

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Anija OREL

**PRIMERJAVA STATUSA PREHRANJENOSTI PRI
OTROCIH S CEREBRALNO PARALIZO
MERJENEGA Z BIOIMPEDANCO IN
ANTROPOMETRIJO**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij - 2. stopnja Prehrana

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Anja OREL

**PRIMERJAVA STATUSA PREHRANJENOSTI PRI OTROCIH S
CEREBRALNO PARALIZO MERJENEGA Z BIOIMPEDANCO IN
ANTROPOMETRIJO**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij - 2. stopnja Prehrana

**COMPARISON OF NUTRITIONAL STATUS OF CHILDREN WITH
CEREBRAL PALSY MEASURED BY BIOIMPEDANCE AND
ANTHROPOMETRY**

M. SC. THESIS
Master Study Programmes: Field Nutrition

Ljubljana, 2014

Magistrsko delo je zaključek magistrskega študijskega programa 2. stopnje Prehrana. Delo je bilo opravljeno na Pediatrični kliniki v Ljubljani.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje je za mentorico magistrskega dela imenovala prof. dr. Natašo Fidler Mis, za somentorja doc. dr. Matjaža Homana in za recenzenta prof. dr. Marjana Simčiča.

Mentorica: prof. dr. Nataša FIDLER MIS

Somentor: doc. dr. Matjaž HOMAN, dr. med.

