkológii. *Ambulantná terapia*, 2008, roč. 6, č. 3, s. 192 – 197. ISSN 1336-6750.

Adresa prvého autora:

doc. MUDr. Štefan Durdík, PhD.

Klinika onkologickej chirurgie LFUK a OUSA

Heydukova 10

Bratislava 812 50

e-mail: sdurdik@ousa.sk

Recenzované / Reviewed:

22.1.2013

PROBLEMATIKA PŘENOSNÝCH NEMOCÍ Z POVOLÁNÍ U ZDRAVOTNICKÝCH a SOCIÁLNÍCH PRACOVNÍKŮ V ČESKÉ REPUBLICE

OCCUPATIONAL COMMUNICABLE DISEASES AMONG HEALTH CARE
AND SOCIAL CARE WORKERS IN CZECH REPUBLIC

¹Lidmila Hamplová, ²Kvetoslava Kotrbová, ²František Kotrba, ²Tereza Kolářová

MUDr. Lidmila Hamplová Ph.D.

doc. MUDr. Kvetoslava Kotrbová Ph.D.

Mgr. František Kotrba

Mgr. Tereza Kolářová

¹Vysoká škola zdravotnická, o.p.s., Praha, Česká republika

²Zdravotně sociální fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,
České Budějovice, Česká republika

Souhrn:

Cíl: Každoročně je v České republice hlášeno a uznáno několik desítek přenosných nemocí z povolání u zdravotnických pracovníků a pracovníků sociální péče. Cílem autorů práce bylo zanalyzovat trend výskytu tří nejčastějších přenosných nemocí z povolání u zdravotnických pracovníků a pracovníků sociálních služeb, a to svrabu, infekčních hepatitid a tuberkulózy. Metoda: Jedná se o sekundární analýzu dat z každoročních hlášení do Národního registru Nemoci z povolání v České republice. Výsledky: Sekundární analýzou dat byl zjištěn velmi pozitivní, ve sledovaném horizontu setrvale klesající trend výskytu infekčních hepatitid B a C a tuberkulózy a poměrně stabilizovaný trend výskytu svrabu jako nejčastěji diagnostikované přenosné choroby z povolání v kategorii zdravotnických pracovníků a pracovníků sociálních služeb. Závěr: V České republice má svrab jako nejčastěji diagnostikovaná nemoc z povolání u zdravotnických pracovníků a pracovníků sociálních služeb stabilizovaný trend výskytu několika desítek případů ročně a krví přenosné virové hepatitidy B a C stejně jako tuberkulóza mají pozitivní, setrvale klesající trend výskytu omezený u obou infekcí zejména v posledních 5 letech na počty pod 10 hlášených případů v celé České republice za rok.

Klíčová slova: nemoci z povolání, svrab, virová hepatitida B, virová hepatitida C, tuberkulóza

Summary:

Objective: Dozens of occupational communicable diseases among health and social workers are reported annually in the Czech Republic. The authors' aim was to analyse trends in the occurrence of the three most common communicable diseases in the workplace among health and social service workers, namely scabies, infectious hepatitis and tuberculosis. **Method:** The key method was the secondary analysis of data from annual reports registered in the National register of occupational diseases in the Czech Republic. **Results:** Secondary analysis of data yielded very positive results. Horizontally, there was a constant reduction in the trend of occurrence of infectious hepatitis B, C, as well as tuberculosis, and an average stable trend in the occurrence of scabies as the most commonly diagnosed occupational communicable disease among health and social service workers.

Keywords: occupational diseases, scabies, hepatitis B, hepatitis C, tuberculosis

Úvod

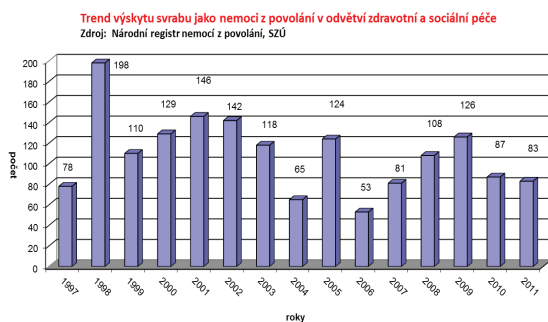
Poškození zdraví z práce je vysoce nežádoucím společenským jevem, který přináší značnou ekonomickou i morální újmu všem postiženým. Zájmem každé společnosti by proto měl být zdravý a spokojený člověk v práci. Nezbytným předpokladem spokojenosti pracovníků jsou dobré pracovní podmínky a zejména ochrana jejich zdraví. Zdravotnictví patří v České republice dlouhodobě mezi odvětví s nejvyšším počtem diagnostikovaných nemocí z povolání. Informace o jednotlivých chorobách z povolání jsou hlášena do Národního registru nemocí z povolání, který je veden od roku 1991 na Státním zdravotním ústavu. Systém byl po vstupu České republiky do Evropské Unie v roce 2003 napojen na statistický systém EUROSTATu o nemocech z povolání (European Occupational Diseases Statistics). Tento systém umožňuje harmonizaci českého systému s praxí zavedenou v EU, což vede k postupnému zlepšování mezinárodní srovnatelnosti českých statistických údajů o nemocech z povolání.

Materiál a metodika

Národní registr nemocí z povolání je jedním z 13 zdravotních registrů, které tvoří Národní zdravotnický informační systém (NZIS) České republiky. Materiál pro sekundární analýzu dat byl získán z každoročních publikovaných zpráv „Nemoci z povolání v České republice“ zpracovávaných a publikovaných Centrem hygieny práce a pracovního lékařství Státního zdravotního ústavu v jednotlivých letech v 15 letém sledovaném období 1997-2011. Jako nemoc z povolání lze v České republice uznat jen určité nemoci dle nařízení vlády ze dne 6. dubna 2011, kterým se mění nařízení vlády č. 290/1995 Sb., kterým se stanoví Seznam nemocí z povolání. V případě nemocí přenosných a parazitárních, které tvoří kapitulu V. Seznamu nemocí z povolání je uvedeno, že tyto nemoci vznikají při práci, u níž je prokázáno riziko nákazy. Diagnózu nemocí z povolání ověřuje oddělení nemocí z povolání, hygienické poměry na pracovišti hygienik práce nebo epidemiolog místně příslušné Krajské hygienické stanice.

Výsledky

V odvětví zdravotní a sociální péče bylo dle posledních dostupných dat za rok 2011 hlášeno celkem 151 profesních onemocnění, což představovalo 12 % všech zaznamenaných případů nemocí z povolání, které v ČR evidoval Národní registr nemocí z povolání SZÚ. Tradičně převažují přenosná a parazitární onemocnění. Ta byla zaznamenána u 116 pracovníků této profesní skupiny. Po celé sledované období let 1997-2011 dominují na prvních třech místech u zdravotnických pracovníků a pracovníků sociálních služeb svrab, virové hepatitidy a tuberkulóza. Nejčastěji se svrabem infikují zaměstnanci léčeben pro dlouhodobě nemocné a center sociální péče. Vysoká profesionální nemocnost je pak zaznamenána u středního zdravotnického personálu, který vykonává ošetrovatelskou nebo pečovatelskou službu hlavně u imobilních, mentálně retardovaných nebo imunokomprimovaných pacientů, zvláště pak v lůžkových zařízeních různého typu. V roce 2011 bylo hlášeno 83 případů profesionálního onemocnění svrabem (graf 1).

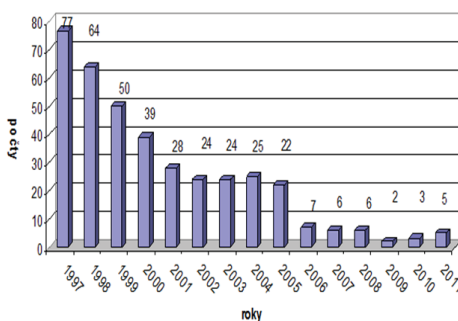


Graf 1 Trend výskytu svrabu jako nemocí z povolání v odvětví zdravotní a sociální péče

Z dlouhodobého hlediska zauímají druhé místo v četnosti infekčních chorob z povolání

virové hepatitidy přenášené kontaminovanou krví. S ohledem na vysokou proočkovanost zdravotnických pracovníků proti virové hepatitidě B vyplývající z platné legislativy je počet hlášených nemocí z povolání každoročně velmi nízký (graf 2).

Trend výskytu VHB chronická a VHC chronická jako nemocí z povolání v odvětví zdravotní a sociální péče
Zdroj: Národní registr nemocí z povolání, SZÚ



Graf 2 Trend výskytu VHB chronická a VHC chronická jako nemocí z povolání v odvětví zdravotní a sociální péče

V pořadí třetí místo v nejčastěji se vyskytujících chorobách z povolání u zdravotnických pracovníků zauímá tuberkulóza. V České republice má TBC trvale klesající trend výskytu, přesto je každoročně diagnostikováno několik případů TBC u zdravotnických pracovníků, kterým je přiznán statut profesionální nákazy. Relativně značně ohroženou skupinou byli právě zdravotníci. V roce 2011 byla TBC plic zjištěna u tří lékařů, tří zdravotních sester a jedné RTG laborantky (graf 3).



Graf 3 Trend výskytu tuberkulózy jako nemocí z povolání v odvětví zdravotní a sociální péče

Diskuze

Možnými zdroji nálezů pro zdravotnické pracovníky jsou osoby s akutním či chronickým infekčním onemocněním s manifestním nebo inaparentním průběhem nebo asymptomatictí nosiči z řad pacientů, klientů, návštěvníků zdravotnických zařízení nebo ostatního zdravotnického personálu. Specifické riziko představují zejména příslušníci rizikových populačních skupin (i.v. uživatelé návykových látek, osoby provozující sex za úplatu, příslušníci minorit a etnik, romská populace, cizinci ze zemí bývalého Sovětského svazu, vietnamská populace, osoby bez přístřeší, klienti azylových domů, nápravných zařízení apod.). Důležitý je vždy odběr příjmové osobní anamnézy zaměřené na možné riziko přenosu infekčních onemocnění, zejména nálezů přenosných kreví, na chronická i akutní respirační onemocnění, alimentární onemocnění, exantematické choroby, infestaci pacienta apod.

V rámci preventivních protiepidemických opatření u svrabu je nezbytné se soustředit na příjmovou diagnózu pacienta se svědivou dermatitidou, důsledně vyhledávat nemocné a jejich kontakty pravidelnými prohlídkami v rizikových zařízeních, u zdravotnických pracovníků s vysoce rizikovou zátěží důsledně používat jednorázové rukavice a preventivně aplikovat u nich lokální antiskabiezní masti.

Problematiku prevence, hlášení a represivních opatření v případě onemocnění svrabem řeší v České republice Zákon 258/2000 Sb. o ochraně veřejného o změně některých souvisejících zákonů a vyhláška č. 306/2012 Sb., o podmínkách předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a o hygienických požadavcích na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče a Příloha č. 5

k této vyhlášce. Léčbu řeší Standardy efektivní léčebné a preventivní péče STD České dermatovenerologické společnosti.

Riziko infekce virovými hepatitidami B a C závisí na různých faktorech, jako je infekční stav pacienta, virové zatížení pacienta, imunitní stav pracovníka, hloubka poranění, množství přenesené krve, doba mezi poraněním a dezinfikováním rány, jakož i dostupnost a provedení rychlé postexpozici profylaxe. Specificky rizikovou skupinou jsou pro zdravotníky intravenózní uživatelé návykových látek. Nejdůležitější režimová preventivní opatření jsou zaměřena na dodržování zásad hygienického a protiepidemického režimu se zvláštním zřetelem na předcházení parenterálnímu i neparenterálnímu přenosu virových hepatitid na personál. Tato opatření spočívají zejména v dodržování bezpečných postupů při manipulaci s biologickým materiálem. Nejdůležitějším prostředkem snížení hepatitidy B jako nemoci z povolání u zdravotnických pracovníků v České republice se stalo očkování zavedené u zdravotníků v roce 1982. Problematiku prevence virových hepatitid v České republice řeší Vyhláška 537/2006 o očkování proti infekčním nemocem ve znění pozdějších předpisů, Metodický návod Prevence virového zánětu jater A(VHA), B(VHB), C(VHC), D(VHD) a E(VHE), který definuje mimo jiné zásady profylaxe onemocnění virovou hepatitidou po mimořádné expozici zdravotníka krevi pacientů při poranění. Specificky rizikovou skupinou z hlediska onemocnění tuberkulózou jsou pro zdravotníky lidé bez přístřeší, mezi nimiž je nejvyšší incidence a prevalence tuberkulózy. Jako preventivní opatření lze realizovat depistáž neznámých zdrojů tuberkulózy, která je cílena zejména na rizikové skupiny (imigranti, bezdomovci, drogově závislí, HIV pozitivní apod.) a dodržování bariérového

ošetřovatelského režimu. V souvislosti s novelizací vyhlášky 537/2006 o očkování proti infekčním nemocem ve znění pozdějších předpisů, která nabyla účinnosti dne 1.1.2010, zveřejňuje Ministerstvo zdravotnictví České republiky pravidelně seznam států s vyšším výskytem TBC sestaveným Světovou zdravotnickou organizací, která napomáhá zdravotnickým pracovníkům identifikovat možné zdroje nákazy při přijímání imigrantů z těchto zemí do zdravotnických zařízení.

Závěr

Zcela zásadním opatřením v rámci prevence infekčních onemocnění z povolání u zdravotnických pracovníků a pracovníků sociálních služeb na všech úrovních je striktní dodržování platné legislativy, zejména zásad hygieny provozu zdravotnických zařízení dle vyhlášky 306/2012 Sb. O podmínkách předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a o hygienických požadavcích na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální

péče) a zásad osobní hygieny zdravotnických pracovníků (Metodický návod – Hygiena rukou při poskytování zdravotní péče, věstník Ministerstva zdravotnictví částka 5/2012). Dlouhodobě stabilizovaný výskyt svrabu v počtu několika desítek případů ročně hlášených jako nemoc z povolání u zdravotnických pracovníků a pracovníků sociálních služeb a setrvalé klesající výskyt krví přenosných infekčních hepatitid B a C stejně jako tuberkulózy v počtu jednotek případů u výše uvedených pracovníků v České republice je jedním z ukazatelů pozitivního vývoje v oblasti hygieny práce a bezpečnosti a ochrany při práci. Jedině důsledné dodržování a aplikace zásad a pravidel hygienicko - epidemiologického režimu v praxi ambulantních a lůžkových zdravotnických zařízení a zařízení sociálních služeb zaměstnanci na všech úrovních poskytované péče povede k zachování jejich zdraví a celkově k dalšímu žádoucímu snižování incidence profesionálních infekčních onemocnění pracovníků v tomto odvětví.

Literatura

Metodické opatření – Hygienické zabezpečení rukou ve zdravotní péči Ministerstvo zdravotnictví, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné z www.mzcr.cz/Legislativa/Soubor.ashx?souborID=12000... 9.

Metodický pokyn - Prevence virového zánětu jater [online]. Ministerstvo zdravotnictví, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné z www.mzcr.cz/.../Soubor.ashx?souborID... Věstník%2002%202008.

