

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

Masti - metabolizam, značaj u ishrani, fizičkom radu i razvoju gojaznosti

MASTER RAD

Kandidat:

Marija Mitrović

Mentor:

Prof. dr Marina Đorđević-Nikić,

Beograd, 2014. godine

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

Masti - metabolizam, značaj u ishrani, fizičkom radu i razvoju gojaznosti

MASTER RAD

Kandidat:

Marija Mitrović

Br. indeksa: 13-DA/2011

Rad odbranjen dana

Sa ocenom

Mentor:

Prof. dr Marina Đorđević-Nikić,

Članovi komisije:

Prof. dr Marija Macura

Doc. dr Aleksandra Popović

Beograd, 2014. godine

SADRŽAJ

REZIME	5
1. UVOD	6
2. PROBLEM, CILJ I ZADACI RADA	7
3. METOD RADA	7
4. PODELA, HEMIJSKE I FIZIČKE KARAKTERISTIKE LIPIDA	8
4.1. Podela i nomenklatura masnih kiselina	9
4.2. Fizičke i hemijske osobine masnih kiselina	12
4.2.1. Fizičke osobine	12
4.2.2. Hemijske osobine	13
5. METABOLIZAM MASTI	15
5.1. Varenje masti	15
5.2. Apsorpcija, skladištenje i korišćenje masti	16
5.2.1. Apsorpcija masti	16
5.2.2. Skladištenje i korišćenje masti	19
5.3. Masti u krvi	21
6. ZNAČAJ MASTI U ISHRANI	22
6.1. Uloga masti u čovekovom organizmu	22
6.2. Masti u namirnicama	23
6.2.1. Zasićene masne kiseline	23
6.2.2. Nezasićene masne kiseline	23
6.2.3. Steroli - Holesterol	23
6.2.4. Transmasne kiseline	24
6.2.5. Esencijalne masne kiseline	24
6.3. Preporučeni dnevni unos masti	27
7. ZNAČAJ MASTI U FIZIČKOM RADU	30
7.1. Potrebe za mastima	30
7.2. Masti i fizička aktivnost	30
7.3. Trening sportista i metabolizam masti	32

7.4.	Trigliceridi srednjih lanaca u ishrani sportista	33
7.5.	Omega-3 masne kiseline u ishrani sportista	35
7.6.	Efekti supstanci za koje se smatra da utiču na utilizaciju masti tokom fizičkog vežbanja	36
8.	UTICAJ MASTI NA RAZVOJ GOJAZNOSTI	38
8.1.	Procena uhranjenosti i podela gojaznosti	39
8.2.	Epidemiološki dokazi povezanosti gojaznosti i konzumiranja hrane bogate mastima	41
8.3.	Eksperimentalni dokazi o povezanosti gojaznosti i ishrane bogate mastima	43
8.3.1.	Rastegljivost želuca	45
8.3.2.	Osećaj sitosti	45
8.3.3.	Ukus hrane	46
8.3.4.	Žvakanje	46
8.3.5.	Genetski faktori	48
8.4.	Uloga leptina u metabolizmu masti	48
8.5.	Mogućnosti smanjenja unosa i skladištenja masti	49
8.5.1.	Bezmasna ishrana	50
8.6.	Preporuke za optimalan unos masti hranom	51
9.	ZAKLJUČAK	53
10.	LITERATURA	55

REZIME

Masti su jedne od osnovnih hranljivih sastojaka hrane i glavni strateški, gotovo neiscrpni izvor energije za organizam čoveka. Transformacija ugljenih hidrata i amino kiselina u višku u masti, kao i visoka energetska vrednost ovog supstrata omogućila je preživljavanje ljudske vrste. S druge strane prekomerni sadržaj masti u organizmu dovodi do gojaznosti i niza povezanih, najučestalijih oboljenja savremenog čoveka. Cilj ovoga rada je da se prikažu postojeća saznanja o fizičko-hemijskim karakteristikama, metabolizmu i fiziološkim funkcijama masti sa posebnim osvrtom na utilizaciju masti u fizičkom radu. Poseban deo je posvećen značaju masti u nastanku gojaznosti. Metod rada se sastojao u analizi informacionih izvora, prvenstveno naučne i stručne literature Pub Med i SCIndex elektronskih baza. Rezultati analize pokazuju da masti pored energetske, imaju gradivnu, regulatornu i zaštitnu funkciju u organizmu. Unosom odgovarajućih vrsta masti obezbeđen je unos esencijalnih masnih kiselina i liposolubilnih vitamina, koji su regulatori brojnih funkcija u organizmu. Prema savremenim preporukama za unos nutrijenata, masti treba da čine 15-30% ukupnog energetskeg unosa. Pored toga, važno je ograničiti unos zasićenih, transmasnih kiselina i holesterola, a obezbediti dovoljan unos mononezasićenih i nekih polinezasićenih masnih kiselina. Smatra se da promocija poželjnog unosa masti može uticati na smanjenje učestalosti oboljenja kardivasakularnog sistema, metaboličkih poremećaja i drugih oboljenja.

1. UVOD

Čovečanstvo, posebno razvijenijeg dela sveta je poslednjih tri decenije suočeno sa tzv. epidemijom gojaznosti, koja će prema nekim izjavama, savremenog čoveka vratiti u zdravstvenom smislu nekoliko stepenica unazad.

Najučestalije bolesti, savremenog čoveka, povezane sa gojaznošću, kao što su kardiovaskularne, metaboličke, maligne i druge, predstavljaju veliki problem koji ima društveni značaj u najširem smislu (Ivković-Lazar, 2004). Statistički podaci javnih zavoda za zdravlje stanovništva, mnogih razvijenijih zemalja, ukazuju na trend stalnog porasta prekomerno uhranjenih, kao i pridruženog porasta obolevanja i povećane smrtnosti u vezi sa tim (WHO, 2000).

Gojaznost kao izraz prekomernog sadržaja masti u organizmu i masti kao nutrijent ljudskog organizma, predmet su interesovanja, kako stručne javnosti, tako i medija i najšire populacije. Svedoci smo poplave različitih preporuka stručnih i onih drugih, za ishranu, tzv. dijeta, koje imaju za osnovni cilj da zainteresovani smanje sadržaj masti u organizmu.

Povika na masti ide dotle da će nestručne osobe pomisliti da su masti balast za organizam. Istina je naravno da su masti hemijski raznolika jedinjenja, da neke od njih imaju esencijalne funkcije za organizam, da omogućuju funkcionisanje drugih važnih nutrijenata i da su strateški izvor energije za organizam (Thompson i sar., 2011). Stoga, posjedovanje znanja o karakteristikama masti, njihovoj funkciji u organizmu, posebno tokom fizičkog rada, uloge u nastanku gojaznosti, ima značaja za racionalan stav prema ovom problemu. Pored toga, promocija zdravlja kada su u pitanju masti zasniva se na dobrom poznavanju njihovog značaja i uloge u organizmu i sticanju dobrih navika u ishrani.

2. PROBLEM, CILJ I ZADACI RADA

Problem ovog rada odnosi se na sistematizaciju masti koje se nalaze u organizmu, odnosno masti koje se unose hranom i definisanje fizioloških funkcija masti i efekata prekomernog sadržaja masti u organizmu.

Cilj rada odnosi se na prikaz postojećih saznanja o metabolizmu masti i definisanje značaja i fizioloških funkcija masti, sa posebnim osvrtom na utilizaciju masti u fizičkom radu. Pored toga, definisan je značaj masti u razvoju gojaznosti.

Zadaci koje je potrebno rešiti i objasniti u radu su:

- 1) Hemijske i fizičke karakteristike masti značajnih za organizam čoveka
- 2) Iskorišćavanje masti u organizmu (varenje, apsorpcija, ikorišćavanje u tkivima i skladištenje masti
- 3) Fiziološke funkcije masti u organizmu
- 4) Uloga i značaj masti u fizičkom radu
- 5) Optimalan unos masti
- 6) Uloga masti u razvoju gojaznosti.

3. METOD RADA

Metod rada sastoji se u analizi informacionih izvora, prvenstveno naučne i stručne literature u cilju predstavljanja dosadašnjih saznanja o principima po kojima se vrši metabolizam masti, kao i naglašavanje značaja masti u ishrani, fizičkom radu i razvoju gojaznosti. Za pretragu naučnih radova i časopisa korišćene su Pub Med i SCIndex internet baze podataka.

4. PODELA, HEMIJSKE I FIZIČKE KARAKTERISTIKE LIPIDA

Lipidi (grč. Lípos "mast") su jedinjenja različitog sastava po pravilu nerastvorljiva u vodi, a rastvorljiva u organskim rastvaračima. Biološki su veoma značajna jedinjenja. Lipidi se nalaze u svim vrstama živih bića, od bakterija do čoveka. Mnogi različiti oblici lipida javljaju se u ljudskom organizmu i u hrani. Lipidi se nalaze u masnim tkivima koje štite i izoluju organe, u kombinaciji sa fosforom u ćelijskim membranama. Pored toga javljaju se kao steroidi u žučnoj soli, polnim hormonima, i drugim supstancama. U hrani, lipidi se javljaju kao masti i ulja. Životinjske masti i buter se nalaze u čvrstom obliku. Biljna ulja najprisutnija u ishrani čoveka su maslinovo, suncokretovo, kukuruzno i druga, su u tečnom stanju (Thompson i sar., 2011).

Trigliceridi, steroidi i fosfolipidi kao i produkti njihovog metabolizma su najznačajniji za organizam čoveka. Pored toga što su masti deo svake žive ćelije i predstavljaju važan izvor energije, one su značajne i zato što omogućavaju apsorpciju i iskorišćavanje vitamina A, D, E i K. Takođe, masti usporavaju probavu što stvara osećaj sitosti (Bernadot, 2010).

Lipidi su sastavljeni od masnih kiselina i alkohola (najčešće glicerola). To su tzv. prosti lipidi (masti, ulja, vosak). U složene lipide spadaju derivati fosforne kiseline (fosfolipidi) i lipidi koji sadrže ostatke ugljenih hidrata (glikolipidi). Ovde spadaju i steroidi (najpoznatiji je holesterol). Proste masti čine 99% svih masti u čovekovom telu, dok u ishrani 95% masti koje unosimo su trigliceridi koji se sastoje od tri molekula masnih kiselina i alkohola glicerola (Thompson i sar., 2011).

Masti se po hemijskoj strukturi dele na proste i složene, međutim za našu ishranu je važno da li masti sadrže zasićene ili nezasićene masne kiseline, holesterol i transmasne kiseline. Iz lipida je izolovano više od 70 raznih masnih kiselina. Masne kiseline su jedinjenja koja ulaze u sastav prirodnih masti i ulja, obično dugih, nerazgranatih lanaca. Mogu biti zasićene, ili nezasićene, a najčešće imaju paran broj ugljenikovih atoma (od četiri do dvadeset šest), što je posledica njihovog nastajanja, odnosno biosinteze masnih kiselina pomoću acetil - CoA. Industrijski se dobijaju hidrolizom estara (triglicerida), poreklom iz masti i bioloških ulja i uklanjanjem glicerola. Trigliceridi sačinjeni od mešovitih masnih kiselina su najrasprostranjeniji,

znatno manje ima jednoličnih, dok su mono- i digliceridi vrlo retki (Šiler-Marinković, 2009).

4.1. Podela i nomenklatura masnih kiselina

Na osnovu prisustva dvostruke veze, masne kiseline se dele na zasićene i nezasićene. U Tabeli 1. dat je pregled najzastupljenijih zasićenih masnih kiselina u prirodi.

Tabela 1: Najrasprostranjenije zasićene masne kiseline

Naziv	Formula	Oznaka
Buterna	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_2\text{-COOH}$	C4:0
Kaprinska	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-COOH}$	C6:0
Kaprilna	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_6\text{-COOH}$	C8:0
Kaprinska	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_8\text{-COOH}$	C10:0
Laurinska	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{10}\text{-COOH}$	C12:0
Miristinska	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{12}\text{-COOH}$	C14:0
Pentadekanska	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{13}\text{-COOH}$	C15:0
Palmitinska	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{14}\text{-COOH}$	C16:0
Margarinska	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{15}\text{-COOH}$	C17:0
Stearinska	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{16}\text{-COOH}$	C18:0
Arahinska	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{18}\text{-COOH}$	C20:0
Behenska	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{20}\text{-COOH}$	C22:0
Lignocerinska	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{22}\text{-COOH}$	C24:0
Cerotinska	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{24}\text{-COOH}$	C26:0

Zasićene masne kiseline ne sadrže dvostruke veze, niti druge funkcionalne grupe duž lanca. Termin zasićene ukazuje na to da ugljenikovi atomi, pored međusobnih, grade veze samo sa vodonikom, (osim u COOH grupi). S obzirom na prave lance koje poseduju, vrlo gusto se pakuju i na taj način omogućavaju živim bićima da na manjem

prostoru skladište veliku hemijsku energiju. Upravo zato imaju najveći udeo u masnom tkivu životinja.

Nezasićene masne kiseline su slične građe, ali poseduju jednu, ili više dvostrukih veza u osnovnom ugljeničnom lancu (mono- i polinezasićene). U Tabeli 2. dat je pregled najrasprostranjenijih nezasićenih masnih kiselina, a na Slici 1. je prikazana razlika u prostornoj strukturi zasićenih i nezasićenih masnih kiselina.

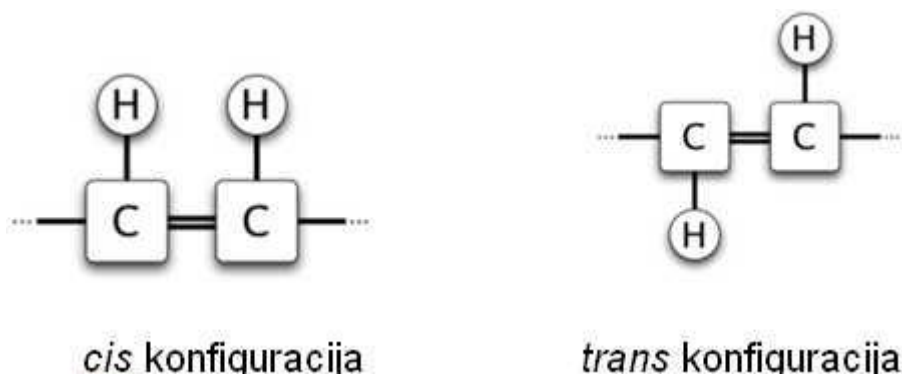
Tabela 2: Najrasprostranjenije nezasićene masne kiseline

Naziv	Formula	Oznaka
Palmitoleinska	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	C16:1
Oleinska	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	C18:1
Linolna	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	C18:2
α -linolenska	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$	C18:3
Linolenska	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$	C18:3
11-eikosenska	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_9-\text{COOH}$	C20:1
Arahidonska,	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_4-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$	C20:4
Eikosapentaenska	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_5-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$	C20:5
Eruka	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_{11}-\text{COOH}$	C22:1
Dokosaheksaensa	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_6-\text{CH}_2-\text{COOH}$	C22:6



Slika 1. Prostorna struktura zasićenih i nezasićenih masnih kiselina.

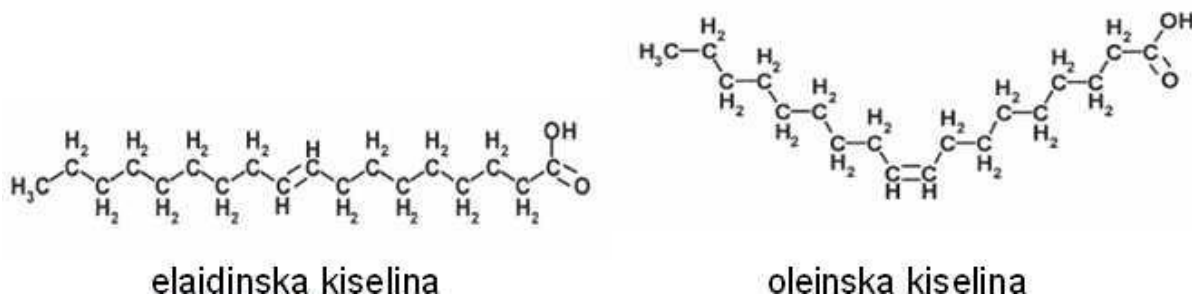
Na ugljenikovim atomima koji obrazuju dvostruku vezu, pored vodonika, vezuju se i različite funkcionalne grupe. U zavisnosti od položaja koji vodonikovi atomi pri tome zauzimaju, razlikuju se cis i trans konfiguracije (Slika 2).



Slika 2. Oblik cis i trans dvostruke veze

Oblik cis veze uslovljava da se molekuli uvijaju. Što je veći broj dvostrukih veza i cis položaja vodonika, to će i uvijenost biti veća, pa će se molekuli nalaziti na međusobno većim rastojanjima. Zbog toga, u uljima dominiraju cis masne kiseline. Nasuprot tome, trans konfiguracija omogućava gusto pakovanje molekula koji su pretežno linearni, ili slabo uvijeni, pa su ove kiseline zastupljenije u čvrstim mastima.

Isti molekuli koji se međusobno razlikuju samo po konfiguraciji dvostruke veze (geometrijski izomeri) mogu imati potpuno različite fizičke i hemijske osobine. Primer za ovo su oleinska i elaidinska kiselina (Slika 3), obe sa istom bruto hemijskom formulom $C_{18}H_{34}O_2$. Oleinska kiselina je cis izomer masne kiseline $C_{18}:1$ i zastupljena je u maslinovom ulju u količini od 55 do 80%, a elaidinska kiselina je trans izomer i najčešće se nalazi u hidrogenovanim biljnim uljima (Jašić i Begić 2008).



