

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Barbara KRAMAR

**UPORABA NUTRIGENOMSKE ANALIZE PRI
NAČRTOVANJU PREHRANE V TERMAH KRKA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Barbara KRAMAR

**UPORABA NUTRIGENOMSKE ANALIZE
PRI NAČRTOVANJU PREHRANE V TERMAH KRKA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

**USAGE OF NUTRIGENOMIC ANALYSIS
FOR DIETARY MENU PLANNING IN TERME KRKA**

GRADUATION THESIS

University studies

Ljubljana, 2014

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Delo je bilo opravljeno na Katedri za tehnologije, prehrano in vino Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Za mentorja diplomskega dela je imenovan prof. dr. Marjan Simčič in za recenzentko prof. dr. Polona Jamnik.

Mentor: prof. dr. Marjan SIMČIČ

Recenzentka: prof. dr. Polona JAMNIK

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Barbara Kramar

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 613.24/.25:575.112(043)=163.6
KG	prehrana / genetika / nutrigenomika / nutrigenomska analiza / genski polimorfizem / načrtovanje prehrane / debelost / jedilniki
AV	KRAMAR, Barbara
SA	SIMČIČ, Marjan (mentor)/ JAMNIK, Polona (recenzentka)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI	2014
IN	UPORABA NUTRIGENOMSKE ANALIZE PRI NAČRTOVANJU PREHRANE V TERMAH KRKA
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	XIII, 88 str., 5 pregl., 38 sl., 3 pril., 32 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Nutrigenomika preučuje interakcije genov in hrane z namenom opredelitve specifičnih hranil ugodnega ali zdravju škodljivega učinka. Namen te diplomske naloge je bil oblikovati ter analizirati tedenski jedilnik (za redukcijo telesne mase) za 19 preiskovanih oseb na podlagi nutrigenomske analize 63 genskih polimorfizmov, antropometrične analize ter vprašalnika o navadah prehranjevanja. Iz prejetih nutrigenomskih analiz LifeGenetics (interpretacija genskih variacij in priporočila glede vnosa hranil), smo prikazali pojav polimorfizmov na genih, ki so neposredno povezani s pojavom najpogostejših civilizacijskih bolezni. Največji obseg potencialno problematičnih genov je bilo v sklopu Srce in ožilje (regija 9p21). V antropometrični analizi je bila nakazana prekomerna telesna masa preiskovanih oseb, kakor tudi povišan indeks telesne mase. Pripravili smo izhodiščni tedenski jedilnik za redukcijo telesne mase, ki smo ga ovrednotili s pomočjo računalniškega programa Prodi 5.0. expert. V nadaljevanju smo prikazali priporočila o vnosu posameznega hranila glede na genski ustroj preiskovanca, referenčnih vrednostih hranil ter prikazali dejanski vnos hranila z izhodiščnim jedilnikom. Ob pregledu vnosa hranil po izhodiščnem jedilniku smo ugotovili, da dejanski vnos hranil v večini primerov ni zadostil nutrigenomskim priporočilom. S pripravljenim jedilnikom smo večini preiskovancem zagotovili presežen vnos beljakovin, maščob, kalcija, magnezija, železa, cinka in vitamina C, D ter B6, na drugi strani pa večinsko nismo uspeli zagotoviti dovolj folne kisline, vitamina A in E. Zaključili smo z ugotovitvijo, da je obravnavano področje zelo kompleksno, tako na strani analize podatkov genskih polimorfizmov, kakor tudi na strani uporabe teh podatkov za pripravo jedilnikov v smislu personalizirane prehrane.

KEY WORD DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 613.24/.25:575.112(043)=163.6
CX nutrition / genetics / nutrigenomics / nutrigenomic analysis / gene polymorphism / menu planning / obesity / menus
AU KRAMAR, Barbara
AA SIMČIČ, Marjan (supervisor)/ JAMNIK, Polona (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY 2014
TI USAGE OF NUTRIGENOMIC ANALYSIS FOR DIETARY MENU PLANNING IN TERME KRKA
DT Graduation Thesis (University studies)
NO XIII, 88 p., 5 tab., 38 fig., 3 ann., 32 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Nutrigenomics studies the interaction of genes and diet in order to identify specific nutrients with favorable or health hazardous effect. The purpose of thesis was to prepare and analyze weekly dietary menu (for reducing weight) for 19 persons. The basis of menu planning was nutrigenomic analysis of 63 gene polymorphisms, anthropometric analysis and a questionnaire on eating habits and personal opinion on their welfare. From received nutrigenomic profiles LifeGenetics (interpretation of gene variations and recommendations on nutrient intake), we demonstrated the occurrence of polymorphisms that are directly related to the occurrence of the most common civilization diseases. The most potentially problematic genes were found within cardio vascular region (region 9p21). The anthropometric analysis indicated overweight, as well as increased body mass index. We prepared base weekly menu for weight reduction, which was evaluated by software Prodi 5.0. expert. Additionally, we have presented recommendations on dietary intake of individual nutrients - in relation to the nutrigenomic references, reference values of nutrients and actual daily energy intake by an individual menu. By examining nutrient intakes, according to the prescribed menu, we found that in most cases intake did not satisfy nutrigenomic recommendations. Reviewing the menu analysis, we found that the prepared menu ensures excess intake of protein, fat, calcium, magnesium, iron, zinc and vitamin C, D and B6. On the other hand the menu did not provide enough folic acid, vitamin A and E. We concluded that research field here investigated is very complex, both the analysis of the data of nutrigenomic analysis, as well as in the use of these data for the preparation of menus in terms of personalized nutrition.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORD DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	IX
KAZALO PRILOG	XI
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XII
1 UVOD	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1.1 NAMEN DELA	2
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 NUTRIGENOMIKA	3
2.2 SMERNICE ZDRAVE PREHRANE	6
2.2.1 Način prehranjevanja	7
2.2.2 Način priprave hrane	8
2.2.3 Sestava hrane	8
2.2.4 Prehranske navade odraslih Slovencev	8
2.3 REFERENČNE VREDNOSTI ZA VNOS HRANLJIVIH SNOVI.....	9
2.3.1 Bazalni metabolizem	10
2.4 NUTRIGENOMSKA PREISKAVA LIFE GENETICS	11
2.4.1 Srce in ožilje	12
2.4.2 Maščobe in sladkor	13
2.4.3 Alergije in intolerance	15
2.4.4 Substance in odvisnost	16
2.4.5 Zaščita telesa	17
2.4.6 Mišice	18
2.4.7 Kosti	18
2.5 MAKROHRANILA	19
2.5.1 Ogljikovi hidrati	19
2.5.2 Beljakovine	20
2.5.3 Maščobe	21
2.6 VITAMINI IN MINERALI	22
2.6.1 Kalcij.....	22
2.6.2 Magnezij	22
2.6.3 Cink.....	23
2.6.4 Železo	23
2.6.5 Folna kislina	23
2.6.6 Vitamin A	24
2.6.7 Vitamini B - kompleksa.....	25

2.6.8	Vitamin C	25
2.6.9	Vitamin E	26
2.6.10	Vitamin D	26
2.7	VODA.....	27
2.8	SOL.....	28
2.9	ALKOHOL	29
2.10	KOFEIN	29
2.11	TELESNA DEJAVNOST	29
3	MATERIAL IN METODE	31
3.1	POPULACIJSKA SKUPINA	31
3.2	METODE DELA	31
3.2.1	Antropometrična analiza	31
3.2.2	Odvzem vzorca sline za analizo genskih polimorfizmov.....	32
3.2.3	Pregled rezultatov nutrigenomske analize	32
3.2.4	Izdelava jedilnika na podlagi rezultatov nutrigenomske analize.....	33
4	REZULTATI.....	34
4.1	ANTROPOMETRIČNA ANALIZA.....	34
4.2	ANALIZA VPRAŠALNIKA	39
4.3	GENSKA ANALIZA	43
4.3.1	Srce in ožilje	45
4.3.2	Maščobe in sladkor	47
4.3.3	Alergije in intolerance	49
4.3.4	Substance in odvisnost	51
4.3.5	Zaščita telesa	53
4.3.6	Mišice	55
4.3.7	Kosti	56
4.4	ANALIZA JEDILNIKOV IN HRANIL	58
4.4.1	Izhodiščni jedilnik	58
4.4.2	Dnevni energijski vnos	58
4.4.3	Vnos celokupne energije	60
4.4.4	Vnos maščob.....	61
4.4.5	Vnos beljakovin	62
4.4.6	Vnos ogljikovih hidratov.....	63
4.4.7	Vnos kalcija	64
4.4.8	Vnos vitamina D	65
4.4.9	Vnos magnezija	66
4.4.10	Vnos vitamina B6.....	67
4.4.11	Vnos folne kisline	68
4.4.12	Vnos vitamina C	69
4.4.13	Vnos vitamina A	70
4.4.14	Vnos vitamina E.....	71
4.4.15	Vnos železa	72
4.4.16	Vnos cinka	73
4.4.17	Vnos soli.....	74
4.4.18	Vnos holesterola.....	75
5	RAZPRAVA.....	76

6	SKLEPI	83
7	POVZETEK.....	84
8	VIRI	86

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Prehranska priporočila za vnos hranil v % za odraslega človeka (Referenčne vrednosti ..., 2004)	10
Preglednica 2: Orientacijske vrednosti za vnos vode pri odraslih (Referenčne vrednosti ..., 2004: 129).....	28
Preglednica 3: Prikaz antropometričnih meritev preiskovancev (višina, starost, masa začetnega in končnega tehtanja); določene normalne telesne mase s programom Prodi ter razlike in odmiki med začetnim in končnim tehtanjem	35
Preglednica 4: Antropometrične meritve preiskovancev: obseg pasu, bokov in zapestja; vrednost PAL ter dnevni energijski vnosi (izračunani s programom Prodi: dnevni vnos energije za preiskovano osebo, vnos energije s pripravljenim jedilnikom, dnevni vnos energije za redukcijo mase).....	37
Preglednica 5: Antropometrične meritve preiskovancev: masa telesne maščobe, masa vode v telesu, pusta telesna masa	39

KAZALO SLIK

Slika 1: Razlika ter povezava med nutrigenomiko in nutrigenetiko (Gillies, 2003: 52).....	3
Slika 2: Nutrigenomika je veda, ki povezuje genomiko, transkriptomiko, proteomiko in metabolomiko s prehrano, zlasti povezanih med prehrano in zdravjem (Poklar Vatovec in sod., 2010: 133).....	4
Slika 3: Primer polimorfizma (ang. Single nucleotid polymorphism ali SNP): Leva polovica DNA ima večina populacije, desno polovico DNA z zamenjano bazo (iz C v G) prikazuje SNP (Wiwanitkit, 2010: 11)	5
Slika 4: Piramida zdrave prehrane (MyPiramid, 2013).....	7
Slika 5: Analiza odgovorov na podana vprašanja o stanju, počutju in navadah preiskovanih oseb (n=19)	40
Slika 6: Analiza odgovorov na podana vprašanja o prehranskih navadah preiskovanih oseb in telesni dejavnosti (n=19)	41
Slika 7: Analiza odgovorov na podana vprašanja o zdravstvenem stanju in navadah preiskovanih oseb (n=19).....	42
Slika 8: Povzetek nutrigenomske analize Nutrigenomskega vodnika LifeGenetics preiskovancev po posameznih preiskovanih sklopih (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik).....	44
Slika 9: Analiza pojavnosti polimorfizmov na preiskovanih genih v sklopu Srce in ožilje (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik).....	45
Slika 10: Vpliv polimorfizmov v preiskovanih genih v sklopu Srce in (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik).....	46
Slika 11: Analiza pojavnosti polimorfizmov na genih v sklopu Maščobe in sladkor (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik).....	47
Slika 12: Vpliv polimorfizmov v preiskovanih genih v sklopu Maščobe in (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik).....	48
Slika 13: Analiza pojavnosti polimorfizmov na genih v sklopu Alergije in (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik).....	49
Slika 14: Vpliv polimorfizmov v preiskovanih genih v sklopu Alergije in intolerance (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik).....	50
Slika 15: Analiza pojavnosti polimorfizmov na genih v sklopu Substance in odvisnost (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik).....	51
Slika 16: Vpliv polimorfizmov v preiskovanih genih v sklopu Substance in (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik).....	52

Slika 17: Analiza pojavnosti polimorfizmov na genih v sklopu Zaščita telesa (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik).....	53
Slika 18: Vpliv polimorfizmov v preiskovanih genih v sklopu Zaščita (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik).....	54
Slika 19: Analiza pojavnosti polimorfizmov na genih v sklopu Mišice (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik).....	55
Slika 20: Analiza pojavnosti polimorfizmov na genih v sklopu Kosti (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik).....	56
Slika 21: Vpliv polimorfizmov v preiskovanih genih v sklopu Kosti (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik).....	57
Slika 22: Grafični prikaz dnevnih energijskih vnosov in bazalnega metabolizma preiskovancev	59
Slika 23: Dnevni vnos povprečne celokupne energije v % pri preiskovanih osebah	60
Slika 24: Dnevni vnos maščob v % pri preiskovanih osebah.....	61
Slika 25: Dnevni vnos beljakovin v g/dan pri preiskovanih osebah.....	62
Slika 26: Dnevni vnos ogljikovih hidratov v % pri preiskovanih osebah	63
Slika 27: Dnevni vnos kalcija v mg pri preiskovanih osebah.....	64
Slika 28: Dnevni vnos vitamina D v µg pri preiskovanih osebah	65
Slika 29: Dnevni vnos magnezija v mg pri preiskovanih osebah.....	66
Slika 30: Dnevni vnos vitamina B6 v mg pri preiskovanih osebah.....	67
Slika 31: Dnevni vnos folne kisline v µg pri preiskovanih osebah	68
Slika 32: Dnevni vnos vitamina C v mg pri preiskovanih osebah.....	69
Slika 33: Dnevni vnos vitamina A v mg pri preiskovanih osebah	70
Slika 34: Dnevni vnos vitamina E v mg pri preiskovanih osebah.....	71
Slika 35: Dnevni vnos železa v mg pri preiskovanih osebah	72
Slika 36: Dnevni vnos cinka v mg pri preiskovanih osebah	73
Slika 37: Dnevni vnos soli v g pri preiskovanih osebah	74
Slika 38: Dnevni vnos holesterola v mg pri preiskovanih osebah.....	75

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Vprašalnik

PRILOGA B: Standardni jedilnik za pripravo izročka za programskega gosta v Termah Krka (Strašek, 2010)

PRILOGA C: Normativi za pripravo jedilnika (Strašek, 2010)

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

A – adenin
BMI – indeks telesne mase (ang. Body Mass Index)
BM – bazalni metabolizem
C – citozin
CVD – srčno-žilne bolezni (ang. Cardio Vascular Diseases)
DD – delecija
DEI – dnevni energijski vnos (ang. Daily Energy Intake)
DEI red. – dnevni energijski redukcijski vnos (ang. Daily Energy Intake - reduction)
DNA – deoksiribonukleinska kislina
ENMK – enkrat nenasičena maščobna kislina
G – gvanin
HDL – lipoprotein visoke gostote (ang. High-density lipoprotein)
IE – internacionalna enota
II – insercija
ITM – indeks telesne mase
LDL – lipoprotein nizke gostote (ang. Low Density Lipoprotein)
LG - LifeGenetics
MK – maščobna kislina
mRNA – prenašalna ribonukleinska kislina
MUFA – enkrat nenasičene maščobne kisline (ang. Mono-Saturated Fatty Acid)
NMK – nasičena maščobna kislina
n – 3 – omega-3 (maščobna kislina)
n – 6 – omega-6 (maščobne kisline)
PAL – stopnja fizične aktivnosti (ang. Physical Activity Level)
PUFA – večkrat nenasičene maščobne kisline (ang. Poly-Saturated Fatty Acid)
CoQ10 – koencim q10
RDA – priporočen dnevni vnos (ang. Recommended Daily Allowance)
RNA – ribonukleinska kislina
SFA – nasičene maščobne kisline (ang. Saturated Fatty Acid)
SNP – polimorfizem (ang. single nucleotide polymorphism)
SŽB – srčno žilne bolezni
T – timin
TE – tokoferolni ekvivalent
TM – telesna maščoba
VLDL – lipoprotein zelo nizke gostote (ang. Very-low-density lipoprotein)
VNMK – večkrat nenasičena maščobna kislina
WHO – svetovna zdravstvena organizacija (ang. World Health Organisation)

1 UVOD

Zgodovino raziskovanja prehrane kot znanosti se začne s Hipokratom, ki je ugotavljal, da ima telo »prirojeno toploto«. V poznem 18. stoletju je Lavoisier izvedel eno prvih kalorimetričnih raziskav ter ugotovil, kako sta povezana metabolizem hrane in gorenje snovi. Prav tako je izumil tudi kalorimetrično bombo in tako omogočil merjenje sproščanja toplote. V 19. stoletju je Liebig spoznal, da se ogljikovi hidrati, beljakovine in maščobe v telesu oksidirajo in izračunal njihove energijske vrednosti.

Zlata doba prehrane se je začela v letu 1910 in se je nadaljevala vse do leta 1940, ko so se znanstveniki osredotočili predvsem na bolezni povezane z eno samo prehransko nepravilnostjo oziroma povezavo med prehrano in boleznimi. To je vodilo do oblikovanja RDA (Recommended Daily Allowance) za posamezno hranilo. Kmalu po tem, ko so bila odkrita vsa bistvena hranila, so se raziskave na področju prehrane osredotočile na večstranskost kroničnih bolezni. Veliko teh bolezni ni povzročenih s pomanjkanjem hranil, ampak s prehranjenostjo.

V letih, ki so sledila se je pojavil revolucionaren napredek na področju tehnologije rekombinantne DNA in razvozlanja človeškega genoma v sklopu projekta »Human Genome Project« v letu 2006 (prvi delovni osnutki so bili predstavljeni v 2001, leta 2003 pa je bila zaključena visoko kvalitetna končna sekvenca genoma).

S pridobljenimi vedenji o genomiki, proteomiki, transkriptomiki in metabolomiki se je začelo odpirati novo polje znanosti v postgenomski dobi, začetek nove miselnosti načrtovanja režima prehrane - nutrigenomika, kjer gre za raziskave in razumevanje medsebojnega vpliva genov in hranil v prehrani ter uporabe najsodobnejše genske tehnologije. To je razlog, zakaj je nutrigenomika tako vznemirljiva možnost za prehranske raziskovalce, podjetja, ki opravljajo nutrigenomske analize in ponudnike, ki pripravljajo načrte prehrane na podlagi teh analiz in ne nazadnje tudi za ljudi, ki želijo svoje življenje kakovostno preživeti na podlagi poznavanja njihovega genskega zapisa.

Nastajajoče znanje bo prineslo razumevanje, kako hranila vplivajo na razvoj in napredek kroničnih bolezni, kot so srčno-žilna obolenja, diabetes, artritis, rak in bolezni staranja. Znano je namreč, da se da večini bolezni izogniti s spremembo načina življenja. To postavi nutrigenomiko v ospredje preventivne medicine.

1.1 NAMEN DELA

Pojavljajo se različni ponudniki nutrigenomskih analiz, s katerimi lahko preko genske analize ugotovimo pojav različnih polimorfizmov - določenih mest na DNA, kjer se med posamezniki pojavijo razlike v enem nukleotidnem paru. Obstaja povezava med našimi geni in različnimi področji življenja, ki so povezani z zdravjem. S pomočjo podatkov nutrigenomske analize lahko prilagodimo življenjski slog in prehrano posameznika in tako izboljšamo počutje in ohranjamo zdravje.

S pomočjo nutrigenomske analize 19 posameznikov smo ugotovili pojav polimorfizmov na njihovih genih, ki so neposredno povezani s pojavom najpogostejših civilizacijskih bolezni (srčno-žilna obolenja, sladkorna bolezen, presnova maščob, presnova glukoze, presnova laktoze, ...). Nutrigenomski laboratorij podjetja Genelitik d.o.o., je analiziral preiskovane osebe na 63 genskih polimorfizmov. Glede na njihov nutrigenomski profil in antropometrično analizo (masa, višina, spol, starost, indeks telesne mase – ITM, bazalni metabolizem - BM, struktura tkiv) ter z vprašalnikom o navadah prehranjevanja smo prilagodili prehranska priporočila in po enoletnem časovnem obdobju ponovno naredili antropometrično analizo. Na osnovi prejetega nutrigenomskega profila in prehranskih priporočil od Genelitika ter na podlagi standardnega jedilnika za pripravo izročka Term Krka smo pripravili izhodiščni tedenski jedilnik in ga ovrednotili s pomočjo računalniškega programa Prodi 5.0. expert.

Pričakujemo, da bodo Terme Krka izhodiščne jedilnike ter rezultate diplomske naloge uporabile za pripravo programa VitaGen ter da bodo rezultati pripomogli k izboljšanju programa ter celovitejšemu pristopu do programskega gosta.

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Postavili smo sledeče hipoteze:

- Hipoteza 1: Analiza genskih polimorfizmov omogoča prilagoditev prehranskih priporočil za posameznika.
- Hipoteza 2: Analiza vseh analiziranih genskih polimorfizmov bo nakazala povečano tveganje za nastanek oziroma razvoj vsaj ene bolezni sodobnega časa (srčno-žilna obolenja, diabetes, ...).

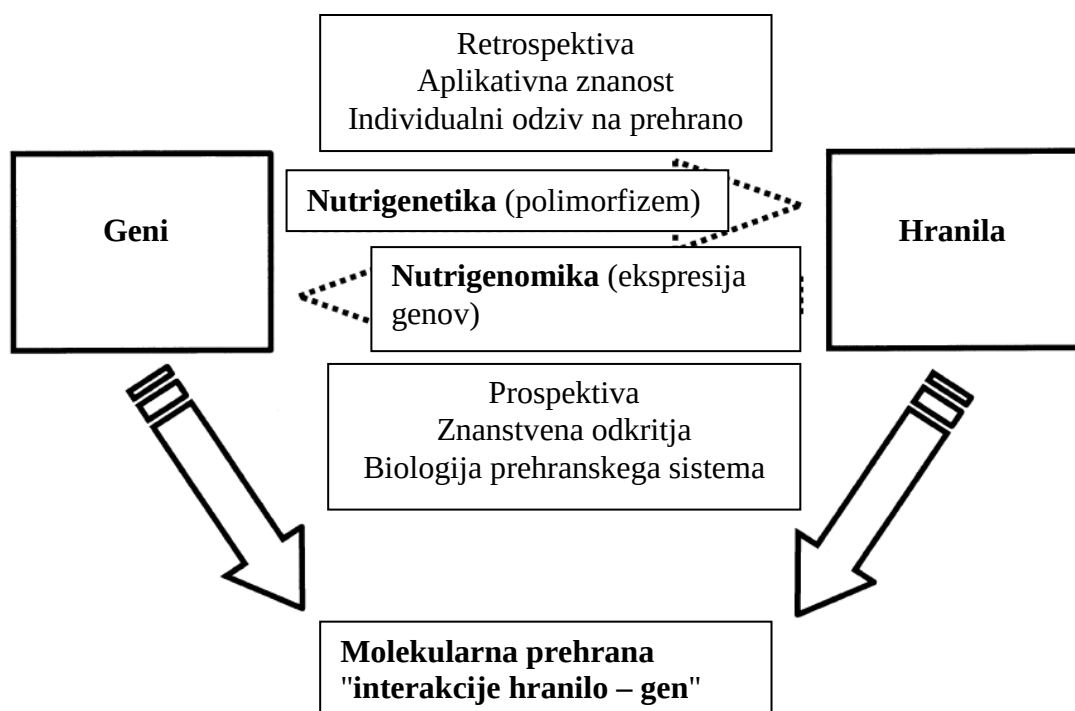
2 PREGLED OBJAV

2.1 NUTRIGENOMIKA

Nutrigenomika je veda, ki določa učinke hranil na izražanje genov in genske regulacije, to pomeni, da preučuje interakcije genov posameznika in prehrane, da bi opredelila specifična hranila ugodnega ali zdravju škodljivega učinka. Prav tako določa individualno potrebo po hranilih, na osnovi genetskega ustroja osebe (individualna prehrana), kot tudi povezavo med prehrano in kroničnimi boleznimi, ki pomaga razumeti etiološke vidike kroničnih bolezni, kot so rak, diabetes tipa 2, debelost in bolezni srca in ožilja (SŽB) (Gaboorn, 2011).

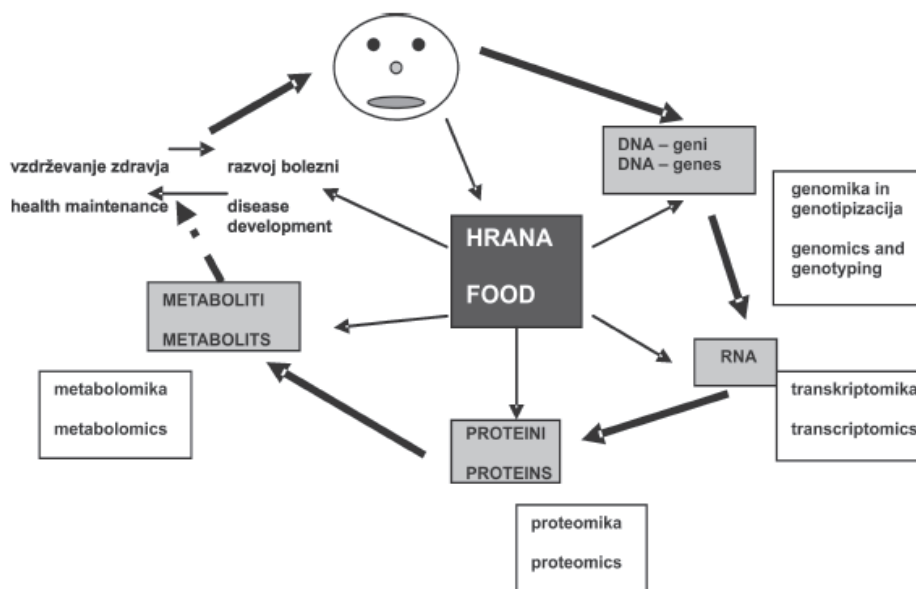
Za razliko od nutrigenomike pa **nutrigenetika** preučuje, kako genetski ustroj posameznika koordinira njegov odziv na različna prehranska hranila. Nutrigenetika razlaga odziv genetskih variacij na interakcije med prehrano in boleznimi ali na prehranska priporočila (Gaboorn, 2011).

Razlika in povezava med nutrigenomiko in nutrigenetiko prikazuje slika 1.



Slika 1: Razlika ter povezava med nutrigenomiko in nutrigenetiko (Gillies, 2003: 52)

Kot je prikazano na sliki 2, Poklar Vatovec in sod. (2010) definirajo nutrigenomiko kot vedo, ki povezuje tehnike genomike, transkriptomike, proteomike in metabolomike s prehrano in zdravjem.



Slika 2: Nutrigenomika je veda, ki povezuje genomiko, transkriptomiko, proteomiko in metabolomiko s prehrano, zlasti povezanih med prehrano in zdravjem (Poklar Vatovec in sod., 2010: 133)

Genomika preučuje gene in njihovo funkcijo. Cilja k razumevanju strukture genoma. Poslučuje se metod, s katerimi lahko zaobjame veliko število nukleotidnih sekvenc, genov in proteinov. Preiskuje molekularne mehanizme ter vplive genetskih in okoljskih dejavnikov na njihovo izražanje (Ahluwalia, 2009).

Transkriptomika proučuje izražanje genov na ravni mRNA v danem trenutku (Barnes, 2008).

Proteomika proučuje izražanje genov na ravni sinteze proteinov. Proteom določenega organizma so vsi proteini tega organizma v danem trenutku (Barnes, 2008).

Metabolomika analizira profil in funkcijo metabolitov, ki so prisotni v celici, tkivu in/ali v bioloških tekočinah, katerih vsebnost se stalno spreminja (Barnes, 2008).

Koncept nutrigenomike, ki ga predstavljajo Poklar Vatovec in sod. (2010) je zgrajen na predpostavkah:

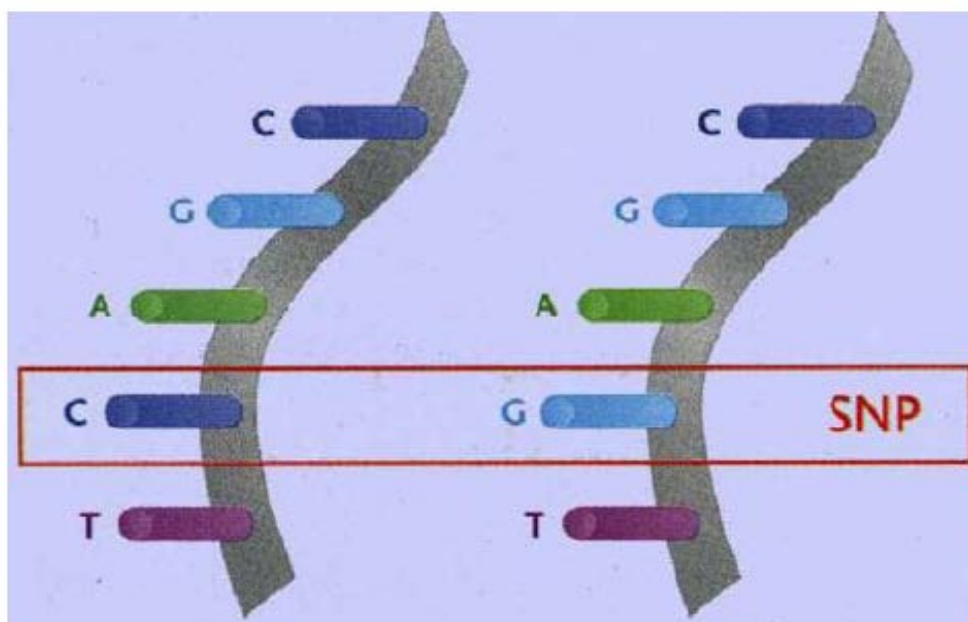
- prehrana je pomemben dejavnik tveganja za vrsto bolezni
- sestavine hrane lahko neposredno ali posredno integrirajo z genomom, tako da vplivajo na spremembo v izraženosti posameznega gena
- zaradi različne genske zasnove lahko pri posamezniku s prehrano vplivamo na njegovo zdravstveno stanje
- izražanje določenih genov lahko s prehrano uravnamo, ti pa imajo pomembno vlogo pri pojavnosti in napredovanju posameznih kroničnih bolezni
- personalizirana prehrana lahko kronične bolezni omili ali celo prepreči.

Nutrigenomske raziskave integrirajo znanje o prehrani, zdravju, bolezni, človeškem genomu in genskih študijah v holističnem pristopu. Nutrigenomske raziskave in SNP (ang. *Single Nucleotide Polymorphism*), ali genetske profilne variacije, bodo priskrbele pomembne podatke za razvoj dobre personalizirane diete (Wiwanitkit, 2010).

Schauer je že leta 1981 zapisal, da gre za polimorfizem, kadar se multipli aleli alternativne oblike gena pojavljajo v populaciji precej pogosto, in sicer s frekvenco, ki presega številno novo nastalih mutacij.

Z izrazom polimorfizem označujemo spremembe v nukleotidnem zaporedju, ki sicer ne povzročajo bolezni, jih pa najdemo vsaj pri 1 % oseb v populaciji, do leta 2008 je bilo objavljenih približno 15 milijonov SNP-jev (Durbin in sod., 2010). Nekateri pogosti SNP-ji se pojavljajo v 5 % do več kot 50 % prebivalstva. Večina ljudi je heterozigotnih za več ali enako kot 50000 SNP v njihovih genih (Zeisel, 2007).

SNP-ji so eno-nukleotidna mesta v genomske DNA, ki so lahko različna pri posameznikih v eni ali večih populacijah in so uporabljeni kot genetski označevalci za določitev genov, ki prispevajo k razvoju bolezni (Barnes, 2008). Grafično je primer SNP prikazan na sliki 3.



Slika 3: Primer polimorfizma (ang. Single nucleotide polymorphism ali SNP): Leva polovica DNA ima večina populacije, desno polovico DNA z zamenjano bazo (iz C v G) prikazuje SNP (Wiwanitkit, 2010: 11)

Zaenkrat se vse nutrigenomske študije ukvarjajo z vplivom genetskega zapisa za različne proteine, ki sodelujejo pri presnovi in prenosu posameznega hranila na sam učinek hranila (Poklar Vatovec in sod., 2010). Na podlagi teh raziskav so dietetiki pričeli z idejo o individualnih specifičnih prehranskih potrebah, ki temelji na prilagoditvi potreb posameznikov po hranilnih snoveh glede na gensko variacijo. Zaenkrat je personalizirana dieta še ideal, ker dietetiki ne morejo identificirati vseh genskih funkcij v povezavi s hranili in metabolizmom (Wiwanitkit, 2010). Hkrati pa ne smemo pa pozabiti, da se v končni učinek posameznega hranila vpletajo tudi vplivi okolja in številne druge lastnosti posameznika, med katerimi so izjemno pomembni tudi številni psihološki dejavniki (Poklar Vatovec in sod., 2010).

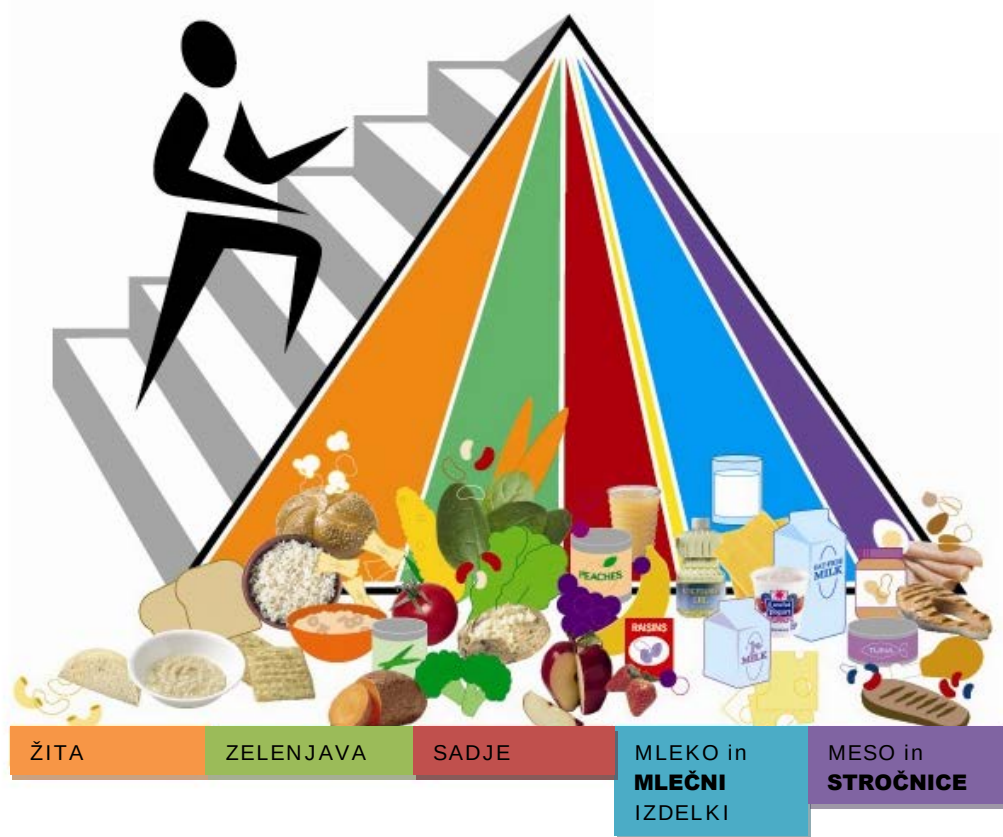
2.2 SMERNICE ZDRAVE PREHRANE

Osnovna funkcija hrane je, da nas vzdržuje pri življenju in pri zdravju (Kapš, 2006).

Za kvalitetno zadovoljitev prehranskih potreb je potrebno razumeti način pridelave, predelave, shranjevanja in priprave hrane, s pridobljenim znanjem o kemičnih in bioloških raziskovalnih metodah pa lahko identificiramo in ovrednotimo komponente hrane. Skupek teh znanj nam pomaga uporabljati hrano tako, da zapolnimo naše prehranske potrebe (Mudambi in sod., 2006).

Poleg tradicionalne ali ljudske prehrane poznamo še priporočeno varovalno prehrano, ki je model idealne zdrave prehrane za določeno populacijo ljudi in temelji na znanstvenih raziskavah o zdravi prehrani. Prehrambeni kazalci varovalne prehrane po priporočilih Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) so povezani z nižano splošno in specifično umrljivostjo zaradi civilizacijskih bolezni (Pokorn, 2001).

Za varno in zdravo prehranjevanje ter doseganje priporočenih vrednosti hranil in prehranskih ciljev je pomemben pravilen izbor živil, način priprave obrokov ter sam ritem prehranjevanja. Državni zbor RS je 22. marca 2005 sprejel Resolucijo o nacionalnem programu prehranske politike 2005-2010 (2005). Temeljni cilj prehranske politike je izboljšati, varovati in ohraniti zdravje ter kakovost življenja prebivalcev RS, ki ga bomo dosegli z izboljševanjem prehranskih navad prebivalstva in usmeritvijo v ponudbo zadostnih količin varne, kakovostne in zdravju koristne hrane za vse prebivalce. Zdravo prehranjevanje predstavlja temelje dobrega zdravja in je ključen element človekovega razvoja skozi vsa življenjska obdobja. Prehranjevalni vzorci se pogosto prenašajo tudi na naslednje generacije, zato ima njihovo spreminjanje dolgoročne učinke. Zdravo prehranjevanje, še posebej v kombinaciji z drugimi zdravimi navadami, kot je npr. telesna dejavnost (prikazano na sliki 4, ki grafično predstavlja piramido zdrave prehrane v kombinaciji s telesno aktivnostjo), v veliki meri prispeva k zmanjševanju tveganja za številne kronične bolezni. Komplementaren prehranski politiki je »Nacionalni program spodbujanja dejavnosti za krepitev zdravja 2007-2012« (2007).



Slika 4: Piramida zdrave prehrane (MyPiramid, 2013)

2.2.1 Način prehranjevanja

Prehranjevanje je uživanje, absorpcija in uporaba hranilnih snovi, ki jih telo potrebuje za rast, razvoj in vzdrževanje življenja (Komerički in Jevremov, 2008). Zdrav način prehranjevanja poudarja pravilno število dnevnih obrokov hrane in njihovo časovno in energijsko razporeditev glede na dnevne potrebe po energiji. V celodnevni prehrani se priporoča 3 – 5 obrokov. Obroki naj bi imeli energijsko razporeditev glede na dnevne potrebe sledeče: 25 % zajtrk, 15 % dopoldanska malica, 30 % kosilo, 10 % popoldanska malica in 20 % večerja (Zaletel-Kragelj in sod., 2004). oz. če so le trije obroki, je energijska razporeditev 40 % zajtrk, 40 % kosilo in 20 % večerja. Obroki naj bi bili količinsko majhni. Optimalna temperatura obroka je 37 °C. Hrano naj bi dobro prežvečili in jedli počasi. Hitrost uživanja obroka naj bi bila 10 do 20 minut, med obroki naj bi bo 3- do 4-urni razmik. Zadnji obrok naj bi bil 2-3 ure pred spanjem (Gabrijelčič Blenkuš in Kuhar, 2009).

2.2.2 Način priprave hrane

Za ohranjanje zdravja pomeni pravilna priprava hrane takšen način mehanske in termične obdelave živil, ki čim bolj ohrani količino in kakovost zaščitnih snovi (vitaminov, mineralov in snovi z antioksidacijskim učinkom) v hrani. Taki načini priprave hrane so kuhanje v majhni količini vode, soparjenje, dušenje v lastnem soku brez ali z malo maščobe in vode, pečenje v foliji in priprava hrane brez dodatkov maščob v mikrovalovni ter parno-konvekcijski pečici. Pri pripravi hrane po potrebi dodajamo le manjše količine soli (Gabrijelčič Blenkuš in Kuhar, 2009).

