

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Špela BUŽINEL

**UŽIVANJE DOKOZAHEKSAENOJSKE KISLINE
PRED IN MED NOSEČNOSTJO TER V OBDOBJU
DOJENJA**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij - 2. stopnja Prehrana

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Špela BUŽINEL

**UŽIVANJE DOKOZAHEKSAENOJSKE KISLINE PRED IN MED
NOSEČNOSTJO TER V OBDOBJU DOJENJA**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij - 2. stopnja Prehrana

**DOCOSAHEXAENOIC ACID INTAKE BEFORE AND DURING
PREGNANCY AND DURING BREASTFEEDING**

M. SC. THESIS
Master Study Programmes: Field Nutrition

Ljubljana, 2016

Magistrsko delo je zaključek magistrskega študijskega programa 2. stopnje Prehrana. Delo je bilo opravljeno na Oddelku za živilstvo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje je za mentorico magistrskega dela imenovala prof. dr. Natašo Fidler Mis, za somentorico prof. dr. Ireno Rogelj in za recenzenta doc. dr. Tomaža Polaka.

Mentorica: prof. dr. Nataša Fidler Mis

Somentorica: prof. dr. Irena Rogelj

Recenzent: doc. dr. Tomaž Polak

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Podpisana izjavljam, da je naloga rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Špela Bužinel

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du2
DK UDK 613.2-055.26:641.1:577.115.3(043)=163.6
KG prehrana / nosečnost / dojenje / maščobne kisline / večkrat nenasičene maščobne kisline / dokozaheksaenojska kislina / ribe / morski sadeži / ribji izdelki / prehranska dopolnila / prehranska priporočila / razvoj otroka
AV BUŽINEL, Špela, dipl. inž. živ. in preh. (UN)
SA FIDLER MIS, Nataša (mentorica)/ROGELJ, Irena (somentorica)/POLAK, Tomaž (recenzent)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI 2016
IN UŽIVANJE DOKOZAHEKSAENOJSKE KISLINE PRED IN MED NOSEČNOSTJO TER V OBDOBJU DOJENJA
TD Magistrsko delo (Magistrski študij - 2. stopnja Prehrana)
OP X, 79 str., 10 pregl., 11 sl., 206 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Dokozaheksaenojska kislina (DHK) je n-3 dolgoverižna večkrat nenasičena maščobna kislina (LCPUFA). Ženske bi morale v obdobjih pred (PN) in med nosečnostjo (MN) ter med dojenjem (MD) zaužiti povprečno vsaj 200 mg DHK/dan, ker je pomembna za razvoj otroka. Namen magistrskega dela je bil ovrednotiti uživanje DHK z ribami, ribjimi izdelki, morskimi sadeži (ribami/izdelki/sadeži) in prehranskimi dopolnili pri Slovenkah v obdobjih PN, MN in MD. Ugotavljali smo, ali Slovenke z uživanjem rib/izdelkov/sadežev in prehranskih dopolnil dosegajo prehranska priporočila za vnos DHK v obdobjih MN in MD ter kakšne so regionalne razlike v vnosu DHK. V raziskavo smo vključili nosečnice do 37. tedna nosečnosti iz treh regij (Osrednjeslovenska (LJ), Mariborska (MB), Primorska (NG/IZ)). Podatke o uživanju DHK smo pridobili z vprašalnikom o pogostosti uživanja živil (VPŽ), ki je obsegal 31 vrst rib/izdelkov/sadežev ter prehranska dopolnila z DHK. Vnos DHK smo določili s pomočjo baze podatkov Odprta platforma za klinično prehrano (OPKP). Skupni vnos DHK smo primerjali glede na obdobje, vnos DHK izključno z ribami/izdelki/sadeži in med posameznimi regijami. Uživanje DHK z ribami/izdelki/sadeži je bilo največje pri materah iz primorske regije. Slovenke v obdobjih PN, MN ter MD z ribami/izdelki/sadeži niso zaužile dovolj DHK, upoštevajoč prehranska dopolnila, pa so zaužile dovolj DHK le v obdobju MD. Bodoče, noseče in doječe matere bi bilo potrebno ozaveščati in spodbujati k uživanju rib/izdelkov/sadežev, da bodo zaužile dovolj DHK in omogočile optimalen razvoj otrok.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Du2
 DC UDC 613.2-055.26:641.1:577.115.3(043)=163.6
 CX nutrition / pregnancy / breastfeeding / fatty acids / polyunsaturated fatty acids / docosahexaenoic acid / fish / shellfish / fish products / nutritional supplements / nutritional requirements / child development
 AU BUŽINEL, Špela
 AA FIDLER MIS, Nataša (supervisor)/ROGELJ, Irena (co-advisor)/POLAK, Tomaž (reviewer)
 PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
 PY 2016
 TI DOCOSAHEXAENOIC ACID INTAKE BEFORE AND DURING PREGNANCY AND DURING BREASTFEEDING
 DT M.Sc. Thesis
 NO X, 79 p., 10 tab., 11 fig., 206 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB Docosahexaenoic acid (DHA) is a n-3 long-chain polyunsaturated fatty acid (LCPUFA). Women of childbearing age should aim to achieve an average dietary intake of at least 200 mg DHA/day, because of its importance for the development of child. The aim of the M.Sc.Thesis was to estimate the intake of DHA with fish, fish products, seafood (fish/products/seafood) and food supplements in Slovenian women during three periods: pre-pregnancy (PN), pregnancy (MN) and lactation (MD). We investigated wheater they reach the recommended DHA intake and the regional differences in its intake. Pregnant women to 37th week of pregnancy from three regions (Ljubljana (LJ), Maribor (MB), Primorska (NG/IZ)) were included into the study. DHA intake was evaluated by Food Frequency Questionnaire (FFQ), containing 31 fish/products/seafood and DHA food supplements, and calculated using the web-based application, Open Platform for Clinical Nutrition (OPEN). We compared the total DHA intake regarding the period, and the dietary DHA intake regarding the region. Women from Primorska region had the highest DHA intake from fish/products/seafood. The Slovenian dietary DHA intake from fish/products/seafood in the childbearing age (PN, MN, MD) was too low. Total DHA intake reached the reccomendation only during lactation. Encouragement to increase the fish/products/seafood intake before and during the pregnancy and lactation would be of benefit to reach the DHA intake recommendations and enable optimal child development.

KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK	VII
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	IX
1 UVOD	1
1.1 NAMEN IN CILJ RAZISKAVE	3
1.2 HIPOTEZE	4
2 PREGLED OBJAV	5
2.1 STRUKTURNE LASTNOSTI DHK	5
2.2 PRESNOVA DHK	5
2.2.1 Endogena sinteza DHK	5
2.2.1.1 Endogena sinteza DHK pri nosečnicah, doječih materah in novorojenčkih	7
2.2.2 Oksidacija DHK	8
2.3 PREBAVA IN ABSORPCIJA DHK	9
2.4 TRANSPORT IN CELIČNI PRIVZEM DHK	10
2.4.1 Transport DHK po krvnem obtoku	10
2.4.2 Transport DHK preko možganske ovojnice	10
2.4.3 Transport DHK preko posteljice do zarodka	10
2.4.4 Transport DHK v materino mleko	11
2.5 SKLADIŠČENJE IN IZLOČANJE DHK	12
2.6 VIRI DHK V PREHRANI	12
2.6.1 Ribe in morski sadeži kot najbogatejši vir DHK v prehrani	13
2.6.1.1 Ribe	15
2.6.1.2 Morski sadeži	16
2.6.2 Prehranska dopolnila kot vir DHK	16
2.6.2.1 Ribje olje	18
2.6.2.2 Krilovo olje	19
2.6.2.3 Olja enoceličnih organizmov	19
2.6.3 Materino mleko kot vir DHK	20
2.6.4 Nadomestne mlečne formule	21
2.7 DHK V OBDOBJIH NOSEČNOSTI IN DOJENJA	21
2.7.1 Spremembe koncentracij DHK v krvi med nosečnostjo	21
2.7.2 Vpliv DHK na trajanje nosečnosti, porodno maso in velikost novorojenčka	22
2.7.3 Vpliv DHK na rast in razvoj otroka	23
2.7.3.1 Vloga DHK pri razvoju možganov in živčevja	23
2.7.3.2 Vpliv DHK na miselni razvoj	24
2.7.3.3 Vpliv DHK na razvoj vidnih zaznav	25
2.7.4 Vpliv DHK na maščobno-kislinsko sestavo materinega mleka	26
2.8 FIZIOLOŠKE POTREBE PO DHK	26
2.8.1 Potrebe in priporočila glede vnosa DHK v obdobjih nosečnosti in dojenja	27

2.8.1.1	Potrebe zarodka po DHK	27
2.8.1.2	Potrebe dojenčka po DHK	30
2.9	POMANJKANJE DHK IN POSLEDICE	32
2.10	PROUČEVANJE PREHRANSKIH NAVAD NA OSNOVI VPRAŠALNIKA O POGOSTOSTI UŽIVANJA ŽIVIL	33
3	VZOREC IN METODE DELA	34
3.1	VZOREC	34
3.2	METODE DELA	35
3.2.1	Vprašalnik o pogostosti uživanja živil (VPŽ)	35
3.2.2	Obdelava podatkov in statistična analiza	35
4	REZULTATI	38
4.1	SPLOŠNI PODATKI O PREISKOVANKAH	38
4.1.1	Udeležba preiskovank v študiji glede na regijo	38
4.1.2	Starost preiskovank	38
4.1.3	Izobrazba in status zaposlenosti preiskovank	39
4.1.4	Trajanje nosečnosti in porodna masa dojenčkov	40
4.2	UŽIVANJE DHK Z RIBAMI, MORSKIMI SADEŽI, RIBJIMI IZDELKI IN PREHRANSKIMI DOPOLNILI PRI SLOVENKAH V OBDOBJIH PRED IN MED NOSEČNOSTJO TER MED DOJENJEM	40
4.3	RAZLIKE MED VNOSOM DHK Z RIBAMI, MORSKIMI SADEŽI, RIBJIMI IZDELKI IN PREHRANSKIMI DOPOLNILI V OBDOBJIH PRED IN MED NOSEČNOSTJO TER MED DOJENJEM GLEDE NA POSAMEZNE REGIJE	45
5	RAZPRAVA	49
5.1	ZNAČILNOSTI POPULACIJE, VKLJUČENE V RAZISKAVO	49
5.2	UŽIVANJE DHK Z RIBAMI, RIBJIMI IZDELKI, MORSKIMI SADEŽI IN PREHRANSKIMI DOPOLNILI PRI SLOVENKAH, V OBDOBJIH PRED IN MED NOSEČNOSTJO TER MED DOJENJEM	49
5.2.1	Uživanje DHK izključno z ribami, ribjimi izdelki in morskimi sadeži pri Slovenkah, v obdobjih pred in med nosečnostjo ter med dojenjem	49
5.2.2	Vnos DHK izključno z ribami, ribjimi izdelki in morskimi sadeži pri slovenskih materah glede na regijo	50
5.2.3	Uživanje DHK z ribami, ribjimi izdelki, morskimi sadeži in prehranskimi dopolnili pri Slovenkah, v obdobjih pred in med nosečnostjo ter med dojenjem	52
5.2.4	Vnos DHK z ribami, ribjimi izdelki, morskimi sadeži in prehranskimi dopolnili pri slovenskih materah glede na regijo	53
5.2.5	Doseganje priporočil za vnos DHK pri slovenskih materah	54
5.2.5.1	Doseganje priporočil za vnos DHK pri slovenskih materah, glede na regijo	55
5.2.6	Slabosti raziskave	56
6	SKLEPI	58
7	POVZETEK	59
8	VIRI	61

ZAHVALA

KAZALO SLIK

Slika 1: Skeletna formula dokozaheksaenojske kisline (King, 2013)	5
Slika 2: Pot endogene sinteze dokozaheksaenojske kisline (DHK) iz prekursorske α -linolenske kisline (ALK), preko več korakov desaturacij in elongacij, v katerih sodelujejo encimi desaturaze ($\Delta 6$ -des, $\Delta 5$ -des in $\Delta 4$ -des) in elongaze ($\Delta 6$ -elo in $\Delta 5$ -elo) (Petrie in sod., 2010)	7
Slika 3: Ribje olje v kapsulah (University of Liverpool, 2013)	18
Slika 4: Antarktični kril - <i>Euphausia superba</i> (Gilbert, 2014).....	19
Slika 5: Mikroalga vrste <i>Cryptothecodinium cohnii</i> , katere olje se uporablja kot vir dokozaheksaenojske kisline (DHK) v prehranskih dopolnilih in nadomestnih mlečnih formulah (La Molina Febico, 2007)	20
Slika 6: Razvoj možganov pri zarodku od tretjega tedna do konca nosečnosti (Kibiuk, 2012)	24
Slika 7: Slovenske regije, od koder so bile preiskovanke, vključene v študijo: a) Primorska (NG/IZ; izolska in novogoriška porodnišnica), b) Ljubljana z okolico (LJ), c) Maribor z okolico (MB; mariborska porodnišnica) (Benedik in sod., 2013)	34
Slika 8: Starostna struktura preiskovank v raziskavi po porodu (N = 152).....	39
Slika 9: Povprečen vnos DHK (v mg/dan \pm SEM) pri Slovenkah, v obdobjih pred (PN) in med nosečnostjo (MN) (N = 274) ter med dojenjem (MD) (N = 165), glede na količino DHK, zaužito z ribami, ribjimi izdelki in morskimi sadeži oz. s prehranskimi dopolnili oz. z ribami, ribjimi izdelki, morskimi sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj	45
Slika 10: Povprečen vnos DHK (v mg/dan \pm SEM) z ribami, ribjimi izdelki in morskimi sadeži oz. ribami, ribjimi izdelki, morskimi sadeži in prehranskimi dopolnili, v obdobjih pred (PN) in med nosečnostjo (MN) ter med dojenjem (MD), v primorski (NG/IZ), ljubljanski (LJ) in mariborski regiji (MB) ter vseh regijah skupaj (LJ + MB + NG/IZ)	46
Slika 11: Povprečen vnos DHK (v mg/dan \pm SEM) z ribami, ribjimi izdelki in morskimi sadeži oz. s prehranskimi dopolnili v obdobjih pred (PN) in med nosečnostjo (MN) ter med dojenjem (MD), v ljubljanski (LJ), mariborski (MB) in primorski regiji (NG/IZ)	47

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Primerjava vsebnosti α -linolenske kisline (ALK), eikozapentaenojske kisline (EPK) in dokozaheksaenojske kisline (DHK) v različnih vrstah živil (padajoče glede na vsebnost DHK) (OPKP, 2015)	14
Preglednica 2: Priporočila različnih institucij in organizacij za vnos DHK (mg/dan) ali rib (št. porcij ali g/teden) za odrasle ženske, nosečnice in doječe matere	28
Preglednica 3: Priporočila različnih institucij in organizacij za vnos DHK (mg/dan, mg/100 kcal, mg/kg/dan ali % E ali % MK) za donošene in nedonošene dojenčke ter zalivančke	31
Preglednica 4: Število preiskovank (N) iz posameznih regij, ki so se udeležile študije na začetku in izpolnjevale vprašalnik o pogostosti uživanja živil (VPŽ – 1, za obdobji pred (PN) in med nosečnostjo (MN), ter VPŽ – 2, za obdobje dojenja (MD))	38
Preglednica 5: Podatki o izobrazbi in statusu zaposlenosti preiskovank, udeleženih v celotno klinično študijo (N=152) (povzeto po Bogovič Matijašič in sod., 2014)	39
Preglednica 6: Trajanje nosečnosti pri preiskovankah iz klinične študije, v deležih (N=152) (povzeto po Bogovič Matijašič in sod., 2014)	40
Preglednica 7: Porodna masa dojenčkov preiskovanih mater iz klinične študije, v deležih (N=152) (povzeto po Bogovič Matijašič in sod., 2014)	40
Preglednica 8: Opisne statistike za vnos DHK (mg/dan) z ribami, ribjimi izdelki in morskimi sadeži oz. z ribami, ribjimi izdelki, morskimi sadeži, in prehranskimi dopolnili skupaj, v obdobjih pred (PN) in med nosečnostjo (MN) ter med dojenjem (MD), glede na posamezne regije (LJ, MB, NG/IZ) in vse regije skupaj (LJ + MB + NG/IZ)	43
Preglednica 9: Ugotavljanje razlik v povprečni vrednosti zaužite DHK (v mg/dan \pm SD) z ribami, ribjimi izdelki in morskimi sadeži oz. z ribami, ribjimi izdelki, morskimi sadeži in prehranskimi dopolnili pred (PN) in med nosečnostjo (MN) ter med dojenjem (MD) (Wilcoxonov preizkus)	44
Preglednica 10: Rezultati primerjave povprečnega vnosa DHK z ribami, ribjimi izdelki, morskimi sadeži in prehranskimi dopolnili med posameznimi regijami (LJ, MB, NG/IZ) v obdobjih pred (PN) in med nosečnostjo (MN) ter med dojenjem (MD) s Tukeyevim HSD preizkusom	48

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AK	Arahidonska kislina; C20:4n-6 (angl. arachidonic acid)
AAP	Ameriška pediatrična akademija (angl. American Academy of Pediatrics)
ADA	Ameriško združenje za dietetiko (angl. American Dietetic Association)
AHA	Ameriško združenje za srce (angl. American Heart Association)
ALK	α -linolenska kislina; C18:3n-3 (angl. alpha-linolenic acid)
DGE	Nemško združenje za prehrano (nem. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V.)
DHK	Dokozaheksaenojska kislina; C22:6n-3 (angl. docosaheptaenoic acid)
DPK	Dokozapentaenojska kislina; C22:5n-3 (angl. docosapentaenoic acid)
EFSA	Evropska agencija za varnost hrane (angl. European Food Safety Authority)
ENA	Akademija za zgodnjo prehrano (angl. Early Nutrition Academy)
EPK	Eikozapentaenojska kislina; C20:5n-3 (angl. eicosapentaenoic acid)
ESPGHAN	Evropsko združenje za pediatrično gastroenterologijo, hepatologijo in prehrano (angl. European Society for Paediatric Gastroenterology Hepatology and Nutrition)
FAO	Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (angl. Food and Agriculture Organization of the United Nations)
FDA	Ameriški zvezni urad za hrano in zdravila (angl. U.S. Food and Drug Administration)
FSA	Agencija za varnost hrane (angl. Food Standards Agency)
GOED	Svetovna organizacija za omega-3 maščobni kislini EPK in DHK (angl. Global Organization for EPA and DHA omega-3s)
HDL	Lipoproteini z visoko gostoto (angl. high density lipoproteins)
HHS	Ameriško ministrstvo za zdravje (angl. U.S. Department of Health & Human Services)
IOM	Ameriški inštitut za medicino (angl. Institute of Medicine)
ISSFAL	Mednarodno združenje za raziskovanje maščobnih kislin in maščob (angl. International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids)
LCPUFA	Dolgoverižne večkrat nenasičene maščobne kisline (angl. long-chain polyunsaturated fatty acids)
LJ	Ljubljana in okolica
LK	Linolna kislina; C18:2n-6 (angl. linoleic acid)
MB	Maribor in okolica
MD	Med dojenjem (od 4. do 5. tedna po porodu)
MK	Maščobna kislina
MN	Med nosečnostjo (od 27. do 37. tedna)
NG/IZ	Nova Gorica/Izola
OK	Oleinska kislina; C18:1n-9 (angl. oleic acid)
OPKP	Odperta platforma za klinično prehrano; spletno orodje (angl. Open Platform for Clinical Nutrition)
PCB	Poliklorirani bifenili (angl. polychlorinated biphenyls)
PN	Eno leto pred nosečnostjo
ribe/izdelki/sadeži	ribe, ribji izdelki, morski sadeži
SACN	Znanstveni odbor za prehrano (angl. Scientific Advisory Committee on Nutrition)
SD	Standardni odklon
SEM	Standardna napaka povprečja

SINU	Italijanska zveza za prehrano (ital. Societa` Italiana di Nutrizione Umana)
TAG	Triacilglicerol, triglicerid
UK DH	Ministrstvo za zdravje v Veliki Britaniji (angl. UK Department of Health)
USDA	Ameriško ministrstvo za kmetijstvo (angl. U.S. Department of Agriculture)
VLDL	Lipoproteini z zelo nizko gostoto (angl. very low density lipoproteins)
VPŽ-1	Vprašalnik o pogostosti uživanja rib, ribjih izdelkov in morskih sadežev ter ostalih prehranskih dopolnil pred in med nosečnostjo
VPŽ-2	Vprašalnik o pogostosti uživanja rib, ribjih izdelkov in morskih sadežev ter ostalih prehranskih dopolnil med dojenjem
VPŽ	Vprašalnik o pogostosti uživanja živil (angl. Food Frequency Questionnaire FFQ)
WAPM	Svetovno združenje za perinatalno medicino (angl. World Association of Perinatal Medicine)
WHO	Svetovna zdravstvena organizacija (angl. World Health Organization)

1 UVOD

Prehrana pomembno vpliva na zdravje. Zdrava prehrana omogoča optimalni psihofizični razvoj, intelektualno sposobnost, vitalnost in zorenje, poveča splošno odpornost in delovno storilnost. Pomeni uravnotežen vnos vseh potrebnih hranilnih snovi s hrano ustrezne energijske vrednosti. Le pravilna kombinacija in količina različnih živil v dnevnem jedilniku nam lahko ponudita dovolj hranilnih snovi, potrebnih za zdravo življenje. Prehrana mora vsebovati ustrezno količino in sestavo makrohranil (ogljikovih hidratov, beljakovin in maščob), zadostno količino prehranske vlaknine, vitaminov, mineralov, elementov v sledovih in vode (Pokorn, 2004).

V času pred nosečnostjo ter med nosečnostjo in dojenjem se bolj povečajo potrebe po hranilih kot po energiji, zato bi ženske v teh obdobjih morale v svojo prehrano vključiti čim več živil z visoko vsebnostjo esencialnih hranil (Koletzko in sod., 2013a). Priporočene vrednosti za skupni dnevni vnos maščob med nosečnostjo in dojenjem so podobne splošnim priporočilom za odrasle, in sicer znašajo do 30 % zaužite energije (Koletzko in sod., 2007). Vnos omega-3 oz. n-3 večkrat nenasičenih esencialnih maščobnih kislin naj bi glede na referenčne vrednosti za vnos hranil predstavljal 0,5 % energije v vseh starostnih skupinah, vključno z dojenčki, otroki, nosečnicami in doječimi materami (Referenčne vrednosti..., 2004). SACN (Znanstveni odbor za prehrano, angl. Scientific Advisory Committee on Nutrition) priporoča dnevni vnos 450 mg n-3 dolgoveržnih, večkrat nenasičenih maščobnih kislin (angl. long-chain polyunsaturated fatty acids, LCPUFA) za vso populacijo, tudi nosečnice (EFSA, 2010). Med n-3 maščobnimi kislinami (MK) se v času nosečnosti in dojenja povečajo potrebe po dokozaheksaenojski kislini (C22:6n-3, DHK), katere zaloge v maščobnem tkivu matere so nujne za normalno rast in razvoj zarodka in dojenčka (Bourre, 2007; Pinto in sod., 2010), predvsem za optimalni razvoj možganov in miselni razvoj (Bourre, 2007). Nosečnice in doječe matere zagotavljajo DHK razvijajočemu se zarodku oziroma dojenčku s transportom preko posteljice ali kasneje z materinim mlekom, pri čemer so vir DHK lahko njene zaloge maščobnega tkiva, biosinteza DHK ali pa zaužita DHK iz hrane (Brenna in Lapillonne, 2009). Poleg splošnih priporočil za odrasle o dnevnem vnosu 250 mg eikozapentanojske kisline (C20:5n-3, EPK) in DHK skupaj se nosečnicam in doječim materam priporoča dodaten vnos 100-200 mg DHK (EFSA, 2012). Priporočen dnevni vnos DHK v obdobjih nosečnosti in dojenja je vsaj 200 mg, za kar bi bilo treba zaužiti dve porciji morskih rib tedensko, vsaj enkrat mastno ribo (EFSA, 2010).

DHK je omega-3 LCPUFA, ki jo človekov organizem lahko sintetizira sam, vendar običajno ne v zadostnih količinah, zato jo je v telo treba vnesti tudi s hrano. Glavni vir DHK iz hrane so morske ribe. Viri starševskih predhodnih molekul za endogeno sintezo DHK pa se nahajajo v nekaterih rastlinskih živilih (Kohlmeier, 2015) npr. lanenih semenih, olju oljne repice in oreh (EFSA, 2010). V DHK se lahko pretvori le 0-9 % α -linolenske kisline (C18:3n-3, ALK) iz hrane (Gibson in sod., 2013; Abedi in Sahari, 2014), zato večina institucij posebej podaja prehranska priporočila za ALK in DHK (EFSA, 2010). V primeru, da nosečnice ali doječe matere redko ali pa sploh ne uživajo morske hrane (npr. vegetarijanke), se jim zaradi pomanjkljive sinteze DHK iz ALK priporoča uživanje prehranskih dopolnil z DHK (Fidler Mis in Orel, 2013; Koletzko in sod., 2013a), ki so

največkrat v obliki kapsul z ribjim oljem ali olji enoceličnih organizmov (Fidler in sod., 1999).

Številne raziskave so bile posvečene proučevanju pomena DHK za človeški organizem, saj je pomemben gradnik bioloških membran. V posebno velikih količinah se nahaja v možganih in očesni mrežnici, kjer je potrebna za njihov pravilen razvoj (Gurr, 2000). DHK je pogojno esencialno hranilo za normalen razvoj zarodka in donošenih ter nedonošenih dojenčkov, saj status preskrbljenosti nosečnic in doječih mater z DHK pomembno vpliva na ta status pri zarodku, novorojenčku in dojenčku (Carlson, 2009; Lauritzen in Carlson, 2011). Preskrba slednjih z DHK je odvisna predvsem od materine prehrane. Leventakou in sod. (2014) so ugotovili značilno višjo porodno maso pri dojenčkih mater, ki so uživale več rib v nosečnosti. Višjo porodno maso novorojenčka so opazili tudi pri uživanju prehranskih dopolnil z DHK v nosečnosti (Imhoff-Kunsch in sod., 2012; Salvig in Lamont, 2011; Makrides in sod., 2006). Po drugi strani nedavne metaanalize niso potrdile vpliva uživanja prehranskih dopolnil z DHK med nosečnostjo ali dojenjem na možganski in miselni razvoj ter na razvoj vidnih dojenčkovih sposobnosti (Gould in sod., 2013; Delgado-Noguera in sod., 2010). Nekatero pregledne študije so pokazale, da dodatek DHK v nadomestnih mlečnih formulah izboljša vid (San Giovanni in sod., 2000a; 2000b; Uauy in sod., 2003; Qawasmi in sod., 2013), medtem ko ni izboljšal miselnega in duševno-gibalnega razvoja zalivančkov (Beyerlein in sod., 2010; Qawasmi in sod., 2012). Funkcije DHK večinoma še niso dokončno raziskane, zato strokovnjaki predlagajo nadaljnje študije (Beyerlein in sod., 2010; Gould in sod., 2013).

Resno tveganje za pomanjkanje DHK obstaja pri strogih vegetarijancih, ki se odrekajo uživanju morskih rib in morskih sadežev (Fidler Mis in Orel, 2013; Orel in sod., 2014), obstaja pa še nekaj skupin, ki so bolj nagnjene k pomanjkanju – to so nosečnice, doječe matere in dojenčki, zlasti nedonošenčki, pri katerih je privzem DHK preko posteljice nepopoln zaradi prezgodnjega rojstva (Szajewska in Makrides, 2011). Pomanjkanje DHK se pri novorojenčkih hitro pojavi (Referenčne vrednosti ..., 2004), zato so v času nosečnosti in dojenja potrebe po DHK večje zaradi rasti zarodka in dojenčka. Materine potrebe po DHK v teh obdobjih je težko natančno določiti, saj je potrebno upoštevati zaloge rezervne DHK v njenem telesu, njeno zmožnost biosinteze DHK (Martin in sod., 1993; Makrides in Gibson, 2000) in razpoložljivost DHK v materinem mleku (Brenna in Lapillonne, 2009). Pomanjkanje DHK v zgodnjem obdobju razvoja se kaže v različnih oblikah. Rast in razvoj otroka zaostaneta, kar lahko povzroči slabše delovanje mrežnice in motnje vida, slabše delovanje imunskega in živčnega sistema, manjšo sposobnost učenja, povečano tveganje za višji krvni tlak itd. (Gurr, 2000; Koletzko in sod., 2008; Orel in sod., 2014).

Zdravje otroka ob rojstvu pa tudi kasneje v življenju, je odvisno od materinega načina življenja, predvsem njenega splošnega dobrega počutja in zdrave prehrane že v času pred nosečnostjo in kasneje med nosečnostjo ter v obdobju dojenja (Green in sod., 2012; De Giuseppe in sod., 2014). Zato je pomembno, da so ženske v rodni dobi še toliko bolj pozorne na svojo prehrano, morebitne povečane potrebe po določenih snoveh (npr. DHK), s tem pa na vnos hranil, ki bo zadostil potrebam za doseganje zdravja njih in njihovih otrok (Pokorn, 2004; Green in sod., 2012).

V nalogi smo ugotavljali, koliko DHK zaužijejo Slovenke v obdobjih enega leta pred nosečnostjo, med nosečnostjo in dojenjem, z ribami, morskimi sadeži, ribjimi izdelki in prehranskimi dopolnili. V dosedanjih raziskavah, v katerih so ugotavljali vnos rib oz. vsebnost posameznih MK, so uporabljali različne metode kot zgodovina prehrane, prehranski dnevnik, vprašalnik o pogostosti uživanja živil, jedilnik prejšnjega dne (intervju), merjenje biomarkerjev in druge (Thompson in Subar, 2013). V tej raziskavi smo uporabili metodo vprašalnika o pogostosti uživanja živil (VPŽ), ker se je v dosedanjih raziskavah ta metoda pokazala kot primerna za oceno prehranskega vnosa nosečnic v daljšem časovnem obdobju (Brantsaeter in sod., 2008).

1.1 NAMEN IN CILJ RAZISKAVE

Magistrska naloga je del raziskovalnega projekta »Vloga materinega mleka v razvoju črevesne mikrobiote dojenčka«, krajše »Moje mleko«, katerega cilj je bil pojasniti vlogo mikrobiote in maščobno-kislinske sestave materinega mleka na razvoj črevesne mikrobiote dojenčka in zdravstveno stanje otroka v prvem letu starosti (Rogelj in sod., 2011). Dodatni cilj je bil preučiti prehranske navade mater v Sloveniji v daljšem časovnem obdobju, že v času enega leta pred nosečnostjo, v času nosečnosti in v času dojenja. Pri tem je bilo bolj poudarjeno ugotavljanje vpliva uživanja LCPUFA, zlasti DHK na maščobno-kislinsko sestavo materinega mleka. V ta namen so raziskovalci Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in Pediatrične klinike Univerzitetnega kliničnega centra Ljubljana zbirali demografske podatke in podatke o prehranskih navadah prostovoljk, o njihovem zdravstvenem stanju in njihovih otrok, vključno z antropometričnimi meritvami ter opravili biokemijske meritve, med drugim tudi analizo maščobno-kislinske sestave materinega mleka.

Namen raziskovalnega dela te magistrske naloge je bil ovrednotiti vnos DHK z ribami, morskimi sadeži, ribjimi izdelki in prehranskimi dopolnili pri Slovenkah v obdobjih enega leta pred nosečnostjo, v obdobju med nosečnostjo ter med dojenjem. Vnos DHK smo določili z izračunom povprečnega dnevnega vnosa DHK z ribami, morskimi sadeži, ribjimi izdelki in prehranskimi dopolnili. Podatke o prehrani Slovenk v obdobjih pred in med nosečnostjo ter med dojenjem smo pridobili z metodo vprašalnika o pogostosti uživanja živil (Willett, 1998), ki so ga prostovoljke izpolnjevale dvakrat, in sicer prvič v nosečnosti ter drugič mesec dni po porodu. Rezultate smo primerjali s priporočili Evropske komisije za vnos DHK v obdobjih nosečnosti in dojenja (Koletzko in sod., 2007), da bi ugotovili, ali Slovenke v teh obdobjih zadostijo potrebam po vnosu DHK.

Cilj raziskovalnega dela je bil ugotoviti, kakšen je vnos DHK pri Slovenkah v obdobjih pred nosečnostjo, med nosečnostjo ter med dojenjem iz rib, morskih sadežev, ribjih izdelkov in prehranskih dopolnil ter kakšne so razlike v vnosu DHK glede na obdobje. Poleg tega smo želeli ugotoviti, če in kako se vnos DHK v istih obdobjih razlikuje pri ženskah v Sloveniji glede na regije (Ljubljana z okolico, Maribor in Primorska).