Recenzent: prof. dr. Marjan SIMČIČ

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Anija Orel

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du2
DK	UDK 613.24-053.4/.6:616.831-009.11(043)=163.6
KG	cerebralna paraliza/ otroci/ mladostniki/ prehrana/ status prehranjenosti/ podhranjenost/ antropometrija/ bioimpedanca
AV	OREL, Anija, univ. dipl. inž. živ. in preh. (UN)
SA	FIDLER MIS, Nataša (mentorica)/HOMAN, Matjaž (somentor)/ SIMČIČ, Marjan (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI	2014
IN	PRIMERJAVA STATUSA PREHRANJENOSTI PRI OTROCIH S CEREBRALNO PARALIZO MERJENEGA Z BIOIMPEDANCO IN ANTROPOMETRIJO
TD	Magistrsko delo (Magistrski študij - 2. stopnja Prehrana)
OP	X, 71 str., 12 pregl., 16 sl., 105 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Pri bolnikih s cerebralno paralizo, zlasti s težko obliko, je tveganje za pojav podhranjenosti zaradi težav s hranjenjem in prebavljanjem hrane zelo veliko. Ocena stanja prehranjenosti je temelj za prepoznavanje podhranjenih bolnikov in za sledenje uspešnosti prehranskega zdravljenja. Cilji raziskovalne naloge so bili ugotoviti delež podhranjenih bolnikov v skupini otrok, mladostnikov in mladih odraslih s cerebralno paralizo in primerjava ujemanja različnih metod za ugotavljanje stanja prehranjenosti. V raziskavo je bilo vključenih 53 bolnikov starih med 2 in 26 let (23 ženskega spola, 30 moškega spola) z najtežjo stopnjo cerebralne paralize, ki imajo vstavljeno gastrostomo in se vodijo v ambulanti za enteralno prehrano Pediatrične klinike v Ljubljani. Pri vseh smo izmerili telesno maso, dolžino podlahtnice (za izračun višine), debeline kožnih gub (bicepsove, tricepsove, podlopatične in nadčrevnične) in izvedli merjenje bioimpedance z napravama BIA 101 in STA. Delež maščobe smo izračunali po več enačbah iz debelin kožnih gub, indeksa telesne mase (ITM) in vrednosti meritev bioimpedance. Rezultate smo primerjali z normami zdrave populacije in kjer je bilo možno z normami za bolnike s cerebralno paralizo. V primerjavi z zdravo populacijo je imelo pod 3. percentilom telesno maso 83 %, višino pa 58 % bolnikov. Glede na norme za bolnike s cerebralno paralizo je imelo pod 10. percentilom maso 32 % preiskovancev, višine pa nobeden. Pod Z -2 je imelo maso za starost 45 % (stari 2 do 10 let), razmerje mase na višino 54 % (stari 2 do 5 let), ITM 68 % (vse starosti, od 2 do 26 let). Izračuni deleža maščobe na podlagi različnih enačb iz kožnih gub so se med seboj dobro ujemali, nekaj manj pa z izračunom iz ITM, merjenje bioimpedance pa ni dalo smiselnih vrednosti. Glede na telesno sestavo je po različnih metodah delež podhranjenih bolnikov med 27 % in 58 %. Raziskava je potrdila, da je velik delež otrok in mladostnikov s težko obliko cerebralne paralize podhranjen. Ocena stanja prehranjenosti je odvisna od metod in normativov, ki jih uporabimo.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Du2
DC UDC 613.24-053.4/.6:616.831-009.11(043)=163.6
CX cerebral palsy/ children/ adolescents/ nutrition/ nutritional status/ malnutrition/ anthropometry/ bioimpedance
AU OREL, Anija
AA FIDLER MIS, Nataša (supervisor)/HOMAN, Matjaž (co-advisor)/SIMČIČ, Marjan (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY 2014
TY COMPARISON OF NUTRITIONAL STATUS OF CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY MEASURED BY BIOIMPEDANCE AND ANTHROPOMETRY
DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes: Field Nutrition)
NO X, 71 p., 12 tab., 16 fig., 105 ref.
LA sl
AI sl/en
AB In patients with cerebral palsy, especially with severe form, there is a high risk of malnutrition due to problems with eating and digesting food. Assessment of their nutritional status is essential for the identification of malnourished patients and tracking of success of nutritional therapy. The aims of the research were to determine the proportion of malnourished patients in the group of children, adolescents and young adults with severe cerebral palsy and to compare results of different methods for assessment of nutritional status. The study included 53 patients aged between 2 and 26 years (23 females, 30 males) with the most severe rate of cerebral palsy with inserted gastrostomy that are followed-up in the clinic for enteral nutrition of Children's Hospital Ljubljana. In all, we measured body weight, ulna length (to calculate the height), the thickness of skinfolds (biceps, triceps, subscapular and suprailiac) and bioimpedance by BIA 101 and STA devices. The proportion of fat was calculated according to the formulas from skinfolds, body mass index (BMI) and bioimpedance measurement values. The results were compared with the norms for healthy population and, where this was possible, with the norms for patients with cerebral palsy. Weights of 83 % and heights of 58 % patients were below the 3rd percentile compared to the healthy population. According to the norms for patients with cerebral palsy, 32 % of the subjects had weight below the 10. percentile, but nobody's height was below it. Weight for age index below -2 Z was found in 45 % of patients (aged 2 to 10 years), weight for height index in 54 % (aged 2 to 5 years), and BMI in 68 % of patients (all ages). Results of the calculations of the proportion of body fat from various equations of skin folds correlated well to each other, while to a lesser extent with the calculation from BMI. Bioimpedance measurement did not provide meaningful values. According to the body composition measured with various methods, the proportion of undernourished patients was between 27 % and 58 %. The study confirmed that a large percentage of children and adolescents with severe cerebral palsy is malnourished.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO SLIK	VII
KAZALO PREGLEDNIC	IX
1 UVOD	1
1.1 NAMEN DELA	1
1.2 HIPOTEZE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 SESTAVA TELESA V RAZLIČNIH ŽIVLJENJSKIH OBDOBJIH	2
2.2 PODHRANJENOST.....	3
2.2.1 Definicija slabe prehranjenosti, podhranjenosti in statusa prehranjenosti	3
2.2.2 Vzroki nastanka podhranjenosti	3
2.2.3 Simptomi in posledice podhranjenosti.....	4
2.2.4 Zdravljenje podhranjenosti	5
2.3 CEREBRALNA PARALIZA	5
2.3.1 Definicija in simptomi cerebralne paralize	5
2.3.2 Problem podhranjenosti pri cerebralni paralizi	6
2.3.3 Zdravljenje podhranjenosti pri cerebralni paralizi	6
3 MATERIAL IN METODE.....	8
3.1 PREISKOVANCI.....	8
3.2 ANTROPOMETRIČNE MERITVE	10
3.2.1 Meritve telesne mase in izračun telesne višine	10
3.2.2 Ugotavljanje stanja prehranjenosti z uporabo mase za starost, indeksa telesne mase za starost ter indeksa mase na višino	10
3.2.3 Izračun deleža telesne maščobe na podlagi indeksa telesne mase	11
3.3 ANTROPOMETRIČNE MERITVE KOŽNIH GUB	12
3.3.1 Interpretacija rezultatov meritev kožnih gub s pomočjo izračuna deleža telesne maščobe kot pokazatelja telesne sestave	13
3.4 MERITEV BIOIMPEDANCE.....	14
3.4.1 Postopek meritve in omejitve	15
3.4.2 Izmerjene vrednosti in njihov pomen	15
3.4.3 Izračun posameznih pokazateljev telesne sestave iz analize izmerjenih vrednosti in njihov pomen	16
3.5 STATISTIČNA ANALIZA	17