2.2.3 Sestava hrane

Živila so sestavljena iz makrohranil (ogljikovi hidrati, beljakovine, maščobe in voda) in mikrohranil (vitamini, minerali, fitokemikalije in podobno). Schlieper in sod. (1997) so živila kategorizirali po naslednji razvrstitvi:

- Ogljikovi hidrati: najdemo jih v živilih pretežno rastlinskega izvora (v žitih kot škrob ali v sadju, medu kot sladkor). V človeškem telesu so v glikogenskih rezervah (predvsem v jetrih in mišičju). Obstajajo v obsegu 1 % telesne mase. Njihova vloga je pokrivanje energijskih potreb telesa.
- Maščobe: najdemo jih v živilih živalskega (živalska mast, maslo,...) in rastlinskega (rastlinska olja, sončnično seme, oreški, ...) izvora. V človeškem telesu obstajajo v obsegu 4 – 10 % telesne mase (predvsem v podkožnem maščobnem tkivu in trebuhu). Maščobe so pomembne predvsem za pokrivanje energijskih potreb.
- Beljakovine oz. proteini: prisotni so v živilih živalskega (meso, ribe, jajca, ...) in rastlinskega izvora (stročnice). Beljakovine tvorijo 20 % telesne mase. Beljakovine so pomembne predvsem za gradnjo in obnavljanje telesne substance.
- Voda: potrebna je pri gradnji in obnavljanju telesne substance, predvsem za transport snovi in kot topilo. Je prevladujoča sestavina tekočih živil, v skoraj vseh drugih živilih je zastopana do 60 % mase živila. Voda tvori 60 – 70 % telesne mase.
- Mineralne snovi in vitamini: prisotni so v živilih živalskega in rastlinskega izvora. Mineralne snovi so v človeškem telesu zastopane v 4-5 % telesne mase; medtem ko vitamine zasledimo le v sledovih (odvisno od potreb). Mineralne snovi in vitamini so v telesu potrebni za gradnjo in obnovo telesne substance in za uravnavanje biokemičnih procesov v telesu.

2.2.4 Prehranske navade odraslih Slovencev

Opravljen je bil raziskava o prehrabnih navadah odraslih prebivalcev Slovenije z vidika varovanja zdravja, ki jo povzema Gregorič in sod. (2009), kjer je razvidno, da je pri odraslih Slovencih:

- energijska vrednost povprečno dnevno zaužitih obrokov hrane znaša 12126 kJ in je bila višja pri moških (13084 kJ) kot pri ženskah (11338 kJ),

- vnos energijske vrednosti je v povprečju povečan za 12 % pri ženskah in za 18 % pri moških (glede na orientacijske vrednosti za povprečen vnos oseb z normalno telesno maso in starosti prilagojeno zmerno telesno aktivnostjo),
- v starostni skupini od 46 do 65 let je debelih in prekomerno prehranjenih več moških (22,7 % oz. 50,9 %) kot žensk (19,5 % oz. 43,3 %). Tudi v starostni skupini od 26 do 45 let je delež debelih in prekomerno prehranjenih večji pri moških (17,3 % oz. 39,1 %) kot pri ženskah (8,3 % oz. 24,2 %), je pa pri ženskah več podhranjenih (3,8 %). Stanje je podobno tudi v starostni skupini od 18 do 25 let, kjer je delež predebelih in prekomerno prehranjenih zopet večji pri moških (10,4 % oz. 24 %) kot pri ženskah (4 % oz. 11,1 %), delež podhranjenih po kriteriju Svetovne zdravstvene organizacije pa je večji pri ženskah in znaša kar 8,1 %,
- delež energije vnesen z maščobo, v povprečni dnevni hrani odraslega znaša 38,7 %.
- Povprečni energijski delež, ki ga odrasli Slovenci dnevno dobijo iz skupnih ogljikovih hidratov znaša 46,9 %,
- V povprečni prehrani odraslega prebivalca so beljakovine zastopane z 14,4 % dnevnega energijskega vnosa;
- Prisoten je tudi nepravilen ritem prehranjevanja. Vsak dan redno zajtrkuje 62 % žensk in 47 % moških (Gabrijelčič Blenkuš, 2009).
- delež odraslih žensk (med 26 do 45 letom) z ITM nad 25 je 24 % (pod 10 % pa jih je v razredu ITM nad 30). Delež moških, v enaki starostni skupini, s prekomernim ITM (nad 25) znaša 39 %, kar 18 % moških pa je takih, ki imajo ITM prek 30. Z višanjem starosti se delež oseb z ITM, ki nakazuje prekomerno telesno maso, viša (Fajdiga Turk in Gabrijelčič Blenkuš, 2009).

2.3 REFERENČNE VREDNOSTI ZA VNOS HRANLJIVIH SNOVI

Referenčne vrednosti za vnos hranljivih snovi (2004) so eden bistvenih temeljev ocenjevanja kakovosti naših živil in prehrane. Poleg tega so pomembna podlaga za prehranska priporočila, ki se nanašajo na živila ter za prizadevanje pri ozaveščanju, svetovanju in motiviranju potrošnikov glede zdravju koristne prehrane. Priporočljiva energijska in hranljiva sestava hrane se razlikuje glede na razvojno obdobje posameznika, starost in spol ter njegovo telesno dejavnost. Z neustrezno prehrano in nezdravim načinom življenja so povečani dejavniki tveganja za nastanek predvsem civilizacijskih bolezni (srčno-žilne bolezni, sladkorna bolezen tipa II, nekatere oblike raka, debelost s posledicami, ciroza jeter, bolezni kosti, sklepov, zob in obzobnega tkiva), klasičnih deficitarnih bolezni (rahitis, skorbut, pelagra) in bolezni zaradi onesnažene hrane. Z zdravim prehranjevanjem in zdravim življenjskim slogom bi velik delež obolenj in prezgodnjih smrti lahko preprečili.

Referenčne vrednosti so skupaj izdali: nemško prehransko društvo, avstrijsko prehransko društvo, švicarsko društvo za raziskovanje prehrane in švicarsko združenje za prehrano. Referenčne vrednosti vsebujejo priporočila, ocenjene vrednosti in orientacijske vrednosti za vnos hranljivih snovi. Njihov cilj je ohranjanje in izboljševanje zdravja in s tem kakovosti življenja (Referenčne vrednosti ..., 2004).

V Sloveniji poleg Referenčnih vrednosti uporabljamo priporočila, ki jih je pripravila Svetovna zdravstvena organizacija, urad za Evropo (WHO, 2003), poznamo pa tudi ameriški in kanadski »Dietary Reference Intakes« (Referenčne vrednosti..., 2004).

Prehranska priporočila za vnos hranil ter priporočen dnevni vnos hranil za odraslega človeka je prikazan v preglednici 1.

Preglednica 1: Prehranska priporočila za vnos hranil v % ter priporočen dnevni vnos v g oz. µg za odraslega človeka (Referenčne vrednosti ..., 2004)

Prehransko priporočilo	
Vnos energije mora biti skladen z energijsko porabo	
Vir energije	Delež celotne potrebne energije
skupne maščobe ¹	<30 %
nasičene maščobne kisline ²	<10 %
trans-maščobne kisline	<1 %
enkrat nenasičene maščobne kisline	>10 %
n-6	2,5 %
n-3	0,5 %
ogljikovi hidrati	<50 %
mono in disaharidi (sladkorji)	<10 %
Priporočen dnevni vnos	
beljakovine	0,8 g/kg telesne mase
zelenjava in sadje	od 400 do 650 g/dan
folati iz hrane	>400 µg/dan
prehranska vlaknina	3 g/MJ (ženske)
	2,4 g/MJ (moški)
natrij (v obliki soli) ³	<6 g/dan
jod ⁴	200 µg/dan
	230 µg/dan (nosečnice)
	260 µg/dan (doječe matere)

¹ delavci s težkimi fizičnimi deli lahko potrebujejo večji odstotek

² novejša WHO priporočila navajajo do 7 %

³ novejša WHO priporočila navajajo do 5 g

⁴ priporočila veljajo v Nemčiji in Avstriji, kjer imajo podobno stanje na področju vnosa joda kot v Sloveniji

2.3.1 Bazalni metabolizem

Metabolizem ali presnova je seštevek vseh kemičnih in fizikalnih sprememb v telesu. Vse te spremembe potrebujejo energijo, ki jo telo dobi iz shranjenih zalog in/ali iz hrane. Nekaj teh kemičnih in fizikalnih sprememb – ter s tem energije – je nujno potrebnih za življenje. Temu pravimo bazalni metabolizem (v nadaljevanju BM). BM je količina energije (v kcal ali kJ), ki jo v 24 urah porabi vsaj 12 ur tešč človek, ki telesno in duševno miruje pri sobni temperaturi (18 – 24 °C) za vzdrževanje osnovnih življenjskih procesov (dihanje, delovanje srca, presnavljanje). Za BM porabimo približno 2/3 celotne dnevne energije. Na BM vpliva nemaščobna telesna masa, ki se z leti manjša (Komerički in Jevremov, 2008).

BM predstavlja pri običajni fizični obremenitvi največji del energije, ki jo porabimo čez dan in je tako eden ključnih dejavnikov pri tem, koliko hrane moramo zaužiti, če želimo shujšati, se zrediti ali telesno maso le ohranjati. Nanj vplivajo sledeči notranji in zunanji dejavniki (Komerički in Jevremov, 2008):

- dedni zapis
- spol (moški – 7 % višji BM kot pri ženskah)
- starost (z leti pada, po dvajsetem letu se zmanjša za približno 2 %/10 let)
- telesna masa (težji ljudje imajo višji BM)
- površina telesa (ljudje z večjo površino imajo višji BM)
- odstotek telesne maščobe (ljudje z manjšim odstotkom telesne maščobe imajo višji BM)
- spanje (med spanjem se BM zniža za 6 – 13 %)
- dojenje (med dojenjem se BM poviša za 3 – 6 %)
- prehrana (vsako omejevanje vnosa energije ima za posledico tudi padec BM. Raziskave kažejo, da se po enomesečnem postu lahko BM zmanjša do 20 %)
- hormoni (povišanje nivoja nekaterih hormonov npr. ščitnični hormoni ali adrenalin vplivajo na povišanje BM)
- telesna temperatura (višanje telesne temperature – povišuje BM npr. dvig telesne temperature za 0,5 °C povzroči povišanje BM za okoli 7 %. Bolnik, ki ima telesno temperaturo 42 °C ima BM povečan tudi do 50 %)
- zunanja temperatura (izpostavljenost hladnemu okolju zvišuje BM. Kratkotrajna izpostavljenost vročemu okolju na BM ne vpliva. Daljša izpostavljenost vročini pa BM lahko dvigne)
- telesna vadba (visokointenzivna telesna vadba zvišuje BM. Pri srednje in nizkointenzivni vadbi ni sprememb BM. Vadba lahko BM zviša posredno - preko večje količine mišične mase, ki je energijsko bolj potratna kot maščobno tkivo)

2.4 NUTRIGENOMSKA PREISKAVA LIFE GENETICS

Podjetje Genelitik d. o. o. je slovensko podjetje, ki ponuja inovativne storitve s področja genetike za posameznika. Podjetje je bilo izbrano med 30 najboljših slovenskih inovacij za leto 2008 na Slovenskem forumu inovacij, prejelo prestižno mednarodno priznanje »Hidden Champion« združenja evropskih poslovnih šol CEEMAN in številna druga priznanja.

Nutrigenomski vodnik podjetja Genelitik se trži pod blagovno znamko LifeGenetics od začetka leta 2010. Nutrigenomski vodnik je nastal kot rezultat sodelovanja s priznanimi institucijami in posamezniki, temelji pa na raziskavah in dognanjih strokovnjakov iz celega sveta. Kompleksne genske analize in znanstvena dognanja ter priporočila glede vnosa hranil na podlagi genske analize so povezali v Nutrigenomskem vodniku LifeGenetics.

V naslednjih poglavjih (2.4.1 – 2.4.7) so prikazani opisi analiziranih genov v okviru posameznih sklopov (Srce in ožilje, maščobe in sladkor, alergije in intolerance, substance in odvisnost, zaščita telesa, mišice in kosti) kot je navedeno v poglavju 6. Tehnični opis v Navodilih za prodajne partnerje storitev Lifegenetics (Genelitik, 2010).

V posameznem sklopu so definirani geni, na katerih so bili identificirani SNP-ji, katerih analiza je pomembna pri ugotavljanju posameznikovih potreb (v našem primeru optimalne prehrane in dovzetnosti za razvoj bolezni). Podjetje Genelitik je na podlagi genske analize preiskovanih oseb pripravilo interpretacijo genskih variacij in priporočila glede vnosa hranil (personalizirani nutrigenomski vodnik LifeGenetics), ki smo jo uporabili pri nadaljnjem delu s preiskovanimi osebami.

2.4.1 Srce in ožilje

V tem sklopu se preiskujejo geni povezani s homocisteinom v krvožilju, geni v regiji 9p21 ter geni povezanih z metabolizmom soli in povišanim krvnim tlakom.

Gen CBS kodira encim, ki vpliva na nivo homocisteina v krvi. Preiskovana različica gena je bila v mnogih raziskavah povezana s količino homocisteina v krvi. Ljudje z genotipom TT so imeli v raziskavah povprečno najmanj homocisteina v krvi, tisti z genotipom CC pa največ. Večja količina homocisteina v krvi pa predstavlja po mnenju nekaterih strokovnjakov večje tveganje za razvoj bolezni srca in ožilja.

Encim, ki ga kodira **gen MTHFR**, sodeluje pri pretvorbi homocisteina v aminokislino metionin. Najpogostejša in dobro poznana polimorfizma v tem genu vplivata na delovanje MTHFR encima. V laboratorijskih poskusih se je izkazalo, da ima encim pri genotipu TT polimorfizma LG-2 ohranjenih le 30 % aktivnosti encima v primerjavi z genotipom CC, genotip CT pa 60 %. Pri genotipu TT lahko zmanjšana aktivnost encima privede do povečane količine homocisteina v krvi, predvsem ob nizkem vnosu folne kisline. Za genotip CC polimorfizma LG-3 je prav tako značilno zmanjšanje aktivnosti encima na 60 % v primerjavi z genotipom AA. Polimorfizem LG-3 CC lahko v povezavi s polimorfizmom LG-2 CT ob nizkem vnosu folne kisline privede do povečanih vrednosti homocisteina v krvi, podobno kot pri LG-2 TT homozigotu.

Gen MTRR kodira encim, ki ima pomembno vlogo pri vzdrževanju razmerja med homocisteinom in metioninom v krvi. Različica gena G je povezana z večjo koncentracijo homocisteina v krvi. Negativen učinek te različice gena lahko zmanjšamo s prehrano, ki vsebuje dovolj velike količine vitamina B12.

Gen PON1 vpliva na aktivnost encima, ki razgrajuje homocistein v krvi. Bolj aktiven encim je povezan z manjšo količino homocisteina. Genska različica G kodira encim z manjšo aktivnostjo.

Geni v kromosomski regiji 9p21: Veliko različic DNA v tej regiji je bilo v raziskavah povezanih z različnimi boleznimi srca in ožilja. Raziskovalci niso še odkrili genov in točnih mehanizmov, na katere vplivajo različice DNA v tej regiji, so pa v bližini nekateri poznani geni. Tako imamo v regiji 9p21 **gena CDKN2A** in **CDKN2B**, ki kodirata encime vključene v procese delitve celic, staranja celic in celične smrti. Najverjetneje igrajo ti procesi tudi pomembno vlogo pri tvorjenju arterijskih oblog.

Gen *MTAP*, ki se tudi nahaja v bližini, pa naj bi bil podobno kot zgoraj omenjeni geni vključen v metabolizem celičnih procesov, ki odstranjujejo homocistein.

Gen *ACE* kodira encim, ki sodeluje pri uravnavanju krvnega tlaka in vpliva na delovanje gladkih mišic. Rezultati študij so pokazali, da imajo ljudje z insercijo v genu (genotip II) vsaj dvakrat manj encima ACE v plazmi kot tisti z genotipom DD (delecija). V raziskavah obstaja tesna povezava med insercijo (I), delecijo (D) in vnosom soli v telo. Ljudje z insercijo na vsaj enem alelu so namreč precej bolj občutljivi na sol in morajo, zato da se izognejo visokemu krvnemu tlaku, uživati manjše količine soli.

Gen *AGT* kodira encim, ki v povezavi z uživanjem soli vpliva na krvni tlak. Genotip TT je povezan z večjo koncentracijo encima AGT v krvi in z zvišanim krvnim tlakom ob uživanju večje količine soli. Ljudje z genotipom GG ali GT morajo biti bolj pozorni na to, koliko soli uživajo.

2.4.2 Maščobe in sladkor

V tem sklopu se preiskujejo geni povezanih z metabolizmom in kopičenjem maščob v telesu in metabolizmom glukoze in regulacijo insulina.

Različice gena ***IL6*** vplivajo na nivo trigliceridov in 'škodljivega' holesterola VLDL, na indeks telesne mase (ITM) in s tem tudi na verjetnost za razvoj različnih kroničnih bolezni, kot je diabetes tipa II in bolezni srca in ožilja. V raziskavah se je izkazalo, da imajo tisti z genotipom CC pri večjem ITM večjo verjetnost, da bodo razvili diabetes tipa II. Zato je pri njih zelo priporočljivo vzdrževanje ITM v okviru normativov. Ljudje z genotipom GG imajo najmanjšo nagnjenost k debelosti, po drugi strani pa imajo navadno večjo vsebnost trigliceridov in holesterola VLDL v krvi.

Gen *PPARG* kodira hormonski receptor v celičnem jedru, ki naj bi sodeloval pri diferenciaciji adipoznih celic. Različice tega gena so pomembne predvsem zato, da vidimo, kako bo telo reagiralo na zaužite maščobe, kako se bo maščobno tkivo porazdelilo, kakšen bo ITM in kakšna bo odpornost na insulin. Homozigotna GG različica gena je precej redka, tisti ki jo imajo, pa naj bi bili bolj zaščiteni pred pojavom inzulinske odpornosti in diabetesa tipa II. Ljudje z genotipom GG pa lahko imajo precej večji ITM, če se ne držijo prehranskih priporočil. Za posameznike z genotipom CC je pomembno, katere maščobe in v kakšnem razmerju te maščobe zaužijejo. Oba genotipa se namreč na zaužite maščobe različno odzivata.

Polimorfizem v genu ***APOB*** vpliva na presnovo holesterola. Ljudje z različico TT so v raziskavah imeli pogostejše hiperholesterolemijo (povečano koncentracijo holesterola v krvi) in hkrati večje tveganje za srčni infarkt.

Gen *APOA5* sodeluje pri uravnavanju plazemskih trigliceridov. Ljudje z genotipom CC imajo navadno precej več trigliceridov v krvi, zato morajo biti posebno pozorni na prehrano in se čim več gibati. Zanimivo pa je, da ljudje z različicama CC ali CT lahko

ohranjajo normalno telesno maso ali celo hujšajo, tudi če uživajo zelo mastno hrano. Morajo pa paziti, kakšne maščobe zauživajo, saj nepravilna razmerja določenih maščobnih kislin lahko povzročajo kopičenje maščob v krvi.

Gen APOC3 kodira protein, ki zavira razgradnjo trigliceridov v krvi. V raziskavah se je izkazalo, da je genotip TT povezan s hipetrigliceridemijo in s pojavom bolezni, kot so infarkt, arterioskleroza in ostale CVD. Ljudje s tovrstnimi značilnostmi morajo zato biti še posebej pozorni na svojo prehrano in redno fizično aktivnost.

Gen APOE (2,3,4) ima pomembno vlogo pri presnovi lipoproteinov v krvi. Za ugotavljanje motenj v presnovi lipoproteinov sta zanimivi različici gena LG-16 in LG-17. Če kombiniramo vse možne različice na omenjenih položajih, dobimo šest različnih genotipov (2/2, 2/4, 2/3, 3/3, 3/4, 4/4). Z vidika odpornosti na razvoj ateroskleroze je najugodnejši genotip $\epsilon 3/3$, ki ima najmanjšo stopnjo tveganja. Genotip $\epsilon 2/2$ lahko ob prisotnosti dodatne motnje v presnovi lipoproteinov razvije hiperlipidemijo tipa III, zaradi katere se koronarna srčna bolezen lahko pojavi že v mladosti. Osebe z genotipom $\epsilon 4/4$ so imele v raziskavah v krvi zvišan 'škodljiv' holesterol LDL v povprečju za 0,26 mmol/L. Osebe z $\epsilon 4$ imajo po podatkih iz raziskav 1,6-krat večje tveganje za koronarno bolezen kot osebe z $\epsilon 3$.

Encim, ki ga kodira **gen CETP**, omogoča prenos lipoproteinov, ki je pomemben proces pri homeostazi holesterola. Genotip GG je bil v raziskavah povezan z višjo koncentracijo proteina CETP v krvi in nižjo koncentracijo varovalnega holesterola HDL, kar predstavlja potencialno tveganje za razvoj srčno-žilnih bolezni. V primeru, da so ljudje že imeli srčno-žilna obolenja, je mogoče negativne učinke genotipa GG zmanjšati z jemanjem zdravila prevastatin. Pri ljudeh z genotipom GG ima ugodne učinke tudi prehrana, ki vsebuje linolno kislino in malo holesterola. Ljudem z genotipom AA ne pomagajo niti zdravila niti dieta z manj holesterola. Pri njih se vsebnost varovalnega holesterola HDL lahko nekoliko poveča, če v zmernih količinah uživajo alkohol (vendar je potrebno biti pri tem previden, ker ima alkohol lahko negativne učinke na druge dejavnike).

Gen FTO je nedavno odkriti gen, ki je povezan z nalaganjem maščevja. Njegova funkcija še ni razjasnjena, dokazano pa je, da imajo ljudje z genotipom AA v poprečju za 3 kg višjo telesno maso od genotipa TT. Vpliv genotipa AA na razvoj debelosti je zaznaven že pri otrocih nekje od 7. leta starosti naprej. V primerjavi z nekaterimi drugimi geni za debelost, ki imajo relativno majhne učinke in so rizične različice gena prisotne samo pri določeni lokalni populaciji, je rizična različica A v genu FTO prisotna zelo pogosto pri vseh rasah in pri njih povzroča visoke učinke na razvoj debelosti ter povišano tveganje za razvoj bolezni povezanih z debelostjo (sladkorna bolezen tipa 2, bolezni srca in ožilja ipd.). Poleg tega je več neodvisnih raziskav pokazalo, da nizka stopnja fizične aktivnosti pri nosilcih različice A v genu FTO še dodatno potencira negativne učinke te različice gena – torej je pri ljudeh z genotipom AA ali AT poleg ukrepanja pri prehranjevanju še posebej pomembno, da so pozorni na ustrezno in redno fizično aktivnost.

Gen LPL kodira encim, ki sodeluje pri metabolizmu trigliceridov in izboljšuje razgradnjo lipoproteinov v jetrih. Polimorfizem GG naj bi imel pozitiven učinek, saj je tesno povezan

z manjšim tveganjem za bolezni srca in ožilja, visok krvni tlak in povečano koncentracijo trigliceridov.

Gen PCSK1 kodira encim, ki spremeni nekatere prekurzorje encimov v bioaktivne produkte. V raziskavah je bil alel G povezan z manjšo aktivnostjo tega encima in večjim tveganjem za razvoj debelosti. Manjša aktivnost encima namreč nekoliko spremeni homeostazo glukoze, nastajanje inzulina in ravnovesje nekaterih drugih hormonov.

Gen NRXN3 kodira protein, ki se nahaja na celični površini nevronov. V začetnih raziskavah so različice v tem genu najprej povezali z odvisnostjo od alkohola in nekaterih drog, v zadnjem času pa se je v obširnih raziskavah pokazala tudi povezava z indeksom telesne mase oz. z debelostjo. Nosilci alela G naj bi imeli od 10–15 % večjo verjetnost, da bodo debeli. *NRXN3* gen na bi imel pomembno vlogo pri regulaciji apetita.

Gen MC4R kodira enega izmed celičnih receptorjev, ki se izražajo v možganih in igrajo pomembno vlogo pri uravnavanju vnosa hrane v telo. Genetske različice tega receptorja so bile v mnogih študijah povezane z vnosom hranil, z indeksom telesne mase, debelostjo in obsegom pasu. Alel C pri LG-23 je tista različica, ki predstavlja večje tveganje za debelost (učinki te različice gena se poznajo že pri otrocih). Pri polimorfizmu LG-24 pa je z debelostjo povezan alel A.

Gen GNB3 kodira gvanin nukleotidni-vezavni protein, ki sodeluje v mnogih biokemijskih procesih v telesu. Med drugim so ugotovili, da so različice v tem genu pomembne za tveganje nastanka visokega krvnega tlaka, za učinkovitost nekaterih antidepresivov in zdravljenj proti migreni ter učinkovitost viagre pri moških. Z debelostjo je povezan alel T v preiskovani različici gena, posebno ob zahodnjaškem načinu prehranjevanja.

V okolici gena **CDKN2A** se nahaja polimorfizem, ki so ga povezovali z diabetesom tipa II, vendar njegova naloga še ni povsem razjasnjena. Ugotovljeno je le, da je alel T povezan z večjim tveganjem za razvoj diabetesa tipa II.

Gen CDKAL1 je bil povezan z nastankom diabetesa tipa II. Ugotovili so, da se ljudje z genotipom GG precej slabše odzivajo z izločanjem inzulina, zato je pri njih tudi nekoliko večje tveganje za nastanek diabetesa tipa II, vendar mehanizmi delovanja tega gena in polimorfizma še niso razjasnjeni.

Gen TCF7L2 je povezan z nastankom diabetesa tipa II in z manjšim izločanjem inzulina po zaužitju glukoze. Ljudje z genotipom TT morajo biti zaradi nagnjenosti k diabetesu tipa II še posebno pozorni na svojo prehrano in upoštevati navodila za zdrav način življenja. To velja predvsem za ljudi evropskih ras.

2.4.3 Alergije in intolerance

V tem sklopu se preiskujejo geni povezani z metabolizmom laktoze.

Gen *MCM6* vpliva na delovanje gena, ki kodira encim laktazo in lahko ob prisotnosti določene različice gena prepreči nastajanje tega encima, ki je potreben za razgradnjo mlečnega sladkorja. To pa povzroči, da mlečnih izdelkov ne moremo popolnoma prebaviti. Če upoštevamo izsledke raziskav, ljudje z genotipom GG po petem letu starosti ne morejo več normalno prebavljati mlečnega sladkorja laktoze. Ljudje z genotipom AA ali AG pa navadno laktozo normalno prebavljajo.

2.4.4 Substance in odvisnost

V tem sklopu se preiskujejo geni povezani z metabolizmom alkohola, kofeina, z metabolizmom in odvisnostjo od nikotina.

Gen *ALDH2* kodira encim mitohondrijsko alkohol dehidrogenazo, ki je odgovoren za razgradnjo alkohola. Ljudje z alelom A imajo ta encim neaktiven, zato burno reagirajo na alkohol (po pitju postanejo rdeči, močnejše so opiti in čutijo več stranskih učinkov). Zaradi slabega počutja, ki se pojavi po pitju alkohola, obstaja pri ljudeh z genotipom AA in GA manjša možnost, da bodo postali odvisni od alkohola.

Gen *ANKK1* kodira dopaminski receptor. Ljudje, ki so nosilci vsaj enega alela A, imajo večjo možnost, da bodo ob pitju alkohola od njega postali odvisni.

Gen *ADH1B* kodira encim alkohol dehidrogenazo, ki sodeluje pri presnovi alkohola (etanol pretvori v acetaldehid). Za genotip AA je bilo ugotovljeno, da nudi zaščito pred alkoholizmom. Ljudje s tem genotipom namreč manj pogosto uživajo alkohol in alkohol pri njih načeloma ne povzroča odvisnosti. Ljudje z genotipom AA namreč približno stokrat hitreje pretvorijo alkohol v acetaldehid. Osebe z rizičnima genotipoma *ALDH2* in *ADH1B* naj bi imele znatno povečano tveganje raka požiralnika, zlasti ob sočasnem kajenju in pitju alkohola. Poleg tega raziskovalci menijo, da je nagnjenost k povečanemu zardevanju ob pitju alkohola dodaten dejavnik tveganja za raka na požiralniku.

Gen *SLC6A3* kodira dopaminski transporter, ki sodeluje pri prenosu dopamina med nevrottransmiterji. Genotip CC je bil v raziskavah povezan z različnimi fiziološkimi odvisnostmi, med katerimi je bil tudi alkohol. Ljudje s tem genotipom prej posežejo po odvisnostnih substancah in jih mnogo težje prenehajo uporabljati.

Gen *GABRA2* kodira enega izmed nevrottransmiterskih receptorjev. Ker so različice genov na tem področju četrtega kromosoma močno povezane z alkoholizmom, raziskovalci domnevajo, da alkohol različno stimulira nevrone na katerih se nahajajo ti receptorji. LifeGenetics analizira genotipe na treh mestih *GABRA2* gena, ki so bili najtesneje povezani z odvisnostjo od alkohola.

Gen *CYP1A2* kodira enega izmed encimov citokroma P450. Ta encim sodeluje pri prvi stopnji razgradnje kofeina. Znano je, da je čas, ko se razgradi polovica kofeina pri človeku, od 1,5 do 9,5 ure. Pri hitrosti razgradnje ima pomembno vlogo prav ta encim in različice genov, ki ga kodirajo. Ljudje z genotipom AA so hitri razgrajevalci kofeina in pri njih pitje

kofeinskih napitkov naj ne bi povečalo tveganja za srčni infarkt, ravno obratno pa je pri tistih z alelom C.

Gen *CHRNA3* kodira receptor za nikotin. Kadilci z genotipom AA so bolj odvisni od nikotina in zato pokadijo več. Posledično imajo tudi večjo možnost za nastanek bolezni povezanih s kajenjem. Ljudje z genotipom AG so povprečno nagnjeni k tovrstni odvisnosti in pokadijo manj, zato je pri njih verjetnost za obolenja manjša. Ljudje z genotipom GG so od nikotina manj odvisni, zato tudi manj kadijo in imajo manjše tveganje za bolezni povezane s kajenjem.

2.4.5 Zaščita telesa

V tem sklopu se preiskujejo geni povezani z zdravljenjem genetskega materiala in razstrupljanjem organizma.

Gen *SOD2* kodira encim, ki telo varuje pred prostimi radikali. Pri genotipu TT je del strukture encima porušen, kar povzroča, da ima ta encim za 30 do 40 % manjšo aktivnost. Če upoštevamo ugotovitve različnih raziskav, bi morali tisti z genotipom TT za uspešnejši boj proti prostim radikalom uživati nekoliko večje količine antioksidantov.

Gen *GSTP1* kodira encim, ki ima pomembno vlogo pri razstrupljanju telesa. V raziskavah se je izkazalo, da morajo ljudje z genotipoma AG ali GG še posebno paziti, da se izogibajo kajenju (tudi pasivnemu) in hrani, ki bi lahko vsebovala škodljive snovi. Posebno pozornost pri izbiri nekontaminirane hrane morajo nameniti ljudje z genotipom GG in tisti, ki imajo hkrati delecijo v genu *GSTM1*.

Gen *EPHX1* kodira encim, ki je pomemben pri aktivaciji in razstrupljanju različnih kemikalij iz okolja, kot so na primer policiklične aromatske spojine. Te spojine se nahajajo v cigaretnem dimu, prepečenem mesu, v dimu zažgane hrane in pesticidih. Pri LG-52, preiskovani različici tega gena, je genotip CC tisti, ki nudi boljšo zaščito in hitrejše razstrupljanje pred strupenimi zunanji kemikalijami. Potrebno pa je omeniti, da se lahko v določenih okoliščinah učinek delovanja encima, ki ga ta gen kodira, obrne. Predvsem pri intenzivnem kajenju lahko bolj aktiven encim genotipa CC določene nerakotvorne snovi pretvori v rakotvorne. Pri različici gena LG-53 imajo bolj aktiven encim posamezniki z genotipom AA.

Gen *NQO1* kodira encim, ki razgrajuje nekatere benzenove metabolite in pretvarja koencim Q10 (ubikinon) do reducirane oblike (ubikinol), ki v mitohondrijih in celičnih membranah pomaga pri nevtraliziranju nevarnih kisikovih prostih radikalov. Pri ljudeh z genotipom TT je tveganje za benzenovo hematotoksičnost povečano. Genotip TT se namreč ne odzove na benzenove metabolite in jih ne razstruplja, zato obstaja večja nevarnost zastrupitve. Poleg tega genotip TT predstavlja počasnejšo obliko pretvorbe ubikinona v ubikinol, zato imajo lahko ljudje s takšnim genotipom slabšo naravno obrambo proti prostim radikalom.

Gen *GPX1* kodira encim, ki sodeluje pri razgrajevanju vodikovega peroksida. Količina in aktivnost tega encima, ki se nahaja na rdečih krvnih telesih, je odvisna od genetskih dejavnikov in od tega, koliko selena uživamo. Zato naj bi ljudje, ki imajo alel T, potrebovali nekoliko večje količine selena, da zaščitijo tkiva pred poškodbami vodikovega peroksida.

Gen *MMP1* kodira encim, ki razgrajuje proteine kot je kolagen. Pri nekaterih ljudeh, ki imajo eno izmed preiskanih različic tega gena, postane ta encim dosti bolj aktiven. To pomeni, da se kolagen razgrajuje hitreje, kot bi se moral. Predvsem pri kadilcih, kjer se izražanje tega encima še dodatno poveča in se izrazito pokažejo znaki tudi na zunanjem izgledu (prehitro staranje kože).

2.4.6 Mišice

V tem sklopu se preiskujejo geni povezani z metabolizmom in potencialom mišic.

Gen *ACTN3* kodira protein, ki se nahaja v hitrih mišičnih vlaknih. Približno 16 % svetovne populacije ima različico tega gena, pri kateri se protein ne izraža. S to različico gena ni povezana nobena bolezen, je pa pomembna zaradi mišične zmogljivosti. Genotip CC predstavlja aktivno obliko tega gena in ljudem s tem genotipom nudi boljše šprinterske zmogljivosti. Genotip TT pa bolj poudari ostale proteine, ki sodelujejo pri mišični vzdržljivosti, zato ljudem s tem genotipom bolj ustreza tek na daljše proge. Različicam genov, ki so pomembni pri mišičnih lastnostih, je vredno prilagoditi tudi treninge, vadbo za pospešitev porabe maščobnih zalog in podobno.

Gen *VEGF* kodira enega izmed rastnih dejavnikov krvožilja. Alel C je bolj prisoten pri športnikih v vzdržljivostnih športih. Ljudje z genotipom CC imajo navadno večjo aerobno učinkovitost in aerobni izkoristek energije.

Gen *AMPD1* kodira encim, ki katalizira deaminacijo AMP v IMP v skeletnih mišicah. Po mnenju nekaterih raziskovalcev je določena različica v tem genu najpogostejša genetska bolezen pri ljudeh. Tako naj bi T alel imelo vsaj 10 % populacije, čeprav večina ne čuti nobenih posledic. Le nekateri z genotipom TT imajo pogoste težave z mišičnimi krči, preutrujenostjo in neproduktivnostjo. Tisti z genotipom CT naj bi celo imeli določene prednosti pred večino ljudi, ki ima sicer genotip CC. Bili naj bi bolj zaščiteni po nastopu nekaterih bolezni srca in ožilja.

Gen *PPARGC1A* kodira protein, ki ima pomembno vlogo pri regulaciji delovanja mitohondrijev. Alel A je povezan z bolj učinkovitim izkoristkom kisika in drugih substanc, potrebnih pri fizični aktivnosti. Še posebej se ti učinki poznajo pri aerobni vadbi. Učinki gena *PPARGC1A* so vidni tudi preko součinkovanja z genom *VEGF*.

2.4.7 Kost

V tem sklopu se preiskujejo geni povezani z metabolizmom kosti.

Gen VDR ima pomembno vlogo pri uravnavanju vsebnosti kalcija v telesu. Zaradi določenih različic v genu *VDR* se lahko poveča tveganje za razvoj bolezni, kot je osteoporoza. Pri tem je treba poudariti, da za razvoj osteoporoze in z njo povezanih zlomov ne vplivajo samo genetski dejavniki, ampak tudi drugi dejavniki, na katere lahko vplivamo z ustreznim načinom življenja (zadosten vnos kalcija in vitamina D, redna fizična aktivnost, izogibanje tobaku in alkoholu, ...).

Gen COL1A1 kodira eno izmed kolagenskih molekul. Kolagen je vezivna beljakovina, ki je sestavni del kosti, zato je proučevana različica v tem genu, poleg ostalih genetskih dejavnikov in dejavnikov iz okolja, pomembna pri določevanju tveganj za težave povezane s kostmi. Pri preiskovancih z genotipom GG in GT je tveganje za razvoj osteoporoze navadno manjše kot pri tistih z genotipom TT.

Geni AKAP11, TNFRSF11B, ESR1 in GPR177 so posredno ali neposredno vključeni v metabolne procese kosti in variacije v teh genih so bile v mnogih mednarodnih študijah povezane z boleznimi kosti. LifeGenetics z analizo različic teh genov in s pomočjo kompleksnih izračunov ugotovi, kako lahko z ustrežno prehrano in z zdravim življenjskim slogom potenciramo pozitiven vpliv okolja in minimiziramo morebitne negativne različice v teh genih.

2.5 MAKROHRANILA

Makrohranila so organske spojine, ki jih v telo vnašamo v razmeroma velikih količinah (v gramih) in nam služijo kot vir energije ter imajo druge pomembne funkcije. Med makrohranila prištevamo beljakovine, maščobe in ogljikove hidrate. V nasprotju z mikrohranili, vitamini in elementi (minerali), ki jih v telo vnašamo v manjših količinah (v miligramih ali mikrogramih) (Hlastan Ribič, 2009).

2.5.1 Ogljikovi hidrati

Ogljikovi hidrati so glavni vir energije in predstavljajo več kot 50 % celotne dnevne potrebne energije. Pri popolni oksidaciji 1 g ogljikovih hidratov se sprosti 17 kJ (4 kcal) energije.

V prehrani se priporoča uživanje kompleksnih ogljikohidratnih živil (škrob in neškrobni polisaharidi – prehranske vlaknine). Hrana z več prehranske vlaknine je energetsko manj gosta, bolj voluminozna in povečuje občutek sitosti. Vlaknine upočasnijo praznjenje želodca, povečajo voluminoznost črevesne vsebine in tako vplivajo na normalno praznjenje črevesja. Enostavni sladkorji naj ne prispevajo več kot 10 % dnevnega energijskega vnosa (Referenčne vrednosti ..., 2004)

Ogljikovi hidrati imajo v prebavi in presnovi izjemno pomembno mesto. Pri velikem vnosu se shranjujejo predvsem v obliki glikogena. Šele pri zelo velikem uživanju ogljikovih

hidratov pride pri človeku do povečane sinteze nasičenih maščobnih kislin iz glukoze, ki se skladiščijo v maščobno tkivo. Koncentracija glukoze po obroku je odvisna od količine in tudi od vrste ogljikovih hidratov. Porast glukoze po obroku opišemo z dvema pojmom: glikemični indeks in glikemični donos. Glikemični indeks pomeni odstotek porasta glukoze v krvi po zaužitju določenega hrnila. Glikemični donos pomeni odstotek porasta glukoze v krvi po zaužitju celotnega obroka. Stremimo k temu, da bo glikemični indeks čim nižji (Zaletel Vrtovec, 2006).

Odrasli dnevno presnovijo vsaj 180 g glukoze. Možgani običajno porabijo okoli 140 g (izgori v ogljikov dioksid in vodo), preostalih 40 g pa eritrociti glikolitično razgradijo v laktat in piruvat (preko Corijevega cikla), iz česar se v jetrih ponovno sintetizira glukoza. Preko telesu lastne glukoneogeneze (aminokislina, laktat ali glicerol) se lahko na dan zagotovi 130g glukoze. Kratkoročno lahko telo s tem pokrije potrebo po glukozni, po daljšem postenju pa se s pomočjo prilagoditve presnove potrebe krijejo z izgorevanjem ketonskih teles (Referenčne vrednosti ..., 2004).

2.5.2 Beljakovine

Prehranske beljakovine oziroma proteini oskrbujejo organizem z aminokislinami in drugimi dušičnimi spojinami, ki so potrebne za izgradnjo telesu lastnih beljakovin in drugih metabolično aktivnih substanc. Nekatere beljakovine so sestavljene iz dvajsetih (20) različnih aminokislin, izmed katerih jih devet telo ne more samo sintetizirati. Te aminokislina imenujemo esencialne (histidin, izolevcin, levcin, lizin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan in valin), imajo visoko biološko vrednost in jih moramo vnašati s hrano (Referenčne vrednosti ..., 2004). Beljakovine pridobimo iz živil živalskega izvora in iz živil rastlinskega izvora (Schlieper in sod., 1997).