1.2 HIPOTEZE

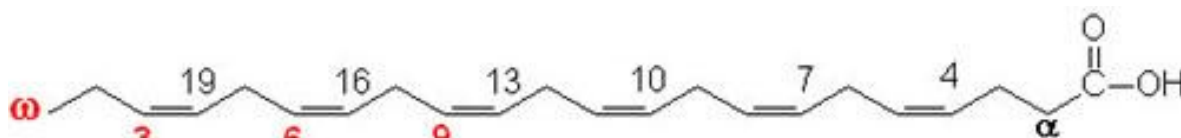
H1: Vnos DHK v času nosečnosti in dojenja je večji kot v obdobju pred zanositvijo, zlasti zaradi uživanja prehranskih dopolnil.

H2: Najvišji vnos DHK z ribami, morskimi sadeži in ribjimi izdelki je pri ženskah s Primorske.

2 PREGLED OBJAV

2.1 STRUKTURNE LASTNOSTI DHK

DHK je LCPUFA, saj ima v svoji kemijski strukturi dve ali več dvojnih vezi ter 20 ali več ogljikovih atomov. Spada v skupino omega-3 (oz. n-3) MK, kar pomeni, da ima eno dvojno vez med tretjim in četrtem atomom ogljika na koncu acilne verige, preostale dvojne vezi pa na vsakem tretjem naslednjem ogljikovem atomu. Skupno ima 22 ogljikovih atomov v acilni verigi in 6 dvojnih vezi – od tu izhaja formula DHK C22:6n-3 (Kohlmeier, 2015).



Slika 1: Skeletna formula dokozaheksaenojske kisline (King, 2013)

2.2 PRESNOVA DHK

2.2.1 Endogena sinteza DHK

Človek je v prazgodovini užival LCPUFA s hrano (z uživanjem živalskih možganov), zato sistemi za tvorbo le-teh v telesu niso bili potrebni. Z uvedbo kmetijstva in z udomačitvijo živali pa se je prehrana človeka zelo spremenila. Potrebovali bi aktivnejši encimski sistem pretvorbe predhodnih MK v LCPUFA, vendar okoljske spremembe zelo počasi vplivajo na človekove genetske prilagoditve. Intenzivnejše delovanje encimov, ki sodelujejo pri endogeni sintezi DHK, bi bilo potrebno predvsem v obdobjih, ko so potrebe po DHK povečane, tj. med nosečnostjo, ko se razvija zarodek, in med dojenjem, ko se razvija novorojenček (Hornstra, 2000).

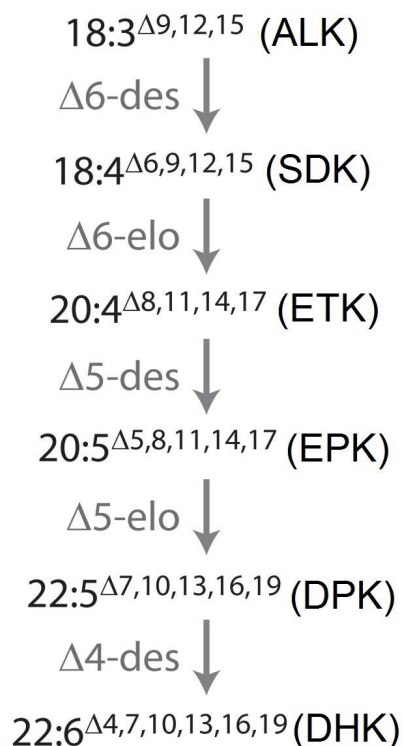
V primerjavi z rastlinami, ki s pomočjo dveh encimov ($\Delta 12$ - in $\Delta 15$ -desaturaze) lahko pretvorijo omega-9 oljno oz. oleinsko kislino (C18:1n-9; OK) v omega-6 linolno kislino (C18:2n-6; LK) to pa naprej v omega-3 α -linolensko kislino (C18:3n-3; ALK), ljudje teh pretvorb nismo zmožni. Hkrati sta linolna in α -linolenska kislina nujno potrebni za normalen razvoj in delovanje človeškega organizma, zato ju imenujemo starševski esencialni MK in ju moramo v telo vnesti s hrano. Iz starševskih esencialnih MK pa človek lahko sam sintetizira LCPUFA (Hornstra, 2000; Innis, 2007). DHK je pogojno esencialna MK, ker je v določenih pogojih telo ne more sintetizirati v zadostnem obsegu. V takih primerih jo je potrebno kot predhodno oblikovano zaužiti s prehrano (Kohlmeier, 2015). Pri prehrani brez ali z malo maščob živalskega izvora (npr. pri vegetarijancih) je endogena sinteza LCPUFA običajno visoka, saj je potrebe po njih treba kriti le s pomočjo lastne presnove (Innis, 1994). Tudi pretvorba ALK v DHK je v večji meri odvisna od vnosa posameznih MK in skupnih LCPUFA s hrano (Brenna in sod., 2009; Gibson in sod., 2013). Prehrana vpliva na biosintezo DHK še z dveh vidikov, in sicer je aktivnost encimov za biosintezo MK odvisna od prisotnosti koencimov, ki so derivati vitaminov B-kompleksa; vnosa makrohranil, beljakovin, ogljikovih hidratov in maščob ter razmerja med

njimi vplivata na koncentracijo hormonov v krvnem obtoku, ki lahko spodbujajo ali pa zavirajo sintezo encimov, ki sodelujejo pri endogeni sintezi MK (Gurr, 2000). Ker je glavna predstavnica n-3 večkrat nenasičenih MK, ALK esencialna, jo mora človek zaužiti s prehrano. Kot starševska predhodna molekula se samo v živalskih in človeških tkivih pretvarja v MK z daljšo verigo, in sicer v EPK, dokozapentaenojsko kislino (C22:5n-3; DPK), naprej pa v manjši meri še v DHK (Pawlosky in sod., 2003b; Innis, 2007; Koletzko in sod., 2008; EFSA, 2012). Ravno zadnji korak, pretvorba DPK v DHK, predstavlja omejitveni korak pri biosintezi DHK iz ALK (Pawlosky in sod., 2003b). Slednja poteka predvsem v jetrih (Ferdinandusse in sod., 2001; Burdge in Calder, 2005), možganih in mrežnici (Troxell in sod., 2005). Pretvorba ALK v DHK poteka relativno počasi (Hornstra, 2000). OK, LK in ALK tekmujejo za isti encim – $\Delta 6$ -desaturazo, ki omogoča nastanek dvojne vezi med šestim in sedmim ogljikovim atomom od karboksilnega ogljika, pri čemer ima ALK prednost pred LK, ta pa pred OK, zato je za zadostno endogeno sintezo DHK, poleg količine ALK pomembno tudi pravilno razmerje med LK in ALK (Referenčne vrednosti..., 2004; Troxell in sod., 2005). V endoplazemskem retikulumu po seriji desaturacij in podaljševanj verige z dvema ogljikovima atomoma nastane vmesni produkt tetrakozaheksaenojska kislina s 24 ogljikovimi atomi (C24:6n-3). Ta nato potuje v celične organele – peroksisome, kjer se z β -oksidacijo njena veriga skrajša na 22 C-atomov in tako pretvori v DHK, ki se translocira nazaj v endoplazemski retikulum (Ferdinandusse in sod., 2001; Burdge in Calder, 2005). Pri endogeni sintezi DHK je najpomembnejši korak pretvorba DPK v DHK, na katero v veliki meri vpliva vnos EPK in DHK s hrano (Pawlosky in sod., 2003b). DHK se po isti biokemijski poti lahko tvori tudi iz EPK, ki jo zaužijemo z morskno hrano (Guesnet in Alessandri, 2011).

Kapaciteta pretvorbe ALK v DHK je odvisna od spola (Childs in sod., 2010) starosti in fiziološkega stanja telesa (Bourre, 2007), dodaten vpliv pa imajo še različne polimorfne oblike genov za encime $\Delta 5$ - in $\Delta 6$ -desaturaze; FADS₁ in FADS₂ (Schaeffer in sod., 2006; Lattka in sod., 2012; Vitta in Dewey, 2012). Obstajajo tudi posamezniki, ki nimajo peroksisomov oz. imajo le-te okvarjene, zato niso sposobni sintetizirati DHK iz predhodnih molekul, temveč le EPK, ker se ta lahko tvori v mitohondrijih, ki proizvajajo le MK z do 22 atomi ogljika (Ferdinandusse in sod., 2001; Kohlmeier, 2015). Pomembno vlogo pri stopnji biosinteze DHK ima tudi prehrana. Prenizek vnos omega-3 ALK in višji vnos omega-6 LK s hrano povzročita zmanjšano biosintezo DHK, pretvorba pa se še dodatno zmanjša zaradi tekmovanja omenjenih dveh MK za isti encimski sistem (Bourre, 2007; Vitta in Dewey, 2012) ter običajno večje razpoložljivosti LK iz hrane v primerjavi z ALK (Hornstra, 2000). Nasičene in trans MK v prehrani inhibirajo delovanje $\Delta 6$ -desaturaze (Troxell in sod., 2005). K nezadostni sintezi DHK prispeva tudi omejena razpoložljivost mikrohranil, ki pri omenjenem procesu sodelujejo kot kofaktorji. Prehrana s premalo železa, magnezija, cinka, kalcija in vitaminov B-kompleksa je povezana z zmanjšano biosintezo DHK (SACN, 2004; Huffmann in sod., 2011; Kohlmeier, 2015). Študije kažejo, da je stopnja pretvorbe ALK v DHK 0-9 % (Gibson in sod., 2013; Abedi in Sahari, 2014). Pawlosky in sod. (2003b) so ugotovili, da se pri različnih načinih prehranjevanja manj kot 1 % ALK pretvori v DHK, pri čemer je pri vnosu več predhodno oblikovane DHK z ribami pretvorba še nižja.

Biosinteza DHK se z inhibicijo desaturaznih encimov konča, kadar v reakciji endogene sinteze nastane toliko DHK, da je stopnja sinteze v ravnotežju s potrebami po DHK oz. pri

večjem vnosu DHK s hrano, predvsem z ribami (Innis, 1992, Pawlosky in sod., 2003b; EFSA, 2010).



Slika 2: Pot endogene sinteze dokozaheksaenojske kisline (DHK) iz prekursorske α -linolenske kisline (ALK), preko več korakov desaturacij in elongacij, v katerih sodelujejo encimi desaturaze ($\Delta 6$ -des, $\Delta 5$ -des in $\Delta 4$ -des) in elongaze ($\Delta 6$ -elo in $\Delta 5$ -elo) (Petrie in sod., 2010)

2.2.1.1 Endogena sinteza DHK pri nosečnicah, doječih materah in novorojenčkih

Žensko telo pretvori okoli dvakrat več ALK v DHK kot moško. Predvsem mlajše ženske v rodni dobi jo aktivnejše pretvarjajo, in sicer do 9 % (Burdge in Wootton, 2002; Bourre, 2007; Abedi in Sahari, 2014), najverjetneje na račun višjih koncentracij estrogena v krvi, posledično večje aktivnosti $\Delta 6$ -desaturaz ter manjše porabe ALK za β -oksidacijo v primerjavi z moškimi (Childs in sod., 2010; Lohner in sod., 2013; Abedi in Sahari, 2014). To najverjetneje odraža zaščitne biološke mehanizme ženske v vlogi matere, ki prispevajo k pokritju višjih potreb otroka po DHK (Lauritzen in sod., 2001; Burdge in Calder, 2005; Koletzko in sod., 2011).

Sposobnost nosečnice in doječe matere, da sintetizira zadostne količine DHK iz ALK iz hrane ali telesnih rezerv, je izrednega pomena za izpolnitev potreb zarodka in novorojenčka po DHK (SACN, 2004; Burdge in Calder, 2005). Točna kapaciteta endogene sinteze pri nosečnicah še ni znana, vendar se po podatkih različnih študij ocenjuje, da v DHK lahko pretvorijo le do 5 % razpoložljive ALK. Čeprav še ni popolnoma jasno, ali je ta stopnja pretvorbe dovolj za pokritje potreb med nosečnostjo in dojenjem, obstaja več indikacij za nezadostno endogeno sintezo (De Groot in sod., 2004). Hornstra (2000) meni, da zaradi tekmovanja starševskih LK ter ALK za iste pretvorbene encime in prehrana

običajno vsebuje več LK kot ALK v obdobju nosečnosti ne pride do povečane biosinteze DHK. Nasprotno pa Pawlosky in sod. (2003a) ter Lauritzen in Carlson (2011) trdijo, da na povečano sintezo DHK vpliva hormon estrogen, katerega koncentracije se v krvnem obtoku med nosečnostjo močno zvišajo. Estrogen pospeši potek druge $\Delta 6$ -desaturacije in peroksisomalne β -oksidacije, kar je najverjetneje tudi eden od vzrokov za povišanje koncentracije DHK v krvi med nosečnostjo. Omenjeno dejstvo potrjuje tudi ugotovitev, da je pri ženskah, ki jemljejo kontracepcijske tablete z estrogenom pretvorba v DHK več kot dvakrat višja kot pri tistih, ki jih ne jemljejo (Burdge in Wootton, 2002).

Obstaja možnost, da v nosečnosti tudi zarodek sam delno prispeva k pokritju svojih potreb po DHK preko lastne endogene sinteze (Makrides in Gibson, 2000; SACN, 2004; Childs in sod., 2010), saj so desaturazni encimi v razvijajočih se jetrih zarodka prisotni že v zgodnji nosečnosti. Sinteza DHK naj bi se začela v 26. tednu nosečnosti, aktivnost desaturaz v posteljici in samem zarodku pa se nato do poroda spet zmanjšuje in je pred rojstvom le nezatna (Innis, 2005; Sauerwald in sod., 1997; Hanebutt in sod., 2008; Koletzko in sod., 2008; Uauy in Dangour, 2009). Novorojenčki naj bi pretvorili okoli 1 % ALK v DHK (Brenna in sod., 2009). Tako donošenčki kot tudi nedonošenčki so sposobni biosinteze DHK v podobni meri (Uauy in sod., 2000), na individualni ravni pa med novorojenčki obstajajo večje razlike v pretvorbi (Innis, 2003). Na stopnjo endogene sinteze vplivajo spol, genska zasnova (predvsem oblika genov FADS₁ in FADS₂ (Guxens in sod., 2011)) in količina prekursorske ALK v njihovi hrani (Koletzko in sod., 2008), čeprav ima slednja le manjši učinek na povišanje koncentracije DHK v krvnem obtoku novorojenčka (Innis, 2007). V primerih negativne energijske bilance novorojenčkov se del zaužite ALK v mitohondrijih oksidira za zagotovitev energije za osnovne presnovne in fiziološke procese, zato so v krvni plazmi, celicah in tkivih le majhne rezerve ALK (<0,5 % skupnih MK), kar vpliva na manjšo biosintezo DHK in posledično pomanjkanje DHK pri novorojenčku (Innis, 1992; Burdge in Calder, 2005), zato je zarodek v večini odvisen od prenosa predhodno oblikovane DHK preko posteljice (Innis, 2005; Hanebutt in sod., 2008), sicer se lahko zgodi, da niso pokrite višje potrebe zarodka oz. novorojenčka po DHK, do katerih pride zaradi intenzivnega razvoja možganov (Salem in sod., 1996; Innis, 2007; Uauy in Dangour, 2009; Guesnet in Alessandri, 2011).

2.2.2 Oksidacija DHK

MK lahko razpadejo znotraj različnih poti oksidacije, najpomembnejša pa je β -oksidacija, proces, v katerem nastaja energija, potrebna za presnovne procese. Za β -oksidacijo DHK je kot substrat potreben CoA tioester DHK. Oksidacija poteka večinoma v mitohondrijih (Gurr, 2000), kjer je DHK vgrajena v membranske fosfolipide, ki pomagajo ohranjati ustrezen elektrokemični gradient celice za oksidativno fosforilacijo, pri kateri se tvori energija za gorivo celice (Anderson in Taylor, 2012). Ker je DHK dolgoverižna MK, se lahko začetne faze pretvorbe v krajše verige zgodijo v peroksisomih, nato pa oksidacija do konca poteče v mitohondrijih (Gurr, 2000).

Kadar na molekulo DHK, ki je usidrana v fosfolipidih plazemske membrane ali membran organelov (npr. mitohondrijev), deluje encim fosfolipaza A2 (PLA2), se DHK sprosti v citoplazmo, kjer postane razpoložljiva za encimsko pot oksidacije. Na prosto DHK lahko

delujejo različne skupine encimov, in sicer ciklooksigenaze (COX), 5-lipoksigenaze (5-LOX) ali citokrom P450 monooksigenaze (CYP). Pri tem se DHK oksidira v signalne molekule, ti. eikozanoide, ki delujejo protivnetno. Eikozanoidi lahko preidejo tudi v krvni obtok, kjer zmanjšajo zlepljanje trombocitov in nalaganje maščobnih kislin v arterijah (Anderson in Taylor, 2012).

DHK je zaradi svoje kemijske strukture med vsemi večkrat nenasičenimi MK najbolj podvržena neencimski oziroma spontani oksidaciji. Reaktivni kisikovi radikali napadejo tako prosto kot v membrano vezano DHK, pri čemer se tvorijo lipidni peroksidi hidroksi-DHK, ki aktivirajo transkriptorske faktorje PPAR in Nrf2. PPAR uravnavajo celično diferenciacijo, razvoj in presnovo ter nastanek rakavih celic. Z aktivacijo PPAR, na katero v največji meri vpliva ravno oksidirana DHK, se pospešeno tvorijo mitohondrijske beljakovine in poveča se kapaciteta oksidacije lipidov. Aktivacija Nrf2 pa vpliva na nastajanje antioksidantov in protivnetnih teles. Hidroksi-DHK se nato ali nevtralizira z antioksidativnimi sistemi ali pa se destabilizira in pretvori v reaktivne lipide (izoprostane, izofurane, alkane, alkene in aldehide) z različnimi biološkimi funkcijami. Do nedavnega raziskovalci niso poudarjali pomena spontane oksidacije DHK, ker so menili, da je zanemarljiva, hkrati pa so bila nekatera nova spoznanja, da imajo lipidni peroksidi lahko pozitiven vpliv v našem telesu v nasprotju z dolgoletnim prepričanjem, da so toksični. Danes je vse več dokazov, ki to dogmo izpodbijajo (Anderson in Taylor, 2012).

2.3 PREBAVA IN ABSORPCIJA DHK

Omega-3 LCPUFAs se v hrani večinoma pojavljajo v obliki triacilglicerolov (TAG), v katerih so po tri maščobne kisline zaestrene na molekulo glicerola in skupaj predstavljajo več kot 90 % mase TAG. MK se pri prebavi odcepijo glede na njihovo mesto vezave v TAG (sn-1, sn-2 ali sn-3 mesto). MK, ki so zaestrene na sn-1 ali sn-3 mestu, so »zunanje«, tiste na sn-2 mestu, pa »notranje« (EFSA, 2012). TAG so v prebavnem traktu podvrženi procesu lipolize, v katerem se s pomočjo encimov lipaz prebavijo. Čeprav so lipaze prisotne že v slini in želodčnem soku, poteče večji del lipolize v tankem črevesju (IOM, 2005), kjer se TAG emulgirajo z žolčnimi solmi in fosfolipidi, ki se v črevesje izločijo z žolčem (EFSA, 2012). Žolčne soli aktivirajo lipazo trebušne slinavke, ki je skupaj s kolipazo glavni encim, ki sproži hidrolizo di- in triacilglicerolov ter estrov holesterola, na katere je vezana DHK (Kohlmeier, 2015). Lipaza trebušne slinavke deluje predvsem na vezavna mesta sn-1 in sn-3 v TAG, tako da se MK iz »zunanjih« mest ter 2-monoacilglicerol lahko absorbirajo (EFSA, 2012). Fosfolipide z vezano DHK pred absorpcijo hidrolizira encim fosfolipaza A2 trebušne slinavke, ki poveže fosfolipide med seboj. Iz MK, monoacilglicerolov, žolčnih soli in fosfolipidov se spontano tvorijo micelle. DHK v obliki proste MK ali 2-monoacilglicerola z difuzijo ali facilitarnim transportom vstopi v enterocite tankega črevesa, kjer se vgradi v TAG. S koencimom CoA ligazo se konjugira s CoA. Večina acetil-CoA se porabi za tvorbo TAG, estrov holesterola in fosfolipidov. Proteini, ki vežejo MK (npr. mikrosomalni transportni protein triacilglicerola – MTP), so nujni za intracelularni transport DHK ter predhodni nastanek in izločanje hilomikronov (Kohlmeier, 2015). TAG se združijo v hilomikrone z estri holesterola, fosfolipidi in eno molekulo apolipoproteina in se v tej obliki izločijo v črevesne limfatične vezikle (EFSA, 2012; Kohlmeier, 2015). Ne glede na vir se DHK absorbira skorajda v

celoti. Podatki raziskav kažejo, da je absorpcija DHK iz fosfolipidov višja v primerjavi s TAG, absorpcija DHK iz etilnih estrov pa je bila v nekaterih primerih podobna, v drugih pa nižja glede na absorpcijo iz TAG (EFSA, 2012).

2.4 TRANSPORT IN CELIČNI PRIVZEM DHK

2.4.1 Transport DHK po krvnem obtoku

Normalna vrednost DHK v krvni plazmi na tešče je 30-100 mg/l, kar predstavlja okoli 2,4 % skupnih MK. Eritrociti vsebujejo približno 50-75 mg DHK/l. DHK se v krvi nahaja predvsem znotraj fosfolipidov in holesterola ter drugih lipoproteinov (Martínez in sod., 2000). Ti prehajajo v mišice, jetra in druga tkiva z endocitozo. Lipoprotein lipaza na endoteliju arteriol in kapilar pomaga sprostiti DHK iz TAG znotraj hilomikronov in lipoproteinov z zelo nizko gostoto – VLDL. Obstaja vsaj šest različnih transportnih proteinov za DHK, ki se nahajajo v različnih tkivih telesa. Transport preko celične membrane v njeno notranjost je največkrat odvisen od aktivnosti encima acetyl-CoA sintaze. Nekateri celice so sposobne prevzeti DHK iz TAG v lipoproteinih, ker imajo specifične receptorje, ki prepoznajo hilomikronske ostanke in VLDL. DHK, ki je celice ne prevzamejo, se veže na albumin in znotraj tega kompleksa prehaja v jetra s pomočjo protonskega transporterja (Kohlmeier, 2015).

2.4.2 Transport DHK preko možganske ovojnice

Mehanizmi transporta specifičnih esencialnih MK, ki so potrebne za sintezo različnih strukturnih komponent v možganih, še niso razjasnjeni. Majhne količine DHK naj bi se prenašale z lipoproteini visoke gostote – HDL. Slednje prepoznajo HDL-vezavni receptorji na endoteliju kapilar, ki tako omogočijo prehod v notranjost možganskih kapilar (Kohlmeier, 2015).

2.4.3 Transport DHK preko posteljice do zarodka

Posteljica oziroma placenta je primarno krvožilni organ, ki omogoča prenos snovi od matere k zarodku (Klinger in sod., 2003), kar je izrednega pomena za njegovo hitro rast in razvoj (Larqué in sod., 2003). Transport MK preko posteljice je možen v obeh smereh, a se običajno opravi le v smeri mama-zarodek. Jetra zarodka so sicer sposobna na novo (*de novo*) tvoriti MK, vendar nezadostno, zato večina esencialnih n-3 MK v zarodek prihaja iz materinega krvnega obtoka (Haggarty, 2004). Transport preko posteljice v veliki meri vpliva na preskrbljenost zarodka z DHK (Hornstra, 2000). Obstaja več dejavnikov, ki vplivajo na prenos DHK od matere do zarodka (kasneje tudi novorojenčka). Mednje spadajo delovanje posteljice, materin status preskrbljenosti z DHK (zaloge v maščobnem tkivu, DHK v krvnem obtoku, zaužitje s hrano), transportne beljakovine (Lauritzen in Carlson, 2011) ter razmerje med koncentracijo nezaestrenih MK v materinem in zarodkovem krvnem obtoku (Innis, 2005).

Transport preko posteljice je proces, ki se začne s celičnim privzemom DHK, temu pa nato sledi intracelularni prenos DHK s pomočjo membranskih in citosolnih vezavnih proteinov (Innis, 2005). Proste (nezaestrene) MK v krvi matere so glavni vir MK, ki preko posteljice prehajajo k zarodku (Dutta-Roy, 2000). Za transport je na voljo tako DHK, vezana z albumini, kot tudi tista, ki se je sprostila iz hilomikronov ali VLDL s pomočjo lipoprotein lipaz v mikrovilih. Hidroliza s slednjimi je eden ključnih procesov za zagotovitev večje razpoložljivosti DHK za prenos preko posteljice, s tem pa tudi za zadostno preskrbljenost zarodka (Dutta-Roy, 2000; Innis, 2005). DHK s specifičnimi transportnimi proteini MK in encimom translokazo FAT preide v sintroblaste/sinciciotrofoblaste, celice, ki tvorijo sincicij tik ob maternični sluznici. Transportni proteini FATP so glavni proteini za prenos MK, ki se nahajajo na obeh straneh celic placente in omogočajo prehajanje snovi v obeh smereh. Odkrit je bil tudi specifični periferni membranski transportni protein p-FABPpm, lociran samo na materini strani celic posteljice, kar omogoča prenos snovi samo v smeri proti zarodku. P-FABPpm je ločen od ostalih transporterjev in deluje kot zunajcelični sprejemnik DHK, ki jo preferenčno in najučinkovitejše prenaša v primerjavi z drugimi LCPUFA. Možno je, da se v sintroblastih z določenimi presnovnimi procesi EPK pretvori v DHK, ki nato lahko prehaja skozi posteljico do zarodka (Dutta-Roy, 2000; Haggarty, 2004; Kohlmeier, 2015). DHK naj bi se iz posteljice v obliki TAG prenesla v krvni obtok zarodka (Dutta-Roy, 2000), kjer pa se večina DHK veže na alfafetoproteine (Kohlmeier, 2015). Kljub višji absolutni koncentraciji lipidov v materini krvi je delež DHK v krvi zarodka tudi do 16-krat višji. Ta pojav biomagnifikacije je posledica selektivnega oz. preferenčnega transporta DHK skozi posteljico v primerjavi z drugimi MK ter povečanja koncentracije DHK v mikrovilih na membrani sinciciotrofoblastov (Innis, 2003; Larqué in sod., 2003; Haggarty, 2004; Lauritzen in Carlson, 2011). Pri selektivnem transportu DHK še ni dokončno raziskano, ali je ta popolnoma odvisen od materinih zalog DHK ali je tudi posteljica sama sposobna sintetizirati DHK (Rogers in sod., 2013). Zarodek naj bi v zadnjem trimesečju privzel < 50-60 mg n-3 LCPUFA, med katerimi največ DHK, ki do zarodka najverjetneje prehaja preko placente (Makrides in Gibson, 2000).

2.4.4 Transport DHK v materino mleko

DHK v materinem mleku izvira neposredno iz materine prehrane, njenih telesnih zalog in biosinteze iz predhodnih starševskih MK, kot je ALK (Fidler in sod., 2000a). DHK se kot dolgoveržna MK iz materine prehrane po absorpciji ponovno zaestri v TAG, v obliki hilomikronov vstopi v krvni obtok in se preko njega hitro prenese v materino mleko. V presnovnem stanju posta se TAG v obliki VLDL prenesejo iz jeter v mlečne žleze, kjer s pomočjo lipoprotein lipaze preidejo v prosto obliko. Med dojenjem se aktivnost tega encima v mlečni žlezi poveča, kar kaže na večjo porabo MK v tem tkivu, po drugi strani pa se njegova aktivnost zmanjša v maščobnem tkivu. MK se lahko iz maščobnega tkiva do mlečnih alveol transportirajo v nezaestreni obliki, vezane na albumin (Koletzko in sod., 2001).

2.5 SKLADIŠČENJE IN IZLOČANJE DHK

V krvnem obtoku imamo 400-800 mg DHK, ki pa večinoma postane razpoložljiva za različne namene šele po odcepitvi od lipoproteinov in razgradnji membran rdečih krvničk. Tudi v maščobnem tkivu je vedno shranjene nekaj DHK (0,25 % pri populaciji s previsoko telesno težo z območja Mediterana). Malenkost večje količine so v maščobnem tkivu, ki obdaja črevesje (0,35 %). Telo moškega s telesno težo 70 kg in 10 % maščobnega tkiva naj bi skladiščilo okoli 18 g DHK, od tega se 1-2 % (180-360 mg) dnevno porabi za različne funkcije. Ženske običajno skladiščijo nekoliko večje količine DHK, saj imajo tudi večji delež maščobnega tkiva v telesu (Kohlmeier, 2015). Od materinega statusa DHK (zaužita DHK, zaloge v maščobnem tkivu in DHK v krvi) med nosečnostjo in dojenjem je odvisno prehajanje DHK k zarodku oz. dojenčku, pri katerem se v teh obdobjih DHK pospešeno nalaga v možgane. Z vsako nosečnostjo so materine zaloge DHK nekoliko manjše (Lauritzen in Carlson, 2011), najverjetneje zaradi porabe DHK za zarodek. Kljub večjim količinam DHK v nekaterih tkivih, predvsem v možganih, zaradi počasnega obnavljanja teh zalog le omejene količine DHK prehajajo iz njih v druge dele organizma (Kohlmeier, 2015).

Izgube zaužite DHK so tako kot pri vseh MK minimalne. Do izločanja pride predvsem preko kože, blata in telesnih tekočin (Kohlmeier, 2015).

2.6 VIRI DHK V PREHRANI

DHK je pogojno esencialna MK, ki smo jo ljudje do določene mere sposobni sintetizirati iz starševske ALK, katere najpomembnejši rastlinski viri so predvsem laneno olje in lanena semena, olje oljne repice oz. ogrščice, sojino in orehovo olje ter orehi, vendar pa človek sam ne zmore sintetizirati DHK v količinah, ki bi zadostile njegovim potrebam, sploh v določenih obdobjih življenja, npr. ženske v rodni dobi, zato je v podporo endogeni sintezi pomemben tudi vnos DHK s hrano, da dosežemo priporočene vrednosti vnosa (Kohlmeier, 2015).

Posebno bogat vir že formirane DHK v hrani predstavljajo ribe in ribji izdelki (npr. ribje olje). Med naravne vire DHK spadajo tudi morske alge, morski sesalci, rakci krili in materino mleko. Morske alge so primarni vir DHK v ekosistemu, ribe in raki, ki se prehranjujejo z njimi oz. fitoplanktonom, pa so zato glavni vir DHK v naši prehrani. DHK je v manjših količinah prisotna v mesu, mleku in jajcih živali, krmljenih s krmo, bogato z omega-3 MK ter v obogatenih živilih. Alternativni vir DHK so prehranska dopolnila. Za obogatitev živil in prehranska dopolnila se kot vir DHK uporabljajo predvsem ribje in krilovo olje ter olja enoceličnih organizmov (Bourre, 2007; EFSA, 2012; Weichselbaum in sod., 2013).

Pri blagih postopkih priprave hrane in enkratni uporabi maščob za pečenje prihaja do minimalnih izgub esencialnih MK (Referenčne vrednosti ..., 2004). Ravno obratno se s postopki konzerviranja (npr. tune) večina n-3 LCPUFA izgubi (EFSA, 2014c). Pomembno je, da ne uživamo oksidiranih MK, zato je ob vnosu n-3 MK priporočljivo uživati tudi dovolj antioksidantov, ki preprečujejo oksidacijo in s tem nastajanje genotoksičnih ter

citotoksičnih snovi (Bourre, 2007). Po navedbah EFSA (Evropska agencija za varnost hrane; angl. European Food Safety Authority) vnos do 1 g DHK/dan ne predstavlja tveganja za splošno populacijo, pri čemer je ta vrednost še precej nad priporočenimi količinami DHK, ki naj bi jih zaužili odrasli in otroci v Evropi (EFSA, 2012).