Slika 3. Prostorna struktura elaidinske i oleinske kiseline

Elaidinska kiselina ima veću termodinamičku stabilnost i znatno višu temperaturu topljenja (46.5 °C) od oleinske, čija je temperatura topljenja 13.5 °C.

Za obeležavanje masnih kiselina najčešće se koristi IUPAC (Union of Pure and Applied Chemistry) nomenklatura. Dužina osnovnog ugljenikovog lanca označava se brojem ispred imena, a položaj dvostrukih veza brojevima iza imena kiseline. Trans konfiguracija označena je slovom t, a cis slovom c. Mesto pojavljivanja trans konfiguracije računato od karboksilnog kraja molekula, obeležava se brojem ispred slova t (Samaržija-Jovanović i Jovanović, 2008). Trans veza se označava još i slovom E (nemački: entgegen – nasuprot), a cis slovom Z (nemački: zusammen – zajedno).

Ljudski organizam može da sintetiše sve, osim dve masne kiseline koje su mu neophodne. S obzirom na to, one se nazivaju esencijalnim i moraju se unositi hranom. To su linolna i α -linolenska. Mogu se naći u velikim količinama u biljkama i ribljem ulju, a u organizmu se prvenstveno koriste za sintezu hormona, koji regulišu krvni pritisak, nivo masti u krvi, utiču na imuni sistem i odbranu organizma od infekcija, sastavni su deo membranskih lipida i prekursori prostaglandina. Ove kiseline poseduju dvostruke veze na ω -3 i ω -6 ugljenikovom atomu. U čovečjem telu ne postoji mehanizam za sintezu upravo tih veza. Njihov nedostatak može izazvati depresiju ili agresiju u ponašanju (Jašić i Begić, 2008).

Slobodne masne kiseline najčešće nastaju razlaganjem triglicerida, pri čemu se dobija i glicerol. Predstavljaju značajan izvor energije, s obzirom na to da mogu osloboditi relativno veliku količinu ATP-a. Mnogi tipovi ćelija ih koriste u tu svrhu u nedostatku glukoze (Jašić i Begić, 2008). Učešće masti u obezbeđenju energije u skeletnim mišićima zavisi od više faktora, među kojima su najznačajniji intenzitet i dužina rada.

4.2. Fizičke i hemijske osobine masnih kiselina

4.2.1. Fizičke osobine

Masti imaju široku primenu u prehrambenoj industriji, a hrani, čiji su sastojak, daju odgovarajuću konzistenciju, topljivost i plastičnost. Pri tome, od njihovog sastava,

količine i osobina zavisi tehnološki postupak koji se koristi u proizvodnji namirnica. Zbog toga se proučavanju fizičkih karakteristika masnih kiselina poklanja velika pažnja.

Tačka topljenja masnih kiselina raste sa porastom dužine ugljovodoničnog lanca i stepenom zasićenosti, dok je rastvorljivost u suprotnoj zavisnosti. Na temperaturama višim od tačke topljenja, mešaju se sa mnogim organskim rastvaračima: etrima, estrima, ketonima i raznim drugim ugljovodonicima (Jašić i Begić, 2008).

U vodi su masne kiseline sa dugim ugljovodoničnim lancima gotovo nerastvorne. Za njih je karakteristično obrazovanje micle sa negativno naelektrisanim COO^- krajem okrenutim ka vodi, a nepolarnim nizom ugljovodonika ka unutrašnjosti. Na taj način micle dobijaju negativno naelektrisanje, međusobno se odbijaju i tako formiraju suspenziju (Grupa autora, 2008).

Viskozitet opada sa povećanjem nezasićenosti molekula, a raste sa povećanjem molekulske mase. Zato su ulja, koja sadrže masne kiseline male molekulske mase, manje viskozna od onih koja sadrže masne kiseline velike molekulske mase.

Indeks prelamanja svetlosti raste sa porastom dužine lanca, broja dvostrukih veza i konjugacije. U praksi se upotrebljava za identifikaciju i određivanje čistoće masti i ulja.

Još jedna bitna karakteristika je dielektrična konstanta, koja takođe raste sa porastom broja dvostrukih veza, a opada sa porastom temperature. Koristi se za kontrolu proizvoda, koji pored masti sadrže i veću količinu vlage, jer ova veličina zavisi od načina formiranja emulzije i odnosa tečne i masne faze u njoj (Savić, 2008; Božo, 2007).

4.2.2. *Hemijske osobine*

Masne kiseline reaguju isto kao i sve druge ugljovodonične kiseline, što znači da su podložne esterifikaciji i oksido-redukciji. U esterifikaciji se umesto glicerola mogu koristiti i neki drugi jednovalentni ili polivalentni alkoholi. Redukcijom masnih kiselina dobijaju se masni alkoholi (Savić, 2008).

Saponifikacija je jedna od najvažnijih i u industriji najprimenjenijih reakcija, a kao proizvodi se dobijaju alkalne soli ili sapuni. Oksidaciji masne kiseline podležu i na sobnim temperaturama. Pri tome se razlažu na ketone, aldehide i manje količine epoksida i alkohola. Katalizatori ovih reakcija su teški metali čak i u vrlo malim

koncentracijama. Zbog toga se masti i ulja štite dodatkom različitih antioksidanasa, kao što je, na primer, askorbinska kiselina. Na povišenom pritisku i uz metalne katalizatore, masne kiseline reaguju sa vodonikom i prelaze u alifatične alkohole, a tretiranjem amonijakom ili aminima dobijaju se amidi.

Reaktivnost nezasićenih masnih kiselina zavisi od položaja i broja dvostrukih veza. Što su nezasićene veze bliže jedna drugoj, molekuli su reaktivniji. Za ovu grupu kiselina karakteristične je adicija, najčešće hidrogenacija, koja se koristi za prevođenja biljnih ulja u masti. Značajne su još i izomerizacija, polimerizacija, sulfonovanje, sulfatovanje i druge reakcije (Šiler-Marinković, 2009; Savić, 2008).

Masne kiseline kratkih lanaca disosuju u vodi dajući jako kiselu sredinu. Kiseline dužih lanaca ne pokazuju velike promene u pH vrednosti. Ipak, povećavanjem dužine lanca naglo se smanjuje rastvorljivost masnih kiselina u vodi, pa je smanjen i njihov uticaj na pH. Značaj njihovih pH vrednosti je samo u određivanju tipa reakcije u kojoj će kiseline učestvovati (Šiler-Marinković, 2009).

5. METABOLIZAM MASTI

S obzirom da lipidi nisu rastvorljivi u vodi, ne mogu lako ući u krvotok iz digestivnog trakta. Njihovo varenje, apsorpcija i transport su složeniji u odnosu na iskorišćavanje ugljenih hidrata i proteina koji su rastvorljivi u vodi.

5.1. Varenje masti

Lipidi koji se nalaze u hrani su obično u kombinaciji sa drugim hranljivim supstancama. Enzim lipaza koji se luči u ustima preko pljuvačnih žlezda ima malu ulogu u rastvaranju lipida, tako da većina lipida dolazi u želudac gotovo netaknuta. Osnovna uloga želuca u varenju lipida je da se lipidi mešaju i razbiju u manje kapljice. Pošto se lipidi ne rastvaraju u vodi, ove kapljice obično plutaju po vrhu vodenog želučnog soka preko koga dospevaju u tanko crevo. Naime, pošto se ne mogu rastvoriti u vodi, za njihovo varenje je neophodno učešće digestivnih enzima iz pankreasa i žučne kese. Pankreas se nalazi u gornjem delu trbuha iza trbušne maramice i naleže na kičmeni stub u nivou prvog lumbalnog pršljena. Podeljen je na tri dela, glavu, telo i rep. Žučna kesa predstavlja deo žučnih puteva koji se nalaze ispod jetre, kruškolikog je izgleda i ima funkciju kao rezervoar žuči. U predelu glave pankreasa nalazi se glavni žučni vod koji odvodi žuč iz jetre i spaja se sa glavnim izvodnim kanalom pankreasa u zidu dvanaestopalačnog creva. Kada lipidi uđu u dvanaestopalačno crevo, kontrahuje se žučna kesa i luči žuč. Kontrakcija žučne kese je pre svega izazvana lučenjem hormona pankreozimina iz sluzokožnih ćelija dvanaestopalačnog creva u krvnu cirkulaciju. Drugi hormon sekretin, koji se luči iz sluzokože dvanaestopalačnog creva, takođe učestvuje u kontrakciji žučne kese. Isti ovi hormoni uzrokuju i oslobađanje pankreasne vodene faze (bikarbonati i voda) i kasnije oslobađanje pankreasnih enzima u tanko crevo (Thompson i sar., 2011).

Iako se žuč nalazi u žučnoj kesi, ona je zapravo proizvedena u jetri. Sastoji se od žučnih soli napravljenih od holesterola, lecitina i drugih fosfolipida i elektrolita (natrijum, kalijum, hlor i kalcijum). Lecitini su fosfolipidi koji se sastoje od jedinjenja fosfata i holina zakačenog na treći ugljenikov atom okosnice glicerola. Oni su primarni emulgatori u žuči: Hidrofobni repovi molekula lecitina privlače kapljice masti gomilajući ih u male skupove, dok hidrofilne glave obrazuju vodene ljuske. Lecitin omogućava žuči da se ponaša kao sapun i da rastvara kapljice masti na sve sitnije i

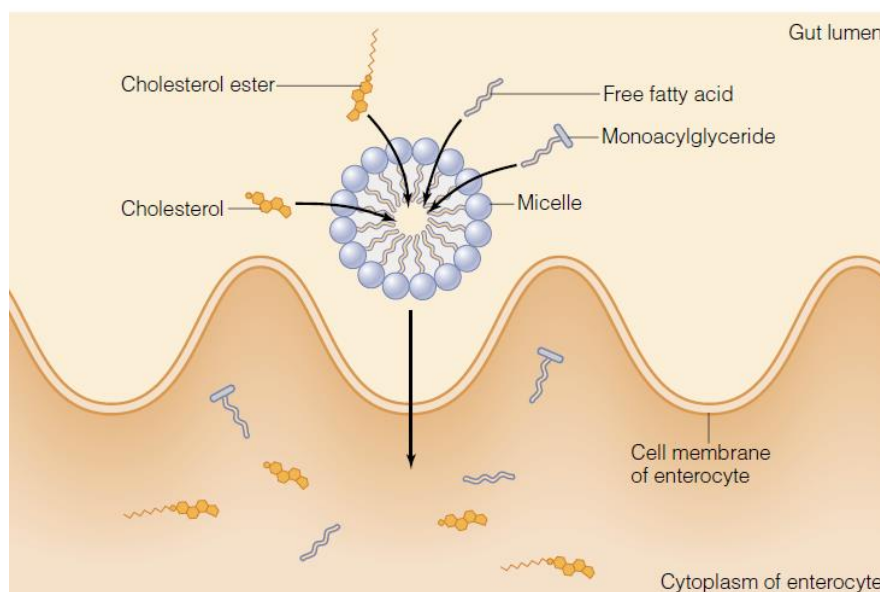
sitnije kapljice, što će omogućiti enzimima da kasnije deluju. Zanimljivo je da se nalazi u žumancetu jajeta, tako da se on koristi kao emulgator u kuvanju, na primer žumance jajeta se koristi kada se ulje i sirće kombinuju za dobijanje majoneza (Thompson i sar., 2011).

U isto vreme mešanje žuč sa lipidima dolazi do stvaranja emulzije u kojoj pod uticajem enzima iz pankreasa dolazi do daljeg varenja. Sve vrste lipida imaju i posebne enzime koji ih rastvaraju. Tako na primer za trigliceride su zadužene pankreasna lipaza i co-lipaza. Co-lipaza vezuje pankreasnu lipazu za kapljice masti, tako da ona može tada raskinuti vezu između masnih kiselina i glicerola. Trigliceridi se u ovom stadijumu varenja dele na dva dela od kojih je jedan dve masne kiseline odvojene sa prve i treće karboksilne grupe glicerola, a drugi deo je monoglicerid koji se sastoji od glicerola i masne kiseline vezane za drugu karboksilnu grupu. Takođe, specifični enzimi pomažu u varenju estara holesterola (kada je masna kiselina vezana za holesterol) i fosfolipida. Vezu između masne kiseline i holesterola raskida enzim holesterol esteraza iz pankreasa. Fosfolipaza je zadužena za razbijanje fosfolipida na manje delove. Dakle krajnji produkti varenja su manji molekuli koji se mogu lakše vezati za transportne ćelije enterocite i kao takve apsorbovati (Thompson i sar., 2011).

5.2. Apsorpcija, skladištenje i korišćenje masti

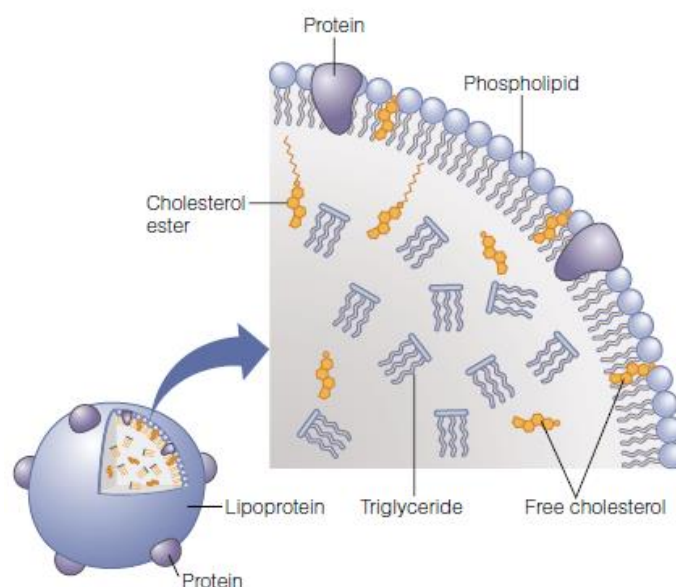
5.2.1. Apsorpcija masti

Većina apsorpcije lipida se odvija u sluzokoži tankog creva pomoću micela. Micele su sferna jedinjenja sačinjena od žučnih soli i žučnih fosfolipida koji mogu da zakače za sebe produkte varenja (slobodne masne kiseline, slobodni glicerol i monogliceride) i preveze ih do enterocita za apsorpciju (Slika 4). Micele imaju hidrofobno jezgro i hidrofilnu površinu što je odlično za transport lipida u vodenom okruženju creva.



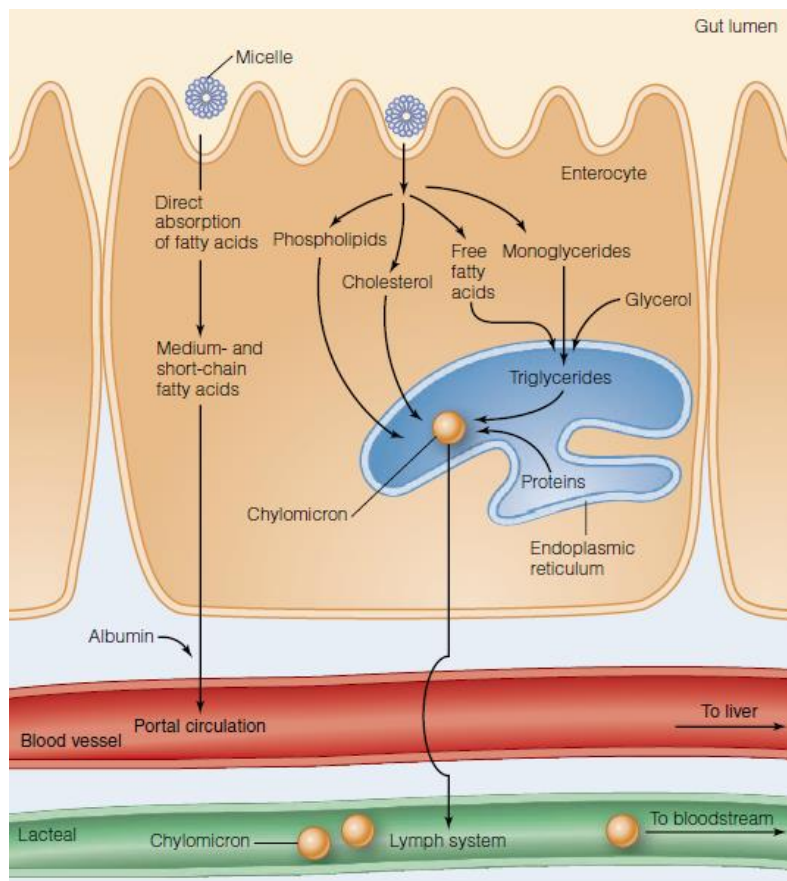
Slika 4. Transport lipida pomoću micle do enterocita

Unutar enterocita slobodne masne kiseline i glicerol se ponovo vezuju gradeći trigliceride i zatim se pakuju u lipoproteine, pre nego što se oslobode u krvotok. Lipoproteini su sferna jedinjenja sa trigliceridima grupisanim u centru, a zajedno sa estrima holesterola, slobodnim holesterolom, drugim hidrofobnim lipidima, fosfolipidima i proteinima grade spoljašnju sferu (Slika 5). Specifični lipoprotein koji se stvara u enterocitama za transport lipida iz hrane u krv zove se hilomikron (Thompson i sar., 2011).