Nemoci z povolání v České republice 2011 [online]. Státní zdravotní ústav, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné z <http://www.szu.cz/>

[publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice](http://www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice) Nemoci z povolání v České republice 2010 [online]. Státní zdravotní ústav, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné z <http://www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice> Nemoci z povolání v České republice 2009 [online]. Státní zdravotní ústav, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné z <http://www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice> Profesionální onemocnění hlášená v České republice v roce 2008 [online]. Státní zdravotní ústav, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné

z <http://www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice>

Přehled profesionálních onemocnění hlášených v České republice v roce 2007 [online]. Státní zdravotní ústav, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné z <http://www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice>

Přehled profesionálních onemocnění hlášených v České republice v roce 2006 [online]. Státní zdravotní ústav, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné z <http://www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice>

Přehled profesionálních onemocnění hlášených v České republice v roce 2005 [online]. Státní zdravotní ústav, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné z <http://www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice>

Přehled profesionálních onemocnění hlášených v České republice v roce 2004 [online]. Státní zdravotní ústav, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné z <http://www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice>

Přehled profesionálních onemocnění hlášených v České republice v roce 2003 [online]. Státní zdravotní ústav, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné z <http://www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice>

Přehled profesionálních onemocnění hlášených v České republice v roce 2002 [online]. Státní zdravotní ústav, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné z <http://www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice>

Přehled profesionálních onemocnění hlášených v České republice v roce 2001 [online]. Státní zdravotní ústav, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné z <http://www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice>

Přehled profesionálních onemocnění hlášených v České republice v roce 2000 [online]. Státní zdravotní ústav, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné z <http://www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice>

Přehled profesionálních onemocnění hlášených v České republice v roce 1999 [online]. Státní zdravotní ústav, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné z <http://www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice>

Přehled profesionálních onemocnění hlášených v České republice v roce 1998 [online]. Státní zdravotní ústav, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné z <http://www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice>

Přehled profesionálních onemocnění hlášených v České republice v roce 1997 [online]. Státní zdravotní ústav, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné z <http://www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice>

Seznam států s vyšším výskytem TBC sestavený Světovou zdravotnickou organizací [online]. Ministerstvo zdravotnictví, Praha. [cit. 2013-02-15]. Dostupné z http://www.csfm.cz/.../Vestniky-MZ/zdravotnictvi_01-11%5B1%5D.pdf

2010 STD Treatment Guidelines [online]. Centers for Disease Control and Prevention. [cit. 2013-01-24]. Dostupné z <http://www.cdc.gov/std/treatment/2010/default.htm>

Standard efektivní léčebné a preventivní péče

Arthropoda Scabies, pediculosis pubis (phthiriasis) (STD - sexually transmitted diseases). In Seznam zpracovaných standardů oboru Dermatovenerologie Sexuálně přenosné choroby [online]. Česká dermatovenerologická společnost. [cit. 2013-02-17]. Dostupné z WWW: <www.lfhk.cuni.cz/dermat/standards/sex_prenos_choroby3.htm>.

Vyhláška č. 306/2012 Sb., kterou se upravují podmínky předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a hygienické požadavky na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče, ve znění pozdějších předpisů [online]. Česká lékařská komora,

Praha. [cit. 2013-02-15]. Dostupné z <http://www.lkcr.cz/legislativa-clk-210.html>

Zákon č. 115/2012 Sb., kterým se mění zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů [online]. Ministerstvo zdravotnictví, Praha [cit. 2013-02-15]. Dostupné z http://www.mzcr.cz/Legislativa/dokumenty/zakon-c115/2012-sb-kterym-se-meni-zakon-c258/2000-sb-o-ochrane-verejneho_6139_2439_11.html

Adresa prvního autora:

MUDr. Lidmila Hamplová Ph.D.

Vysoká škola zdravotnická, o.p.s. Praha

Duškova 7

150 00 Praha 5

Česká republika

email: hamplova@vszdrav.cz

Recenzované / Reviewed:

21.2.2013

UROGENITÁLNE CHLAMÝDIOVÉ INFEKcie U TEHOTNÝCH ŽIEN

UROGENITAL CHLAMYDIAL INFECTIONS IN PREGNANT WOMEN

¹Ján Valko, ²Katarína Nyulassyová, ³Monika Halanová, ⁴Želmíra Macejová, ⁵Dušan Frič*MUDr. Ján Valko, PhD., MPH.**PhDr. Katarína Nyulassyová, PhD.**doc. MUDr. Monika Halanová, PhD.**doc. MUDr. Želmíra Macejová, PhD., MPH.**MUDr. Dušan Frič, CSc.*¹*Inštitút fyzioterapie, balneológie a liečebnej rehabilitácie UCM v Trnave*²*Fakulta sociálnych vied UCM v Trnave*³*Lekárska fakulta UPJŠ v Košiciach*⁴*III. Interná klinika Lekárskej fakulty UPJŠ v Košiciach*⁵*III. Gynekologicko-pôrodná klinika Nemocnice s poliklinikou Košice-Šaca*

Súhrn: *C. trachomatis* je významným urogenitálnym patogénom, ktorý predstavuje vážny problém najmä v skupine mladých sexuálne aktívnych žien vo veku 20 až 35 rokov. V tejto vekovej skupine zaznamenávame aj najviac ťarchavostí. Keďže na Slovensku nie sú k dispozícii epidemiologické údaje o výskyte tejto infekcie v skupine gravidných žien cieľom bolo sledovať prevalenciu urogenitálnej chlamýdiovkej infekcie v tejto skupine, stanoviť rizikové faktory, ktoré môžu viesť k zvýšenej expozícii k sledovanej nákaze.

Kľúčové slová: *Chlamydia trachomatis*, urogenitálna infekcia, gravidita, prevalencia, incidencia, prevencia

Summary: *Chlamydia trachomatis* is a major urogenital pathogen, which is a serious problem especially in a group of young sexually active women between the ages of 20 to 35 years. In this age group, we collect even the most pregnancies. Whereas in Slovakia are not available epidemiological data on the incidence of this infection in a group of pregnant women to watch urogenital the prevalence of chlamydial infection in this group to determine the risk factors that can lead to increased exposure to the disease.

Keywords: *Chlamydia trachomatis*, urogenital infection, pregnancy, prevalence, incidence, prevention prevencia

Úvod

Chlamydia trachomatis je významným urogenitálnym patogénom, ktorý predstavuje vážny problém najmä v skupine mladých sexuálne aktívnych žien vo veku 20-35 rokov. V tejto vekovej skupine zaznamenávame aj najviac ťarchavostí. Neliečené ch. infekcie môžu u žien vyústiť do zápalových ochorení malej panvy a nedocervicitídy a spôsobiť zvýšené riziko extrauterinnej gravidity a neplodnosti. U gravidných žien je infekcia vyvolaná C. trachomatis vo všeobecnosti považovaná za rizikový faktor pre graviditu. Prítomnosť tohto patogénu koreluje v skorších štádiách ťarchavosti so zvýšenou frekvenciou spontánnych potratov, krvácaním a bolesťami v podbruší, v pokročilejšom štádiu sa chlamýdie môžu podieľať na vzniku chorioamnionitídy s následným predčasným odtokom plodovej vody, kontrakciami a predčasným pôrodom. Plod ohrozuje defektným vývojom a následným problémovým popôrodným vývojom dieťaťa.

Materiál a metodika

V rámci našej štúdie zameranej na výskyt infekcií spôsobených C. trachomatis v skupine gravidných žien bolo spolu vyšetrených 100 pacientok. Všetky pacientky zaradené do štúdie boli vyšetrené na III. Gynekologicko-pôrodníckej klinike Nemocnice s poliklinikou Košice – Šaca v priebehu troch mesiacov – september, október a november v roku 2010. Vek vyšetrených gravidných žien sa pohyboval od 18 do 47 rokov, pričom priemerný vek bol 31,61 rokov so štandardnou odchýlkou 6,62. Podľa veku boli sledované ženy rozdelené do 4 vekových skupín. Prvú skupinu pred-

stavovali ženy vo veku 0 - 19 rokov (1%), do druhej vekovej skupiny patrili ženy vo veku 20 – 29 rokov (39%), tretiu vekovú skupinu predstavovali ženy vo veku 30 – 39 rokov (43%), a do poslednej vekovej skupiny boli zaradené ženy vo veku 40 – 49 rokov (17%), (Tab. 1)

Tab. 1 Základná charakteristika skúmaného súboru pacientok z hľadiska veku, miesta bydliska a najvyššieho dosiahnutého vzdelania v percentách

	0-19 rokov	20-29 rokov	30-39 rokov	40-50 rokov
Vek	1%	39%	43%	17%
(%)				
	Košice mesto	Košice okolie	Iné okresy	
Bydlisko	28%	48%	22%	
(%)				
	ZŠ	SŠ	SŠ	VŠ
		bez maturity	s maturitou	
Vzdelanie	11%	11%	48%	30%
(%)				

Okrem veku boli zisťované aj nasledovné socio-demografické ukazovatele: miesto bydliska a najvyššie dosiahnuté vzdelanie (Tab. 1). Všetky vyšetrené ženy pochádzali z východného Slovenska a podľa miesta bydliska boli rozdelené do troch kategórií. Prvú predstavoval okres Košice mesto (28%), druhú Košice okolie (48%) a tretiu iné okresy košického a prešovského kraja (22%). U dvoch pacientok informácia o mieste bydliska chýba. Z hľadiska najvyššieho dosiahnutého vzdelania boli sledované pacientky rozdelené do štyroch kategórií. Do prvej kategórie boli zaradené ženy so základným vzdelaním (11%), do druhej so stredoškolským vzdelaním bez maturity (11%), v tretej skupine boli ženy so

stredoškolským vzdelaním s maturitou (47%) a v štvrtjej boli ženy s najvyšším vzdelaním (30%) (Tab. 1).

Laboratórne vyšetrenia

V rámci vyšetrenia boli odbornými lekármi odoberané vzorky na priamu diagnostiku na zistenie prítomnosti infekcie spôsobenej *C. trachomatis*. Po aspeksii vonkajších rodidiel, zavedených sterilných zrkadiel, odstránení hlienovej zátky sterilným tampónom, bol každej pacientke odoberaný endocervikálny ster, ktorý bol vložený naspäť do transportného média a v daný deň odoslaný na vyšetrenie priamou metódou ELISA.

Následne pacientky vyplnili krátky dotazník mapujúci základné socio-demografické ukazovatele (vek, miesto bydliska, najvyššie dosiahnuté vzdelanie, diagnóza) a otázky týkajúce sa sexuálneho života (počet sexuálnych partnerov, vek pri prvom pohlavnom styku, používanie kondómu, prekonané sexuálne prenosné resp. pohlavné ochorenia) a tehotenstva (počet tehotenstiev, liečba na neplodnosť, umelé prerušenie tehotenstva, spontánny potrat).

Vzorky boli spracovávané na Ústave verejného zdravotníctva Lekárskej fakulty UPJŠ v Košiciach.

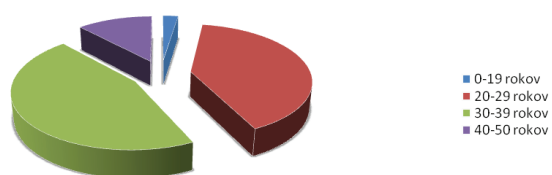
Detekcia chlamýdiového antigénu priamou ELISA metódou

Z celkového počtu 100 vyšetrených vzoriek bola priamou diagnostickou metódou zistená pozitivita v 42 prípadoch. Tabuľka 2 ukazuje výskyt pozitívnych prípadov v jednotlivých vekových skupinách a v jednotlivých kategóriách podľa vzdelania. Vo vekovej skupine 0-19 rokov išlo o 1 prípad (2,4%), vo veku 20-29 rokov bol výskyt 17 prípadov (40,5%), vo veku 30-39 rokov išlo o 19 prípadov

(45,2%) a v poslednej vekovej skupine 40-49 rokov bol výskyt 5 prípadov (11,9%) (Graf 1).

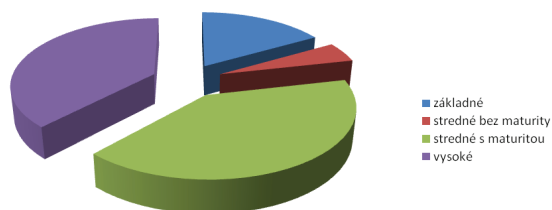
Tab. 2 Výskyt pozitívnych prípadov chlamýdiových infekcií u gravidných žien podľa veku a najvyššieho dosiahnutého vzdelania

	0-19 rokov	20-29 rokov	30-39 rokov	40-49 rokov
Vek (%)	2,4%	40,5%	45,2%	11,9%
	ZŠ	SŠ bez maturity	SŠ s maturitou	VŠ
Vzdelanie (%)	16,7%	4,8%	40,5%	38,1%



Graf 1 Vek vyšetrených pacientok

Výsledky v jednotlivých kategóriách podľa najvyššieho dosiahnutého vzdelania boli nasledovné: v skupine so základným vzdelaním bol výskyt 7 prípadov (16,7%), v skupine so stredoškolským vzdelaním bez maturity šlo o 2 prípady (4,8%), v skupine so stredoškolským vzdelaním s maturitou bol výskyt 17 prípadov (40,5%) a v skupine s vysokoškolským vzdelaním bol výskyt 16 prípadov (38,1%) (Graf 2).

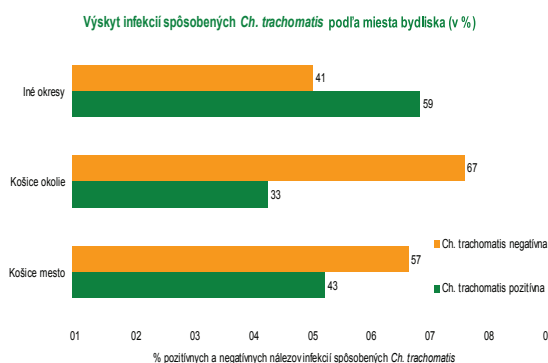


Graf 2 Vzdelanie vyšetrených pacientok

Prevalencia chlamýdiových infekcií v skupine gravidných žien podľa miesta bydliska

Na základe miesta bydliska bol skúmaný súbor gravidných žien rozdelený do troch kategórií: Košice mesto, Košice okolie a iné okresy košického a prešovského kraja.

Zisťovaná bola prevalencia chlamýdiových infekcií vo všetkých troch kategóriách a Graf 4 prezentuje percentuálne zastúpenie pozitívnych a negatívnych prípadov chlamýdiových infekcií u gravidných žien. V okrese Košice mesto predstavovali pozitívne prípady 43%, v okrese Košice okolie bol výskyt pozitívnych prípadov 33% a najvyšší výskyt pozitívnych prípadov infekcií spôsobených *C. trachomatis* bol v iných okresoch košického a prešovského kraja, kde šlo o 59%.



Graf 3 Výskyt infekcií spôsobených *C. trachomatis* podľa miesta bydliska (v %)

V nasledujúcom kroku bol prostredníctvom chí-kvadrátu zisťovaný prípadný štatistický rozdiel vo výskyte pozitívnych infekcií spôsobených *C. trachomatis* v jednotlivých kategóriách podľa miesta bydliska. Výsledky sú prezentované v Tabuľke 3. Pri porovnaní okresu Košice mesto s okresom Košice okolie alebo s inými okresmi košického a prešovského kraja nebol zistený štatistický významný rozdiel. Štatisticky významný rozdiel však bol

zistený pri porovnaní okresu Košice okolie s inými okresmi košického a prešovského kraja.

Tab. 3 Porovnanie výskytu pozitívnych a negatívnych prípadov chlamýdiových infekcií u gravidných žien podľa miesta bydliska (Chí-kvadrát)

	Košice mesto	Košice okolie	Chí-kvadrát
Pozitívne prípady	12	16	0.69ns
Negatívne prípady	16	32	

	Košice mesto	Iné okresy	Chí-kvadrát
Pozitívne prípady	12	13	1.31ns
Negatívne prípady	16	9	

	Košice okolie	Iné okresy	Chí-kvadrát
Pozitívne prípady	16	13	4.13*
Negatívne prípady	32	9	

ns = bez štatistickej významnosti

* = na hladine štatistickej významnosti $p < 0.05$

Tab. 4 Vzťah medzi najvyšším dosiahnutým vzdelaním a nálezom infekcie spôsobenej *C. trachomatis*: pomer šancí (OR) a 95% konfidenčný interval (CI) binárnej logistickej regresie

		Model 1	Model 2
		OR (95% CI)	OR (95% CI)
		kontrolované pre vek	
Vzdelanie	VŠ (ref. kategória)	1.00	1.00
	ZŠ	2.61 (0.48-14.30)	1.29 (0.30-5.55)
	SŠ bez maturity	0.22 (0.05-0.90)*	0.20 (0.04-0.99)*
	SŠ s maturitou	0.55 (0.22-1.42)	0.49 (0.19-1.26)

* = na hladine štatistickej významnosti $p < 0.05$

Diskusia

Zápalové ochorenia malej panvy spôsobujú nielen klinické ťažkosti a subjektívne obtiaže, ale ich následkom dochádza k infertilite Low a kol. (2007) vo svojej práci poukazujú na výskyt takýchto žien až vo výške 20-25%. Asi 18% infekcií spôsobených *C. trachomatis* pretrváva vo forme chronickej panvovej bolesti a u 9% dochádza k vzniku ektopickej gravidity (Centers for Disease Control, 1985). Šimko a kol. (2002) vo svojej publikácii uvádza, že podľa posledných údajov sú infekcie *C. trachomatis* najčastejším bakteriálnym ochorením urogenitálneho traktu súčasnosti. Celkovo je vo svete približne 90 mil. nositeľov tejto infekcie a každý rok pribudne asi 4 milióny nových prípadov takejto nákazy (Schachter, 2000, WHO, 2001).