Zaradi možnosti tveganja za prenizek prehranski vnos DHK obstajajo za ženske posebna priporočila za vnos DHK, ki bi jih bilo treba doseči ali s hrano ali s prehranskimi dopolnili (Bourre, 2007). Kaže, da ima med številnimi dejavniki ravno vnos DHK s prehrano v obdobjih nosečnosti in dojenja največji vpliv na vsebnost te MK v materinem mleku (Jensen in sod., 2000; Fidler Mis in Orel, 2013) ter na boljši mentalni razvoj otrok mater, ki so zaužile dovolj DHK (Helland in sod., 2003), zato se ženskam v teh obdobjih svetuje, naj uživajo dovolj rib, morskih sadežev ali prehranskih dopolnil z DHK (Bourre, 2007), še zlasti vegetarijankam in vegankam (Fidler Mis in Orel, 2013).

2.6.1 Ribe in morski sadeži kot najbogatejši vir DHK v prehrani

V ribah najdemo številna pomembna hranila, posebno beljakovine, vitamine A (retinol), D in E, jod, selen ter esencialne n-3 LCPUFA (ALK, EPK in DHK). Ribe so glavni vir teh MK iz hrane, čeprav jih ne morejo sintetizirati same, ampak izvirajo iz njihove prehrane z enoceličnimi organizmi oz. mikroalgami rastlinskega planktona (Boswell in sod., 1996). Samo morska hrana je vir zadostnih količin DHK. Tudi riba z najmanjšo vsebnostjo DHK vsebuje 20-krat več te MK kot rdeče meso živali, ki so jih hranili z lanenimi semeni (Bourre, 2007; OPKP, 2015).

Preglednica 1: Primerjava vsebnosti α -linolenske kisline (ALK), eikozapentaenojske kisline (EPK) in dokozaheksaenojske kisline (DHK) v različnih vrstah živil (padajoče glede na vsebnost DHK) (OPKP, 2015)

Vrsta živila ^a	ALK (C18:3n-3) (mg/100 g)	EPK (C20:5n-3) (mg/100 g)	DHK (C22:6n-3) (mg/100 g)
Bela riba			
Brancin	-	164	434
Polenovka	1	53	146
Morski list	3	0	108
Modra riba			
Losos	189	480	1190
Skuša	163	416	740
Sardela	42	164	470
Postrv šarenka	60	173	443
Črtasti tun	-	71	185
Morski sadeži			
Lignji	3	115	270
Klapavice	4	24	20
Meso, jajca in mleko			
Piščančje meso ^b	92	2	83
Jajca	29	4	33
Govedina ^c	6-350	0-11	0-2
Mleko	35	0	0
Živila rastlinskega izvora			
Orehi	2.920	0	0
Lanena semena	22.810	0	0

^a Vsebnost ALK, EPK in DHK (mg/100 g) v užitem delu surovega živila.

^{b,c} Vsebnost ALK, EPK in DHK v mesu variira glede na izbran kos mesa (OPKP, 2015)

Uživanje rib lahko poveča izpostavljenost matere in zarodka onesnaževalom, kot so živo srebro, dioksini in poliklorirani bifenili (PCB), kar lahko vpliva na višje koncentracije le-teh v materinem mleku, vendar je EFSA glede na izsledke različnih raziskav ocenila, da ženske v rodni dobi z uživanjem dveh porcij rib tedensko običajno ne presežejo mejnih tolerančnih vrednosti za vnos onesnaževal. Najbolje je v prehrano vključiti ribe različnih vrst, izogibati se je treba le prevelikemu vnosu plenilskih rib (Koletzko in sod., 2007) ter školjkam in morskim sadežem iz onesnaženih morij, ker vsebujejo visoke koncentracije težkih kovin (Fidler Mis, 2011). Na IOM (Ameriški inštitut za medicino, angl. American Institute of Medicine) poudarjajo, da obstaja dovolj vrst morske hrane, s katero lahko nosečnice zadostijo svojim potrebam po DHK, ki pa ne vsebuje velikih količin živega srebra. Izpostavili so, da nosečnice in doječe matere lahko brez težav zaužijejo do 3 porcije morske hrane/teden (SACN, 2004; Nesheim in Yaktine, 2007). Ameriške institucije USDA (Ameriško ministrstvo za kmetijstvo) in HHS (Ameriško ministrstvo za zdravje) ter FDA (Ameriški zvezni urad za hrano in zdravila, angl. U. S. Food and Drug Administration) ženskam, ki želijo zanositi, nosečnicam ter doječim materam odsvetujejo uživanje štirih vrst plenilskih rib, in sicer morskega psa, lefolatilusa (*ang. tilefish*), mečarice in kraljevske skuše (USDA/HHS, 2010; Wenstrom, 2014). Uživanja tune ne odsvetujejo, priporočajo le

omejen vnos belega tuna (največ 170 g/teden), ker vsebuje več živega srebra kot ostale vrste tun. Nekatere evropske institucije ženskam v letu pred nosečnostjo, med nosečnostjo in dojenjem odsvetujejo uživanje morskega psa in mečarice, uživanje tune pa omejujejo na največ 4 srednje velike konzerve/teden oz. 1-2 porciji (po 140 g) tuninega fileja/teden (SACN, 2004; Björnberg in sod., 2005; EFSA, 2014c). Podobno tudi slovenska prehranska priporočila odsvetujejo uživanje morskega psa in mečarice, uživanje tune pa omejujejo na 2 mali konzervi/teden oz. 150 g fileja na teden (Belović, 2012). Po drugi strani nemški nacionalni konsenzus nosečnicam in doječim materam popolnoma odsvetuje uživanje morskega psa, mečarice in tudi tune (EFSA, 2004; Koletzko in sod., 2013a). Zaradi višje vsebnosti živega srebra je priporočen tudi omejen vnos sleda in divjega lososa iz Baltskega morja, in sicer na eno porcijo na teden (Koletzko in sod., 2007). Nosečnice in doječe matere se morajo izogibati tudi surovi in prekajeni ribi oz. morskim sadežem (Koletzko in sod., 2013a).

Vključitev rib v prehrano v nosečnosti pomembno vpliva na boljši miselni razvoj, jezikovni inteligenčni kvocient, gibalno koordinacijo in vedenje v družbi pri otrocih, kar kaže na to, da ugodne lastnosti uživanja DHK in drugih omega-3 MK z ribjo hrano pretehtajo potencialno tveganje za povečan vnos zdravju škodljivih snovi (Koletzko in sod., 2008).

2.6.1.1 Ribe

Obstajata dve glavni skupini rib, ki jih uživamo, in sicer hrustančnice ter kostnice, ki jih delimo še v dve podskupini – bele in modre ribe. Bele ribe, kamor spadajo npr. polenovka (trska), vahnja, morski list, aljaški polak in mol, imajo pusto meso in svoje maščobne rezerve shranjujejo v jetrih, ki so bogat vir vitamina A, retinola, vitamina D in LCPUFA v njihovih TAG. Pri mastnih modrih ribah, kamor so uvrščene npr. skuša, sardela, sardina, slanik, losos, tuna, jegulja, postrv, mlada papalina ali sled, pa se maščoba nahaja v mesu (mišicah), ki je temnejše kot pri belih ribah. Hrustančnice (npr. morski pes, skat) imajo podobno sestavo mesa kot bele ribe in maščobe prav tako akumulirajo v jetrih (Gurr, 2000).

Glavni delež MK ribjih maščob predstavljajo LCPUFA. V ribah jih najdemo v različnih razmerjih, ki so odvisna od vrste ribe, njene prehrane, sezone oz. letnega časa ter faze drstenja. Po zaključku drstenja vsebnost maščob običajno zelo pade (Gurr, 2000). Količina maščobe variira od 1,0 g/100 g pri belih ribah, do 30 g/100 g pri modrih ribah (Fatty Acids..., 1998). Welch in sod. (2002) med bele ribe uvrščajo vrste, ki vsebujejo do 4 g maščob/100 g, med modre ribe pa tiste z več kot 4 g maščob/100 g. Slednje še dodatno delijo v dve podskupini, in sicer na mastne ribe z vsebnostjo 4-14 g maščob/100 g (losos, tuna, postrv) ter na zelo mastne ribe, ki imajo 14 g in več maščob/100 g (skuša, slanik, sled). Pri ribah je spremenljiva tudi vsebnost omega-3 MK, in sicer se giblje od 0,48 g/100 g v belih ribah, 0,98 g/100 g v ribjih ikrah in do 5,33 g/100 g v mastnih/modrih ribah (Fatty Acids..., 1998). Čeprav je absolutna vsebnost omega-3 MK v belih ribah nižja, je delež le-teh glede na skupne maščobe višji kot pri modrih ribah (Fatty Acids..., 1998). Posledica visoke vsebnosti večkrat nenasičenih MK v mastnih ribah je nagnjenost teh rib k žarkosti, zato jih pogosto najdemo v konzervirani obliki (Gurr, 2000).

Ribe lahko zelo učinkovito dopolnjujejo pokrivanje potreb po esencialnih omega-3 LCPUFA (Koletzko in sod., 2007). Ribe hladnih morij predstavljajo glavni vir DHK (Kohlmeier, 2015). Poleg divjih mastnih rib so dober vir DHK in predhodne ALK tudi ribe, gojene pod ustreznimi pogoji, s prehrano, bogato z omega-3 MK (Bourre, 2005). Pokorn (2004) navaja, da 0,55 g omega-3 in 3,3 g omega-6 MK na 1000 kcal zagotovi priporočeno razmerje esencialnih MK v dnevni prehrani.

Dobri viri DHK so torej predvsem losos, skuša, mečarica (680 mg/100 g), postrv, morski jezik (370 mg/100 g) in slanik oz. sled (252 mg/100 g). Te vrste rib vsebujejo tudi EPK in druge omega-3 MK (Kohlmeier, 2015; OPKP, 2015). Različna svetovna in evropska združenja, kot so Ameriško združenje za srce (angl. American Heart Association; AHA, 2014), Ameriško združenje za dietetiko (angl. American Dietetic Association; ADA, 2007), SACN (2004), EFSA (2010), Evropska komisija (Koletzko in sod., 2007) in nemški nacionalni konsenzus (Koletzko in sod., 2013a), svetujejo, naj odrasli, zlasti pa nosečnice in doječe matere v tedensko prehrano vključijo vsaj dve porciji morskih rib (100-140 g), od tega vsaj eno porcijo mastne modre ribe, da zadostijo priporočilom vnosa DHK. V dojenčkovo prehrano lahko morske ribe postopoma začnemo uvajati po 6. mesecu starosti, in sicer 20-30 g na obrok (Bratanič in sod., 2010).

2.6.1.2 Morski sadeži

Morske sadeže delimo na mehkužce in rake. Med mehkužce uvrščamo školjke (npr. ostrige, klapavice, pokrovače), polže, lignje in hobotnice. Za vse je značilno zelo mišičasto meso z nizko vsebnostjo maščob. Mehkužce običajno pred zaužitjem skuhamo, nekateri pa meso školjk in polžev uživajo celo surovo (Gurr, 2000), kar nosečnicam in doječim materam močno odsvetujejo (Koletzko in sod., 2013a). Rake delimo na sladkovodne (npr. potočni rak) in morske (npr. rakovica, kozica, jastog, rarog). Pri rakah se uživa predvsem mišično tkivo iz trebušnega dela in klešč. Njihovo meso prav tako vsebuje zelo malo maščob (Gurr, 2000). Vsebnost omega-3 MK v morskih sadežih je približno 0,68 g/100 g (Fatty Acids..., 1998). Morske sadeže lahko vključimo v otrokovo prehrano šele po 1. letu starosti (Sedmak, 2012).

2.6.2 Prehranska dopolnila kot vir DHK

Običajno se prehranska dopolnila priporoča, kadar je vnos določenih hranil s hrano premajhen zaradi enolične ali s hranili osiromašene prehrane, ki lahko nastopi kot posledica nepravilne priprave ali izbire kakovostno slabše hrane. Jemanje prehranskih dopolnil se svetuje tudi, ko se pri posamezniku pojavijo večje potrebe po določenih hranilih, kar je značilno tudi za ženske v času nosečnosti in dojenja. Te bi sicer s pravilno odmero priporočenih živil lahko zadostile dnevni priporočili po hranilih, vendar se vseeno velikokrat odločijo še za uživanje prehranskih dopolnil (Pokorn, 2004). Jia in sod. (2015) so ugotovili, da imajo nosečnice in doječe matere, ki med nosečnostjo in dojenjem uživajo prehranska dopolnila z DHK, do 11,1 % večjo možnost, da dosežejo evropska priporočila za vnos DHK.

Nekatere raziskave kažejo, da se je med nosečnicami zmanjšal vnos DHK z morskno hrano, in sicer zaradi priporočil različnih institucij (npr. FDA), naj se izogibajo uživanju določenih vrst morske hrane zaradi vsebnosti živega srebra. Hkrati so se na trgu začela množično pojavljati in reklamirati različna prehranska dopolnila z DHK, namenjena nosečnicam. Posledično se je vnos DHK s prehranskimi dopolnili zvišal med nosečnicami in doječimi mamicami določenih populacij. Kljub temu bi bilo treba ženske spodbujati k uživanju morske hrane namesto prehranskih dopolnil (Carlson, 2009). Poleg tega bi bilo smiselno, glede na raziskave Rawn in sod. (2009), Hoh in sod. (2009), Jordan (2010) in Wenstrom (2014), razmisliti o poostreni kontroli oz. nadzoru prehranskih dopolnil, saj so lahko vir različnih onesnaževal, ki lahko predstavljajo tveganje za zdravje.

Prehranska dopolnila, ki vsebujejo omega-3 MK DHK, se priporoča tistim, ki premalo ali pa sploh ne uživajo morskih rib (Koletzko in sod., 2013a) npr. zaradi zavestne odločitve za izključujoč način prehrane, kot so različne oblike vegetarijanske prehrane (Orel in sod., 2014). Ribe sicer v veliki meri pripomorejo k izboljšanju preskrbljenosti z DHK (Libuda in sod., 2014). Za stroge vegetarijance so na voljo prehranska dopolnila z DHK, pridobljena iz mikroorganizmov ali morskih alg (Bannenberga in sod., 2014; Orel in sod., 2014). Koncentracije omega-3 LCPUFA v telesu so višje že med in tudi po prenehanju jemanja prehranskih dopolnil s temi MK (Woods in sod., 2002). Ženske, ki ne uživajo dovolj morskih rib (npr. vegetarijanke), naj bi za pokrivanje potreb dnevno zaužile dodatek vsaj 200 mg DHK v obliki prehranskih dopolnil že v času pred nosečnostjo, med nosečnostjo in med dojenjem (Koletzko in sod., 2013a). To potrjuje tudi srednjeevropska klinična študija, v kateri se je dodatek 200 mg DHK na dan med nosečnostjo in dojenjem izkazal kot zadosten za izboljšanje statusa DHK matere in dojenčka (Bergmann in sod., 2008). Pomemben dejavnik za učinkovitost DHK pri razvoju otroka je čas jemanja prehranskih dopolnil. Bolj zgodaj kot nosečnica začne uživati dopolnila z DHK, večji je njihov vpliv na izboljšani razvoj zarodka oz. otroka v posteljici (Carvajal, 2014). Prehranska dopolnila vplivajo tudi na maščobno-kislinsko sestavo materinega mleka (Imhoff-Kunsch in sod., 2012). Pri določanju ugodnega vpliva prehranskih dopolnil z DHK za nosečnice ali doječe matere je zelo pomembno upoštevati tudi presnovo in transport DHK v materinem telesu, posteljici in zarodku (Dutta-Roy, 2000).

Posamezne omega-3 MK imajo različne biološke učinke, zato ne smemo pozabiti, da je njihov vpliv na človeški organizem lahko odvisen tudi od tega, ali jih z dopolnili zaužijemo samostojno ali v kombinaciji (EFSA, 2012). Kljub temu je EFSA (2012), glede na podatke številnih raziskav, podala strokovno mnenje, da dolgotrajno uživanje prehranskih dopolnil z EPK in DHK, tako posamično kot skupaj, v dozah do približno 1 g/dan nima negativnega učinka na zdravje srca in ožilja, živčnega sistema in imunskega sistema. V 90 % prehranska dopolnila z DHK ne povzročajo stranskih učinkov, pri uživanju dopolnil pri obrokih pa se možnost pojava teh učinkov še zmanjša (Carvajal, 2014).

2.6.2.1 Ribje olje

Posebno bogato z omega-3 MK je ribje olje, ki pa ga največkrat ne uporabljamo kot dodatek v prehrani zaradi premočnega okusa, ampak ga dobimo v obliki kapsul kot prehranska dopolnila (Pokorn, 2004). Ribje olje najpogosteje pridobivajo iz pustih belih rib (npr. polenovke), ki svoje maščobne zaloge hranijo v obliki TAG v jetrih. Za to olje je značilna visoka vsebnost omega-3 LCPUFA z vsaj 20 atomi ogljika, ki so bodisi enkrat bodisi večkrat nenasičene (Gurr, 2000), npr. EPK in DHK. Prav zaradi vsebnosti nenasičenih MK je ribje olje nagnjeno k oksidaciji (Boswell in sod., 1996). DHK je v ribjem olju vezana na sn-2 mesto molekule TAG za razliko od vezave v materinem mleku, kjer se preferenčno veže na zunanji vezavni mesti (Fidler in sod., 1999).



Slika 3: Ribje olje v kapsulah (University of Liverpool, 2013)

Nekaj raziskav, v katerih so merili vsebnost MK v mleku mater, ki so v obdobju dojenja uživale običajno ribje olje, je pokazalo, da slednje ne vpliva le na povišanje koncentracije DHK, temveč tudi na večkratno povečanje vsebnosti EPK v mleku. EPK pa lahko tudi škoduje razvoju novorojenčka, saj tekmuje z arahidonsko kislino (C20:4n-6, AK) pri pretvarjanju v eikozanoide in/ali pri prehajanju v tkivne fosfolipide, kar lahko privede do slabše rasti in nevrološkega razvoja dojenčka, zato je kot prehransko dopolnilo primernejše ribje olje z nizko vsebnostjo EPK (Jensen in sod., 2000; IOM, 2005).

Čeprav naj uživanje ribjega olja ne bi predstavljalo tveganja za zdravje, obstajajo tudi pomisleki glede varnosti uživanja ribjega olja (predvsem za nosečnice in doječe matere), saj lahko vsebuje živo srebro in druga onesnaževala, kot so PCB in dioksini (Harris, 2004). Toksično metil živo srebro in druga organska onesnaževala so topna v maščobah, zato se lahko nahajajo tudi v izdelkih z ribjim oljem. Bolj tvegano je ribje olje, pridobljeno iz jeter polenovke, saj se nečistoče največ kopičijo v notranjih organih rib. Ribja olja iz mišičnega tkiva rib vsebujejo manj onesnaževal (Harris, 2004) razen gojenih rib, ki so bolj zamaščene. Proizvajalci ribjega olja sicer odstranjujejo onesnaževala iz njega, vendar ne popolnoma, zato FDA nosečnicam in doječim materam priporoča, naj raje uživajo ribe z dna prehranske verige kot pa prehranska dopolnila z ribjim oljem, ki nimajo enakih ugodnih učinkov niti na razvoj otroka niti ribe (Wenstrom, 2014).

2.6.2.2 Krilovo olje

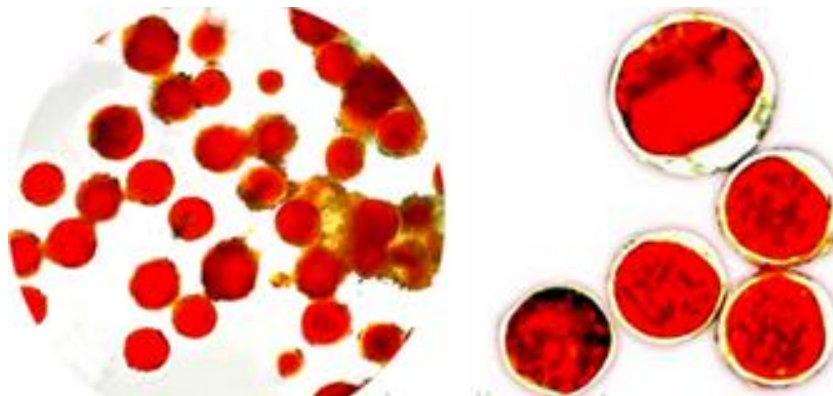
Krilovo olje je lipidni izvleček, ki ga pridobivajo iz antarktičnega krila *Euphausia superba*. Kril je planktonski rakec z dna prehranske verige, ki se hrani z algami, bogatimi z omega-3 LCPUFA, zato je krilovo olje dober vir esencialnih omega-3 MK (DHK in EPK) in vsebuje kar 7-16 g DHK/100 g. Za razliko od ribjega olja, kjer so glavne maščobe TAG, se v krilovem olju DHK povezuje s fosfolipidi (EFSA, 2009), kar omogoča, da se DHK iz krilovega olja lahko absorbira hitreje in do 25 % bolje kot iz ribjega olja (Colquhoun in Reeve, 2013). Poleg boljše bio razpoložljivosti za celice ima krilovo olje tudi dobro razmerje n-6:n-3 MK. Krilovo olje je primerno tudi za tiste, ki slabo prebavljajo maščobe (EFSA, 2009). Med pridobivanjem krilovega olja se onesnaževala praviloma odstranijo (Jordan, 2010). EFSA je glede na analize o prisotnosti onesnaževal v krilovem olju potrdila njegovo varno uporabo kot prehranskega dopolnila v priporočenih dnevni količinah. Predlagala je, da se krilovo olje, ki se uporablja kot sestavina živil, poimenuje Neptunovo krilovo olje (NKO™) (EFSA, 2009).



Slika 4: Antarktični kril - *Euphausia superba* (Gilbert, 2014)

2.6.2.3 Olja enoceličnih organizmov

Pomemben vir DHK so tudi olja enoceličnih organizmov oz. mikrobnolja. To so triacilglicerolna olja, ki jih kopičijo ti mikroorganizmi. Mednje, med drugim, spadajo tudi evkariontske alge (mikroalge), ki so s specifičnimi encimi sposobne sintetizirati MK, s tem pa kopičiti lipide, ki predstavljajo 20-25 % njihove biomase (Fidler in sod., 1999). Vsebnost skupnih omega-3 MK v algah variira od 17 % do skoraj 50 % (Bannenberg in sod., 2014). DHK se v oljih enoceličnih organizmov prednostno veže na sn-1 ali sn-3 vezavno mesto TAG, podobno kot v maščobah materinega mleka. Obstajajo olja posebnih sevov mikroalg, ki imajo večji delež DHK in zanemarljivo malo drugih LCPUFA v primerjavi z ribjim oljem, zato so manj nenasičena in manj dovzetna za oksidacijo kot ribja olja. Upoštevajoč še visoko biološko razpoložljivost DHK iz olj enoceličnih organizmov, je uporaba teh primerna za prehranske namene, predvsem v prehranskih dopolnilih in mlečnih nadomestkih (Kyle in sod., 1992). Z rednim uživanjem prehranskih dopolnil iz mikroalg bi tudi vegani lahko zadostili potrebe po DHK (Orel, 2012). V mlečnih formulah se iz varnostnih razlogov lahko uporabijo le olja, pridobljena iz neškodljivih mikroorganizmov in brez onesnaževal (Koletzko in Sinclair, 1999).



Slika 5: Mikroalga vrste *Crypthecodinium cohnii*, katere olje se uporablja kot vir dokozaheksaenojske kisline (DHK) v prehranskih dopolnilih in nadomestnih mlečnih formulah (La Molina Febico, 2007)

Trenutno se v prehranskih dopolnilih in mlečnih formulah za novorojenčke uporablja predvsem DHK, ekstrahirana iz tuninega ribjega olja ali iz olja mikroalg vrste *Crypthecodinium cohnii* (FSA, 2014). Ameriško podjetje Martek je patentiralo olje iz mikroalge *Crypthecodinium cohnii*, ti. DHASCO®, ki ga uporabljajo različni proizvajalci adaptiranih mlečnih formul za dojenčke (FSANZ, 2003). FSA (Food Standards Agency) je v zadnjih letih prejela tudi več prošenj za odobritev uporabe olja iz posebnega seva morskih mikroalg vrste *Schizochytrium* sp. Uporaba tovrstnih z DHK bogatih olj v prehrani lahko poveča vnos DHK do take mere, da ima ugoden vpliv na človekovo zdravje (FSA, 2014).

2.6.3 Materino mleko kot vir DHK

Kolostrum ali začetno mleko je prva hrana novorojenčka in določa začetno oskrbo s hranili pri izključno dojenih novorojenčkih, zato je vsebnost esencialnih in pogojno esencialnih MK v njem izrednega biološkega pomena (Fidler in Koletzko, 2000). Materino mleko je vir pomembnih LCPUFA, med njimi tudi DHK, ki vplivajo na zdravje, rast in razvoj dojenčka (Agostoni, 2005; Koletzko, 2014). Visoka vsebnost DHK v kolostrumu omogoča preskrbo dojenčka z zadostno količino DHK v prvih dneh po rojstvu, ko je skupni vnos mleka še omejen (Fidler in Koletzko, 2000). DHK v materinem mleku izvira predvsem iz plazme (Dunstan in sod., 2007), kamor pride s prehrano ali pa iz telesnih rezerv (Bourre, 2007). Približno 20-30 % LCPUFA v materinem mleku izvira neposredno iz materine prehrane v vseh fazah dojenja, večina (60-70 %) LCPUFA pa v materino mleko prehaja iz telesnih zalog, zato so razlike v sestavi materinega mleka predvsem posledica dolgoročne prehrane pred in med nosečnostjo (Fidler in Koletzko, 2000; Gurr, 2000). Na vsebnost DHK v materinem mleku pomembno vplivajo geografsko značilne razlike v količini in pogostosti uživanja DHK, zlasti z morsko hrano (Fidler in Salobir, 2000; Fidler in Koletzko, 2000; Nesheim in Yaktine, 2007; Koletzko, 2014). Uživanje rib, ribjih izdelkov in dodatkov DHK ugodno vpliva na koncentracijo DHK v zrelem materinem mleku, manjše količine DHK, ki se sintetizirajo iz ALK iz hrane, pa ne prispevajo veliko k sestavi materinega mleka (Fidler in Salobir, 2000; Bogovič Matijašič in sod., 2014;). Čeprav se vsebnost maščob v materinem mleku spreminja s trajanjem dojenja čez posamezen dan in se izrazito poveča med hranjenjem dojenčka, koncentracija DHK celo obdobje dojenja

ostaja približno konstantna (7-8 mg/dl) (Koletzko, 2014). Yuhas in sod. (2006) navajajo, da v različnih državah sveta (Avstralija, Kanada, Čile, Kitajska, Japonska, Mehika, Filipini, Velika Britanija, ZDA) z značilnimi razlikami v tradicionalni prehrani, materino mleko povprečno vsebuje 0,17-1,0 ut. % DHK glede na skupne MK. Nekoliko višje povprečne koncentracije DHK navaja Gurr (2000) za mleko mater, ki so rodile pred rokom. Koncentracija DHK v materinem mleku značilno vpliva na otrokov status preskrbljenosti z DHK pri 1 letu starosti (Dunstan in sod., 2007). Oskrba dojenčka z DHK preko materinega mleka vpliva na vgradnjo DHK v razvijajoče se možgane ter na njegove vidne, miselne, gibalne in imunske funkcije (Koletzko, 2014). Pri koncentracijah, ki presegajo 0,5 ut. % DHK v materinem mleku, se vrednosti DHK v krvi dojenčka ne višajo več, kar nakazuje, da so pri tej koncentraciji dojenčki dovolj preskrbljeni z DHK (Bergmann in sod., 2008).

2.6.4 Nadomestne mlečne formule

Sestava materinega mleka služi kot osnovni model za izdelavo nadomestnih formul za novorojenčke (Fidler in Koletzko, 2000). Do leta 2002 večina formul ni vsebovala DHK. Pri zalivančkih, hranjenih s formulami, ki vsebujejo predhodno ALK, so koncentracije DHK višje, a še vedno precej nižje kot pri dojenčkih, saj je bio sinteza DHK iz ALK pri novorojenčkih premajhna (Koletzko in sod., 2008). Dodatek DHK v mlečne nadomestke vpliva na višje koncentracije DHK v krvi otroka, na vsaj prehodno izboljšanje vidne funkcije in na bolj optimalen nevrološki razvoj, zato mnogi zagovarjajo dodajanje DHK v formule za novorojenčke (Jensen in sod., 2000; Bourre, 2007). WAPM (Svetovno združenje za perinatalno medicino, angl. World Association of Perinatal Medicine) priporoča uporabo nadomestnih mlečnih formul z 0,2 % do 0,5 % DHK glede na skupne maščobe, kadar dojenje ni mogoče. Primerni viri DHK za uporabo v nadomestkih so predvsem visoko prečiščena olja iz specifičnih alg in rib (Koletzko in sod., 2008). Po podatkih organizacije Lactalis je povprečna vrednost DHK v nadomestnih mlečnih formulah na evropskem trgu 9,3-15 mg/100 kcal (EFSA, 2014b).

2.7 DHK V OBDOBJIH NOSEČNOSTI IN DOJENJA

Obdobji nosečnosti in dojenja vplivata na koncentracijo DHK v krvi (Burdge in Wootton, 2002). Status preskrbljenosti mater z DHK se zelo razlikuje med posameznimi populacijami in znotraj le-teh, kar vpliva tudi na različne koncentracije DHK v zarodkih in novorojenčkih (Carlson, 2009).

2.7.1 Spremembe koncentracij DHK v krvi med nosečnostjo

Neodvisno od prehrane se že v začetku nosečnosti začne višati koncentracija DHK v krvi nosečnice (Bourre, 2007). V prvem trimesečju pride do približno 50 % povišanja koncentracije DHK v krvi, k čemur naj bi pripomogla povišana stopnja estrogena v nosečnosti (Burdge in Wootton, 2002; Lauritzen in Carlson, 2011). Presnova ženske se v nosečnosti spremeni, da se pokrijejo potrebe hitro delečih se celic zarodka (Bourre, 2007).

V zgodnji nosečnosti se v materinih maščobnih zalogah skladiščijo večje količine DHK (Haggarty, 2004). V pozni nosečnosti DHK prehaja skozi posteljico v maternico, kjer postane razpoložljiva za zarodek, pri katerem se na tej stopnji intenzivno razvijajo možgani, hkrati pa se pospešeno nalaga v maščobno tkivo otroka kot zaloga, ki bo na voljo za rast različnih organov in tkiv po rojstvu (Haggarty, 2004; Lauritzen in Carlson, 2011). Burdge in sod. (2006) ter Bergmann in sod. (2008) so ugotovili, da se v pozni nosečnosti koncentracija DHK zviša v določenih sestavinah materine krvne plazme, da se poveča razpoložljivost DHK za zarodek. Na zvišanje koncentracije vplivata estrogen (Lauritzen in Carlson, 2011) in prehajanje DHK iz materinih zalog v kri (Hornstra, 2000). Po drugi strani intenzivno prehajanje DHK k plodu v drugem delu nosečnosti lahko povzroči znižanje koncentracije DHK v materini krvi (Carlson, 2009). Med nosečnostjo se celokupni status DHK zmanjša, kar je lahko težavno pri večplodni nosečnosti (Bourre, 2007). Na spremenljivost koncentracije DHK v krvi matere vplivajo različni dejavniki, med katerimi je verjetno najpomembnejši vnos DHK s hrano. Vplivajo lahko še genetska zasnova, biosinteza DHK, razpoložljivost drugih hranil, potrebnih za biosintezo ter prehajanje DHK k zarodku. Iz koncentracij DHK v materini in popkovni krvi lahko sklepamo o relativni količini DHK, ki prehaja k zarodku in se akumulira v njegovih možganih ter drugih tkivih znotraj maternice (Carlson, 2009).

2.7.2 Vpliv DHK na trajanje nosečnosti, porodno maso in velikost novorojenčka

Nedavne metaanalize študij so pokazale, da uživanje prehranskih dopolnil z DHK v obdobju nosečnosti lahko podaljša trajanje nosečnosti. Salvig in Lamont (2011) sta ugotovila, da je nosečnost pri materah, ki so dodatno uživale DHK v nosečnosti, daljša za 4,5 dni, glede na rezultate Makrides in sod. (2006) pa se podaljša za povprečno 2,6 dni. Szajewska in sod. (2006) so izvedli metaanalizo študij, ki se nanašajo na vpliv dodatka DHK samo v nosečnosti z nizkim tveganjem in ugotovili, da uživanje DHK podaljša nosečnost za povprečno 1,6 dneva. Horvath in sod. (2007) so ugotavljali vpliv dodatka DHK v tvegani nosečnosti, kjer niso potrdili vpliva DHK na trajanje nosečnosti. Tudi študija Imhoff-Kunsch in sod. (2012) ni pokazala vpliva dopolnil z DHK v nosečnosti na trajanje nosečnosti.