Slika 5. Struktura lipoproteina

Proces formiranja hilomikrona počinje ponovnim stvaranjem triglicerida i estara holesterola u enterocitama. Ovi produkti su zatim labavo zatvoreni unutar spoljašnjeg omotača napravljenog od fosfolipida i proteina. Hilomikron je sada rastvorljiv u vodi, jer su fosfolipidi u kombinaciji sa proteinima rastvorljivi u vodi. Kada su napravljeni hilomikroni, oni se otpuštaju iz enterocita u limfni sistem koji se uliva u krvotok preko vene porte (Slika 6). Na ovaj način, masti koje se koriste u ishrani se transportuju u krv. Ubrzo nakon obroka bogatim mastima, količina hilomikrona u krvi se povećava, tako da je neophodno da se ove masti transportuju u organizam. Kod većine ljudi hilomikroni se očiste brzo iz krvi za nekih 6-8 sati nakon obroka sa umerenim sadržajem masti. Zbog toga se laboratorijske analize količine lipida u krvi rade ujutru, kada se krv očisti od hilomikrona. Transportovanje masnih kiselina koje imaju kratke i srednje lance ugljenikovih atoma se vrši brže nego dugolančane masne kiseline (Slika 6). To je zato što masne kiseline sa kratkim i srednjim lancima ne moraju ponovo da se sintetišu unutar hilomikrona u trigliceride, za šta se izgubi određeno vreme. Umesto toga, one mogu da putuju u krvotok samostalno vezujući se za transportne proteine albumine ili fosfolipide (Slika 6). Generalno, naša ishrana je siromašna sa kratkim i srednje-lančanim masnim kiselinama. Ipak u kliničkim uslovima kod pacijenata koji ne mogu da svare dugo-lančane masne kiseline, mogu se ekstatovati kratko i srednje-lančane masne kiseline iz određenih ulja i kao takve koristiti u ishrani pacijenata.



Slika 6. Transport masnih kiselina od creva do krvotoka

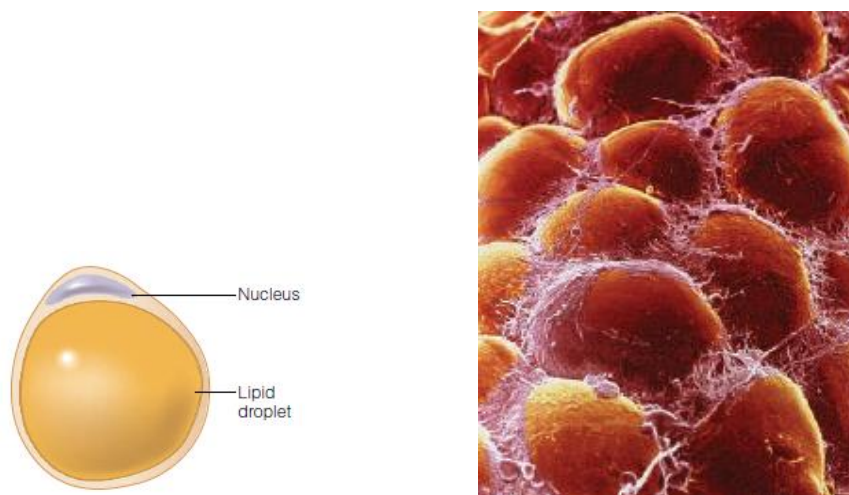
5.2.2. Skladištenje i korišćenje masti

Nakon obroka, hilomikroni koji su popunjeni sa hranljivim trigliceridima putujući kroz krvotok traže slobodno mesto da isporuče svoj teret. Postoje tri osnovne sudbine ovih hranljivih triglicerida (Thompson i sar., 2011):

- 1) Odmah mogu biti iskorišćeni kao izvor za aktivnost određenih ćelija, a posebno mišićnih ćelija tokom fizičkog rada,
- 2) Mogu se iskoristiti za stvaranje lipidnih jedinjenja koja se nalaze u telu i
- 3) Mogu biti smešteni u mišićima ili masnom tkivu za kasniju upotrebu.

Proces izlaska triglicerida iz hilomikrona i ulazak u ćelije tela (ćelije mišićnog ili masnog tkiva) ostvaruje se pomoću enzima lipoprotein lipaze koji se nalazi na površini naših ćelija. Kada hilomikron dodirne površinu masne ćelije dolazi u kontakt sa ovim enzimom koji dalje razlaže trigliceride u jezgru hilomikrona. Dobijene slobodne masne kiseline se koriste direktno za energetske gorivo ako je potrebno u tom trenutku,

odnosno ako nije potrebo, talože se u masnom tkivu za kasniju upotrebu. Međutim, ćelije ne mogu da talože pojedinačne masne kiseline, tako da ih vraćaju nazad u trigliceride i tako ih talože u masno tkivo (Slika 7). Većina masti nisu potrebne za energiju, tako da ovde primarno dolazi do skladištenja masti. Iako je masno tkivo primarno za skladištenje masti, ukoliko smo aktivni, primarno mesto skladištenja masti će biti u mišićnim tkivima. Ovim se organizam osigurava da sledećeg puta kada se izađe na trčanje, masti će biti na raspolaganju za energiju. Tako ljudi koji se bave fizičkom aktivnošću imaju više triglicerida u mišićima potrebnih za energiju, a manje uskladištenih u masnom tkivu koje niko od nas ne voli. Naravno i masti iz masnog tkiva se mogu koristiti za energiju, ali prethodno moraju da se razlože i transportuju do mišića (Thompson i sar., 2011).



Slika 7. Masna ćelija i masno tkivo

5.3. Masti u krvi

Kao što je ranije objašnjeno, lipidi se po pravilu ne rastvaraju u vodi, već u organskim rastvaračima. Da bi se ove materije transportovale krvlju, moraju se vezati za specifične proteine – lipoproteini (Thompson i sar., 2011).

Lipoproteini se prema hemijskom sastavu i gustini dele na:

- Hilomikrone,
- Lipoproteine vrlo male gustine (skr. VLDL, engl. Very Low Density Lipoprotein),
- Lipoproteine intermedijalne gustine (skr. IDL, engl. Intermediate Density Lipoprotein),
- Lipoproteine male gustine (skr. LDL, engl. Low Density Lipoprotein) ili tzv. loš holesterol, i
- Lipoproteine velike gustine (skr. HDL, engl. High Density Lipoprotein) ili tzv. dobar holesterol.

Najveći deo lipoproteina u krvi je tipa LDL (50-60%), nešto manje HDL (20-40%), a samo 5-10% čine VLDL čestice.

Hiperlipoproteinemija (HPL) je veoma čest metabolički poremećaj. Smatra se da odrasla osoba ima hiperlipoproteinemiju, ako 14h posle poslednjeg obroka, pri inače uobičajenoj ishrani, vrednosti triglicerida su veće od 2,2 mmol/l ili ukupni holesterol veći od 6,2 mmol/l (Rasouli i sar., 2008).

6. ZNAČAJ MASTI U ISHRANI

6.1. Uloga masti u čovekovom organizmu

Postoji pet osnovnih uloga masti u čovekovom organizmu (Đorđević-Nikić, 2002; Thompson i sar., 2011):

1. **Energetska uloga** masti ogleda se u tome što se njihovim razlaganjem oslobađa velika količina energije. Skladište se u ćelijama masnog potkožnog tkiva odakle se prema potrebi organizma mogu koristiti. Pod dejstvom hormona masne ćelije vrše hidrolizu (razlaganje) masti u slobodne masne kiseline. Masne kiseline prelaze u krv, a zatim u ćelije koje ih koriste kao izvor energije. Višak šećera u krvi se privremeno skladišti u obliku glikogena, a zatim se trajno čuva u obliku masti. Kada se energetske potrebe organizma ne mogu zadovoljiti hranom, prvo dolazi do razlaganja rezervi glikogena, a zatim se razlažu masti.
2. **Grativna uloga** odnosi se na to što se deo masti koristi za izgradnju i obnovu ćelija i njenih delova. Najpoznatiji strukturni lipidi su:
 - a) fosfolipidi koji grade ćelijske membrane;
 - b) holesterol koji pripada steroidima (derivati masti) i takođe gradi ćelijske membrane (osim kod bakterija);¹
3. **Regulatornu ulogu** imaju hormoni koji su steroidi. Steroidni hormoni čoveka su polni hormoni i hormoni kore nadbubrežne žlezde, dok su ostali hormoni uglavnom proteini ili derivati aminokiselina.
4. **Transporta uloga** - Vitamini rastvorljivi u mastima – liposolubilni (A, D, E, K), u organizam se unose preko namirnica koje sadrže masti. Apsorpcija, metabolizam i skladištenje ovih vitamina, takođe je vezano za metabolizam i depoe masti u organizmu. U toj grupi su namirnice kao što su maslac, kajmak, biljna ulja, orašasti plodovi, riblje ulje i masne vrste riba i drugo.
5. **Zaštitnu ulogu** imaju masno tkivo koje okružuje bubrege i potkožni sloj masti koji predstavlja toplotni izolator. Takođe, masno tkivo štiti telo od trauma pri udarima, pritiscima i drugim mehaničkim delovanjima na telu.

¹ Strukturni lipidi su i voskovi koji obrazuju zaštitni sloj na koži, krznu, perju ili lišću i plodovima biljaka (najpoznatiji je pčelinji vosak od koga pčele prave saće).

6.2. Masti u namirnicama

6.2.1. Zasićene masne kiseline

Zasićene masne kiseline nalaze se pre svega u namirnicama životinjskog porekla, u mesu, mlečnim proizvodima i jajima. Od namirnica biljnog porekla zasićenim masnim kiselinama bogati su palmino ulje i kokosovo ulje, koja se češće upotrebljavaju u prehrambenoj industriji nego u domaćinstvu zbog toga što su stabilnija, manje podložna oksidaciji i imaju duži rok valjanosti.

6.2.2. Nezasićene masne kiseline

Najpoznatije grupe su mononezasićene (npr. oleinska) i polinezasićene masne kiseline (npr. omega-6 masne kiseline i omega-3 masne kiseline). Najbolji izvor mononezasićenih masnih kiselina svakako je maslinovo ulje, ali dobar su izvor takođe ulje kikirikija, ulje od repe, kikiriki, bademi, orasi i avokado.

Polinezasićene masne kiseline jesu i esencijalne masne kiseline, koje organizam ne može sintetisati i to: linolna (omega-6 masna kiselina) i α -linolenska kiselina (omega-3 masna kiselina). Esencijalne masne kiseline neophodne su za sintezu eikosanoida (hormonima sličnih jedinjenja) i kao membranski strukturni lipidi. Polinezasićene masne kiseline u velikom su udelu prisutne u ribljem ulju, ribi, suncokretovom i sojinom ulju.

6.2.3. Steroli - Holesterol

Holesterol je najpoznatiji sterol, neophodan je za normalno funkcionisanje organizma (sinteza steroidnih hormona, žučnih kiselina i vitamina D, gradivna komponenta ćelijskih membrana i mijelinskih ovojnica nerava). Organizam ga sintetise i nije ga neophodno unositi hranom. Međutim, nezaobilazan je čak i u raznovrsnoj pravilnoj ishrani jer se nalazi u namirnicama životinjskog porekla. Holesterol se ne nalazi u namirnicama biljnog porekla, pa tako ni u suncokretovim, sojinim ni u drugim biljnim uljima, dok su žumance jajeta i iznutrice (npr. jetra) izuzetno bogati holesterolom, a odmah potom i crveno meso, meso živine i ljuskara.

Glavni neželjeni efekat holesterola unetog hranom je skok serumskog LDL-holesterola. Koliki će biti porast LDL-a, nakon unosa ove vrste masti je vrlo varijabilan i zavisi od individualnih karakteristika, kod nekih osoba je vrlo veliki, a kod drugih gotovo ne postoji. Sa druge strane povećanje koncentracije LDL je u linearnoj korelaciji sa povećanjem rizika od kardiovaskularnih oboljenja (Jorga i sar., 2014).

6.2.4. *Transmasne kiseline*

Transmasne kiseline u malim količinama mogu biti prirodno prisutne u hrani (mleko ili meso preživara – govedina i jagnjetina), nastaju i tokom procesa delimične hidrogenacije u industrijskoj proizvodnji hrane. U zavisnosti o porekla mogu imati različito delovanje na ljudsko zdravlje. Glavni izvori transmasnih kiselina u ishrani nekada su bili margarine, međutim danas se zahvaljujući primeni najnovijih tehnoloških dostignuća proizvode i margarine bez transmasnih kiselina. Od velike je važnosti čitanje i razumevanje nutritivne deklaracije na hrani što omogućuje lakši odabir prehrambenog proizvoda s obzirom na njegovu prehrambenu vrednost, a u skladu s prehrambenim i/ili zdravstvenim statusom konzumenta.

Postoje pouzdani podaci u stručnoj literaturi koji ukazuju na to da industrijske transmasne kiseline podižu nivo LDL i povećavaju kardiovaskularni rizik, zbog čega je u mnogim državama zakonom propisano obavezno deklarisanje na gotovim proizvodima, a ponegde postoji zabrana upotrebe u restoranima i objektima javne ishrane (Jorga i sar., 2014).

6.2.5. *Esencijalne masne kiseline*

Omega 6 i omega 3 masne kiseline su složene višestruko nezasićene masti od kojih su neke vrste od esencijalnog značaja. One se moraju uneti hranom jer ih organizam ne može sintetisati. Omega 6 i omega 3 masne kiseline predstavljaju dve porodice masnoća u kojima postoji više podvrsta koje se razlikuju po dužini lanaca molekula samih masnih kiselina (Šupe, 2012).

Navedene masne kiseline igraju presudnu ulogu za zdravlje čoveka zbog toga što upravljaju hormonalnim sastavom eikosanoida. Ovaj hormonalni sastav upravlja celim metabolizmom jer nadzire, direktno ili indirektno, insulin i druge endokrine hormone (glukagon, kortizol, adrenalin i drugi), te njihovim posredovanjem utiče i na sve vitalne telesne sisteme tj. biohemijske procese u tim sistemima.

Eikosanoidi su podeljeni u dve grupe, takozvane dobre i loše. Ali i loši su korisni i potrebni organizmu ako deluju u međusobnoj ravnoteži i balansu s dobrima. Oni među sobom imaju suprotno delovanje, pa dobri eikosanoidi deluju protivupalno i uopšte održavaju dobro zdravlje i jak imunitet, dok loši eikosanoidi izazivaju upale radi zaštite od ozleda i potrebni su kod velikih telesnih i mentalnih napora u kratkim i intenzivim periodima (Šupe, 2012).

EPA (eikosapentaenska kiselina) je masna kiselina iz porodice omega-3 i upravlja grupom dobrih eikosanoida, pa tako deluje protivupalno, štiti srce i krvne sudove i generalno dobro zdravlje, ali samo dok se AA (arahidonska kiselina) iz porodice omega-6 masnih kiselina, koja upravlja lošim eikosanoidima i izaziva upale, nalazi prisutna u manjoj meri.

I jedna i druga grupa eikosanoida su neophodne telu, ali problem nastaje kad loši eikosanoidi prevladavaju nad dobrima, tj. kad kroz ishranu unosimo više omega-6 nego omega-3 masnoća. Kako omega 3 masne kiseline i omega 6 konkurišu istim metaboličkim putevima, to jest koriste isti enzim $\Delta 6$ – dehidrogenazu, tako preterani unos omega-6 u organizam dovodi do nedostatka omega-3 i dobrih eikosanoida, pa se tako normalni upalni procesi kojima upravljaju loši eikosanoidi pretvaraju u hronične upalne procese i dovode do srčano-sudovnih i drugih hroničnih bolesti.

AA, koja upravlja lošim eikosanoidima, nastaje iz LA (linolne kiseline) koja se nalazi u biljnim uljima, margarinu, žitaricama, koštunjavim i orašastim proizvodima i semenkama. EPA koja upravlja dobrim eikosanoidima, takođe je potrebna za proizvodnju DHA (dokosapentaenske kiseline) koja izgrađuje ćelijske membrane mozga i nervnog sistema. EPA i DHA nalaze se samo u hrani životinjskog porekla i to u plavoj ribi, mesu životinja koje pasu i jajima slobodnih kokoši. EPA se teorijski može dobiti iz svog biljnog "predstadija" ALA (alfalinolenska kiselina), kojom su na primer bogate semenke lana, ali iz ovog oblika čovek može proizvesti samo vrlo mali postotak EPA (Šupe, 2012).

Nekada, dok su ljudi jeli izvornu i prirodnu hranu, dobijali su ishranom dovoljno EPA i DHA iz ribe, životinja koje pasu i jaja slobodnih kokoški, a odnos omega 6 i omega 3 bio je u odnosu 1:1 odnosno dobijali su istu količinu jedne i druge masne kiseline. Međutim, u drugoj polovini 20-tog veka značajno se povećala potrošnja i konzumacija biljnih ulja, margarina i žitarica pa su danas proporcije u proseku 20:1, to

jest putem hrane se unosi 20 puta više omega-6 nego omega-3 masne kiseline. U ovom je periodu došlo do naglog širenja kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa i raka. Ovo je jedan od najznačajnijih problema moderne ishrane.

Uloga omega 6 i omega 3 masne kiseline je vrlo komplikovana zbog njihovog delovanja na hormonalni sastav eikosanoida i pravilan odnos između njih je neizmerno važan. Omega-6 i omega-3, preko loših i dobrih eikosanoida, imaju suprotne funkcije u telu. Omega-6 preko loših eikosanoida podstiče upalne procese i zgrušavanje krvi, koji su normalni telesni procesi ali postaju štetni kad se pretvore u hronične procese. Omega-3 preko dobrih eikosanoida zaustavlja upalne procese i rastvara krvne ugruške. Nedostatak omega 3 zbog preteranog unosa omega 6 iz žitarica i biljnih ulja, dovodi do prevladavanja loših eikosanoida i stvaranja hroničnih upalnih procesa koji su uzročnik upalnih bolesti. Hronične upale na arterijama dovode do začepljenja krvnih sudova i kardio vaskularnih bolesti. Pravilan odnos između omega 3 masne kiseline i omega 6 masne kiseline nije važan samo za zdravo srce i krvotok, nego i za opšte telesno i psihičko zdravlje i imunitet. Čak je važan i za postizanje i održavanje normalne telesne težine, jer smanjuje signale u telu koji stvaraju masne zalihe, a poboljšava i osetljivost prema insulinu čime se smanjuje rizik od dijabetesa (Šupe, 2012).