V našej práci v závislosti od miesta bydliska v skúmanom súbore, môžeme konštatovať, že najvyšší výskyt infekcií spôsobených *C. trachomatis* bol v iných okresoch košického a prešovského kraja, kde podiel dosahoval 59%. Môžeme konštatovať, že to súvisí so stavom vzdelania, prístupu k informáciám, ako aj starostlivosti o svoje zdravie.

V nami vyšetřovanom súbore sa nám podarilo detekovať výskyt *C. trachomatis* pozitívnych žien v rámci Košice mesta 48%, v ďalšej skupine, ktorá zahrňovala Košice okolie 33% a z iných okresov košického a prešovského kraja 59%. Tieto čísla pomerne jasne dokazujú vysoký výskyt v aglomerácii mimo centra, čo súvisí s nižšou dostupnosťou vyšetřenia ako aj možnou úrovňou vzdelania pacientok. Nižší výskyt ochorenia poukazuje na vyššiu záchytnosť pri náhodnom gynekologickom vyšetření.

Keďže väčšina pacientok s urogenitálnou chlamýdiovou infekciou má asymptomatický priebeh, z tohto dôvodu pravdepodobne nevyhľadávajú odbornú lekársku pomoc. Prudký nárast výskytu tejto infekcie znamená za posledných 10 rokov nielen v európskych krajinách, ale prakticky na celom svete poukazuje na významný impulz zamerať sa na prevenciu a skriningové programy.

Prevencia a preventívne opatrenia znamenajú, aby sme predišli vzniku choroby, jej progresii a komplikáciám vrátane úmrtia. Cieľom preventívnych opatrení je zdravie jednotlivcov a populácií. Prevencia predstavuje nielen medicínsky problém, ale tiež psychologický, pretože veľakrát vyžaduje zásah do radikálnych životných štýlov, zvyklostí, do zmien fyzikálneho prostredia, socio-ekonomických zmien a tým samozrejme aj kultúrnych zmien. Aplikáciou prevencie a zavedením preventívnych opatrení do života je jedinou efektívnou metódou vytvorenia podmienok zabezpečujúcich reparáciu zdravia obyvateľov, čo zvyšuje následne aj prosperitu spoločnosti. Epidemiologické vedomosti sú teda základom pre efektívnu aplikáciu prevencie.

Literatúra

CENTERS FOR DISEASE CONTROL: Chlamydia trachomatis infections: policy guidelines for prevention and control. Morbid Mortal Weekly Rep, 34 (Suppl.), 1985, 53 - 73.

LOW, N., EGGER, M., STERNE, J. A., et al.: Incidence of severe reproductive tract complications associated with diagnoses genital Chlamydial infection: the Uppsala Women's Cohort Study. Sexually Transmitted Infections, 2007, 82, 2012 – 2018.

SCHACHTER, J.: Epidemiology of human Chlamydial infections. In: Proceedings fourth meeting of the European society for Chlamydia research. Helsinki, Finland, 2000, August 20 – 23, 331 -333.

SCHACHTER, J.: My choice: Chlamydia trachomatis in STDs: early days of the modern era. Sex. Trans. Infect., 2000, 76, 1, 16.

ŠIMKO, J., LANGŠÁDL, L., JARČUŠKA, P.: Chlamýdiové infekcie urogenitálneho traktu – ich klinické prejavy, diagnostika a možnosti terapie. Prakt. Gynek. (ČR), 2002, 4, 15 – 23.

WHO. Global prevalence and incidence of selected curable sexually transmitted infections. Overview and estimates. Geneva, WHO, 2001, 47.

Adresa prvého autora:

MUDr. Ján Valko, PhD., MPH.

Inštitút fyzioterapie, balneológie a liečebnej rehabilitácie

Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave

Nám. J. Herdu 2

917 01 Trnava

Recenzované / Reviewed:

2.1.2013

ÚLOHA GLUKOZINOLÁTOV VO VÝŽIVE ĽUDÍ

THE ROLE OF GLUCOSINOLATES IN HUMAN NUTRITION

Miroslav Šlosár, Alžbeta Hegedúsová*Ing. Miroslav Šlosár, PhD.**prof. RNDr. Alžbeta Hegedúsová, PhD.**Katedra zeleninárstva, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre*

Súhrn: V súčasnom období sme svedkami zvýšenej pozornosti venovanej problematike ľudského zdravia, pričom sa hľadajú spôsoby ako možno predchádzať vzniku mnohých nebezpečných ochorení (nádorové, kardiovaskulárne a iné). Z tohto hľadiska je nevyhnutné zvýšiť konzumáciu zeleniny i ovocia, čím zároveň zabezpečíme nášmu organizmu vyšší príjem zdraviu prospešných bioaktívnych látok. Táto cesta je najjednoduchší a najlacnejší spôsob ako môžeme preventívne chrániť naše telo proti vzniku takmer všetkých ochorení. Článok popisuje základnú charakteristiku a hydrolýzu glukozinolátov. Súčasne sú v práci popísané aj najvýznamnejšie zdroje glukozinolátov a faktory, ktoré ovplyvňujú ich obsah.

Kľúčová slová: glukozinoláty, hydrolýza, sulforafan, zelenina

Summary: In recent period, we are evidences of increased attention which is devoted to human health problem. There has been looking for ways how we should prevent against creation of many dangerous diseases (cancer, cardiovascular diseases, etc.). From this aspect, there is necessary to increase of vegetable and fruit consumption. At the same time, we provide higher intake of health-promoting bioactive compounds. It is the simplest and cheapest way how we can preventively protect our body against all diseases creation. The article describes basic characteristics and hydrolysis of glucosinolates, most important glucosinolates sources and factors which effect on their content.

Keywords: glucosinolates, hydrolysis, sulforaphane, vegetable, human health

Úvod

Ľudský organizmus prijíma vo forme stravy veľké množstvo farmakologicky aktívnych chemických látok. Príjem zeleniny a ovocia s vyššou nutričnou a medicínskou hodnotou sa stáva čoraz častejšie súčasťou programov zaoberajúcich sa zdravou výživou (Raskin, Ripoll, 2004). Ľudská strava ponúka väčšiu a rozmanitejšiu skupinu bioaktívnych látok ako rôzne liečivá, pritom si neuvedomujeme, že veľké množstvo liekov je derivovaných práve zo zložiek pôvodne objavených v rastlinných platinách.

Mnohé epidemiologické štúdie naznačujú že hlúbová zelenina (najmä brokolica), chráni ľudské telo proti rakovine, pretože je bohatým zdrojom glukozinolátov, flavonoidov, vitamínov a minerálnych látok (Moreno et al., 2006).

Glukozinoláty a ich hydrolýza

Glukozinoláty (GLS) sú z chemického hľadiska definované ako zložky, ktoré sú charakteristické podobnou základnou štruktúrou zloženou z β -D-tioglukózy, sulfónovej skupiny a bočného reťazca odvodeného z metionínu, fenylalanínu, tryptofánu alebo rozvetveného reťazca aminokyselín. Sulfátová skupina molekuly glukozinolátov je silne kyslá a rastliny ich akumulujú ako draselné soli vo svojich vakuolách (Keck, Finley, 2004).

Glukozinoláty nie sú bioaktívne v ľudskom tele, až kým nie sú enzymaticky hydrolyzované na izotiokyanáty (tabuľka 1). Hydrolýza glukozinolátov sa uskutočňuje pomocou enzýmov – myrozináz, ktoré ich uvoľňujú rozrušením rastlinných buniek počas zberu, spracovania alebo žuvania (Finley, 2005).

Biologické účinky glukozinolátov

Glukozinoláty a produkty ich hydrolýzy majú rôzne biologické pôsobenie, napr. ako ochranné zložky (Halkier, Gershenzon, 2006). GLS a ich metabolity ovplyvňujú ľudské zdravie a potenciálnu úžitkovú funkciu rastlín. Sú zodpovedné za typickú chuť a arómu hlúbovej zeleniny. GLS a produkty ich rozkladu sú známe pre ich fungicídne, baktericídne, nematocídne a alelopatické vlastnosti (Fahey et al., 2001). Určité produkty hydrolýzy u hlúbovej zeleniny, ako napríklad 4-metylsulfinylbutyl izotiokyanát (sulforafan), sa vyznačujú silnou antikarcinogénnou aktivitou (Keck, Finley, 2004).

Antikarcinogénna aktivita zeleninových druhov z čeľade Brassicaceae je spájaná predovšetkým s aktivitou izotiokyanátov iberínu a glukorafanínu - prekursoru sulforafanu, ktoré sú akumulované v jej konzumných častiach (Higdon et al., 2007). Konzumácia väčšieho množstva brokolice, ako aj ostatnej hlúbovej zeleniny, je spojená s redukciou vzniku rakoviny, a to najmä pľúc a tráviaceho traktu. Rôzne epidemiologické štúdie poskytujú opatrnejšie hypotézy, že vyšší prísun hlúbovej zeleniny redukuje riziko vzniku rakoviny prostaty (Kristal, Lampe, 2002).

Sulforafan

Zo skupiny glukozinolátov najmä v brokolici sa nachádza vo väčšom množstve sulforafan, u ktorého bolo preukázané, že bráni nádorovému bujneniu buniek (Anilakumar, 2006). Basten et al. (2002) uvádzajú, že sulforafan je v podstate „nepriamy“ antioxidant. Toto označenie vysvetľujú tým, že sulforafan neutralizuje voľné radikály nepriamo prostredníctvom zvýšenej aktivity 2-fázových enzýmov, ktoré následne napomáhajú k dlhotrvajúcej

antioxidačnej aktivity sulforafanu.

Sulforafan bol identifikovaný ako produkt enzymatickej alebo kyslej hydrolýzy korešpondujúceho glukorafanínu. Chemo-ochranná funkcia sulforafanu spočíva v schopnosti správať sa ako monofunkčný stimulátor detoxifikačných enzýmov v ľudskom organizme (Prester et al., 1993, Farnham et al., 2004). Sulforafan spolu s ďalším izotiokyanátom, aký je iberín, pôsobí antikarcinogénne a je s nimi spojená redukcia rizika vzniku rakoviny prostaty a pľúc (Kristal, Lampe, 2002, Joseph et al., 2004, Spitz et al., 2000).

Sulforafan zabíja aj baktériu *Helicobacter pylori*, zodpovednú za vredovú chorobu (Tallal, Fahey, 2001, Fahey et al., 2002). Práve táto baktéria je považovaná aj za pôvodcu väčšiny prípadov rakoviny žalúdka. Sulforafan pôsobil dokonca na baktériu *Helicobacter pylori* odolnú voči liečbe antibiotikami (Šlosár, Ferusová, 2009).

Antibakteriálny účinok sulforafanu je známy už dávnejšie, otázne bolo, nakoľko je táto látka účinná pri konzumácii brokolice. V pokusoch sa zistilo, že sulforafan povzbudzuje tvorbu bielkovín, ktoré pôsobia proti faktorom spôsobujúcim rakovinu (Hollósy, 2004).

Výskyt glukozinolátov

Glukozinoláty sa nachádzajú v pletivách dvojkľúčolistých rastlín (Dicotyledonae), pričom dominantné postavenie majú z hľadiska ich obsahu plodiny patriace do čeľade Brassicaceae. Do tejto čeľade patrí viac ako 350 rodov a 3000 druhov rastlín (Velíšek, 2002). Fahey et al. (2001) uvádzajú, že až u niekoľkých stoviek druhov bola dokázaná schopnosť syntetizovať glukozinoláty.

V konzumných častiach rastlín bolo doteraz zistených viac ako 120 odlišných glukozino-

látov. Najvýznamnejšie glukozinoláty, ktoré boli identifikované v zelenine z čeľade Brassicaceae, sú uvedené na obrázku 1 (Mithen et al., 2000).

V jednotlivých druhoch zeleniny z čeľade Brassicaceae sa bežne vyskytuje okolo 10-30 glukozinolátov, avšak vo významnom množstve je ich zastúpených len niekoľko (tabuľka 2). Táto čeľaď predstavuje pre človeka najvýznamnejší zdroj glukozinolátov (Park, Pezzuto, 2002). Ich množstvo kolíše v závislosti od druhu (Ciska et al., 2000) a odrody hlúbavej zeleniny (Sivakumar et al., 2007, Horbowicz, Babik, 2005), ako aj rôznych častí rastlín (Brown et al., 2003, Borowski et al., 2008).

Viaceré druhy zeleniny obsahujú iba obmedzené množstvo GLS. Ich distribúcia sa kvantitatívne i kvalitatívne odlišuje medzi jednotlivými časťami rastlín ako sú korene, listy, stonky a semená (Prugar, Zukalová, 2002). Priemerný obsah GLS vo vegetatívnych častiach rastlín sa pohybuje v rozpätí od 100 do 2500 mg.kg⁻¹ a v semenách až 60 000 mg.kg⁻¹. Obsah GLS v niektorých častiach rastlín sa pohybuje na úrovni približne 1% suchej hmotnosti. Ich obsah je však veľmi variabilný a môže sa približovať až ku 10% v semenách niektorých rastlín, kde môže GLS predstavovať takmer polovicu z celkového obsahu síry v semenách (Velíšek, 2002).

Pre glukozinoláty nebola doteraz vytvorená komplexná databáza s ich obsahom v jednotlivých druhoch plodín ako je to napríklad pre polyfenoly. Z uvedeného dôvodu sa pohľady na túto problematiku vzájomne líšia. McNaughton a Marks (2003) sa vo svojej práci snažili porovnať a zosumarizovať výsledky uverejnené v rámci viacerých štúdií. V rámci svojej práce pracovali so 140 odhadovanými obsahmi GLS u 42 plodín. Najvyšší obsah bol

zaznamenaný u žeruchy siatej ($3,89 \text{ g.kg}^{-1}$) a najnižší u kapusty čínskej ($0,2 \text{ mg.kg}^{-1}$). Podľa Stoewsanda (1995) a Rhodesa (1996) sa najviac GLS nachádza v ružičkovom keli, a to v rozpätí od 600 do 3900 mg.kg^{-1} .

Príjem glukozinolátov

Oblasť príjmu, resp. konzumácie glukozinolátov nie je dostatočne preskúmaná. Talalay a Fahey (2001) odhadli odporúčanú dávku glukozinolátov na úrovni 300 mg/deň . Keby sa počítal iba obsah izotiokyanátov, konkrétne sulforafanu a fenetylizotiokyanátov, tak by sa ich odporúčaný denný príjem zo 100 g brokolice by pohyboval v rozpätí $25 - 90 \text{ mg}$.

Priemerný denný príjem glukozinolátov sa pohybuje v Českej republike na úrovni 10 mg . Vegetariáni, príp. osoby konzumujúce hlúbovú zeleninu vo väčšom množstve, môžu mať príjem niekoľkonásobne vyšší (Velíšek, 2002). Priemerná denná konzumácia glukozinolátov vo Veľkej Británii, Nemecku a Kanade bola odhadnutá na úrovni 46 mg , 43 mg a 8 mg na osobu. Keďže maximálna miera premeny glukozinolátov na izotiokyanáty je približne 67% , tak celkové množstvo izotiokyanátov konzumovaných sa v spomenutých krajinách pohybuje na úrovni 31 mg , 29 mg a 5 mg na deň a osobu (Kassie, Knasmüller, 2000).

Faktory ovplyvňujúce obsah glukozinolátov

Klimatické podmienky

Podľa Rosu et al. (1996), koncentrácia glukozinolátov v rastlinách je závislá na klimatických podmienkach počas pestovateľského obdobia. Autori uvádzajú, že zimné a jesenné obdobia pestovania vedú ku nižšiemu obsahu glukozinolátov, a to v dôsledku krátkych

dní, vlhkejších podmienok, nízkych teplôt a nižšieho slnečného žiarenia. Charron et al. (2005) zistili, že celkový obsah glukozinolátov v rôznych druhoch zeleniny zo skupiny *Brassica oleracea* bol preukazne ovplyvnený sezónou pestovania a vo všeobecnosti bol vyšší v jarnom období. Vplyv pestovateľského obdobia bol ovplyvnený najmä vyššou priemernou teplotou, dĺžkou dňa a slnečným žiarením. Táto skutočnosť bola taktiež potvrdená Carteom et al. (2008) v pokuse s rôznymi druhmi hlúbovej zeleniny.

Velasco et al. (2007) naznačujú, že vyššia teplota počas vegetačného obdobia by mohla mať pozitívny vplyv na koncentráciu glukozinolátov v rastlinách. Naopak, nízke teploty majú za príčinu redukcii obsahu glukozinolátov. Tento fakt bol taktiež prezentovaný Ciskom et al. (2000). Na základe dosiahnutých výsledkov zistili, že vysoká priemerná teplota viedla ku štatisticky preukaznému zvýšeniu obsahu glukozinolátov pri viacerých druhoch zeleniny z rodu *Brassica*.