Tri metaanalize študij so pokazale, da pri ženskah, ki v nosečnosti uživajo prehranska dopolnila z DHK, obstaja manjše tveganje za prezgodnji porod pred dopolnjenim 34. tednom nosečnosti, medtem ko vpliv na zmanjšano tveganje za porod pred dopolnjenim 37. tednom ni bil potrjen (Makrides in sod., 2006; Horvath in sod., 2007; Imhoff-Kunsch in sod., 2012). Imhoff-Kunsch in sod. (2012) so ugotovili za 26 %, Makrides in sod., 2006 pa za 31 % nižje tveganje za porod pred 34. tednom nosečnosti. Študija Salvig in Lamont (2011) je pokazala vpliv uživanja dodatka DHK v nosečnosti na manjše tveganje za prezgodnji porod tako pred 34. kot tudi pred dopolnjenim 37. tednom nosečnosti. Szajewska in sod. (2006) z metaanalizo niso ugotovili vpliva dodatka DHK v nosečnostih z nizkim tveganjem na manjšo pojavnost prezgodnjega poroda. Nedavno je bila opravljena tudi metaanaliza študij, ki so ugotavljale vpliv uživanja rib na prezgodnji porod. Izkazalo se je, da imajo ženske, ki uživajo > 1 porcijo rib na teden, manjše tveganje za prezgodnji porod kot tiste, ki uživajo ≤ 1 porcijo rib na teden (Leventakou in sod., 2014).

Vpliv dodatka DHK v nosečnosti na višjo porodno maso novorojenčka so potrdile tri metaanalize. Rezultati so pokazali povprečno 42,2 g (Imhoff-Kunsch in sod., 2012), 71 g (Salvig in Lamont, 2011) oz. 47 g (Makrides in sod., 2006) večjo porodno maso. Metaanaliza Leventakou in sod. (2014) je pokazala značilno večjo porodno maso novorojenčkov, katerih matere so uživale več rib v nosečnosti, in sicer za 8,9 g višjo, če so matere uživale > 1 in < 3 porcije rib na teden oz. za 15,2 g, če so uživale ≥ 3 porcije rib na teden, ne glede na gestacijsko starost. Kljub nekaterim rezultatom o vplivu na večjo povprečno porodno maso (Makrides in sod., 2006; Imhoff-Kunsch in sod., 2012), dodatek DHK v nosečnosti ni pokazal vpliva na manjše tveganje za premajhno porodno maso (Makrides in sod., 2006; Szajewska in sod., 2006; Imhoff-Kunsch in sod., 2012). Makrides in sod. (2006) so ugotovili, da se otroci mater, ki so uživale dodatek DHK v nosečnosti, rodijo povprečno za 0,48 cm večji.

2.7.3 Vpliv DHK na rast in razvoj otroka

Cohen in sod. (2005) menijo, da DHK iz rib ne bi smeli enačiti z DHK iz prehranskih dopolnil, ker ni dovolj dokazov o neposrednem ugodnem vplivu DHK iz dopolnil na izboljššan razvoj otroka. Metaanaliza Delgado-Noguera in sod. (2010) je pokazala, da uživanje dodatka DHK med dojenjem ne vpliva na višjo telesno maso in višino donošenih dojenčkov pri 12 mesecih. Raziskava v okviru projekta »Moje mleko« ni pokazala povezave med vsebnostjo DHK v materinem mleku in rastjo dojenčka, medtem ko je višje razmerje n-6:n-3 MK v mleku vplivalo na počasnejše naraščanje telesne mase in dolžine dojenčka do 1. leta starosti (Benedik in sod., 2014b). Tudi dodatek DHK v nadomestne mlečne formule za dojenčke v nedavnih metaanalizah ni pokazal vpliva na boljšo rast in razvoj dojenčka (Makrides in sod., 2005; Rosenfeld in sod., 2009).

2.7.3.1 Vloga DHK pri razvoju možganov in živčevja

Membranske lipide v možganih in živčnem tkivu tvori velik delež DHK in nizke koncentracije njenih predhodnih molekul (Gurr, 2000). DHK predstavlja tretjino MK aminofosfolipidov v sivi možganovini, njena točna funkcija v teh kompleksnih lipidih pa še ni dokončno raziskana. Znano je, da se iz DHK tvori vrsta zelo dolgih heksaenojskih kislin (do 36 C-atomov) z zahtevnimi funkcijami v možganih (Kohlmeier, 2015). Poleg tega je DHK nujna za mielinizacijo možganskih nevronov (Martínez in sod., 2000) in pravilno delovanje prenašalcev živčnih impulzov. Zrelost cerebralnih struktur je odvisna od DHK (Neuringer, 2000).



Slika 6: Razvoj možganov pri zarodku od tretjega tedna do konca nosečnosti (Kibiuk, 2012)

Že leta 1980 so Clandinin in sod. ugotovili, da je koncentracija DHK v zarodkovih možganih zelo nizka do zadnjega trimesečja, ko nastopi največja stopnja akumulacije DHK v možganih. V tem obdobju se znotraj maternice akumulira 67–75 mg DHK/dan, predvsem v hipokampusu in prednjem režnju možganov zarodka (Rogers in sod., 2013). Večina DHK, ki pride v krvni obtok zarodka, se porabi za razvoj možganov (Bourre, 2007), katerih masa se v tretjem trimesečju poveča 4-5-krat (Gurr, 2000). V maternici nastane pri zarodku 70 % možganskih celic. Visoka stopnja akumulacije DHK se nadaljuje še v prvem letu otrokovega življenja, nadaljnja rast možganov pa poteka še naslednjih nekaj let, dokler se med 2. in 4. letom starosti ne vgradi 4 g DHK (Martinez, 1992; Martinez, 1994). Razvoj poteka na miselni, vidni in gibalni ravni (Koletzko in sod., 2008).

Materina prehrana vpliva na stopnjo razvoja zarodka in novorojenčka, če je v prvem letu življenja dojen. Preskrbljenosti otroka z DHK je tako že pred in po porodu odvisna od materinega statusa DHK (American Academy of Pediatrics, 1997). Dojeni otroci imajo boljši možganski in celokupni status preskrbljenosti z DHK (Cunnane in sod., 2000).

Pregledna študija De Giuseppe in sod. (2014) kaže, da ni dovolj dokazov o vplivu prehranskih dopolnil z DHK v nosečnosti na izboljššan razvoj živčevja pri dojenčku. Gould in sod. (2014) sklepajo, da dodatek DHK v nosečnosti ne vpliva na živčni razvoj donošenčkov, ker so njihovi možgani v maternici preskrbljeni z DHK iz materinih zalog, z materino biosintezo DHK in s prednostnim prenosom DHK preko posteljice k zarodku.

2.7.3.2 Vpliv DHK na miselni razvoj

Višje koncentracije DHK v maternici ter boljša preskrbljenost matere in zarodka z DHK lahko vplivajo na otrokov zgodnji miselni razvoj. Ta vpliv je pogosto posledica višjega materinega vnosa DHK z morskno hrano v nosečnosti (Koletzko in sod., 2008). Opazovalna študija Hibbeln in sod. (2007) je pokazala, da uživanje več kot 340 g morske hrane/teden med nosečnostjo vpliva na boljši miselni razvoj donošenih in nedonošenih dojenčkov pri starosti od 6 mesecev do 8 let.

Kljub rezultatom posameznih randomiziranih študij (Jensen in sod., 2005; Dunstan in sod., 2007), ki kažejo, da ima uživanje prehranskih dopolnil z DHK v obdobjih nosečnosti in dojenja ugoden vpliv na miselni razvoj donošenih dojenčkov pri 12 in 30 mesecih, pa nedavne meta-analize in pregledne študije tega ne potrjujejo. Gould in sod. (2013) ter Delgado-Noguera in sod. (2010) niso potrdili vpliva prehranskih dopolnil z DHK med nosečnostjo in dojenjem niti na boljše gibalne in govorne sposobnosti niti na višjo inteligenco in večjo sposobnost reševanja problemov pri donošenih dojenčkih pri 12 mesecih. Podobno so ugotovili tudi Campoy in sod. (2012) v pregledni študiji donošenih dojenčkov, starih od 6 mesecev do 6 let. Metaanalizi vpliva dodatka DHK v nadomestnih formulah za novorojenčke nista pokazali vpliva dodane DHK na miselni in duševno-gibalni razvoj donošenih in nedonošenih zalivančkov, 8-16 mesecev (Qawasmī in sod., 2012) oz. 18 mesecev (Beyerlein in sod., 2010). Beyerlein in sod. (2010) ter Qawasmī in sod. (2012) dopuščajo možnost, da se učinek dodatka DHK na miselni razvoj pokaže šele kasneje v otroštvu. Pregledni študiji Makrides (2013) ter Koletzka in sod. (2014) kažeta, da ima dodatek DHK v perinatalnem obdobju večji vpliv na zgodnji miselni razvoj pri otrocih s slabšo preskrbljenostjo z DHK, kot so npr. nedonošenčki. Zdravi donošeni dojenčki mater z mešano prehrano običajno med zadnjim trimesečjem akumulirajo zadostne količine DHK, zato dodatek DHK nanje nima večjega vpliva (Makrides, 2013).

2.7.3.3 Vpliv DHK na razvoj vidnih zaznav

Koncentracija DHK je v telesu najvišja v očesni mrežnici oz. retini (Neuringer, 2000), kjer predstavlja kar 50 % MK v zunanjih segmentih očesnih čutnic (Stillwell in Wassall, 2003). DHK je pomembna za normalno delovanje fotoreceptorjev v očesni mrežnici in nevronske povezave čepkov in paličic, od nje pa je odvisna tudi aktivnost vidnega pigmenta rodopsina (Neuringer, 2000; San Giovanni in Chew, 2005). Zadostna preskrba novorojenčka z DHK je zato dolgoročno pomembna za dober razvoj vidnih sposobnosti (Larqué in sod., 2014), ki se v prvem letu starosti najhitreje razvijajo (Neuringer, 2000).

Innis in sod. 2001 so v prospektivni študiji ugotovili, da sta uživanje rib med nosečnostjo in boljša preskrbljenost z DHK ob rojstvu povezana z boljšim razvojem vida pri donošenih dojenčkih v starosti 2 in 12 mesecev. Nasprotno nedavni sistematični pregled in meta analiza študij nista potrdila vpliva dodatka DHK v nosečnosti na boljši razvoj vidnih sposobnosti donošenih dojenčkov v prvih 6 mesecih (Gould in sod., 2013). Enak rezultat je dala tudi metaanaliza študij o vplivu dodatka DHK med dojenjem na razvoj vida donošenčkov pri 12 mesecih (Delgado-Noguera in sod., 2010). San Giovanni in sod. so izvedli dve metaanalizi o vplivu DHK iz materinega mleka oz. dodatka DHK v nadomestnih formulah na razvoj vida pri dojenčkih, in sicer za donošene (San Giovanni in sod., 2000a) ter nedonošene (San Giovanni in sod., 2000b). Obe metaanalizi sta pokazali pozitivno povezavo med DHK in vidnimi sposobnostmi pri meritvah v prvih 6 mesecih, medtem ko je bil pri 12 mesecih ugodni vpliv DHK zaznan v manjši meri. Uauy in sod. (2003) in Qawasmī in sod. (2013) so prav tako potrdili vpliv dodatka DHK v nadomestnih formulah za nedonošene in donošene dojenčke na izboljšane vidne sposobnosti v starostih 2-4. 6 ter 12 mesecev, medtem ko Beyerlein in sod. (2010) tega vpliva niso ugotovili pri donošenih in nedonošenih dojenčkih, starih 18 mesecev. Količina DHK v mlečnih

formulah, manjša od 0,2 %, običajno nima učinka na razvoj vida pri zdravih donošenih dojenčkih pa navajajo Koletzko in sod. (2008).

2.7.4 Vpliv DHK na maščobno-kislinsko sestavo materinega mleka

Koncentracija DHK v materinem mleku najbolj variira izmed vseh MK, in sicer od 0,17 do 1 ut. % skupnih MK (Yuhus in sod., 2006). Metaanaliza Brenna in sod. (2007) je pokazala, da je svetovna povprečna koncentracija DHK v materinem mleku $0,32 \pm 0,22$ ut. % od skupnih maščob. Benedik (2014a) je v raziskavi znotraj projekta »Moje mleko« ugotovil, da je vsebnost DHK v zrelem materinem mleku Slovenk nekoliko nižja, in sicer $0,26 \pm 0,15$ ut. %. Koncentracije DHK so večinoma najvišje (0,6-1,4 ut. %) v obmorskih populacijah, ki uživajo več morskih rib (npr. Kanadska Arktika, Japonska, Dominikanska republika, Filipini, Kongo). Po drugi strani so najnižje vrednosti DHK v materinem mleku (0,06-0,14 ut. %) značilne za celinske in razvite države, kjer uživajo malo morskih rib (npr. Pakistan, podeželje Južne Afrike, Kanada, Nizozemska, Francija) (Brenna in sod., 2007). Poleg tega je delež DHK bistveno nižji v materinem mleku vegetarijank in vegank kot pri vsejelih, ker vegetarijanke zaužijejo premalo ali celo nič rib (Orel in sod., 2014), zato se jim priporoča uživanje vsaj 200 mg DHK/dan s prehranskimi dopolnili (Koletzko in sod., 2007; Orel in sod., 2014).

Na vsebnost DHK v materinem mleku vpliva predvsem količina DHK v materini prehrani v daljšem časovnem obdobju (Fidler in sod., 2000a). Poleg tega je pomembna tudi materina sposobnost biosinteze (Makrides in sod., 1996). Vpliv ima tako prehrana pred in med nosečnostjo kot tudi prehrana po porodu (Bergmann in sod., 2008). Raziskava Benedika in sod. (2014a) je pokazala, da na vsebnost DHK v materinem mleku najbolj vpliva prehranski vnos DHK v obdobju dojenja, z ribami in prehranskimi dopolnili skupaj, zlasti če zaužijejo vsaj 200 mg DHK/dan. Številne klinične študije so pokazale, da uživanje prehranskih dopolnil z DHK med nosečnostjo ali dojenjem lahko izboljša vsebnost DHK v materinem mleku (Makrides in sod., 1996; Fidler in sod., 2000a; Dunstan in sod., 2007). Fidler in sod. (2000a) so v študiji s stabilnimi izotopi ugotovili, da 60-70 % LCPUFA v materinem mleku izhaja iz maščobnih rezerv matere (maščobno tkivo) in 20-30 % LCPUFA iz materine prehrane v krajšem časovnem obdobju.

2.8 FIZIOLOŠKE POTREBE PO DHK

Včasih telo z endogeno sintezo ne zmore proizvesti dovolj DHK za lastne potrebe in je potreben dodaten vnos s hrano (Demmelair in sod., 1999; Gurr, 2000). Taki pogoji so značilni za zgodnje razvojno obdobje otroka (nosečnost, dojenje), posebno izraziti pa so pri nedonošenčkih. Kljub pomembnosti DHK za normalno delovanje človeškega organizma zadostujejo že majhne količine v prehrani (Gurr, 2000; Burdge in Wootton, 2002).

2.8.1 Potrebe in priporočila glede vnosa DHK v obdobjih nosečnosti in dojenja

Splošno priporočilo za vnos DHK med nosečnostjo in dojenjem je povprečno vsaj 200 mg DHK/dan, kar je možno doseči z uživanjem 1-2 porcij morskih rib na teden, od tega eno porcijo mastnih rib (SACN, 2004; Koletzko in sod., 2007; FAO, 2010; Nordic Council of Ministers, 2012). Enako priporočilo velja za slovenske matere (Fidler Mis, 2011; Belović, 2012). Natančen primeren vnos DHK za nosečnice in doječe matere še ni bil določen (Whelan in sod., 2009), zato se priporočila različnih svetovnih in evropskih institucij oz. organizacij včasih razlikujejo (Preglednica 2). Nosečnice in doječe matere lahko priporočila dosežejo tudi s pomočjo obogatenih živil in prehranskih dopolnil z DHK (Oken in sod., 2003; Koletzko in sod., 2008; Koletzko, 2014). V primeru, da se mati odloči za prehrano brez rib, moramo biti pozorni na morebitno pomanjkanje DHK, zato se vegetarijankam in vegankam preventivno priporoča uživanje virov ALK kot predhodne molekule DHK ter mikroalg oz. prehranskih dopolnil kot neposrednega vira DHK (Koletzko in sod., 2007; Orel in sod., 2014). Količine DHK, ki so jih uporabili v različnih študijah in imajo še vedno ugoden vpliv na otrokov razvoj, segajo od 150-200 do 1000 mg DHK/dan (Koletzko in sod., 2007).

2.8.1.1 Potrebe zarodka po DHK

Procesi endogene sinteze DHK v posteljici potekajo počasi in v premajhnem obsegu, da bi pokrili potrebe zarodka po DHK v zadnjem trimesečju (Gurr, 2000). Poleg zalog DHK iz materinega maščevja je za pokritje zarodkovih potreb pomemben še materin vnos DHK s prehrano (Bourre, 2007; Koletzko in sod., 2008; Lauritzen in Carlson, 2011). Po absorpciji prehaja DHK iz materinega krvnega obtoka preko posteljice do jeter in nazadnje do možganov zarodka (Gurr, 2000). Zarodek naj bi dnevno privzel 45 mg DHK/kg telesne mase, da se zagotovi normalen razvoj možganov in zaloga v maščobnem tkivu. Maksimalne zaloge DHK v adipoznem tkivu naj bi zarodek dosegel, če bi mati dnevno zaužila približno 325 mg DHK (Lauritzen in Carlson, 2011).

Preglednica 2: Priporočila različnih institucij in organizacij za vnos DHK (mg/dan) ali rib (št. porcij ali g/teden) za odrasle ženske, nosečnice in doječe matere

Institucija/avtor	Odrasle ženske		Nosečnice		Doječe matere	
	DHK+EPK (mg/dan)	Ribe (št. porcij ^a ali g/teden)	DHK (mg/dan)	Ribe (št. porcij ^a ali g/teden)	DHK (mg/dan)	Ribe (št. porcij ^a ali g/teden)
Evropa						
Evropska komisija ^b (Koletzko in sod., 2007)	-	-	min. 200	ali 1-2 porčiji morskih rib (vsaj 1x mastna riba)	min. 200	ali 1-2 porčiji morskih rib (vsaj 1x mastna riba)
EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (EFSA, 2010 ^c ; EFSA, 2012 ^d)	250-500 ^d	-	dodatnih 100-200 ^c	ali 1-2 porčiji (vsaj 1x mastna riba) ^c	dodatnih 100-200 ^c	ali 1-2 porčiji (vsaj 1x mastna riba) ^c
ENA (Early Nutrition Academy) (Koletzko in sod., 2013b)	-	-	min. 200	ali 1-2 porčiji oz. 100-200 g (vsaj 1x mastna riba)	min. 200	ali 1-2 porčiji oz. 100-200 g (vsaj 1x mastna riba)
Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE, 2014)	-	-	min. 200	-	min. 200	-
UK Department of Health (SACN, 2004)	-	vsaj 2 porčiji oz. 280 g (vsaj 1x mastna riba)	-	-	-	-
Nordic Council of Ministers (2012)	200-250	-	min. 200	-	min. 200	-
Società Italiana di Nutrizione Umana (SINU, 2012)	250	-	dodatnih 100-200	ali 1-2 porčiji (vsaj 1x mastna riba)	dodatnih 100-200	ali 1-2 porčiji (vsaj 1x mastna riba)

se nadaljuje

nadaljevanje preglednice 2: Priporočila različnih institucij in organizacij za vnos DHK (mg/dan) ali rib (št. porcij ali g/teden) za odrasle ženske, nosečnice in doječe matere

Institucija/avtor	Odrasle ženske		Nosečnice		Doječe matere	
	DHK+EPK (mg/dan)	Ribe (št. porcij ^a ali g/teden)	DHK (mg/dan)	Ribe (št. porcij ^a ali g/teden)	DHK (mg/dan)	Ribe (št. porcij ^a ali g/teden)
Amerika						
U.S. Food and Drug Administration/ Environmental Protection Agency (FDA/EPK, 2014)	-	-	-	2-3 porcije oz. 225-340 g	-	2-3 porcije oz. 225-340 g
American Dietetic Association (ADA, 2007)	500 ali	2 porciji oz. 225 g (vsaj 1x mastna riba)	-	2-3 porcije oz. 225-340 g	-	2-3 porcije oz. 225-340 g
U.S. Department of Agriculture/ Department of Health and Human Services (USDA/HHS, 2010)	250	-	-	2-3 porcije oz. 225-340 g	-	2-3 porcije oz. 225-340 g
International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL, 2004)	500	-	min. 200	-	min. 200	-
American Academy of Pediatrics (AAP; Johnston in sod., 2012)	-	-	-	-	200-300 ali	1-2 porciji (vsaj 1x mastna riba)
Azija						
ENA (Early Nutrition Academy) ^e (Koletzko in sod., 2014)	min. 100	-	min. 300	-	min. 200	-

se nadaljuje

nadaljevanje preglednice 2: Priporočila različnih institucij in organizacij za vnos DHK (mg/dan) ali rib (št. porcij ali g/teden) za odrasle ženske, nosečnice in doječe matere

Institucija/avtor	Odrasle ženske		Nosečnice		Doječe matere	
	DHK+EPK (mg/dan)	Ribe (št. porcij ^a ali g/teden)	DHK (mg/dan)	Ribe (št. porcij ^a ali g/teden)	DHK (mg/dan)	Ribe (št. porcij ^a ali g/teden)
Svet						
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2010)	min. 250	-	min. 200	-	min. 200	-

EPK = eikozapentaenojska kislina; DHK = dokozaheksaenojska kislina; - = ni priporočil.

^aPorcija predstavlja že toplotno obdelano ribo, pripravljeno za uživanje.

^bKonsenz priporočil Evropske komisije za raziskave perinatalne presnove lipidov (PeriLip; www.perilip.org), Raziskovalnega projekta o prehrani v zgodnjem obdobju razvoja (EARNEST; www.metabolic-programming.org), Zdravstvene fundacije za otroke (Stiftung Kindergesundheit; www.kindergesundheit.de), Skupine za raziskave nosečniške sladkorne bolezni (DPSG; www.medfak.uu.se/dpsg), Evropskega združenja za perinatalno medicino (EAPM; www.europerinatal.com), Evropskega združenja za klinično prehrano in metabolizem (ESPEN; www.espen.org), Evropskega združenja za pediatrično gastroenterologijo, hepatologijo in prehrano – Komiteja za prehrano (ESPGHAN; www.espghan.org), Mednarodne federacije združenj za raziskave placent (IFPA; <http://aculeate.hopto.org/IFPA>) in Mednarodnega združenja za raziskave maščobnih kislin in lipidov (ISSFAL; www.issfal.org.uk)

^cZnanstveno mnenje EFSA (2010) o referenčnih vrednostih za maščobe

^dZnanstveno mnenje EFSA (2012) o zgornji tolerančni meji za vnos EPK, DHK in DPK

^ePriporočila so za azijsko populacijo.

2.8.1.2 Potrebe dojenčka po DHK

Novorojenčki, posebno pa nedonošenčki, sami niso sposobni sintetizirati dovolj DHK za normalen razvoj (Gurr, 2000; Koletzko in sod., 2008), zato morajo dobiti dovolj DHK z materinim mlekom, če dojenje ni mogoče pa z obogatnimi nadomestnimi formulami ali s prehranskimi dopolnili z DHK za novorojenčke. Za ohranjanje homeostaze DHK v plazmi novorojenčka naj bi ta dnevno prejel 5 mg DHK/kg telesne mase (Lauritzen in Carlson, 2011). Zaradi velikih potreb po DHK v zgodnji dobi dojenčka je smiselno dodajanje DHK v začetne formule za novorojenčke, ker izboljša miselni razvoj kmalu po rojstvu. Priporočena uporaba mlečnih formul z 0,2-0,5 % DHK, večje količine pa se odsvetujejo, ker njihov učinek še ni raziskan, poleg tega tudi potrebe novorojenčkov še niso natančno določene (Koletzko in sod. 2008). Priporočene vrednosti vnosa DHK za dojenčke in zalivančke so prikazane v preglednici 3.

Bužinel Š. Uživanje dokozaheksaenojske kisline pred in med nosečnostjo ter v obdobju dojenja.
Mag. delo (Du2). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, 2016

Preglednica 3: Priporočila različnih institucij in organizacij za vnos DHK (mg/dan, mg/100 kcal, mg/kg/dan ali % E ali % MK) za donošene in nedonošene dojenčke ter zalivančke

	Dojenčki	Zalivančki
Institucija/avtor	DHK (mg/dan ali % E ali % MK)	DHK v mlečnih formulah (mg/100 kcal^a ali mg/dan ali mg/kg/dan ali % MK ali % E)
<u>Evropa</u>		
EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA) (EFSA, 2013 ^b ; EFSA, 2014a ^c)	100 mg/dan (od 7. meseca dalje) ^b	Donošeni: 10-20 mg/100 kcal oz. 100 mg/dan (+ dodatek AK) ^b ; 20-50 mg/100 kcal oz. 100-250 mg/dan (AK ni potrebna) ^c
		Nedonošeni: -
ENA (Early Nutrition Academy) (Koletzko in sod., 2013b; EFSA, 2014b)	-	Donošeni: do 1% MK (+ obvezen dodatek AK)
		Nedonošeni: -
ESPGHAN (The European Society for Paediatric Gastroenterology Hepatology and Nutrition) (Agostoni in sod., 2010)	-	Donošeni: -
		Nedonošeni: 12-30 mg/kg/dan oz. 11-27 mg/100 kcal (+ dodatek AK)
Società Italiana di Nutrizione Umana (SINU, 2012)	100 mg/dan oz. 0,5-2 % E	-
Lactalis (EFSA, 2014b)	-	Dodatek DHK ni obvezen.
<u>Amerika</u>		
American Dietetic Association (ADA, 2007)	-	Donošeni: min. 0,2 % MK (+ dodatek AK)
		Nedonošeni: -
International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL, 2004)	-	Donošeni: 0,35% MK
		Nedonošeni: -
GOED (Global Organization for EPA and DHA Omega-3s) (EFSA, 2014b)	-	Donošeni: 100 mg/dan
		Nedonošeni: -
Abbott Nutrition (EFSA, 2014b)	-	Donošeni: min. 0,33 % MK (+ obvezen dodatek AK)
		Nedonošeni: -
Mead Johnson Nutrition (EFSA, 2014b)	-	Donošeni: 17 mg/100 kcal oz. 85 mg/dan
		Nedonošeni: -

se nadaljuje

nadaljevanje prelednice 3: Priporočila različnih institucij in organizacij za vnos DHK (mg/dan, mg/100 kcal, mg/kg/dan ali % E ali % MK) za donošene in nedonošene dojenčke ter zalivančke

	Dojenčki	Zalivančki
Institucija/avtor	DHK (mg/dan ali % E ali % MK)	DHK v mlečnih formulah (mg/100 kcal^a ali mg/dan ali mg/kg/dan ali % MK ali % E)
<u>Azija</u>		
ENA (Early Nutrition Academy) ^d (Koletzko in sod., 2014)	100 mg/dan (od 7. meseca dalje)	Donošeni: 100 mg/dan (+dodatek AK)
		Rojeni z zelo nizko porodno maso in nedonošeni: 18-60 mg/kg/dan, še bolje 55-60 mg/kg/dan ali cca. 1 % MK (+ dodatek AK)
<u>Svet</u>		
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2010)	-	Donošeni: 0,1-0,18 % E oz. 0,20-0,36 % MK (+ obvezen dodatek AK) (prvih 6 mesecev); 10–12 mg/kg/dan (neobvezen dodatek AK) (od 7. meseca dalje)
		Nedonošeni: -
Codex Alimentarius (FAO/WHO, 2011)	-	Donošeni: do 0,5 % MK

DHK = dokozaheksaenojska kislina; AK = arahidonska kislina; % E = delež celodnevnega energijskega vnosa; % MK = delež maščobnih kislin; - = ni priporočil.

^aPo priporočilih EFSA naj bi zalivančki v prvih 6 mesecih življenja z mlečnimi formulami zaužili 500 kcal/dan (EFSA, 2014a).

^bZnanstveno mnenje EFSA (2013) o potrebah po hranilih pri dojenčkih

^cZnanstveno mnenje EFSA (2014a) o esencialni sestavi nadomestnih in nadaljevalnih formul za dojenčke.

^dPriporočila so za azijsko populacijo.

2.9 POMANJKANJE DHK IN POSLEDICE

Do pomanjkanja DHK največkrat pride pri malabsorpciji maščob ter pri prehrani z malo ali brez maščob (Bjerve in sod., 1989). Večje tveganje za pomanjkanje DHK obstaja pri vegetarijancih in veganih, ki ne uživajo rib (Orel in sod., 2014). K pomanjkanju so posebno nagnjene nosečnice, doječe matere in novorojenčki. Med najbolj ogrožene skupine spadajo nedonošeni dojenčki, zlasti tisti, ki so rojeni pred 34. tednom nosečnosti oz. z nizko porodno maso (< 1250 g). Nedonošeni dojenčki namreč niso deležni kopičenja DHK v zadnjem trimesečju in so rojeni z nedozorelimi organi ter brez maščobnih zalog, zato imajo največje potrebe po DHK. Posledično imajo dopolnila z DHK nanje večji vpliv (Lo in sod., 2012; Makrides, 2013).

DHK je kritičnega pomena v zgodnjem obdobju življenja, saj je pogojno esencialna za normalno rast in razvoj zarodka ter donošenih in nedonošenih dojenčkov (Carlson, 2009; Koletzko in sod., 2014). Pri slabi preskrbljenosti s pogojno esencialnimi omega-3 MK (DHK, EPK) ter omega-6 MK (AK) nastanejo spremembe v MK sestavi tkiv, predvsem bioloških membran. Te postanejo prepustnejše, kar vpliva na njihovo oslabiljeno delovanje. Posledično zaostaneta rast in razvoj, poslabša se tudi delovanje organskih sistemov v telesu (Gurr, 2000). To lahko dolgoročno slabo vpliva na zdravje in poveča tveganje za bolezni pri otroku (Lauritzen in Carlson, 2011).

2.10 PROUČEVANJE PREHRANSKIH NAVAD NA OSNOVI VPRAŠALNIKA O POGOSTOSTI UŽIVANJA ŽIVIL

Vprašalnik o pogostosti uživanja živil (VPŽ; angl. Food Frequency Questionnaire, FFQ) je vprašalnik, s pomočjo katerega pridobivamo podatke o prehrani na individualni ravni, za določeno časovno obdobje, npr. pretekli mesec ali leto (Thompson in Subar, 2013). Poznamo tri vrste VPŽ. Enostavni ali nekvantitativni vprašalniki ugotavljajo pogostost uživanja hrane, pri čemer ni možno izbirati velikosti porcije (Block, 1989). Polkvantitativni vprašalniki poleg vprašanj o pogostosti uživanja živil ponujajo predstavo o velikosti porcij, kvantitativni vprašalniki pa anketirance sprašujejo tudi po opisu velikosti njihove običajne porcije (majhna, srednja, velika) v primerjavi s standardno porcijo (Feskanih in Willett, 1993). VPŽ o vnosu rib je primeren za ugotavljanje pogostosti uživanja rib in ribjih izdelkov, za razlikovanje med posamezniki, ki zaužijejo malo ali veliko rib, ter za raziskavo povezave med vnosom ribje hrane in boleznimi, zdravjem oz. življenjskim slogom. S pomočjo podatkov o vnosu rib posameznika lahko sklepamo na preskrbljenost s posameznimi hranili iz rib tudi pri drugih družinskih članih, npr. pri zarodku in dojenčku (Cade in sod., 2002). Metoda VPŽ se je izkazala kot primerna za oceno prehranskega vnosa nosečnic (Brantsaeter in sod., 2008).