Bitni hormoni insulin i glukagon usko su povezani sa delovanjem eikosanoida. Insulin podstiče loše eikosanoide tako što pomaže da se iz LA stvara AA, dok glukagon podstiče dobre eikosanoide i stimuliše proizvodnju EPA iz njenog predstadijuma ALA. Ipak, problem je što glukagon jedino može delovati u odsustvu hormona insulina, jer su ovo dva hormona sa suprotnim delovanjem.

Osim omega 6 masne kiseline, polisaharidi kao što su šećer i škrob imaju svoju ulogu u stvaranju upalnih procesa. Suvišne molekule šećera vežu se za različite proteine koji oštećuju ćelije krvnih sudova. Ovo oštećenje na ćelijama krvnih sudova pokreće upalni proces i predstavlja početak stvaranja loših naslaga u krvnim sudovima. Zbog viška omega 6, upala postaje hronična i krv se počinje zgrušavati, pa tako nastaje ugrušak koji dovodi do začepljenja krvotoka i krvnih sudova (Šupe, 2012).

Postoji samo jedan način za eliminisanje ovih upalnih procesa i stanja, a to je povratak na izvornu i što prirodniju ishranu, kako bismo balansirali unos omega 6 masne kiseline i omega 3 masne kiseline. Upravo ovo je jedan od važnih koncepata popularne ishrane sa smanjenjem ugnjenih hidrata i povećanjem unosa dobrih masti -

Low Carb High Fat (LCHF) ishrana, u kojoj se smanjuje unos omega-6 kroz smanjenu konzumaciju margarina, žitarica i biljnih ulja, te se povećava unos omega-3 putem mesa pašnih životinja, ribe i jaja slobodnih kokoški. Na taj način LCHF ishrana ponovo uspostavlja ravnotežu između eikosanoida čime se usklađuju i drugi povezani hormonalni mehanizmi u telu. Osim toga, zbog smanjenog unosa šećera i skroba, ne dolazi do vezivanja šećera na proteine koji oštećuju krvne sudove, a nizak insulin omogućava delovanje glukagona, koji podstiče proizvodnju EPA i DHA kao i dobre eikosanoide, što sve deluje smirujuće i protivupalno.

Treba naglasiti, omega 3 masna kiselina je neizmerno važna za ljudski mozak, koji je s obzirom na ostale parametre, ogroman u poređenju sa mozgom kod životinja. Možda i zato što se kod čoveka ovaj ključni organ sastoji 60% od masnoće, od čega 10% je učešće omega 6 i 10 % je učešće omega 3, i to EPA i DHA. Mozak se najintenzivnije razvija u stomaku majke, u trećem tromesečju trudnoće, kao i u prvih 18 meseci detetovog života. Pokazalo se da deca sa bolestima ADHD, DAMP, disleksija i slično, imaju nedostatak omega-3 u mozgu. Zato je od velike važnosti da upravo trudnice i dojilje unose dovoljno omega 3 masnoće iz ribe, ulja riblje jetre i prirodnog mesa i jaja, te da izbegavaju margarine, biljna ulja i hranu od brašna. Ovakav način ishrane je svakako koristan i za sve ostale koji žele očuvati zdravlje.

Takođe, osobe s atipičnim ekcemom ili alergijama imaju premalo omega 3 masne kiseline u odnosu na omegu 6 masnu kiselinu. Ako u ishrani nije zastupljeno dovoljno ribe, posebno plave ribe par puta nedeljno, tada treba uzimati ulje jetre bakalara, dobijeno hladnim putem (Šupe, 2012).

6.3. Preporučeni dnevni unos masti

Preporučen, prihvatljiv raspon unosa za ukupne masti je minimum 15% od ukupne energije, odnosno 20% za žene i pothranjene osobe sa BMI manjim od 18,5, a maksimalno 30-35% od ukupne energije (Đorđević-Nikić, 2002; Jorga i sar., 2014). Preporučeni unos za zasićene masne kiseline je maksimalno 10% od ukupne energije (Đorđević-Nikić, 2002), a za polinezasićene masne kiseline je od 6 do 11% od ukupne energije. O toga, preporučeni dnevni unos za esencijalne masne kiseline je minimum 3% od ukupne energije (2,5% za linolnu i 0,5% za alfa-linoleinsku kiselinu) (Jorga i

sar., 2014). Zasićene masti su povezane sa povećanim rizikom od hiperholesterolemije (povećana koncentracija holesterola u krvi), tako da njihov unos treba kontrolisati kad god je to moguće. To se najlakše postiže smanjenjem konzumiranja životinjskih masti, čokoladnih slatkiša (koji često sadrže visok nivo zasićenih tropskih ulja), pohovane hrane i mlečnih proizvoda sa visokim postotkom masti (Benardot, 2010). Što se tiče mononezasićenih masnih kiselina, njihov unos treba da bude jednak razlici između energije iz ukupnih masti i zbira zasićenih i polinezasićenih masti. Preporuka za transmasne kiseline je manje od 1% od ukupne energije, a za holesterol manje od 300mg na dan (Jorga i sar., 2014).

U ishrani sportista u literaturi novijeg datuma su se pogrešno pominjale koristi od unosa velikih količina masti (unos 30% ili više od ukupne energije). Treba naglasiti da su masti visoko koncentrovani izvor energije koji ne dovodi do poboljšanja sportskih rezultata, grade tela ili telesne težine kada se unosi u velikim količinama (Benardot, 2010). Ne postoje relevantne naučne informacije koje ukazuju na to da je unos masti iznad 25% od ukupne energije generalno koristan za sportiste. Međutim, za sportiste koji imaju teškoće sa održavanjem telesne mase zbog trošenja velike količine energije (kao u slučaju skijaškog trčanja) moguće je da će biti neophodan unos veće količine masti (do ograničenja dnevnog unosa od 35%). Sportisti koji pribegavaju manjim unosima masti, moraju u isto vreme preduzeti korake da se obezbedi dovoljno energije od drugih supstrata (uglavnom od složenih ugljenih hidrata) kojima će se zameniti masti u ishrani. U suprotnom, sportisti će se možda naći u stanju deficita energije što, samo po sebi, narušava sportske rezultate. Dakle, dok je redukcija u unosu masti generalno korisna, treba učiniti svestan napor da se obezbedi dovoljno ukupne energije kada je unos masti smanjen (Benardot, 2010). Pošto masti imaju više nego dvostruko veću kalorijsku vrednost u odnosu na istu količinu proteina ili ugljenih hidrata (9 kcal po gramu naspram 4 kcal po gramu), mora da se unese dvostruko više hrane da bi se nadoknadila razlika u mastima koje smo izbacili iz ishrane. Takođe, treba napomenuti da uprkos brojnim oblicima, masti možemo uneti hranom ili stvarati u organizmu kombinovanjem ugljeničnih jedinica iz drugih supstanci. Skoro svaka ćelija u organizmu ima sposobnost da proizvodi holesterol; pojedine osobe mogu imati visok nivo holesterola u krvi čak i ako se pridržavaju dijeta koja se zasniva na unosu niskih količina holesterola. Takođe, možemo proizvoditi fosfolipide, trigliceride i ulja.

Zapravo, upravo ta naša sposobnost da efikasno proizvodimo različite tipove masti ograničava potrebu za konzumiranjem velikih količina lipida (Benardot, 2010).

7. ZNAČAJ MASTI U FIZIČKOM RADU

7.1. Potrebe za mastima

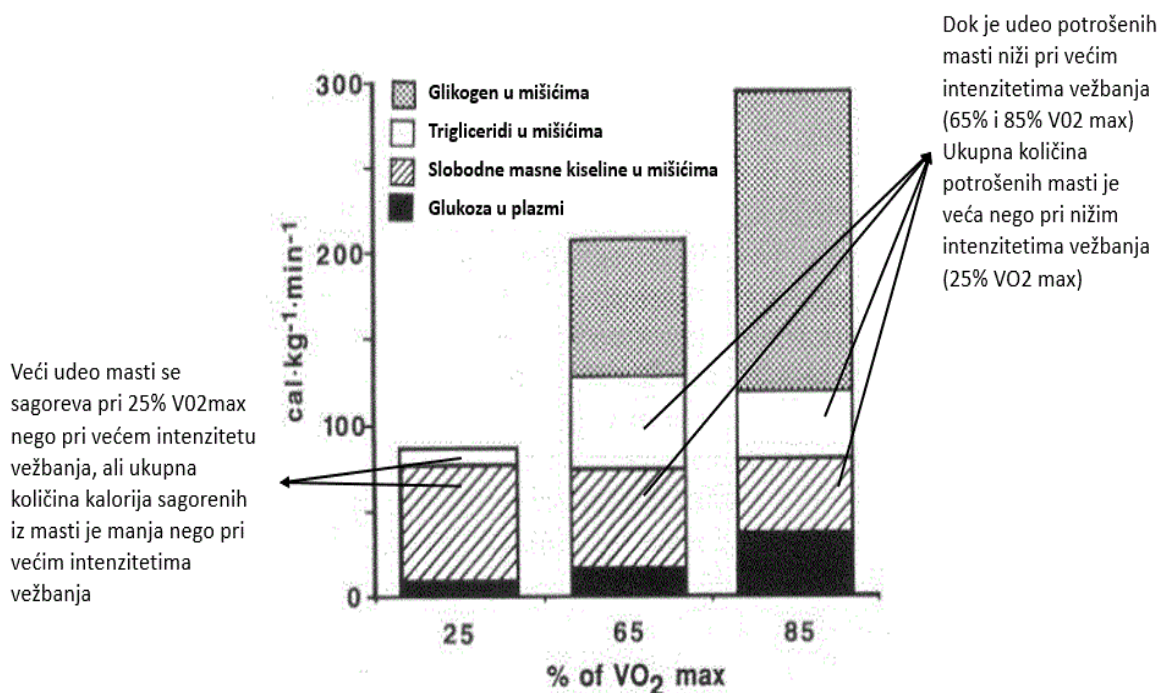
Sa stanovišta vežbanja, nema razloga da verujemo da povećanje unosa masti rezultira poboljšanjem sportskih rezultata, osim ako je povećan unos masti jedino razumno sredstvo da sportista dobije dovoljno energije. Sportisti kome je potrebno više od 4.000 kcal svakog dana da bi zadovoljio kombinovane potrebe rasta, vežbanja i regeneracije tkiva, može da bude potrebno umereno povećanje unosa masti u ishrani (poželjno biljnog ili ribljeg porekla). Pošto je mast koncentrovaniji oblik energije i od ugljenih hidrata i od proteina, više energije može se uneti u manjim količinama hrane ukoliko namirnice sadrže više masti. Ako bi sportista pokušao da potpuno obustavi unos masti, morao bi da konzumira toliko hrane da bi postalo nemoguće organizovati dovoljno obroka ili odvojiti dovoljno vremena za obroke da bi se konzumirala potrebna energija, što bi uzrokovalo neadekvatan unos energije. Čak i kod sportista koji primenjuju granični energetske unos (estetski sportovi, redukcija telesne mase i drugo) esencijalne funkcije masti uslovljavaju da unos masti ne bude manji od 15% ukupnog energetskog unosa.

7.2. Masti i fizička aktivnost

Čak i najmršaviji i najzdraviji sportisti imaju znatne rezerve energije u obliku deponovanih lipida. Prosečni depoi energije u masnom tkivu kreću se između 50.000 i 100.000 kcal, što je dovoljno energije da se prehoda ili pretrči 800 do 1.600 km, bez potrebe za dodatnim unosom energetskih materija (tipičan utrošak energije pri hodanju ili trčanju na razdaljini od 1,6 kilometara iznosi približno 100 kcal) (Bernadot, 2010). Pored pomenutih rezervi iz masnog tkiva, sportisti imaju zalihe od približno 2.000 do 3.000 kcal u lipidima unutar mišićnog tkiva (Coyle, 1995). Masti koje se čuvaju u obliku triglicerida, dostupne su kao gorivo pod određenim uslovima raspoloživosti kiseonika. Maksimalna oksidacija masti javlja se pri vežbanju intenziteta 60-65% V02max (Romijn i sar., 1993). Pri većem intenzitetu vežbanja masti nastavljaju da sagorevaju, ali distribucija energenata se menja - primarno gorivo postaju ugljeni hidrati.

Trigliceridi deponovani u masnom tkivu razlažu se na svoje sastavne molekule, glicerol i masne kiseline, a zatim ulaze u cirkulaciju. Glicerol je dostupan svim tkivima za energetske metabolizam, a slobodne masne kiseline se transportuju do aktivnih mišića, gde se oksidišu da bi se dobila energija. Trigliceridi deponovani u mišićima takođe se razlažu na glicerol i masne kiseline, koji se koriste kao brzo dostupni izvori energije. Glicerol može da sagoreva u aktivnim mišićima radi energetske podrške ili može da se transportuje do krvne plazme kao izvor energije za druga tkiva (Thompson i sar., 2011).

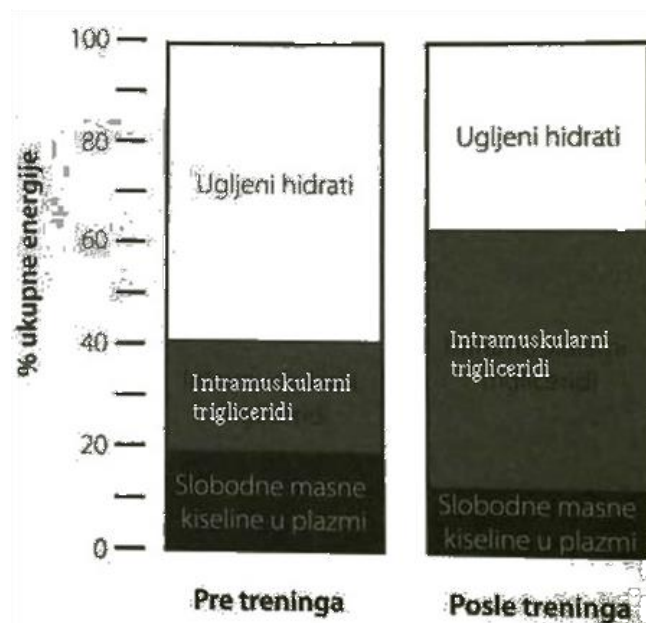
Što je niži intenzitet vežbanja, to je veća proporcija masti koja sagoreva da bi se zadovoljile potrebe za energijom. Kako se intenzitet vežbanja povećava, smanjuje se proporcija masti koje sagorevaju a povećava se proporcija ugljenih hidrata kao dominantnog energetskeg izvora. Ova osnovna činjenica je glavni razlog tome što se toliki broj ljudi bavi aktivnostima niskog intenziteta da bi sagorevali nagomilane lipide i snizili nivoe nagomilane telesne masti. Međutim, razmeru sagorelih masti ne treba pomešati sa ukupnom količinom potrošenih lipida pri različitim intenzitetima fizičke aktivnosti. Kako se intenzitet fizičke aktivnosti povećava, povećava se i ukupan broj kalorija koji se sagoreva po jedinici vremena. Iako može da se smanji procenat masti koje sagorevaju na zadatom intenzitetu vežbanja, ukupna količina utrošenih masti u kalorijama i gramima je veća, posto je ukupna tražnja za energijom viša (Slika 8). Pouka ovih činjenica o metabolizmu jeste da sportisti koji žele da smanje sadržaj telesnih masti treba da vežbaju na nivou od barem 65% $\dot{V}O_{2max}$, ali i višim intenzitetom, uz usklađeno trajanje treninga radi optimizovanja potrošenih masti. Vežbanjem pri niskom intenzitetu masti sagorevaju kao dominantan izvor energije, ali je ukupna potrošena količina masti manja, nego pri vežbanju visokog intenziteta. Period oporavka nakon fizičkog rada praćen je povećanim utroškom energije u organizmu. Taj tzv. energetske metabolizam u odmoru (RMR- resting metabolit rate), može biti eleviran 7,5-28% iznad onog u miru, što može da traje 4-6 časova nakon rada. Najveći deo ove organizmu potrebne energije potiče iz masti i ekvivalent je energije potrebne za oporavak organizma (Nikolić, 1995).



Slika 8. Potrebe za energetske materijama pri različitim nivoima intenziteta vežbanja (Romijn i sar., 1993).

7.3. Trening sportista i metabolizam masti

Poboljšanjem opšte (aerobne) izdržljivosti treningom povećavaju se veličina i broj mitohondrija i koncentracija oksidativnih enzima unutar mišićnih ćelija, što uvećava sposobnost sportiste da koristi veće količine masti tokom fizičke aktivnosti (Martin i sar., 1993). Pošto sportisti deponuju više energije iz masti nego iz ugljenih hidrata, povećanje sposobnosti da se koriste masti uzrokuje proporcionalnu redukciju u oslanjanju na ugljene hidrate, čime se povećava izdržljivost. Jednostavno rečeno, ako možete da sagorite više masti pri većem intenzitetu vežbanja, time ćete učiniti da vaše rezerve ugljenih hidrata traju duže, čime se poboljšava vaša izdržljivost (Slika 9).



Slika 9. Promene u oslanjanju na masti nakon treninga izdržljivosti (Martin i sar., 1993).

Važno je primetiti, međutim, da oksidacija masti ne može da se poboljša do te mere da se eliminiše potreba za ugljenim hidratima (glikogenom) za vreme intenzivnog vežbanja. Takođe, veća sposobnost da se masti metabolišu za dobijanje energije ne treba da podstakne sportiste da povećaju proporcionalan unos masti. Pod pretpostavkom da je nivo unosa kalorija adekvatan, sportisti mogu da proizvedu i deponuju masti koje su im potrebne, a veći unos masti u ishrani je jasan faktor rizika za pojavljivanje aterosklerotskih bolesti srca. Čak i kratkoročno povećanje unosa masti sa pratećim smanjenjem unosa ugljenih hidrata u trajanju od samo 3 do 5 dana izaziva opadanje parametara izdržljivosti kada se uporede sa sposobnostima pri visokom unosu ugljenih hidrata (Kiens i Helge, 2000).