Prehrana, ki ne zagotavlja dovolj esencialnih aminokislin, ovira sintezo beljakovin in drugih presnovno aktivnih substanc. V Preglednici 2 je prikazan priporočen dnevni vnos beljakovin za odrasle osebe (ob upoštevanju pogosto zmanjšane prebavljivosti v mešani prehrani) znaša 0,8 g/kg telesne mase na dan. Ob uravnoteženi prehrani to pomeni med 8 in 10 % deleža prehranskih beljakovin pri dnevnem vnosu energije za odraslo osebo. 1 g beljakovin sprosti 17 kJ (4 kcal) energije (Referenčne vrednosti ..., 2004).

Nekatere raziskave nakazujejo, da so potrebe po beljakovinah pri starejših ljudeh (nad 65 let) nekoliko višje kot pri odraslih. Vendar do sedaj teh študij še ni številčno zadosti, zato ostaja priporočen vnos kot je zapisan v preglednici 2.

Vegetarijanci (lakto- in ovolakto-), ki zauživajo mešano prehrano, ki temelji na rastlinskih virih proteinov ter uživajo tudi mlečne izdelke in jajca, so ob ustreznem pokrivanju potreb po energiji zadostno preskrbljeni z esencialnimi aminokislinami. Praviloma ni priporočljivo vegansko prehranjevanje majhnih otrok (Referenčne vrednosti ..., 2004).

Vrsta študij je pokazala, da dodaten vnos beljakovin, ki presega priporočilo, ne povzroči nobene bistvene spremembe v procesu obnove mišične mase in celo pri zelo obremenjujočem treningu ne pripelje do povečanja mišične mase in/ali moči. Iz tega

izhajajoč odrasli z lahko in srednje težko športno aktivnostjo ob ustreznem vnosu energije in beljakovin, ki pokriva dnevne potrebe, so ustrezno preskrbljeni z beljakovinami (Referenčne vrednosti ..., 2004). Po drugi strani pomanjkanje beljakovin v prehrani povezujejo z oslavitvijo telesa, z možnimi prebavnimi motnjami, s srčno-žilnimi anomalijami, z večjo dovzetnostjo za infekcije in z zmanjšano absorpcijo hranil (Gregorič in sod., 2009).

2.5.3 Maščobe

Maščobe naše telo nujno potrebuje. So zaloga in vir energije, igrajo vlogo pri adsorpciji v maščobi topnih vitaminov ter imajo pomembno vlogo pri strukturnih elementih celične stene. Oksidacija prostih maščobnih kislin (v nadaljevanju MK) je glavna pot pridobivanja energije v organizmu, kar še posebej velja za obdobja med obroki hrane. Takrat je potrebno energetske potrebe pokriti iz zalog, ki si jih ustvarjamo v absorptivnih obdobjih. To so dvourni obdobja po zaužitju obroka. Shranjevanje energetskih zalog v obliki maščob ima pred shranjevanjem ogljikohidratnih zalog (shranjevanje glikogena) prednost v večji kapaciteti shranjene energije. Ob popolni oksidaciji 1 grama maščob nastane 37 kJ (9 kcal) energije. Orientacijske vrednosti za dnevni vnos maščob so prikazane v Preglednici 2 in pri odraslih znašajo 30 %. Pri nekaterih starostnih skupinah so potrebe po maščobah večje, nosečnice in doječe matere potrebujejo do 35 %, ob povečani telesni aktivnosti se tudi potreba poveča na 35 %. V zdravi prehrani naj bi bila količina holesterola največ 300 mg/dan (Referenčne vrednosti ..., 2004).

Najpomembnejša komponenta prehranskih maščob so MK. Te so lahko nasičene (NMK), mononenasičene oz. enkrat nenasičene (ENMK) in polinenasičene oz. večkrat nenasičene (VNMK) MK. Nasičene MK se sicer večinoma vnašajo s hrano, lahko pa se tvorijo tudi v telesu (z lipogenezo iz glukoze). ENMK in VNMK se prav tako vnašajo s hrano ali se sintetizirajo iz NMK. Izjema so VNMK s cis konfiguracijo in določenimi pozicijami dvojnih vezi. Te so esencialne, ker jih človeški organizem ne more proizvesti sam (Referenčne vrednosti ..., 2004).

Med nenasičenimi MK so za organizem posebej pomembne ENMK oleinska ter alfa-linolenska (n – 3 MK) in VNMK linolna in arahidonska (n – 6 MK). ENMK znižujejo vrednost LDL holesterola, dočim VNMK znižujejo vrednosti tako LDL kot tudi HDL holesterola. Vnos VNMK naj bi bil okoli 7 % dnevnega energijskega vnosa, oziroma do 10 % v primeru, če vnos NMK presega 10 % dnevnega energijskega vnosa. ENMK imajo pomembno vlogo pri preprečevanju bolezni srca in ožilja, zato je njihov priporočen vnos večji od 10 % dnevnega energijskega vnosa. V zdravi prehrani je priporočen delež n - 3 MK 0,5 %, n - 6 MK pa 2,5 % dnevnega energijskega vnosa (Preglednica 1). Z vidika varovanja zdravja je pomembno pravilno razmerje med n - 6 in n - 3 MK = 5:1 (Referenčne vrednosti ..., 2004).

Transmaščobne kisline zvišujejo koncentracijo holesterola LDL v krvi in znižujejo koncentracijo holesterola HDL, zato naj ne presegajo 1 % energijske vrednosti (Gregorič in sod., 2009).

Visok vnos maščob (nad 40% energijske potrebe) dolgoročno povezujejo z razvojem debelosti, diabetesom tipa 2, rakavimi obolenji in srčno žilnimi boleznimi (Hlastan Ribič, 2009).

2.6 VITAMINI IN MINERALI

2.6.1 Kalcij

Kalcijevi ioni so nepogrešljivi za življenjsko sposobnost vsake celice. Odrasel človek ima v telesu okoli 1200 g kalcija (moški med 900-1300 g; ženske pa med 750 – 1100 g), kateri je v 99 % zastopan v kosteh in zobeh, preostali kalcij pa najdemo v živcih, mišicah, vključno s srcem in v krvi (Referenčne vrednosti ..., 2004).

Koncentracija kalcija v krvi je odvisna od količine vitamina D in paratiroidnega hormona ter kalcitonina. Če je koncentracija kalcija v krvi previsoka, se transportira v kosti ali pa se nalaga v srcu, ledvicah in drugih organih, poveča se tudi izločanje kalcija z urinom. V kolikor je koncentracija kalcija v plazmi prenizka, se zmanjša izločanje kalcija z urinom, poveča se absorpcija iz gastrointestinalnega trakta ter pride do sproščanja kalcija iz kosti. Kalcij je vpleten v mnoge fiziološke procese: sodeluje kot kofaktor različnih encimov, pomemben je za rast kosti in zob (priporočila za doraščajoče otroke in nosečnice med 1200 – 1300 mg dnevno), pri strjevanju krvi, sodeluje pri kontroli permeabilnosti membrane, kontrolira delovanje živčnih in mišičnih celic, omogoča procese adhezije in tvorbe tkiva. Pomanjkanje kalcija povečuje tveganje za nastanek osteoporoze pri starejših oz. rahitisa pri otrocih. Bogati vir kalcija so mleko in mlečni izdelki ter mineralne vode (Pokorn in sod., 2001).

Priporočilo dnevnega vnosa kalcija je za odrasle 1000 mg dnevno (Referenčne vrednosti ..., 2004).

2.6.2 Magnezij

Magnezij je četrti najpogostejši kation v človeškem telesu. 60 % se ga nahaja v skeletu in 30 % v mišičevju. 1 % magnezija je v ekstracelularni tekočini, ostanek pa v intracelularni. Povprečno najdemo v odraslem človeku okoli 25 g Mg (Referenčne vrednosti ..., 2004).

Če je koncentracija vnosa Mg premajhna, telo varčuje tako, da zmanjša njegovo izločanje. Mg je vpleten v številne biološke procese: je kofaktor številnih hormonov in encimov in je neobhoden za reguliranje živčne funkcije, mišične kontrakcije in vpliva na ravnotežje prehajanja kalcijevih, kalijevih in natrijevih ionov preko celičnih membran. Pomanjkanje Mg povečuje tveganje za izgubo apetita, trombozo, mišične tremorje, epilepsijo, aritmijo; dočim s prekomerno koncentracijo Mg povečamo tveganje za

zmanjšano odzivnost mišic, ki lahko vodi v srčno odpoved. Visoka koncentracija Mg deluje tudi kot laksativ. Magnezij se nahaja v različnih živilih, še posebej bogata s tem mineralom so žitarice, orehi, lešniki, grah in fižol (Pokorn in sod., 2001).

Priporočeni dnevni celokupni vnos za odraslo žensko je 300 mg, za odraslega moškega pa 350 mg (Referenčne vrednosti ..., 2004).

2.6.3 Cink

Večino (okoli 70 %) od približno 2 g cinka, ki se nahaja v telesu človeka, najdemo v kosteh, koži in laseh. Njegovo presnavljanje v tkivih je počasno. Telo ne vsebuje nobenih velikih rezerv cinka, zato je potreben stalen vnos (Referenčne vrednosti ..., 2004). Cink se iz prebavnega trakta absorbira le v 10 – 40 %. V telesu ima dve pomembni funkciji, je koencim več kot 70 različnim encimom ter sodeluje pri vezavi specifičnih proteinov na DNA- transkripcijske faktorje, ki jih sestavljajo ti. cinkovi prsti.

Pomanjkanje cinka povzroči nepravilnosti v rasti, anemijo, hipogonadizem, kožne spremembe in mentalno otopelost (Pokorn in sod., 2001).

Priporočen dnevni odmerek za odraslega moškega je 10 mg, za odrasle ženske pa 7 mg. Dobri viri cinka so govedina, svinjina, perutnina, jajca, mleko, sir. Na splošno je absorpcija cinka iz živil živalskega izvora boljša kot iz živil rastlinskega izvora (Referenčne vrednosti ..., 2004).

2.6.4 Železo

V človeškem telesu je 2 - 4 g železa. Okoli 60 % količine tvori železo, ki je vezano na hemoglobin (barvilo rdečih krvnih teles), 25 % v feritinu in hemosiderinu (rezervno železo nakopičeno v telesu: rdeči kostni mozeg, jetra, vranica) in okoli 15 % v mioglobinu (rdeče barvilo v mišičnih celicah) in encimih. Če se uravnoteženo prehranjujemo in nismo bolni, je dnevni priporočen vnos za odrasle: za ženske 10 mg (ženske, ki nimajo menstruacije in niso noseče ali ne dojijo ter niso v menopavzi), za moške 10 mg/dan. Potreba po železu se poveča do 20 mg/dan za doječe matere ter 30 mg/dan za nosečnice (Referenčne vrednosti ..., 2004).

Železo, ki izvira iz živil živalskega izvora (jetra, jajčni rumenjak, temno rdeče meso) ti. hemsko železo, se na splošno bolje absorbira (20 – 30 %), kot železo ti. nehemsko železo iz živil rastlinskega izvora (1-5 %) (Schlieper in sod., 1997).

2.6.5 Folna kislina

Folat je nadrejen pojem za različne vitaminske spojine z značajem folne kisline, pri čemer velja naslednja razmejitev:

- Folna kislina (pteroilmonoglutaminska kislina ali PGA) je najstabilnejša oblika vitamina z najvišjo oksidacijsko stopnjo in se skoraj povsem (90 %) absorbira. Za

obogatitev in kot dopolnilo ter v zdravilih se uporablja izključno v sintetični obliki. Folna kislina je sestavljena iz pterinskega obroča in para-aminobenzojeve kisline, na karboksilnem koncu je vezana molekula glutaminske kisline.

- Folati – ta pojem obsega vsoto folatno učinkujočih spojin v običajni prehrani. Pri folatih je lahko na osnovno molekulo vezanih do šest drugih glutamatnih ostankov.

V Referenčnih vrednostih (2004) se uporablja definicija $1\mu\text{g}$ folatnega ekvivalenta = $1\mu\text{g}$ prehranskega folata = $0,5\mu\text{g}$ sintetične folne kisline.

Folati so dobili ime po svoji prisotnosti v listih rastlin. Je sintetična oblika vitamina, ki se po absorpciji s pomočjo encima (dihidrofolatne-reduktaze) reducira do aktivne oblike vitamina – tetrahidrofolne kisline. Tetrahidrofolati so prenašalci funkcionalnih skupin (z enim ogljikom – metilna, formilna, metilenska, ...), ki so nujno potrebne za sintezo purinskih in pirimidinskih baz – torej za sintezo DNA. Posledice pomanjkanja folata so motnje v sintezi DNA, RNA in celični delitvi (megaloblastna anemija, polinevropatija, ...) in nenazadnje tudi povišanje tveganja za razvoj srčno – žilnih bolezni. Ugotovili so, da dodajanje folne kisline pred nosečnostjo zelo zniža tveganje za nastanek nekaterih resnih okvar zarodka; tekom nosečnosti pa se potreba po folatu poveča za 100 % (Pokorn, 2001). Dobri viri folata so nekatere vrste zelenjave (paradižnik, zelje, špinata, kumare) ter pomaranče, grozdje, kruh in pecivo iz polnozrnate moke, krompir, meso, jetra, mleko in mlečni izdelki, nekatere vrste sira in jajca. Posebno veliko folata je v pšeničnih kalčkih in soji. Spojine folata so topne v vodi, občutljive na svetlobo in toplotno neobstoje. Priporočen dnevni vnos prehranskega folata za odraslega je $400\mu\text{g}$ dnevno, za ženske se v času nosečnosti in dojenja poveča na $600\mu\text{g/dan}$ (Referenčne vrednosti ..., 2004).

2.6.6 Vitamin A

Z imenom vitamin A opišemo vse spojine, ki imajo biološko aktivnost retinola. Aktivne izomere imenujemo vitamini. Spojine z aktivnostjo vitamina A so lahko v treh oblikah: kot alkoholi (retinol), aldehidi (retinal) ali kisline (retinojska kislina). Retinoidi so lahko v obliki različnih geometričnih izomerov, sintetični retinol ima na vseh dvojnih vezeh konfiguracijo trans. Rastlinski pigmenti karotenoidov se lahko v telesu metabolizirajo do retinoidov. Tisti karotenoidi, ki se pretvorijo v retinol, so provitamini A. Najaktivnejši med njimi je β -karoten, ki je dimer retinola. Vitamin A je topen v maščobi in opravlja v organizmu več pomembnih funkcij. Najbolj raziskana je njegova vloga v fiziologiji zaznavanja svetlobe. Retinol je bistveni sestavni del vidnih pigmentov opsinov (rodopsin in jodopsin), ki jih najdemo v čepkih in paličicah očesne retine. Pomanjkanje vitamina A povzroča nočno slepoto, pri kateri je adaptacija očesa na mrak zelo motena. Vitamin A je nujno potreben za rast in diferenciacijo epitelnega tkiva, za rast kosti in drugih tkiv, za razmnoževanje in pravilen razvoj embria. Skupaj z nekaterimi karotenoidi spodbuja delovanje imunskega sistema, blaži posledice infekcij in možno je, da ščiti pred razvojem nekaterih malignih obolenj (Pokorn, 2001)

Potrebe po vitaminu A se pokrivajo s preformiranim vitaminom A iz hrane živalskega izvora (jetra) in s provitamini iz hrane rastlinskega izvora (β -karoten, nekateri drugi karotenoidi in β -apokarotenali), kot so korenje, špinata in ohrovt, ki se obračunavajo kot retinol ekvivalent. Priporočila za odrasle osebe izhajajo iz eksperimentalno ugotovljenih

povprečnih dnevnih potreb in so za moškega 1 mg retinolnega ekvivalenta ter za žensko 0,8 mg retinolnega ekvivalenta. Vsebnosti se pretvarjajo naslednje: 1 mg retinolnega ekvivalenta = 1 mg retinola = 6 mg celokupnega-trans- β -karotena = 12 mg drugih provitamin A karotenoidov = 1,15 mg celokupnega-trans-retinilacetata = 1,83 mg celokupnega-trans- β -retinilpalmitata. 1 IE = 0,3 μ g retinola (Referenčne vrednosti ..., 2004).

2.6.7 Vitamini B - kompleksa

Skupino vitaminov B kompleksa sestavljajo vitamini, ki se po svoji strukturi in biološki funkciji med seboj zelo razlikujejo. V isti skupini so se znašli iz zgodovinskih razlogov, ker so bili vsi izolirani iz jeter in kvasa (Pokorn, 2001).

Vitamin B6 (piridoksin) kot koencim sodeluje v različnih reakcijah metabolizma aminokislin (dekarboksilacije, transaminacije, ...) in glikogena, sodeluje pri urejevanju delovanja hormonov, ki se vežejo na receptorje v celičnem jedru (Pokorn, 2001). Pomembno je omeniti njegovo vlogo kot koencim v presnovi homocisteina. Pomemben je tudi za normalno kognitivno sposobnost in za zniževanje pojavnosti SŽB med starejšimi. Vitamin B6 je pogost v hrani, kot je meso, ribe, krompir, stročnice in banane. Priporočeni dnevni vnos vitamina B6 za odrasle je pri moških 1,5 mg/dan, pri ženskah pa 1,2 mg/dan (oziroma 0,02 mg vitamina B6/g priporočenega vnašanja beljakovin) (Referenčne vrednosti ..., 2004).

Kot vitamin B12 (kobalamin) so zajete različne spojine, ki vsebujejo kobaltov atom v središču porfirinu podobnega sistema obročev. Vitamin B12 ima bistveno vlogo pri pretvarjanju rezervnih in transportnih oblik folatov kisline v njeno učinkujočo obliko. Zaužiti vitamin B12 se po tvorbi kompleksa z glikoproteinom, ki nastaja v želodčni sluznici (intrinzični faktor), absorbira v spodnjem delu tankega črevesja. Zato je človek v celoti odvisen od pokrivanja potreb s hrano, čeprav bakterije v debelem črevesju vitamin B12 tvorijo v veliki količini. Najizdatnejši vir vitamina B12 so jetra, najdemo ga tudi v mišičnem mesu, ribah, jajcih, mleku in siru. Živila rastlinskega izvora vsebujejo sledove vitamina B12 le tedaj, če so bila podvržena bakterijski fermentaciji (kislo zelje). Priporočen dnevni vnos za odraslega znaša 3 μ g (Referenčne vrednosti ..., 2004).

2.6.8 Vitamin C

Vitamin C ali askorbinska kislina lahko sintetizirajo rastline in večina živali (razen primatov in še nekaterih) iz glukoze in galaktoze. Fiziološko delovanje vitamina C je posledica njegovih kemijskih lastnosti, saj je donor elektronov oziroma reducent in sodeluje v reakcijah, kjer se prenašajo elektroni. Askorbat je kofaktor za vsaj osem encimov, ki sodelujejo v sintezi kolagena, karnitina, noradrenalina, tirozina in peptidnih hormonov. Ker lahko reducira škodljive proste radikale je antioksidant v mnogih zunaj in

znotrajceličnih reakcijah (preprečuje oksidacijo LDL, zmanjšuje oksidativne poškodbe DNA in beljakovin, zmanjšuje peroksidacijo maščob,...). Pomanjkanje tega vitamina pripelje do bolezni skorbut, ki ga z odmerki vitamina C hitro odpravimo. Zaloge vitamina C v zdravem človeku znašajo okoli 1500 mg. Priporočila po dnevnem vnosu vitamina C se gibljejo okoli 100 mg na dan. Znanе so povečane potrebe tudi do 100 % po vitaminu C pri nekaterih bolezenskih stanjih (diabetes, peptična razjeda, karcinom, infekcijske bolezni, psihični in fizični stres, stanje po operaciji), pri alkoholikih in kadilcih. Ameriški nacionalni onkološki inštitut priporoča uživanje vsaj 5 kosov sadja in zelenjave dnevno, kar zagotavlja med 210 – 280 mg vitamina C na dan. Dokazano je, da je takšna prehrana povezana z zmanjšanjem tveganja za razvoj različnih oblik raka (Pokorn, 2001).

Najboljši viri vitamina C so sadje in zelenjava ter iz njih izdelani sokovi. Priporočen dnevni vnos za povprečno odraslo osebo je 100 mg (Referenčne vrednosti ..., 2004).

2.6.9 Vitamin E

Vitamin E poimenujemo dve družini spojin s podobno biološko aktivnostjo: tokoferoli in sorodne, vendar manj učinkovite tokotrienole (Pokorn, 2001). Po številu in porazdelitvi metilnih skupin na kromanskem obroču razlikujemo med α -, β -, γ - in δ -tokoferolom. Po veljavni nomenklaturi tokoferole označujemo kot RRR-spojine, kot npr. RRR- α -tokoferol. Tokoferole, ki nastopajo v naravi, sintetizirajo samo rastline (Referenčne vrednosti ..., 2004). Vitamin E je ključnega pomena za normalen potek presnove v celicah. Je namreč pomemben del sistema, ki ščiti organizem pred nevarnim delovanjem reaktivnih kisikovih spojin, ki nastajajo med metabolizmom ali pridejo iz okolja. Naravni tokoferol ima na vseh kiralnih centrih konfiguracijo d, njegova aktivnost napram sintetičnemu analogu je večja za $\frac{1}{4}$. Vitamin E se lahko absorbira, če je v hrani prisotnih dovolj maščob in če je delovanje žolčnika in trebušne slinovke normalno. V organizmu je shranjen v celičnih membranah, edino v adipocitih ga najdemo pretežno v lipidni fazi. Vitamin E je najpomembnejši antioksidant, ki je topen v maščobah. Deluje kot lovilec prostih radikalov in je hkrati eden najmanj toksičnih vitaminov, saj tudi odmerki, ki presegajo RDA sto krat, niso nevarni. Vitamin E najdemo predvsem v hrani rastlinskega izvora, najbogatejši vir so rastlinska olja (Pokorn, 2001).

Ocenjene vrednosti za primerne vnose pri odraslemu moškemu je 13-14 mg tokoferol ekvivalenta (TE) ter pri ženskah 12 mg TE (Referenčne vrednosti ..., 2004).

2.6.10 Vitamin D

Skupina vitamina D sestoji iz več bioloških učinkovin, ki jih imenujemo kalciferoli. Razlikujemo med rastlinskim ergokalciferolom (vitamin D₂) in holekalciferol (vitamin D₃), ki nastopa v živilih živalskega izvora. Človek je sposoben vitamin D₃ sam sintetizirati v koži iz predstopnje dehidrohlosterola (za to je potrebna UVB-svetloba). Vitamin D je pravzaprav hormon (kalcitriol), ki je potreben za regulacijo homeostaze

kalcija in presnove fosfatov (Referenčne vrednosti ..., 2004). Potrebo večine ljudi po vitaminu D zadovalji že samo občasno kratkotrajno izpostavljanje sončnim žarkom (10-15 min 2-3 tedensko). Zelo pomembno je redno vnašanja vitamina D pri dojenčkih, saj vsebnost v materinem mleku ne zadošča za pokrivanje potreb. Pomanjkanje vitamina D pri otrocih povzroči rahitis, pri odraslih pa osteomalacijo. Prekomerno uživanje vitamina D povzroči zastrupitev, za katero je značilno povišanje serumske koncentracije kalcija in fosforja (hiperkalcemija in hiperfosfatemija). Posledica je kalcifikacija mehkih tkiv (ledvice, pljuča, srce) (Pokorn, 2001).

Le malo živil, npr. ribje olje, mastne ribe, jetra, margarina obogatena z vitaminom D in jajčni rumenjaki, vsebuje vitamin D v omembe vredni količini. Po Referenčnih vrednostih (2004) se priporoča dnevni vnos za odraslo osebo 5 µg.

2.7 VODA

Voda je osnovna komponenta človeškega telesa. Pri odraslem moškem 60 %, pri odrasli ženski 50 % in pri dojenčku 70 %. Glede na celotno količino vode v telesu dnevna izmenjava vode znaša okoli 6 % pri odraslem in pri dojenčku okoli 20 % (Referenčne vrednosti ..., 2004). Približno 70 % te vode se nahaja v notranjosti celic, preostalih 30 % pa je zunaj celic (v krvni plazmi, limfi, zunajcelična tekočina v vseh tkivih). V vodi potekajo vsi presnovni procesi v telesu in že manjša dehidracija (1-2 %) pomembno vpliva na telesne in duševne zmožnosti, še posebej je to izrazito pri otrocih (Schlieper in sod., 1997).

Potrebe po vodi so odvisne od vnosa vode s tekočinami in hrano na eni strani in od nezaznavne izgube (dihanje, znojenje) ter izločanja vode s sečem in blatom na drugi strani. Nekaj vode nastane tudi pri presnovi hrane. Potreba po vnosu sovpada s potrebami po energiji, torej večje ko so potrebe po energiji, večje so tudi potrebe po vodi (Gabrijelčič Blenkuš in sod., 2005).

Ocenjuje se, da potrebuje telo za opravljanje zmerne telesne dejavnosti približno 1 liter vode na 4,18 MJ (1000 kcal) prehranskega energijskega vnosa. Tako je priporočljiv vnos vode glede na priporočene energijske potrebe za lahko do zmerno fizično dejavnost približno 2,5 litra dnevno. Potreba po tekočini narašča predvsem s povečano telesno dejavnostjo in s povečanim potenjem in s povečano temperaturo v okolju (Gabrijelčič Blenkuš in sod., 2005).

Orientacijske vrednosti so prikazane v preglednici 2 in po Referenčnih vrednostih (2004) za višino celotnega vnosa vode znašajo pri odraslih in starostnikih okoli 250 ml/MJ (1 ml/kcal), pri dojenčkih pa okoli 360 ml/MJ (1,5 ml/kcal).

Preglednica 2: Orientacijske vrednosti za vnos vode pri odraslih (Referenčne vrednosti ..., 2004: 129)

Starost	Vnos vode s pijačami ml/dan	Vnos vode s trdo hrano ml/dan	Oksidacijska voda ml/dan	Skupno sprejeta voda ml/dan	Vnos vode s pijačami in trdo hrano ml/kg in dan
19 – 25 let	1470	890	340	2700	35
25 – 51 let	1410	860	330	2600	35
51 – 65 let	1230	740	280	2250	30
65 let in več	1310	680	260	2250	30

2.8 SOL

Kuhinjska sol je stoo odstotni natrijev klorid. Zagotoviti je treba zmeren vnos kuhinjske soli, saj je lahko dnevni vnos, ki je večji od 4 g za otroke in 6 g za mladostnike in odrasle, vzrok za zvišan krvni tlak pozneje v življenju. V skladu z zakonodajo je pri pripravi hrane obvezna uporaba jodirane soli (Gabrijelčič Blenkuš in sod., 2005).

Natrij je najpogostejši kation ekstracelularne tekočine in pretežno določa njen volumen in osmotski tlak. Ima pomembno vlogo pri ravnotežju kislin in baz v telesu ter v prebavnih sokovih. Le majhen del natrija se nahaja v intracelularni tekočini in je tam pomemben za membranski potencial celičnih sten in za encimske aktivnosti. Ocenjena vrednosti za minimalni dnevni vnos natrija za mladostnike in odrasle je 550 mg. Količino zaužitega natrija lahko izračunamo sledeče: 1 g kuhinjske soli (NaCl) sestoji iz po 17 mmol natrija in klorida; $\text{NaCl (g)} = \text{Na (g)} \times 2,54$; $1 \text{ g NaCl} = 0,4 \text{ g Na}$ (Referenčne vrednosti ..., 2004).

Klorid je najpogostejši anion ekstracelularne tekočine. V visokih koncentracijah ga najdemo v cerebrospinalnem likvorju ter v prebavnih izločkih, zlasti v obliki solne kisline v želodcu. Klorid ima pomembno vlogo pri ionski bilanci ter v gospodarjenju s kislinami in z bazami. Po Referenčnih vrednostih (2004) je ocenjena vrednosti za minimalni dnevni vnos klorida za mladostnike in odrasle 830 mg.

Jod je mikroelement, ki je bistven pri razvoju in delovanju ščitnice. Priporočena vrednost vnosa joda za (za odrasle in otroke od 10 leta starosti dalje) je med 180 – 200 $\mu\text{g/dan}$, potreba po jodu je pri nosečnicah povečana (okoli 230 $\mu\text{g/dan}$), pri dojenčkih in mlajših otrocih pa precej manjša (med 50 -140 $\mu\text{g/ dan}$) (Referenčne vrednosti ..., 2004; Bagar Povše in sod, 1997).

2.9 ALKOHOL

Alkohol v pivu, vinu in žganih pijačah ima raznovrstne učinke. Prehransko fiziološko pomembni so velika energijska gostota alkohola, njegov neugoden učinek na absorpcijo številnih esencialnih hranljivih snovi v črevesju in možno izpodrivanje življenjsko pomembnih snovi iz hrane pri zlorabi alkohola. Alkohol se v telesu 95 % izkoristi za pridobivanje energije (29 kJ/g oz. 7 kcal/g) (Referenčne vrednosti ..., 2004).

Prekomerno uživanje alkohola uničujoče posledice za telesno in duševno počutje. Povzroči cirozo jeter, poveča verjetnost hipertenzije in možganske kapi, spodbuja razvoj raka dojke in raka prebavnega trakta, in povzroča fetalni alkoholni sindrom. Mnoge od teh bolezni oz. stanj so lahko posledica aktivacije prostih radikalov zaradi visokega vnosa alkohola.

Po drugi strani pa ima zmerno uživanje vina svoje prednosti za zdravje. Več epidemioloških študij kaže, da dnevno, zmerno uživanje alkohola - zlasti vina, povezujejo z zmanjšanjem vseh vzrokov umrljivosti, kot so zmanjšanje pojavnosti SŽB, zmanjšuje verjetnost sladkorne bolezni tipa 2, hipertenzije in pogostosti nekatere vrste raka ter nekaterih drugih bolezni (Jackson, 2008).

Zdravstveno sprejemljivo je za zdrave moške 20 g alkohola na dan (kar ustreza 0,5 l piva oz. 0,25 l vina oz. 0,06 l žganja), za zdravo žensko pa 10 g alkohola na dan (Referenčne vrednosti ..., 2004).

2.10 KOFEIN

Kofein je metilksantin, katerega glavni biološki učinek je kompetitivni antagonizem na receptorju adenoizina. Njegova prisotnost v kavi, čaju, sodi, čokoladi, itd. uvrsti kofein med pogosto uživan stimulans. Študije, ki so potekale v dolgem časovnem intervalu ob visoki konzumaciji kave, ponovno odpirajo vprašanje med povezavo o vlogi kave in srčno žilnimi obolenji. V nasprotju s splošnim prepričanjem, do sedaj objavljeno gradivo vsebuje le malo dokazov, da kava in/ali kofein v značilnih odmerkih povečuje tveganje za srčno žilne bolezni (Chou in Benowitz, 1994). Obstaja pa tudi več teorij o tem, kako naj bi pitje več skodelic kave na dan zmanjšalo nevarnost raka na debelem črevesju (Kapl, 2006).

2.11 TELESNA DEJAVNOST

Nezadostna telesna (gibalna) dejavnost je eden izmed najpomembnejših dejavnikov nezdravega življenjskega sloga, h kateremu prispevajo tudi nezdrava prehrana, kajenje, nedovoljene droge, stres in uživanje alkoholnih pijač.

Priporočila za gibanje imajo poudarek predvsem na hoji ali katerikoli telesni dejavnosti, ki jo je mogoče izvajati vsakodnevno z intenziteto, podobno tisti, ki jo občutimo ob hitri hoji: zmerno intenzivna gospodinjska opravila z dviganjem ali nošenjem hišnih pripomočkov, težka vrtnarska dela, igre z žogo in druge igre v hoji ali počasnem teku z otroki, zmerno hitro plavanje, počasen tek (okrog 7 km/h). Pomembno je, da je telesna vadba glede na

zvrsti uravnotežena. Velja splošno priporočilo, po katerem naj bi vadbo časovno porazdelili med 50 % aerobnih dejavnosti, 25 % vaj za gibljivost in 25 % vaj za krepitev mišic. Gibali naj bi se vsakodnevno ali vsaj petkrat tedensko.

Smernice svetujejo intenzivnost med 50 in 85 % posameznikove rezerve srčnega utripa, kar ustreza 50 do 85 % največje aerobne kapacitete (porabe kisika). Pri večini odraslih pomeni to doseganje frekvence srčnega utripa od 140 do 160 na minuto oziroma aktivnost zmerne intenzitete v območju energijske porabe od 4 do 7 kcal/min.

Priporočila opredeljujejo trajanje v območju vsaj od 30 do 60 minut, dopuščajo pa tudi izvajanje aktivnosti v več dnevnih epizodah oziroma z daljšimi ali krajšimi presledki, če aktivnosti ni mogoče izvajati nepretrgano. Trajanje posamezne vadbe naj ne bi bilo krajše od 10 do 15 minut, skupno priporočeno dnevno trajanje pa je najmanj 30 minut (Nacionalni program ..., 2007).

Z določitvijo povprečne dnevne potrebe po energiji za fizično aktivnost kot večkratnik bazalnega metabolizma uporabljamo vrednost stopnjo fizične aktivnosti ali PAL (ang. Physical activity level), ki je v Referenčnih vrednostih (2004) definirana sledeče:

- PAL 1,2 (izključno sedeč ali ležeč način življenja),
- PAL 1,4 – 1,5 (izključno sedeče dejavnost z malo ali brez naporne aktivnosti v prostem času),
- PAL 1,6 – 1,7 (sedeča dejavnost, občasno tudi večja poraba energije za hojo in stoječe dejavnosti),
- PAL 1,8 – 1,9 (pretežno stoječe delo),
- PAL 2,0 – 2,4 (fizično naporno delo).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 POPULACIJSKA SKUPINA

V raziskavi je prostovoljno sodelovalo 19 preiskovancev, 4 moški in 15 žensk. Starost preiskovank se je gibala od 27 do 61 let, starost moških preiskovancev pa med 35 in 58 let. Večina preiskovancev (16) je iz jugovzhodne Slovenije, 3 pa so iz osrednje slovenske regije. Ob začetku testiranja so preiskovanci izpolnili vprašalnik o počutju in prehranskih navadah. Opravili smo antropometrično testiranje. Glede na rezultate njihove genske slike, ki jih je pokazala analiza DNA, smo jim pripravili tedenski jedilnik, ki je poskušal upoštevati smernice varovalne prehrane in individualnih priporočil posameznika. Upoštevali smo tudi želje večine preiskovancev po zmanjšanju telesne mase. Individualna priporočila posameznika so pripravili v podjetju Genelitik d.o.o. in jih predali preiskovancem v obliki Nutrigenomske analize Lifegenetics, ki je tudi vir vseh analiziranih genov in priporočil vnosa hranil.

3.2 METODE DELA

3.2.1 Antropometrična analiza

Preiskovance smo obravnavali glede na starost, spol, telesno maso, višino, obseg pasu, obseg zapestja, obseg bokov, delež telesne maščobe, delež vode v telesu in glede na delež puste telesne mase. Antropometrično analizo smo opravili v Termah Krka PE Šmarješke Toplice – Vitarium, in sicer dvakrat. Prvič smo del preiskovancev (9) izmerili 25.11.2010, ostale (10) pa 29.11.2010. Ponovitev antropometrične meritve preiskovanih oseb smo organizirali po enem letu, in sicer 21.10.2011.

Pri antropometrični analizi smo uporabili:

- tehtnico (telesna masa),
- meter (telesna višina),
- šiviljski meter (obseg zapestja, obseg bokov, obseg pasu) ter
- analizator sestave telesa Futrex® 6100 (deleži maščevja, vode v telesu ter puste telesne mase).

Z anketnim vprašalnikom (Priloga A) o njihovi telesni aktivnosti smo lahko definirali stopnjo fizične aktivnosti (PAL). Zanimale pa so nas tudi prehranske navade preiskovanih oseb ter njihovo osebno mnenje o počutju.

Glede na antropometrično pridobljene podatke smo s programom Prodi 5.0 expert (v nadaljevanju program Prodi) za vsakega posameznika izračunali bazalni metabolizem (BM), indeks telesne mase (ITM), dnevno potrebo po energiji (DEI), minimalno dnevno potrebo po energiji z namenom redukcije telesne mase (redukcija vnosa energije – DEI red.). Večina preiskovanih oseb je izrazilo željo po hujšanju, zato je bilo izhodišče poleg približanja prehranskih zahtev glede na genetski zapis, tudi zmanjšanje telesne mase. Program Prodi ponuja določitev energijskega vnosa za redukcijo ob predpostavki zdravega hujšanja na daljši časovni rok.

3.2.2 Odvzem vzorca slin za analizo genskih polimorfizmov

V sodelovanju s Termami Krka smo organizirali odvzem vzorcev slin vseh 19 preiskovancev. Vzorci slin so bili predani podjetju Genelitik d.o.o. za laboratorijsko analizo. Gensko analizo na 63 genskih polimorfizmih je izvedel zunanji laboratorij pod nadzorom in navodili slovenskega podjetja Genelitik d.o.o. iz Ljubljane. Laboratorijski genski analizi je sledilo še ugotavljanje povezav med različicami polimorfizmov in različnimi področji, ki so povezani z zdravjem. V podjetju Genelitik d.o.o. so na podlagi rezultatov genske analize pripravili ti. Nutrigenomski vodnik Lifegenetics - izroček, kjer so povzeti rezultati genske analize: identificirani polimorfizmi ter priporočene aktivnosti (večji ali manjši vnos določenega hranila glede na Referenčne vrednosti za vnos hranil (2004).

3.2.3 Pregled rezultatov nutrigenomske analize

Genska analiza je bila opravljena v akreditiranem tujem laboratoriju pod nadzorom podjetja Genelitik d.o.o.. DNA so izolirali iz vzorcev slin 19 sodelujočih, ki so bili natančno seznanjeni z vsebino in potekom raziskave. Genska analiza je zajemala identifikacijo 63 polimorfizmov na genih (poglavje 2.4). Na podlagi prejetega seznama polimorfizmov za 19 preiskovancev je podjetje Genelitik d.o.o. pripravilo razpredelnico s proučevanimi geni in prikazom različice gena posameznika. Rezultate smo prikazali kot pregled najpogostejših genskih polimorfizmov po sklopih (srce in ožilje, maščobe in sladkor, alergije in intolerance, substance in odvisnost, zaščita telesa, mišice, kosti), ki se pojavljajo pri preiskovancih ter kako ugodna je najdena različica posameznega gena. Zaradi manj ugodnih različic genov so v podjetju Genelitik d.o.o. izdelali priporočila o spremenjenem vnosu posameznih hranil ali priporočil o življenjskem slogu, ki so bila naše izhodišče za pripravo jedilnika.

3.2.4 Izdelava jedilnika na podlagi rezultatov nutrigenomske analize

Za vse preiskovane osebe smo pripravili individualni izhodiščni tedenski jedilnik. Izhodišče za pripravo jedilnika so bili:

- nutrigenomski vodnik Lifegenetics podjetja Genelitik d.o.o., kjer so bila predstavljena priporočila o vnosu posameznih hranil;
- standardni jedilnik z normativi (Priloga B in C), ki je že v uporabi za programske goste v Termah Krka PE Šmarješke toplice;
- specifične posebnosti posameznikov (morebitne alergije, želja po hujšanju, ...).

V sklopu Term Šmarješke Toplice že poteka svetovanje o prehrani različnim ciljnim skupinam – programski gostje:

- zdrava varovalna prehrana,
- hujšanje,
- postenje ter
- svetovanje prehrane na podlagi nutrigenomske analize – na to vejo smo se osredotočili.

S pomočjo računalniškega programa Prodi smo pripravljene jedilnike analizirali na vsebnost hranil.

S pomočjo programa Excell smo grafično prikazali:

- priporočila o vnosu posameznega nutrienta glede na genski ustroj preiskovanca (v nadaljevanju priporočila Lifegenetics),
- priporočila Referenčnih vrednosti (2004) ter
- dejanski vnos hranila ob prehrani po pripravljenem jedilniku za preiskovano osebo (v nadaljevanju dejanski vnos).

4 REZULTATI

4.1 ANTROPOMETRIČNA ANALIZA

Moški in ženske so zaradi zagotavljanja anonimnosti šifrirani. V preglednici 3, 4 in 5 so prikazani rezultati antropometričnih meritev preiskovanih oseb.

V preglednici 3 so prikazani:

- višina v centimetrih,
- starost v letih,
- telesna masa začetnega (prvega) merjenja v kilogramih ($Masa^1$),
- telesna masa končnega (drugega) merjenja v kilogramih ($Masa^2$),
- sprememba mase preiskovane osebe med začetnim in končnim merjenjem v kilogramih ($\Delta masa^3$),
- s programom Prodi določena priporočena masa preiskovanih oseb (glede na antropometrično analizo posameznika) v kilogramih ($Masa^4$),
- izračun razlike med priporočeno maso ter dejansko končno telesno maso preiskovanih oseb v kilogramih ($\Delta masa^5$),
- razlika med končno telesno maso in priporočeno telesno maso v odstotkih (Odmik $masa^6$),
- izračunan indeks telesne mase (ITM) ob začetnem tehtanju (ITM^1) ter
- izračunan ITM ob končnem tehtanju (ITM^2).