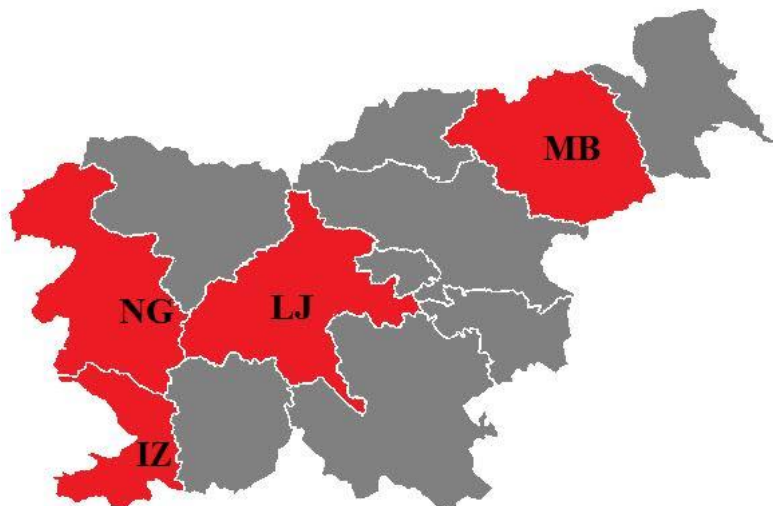
Obstajajo VPŽ v papirni ali elektronski obliki (NutritionQuest, 2009; García-Segovia in sod., 2011). Večinoma preiskovanci sami izpolnijo VPŽ, kar običajno traja 15-20 minut (NutritionQuest, 2009). V vprašalniku označijo svojo običajno frekvenco oz. pogostost uživanja živil na seznamu v določenem časovnem intervalu (Willett, 1998).

Za oceno vnosa hranil z eno porcijo, priporočene ali predvidene velikosti, je pri kvantitativnih VPŽ treba upoštevati podatke iz prehranskih podatkovnih baz (Willett, 1998). Vnos določenega hranila dobimo tako, da seštejemo vsebnosti tega hranila znotraj ene porcije vseh vrst hrane, ob tem pa upoštevamo označeno pogostost uživanja za posamezno vrsto hrane. Iz teh podatkov lahko ocenimo dnevni vnos določene vrste hrane, njenih sestavin in posameznih vsebujočih hranil (Willett, 1998; Zulkifli in Yu, 1992).

3 VZOREC IN METODE DE LA

3.1 VZOREC

V triletno študijo »Vloga materinega mleka v razvoju črevesne mikrobiote dojenčka« oz. »Moje mleko« se je od decembra 2010 do oktobra 2012 vključilo 294 zdravih nosečnic (do 37. tedna nosečnosti) iz treh geografskih regij Slovenije: Osrednjeslovenske (Ljubljana z okolico (LJ)), Mariborske (Maribor z okolico (MB)) in Primorske (Nova Gorica/Izola (NG/IZ)) (Slika 7), ki so nameravale dojeti svojega otroka vsaj 6 tednov.



Slika 7: Slovenske regije, od koder so bile preiskovanke, vključene v študijo: a) Primorska (NG/IZ; izolska in novogoriška porodnišnica), b) Ljubljana z okolico (LJ), c) Maribor z okolico (MB; mariborska porodnišnica) (Benedik in sod., 2013)

V okviru kliničnega dela študije, ki so jo podrobno opisali Bogovič Matijašič in sod. (2014), smo raziskovalci s pomočjo anketnih vprašalnikov in antropometričnih meritev pridobili informacije o splošnih podatkih ter zdravstvenem stanju za 174 preiskovank, predvsem iz LJ in NG/IZ. Iz študije smo izključili preiskovanke z rizično nosečnostjo, avtoimunimi obolenji, kroničnimi boleznimi ali drugimi težjimi zdravstvenimi težavami ter preiskovanke, katerih otroci so imeli hujše zdravstvene težave. Med raziskavo so preiskovanke nadaljevale s svojo običajno prehrano. Izmed 294 se je 274 nosečnic dosledno držalo navodil, zato smo njihove rezultate lahko uporabili za raziskavo. Za nadaljevanje sodelovanja v projektu po porodu se je odločilo 165 preiskovank. Uporabni so bili rezultati vseh 165 mater. Obdelavo podatkov smo izvajali na Pediatrični kliniki v Ljubljani ter na Biotehniški fakulteti (Bogovič Matijašič in sod., 2014).

Raziskavo smo izvedli anonimno (udeleženske so bile šifrirane) in na prostovoljni ravni. Podatke, pridobljene med študijo, smo uporabili izključno za namen raziskave. Celotno študijo je odobrila Komisija za medicinsko etična vprašanja Republike Slovenije. Vsi med študijo pridobljeni podatki so skrbno varovani kot del medicinske dokumentacije v skladu z vsemi predpisi (Bratanič in sod., 2011).

3.2 METODE DELA

3.2.1 Vprašalnik o pogostosti uživanja živil (VPŽ)

Za ugotavljanje vnosa DHK med daljšim časovnim obdobjem smo v poglobljeni študiji »Moje mleko« (Bogovič Matijašič in sod., 2014) uporabili VPŽ o uživanju rib, ribjih izdelkov, morskih sadežev (v nadaljevanju: rib/izdelkov/sadežev) in prehranskih dopolnil z omega-3 MK, saj te skupine živil najbolj prispevajo k prehranskemu vnosu DHK. VPŽ je bil prirejen na podlagi podatkov Birgisdottir in sod. (2008) ter Norveškega inštituta za javno zdravje (Norwegian Institute of Public Health, 2011), ki so prav tako preučevali uživanje rib/izdelkov/sadežev in prehranskih dopolnil med nosečnostjo in dojenjem.

Preiskovanke so VPŽ izpolnjevale dvakrat:

- VPŽ – 1 za obdobje enega leta pred nosečnostjo (PN) in med nosečnostjo (MN): od 27. do 37. tedna nosečnosti
- VPŽ – 2 za obdobje dojenja (MD): od 4. do 5. tedna po porodu

VPŽ – 1 in 2 sta obsegala 31 vrst rib/izdelkov/sadežev. Podatke o uživanju prehranskih dopolnil z DHK smo zbrali za obdobje MN in MD, ne pa tudi za obdobje PN (Bogovič Matijašič in sod., 2014).

V uvodnem delu sta VPŽ – 1 in 2 vključevala nekaj splošnih vprašanj o načinu prehranjevanja, o uporabi maščob pri pripravi hrane ter o morebitnih razlikah v količini zaužitih rib/izdelkov/sadežev glede na letni čas. Osrednji del VPŽ – 1 in 2 se je najprej nanašal na vnos 31 vrst živil, razvrščenih v štiri skupine: »morske ribe«, »sladkovodne ribe«, »morski sadeži« in »ostalo«, sledila so še vprašanja o vnosu različno pripravljenih živil iz teh skupin (surovih, prekajenih, pečenih ali dušenih, ocvrtih) in vnosu ribjih izdelkov. Preiskovanke so morale za vsako posamezno vrsto živila in skupino živil glede na način priprave označiti pogostost oz. frekvenco uživanja ter velikost porcije. Možnosti za odgovor o pogostosti uživanja so bile porazdeljene po lestvici v 9 stopenj pogostosti: nikoli, 1x letno, 2x letno, 1x mesečno, 2-3x mesečno, 1x tedensko, 2x tedensko, 3x tedensko, \geq 4x tedensko. Pri izbiri velikosti porcije so imele na voljo tri možnosti, in sicer malo (100 g), srednjo (125 g) ali veliko (175 g) porcijo. V VPŽ je bil za lažjo predstavitev velikosti porcij vključen tudi slikovni prikaz standardnih velikosti porcij zaužitega obroka. Pri vprašanju glede vnosa ribjih izdelkov je bilo poleg označbe pogostosti uživanja potrebno navesti še vrsto zaužite ribje konzerve, paštete ali drugega ribjega izdelka ter zaužito količino (v g/obrok) (Bogovič Matijašič in sod., 2014).

3.2.2 Obdelava podatkov in statistična analiza

Podatke o vnosu rib/izdelkov/sadežev in prehranskih dopolnil, ki smo jih pridobili v raziskavi, smo obdelali z uporabo računalniškega programa Excel Microsoft Office 2010. Za izračun vnosa DHK iz posameznih vrst rib/izdelkov/sadežev smo uporabili spletno aplikacijo Odprta platforma za klinično prehrano (OPKP, 2015), ki omogoča izračun podatkov o sestavi oz. hranilni vrednosti jedi glede na vsebovane sestavine in postopek priprave. Za določanje vnosa DHK iz rib/izdelkov/sadežev ter skupnega vnosa DHK pri

preiskovankah smo vsebnosti DHK v posameznih vrstah rib/izdelkov/sadežev ter prehranskih dopolnilih pomnožili z njihovo frekvenco uživanja in velikostjo porcije.

Za statistično analizo podatkov smo uporabili računalniški program SPSS 19.0 (Statistical Package for Social Sciences). Za ugotavljanje normalne porazdelitve smo uporabili Shapiro-Wilkov ter Kolmogorov-Smirnov test. Oba sta neparametrična testa, ki ju uporabljamo za preverjanje ničelne domneve, da je proučevana porazdelitev enaka normalni porazdelitvi. Ničelne domneve ne zavrnemo, če je verjetnost, da je pravilna, večja od 5 % ($p > 0,05$) oz. je test neznačilen (Bastič, 2006). Formalna zapisa za omenjena testa predstavljata enačbi (1) in (2).

$$\text{Shapiro-Wilkov test} \quad W = \frac{\left(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)}\right)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \dots(1)$$

W – vrednost W-testa

n – velikost vzorca

x_i – i-ta neodvisna spremenljivka

\bar{x} – povprečna vrednost x

a_i – konstanta pri i-ti neodvisni spremenljivki

$$\text{Kolmogorov-Smirnov test} \quad D_n = \sup_x |F_n(x) - F(x)| \quad \dots(2)$$

D_n – vrednost KS- testa

n – velikost vzorca

F(x) – teoretična porazdelitvena funkcija

Izvedli smo opisno analizo, ki zajema metode razvrščanja in prikazovanja podatkov ter prikazovanja osnovnih značilnosti preučevanega vzorca s pomočjo izbranih statističnih parametrov (Ograjenšek, 2005). Določili smo povprečne vrednosti, vrednosti median ter standardne odklone glede vnosa DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili v obdobjih PN, MN ter MD v treh slovenskih regijah (LJ, MB in NG/IZ) (Slika 7; Preglednica 8). Rezultate smo primerjali s priporočili Evropske komisije glede vnosa maščob s hrano v obdobjih MN in MD (Koletzko in sod., 2007).

Statistično značilne razlike med povprečnimi vrednostmi neodvisnih spremenljivk smo preverjali z neparametričnim Wilcoxonovim preizkusom predznačenih rangov, ki se uporablja, ko proučevana številska spremenljivka ni normalno porazdeljena. Vrednosti številske spremenljivke se pretvorijo v range, vrednosti slednjih pa se uporabijo za izračun testne statistike. Vrednost statistike W je statistično značilna pri $p < 0,05$, če je njena absolutna standardizirana vrednost (z) večja od 1,96. Njena standardizirana vrednost je opredeljena z enačbo (3) (Bastič, 2006). Wilcoxonov test temelji na predpostavki, da se povprečna ranga vzorcev razlikujeta le slučajno, če sta oba vzorca vzeta iz iste populacije (Adamič, 1989).

Wilcoxonov test
$$Z = \frac{W - \mu_W}{\sigma_W} \quad \dots(3)$$

Z – standardizirana vrednost

W – vrednost testa

μ_w – povprečna vrednost W

σ_w – standardni odklon

Za ugotavljanje statistične povezanosti spremenljivk smo opravili tudi parametrični preizkus analize variance ANOVA, ki ga uporabljamo takrat, ko analiziramo značilnost razlik med povprečnimi vrednostmi za več kot dva vzorca, pri čemer so vzorci med seboj neodvisni. Pri testu ANOVA se skupna varianca razčleni na posamezne komponente ter odgovarja na vpršanje, ali razlike znotraj vzorcev in med vzorci lahko pomenijo tudi razlike v celotni populaciji (Bastič, 2006). Razčlenitev vrednosti odvisne spremenljivke Y za enoto i je prikazana z matematičnim zapisom (4), preizkusu analize variance pa pripada enačba (5) (Rovan in sod., 2009).

Razčlenitev vrednosti Y
$$y_i = \bar{y} + (y_i'' - \bar{y}) + (y_i - y_i''); \quad \dots(4)$$

 $i = 1, 2, \dots, n$

y_i – vrednost odvisne spremenljivke pri i -ti enoti

\bar{y} – povprečna vrednost y

Test ANOVA
$$F = \frac{S_R^2}{S_e^2} \quad \dots(5)$$

F – vrednost F -testa

S_R^2 – varianca povprečij med vzorci

S_e^2 – varianca povprečij znotraj vzorcev

Ker nas je zanimalo, katere skupine podatkov se med seboj bistveno razlikujejo, smo opravili še dodatno, "post hoc" analizo, in sicer Tukeyev HSD test, ki omogoča primerjavo povprečnih vrednosti vseh možnih parnih kombinacij vzorcev (Bastič, 2006). Formula za Tukeyev HSD test je prikazana z enačbo (6).

Tukeyev HSD test
$$q_s = \frac{Y_A - Y_B}{SE} \quad \dots(6)$$

q_s – vrednost testa

Y_A – večja povprečna vrednost za primerjavo

Y_B – manjša povprečna vrednost za primerjavo

SE – standardni odklon vzorčnih povprečnih vrednosti

4 REZULTATI

4.1 SPLOŠNI PODATKI O PREISKOVANKAH

4.1.1 Udeležba preiskovank v študiji glede na regijo

V študijo se je v začetku vključilo 294 preiskovank, od tega največ iz LJ (N = 171), nato MB (N = 81) in NG/IZ (N = 42, od tega 38 iz novogoriške porodnišnice ter 4 iz izolske porodnišnice).

VPŽ – 1 je ustrezno izpolnilo 156 preiskovank iz LJ, 78 iz MB in 40 iz NG/IZ, skupno 274 preiskovank. VPŽ – 2 je izpolnilo 141 preiskovank iz LJ, 12 iz MB in 12 iz NG/IZ, skupaj 165 preiskovank.

Preglednica 4: Število preiskovank (N) iz posameznih regij, ki so se udeležile študije na začetku in izpolnjevale vprašalnik o pogostosti uživanja živil (VPŽ – 1, za obdobje pred (PN) in med nosečnostjo (MN), ter VPŽ – 2, za obdobje dojenja (MD))

Regija \ Število preiskovank	Začetek študije	VPŽ – 1: (za obdobje PN in MN)	VPŽ – 2: (za obdobje MD)
LJ	171	156	141
MB	81	78	12
NG/IZ	42	40 ^a	12 ^b
Vse regije skupaj	294	274	165

LJ = Ljubljana z okolico; MB = Maribor z okolico; NG/IZ = Primorska (Nova Gorica/Izola).

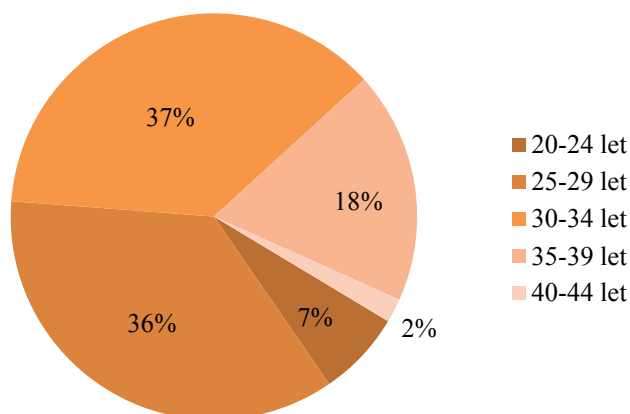
^a 36 preiskovank iz novogoriške in 4 iz izolske porodnišnice

^b 8 preiskovank iz novogoriške in 4 iz izolske porodnišnice

Testa za ugotavljanje normalne porazdelitve sta pokazala, da vzorec ni normalno porazdeljen.

4.1.2 Starost preiskovank

Podatka za povprečno starost nimamo za 109 preiskovank (15 iz LJ, 66 iz MB ter 28 iz NG/IZ) od skupno 274, ki so sodelovale v delu raziskave, ki se je nanašal na obdobje PN in MN. Po porodu je sodelovanje v raziskavi nadaljevalo 165 preiskovank, od tega 152 iz kliničnega dela študije, katerih povprečna starost je bila $30,6 \pm 4,3$ leta (razpon starosti od 20 do 44 let). Slika 8 prikazuje deleže preiskovank (za katere imamo podatke o starosti) iz posameznih starostnih skupin, ki so sodelovale v raziskavi po porodu.



Slika 8: Starostna struktura preiskovank v raziskavi po porodu (N = 152)

4.1.3 Izobrazba in status zaposlenosti preiskovank

Izobrazbo in status zaposlenosti smo preverjali pri 152 preiskovankah, ki so sodelovale v celotni klinični študiji. V primerjavi s podatki za vse porodnice v Sloveniji v letu 2012 (NIJZ, 2014,) so preiskovanke naše študije od celotne populacije porodnic v Sloveniji odstopale v višji stopnji izobrazbe. Najmanj višjo izobrazbo je imelo 81 % preiskovank študije, medtem ko statistični podatki za leto 2012 navajajo, da ima najmanj višjo izobrazbo le 37,7 % vseh porodnic v Sloveniji (Bogovič Matijašič in sod., 2014). Podatki o izobrazbi in statusu zaposlenosti preiskovank, udeleženih v študijo, so prikazani v Preglednici 5.

Preglednica 5: Podatki o izobrazbi in statusu zaposlenosti preiskovank, udeleženih v celotno klinično študijo (N=152) (povzeto po Bogovič Matijašič in sod., 2014)

Izobrazba	Delež preiskovank (%)
Osnovna šola	0,0
Poklicna šola	1,2
Srednja šola	17,8
Višja, visoka, ali univerzitetna šola	64,0
Magisterij, doktorat	17,0
Status zaposlenosti	
Polni delovni čas	71,6
Skrajšan delovni čas	1,9
Samostojni podjetnik	5,6
Brezposelnost	4,9
Študent	9,9
Drugo	1,2
Ni podatka	4,9

4.1.4 Trajanje nosečnosti in porodna masa dojenčkov

Pri preiskovankah, vključenih v raziskavo, je nosečnost trajala (povprečje \pm standardni odklon (SD)) $39,1 \pm 1,6$ tednov. Podatki o trajanju nosečnosti so prikazani v Preglednici 6.

Preglednica 6: Trajanje nosečnosti pri preiskovankah iz klinične študije, v deležih (N=152) (povzeto po Bogovič Matijašič in sod., 2014)

Trajanje nosečnosti (v tednih)	Delež preiskovank (%)
do 31 (prezgodnji porod)	0,0
32-36 (prezgodnji porod)	7,1
≥ 37	88,7
Ni podatka	4,2

Porodna masa novorojenčkov je bila (povprečje \pm SD) 3309 ± 537 g. Preglednica 7 prikazuje podatke o porodni masi dojenčkov mater, ki so sodelovale v naši študiji.

Preglednica 7: Porodna masa dojenčkov preiskovanih mater iz klinične študije, v deležih (N=152) (povzeto po Bogovič Matijašič in sod., 2014)

Porodna masa dojenčkov (g)	Delež dojenčkov (%)
1500-2499	6,5
2500-3499	53,0
≥ 3500	36,3
Ni podatka	4,2

4.2 UŽIVANJE DHK Z RIBAMI, MORSKIMI SADEŽI, RIBJIMI IZDELKI IN PREHRANSKIMI DOPOLNILI PRI SLOVENKAH V OBDOBJIH PRED IN MED NOSEČNOSTJO TER MED DOJENJEM

Rezultati opisne statistike po posameznih regijah

V LJ so preiskovanke z ribami/izdelki/sadeži zaužile (povprečje \pm SD) 162 ± 132 mg DHK/dan v obdobju PN, v obdobjih MN in MD pa se je ta vnos zmanjšal (Preglednica 8). Upoštevajoč še vnos DHK s prehranskimi dopolnili, so preiskovanke v LJ zaužile primerljive vrednosti DHK v obdobjih MN (205 ± 154 mg/dan) in MD (209 ± 245 mg/dan) (Preglednica 8).

Preiskovanke iz MB so MD zaužile 143 ± 145 mg DHK/dan samo z ribami/izdelki/sadeži, saj doječe matere iz te regije, ki so sodelovale v naši raziskavi, niso uživale prehranskih dopolnil z DHK (Preglednica 8).

Po naših rezultatih so Primorke največ DHK zaužile v obdobju MD, in sicer 215 ± 190 mg/dan, izključno z ribami/izdelki/sadeži, ter 275 ± 202 mg/dan, z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj (Preglednica 8).

Rezultati opisne statistike za vse regije skupaj

Slovenke so samo z ribami/izdelki/sadeži zaužile primerljive vrednosti DHK v času PN (167 ± 121 mg/dan) in MD (168 ± 111 mg/dan) (Preglednica 8). Po naših podatkih je bil njihov vnos DHK z ribami/izdelki/sadeži v obdobju MN nižji (139 ± 96 mg DHK/dan) (Preglednica 8). Glede na vnos z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj so Slovenke zaužile 180 ± 140 mg DHK/dan MN ter 209 ± 138 mg DHK/dan MD (Preglednica 8).

Rezultati opisne statistike za posamezne regije in vse regije skupaj so predstavljeni v Preglednici 8. Vrednosti standardnih odklonov (SD) so visoke zaradi velike razpršenosti podatkov, zato smo za boljši grafični prikaz rezultatov na Slikah 9, 10 in 11 raje izbrali standardno napako povprečja (SEM). Vrednosti median v posameznih in vseh regijah skupaj so za vnos DHK s prehranskimi dopolnili enake 0, ker je več kot polovica vrednosti vnosa DHK z dopolnili pri preiskovankah enaka 0.

Bužinel Š. Uživanje dokozaheksaenojske kisline pred in med nosečnostjo ter v obdobju dojenja.
Mag. delo (Du2). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, 2016

Preglednica 8: Opisne statistike za vnos DHK (mg/dan) z ribami, ribjimi izdelki in morskimi sadeži oz. z ribami, ribjimi izdelki, morskimi sadeži, in prehranskimi dopolnili skupaj, v obdobjih pred (PN) in med nosečnostjo (MN) ter med dojenjem (MD), glede na posamezne regije (LJ, MB, NG/IZ) in vse regije skupaj (LJ + MB + NG/IZ)

		PN	MN			MD		
		Ribe/izdelki/ sadeži	Ribe/izdelki/ sadeži	Prehranska dopolnila	Ribe/izdelki/sadeži in prehr. dopolnila	Ribe/izdelki/ sadeži	Prehranska dopolnila	Ribe/izdelki/sadeži in prehr. dopolnila
LJ	N	156	156	156	156	141	141	141
	Povprečje (mg DHK/dan)	162	139	66	205 ^{a, b}	148	61	209
	SD (mg DHK/dan)	132	115	101	154	166	168	245
	Mediana (mg DHK/dan)	132	113	0	176	110	0	132
MB	N	78	78	78	78	12	12	12
	Povprečje (mg DHK/dan)	154	118	22	140 ^{a, b}	143	0	143
	SD (mg DHK/dan)	159	134	70	152	145	0	145
	Mediana (mg DHK/dan)	100	74	0	79	88	0	88
NG/IZ	N	40	40	40	40	12	12	12
	Povprečje (mg DHK/dan)	185	160	36	196 ^a	215	61	275
	SD (mg DHK/dan)	188	202	76	210	190	116	202
	Mediana (mg DHK/dan)	119	78	0	119	156	0	246
Vse regije skupaj (LJ + MB + NG/IZ) ^c	N	274	274	274	274	165	165	165
	Povprečje (mg DHK/dan)	167 ^d	139 ^e	41	180	168 ^f	41	209
	SD (mg DHK/dan)	121	96	91,6	140	111	159	138
	Mediana (mg DHK/dan)	149	136	0	165	166	0	236

PN (eno leto pred nosečnostjo); MN (med nosečnostjo); MD (med dojenjem); ribe/izdelki/sadeži = ribe, ribji izdelki in morski sadeži; LJ = Ljubljana z okolico; MB = Maribor z okolico; NG/IZ = Primorska (Nova Gorica/Izola); N = število preiskovank; SD = standardni odklon.

^a ANOVA: primerjava LJ, MB in NG/IZ ($p = 0,016$); pri ostalih nismo našli statistično značilnih razlik

^b Tukeyev HSD test: primerjava LJ in MB ($p = 0,012$); pri ostalih nismo našli statistično značilnih razlik

^c Wilcoxonov test: primerjava d in e ($p = 0,001$). d in f ($p = 0,020$); pri ostalih nismo našli statistično značilnih razlik

Z neparametričnim Wilcoxonovim preizkusom predznačenih rangov smo ugotavljali, ali pri Slovenkah obstajajo statistično značilne razlike med povprečnimi vrednostmi zaužite DHK z ribami/izdelki/sadeži oz. z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj glede na primerjavo obdobj PN, MN ter MD. Rezultati so prikazani v Preglednicah 8 in 9.

Statistično pomembne razlike smo ugotovili samo pri primerjavi povprečnega vnosa DHK z ribami/izdelki/sadeži v obdobjih PN in MN ($p = 0,001$) ter z ribami/izdelki/sadeži v obdobjih PN in MD ($p = 0,020$). Slovenke so z ribami/izdelki/sadeži zaužile (povprečje \pm SD) 167 ± 121 mg DHK/dan PN, kar je statistično značilno več kot MN (139 ± 96 mg DHK/dan; $p = 0,001$). Povprečne vrednosti vnosa DHK z ribami/izdelki/sadeži so bile MD statistično značilno večje (168 ± 111 mg DHK/dan) v primerjavi z obdobjem PN ($p = 0,020$).

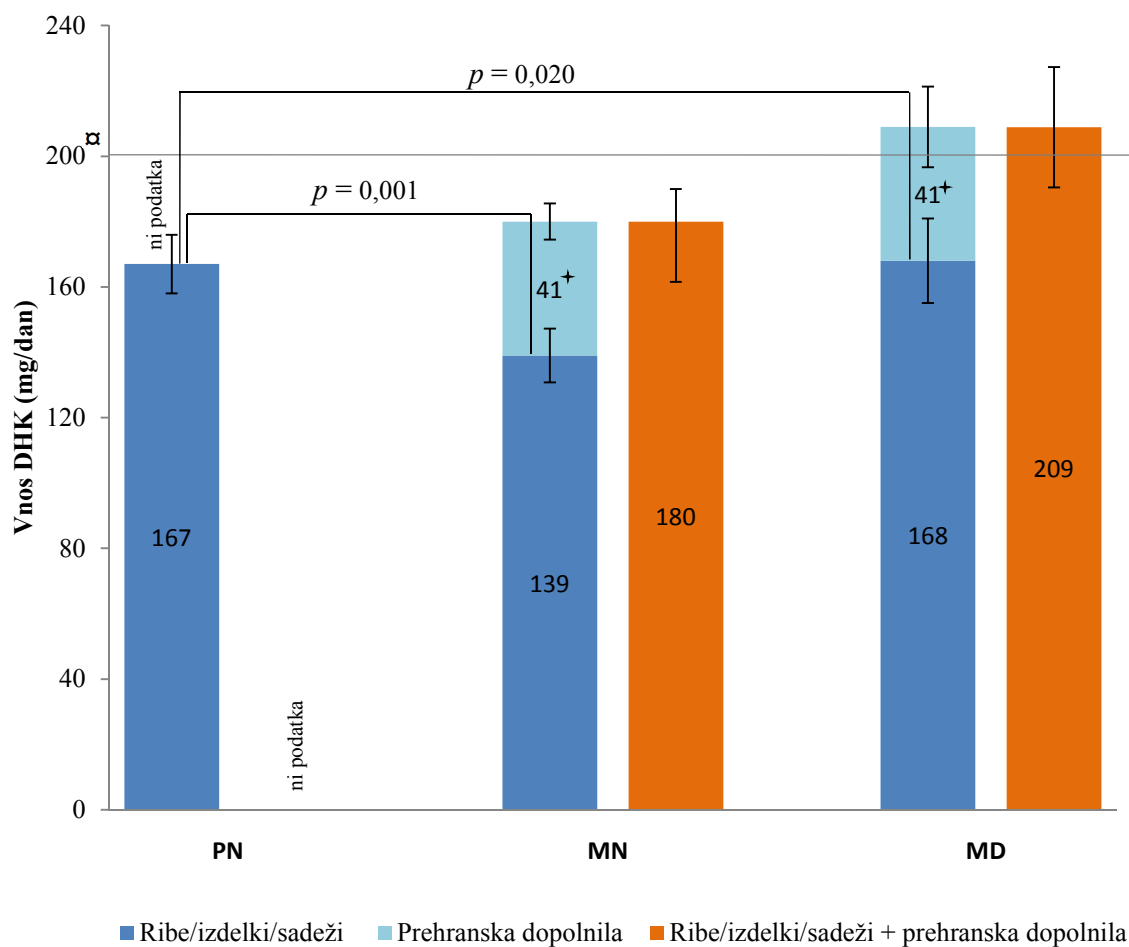
Med vnosom DHK samo z ribami/izdelki/sadeži v obdobju PN ter vnosom DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj, MN in MD, ni bilo statističnih razlik. Prav tako ni bilo statističnih razlik med obdobji MN in MD v uživanju rib/izdelkov/sadežev in prehranskih dopolnil skupaj.

Preglednica 9: Ugotavljanje razlik v povprečni vrednosti zaužite DHK (v mg/dan \pm SD) z ribami, ribjimi izdelki in morskimi sadeži oz. z ribami, ribjimi izdelki, morskimi sadeži in prehranskimi dopolnili pred (PN) in med nosečnostjo (MN) ter med dojenjem (MD) (Wilcoxonov preizkus)

Primerjava zaužite količine DHK (v mg/dan \pm SD) glede na različna obdobja		<i>p</i> -vrednost ^a
<u>PN</u> ribe/izdelki/sadeži: 167 \pm 121 mg/dan	<u>MN</u> ribe/izdelki/sadeži: 139 \pm 96 mg/dan	0,001
<u>PN</u> ribe/izdelki/sadeži: 167 \pm 121 mg/dan	<u>MN</u> ribe/izdelki/sadeži + prehr. dopolnila: 180 \pm 140 mg/dan	0,127
<u>PN</u> ribe/izdelki/sadeži: 167 \pm 121 mg/dan	<u>MD</u> ribe/izdelki/sadeži: 168 \pm 111 mg/dan	0,020
<u>PN</u> ribe/izdelki/sadeži: 167 \pm 121 mg/dan	<u>MD</u> ribe/izdelki/sadeži + prehr. dopolnila: 209 \pm 138 mg/dan	0,124
<u>MN</u> ribe/izdelki/sadeži: 139 \pm 96 mg/dan	<u>MD</u> ribe/izdelki/sadeži: 168 \pm 111 mg/dan	0,582
<u>MN</u> ribe/izdelki/sadeži + prehr. dopolnila: 180 \pm 140 mg/dan	<u>MD</u> ribe/izdelki/sadeži + prehr. dopolnila: 209 \pm 138 mg/dan	0,909

DHK = dokozaheksaenojska kislina; PN = eno leto pred nosečnostjo; MN = med nosečnostjo; MD = med dojenjem; ribe/izdelki/sadeži = ribe, ribji izdelki in morski sadeži.

^aStatistično značilne razlike obstajajo, če $p < 0,05$.