7.4. Trigliceridi srednjih lanaca u ishrani sportista

Postoje protivurečni dokazi o tome da ulja triglicerida srednje dugačkih lanaca (trigliceridi sa lancima masnih kiselina koji sadrže od 6 do 12 atoma ugljenika) mogu imati izvesne blagotvorne osobine za sportiste. Ulje triglicerida srednje dugačkih lanaca se direktno apsorbuje i brzo kataboliše u masne kiseline i glicerol. Pošto lako i brzo

oksidise radi dobijanja energije, čini se da ulje triglicerida srednjih lanaca metaboliše slično ugljenim hidratima. Takođe, postoje izvesni dokazi da to ulje ubrzava pokretanje masti iz depoa, a moguće je i da povećava brzinu sagorevanja energetskih materija (ubrzava energetski metabolizam) (Bach i Babayan, 1982; Seaton i sar., 1986; Geliebter i sar., 1983; Scalfi i sar., 1991). U istraživanju čiji je cilj bio da se proceni relativan uticaj ugljenih hidrata nasuprot uticaju ugljenih hidrata u kombinaciji sa uljem triglicerida srednje dugačkih lanaca na parametre biciklističkog testa, pokazalo se da su ugljeni hidrati doveli do poboljšanja sposobnosti na stazama od 100 kilometara, ali da dodavanje ulja triglicerida srednjih lanaca nije dodatno poboljšalo sportske rezultate (Angus i sar., 2000). Drugo istraživanje ukazuje na to da je *tajming* (odabir vremenskog trenutka) za unošenje ulja triglicerida srednje dugačkih lanaca važan faktor za unapređenje izdržljivosti. Unošenje 400 ml rastvora ulja triglicerida srednje dugačkih lanaca (3,44%) pre trke, uz 10% rastvor glukoze za vreme trke, imalo je uticaja na poboljšanje sposobnosti tokom vožnje na hronometar (Lambert i sar., 2001). Izveden je zaključak da je smanjena potrošnja glikogena i povećano oslanjanje na masti (ulje triglicerida srednje dugačkih lanaca) zaslužno za zabeleženo poboljšanje rezultata. Za razliku od pomenutih istraživanja, redovnim unosom ulja triglicerida srednje dugačkih lanaca nisu poboljšani parametri izdržljivosti niti je izmenjen energetski metabolizam treniranih muškaraca trkača (Misell i sar., 2001). Osim toga, postoje dokazi da unos ulja triglicerida srednje dugačkih lanaca može nepovoljno da izmeni koncentraciju lipida u krvi, na šta treba ozbiljno obratiti pažnju kada se radi o sportistima koji imaju porodičnu istoriju srčanih oboljenja (Kern i sar., 2000).

Unošenje ulja triglicerida srednje dugačkih lanaca može proizvesti prednost kod sportista koji imaju poteškoća sa održavanjem poželjne telesne građe. Zdravi ljudi koji konzumiraju 5 do 10 grama (45 do 90 kcal) ulja triglicerida srednje dugačkih lanaca osećaju veću termogenezu izazvanu unosom hrane nego nakon ekvivalentnog unosa dugo lančanih triglicerida (najuobičajeniji oblik masti u namirnicama), a ta povećana termogeneza može podstaći mršavljenje (Kasai i sar., 2002; St-Onge i sar., 2003).

Iako ne postoji u koncentrisanim količinama u bilo kojoj namirnici, ulje triglicerida srednje dugačkih lanaca može se kupiti u mnogim prodavnicama, a pošto je zasićeno, ono je stabilno i može da ima dugačak rok trajanja. Na sportiste koji imaju otežan adekvatan unos energetskih materija, konzumiranje 2 do 3 kašike (30 do 45 ml)

ulja triglicerida srednje dugačkih lanaca može da ima blagotvorno dejstvo. Ulje triglicerida srednje dugačkih lanaca sagoreva drugačije od drugih masti, tako da unos ovako male količine može da bude dobar način da se osigura da sportisti koji imaju teškoća da unesu dovoljno energije zadovolje svoje potrebe.

Treba imati na umu da za većinu sportista maksimalan unos ulja triglicerida srednje dugačkih lanaca ne treba da prelazi 30 grama (270 kcal). Unos iznad pomenute količine u ogromnoj meri povećava rizik od pojave smetnji gastrointestinalnog trakta, uključujući i dijareju (Jukendrup i sar., 1995).

7.5. Omega-3 masne kiseline u ishrani sportista

Poslednjih godina obraća se sve veća pažnja na potencijalne korisne efekte omega-3 masnih kiselina na sportsko postignuće. Potencijalne koristi su sledeće (Bucci, 1993):

- poboljšanje dovoda kiseonika i hranljivih materija mišićima i drugim tkivima zbog redukovane viskoznosti krvi,
- poboljšanje aerobni metabolizam zbog povećanog dovoda kiseonika ćelijama,
- povećano lučenje somatotropina (hormona rasta) kao odgovor na normalne nadražaje kao što su vežbanje, spavanje i glad, što može da ima anabolički efekat ili da poboljša vreme oporavka posle vežbanja,
- redukcija upalnih procesa nastalih usled mišićnog zamora i prenaprezanja, što može da poboljša vreme oporavka posle vežbanja,
- moguća prevencija inflamatornih stanja.

Uopšte gledano, u studijama koje se bave evaluacijom delotvornosti omega-3 masnih kiselina nisu pokazana konzistentna poboljšanja snage i izdržljivosti, niti postoje nedvosmisleni dokazi da omega-3 masne kiseline ublažavaju bol u mišićima (Brilla i Landerholm, 1990; Huffman i sar., 2004; Lenn i sar., 2002). Čini se da je glavni uticaj konzumiranja omega-3 masnih kiselina moguće unapređenje aerobnih metaboličkih procesa, što je značajan faktor i za sportske rezultate i za sposobnost pojedinca da efikasno sagoreva masti kao energetske supstrate. To ne znači da je povećanje ukupnog unosa masti poželjno ili neophodno da bi se ostvarili pomenuti korisni efekti.

Naprotiv, povećan unos masti je tipično povezan sa smanjenjem sportskih rezultata. Međutim, sportisti mogu da razmotre promenu vrste masti koje unose u ishrani, time što će uključiti periodične ali redovne (jednom ili dva puta nedeljno) obroke lososa, albakor tune, atlantske haringe i ostalih riba hladnih dubokih mora u količini od 110 do 140 grama da bi povećali udeo omega-3 masnih kiselina koje su im na raspolaganju.

7.6. Efekti supstanci za koje se smatra da utiču na utilizaciju masti tokom fizičkog vežbanja

Kofein se smatra za supstancu koja ima uticaj na oksidaciju masti. Efekti suplementacija kofeinom tokom vežbanja su dosta istraživani. Ukoliko se suplementacija kofeinom primenjivala u periodima odmora pre vežbanja, tada je dodatni kofein izazvao povećanje oksidacije masnih kiselina, dok suplementacija kofeinom tokom vežbanja teži da izazove suprotan efekat, odnosno, smanjuje oksidaciju masnih kiselina u zadatom vežbanju (Hawley i sar., 1998). Smanjenje oksidacije masti nastaje zbog ubrzane razgradnje glikogena iz jetre nakon unosa kofeina, što izaziva i povećanje količine laktata u krvi, koji su inače poznati inhibitori lipolize. Kofein je zbog svojih efekata gotovo redovni sastojak energetske napitake koji se danas često koriste u sportu i rekreativnom vežbanju.

Druga bitna supstanca koja možda može da utiče na oksidaciju masti je L-karnitin. Osnovna uloga L-karnitina u čovekovom organizmu je transport masnih kiselina dugih lanaca kroz membranu mitohondrija. Naime, na osnovu funkcije koju ima, može se zaključiti da će povećana količina L-karnitina povećati i unos masnih kiselina u mitohondrije, a samim tim i oksidaciju masti. Ipak, istraživanja nisu potvrdila ovu činjenicu, uprkos suplementaciji L-karnitinom, nije došlo do povećane oksidacije masti tokom vežbanja (Hawley i sar., 1998).

Neretko, u sportu se dešava da se koriste i nedozvoljene supstance u vidu dopinga u sportu. Neke od nedozvoljenih supstanci utiču na ubrzavanje lipolize. U tu grupu spadaju stimulansi, gde su najznačajniji predstavnici efedrin i analozi, amfetamin i analozi i kokainici (Đorđević-Nikić, 2004). Ovi stimulansi imaju inhibitorno dejstvo na apetit, delujući na centralni nervni sistem, a pri tome istovremeno povećavaju

oksidaciju masti, što su i razlozi zbog čega se koriste posebno u rekreativnom sportu, ali i u takmičarskim sportovima, gde je bitno postići i održati nizak sadržaj telesnih masti. Ipak, korišćenje stimulanasa u sportu predstavlja ozbiljan zdravstveni rizik, pa se sportistima i drugim korisnicima ovih supstanci preporučuju bezbednije metode za postizanje željene telesne kompozicije (Đorđević-Nikić, 2004).

8. UTICAJ MASTI NA RAZVOJ GOJAZNOSTI

Gojaznost se definiše kao višak telesnih masti. Ovaj termin se često pogrešno poistovećuje sa pojmom prekomerna uhranjenost pod kojim se podrazumeva povećanje telesne mase u odnosu na idealnu masu na račun viška vode (edemi) ili mišićne mase (sportisti), a manje na račun telesnih masti. Prema jednoj od definicija, gojaznost postoji onda kada je udeo telesne masti u telesnoj masi veći od 30% kod žena i 25% kod muškaraca (Ivković-Lazar, 2004). U stručnoj javnosti ne postoji jasno definisane granične vrednosti o zastupljenosti masnog tkiva koje može da predstavlja zdravstveni rizik. Jedna od klasifikacija koja se primenjuje je predstavljena u Tabeli 3. Sadržaj telesnih masti je uslovljen polom i godinama starosti. Esencijalne masti su neophodne za normalno odvijanje fizioloških procesa. Viši sadržaj esencijalnih telesnih masti u organizmu žene važan je za održanje reproduktivnog zdravlja.

Tabela 3. Tipična količina telesnih masti, prema ACE (2000).

Kategorija	Žene	Muškarci
Esencijalne masti	10-13%	2-5%
Sportisti	14-20%	6-13%
Fitnes	21-24%	14-17%
Prosek	25-31%	18-24%
Gojazni	32% +	25%+

Gojaznost nastaje kada postoji disbalans između energetskeg unosa i utroška u pravcu suficita energije, koja se deponije u obliku masti. Naime, do gojaznosti neće doći ako postoji ravnoteža između unosa energije i energetske potrošnje. Aproksimativne relacije unetih masti, njihove energetske vrednosti i promena telesne mase su sledeće:

1 g masti=9 kcal

1000 g čiste masti=9000 kcal

1000 g telesne masti=85% masti+15% vode i ćelija

1000 g telesnih masti=0.85x9000 kcal=7600 kcal, tj. za svakih 3000-3500 kcal unetog viška, telesna masa se povećava za približno 0.5 kg masti.

8.1. Procena uhranjenosti i podela gojaznosti

Naporima grupe istraživača 1990. godine usvojen je BMI (Body Mass Index) kao metod izbora u merenju gojaznosti. BMI je odnos između mase i visine koji se koristi za procenu uticaja gojaznosti kao faktora rizika na zdravlje. Izračunava se kao telesna masa u kilogramima podeljena sa telesnom visinom u metrima na kvadrat.

$BMI = TM \text{ (kg)} / [TV \text{ (m)}]^2$; TM=telesna masa; TV=telesna visina.

< 18.5	Mršavi (pothranjeni)
18.5 - 25	Normalno uhranjeni
25 - 30	Prekomerno uhranjeni
30 - 35	Umereno gojazni
35 - 40	Jako gojazni
> 40	Ekstremno gojazni

BMI se koristi za procenu zdravstvenog rizika kod odraslih osoba. Ne zavisi od pola i uzrasta jer ima širok dijapazon primene (od 19 do 70 godina). Najveću vrednost ovaj parametar ima kod populacionih istraživanja uhranjenosti stanovništva ili pojedinih grupa.

Ograničenja u primeni BMI:

- * kod dece i adolescenata do 18. godine se primenjuju specifični normativi BMI, prema godinama i polu.

- * kod trudnica i dojilja,

- * kod osoba kod kojih je izražena muskulatura (sportisti)

- * kod osoba za skoliozom i kifozom ili drugim anomalijama gde ne može da se adekvatno izmeri visina.

Iako je ukupna količina masti u telu značajan parametar za procenu zdravstvenog rizika, raspored (distribucija) masti je, takođe, značajan parametar, čak nezavistan.

Razlikujemo dva osnovna tipa rasporeda (distribucije) telesnih masti (Ivković-Lazar, 2004):

1. Jabuka-androidni tip gojaznosti (gornja distribucija) (Slika 10). Adipozno tkivo je koncentrisano oko trbuha i u gornjim partijama tela. Adipozno masno tkivo se posebno vezuje za visceralne masti, koje se nalaze oko trbušnih organa. Ovaj vid gojaznosti javlja se kod muškaraca i žena naročito u menopauzi. To, međutim, nije uvek pravilo. Ovaj tip gojaznosti nosi povećan rizik za hipertenziju, dijabetes tipa II, srčana oboljenja, srčani i moždani udar i izvesne forme karcinoma.
2. Kruška-ginoidni tip gojaznosti (donja distribucija) (Slika 10). Adipozno tkivo se koncentriše oko bokova, kukova i butina. Češći je kod gojaznih žena.

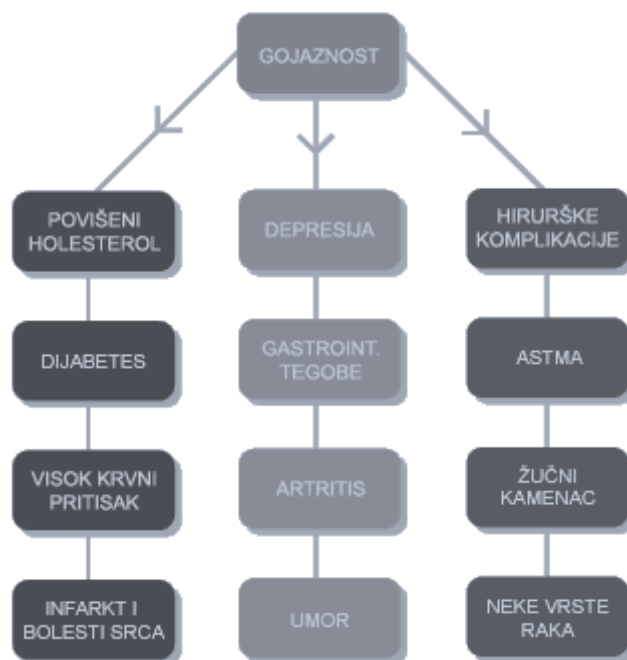


Slika 10. Tipovi rasporeda telesnih masti

Distribucija masti može se proceniti merenjem obima kuk-struk tj. krojačkim santimetrom izmeri se obim struka i deljenjem sa obimom kuka u centimetrima (>1 – gojazan muškarac i $>0,8$ – gojazna žena). Ovaj odnos je značajan indikator distribucije masti, naročito abdominalne masti i dobar indikator za procenu zdravstvenog rizika. Zapaženo je da osobe (muškog pola) koje imaju obim struka preko 94 cm imaju povećan rizik, a preko 102 cm jako povećan rizik za obolevanje od gore navedenih bolesti. Osobe (ženskog pola) koje imaju obim struka preko 80 cm imaju povećan rizik, a preko 88 cm imaju jako povećan rizik za obolevanje. Poslednjih godina u populacionim istraživanjima uhranjenost se procenjuje i na osnovu odnosa obima struka i telesne visine (waist to height ratio WHR). Ovaj pokazatelj se smatra vrlo korisnim u

proceni rizika obolevanja od kardiovaskularnih i metaboličkih oboljenja (Lee i Huxley, 2008).

Gojaznost je ozbiljno hronično oboljenje koje može dovesti do mnogih medicinskih komplikacija (Slika 11), koje umanjuju kvalitet života i skraćuju dužinu života, a čije lečenje ima visoku cenu. Gojazne osobe imaju veći ukupan morbiditet i mortalitet.



Slika 11. Bolesti povezane sa gojaznošću

8.2. Epidemiološki dokazi povezanosti gojaznosti i konzumiranja hrane bogate mastima

Epidemiološka istraživanja su pokazala veliku raznolikost faktora povezanih sa nastankom gojaznosti. Jedan je od najvažnijih je ishrana bogata mastima. Epidemiološki dokazi govore u prilog tvrdnji da hrana bogata mastima dovodi do gojaznosti (Lissner i Heitmann, 1995).