Analizirali smo 19 oseb, od tega 4 moške, njihova povprečna starost je bila 42,8 let, in 15 žensk, njihova povprečna starost je bila 43 let. Povprečna višina žensk je bila 163,8 cm, moški pa so bili visoki 178 cm.

Povprečna začetna masa moških preiskovancev znaša 84,1 kg, žensk pa 70,3 kg. Ob končnem tehtanju pa so moški povišali povprečno maso, ki znaša 84,5 kg; pri ženskah pa se je povprečna masa znižala na 69,3 kg. Povprečna skupna masa žensk se je ob končnem testiranju znižala za 0,9 kg, glede na skupno povprečno začetno telesno maso, moškim pa se je skupna povprečna masa povišala za 0,4 kg. Največ je izgubila preiskovana oseba Ž6, in sicer 6,4 kg. Izračunan skupni povprečni ITM ob začetnem tehtanju je bil pri ženskah 26,3, ob končnem tehtanju pa se je ustrezno znižal na 25,9. ITM povprečnega prvega tehtanja za moške znaša 26,6, ob koncu pa se je povišal na 26,7; kar je naše preiskovance postavljalo v rizično območje prekomerne telesne mase. Glede na priporočeno telesno maso, definirano s programom Prodi, ter telesno maso končnega tehtanja, so moški presegali povprečno normalno telesno maso za 11,4 %; ženske pa so presegale priporočeno telesno maso kar za 17,6 %. Največji razkorak med dejansko končno telesno maso in priporočeno normalno telesno maso je bil pri osebi Ž11, ki je za 86,4 % presegal priporočila o normalni masi, kar je pomenilo 52,7 kg.

Preglednica 3: Prikaz antropometričnih meritev preiskovancev (višina, starost, masa začetnega in končnega tehtanja); določene normalne telesne mase s programom Prodi ter razlike in odmiki med začetnim in končnim tehtanjem

N	Ši- fra	Viši- na (cm)	Starost (leta)	Masa ¹ (kg)	Masa ² (kg)	Δ masa ³ (kg)	Masa ⁴ (kg)	Δ masa ⁵ (kg)	Odmik masa ⁶ (%)	ITM ¹	ITM ²
1	M1	190	35	85,3	85,3	0,0	86,0	0,7	-0,8	23,8	23,8
2	M2	171	38	78,8	79,4	0,6	70,0	-9,4	13,4	26,9	27,2
3	M3	178	40	74,7	75,8	1,1	76,0	0,2	-0,3	23,5	23,8
4	M4	174	58	97,4	97,3	-0,1	73,0	-24,3	33,3	32,2	32,1
5	Ž1	162	44	72,0	72,0	0,0	58,0	-14,0	24,1	27,4	27,4
6	Ž2	162	53	69,5	68,7	-0,8	58,0	-10,7	18,4	26,5	26,2
7	Ž3	160	35	98,6	96,9	-1,7	56,0	-40,9	73,0	38,3	37,7
8	Ž4	161	38	52,0	51,0	-1,0	57,0	6,0	-10,5	20,0	19,6
9	Ž5	169	26	54,4	53,7	-0,7	63,0	9,3	-14,8	19,0	18,8
10	Ž6	156	60	71,3	64,9	-6,4	54,0	-10,9	20,2	29,3	26,7
11	Ž7	167	46	57,7	57,2	-0,5	61,0	3,8	-6,2	20,7	20,5
12	Ž8	165	38	51,5	51,5	0,0	60,0	8,5	-14,2	18,9	18,9
13	Ž9	165	42	75,3	75,3	0,0	60,0	-15,3	25,5	27,7	27,7
14	Ž10	165	27	55,4	55,4	0,0	60,0	4,6	-7,7	20,3	20,3
15	Ž11	166	41	116,6	113,7	-2,9	61,0	-52,7	86,4	42,3	41,3
16	Ž12	158	49	79,5	77,6	-1,9	55,0	-22,6	41,1	31,8	31,1
17	Ž13	162	61	64,2	64,2	0,0	58,0	-6,2	10,7	24,5	24,5
18	Ž14	172	40	78,4	77,2	-1,2	65,0	-12,2	18,8	26,5	26,1
19	Ž15	166	45	57,5	60,5	3,0	61,0	0,5	-0,8	20,9	22,0
$\bar{x}_{\text{Ž}}$		164	43,0	70,3	69,3	-0,9	59,1	-10,2	17,6	26,3	25,9
$\bar{x}_{\text{M}}$		178	42,8	84,1	84,5	0,4	76,3	-8,2	11,4	26,6	26,7
$\bar{x}_{\text{Ž+M}}$		171	42,9	77,2	76,9	-0,3	67,7	-9,2	14,5	26,4	26,3

N – število preiskovanih oseb

Masa¹ – telesna masa začetnega (prvega) tehtanja v kg

Masa² – telesna masa končnega (zadnjega) tehtanja v kg

Δ masa³ – razlika med začetnim in končnim tehtanjem v kg (sprememba mase)

Masa⁴ – določena normalna telesna masa s programom Prodi v kg

Δ masa⁵ – razlika med končno telesno maso in priporočeno telesno maso po programu Prodi v kg (priporočena sprememba mase)

Odmik mase⁶ – razlika med končno telesno maso in priporočeno telesno maso po programu Prodi v odstotkih (priporočena sprememba mase)

ITM¹ – indeks telesne mase preiskovanih oseb ob začetnem tehtanju

ITM² – indeks telesne mase preiskovanih oseb ob končnem tehtanju

$\bar{x}_{\text{M}}$ – povprečna vrednost pri moških

$\bar{x}_{\text{Ž}}$ – povprečna vrednost pri ženskah

$\bar{x}_{\text{Ž+M}}$ – povprečna vrednost obeh spolov skupaj

V preglednici 4 so prikazani rezultati antropometričnih meritev preiskovanih oseb, in sicer:

- obseg pasu na začetnem merjenju v centimetrih,
- obseg pasu na končnem merjenju v centimetrih,
- obseg bokov v centimetrih,
- obseg zapestja v centimetrih.
- določena stopnja fizične aktivnosti (PAL) s programom Prodi
- izračunan bazalni metabolizem (BM) v kilojoul-ih s programom Prodi
- dnevni energijski vnos, izračunan s programom Prodi, za zmanjševanje telesne mase (DEI red.) v kilojoul-ih,
- dnevni energijski vnos, izračunan s programom Prodi (DEI₂) v kilojoul-ih,
- povprečni dnevni energijski vnos hranil s tedenskim jedilnikom (DEI₃) v kilojoul-ih.

Povprečen obseg pasu pri ženskah in pri moških se je tekom enoletnega obdobja zmanjšal, in sicer pri moških za 0,6 cm, pri ženskah pa se je zmanjšal za 2,7 cm. Največji obseg pasu je izgubila preiskovana oseba Ž9, in sicer 13,5 cm.

S povprečnim obsegom pasu lahko dodatno ugotavljamo debelost. Zgornja meja za ženske je 80 cm, vidimo, da je 40 % preiskovank na končnem tehtanju to mejo še presegle. Zgornja meja obsega pasu za moške pa je 94 cm, vidimo da je 75 % moških na meji, 25 % pa to mejo presega.

Povprečni obseg zapestja pri ženski populaciji (15,9 cm) nakazuje na preiskovanke nežne konstitucije (nežna konstitucija je definirana z obsegom zapestja do 16 cm) oz. srednje-močne konstitucije pri moških s povprečnim obsegom zapestja 18,1 cm (srednje močna konstitucija je definirana z obsegom zapestja med 16 - 20 cm).

Na podlagi vprašanj o telesni aktivnosti smo ocenili stopnjo telesne dejavnosti (PAL) za preiskovance. Skupni povprečni PAL znaša 1,5, kar postavlja preiskovane osebe v območje oseb z zelo nizko telesno dejavnostjo (to je z malo oziroma skoraj nič telesne aktivnosti).

Dnevni energijski vnos smo izračunali s programom Prodi. Vsi preiskovanci so izrazili željo po uravnavanju telesne mase oziroma jedilniku za redukcijo (za zmanjševanje telesne mase). Izhajajoč iz te želje smo s pomočjo programa izračunali DEI za redukcijo telesne mase (DEI red.), ki je v 58 % nižja od BM, ki je bila tudi izhodišče za pripravo jedilnikov. 42 % preiskovanih oseb ni potebovalo izgubiti mase, da bo ustrezali priporočeni telesni masi izračunani po programu Prodi. Povprečni BM za moške preiskovance je znašal 7210 kJ, za ženske preiskovanke pa 5558 kJ. Povprečni dnevni vnos energije za redukcijo telesne mase (DEI red.) je znašal za ženske 6300 kJ, za moški del preiskovancev pa 7560 kJ. Povprečni vnos dnevne energije, vnos izračunan glede na pripravljen jedilnik, je znašal za ženske preiskovanke 6172 kJ, za moški del populacijske skupine pa 7325 kJ.

Preglednica 4: Antropometrične meritve preiskovancev: obseg pasu, bokov in zapestja; vrednost PAL ter dnevni energijski vnosi (izračunani s programom Prodi: dnevni vnos energije za preiskovano osebo, vnos energije s pripravljenim jedilnikom, dnevni vnos energije za redukcijo mase)

Šifra	PAL	Obseg pasu ¹ (cm)	Obseg pasu ² (cm)	Obseg bokov ¹ (cm)	Obseg zapestja ¹ (cm)	BM (kJ)	DEI red. (kJ)	DEI ₂ (kJ)	DEI ₃ (kJ)
M1	1,6	93,0	93,0	110,0	19,0	8224	9660	11512	8345
M2	1,6	94,0	93,0	105,0	17,7	6838	6720	9572	6304
M3	1,6	93,5	93,0	103,0	17,4	7274	7560	10185	8345
M4	1,4	109,0	108,0	114,0	18,2	6506	6300	9110	6304
Ž1	1,4	85,0	79,0	104,0	15,2	5481	5460	7673	5403
Ž2	1,4	92,0	89,0	107,0	16,0	5300	5040	7421	4820
Ž3	1,2	108,0	106,0	125,0	18,5	5561	5460	7787	5352
Ž4	1,4	68,0	67,0	87,0	14,5	5548	7560	7766	7479
Ž5	1,4	74,0	73,0	90,0	14,6	6090	8400	8526	7479
Ž6	1,6	85,0	84,5	97,0	15,5	4956	4620	6938	4820
Ž7	1,4	83,0	74,0	90,0	15,8	5599	7560	7837	7753
Ž8	1,4	69,0	69,5	91,0	14,8	5699	7980	7980	7753
Ž9	1,2	93,0	79,5	98,0	16,0	5624	5460	7875	5352
Ž10	1,4	73,0	73,0	87,0	14,5	5918	7980	8287	7753
Ž11	1,4	125,0	120,0	137,0	19,0	5691	5460	7967	5188
Ž12	1,4	100,0	100,0	114,0	17,2	5229	5040	7321	4820
Ž13	1,4	77,0	77,0	95,0	15,0	5145	5040	7245	4820
Ž14	1,4	87,0	87,5	106,5	16,2	5918	5880	8287	6304
Ž15	1,6	69,5	69,5	98,0	15,0	5611	7560	7854	7479
$\bar{x}_Z$	1,4	85,9	83,2	101,8	15,9	5558	6300	7784	6172
$\bar{x}_M$	1,6	97,4	96,8	108,0	18,1	7210	7560	10095	7325
$\bar{x}_{Z+M}$	1,5	91,6	90,0	104,9	17,0	6384	6930	8939	6748

PAL – stopnja fizične aktivnosti (Physical Activity Level)

Obseg pasu¹ – obseg pasu na začetnem tehtanju

Obseg pasu² – obseg pasu na končnem tehtanju

Obseg bokov¹ – obseg bokov na začetnem tehtanju

Obseg zapestja¹ – obseg zapestja na začetnem tehtanju

BM – bazalni metabolizem izračunan s programom Prodi (Basal Metabolic Rate)

DEI red. – dnevni energijski vnos ob redukciji telesne mase (Daily Energy Intake)

DEI₂ – dnevni energijski vnos

DEI₃ – povprečni dnevni energijski vnos po tedenskem jedilniku

V preglednici 5 so prikazani rezultati antropometričnih meritev preiskovanih oseb, in sicer:

- masa telesne maščobe
- masa vode v telesu
- pusta telesna masa

Telesna maščoba (TM) zajema esencialno (ali primarno maščobo) in rezervno maščobo. Moški preiskovanci v povprečni starosti 42,8 let z 19,4 % telesne maščobe na končnem tehtanju so nakazovali, da so na spodnji meji dobrega odstotka TM (lestvica med 15,1 – 20,0 % se smatra za dober odstotek TM; med 20,1 in 25,0 % se smatra za normalno TM). Ženske pri svoji povprečni starosti 43 let so prav tako spadale s povprečjem 30,0 % TM na rob skupine normalnega odstotka telesne maščobe (med 25,1 in 30,0 %, prekomeren odstotek TM se smatra med 30,1 in 35,0 %).

Povprečni odstotek vode v telesu je bil ugoden. Tako pri moških, ki je znašal ob končnem tehtanju 60,2 %, kot pri ženskah, ki je ob končnem tehtanju bil 53,1 %. Primerna količina vode v telesu je definirana za odrasle ženske med 50 in 60 % ter za odrasle moške med 60 in 65 %.

Pusto telesno maso smatramo kot skupno maso kosti, mišic, vode v telesu, notranjih organov, itd. brez telesne maščobe. Pri pregledu puste telesne mase pri moških smo opazili izgubo mase med prvim in zadnjim tehtanjem v povprečju za 0,2 kg, ravno tako so ženske izgubile na povprečni pusti telesni masi za 0,9 kg.

Preglednica 5: Antropometrične meritve preiskovancev: masa telesne maščobe, masa vode v telesu, pusta telesna masa

Šifra	Telesna maščoba					Voda v telesu					Pusta telesna masa		
	Masa 1 (kg)	Masa 2 (kg)	Δ TM (kg)	Masa 1 (%)	Masa 2 (%)	Masa 1 (kg)	Masa 2 (kg)	Δ Vode (kg)	Masa 1 (%)	Masa 2 (%)	Masa 1 (kg)	Masa 2 (kg)	Δ PTM (kg)
M1	10,2	10,2	0,0	12,0	12,0	55,2	55,2	0,0	64,7	64,7	75,1	75,1	0,0
M2	15,9	17,2	1,3	20,2	21,6	47,2	46,8	-0,4	59,9	58,9	62,9	62,2	-0,7
M3	12,8	12,2	-0,6	17,1	16,1	46,0	47,2	1,2	61,6	62,2	61,9	63,6	1,7
M4	25,2	26,9	1,7	25,8	27,7	54,8	53,5	-1,3	56,2	55,0	72,2	70,4	-1,8
Ž1	26,7	26,7	0,0	37,1	37,1	35,2	35,2	0,0	48,9	48,9	45,3	45,3	0,0
Ž2	23,1	22,5	-0,6	33,2	32,7	35,7	35,6	-0,1	51,4	51,8	46,4	46,2	-0,2
Ž3	37,2	35,0	-2,2	37,7	36,2	38,4	48,6	10,2	49,1	50,1	61,4	61,9	0,5
Ž4	10,5	9,7	-0,8	20,2	19,1	30,7	41,3	10,6	59,1	59,4	41,5	41,3	-0,2
Ž5	10,5	9,3	-1,2	19,5	17,6	31,9	32,0	0,1	59,1	60,4	43,5	43,7	0,2
Ž6	28,4	21,5	-6,9	39,9	33,5	31,4	33,2	1,8	44,0	51,9	42,9	42,5	-0,4
Ž7	13,4	13,0	-0,4	23,2	22,7	33,4	33,3	-0,1	57,9	58,2	44,3	44,2	-0,1
Ž8	9,6	10,5	0,9	18,6	20,4	30,7	30,4	-0,3	59,7	59,0	41,9	41,0	-0,9
Ž9	29,7	29,7	0,0	39,5	39,5	35,6	35,6	0,0	47,3	47,3	45,6	45,6	0,0
Ž10	12,7	12,7	0,0	22,9	22,9	31,3	31,3	0,0	56,5	56,5	42,7	42,7	0,0
Ž11	53,0	50,4	-2,6	45,5	44,4	51,3	50,9	-0,4	44,0	44,7	63,6	50,4	-13,2
Ž12	31,3	29,5	-1,8	39,4	38,0	37,7	37,5	-0,2	47,4	48,3	48,2	48,1	-0,1
Ž13	21,0	21,0	0,0	32,7	32,7	31,6	31,6	0,0	49,2	49,2	43,2	43,2	0,0
Ž14	22,3	22,0	-0,3	28,4	28,5	42,8	42,1	-0,7	54,5	54,5	56,1	55,2	-0,9
Ž15	14,4	15,3	0,9	25,0	25,3	32,2	33,8	1,6	56,0	55,8	43,1	45,2	2,1
$\bar{x}_Z$	22,9	21,9	-1,0	30,9	30,0	35,3	36,8	1,5	52,3	53,1	47,3	46,4	-0,9
$\bar{x}_M$	16,0	16,6	0,6	18,8	19,4	50,8	50,7	-0,1	60,6	60,2	68,0	67,8	-0,2
$\bar{x}_{Z+M}$	19,5	19,3	-0,2	24,8	24,7	43,1	43,8	0,7	56,4	56,6	57,7	57,1	-0,5

Masa 1 – masa (telesne maščobe / vode v telesu / puste telesne mase) ob prvem merjenju v kilogramih ali odstotkih

Masa 2 – masa (telesne maščobe / vode v telesu / puste telesne mase) ob zadnjem merjenju v kilogramih ali odstotkih

Δ TM – sprememba telesne mase med prvim in zadnjim merjenjem

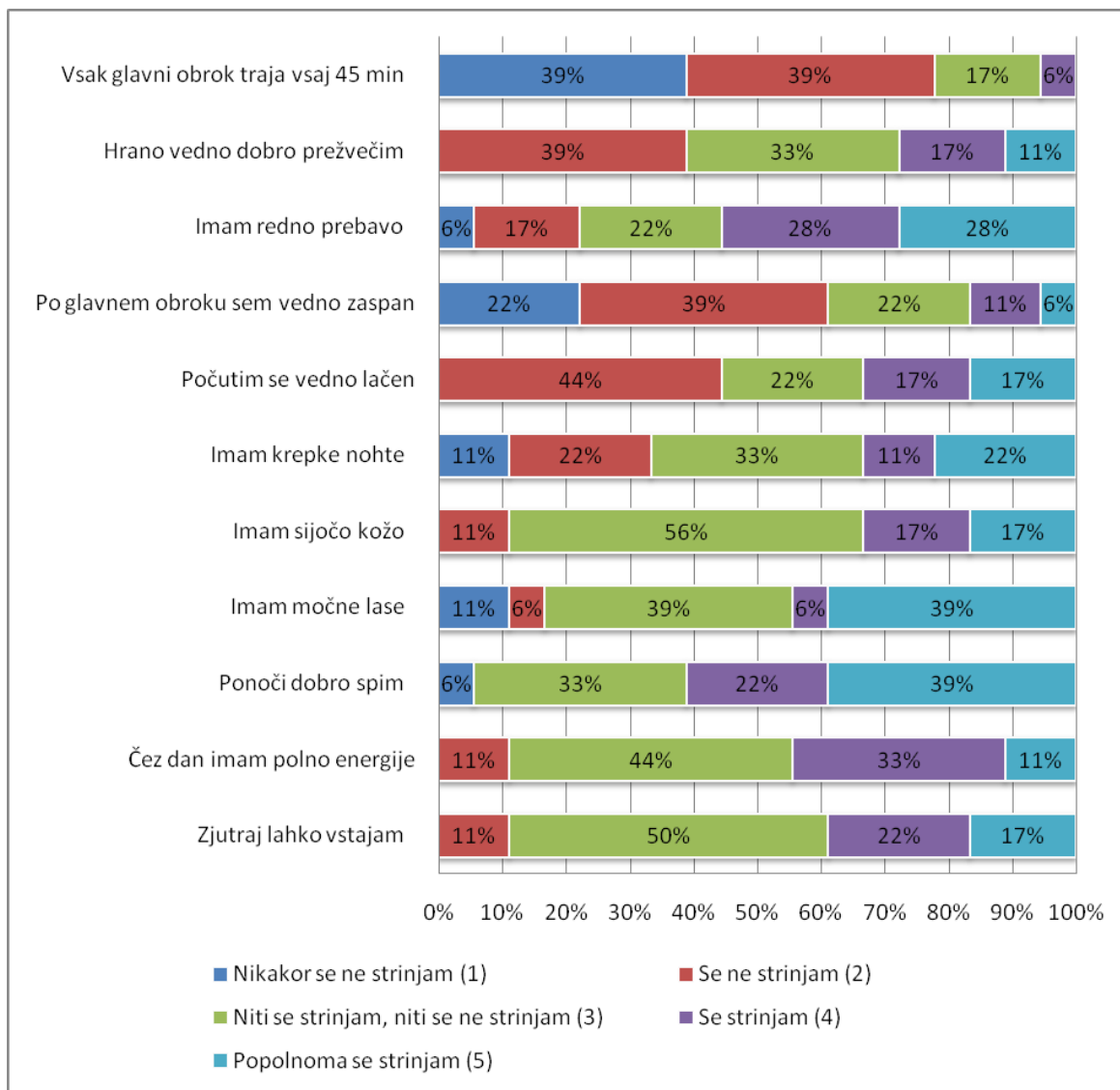
Δ Vode - sprememba mase vode v telesu med prvim in zadnjim merjenjem

Δ PTM - sprememba puste telesne mase med prvim in zadnjim merjenjem

4.2 ANALIZA VPRAŠALNIKA

Vprašalnik (Priloga A) so preiskovane osebe izpolnile ob prvem antropometričnem merjenju. Vprašalnik je razdeljen v tri sklope. Prva dva sklopa sprašujeta po mnenju, kako se počutijo ter kakšne prehranske navade imajo, tretji sklop vprašalnika pa raziskuje splošno zdravstveno stanje in navade preiskovanih oseb.

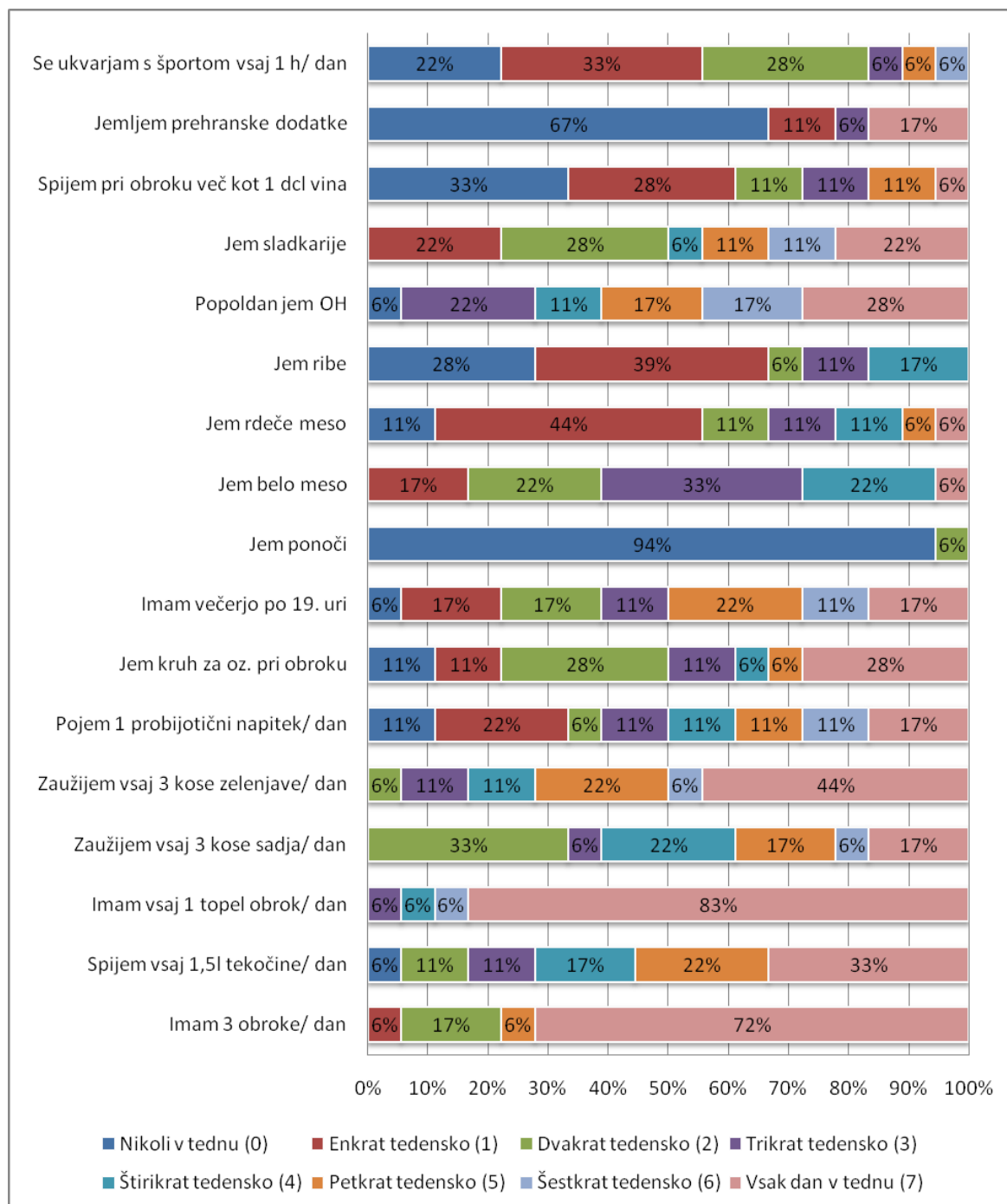
V prvem sklopu vprašanj smo preiskovancem postavili trditve, odgovori so prikazani na sliki 5. Iz prejetih odgovorov smo videli, da je 17 % preiskovancev menilo, da ni imelo močnih las in 33 % krepkih nohtov. Ponoči pa jih je 6 % spalo slabo. Redne prebave ni imelo 45 %, vendar le 6 % je imelo velike probleme s prebavo. Od tega večina ni dobro prežvečila hrane. Glavni obrok je bil v večini krajši od 45 min.



Slika 5: Analiza odgovorov na podana vprašanja o stanju, počutju in navadah preiskovanih oseb (n=19)

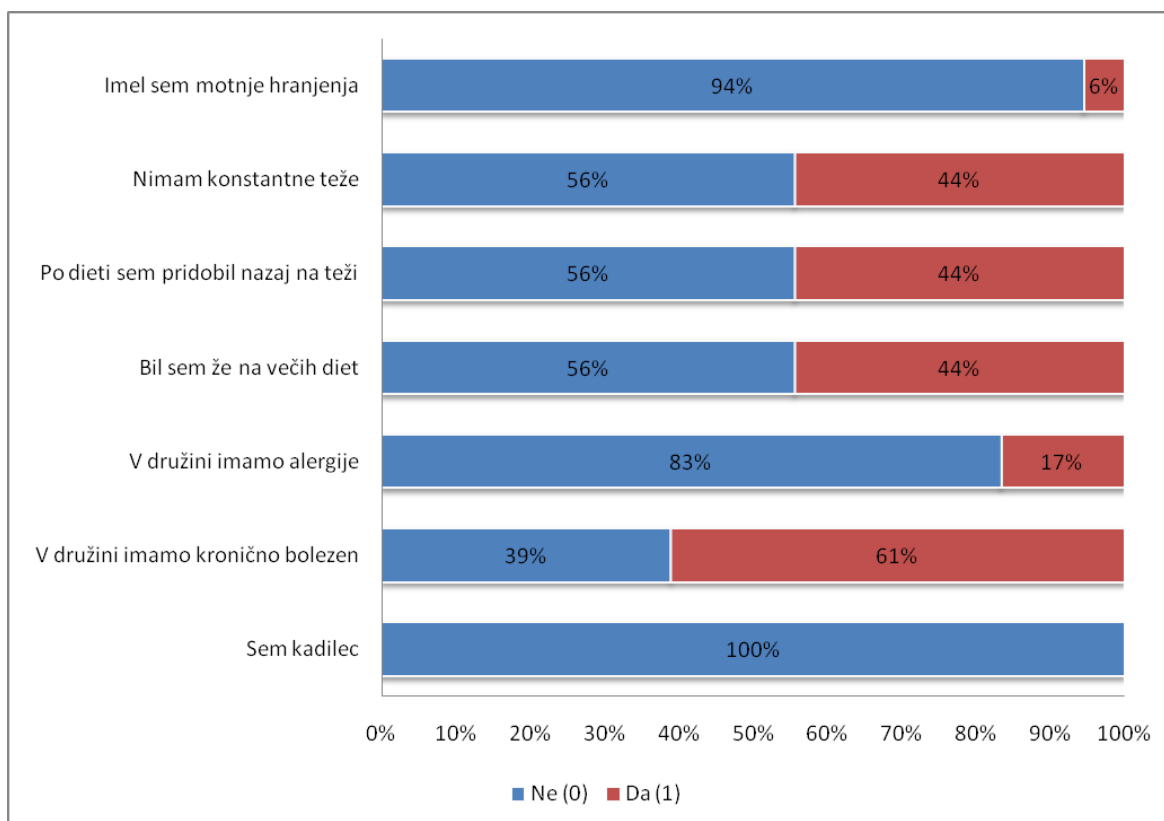
Preverili smo prehranske navade ter uvrščanje telesne dejavnosti na dnevni urnik. Preiskovanci so trditve točkovali od 0 do 7, kjer 0 pomeni noben dan v tednu, 7 pa pomeni vsak dan v tednu. Prikazani odgovori so na sliki 6. Ugotovili smo, da je imelo le 72 % preiskovanih oseb vsaj tri obroke na dan. Le 33 % je vsak dan spilo vsaj 1,5 l tekočine. Pri večini (83 %) preiskovanih oseb je bil en dnevni obrok topel (kuhan). Na dnevnem jedilniku je bila bolj pogosto zelenjava kot sadje. Nočno malico je imelo dvakrat tedensko 6 % oseb, ostali ponoči niso imeli obrokov hrane. Največji odstotek preiskovanih oseb je uživalo ribe enkrat tedensko, rdeče meso je bilo pri večini na jedilniku (44 %) enkrat tedensko. Belo meso je uživalo trikrat tedensko 33 % oseb. Slaščice so bile vsak dan na

jedilniku pri 22 % vseh preiskovancev. Vina ni pilo 33 % oseb. Vsak dan je 17 % oseb redno jemalo prehranska dopolnila, 67 % pa se jih ni nikoli posluževalo. Zaskrbljujoč podatek je bil, da se dobra petina sploh ni ukvarjala s športno dejavnostjo.



Slika 6: Analiza odgovorov na podana vprašanja o prehranskih navadah preiskovanih oseb in telesni dejavnosti (n=19)

Povprašali smo tudi o splošnem zdravstvenem stanju preiskovanih oseb. Postavili smo 7 trditev, na katere so preiskovane osebe odgovarjale z da ali ne. Odgovori so prikazani na sliki 7. Vsi preiskovanci so bili nekadilci. 61 % preiskovancev je imelo v družini kronične bolezni (SŽB; sladkorno bolezen, ...). Alergije v družini so bile prisotne pri 17 % preiskovancev. Preiskovane osebe so v 44 % že bile na več različnih dietah, po kateri so vsi pridobili nazaj na telesni masi in tudi takšen odstotek jih nima že več let nima stalne mase. Z motnjami prehranjevanja (anoreksija, bulimija, ...) se je borilo 6 % preiskovancev.



Slika 7: Analiza odgovorov na podana vprašanja o zdravstvenem stanju in navadah preiskovanih oseb (n=19)

4.3 GENSKA ANALIZA

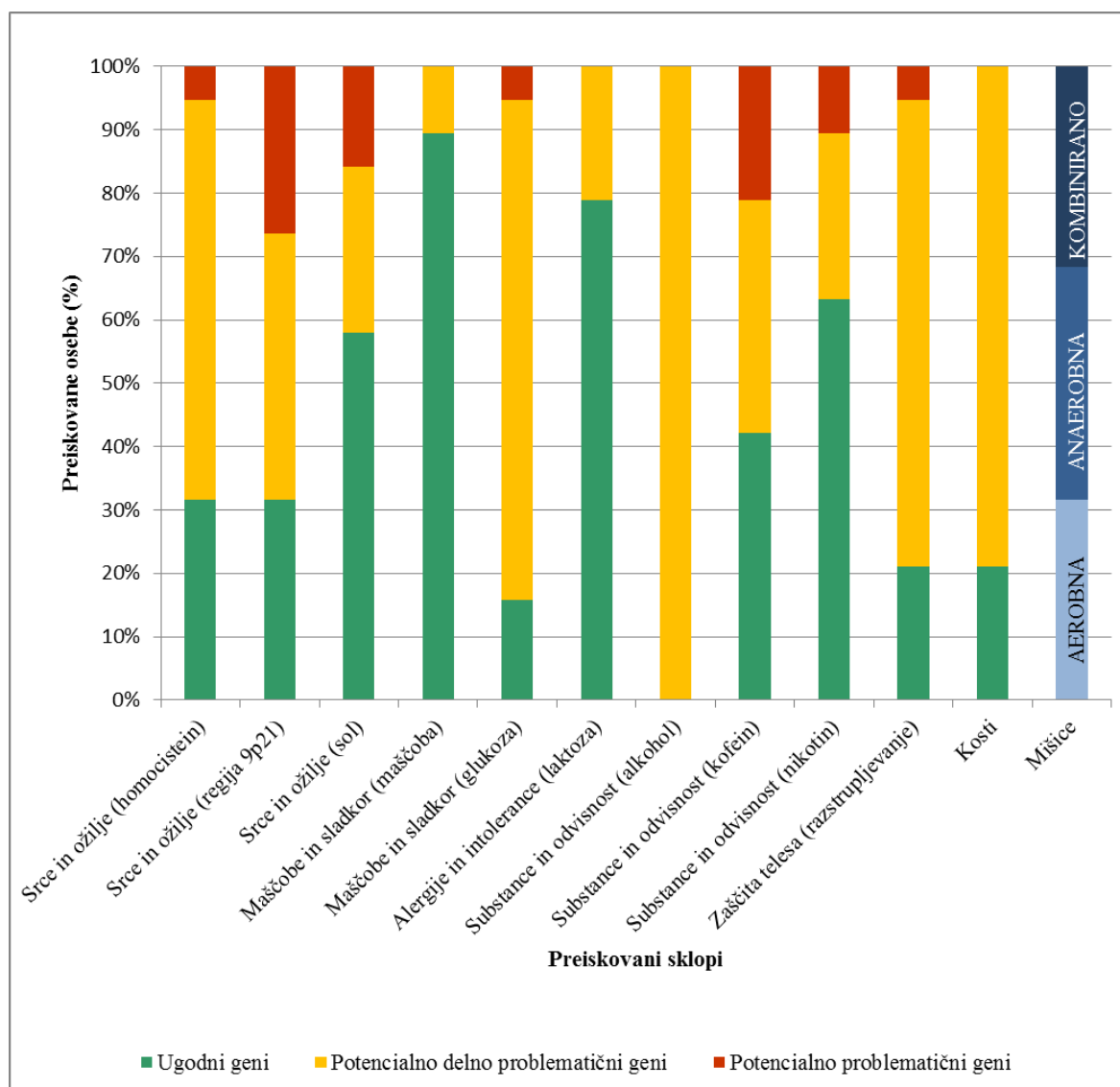
Genska analiza je pripravljena po sklopih: srce in ožilje, maščobe in sladkor, alergije in intolerance, substance in odvisnost, zaščita telesa, kosti ter mišice. Rezultate analize genskih polimorfizmov s strani podjetja Genelitik d.o.o. smo prikazali na sliki 8 kot "semafor", ki prikazuje, kako ugodna oziroma neugodna je najdena različica posameznega gena. Zelena barva pomeni, da so se analizirani geni v določenem sklopu v raziskavah izkazali kot ugodni, zato za ljudi s tovrstnimi geni veljajo splošna priporočila (Referenčne vrednosti ... 2004). Rumena barva pomeni, da so se analizirani geni v določenem sklopu v raziskavah izkazali kot potencialno delno problematični, zato se za ljudi s tovrstnimi geni priporočajo posebni ukrepi (npr. povečanje ali zmanjšanje hranila v primerjavi z referenčnimi vrednostmi, telesna aktivnost). Rdeča barva pomeni, da so se analizirani geni v določenem sklopu v raziskavah izkazali kot potencialno problematični, zato se za ljudi s tovrstnimi geni priporoča, da namenijo posebno pozornost k povečanju akcijskih dejavnikov (npr. povečanje ali zmanjšanje hranila v primerjavi z referenčnimi vrednostmi, telesna aktivnost).

Ob pregledu povzetka sklopov genske analize smo ugotovili, da se je 51 % vseh analiziranih genov vseh preiskovancev v analiziranih sklopih (poglavje 2.4) izkazalo kot potencialno delno problematičnih; 41 % genov kot ugodnih ter 8 % genov kot potencialno problematičnih.

Iz prejetega Nutrigenomskega vodnika Lifegenetics smo ugotovili, da sta najbolj rizična preiskovana sklopa Srce in ožilje, (regija 9p21) ter metabolizem kofeina. Najbolj ugodni geni pa so se izkazali v sklopih metabolizem maščob in metabolizem laktoze.

Vsi preiskovanci so se izkazali z delno problematičnimi geni za metabolizem alkohola.

Kot navaja Genelitik d.o.o., v Nutrigenomskem vodniku LifeGentics, pri interpretaciji rezultatov različic genov v sklopu Mišice je imelo 32 % preiskovanih oseb različice genov, ki so se v raziskavah izkazali z nekoliko višjim potencialom za aerobne športe (ljudem s tem potencialom bolj odgovarja aerobna vadba, npr. vzdržljivostni tek, kolesarjenje, ipd.) , 37 % preiskovancev je imelo različice genov, ki so se v raziskavah izkazali z nekoliko višjim potencialom za anaerobne športe (ljudem s tem potencialom bolj odgovarja anaerobna vadba, npr. eksplozivni tek, fitnes, ipd.) ter 32 % preiskovancev je imelo različice genov, ki so se v raziskavah izkazali s potencialom za kombinacijo aerobnih in anaerobnih športov.



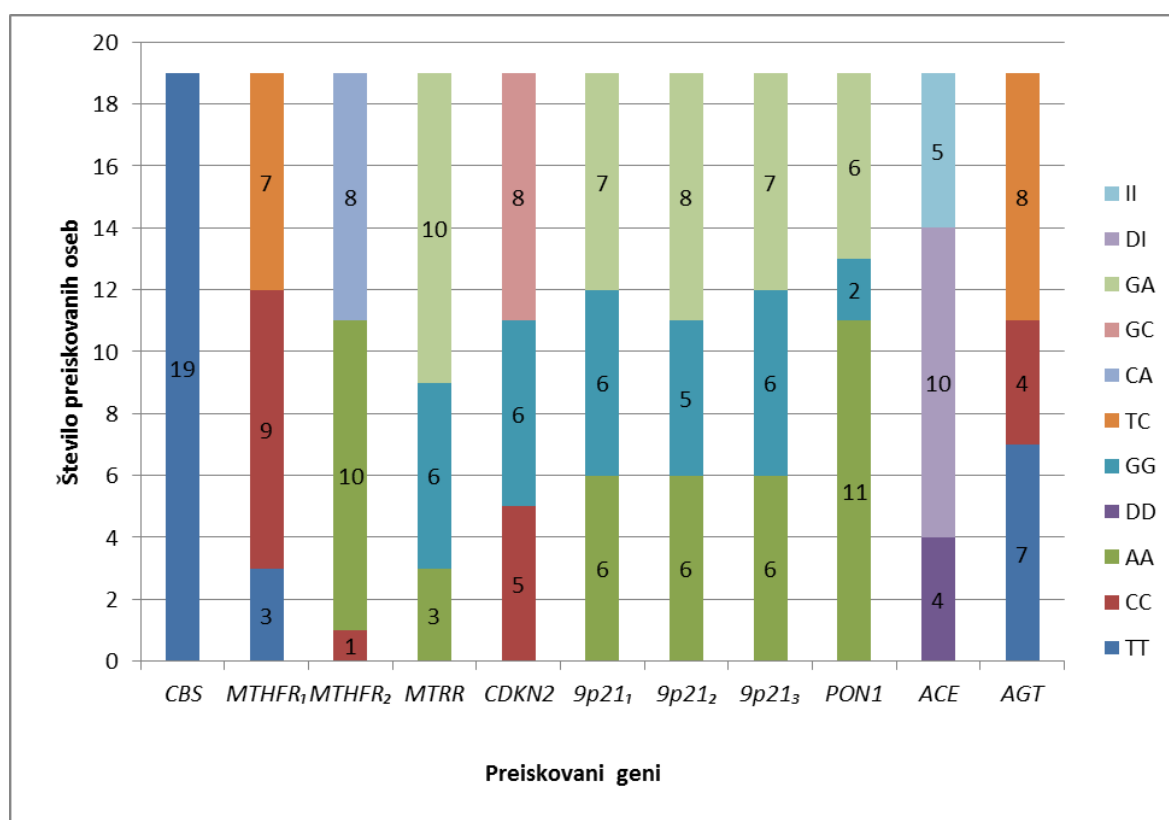
Slika 8: Povzetek nutrigenomske analize Nutrigenomskega vodnika LifeGenetics preiskovancev po posameznih preiskovanih sklopih (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik)

4.3.1 Srce in ožilje

V sklopu Srce in ožilje je bilo pregledanih in analiziranih 11 genov. Na sliki 9 so prikazani rezultati genske analize, ki prikazujejo analizirane gene povezane:

- z nivojem homocisteina v krvožilju, s pretvorbo oz. razgradnjo homocisteina v metionin ter vzdrževanjem razmerja homocistein-metionin v krvi,
- s kromosomsko regijo 9p21 – povezana z različnimi boleznimi srca in ožilja (vpliv na procese delitve celic, staranje celic in celične smrti ter tvorjenje arterijskih oblog),
- z uravnavanjem krvnega tlaka in vpliva na delovanje gladkih mišic.