Slika 9: Povprečen vnos DHK (v mg/dan \pm SEM) pri Slovenkah, v obdobjih pred (PN) in med nosečnostjo (MN) (N = 274) ter med dojenjem (MD) (N = 165), glede na količino DHK, zaužito z ribami, ribjimi izdelki in morskimi sadeži oz. s prehranskimi dopolnili oz. z ribami, ribjimi izdelki, morskimi sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj

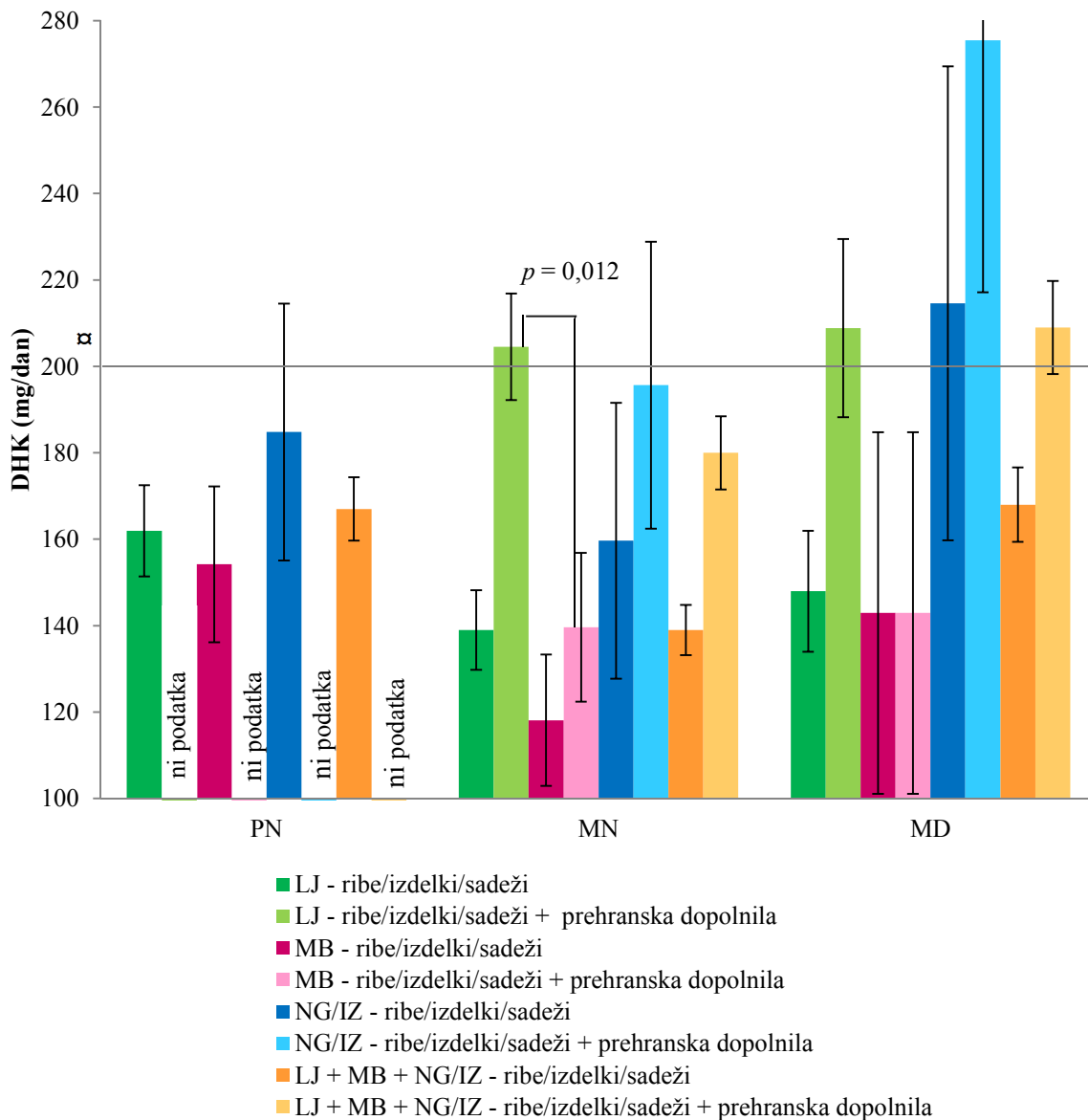
DHK = dokozaheksaenojska kislina; PN = eno leto pred nosečnostjo; MN = med nosečnostjo; MD = med dojenjem; ribe/izdelki/sadeži = ribe, ribji izdelki in morski sadeži; SEM = standardna napaka povprečja, + Vrednosti vnosa DHK pri Slovenkah, samo s prehranskimi dopolnili, nismo vključili v statistično obdelavo.

□ Vsaj 200 mg DHK/dan je priporočen vnos za ženske v rodni dobi. (Koletzko in sod., 2007)

4.3 RAZLIKE MED VNOSOM DHK Z RIBAMI, MORSKIMI SADEŽI, RIBJIMI IZDELKI IN PREHRANSKIMI DOPOLNILI V OBDOBJIH PRED IN MED NOSEČNOSTJO TER MED DOJENJEM GLEDE NA POSAMEZNE REGIJE

Parametrični preizkus analize variance ANOVA je pokazal statistično značilne razlike v povprečnem vnosu DHK med regijami samo pri vnosu DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj v obdobju MN ($p = 0,016$). V MB smo ugotovili značilno nižjo ($p = 0,016$) povprečno količino zaužite DHK kot v LJ in NG/IZ v obdobju MN (140 ± 152 mg/dan v MB), medtem ko je bil v LJ in NG/IZ regiji povprečni vnos DHK MN primerljiv (196 ± 210 mg/dan v NG/IZ ter 205 ± 154 mg/dan v LJ).

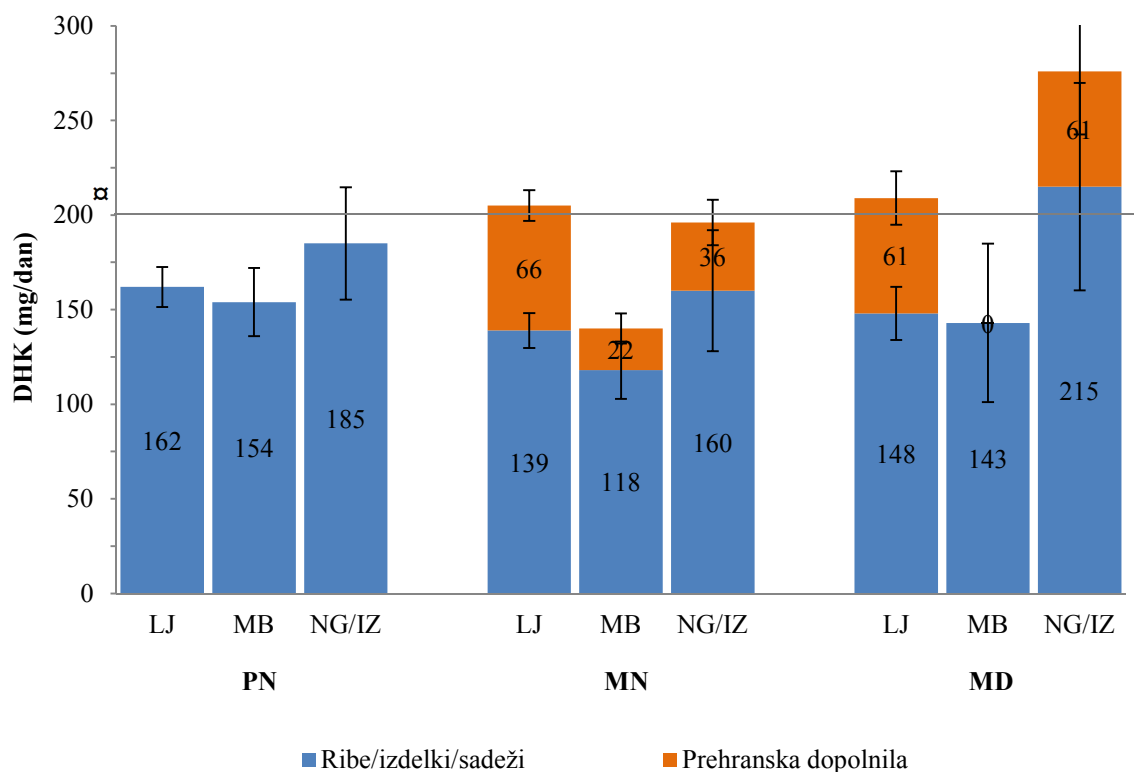
Povprečne količine vnosa DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili v obdobjih PN, MN in MD glede na regije smo prikazali na Slikah 10 in 11.



Slika 10: Povprečen vnos DHK (v mg/dan \pm SEM) z ribami, ribjimi izdelki in morskimi sadeži oz. ribami, ribjimi izdelki, morskimi sadeži in prehranskimi dopolnili, v obdobjih pred (PN) in med nosečnostjo (MN) ter med dojenjem (MD), v primorski (NG/IZ), ljubljanski (LJ) in mariborski regiji (MB) ter vseh regijah skupaj (LJ + MB + NG/IZ)

DHK = dokozaheksaenojska kislina; PN = eno leto pred nosečnostjo; MN = med nosečnostjo; MD = med dojenjem; ribe/izdelki/sadeži = ribe, ribji izdelki in morski sadeži; SEM = standardna napaka povprečja.

□ Vsaj 200 mg DHK/dan je priporočen vnos za ženske v rodni dobi. (Koletzko in sod., 2013a)



Slika 11: Povprečen vnos DHK (v mg/dan \pm SEM) z ribami, ribjimi izdelki in morskimi sadeži oz. s prehranskimi dopolnili v obdobjih pred (PN) in med nosečnostjo (MN) ter med dojenjem (MD), v ljubljanski (LJ), mariborski (MB) in primorski regiji (NG/IZ)

DHK = dokozaheksaenojska kislina; PN = eno leto pred nosečnostjo; MN = med nosečnostjo; MD = med dojenjem; ribe/izdelki/sadeži = ribe, ribji izdelki in morskimi sadeži; SEM = standardna napaka povprečja.

□ Vsaj 200 mg DHK/dan je priporočen vnos za ženske v rodni dobi. (Koletzko in sod., 2013a)

Opravili smo Tukeyev HSD test za primerjavo povprečnih vrednosti vseh možnih parnih kombinacij vzorcev. Kot prikazuje Preglednica 10, je bila statistično pomembna razlika ugotovljena samo v povprečnem vnosu DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili v času MN, med LJ in MB ($p = 0,012$). V LJ so preiskovanke MN zaužile (povprečje \pm SD) 205 ± 154 mg DHK/dan, kar je povprečno 65 mg DHK/dan več kot preiskovanke v MB, ki so skupno zaužile 140 ± 152 mg DHK/dan (Preglednica 8).

Preglednica 10: Rezultati primerjave povprečnega vnosa DHK z ribami, ribjimi izdelki, morskimi sadeži in prehranskimi dopolnili med posameznimi regijami (LJ, MB, NG/IZ) v obdobjih pred (PN) in med nosečnostjo (MN) ter med dojenjem (MD) s Tukeyevim HSD preizkusom

	Regija	Regija	p^a	95 % interval zaupanja	
				Spodnja meja	Zgornja meja
<u>PN:</u> ribe/izdelki/sadeži	NG/IZ	LJ	0,663	-39,429	85,154
		MB	0,542	-37,735	98,971
	LJ	NG/IZ	0,663	-85,154	39,429
		MB	0,925	-40,985	56,496
	MB	NG/IZ	0,542	-98,971	37,735
		LJ	0,925	-56,496	40,985
<u>MN:</u> ribe/izdelki/sadeži	NG/IZ	LJ	0,668	-36,245	77,595
		MB	0,262	-20,933	103,985
	LJ	NG/IZ	0,668	-77,595	36,245
		MB	0,513	-23,686	65,389
	MB	NG/IZ	0,262	-103,985	20,933
		LJ	0,513	-65,389	23,686
<u>MN:</u> ribe/izdelki/sadeži + prehr. dopolnila	NG/IZ	LJ	0,950	-76,944	59,233
		MB	0,183	-18,689	130,740
	LJ	NG/IZ	0,950	-59,233	76,944
		MB	0,012	11,604	118,158
	MB	NG/IZ	0,183	-130,740	18,689
		LJ	0,012	-118,158	-11,604
<u>MD:</u> ribe/izdelki/sadeži	NG/IZ	LJ	0,378	-51,511	184,765
		MB	0,542	-88,732	232,042
	LJ	NG/IZ	0,378	-184,765	51,511
		MB	0,994	-113,110	123,166
	MB	NG/IZ	0,542	-232,042	88,732
		LJ	0,994	-123,166	113,110
<u>MD:</u> ribe/izdelki/sadeži + prehr. dopolnila	NG/IZ	LJ	0,618	-101,662	234,820
		MB	0,358	-95,919	360,896
	LJ	NG/IZ	0,618	-234,820	101,662
		MB	0,624	-102,331	234,150
	MB	NG/IZ	0,358	-360,896	95,919
		LJ	0,624	-234,150	102,331

DHK = dokozaheksaenojska kislina; PN = eno leto pred nosečnostjo; MN = med nosečnostjo; MD = med dojenjem; ribe/izdelki/sadeži = ribe, ribji izdelki in morski sadeži; LJ (Ljubljana z okolico); MB (Maribor z okolico); NG/IZ = Primorska (Nova Gorica, Izola).

^aStatistično značilne razlike obstajajo, če $p < 0,05$.

5 RAZPRAVA

V magistrskem delu smo ugotavljali, koliko rib/izdelkov/sadežev in prehranskih dopolnil z ribjim oljem oz. DHK zaužijejo Slovenke že PN ter kasneje MN in MD. Omenjene vrste živil so namreč najpomembnejši viri DHK iz prehrane, DHK pa je pogojno esencialna n-3 LCPUFA, ki močno vpliva na rast in razvoj zarodka ter donošenih in nedonošenih dojenčkov (Koletzko in sod., 2014). Glede na to je zelo pomembno, da bodoče in doječe matere zaužijejo zadostne količine DHK, da svojemu otroku omogočijo optimalen razvoj (Koletzko in sod., 2007; Koletzko in sod., 2008). Zanimalo nas je, ali nosečnice in doječe matere v Sloveniji zaužijejo dovolj DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili, da dosežejo prehranska priporočila o vnosu DHK za nosečnice in doječe matere, ki znašajo povprečno vsaj 200 mg/dan (Koletzko in sod., 2007).

5.1 ZNAČILNOSTI POPULACIJE, VKLJUČENE V RAZISKAVO

V raziskavo smo vključili preiskovanke iz primorske (NG/IZ), ljubljanske (LJ) in mariborske regije (MB). V NG/IZ in MB je bilo zanimanje za sodelovanje v raziskavi precej manjše kot v LJ, treba pa je omeniti, da je tudi število porodnic v teh regijah manjše, v primerjavi z LJ regijo. Predvsem v drugi del raziskave, ki je potekal po porodu, je bilo vključenih več preiskovank iz LJ ($N = 141$), v primerjavi z NG/IZ ($N = 12$) in MB ($N = 12$). Preiskovanke, ki so izpolnjevale tudi VPŽ – 2, so imele večinoma (81 %) vsaj višjo izobrazbo, kar močno odstopa od statističnega podatka za leto 2012 za izobraženost celotne populacije porodnic v Sloveniji, ki navaja, da je imelo najmanj višjo izobrazbo le 37,7 % porodnic (NIJZ, 2014). Naš vzorec zato ni reprezentativen za vse Slovenke.

5.2 UŽIVANJE DHK Z RIBAMI, RIBJIMI IZDELKI, MORSKIMI SADEŽI IN PREHRANSKIMI DOPOLNILI PRI SLOVENKAH, V OBDOBJIH PRED IN MED NOSEČNOSTJO TER MED DOJENJEM

5.2.1 Uživanje DHK izključno z ribami, ribjimi izdelki in morskimi sadeži pri Slovenkah, v obdobjih pred in med nosečnostjo ter med dojenjem

Slovenke so v obdobju PN zaužile (povprečje \pm SD) 167 ± 121 mg DHK/dan z ribami/izdelki/sadeži, MN pa je bil ta vnos manjši, in sicer 139 ± 96 mg/dan ($p = 0,001$). Kljub statistično neznačilnim razlikam naši podatki kažejo, da se je v obdobju MD vnos DHK z ribami/izdelki/sadeži v vseh regijah skupaj ponovno povečal (168 ± 111 mg/dan MD) (Preglednica 8).

Razloga za manjši vnos DHK z ribami/izdelki/sadeži MN ne poznamo. Morda so Slovenke MN uživale manj rib/izdelkov/sadežev zaradi opozoril različnih institucij o prisotnosti težkih kovin in drugih onesnaževal v ribah, ki lahko slabo vplivajo na razvoj otroka. Lando in sod. (2012) ter Connelly in sod. (2014) so ugotovili, da se nosečnice in doječe matere v ZDA zavedajo škodljivosti težkih kovin in drugih onesnaževal v ribah, zato nekatere zmanjšajo vnos rib celo v taki meri, da zaužijejo tudi premalo tistih rib, ki vsebujejo nizke

vrednosti težkih kovin. Po ugotovitvah Bloomingdale in sod. (2010) si nosečnice težko zapomnijo vrste rib z visoko vsebnostjo onesnaževal, zato iz prehrane raje izločijo vse ribe. Dodaten razlog za zmanjšan vnos rib/izdelkov/sadežev pri Slovenkah MN je lahko tudi, da jim je specifičen vonj rib MN postal neprijeten ali celo moteč. To je lahko posledica večje občutljivosti za zaznave vonjev v tem obdobju (Sandgruber in Buettner, 2012).

Predvidevamo, da so se Slovenke po porodu postopoma začele prehranjevati kot v obdobju PN, pri čemer so na svoj jedilnik ponovno vključile nekoliko več rib/izdelkov/sadežev. Razlog za uživanje več rib MD je bilo lahko manjše zavedanje o možnem prehajanju onesnaževal v materino mleko (Miklavčič in sod., 2013) in posredno k dojenčku. Podobno kot v naši študiji so večji vnos rib MD glede na obdobje MN ugotovili tudi Lando in sod. (2012) pri materah iz ZDA.

Benedik in sod. (2013) so v študiji »Moje mleko« ugotovili, da je ≥ 1 porcijo rib na teden zaužilo 68,9 % preiskovank PN, 57,1 % preiskovank MN ter 62,3 % preiskovank MD. Izmed vseh vrst rib so najpogosteje uživale osliča, lososa in orado, med morskimi sadeži pa kozice in školjke. Kjer so preiskovanke navedle, da uživajo tuno, je bila ta večinoma iz konzerve (75 %) (Benedik in sod., 2013). Podobno so v raziskavi Fidler in sod. (2000b) slovenske matere v vseh regijah (Ljubljana, Celje, Primorska) uživale ribe povprečno 1-2-krat tedensko. Po podatkih Miklavčičeve in sod. (2013) Slovenke MN najpogosteje uživajo tuno, postrv, lososa, osliča ali polenovko, in sicer povprečno 178 g/teden. Študija, ki je potekala na celotnem območju Furlanije-Julijske krajine, italijanske regije, ki meji na Slovenijo na zahodnem delu, je pokazala, da nosečnice (N = 37) na tem območju zaužijejo 1,6 porcije oz. 237 g rib/teden (Deroma in sod., 2013).

V nedavni raziskavi prehranjevalnih navad nosečnic v Sloveniji (N = 47), ki je potekala v podobnem času kot naša v postojnski porodnišnici so z anketnim vprašalnikom ugotovili, da so ribe pogosteje na jedilniku tistih, ki redno uživajo kosilo oz. popoldansko malico. Sicer pa rib ni na dnevnem jedilniku (kot npr. meso), ampak v 40,4 % predstavljajo tedenski, v 53,2 % pa mesečni obrok (Prosen in Poklar Vatovec, 2011).

5.2.2 Vnos DHK izključno z ribami, ribjimi izdelki in morskimi sadeži pri slovenskih materah glede na regijo

Kljub nesignifikantnim razlikam med regijami so naši podatki pokazali, da je bil trend vnosa DHK izključno z ribami/izdelki/sadeži največji v NG/IZ, srednji v LJ ter najmanjši v MB regiji, tako v obdobju PN kot tudi kasneje MN in MD (Preglednica 8).

Ljubljanska regija

Glede na dobljene podatke so bile vrednosti povprečnega vnosa DHK z ribami/izdelki/sadeži pri preiskovankah iz LJ, v vseh preiskovanih obdobjih vmesne v primerjavi z vrednostmi, ki smo jih ugotovili v preostalih dveh regijah (Preglednica 8). Rezultati kažejo, da so preiskovanke iz LJ v vseh obdobjih, PN, MN in MD zaužile manj

DHK kot Primorke, a več kot preiskovanke iz MB (Preglednica 8), čeprav statistično značilnih razlik nismo ugotovili.

V raziskavi Fidler in sod. (2000b) so ugotavljali maščobno-kislinsko sestavo materinega mleka v različnih slovenskih regijah, med drugim tudi vsebnost DHK v materinem mleku, ki je pomemben pokazatelj vnosa DHK s prehrano. Ugotovili so, da so matere v vseh slovenskih regijah (Primorska, Ljubljanska, Celjska) jedle ribe povprečno enako pogosto, a je bila kljub temu najnižja vrednost DHK v materinem mleku v ljubljanski regiji (0,35 ut. % v primerjavi z 0,41 ut.% na primorskem ter 0,49 ut.% na celjskem). To je bilo verjetno predvsem posledica uživanja vrst rib, ki niso bogate z DHK ali pa manjšega uživanja drugih virov DHK (jajca, meso itd.), ne pa pogostosti uživanja rib nasploh (Fidler in sod., 2000b).

Mariborska regija

Kljub statistično neznačilnim razlikam, so rezultati v naši raziskavi pokazali najnižji vnos DHK z ribami/izdelki/sadeži v MB, in sicer 154 ± 159 mg/dan PN, 118 ± 134 mg/dan MN ter 143 ± 145 mg/dan MD (Preglednica 8). Razlog za to je najverjetneje tradicionalna kuhinja te regije, ki vsebuje kvečjemu sladkovodne ribe (Gabrijelčič Blenkuš in sod., 2009), ki pa niso dober vir DHK. Oddaljenost Maribora od morja verjetno ni več dejavnik, ki bi v večji meri vplival na neuživanje rib zaradi nedostopnosti rib, ker današnji transport in široka ponudba ribarnic in trgovskih centrov po celi Sloveniji omogočata stalno možnost nabave svežih rib. Kljub temu pa je oddaljenost od morja lahko razlog, da preiskovanke iz MB niso vajene vonja in okusa morskih rib. Posledično je uživanje morskih rib v celinskih predelih običajno manjše (Čaldarović in sod., 2007; Valent in sod., 2011), kar potrjujejo tudi Franke in sod. (2008), ki so ugotovili, da na Madžarskem samo 4 % nosečnic uživa mastne morske ribe, prav tako v Nemčiji večinoma uživajo puste bele ribe, ki vsebujejo manj DHK. Premalo n-3 LCPUFA zaužijejo tudi nosečnice v sosednji Avstriji (European Nutrition and Health Report, 2009). Nasprotno pa rezultati študije maščobno-kislinske sestave kolostruma glede na vsebnost DHK in EPK v kolostrumu, niso pokazali razlik v uživanju rib med celinskim in obalnim delom Slovenije (Fidler in sod., 2000b). Sklepamo, da se preiskovankam iz MB priprava rib doma morda zdi težavna in dolgotrajna, hkrati pa je ribja hrana v lokalih običajno v višjem cenovnem razredu. Tudi sicer še vedno velja splošno mnenje o tem, da so ribe drage, čeprav so cene mesa dandanes lahko primerljive ali celo višje. Predvsem modre ribe, ki so bogatejše z DHK, so cenovno dostopnejše (Gaviglio in sod., 2014). Rezultati, ki smo jih dobili za MB so morda tudi posledica manjšega števila preiskovank, ki so sodelovale v raziskavi v primerjavi z LJ.

Primorska regija

Po naših podatkih je bilo v NG/IZ uživanje DHK izključno z ribami/izdelki/sadeži v vseh preiskovanih obdobjih največje, in sicer 185 ± 188 mg/dan PN, 160 ± 202 mg/dan MN ter 215 ± 190 mg/dan MD, čeprav za nobeno obdobje nismo ugotovili statistično pomembnih razlik v primerjavi z LJ oz. MB (Preglednica 8, Slika 10). Razlogi za največji vnos rib/izdelkov/sadežev, s tem pa tudi DHK, v NG/IZ, so lahko bližina morja, prisotnost rib v

tradicionalni kuhinji, mediteranska prehrana, navajenost na vonj in okus rib, znanje priprave rib itd. Slednje potrjujejo tudi rezultati raziskave iz leta 2012, v katero so bili vključeni odrasli Slovenci, stari 25-74 let iz različnih regij. Le na Primorskem (območje Kopra) so pri večjem deležu prebivalcev ugotovili večjo pogostost uživanja rib, in sicer od 4-6x tedensko do najmanj 1x dnevno (Tomšič in sod., 2014). Tako kot na splošno v prehrani prebivalcev primorskega dela Slovenije (Gabrijelčič Blenkuš in sod., 2009) so večje količine morskih rib/izdelkov/sadežev ugotovili tudi v prehrani nosečnic iz obmorskih regij Severnega Jadrana, v bližini slovenske Primorske (Valent in sod., 2011; Miklavčič in sod., 2013). Nosečnice z območja Trsta zaužijejo povprečno okoli 2 porciji rib tedensko oz. od 283 g rib/teden (Miklavčič in sod., 2013), pa do 350 g rib/teden (Valent in sod., 2013), nosečnice iz hrvaške Reke z okolico pa 304 g rib/teden (Miklavčič in sod., 2013). Za razliko od teh raziskav, pa raziskava Fidler in sod. (2000b) ni pokazala značilno večjega vnosa rib na Primorskem. Tudi koncentracija DHK v materinem mleku ni bila najvišja v primorski (0,41 ut.%), temveč v celjski regiji (0,49 ut.%). Podobno sta Fidler in Koletzko (2000) pri primerjavi vsebnosti DHK v kolostrumu med državami ugotovila, da je bilo pri italijanskih materah iz obmorske Genove v nasprotju s pričakovanji več kot dvakrat manj DHK (0,17 ut.%) kot v kolostrumu Slovenk (0,43 ut.%).

Statistično pomembne razlike v vnosu DHK z ribami/izdelki/sadeži smo ugotavljali le med regijami v posameznih obdobjih, ne pa tudi med obdobji znotraj posameznih regij. Preiskovanke so v vsaki od posameznih regij (LJ, MB, NG/IZ) samo z ribami/izdelki/sadeži, zaužile manj DHK v obdobju MN kot PN (Preglednica 8). V času MD se je njihov vnos DHK z ribami/izdelki/sadeži v vseh treh regijah povečal, a je samo pri preiskovankah iz NG/IZ presegel vrednosti povprečnega vnosa DHK v obdobju PN (Preglednica 8). Na ta rezultat je, poleg zgoraj navedenih razlogov, lahko vplivalo tudi manjše število preiskovank iz NG/IZ, ki so izpolnile VPŽ – 2 (N = 12), v primerjavi z VPŽ – 1 (N = 40).

5.2.3 Uživanje DHK z ribami, ribjimi izdelki, morskimi sadeži in prehranskimi dopolnili pri Slovenkah, v obdobjih pred in med nosečnostjo ter med dojenjem

Čeprav nismo ugotovili statistično pomembnih razlik, so naši rezultati pokazali, da so Slovenke samo z ribami/izdelki/sadeži v obdobju PN zaužile manj DHK (povprečje \pm SD; 167 ± 121 mg/dan) kot z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj MN (180 ± 140 mg/dan) ter MD (209 ± 138 mg/dan) (Preglednica 8). Vnos DHK s prehranskimi dopolnili je bil v vseh regijah skupaj povprečno enak MN ($41 \pm 91,6$ mg/dan) in MD (41 ± 159 mg/dan) (Preglednica 8).

Slovenke so v obdobjih MN in MD uživale dodatek ribjega olja ali prehranska dopolnila z DHK. Na trgu obstajajo prehranska dopolnila z mešanico različnih mikrohranil, pomembnih za zdrav razvoj ploda, ki poleg drugih mikrohranil vsebujejo tudi DHK. Naše preiskovanke so pogosto izbrale taka prehranska dopolnila, zato ne moremo z gotovostjo trditi, da so se za uživanje tovrstnih prehranskih dopolnil odločile zaradi vsebovane DHK in zavedanja o njenem vplivu na otrokov razvoj. K odločitvi za uživanje prehranskih dopolnil so verjetno botrovali predvsem visoka izobrazbenost preiskovank (81 %

preiskovank z najmanj višjo izobrazbo) ter nasveti ginekologov oz. farmacevtov, v manjši meri morda tudi različni mediji, ki promovirajo prehranska dopolnila.

Nedavna randomizirana raziskava, v katero je bilo vključenih 986 mater iz Nemčije, je pokazala, da uživajo malo prehranskih dopolnil z DHK. MN je prehranska dopolnila z DHK uživalo 27,8 % mater, MD pa 16,8 % mater, pri čemer je 59,5 % tistih, ki so prehranska dopolnila z DHK uživala že MN s tem nadaljevala tudi po porodu. Ugotovili so, da so prehranska dopolnila z DHK v večji meri uživale matere iz višjega ekonomskega razreda in tiste, ki so že na splošno uživale več ribje hrane (Libuda in sod., 2014). Slednja dejavnika sta lahko povezana z višjo izobrazbenostjo, ki je bila značilna za naše preiskovanke.

5.2.4 Vnos DHK z ribami, ribjimi izdelki, morskimi sadeži in prehranskimi dopolnili pri slovenskih materah glede na regijo

Statistično značilne razlike v vnosu DHK so se med regijami pokazale samo pri primerjavi povprečnega vnosa DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili v času MN, in sicer s testom ANOVA (Preglednica 9) med vsemi regijami ($p = 0,016$) ter s Tukeyevim HSD testom (Preglednica 10) med LJ in MB ($p = 0,012$).

V MB je bil povprečen vnos DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj MN značilno manjši (140 ± 152 mg/dan) kot v LJ (205 ± 154 mg/dan; $p = 0,016$ – ANOVA in $p = 0,012$ – Tukeyev HSD test) in NG/IZ (196 ± 210 mg/dan; $p = 0,016$ – ANOVA).

Za obdobje MD med regijami nismo ugotovili signifikantnih razlik, vendar naši rezultati kažejo na najmanjši vnos DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj v MB ter največji vnos DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili v NG/IZ (Preglednica 8).

Ljubljanska regija

Čeprav nismo ugotavljali statističnih razlik v vnosu DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili znotraj regije med posameznimi obdobji naši podatki kažejo, da je bil v LJ vnos DHK z ribami/izdelki/sadeži PN manjši kot skupni vnos DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili MN ter MD (Preglednica 8). Vnosa DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj sta bila MN in MD primerljiva (Preglednica 8).

Mariborska regija

Naši rezultati nakazujejo, da so preiskovanke iz MB zaužile več DHK PN samo z ribami/izdelki/sadeži (154 ± 159 mg/dan) kot MN in MD skupaj s prehranskimi dopolnili (140 ± 152 mg/dan MN, 143 ± 145 mg/dan MD) (Preglednica 8). Po naših podatkih je bil v

obdobju MD skupni vnos DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili enak kot vnos DHK samo iz rib/izdelkov/sadežev (143 ± 145 mg/dan) (Preglednica 8). Razlog za dobljeni rezultat je morda dejstvo, da je VPŽ – 2 izpolnjevalo več kot 6-krat manj preiskovank iz MB ($N = 12$, v primerjavi z $N = 78$ za VPŽ – 1), ki pa niso uživale prehranskih dopolnil z DHK.

Primorska regija

Rezultati kažejo, da so Primorke PN zaužile manj DHK samo z ribami/izdelki/sadeži kot v obdobjih MN in MD z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj (Preglednica 8). MN so zaužile manj DHK s prehranskimi dopolnili kot MD, skupni vnos DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili je bil prav tako večji MD (Preglednica 8).

Predvidevamo, da so bile matere iz LJ in NG/IZ bolj seznanjene s pomenom DHK za razvoj otrok in so se zato v večji meri odločile za uživanje prehranskih dopolnil z DHK. S pomočjo teh so verjetno želele nadomestiti primanjkljaj DHK zaradi manjšega uživanja rib/izdelkov/sadežev in hkrati pokriti večje potrebe po DHK v obdobjih MN in MD.

Hipotezo H1, ki pravi, da je vnos DHK v obdobjih MN in MD večji kot v obdobju pred zanositvijo (PN) zlasti zaradi uživanja prehranskih dopolnil, lahko sprejmemo le delno, in sicer za obdobje MN, za vse regije skupaj ($p = 0,016$), za obdobje MD pa ni bilo statistično značilnih razlik.

H2 se nanaša na vnos DHK izključno z ribami/izdelki/sadeži v primorski regiji (NG/IZ). Ker smo s primerjavami med regijami ugotovili statistično pomembno razliko le pri primerjavi povprečnega vnosa DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj, v obdobju MN, med LJ in MB ($p = 0,012$), ne moremo sprejeti H2. Slednje je lahko posledica majhnega vzorca, saj sicer rezultati nakazujejo na največji vnos DHK z ribami/izdelki/sadeži v NG/IZ (Preglednica 8).

5.2.5 Doseganje priporočil za vnos DHK pri slovenskih materah

V naši študiji smo ugotovili, da Slovenke v obdobju PN samo z uživanjem rib/izdelkov/sadežev niso dosegle prehranskih priporočil za vnos DHK v nobeni od preiskovanih regij (Sliki 10 in 11). Za obdobje PN nismo pridobili podatkov o uživanju prehranskih dopolnil. Dopuščamo možnost, da bi s temi podatki lahko prišli do nekoliko drugačnih rezultatov o doseganju priporočil PN, saj je bil sicer med Slovenkami v obdobju PN vnos DHK samo z ribami/izdelki/sadeži večji kot MN ($p = 0,001$) in MD ($p = 0,020$) (Preglednica 8; Slika 9).

Slovenske matere tudi MN niso dosegle priporočil za vnos DHK samo z ribami/izdelki/sadeži kot tudi ne z upoštevanjem prehranskih dopolnil (Preglednica 8; Slika 9).