4 REZULTATI	18
4.1 UGOTAVLJANJE STANJA PREHRANJENOSTI Z INDEKSI IZPELJANIMI IZ TELESNE MASE IN VIŠINE	20
4.2 REZULTATI MERITEV DEBELINE KOŽNIH GUB	24
4.3 REZULTATI ANALIZE BIOIMPEDANCE	34
4.4 PRIMERJAVA OCENE STANJA PREHRANJENOSTI NA OSNOVI IZRAČUNA ODSTOTKOV MAŠČOBE DOBLJENIH IZ IZRAČUNA INDEKSA TELESNE MASE, IZ DEBELINE KOŽNIH GUB IN IZ MERITVE BIOIMPEDANCE.....	36
5 RAZPRAVA	49
6 SKLEPI	59
7 POVZETEK.....	60
8 VIRI	62
ZAHVALA	

KAZALO SLIK

Slika 1: Ujemanje med izračuni deleža maščobe iz debeline kožnih gub po obeh enačbah za zdrave ljudi	28
Slika 2: Korelacijski koeficient med izračuni deleža maščobe iz debeline kožnih gub po obeh enačbah za zdrave ljudi.....	29
Slika 3: Ujemanje med izračuni deleža maščobe po enačbi iz debeline dveh kožnih gub za zdrave ljudi in izračuni po enačbah za otroke s cerebralno paralizo	30
Slika 4: Korelacijski koeficient med izračuni deleža maščobe po enačbi iz debeline dveh kožnih gub za zdrave ljudi in izračuni po enačbah za otroke s cerebralno paralizo	31
Slika 5: Ujemanje med izračuni deleža maščobe po enačbi iz debeline vseh štirih kožnih gub za zdrave ljudi in izračuni po enačbah za otroke s cerebralno paralizo	32
Slika 6: Korelacijski koeficient med izračuni deleža maščobe po enačbi iz debeline vseh štirih kožnih gub za zdrave ljudi in izračuni po enačbah za otroke s cerebralno paralizo	33
Slika 7: Ujemanje med izračuni deleža maščobe iz debeline dveh kožnih gub po enačbi za zdrave ljudi in po enačbi iz indeksa telesne mase	37
Slika 8: Korelacijski koeficient med izračunom deleža maščobe iz debeline dveh kožnih gub za zdrave ljudi in izračunom deleža maščobe iz indeksa telesne mase.....	38
Slika 9: Ujemanje med izračuni deleža maščobe iz debeline vseh kožnih gub po enačbi za zdrave ljudi in po enačbi iz indeksa telesne mase	39
Slika 10: Korelacijski koeficient med izračunom deleža maščobe iz debeline vseh kožnih gub za zdrave ljudi in izračunom deleža maščobe iz indeksa telesne mase.....	40
Slika 11: Ujemanje med izračunom deleža maščobe iz debeline dveh kožnih gub po enačbi za zdrave ljudi in iz meritev bioimpedance	41