Za vsak analiziran gen je prikazano, koliko preiskovanih oseb je imelo določen polimorfizem.



Slika 9: Analiza pojavnosti polimorfizmov na preiskovanih genih v sklopu Srce in ožilje (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genetik)

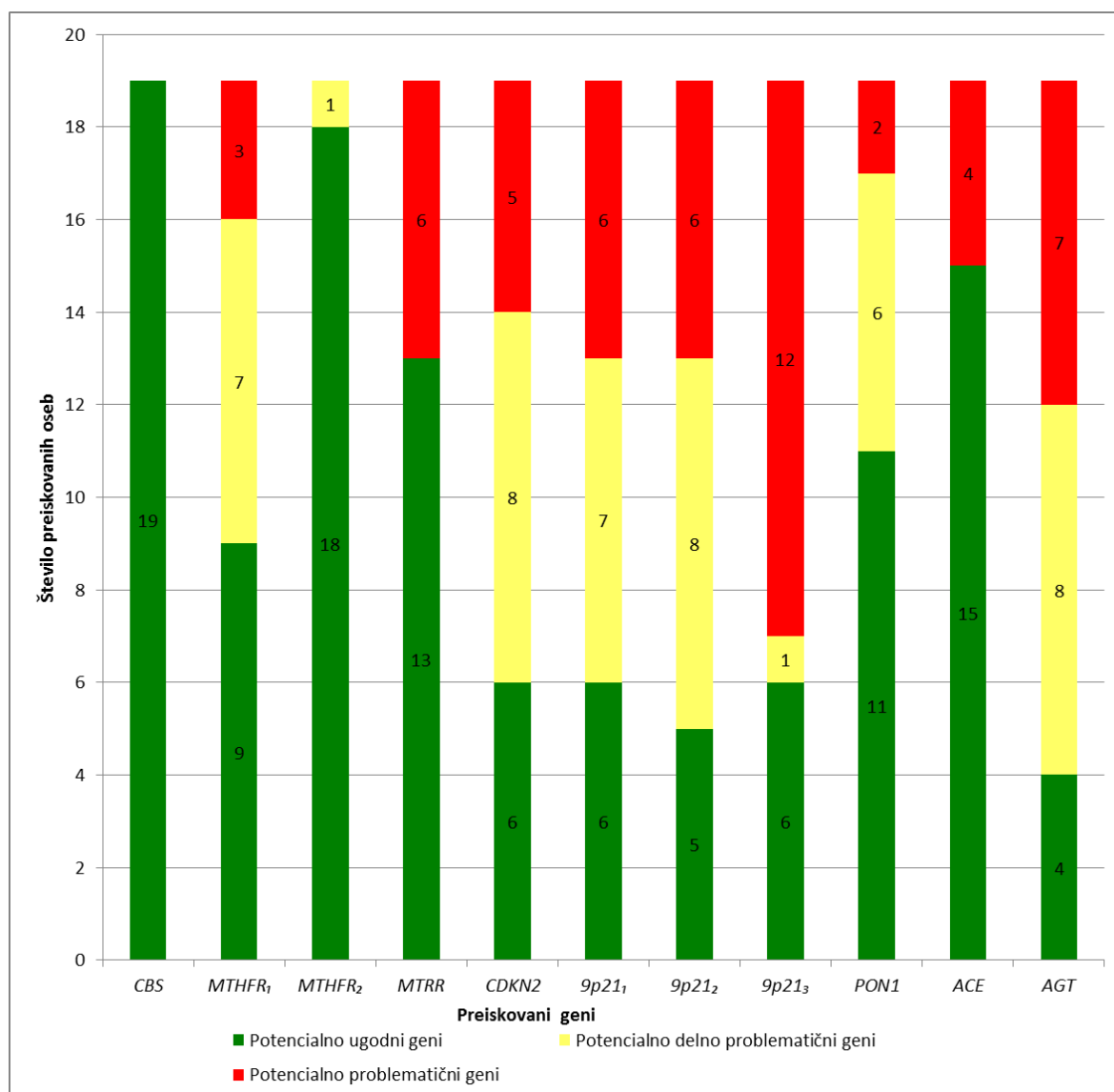
Na sliki 10 pa je prikazan vpliv definiranih polimorfizmov na posameznem analiziranem genu. V sklopu Srce in ožilje je imelo 24,4 % preiskovanih oseb genske različice, ki so potencialno problematične oziroma potencialno delno problematične (22 %). Ostali delež (53,6 %) pripada preiskovanim različicam genov, ki imajo potencialno ugoden vpliv.

S slike 10 je tudi razvidno, da je le 1 gen, ki je potencialno ugoden za vse preiskovane osebe. Pri vseh ostalih preiskovanih genih pa je prikazano, da so v 9 primerih bili

ugotovljeni potencialno problematični geni. V enem primeru izmed vseh preiskovanih oseb, pa je le ena imela potencialno delno problematičen gen.

Ob pregledu polimorfizmov smo ugotovili, da so imeli vsi preiskovanci ugotovljen polimorfizem TT na genu *CBS*, ta polimorfizem so v raziskavah definirali kot potencialno ugoden gen. Velik odstotek ugodnih genov imajo preiskovane osebe tudi na genu *MTHFR*₂, s polimorfizmom CA (to različico je imelo 8 oseb) ter AA (to različico je imelo 10 oseb) ter na genu *ACE* smo ugotovili 15 oseb s potencialno ugodnim polimorfizmom.

Največji delež potencialno problematičnega gena smo ugotovili na regiji 9p21₃, kar 12 preiskovanih oseb je bilo prepoznanih s polimorfizmom GG in GA (pri 1 preiskovancu je polimorfizem GA bil označen kot potencialno delno problematičen, pri ostalih 6 pa kot potencialno problematičen gen).

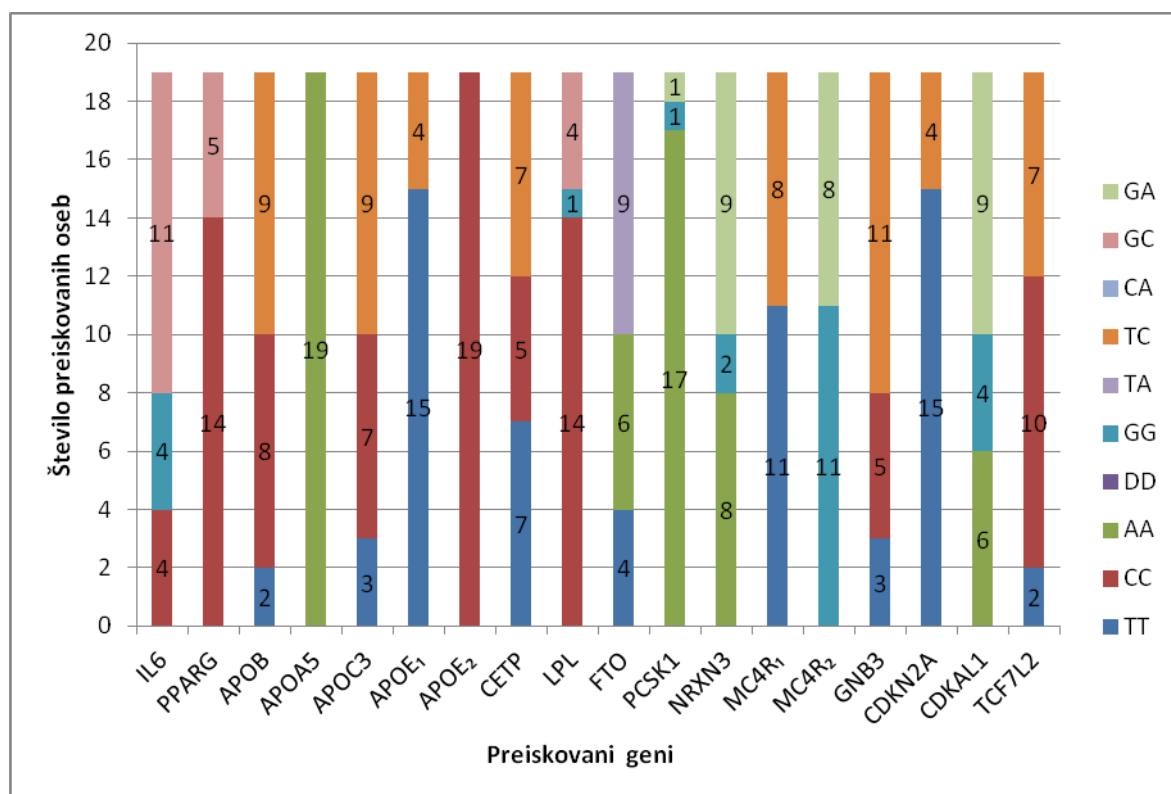


Slika 10: Vpliv polimorfizmov v preiskovanih genih v sklopu Srce in (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik)

4.3.2 Maščobe in sladkor

V sklopu Maščobe in sladkor je bilo analiziranih in pregledanih 18 genov. Polimorfizme, ki se pojavijo pri preiskovanih osebah, smo prikazali na sliki 11. Rezultati genske analize v sklopu Maščobe in sladkor prikazujejo analizirane gene povezane z:

- metabolizmom in kopičenjem maščob v telesu,
- metabolizmom glukoze in
- regulacijo insulina.



Slika 11: Analiza pojavnosti polimorfizmov na genih v sklopu Maščobe in sladkor (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik)

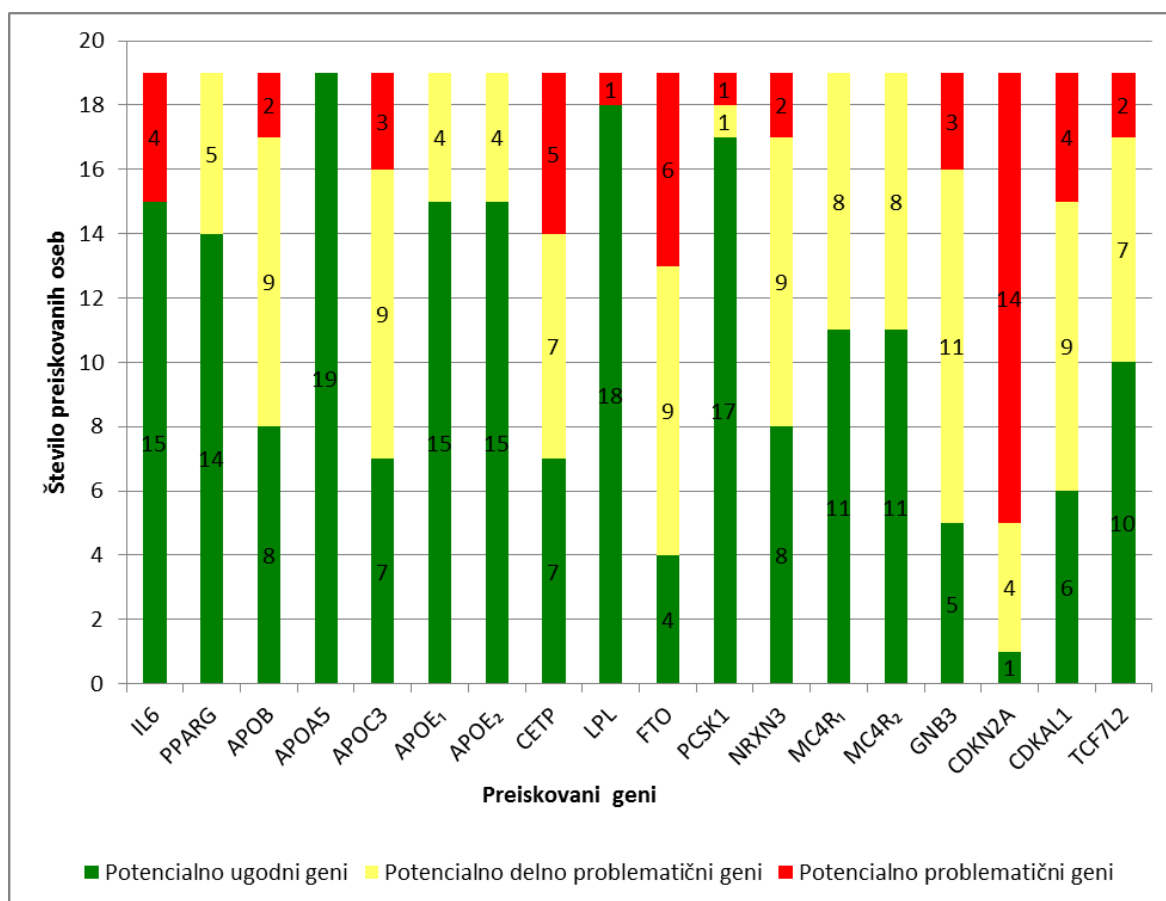
Prikaz vpliva analiziranih genov na preiskovane osebe smo prikazali na sliki 12. V sklopu Maščobe in sladkor se je izkazalo 44 % preiskovanih oseb z genskimi različicami, ki so potencialno problematične (14 %) oziroma delno problematične (30 %). Ostali delež (56 %) pripada polimorfizmu, ki imajo potencialno ugoden vpliv.

Za potencialno najbolj problematičen gen se je izkazal gen *CDKN2A*, kjer imamo 14 preiskovanih s potencialno problematičnim polimorfizmom TT. Ta gen je povezan z večjim tveganjem za razvoj diabetesa tipa II.

Ravno tako je gen *FTO* nakazal 6 preiskovanih oseb s polimorfizmom AA, ki je opredeljen kot potencialno problematičen gen, potencialno delno problematične so tudi različice A v

genu *FTO*, ki je povezan s povišanim tveganjem za razvoj debelosti, sladkorne bolezni tipa II ter CVD.

Pri preiskavi gena *APOA5*, ki sodeluje pri regulaciji plazemskih trigliceridov, imajo vsi preiskovanci ugoden polimorfizem AA.

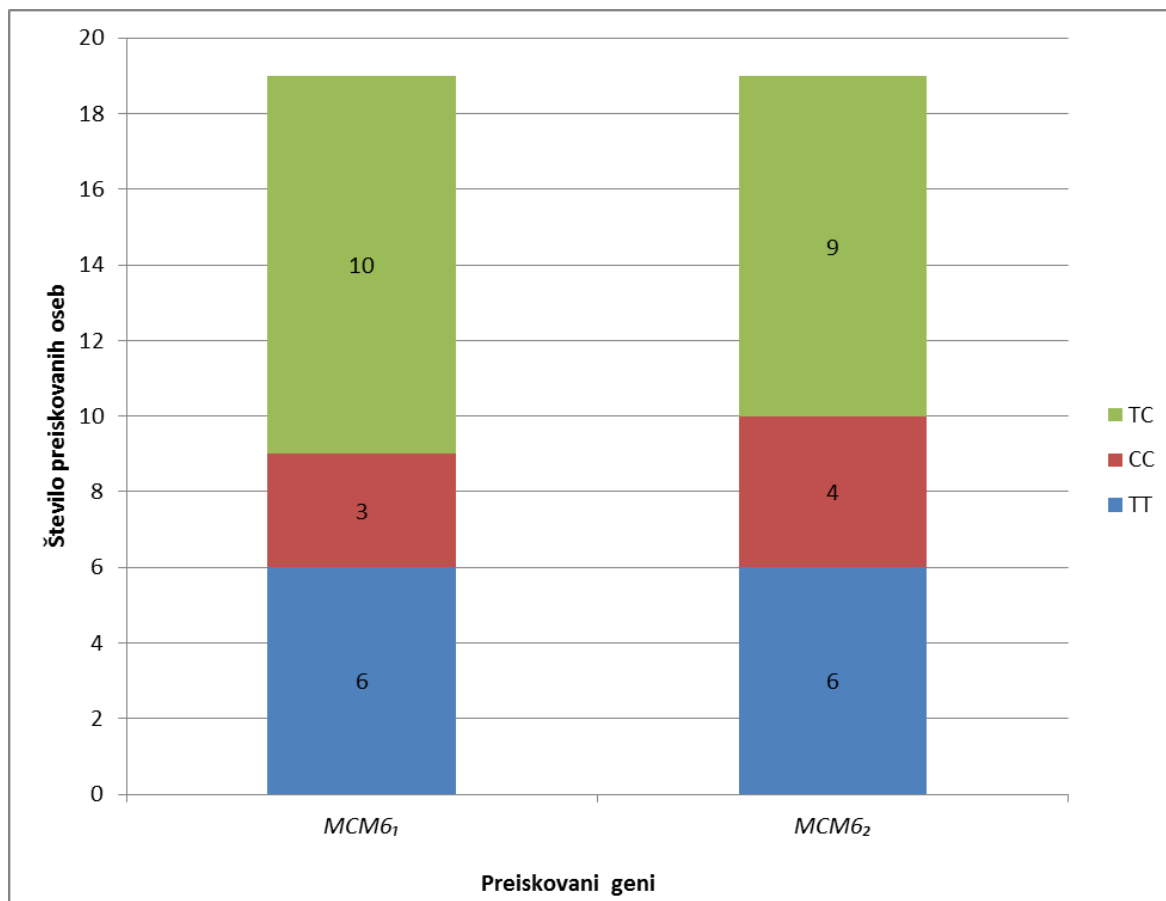


Slika 12: Vpliv polimorfizmov v preiskovanih genih v sklopu Maščobe in (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik)

4.3.3 Alergije in intolerance

V sklopu Alergije in intolerance sta bila analizirana in pregledana 2 polimorfizma. Polimorfizme, ki se pojavijo pri preiskovanih osebah, smo prikazali na sliki 13. Rezultati genske analize v sklopu Alergije in intolerance prikazujejo analizirane gene povezane z:

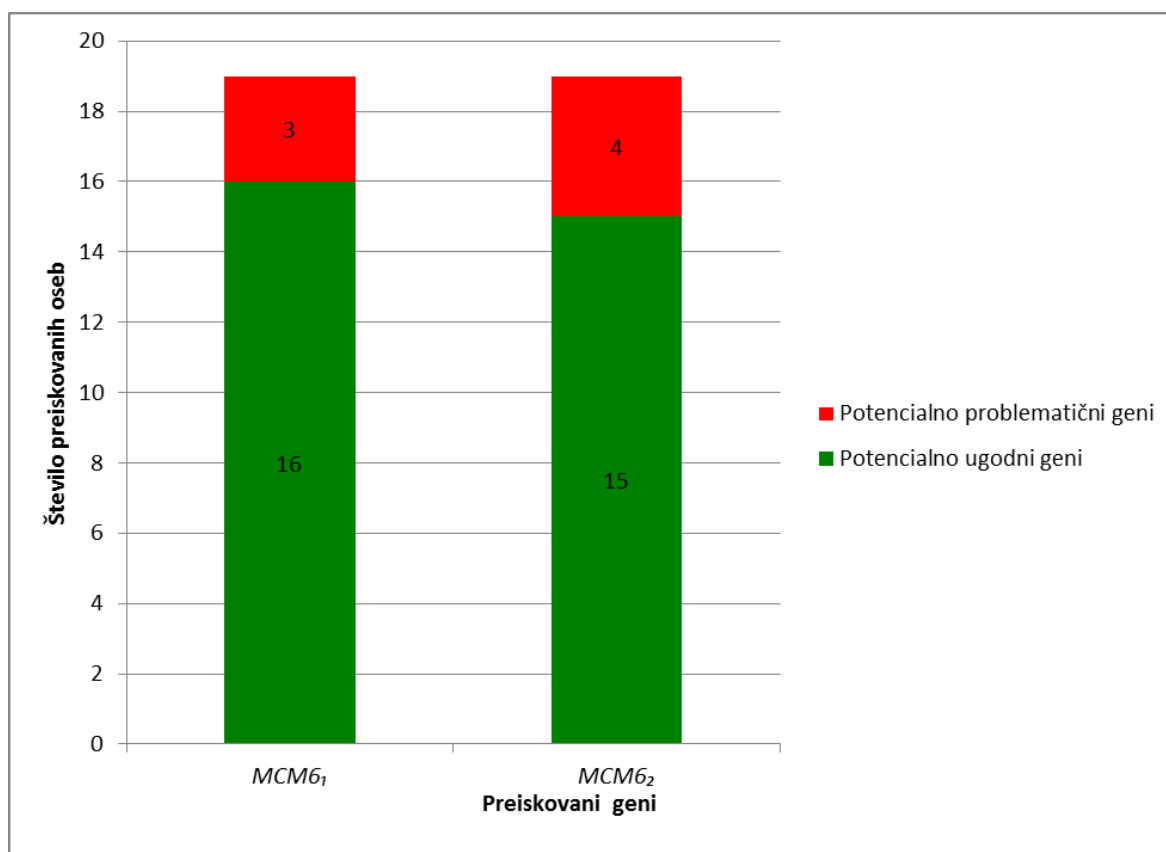
- metabolizmom laktoze.



Slika 13: Analiza pojavnosti polimorfizmov na genih v sklopu Alergije in (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik)

Prikaz vpliva polimorfizmov v preiskovanih genih v sklopu Alergije in intolerance, smo prikazali na sliki 14. V tem sklopu se je izkazalo 82 % preiskovanih oseb z gensko različico, ki je potencialno ugodna, ostalih 18 % pa ima potencialno problematične gene.

Na genu *MCM6₁*, ki vpliva na delovanje gena, ki kodira laktazo, smo ugotovili 3, na genu *MCM6₂* pa 4 preiskovane osebe, ki imajo različico polimorfizma, ki je potencialno problematičen.

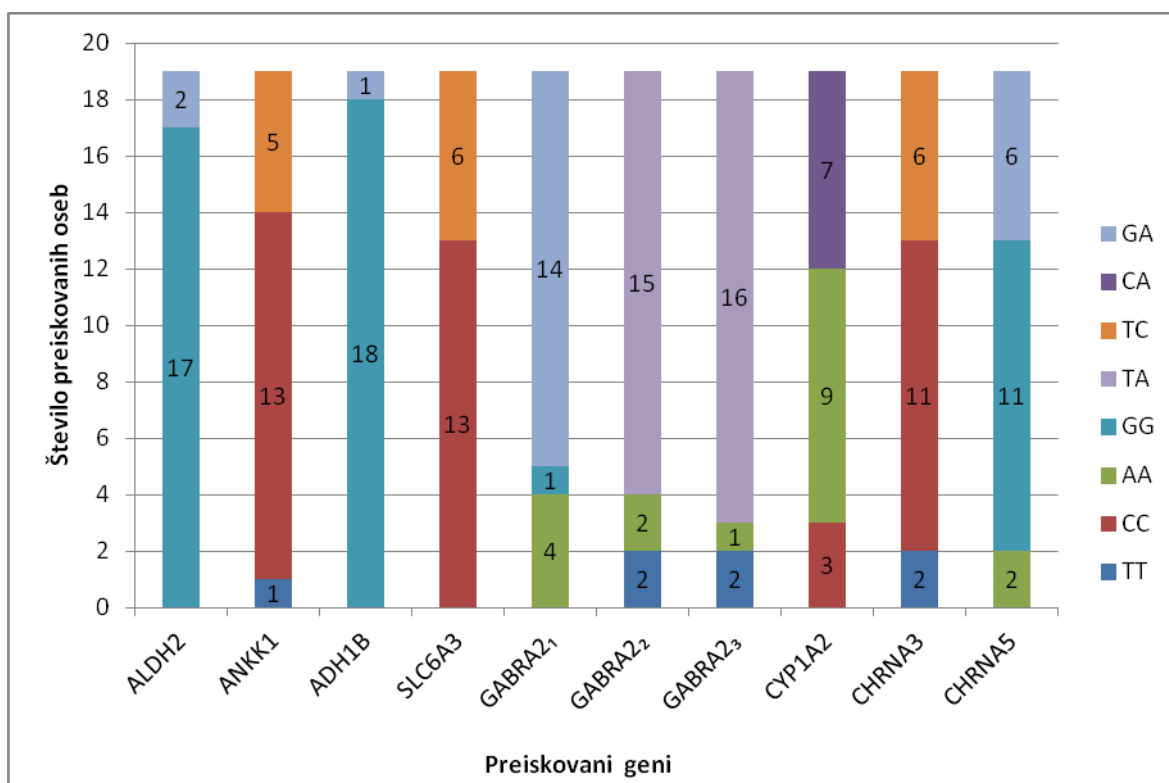


Slika 14: Vpliv polimorfizmov v preiskovanih genih v sklopu Alergije in intolerance (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik)

4.3.4 Substance in odvisnost

V sklopu Substance in alkohol je bilo analiziranih 10 genov. Polimorfizme, ki se pojavijo pri preiskovanih osebah, smo prikazali na sliki 15. Rezultati genske analize v tem sklopu prikazujejo analizirane gene povezane z:

- metabolizmom alkohola,
- metabolizmom kofeina in
- odvisnostjo od nikotina.



Slika 15: Analiza pojavnosti polimorfizmov na genih v sklopu Substance in odvisnost (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik)

Vpliv polimorfizmov v preiskovanih genih preiskovanih oseb, smo prikazali na sliki 16. V tem sklopu ima 35 % preiskovanih oseb genske različice, ki so potencialno ugodne, 32 % oseb ima potencialno delno problematične gene ter 33 % pa ima potencialno problematične gene.

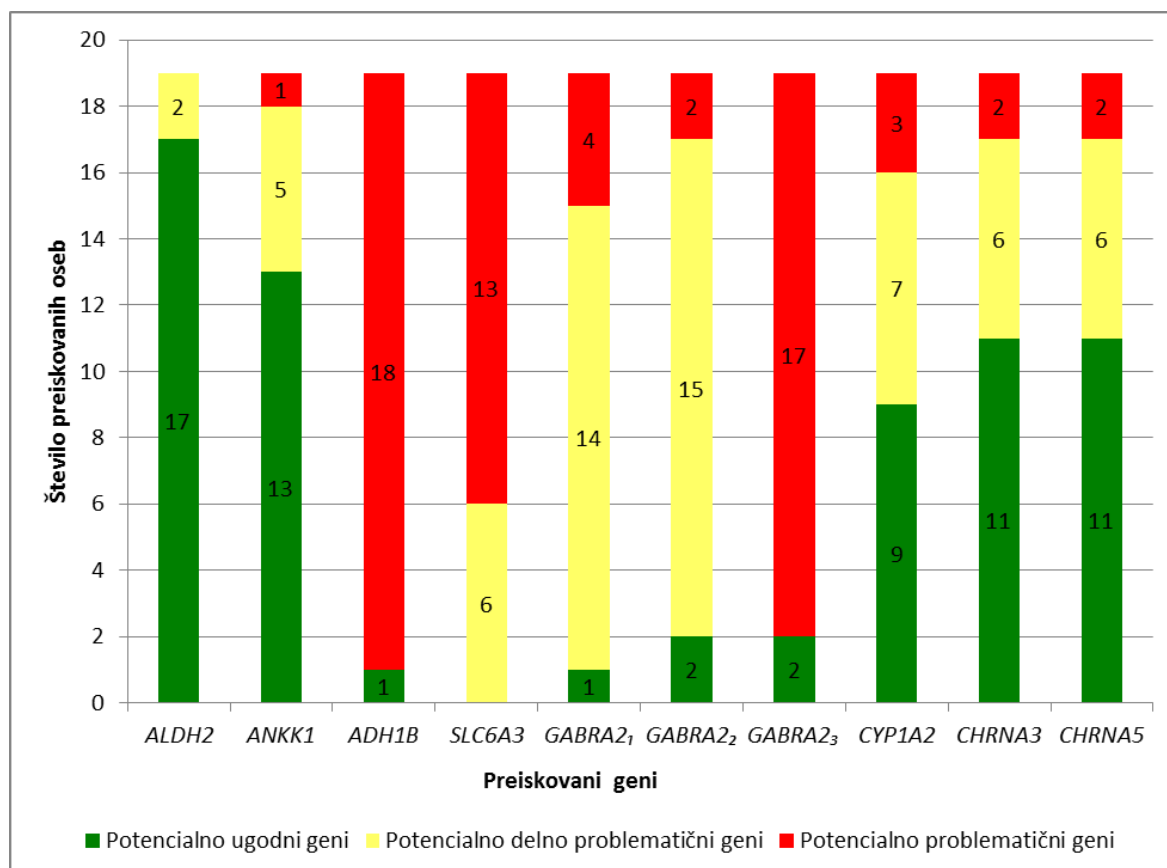
S slike 16 razberemo, da ima največ preiskovanih oseb različico polimorfizma, ki se kaže kot potencialno problematično na genih:

- *ADH1B* (18 preiskovanih oseb), ki sodeluje pri presnovi etanola v acetaldehid
- *GABRA2₁* (4 osebe), *GABRA2₂* (2 preiskovani oseb), *GABRA2₃* (17 preiskovanih oseb), ki je tesno povezan z odvisnostjo od alkohola

- *SLC6A3* (13 preiskovanih oseb), kjer je bil genotip CC v raziskavah povezan z različnimi fiziološkimi odvisnostmi (npr. ljudje s tem genotipom hitreje posežejo po odvisnostnih substancah in jih mnogi težje prenehajo uporabljati).

Potencialno ugodne gene pa smo ugotovili pri 17 preiskovanih oseb na regiji *ALDH2*, ki ga povezujejo z razgradnjo alkohola.

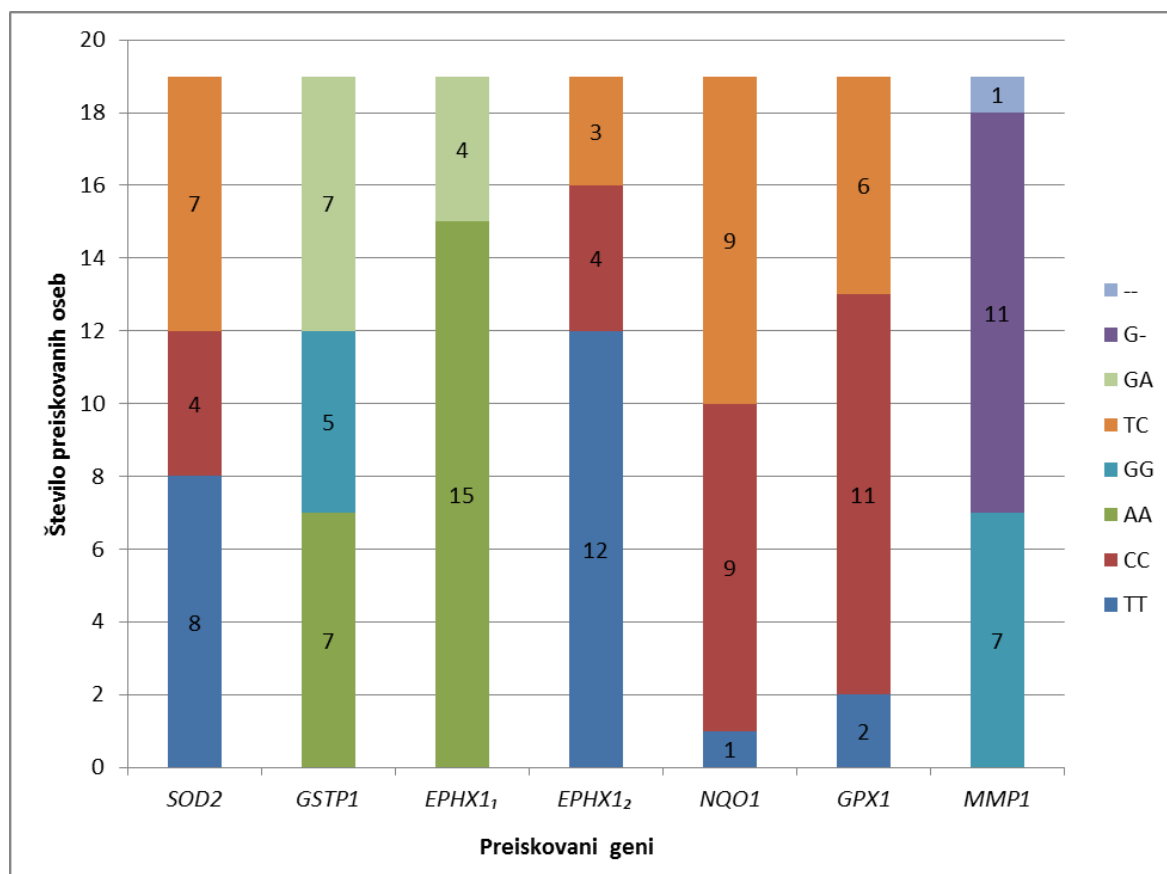
Potencialno ugodne gene za razgradnjo kofeina (gen *CYP1A2*) ter nikotina (gen *CHRNA3*) pa ima polovica preiskovanih oseb.



Slika 16: Vpliv polimorfizmov v preiskovanih genih v sklopu Substance in (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik)

4.3.5 Zaščita telesa

V sklopu Zaščita telesa smo analizirali 7 genov povezanih z zdravljenjem genetskega materiala in razstrupljanjem organizma. Polimorfizme, ki se pojavijo pri preiskovanih osebah, smo prikazali na sliki 17.

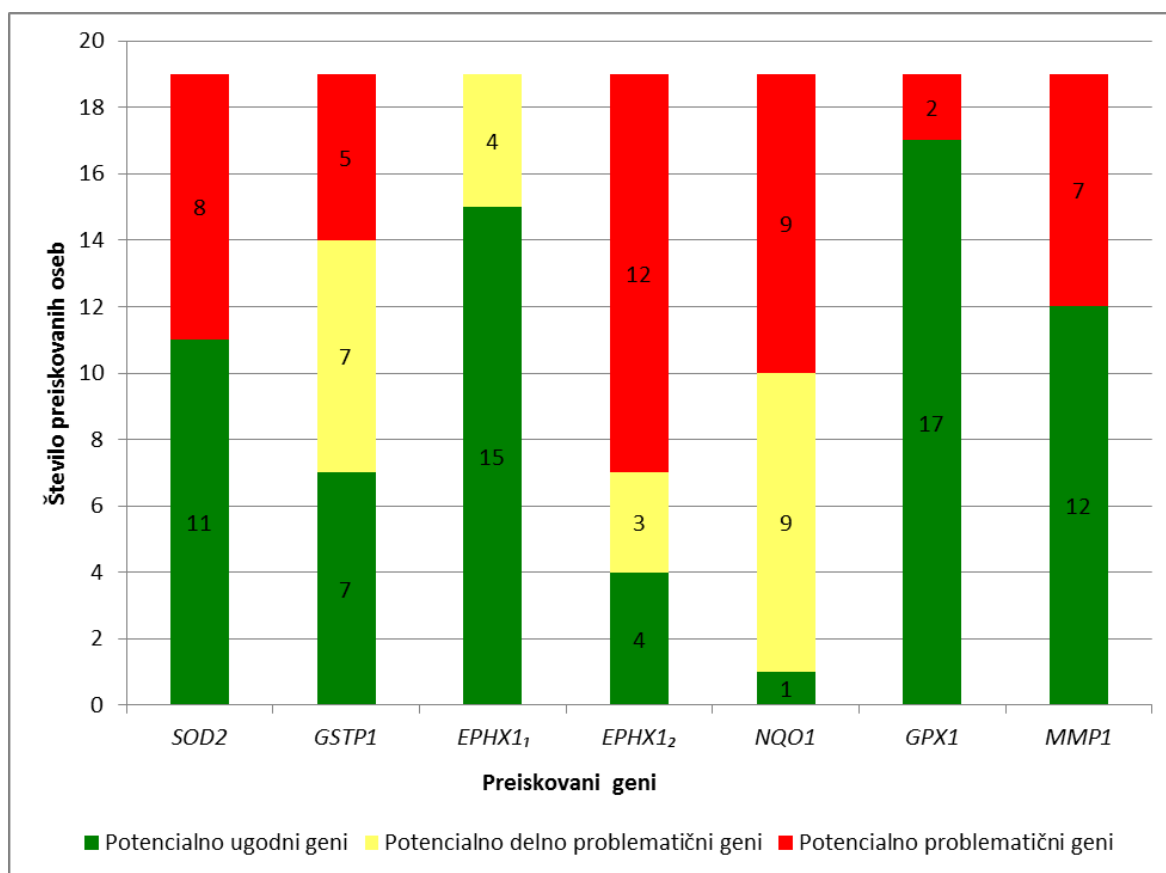


Slika 17: Analiza pojavnosti polimorfizmov na genih v sklopu Zaščita telesa (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik)

Prikaz vpliva polimorfizmov v analiziranih genih na preiskovane osebe je na sliki 18. V tem sklopu ima 50,4 % preiskovanih oseb genske različice, ki so potencialno ugodne, 17,3 % oseb ima potencialno delno problematične gene ter 33 % pa ima potencialno problematične gene.

Največji delež preiskovanih oseb (12) s potencialno neugodnim genom smo ugotovili na genu *EPHX1₂*, ki je pomemben pri razstrupljanju različnih kemikalij iz okolja. Na drugi strani pa smo ugotovili 17 preiskovanih oseb s potencialno ugodnim genom na genu *GPX1*, ki kodira encim za razgradnjo vodikovega peroksida.

Gen *SOD1* kodira encim, ki telo varuje pred prostimi radikali. Pri 8 preiskovanih osebah smo ugotovili genotip TT, pri katerem je aktivnost tega encima zmanjšana za 30 – 40 %.