Teplota nie je jediný environmentálny faktor ovplyvňujúci koncentráciu glukozinolátov v konzumných častiach zeleniny. Druhým významným faktorom ovplyvňujúcim obsah glukozinolátov je úhrn zrážok. Ciska et al. (2000) zistili, že nižší úhrn zrážok sa prejavil vo forme vyššieho obsahu glukozinolátov, pretože v dôsledku nižších zrážok nedošlo k zriadeniu ich koncentrácie v zelenine.

Výživa a hnojenie rastlín

Oblasť vplyvu výživy a hnojenia na obsah sulforafanu nie je dostatočne preskúmaná a názory na túto tému sú odlišné. Aires et al. (2006) zistili, že aplikácia dusíka a síry mala negatívny vplyv na obsah alifatických glukozinolátov, do ktorej patrí aj sulforafan. Na druhej strane,

Schonhof et al. (2007) konštatovali, že aplikácia dusíka a síry viedla ku zvýšenej kumulácii sulforafanu v ružiciach brokolice. De Pascale et al. (2007), Čekey et al. (2011) a Šlosár et al. (2011) taktiež pozorovali pozitívny efekt hnojenia sírou na obsah glukozinolátov vo vodnici, karfirole a v brokolici. Kim et al. (2002) zistili, že obsah glukozinolátov v konzumných častiach druhu *Brassica rapa* je veľmi ovplyvnený aplikáciou dusíka a síry. Tento fakt bol prezentovaný aj v práci Rosena et al. (2005), ktorí zistili, že najväčší obsah glukozinolátov v kapuste bol dosiahnutý na variantoch s nižšou dávkou dusíka a vyššími dávkami síry. Výsledky ročného poľného pokusu s brokolicou naznačujú, že aplikácia zinku by mohla viesť ku podstatnému zvýšeniu obsahu sulforafanu v konzumných ružiciach brokolice (Šlosár et al., 2012).

Skladovanie a kuchynská úprava

Obsah sulforafanu a ostatných glukozinolátov v konzumných častiach jednotlivých druhov z čeľade Brassicaceae závisí taktiež od spôsobu skladovania a kuchynskej úpravy, napríklad krájania, varenia, varenia v pare, fermentovania či mrazenia (Lin, Chang, 2005, Song a Thornalley, 2007). Podľa Jonesa et al. (2006), najvhodnejšie podmienky nevyhnutné pre uchovanie kvality brokolice z hľadiska obsahu sulforafanu sú pri teplote nižšej ako 4°C a vysokej relatívnej vlhkosti vzduchu. Verkerk a Dekker (2004) na základe dosiahnutých výsledkov konštatovali, že pri klasických metódach kuchynskej úpravy (varenie) dochádza k redukcii obsahu glukozinolátov o 30-60% v závislosti od intenzity varenia a typu glukozinolátov. Varenie v pare a mikrovlnnej rúre sú vhodnými metódami úpravy, pretože majú iba nízky vplyv na obsah sulfora-

fanu a ostatných glukozinolátov v brokolici a iných druhoch hlúbavej zeleniny (Jones et al., 2006, Vallejo et al., 2002).

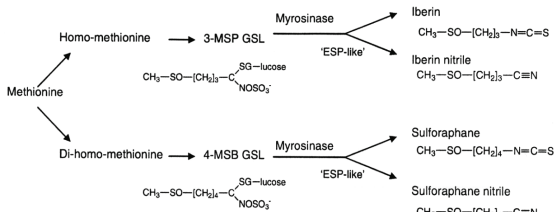
Záver

Glukozinoláty sú sírnaté zlúčeniny, ktoré sa vyskytujú najmä v hlúbavej zelenine, ale i v iných druhoch zeleniny a olejninách. V jednotlivých druhoch zeleniny z čeľade Brassicaceae sa bežne vyskytuje okolo 10 - 30 glukozinolátov, avšak len niekoľko z nich je zastúpený vo významnom množstve. Ich distribúcia sa kvantitatívne i kvalitatívne odlišuje medzi jednotlivými časťami rastlín, ako sú korene, listy, stonky a semená.

Glukozinoláty nie sú bioaktívne v ľudskom tele až kým nie sú enzymaticky hydrolyzované na izotioyanáty. Glukozinoláty a ich metabolity ovplyvňujú ľudské zdravie a potenciálnu úžitkovú funkciu rastlín. Sú zodpovedné za typickú chuť a arómu hlúbavej zeleniny a sú známe pre ich fungicídne, baktericídne, nematocídne a alelopatické vlastnosti.

Určité produkty hydrolýzy, ako napríklad sulforafan, sa vyznačujú silnou antikarcinogénnou aktivitou. So sulforafanom a ďalším izotioyanátom - iberínom je spojená aj redukcia rizika vzniku rakoviny prostaty a pľúc. Sulforafan pôsobí taktiež proti baktérii *Helicobacter pylori*, ktorá je považovaná za pôvodcu väčšiny prípadov rakoviny žalúdka. Sulforafan pôsobil dokonca na baktériu *Helicobacter pylori* odolnú voči liečbe antibiotikami.

Obrázok 1 Štruktúra a degradácia glukoi-berínu (3-MSP) a glukorafanínu (4-MSB) podľa Sarikamisa et al. (2006). Obsah oboch GLS je určený rozsahom elongácie metionínu. Obsah produkovaných izotio-kyanátov a nitrilov závisí na akti-vite ESP proteínu - regulátora enzýmov (Epithiopsecifier Protein).



Tabuľka 1 Hlavné glukozinoláty (GLS) identi-fikované v rastlinných druhoch z čeľ. *Brassicaceae*

Chemická skupina GLS	Chemický názov GLS	Triviálny názov GLS
sírú obsahujúce GLS	4-metylsulfinyl-3-butenyl	glukorafenín
	4-(metylsulfinyl)butyl	glukorafanín
	5-(metylsulfinyl)pentyl	glukoalysín
	3-(metylsulfinyl)propyl	glukoiberín
	4-(metyltio)butyl	glukoerucín
	5-(metyltio)pentyl	glukoberteroín
rozvetvené alifatické GLS	3-(metyltio)propyl	glukoiberverín
	1-metyletyl	glukoputranjivín, izopropyl
	2-metyletyl	
alifatické olefiny	1-metylpropyl	glukochlearín
	3-butenyl	glukonapín
	2(R)-2-hydroxy-3-butenyl	progoitrín
	2-hydroxy-4-pentenyl	(gluko)napoleiferín
	4-pentenyl	glukobrasicanapín
	1-pentenyl	
aromatické arylové GLS	2-propenyl	alyl, sinigrín
	4-hydroxybenzyl	(gluko)sinalbín
aromatické indolové GLS	2-fenyletyl	glukonasturtiín, fenetyl
	3-indolymetyl	glukobrasicin
	4-hydroxy-3-indolymetyl	4-hydroxyglukobrasicin
	4-metoxi-3-indolymetyl	4-metoxylglukobrasicin

Tabuľka 2 Prehľad najvýznamnejších glukozinolátov u jednotlivých druhov zeleniny z čeľade *Brassicaceae* (Velíšek, 2002)

Druh zeleniny	Glukozinoláty
brokolica	glukorafanín, glukosibarin, glukobrasicin, 4-hydroxyglukobrasicin, neoglukobrasicin
chren dedinský	sinigrín, sinalbín
kaleráb	sinigrín, glucoiberín, glukosibarin, 4-hydroxyglukobrasicin
kapusta hlávková	sinigrín, glucoiberín, glukosibarin, 4-hydroxyglukobrasicin
kapusta čínska	glukoabrietín, glukosibarin
karfiol	sinigrín, glucoiberín, glukosibarin, 4-hydroxyglukobrasicin, neoglukobrasicin
kel kučeravý	sinigrín, progoitrín, glukosibarin
kel ružičkový	sinigrín, glukonapín, progoitrín, glucocheirolín, glukosibarin, glukobrasicin, neoglukobrasicin
red'kovka siata	glukorafasatin, glukorafanín, glukorafenín, glukonasturtiín, 4-hydroxyglukobrasicin
vodnica	sinigrín, glukonapín, progoitrín, glukonasturtiín, glukosibarin, glukobrasicin
žerucha siata	glukotropeolín

Literatúra

AIRES, A., ROSA, E., CARVALHO, R. 2006. Effect of nitrogen and sulfur fertilization on glucosinolates in the leaves and roots of broccoli sprouts (Brassica oleracea var. italica). Journal of the Science of Food and Agriculture. 2006, roč. 86, č. 10, s. 1512-1516. ISSN 1097-0010.

ANILAKUMAR, K. R., KHANUM, F., BAWA, A. S. 2006. Dietary role of glucosinolate derivatives: a review. Journal of Food Science and Technology-Mysore. 2006, roč. 43, č. 1, s. 8-17. ISSN 0975-8402.

BASTEN, G. P., BAO, Y., WILLIAMSON, G. 2002. Sulforaphane and its glutathione conjugate but not sulforaphane nitrile induce UDP-glucuronosyl transferase (UGT1A1) and glutathione transferase (GSTA1) in cultured

- cells. *Carcinogenesis*. 2002, roč. 23, č. 8, s. 1399-1404. ISSN 1460-2180.
- BOROWSKI, J., SZAJDEK, A., BOROWSKA, E. J., CISKÁ, E., ZIELIŃSKI, H. 2008. Content of selected bioactive components and antioxidant properties of broccoli (*Brassica oleracea* L.). *European Food Research and Technology*. 2008, roč. 226, č. 3, s. 459-465. ISSN 1438-2385.
- BROWN, P. D., TOKUHISA, J. G., REICHELT, M., GERSHENZON, J. 2003. Variation of glucosinolate accumulation among different organs and developmental stages of *Arabidopsis thaliana*. *Phytochemistry*. 2003, roč. 62, č. 3, s. 471-481. ISSN 0031-9422.
- CARTEA, M. E., VELASCO, P., OBREGÓN, S., DEL RÍO, M., PADILLA, G., DE HARO, A. 2008. Seasonal variation in glucosinolate content in *Brassica oleracea* crops grown in northwestern Spain. *Phytochemistry*. 2008, roč. 69, č. 2, s. 403-410. ISSN 0031-9422.
- CISKÁ, E., MARTYNIÁK-PRZYBYSZEWSKA, B., KOZŁOWSKA, H. 2000. Content of glucosinolates in cruciferous vegetables grown at the same site for two years under different climatic conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2000, roč. 48, č. 7, s. 2862-2867. ISSN 1520-5118.
- ČEKEY, N., ŠLOSÁR, M., UHER, A., BALOGH, Z., VALŠÍKOVÁ, M., LOŠÁK, T. 2011. The effect of nitrogen and sulphur fertilization on the yield and content of sulforaphane and nitrates in cauliflower. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2011, roč. 59, č. 5, s. 17-22. ISSN 1211-8516.
- DE PASCALE, S., MAGGIO, A., PERNICE, R., FOGLIANO, V., BARBIERI, G. 2007. Sulphur fertilization may improve the nutritional value of *Brassica rapa* L. subsp. *Sylvestris*. *European Journal of Agronomy*. 2007, roč. 26, č. 4, s. 418-424. ISSN 1161-0301.
- FAHEY, J. W., HARISTOY, X., DOLAN, P. M., KENSLER, T. W., SCHOLTUA, I., STEPHENSON, K. K., TALALAY, P., LOZNIEWSKI, A. 2002. Sulforaphane inhibits extracellular, intracellular, and antibiotic-resistant strains of *Helicobacter pylori* and prevents benzo[a]pyrene-induced stomach tumors. *Proceedings of the National Academy of Sciences of The United States of America*. 2002, roč. 99, č. 11, s. 7610-7615. ISSN 0027-8424.
- FAHEY, J. W., ZALCMANN, A. T., TALALAY, P. 2001. Review : The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. *Phytochemistry*. 2001, roč. 56, č. 1, s. 5-51. ISSN 0031-9422.
- FARNHAM, M. W., WILSON, P. E., STEPHENSON, K. K., FAHEY, J. W. 2004. Genetic and environmental effects on glucosinolate content and chemoprotective potency of broccoli. *Plant Breeding*. 2004, roč. 123, č. 1, s. 60-65. ISSN 1439-0523.
- FINLEY, J. W. 2005. Proposed Criteria for Assessing the Efficacy of Cancer Reduction by Plant Foods Enriched in Carotenoids, Glucosinolates, Polyphenols and Selenocompounds. *Annals of Botany*. 2005, roč. 95, č. 7, s. 1075-1096. ISSN 1095-8290.
- HALKIER, B. A., GERSHENZON, J. 2006. Biology and biochemistry of glucosinolates. *Annual Review of Plant Biology*. 2006, roč. 57, s. 303-333. ISSN 1543-5008.
- HIGDON, J. V., DELAGE, B., WILLIAMS, D. E., DASHWOOD, R. H. 2007. Cruciferous vegetables and human cancer risk: epidemiologic evidence and mechanistic basis. *Pharmacological Research*. 2007, roč. 55, č. 3, s. 224-236. ISSN 1043-6618.
- HOLLÓSY, M. 2004. Dajme zelenú bro-

- kolici! APOTHEKA – odbornoinformačný štvrťročník pre zákazníkov lekárne. 2004, roč. 4, č. 2, s. 48-49. ISSN 1336-0930.
- HORBOWICZ, M., BABIK, I. 2005. Sulforaphane and flavonoid contents in chosen broccoli cultivars. *Vegetable Crops Research Bulletin*. 2005, roč. 62, s. 127-138. ISSN 1506-9427.
- CHARRON, C. S., SAXTON, A. M., SAMS, C. E. 2005. Relationship of climate and genotype to seasonal variation in the glucosinolate-myrosinase system I. Glucosinolate content in ten cultivars of *Brassica oleracea* grown in fall and spring seasons. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2005, roč. 85, č. 4, s. 671-681. ISSN 1097-0010.
- JONES, R. B., FARAGER, J. D., WINKLER, S. 2006. A review of the influence of postharvest treatments on quality and glucosinolate content in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) heads. *Postharvest Biology and Technology*. 2006, roč. 41, č. 1, s. 1-8. ISSN 0925-5214.
- JOSEPH, M. A., MOYSICH, K. B., FREUDENHEIM, J. L., SHIELDS, P. G., BOWMAN, E. D., ZHANG, Y., MARSHALL, J. R., AMBROSONE, C. B. 2004. Cruciferous vegetables, genetic polymorphisms in glutathione S-transferases M1 and T1, and prostate cancer risk. *Nutrition and cancer*. 2004, roč. 50, č. 2, s. 206-213. ISSN 1532-7914.
- KASSIE, F., KNASMÜLLER, S. 2000. Genotoxic effects of allyl isothiocyanates (AITC) and phenethyl isothiocyanates (PEITC). *Chemico-Biological Interactions*. 2000, roč. 127, č. 2, s. 163-180. ISSN 0009-2797.
- KECK, A. S., FINLEY, J. W. 2004. Cruciferous vegetables: cancer protective mechanisms of glucosinolate hydrolysis products and selenium. *Integrative Cancer Therapies*. 2004, roč. 3, č. 1, s. 5-12. ISSN 1552-695X.
- KIM, S. J., MATSUO, T., WATANABE, M., WATANABE, Y. 2002. Effect of nitrogen and sulphur application on the glucosinolate content in vegetable turnip rape. *Soil Science & Plant Nutrition*. 2002, roč. 48, č. 1, s. 43-49. ISSN 1747-0765.
- KRISTAL, A. R., LAMPE, J. W. 2002. Brassica Vegetables and Prostate Cancer Risk: A Review of the Epidemiological Evidence. *Nutrition and Cancer*. 2002, roč. 42, č. 1, s. 1-9. ISSN 1532-7914.
- LIN, CH.-H., CHANG, CH.-Y. 2005. Textural change and antioxidant properties of broccoli under different cooking treatments. *Food Chemistry*. 2005, roč. 90, č. 1-2, s. 9-15. ISSN 0308-8146.
- MCNAUGHTON, S. A., MARKS, G. C. 2003. Development of a food composition database for the estimation of dietary intakes of glucosinolates, the biologically active constituents of cruciferous vegetables. *British Journal of Nutrition*. 2003, roč. 90, č. 3, s. 687-697. ISSN 1475-2662.
- MITHEN, R. F., DEKKER, M., VERKERK, R., RABOT, S., JOHNSON, I. T. 2000. The nutritional significance, biosynthesis and bioavailability of glucosinolates in human foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2000, roč. 80, č. 7, s. 967-984. ISSN 1097-0010.
- MORENO, D. A., CARVAJAL, M., LÓPEZ-BERENGUER, C., GARCÍA-VIGUERA, C. 2006. Chemical and biological characterisation of nutraceutical compounds of broccoli. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 2006, roč. 41, č. 5, s. 1508-1522. ISSN 0731-7085.
- PARK, E. J., PEZZUTO, J. M. 2002. Botanicals in cancer chemoprevention. *Cancer Metastasis Reviews*. 2002, roč. 21, č. 3-4, s. 231-255. ISSN 1573-7233.