Slika 12: Korelacijski koeficient med izračunom deleža maščobe iz debeline dveh kožnih gub za zdrave ljudi in izračunom deleža maščobe iz meritev bioimpedance.....	42
Slika 13: Ujemanje med izračunom deleža maščobe iz debeline vseh kožnih gub po enačbi za zdrave ljudi in iz meritev bioimpedance	43
Slika 14: Korelacijski koeficient med izračunom deleža maščobe iz debeline vseh kožnih gub za zdrave ljudi in izračunom deleža maščobe iz meritev bioimpedance.....	44
Slika 15: Ujemanje med izračuni deleža maščobe iz meritev bioimpedance in po enačbi iz indeksa telesne mase	45
Slika 16: Korelacijski koeficient med izračuni deleža maščobe iz meritev bioimpedance in po enačbi iz indeksa telesne mase.....	46

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Stopnje funkcijске prizadetosti otrok s cerebralno paralizo (Neubauer in Rener Primec, 2013)	5
Preglednica 2: Podatki o preiskovancih.....	9
Preglednica 3: Meritve telesne višine in mase in njihova percentilna vrednost glede na referenčne vrednosti pri zdravih otrocih in mladostnikih in pri otrocih in mladostnikih s cerebralno paralizo	19
Preglednica 4: Indeks telesne mase (ITM)	21
Preglednica 5: Rezultati indeksa mase na višino, indeksa mase za starost in indeksa telesne mase prikazani kot vrednosti Z odstopanja od povprečja zdravih otrok	22
Preglednica 6: Določitev deleža maščobe na podlagi indeksa telesne mase.....	23
Preglednica 7: Rezultati meritev debeline štirih kožnih gub.....	25
Preglednica 8: Ocena deleža maščobe na podlagi debeline kožnih gub.....	26
Preglednica 9: Primerjava ocene deleža maščobe na podlagi debeline kožnih gub po enačbah za zdrave otroke in za otroke s cerebralno paralizo.....	27
Preglednica 10: Rezultati analize bioimpedance	35
Preglednica 11: Opisna ocena stanja prehranjenosti glede na odstotek maščobe izračunan s pomočjo ITM, debeline kožnih gub in bioimpedance glede na poenostavljene Tanitine tabele	47
Preglednica 12: Odstotek maščobe izračunan s pomočjo ITM, debeline kožnih gub in bioimpedance izražen v percentilah za zdravo populacijo	48

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Ω	Ohm, enota električne upornosti
A	Amper, enota za električni tok
BA	Bland-Altman (grafikoni)
BIA	bioimpedančna analiza
CP	cerebralna paraliza
DEXA	Dual-energy X-ray absorptiometry (absorpciometrija)
Hz	Herc, enota frekvence
ICC	Intraclass Correlation Coefficient (interklasni korelacijski koeficient)
ITM	indeks telesne mase
rho	korelacijski koeficient
Rz	upornost celotnega tkiva
UNICEF	United Nations Children`s Fund (Sklad Združenih narodov za otroke)
WHO	World Health Organisation (Svetovna zdravstvena organizacija)
Xc	kapacitetna upornost celičnih membran

1 UVOD

Primerena prehranjenost otroka oz. mladostnika je ključnega pomena za uspešno rast in razvoj, močno pa vpliva tudi na njegovo zdravstveno stanje. Zelo podhranjeni posamezniki lahko utrpijo številne posledice, kot so močno oslabljeno delovanje imunskega sistema, okvare prebavil in srčno-žilnega sistema. Podhranjenost lahko pusti številne dolgoročne in trajne posledice za zdravje. Močno se poveča tudi tveganje za prezgodnjo smrt. Pravočasno odkritje podhranjenosti, ustrezna oskrba in zdravljenje bolnika in zdravstveni nadzor, so ključnega pomena za preprečevanje številnih zdravstvenih težav in dolgoročnih posledic.