Najuverljiviji dokazi za povezanost unosa masti i gojaznosti dobijeni su istraživanjem odnosa unosa masti kod pojedinaca i njihovog BMI-a. Takva istraživanja

samo daju pregled statističke povezanosti; ona ne upućuju nužno na uzročno-posledičnu vezu (Flegal i sar., 2002; James i Sharma, 2002; Romieu i sar., 1988; Tremblay i sar., 1989; George i sar., 1990; Miller i sar., 1990; Colditz i sar., 1990; Tucker i Kano, 1992; Slattery i sar., 1992; Pudel i Westenhoefer, 1992; Klesges i sar., 1992; Lissner i Lindroos; 1994). Od trinaest istraživanja koje su prikazali (Lissner i Heitmann, 1995), u njih jedanaest pokazala se statistički značajna povezanost kalorijski određenog unosa masti i jednog ili više pokazatelja gojaznosti. Jedno od najvećih istraživanja takve vrste sprovedeno je na nacionalnom programu poboljšanja zdravlja u Nemačkoj, koje je obuhvatilo više od 200.000 prekomerno teških muškaraca i žena (Pudel i Westenhoefer, 1992). Pokazalo se malo, ali sistemsko povećanje BMI-a proporcionalno povećanju unosa masti, kod BMI-a od 27,40 kg/m² uz <40% energije iz masti na 29,10 kg/m² uz >46% energije iz masti. Kako se procenat energije dobijene od ugljenih hidrata povećavao, tako je BMI padao (Pudel i Westenhoefer, 1992). U jednom drugom opsežnom istraživanju, sprovedenom u razdoblju od 1974. do 1975. godinu u SAD-u, u kojem su korišćeni podaci iz NHANES studije, procenat energije iz masti bio je značajno i srazmerno povezan sa gojaznošću (procenjeno prema debljini kožnog nabora) (Klesges i sar., 1992). Povezanost procenta energije dobijene iz masti i telesne mase uočen je i kod dece i kod odraslih (Faulkner, 1993).

Drugi način procene uticaja unosa masti iz hrane na telesnu masu stanovništva je analiza istovremene promene u ishrani i gojaznosti unutar jedne populacije tokom određenog perioda. U istraživanju na 19-godišnjim Dancima pozvanim u vojsku utvrđeno je da je do povećanja udela gojaznih između 1945. i 1985. godine došlo uporedo sa povećanjem unosa masti, što je započeto desetak godina ranije (Sonne-Holm i Sorensen, 1977; Trioano i sar., 1995; Rissanen i sar., 1991). Pažnja brojnih istraživanja bila je usredsređena na važnost odnosa masti i ugljenih hidrata iz hrane kao indikatora gojaznosti. Rastuća prevalencija gojaznih u industrijskim zemljama nije bila praćena samo rastućim udelom energije iz masti, već i smanjenjem udela energije iz ugljenih hidrata (Frost i sar., 2002; Beilin, 1994; Danforth, 1985). Takođe, smanjeno konzumiranje masti povezano je sa povećanim unosom hrane bogate ugljenim hidratima i obrnuto (Ursin i sar., 1993). Američko prospektivno epidemiološko istraživanje na više od 10.000 osoba pokazalo je da je grupa ispitanika koji su dobijali najniži procenat energije iz masti jela izrazito mnogo ugljenih hidrata, dijetnih vlakana, mesa živine,

nemasnih mlečnih proizvoda, voća, povrća i celih žitarica (Ursin i sar., 1993). Prehrambeni modeli povezani sa nemasnom ishranom pokazali su se relativno zavisnim u odnosu na određeno doba, pol, rasu i društveno-ekonomski status. Poput prethodnog istraživanja, jedno australijsko istraživanje potvrdilo je da je smanjeno konzumiranje masti povezano sa većim unosom dijetnih vlakana (Baghurst i sar., 1994).

8.3. Eksperimentalni dokazi o povezanosti gojaznosti i ishrane bogate mastima

Eksperimentalni podaci dopunjuju epidemiološke dokaze o povezanosti ishrane bogate mastima i gojaznosti. Čini se da pri tom istovremeno deluju dva ključna mehanizma. Izgleda da su ljudi predisponirani da jedu prekomerne količine hrane bogate mastima, a energija iz takve hrane brže se pretvara u telesnu masu u poređenju sa energijom iz ugljenih hidrata. U pre-industrijskom društvu to su bili adaptirajući mehanizmi koji su pomagali u očuvanju od izgladnelosti. Tek kada su neograničene količine ukusne hrane sa visokim udelom masti neprekidno na raspolaganju, ljudska sklonost uzimanju prevelikih količina masne hrane postaje nedostatak.

Mnoga istraživanja na životinjama pokazala su da ishrana bogata mastima uzrokuje gojaznost više nego ishrana bogata ugljenim hidratima. To se vidi i u istraživanjima u kojima je korišćena čvrsta ili usitnjena mešovita ishrana u poređenju sa hranom iz restorana-samoposluživanja ili restorana brze ishrane, u kojima se nudi raznolika brza hrana.

Pregledom četrdeset istraživanja koja su upoređivala učinak različite mešovite hrane na unos kalorija i/ili porast telesne mase ustanovljeno je da su životinje, u gotovo svim istraživanjima, imale veći porast telesne mase kad su bile na masnoj ishrani nego na ishrani bogatoj ugljenim hidratima (Warwick i Schiffman, 1992). Životinje su pokazale jaku sklonost većem obroku kada im se servirala masna hrana. Drugim rečima, kod pacova, miševa i hrčaka ishrana bogata mastima podstiče prekomerno jedenje i posledično utiče na gojaznost. Ako mogu birati hranu, životinje se opredele za masnu hranu i kao rezultat toga se goje. Pacovi kojima je davana restoranska hrana koja je uključivala različite vrste brze hrane za ljude, izabrali su onu koja je imala mnogo veći

udeo masti nego standardna hrana za pacova (38% kalorija u obliku masti u odnosu na 7% kalorija koje sadrži standardna hrana za pacove).

Iako je hrana iz restorana sadržavala i hranu bogatu šećerom, pretpostavlja se da je sadržaj masti glavni faktor uticaja na preterano jedenje i posledično gojenje. Teže je kontrolisati faktore kao što su dostupnost hrane, nivo aktivnosti, nasleđe i istoriju prehrambenih navika u istraživanjima na ljudima. Usprkos tome, postoje dokazi da ljudi više jedu i usled toga konzumiraju više kalorija kada im se daje masna hrana u odnosu na osobe kojima se daje hrana bogata ugljenim hidratima. Izgleda da su ljudi manje sposobni uskladiti unos i potrošnju energije kad konzumiraju masnu hranu nego kad uzimaju hranu bogatu ugljenim hidratima.

U istraživanjima u kojima je dodatna mast skriveno umešana u svaki obrok otkrilo se da je spontani unos kalorija često izrazito povećan (Tremblay i sar., 1989; Lissner i sar., 1987). Naime, ispitanici nisu smanjili unos hrane iako se povećala kalorijska vrednost ubacivanjem masti, čega oni nisu bili svesni. U sličnim istraživanja na ispitanicima kojima se skriveno dodavala mast u samo jedan obrok, pokazala su da nije došlo do prilagođavanja unosa kalorija prilikom sledećeg obroka (Danforth, 1985; Ursin i sar., 1993).

Istraživanja o učinku naknadno dodatih masti, odnosno dodatnom obroku masne hrane, čega su ispitanici bili svesni, pokazala su da većina ispitanika prilagođava količinu kalorija koju konzumira prilikom kasnijih obroka da bi održala stalni dnevni energetske unos (Mattes i sar., 1988; Caputo i Mattes, 1992). Ispitanici normalne telesne mase su prilagođavali količinu kalorija koju uzimaju prilikom kasnijih obroka da bi održali stalni dnevni energetske unos (Baghurst i sar., 1994; Warwick i Schiffman, 1992; Tremblay i sar., 1989). Zanimljivo je da su gojazni ispitanici i oni preokupirani telesnom masom pokazali slabu sposobnost kompenzacije za prethodni preveliki unos masti (Rolls i Slide, 1992). Naime, iako su smanjili unos kalorija u narednim obrocima, to smanjenje nije bilo jednako energetskom povećanju u prethodnom obroku.

Postoji niz mogućih mehanizama kojima masna ishrana može dovesti do preteranog uzimanja hrane, a mogli bi delovati i udruženo: rastegljivost želuca, osećaj sitosti, ukus hrane, žvakanje, kalorična vrednost hrane, genetski faktori.

8.3.1. Rastegljivost želuca

Rastegljivost želuca važna je prilikom inhibicije unosa hrane (Deutsch, 1987). Ako je unos hrane regulisan volumenom i/ili težinom konzumirane hrane, velika energetska vrednost masti (9 kcal/g u odnosu na 4 kcal/g kod ugljenih hidrata ili proteina), a manji volumen i težina, može rezultirati prekomernim uzimanjem hrane, ako je na raspolaganju masna hrana. Ne samo da je za masni obrok potrebna manja rastegljivost, obzirom na broj konzumiranih kalorija, već se njime povećava i brzina pražnjenja želuca (Cunningham i sar., 1991). U istraživanju u kojem su ispitanicima ponuđene neograničene količine nemasne hrane bogate dijetnim vlaknima i, s druge strane, masna hrana sa malo vlakana pokazalo se da su ljudi bili skloniji zadržati stalnu težinu pojedine hrane nego stalni unos kalorija (Duncan i sar., 1983).

U više raznih istraživanja bebe su hranjene masnom hranom, odnosno hranom bogatom ugljenim hidratima (Fomon i sar., 1976). Kada je kalorična vrednost oba tipa ishrane izjednačena, nisu postojale razlike u unosu kalorija i dobijanju na težini. Međutim, bebe na masnoj ishrani imale su veću potrebu za hranom, bile su gladnije, što je rezultiralo značajno većim dobijanjem na telesnoj masi u poređenju sa bebama na ishrani sa ugljenim hidratima.

8.3.2. Osećaj sitosti

Pretpostavlja se da gojazni ljudi imaju smanjenu reakciju sitosti na masti. Osim toga, skloniji su prekomernom konzumiranju masti, a slabije su metabolički sposobni eliminisati višak energije (Blundell i sar., 1993; Rolls i Hammer, 1995). To se može povezati sa faktorima kao što su apsorpcija hranjivih materija, izlučivanje hormona i oksidacija hranjivih materija (Jovanović, 2004). U istraživanju na gojaznim ženama masti iz hrane imale su vrlo slab učinak na osećaj sitosti (Lawton i sar., 1993). Kada je kod žena nivo osećaja gladi zbog niskokaloričnog ručka bilo visok, prilikom sledećeg obroka prekomerno su jele masnu hranu, ali ne i hranu bogatu ugljenim hidratima. To nisu kompenzovale smanjenim unosom hrane prilikom idućeg obroka.

8.3.3. *Ukus hrane*

Možda ljudi jedu previše masne hrane jednostavno zato što je ukusnija. Mnoge vrste hrane koje su u raznim istraživanjima birale osobe kojima je ponuđena dijeta bez ikakvih ograničenja sadržavale su mnogo masti. To ima evolucijski smisao. U uslovima ograničenog snabdevanja hranom, davanjem prednosti hrani sa najvišom kaloričnom vrednošću lakše se moglo osigurati preživljavanje. Naša je sklonost prema masnoj hrani verovatno delimično određena genima, a delimično učenjem. Sigurno je da postoje urođene sklonosti prema hrani (Perusse i Bouchard, 1994). Novorođene bebe jače sisaju punomasno nego obrano mleko, a takođe vole i jednostavne šećere (Nysenbaum i Smart, 1982; Nowlis i Kessen, 1976). Međutim, verovatno je da ljudi određenu vrstu hrane vole zato što su joj učestalo izloženi. Većina ljudi voli karakteristike hrane (ukus u ustima) kakve izaziva mast u hrani (Mela, 1991). Molekuli rastvorljivi u mastima uveliko doprinose ukusu hrane, a nemasna hrana često se smatra neukusnom. Kombinacija mlečne masti sa relativno malim količinama saharoze (npr. u sladoledu) smatra se posebno prihvatljivom (Drewnowski i Greenwood, 1983). Pojedinci se razlikuju po svojoj sklonosti prema masnoj hrani i po preferiranom sadržaju masti u pojedinim vrstama hrane (Jovanović, 2004). U nekim se istraživanjima navodi da gojazne osobe imaju preteranu sklonost jako masnoj hrani (Mela, 1991). Na primer, u jednom istraživanju ustanovljeno je da je izrazito masna hrana verovatno jedna od deset najomiljenijih vrsta hrane gojaznih ispitanika (Drewnowski i Greenwood, 1983). Meso je bilo omiljena masna hrana gojaznih muškaraca, dok su žene pokazale veću sklonost prema jelima koja su bila istovremeno i slatka i masna.

8.3.4. *Žvakanje*

Vrste hrane bogate dijetnim vlaknima i složenim ugljenim hidratima zahtevaju više napora prilikom žvakanja nego hrana bogata mastima, te se zbog toga jedu sporije. Nasuprot tome, hrana bogata mastima često traži malo žvakanja i može se brzo pojesti. Povećanje telesne mase povezano sa masnom dijetom možda nije posledica samo povećanog unosa kalorija, već i razlika u razgradnji nakon apsorpcije. Istraživanja na pacovima pokazala su da masna ishrana, više nego ishrana iste kalorične vrednosti bogata ugljenim hidratima, uzrokuje dobijanje na težini (Boozer i Atkinson, 1990). U

istraživanjima na zatvorenicima, mršavi muškarci brže su dobijali na težini kada su jeli masnu hranu nego kad su jeli prevelike količine mešovite ishrane od ugljenih hidrata i masti. U sličnom istraživanju, muškarci koji su jeli previše masti i unosili 150% procenjenih potreba za energijom dobili su više na telesnoj masi nego muškarci koji su jeli previše ugljenih hidrata na istoj energetske nivou (Rolls i Slide, 1992). Energija iz masti uzrokuje veće povećanje mase nego energija iz ugljenih hidrata ili proteina, jer je verovatnije da će biti uskladištene, a manje je verovatno da će oksidirati u odnosu na energiju iz ugljenih hidrata. Kod mršavih ljudi skladištenje ugljenih hidrata i proteina dobro je regulisano prilagođavanjem oksidacije i unosa. Ne postoji veza između ravnoteže energije i ravnoteže ugljenih hidrata ili proteina. Suprotno tome, ravnoteža energije usko je povezana sa ravnotežom masti. Kao i svi sisari, i ljudi skladište višak masti kao osiguranje od promena u snabdevanju energijom koje se pojavljuju iz dana u dan. Gubici prilikom skladištenja manji su 4% za masti u odnosu na ugljene hidrate. Time se može objasniti zašto je ljudski organizam sklonije stvaranju rezervi masti i oksidaciji ugljenih hidrata. Osobe sklonije gojenju naginju ka skladištenju viška masti umesto da je podstaknu na oksidaciju. Dalji dokazi za pretpostavku da osobe sklone gojenju imaju ograničene sposobnosti povećanja oksidacije masti u poređenju sa mršavim osobama dobijeni su istraživanjem koje su proveli Astrup i saradnici, u kojem je oksidacija masti kod nekada gojaznih žena sa genetskom predispozicijom za gojaznost upoređena sa onom kod žena koje nikada nisu bile gojazne (Thomas i sar., 1992; Astrup i sar., 1994). Nezavisno od energetske ravnoteže, povećanje sadržaja masti u ishrani za 50% energetske vrednosti rezultovalo je prioritarnom skladištenju masti, sprečavanjem oksidacije ugljenih hidrata i smanjenjem sveukupne 24-časovne potrošnje energije kod izrazito gojaznih žena. U kontrolnoj grupi žena normalne telesne mase regulacija metabolizma i oksidacija viška masti bila je mnogo bolja. Ograničavanje sadržaja masti u ishrani na 30% dovelo je do manjka u ravnoteži masti i povećanja potrošnje energije, upućujući da smanjenje odnosa masti i ugljenih hidrata u ishrani može normalizovati ravnotežu svih hranjivih materija. Autori ovih istraživanja zbog toga navode da se “gojaznost može smatrati sindromom nedostatka ugljenih hidrata i da je povećanje sadržaja ugljenih hidrata u ishrani na račun masti odgovarajući dijetetski deo terapijske strategije” (Thomas i sar., 1992; Astrup i sar., 1994).

8.3.5. Genetski faktori

Postoje velike razlike između ljudi u njihovoj reakciji na pozitivnu energetske ravnotežu, a izgleda da su genetski određene (Schwartz i sar., 1985; Stunkard i sar., 1990). Pretpostavlja se da genetska sklonost gojenju deluje putem već opisanih metaboličkih mehanizama, čemu se dodaju psihosocijalni faktori. Bouchard i saradnici otkrili su da je dobijanje na telesnoj masi kao rezultat uzimanja prekomernih 1000 kcal dnevno tokom 84 dana u periodu od 100 dana variralo od 4 do 14 kg (Bouchard i sar., 1990). Velika sličnost u dobijanju na težini primećena je kod jednojajčanih blizanaca. Rezultati istraživanja na ženama u Gothenburgu (Švedska), unos masti prilagođen energetske potrebama bazalnog metabolizma bio je nezavistan faktor rizika za povećanje telesne mase u sledećih šest godina, ali samo kod žena prekomerne telesne mase sa barem jednim gojaznim roditeljom (Heitmann i sar., 1993). Istraživanja adiponektina, leptina i drugih genetskih faktora mogla bi u budućnosti znatno poboljšati preventivne i terapijske pristupe. Već sada je jasno da kod gojaznih osoba postoji mana u genskoj strukturi ćelije. Kod zdravih osoba sa normalnim BMI-om, leptin, koji se stvara u masnim ćelijama, dolazi u mozak gde se nakon vezivanja sa specifičnim receptorima posledično razvija osećaj sitosti. Gen odgovoran za sintezu leptina u određenom postotku ljudi nije funkcionalan i tako izaziva osećaj stalne gladi, što posledično izaziva gojaznost. Takav gen sa manom prenosi se nasledno što objašnjava pojavu gojaznosti u nekim porodicama od najmlađe dobi.

8.4. Uloga leptina u metabolizmu masti

Leptin (grc. „leptos”, mršav) je peptid supkutanog masnog tkiva sa 167 aminokiselina kojeg kodiraju ”OB” geni na dužem kraku sedmog hromozoma. Njegova sekrecija proporcionalna je veličini masnog tkiva (Ivković-Lazar, 2004). Osnovna uloga ovog lipostatskog hormona je da smanjuje apetit i povećava potrošnju energije, te da mehanizmom negativne povratne sprege „komunicira” sa višim nervnim centrima i održava masu nepromenjenom. Leptin, dakle, informiše hipotalamus o veličini energetske depoa na periferiji vezujući se za svoje receptore. OBR geni, koji kodiraju

aktivnost leptinskog receptora, nalaze se na kratkom kraku prvog hromozoma (Živić i sar., 2012).