- PRESTERA, T., HOLTZCLAW, W. D., ZHANG, Y., TALALAY, P. 1993. Chemical and molecular regulation of enzymes that detoxify carcinogens. *Proceedings of the National Academy of Science*. 1993, roč. 90, č. 7, s. 2965-2969. ISSN 0027-8424.
- PRUGAR, J., ZUKALOVÁ, H. 2002. Dvojí tvář glukosinolátů. *Výživa a potraviny*, 2002, roč. 57, č. 6, s. 184-185. ISSN 1211-846X.
- RASKIN, I., RIPOL, CH. 2004. Can an Apple a Day Keep the Doctor Away? *Curren Pharmaceutical Design*. 2004, roč. 10, č. 27, s. 3419-3429. ISSN 1381-6128.
- RHODES, M. J. 1996. Physiologically-active compounds in plant foods: an overview. *Proceedings of the Nutrition Society*. 1996, roč. 55, č. 1B, s. 371-384. ISSN 1475-2719.
- ROSA, E. A. S., HEANEY, R. K. 1996. Seasonal variation in protein, mineral and glucosinolate composition of Portuguese cabbage and kale. *Animal Feed and Science Technology*. 1996, roč. 57, č. 1-2, s.111-127. ISSN 0377-8401.
- ROSEN, C. J., FRITZ, V. A., GARDNER, G. M., HECHT, S. S., CARMELLA, S. G., KENNEY, P. M. 2005. Cabbage yield and glucosinolate concentrations as affected by nitrogen and sulfur fertility. *HortScience*. 2005, roč. 40, č. 5, s.1493-1498. ISSN 0018-5345.
- SARIKAMIS, G., MARQUET, J., MACCOR-MACK, R., BENNETT, R. N., ROBERTS, J., MITHEN, R. 2006. High glucosinolate broccoli: a delivery system for sulforaphane. *Molecular Breeding*. 2006, roč. 18, č. 3, s. 219-228. ISSN 1380-3743.
- SCHONHOF, I., BLANKENBURG, D., MÜLLER, S., KRUMBEIN, A. 2007. Sulphur and nitrogen supply influence growth, product appearance, and glucosinolate concentrations. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2007, roč. 170, č. 1, s. 65-72. ISSN 1522-2624.
- SIVAKUMAR, G., ALIBONI, A., BACCETTA, L. 2007. HPLC screening of anti-cancer sulforaphane from important European Brassica species. *Food Chemistry*. 2007, roč. 104, č. 4, s. 1761-1764. ISSN 0308-8146.
- SONG, L., THORNALLEY, P. J. 2007. Effect of storage, processing and cooking on glucosinolate content of Brassica vegetables. *Food and Chemical Toxicology*. 2007, roč. 45, č. 2, s. 216-224. ISSN 0278-6915.
- SPITZ, M. R., DUPHORNE, C. M., DETRY, M. A., PILLOW, P. C., AMOS, C. I., LEI LEI - DE ANDRADE, M., XIANGJUN GU, HONG, W. K., XIFENG WU. 2000. Dietary intake of isothiocyanates: evidence of a joint effect with glutathione S-transferase polymorphisms in lung cancer risk. *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention*. 2000, roč. 9, č. 10, s. 1017-1020. ISSN 1538-7755.
- STOEWSAND, G.S. 1995. Bioactive organo-sulfur phytochemicals in Brassica oleracea vegetables - a review. *Food and Chemical Toxicology*. 1995, roč. 33, č. 6, s. 537-543. ISSN 0278-6915.
- ŠLOSÁR, M., FERUSOVÁ, S. 2009. Antioxidanty v zelenine. *Zahradníctví*. 2009, roč. 13, č. 12, s. 20-21. ISSN 1213-7596.
- ŠLOSÁR, M., UHER, A. 2011. Vplyv výživy a hnojenia na vybrané obsahové látky v brokolici (vedecká monografia). 1. Vydanie. Vydavateľstvo Nitra : SPU, 2011, 121 s. ISBN 978-80-552-0691-2.
- ŠLOSÁR, M., UHER, A. 2012. The influence of nitrogen, sulphur and zinc fertilization on the selected parameters of broccoli yield. *Horticulture Nitra 2012*. 1. vydanie. Záhradnícka medzinárodná vedecká konferencia, Nitra : Slovak University of Agriculture, 2012. s. 72-78. ISBN 978-80-552-0868-8,
- TALALAY, P., FAHEY, J.W. 2001. Phytochemicals from cruciferous plants protect

against cancer by modulating carcinogen metabolism. The Journal of Nutrition. 2001, roč. 131, č. 11, s. 3027-3033. ISSN 1541-6100.

VALLEJO, F., TOMÁS-BARBERÁN, F. A., GARCÍA-VIGUERA, C. 2002. Glucosinolates and vitamin C content in edible parts of broccoli florets after domestic cooking. European Food and Research Technology. 2002, roč. 215, č. 4, s. 310–316. ISSN 1438-2385.

VELASCO, P., CARTEA, M. E., GONZÁLEZ, C., VILAR, M., ORDÁS, A. 2007. Factors affecting the glucosinolate content of kale (*Brassica oleracea acephala* group). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2007, roč. 55, č. 3, s. 955–962. ISSN 1520-5118.

VELÍŠEK J. 2002. Chemie potravin 3. 2. Vydanie. Vydavateľstvo Tábor : Ossis, 2002, 368 s. ISBN 80-86659-02-X.

VERKERK, R., DEKKER, M. 2004. Glucosinolates and myrosinase activity in red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata f. rubra DC.) after various microwave treatments. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2004, roč. 52, č. 24, s. 7318–7323. ISSN 1520-5118.

Kontaktná adresa prvého autora:

Ing. Miroslav Šlosár, PhD.

Katedra zeleninárstva

Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva

Slovenská poľnohospodárska univerzita
v Nitre

Trieda Andreja Hlinku 2

949 76 Nitra

e-mail: miroslav.slosar@uniag.sk

Recenzované/ Reviewed: 1. 3. 2013

ROVNOST V ZDRAVÍ

HEALTH EQUITY

Róbert Ochaba

*doc. PhDr. Róbert Ochaba, PhD. MPH**Katedra preventívnej a klinickej medicíny**Fakulta verejného zdravotníctva**Slovenská zdravotnícka univerzita, Bratislava**Úrad verejného zdravotníctva Slovenskej republiky, Bratislava*

Súhrn: Príspevok charakterizuje základné charakteristiky zdravotného stavu obyvateľstva podľa jednotlivých regiónov Slovenska, kde sa vyskytuje rómska komunita. Zameriava sa najmä na indikátory ako sú stredná dĺžka života, počet narodených detí, úroveň potratovosti, najčastejšie príčiny úmrtí podľa regiónov. Príspevok sa zaoberá aj delením determinantov zdravia, pričom sa špecificky venuje zdravému životnému štýlu. Podpora zdravia má za cieľ znižovanie nerovností - ide o plnenie Národného programu podpory zdravia znevýhodnených komunít a Národného programu podpory zdravia. Autor vychádza z dostupných analýz a správ, ktoré prijala vláda Slovenskej republiky a odborných príspevkov publikovaných v domácich a zahraničných časopisoch a zborníkoch.

Kľúčová slová: podpora zdravia, zdravotný stav, znevýhodnené komunity

Summary: The article deals with the basic characteristics of the state of health, according to the regions of Slovakia with the presence of Roma population. In particular, it deals with the indicators such as life expectancy, birth rate, abortion rate, and the most common causes of death based on the regions. Further it focuses on dividing the health determinants, as well as it depicts the healthy life style within the promotion, aimed at reducing the inequality and meeting the requirements together with implementation of the National Health Promotion Programme for Disadvantaged Communities and the National Health Promotion Programme. The author works with the accessible analyses and reports, adopted by the Government of the Slovak Republic, as well as with the specialized articles published at home or abroad.

Keywords: health promotion, state of health, disadvantaged communities

Úvod

Problematika rovnosti v zdraví je dnes skloňovaná vo viacerých významoch a prístupoch. Väčšinou sa týkala poskytovania zdravotnej starostlivosti v rámci zdravotníctva v zmysle, aby každý občan mal rovnaký prístup k zdravotnej starostlivosti. Táto axióma je zahrnutá v Ústave Slovenskej republiky a považuje sa za základné ľudské právo. Druhou významnou oblasťou je vyrovnávanie rozdielov v zdravotnom stave obyvateľstva prostredníctvom vybraných indikátorov, regionálnych a vulnerabilných skupín obyvateľstva. Tejto otázke sa v súčasnosti venuje veľká pozornosť. Jednak s pohľadu sledovania zdravotného stavu vybraných sociálnych skupín obyvateľstva, kde existujú významné rozdiely (Hegyí, 2006). Významnou je publikácia košickej autorky Rimárovej (2010), ktorá zhrnula determinanty ovplyvňujúce zdravie Rómskej populácie. Pokladom pre ňu poznatky získané pri riešení európskeho projektu EU Public Health „Migrant and Ethnic Health Observatory (MEHO).

Najväčšiu etnickú minoritnú populáciu v európskom regióne predstavuje Rómska populácia (Fésüs et al., 2012). Slovensko patrí medzi štyri krajiny v Európe, kde sa vyskytuje najviac Rómskej populácie, odhadom až 480 000 až 520 000 (Rechel, 2009). Okrem Slovenska medzi krajiny s najvyšším výskytom Rómov zaradujeme Rumunsko, Bulharsko a Maďarsko. S cieľom zlepšiť zdravotný stav populácie Rómov vlády SR prijala Národný program podpory zdravia znevýhodnených komunit na Slovensku na roky 2009 – 2015 v roku 2008. Úrad verejného zdravotníctva (ďalej len „ÚVZ SR“) a regionálne úrady verejného zdravotníctva (ďalej len „RÚVZ“) realizujú úlohy v rámci plnenia 2. etapy Pro-

gramu podpory zdravia znevýhodnených komunit na Slovensku za roky 2009 – 2010 (ďalej len „program“). Program je naďalej aj v 2. etape zameraný na obyvateľov segregovaných a separovaných rómskych osídlení a lokalít Banskobystrického, Košického a Prešovského kraja, v ktorých je zdravotno-hygienická situácia najkritickejšia.

Podľa výskumu Kállayovej a kol. z roku 2011, pokladajú obyvatelia rómskych osád svoj zdravotný stav za dobrý, až 69% respondentov sa cíti zdravo. Napriek tomu udáva fajčenie až 53% respondentov a fajčenie počas tehotenstva až 35% žien. Typ používaného záchoda je v 55% prípadov latrína.

S cieľom zvýšenia zdravotného uvedomenia a podpory zdravia znevýhodnených skupín boli prijaté viaceré programy zo strany vlády Slovenskej republiky. Najmä však Národný program podpory zdravia znevýhodnených komunit a Národný program podpory zdravia, ktorý je zameraný na celú populáciu.

Stredná dĺžka života, očakávané dožitie

Stredná dĺžka života (SDŽ, očakávaná dĺžka života) je významným ukazovateľom úrovne úmrtnosti. Je to modelový ukazovateľ, vypočítaný na základe špecifických úmrtností a udáva priemerný počet rokov dožitia osoby určitého pohlavia a veku, za predpokladu, že sa nebudú meniť úmrtnostné pomery. Charakterizuje stav zdravia populácie a úroveň systému zdravotníctva. Dostupnosť a dobrá úroveň zdravotníctva ovplyvňujú vývoj strednej dĺžky života.

Napriek celkovému pozitívnemu vývoju strednej dĺžky života na Slovensku, z európskeho hľadiska, zaostávame za európskym priemerom v strednej dĺžke života pri narodení u mužov aj u žien. Stredná dĺžka života má

v Slovenskej republike rastúci trend, i keď tempo je pomalé. Oproti roku 2001 sa nádej na dožitie pri narodení zvýšila u mužov o 2,1 roka a u žien o 1,3. V roku 2010 bola u mužov 71,62 a u žien 78,84 roku v celej Slovenskej republike, na úrovni okresov bola stredná dĺžka života u mužov najnižšia v okresoch na juhu stredného a východného Slovenska (okres Čadca, okres Banská Štiavnica, okres Trebišov, okres Veľký Krtíš, okres Rožňava, okres Rimavská Sobota) u žien bola najnižšia stredná dĺžka života v okresoch - Revúca, Rožňava, Krupina, Gelnica, Trebišov a to v rozpätí u mužov 67,7 – 69,5 a u žien 76,39 – 77,02. Na druhej strane najdlhšia stredná dĺžka života bola v roku 2010 u mužov v okresoch – Bratislava IV, I, Trenčín, Bratislava V, Piešťany, Partizánske, Bratislava II, III, u žien – Bratislava I, Trnava, Trenčín, Bratislava IV, Bardejov, Zvolen, Piešťany, a to v rozpätí u mužov 72,88 – 75,33 a u žien 80,11 – 80,63.

Metodický list:

Stredná dĺžka života na regionálnej úrovni sa počíta za dlhšie časové obdobie ako jeden rok, aby sa odstránil vplyv sezónnosti úmrtí a veľkosti nižších správnych území, prejavujúci sa nižším počtom obyvateľov a nižším počtom úmrtí podľa veku a pohlavia. Preto na úrovni oblastí a krajov boli použité údaje za obdobie troch rokov a na úrovni okresov obdobie piatich rokov. To znamená, že ak sa z databázy vyberú údaje napríklad za rok 2005, potom na úrovni krajov boli pre výpočet použité údaje za roky 2003 – 2005 a na úrovni okresov 2001 – 2005.

Počet narodených detí

Pre demografický vývoj v Slovenskej republike je charakteristický dlhodobý pokles pôrod-

nosti. Za posledné dve desaťročia sa znížila úroveň pôrodnosti, ročný počet narodených detí poklesol z úrovne 101 000 (v rokoch 1976 - 1979) na úroveň približne 50 - 60 600 detí v ostatných rokoch. V roku 2003 nastáva obrat vo vývoji pôrodnosti a začína pomaly narastať počet narodených detí. V roku 2009 prišlo na svet 61 217 detí (počet živonarodených na 1000 obyvateľov v roku 2009 – 11,3; v roku 2010 – 11,1), čo je najviac od roku 1995, kedy sa narodilo 61 427 detí, v roku 2010 prišlo na svet 60 410 detí z toho 30 544 chlapcov a 29 866 dievčat. Na úrovni okresov bol počet živonarodených na 1000 obyvateľov najvyšší v okresoch : Kežmarok, Sabinov, Námestovo, Spišská Nová ves, Gelnica, Stará Ľubovňa (od 18,49 – 15,11). Naopak najnižší bol v okresoch: Komárno, Turčianske Teplice, Myjava, Nové Zámky, Zvolen, Snina (od 8,24 – 8,98).

Úroveň potratovosti

V rokoch 2009 a 2010 došlo k ďalšiemu znižovaniu počtu potratov a umelých prerušení tehotenstva v Slovenskej republike. Postupné klesanie počtu potratov a z toho i postupné klesanie umelých prerušení tehotenstva vyjadrujú i čísla: v prepočte na 1000 obyvateľov to bolo v roku 2010 - 3,2 potratu, a na sto živonarodených v roku 2010 - 28,4 (od roku 1988 majú oba tieto údaje klesajúcu tendenciu). Na 1000 obyvateľov pripadalo v roku 2010 – 1,9 spontánnych potratov a 2,3 UP, čo je zatiaľ najnižšia hodnota od legalizácie UP v roku 1958.

Podľa krajov najmenej potratov na 1000 obyvateľov si dlhodobo udržiava Prešovský kraj, kde v roku 2010 bola všeobecná miera potratovosti 2,80 a index potratovosti (na 100 živonarodených) bol 21,39. Nízke hodnoty

miery potratovosti a indexu potratovosti má dlhodobu (posledných päť rokov) aj Žilinský kraj. Najvyššiu všeobecnú mieru potratovosti mal Košický kraj (3,68) a indexu potratovosti mal v roku 2010 Nitriansky kraj (36,0).