Slika 18: Vpliv polimorfizmov v preiskovanih genih v sklopu Zaščita (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik)

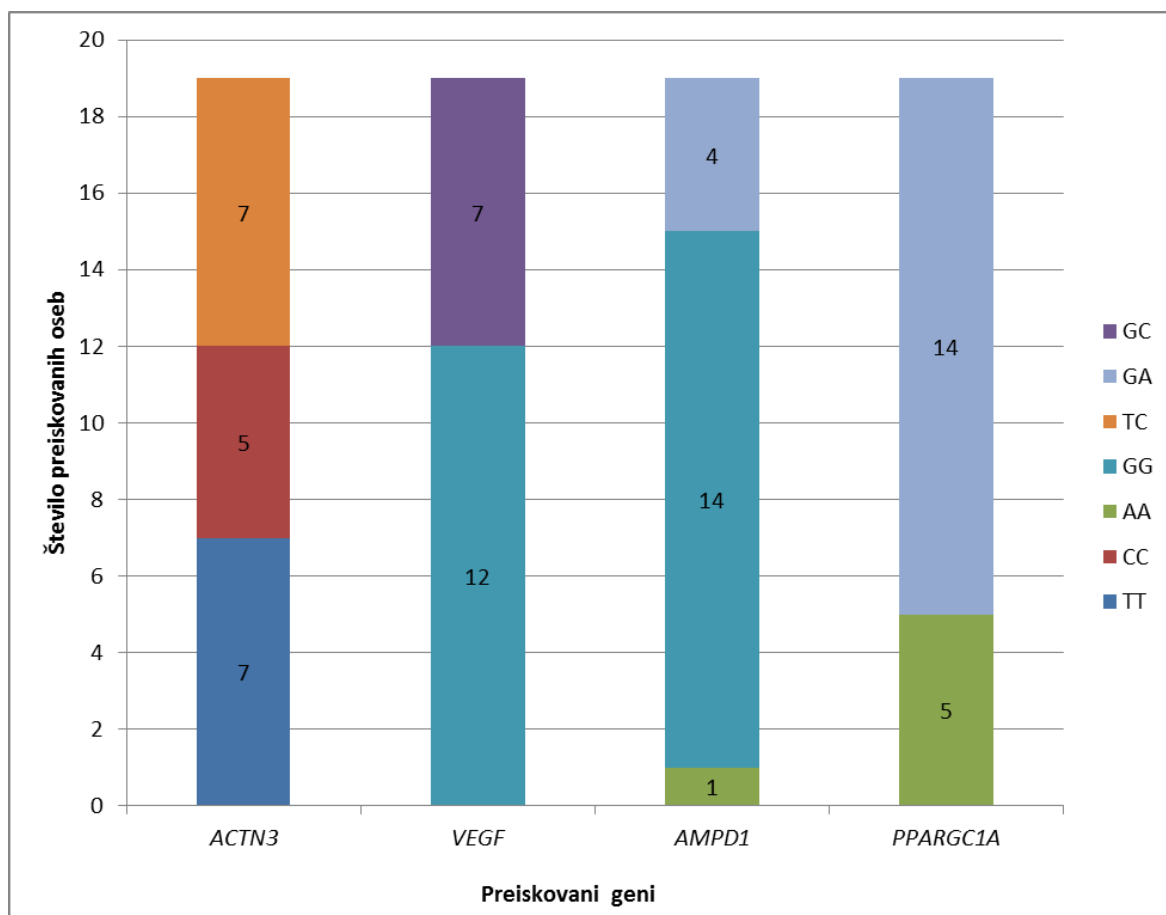
4.3.6 Mišice

V sklopu Mišice smo preiskovali 4 gene, kot je prikazano na sliki 19, ki so povezani z metabolizmom (gen *AMPD1*) in potencialom mišic (*ACTN3*, *VEGF*, *PPARGC1A*).

Gen *AMPD1* katalizira deaminacijo AMP v IMP v mišicah, 18 preiskovanih oseb ima ugoden genotip, le ena preiskovana oseba ima genotip AA, ki je potencialno neugoden.

Ostali trije geni v tem sklopu določajo potencial preiskovanih oseb (kot je prikazano na sliki 8) za vrsto vadbe:

- 31,6 % preiskovanim osebam ustreza aerobna vadba,
- 36,8 % preiskovanim osebam ustreza anaerobna,
- 31,6 % preiskovanim osebam ustreza kombinirana – aerobna in anaerobna vadba.



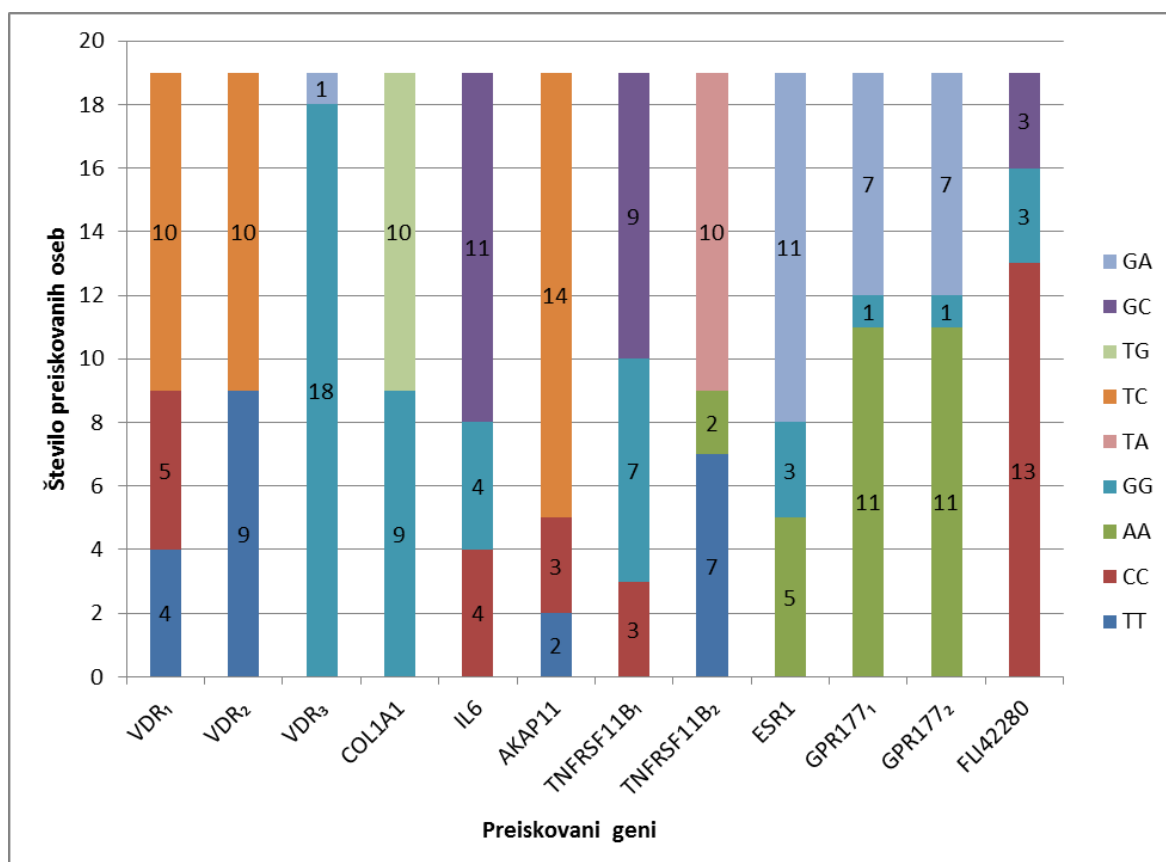
Slika 19: Analiza pojavnosti polimorfizmov na genih v sklopu Mišice (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik)

4.3.7 Kosti

V sklopu Kosti smo analizirali 12 genov povezanih z:

- vlogo pri uravnavanju kalcija v telesu,
- kodiranju kolagena,
- metabolizmom kosti.

Polimorfizme, ki se pojavijo pri posameznih genih, smo prikazali na sliki 20.

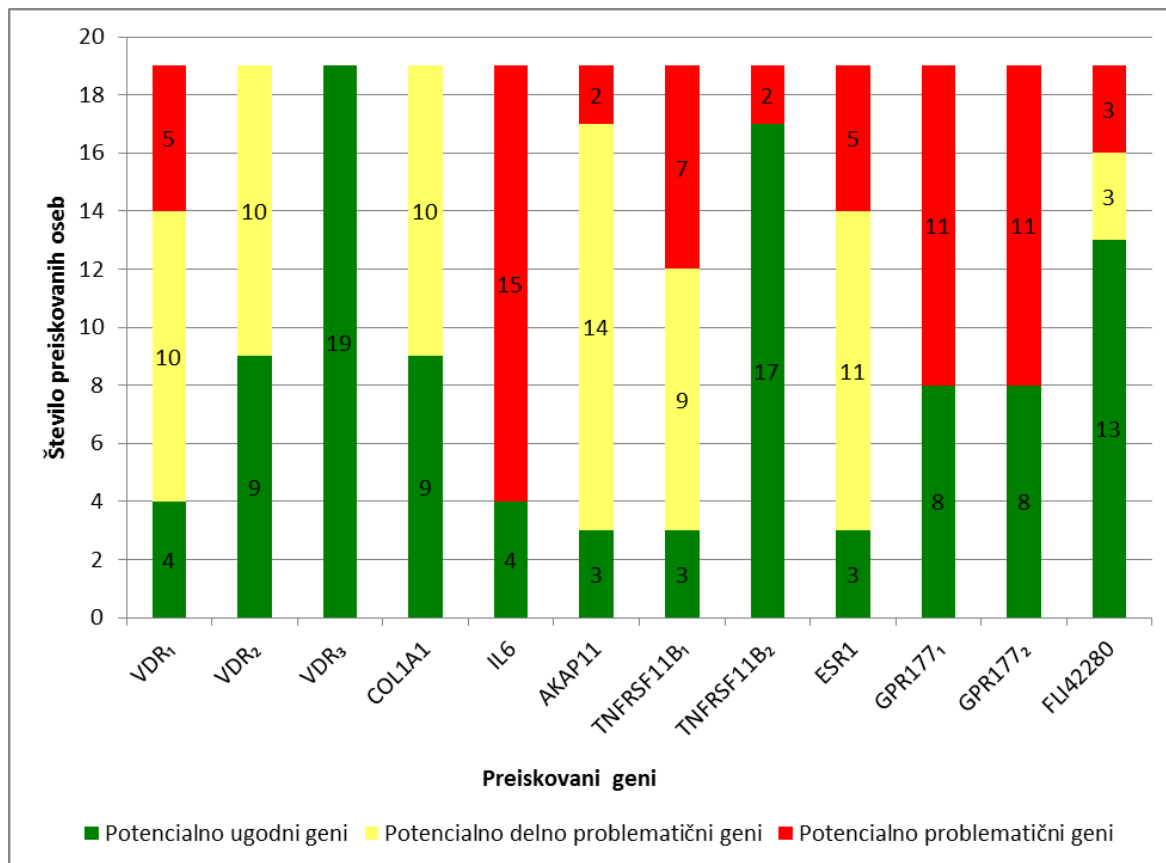


Slika 20: Analiza pojavnosti polimorfizmov na genih v sklopu Kosti (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik)

Vpliv polimorfizmov v preiskovanih genih na preiskovane osebe, smo prikazali na sliki 21. V tem sklopu ima 44 % preiskovanih oseb genske različice, ki so potencialno ugodne, 30 % oseb ima potencialno delno problematične gene ter 26 % pa ima potencialno problematične gene.

S slike 20 razberemo, da ima največ (15) preiskovanih oseb potencialno problematični gen *IL6* ter na dveh mestih v genu *GPR177* (11 preiskovanih oseb), ki je povezan z boleznimi kosti.

Gen *VDR* ima pomembno vlogo pri uravnavanju kalcija v telesu. Na genu *VDR*₁ ima 5 preiskovanih oseb potencialno problematične gene, dočim na mestu v genu *VDR*₃ imajo vsi preiskovanci ugodne gene.



Slika 21: Vpliv polimorfizmov v preiskovanih genih v sklopu Kosti (vir: personalizirani nutrigenomski vodniki LifeGenetics - Genelitik)

4.4 ANALIZA JEDILNIKOV IN HRANIL

4.4.1 Izhodiščni jedilnik

Za preiskovane osebe smo pripravili individualni izhodiščni tedenski jedilnik, ki je povezoval:

- osnovo - standardni jedilnik za pripravo izročka (Priloga B in C) v Termah Krka PE Šmarješke Toplice, ki ga je pripravila Janja Strašek, uni. dipl. inž. živ. tehn.,
- priporočila podjetja Genelitik d.o.o. o vnosu posameznega hranila glede na analizirane gene vsakega posameznika in
- željo preiskovanih oseb, da je bil pripravljen po načelu jedilnika za redukcijo telesne mase.

Pripravljeni jedilniki so bili analizirani s programom Prodi 5.0 Expert.

4.4.2 Dnevni energijski vnos

Na sliki 22 so grafično prikazani rezultati:

- bazalni metabolizem (BM) preiskovanih oseb izračunan v programu Prodi (BM (Prodi) – na grafu zelena pika),
- povprečni dnevni energijski vnos po pripravljenem izhodiščnem tedenskem jedilniku iz poglavja 4.4.1 (Povprečni DEI (jedilnik) – na grafu rdeči stolpec),
- priporočen dnevni energijski vnos po programu Prodi (DEI (Prodi) – na grafu sivi stolpec),
- priporočen dnevni energijski vnos za redukcijo telesne mase po programu Prodi (Priporočen DEI (redukcija) – na grafu črna pika).

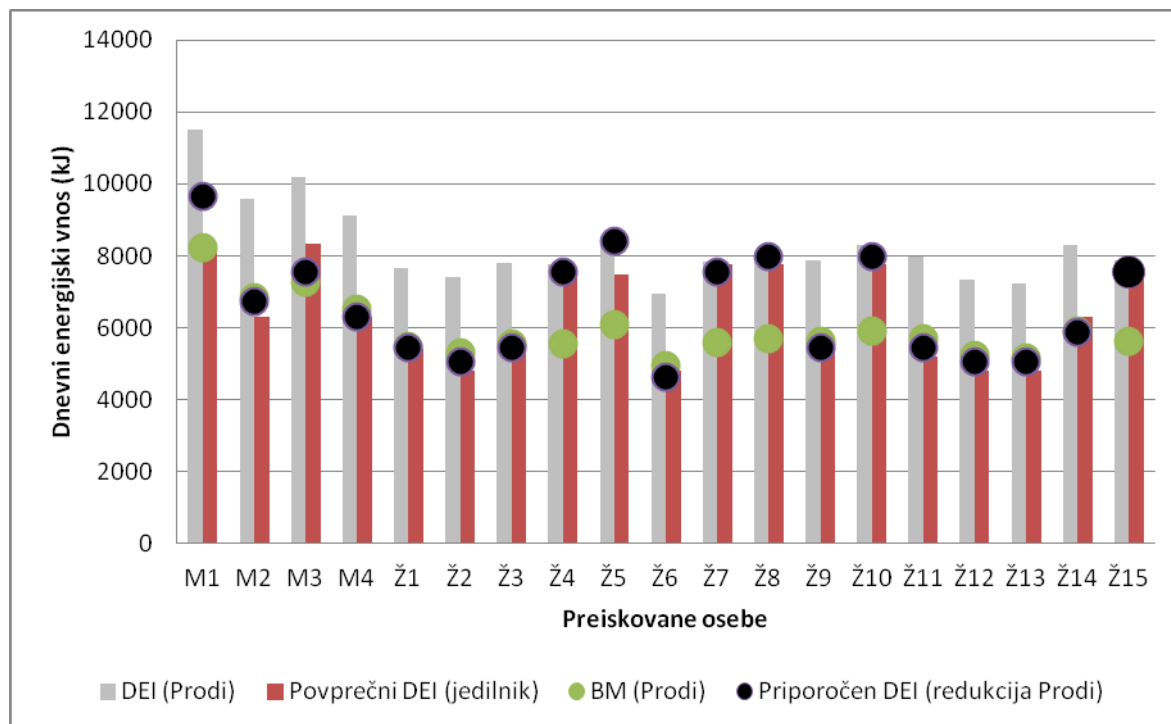
Vseh 19 preiskovancev je prejelo izhodiščni jedilnik z nižjim dnevnim energijskim vnosom, s katerim smo se poskušali čim bolj približati priporočenemu DEI za redukcijo telesne mase, ki smo ga izračunali s programom Prodi.

S slike 22 lahko razberemo, da nam je pri 15 preiskovanih osebah uspelo pripraviti tedenski jedilnik tako, da je kar najbližje priporočenemu DEI za redukcijo telesne mase. V ostalih 4 primerih pa je pri 3 preiskovanih osebah DEI vnesen z jedilnikom nižji od priporočenega DEI za redukcijo telesne mase, pri 1 preiskovani osebi pa je ravno obratno.

V 12 primerih je BM nižji ali enak priporočenemu DEI za redukcijo mase ter v 16 primerih tudi nižji ali enak povprečnemu DEI po jedilniku. V 5 primerih je BM višji od povprečnega DEI po jedilniku.

Od 19 preiskovanih oseb je 6 takih, ki ima skoraj enako potrebo po priporočeni DEI ter priporočeni DEI za redukcijo telesne mase.

Izračunana DEI s programom Prodi ter povprečni DEI vnesen z jedilnikom se skoraj ujemata pri 4 preiskovanih osebah.



Slika 22: Grafični prikaz dnevnih energijskih vnosov in bazalnega metabolizma preiskovancev

4.4.3 Vnos celokupne energije

Na sliki 23 smo prikazali vnos povprečne celokupne energije, ki so jo preiskovane osebe vnesle s pripravljenim izhodiščnim jedilnikom (poglavje 4.4.1).

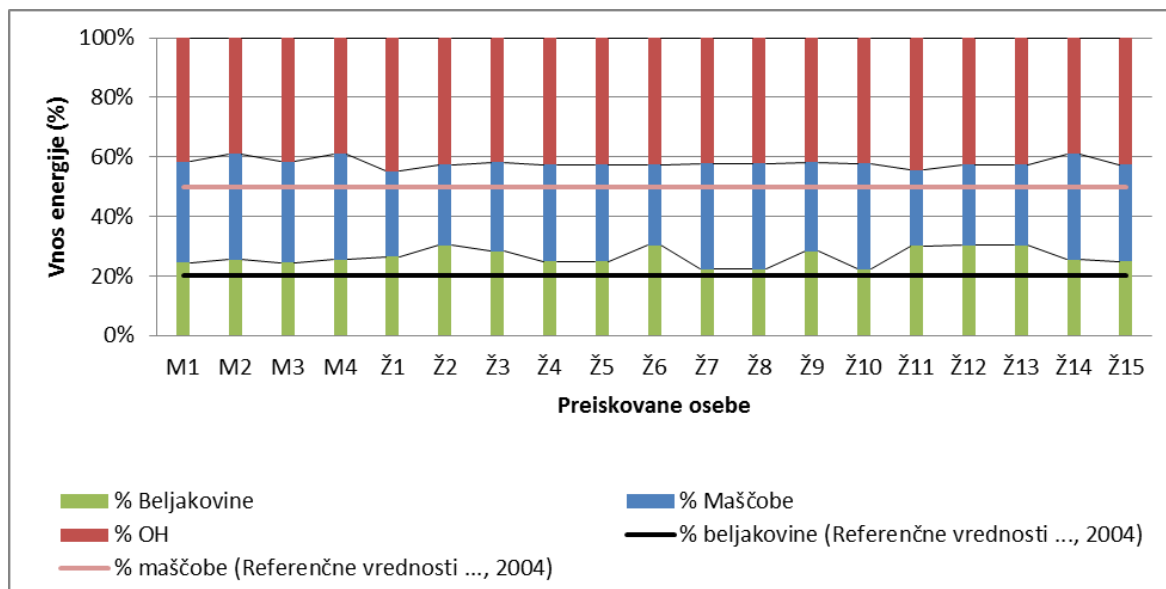
Z grafa razberemo, da je pri vseh preiskovancih vnos beljakovin povečan, največ pri 5 osebah do 30 % skupnega vnosa energije. Povečanje beljakovin pripisujemo vsakodnevni uživanju beljakovinskih živil živalskega kot tudi rastlinskega izvora.

Vnos maščob je rahlo povečan nad 30 % dnevnega vnosa pri 11 preiskovancih, pri ostalih 8 preiskovancih pa je dnevni vnos maščob pod 30 %. Povečanje maščob pripisujemo povečanju dodajanja morskih rib v prehrano 3-krat tedensko.

Zaradi povečanja vnosa maščob in beljakovin sledi zmanjšan vnos ogljikovih hidratov na okoli 40 % dnevnega vnosa.

Na sliki 23 sta umeščeni tudi priporočili o dnevnem vnosu:

- % beljakovine po Referenčnih vrednostih (2004) - črna črta predstavlja priporočeno dnevno količino zaužitih beljakovin (do 20 %),
- % maščobe po Referenčnih vrednostih (2004) - roza črta predstavlja priporočeno dnevno količino zaužitih maščob – do (30 %).



Slika 23: Dnevni vnos povprečne celokupne energije v % pri preiskovanih osebah

4.4.4 Vnos maščob

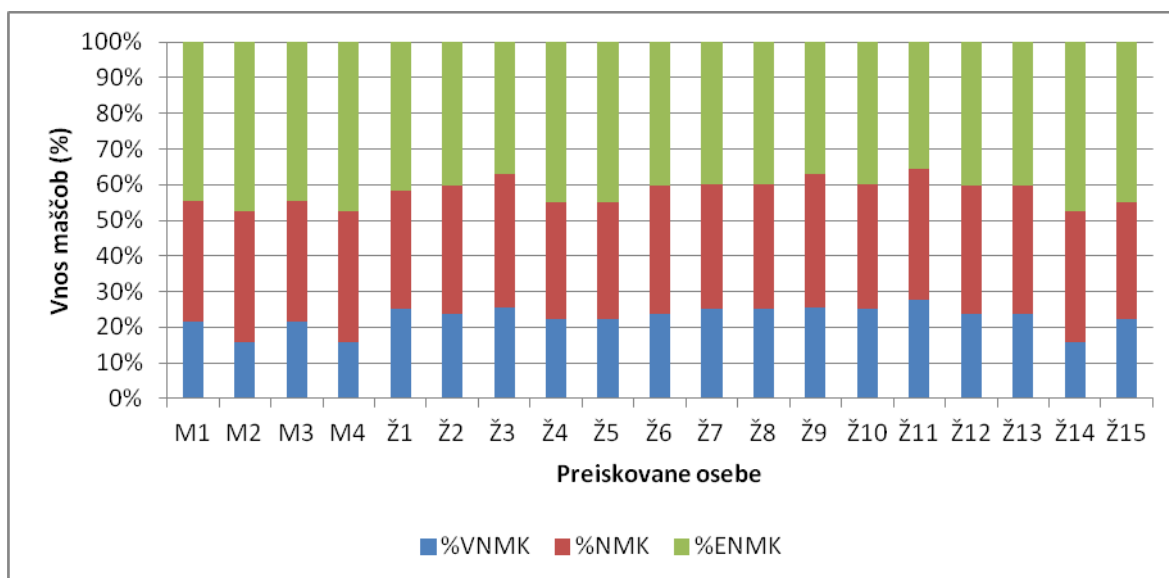
S slike 24 je razvidno, da je vnos maščob razdeljen:

- VNМК okoli 20 %,
- NМК okoli 30 % ter
- ENМК okoli 40 % skupnega vnosa maščob.

Pri celokupnem dnevnem vnosu energije definirana količina maščob zajema:

- okoli 6 % VNМК,
- okoli 9 % NМК in
- okoli 12 % ENМК.

Razen povečane vrednosti ENМК, ki je nastala zaradi večjega vnosa rib in živil z vsebnostjo n - 3 in n - 6 МК, vrednosti ustrezajo priporočilom.



Slika 24: Dnevni vnos maščob v % pri preiskovanih osebah

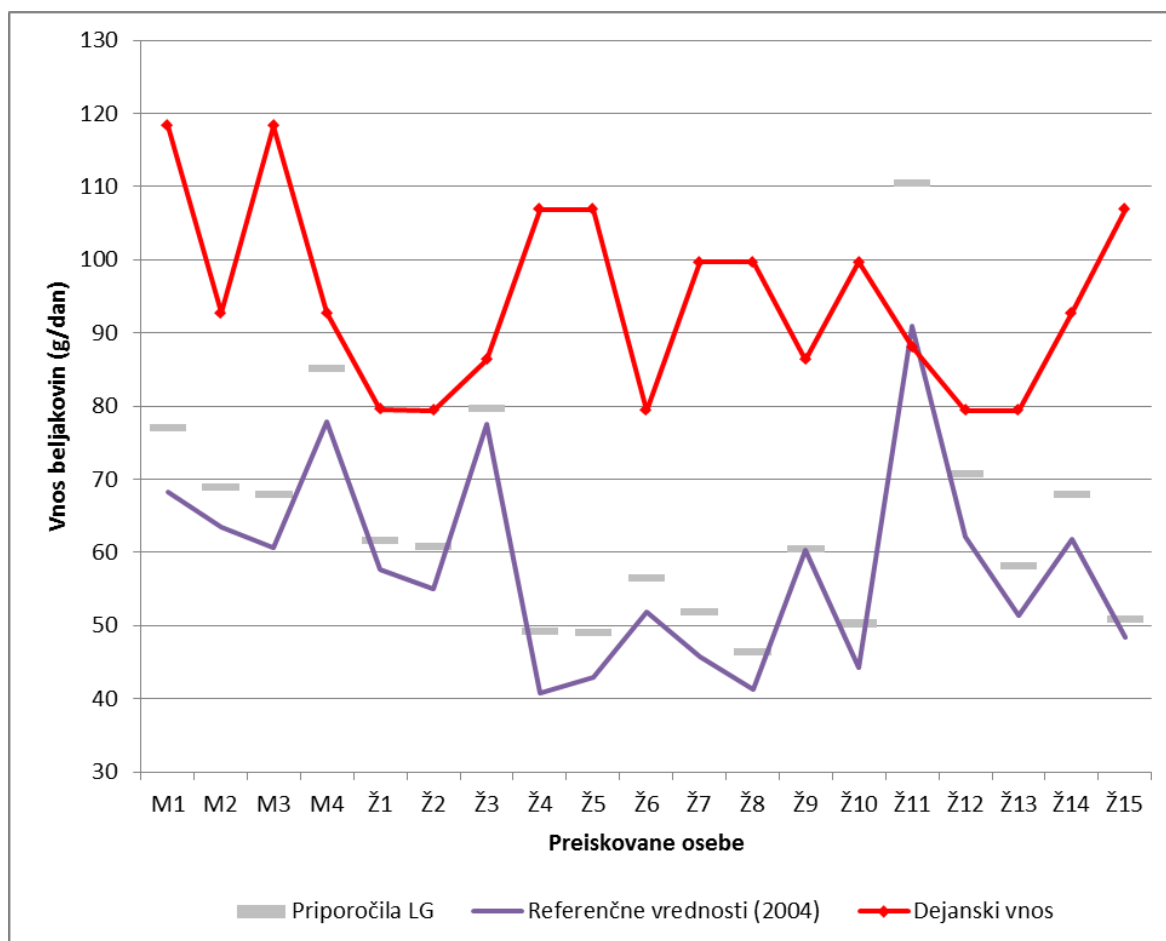
4.4.5 Vnos beljakovin

Pri preiskovanih osebah smo na sliki 25 prikazali:

- povprečni dejanski vnos beljakovin z jedilnikom (dejanski vnos),
- priporočila glede na nutrigenomski izroček LifeGenetics (priporočila LG),
- priporočila po Referenčnih vrednostih (2004), ki znašajo 0,8 g/kg telesne mase preiskovane osebe na dan.

Navezujoč na sliko 37 smo le v 1 primeru vnesli manjšo količino beljakovin, kot je LG priporočilo, v 18 primerih pa je vnos višji. To smo ugotovili že na sliki 23 iz točke 4.4.3. (vnos celokupne energije).

Najvišji priporočen vnos glede na nutrigenomsko analizo LG ima preiskovana oseba Ž11 (110 g/dan), najnižjega pa oseba Ž8 (46 g/dan).



Slika 25: Dnevni vnos beljakovin v g/dan pri preiskovanih osebah
Priporočila LG –prejeta personalizirana priporočila za vnos hranil, pripravljena na podlagi nutrigenomske analize (Nutrigenomski vodnik LifeGenetics)

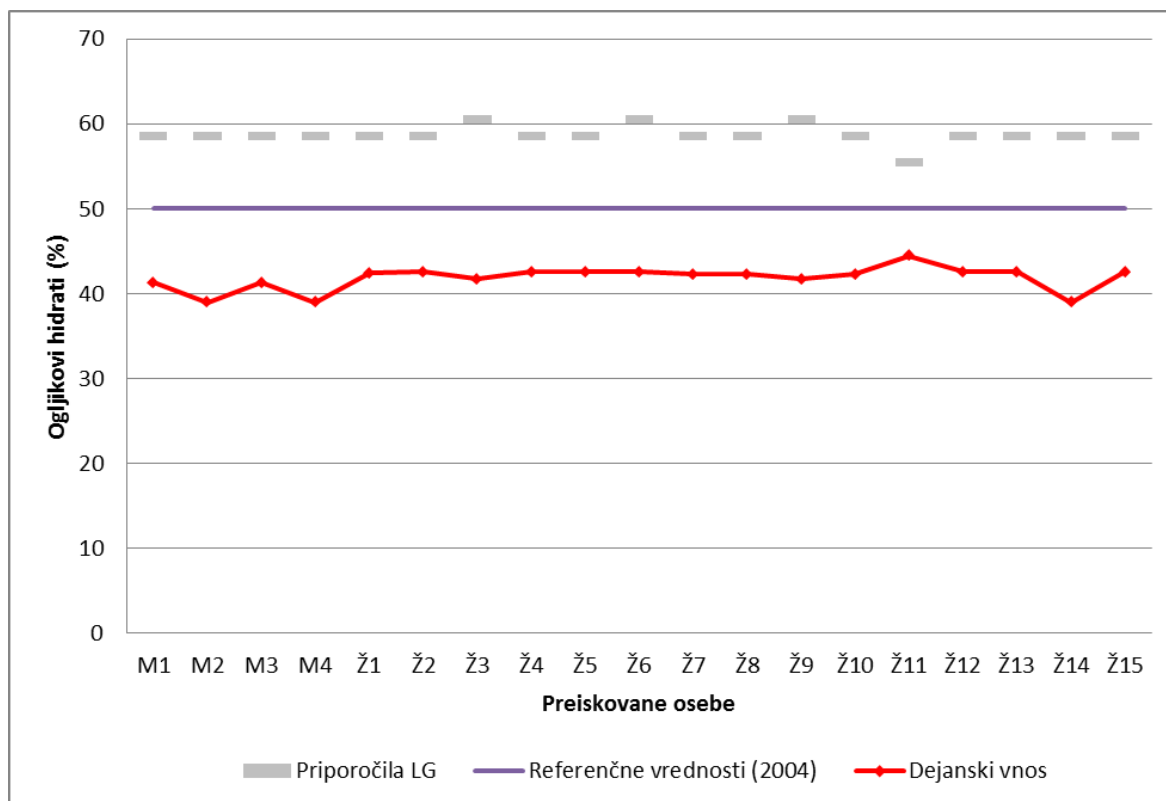
4.4.6 Vnos ogljikovih hidratov

Prikaz na sliki 26 zajema preiskovane osebe in njihove rezultate:

- povprečni dejanski vnos ogljikovih hidratov z jedilnikom (dejanski vnos),
- priporočila glede na nutrigenomski izroček LifeGenetics (priporočila LG),
- priporočila po Referenčnih vrednostih (2004), ki znašajo >50 % celokupnega dnevnega energijskega vnosa.

S slike 26 razberemo, da so vsi preiskovanci z jedilnikom vnesli prenizko količino ogljikovih hidratov, kot jih predvidevajo priporočila nutrigenomske analize LG. To smo ugotovili tudi že na sliki 23 iz točke 4.4.3 (vnos celokupne energije).

Najnižji priporočen vnos glede na nutrigenomsko analizo ima preiskovana oseba Ž11 (55 %), najvišjega pa osebe Ž3, Ž6 in Ž8 (60 %).



Slika 26: Dnevni vnos ogljikovih hidratov v % pri preiskovanih osebah

Priporočila LG –prejeta personalizirana priporočila za vnos hranil, pripravljena na podlagi nutrigenomske analize (Nutrigenomski vodnik LifeGenetics)

4.4.7 Vnos kalcija

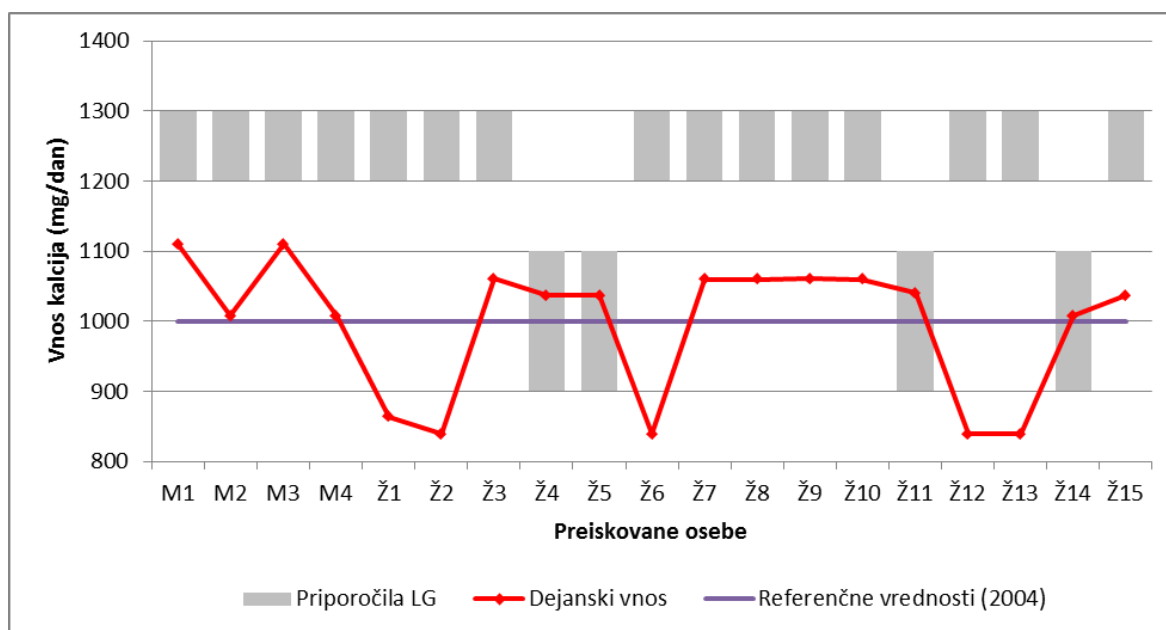
Rezultati vnosa kalcija za preiskovane osebe so prikazani na sliki 27. Prikazujejo:

- povprečni dejanski vnos kalcija z jedilnikom (dejanski vnos),
- priporočila glede na nutrigenomski izroček LifeGenetics (priporočila LG) ter
- priporočila po Referenčnih vrednostih (2004), ki znaša 1000 mg/dan.

S slike razberemo, da je bil v 15 primerih dejanski vnos kalcija prenizek napram zahtevam nutrigenomske analize (ki znaša za vseh 15 oseb med 1200-1300 mg/dan).

V 5 primerih analize jedilnikov preiskovanih oseb pa je bil vnos kalcija nižji tudi od priporočil Referenčnih vrednosti (2004).

Pri 4 preiskovanih osebah pa smo z dejanskim vnosom kalcija zadostili tako priporočilom LG (ki se je gibalo med 900-1100 mg/dan), kot tudi priporočilom Referenčnih vrednosti (2004), ki so 1000 mg/dan.



Slika 27: Dnevni vnos kalcija v mg pri preiskovanih osebah

Priporočila LG –prejeta personalizirana priporočila za vnos hranil, pripravljena na podlagi nutrigenomske analize (Nutrigenomski vodnik LifeGenetics)

4.4.8 Vnos vitamina D

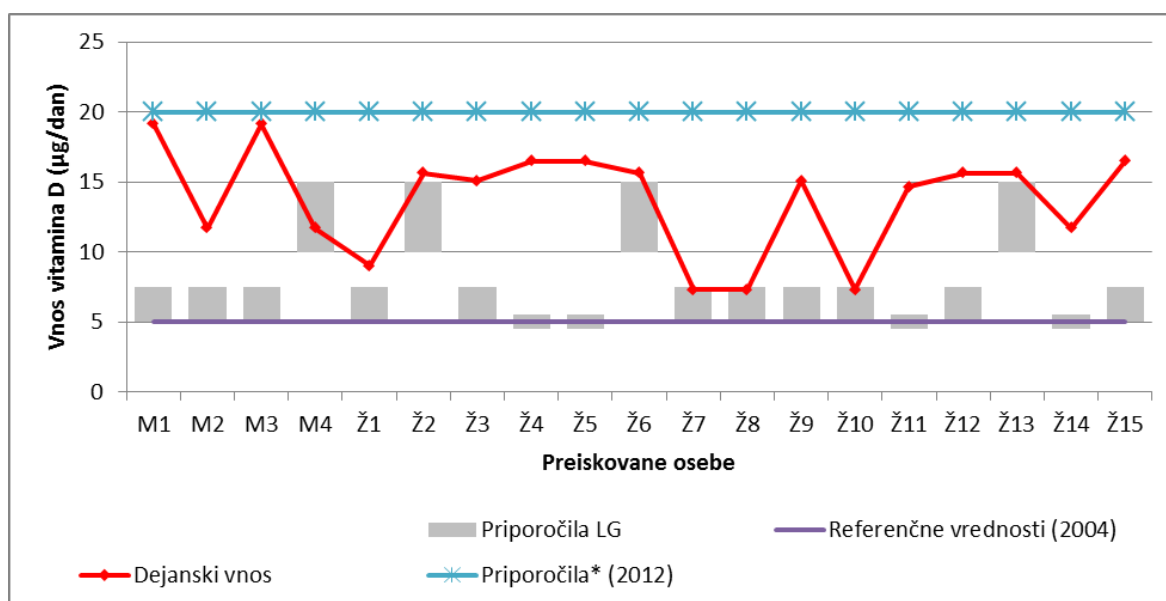
Na sliki 28 so za preiskovane osebe prikazani:

- povprečni dejanski vnos vitamina D z jedilnikom (dejanski vnos),
- priporočila glede na nutrigenomski izroček LifeGenetics (priporočila LG),
- priporočila po Referenčnih vrednostih (2004), ki znaša 5 µg/dan ter
- novejša priporočila German nutrition society (2012), ki še niso bila vnesena v Referenčne vrednosti (2004) in znašajo 20 µg/dan.

Dejanski vnos vitamina D je v vseh primerih višji od priporočil Referenčnih vrednosti (2004). V 15 primerih je dejanski vnos tudi večji od priporočil LG, pri 4 preiskovanih osebah pa je v meji priporočil LG.

Na sliki tudi razberemo, da preiskovane osebe M4, Ž2, Ž6 in Ž13 glede na priporočila LG potrebujejo višji vnos vitamina D (ki se giblje med 10 – 15 µg/dan), katerega smo z dejanskim vnosom zagotovili.

Novo priporočilo referenčne vrednosti za vitamin D (German nutrition society, 2012) je 20 µg/dan. Po tej zahtevi s pripravljenim jedilnikom ne zadostimo pri nobeni preiskovani osebi začrtanih potreb.



Slika 28: Dnevni vnos vitamina D v µg pri preiskovanih osebah

Priporočila* (2012) – nove referenčne vrednosti za vitamin D povzete po German nutrition society (2012)
Priporočila LG –prejeta personalizirana priporočila za vnos hranil, pripravljena na podlagi nutrigenomske analize (Nutrigenomski vodnik LifeGenetics)

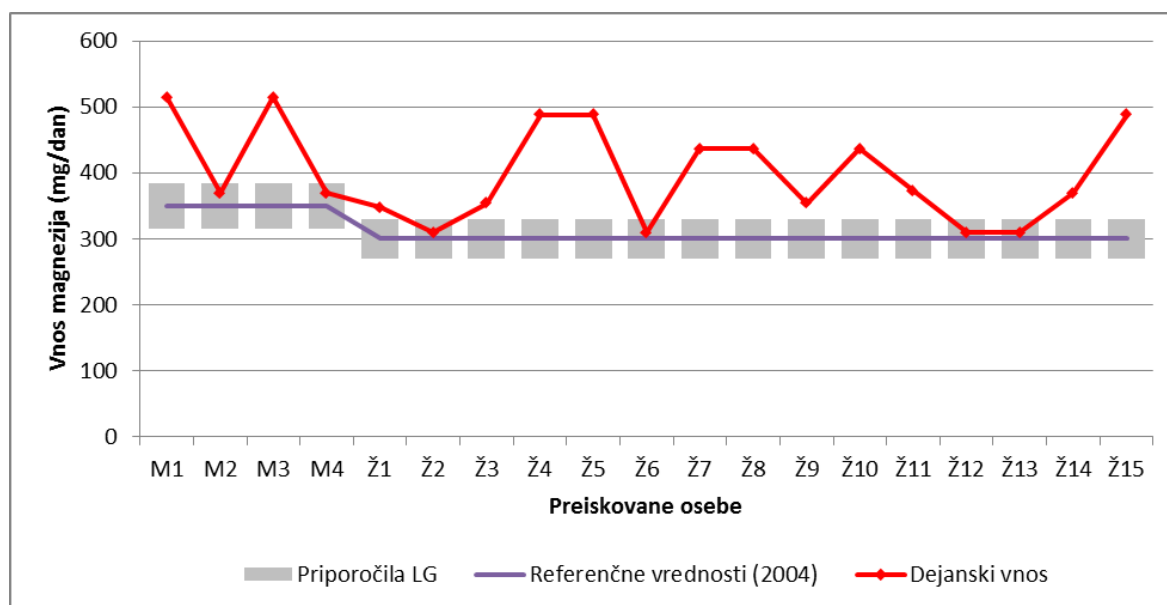
4.4.9 Vnos magnezija

Prikaz slike 29 vsebuje:

- povprečni dejanski vnos magnezija z jedilnikom (dejanski vnos) za preiskovane osebe,
- priporočila glede na nutrigenomski izroček LifeGenetics (priporočila LG) za preiskovane osebe ter
- priporočila po Referenčnih vrednostih (2004), ki znaša za odrasle moške 350 mg/dan, za odrasle ženske pa 300 mg/dan.