Raziskave so pokazale, da je pomemben delež bolnikov s hudimi nevrološkimi motnjami, kot je npr. cerebralna paraliza, hudo podhranjenih, vendar se izsledki o stanju njihove prehranjenosti med seboj zelo razlikujejo. Ugotavljanje stanja prehranjenosti teh bolnikov je zaradi njihove močno spremenjene telesne sestave zahtevna naloga, saj ne obstajajo enotna merila za določanje primerne prehranjenosti pri tej skupini bolnikov. Eden izmed glavnih razlogov razlik med izsledki raziskav je uporaba različnih metod in meril za oceno prehranjenosti. Za čim bolj zanesljivo ugotovljanje stopnje prehranjenosti pri teh bolnikih, moramo uporabiti različne metode. Pomembno je, da zanesljivo in pravočasno odkrijemo podhranjene bolnike in preprečimo poslabšanje njihovega zdravstvenega stanja ter jim tako omogočimo optimalen razvoj in dolžino življenja v okviru njihove bolezni.

1.1 NAMEN DELA

Namen naloge je opredeliti stanje prehranjenosti otrok s težko obliko cerebralne paralize ter primerjati rezultate, ki jih dobimo z uporabo različnih metod za določanje stanja prehranjenosti ter telesne sestave: indeksov izpeljanih iz telesne mase in višine, debeline kožnih gub ter meritev bioimpedance.

1.2 HIPOTEZE

Namen in cilj raziskave je bil preizkusiti naslednji hipotezi:

-Med otroci, ki imajo težko obliko cerebralne paralize je velik delež tistih, ki so hudo ali zmerno podhranjeni.

-Z analizo rezultatov, ki jih dobimo pri izračunu iz indeksov izpeljanih iz telesne mase in višine, pri merjenju kožnih gub in pri bioimpedančni analizi, bomo dobili primerljive rezultate o sestavi telesa.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SESTAVA TELESA V RAZLIČNIH ŽIVLJENJSKIH OBDOBJIH

Človekova telesna sestava se nenehno spreminja skozi različna življenjska obdobja. To velja tako za delež mišične mase, kot tudi deleža telesne maščobe in vode oz. tekočin. Telesna sestava je deloma odvisna od genetskih dejavnikov, vendar na njo pomembno vplivajo status prehranjenosti, telesna dejavnost, zdravstveno stanje ter delovanje hormonskega sistema in drugih notranjih dejavnikov, povezanih z razvojem otroka. Vse to in še nekateri manj pomembni dejavniki vplivajo na otrokovo končno fiziološko stanje (Bechard in sod., 2008).