Dojčenská úmrtnosť

Dôležitým indikátorom úmrtnostných pomerov je dojčenská úmrtnosť. Predstavuje významný ukazovateľ sociálnej vyspelosti jednotlivých populácií.

Dojčenská úmrtnosť je úmrtnosť detí do jedného roka, miera dojčenskej úmrtnosti, ktorá vyjadruje podiel detí zomretých vo veku do jedného roka, prepočítaný na 1000 živonarodených detí, má v Slovenskej republike priaznivý trend. Miery dojčenskej i novorodeneckej úmrtnosti (úmrtnosť vyjadrujúca podiel detí zomretých do 28 dní, prepočítaný na 1000 živonarodených) mali dlhodobu klesajúci trend, v roku 2010 sa však medziročne zvýšili. Dojčenská úmrtnosť sa zvýšila nevýznamne a zostáva už tretí rok po sebe pod 6 ‰, v roku 2009 – 5,65 ‰, v roku 2010 - 5,69 ‰, novorodenecká sa zvýšila o 0,5 bodu (v roku 2009 – 3,07 ‰, v roku 2010 – 3,59 ‰), do 28 dní po narodení medziročne zomrelo o 29 detí viac.

V roku 2010 zaznamenávame najvyššiu dojčenskú úmrtnosť v Prešovskom a Košickom kraji, v ostatných krajoch je niekoľkokrát nižšia. V rokoch 2005 až 2010 mala klesajúci trend aj novorodenecká a perinatálna úmrtnosť. Dojčenská úmrtnosť na úrovni okresov bola v roku 2010 najvyššia v okresoch: Trebišov, Vranov nad Topľou, Michalovce, Stará Ľubovňa, Sobrance a to od 15,72 ‰ – 12,55 ‰ naopak najnižšia bola v okresoch: Žilina, Ružomberok, Banská Bystrica, Gelnica a Bratislava V a to od 1,18 ‰ – 2,13 ‰.

Najčastejšie príčiny úmrtí podľa regiónov (krajov)

Priemerný počet všetkých úmrtí v Slovenskej republike sa v rokoch 2009 – 2011 v porovnaní s rokmi 2006 – 2008 prakticky nezmenil; zaznamenal sa iba 1,3 % pokles.

Podiel úmrtí na najčastejšie príčiny smrti vykazuje rozdiely nielen medzi pohlaviami, ale aj podľa vekových skupín. V roku 2011 bol v celej populácii najväčší podiel u mužov – na srdcovocievne ochorenia, nádory, príčiny úmrtí z vonkajších príčin, choroby dýchacej sústavy a tráviacej sústavy. U žien to boli najčastejšou príčinou smrti srdcovocievne ochorenia, potom nasledovali nádory, ochorenia dýchacej a tráviacej sústavy a príčiny úmrtí spôsobené vonkajšími príčinami ako úrazy, otravy a pod.

Z pohľadu krajov: Vo všetkých krajoch dominovali príčiny úmrtí na srdcovocievne ochorenia a nádory a to u žien aj mužov. Na ochorenia dýchacej sústavy zaznamenávame najvyšší počet úmrtí v Banskobystrickom kraji a Bratislavskom kraji a to u mužov aj u žien. Najmenší počet úmrtí na ochorenia dýchacej sústavy bol v roku 2010 u žien v Žilinskom kraji a Trenčianskom kraji u mužov v Trenčianskom a Košickom kraji.

Pri ochoreniach tráviacej sústavy je výraznejší rozdiel medzi pohlavím v neprospech mužov. Z pohľadu krajov je u mužov najvyššia úmrtnosť na ochorenia tráviacej sústavy v Nitrianskom a Bratislavskom kraji, u žien v Trnavskom a Bratislavskom kraji. Najnižšia úmrtnosť u oboch pohlaví je v Prešovskom kraji.

Vonkajšie príčiny: Výrazný rozdiel v pohlaví, v neprospech mužov. V príčinách úmrtí na vonkajšie príčiny u mužov je najväčší podiel úmrtí v Banskobystrickom a Žilinskom kraji,

u žien v Nitrianskom a Banskobystrickom kraji, na druhej strane najnižší podiel u mužov i u žien je v Prešovskom kraji.

Program podpory zdravia znevýhodnených komunit 2009 - 2015

Program podpory zdravia znevýhodnených komunit realizuje rezort zdravotníctva na Slovensku od roku 2007, kedy bol schválený Uznesením vlády SR č. 680/2007. Jeho druhá etapa sa realizuje od roku 2009.

Program sa realizuje prostredníctvom komunitných pracovníkov v oblasti zdravotnej výchovy (ďalej len „KPZV“), ktorí sú riadení príslušným RÚVZ. Ich úlohou je zabezpečovať komunikáciu medzi obyvateľmi segregovaných a separovaných rómskych osídlení a lokalít a lekármi, sestrami prípadne pôrodnými asistentkami, verejnými zdravotníkmi a šíriť elementárnu zdravotnú osvetu a informovanosť v komunite. Komunitní pracovníci v oblasti zdravotnej výchovy súčasne spolupracujú so školami, s komunitnými centrami (terénnymi sociálnymi pracovníkmi), s obecnými úradmi (so starostami), so zdravotnými poisťovňami, s asistentmi učiteľa, s regionálnymi kanceláriami Úradu splnomocnenca vlády SR pre rómske komunity a s mimovládnyimi organizáciami zameranými na pomoc znevýhodneným rómskym komunitám. Ich hlavnou úlohou je „priblížiť“ sa ľuďom žijúcim v segregovaných a separovaných rómskych osídleniach a pomôcť riešiť ich aktuálnu zdravotnú situáciu, zabezpečovať informácie o prevencii, poskytovaní zdravotnej starostlivosti, zdravotnom poistení a o právach pacienta (Herdová, 2011).

Prínos programu (Informatívna správa o efektívnosti výsledkov získaných plnením 2.

etapy Programu podpory zdravia znevýhodnených komunit na Slovensku na roky 2009 – 2015):

- Zvýšila sa zaočkovanosť – vid' Informatívna správa. www.rokovanie.sk v rómskych komunitách (zároveň sa zabezpečila udržateľnosť systému zaočkovanosti v komunitách, aj vďaka činnosti KPZV v teréne).
- Zvýšil sa počet rómskych obyvateľov - vid' Informatívna správa. www.rokovanie.sk s platným preukazom poistenca.
- Zlepšila sa zodpovednosť za vlastné zdravie: zvýšila sa účasť na preventívnych prehliadkach u praktického lekára, stomatológa, gynekológa, návštevnosť v detských poradniach, zlepšilo sa dodržiavanie liečebného režimu vid' Informatívna správa. (www.rokovanie.sk).
- Len veľmi mierne sa na prechodnú dobu podarilo ovplyvniť podmienky osobnej čistoty, likvidácie odpadu a výskyt pedikulózy.

Nedostatky programu a problémy pri realizácii:

Najvýraznejším nedostatkom programu je jeho nedoriešené financovanie na úkor rozpočtov RÚVZ – aj keď sú na plnenie programu vyčlenené samostatné finančné prostriedky, jeho realizáciou sa odčerpávajú finančné prostriedky RÚVZ, čím dochádza k zníženiu voľných finančných výdavkov na prevádzku úradov.

- Vynakladané finančné prostriedky na program prinášajú dlhodobé úspechy, ktoré navyše majú len krátkodobý efekt.
- Prerušovanie programu – práca KPZV v osadách nie je kontinuálna, vyplýva to z plnenia úloh na prerušované príkazné zmluvy.
- Nevýhodou je pracovno-právny vzťah medzi KPZV a RÚVZ uzavretý formou Príkaznej

zmluvy. (V súlade s požiadavkou Ministerstva financií SR nezvyšovať počty zamestnancov rozpočtových a príspevkových organizácií a súvisiacich výdavkov štátneho rozpočtu sa rieši pracovný vzťah formou Príkaznej zmluvy.)

- Nie je možná kontrola činnosti KPZV v teréne zo strany RÚVZ.
- Malý záujem o prácu KPZV.
- Fluktuácia KPZV.
- Sťažený prístup do osád predovšetkým v zimnom období.
- Nadmerný výskyt voľne sa pohybujúcich agresívnych psov v osadách – priame ohrozenie zdravia KPZV.
- V osadách chýbajú Komunitné centrá – resp. priestory pre výkon aktivít súvisiacich s programom.
- Program nerieši problematiku Rómov celoplošne.
- Priestorové a materiálno-technické vybavenie Poradne zdravia pri RÚVZ, ako metodického oddelenia, nespĺňa podmienky aj pre prácu KPZV (lekár a AHS pracuje s klientom v miestnosti o ploche 16m² s jedným PC často aj za prítomnosti komunitného pracovníka, čím vzniká obava z nedodržania ochrany osobných údajov klienta prípadne aj nedodržania lekárskej mlčanlivosti).
- Sťažené zdravotno-výchovné pôsobenie v komunitách v dôsledku nízkej vzdelanostnej úrovne a gramotnosti obyvateľov.
- Nedostatočná motivácia k otázkam zdravia zo strany Rómov.
- V niektorých prípadoch nerešpektovanie KPZV zo strany komunity ako prirodzených autorít.

Návrh odporúčaní do budúcnosti:

- Jedným z návrhov je financovať program zo zdrojov EÚ.

• Účelovo určené finančné prostriedky na program by mali byť pridelené RÚVZ nad rámec prideleného rozpočtu na príslušný rozpočtový rok.

• Neviazať finančné prostriedky na program v rozpočte RÚVZ.

• Vzhľadom na to, že práca KPZV v osade presahuje často rámec náplne zdravotno-výchovného zamerania (sociálna, humanitárna atď.) jeho pracovno-právny vzťah by mal byť riešený miestnou samosprávou. RÚVZ sa môže naďalej podieľať len na metodickej činnosti.

• Profesia „mediátor zdravia“, by mala fungovať priamo v jednotlivých tangovaných lokalitách ako súčasť komplexného sociálneho systému, ktorý by zastrešoval v jednom komunitnom centre problematiku riešenia nielen zdravotnú ale aj sociálnu, právnu, finančnú, vzdelávaciu a pod. a nie v gescii MZ ale iného rezortu, najlepšie cez MPSVaR. Jednotliví členovia komunitného centra by mali mať zabezpečené dlhodobé financovanie a vzdelávanie, resp. metodické usmerňovanie aj v problematike ochrany a podpory zdravia v jednotlivých vekových skupinách komunity, čo môže byť realizované v tomto prípade cez MZ resp. UVZ SR a tiež ďalšie rezorty podľa problematiky. Pre mediátorov by malo byť vytvorené trvalé pracovné miesta (zlepšila by sa aj zamestnanosť Rómov) na plný úväzok napr. v rezorte MPSVaR. Doterajšie skúsenosti s prácou vykonávanou na dohodu resp. príkaznú zmluvu len cca 75% roka znižuje efektivitu realizovaného „Projektu“ a celkového zámeru.

• Zvýšenie počtu KPZV resp. s výstižnejším pomenovaním užívaným aj v zahraničí „mediátorov rómskeho zdravia“ (MRZ) - tak, aby bolo možné zastrešiť čo najviac marginalizovaných rómskych komunít (najlepšie

všetky), adekvátne k počtu Rómskej populácie. Hmatateľný úspech je dosiahnuteľný len vtedy, keď je zasiahnutá celá cieľová populácia a pôsobenie na túto populáciu je dlhodobé a kontinuálne.

Záver

Zabezpečenie rovnosti v zdraví a vyrovnávania rozdielov v zdravotnom stave obyvateľstva je možné riešiť v súčinnosti s obyvateľmi znevýhodnených komunít. Bez ich aktívneho prístupu k podpore vlastného zdravia sa výsledky dostavia len z krátkodobého horizontu alebo bez dopadu. Podpora zdravia je uvedomenie si zodpovednosti za svoje vlastné zdravie formou prejavov zdravého životného štýlu. Životný štýl z pohľadu determinantov zdravia sa podieľa v najväčšej miere na celkovej úrovni zdravotného stavu obyvateľstva.

Literatúra

FÉSÜS G, ÖSTLIN P, MCKEE M, ÁDÁNY R. 2012. Policies to improve the health and well-being of Roma people: the European experience. *Health Policy*. 2012 Apr; 105, (1), s. 25-32. ISSN 0168-8510.

HEGYI, L. et al. 2004. Odporúčania pre zachovanie zdravia. Bratislava: Charis, 2006, 88 s. ISBN 80-88743-64-8.

HERDOVÁ, O., OCHABA, R. 2011. Činnosť komunitných pracovníkov zdravotnej výchovy a hodnotenie efektivity ich činnosti. In: *Sociálne poslanstvo J. Pavla II. Pre dnešný svet. Zborník príspevkov z medzinárodnej konferencie*. Ružomberok: Katolícka univerzita, 2011, s. 483-493.

Informatívna správa o efektívnosti výsledkov získaných plnením 2. etapy Programu

Životný štýl je ovplyvniteľný determinant zdravia, ktorý zahŕňa najmä vyhýbať sa rizikovým prejavom správania ako je fajčenie, nadmerná konzumácia alkoholu, nezdravá výživa, nedostatok alebo absencia pohybu, nadváha, obezita, neschopnosť zvládť stres.

podpory zdravia znevýhodnených komunít na Slovensku na roky 2009 – 2015 schválená Uznesením vlády SR č. 214/2011. Dostupné na: www.rokovanie.sk

KÁLLAYOVÁ, D. et al. 2011. Výskumné aktivity na Katedre verejného zdravotníctva Trnavskej univerzity v oblasti zdravia a prístupu k zdravotným službám marginalizovaných skupín so zameraním na migrantov a obyvateľov segregovaných osád. In: *Sociálne poslanstvo J. Pavla II. Pre dnešný svet. Zborník príspevkov z medzinárodnej konferencie*. Ružomberok: Katolícka univerzita, 2011, s. 223-229.

Správa o zdravotnom stave obyvateľstva. Dostupné na : www.rokovanie.sk

Informatívna správa o efektívnosti výsledkov získaných plnením 2. etapy Programu podpory zdravia znevýhodnených komunít

na Slovensku na roky 2009 – 2015 schválená
Uznesením vlády SR č. 214 /2011. Dostupné
na: www.rokovanie.sk

RECHEL, B. et al. 2009. Access to health
care for Roma children in Centra and Eastern
Europe: finding of qualitative study in Bulga-
ria. International Journal for Equity in Health.
2009, 8:24. ISSN 1475-9276.

RIMÁROVÁ K. 2010. The Health of the
Roma People in Central and Eastern Europe,
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach,
Equilibria, Košice 2010. ISBN 978-80-7097-
822-1.

Kontaktná adresa autora:

doc. PhDr. Róbert Ochaba, PhD., MPH
Katedra preventívnej a klinickej medicíny
Fakulta verejného zdravotníctva
Slovenská zdravotnícka univerzita
Limbová 33
833 03 Bratislava

Recenzované /Reviewed: 5. 3. 2013

VITAMÍN C – NEZASTUPITEĽNÁ ZLOŽKA ĽUDSKEJ VÝŽIVY**VITAMIN C – UNSUBSTITUTABLE COMPOUND OF HUMAN NUTRITION****¹Miroslav Šlosár, ¹Rudolf Ryban, ²Ondrej Hegedűs, ¹Magdaléna Valšíková***Ing. Miroslav Šlosár, PhD.**Ing. Rudolf Ryban**doc. Ing. Ondrej Hegedűs, PhD.**prof. Ing. Magdaléna Valšíková, PhD.**¹Katedra zeleninárstva, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva,**Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre**²Inštitút fyzioterapie, balneológie a liečebnej rehabilitácie,**Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave*

Súhrn: Vitamín C patrí medzi základne antioxidanty a zúčastňuje sa mnohých metabolických procesov. Ľudský organizmus ho nesyntetizuje, preto ho musí prijímať výhradne vo forme stravy, príp. medicínskych prípravkov. Jeho odporúčaná dávka závisí od veku a je rozdielna v dojčenskom veku a u dospelého človeka. Zvýšená potreba vitamínu C je pri zápalových ochoreniach, rekonvalescencii, hojení rán, chudokrvnosti, fajčení a pod. Najvýznamnejším zdrojom vitamínu C je zelenina a ovocie. V súčasnom období sme svedkami relatívne nízkej spotreby týchto komodít, ktorá je zároveň výsledkom nízkeho príjmu vitamínu C ľudským telom. Cestou zvýšenej konzumácie ovocia a zeleniny môžeme zabezpečiť organizmu príjem dostatočného množstva vitamínu C, ako aj iných antioxidantov, bez využívania farmakologických prípravkov. Jednoducho povedané: konzumácia zeleniny a ovocia je najúčinnější a najlacnejší spôsob preventívnej liečby proti mnohým ochoreniam.