Količina leptina je strogo uslovljena količinom masnog tkiva i sadržajem triglicerida, ali i akutnim promenama u kalorijskom unosu (gladovanje ili prejedanje) (Ivković-Lazar, 2004). U gladovanju se smanjuje „stepen adipoznosti” i koncentracija leptina u krvi, što podstiče apetit i smanjuje potrošnju energije čime se sprečava dalji gubitak mase – već par sati nakon početka gladovanja naglo pada koncentracija leptina u krvi. Obrnuto, povećani unos hrane preko povećanja adipoznosti uvećava koncentracije leptina u krvi, što smanjuje apetit i uvećava potrošnju energije, prevenirajući time dalju gojaznost (negativni feedback) (Živić i sar., 2012). Što je period koji protiče od prethodnog obroka duži, to je brzina i intenzitet pada serumskih koncentracija leptina veći – ova redukcija u stvari igra ulogu tranzicionog signala iz stanja sitosti prema osećaju gladi. Drugim recima, nizak leptin predstavlja signal za glad a visok leptin signal sitosti.

U fiziološkim koncentracijama leptin se lako vezuje za receptore u hipotalamusu i inhibira centre koji podstiču apetit, a takođe, povećava potrošnju energije na periferiji. Dakle, efikasno redukuje i apetit i telesnu masu. Međutim, kod gojaznosti izostaju ovakvi efekti leptina i razvija se rezistencija na leptin. Ovakva rezistencija može biti posledica defekta receptora za leptin jednako kao i poremećenog transporta leptina. Stalnim prehranjivanjem, zbog sve izraženijeg smanjenja senzitivnosti hipotalamičnih receptora sitosti (”down” regulacija) dolazi do stalnog i progredijentnog povećanja produkcije leptina, odnosno do razvoja leptinske rezistencije i gojaznosti (Živić i sar., 2012).

8.5. Mogućnosti smanjenja unosa i skladištenja masti

Sveukupno smanjenje procenta masti u ishrani donelo bi korist ukupnom stanovništvu, obzirom na gojaznost i rastući broj bolesti koje nastaju kao njene kliničke komplikacije. Koristi za zdravlje na nivou ukupnog stanovništva mogu se postići relativno skromnim smanjenjem udela masti u hrani. Ipak, tako male promene načina života ne bi verovatno bile dovoljne da pomognu ekstremno gojaznim osobama ($BMI \geq 40,00 \text{ kg/m}^2$) čiji je život u neposrednoj opasnosti zbog prekomerne telesne mase.

Ishrana siromašna mastima sa umereno ograničenim kalorijama pruža najviše mogućnosti za smanjenje njihove mase. Međutim, da bi se dugoročno održala normalna telesna masa, nemasna ishrana treba postati način života za ljude sklone gojenju (Hill i sar., 1993). Drastične restrikcije treba izbegavati (osim možda kao veoma kratku motivacionu meru), jer neretko dovode do još jačeg gojenja, poznatog kao yo-yo efekat. Ipak, veliki broj stručnjaka slaže se da je smanjenje unosa i apsorpcije masti ključni korak u kontroli nad telesnom masom, što znači i prevenciju gojaznosti i svih komplikacija koje izaziva.

8.5.1. Bezmasna ishrana

Konvencionalna bezmasna ishrana odnosi se na izbor vrsta hrane koje su same po sebi siromašne mastima te, kada god je moguće, treba zameniti izrazito masna jela sličnima i manje masnima. Uključivanje relativno velikih količina hrane bogate složenim ugljenim hidratima i dijetnim vlaknima pomaže u suzbijanju gladi i čini dijetu lakše podnošljivom. Nekoliko studija pokazuje značajan gubitak telesne mase kod ispitanika koji su se pridržavali bezmasne dijetе, čak i bez planiranih restrikcija kalorija (Shah i sar., 1994; Puska i sar., 1983; Sheppard i sar., 1991; Hunninghake i sar., 1991; Kazim i sar., 1993; Foreyt i Goodrick, 1992). Neke studije su bile specifična istraživanja o gubitku telesne mase, dok je drugima cilj bio smanjenje rizika od kardiovaskularnih bolesti i raka dojke pomoću bezmasne ishrane.

Smanjenje telesne mase koje se postiže bezmasnim dijetama obično je skromno, ali dovoljno da pruži znatne zdravstvene koristi. Međutim, izgleda da postoji sklonost da se gubljenje na telesnoj masi bezmasnom dijetom uspori tokom vremena (isto se događa pomoću dijeta sa restrikcijom kalorija). U jednom istraživanju je čak 93% ispitanika održalo svoje početno smanjenje masti u ishrani i 94% smanjenje unosa kalorija tokom dve godine, ali istovremeno su održali samo 60% smanjenje od svog početnog gubitka telesne mase (Puska i sar., 1983). Fiziološka adaptacija na bezmasnu dijetu, koja rezultuje promenama u osećaju apetita i/ili potrošnji energije tokom istraživanja, jedno je od mogućih objašnjenja za to. Mnogi pojedinci smatraju bezmasnu dijetu neukusnom i teško je primenjuju tokom dužeg perioda. Što je manji sadržaj masti u dijeti, to ona postaje neukusnija. Kako je moguće da gojazni ljudi imaju genetski

predisponiranu, posebno veliku sklonost prema masnoj hrani, nije iznenađujuće da tako malo njih uspe postići potreban znatan i održiv gubitak telesne mase samo uz bezmasnu dijetu. Povezanost kardiovaskularnih komplikacija sa gojaznošću samim tim mora biti i u direktnoj vezi sa mastima u ishrani gojaznih ljudi.

Nažalost, hrani, siromašnoj mastima, često nedostaje ukus poznatih jela koja bi ona trebala zameniti. Rešenje za to obično budu dva dodatna pristupa koja dopunjuju konvencionalnu bezmasnu dijetu – zamene za mast i farmakološke intervencije. Smatra se da određeni farmakološki dodaci ishrani mogu stvoriti osećaj kakav u ustima izaziva veoma masna hrana. To omogućava razvoj onih vrsta hrane koje bi oponašale ukus poželjne masne hrane, smanjujući osećaj uskraćenosti koji izaziva bezmasna dijeta (Foreyt i Goodrick, 1992).

8.6. Preporuke za optimalan unos masti hranom

Masti i ulja imaju jednaku energetska vrednost, ali razlikuju se u konzistenciji, ali i nutritivnoj vrednosti koja proizlazi iz profila masnih kiselina. Dok je mast (životinjska) čvrste konzistencije i sadrži uglavnom zasićene masne kiseline i holesterol, ulja (biljna) su bogatija nezasićenim masnim kiselinama, ne sadrže holesterol, a sadrže karotenoide, vitamin E i hlorofil.

Kao “idealne” masti u ishrani zbog svog nutritivnog sastava nameću se maslinovo i repičino ulje. Maslinovo ulje u svom sastavu sadrži u najvećem procentu mononezasićenu oleinsku kiselinu (55-83%). Zasićene masne kiseline – palmitinska kiselina zastupljena je od 7,5 do 20%, a stearinska od 0,5 do 5%. Ostatak otpada na palmitoleinsku i na višestruko nezasićene linolnu i linolensku kiselinu. Antioksidativnom delovanju maslinovog ulja doprinose i vitamin E, koji se ovde nalazi u svom najboljem obliku, kao alfa-tokoferol i fenolne komponente.

Repičino ulje takođe sadrži značajne količine (oko 60%) korisne oleinske masne kiseline te ima čak i niži sadržaj zasićenih masnih kiselina u odnosu na maslinovo ulje (maks. 7%). Naime, repičino ulje sadrži i oko 11% omega-3 (linoleinske) i oko 20% omega-6 masnih kiselina (linolne), i to u odnosu (oko 1:2) koji je gotovo idealan ako ga gledamo iz perspektive adekvatnog unosa masti.

S obzirom na to da masti u organizmu obavljaju funkcije potrebne za njegovo pravilno funkcionisanje, one se iz ishrane i ne smeju izbaciti. Pametan odabir izvora masti može, međutim, učiniti veliku korist. Dok je poznato da zasićene masti povećavaju rizik od kardiovaskularnih bolesti, nauka za nezasićene masne kiseline tvrdi suprotno. Naime, epidemiološke studije predočile su dokaze prema kojima prehrambene jednostruko nezasićene masne kiseline imaju povoljno delovanje na rizik od bolesti srca i krvnih sudova. Naime, rezultati kontrolisanih kliničkih studija pokazali su da jednostruko nezasićene masne kiseline pozitivno utiču na brojne faktore rizika od razvoja bolesti srca i krvnih sudova, uključujući smanjenje nivoa ukupnog holesterola, triglicerida i “lošeg” LDL-holesterola, povećanje nivoa “dobrog” HDL-holesterola i regulaciju nivoa insulina u krvi (Perez-Jimenez i sar., 2002; Soriguer i sar., 2004; Kris-Etherton, 1999).

9. ZAKLJUČAK

Lipidi se po pravilu ne rastvaraju u vodi, već u organskim rastvaračima. Mnogi različiti oblici lipida javljaju se u ljudskom organizmu i u hrani. Najveća zastupljenost lipida u organizmu je u masnom tkivu, kada oni predstavljaju neiscrpan izvor energije, ali i faktor u termoregulaciji i mehaničkoj izolaciji i zaštiti organa i pojedinih segmenata tela. Zajedno sa drugim hemijskim jedinjenjima lipidi su sastavni deo ćelijske membrane i bele moždane mase. Pored toga, javljaju se kao steroidi u žučnoj soli, polnim hormonima, i u drugim supstancama. Postoji pet osnovnih uloga lipida u čovekovom organizmu: energetska, gradivna, regulatorna, transportna i zaštitna uloga. U hrani, lipidi se javljaju kao masti i ulja.

Oksidacija masti kao energetskog supstrata se dešava tokom fizičkog rada. Sagorevanje masti se postiže u aerobnim uslovima rada. Ovakavim tipom rada ili treninga u sportu, povećavaju se veličina i broj mitohondrija i koncentracija oksidativnih enzima unutar mišićnih ćelija, što uvećava sposobnost organizma da koristi veće količine masti tokom fizičke aktivnosti. Stoga, masti predstavljaju gotovo neiscrpan izvor energije, koji omogućava dugotrajan rad nižeg intenziteta.

Značaj masti u razvoju gojaznosti je ogroman. Postoji niz mogućih mehanizama kojima masna ishrana može dovesti do preteranog uzimanja hrane, a mogli bi delovati i udruženo: rastegljivost želuca, osećaj sitosti, ukus hrane, žvakanje, kalorična vrednost hrane, genetski faktori. S obzirom na to da masti u organizmu obavljaju funkcije potrebne za njegovo pravilno funkcionisanje, one se iz ishrane ipak ne smeju izbaciti. Optimalan unos masti podrazumeva kvalitetan unos, količine ne manje od 15% dnevnih energetske potrebe.

Masti imaju vrlo značajne funkcije u čovekovom organizmu, ali njihov unos se ipak mora ograničiti. Postoje jasne preporuke za količinu i vrstu masti koje treba svakodnevno uneti. Preporučeni dnevni unos masti je manji od 30% od ukupne energije, od čega većina treba da budu mononezasićene i polinezasićene masti, dok na zasićene masti otpada svega 10% od ukupne potrebne energije. Preterani unos zasićeneih masti je povezan sa povećanim rizikom od hiperholesterolemije i pridruženih oboljenja. Stoga, opšte preporuke za zdravu ishranu su da se smanji konzumiranje životinjskih masti, čokoladnih slatkiša, masnih pekarskih proizvoda, pohovane hrane i mlečnih proizvoda

sa visokim procentom masti. S druge strane, u ishrani se daje prednost biljnim, nerafinisanim masnoćama uz ukupno ograničenje energetskeg unosa.

10.LITERATURA

1. Alemzadeh, R., Rising, R., & Lifshitz, F. (2007). Obesity in children. New York: Lifshitz.
2. American Council on Exercise-ACE (2000). Lifestyle & weight management coach manuel.
3. Angus, D. J., Hargreaves, M., Dancey, J., & Febbraro, M. A. (2000). Effect of carbohydrate or carbohydrate plus medium-chain triglyceride ingestion on cycling time trial performance. *Journal of Applied Physiology*, 88(1), 113-119.
4. Antoniadou, C., Antonopoulos, A. S., Tousoulis, D., & Stefanadis, C. (2009). Adiponectin: From obesity to cardiovascular disease. *Obesity Reviews*, 10(3), 269-279.
5. Astrup, A., Buemann, B., Christensen, N., & Toubro, S. (1994). Failure to increase lipid oxidation in response to increasing dietary fat in formerly obese women. *Am J Physiol*, 266, 592-9.
6. Bach, A. S., & Babayan, V. K. (1982). Medium-chain triglycerides: An update. *American Journal of Clinical Nutrition*, 36(5), 950-62.
7. Baghurst, K. I., Baghurst, P. A., & Record, S. J. (1994). Demographic and dietary profile of high and low fat consumers in Australia. *J Epidemiol Comm Health*, 48, 26-32.
8. Beilin, L. J. (1994). Non-pharmacological management of hypertension: optimal strategies for reducing cardiovascular risk. *J Hypertens*, 12(Suppl 10), S71-81.
9. Benardot, D. (2010). Napredna sportska ishrana. Beograd: Data status.
10. Blundell, J., Burley, V., Cotton, J., & Lawton, C. (1993). Dietary fat and the control of energy intake: evaluating the effects of fat on meal size and postmeal satiety. *Am J Clin Nutr*, 57, 772-8.

11. Bodles, A. M., et al. (2006). Pioglitazone increase secretion of high-molecular-weight adiponectin from adipocytes. *AJP Endocrinology and Metabolism*, 291(5), E1100.
12. Boozer, C., & Atkinson, R. L. (1990). High fat diets fed isocalorically promote increases in rat fat pad weights, despite similar body weights. *FASEB J*, 4, 511.
13. Bouchard, C., Tremblay, A., & Despres, J. (1990). The response to long-term overfeeding in identical twins. *New Engl J Med*, 322, 1477-82.
14. Božo, J. (2007). *Bioenergetika*. Beograd: Građevinska knjiga.
15. Brilla, L. F., & Landerholm, T. E. (1990). Effect of fish oil supplementation and exercise on serum lipids and aerobic fitness. *Journal of Sports Medicine*, 30(2), 173.
16. Bucci, L. (1993). *Nutrients as Ergogenic Aids for Sports and Exercise*. Boca Raton, FL: CRC Press.
17. Caputo, F., & Mattes, R. (1992). Human dietary response to covert manipulations of energy, fat and carbohydrate in a midday meal. *Am J Clin Nutr*, 56, 36-53.
18. Cinti, S., Mitchell, G., & Barbatelli, G. (2005). Adipocyte death defines macrophage localization and function in adipose tissue of obese mice and humans. *Journal of Lipid Research*, 46(11), 2347-2355
19. Colditz, G., Willett, W., & Stampfer M. (1990). Patterns of weight change and their relation to diet in a cohort of healthy women. *Am J Clin Nutr*, 51, 1100-5.
20. Coyle, E. F. (1995). Fat metabolism during exercise. *Sports Science Exchange* (59), 8(6).
21. Cunningham, K. M., Daly, J., Horowitz, M., & Read, N. W. (1991). Gastrointestinal adaptation to diets of differing fat composition in human volunteers. *Gut*, 32, 483-6.

22. Danforth, E. (1985). Diet and obesity. *Am J Clin Nutr*, 41, 1132-45.
23. Deutsch, J. (1987). Signs determining meal size. In: Boakes, R., Popplewell, D., & Burton, M. eds. *Eating habits*. Chichester: John Wiley and Sons, 155-73.
24. Đorđević-Nikić, M. (2002). *Ishrana sportista*. Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Beogradu.
25. Đorđević-Nikić, M. (2004). *Doping u sportu*. Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Beogradu.
26. Drewnowski, A., & Greenwood, M. R. (1983). Cream and sugar: human preferences for high-fat foods. *Physiol Behav*, 30, 629-33.
27. Duncan, K. H., Bacon, J. A., & Weinsier, R. L. (1983). The effects of high and low energy diets on satiety, energy intake, and eating time of obese and non-obese subjects. *Am J Clin Nutr*, 37, 763-7.
28. Engeli, S., Negrel, R., & Sharma, A. M. (2000). Physiology and pathophysiology of the adipose tissue renin-angiotensin system. *Hypertension*, 35(6), 1270-7.
29. Fantuzzi, G., & Faggioni, R. (2000). Leptin in the regulation of immunity, inflammation and hematopoiesis. *J Leukoc Biol*, 68, 437-46.
30. Faulkner, F. (1993). Obesity and cardiovascular disease risk factors in prepubescent and pubescent black and white females. *Crit Rev Food Sci Nutr*; 33, 397-402.
31. Flegal, K. M., & Carroll, M. D., Kuczmarski, R. J., & Johnson, C. L. (2002). Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999-2000. *JAMA*, 288, 1723-7.
32. Fomon, S., Thomas, L., & Filler, T. (1976). Influence of fat and carbohydrate content of diet on food intake and growth of male infants. *Acta Paediatr Scand*; 55, 331-42.