Slovenke MD niso pokrile potreb po DHK samo z ribami/izdelki/sadeži (168 ± 111 mg/dan), zaužile pa so dovolj DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj (209 ± 138 mg/dan) (Preglednica 8; Slika 9). Doseganje priporočenega vnosa DHK MD je bilo verjetno predvsem na račun večjega vnosa rib/izdelkov/sadežev kot MN, čeprav ni bilo statistično pomembnih razlik med obdobjema (Preglednica 8).

Predvidevamo, da doječe matere niso uživale več rib/izdelkov/sadežev zaradi zavedanja o pomembnosti DHK v ribah na razvoj njihovih otrok, saj bi v tem primeru verjetno že MN povečale vnos rib/izdelkov/sadežev. Sklepamo, da so bile Slovenke, ki so sodelovale v naši raziskavi, premalo ozaveščene o vsebnosti DHK v ribah/izdelkih/sadežih ter njenem pomenu za razvoj otroka, sicer bi se najverjetneje zavestno odločile za uživanje več rib/izdelkov/sadežev, če pa teh ne uživajo, vsaj za uživanje prehranskih dopolnil z DHK. Namreč, prospektivna kohortna študija v Kanadi je pokazala, da nosečnice in doječe matere v večji meri dosežejo priporočila za vnos DHK, če v prehrano vključijo tudi prehranska dopolnila z DHK (Jia in sod., 2015). Glede na to, da naj bi priporočene dnevne doze prehranskih dopolnil z DHK običajno pokrile večje potrebe pri nosečnicah in doječih materah naše preiskovanke, ki so uživale prehranska dopolnila z DHK, pri tem morda niso bile dovolj dosledne.

Priporočila za vnos DHK za ženske, ki nameravajo zanositi, nosečnice in doječe matere znašajo vsaj 200 mg/dan oz. 1-2 porciji rib na teden, od tega vsaj enkrat mastne morske ribe (Koletzko in sod., 2007). Čeprav so ribe, morski sadeži in ribji izdelki bogat vir DHK, k skupnemu prehranskemu vnosu DHK prispevajo še piščančje in rdeče meso (OPKP, 2015; Jia in sod., 2015), ponekod, npr. v Nemčiji, Španiji in na Madžarskem pa tudi jajca (Franke in sod., 2008). Pri ugotavljanju vnosa DHK s pomočjo 4-dnevnega tehtanega prehranskega dnevnika, se je izkazalo, da slovenske nosečnice in doječe matere, ki so sodelovale v projektu »Moje mleko«, s prehrano zaužijejo (povprečje \pm SD) 92 ± 152 mg DHK/dan MN in 108 ± 199 mg DHK/dan MD (Benedik, 2015). Slednje kaže na to, da Slovenke MN in MD ne dosegajo priporočil za vnos DHK, tudi če poleg rib/izdelkov/sadežev in prehranskih dopolnil, upoštevamo še druge vire DHK iz prehrane.

Med pomembnejšimi razlogi za premajhno ozaveščenost o pomenu rib in DHK v prehrani nosečnic in doječih mater v Sloveniji je neupoštevanje uradnega evropskega priporočila (Koletzko in sod., 2007), po katerem bi vsaka nosečnica morala biti deležna strokovnih posvetov glede prehrane pri dietetiku. Poleg tega šole za bodoče starše premalo vključujejo tematike o prehrani.

Na premajhno uživanje rib lahko vplivajo nekoliko višje cene rib v primerjavi z mesom, čeprav trg ponuja tudi vrste rib, katerih cene so primerljive ali celo nižje kot cene mesa. Predvsem modre ribe, ki so dober vir DHK, so cenovno dostopnejše.

5.2.5.1 Doseganje priporočil za vnos DHK pri slovenskih materah, glede na regijo

V naši študiji smo ugotovili, da Slovenke v obdobju PN samo z uživanjem rib/izdelkov/sadežev niso dosegle priporočenih vrednosti za vnos DHK v nobeni od preiskovanih regij (Preglednica 8; Sliki 10 in 11).

Ljubljanska regija

Glede na posamezne regije so MN samo preiskovanke iz LJ dosegle priporočene vrednosti za vnos DHK, in sicer z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj (povprečje \pm SD; 205 ± 154 mg/dan) (Preglednica 8). Podobno so tudi doječe matere v LJ dosegle priporočila za vnos DHK z uživanjem rib/izdelkov/sadežev in prehranskih dopolnil skupaj (209 ± 245 mg/dan) (Preglednica 8).

Mariborska regija

Preiskovanke iz MB v nobenem preiskovanem obdobju niso dosegle priporočil za vnos DHK samo z ribami/izdelki/sadeži (od najmanj 118 ± 134 mg/dan MN do največ 154 ± 159 mg/dan PN) kot tudi ne z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj (od 140 ± 152 mg/dan MN do 143 ± 145 mg/dan MD) (Preglednica 8; Slika 10).

Primorska regija

Vrednosti vnosa DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili pri nosečnicah iz NG/IZ so bile blizu priporočilom (196 ± 210 mg/dan). Po drugi strani so samo preiskovanke iz NG/IZ MD dosegle priporočila za vnos DHK že samo z uživanjem rib/izdelkov/sadežev (215 ± 190 mg/dan) (Preglednica 8; Sliki 10 in 11).

Število preiskovank iz NG/IZ je bilo MN skoraj 4-krat manjše ($N = 40$), MD pa skoraj 12-krat manjše ($N = 12$) od števila preiskovank iz LJ ($N = 156$, MN; $N = 141$, MD), zato je možno, da bi s primerljivim številom preiskovank iz NG/IZ, predvsem z Obale, prišli do drugačnih končnih rezultatov.

V nedavnih raziskavah so ugotovili, da je za nosečnice iz obmorskih področij v bližini slovenske Obale-Furlanije-Juljske krajine (Deroma in sod., 2013), Trsta z okolico (Valent in sod., 2011) in Reke z okolico (Miklavčič in sod., 2013) značilen višji vnos rib. Glede na bližino morja sklepamo, da se nosečnice iz omenjenih regij odločajo predvsem za morske ribe, saj večinoma kupujejo sveže ribe na lokalnih tržnicah (Deroma in sod., 2013; Miklavčič in sod., 2013). Čeprav morske ribe najbolj prispevajo k vnosu DHK, ne moremo z gotovostjo trditi, da je na teh območjih že samo z ribami dosežen priporočen vnos DHK, saj raziskavi (Valent in sod., 2011; Miklavčič in sod., 2013) ne navajata podatkov o zaužitih količinah posameznih vrst rib, da bi lahko izračunali tudi količino zaužite DHK.

5.2.6 Slabosti raziskave

Naše rezultate smo sicer prikazali za bodoče in doječe matere v Sloveniji, vendar pa ti rezultati ne odražajo dejanskega stanja v Sloveniji, ker niso reprezentativni za vse Slovenke, saj so v naši raziskavi sodelovale večinoma zelo izobražene ženske (81 % preiskovank z vsaj višjo izobrazbo).

Večina preiskovank, ki so sodelovale v raziskavi, je bila iz LJ. Iz MB in NG/IZ je bilo vključeno bistveno manjše število preiskovank, kar je tudi vplivalo na reprezentativnost našega vzorca.

Ena od pomanjkljivosti raziskave je, da nimamo podatkov o uživanju prehranskih dopolnil z DHK v obdobju PN. Nekatere preiskovanke so pri izpolnjevanju VPŽ – 1 kar same dopisale, da so uživala prehranska dopolnila z DHK že PN, česar v obdelavi podatkov nismo upoštevali. Sklepamo, da bi lahko prišli do drugačnih rezultatov glede skupnega vnosa DHK v obdobju PN, v kolikor bi od preiskovank pridobili tudi podatke o uživanju prehranskih dopolnil za to obdobje.

Baza podatkov OPKP, iz katere smo pridobili podatke o vsebnosti DHK v posameznih živilih, je žal nepopolna. Zlasti pomanjkljivi so podatki o sestavi živil iz skupine rib//izdelkov/sadežev, ki so bili poglavitni za to nalogo.

6 SKLEPI

- Slovenke v obdobjih PN, MN in MD z ribami/izdelki/sadeži ne zaužijejo dovolj DHK glede na evropska priporočila (vsaj 200 mg DHK/dan).
- Slovenke v obdobju MD z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj zaužijejo dovolj DHK glede na evropska priporočila (vsaj 200 mg DHK/dan).
- Glede na priporočila zaužijejo dovolj DHK:
 - doječe matere iz NG/IZ z ribami/izdelki/sadeži;
 - nosečnice in doječe matere iz LJ z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj;

premalo DHA pa zaužijejo:

- nosečnice iz NG/IZ z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj;
- matere iz MB v obdobjih PN, MN ter MD z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj.

7 POVZETEK

V magistrskem delu smo ugotavljali, koliko DHK zaužijejo Slovenke z ribami, ribjimi izdelki in morskimi sadeži (ribami/izdelki/sadeži) ter prehranskimi dopolnili v obdobjih enega leta pred nosečnostjo (PN), med nosečnostjo (MN) in med dojenjem (MD). Pri tem smo ugotavljali tudi regionalne razlike v vnosu DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili med slovenskimi materami. Za vrednotenje vnosa rib/izdelkov/sadežev in prehranskih dopolnil smo uporabili metodo vprašalnika o pogostosti uživanja živil (VPŽ). Vnos DHK smo določili z izračunom povprečnega dnevnega vnosa DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili, pri čemer smo uporabili spletno aplikacijo Odrpta platforma za klinično prehrano (OPKP). Rezultate smo primerjali s priporočili Evropske komisije za vnos DHK v obdobjih PN, MN in MD.

Ugotovili smo, da Slovenke samo z ribami/izdelki/sadeži zaužijejo največ DHK v obdobju PN in najmanj v obdobju MN zaradi zmanjšane vnosa rib/izdelkov/sadežev. Zanimivo je, da matere iz Primorske (Nova Gorica, Izola (NG/IZ)) zaužijejo najmanj DHK z ribami/izdelki/sadeži MN in največ MD. Po drugi strani nosečnice in doječe matere v Sloveniji uživajo prehranska dopolnila z DHK, zato je predvsem na račun slednjih skupen vnos DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili MN in MD višji v primerjavi z vnosom DHK PN, z izjemo mariborske regije (MB), kjer so po naših podatkih preiskovanke uživale manj ali celo nič prehranskih dopolnil. Povprečni vnos DHK izključno z ribami/izdelki/sadeži v času PN, MN ter MD je bil najvišji pri preiskovankah iz primorske regije.

Glede na primerjavo rezultatov s priporočili Evropske komisije za vnos DHK v rodni dobi (vsaj 200 mg/dan; Koletzko in sod., 2007) se je izkazalo, da Slovenke v obdobjih PN, MN in MD z ribami/izdelki/sadeži ne zaužijejo dovolj DHK. Upoštevajoč tudi vnos DHK s prehranskimi dopolnili, pa slovenske matere v povprečju zaužijejo dovolj skupne DHK le MD. Med posameznimi regijami se vnos DHK razlikuje. Primorke MN ne dosežejo priporočil za vnos DHK z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj, MD pa zaužijejo dovolj DHK že samo z ribami/izdelki/sadeži. V LJ tako nosečnice kot doječe matere zaužijejo dovolj DHK glede na priporočila, in sicer z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj. Matere iz MB zaužijejo premalo DHK v obdobjih PN, MN in MD samo z ribami/izdelki/sadeži pa tudi z ribami/izdelki/sadeži in prehranskimi dopolnili skupaj.

Po naših podatkih je za Slovenke v obdobjih PN, MN in MD značilen občutno prenizek vnos rib/izdelkov/sadežev, ki so dober vir DHK. Posledično je tudi vnos DHK z ribami/izdelki/sadeži premajhen in ne dosega priporočil za omenjena obdobja. S pomočjo dodatne DHK iz prehranskih dopolnil Slovenke zaužijejo dovolj DHK le MD. K nezadostnemu uživanju ribje hrane lahko pripomore več dejavnikov. Mednje verjetno najpogosteje spadata specifičen vonj in okus ribje hrane, socialno-ekonomski dejavniki, splošno mnenje o visoki ceni rib/izdelkov/sadežev, pomanjkanje znanja in časa za pripravo rib doma, uživanje ribjih izdelkov z nizkim deležem rib (kot posledica nepoznavanja živil), izogibanje vnosu ribje hrane zaradi vsebnosti težkih kovin in drugih onesnaževal ter prehranske navade, ki ne vključujejo ribje hrane (npr. vegetarijanstvo) itd. Poleg tega so

slovenske matere očitno še premalo ozaveščene o pomembni vlogi, predvsem morskih rib, ter DHK, ki jo le-te vsebujejo, za rast in razvoj otrok.

Slovenke v rodni dobi bi bilo zato potrebno podrobneje seznaniti s pomenom rib v prehrani ter jih spodbujati k rednemu uživanju rib/izdelkov/sadežev z namenom zagotavljanja ustreznega razvoja otrok. Bodoče matere in doječe matere, ki se iz kateregakoli razloga izogibajo ribam/izdelkom/sadežem v prehrani, bi morale za nadomestek primanjkljaja DHK iz hrane uživati vsaj prehranska dopolnila z DHK. Sicer obstaja uradno priporočilo Evropske komisije (Koletzko in sod., 2007), da nosečnice in doječe matere potrebujejo individualne posvete pri dietetiku glede prehrane, vendar tega Slovenija še ne upošteva. Pristojne zdravstvene organizacije v Sloveniji bi morale na tem področju ukrepati in uvesti spremembe, ki bi preventivno vplivale na ustrezno prehransko stanje te občutljive populacije. K ozaveščanju o pomenu rib in DHK v času nosečnosti in dojenja lahko v največji meri prispevajo dietetiki in zdravniki, deloma tudi drugo zdravstveno osebje ter farmacevti. Sklepamo, da bi spodbujanje k uživanju več rib, predvsem morskih, pripomoglo k lažjemu doseganju priporočil za vnos DHK v obdobjih MN in MD. Navsezadnje pa imata pomembno vlogo pri upoštevanju nasvetov omenjenih strokovnjakov predvsem želja in volja vsake posameznice.

8 VIRI

- Abedi E., Sahari M.A. 2014. Long-chain polyunsaturated fatty acid sources and evaluation of their nutritional and functional properties. *Food Science and Nutrition*, 2, 5: 443-463
- ADA. 2007. Position of the American Dietetic Association and Dietitians of Canada: Dietary fatty acids. *Journal of the American Dietetic Association*, 107: 1599-1611
- Adamič Š. 1989. Temelji biostatistike. Ljubljana, Medicinska fakulteta: 195 str.
- Agostoni C. 2005. LC-PUFA content in human milk: is it always optimal? *Acta Paediatrica*, 94, 11: 1532-1534
- Agostoni C., Buonocore G., Carnielli V.P., De Curtis M., Darmaun D., Decsi T., Domellöf M., Embleton N.D., Fusch C., Genzel-Boroviczeny O., Goulet O., Kalhan S.C., Kolacek S., Koletzko B., Lapillonne A., Mihatsch W., Moreno L., Neu J., Poindexter B., Puntis J., Putet G., Rigo J., Riskin A., Salle B., Sauer P., Shamir R., Szajewska H., Thureen P., Turck D., van Goudoever J.B., Ziegler E.E. 2010. Enteral nutrient supply for preterm infants: commentary from the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition Committee on Nutrition. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 50, 1: 85-91
- AHA. 2014. Fish and omega-3 fatty acids. Dallas, American Heart Association: 1 str.
http://www.heart.org/HEARTORG/GettingHealthy/NutritionCenter/HealthyDietGoals/Fish-and-Omega-3-Fatty-Acids_UCM_303248_Article.jsp (februar 2015)
- American Academy of Pediatrics. 1997. Breastfeeding and the use of human milk. *Pediatrics*, 100, 6: 1035-1039
- Anderson E.J., Taylor D.A. 2012. Stressing the heart of the matter: re-thinking the mechanisms underlying therapeutic effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. *F1000 Medicine Reports*, 4: 13, doi: 10.3410/M4-13: 8 str.
- Bannenber G., Brenna J.T., Freeman M.P., Koletzko B.V., Michael-Titus A.T., Mori T.A. 2014. Omega-3s. Salt Lake City, Global Organization for EPA and DHA: 1 str.
<http://www.fatsoflife.com/fats-and-health/omega-3s/> (avgust 2014)
- Bastič M. 2006. Metode raziskovanja. Maribor, Univerza v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakulteta Maribor: 51 str.
<http://shrani.si/f/2J/WJ/1HkYy8qF/file.pdf> (december 2014)
- Belović B. 2012. Lahko jem v nosečnosti. Murska Sobota, Pomursko društvo za boj proti raku: 78 str.

Benedik E. 2015. Prehrana v času nosečnosti in dojenja ter maščobno-kislinska sestava humanega mleka. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 81 str.

Benedik E., Robič T., Jarc K., Carli T., Godnov U., Tušar T., Kekec M., Bogovič Matijašič B., Bratanič B., Rogelj I., Fidler Mis N. 2013. Intake of fish and supplements in pre-pregnant and pregnant Slovenian women. V: Abstract book / 46th Annual Meeting of The European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition, London, 8-11 May 2013. London, European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition: 211-211

Benedik E., Hribar M., Levart A., Repič-Lampret B., Bratanič B., Bogovič Matijašič B., Rogelj I., Orel R., Fidler Mis N. 2014a. Docosahexaenoic acid (DHA) intake during pregnancy and lactation and its content in human milk. V: Human growth, chronic disease, and population health child, sports and growth / XIII. International Congress of Human Growth and Clinical Auxology, Congress Center Habakuk, 17. 9. - 20.9. 2014, Maribor, Slovenia. Bigec M., Krenčnik T., Schell L. (eds.). Maribor, University Medical Centre: 40-41
www.moje-mleko.si/rezultati/media/isga_benedik.pdf (avgust 2015)

Benedik E., Robič T., Levart A., Soltirovska Šalamon A., Bratanič B., Rogelj I., Repič Lampret B., Bogovič Matijašič B., Golja P., Orel R., Fidler Mis N. 2014b. Human milk fatty acid composition and anthropometrical outcomes in infants during the first twelve months of life. V: The power of programming 2014 / International Conference on Developmental Origins of Adiposity and Long-term Health, March 13-15, 2014, Munich, Germany. Munich, ESPGHAN: 61-62
<http://munich2014.project-earlynutrition.eu/sciProgramme.php> (oktober 2014)

Bergmann R.L., Haschke-Becher E., Klassen-Wigger P., Bergmann K.E., Richter R., Dudenhausen J.W., Grathwohl D., Haschke F. 2008. Supplementation with 200 mg/day docosahexaenoic acid from mid-pregnancy through lactation improves the docosahexaenoic acid status of mothers with a habitually low fish intake and of their infants. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 52, 2: 157-166

Beyerlein A., Hadders-Algra M., Kennedy K., Fewtrell M., Singhal A., Rosenfeld E., Lucas A., Bouwstra H., Koletzko B., von Kries R. 2010. Infant formula supplementation with long-chain polyunsaturated fatty acids has no effect on Bayley developmental scores at 18 months of age-IPD meta-analysis of 4 large clinical trials. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 50, 1: 79-84

Birgisdottir B.E., Kiely M., Martinez J.A., Thorsdottir I. 2008. Validity of a food frequency questionnaire to assess intake of seafood in adults in three European countries. *Food Control*, 19, 7: 648-653

Bjerve K.S., Fischer S., Wammer F., Egeland T. 1989. α -Linolenic acid and long-chain omega-3 fatty acid supplementation in three patients with omega-3 fatty acid deficiency:

effect on lymphocyte function, plasma and red cell lipids, and prostanoid formation. *American Journal of Clinical Nutrition*, 49, 2: 290-300

Björnberg K.A., Vahter M., Grawé K.P., Berglund M. 2005. Methyl mercury exposure in Swedish women with high fish consumption. *Science of the Total Environment*, 341, 1-3: 45-52

Block G. 1989. Human dietary assessment: methods issues. *Preventive Medicine*, 18, 5: 653-660

Bloomington A., Guthrie L.B., Price S., Wright R.O., Plateck D., Haines J., Oken E. 2010. A qualitative study of fish consumption during pregnancy. *American Journal of Clinical Nutrition*, 92, 5: 1234-1240

Bogovič Matijašič B., Benedik E., Tušar T., Golja P., Hribar M., Robič T., Soltirovska Šalamon A., Repič-Lampret B., Murko S., Avčin T., Tekauc-Golob A., Obermajer T., Treven P., Tompa G., Orel R., Bratanič B., Fidler Mis N., Rogelj I. 2014. A prospective observational clinical study: "The role of human milk in development of breast fed child's intestinal microbiota"-study design and selected results. V: The power of programming 2014 / International Conference on Developmental Origins of Adiposity and Long-term Health, March 13-15, 2014, München, Germany. München, ESPGHAN: 65-66

Boswell K., Koskelo E.K., Carl L., Glaza S., Hensen D.J., Williams K.D., Kyle D.J. 1996. Preclinical evaluation of single-cell oils that are highly enriched with arachidonic acid and docosahexaenoic acid. *Food and Chemical Toxicology*, 34, 7: 585-593

Bourre J.M. 2005. Where to find omega-3 fatty acids and how feeding animals with diet enriched in omega-3 fatty acids to increase nutritional value of derived products for human: what is actually useful? *Journal of Nutrition, Health, and Aging*, 9, 4: 232-242

Bourre J.M. 2007. Dietary omega-3 fatty acids for women. *Biomédecine & Pharmacothérapie*, 61, 2-3: 105-112

Brantsaeter A.L., Haugen M., Alexander J., Meltzer H.M. 2008. Validity of a new food frequency questionnaire for pregnant women in the Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa). *Maternal and Child Nutrition*, 4, 1: 28-43

Bratanič B., Fidler Mis N., Hlastan Ribič C., Poličnik R., Širca Čampa A., Kosem R., Fajdiga Turk V. 2010. Smernice zdravega prehranjevanja za dojenčke. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije: 71 str.

Bratanič B., Fidler Mis N., Benedik E., Rogelj I. 2011. Kratka predstavitev raziskovalnega projekta "Vloga humanega mleka v razvoju črevesne mikrobiote dojenčka". V: Moje-mleko / Mednarodni znanstveni simpozij Vloga humanega mleka v razvoju črevesne mikrobiote dojenčka, Ljubljana, 18. oktober 2011. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Inštitut za mlekarnstvo in probiotike: 30-34

www.moje-mleko.si (oktober 2014).

- Brenna J.T., Varamini B., Jensen R.G., Diersen-Schade D.A., Boettcher J.A., Arterburn L.M. 2007. Docosahexaenoic and arachidonic acid concentrations in human breast milk worldwide. *American Journal of Clinical Nutrition*, 85, 6: 1457-1464
- Brenna J.T., Lapillonne A. 2009. Background paper on fat and fatty acid requirements during pregnancy and lactation. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 55, 1-3: 97-122
- Brenna J.T., Salem N. Jr., Sinclair A.J., Cunnane S.C. 2009. Alpha-linolenic acid supplementation and conversion to n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in humans. *Prostaglandins, Leukotrienes, and Essential Fatty Acids*, 80, 2-3: 85-91
- Burdge G.C., Calder P.C. 2005. Conversion of alpha-linolenic acid to longer-chain polyunsaturated fatty acids in human adults. *Reproduction, Nutrition, Development*, 45, 5: 581-597
- Burdge G.C., Wootton S. 2002. Conversion of alpha-linoleic acid to eicosapentanoic, docosapentaenoic and docosahexaenoic acids in young woman. *British Journal of Nutrition*, 88, 4: 411-420
- Burdge G.C., Sherman R.C., Ali Z., Wootton S.A., Jackson A.A. 2006. Docosahexaenoic acid is selectively enriched in plasma phospholipids during pregnancy in Trinidadian women--results of a pilot study. *Reproduction, Nutrition, Development*, 46, 1: 63-67
- Cade J., Thompson R., Burley V., Warm D. 2002. Development, validation and utilisation of food-frequency questionnaire – A review. *Public Health Nutrition*, 5, 4: 567-587
- Campoy C., Escolano-Margarit M.V., Anjos T., Szajewska H., Uauy R. 2012. Omega 3 fatty acids on child growth, visual acuity and neurodevelopment. *British Journal of Nutrition*, 107, Suppl. 2: S85-S106
- Carlson S.E. 2009. Docosahexaenoic acid supplementation in pregnancy and lactation. *American Journal of Clinical Nutrition*, 89, 2: 678-684
- Carvajal J.A. 2014. Docosahexaenoic acid supplementation early in pregnancy may prevent deep placentation disorders. *BioMed Research International*, 2014: ID526895, doi:10.1155/2014/526895: 10 str.
- Childs C.E., Romijn T., Enke U., Hoile S., Calder P.C. 2010. Maternal diet during pregnancy has tissue-specific effects upon fetal fatty acid composition and alters fetal immune parameters. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 83, 4-6: 179-184
- Clandinin M.T., Chappell J.E., Leong S., Heim T., Swyer P.R., Chance G.W. 1980. Intrauterine fatty acid accretion rates in human brain: implications for fatty acid requirements. *Early Human Development*, 4, 2: 121-129

- Cohen J.T., Bellinger D.C., Connor W.E., Shaywitz B.A. 2005. A quantitative analysis of prenatal intake of n-3 polyunsaturated fatty acids and cognitive development. *American Journal of Preventive Medicine*, 29, 4: 366–374
- Colquhoun D., Reeve A. 2013. Krill oil claims: fact or fiction? An analysis of the literature. *Heart, Lung and Circulation*, 22, Suppl. 1: S126–S266
- Connelly N.A., Lauber T.B., Niederdeppe J., Knuth B.A. 2014. How can more women of childbearing age be encouraged to follow fish consumption recommendations? *Environment Research Journal*, 135: 88-94
- Cunnane S.C., Francescutti V., Brenna J.T., Crawford M.A. 2000. Breast-fed infants achieve a higher rate of brain and whole body docosahexaenoate accumulation than formula-fed infants not consuming dietary docosahexaenoate. *Lipids*, 35, 1: 105-111
- Čaldarović O., Buble T., Draženović M., Jakšić J., Lalić B., Lucić D., Putar Novoselec M., Vidović T., Zojčeska A., Franičević V. 2007. Sociološka studija o preferencijama u ishrani ribom i drugim proizvodima ribarstva stanovništva Republike Hrvatske. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet: 148 str.
- De Giuseppe R., Roggi C., Cena H. 2014. n-3 LC-PUFA supplementation: effects on infant and maternal outcomes. *European Journal of Nutrition*, 53, 5: 1147-1154
- De Groot R.H., Hornstra G., van Houwelingen A.C., Roumen F. 2004. Effect of alpha-linolenic acid supplementation during pregnancy on maternal and neonatal polyunsaturated fatty acid status and pregnancy outcome. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79, 2: 251-260
- Delgado-Noguera M.F., Calvache J.A., Bonfill Cosp. X. 2013. Supplementation with long chain polyunsaturated fatty acids (LCPUFA) to breastfeeding mothers for improving child growth and development (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2010, 12, CD007901, doi: 10.1002/14651858.CD007901.pub2: 43 str.
- Demmelmaier H., Iser B., Rauh-Pfeiffer A., Koletzko B. 1999. Comparison of bolus versus fractionated oral applications of [¹³C]-linoleic acid in humans. *European Journal of Clinical Investigation*, 29, 7: 603-609
- Deroma L., Valent F., Parpinel M., Barbone F. 2013. Comparison of seafood consumption in a group of Italian mother-child pairs. *Journal of Health, Population, and Nutrition*, 31, 4: 455-461
- DGE. 2014. Wissenschaft: Referenzwerte: Fett, essenzielle fettsäuren. Bonn, Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V.: 1 str.
<https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/fett/> (avgust 2014)

- Dunstan J.A., Mitoulas L.R., Dixon G., Doherty D.A., Hartmann P.E., Simmer K., Prescott S.L. 2007. The effects of fish oil supplementation in pregnancy on breast milk fatty acid composition over the course of lactation: a randomized controlled trial. *Pediatric Research*, 62, 6: 689-694
- Dutta-Roy A.K. 2000. Transport mechanisms for long-chain polyunsaturated fatty acids in the human placenta. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 1: 315-322
- EFSA. 2004. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to mercury and methylmercury in food. *EFSA Journal*, 34, doi: 10.2903/j.efsa.2004.34: 14 str.
- EFSA. 2009. Scientific opinion: Safety of 'Lipid extract from *Euphausia superba*' as a novel food ingredient. *EFSA Journal*, 938, doi: 10.2903/j.efsa.2009.938: 17 str.
- EFSA. 2010. Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal*, 8, 3, doi: 10.2903/j.efsa.2010.1461: 1461-1567
- EFSA. 2012. Scientific opinion on the Tolerable Upper Intake Level of eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA) and docosapentaenoic acid (DPA). *EFSA Journal*, 10, 7, doi: 10.2903/j.efsa.2012.2815: 2815-2862
- EFSA. 2013. Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union. *EFSA Journal*, 11, 10, doi: 10.2903/j.efsa.2013.3408: 3408-3511
- EFSA. 2014a. Scientific Opinion on the essential composition of infant and follow-on formulae. *EFSA Journal*, 12, 7, doi: 10.2903/j.efsa.2014.3760: 3760-3866
- EFSA. 2014b. Outcome of a public consultation on the draft Scientific Opinion of the EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) on the essential composition of infant and follow-on formulae. Parma, European Food Safety Authority: 146 str.
<http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/633e> (november 2014)
- EFSA. 2014c. Scientific Opinion on health benefits of seafood (fish and shellfish) consumption in relation to health risks associated with exposure to methylmercury. *EFSA Journal*, 12, 7, doi: 10.2903/j.efsa.2014.3761: 3761-3840
- European Nutrition and Health Report 2009. 2009. Elmadfa I. (ed.). Vienna, Forum of Nutrition: 412 str.
- FAO/WHO. 1981. Codex Alimentarius: Standard for infant formula and formulas for special medical purposes intended for infants. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization: 19 str.

http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/en/?no_cache=1
(november 2015)

Fatty Acids: Supplement to McCance and Widdowson's The composition of foods. 1998. Cambridge, Royal Society of Chemistry, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food: 209 str.

FDA/EPK. 2014. Fish: what pregnant women and parents should know. Draft updated advice by FDA and EPK. Silver Spring, U.S. Food and Drug Administration: 1 str.
<http://www.fda.gov/food/foodborneillnesscontaminants/metals/ucm393070.htm>
(november 2014)

Ferdinandusse S., Denis S., Mooijer P.A., Zhang Z., Reddy J.K., Spector A.A., Wanders R.J. 2001. Identification of the peroxisomal beta-oxidation enzymes involved in the biosynthesis of docosahexaenoic acid. *Journal of Lipid Research*, 42, 12: 1987-1995

Feskanich D., Willet W.C. 1993. The use and validity of food frequency questionnaires in epidemiologic research and clinical practice. *Medicine, Exercise, Nutrition, and Health*, 2: 143-154

Fidler N., Koletzko B., Sauerwald T.U. 1999. Single cell oils production and application. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo. Zootehnika*, 74, 2: 37-45

Fidler N., Koletzko B. 2000. The fatty acid composition of human colostrum. *European Journal of Nutrition*, 39, 1: 31-37

Fidler N., Salobir K. 2000. Polyunsaturated fatty acid composition of human colostrums lipids in Slovenia: regional differences. *Food Technology and Biotechnology*, 38, 2: 149-153

Fidler N., Sauerwald T., Pohl A., Demmelmair H., Koletzko B. 2000a. Docosahexaenoic acid transfer into human milk after dietary supplementation: a randomized clinical trial. *Journal of Lipid Research*, 41, 9: 1376-1383

Fidler N., Salobir K., Stibilj V. 2000b. Fatty acid composition of human milk in different regions of Slovenia. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 44, 1: 187-193

Fidler Mis N. 2011. Dojenje in prehrana doječe matere: knjižica za starše. Ljubljana, UKC Ljubljana, Pediatrična klinika, Klinični odd. za neonatologijo: 22 str.

Fidler Mis N., Orel R. 2013. Vegetarian diets in pregnancy, lactation, infancy and childhood. *Zdravniški vestnik*, 82, Suppl. 1: S133-S137

FAO. 2010. Fats and fatty acids in human nutrition: Report of an expert consultation. FAO Food and Nutrition Paper 91. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations: 166 str.