Kľúčové slová: vitamín C, zelenina, ovocie

Summary: The vitamin C belongs to basic antioxidants and it participates on many metabolic processes. Human body is not able to synthesize, and thus vitamin C must be purely ingested in the food form, or by medicinal preparations. Its recommended dose is depending on the age and it is various in nursing period compared to adults. The increased demand of vitamin C is in case of inflammatory diseases, convalescence, healing of wounds, anemia, smoking etc. The most important source of vitamin C is vegetable and fruits. In these days, we are witnesses of relatively low consumption of these commodities which are, at the same time, result of low intake

of vitamin by human body. By the way of increased consumption of vegetable and fruits, there is possible to secure sufficient amount of vitamin C without using of pharmacological preparations. Simply to say: vegetable and fruit consumption is the most effective and cheapest way of preventive therapy against many diseases.

Keywords: vitamin C, vegetable, fruits

Úvod

Vitamín C (kyselina askorbová) patrí medzi najvýznamnejšie, a preto často sledované obsahové látky v zelenine (Lee, Kader, 2000). Väčšina rastlín a živočíchov syntetizuje vitamínu C z glukózy, avšak ľudský organizmus ho nie je schopný tvoriť. Preto je vitamín C základnou a nevyhnutnou dietetickou zložkou a organizmus je výlučne odkázaný na jeho príjem vo forme potravy (Morrissey, Hill, 2011). Vitamín C je najmenej stabilný a najcitlivejší vitamín a je využívaný ako indikátor stupňa zmien následkom spracovania rastlinných produktov (Giannakourou, Taoukis, 2003).

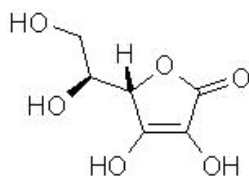
História

Vitamín C je známy len necelých 100 rokov, pričom na jeho nedostatok – známy skorbut (latinsky scorbutus, slovensky kostižer) zomierali ľudia už v praveku. Pri archeologickom výskume z doby kamennej a bronzovej boli na kostrových pozostatkoch pozorované následky skorbutu. Z minulosti sú taktiež známe rôzne prípady námorníkov, pirátov i strokotancov, ktorí po niekoľkomesačnom nedostatku rastlinnej potravy zomierali po vypadaní zubov, krvácaní, fraktúrach kostí, zhnisaní a rozpade kože. Epidémia skorbutu postihla i posádku Jacquesa Cartiera,

ktorý zakotvil so svojou loďou na rieke St. Lawrence. Podľa uchovaných záznamov mu priateľský Indián ukázal strom, ktorého kôra a ihličie (obsahoval vitamín C) celú posádku vyliečila. Cartier o tom následne informoval Lekársku komoru, avšak sa dočkal iba výsmechu. V roku 1747 objavil škótsky lekár James Lind zázračnú moc v citrusových plodoch. Kapitán James Cook (1728–1779) je známy tým, že každý námorník musel denne vypíť dané množstvo citrónovej šťavy, aj preto sa britským námorníkom hovorilo „Limeys“. Až za ďalších 200 rokov dokázal vitamín C izolovať vedec Bezssanoff ako neznámu látku z kapusty (Buchanec et al., 2005). Neskôr v roku 1928 izoloval slávny biochemik Albert Szent Györgyi z papriky, pričom za tento svoj významný objav dostal v roku 1937 Nobelovu cenu (Iqbal et al., 2004).

Základná charakteristika

Vitamín C (obr. 1) je na rozdiel od vitamínov A, D, E, K vo vode rozpustný a v tele spravidla nevytvára zásobu (okrem malého množstva vo svaloch a v slzách), preto je ľudský organizmus odkázaný na jeho pravidelný príjem. Chemický názov pre vitamín C je γ -lakton 2--oxo-L-gulonová kyselina s molekulovou hmotnosťou 176,13 g/mol (Buchanec et al., 2005).



Obrázok 1 Chemická štruktúra vitamínu C (Buchanec et al., 2005)

Vitamín C bol definovaný ako spoločný názov pre všetky zložky preukazujúce biologickú aktivitu L-askorbovej kyseliny (AA - ascorbic acid). AA je základná biologicky aktívna forma, avšak L-dehydroaskorbová kyselina (DHA -dehydroascorbic acid), ktorá je produktom oxidácie, vykazuje taktiež biologickú aktivitu. V mnohých záhradníckych produktoch (ovocie, zelenina) predstavuje DHA menej ako 10% celkového obsahu vitamínu C, pričom jej obsah sa mierne zvyšuje počas skladovania (Wills et al., 1984).

Podľa Thurnhama et al. (2000) je vitamín C najsenzitívnejší v prípade nepriaznivých podmienok pri skladovaní a spracovaní zeleniny či ovocia. Zvýšené straty vitamínu C nastávajú v prípade dlhého skladovania, vyšších teplôt, nízkej relatívnej vlhkosti vzduchu, fyzickom poškodení a poškodení plodín mrazom. AA je ľahko oxidovaná, a to najmä vo vodných roztokoch. Oxidácia AA je silne podporovaná prítomnosťou kyslíka, iónov ťažkých kovov (najmä Cu^{2+} , Ag^{+} a Fe^{3+}), alkalickým pH a vysokou teplotou. DHA môže byť redukovaná na AA redukujúcimi činidlami a môže byť nezvratne oxidovaná do formy diketogulónovej kyseliny ktorá sa nevyznačuje aktivitou ako vitamín C. Saari et al. (1995) uvádzajú, že askorbát oxidáza bola označená za hlavný enzým zodpovedný za enzymatickú degradáciu AA. Askorbát oxidáza je enzým obsahujúci meď, ktorý oxiduje AA na DHA v prítomnosti molekulárneho kyslíka.

Biologické účinky

Vitamín C je nenahradiiteľnou zložkou ľudskej výživy a plní v organizme veľké množstvo funkcií. Je nevyhnutný pre vývin a podporu väzivových tkanív a zohráva významnú úlohu pri tvorbe kostí, liečení rán a zdravých ďasien. Vitamín C má okrem toho mnoho metabolických funkcií v organizme, pričom je dôležitý pre:

- aktiváciu kyseliny listovej (vitamín B₉),
- premenu cholesterolu na žlčové kyseliny,
- metabolizmus železa, meďi, niektorých aminokyselín (tryptofán),
- syntézu kolagénu, karnitínu, dopamínu, niektorých neurotransmiterov (serotonín),
- ochranu organizmu pred záťažou ťažkými kovmi (Iqbal et al., 2004),
- fagocytické funkcie leukocytov,
- steroidných hormónov v nadobličkách,
- reguláciu krvného tlaku,
- stimuláciu určitých enzýmov (Walingo, 2005),
- obnovu vitamínu E (Morrissey, Hill, 2004).

Vitamín C patrí vďaka svojim vlastnostiam medzi veľmi účinné antioxidanty. Môže pôsobiť ako antikarcinogén a znižuje riziko kardiovaskulárnych chorôb (Šlosár, Čekey, 2008). Potenciálny antioxidačný vplyv vitamínu C a karotenoidov bol predmetom mnohých štúdií. Byers a Perry (1992) naznačujú, že vitamín C predchádza rakovine inhibíciou tvorby nitrózozlúčenín v žalúdku a stimulovaním imunitného systému. Feiz a Mobarhan (2002) uvádzajú, že prísun dostatočného množstva vitamínu C pôsobí proti baktérii *Helicobacter pylori*, ktorá je považovaná za významný rizikový faktor pri vzniku rakoviny žalúdka.

Vitamín C chráni organizmus proti látkam, ktoré znečisťujú prostredie, ako napríklad oxid

uhľnatý, hydrokarbóny, pesticídy a ťažké kovy. Ochrana proti týmto nebezpečným látkam spočíva v stimulácii enzýmov v pečeni, ktoré detoxifikujú organizmus. V niektorých prácach bola dokázaná redukcia abnormalít chromozómov u pracovníkov vystavených znečisťujúcim látkam ako sú uhľný decht, styrén, metyl metakrylát a halogénové étery. Vitamín C taktiež pomáha chrániť organizmus obmedzením tvorby nitrózamínov – rakovinotvorných látok, ktoré pochádzajú z dusičnanov obsiahnutých v mnohých potravinových zdrojoch (Iqbal et al., 2004).

Buchanec et al. (2005) uvádza, že vitamín C má dôležitú úlohu v imunitnom systéme, stimuluje leukocyty k zvýšenej degradácii baktérii a vylučovaniu protilátok, podporuje syntézu interferónu, zvyšuje odolnosť organizmu proti chladu. Podľa Dawsona et al. (1992) zohráva významnú úlohu pri ochrane spermii proti oxidačnému poškodeniu a zvyšuje kvalitu spermii u fajčiarov.

V neposlednom rade sa vitamín C ako dôležitý faktor zúčastňuje prevencie a boja proti vírusovým a bakteriálnym infekciám (najmä proti chorobám dýchacích ciest a prechladnutiu). Bolo dokázané, že až 5-násobne zvyšuje vstrebateľnosť železa z potravy a pôsobí tak preventívne proti chudokrvnosti z nedostatku železa (Keresteš a kol., 2011).

Symptómy nedostatku vitamínu C

Pri nedostatku vitamínu C sa stráca pružnosť ciev, objaví sa krvácanie do kože, slizníc, kĺbov, pod okosticu. Dojčatá a malé deti neprospievajú, sú nekludné, objaví sa u nich anémia, porucha osifikácie a stav podobný krivici, ako pri nedostatku vitamínu D (tzv. hemorhagická rachitída). U malých detí sa choroba označuje ako Moellerov – Barlowov

syndróm, u väčších detí a dospelých ako skorbut (Buchanec, 2005).

Morrissey a Hill (2011) uvádzajú, že nedostatok vitamínu C vedie k zoslabeniu kolagénových štruktúr a rozvoju skorbutu. S nízkym prísunom vitamínu C je taktiež spojené zvýšené riziko vzniku chronických ochorení, ako sú napríklad koronárne srdcové ochorenia, rakovina či šedý zákal.

Podľa Pokludu (2006) sa nedostatok vitamínu C prejavuje krvácaním z ďasien, únavou, náchylnosťou k chorobám a srdcovými problémami. Keresteš et al. (2011) dodávajú, že pri deficite vitamínu C dochádza k zvýšenému výskytu infekcií, alergií, nádchy či spomalenému hojeniu rán.

Odporúčané dávky/ príjem

Predávkovanie týmto dôležitým vitamínom prakticky nie je možné, pretože nadbytočné množstvo dokáže telo bez problémov vylúčiť (Šlosár, Ferusová, 2009).

Podľa Uhera et al. (2012) je denná odporúčaná potreba 70-100 mg vitamínu C, resp. najnovšie odporúčania sú až na úrovni 200 mg/osobu/deň. Buchanec et al. (2005) uvádzajú nasledovné odporúčané dávky vitamínu C (mg/deň) rozdelené do viacerých kategórií:

- 0-3 roky 50-55,
- 4-6 rokov 60,
- 7-10 rokov 65,
- 10 rokov 70-100,
- tehotné ženy 95,
- dojčiace ženy 120-150.

Zvýšené dávky vitamínu C by mali podľa autorov užívať predčasne narodení novorodenci, osoby pracujúce v infekčnom alebo stresovom prostredí a fajčiari.

Pre porovnanie, odporúčaná denná dávka vitamínu C vo Veľkej Británii je 30 mg, kým

v USA a Japonsku je stanovená na úrovni 60 mg, resp. 100 mg (Walingo, 2005).

Významné zdroje vitamínu C

Viac ako 80% príjmu vitamínu C pochádza z ovocia a zeleniny a minoritný podiel je obsiahnutý v mäse, vajciach a mliečnych produktoch Morrissey a Hill (2011). Podľa Keresteša et al. (2011) medzi bohaté zdroje vitamínu C patria čierne ríbezle (1800 mg/kg), paprika (1390 mg/kg), chren (1170 mg/kg), kel ružičkový (1140 mg/kg), kel kučeravý, brokolica (1100 mg/kg), kiwi (800 mg/kg), kariofiol (730 mg/kg), kaleráb (640 mg/kg), jahody (600 mg/kg), kapusta červená (550 mg/kg), citrón (530 mg/kg), pomaranč, kel hlávkový (500 mg/kg), kapusta biela (450 mg/kg) a v neposlednom rade šípky. Zo živočíšnych produktov podľa autorov najviac vitamínu C obsahuje mlieko.

Podľa Šlosára (2011) je zelenina jedným z najbohatších zdrojov vitamínu C, pričom jeho obsah je veľmi rozdielny v závislosti na druhu plodiny. Najväčšie množstvo vitamínu C sa nachádza v plodovej a hlúbovej zelenine, menej ho nájdeme v koreňovej (s výnimkou petržlenovej a zelerovej vňate), listovej a cibulovej zelenine. V rámci výskumu bol sledovaný obsah vitamínu C v rôznych druhoch zeleniny. Najvyšší priemerný obsah (priemer viacerých odrôd) bol zistený v červenej (1618 mg/kg) a zelenej (1224 mg/kg) paprike, nasledovanej brokolicou (603 mg/kg), kariofiolom (284 mg/kg), petržlenom (257 mg/kg), kalerábom (241 mg/kg), rajčiakmi (214 mg/kg), red'kovkou (197 mg/kg), pórom (83 mg/kg), zelerom (72 mg/kg) a mrkvou (40 mg/kg).

Veľmi významným zdrojom vitamínu C je podľa Záhradníkovej a Petříkovej (2012) aj potočnica lekárska, pričom v rámci pokusu

zistili priemerný obsah vitamínu C na úrovni 969 mg/kg čerstvej hmoty.

Uher et al. (2012) uvádzajú, že obsah vitamínu C sa v ovocí pohybuje od 3-4 mg/kg (jablká, hrušky) do 1200-2000 (rakytník, šípky) mg/kg čerstvej hmoty. Relatívne vysoké zastúpenie vitamínu C majú aj čierne ríbezle (96-400 mg/kg), drieň (100-200 mg/kg) a jahody (33-105 mg/kg). Podľa Ochmiana et al. (2009) sú dôležitým zdrojom vitamínu C, okrem už uvedených druhov, aj zemolez (420-470 mg/kg), arónia (310 mg/kg), brusnice alebo čučoriedky (270-340 mg/kg). Juríková et al. (2012) taktiež potvrdzuje, že zemolez je významným zdrojom vitamínu C ale aj rôznych fenolických látok. Podľa Keresteša et al. (2011) je bohatým zdrojom vitamínu C taktiež drieň obyčajný (875 mg/kg), jarabina vtáčia (721 mg/kg) či baza čierna (261 mg/kg). Rop et al. (2012) uvádzajú, že kalina obyčajná je perspektívny druh pre ľudskú výživu, nakoľko sa v jej plodoch nachádza vysoké množstvo vitamínu C (1010-1640 mg/kg) ako aj iné zdravie prospešné bioaktívne látky.

Faktory ovplyvňujúce obsah vitamínu C

Skúmanie obsahu vitamínu C v zelenine i ovocí bolo predmetom viacerých výskumných štúdií. Podľa doteraz zistených výsledkov môžeme konštatovať, že obsah vitamínu C je veľmi variabilný a závisí od viacerých faktorov (odroda, klimatické podmienky, výživa a hnojenie, stupeň zrelosti, skladovanie, kuchynská úprava a spracovanie zeleniny a ovocia).

Odroda

Odroda je jeden z najvýznamnejších faktorov a má podstatný vplyv na obsah vitamínu C

v zelenine či ovocí. Tento fakt bol potvrdený v rámci viacerých výskumných štúdií.

Šlosár (2011) sledoval obsah vitamínu C v závislosti od odrody u 11 druhov zeleniny v roku 2010. Obsah vitamínu C sa u jednotlivých druhov zeleniny pohyboval v nasledovnom rozpätí:

• červená paprika	1142-1928 mg/kg čerstvej hmoty,
• zelená paprika	908-1622 mg/kg,
• rajčiaky	172-264 mg/kg,
• brokolica	548-656 mg/kg,
• karfiol	251-316 mg/kg,
• kaleráb	286-342 mg/kg,
• petržlen	222-290 mg/kg,
• reďkovka	178-213 mg/kg,
• mrkva	30-54 mg/kg,
• zeler	64-80 mg/kg,
• pór	71-92 mg/kg.