S slike razberemo, da v 6 primerih dejanski vnos magnezija zadošča zahtevam nutrigenomske analize (pri moških preiskovancih med 315 - 385 mg/ dan; pri ženskih preiskovankah med 270-330 mg/dan), pri ostalih preiskovancih pa je dejanski vnos magnezija večji od nutrigenomskih zahtev.

Dejanski vnos magnezija s pripravljenim jedilnikom je pri vseh preiskovanih osebah tudi višji od priporočil Referenčnih vrednosti (2004).



Slika 29: Dnevni vnos magnezija v mg pri preiskovanih osebah

Priporočila LG –prejeta personalizirana priporočila za vnos hranil, pripravljena na podlagi nutrigenomske analize (Nutrigenomski vodnik LifeGenetics)

4.4.10 Vnos vitamina B6

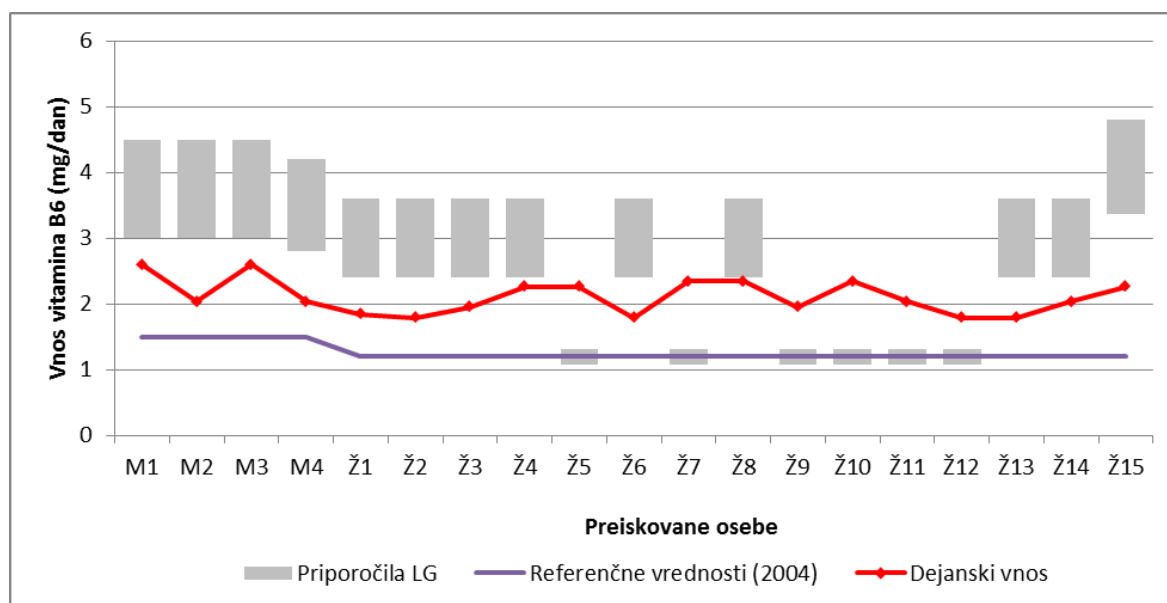
Na sliki 30 so za preiskovane osebe prikazani:

- povprečni dejanski vnos vitamina B6 z jedilnikom (dejanski vnos),
- priporočila glede na nutrigenomski izroček LifeGenetics (priporočila LG) ter
- priporočila po Referenčnih vrednostih (2004), ki znaša za odrasle moške 1,5 mg/dan, za odrasle ženske pa 1,2 mg/dan.

S slike razberemo, da je dejanski vnos vitamina B6 je v 6 primerih vnos večji od priporočil LG ter tudi višji od Referenčnih vrednosti (2004).

Pri vseh ostalih preiskovancih pa je vnos vitamina B6 sicer večji od Referenčnih vrednosti (2004), vendar nižji od nutrigenomskih priporočil LG (pri preiskovanih osebah Ž4 in Ž8 pa se zelo približamo spodnji meji LG priporočil 2,4 mg/dan).

Preiskovana oseba Ž15 izstopa s priporočilom LG, ki je med 3,5 – 4,5 mg/dan.



Slika 30: Dnevni vnos vitamina B6 v mg pri preiskovanih osebah
Priporočila LG –prejeta personalizirana priporočila za vnos hranil, pripravljena na podlagi nutrigenomske analize (Nutrigenomski vodnik LifeGenetics)

4.4.11 Vnos folne kisline

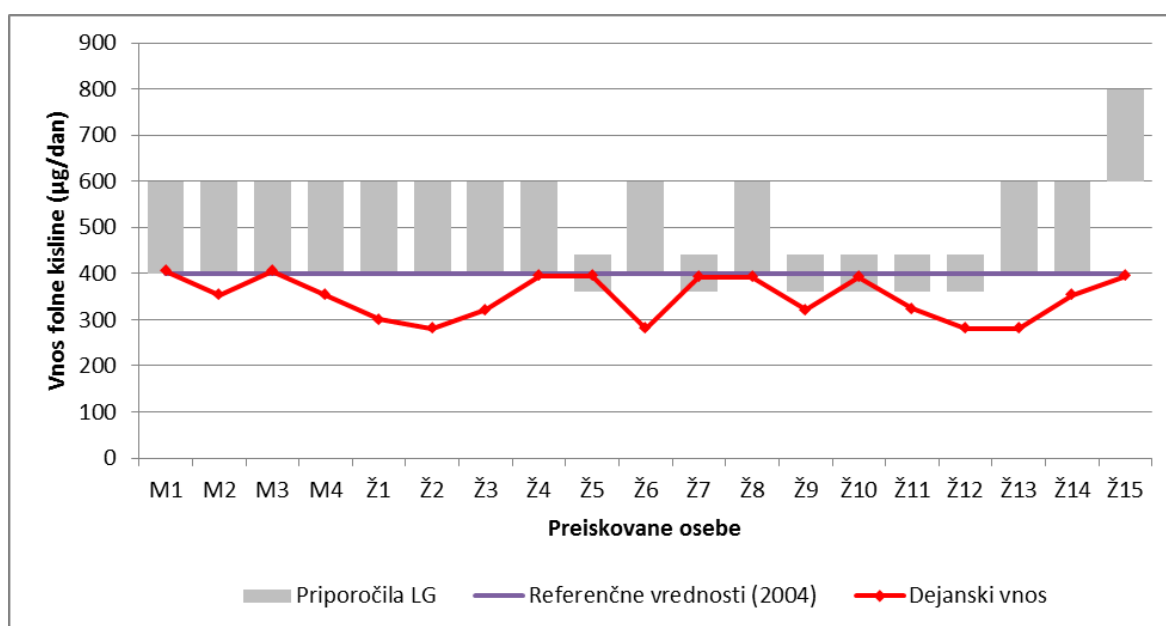
Za preiskovane osebe so na sliki 31 prikazani:

- povprečni dejanski vnos folne kisline z jedilnikom (dejanski vnos),
- priporočila glede na nutrigenomski izroček LifeGenetics (priporočila LG) ter
- priporočila po Referenčnih vrednostih (2004), ki znaša 400 µg/dan.

S slike izhajajoč vidimo, da smo z izhodiščnim jedilnikom pri 7 preiskovanih osebah zadovoljili vnos folne kisline tako priporočilom LG, kot tudi priporočilom Referenčnih vrednosti (2004), od katerih smo v 4 primerih vnos folne kisline z dejanskim vnosom na spodnji meji potreb nutrigenomske analize.

Ostalih 12 preiskovancev pa z jedilnikom ni vneslo zadostno količino folne kisline, tako po zahtevi nutrigenomske analize, kot tudi po priporočilih Referenčnih vrednosti (2004).

Za preiskovano osebo Ž15 s slike vidimo, da ima najvišji priporočen vnos po LG priporočilu, in sicer med 600 – 800 µg folne kisline na dan.



Slika 31: Dnevni vnos folne kisline v µg pri preiskovanih osebah

Priporočila LG –prejeta personalizirana priporočila za vnos hranil, pripravljena na podlagi nutrigenomske analize (Nutrigenomski vodnik LifeGenetics)

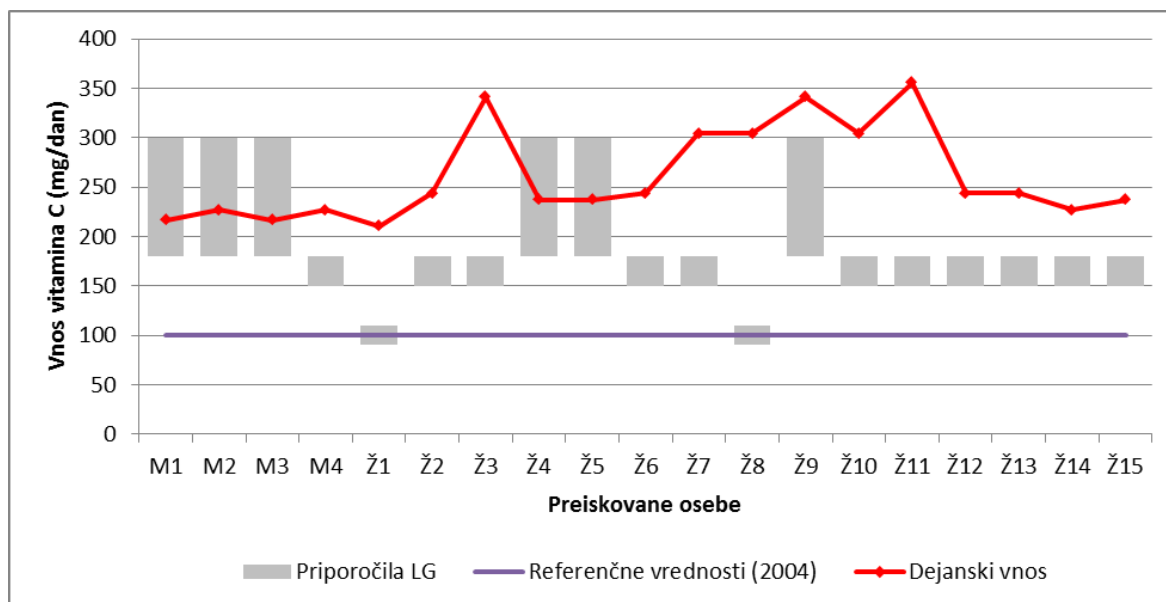
4.4.12 Vnos vitamina C

Za preiskovane osebe smo prikazali na sliki 32 naslednje:

- povprečni dejanski vnos vitamina C z jedilnikom (dejanski vnos),
- priporočila glede na nutrigenomski izroček LifeGenetics (priporočila LG) ter
- priporočila po Referenčnih vrednostih (2004), ki znaša 100 mg/dan.

Glede na grafični prikaz slike 32 vidimo, da je dejanski vnos vitamina C pri vseh preiskovanih osebah višji od Referenčnih vrednosti (2004). Pri 5 preiskovanih osebah smo z jedilnikom vnesli ravno toliko, kot je LG priporočilo, pri ostalih 14, pa je bil dejanski vnos tudi višji od LG priporočil.

Nutrigenomska analiza priporoča povišan vnos vitamina C med 180 – 300 mg/dan v 6 primerih, pri M1, M2, M3, Ž4, Ž5 ter Ž9.



Slika 32: Dnevni vnos vitamina C v mg pri preiskovanih osebah

Priporočila LG –prejeta personalizirana priporočila za vnos hranil, pripravljena na podlagi nutrigenomske analize (Nutrigenomski vodnik LifeGenetics)

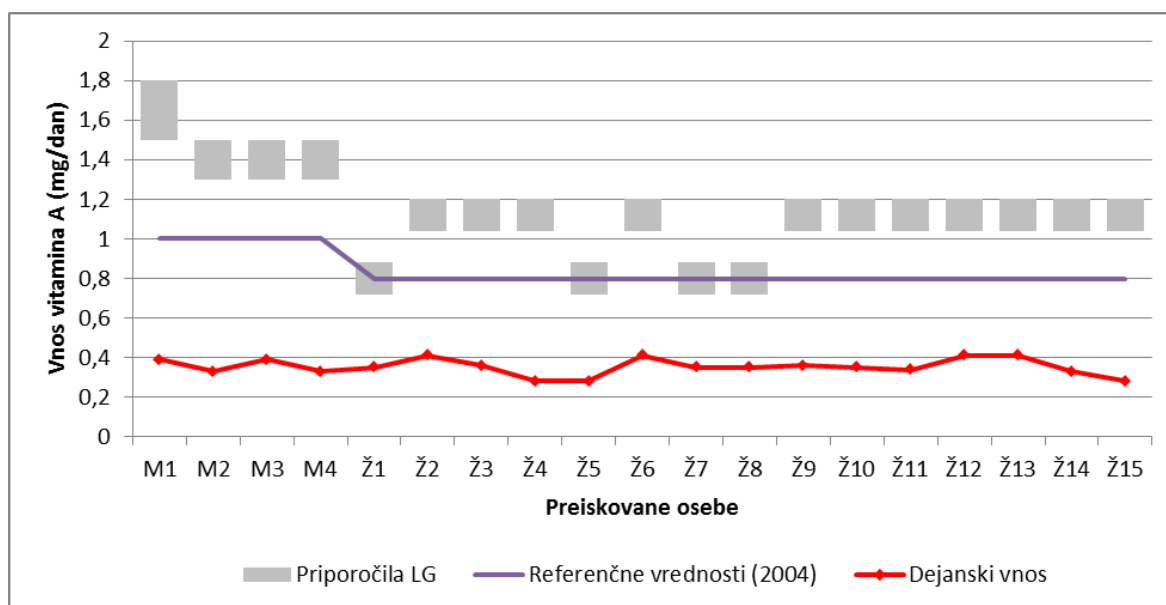
4.4.13 Vnos vitamina A

Na sliki 33 smo za preiskovane osebe prikazali:

- povprečni dejanski vnos vitamina A z jedilnikom (dejanski vnos),
- priporočila glede na nutrigenomski izroček LifeGenetics (priporočila LG) ter
- priporočila po Referenčnih vrednostih (2004), ki znaša za moške 1mg/dan, za ženske pa 0,8 mg/dan.

S slike je vidno, da s pripravljenim jedilnikom v nobenem primeru nismo zadovoljili priporočenih potreb po vitaminu A. Torej nismo ugodili niti priporočilom nutrigenomske analize, niti priporočilom Referenčnih vrednosti (2004). V tem primeru imamo na voljo spremembo izhodiščnega jedilnika ali dodajanje vitamina A z ustreznimi vitaminskimi dopolnili.

Pri 4 preiskovanih osebah so priporočila LG enaka Referenčnim vrednostim (2004). Ostalih 15 oseb ima priporočen vnos vitamina A, glede na nutrigenomsko analizo, povišan, največ oseba M1 med 1,5 – 1,8 mg/dan.



Slika 33: Dnevni vnos vitamina A v mg pri preiskovanih osebah

Priporočila LG –prejeta personalizirana priporočila za vnos hranil, pripravljena na podlagi nutrigenomske analize (Nutrigenomski vodnik LifeGenetics)

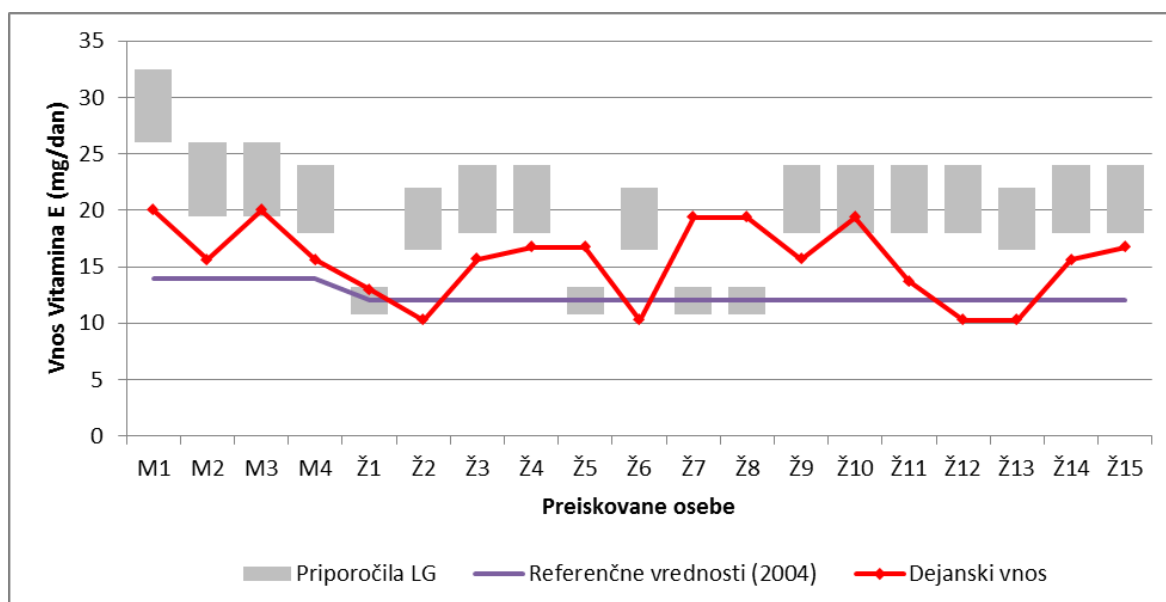
4.4.14 Vnos vitamina E

Na sliki 34 so za preiskovane osebe prikazani naslednji rezultati:

- povprečni dejanski vnos vitamina E z jedilnikom (dejanski vnos),
- priporočila glede na nutrigenomski izroček LifeGenetics (priporočila LG) ter
- priporočila po Referenčnih vrednostih (2004), ki znaša za odrasle moške 14 mg/dan, za odrasle ženske pa 12 mg/dan.

S slike 34 razberemo, da smo v 3 primerih dejansko vnesli takšno količino vitamina E, kot ga tudi priporoča nutrigenomska analiza. Pri ostalih 15 preiskovancih nismo dosegli zahtev nutrigenomskih priporočil, od tega v 4 primerih nismo dosegli niti Referenčnih vrednosti (2004) za vnos vitamina E.

Tudi tu vidimo najvišje LG priporočilo (med 26 – 32,5 mg/dan) pri preiskovani osebi M1.



Slika 34: Dnevni vnos vitamina E v mg pri preiskovanih osebah

Priporočila LG –prejeta personalizirana priporočila za vnos hranil, pripravljena na podlagi nutrigenomske analize (Nutrigenomski vodnik LifeGenetics)

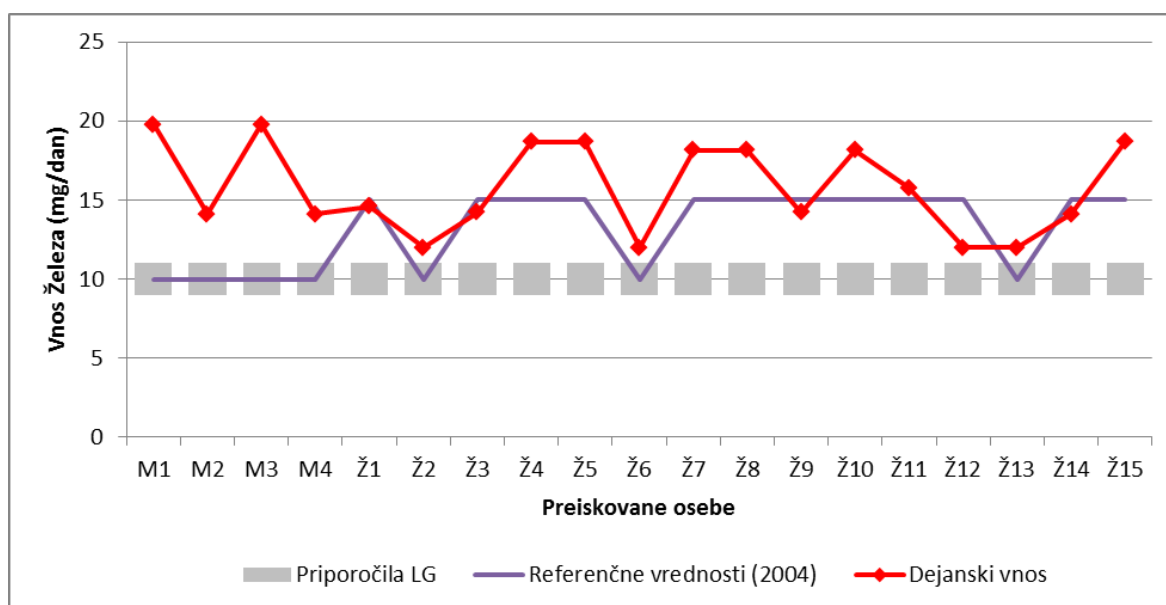
4.4.15 Vnos železa

Priporočene vnose železa ter dejanski vnos železa po pripravljenem jedilniku smo prikazali na sliki 35, in sicer:

- povprečni dejanski vnos železa z jedilnikom (dejanski vnos),
- priporočila glede na nutrigenomski izroček LifeGenetics (priporočila LG) ter
- priporočila po Referenčnih vrednostih (2004), ki znaša za odrasle moške in ženske (v meni) 10 mg/dan, za ženske (ki imajo menstruacijo) pa 15 mg/dan.

Na sliki 35 vidimo, da smo pri vseh preiskovancih dejansko vnesli več železa, kot so postavljena LG priporočila. Pri 4 preiskovanih osebah smo dejansko vnesli manj železa, pri 1 osebi pa ravno toliko kot predvidevajo Referenčne vrednosti (2004).

Pri 3 od preiskovank, ki so imele redno menstruacijo, nismo z dejanskim vnosom zadostili potrebam po železu glede na priporočila Referenčnih vrednosti (2004).



Slika 35: Dnevni vnos železa v mg pri preiskovanih osebah

Priporočila LG –prejeta personalizirana priporočila za vnos hranil, pripravljena na podlagi nutrigenomske analize (Nutrigenomski vodnik LifeGenetics)

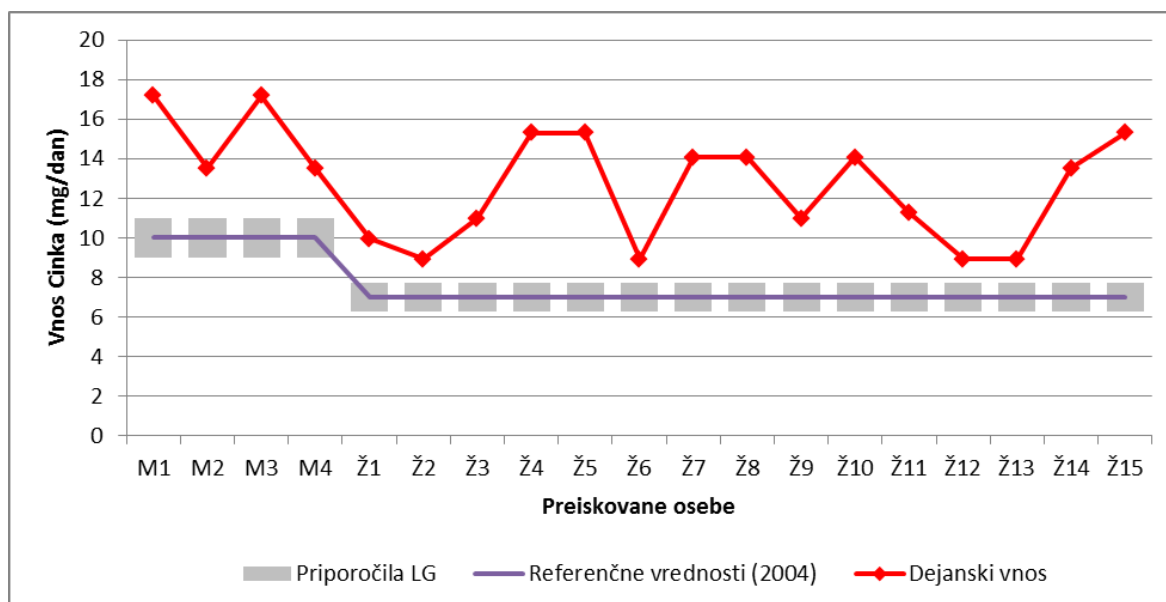
4.4.16 Vnos cinka

Na sliki 36 so za preiskovane osebe prikazani:

- povprečni dejanski vnos cinka z jedilnikom (dejanski vnos),
- priporočila glede na nutrigenomski izroček LifeGenetics (priporočila LG),
- priporočila po Referenčnih vrednostih (2004), ki znašajo za moške 10 mg/dan, za ženske pa 7 mg/dan.

Izhajajoč s slike 36 vidimo, da smo pri vseh preiskovanih osebah z dejanskim vnosom cinka:

- presegli priporočila, tako LG kot tudi Referenčnih vrednosti (2004).



Slika 36: Dnevni vnos cinka v mg pri preiskovanih osebah
Priporočila LG –prejeta personalizirana priporočila za vnos hranil, pripravljena na podlagi nutrigenomske analize (Nutrigenomski vodnik LifeGenetics)

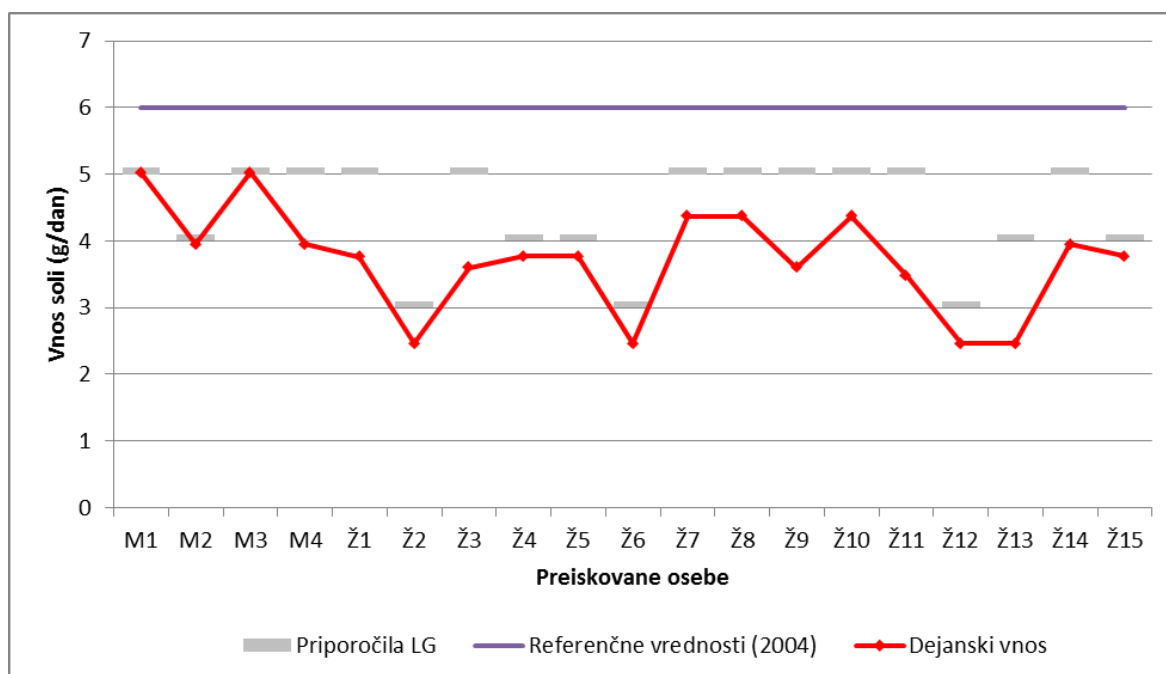
4.4.17 Vnos soli

Na sliki 37 so za preiskovane osebe prikazani:

- povprečni dejanski vnos soli z jedilnikom (dejanski vnos),
- priporočila glede na nutrigenomski izroček LifeGenetics (priporočila LG),
- priporočila po Referenčnih vrednostih (2004), ki znašajo do 6 g/dan.

Kot je prikazano na sliki 37, smo z jedilnikom v 17 primerih vnesli manj soli kot so LG priporočila, le v 2 primerih smo vnesli točno 5 g/dan.

Zgornja meja povzeta po Referenčnih vrednostih (2004) ni bila dosežena, saj so vse preiskovane osebe imele dejanski vnos soli nižji od 5 g/dan.



Slika 37: Dnevni vnos soli v g pri preiskovanih osebah

Priporočila LG –prejeta personalizirana priporočila za vnos hranil, pripravljena na podlagi nutrigenomske analize (Nutrigenomski vodnik LifeGenetics)

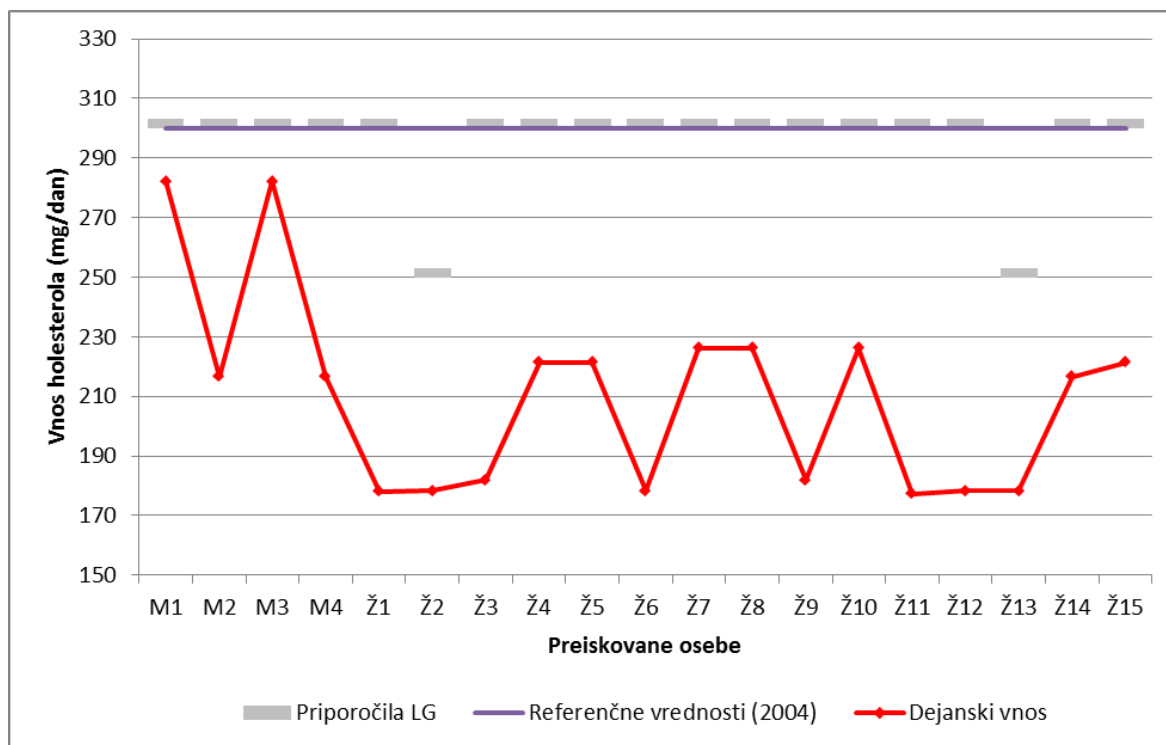
4.4.18 Vnos holesterola

Na sliki 38 so za preiskovane osebe prikazani:

- povprečni dejanski vnos holesterola z jedilnikom (dejanski vnos),
- priporočila glede na nutrigenomski izroček LifeGenetics (priporočila LG),
- priporočila po Referenčnih vrednostih (2004), ki znašajo do 300 mg/dan.

Iz grafičnega prikaza razberemo, da smo pri vseh preiskovancih s pripravljenim jedilnikom vnesli nižjo količino holesterola, kot ga predvideva LG priporočilo ter tudi nižjo količino, kot ga predvidevajo Referenčne vrednosti (2004), to je količina, ki je še primerna, zdravstveno ustrezna in ne pomeni tveganja za zdravje.

Na sliki vidimo tudi dve osebi Ž2 in Ž13, pri katerih priporočila LG predvidevajo nižjo priporočeno vrednost vnosa holesterola, in sicer 250 mg/dan.



Slika 38: Dnevni vnos holesterola v mg pri preiskovanih osebah
Priporočila LG –prejeta personalizirana priporočila za vnos hranil, pripravljena na podlagi nutrigenomske analize (Nutrigenomski vodnik LifeGenetics)

5 RAZPRAVA

Namen naloge je bil, na podlagi prejete nutrigenomske analize posameznika in prehranskih usmeritev iz strani podjetja Genelitik d.o.o., pripraviti izhodiščni tedenski jedilnik. Ta jedilnik smo analizirali s programom Prodi 5.0 Expert in pripravili prikaz dejanskega vnosa hranil po pripravljenem jedilniku. Pričakujemo, da bo pripravljena naloga v pomoč pri pripravi in izvajanju programa VitaGen v Termah Krka Šmarješke Toplice.

V raziskavi je prostovoljno sodelovalo 19 preiskovancev, 16 jih je prihajalo iz jugovzhodne regije Slovenije, 3 pa iz osrednje slovenske regije. 15 preiskovanih oseb je bilo ženskega spola s povprečno starostjo 42,8 let, 4 so bili moški s povprečno starostjo 43 let.

Pri preiskovanih osebah smo izvedli gensko analizo točno določenih genov, anketo o vnosu hranil in prehranskih navadah ter antropometrično analizo.

Iz rezultatov ankete o vnosu hranil in prehranskih navadah prikazanih na sliki 5 so preiskovane osebe menile, da v 17 % nimajo močnih las, 33 % oseb nima krepkih nohtov, le 17 % oseb je zadovoljno s svojo kožo. Od celotne skupine preiskovanih oseb čuti lakoto čez cel dan 34 %. Podatek, ki je zaskrbljujoč je, da ima težavo z redno prebavo kar 45 % oseb. Razberemo tudi, da težava lahko izvira tudi iz dejstva, da tretjina preiskovancev spije dnevno le 1,5 l tekočine, slaščice so dnevno na jedilniku pri petini preiskovancev in kar 22 % oseb ni športno aktivnih, 33 % pa jih je le enkrat tedensko.

Iz rezultatov ankete o vnosu hranil in prehranskih navadah prikazanih na sliki 6 smo ugotovili v primerjavi z opravljeno raziskavo Prehrabene navade odraslih prebivalcev Slovenije z vidika varovanja zdravja, iz leta 2009, naslednje:

- 72 % vsakodnevno uživa vsaj glavne (3) dnevne obroke, kar je napram opravljeni raziskavi v poglavju Periodičnost uživanja obrokov (Gabrijelčič Blenkuš, 2009) le 40 % in je v naši anketi za 32 % višje;
- čas uživanja večerje je tako v naši anketi, kot tudi pri raziskavi v poglavju Periodičnost uživanja obrokov (Gabrijelčič Blenkuš, 2009) najpogostejši med 19. – 20. uro (27,2 %). Preiskovane osebe so v naši anketi odgovorile, da vsak dan večerjajo po 19. uri v 17 %, šestkrat na teden se tega časa drži 11 %, petkrat na teden pa 22 % preiskovanih oseb;
- pogostost uživanja probiotičnega napitka oz. jogurta pri preiskovanih osebah vsak dan uživa 17 %, najpogosteje – 22 % pa enkrat tedensko. Tudi v tej točki smo blizu rezultatom raziskave, kjer v poglavju Pogostost uživanja živil (Koch in Kostajevc, 2009) prikazujejo, da enkrat tedensko uživa jogurte 14 %, vsak dan pa 19,1 % oseb;
- redno uživanje sadja (3 kose sadja na dan) vsak dan v tednu zaužije 17 % preiskovanih oseb. V raziskavi v poglavju Pogostost uživanja živil (Koch in Kostajevc, 2009) sta najpogosteje uporabljeno sadje jabolko (32,3 %) in banana (11,9 %) uživana 1-2x na dan;

- redno uživanje zelenjave (3 kose na dan) vsak dan v tednu zaužije 44 % preiskovanih oseb. V raziskavi v poglavju Pogostost uživanja živil (Koch in Kostajevc, 2009) so najpogostejše uporabljena zelenjava 1-2x na dan različna zelena solata (30,3 %), čebula (30,6 %) in česen (29,7 %). Iz rezultatov vidimo, da preiskovane osebe v vsakodnevni jedilnik bolj redno vključujejo zelenjavo kot sadje;
- 39 % preiskovanih oseb uživa ribe enkrat tedensko, v Raziskavi poglavju Pogostost uživanja živil (Koch in Kostajevc, 2009), pa je ta odstotek malo nižji – 33,2 %, dočim kar 28 % preiskovanih oseb rib ne je, med slovensko populacijo pa je malo nižji odstotek - 12,1 % takih, ki jih ne je;
- belo meso zauživa 22 % preiskovanih oseb dvakrat tedensko, 33 % pa trikrat tedensko, v Raziskavi v poglavju Pogostost uživanja živil (Koch in Kostajevc, 2009) je delež oseb, ki uživajo 2 do 3 – krat tedensko belo meso 29,5 %, kar je primerljivo z našimi preiskovanci;
- rdeče meso uživa 44 % preiskovanih oseb enkrat tedensko, v primerjavi z raziskavo v poglavju Pogostost uživanja živil (Koch in Kostajevc, 2009) smo tudi tu primerljivi, saj govedino enkrat tedensko uživa 46,8 %, svinjino 31,4 % in teletino 17,7 % odraslih Slovencev;
- vino pri obroku spiže 28 % preiskovanih oseb enkrat tedensko, v raziskavi v poglavju Pogostost uživanja živil (Koch in Kostajevc, 2009) pa jih 15,7 % pije vino enkrat tedensko, vsak dan pa 7,8 %, kar je primerljivo z odstotkom vsakodnevnega uživanja preiskovanih oseb (6 %) naše ankete
- opazen je tudi razkorak v pogostosti uživanja vitaminov in mineralov v obliki prehranskih dopolnil pri preiskovanih osebah vsak dan uživa prehranska dopolnila 17 %, nikoli jih ne uživa 67 %. V primerjavi z raziskavo v poglavju Posamezne prehranske navade in prehranski status (Fajdiga Turk in Gabrijelčič Blenkuš, 2009) vsak dan uživa prehranska dopolnila 5,9 %, nikoli pa 58,3 % preiskovanih oseb. Domnevamo, da se bo delež tistih, ki bodo prehranska dopolnila uživali vsak dan, z leti še povečeval.

Po sliki 7 povzemamo, da ima dve tretjini preiskovanih oseb v družini kronično bolezen, slaba petina pa tudi alergije. Vsi preiskovanci so nekadilci. Velik odstotek preiskovanih oseb se je že posluževalo različnih diet za zniževanje telesne mase, kar 44 %, in vsi so ob prenehanju diete pridobili telesno maso nazaj (in jim masa niha). Tudi opravljena raziskava v poglavju Posamezne prehranske navade in prehranski status (Fajdiga Turk in Gabrijelčič Blenkuš, 2009) je definirala, da je v času opravljanja ankete bilo na dieti 8 % testirancev, dobra četrtina pa je razmišljala o pričetku shujševalne diete. Domnevamo, da je trend shujševalnih diet v porastu. Motnje hranjenja se pojavijo v naši anketi pri 6 % preiskovanih oseb.

Gensko analizo preiskovanih oseb na točno določenih 63 polimorfizmih genov iz različnih sklopov opravilo za namen diplomske naloge slovensko podjetje Genelitik d.o.o.. Na podlagi pojavnosti različic polimorfizmov izbranih genov preiskovanih oseb so pripravili Nutrigenomski vodnik LifeGenetics, ki je povzetek vseh genetskih informacij ter priporočil za izboljšanje prehrane in spremembe življenjskega sloga. Iz pregleda pojavnosti različic polimorfizmov genov pri preiskovanih oseb (slika 8) smo ugotovili 41 % potencialno ugodnih genov, 51 % jih je potencialno delno problematičnih, 8 % genov pa se

je izkazalo kot potencialno problematičnih. Največji obseg potencialno problematičnih genov je v sklopu Srce in ožilje, na regiji 9p21, ki so jo v raziskavah povezali s srčnim infarktom in SŽB, v sklopu preiskovanih genov za metabolizem kofeina ter v sklopu preiskovanih genov za metabolizem soli, kjer različice genov neposredno vplivajo na odziv posameznika na vneseno sol v telo, čezmerno uživanje soli pa je tesno povezano z zvišanim krvnim tlakom in tveganjem za razvoj SŽB. Naše preiskovane osebe na nobenem področju nimajo le ugodnih genov. Največji delež ugotovljenih različic ugodnih genov – 89 % imajo na področju metabolizma maščob, 79 % pa na področju metabolizma laktoze. Vsi testiranci imajo delno problematične gene za metabolizem alkohola. Pojavnost različic genov, ki so se izkazali s potencialom za aerobne, anaerobne, oziroma kombinacijo aerobnih in anaerobnih športov, je med preiskovanimi osebami razdeljena na tretjine.