- Franke C., Verwied-Jorky S., Campoy C., Trak-Fellermeier M., Decsi T., Dolz V., Koletzko B. 2008. Dietary intake of natural sources of docosahexaenoic acid and folate in pregnant women of three European cohorts. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 53, 3-4: 167-174
- FSA. 2014. Views wanted on algal oil. York, Food Standard Agency: 1 str.
<http://www.food.gov.uk/news-updates/news/2014/5970/algal-oil> (avgust 2014)
- FSANZ. 2003. DHASCO and ARASCO oils as sources of long-chain polyunsaturated fatty acids in infant formula: A safety assessment. Technical report series no. 22. Canberra, Food Standards Australia New Zealand: 54 str.
- Gabrijelčič Blenkuš M., Gregorič M., Tivadar B., Koch V., Kostanjevec S., Fajdiga Turk V., Žalar A., Lavtar D., Kuhar D., Rozman U. 2009. Prehrabene navade odraslih prebivalcev Slovenije z vidika varovanja zdravja. Ljubljana, Inštitut za varovanje zdravja: 183 str.
- García-Segovia P., González-Carrascosa R., Martínez-Monzó J., Ngo J., Serra-Majem L. 2011. New technologies applied to food frequency questionnaires: a current perspective. *Nutrición Hospitalaria*, 26, 4: 803-806
- Gaviglio A., Demartinia E., Mauracherb C., Pirania A. 2014. Consumer perception of different species and presentation forms of fish: An empirical analysis in Italy. *Food Quality and Preference*, 36: 33-49
- Gibson R.A., Neumann M.A., Lien E.L., Boyd K.A., Tu W.C. 2013. Docosahexaenoic acid synthesis from alpha-linolenic acid is inhibited by diets high in polyunsaturated fatty acids. *Prostaglandins, Leukotrienes, and Essential Fatty Acids*, 88, 1: 139-146
- Gilbert C. 1991. Krill. Cambridge, Natural Environment Research Council, British Antarctic Survey: 1 str.
<http://www.photo.antarctica.ac.uk/external/guest/detail/cart/10001036/1/8>
(november 2014)
- Gould J.F., Smithers L.G., Makrides M. 2013. The effect of maternal omega-3 (n-3) LCPUFA supplementation during pregnancy on early childhood cognitive and visual development: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *American Journal of Clinical Nutrition*, 97, 3: 531-544
- Gould J.F., Makrides M., Colombo J., Smithers L.G. 2014. Randomized controlled trial of maternal omega-3 long-chain PUFA supplementation during pregnancy and early childhood development of attention, working memory, and inhibitory control. *American Journal of Clinical Nutrition*, 99, 4: 851-859
- Green E., Lee M., Parfey L., Žemaitis R. 2012. Maternal and child nutrition. V: *Multicultural handbook of food, nutrition and dietetics*. Thaker A., Barton A. (eds.). Chichester, Blackwell Publishing Ltd: 317-353

- Guesnet P., Alessandri J.M. 2011. Docosaheptaenoic acid (DHA) and the developing central nervous system (CNS) - Implications for dietary recommendations. *Biochimie*, 93, 1: 7-12
- Gurr M.I. 2000. *Fats. V: Human nutrition dietetics*. 10th ed. Garrow J.S., Janes W.P.T., Ralph A. (eds.). London, Harcourt Publishers Ltd: 97-120
- Guxens M., Mendez M.A., Moltó-Puigmartí C., Julvez J., García-Esteban R., Forns J., Ferrer M., Vrijheid M., López-Sabater M.C., Sunyer J. 2011. Breastfeeding, long-chain polyunsaturated fatty acids in colostrum, and infant mental development. *Pediatrics*, 128, 4: 880-889
- Harris W.S. 2004. Fish oil supplementation: Evidence for health benefits. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, 71, 3: 208-221
- Haggarty P. 2004. Effect of placental function on fatty acid requirements during pregnancy. *European Journal of Clinical Nutrition*, 58, 12: 1559-1570
- Hanebutt F.L., Demmelmair H., Schiessl B., Larqué E., Koletzko B. 2008. Long-chain polyunsaturated fatty acid (LC-PUFA) transfer across the placenta. *Clinical Nutrition*: 27, 5: 685-693
- Helland I.B., Smith L., Saarem K., Saugstad O.D., Drevon C.A. 2003. Maternal supplementation with very-long-chain n-3 fatty acids during pregnancy and lactation augments children's IQ at 4 years of age. *Pediatrics*, 111, 1: e39-e44, doi: 10.1542/peds.111.1.e39: 5 str.
- Hibbeln J.R., Davis J.M., Steer C., Emmett P., Rogers I., Williams C., Golding J. 2007. Maternal seafood consumption in pregnancy and neurodevelopmental outcomes in childhood (ALSPAC study): an observational cohort study. *Lancet*, 369, 9561: 578-585
- Hoh E., Lehotay S.J., Pangallo K.C., Mastovska K., Ngo H.L., Reddy C.M., Vetter W. 2009. Simultaneous quantitation of multiple classes of organohalogen compounds in fish oils with direct sample introduction comprehensive two-dimensional gas chromatography and time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 7: 2653-2660
- Hornstra G. 2000. Essential fatty acids in mothers and their neonates. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 5: 1262-1269
- Horvath A., Koletzko B., Szajewska H. 2007. Effect of supplementation of women in high-risk pregnancies with long-chain polyunsaturated fatty acids on pregnancy outcomes and growth measures at birth: a meta-analysis of randomized controlled trials. *British Journal of Nutrition*, 98, 2: 253-259

- Huffman S.L., Harika R.K., Eilander A., Osendarp S.J. 2011. Essential fats: how do they affect growth and development of infants and young children in developing countries? A literature review. *Maternal and Child Nutrition*, 7, Suppl. 3: S44-S65
- Imhoff-Kunsch B., Briggs V., Goldenberg T., Ramakrishnan U. 2012. Effect of n-3 long-chain polyunsaturated fatty acid intake during pregnancy on maternal, infant, and child health outcomes: a systematic review. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, 26, Suppl. 1: S91-S107
- Innis S.M. 1992. Human milk and formula fatty acids. *Journal of Pediatrics*, 120, 4 Pt 2: S56-S61.
- Innis S.M. 1994. n-3 fatty acid requirements of the newborn. *Lipids*, 27, 11: 879-885
- Innis S.M., Gilley J., Werker J. 2001. Are human milk longchain polyunsaturated fatty acids related to visual and neural development in breast-fed term infants? *Journal of Pediatrics*, 139, 4: 532-538
- Innis S.M. 2003. Perinatal biochemistry and physiology of long-chain polyunsaturated fatty acids. *Journal of Pediatrics*, 143, Suppl. 4: S1-S8
- Innis S.M. 2005. Essential fatty acid transfer and fetal development. *Placenta*, 26, Suppl. A: S70-S75
- Innis S.M. 2007. Fatty acids and early human development. *Early Human Development*, 83, 12: 761-766
- IOM. 2005. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. Washington, DC, The National Academy Press: 422-541
- ISSFAL. 2004. Report of the sub-committee on recommendations for intake of polyunsaturated fatty acids in healthy adults. Brighton, International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids: 22 str.
<http://www.issfal.org/news-links/resources/publications/PUFAIntakeReccomdFinalReport.pdf> (november 2014)
- Jensen C.L., Maude M., Anderson R.E., Heird W.C. 2000. Effect of docosahexaenoic acid supplementation of lactating women on the fatty acid composition of breast milk lipids and maternal and infant plasma phospholipids. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71: 292-299
- Jensen C.L., Voigt R.G., Prager T.C., Zou Y.L., Fraley J.K., Rozelle J.C., Turcich M.R., Llorente A.M., Anderson R.E., Heird W.C. 2005. Effects of maternal docosahexaenoic acid intake on visual function and neurodevelopment in breastfed term infants. *American Journal of Clinical Nutrition*, 82, 1: 125-32

- Jia X., Pakseresht M., Wattar N., Wildgrube J., Sontag S., Andrews M., Subhan F.B., McCargar L., Field C.J. 2015. Women who take n-3 long-chain polyunsaturated fatty acid supplements during pregnancy and lactation meet the recommended intake. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40, 5: 474-481
- Johnston M., Landers S., Noble L., Szucs K., Viehmann L. 2012. Breastfeeding and the use of human milk. *Pediatrics*, 129, 3: 827-841
- Jordan R.G. 2010. Prenatal omega-3 fatty acids: review and recommendations. *Journal of Midwifery Women's Health*, 55, 6: 520-528
- Kibiuk L.V. 2012. Induction: The making of a neuron. Baltimore, Society for Neuroscience, BrainFacts.org: 1 str.
<http://www.brainfacts.org/Brain-Basics/Brain-Development/Articles/2012/Induction-The-Making-of-a-Neuron> (november 2014)
- King M.W. 2013. Physiologically relevant fatty acids. *The Medical Biochemistry Page*: 1 str.
<http://themedicalbiochemistrypage.org/lipids.php> (november 2014)
- Klingler M., Demmelmair H., Larqué E., Koletzko B. 2003. Analysis of FA contents in individual lipid fractions from human placental tissue. *Lipids*, 38, 5: 561-566
- Kohlmeier M. 2015. Nutrient metabolism: Structures, functions, and genes. 2nd ed. London, Academic Press: 164-174
- Koletzko B., Sinclair A. 1999. Long-chain polyunsaturated fatty acids in diets for infants: choices for recommending and regulating bodies and for manufacturers of dietary products. *Lipids*, 34, 2: 215-220
- Koletzko B., Rodriguez-Palmero M., Demmelmair H., Fidler N., Jensen R., Sauerwald T. 2001. Physiological aspects of human milk lipids. *Early Human Development, Suppl.* 65: S3-S18
- Koletzko B., Cetin I., Brenna J.T. 2007. Dietary fat intakes for pregnant and lactating women. *British Journal of Nutrition*, 98, 5: 873-877
- Koletzko B., Lien E., Agostoni C., Böhles H., Campoy C., Cetin I., Decsi T., Dudenhausen J.W., Dupont C., Forsyth S., Hoesli I., Holzgreve W., Lapillonne A., Putet G., Secher N.J., Symonds M., Szajewska H., Willatts P., Uauy R. 2008. The roles of long-chain polyunsaturated fatty acids in pregnancy, lactation and infancy: review of current knowledge and consensus recommendations. *Journal of Perinatal Medicine*, 36, 1: 5-14
- Koletzko B., Lattka E., Zeilinger S., Illig T., Steer C. 2011. Genetic variants of the fatty acid desaturase gene cluster predict amounts of red blood cell docosahexaenoic and other polyunsaturated fatty acids in pregnant women: findings from the Avon

longitudinal study of parents and children. *American Journal of Clinical Nutrition*, 93, 1: 211-219

Koletzko B., Bauer C.P., Bung P., Cremer M., Flothkötter M., Hellmers C., Kersting M., Krawinkel M., Przyrembel H., Rasenack R., Schäfer T., Vetter K., Wahn U., Weissenborn A., Wöckel A. 2013a. German National consensus recommendations on nutrition and lifestyle in pregnancy by the 'Healthy start – young family network'. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 63, 4: 311-322

Koletzko B., Bhutta Z.A., Cai W., Cruchet S., Guindi M., Fuchs G.J., Goddard E.A., van Goudoever J.B., Quak S.H., Kulkarni B., Makrides M., Ribeiro H., Walker A. 2013b. Compositional requirements of follow-up formula for use in infancy: recommendations of an international expert group coordinated by the Early Nutrition Academy. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 62, 1: 44-54

Koletzko B. 2014. Human milk lipids, brain development, and other health outcomes. V: Reinforcing the bridge between research and practice – applying the science of breastfeeding. Medela's 9th International Breastfeeding and Lactation Symposium, Madrid, 4-5 apr. 2014. Madrid, Medela: 1-3

Koletzko B., Boey C.C., Campoy C., Carlson S.E., Chang N., Guillermo-Tuazon M.A., Joshi S., Prell C., Quak S.H., Sjarif D.R., Su Y., Supapannachart S., Yamashiro Y., Osendarp S.J. 2014. Current Information and Asian Perspectives on Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids in Pregnancy, Lactation, and Infancy: Systematic Review and Practice Recommendations from an Early Nutrition Academy Workshop. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 65, 1: 49-80

Kyle D.J., Sicotte V.J., Singer J.J., Reeb S.E. 1992. Bioproduction of docosahexaenoic acid (DHA) by microalgae. V: Industrial applications of single cell oils. Kyle D.J., Ratledge C. (eds.). Champaign, American Oil Chemists' Society: 287-300

Lando A.M., Fein S.B., Choinière C.J. 2012. Awareness of methylmercury in fish and fish consumption among pregnant and postpartum women and women of childbearing age in the United States. *Environmental Research*, 116: 85-92

La Molina Febico. 2007. *Cryptocodinium cohnii* (Red algae). Hayward, La Molina Febico: 1 str.
<http://www.lamolina.net/cryptocodiniumcohnii.html> (november 2014)

Larqué E., Demmelmair H., Berger B., Hasbargen U., Koletzko B. 2003. *In vivo* investigation of the placental transfer of (13)C-labeled fatty acids in humans. *Journal of Lipid Research*, 44, 1: 49-55

Larqué E., Pagán A., Prieto M.T., Blanco J.E., Gil-Sánchez A., Zornoza-Moreno M., Ruiz-Palacios M., Gázquez A., Demmelmair H., Parrilla J.J., Koletzko B. 2014. Placental fatty acid transfer: a key factor in fetal growth. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 64, 3-4: 247-253

- Lauritzen L., Hansen H.S., Jorgensen M.H., Michaelsen K.F. 2001. The essentiality of long chain n-3 fatty acids in relation to development and function of the brain and retina. *Progress in Lipid Research*, 40, 1-2: 1-94
- Lauritzen L., Carlson S.E. 2011. Maternal fatty acid status during pregnancy and lactation and relation to newborn and infant status. *Maternal and Child Nutrition*, 7, 2: 41-58
- Lattka E., Klopp N., Demmelmair H., Klingler M., Heinrich J., Koletzko B. 2012. Genetic variations in polyunsaturated fatty acid metabolism - implications for child health? *Annals of Nutrition and Metabolism*, 60, 3: 8-17
- Leventakou V., Roumeliotaki T., Martinez D., Barros H., Brantsaeter A.L., Casas M., Charles M.A., Cordier S., Eggesbø M., van Eijsden M., Forastiere F., Gehring U., Govarts E., Halldórsson T.I., Hanke W., Haugen M., Hepe D.H., Heude B., Inskip H.M., Jaddoe V.W., Jansen M., Kelleher C., Meltzer H.M., Merletti F., Moltó-Puigmartí C., Mommers M., Murcia M., Oliveira A., Olsen S.F., Pele F., Polanska K., Porta D., Richiardi L., Robinson S.M., Stigum H., Strøm M., Sunyer J., Thijs C., Viljoen K., Vrijkotte T.G., Wijga A.H., Kogevinas M., Vrijheid M., Chatzi L. 2014. Fish intake during pregnancy, fetal growth, and gestational length in 19 European birth cohort studies. *American Journal of Clinical Nutrition*, 99, 3: 506-16
- Libuda L., Stimming M., Mesch C., Warschburger P., Kalhoff H., Koletzko B.V., Kersting M. 2014. Frequencies and demographic determinants of breastfeeding and DHK supplementation in a nationwide sample of mothers in Germany. *European Journal of Nutrition*, 53, 6: 1335-1344
- Lo A., Sienna J., Mamak E., Djokanovic N., Westall C., Koren G. 2012. The effects of maternal supplementation of polyunsaturated fatty acids on visual, neurobehavioural, and developmental outcomes of the child: a systematic review of the randomized trials. *Obstetrics and Gynecology International*, 2012, ID591531, doi:10.1155/2012/591531: 9 str.
- Lohner S., Fekete K., Marosvölgyi T., Decsi T. 2013. Gender differences in the long-chain polyunsaturated fatty acid status: systematic review of 51 publications. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 62, 2: 98-112
- Makrides M., Neumann M.A., Gibson R.A. 1996. Effect of maternal docosahexaenoic acid (DHA) supplementation on breast milk composition. *European Journal of Clinical Nutrition*, 50, 6: 352-357
- Makrides M., Gibson R.A. 2000. Long-chain polyunsaturated fatty acids requirements during pregnancy and lactation. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 1: 307-311
- Makrides M., Gibson R.A., Udell T., Ried K. 2005. Supplementation of infant formula with long-chain polyunsaturated fatty acids does not influence the growth of term infants. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81, 5: 1094-1101

- Makrides M., Duley L., Olsen S.F. 2006. Marine oil, and other prostaglandin precursor, supplementation for pregnancy uncomplicated by preeclampsia or intrauterine growth restriction. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 19, 3, CD003402, doi:10.1002/14651858.CD003402.pub2: 82 str.
- Makrides M. 2013. DHA supplementation during the perinatal period and neurodevelopment: Do some babies benefit more than others? *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 88, 1: 87-90
- Martin J.C, Bougnoux P., Fignon A., Theret V., Antoine J.M., Lamisse F., Couet C. 1993. Dependence of human milk essential fatty acids on adipose stores during lactation. *American Journal of Clinical Nutrition*, 58, 5: 653-659
- Martinez M. 1992. Tissue levels of polyunsaturated fatty acids during early human development. *Journal of Pediatrics*, 120, 4 Pt 2: S129-S138
- Martinez M. 1994. Polyunsaturated fatty acids in the developing human brain, red cells and plasma: influence of nutrition and peroxisomal disease. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 75: 70-78
- Martínez M., Vázquez E., García-Silva M.T., Manzanares J., Bertran J.M., Castelló F., Mougán I. 2000. Therapeutic effects of docosahexaenoic acid ethyl ester in patients with generalized peroxisomal disorders. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 1: 376-385
- Miklavčič A., Casetta A., Snoj Tratnik J., Mazej D., Krsnik M., Mariuz M., Sofianou K., Spirić Z., Barbone F., Horvat M. 2013. Mercury, arsenic and selenium exposure levels in relation to fish consumption in the Mediterranean area. *Environmental Research*, 120: 7-17
- Nesheim M.C., Yaktine A.L. 2007. *Seafood choices: balancing benefits and risks of seafood consumption*. Washington, The National Academies Press: 195-216
- Neuringer M. 2000. Infant vision and retinal function in studies of dietary long-chain polyunsaturated fatty acids: methods, results, and implications. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, Suppl. 1: S256-S267
- NIJZ. 2014. Perinatalni informacijski sistem Republike Slovenije - primerjava podatkov med regijami za leto 2012. Ljubljana: NIJZ – Nacionalni inštitut za javno zdravje Republike Slovenije: baza podatkov.
<https://podatki.nijz.si/pxweb/sl/NIJZ%20podatkovni%20portal/>
- Nordic Council of Ministers. 2012. *Nordic nutrition recommendations 2012: Integrating nutrition and physical activity*. 5th ed. Copenhagen, Nordisk Ministerråd: 627 str.
- Norwegian Institute of Public Health. 2011. *Questionnaires from MoBa*. Oslo, Norwegian Institute of Public Health: 1 str.

http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=240&trg=MainContent_6894&Main_6664=6894:0:25,7372:1:0:0:::0:0&MainContent_6894=6706:0:25,7375:1:0:0:::0:0 (april 2015)

NutritionQuest. 2009. Questionnaires and screeners. Berkeley, NutritionQuest: 1 str.
<https://www.nutritionquest.com/assessment/list-of-questionnaires-and-screeners/>
(november 2013)

Ograjenšek I. 2005. Analiza kvantitativnih podatkov. V: Metode raziskovalnega dela za ekonomiste: Izbrane teme. Bregar L., Ograjenšek I., Bavdaž M. (ur.). Ljubljana, Ekonomska fakulteta v Ljubljani, Enota za založništvo: 132-156

Oken E., Kleinman K.P., Berland W.E., Simon S.R., Rich-Edwards J.W., Gillman M.W. 2003. Decline in fish consumption among pregnant women after a national mercury advisory. *Obstetrics and Gynecology*, 102, 2: 346-351

OPKP. 2015. Odprta platforma za klinično prehrano. Ljubljana, Inštitut Jožef Štefan: baza podatkov.
<http://opkp.si> (januar 2015)

Orel R. 2012. Vegetarijanska prehrana dojenčkov, otrok in mladostnikov – za in proti. V: Izbrana poglavja iz pediatrije, Vegetarijanska prehrana otrok in mladostnikov. Kržišnik C., Battelino T. (ur.). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za pediatrijo: 186-196

Orel R., Sedmak M., Fidler Mis N. 2014. Vegetarijanska prehrana pri otrocih – praktična navodila. *Zdravniški vestnik*, 83, 2: 167-179

Pawlosky R., Hibbeln J., Lin Y., Salem N. Jr. 2003a. n-3 fatty acid metabolism in women. *British Journal of Nutrition*, 90, 5: 993-995

Pawlosky R.J., Hibblen J.R., Lin Y., Goodson S., Riggs P., Sebring N., Brown G.L., Salem N. Jr. 2003b. Effects of beef- and fish-based diets on the kinetics of n-3 fatty acid metabolism in human subjects. *American Journal of Clinical Nutrition*, 77, 3: 565-572

Petrie J.R., Shrestha P., Liu Q., Mansour M.P., Wood C.C., Zhou X.R., Nichols P.D., Green A.G., Singh S.P. 2010. Rapid expression of transgenes driven by seed-specific constructs in leaf tissue: DHK production. *Plant Methods*, 6, 8: 1-6

Pinto E., Ramos E., Severo M., Casal S., Dos Santos Silva I., Lopes C., Barros H. 2010. Measurement of dietary intake of fatty acids in pregnant women: comparison of self-reported intakes with adipose tissue levels. *Annals of Epidemiology*, 20, 8: 599-603

Pokorn D. 2004. Prehrana v različnih življenjskih obdobjih. Ljubljana, Marbona: 240 str.

Prosen M., Poklar Vatovec T. 2011. Prehranjevalne navade nosečnic v povezavi s telesno težo pred in med nosečnostjo. *Obzornik zdravstvene nege*, 45, 3: 173-179

- Qawasmi A., Landeros-Weisenberger A., Leckman J.F., Bloch M.H. 2012. Meta-analysis of long-chain polyunsaturated fatty acid supplementation of formula and infant cognition. *Pediatrics*, 129, 6: 1141-1149
- Qawasmi A., Landeros-Weisenberger A., Bloch M.H. 2013. Meta-analysis of LCPUFA supplementation of infant formula and visual acuity. *Pediatrics*, 131, 1: e262-e272, doi: 10.1542/peds.2012-0517: 11 str.
- Rawn D.F., Breakell K., Verigin V., Nicolidakis H., Sit D., Feeley M. 2009. Persistent organic pollutants in fish oil supplements on the Canadian market: polychlorinated biphenyls and organochlorine insecticides. *Journal of Food Science*, 74, 1: T14-T19
- Referenčne vrednosti za vnos hranil. 2004. 1. izd. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije: 215 str.
- Rogelj I., Fidler Mis N., Bratanič B. 2011. *Moje-mleko*. Raziskava o vlogi materinega mleka v razvoju črevesne mikrobiote dojenčka. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 1 str. www.moje-mleko.si (april 2015)
- Rogers L.K., Valentine C.J., Keim S.A. 2013. DHK supplementation: current implications in pregnancy and childhood. *Pharmacological Research*, 70, 1: 13-19
- Rosenfeld E., Beyerlein A., Hadders-Algra M., Kennedy K., Singhal A., Fewtrell M., Lucas A., Koletzko B., von Kries R. 2009. IPD meta-analysis shows no effect of LC-PUFA supplementation on infant growth at 18 months. *Acta Paediatrica*, 98, 1: 91-97
- Rovan J., Korenjak-Černe S., Pfajfar L. 2009. *Statistični obrazci in tabele*. Ljubljana, Ekonomska fakulteta v Ljubljani, Enota za založništvo: 73 str.
- SACN. 2004. *Advice on fish consumption: benefits and risks*. London, The Stationery Office: 204 str.
- Salem N. Jr., Wegher B., Mena P., Uauy R. 1996. Arachidonic and docosahexaenoic acids are biosynthesized from their 18-carbon precursors in human infants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93, 1: 49-54
- Salvig J.D., Lamont R.F. 2011. Evidence regarding an effect of marine n-3 fatty acids on preterm birth: a systematic review and meta-analysis. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 90, 8: 825-838
- Sandgruber S., Buettner A. 2012. Comparative human-sensory evaluation and quantitative comparison of odour-active oxidation markers of encapsulated fish oil products used for supplementation during pregnancy and the breastfeeding period. *Food Chemistry*, 133, 2: 458-466

- San Giovanni J.P., Chew E.Y. 2005. The role of omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in health and disease of the retina. *Progress in Retinal and Eye Research*, 24, 1: 87-138
- San Giovanni J.P., Berkey C.S., Dwyer J.T., Colditz G.A. 2000a. Dietary essential fatty acids, long chain polyunsaturated fatty acids, and visual resolution acuity in healthy fullterm infants: a systematic review. *Early Human Development*, 57, 3: 165-188
- San Giovanni J.P., Parra-Cabrera S., Colditz G.A., Berkey C.S., Dwyer J.T. 2000b. Meta-analysis of dietary essential fatty acids and long chain polyunsaturated fatty acids as they relate to visual resolution acuity in healthy preterm infants. *Pediatrics*, 105, 6: 1292-1298
- Sauerwald T.U., Hachey D.L., Jensen C.L., Chen H., Anderson R.E., Heird W.C. 1997. Intermediates in endogenous synthesis of C22:6 ω 3 and C20:4 ω 6 by term and preterm infants. *Pediatric Research*, 1997, 41: 183-187
- Schaeffer L., Gohlke H., Muller M., Heid I.M., Palmer L.J., Kompauer I., Demmelmair H., Illig T., Koletzko B., Heinrich J. 2006. Common genetic variants of the FADS1 FADS2 gene cluster and their reconstructed haplotypes are associated with the fatty acid composition in phospholipids. *Human Molecular Genetics*, 15, 11: 1745-1756
- Sedmak M. 2012. Vegetarijanska prehrana pri otrocih. V: Izbrana poglavja iz pediatrije, Vegetarijanska prehrana otrok in mladostnikov. Kržišnik C., Battelino T. (ur.). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za pediatrijo: 147-159
- SINU. 2012. Livelli di Assunzione di Riferimento di Nutrienti ed energia per la popolazione italiana. Milano, Societa` Italiana di Comunicazione Scientifica e Sanitaria, Societa` Italiana di Nutrizione Umana: 50 str.
- Stillwell W., Wassall S.R. 2003. Docosahexaenoic acid: membrane properties of a unique fatty acid. *Chemistry and Physics of Lipids*, 126, 1: 1-27
- Szajewska H., Horvath A., Koletzko B. 2006. Effect of n-3 long-chain polyunsaturated fatty acid supplementation of women with low-risk pregnancies on pregnancy outcomes and growth measures at birth: a meta-analysis of randomized controlled trials. *American Journal of Clinical Nutrition*, 83, 6: 1337-1344
- Szajewska H., Makrides M. 2011. Is early nutrition related to short-term health and long-term outcome?. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 58, Suppl. 1: S38-S48
- Thompson F.E., Subar A.F. 2013. Dietary assessment methodology. V: Nutrition in the prevention and treatment of disease. 3rd ed. Coulston A.M., Boushey C.J., Ferruzzi M.G. (eds.). San Diego, Elsevier Inc.: 5-46

- Tomšič S., Kofol Bric T., Korošec A., Maučec Zakotnik J. 2014. Izzivi v izboljševanju vedenjskega sloga in zdravja. Desetletje CINDI raziskav v Sloveniji. Ljubljana, Nacionalni inštitut za javno zdravje: 157 str.
- Troxell H., Anderson J., Auld G., Marx N., Harris M., Reece M., Allen K. 2005. Omega-3 for Baby and Me: Material Development for a WIC Intervention to Increase DHA Intake during Pregnancy. *Maternal and Child Health Journal*, 9, 2: 189-197
- Uauy R., Mena P., Wegher B., Nieto S., Salem N. Jr. 2000. Long chain polyunsaturated fatty acid formation in neonates: effect of gestational age and intrauterine growth. *Pediatric Research*, 47: 127-135
- Uauy R., Hoffman D.R., Mena P., Llanos A., Birch E.E. 2003. Term infant studies of DHA and ARA supplementation on neurodevelopment: results of randomized controlled trials. *Journal of Pediatrics*, 143, Suppl. 4: S17-S25
- Uauy R., Dangour A.D. 2009. Fat and fatty acid requirements and recommendations for infants of 0-2 years and children of 2-18 years. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 55, 1-3: 76-96
- University of Liverpool. 2013. Fish oil may stall effects of junk food on brain. Liverpool, University of Liverpool: 1 str.
<http://news.liv.ac.uk/2013/05/14/fish-oil-may-stall-effects-of-junk-food-on-brain/>
(december 2014)
- USDA/HHS. 2010. Dietary guidelines for Americans. Rockville, U.S. Department of Agriculture/U.S. Department of Health and Human Services: 95 str.
<http://www.health.gov/dietaryguidelines/2010.asp> (november 2014)
- Valent F., Pisa F., Mariuz M., Horvat M., Gibicar D., Fajon V. Mazej D., Daris F., Barbone F. 2011. Esposizione fetale e perinatale a mercurio e selenio: valutazione alla baseline di una coorte di bambini del Friuli Venezia Giulia. *Epidemiologia e prevenzione*, 35, 1: 33-42
- Valent F., Mariuz M., Bin M., Little D., Mazej D., Tognin V., Tratnik J., McAfee A.J., Mulhern M.S., Parpinel M., Carrozzi M., Horvat M., Tamburlini G., Barbone F. 2013. Associations of prenatal mercury exposure from maternal fish consumption and polyunsaturated fatty acids with child neurodevelopment: a prospective cohort study in Italy. *Journal of Epidemiology*, 23, 5: 360-370
- Vitta B., Dewey K. 2012. Essential fats for mothers and infants: Another dimension of dietary quality. *Alive & Thrive Technical Brief*, 3, 5: 1-10
- Weichselbaum E., Coe S., Buttriss J., Stanner S. 2013. Fish in the diet: A review. *Nutrition Bulletin*, 38, 2: 128-177

- Welch A.A., Lund E., Amiano P., Dorronsoro M., Brustad M., Kumle M., Rodriguez M., Lasheras C., Janzon L., Jansson J., Luben R., Spencer E.A., Overvad K., Tjønneland A., Clavel-Chapelon F., Linseisen J., Klipstein-Grobusch K., Benetou V., Zavitsanos X., Tumino R., Galasso R., Bueno-De-Mesquita HB., Ocké M.C., Charrondière U.R., Slimani N. 2002. Variability of fish consumption within the 10 European countries participating in the European Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *Public Health Nutrition*, 5, 6: 1273-1285
- Wenstrom K.D. 2014. The FDA's new advice on fish: it's complicated. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 211, 5: 475-478
- Whelan J., Jahns L., Kavanagh K. 2009. Docosahexaenoic acid: measurements in food and dietary exposure. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 81, 2-3: 133–136.
- Willett W. 1998. *Nutritional epidemiology*. 2nd ed. New York, Oxford University Press: 74-100
- Woods R.K., Stoney R.M., Ireland P.D., Bailey M.J., Raven J.M., Thien F.C.K., Haydn Walters E., Abramson M.J. 2002. A valid food frequency questionnaire for measuring dietary fish intake. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 11, 1: 56-61
- Yuhas R., Pramuk K., Lien E.L. 2006. Human milk fatty acid composition from nine countries varies most in DHA. *Lipids*, 41, 9: 851– 858
- Zulkifli S.N., Yu S.M. 1992. The food frequency method for dietary assessment. *Journal of the American Dietetic Association*, 92, 6: 681-685

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici, prof. dr. Nataši Fidler Mis, za napotke pri opravljanju te naloge.

Iskrena hvala tudi somentorici, prof. dr. Ireni Rogelj, ter recenzentu, doc. dr. Tomažu Polaku, za koristne nasvete in vso pomoč.

Najlepša hvala Evgenu Benediku, za ogromno pomoč, podporo in spodbudo, predvsem pa za ves čas, ki mi ga je namenil.

Hvala Maji Škafar za pomoč pri statistični obdelavi podatkov ter ge. Lini Burkan Makivić za tehnični pregled naloge.

Zahvaljujem se tudi mag. Selmi Uršuli Muhar, ge. Mariji Pintar ter izr. prof. dr. Marjanu Simčiču za razumevanje in spodbudne besede.

Nazadnje naj se zahvalim še svojim najbližjim, predvsem staršem, bratu Jerneju in fantu Mitji, ki so mi vse od začetka študija stali ob strani in verjeli vame.

To nalogo posvečam svojemu nonotu, tatu Armandu, ki je verjel v moj uspešen zaključek študija, a tega žal ni uspel dočakati.