Valšíková et al. (2008) skúmali obsah vitamínu C v paprike zeleninovej a rajčiakoch v štádiu technickej zrelosti v rokoch 2005-2007. Priemerný obsah vitamínu C v paprike sa pohyboval v rozpätí od 168,3 mg/kg do 2398,47 mg/kg čerstvej hmoty. Obsah vitamínu C v rajčiakoch bol zistený v rozpätí od 216,67 mg/kg do 348,47 mg/kg č. h. Singh et al. (2007) vo svojom pokuse takisto zistili výrazný vplyv odrody na množstvo vitamínu C v kapuste (18 odrôd), kde sa jeho obsah pohyboval v rozsahu od 56,6 do 235 mg/kg č. h. Vallejo et al. (2003) podobne zistili variabilitu vitamínu C v brokolici (8 odrôd), pričom jeho obsah sa pohyboval v rozpätí od 888,7 mg/kg do 1072,8 mg/kg č. h.

Rop et al. (2012) sledovali obsah vitamínu C v bobuliach kaliny obyčajnej, pričom sa jeho hodnoty pohybovali v rozpätí od 1210 mg/kg do 1430 mg/kg v závislosti od odrody.

Výživa a hnojenie

Názory o vplyve dusíkatej výživy na obsah vitamínu C sú veľmi rozdielne. Lisiewska, Kmiecik (1996), Karitonas (2002) a Xu et al. (2010) na základe dosiahnutých výsledkov konštatovali, že aplikácia dusíkatej výživy mala za následok pokles obsahu vitamínu C v ružiciach brokolice. Negatívny vplyv aplikácie dusíkatých hnojív na obsah vitamínu C bol prezentovaný aj v práci Kováčika a Takáča (2009), ktorí na variante vyhnojenom na úroveň 200 kg N.ha⁻¹ zistili štatisticky preukazný pokles obsahu vitamínu C o 26,6%. Naopak, výsledky získané v poľnom pokuse s brokolicou potvrdili fakt, že optimalizáciou výživy môžeme dosiahnuť zvýšenie obsahu vitamínu C v zelenine (Šlosár, Uher, 2011). Na túto skutočnosť poukázali vo svojej práci Ducsay a Varga (2004), ktorí skúmali vplyv dusíkatej výživy na obsah vitamínu C v pekinskej kapuste. Vallejo et al. (2003) konštatovali pozitívny vplyv aplikácie síry na obsah vitamínu C vo vybraných odrodách brokolice. Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme taktiež konštatovať zvýšenú kumuláciu vitamínu C vo variantoch, kde bola síra aplikovaná v kombinácii s dusíkom.

Skladovanie a kuchynská úprava

Vitamín C je jeden z najmenej stálych vitamínov. K jeho stratám dochádza najmä pri skladovaní, kuchynskom ale aj priemyselnom spracovaní, pričom najvýznamnejšie sú straty výluhom (blanširovanie, varenie, konzervovanie) a straty oxidáciou. Najmenšie straty môžeme dosiahnuť pomocou vysokoteplnej krátkodobej sterilizácie. Vitamín C je

najstabilnejší pri zmrazovaní a mraziaren-
skom skladovaní (Velišek, 2002). Túto
skutočnosť potvrdzujú výsledky, ktoré dosia-
hli López-Berenguer et al. (2007), Sikora et al.
(2008) a Yuan et al. (2009). V rámci riešenia
výskumných úloh zistili výrazný pokles ob-
sahu vitamínu C v brokolici pri všetkých
sledovaných spôsoboch kuchynskej úpravy
brokolice (varenie, pečenie, smaženie a i.),
s výnimkou varenia v pare. Zhang a Hamazu
(2004) sledovali vplyv dĺžky konvenčného va-
renia a varenia v mikrovlnnej rúre na obsah
vitamínu C v hlúboch a ružiciach brokolice.
Konvenčné varenie (30 s, 60 s, 90 s, 120 s,
300 s) viedlo k výraznej strate vitamínu C
v ružiciach brokolice v rozpätí od 19,2% do

65,9%. Strata obsahu vitamínu C v hlúboch
brokolice v závislosti od dĺžky varenia sa
pohybovala v rozsahu od 19,1% do 70,9%.
Varenie v mikrovlnnej rúre (300 s) malo za
následok zníženie obsahu vitamínu C o 65,6%
(ružica) a 70,5% (hlúb).

Nursal Tosun a Yücecan (2007) na základe do-
siahnutých výsledkov skonštatovali význam-
ný deštrukčný vplyv spracovania na obsah
vitamínu C u rôznych druhov zeleniny (okra,
brokolica, zelená fazuľka, špenát, hrášok
i zemiaky) a zemiakov. Jednotlivé operácie
pri spracovaní (umývanie, šúpanie, krájanie,
chladenie, mrazenie) viedli k celkovému
poklesu obsahu vitamínu C až o 55% v závis-
losti od druhu plodiny.

Literatúra

BUCHANEC, J., MIKLER, J., ĎURDÍK, P., ČILJAKOVÁ, M. 2005. Vitamín C – čo o ňom vieme. *Klinická farmakologie a farmacie*. 2005, roč. 19, č. 1, s. 53-56. ISSN 1212-7973.

BYERS, T., PERRY, G. 1992. Dietary carotenes, vitamin C, and vitamin E as protective antioxidants in human cancers. *Annual review of Nutrition*. 1992, roč. 12, s. 139-159. ISSN 0199-9885.

DAWSON, E. B., HARRIS, W. A., POWELL, W. A. 1992. Effect of ascorbic acid supplementation on the sperm quality of smokers. *Fertility and Sterility*. 1992, roč. 58, č. 5, s. 1034-1039. ISSN 0015-0282.q

DUCSAY, L., VARGA, L. 2004. Vplyv dusíkatého hnojenia na tvorbu úrodu, vitamínu C a akumuláciu dusičnanov pri pekinskej kapuste. *Acta horticulturae et regiotecturae*. 2004, roč. 7, č. 1, s. 20-23. ISSN 1335-2563.

FEIZ, H. R., MOBARHAN, S. 2002. Does vi-

tamin C intake slow the progression of gastric cancer in Helicobacter pylori-infected populations? *Nutrition Reviews*. 2002, roč. 60, č. 1, s. 34-36. ISSN 1753-4887.

GIANNAKOUROU, M. C., TAOUKIS, P.S. 2003. Kinetic modelling of vitamin C loss in frozen green vegetables under variable storage conditions. *Food Chemistry*. 2003, roč. 83, č. 1, s. 33-41. ISSN 0308-8146.

IQBAL, K., KHAN, A., KHAN KHATTAK, M. A. 2004. Biological Significance of Acid Ascorbic Acid (Vitamin C) in Human Health – A Review. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2004, roč. 3, č. 1, s. 5-13. ISSN 1680-5194.

KARITONAS, R. 2002. Effect of nitrogen supply on yield and quality of broccoli. *Plant nutrition - Food security and sustainability of agro-ecosystems through basic and applied research*. 2002, roč. 92, Symposium 5, s. 298-299. ISBN 978-0-306-47624-2.

KERESTEŠ, J. et al. 2011. Zdravie a výživa ľudí. Vydavateľstvo Bratislava : CAD Press, 2011. 1037 s. ISBN 978-80-88969-57-0.

- KOVÁČIK, P., TAKÁČ, P. 2009. Fertilization of broccoli by nonconventionally fermented pig manure. *Acta horticulturae et regioteurariae*. 2009, roč. 12, mimoriadne číslo, s. 189-192. ISSN 1335-2563.
- LEE, S. K., KADER, A. A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*. 2000, roč. 20, č. 3, s. 207-220. ISSN 0925-5214.
- LISIEWSKA, Z., KMIECIK, W. 1996. Effects of level of nitrogen fertilizer, processing conditions and period of storage of frozen broccoli and cauliflower on vitamin C retention. *Food Chemistry*. 1996, roč. 57, č. 2, s. 267-270. ISSN 0308-8146.
- LÓPEZ-BERENGUER, C., CARVAJAL, M., MORENO, D. A., GARCÍA-VIGUERA, C. 2007. Effects of microwave cooking conditions on bioactive compounds present in broccoli inflorescences. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007, roč. 55, č. 24, s. 10001-10007. ISSN 1520-5118.
- MORRISSEY, P. A., HILL, T. R. 2011. Vitamins | Vitamin C. *Encyclopaedia of Dairy Sciences*. 2. vydanie. Vydavateľstvo Salt Lake City : Academic Press Ltd. s. 667-674. ISBN: 978-0-12-374407-4.
- NAIDU, K. A. 2003. Vitamin C in human health and diseases is still a mystery? An overview. *Nutrition Journal*. 2003, roč. 2, č. 1, s. 1-10 [cit. 2013-03-08]. Dostupné na: <<http://www.nutritionj.com/content/2/1/7>>.
- NURSAL TOSUN, B., YÜCEAN, S. 2007. Influence of Home Freezing and Storage on Vitamin C Contents of Some Vegetables. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2007, roč. 6, č. 5, s. 472-477. ISSN 1680-5194.
- OCHMIAN, I., OSZMIAŃSKI, J., SKUPIEŃ, K. 2009. Chemical composition, phenolics, and firmness of small black fruits. *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 2009, roč. 83, č. 1, s. 64-69. ISSN 1613-9216.
- ROP, O., MLČEK, J., ŘEZNÍČEK, V. 2012. Bioaktivní látky v plodech kaliny jedlé (*Viburnum opulus* var. *edule* Marsh). *Zahradnictví*. 2012, roč. 16, č. 3, s. 14-15. ISSN 1213-7596.
- SAARI, N. B., FUJITA, S., MIYAZOE, R., OKUGAWA, M. 1995. Distribution of ascorbate oxidase activities in the fruits of family Cucurbitaceae and some of their properties. *Journal of Food Chemistry*. 1995, roč. 19, č. 4, s. 321-327. ISSN 1745-4514.
- SIKORA, E., CIESLIK, E., LESZCZYŃSKA, T., FILIPIAK-FLORKIEWICZ, A., PISULEWSKI, P. M. 2008. The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected to aquathermal processing. *Food Chemistry*. 2008, roč. 107, č. 1, s. 55-59. ISSN 0308-8146.
- Singh, J., Upadhyay, A. K., Prasad, K., Bahadur, A., Rai, M. 2007. Variability of carotenes, vitamin C, E and phenolics in Brassica vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2007, roč. 20, č. 2, s. 106-112. ISSN 0889-1575.
- ŠLOSÁR, M. 2011. Odroda ako faktor ovplyvňujúci kvalitu zeleniny. *Zahradnictví*. 2011, roč. 15, č. 2, s. 30-31. ISSN 1213-7596.
- ŠLOSÁR, M., ČEKEY, N. 2008. Hľúbová zelenina – významná súčasť výživy človeka. *Zahradnictví*. 2008, roč. 12, č. 8, s. 16-17. ISSN 1213-7596.
- ŠLOSÁR, M., FERUSOVÁ, S. 2009. Antioxidanty v zelenine. *Zahradnictví*. 2009, roč. 13, č. 12, s. 20-21. ISSN 1213-7596.
- THURNHAM, D. I., BENDER, D. A., SCOTT, J. 2000. Water-soluble vitamins. In: GARROW, J. S., JAMES, W. P. T., RALPH, A. *Human Nutrition and Dietetics*, 10. Vydanie. Vydavateľstvo London : Churchill Livingstone, 2000. s. 249-87. ISBN

0-4430-5627-7.

UHER, A., ANDREJIOVÁ, A., BERNÁTH, S., ČERNÝ, I., KÓŇA, J., MEZEY, J., PAULEN, O., VALŠÍKOVÁ, M. 2012. Poľné a záhradné plodiny. 1. vydanie. Vydavateľstvo Nitra : SPU, 2012. 305 s. ISBN 978-80-552-0824-4.

VALLEJO, F., TOMÁS-BARBERÁN, F. A., GARCÍA-VIGUERA, C. 2003. Effect of climatic and sulphur fertilisation conditions, on phenolic compounds and vitamin C, in the inflorescences of eight broccoli cultivars. European Food and Research Technology. 2003, roč. 216, č. 5, s. 395-401. ISSN 1438-2385.

VALŠÍKOVÁ, M., ČERVENKA, J., BARKOCI, Š., SUDZINA, M. 2008. The evaluation of vitamin C content in fruits of vegetable pepper and tomato. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. 2008, roč. 58, č. 2, s. 281-286. ISSN 1211-8516.

VELÍŠEK, J. 2002. Chemie potravín 2. 2. vyd. Vydavateľstvo Tábor : OSSIS, 2002. 320 s. ISBN 80-86659-01-1.

WALINGO, K. M. 2005. Role of vitamin C (ascorbic acid) on human health – a review. African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development. 2005, roč. 5, č. 1. ISSN 1684-5378.

WILLS, R. B. H., WIMALASIRI, P., GREEN-

FIELD, H. 1984. Dehydroascorbic acid levels in fresh fruit and vegetables in relation to total vitamin C activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1984, roč. 32, č. 4, s. 836-838. ISSN 1520-5118.

XU, CH.-J., GUO, R.-F., YAN, H.-Z., BO SUN, YUAN, G.-F., WANG, Q.-M. 2010. Effect of nitrogen fertilization on ascorbic acid, glucoraphanin content and quinone reductase activity in broccoli floret and stem. International journal of food, agriculture and environment. 2010, roč. 8, č. 1, s. 179-184. ISSN 1459-0255.

YUAN, G.-F., BO SUN, YUAN, J., WANG, Q.-M. 2009. Effects of different cooking methods on health-promoting compounds of broccoli. Journal of Zhejiang University SCIENCE B. 2009, roč. 10, č. 8, s. 580-588. ISSN 1862-1873.

ZÁHRADNÍKOVÁ, H., PETŘÍKOVÁ, K. 2012. Vybrané nutrienty v potočnici lékařské. Zahradnictví. 2012, roč. 16, č. 1, s. 14-15. ISSN 1213-7596.

ZHANG, D., HAMAUZU, Y. 2004. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. Food Chemistry. 2004, roč. 88, č. 4, s. 503-509. ISSN 1520-5118.

Kontaktná adresa prvého autora:

Ing. Miroslav Šlosár, PhD.

Katedra zeleninárstva

Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva
Slovenská poľnohospodárska univerzita
v Nitre

Trieda Andreja Hlinku 2

949 76 Nitra

e-mail: miroslav.slosar@uniag.sk

Recenzované/ Reviewed: 11. 3. 2013

NEUROLOGICKÁ KLINIKA ÚVN SNP V RUŽOMBERKU
SLOVENSKÁ ŠTATISTICKÁ A DEMOGRAFICKÁ SPOLOČNOSŤ
KATOLÍCKA UNIVERZITA V RUŽOMBERKU
FAKULTA ZDRAVOTNÍCTVA KU
IFBLR UNIVERZITY sv. CYRILA A METODA V TRNAVE
ÚSTREDNÁ VOJENSKÁ NEMOCNICA - FN v Ružomberku
ÚSTAV LEKÁRSKEJ BIOLÓGIE, GENETIKY A KLINICKEJ GENETIKY
LFUK a UNB v Bratislave

usporiadajú pod záštitou
primátora mesta Ružomberok PaedDr. Jána Pavlíka

IV. CELOSLOVENSKÚ KONFERENCIU

spojenú s výučbou základov "štatistiky v medicíne"

MEDSTAT 2013

v dňoch 4. - 6. apríla 2013

v H o t e l i K u l t ú r a ***, Ružomberok

Konferencia je určená hlavne pre pracovníkov rezortu zdravotníctva a rôznych vzdelávacích inštitúcií v zdravotníctve, účastníkom atestácií, kolegom vo vedeckej príprave, ale aj medikom a študentom vysokých škôl a fakúlt so zameraním na výučbu ošetrovateľstva, verejného zdravotníctva a ďalších odborov, záujemcom o praktické využitie štatistických metód a softvérových produktov vo svojej výskumnej, či každodennej práci.

Program sa skladá z výučbových prednášok, ilustračných prednášok pozvaných autorov a odborných a vedeckých prác prihlásených záujemcov.

Odborní garanti:
doc. Ing. Jozef Chajdiak, CSc.
RNDr. Ján Luha, CSc.
RNDr. Samuel Koróny, PhD.
Ing. Andrej Trnka, PhD.

Viac na adrese: <http://www.medstat2013.com>