Preiskovance smo obravnavali antropometrično (Preglednice 3, 4 in 5) glede na telesno maso, višino, obsege pasu, zapestja in bokov, maso telesne maščobe, vode v telesu ter puste telesne mase. Antropometrično analizo smo opravili dvakrat, v razmiku enega leta. Povprečna višina žensk je 163,8 cm s povprečno telesno maso na začetnem tehtanju 70,3 kg, na končnem tehtanju so znižale skupno telesno maso na 69,3 kg. Povprečna višina moških je 178 cm, njihova povprečna začetna masa znaša 84,1 kg, po enem letu so moški svojo povprečno telesno maso povišali na 84,5 kg. Dodatni pokazatelji rizičnosti preiskovane skupine oseb sta še povprečni obseg pasu (lahko dodatno ugotavljamo debelost) ter povprečni obseg zapestja (definiramo telesno konstitucijo). Preiskovanke v 40 % presegajo zgornjo mejo obsega pasu, ki je 80 cm, glede na obseg zapestja (povprečno 15,9 cm) pa se pozicionirajo v razred nežne konstitucije (nežna konstitucija se smatra z obsegom zapestja do 16 cm). Ženski del populacije dodatno bremeni še izmerjeno povprečje 30 % telesne maščobe, ki meji na začetek razreda prekomerne telesne maščobe. Zgornja meja obsega pasu za moške je postavljena na 94 cm, 75 % moških je na tej meji, ostali jo presegajo. Glede na povprečni obseg zapestja 18,1 cm pri moških preiskovancih jih postavljamo v razred srednje močne konstitucije (srednje močna konstitucija se smatra z obsegom zapestja med 16 - 20 cm). Moški preiskovanci imajo povprečno telesno maščobo v razredu dobrega odstotka telesne maščobe. Oba spola imata ugoden povprečen odstotek vode v telesu.

Na končnem antropometričnem merjenju po enem letu smo ugotovili, da so ženske v povprečju izgubile 0,9 kg telesne mase (na račun izgube telesne maščobe in izgube vode v telesu), na drugi strani pa so jo moški v povprečju pridobili 0,4 kg (kljub temu, da so izgubljali na pustih telesni masi, je tehtnica pokazala več na račun pridobitve telesne maščobe). Povprečen obseg pasu pri ženskah in pri moških se je tekom enoletnega obdobja zmanjšal, in sicer pri moških za 0,6 cm, predpostavljamo, da zaradi drugega mesta merjenja pasu (dopuščamo možnost višjega ali nižjega mesta merjenja od prvega merjenja pasu), pri ženskah pa se je zmanjšal za 2,7 cm (glavni razlog je lahko izguba telesne mase).

V programu Prodi smo za preiskovane osebe izračunali BM, ITM, povprečni DEI, povprečni DEI za redukcijo telesne mase ter pripravili in analizirali prilagojen individualiziran tedenski jedilnik (glede na specifične potrebe prikazane na genski analizi posameznika). S pomočjo grafov v programu Excell smo prikazali priporočila o vnosu posameznega nutrienta glede na genski ustroj preiskovanca –priporočila LG, glede na Referenčne vrednosti (2004) ter prikazali dejanski vnos hranila ob prehrani po pripravljenem izhodiščnem jedilniku za preiskovano osebo. Iz pridobljenih podatkov smo

izračunali ITM (povzet v preglednici 3), ki je pri moških (26,7), kakor tudi pri ženskih preiskovankah (25,9), nad zgornjo mejo 25, kar jih postavlja v rizično območje prekomerne telesne mase. V primerjavi z raziskavo v poglavju Posamezne prehranske navade in prehranski status (Fajdiga Turk in Gabrijelčič Blenkuš, 2009) ima 35 % čezmerno telesno maso, 15 % pa je debelih. Glede na podatke populacijskih raziskav evropskih držav kažejo naraščanje debelosti med 10 – 40 %, kar je zaskrbljujoč podatek. Domnevamo, da se bo število čezmerno težkih in debelih ljudi še povečevalo.

Na sliki 22, katera grafično povzema podatke iz preglednice 4, vidimo, da je razkorak med DEI vnesenim z jedilnikom in DEI za redukcijo telesne mase je v 16 primerih zelo majhen, kar pomeni, da nam je s pripravo jedilnika uspelo v večini zagotoviti jedilnik za redukcijo telesne mase. Pri 11 preiskovanih osebah smo ugotovili skoraj enako DEI za redukcijo ter BM. 6 oseb pa ima tudi skoraj enako potrebo DEI in priporočen DEI za redukcijo, kar nakazuje, da te osebe ne potrebujejo stroge redukcije energijske vrednosti, lahko sklepamo, da imajo primerno telesno maso ter ITM znotraj meja primerne. Ostale preiskovane osebe pa imajo večji razkorak med DEI in DEI za redukcijo telesne mase, tem smo predlagali dolgoročni cilj zmanjšanja telesne mase.

Po raziskavi v poglavju Posamezne prehranske navade in prehranski status (Fajdiga Turk in Gabrijelčič Blenkuš, 2009) je povprečni DEI med moškimi 13084 kJ, med ženskami pa 11338 kJ. V našem primeru smo izračunali povprečni DEI pri moških 10095 kJ ter pri ženskah 7784 kJ, ki naše preiskovane osebe postavlja pod slovensko povprečje. Dejanski vnos celokupne energije pri preiskovanih osebah pa je bil še nižji, in sicer za moške 7325 kJ ter za ženske 6172 kJ, zaradi redukcijskega jedilnika za zniževanje telesne mase.

Ob pregledu analize vnosa celokupne energije tedenskega jedilnika (slika 23) ugotovimo:

- da imajo preiskovanci rahlo povečan vnos beljakovin glede na Referenčne vrednosti iz leta 2004, (do 20 %), največ do 30 % celokupne energije. Dejanski vnos beljakovin (slika 26) je v 18 primerih višji glede na priporočila LG, le v enem primeru nismo zadostili potrebi po beljakovinah. Glede na Referenčne vrednosti v (2004) pa smo vsem preiskovanim osebam zadostili ustrezen oziroma višji vnos beljakovin.
- rahlo povečanje vnosa celokupnih maščob na okoli 30 % dnevnega vnosa. Pri vnosu maščob (slika 24) ugotovimo tudi, da vrednosti VNМК in NМК ustrezajo priporočilom, dočim odstotek vnosa ENМК je rahlo povečan zaradi večjega vnosa živil bogatih z n - 3 in n - 6 МК.
- vnos ogljikovih hidratov je zmanjšan na okoli 40 % dnevnega vnosa, kar je tudi razvidno pri pregledu dejanskega vnosa ogljikovih hidratov z jedilnikom (slika št. 38), kjer opazimo razkorak med priporočili LifeGenetics-a in Referenčnimi vrednostmi (2004) ter dejanskim vnosom. Preiskovane osebe so imele tedenski jedilnik pripravljen za redukcijo mase, temu pripisujemo povišanje vnosa beljakovin in znižanje vnosa ogljikovih hidratov. Povečanje energije iz beljakovinskih in maščobnih virov pripisujemo tudi vsakodnevemu popoldanskemu beljakovinskemu obroku ter povečanju vsebnosti morskih rib v tedenskem jedilniku. Ob želji po bolj uravnoteženi prehrani in sledenju Referenčnim vrednostim (2004) lahko vnos beljakovin korigiramo na račun manjšega vnosa beljakovinskih živil ter povečanje vnosa živil bogatih z ogljikovimi

hidrati. To korekcijo bi bilo potrebno upoštevati tudi v Standardnem jedilniku za pripravo izročka (Priloga B).

Vnos soli smo omejili in zaradi tega nismo presegli začrtane meje Referenčnih vrednosti (2004) in LifeGenetics priporočil ter smo v 90 % vnesli manj soli, pri ostalih 10 % pa ravno toliko, kot je bilo priporočeno v LG priporočilih (slika 37). LG priporočilo za vnos soli je v 3 primerih (Ž2, Ž6 in Ž12) precej nižji od Referenčnih vrednosti. Te preiskovane osebe so imele v preiskovanem sklopu Srce in ožilje (sol) definirane potencialno problematične gene, to je vzrok nižjega priporočila LG.

Ravno tako smo v vseh primerih vnesli z jedilnikom nižjo količino holesterola (slika 38), kot je določeno s priporočili. 2 preiskovani osebi (Ž2 in Ž13) imata nižje LG priporočilo od Referenčnih vrednosti, ker imata ugotovljene delno problematične gene v sklopu Maščobe.

Ob pregledu rezultatov za vnos kalcija (slika 27) ugotovimo, da je nutrigenomska potreba po kalciju v 15 primerih višja od dejanskega vnosa. Potreba je povišana pri tistih preiskovanih osebah (15), ki imajo ugotovljene potencialno delno problematične gene v sklopu Kosti.

Vnos vitamina D glede na novejša priporočila (German nutrition society, 2012) niso ustrezna. Na sliki 28 smo prikazali, da smo s pripravljenim jedilnikom v 4 primerih vnesli ravno toliko, kot so priporočila LG, ostalim pa še več kot je priporočeno (priporočila LG in Referenčne vrednosti ..., 2004). Glede na priporočila LG imajo 4 preiskovane osebe (M4, Ž2, Ž6 in Ž13) priporočen višji vnos vitamina D. Predvidevamo, da je razlog po višji potrebi po tem vitaminu zaradi ugotovitve potencialno delno problematičnih genov v sklopu Kosti.

V primeru potrebe po magneziju (slika 29) smo v vseh primerih ugodili potrebam po magneziju oziroma je v 13 primerih dejanski vnos z jedilnikom višji od nutrigenomskih zahtev. Razhajanj med LG priporočilom in Referenčnimi vrednostmi (2004) pri magneziju ni. Vnos cinka (slika 36) je pri vseh preiskovanih osebah z izhodiščnim jedilnikom presežen glede na priporočila LG in Referenčnimi vrednostmi (2004). Ob grafičnem prikazu (slika 35) dejanskega vnosa železa z jedilnikom, ki je tudi pri vseh preiskovancih glede na priporočila LG zadostno vnesen, pa se je pokazalo, da v 3 primerih nismo zadostili hkrati tudi priporočil Referenčnih vrednosti (2004). Te preiskovane osebe so ženske, ki so imele menstruacijo, zato morajo biti ob tem pozorne na zadosten vnos hrane, bogatejše z železom.

Pri pregledu vnosa vitamina B6 (slika 30) smo ugotovili, da glede na nutrigenomska priporočila s hrano nismo zadostili vnosu vitamina B6 pri skoraj 70 % preiskovanih oseb. Ostalim (6 preiskovanih oseb) smo zagotovili glede na priporočila LG višji vnos od priporočil, te preiskovane osebe imajo priporočila LG in Referenčne vrednosti (2004) izenačena. Najvišje odstopanje med Referenčnimi vrednostmi (2004) in LG priporočili vidimo pri osebi Ž15 med ženskimi preiskovankami ter M1, M2 in M3 med moškimi preiskovanci. Sklepamo, da je povišana potreba po vitaminu B6 nastala zaradi ugotovljenih potencialno problematičnih in delno problematičnih genov v sklopu Srce in ožilje.

Vnos folne kisline (slika 31) je bil v 7 primerih ustrezen tako z vidika priporočil LG in Referenčnih vrednosti (2004). 12 preiskovanim osebam pa s pripravljenim jedilnikom nismo zadostno zagotovili vnosa folne kisline, od teh je bilo 8 takih, ki so imeli priporočen vnos folne kisline povišan, sklepamo da zaradi definiranih potencialno delno problematičnih genov za metabolizem homocisteina. Najbolj izstopa s povišanim LG priporočilom po vnosu folne oseba Ž15, ta preiskovana oseba je imela potencialno problematične gene v sklopu Srce in ožilje (homocistein).

Z jedilnikom smo v zadostni meri vnesli vitamin C (slika 32). Priporočila LG po vnosu vitamina C so pri 90 % preiskovanih oseb tudi višja od priporočil Referenčnih vrednosti (2004). Najvišja priporočila po vnosu vitamina C imajo M1, M2, M3, Ž4, Ž5 in Ž9. Sklepamo, da je temu tako predvsem zaradi ugotovitve potencialno problematičnih in delno problematičnih genov v sklopu Srce in ožilje ter Zaščita telesa.

S pripravljenim jedilnikom nismo pri nobeni preiskovani osebi zagotovili zadostne količine vitamina A (slika 33). Glede na priporočila LG ima preiskovana oseba M1 najvišje priporočilo o vnosu, 14 preiskovanih oseb pa ima LG priporočila višja od priporočil Referenčnih vrednosti (2004). Povišana LG priporočila izhajajo iz definiranih potencialno problematičnih genov v sklopu Zaščita telesa (pri preiskovani osebi M1), pri ostalih preiskovanih osebah s povišanim priporočilom pa so v tem sklopu prepoznani potencialno delno problematični geni.

Priporočila LG po vitaminu E (slika 34) so bila v 13 primerih večja od dejanskega vnosa z jedilnikom, od tega v 4 primerih nismo dosegli niti Referenčnih vrednosti (2004). 3 preiskovane osebe pa so z jedilnikom vnesle zadostno količino vitamina E (glede na priporočila LG in Referenčne vrednosti ..., 2004). Tudi tu ima izraženo najvišje priporočilo po vitaminu preiskovana oseba M1, predpostavljamo, da zaradi potencialno problematičnega gena v sklopu Zaščita telesa.

Dejanski vnos v večini primerov ni zadostil priporočilom LG, kakor tudi ne Referenčnim vrednostim (2004). Pri pregledu analize jedilnikov hranil smo z izhodiščnim jedilnikom v 6 primerih, pri večini preiskovanih oseb, presegli priporočila LifeGenetics, na drugi strani pa kar v 8 primerih z izhodiščnim jedilnikom nismo dosegli zadostnega vnosa hranil pri večini preiskovancev. Ob primerjavi vnosa hranil, med pripravljenim izhodiščnim jedilnikom ter Referenčnimi vrednostmi (2004), pa smo opazili, da smo v 9 točkah presegli priporočila referenčnih vrednosti, le v 5 točkah pa nismo zadostili priporočilom Referenčnih vrednosti (2004). In le pri eni točki smo z dejanskim vnosom hranil, s pripravljenim izhodiščnim jedilnikom, zadostili tako priporočilom LG kakor tudi Referenčnim vrednostim (2004) pri preiskovanih osebah. Tako pomanjkanje hranil, kot tudi presežek hranil za človeka ni ugoden. Zato menimo, da bo potrebno pregledati Standardni jedilnik za pripravo izročka (Priloga B in C) in ga osvežiti.

Smatramo, da je pripravljen izhodiščni jedilnik z upoštevanjem redukcije neprimeren za dolgotrajno prehrano, če že zgolj za kratko časovno obdobje. Predvidevamo, da bi s pripravo izhodiščnega jedilnika, ki ne bi zajemal redukcije, morda lažje uskladili priporočila Nutrigenomskega vodnika LifeGenetics.

Dejstvo je, da je težko pripraviti izhodiščni jedilnik, ki bo ustrezno zajemal vsa priporočila nutrigenomska priporočila za posameznika. Pustili smo tudi odprto možnost, da se bodo priporočila Nutrigenomskega vodnika LifeGenetics z novimi dognanji na področju nutrigenomske analize spreminjala.

6 SKLEPI

- Ovrgli smo hipotezo 1, da lahko s pomočjo analize genskih polimorfizmov prilagodimo prehranska priporočila za posameznika. Dejanski vnos v večini primerov ni zadostil priporočilom LG, kakor tudi ne Referenčnim vrednostim (2004). Pomaga pri razumevanju potreb, vendar je pot do primernega izhodiščnega jedilnika, pripravljenega na podlagi nutrigenomskih priporočil, še pred nami.
- Potrebno je evalvirati pripravljen Standardni jedilnik za pripravo izročka ter ga obdelati s programom Prodi.
- Dejstvo je, da je težko pripraviti izhodiščni jedilnik, ki bo ustrezno zajemal vsa nutrigenomska priporočila (Nutrigenomska analiza LifeGenetics).
- Potrdili smo hipotezo 2, da bo genska analiza vseh analiziranih genskih polimorfizmov nakazala rizičnost v vsaj eni bolezni sodobnega časa – preiskovane osebe so rizične za srčno žilna obolenja, diabetes, osteoporozo ter nekateri so nagnjeni tudi k alergijam.
- Priporočen izroček za pripravo jedilnika v nižjih energijskih vrednostih (DEI red. za zniževanje telesne mase) ni bilo dobro izhodišče za ugotavljanje pridobitve ustreznih potrebnih hranil zgolj s prehrano.
- Dnevna energijska vrednost za redukcijo telesne mase je obroke količinsko omejila, zato pri večini preiskovanih oseb ne vnesemo zadostno količino makro in mikrohranil za normalno oskrbo telesa, zato tovrstno prehrano odsvetujemo na daljši časovni rok.
- Energijske vrednosti, ki smo jih izračunali s programom Prodi za zmanjševanje telesne mase (DEI red.), so se izkazale kot ustrezne za zmanjševanje telesne mase ob predpostavki, da osebe upoštevajo pripravljen jedilnik z znižano energijsko vrednostjo.
- Hranila, kot so kalcij, vitamini B6, A in E ter folna kislina, ki so bila s pripravljenim izhodiščnim jedilnikom vnesena v prenizki meri, bi bilo potrebno dodajati. Imamo možnost, da s spremembo izhodiščnega jedilnika poskušamo s prehrano vnesti priporočeno količino hranila, ali pa si pomagamo s prehranskimi dodatki, da dosežemo želene vrednosti priporočil LifeGenetics za ta hranila ob prehrani z znižano energijsko vrednostjo.
- Hranila, ki smo jih vnesli s pripravljenim izhodiščnim jedilnikom v preveliki meri, je potrebno znižati, lahko s spremembo izhodiščnega jedilnika.
- Nutrigenomska analiza lahko pomaga pri pripravi izhodišč za pripravo jedilnikov, katere bo potrebno ob analizi jedilnikov v programu Prodi ponovno obdelati.
- Nutrigenomska analiza pripomore k razumevanju prehranskih potreb posameznika.

7 POVZETEK

Namen naloge je bil, na podlagi prejete nutrigenomske analize posameznika in prehranskih usmeritev iz strani podjetja Genelitik d. o. o., pripraviti izhodiščni tedenski jedilnik. Ta jedilnik smo analizirali s programom Prodi 5.0 Expert in pripravili prikaz dejanskega vnosa hranil po pripravljenem jedilniku. Pričakujemo, da bo pripravljena naloga v pomoč pri pripravi in izvajanju programa VitaGen v Termah Krka Šmarješke Toplice.

V raziskavi za diplomsko nalogo je prostovoljno sodelovalo devetnajst preiskovancev. Petnajst preiskovanih oseb je bilo ženskega spola s povprečno starostjo 42,8 let, štirje so bili moški s povprečno starostjo 43 let.

S pomočjo rezultatov genske analize, ki je zajemala identifikacijo 63 polimorfizmov, je podjetje Genelitik d. o. o. pripravilo Nutrigenomski vodnik LifeGenetics za preiskovane osebe. Na podlagi pripravljenega Nutrigenomskega vodnika Lifegenetics, ki je zajemal pregled pojavnosti različnih polimorfizmov ter prehranska priporočila za vse preiskovane osebe, anketnega vprašalnika o prehranskih navadah in vnosu hranil ter antropometrične analize preiskovanih oseb smo s programom Prodi 5.0 Expert pripravili izhodiščni jedilnik, ki smo ga analizirali po vsebnostih hranil.

Iz pregleda pojavnosti polimorfizmov pri preiskovanih oseb smo ugotovili 41 % ugodnih genov, 51 % jih je potencialno delno problematičnih, 8 % genov pa se je izkazalo kot potencialno problematičnih. Največji obseg potencialno problematičnih genov je v sklopu Srce in ožilje, na regiji 9p21, v sklopu preiskovanih genov za metabolizem kofeina ter v sklopu preiskovanih genov za metabolizem soli. 89 % preiskovanih oseb ima ugodne gene na področju za metabolizem maščob. Vsi testiranci pa imajo delno problematične gene za metabolizem alkohola.

Antropometrična analiza je pokazala, da so preiskovane osebe v povprečju v začetku rizičnega območja prekomerne telesne mase z ITM 25. Bolj rizične so ženske testiranke, ki spadajo, povprečno nežne telesne konstitucije, tudi v razred s prekomernim telesnim maščevjem. Na končnem antropometričnem merjenju po enem letu smo ugotovili, da so ženske v povprečju izgubile na telesni masi, na drugi strani pa so jo moški v povprečju pridobili.

S programom Prodi smo za preiskovane osebe izračunali dnevne potrebe po energijskem vnosu, BM ter pripravili in analizirali tedenski jedilnik na vsebnosti hranil z modifikacijami glede na specifične nutrigenomske potrebe posameznika. Ker so preiskovane osebe izrazile željo po usmerjenem zniževanju mase, smo pripravili energijske potrebe in navodila za redukcijo telesne mase. Ob upoštevanju tedenskega jedilnika so moški dnevno vnesli 7325 kJ energije, ženske pa 6172 kJ. S pomočjo grafov v programu Excell smo prikazali priporočila o vnosu posameznega nutrienta glede na gensko analizo preiskovanca, glede na Referenčne vrednosti (2004) ter prikazan je dejanski vnos hranila ob prehrani po pripravljenem jedilniku za preiskovano osebo.

Ob pregledu vnosov hranil po predpisanem jedilniku smo ugotovili, da večina preiskovanih oseb s pripravljenim jedilnikom vnese dovolj energije, da zadostijo izračunano potrebo po energijskem vnosu ob redukciji. Ob pregledu analize vnosa celokupne energije tedenskega jedilnika smo ugotovili, da imajo preiskovanci rahlo povečan vnos beljakovin glede na smernice, največ do 30 % celokupne energije, ravno tako smo ugotovili rahlo povečanje vnosa celokupnih maščob na okoli 30 % dnevnega vnosa (vrednosti PUFA in SFA ustrezajo priporočilom, dočim odstotek vnosa MUFA je rahlo povečan zaradi višjega vnosa živil bogatih z n-3 in N-6 MK), zaradi teh dveh povečanj ter zaradi dejstva, da so jedilniki pripravljeni za redukcijo telesne mase, je vnos ogljikovih hidratov zmanjšan na okoli 40 % dnevnega vnosa. V večini primerov smo pri večini preiskovanih oseb opazili odklik dejanskega vnosa v primerjavi s priporočili LG (v 6 primerih smo imeli presežek vnosa hranil, v 8 primerih pa prenizek vnos hranil glede na priporočila LG) in tudi Referenčnimi vrednostmi (2004) (v 9 primerih smo imeli prenizek vnos hranil, v 5 primerih pa presežek glede na referenčne vrednosti). S pripravljenim jedilnikom smo večini zagotovili višji vnos magnezija, železa, cinka in vitamina C od priporočil LG. Na drugi strani preiskovanim osebam v večini nismo uspeli zagotoviti dovolj visoko vsebnost folne kisline, kalcija, vitamina A, B6 in E glede na priporočila LG. Vnos vitamina D je glede na nova priporočila (German Nutrition Society, 2012) nedosežen. S pripravljenim tedenskim jedilnikom smo vnesli tudi manj soli in holesterola od priporočil.

Ovrgli smo hipotezo, da lahko s pomočjo analize genskih polimorfizmov prilagodimo prehranska priporočila za posameznika, ker nismo uspeli s pripravljenim jedilnikom vnesti točno priporočene vrednosti hranil po priporočilih LifeGenetics. Potrdili smo drugo hipotezo, da bo analiza vseh 63 genskih polimorfizmov nakazala rizičnost v vsaj eni bolezni sodobnega časa – preiskovane osebe so rizične za srčno žilna obolenja, diabetes, osteoporozo ter nekateri so nagnjeni tudi k alergijam.

Na podlagi znanih informacij genskih analiz predvidevamo razcvet individualnih prehranskih navodil v naslednjih letih. Organizacija kot je NUGO (evropska nutrigenomska organizacija ali ang. european nutrigenomics organisation) dela na ustreznem povezovanju akademskih in industrijskih raziskav s ciljem po opredelitvi standardiziranih procedur, ki bodo pomagala pospešiti sodelovanje med tema dvema vejama. Zato je storitev nutrigenomske analize že postala tržna niša. Vendar smo tekom analize in pripravljanja naloge ugotovili, da je področje zelo kompleksno tako na strani analize podatkov nutrigenomske analize, kakor tudi na strani uporabe teh podatkov za pripravo jedilnikov v smislu personalizirane prehrane.

8 VIRI

- Bagar Povše M., Drinovec J., Bohar F. 1997. Jod v prehrani. V: Tehnologija, hrana, zdravje. 1. Slovenski kongres o hrani in prehrani. Knjiga del. Bled 21 – 25 April 1996. Raspor P., Pitako D., Hočevar I. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Društvo živilskih in prehranskih strokovnih delavcev Slovenije: 46-52
- Barnes S. 2008. Nutritional genomics, polyphenols, diets and their impact on dietetics. *Journal of the American Dietetic Association*, 108, 11: 1888-1895
- Chou T.M., Benowitz N.L. 1994. Caffeine and coffee: effects in health and cardiovascular disease. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*:109, 2: 173-189
- Durbin R. M., Altshuler D., Abecasis G. R., Bentley D. R., Chakravarti A., Clark A. G., Collins F. S. 2010. A map of human genome variation from population-scale sequencing. *Nature*, 467, 7319: 1061-1073
- Fajdiga Turk V., Gabrijelčič Blenkuš M. 2009. Posamezne prehranske navade in prehranski status. V: Prehrambene navade odraslih prebivalcev Slovenije z vidika varovanja zdravja. Gabrijelčič Blenkuš M. (ur.). Ljubljana, Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani: 103-123
- Gaboon E. A. N. 2011. Nutritional genomics and personalized diet. *Egyptian Journal of Medical Human Genetics*, 12: 1-7
- Gabrijelčič Blenkuš M. 2009. Periodičnost uživanja obrokov. V: Prehrambene navade odraslih prebivalcev Slovenije z vidika varovanja zdravja. Gabrijelčič Blenkuš M. (ur.). Ljubljana, Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani: 43-59
- Gabrijelčič Blenkuš M., Kuhar D. 2009. Prehranjevalne navade in prehranski status - pregled stanja v Sloveniji in svetu. V: Prehrambene navade odraslih prebivalcev Slovenije z vidika varovanja zdravja. Gabrijelčič Blenkuš M. (ur.). Ljubljana, Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani: 9-22
- Gabrijelčič Blenkuš M., Pograjc L., Gregorič M., Adamič M., Širca Čampa A., Pokorn D., Hlastan Ribič C., Pavčič M. 2005. Smernice zdravega prehranjevanja v vzgojno-izobraževalnih ustanovah: (od prvega leta starosti naprej). Ljubljana, Ministrstvo za zdravje: 80 str.
- German Nutrition Society. 2012. New reference values for Vitamin D. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 60: 241-246

- Genelitik d.o.o. 2010. Navodilih za prodajne partnerje storitev Lifegenetics. Ljubljana, Genelitik d. o. o.: 33 str.
- Gillies P. J. 2003. Nutrigenomics: the Rubicon of molecular nutrition. *Journal of the American Dietetic Association*, 103, 12: 50-55
- Gregorič M., Gabrijelčič Blenkuš M., Rozman U. 2009. Energijska in hranilna vrednost dnevnega obroka hrane. V: *Prehrabene navade odraslih prebivalcev Slovenije z vidika varovanja zdravja*. Gabrijelčič Blenkuš M. (ur.). Ljubljana, Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani: 86 – 100
- Hlastan Ribič C. 2009. Uvod v prehrano. Učbenik za študente stomatologije in medicine. Ljubljana, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani: 67 str.
- Jackson R.S. 2008. *Wine science: Principles and application*. 3rd ed. Amsterdam, Academic Press: 751 str.
- Kapš P. 2006. *Hrana in rak*. Novo mesto, Grafika Novo mesto d.o.o.: 267 str.
- Koch V., Kostanjevec S. 2009. Pogostost uživanja živil. V: *Prehrabene navade odraslih prebivalcev Slovenije z vidika varovanja zdravja*. Gabrijelčič Blenkuš M. (ur.). Ljubljana, Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani: 43 - 59
- Komerički J., Jevremov K. 2008. *Prehrana in zdravje*. Dop. izdaja. Maribor, Izobraževalni center Piramida Maribor, OE Višja strokovna šola, višješolski izobraževalni program Živilstvo in prehrana: 46 str.
- Mudambi S.R., Rao S.M., Rajagopal M.V. 2006. *Food science*. 2nd ed. New Delphi, New Age international Publisher: 226 str.
- MyPyramid. 2013. Washington, United States Department of Agriculture Food and Nutrition Service: 1 str.
<http://www.fns.usda.gov/eatsmartplayhardhealthylifestyle/tools/mypyramidtracker.htm>
(maj 2013)
- Nacionalni program spodbujanja telesne dejavnosti za krepitev zdravja od 2007 do 2012. 2007. Poličnik R. (ur.). Ljubljana, Ministrstvo za zdravje: 36 str.
- Poklar Vatovec T., Bizjak M., Jenko Pražnikar Z. 2010. Nutrigenomika: Interakcije med genskimi polimorfizmi in sestavami hrane. *Zdravstveno varstvo: revija za teorijo in prakso preventivnega zdravstvenega varstva*, 49, 3: 132-144
- Pokorn D. 2001. Prehranjevanje danes – zadosten vir hranil? (Kaj jemo in kaj bi morali jesti v Sloveniji?) V: *Prehranska dopolnila – zdravila ali hrana (Podiplomsko strokovno izobraževanje)*. Mlinarič A., Kristl J. (ur.). Ljubljana, Fakulteta za farmacijo Univerze v Ljubljani: 9-23

- Referenčne vrednosti za vnos hranil. 2004. 1. izdaja. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje.: 210 str.
- Resolucija o nacionalnem programu prehranske politike 2005-2010. 2005. Uradni list Republike Slovenije, 15, 39: 3681-3719
- Schauer P. 1981. Humana genetika. Ljubljana, Dopolna delavska univerza univerzum Ljubljana: 178-179
- Schlieper C., Gregori E., Linder G. 1997. Pravilna prehrana Hranoslovje. 1. natis. Celovec, Mohorjeva družba: 63-117
- Strašek J. 2010. Prehranski izroček Terme Krka PE Šmarješke toplice. Šmarješke Toplice, Terme Krka: 25 str.
- WHO. 1998. Preparation and use of food-based dietary guidelines. WHO Technical report Series 880. Geneva, World Health Organisation: 108 str.
- Wiwanitkit V. 2010. Genes and nutrition, Genetic – research and issues series. New York. Nova Biomedical Book.: 81 str.
- Zaletel-Vrtovec J. 2006. Ogljikovi hidrati v zdravju in bolezni. V: Pandel Mikuš R., Kvas A. (ur.). Oblikovanje celostnega pristopa k ohranjanju in krepitvi zdravja: prehrana, gibanje in pozitivna. samopodoba. Zbornik predavanj. Ljubljana, Strokovno združenje nutricionistov in dietetikov: 19–22
- Zeisel S. H. 2007. Nutrigenomics and metabolomics will change clinical nutrition and public health practice: insights from studies on dietary requirements for choline. American Journal of Clinical Nutrition, 86, 3: 542-548

ZAHVALA

Zahvaljujem se Termam Krka d.o.o. PE Šmarješke Toplice za pomoč pri financiranju nutrigenomske analize, za razpolaganje s strokovnim osebjem, prostorom, materiali za opravljanje antropometričnih meritev ter uporabo internih gradiv za namen izvedbe diplomske naloge, še posebej vodji prehrane **ga. Janji Strašek**, takratni vodji wellness programov **ga. Nadi Milač**, takratni vodji wellnesa Vitarum Šmarješke Toplice **ga. Vesni Jankovič** ter takratnemu direktorju PE Šmarješke Toplice **g. Gorazdu Šoštru**.

Zahvaljujem se podjetju **Genelitik d.o.o.** za uporabo njihovega internega gradiva in vseh podanih smernic.

Zahvaljujem se mentorju profesorju Marjanu Simčiču ter recenzentki profesorici Poloni Jamnik za pomoč in usmerjanje pri pisanju diplomske naloge.

Nenazadnje pa gre zahvala tudi mojim domačim, ki so mi finančno omogočili šolanje in me vzpodbujali za doseg ciljev.

Za potrpežljivost pa tudi mojima Binetu in Lari.

Hvala vsem!

PRILOGE

PRILOGA A: Vprašalnik

Spoštovani!

Sem Barbara Kramar, absolventka živilske tehnologije na Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Za mojo diplomsko nalogo bom v sodelovanju s Termami Krka PE Šmarješke Toplice ter podjetjem Genelitik d.o.o. pripravila navodila za prehranjevanje glede na rezultate DNA analize podjetja Genelitik d.o.o..

Za sodelovanje pri testiranju se Vam zahvaljujem in Vas prosim, da mi za čim bolj realno opredelitev rezultatov vestno in natančno izpolnite spodnji vprašalnik.

Vsi podatki vprašalnika in rezultati DNA analize bodo šifrirani in bodo anonimni.

Hvala in kmalu nasvidenje.

Barbara Kramar

IME	PRIIMEK	STAROST	SPOL	BMI (ne izpolnite)
MASA (kg)	VIŠINA (cm)	OBSEG PASU (cm)	OBSEG ZAPESTJA (cm)	
MAŠČOBA v kg	VODA v kg	PUSTA MASA v kg	DATUM IN KRAJ; PODPIS	
MAŠČOBA v %	VODA v %	PUSTA MASA v %		

ODGOVARJAJTE na vprašanja s številko od 1-5; kjer 1 pomeni nikakor se ne strinjam, 5 pa pomeni popolnoma se strinjam.

Zjutraj lahko vstajam	
Imam polno energije tekom dneva	
Ponoči dobro spim	
Imam močne lase	
Imam sijočo kožo	
Imam krepke nohte	
Počutim se vedno lačen/na	
Po glavnem obroku sem vedno zaspan/a	
imam redno prebavo	
hrano vedno dobro prežvečim	
vsak glavni obrok traja vsaj 45 min	

ODGOVARJAJTE na vprašanja s številko od 0-7; kjer 0 pomeni nikoli v tednu, 7 pa pomeni vsak dan v tednu:

Kolikokrat na teden imate vsaj 3 obroke dnevno?	
Kolikokrat na teden spijete vsaj 1,5l tekočine?	
Kolikokrat na teden imate vsaj 1 obrok dnevno kuhan?	
Kolikokrat na teden pojedete vsaj 3 kose sadja (ca 300 g)?	
Kolikokrat na teden pojedete vsaj 3 kose zelenjave (ca 300 g)?	
Kolikokrat na teden pojedete vsaj 1 probiotični jogurt/napitek?	
Kolikokrat na teden jeste kruh za oz. pri obroku?	
Kolikokrat na teden imate večerjo po 19. uri?	
Kolikokrat na teden jeste ponoči?	
Kolikokrat na teden jeste belo meso?	
Kolikokrat na teden jeste rdeče meso?	
Kolikokrat na teden jeste ribe?	
Kolikokrat na teden popoldan jeste ogljikove hidrate (krompir, testenine, riž, kaše, kruh) ?	
Kolikokrat na teden jeste sladkarije (čokolada, piškoti, bomboni, torte, ...)?	
Kolikokrat na teden pri obroku spijete več kot 1dcl vina?	
Kolikokrat na teden jemljete dodatke k prehrani (vitamini, minerali, drugi dodatki) ?	
Kolikokrat na teden se ukvarjate s športom vsaj 1 uro?	

ODGOVARJAJTE na vprašanja z DA ali NE:

Sem kadilec/ka.	
V družini imamo kronično bolezen.	
V družini imamo alergije.	
Bil/a sem že na več dietah.	
Po zaključku z dieto sem pridobil/a izgubljeno telesno maso nazaj.	
Že več let nimam konstantne telesne mase.	
Imel/a sem motnje hranjenja (anoreksija, bulimija).	

PRILOGA B: Standardni jedilnik za pripravo izročka programskega gosta v Termah Krka
(Strašek, 2010)

ENERGIJSKA VREDNOST (kcal)	1200	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000
ZAJTRK									
Mleko in mlečni izdelki	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Sadje	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Žita in zamenjave	1	1	1	1	2	2	2	2	3
Meso in zamenjave	1	1	1	1	2	2	3	3	3
Maščobe in zamenjave				1	1	1	2	2	2
MALICA									
Sadje	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Žita in zamenjave		1	1	1	2	2	3	3	3
Maščobe in zamenjave	1	1	1	1	1	1	1	1	2
KOSILO									
Zelenjava A	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Zelenjava B	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Žita in zamenjave	1	1	2	2	2	2	2	2	3
Stročnice	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Meso in zamenjave	1	2	2	3	3	3	3	3	3
Maščobe in zamenjave	1	1	2	2	3	3	4	4	4
MALICA									
Sadje	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Žita in zamenjave				1	1	1	1	2	2
Maščobe in zamenjave									1
VEČERJA									
Zelenjava A	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Zelenjava B									
Žita in zamenjave	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Meso in zamenjave	3	3	3	3	3	3	3	4	4
Maščobe in zamenjave	1	2	2	3	3	3	3	3	3
Mleko in mlečni izdelki	1	1	1	1	2	2	2	2	2

SKUPAJ enot/dan									
Sadje	3	3	3	3	4	4	4	5	5
Zelenjava A	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Zelenjava B	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Stročnice	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Žita in zamenjave	3	4	6	7	9	9	10	11	13
Meso in zamenjave	5	6	6	7	8	8	9	10	10
Maščobe in zamenjave	3	4	5	7	8	8	10	10	12
Mleko in mlečni izdelki	2	2	2	2	3	3	4	4	4

PRILOGA C: Normativi za pripravo jedilnika (Strašek, 2010)

1 ENOTA MLEKA

220 g jogurta (do 3,2 % mm)	240 g sojin jogurt
15 g Tamar namaza	220 g mleka 1,6 % mm

1 ENOTA MESA in zamenjav

25 g pršut	40 g piščančje prsi	30 g sira do 25 % mm
50 g skuta (pusta)	40 g puranje prsi	35 g lahke mocarele
350 g puranje prsi v ovitku	35 g rdeče meso	90 g tofuja
50 g kokošje jajce	35 g kunec	50 g postrvi
15 g jajčni beljak		40 g tuna

1 ENOTA ŽITA in zamenjav

20 g muslijev ali koruznih kosmičev	SUROVO
35 g polnozrnatga kruha	20 g ajdove kaše ali drugih kaš (če tehtamo kuhano je 60g)
25 g ajdovega kruha	20 g riža ali testenin (če tehtamo kuhano je 60g)
20 g prepečenca	80 g krompirja
25 g krekerjev	

1 ENOTA SADJA

80 g grozdja ali ananasa ali banan ali kakija	120 g jabolka ali hruške	20 g suhih marelic
120 g breskev ali marelic	260 g kivija	25 g suhih sliv
180 g mandarin ali pomaranč	80 g češenj	200 g ribeza
200 g melone ali grenivke	250 g jagod	

1 ENOTA ZELENJAVE A

uporabljamo v neomejenih količinah
zelena solata, berivka, kitajsko zelje, beluši, kalčki, brokoli, redkvica, zelena, stročji fižol, drobnjak, zelje, cvetača, kreša, blitva, paprika, paradižnik, črna redkev, špinača, ...

1 ENOTA ZELENJAVE B

1E = 100 g
rdeča pesa, brstični ohrovt, čebula, motovilec, regrat, korenje, artičoka, koleraba, por, radič, bučke, komarček, ...

1 ENOTA STROČNIC

25 g stročnic (surovih) oz. 50 g kuhanih stročnic: čičerika, leča, grah, fižol, soja, bob

1 ENOTA MAŠČOBE

5 g olivnega olja ali 6 g masla ali 12 g dietne margarine ali 10 g oreškov