33. Foreyt, J., & Goodrick, G. (1992). Potential impact of sugar and fat substitutes in the American diet. *J Natl Cancer Inst Monog*, 12, 99-103.
34. Frost, G., Lyons, F., Bovill-Taylor, C., Carter, L., Stuttard, J., & Dornhorst, A. (2002). Intensive lifestyle intervention combined with the choice of pharmacotherapy improves weight loss and cardiac risk factors in the obese. *J Hum Nutr Diet*, 15, 287-95.
35. Fukumura, D., et al. (2003). Paracrine regulation of angiogenesis and adipocyte differentiation during in vivo adipogenesis. *Circ Res*, 113, 147-158.
36. Geliebter, A., Torbay, N., Bracco, E. F., Hashim, S. A., & Vanltaille, T. B. (1983). Overfeeding with medium-chain triglyceride diet results in diminished deposition of fat. *American Journal of Clinical Nutrition*, 37(1), 1-4.
37. George, V., Tremblay, A., & Despres, J. P. (1990). Effect of dietary fat content on total and regional adiposity in men and women. *Int J Obes*, 14, 1085-94.
38. Grupa autora, (2008). *Vodič kroz vitamine, minerale i suplemente*. Beograd: Omladinska knjiga.
39. Hawley, J. A., Brouns, F., & Jeukendrup, A. (1998). Strategies to Enhance Fat Utilisation During Exercise. *Sports Med*, 25(4), 241-257.
40. Heinrich, P. C., Castell, J. V., & Andus, T. (1990). Interleukin-6 and the acute phase response. *Biochemical journal*, 265(3), 621-36.
41. Heitmann, B., Lissner, L., Sorensen, T., & Bengtsson, C. (1993). Does dietary fat intake promote weight gain in genetically predisposed individuals? *Int J Obes*, 17, 108.
42. Hill, J. O., Drougas, H., & Peters, J. C. (1993). Obesity treatment: can diet composition play a role? *Ann Intern Med*, 119, 694-7.

43. Huffman, D. M., Altena, T. S., Mawhinney, T. P., & Thomas, T. R. (2004). Effect on n-3 fatty acids on free tryptophan and exercise fatigue. *European Journal of Applied Physiology*, 92(4-5), 584-91.
44. Hunninghake, D. B., Stein, E. A., Dujovne, C. A., Harris, W. S., Feldman, E. B., Miller, V. T., et al. (1993). The efficacy of intensive dietary therapy alone or combined with lovastatin in outpatients with hypercholesterolemia. *New Engl J Med*, 328, 1213-9.
45. Ibrahim, M. M. (2010). Subcutaneous and visceral adipose tissue: Structural and functional differences. *Obesity Reviews*, 11(1), 11-18.
46. Ivković-Lazar, T. (2004). *Gojaznost*. Novi Sad: Medicinski fakultet Univerziteta u novom Sadu.
47. James, W. P., & Sharma, A. (2002). The metabolic challenge of obesity: impact of weight management on improvement of metabolic risk factors. *Int J Obes*, 26(Suppl4), S1-38.
48. Janeckova, R. (2001). The role of leptin in human physiology and pathophysiology. *Physiological Research Academia Scientiarum Bohemoslovaca*, 50(5), 443-59.
49. Jašić, M., i Begić, L. (2008). *Biohemija hrane I*. Tuzla: Univerzitet u Tuzli.
50. Jorga, J., i sar. (2014). *Higijena sa medicinskom ekologijom*. Beograd: Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 162-174.
51. Jovanović, T. (2004). *Masne točke*. Rijeka: Zambelli.
52. Joyner, J. M., Hutley, L.J., & Cameron, D. P. (2000). Glucocorticoid receptors in human preadipocytes: Regional and gender differences. *Journal of endocrinology*, 166(1), 145-52.
53. Jukendrup, A. E., Saris, W. H. M., Schrauwen, P., Brouns, F., & Wagemakers, A. J. M. (1995). Metabolic availability of medium chain triglycerides coin

gested with carbohydrate during prolonged exercise. *Journal of Applied Physiology*, 79, 756-762.

54. Kasai, M., Nosaka, N., Maki, H., Suzuki, Y., Takeuchi, H., Aoyama, T., ... Kondo, K. (2002). *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*; 48(6), 536-240.
55. Kazim, S., Martino, S., & Kim, P. N. (1993). Dietary and anthropometric determinants of plasma lipoproteins during a long-term low-fat diet in healthy women. *Am J Clin Nutr*, 57, 146-53.
56. Kern, M., Lagomarcino, N. D., Misell, L. M., & Schuster, V. (2000). The effect of medium-chain triacylglycerols on the blood lipid profile of male endurance runners. *Journal of Nutrition Biochemistry*, 11 (5), 288-292.
57. Kern, P. A., et al. (2001). Adipose tissue tumor necrosis factor and interleukin-6 expression in human obesity and insulin resistance. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 280, 745-751.
58. Kiens, B., & Helge, J. W. (2000). Adaptations to a high fat diet. In: *Nutrition in sport* (Ed. Maughan, R. J.). London: Blackwell Science, 192-202.
59. Klesges, R., Klesges, L., Haddock, C., & Eck, L. (1992). A longitudinal analysis of the impact of dietary intake and physical activity on weight change in adults. *Am J Clin Nutr*, 55, 818-22.
60. Klok, M. D., Jakobsdottir, S., & Drent, M. L. (2007). The role of leptin and ghrelin in the regulation of food intake and body weight in humans: A review. *Obesity Reviews*, 8(1), 21-34.
61. Kris-Etherton, P. M. (1999). AHA Science Advisory: monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease. Nutrition Committee. *Circulation*, 100, 1253-8.
62. Lambert, E. V., Goedecke, J. H., Zyle, C., Murphy, K., Hawley, J. A., Dennis, S. C., & Noakes, T. D. (2001). High-fat diet versus habitual diet prior to

- carbohydrate loading: Effects of exercise metabolism: and cycling performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 11(2), 209-225.
63. Lawton, C., Burley, V., Wales, J., & Blundell, J. (1993). Dietary fat and appetite control in obese subjects: weak effects on satiation and satiety. *Int J Obes*, 1993, 409-18.
 64. Lee, C. M. & Huxley, R. R. (2008). Indices to abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. *J Clin Epidemiol*, 61(7), 646-53.
 65. Lenn, J., Ubi, T., Mattacola, C., Boissonneault, G., Yates, J., Ibrahim, W. & Bruckner, G. (2002). The effects of fish oil and isoflavones delayed onset muscle soreness. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(10), 1605-13.
 66. Lissner, L., & Heitmann, B. (1995). Dietary fat and obesity: evidence from epidemiology. *Eur J Clin Nutr*, 49, 79-90.
 67. Lissner, L., & Lindroos, A. (1994). Is dietary underreporting macronutrient-specific? *Eur J Clin Nutr*, 48, 453-4.
 68. Lissner, L., Levitsky, D. A., Strupp, B. J., Kalkwarf, H. J., & Roe, D. A. (1987). Dietary fat and the regulation of energy intake in human subjects. *Am J Clin Nutr*, 46, 886-92.
 69. Martin, W. H., Dalsky, G.P., Hurley, B. F., Matthews, D. E., Bier, D. M., Hagberg, ... & Holloszy, J. O. (1993). Effect of endurance training on plasma free fatty acid turnover and oxidation during exercise, *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 265, E708- 714.
 70. Mattes, R., Pierce, C., & Friedman, M. (1988). Daily caloric intake of normal-weight adults: response to changes in dietary energy density of a lunch meal. *Am J Clin Nutr*, 48, 214-9.

71. Meier, U., & Gressner, A. M. (2004). Endocrine regulation of energy metabolism: Review of pathobiochemical and clinical chemical aspects of leptin, ghrelin, adiponectin, and resistin. *Clin Chem*, 50(9), 1511-25
72. Mela, D. (1991). Sensory preference for fats: what, who, why? *Food Quality Pref*, 1, 71-3.
73. Miller, W., Lindeman, A., Wallace, J., & Niederpruem, M. (1990). Diet composition, energy intake, and exercise in relation to body fat in men and women. *Am J Clin Nutr*, 52, 426-30.
74. Misell, L. M., Lagomarcino, N. D., Schuster, V., & Kern, M. (2001). Chronic medium-chain triacylglycerol consumption and endurance performance in trained runners. *Journal of Sport: Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 210-215.
75. Nikolić, Z., (1995). *Fiziologija fizičke aktivnosti*. Beograd: Fakultet fizičke kulture.
76. Nishimura, S., Manabe, I., Nagasaki, M., Hosoya, Y., Yamashita, H., Fujita, H., & Sugiura, S. (2007). Adipogenesis in obesity requires close interplay between differentiating adipocytes, stromal cells, and blood vessels. *Diabetes*, 56(6), 1517-26
77. Nowlis, G., & Kessen, W. (1976). Human newborns differentiate differing concentrations of sucrose and glucose. *Science*, 191, 865-6.
78. Nysenbaum, A. N., & Smart, J. L. (1982). Sucking behaviour and milk intake of neonates in relation to milk fat content. *Early Hum Dev*, 6, 205-13.
79. Perez-Jimenez, F., Lopez-Miranda, J., & Mata, P. (2002). Protective effect of dietary monounsaturated fat on arteriosclerosis: beyond cholesterol. *Atherosclerosis*, 163, 385-98.

80. Perusse, L., & Bouchard, C. (1994). Genetics of energy intake and food preferences. In: Bouchard, C., et al. The genetics of obesity. Boca Raton: CRC Press.
81. Pozzilli, P., et al. (2007). Double or hybrid diabetes associated with an increase in type 1 and type 2 diabetes in children and youth. *Ped Diabetes*, 8(9), 88-95
82. Pudel, V., & Westenhoefer, J. (1992). Dietary and behavioural principles in the treatment of obesity. *International Monitor on Eating Patterns and Weight Control (Medicom/Servier)*, 1, 2-7.
83. Punthakee, Z., Delvin, E. E., O'loughlin, J., Paradis, G., Levy, E., Platt, R. W., & Lambert, M. (2006). Adiponectin, adiposity, and insulin resistance in children and adolescents. *Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 91(6), 2119-25
84. Puska, P., Nissinen, A., Vartianinen, E., Dougherty, R., Mutanen, M., Iacono, J. M., et al. (1983). Controlled, randomized trial of the effect of dietary fat on blood pressure. *Lancet*, I, 1-5.
85. Rasouli, N., et al. (2008). Adipocytokines and the metabolic complications of obesity. *J Clin Endocrinol Metab*, 93: 64-73.
86. Rissanen, A., Heliovaara, M., & Knekt, P. (1991). Determinants of weight gain and overweight in adult Finns. *Eur J Clin Nutr*, 45, 419-30.
87. Rolls, B. J., & Hammer, V. A. (1995). Fat, carbohydrate, and the regulation of energy intake. *Am J Clin Nutr*, 62, 1086- 95.
88. Rolls, B. J., & Slide, D. J. (1992). The influence of dietary fat on food intake and body weight. *Nutr Rev*, 50, 283-90.
89. Romieu, I., Willett, W., & Stampfer, M. (1988). Energy intake and other determinants of relative weight. *Am J Clin Nutr*, 47, 406-12.

90. Romijin, J. A., Coyle, A. F., Horowitz, J. F., Sideossis, L. S., Gastaldelli, A., Endert, E., & Wolfe, R. P. (1993). Regulation of endogenous fat and carbohydrate in relation to exercise intensity and duration, *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 265, E380-391.
91. Rosenbaum, M., & Leibel, R. L. (1998). The physiology of body weight regulation: Relevance to the etiology of obesity in children. *Pediatrics*, 101(3 Pt 2), 525-39.
92. Sahu, A. (2002). Resistance to the satiety action of leptin following chronic central leptin infusion is associated with the development of leptin resistance in neuropeptide Y neurones. *Journal of neuroendocrinology*, 14(10), 796-804.
93. Samaržija-Jovanović, S., i Jovanović, V. (2008). *Organska stereochemija*. Kosovska Mitrovica: Prirodno-matematički fakultet.
94. Savić, M., (2008). *Izvori i delotvornost vitamina*. Beograd: Institut za ekonomiku poljoprivrede.
95. Scalfi, L., Coltorti, A., & Contaldo, F. (1991). Postprandial thermogenesis in lean and obese subjects after meals supplemented with medium-chain and long-chain triglycerides. *American Journal of Clinical Nutrition*, 53(5), 1130-3.
96. Schwartz, R., Ravussin, E., & Massari, M. (1985). The termic effect of carbohydrate versus fat feeding in man. *Metabolism*, 34, 285-93.
97. Seaton, T. B., Welle, S. L., Warenko, M. K., & Campbell, R. G. (1986). Thermic effect of medium-chain and long-chain triglycerides in man. *American Journal of Clinical Nutrition*, 44(5), 630-4.
98. Segal, D., & Considine, R. (2004). *Adipose tissue function and the genetics of obesity*. u: Pescovitz, O., & Eugster, E. (ur.) *Pediatric Endocrinology*, Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins.

99. Shah, M., McGovern, P., French, S., & Baxter, J. (1994). Comparison of a low-fat ad libitum complex-carbohydrate diet with a low-energy diet in moderately obese women. *Am J Clin Nutr*, 59, 980-4.
100. Sheppard, L., Kristal, A. R., & Kushi, L. H. (1991). Weight loss in women participating in a randomized trial of low-fat diets. *Am J Clin Nutr*, 54, 821-8.
101. Šiler-Marinković, S. (2009). *Vitamini*. Beograd: Tehnološko-metalurški fakultet.
102. Slattery, M., McDonald, A., & Bild, D. (1992). Associations of body fat and its distribution with dietary intake, physical activity, alcohol, and smoking in black and whites. *Am J Clin Nutr*, 55, 943-9.
103. Sonne-Holm, S., & Sorensen, T. (1977). Post-war course of the prevalence of extreme overweight among Danish young men. *J Chron Dis*, 30, 351-8.
104. Soriguer, F., Esteve, I., Rojo-Martinez, G., et al. (2004). Oleic acid from cooking oils is associated with lower insulin resistance in the general population (Pizarra study). *Eur J Endocrinol*, 150, 33-9.
105. St-Onge, M. P., Ross, R., Parsons, W. D., & Jones, P. J. (2003). Medium chain triglycerides increase energy expenditure and decrease adiposity in overweight men. *Obesity Research*, 11(3), 395-402.
106. Stunkard, A., Harris, J., Pedersen, N., & MacClearn, G. (1990). The body mass index of twins who have been reared apart. *New Engl J Med*, 322, 1483-7.
107. Šupe, A. (2012). *Istine i laži o hrani*. Šibenik: TRAGOM j.d.o.o..
108. Tam, C. S., et al. (2010). Obesity and low-grade inflammation: A paediatric perspective. *Obesity Reviews*, 11, 118-126
109. Thomas, C.D., Peters, J. C., Reed, G. W., Abumrad, N. N., Sun, M., & Hill, J. O. (1992). Nutrient balance and energy expenditure during ad libitum feeding of high-fat and high-carbohydrate diets in humans. *Am J Clin Nutr*, 55, 934-42.

110. Thompson, J. L., Manore, M. M., & Vaughan, L. A. (2011). *The Science of Nutrition*, Second Edition. USA: Benjamin Cummings.
111. Tomlinson, J. W., Sherlock, M., Hughes, B., Hughes, S. V., Kilvington, F., Bartlett, W., ... & Stewart, P. M. (2007). Inhibition of 11 β -hydroxysteroid dehydrogenase type 1 activity in vivo limits glucocorticoid exposure to human adipose tissue and decreases lipolysis. *Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 92(3), 857-64.
112. Trayhurn, P., & Beattie, J. H. (2001). Physiological role of adipose tissue: White adipose tissue as an endocrine and secretory organ. *Proc Nutr Soc*, 60(3), 329-39.
113. Trayhurn, P., & Beattie, J.H. (2001). Physiological role of adipose tissue: White adipose tissue as an endocrine and secretory organ. *Proceedings of the Nutrition Society*, 60(3), 329-39.
114. Tremblay, A., Plourde, G., Despres, J. P., & Bouchard, C. (1989). Impact of dietary fat content and fat oxidation on energy intake in humans. *Am J Clin Nutr*, 49, 799-805.
115. Trioano, R. P., Flegal, K. M., Kuczmarski, R. J., Campbell, S. M., & Johnson, C. L. (1995). Overweight prevalence and trends for children and adolescents: The National Health and Examination Survey, 1963 to 1991. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 149, 1085-91.
116. Tucker, L., & Kano, M. (1992). Dietary fat and body fat: a multivariate study of 205 adult females. *Am J Clin Nutr*, 56, 616-22.
117. Unger, R. H. (2002). Lipotoxic diseases. *Annual Review of Medicine*, 53(1), 319-336
118. Ursin, G., Ziegler, R., Subar, A., Graubard, B., Haile, R., & Hoover, R. (1993). Dietary patterns associated with a low-fat diet in the National Health Examination Follow-up Study: identification of potential confounders for epidemiologic analyses. *Am J Epidemiol*, 137, 916-27.

119. Warwick, Z., Schiffman, S. (1992). Role of dietary fat in calorie intake and weight gain. *Neurosci Biobehav Rev*, 16, 585-96.
120. WHO (2000). Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. WHO Technical Report Series 894, Geneva.
121. Wisse, B. E. (2004). The inflammatory syndrome: The role of adipose tissue cytokines in metabolic disorders linked to obesity. *Journal of the American Society of Nephrology*, 15(11), 2792-800.
122. Yamauchi, T., Kamon, J., Waki, H., Terauchi, Y., Kubota, N., Hara, K., ... & Nagai, R. (2001). The fat-derived hormone adiponectin reverses insulin resistance associated with both lipoatrophy and obesity. *Nat Med*, 7(8), 941-6.
123. Živić, S., Stanković, S., Cvetković, V., Vučić, J., Vasić, K., i Milojević, D. (2012). Signalni i citokinski uticaj na razvoj masnog tkiva, nastanak gojaznosti i dijabetesa. *Medicinski glasnik*, 17(46), 45-69.