Z različnimi metodami ugotavljanja telesne sestave, so raziskali običajne spremembe telesne sestave skozi različna obdobja otrokovega razvoja. Takoj po rojstvu ima donošen otrok v telesu v povprečju približno 70 % vode in okoli 13 % telesnih maščob. Ostalo maso predstavljajo beljakovine in mineralne snovi. Otrok nato postopno pridobiva na deležu telesne maščobe, ki pri starosti enega leta doseže okoli 22 % njegove telesne mase. Zmanjša se delež vode v telesu, delež beljakovin in mineralnih snovi pa ostane podoben. V naslednjih letih življenja otrok intenzivno raste in se razvija. Povečujeta se deleža mineralnih snovi in beljakovin, kar je posledica rasti mišične mase in povečanje njihove gostote kosti. Rast in gibanje vplivata na zmanjšanje deleža maščobe pri mlajših otrocih. Običajen delež vode v telesu je v tem obdobju v povprečju med 60 in 65 % celotne mase. Z začetkom spolnega razvoja (oz. pubertete) se otrokovo hormonsko stanje začne hitro spremenjati, kar vpliva na sorazmerno hitre spremembe v telesni sestavi. Pri deklicah se zaradi delovanja estrogena in progesterona začne povečevati delež telesnih maščob, vendar se le te kopičijo na drugih delih telesa kot pri moških. Pri dečkih se maščoba kopiji v zgornjem delu telesa in njen delež začne padati zaradi delovanja moških spolnih hormonov in posledično kopičenja mišične mase. Pri ženskah pa po začetku pubertete večina telesne maščobe nakopiči v spodnjem delu telesa in se običajno njen delež z starostjo samo še povečuje. Pri moških se delež telesne maščobe začne kopičiti, ko začne količina testosterona upadati in z njo običajno tudi njihova mišična masa. Razlike v deležu telesne maščobe so od začetka pubertete naprej značilne za spol. Normalni delež maščobe je v mladi odrasli dobi približno 10 % večji pri ženskah kot pri moških. S starostjo se razlika v deležu telesne maščobe manjša in v starosti lahko doseže podobne vrednosti pri obeh spolih in se giblje okoli 30 %. Odrasli posamezniki imajo lahko različne deleže mišične mase, vendar se vrednost pri povprečno aktivnih posameznikih giblje običajno med 30 in 45 % skupne telesne mase. Tako delež beljakovin kot mineralov s starostjo zaradi vse manjše aktivnosti in zmanjšanega delovanja hormonov upadata, običajno pa se zmanjšuje tudi hidriranost tkiva in s tem delež vode v telesu (Bechard in sod., 2008; Farr in sod., 2014; Kržišnik, 2013). Podhranjenost in kronične bolezni lahko pomembno vplivajo na hitrost rasti in stopnjo razvoja posameznika, s tem pa tudi na telesno sestavo.

2.2 PODHRANJENOST

2.2.1 Definicija slabe prehranjenosti, podhranjenosti in statusa prehranjenosti

Slaba prehranjenost (malnutricija) je stanje, ki nastane zaradi neravnovesja med potrebami po hranih in njihovim vnosom. Vnos je lahko premajhen, prevelik ali pa je razmerje hranil neustrezno. Pojem zajema različne motnje: podhranjenost, debelost in specifična pomanjkanja določenih snovi (Caballero in Ramirez-Zea, 2014).

Podhranjenost pri otrocih se kaže s slabim pridobivanjem na telesni masi oz. z nizko telesno maso glede na starost, kronična podhranjenost pa tudi z motnjo rasti v višino in nizko telesno višino glede na otrokovo starost. Največkrat za ugotavljanje statusa prehranjenosti uporabljam t.i. Indeks mase na višino (angl. Weight for height) in telesno maso za starost (angl. Weight for age) za mlajše otroke ter indeks telesne mase (ITM) za starost (angl. Body mass index for age) za starejše otroke, mladostnike in odrasle. Zatoj rasti pri otrocih ocenjujemo z določanjem višine za starost (angl. Height for age). Zmerna podhranjenost je običajno definirana kot odstop omenjenih kazalcev od povprečja za starost in spol za več kot 2 standardna odklona ($z < -2$), huda podhranjenost pa za več kot 3 standardne odklone ($z < -3$) (Caballero in Ramirez-Zea, 2014).

Prehranski status se uporablja kot vrednotenje ustreznosti prehranjenosti posameznika. Ocenjujemo ga preko analize rezultatov antropometričnih meritev (višine, mase, obsega glave, kožnih gub itd.), z bioimpedančno analizo, z določanjem biomarkerjev, ki odražajo vnos in vpliv posameznih hranil, klinično oceno ter prehransko oceno vnosa hrane in hranil. Prehranska ocena zaradi enostavnejše in hitrejše analize vsebnosti hranil običajno vključuje tudi uporabo različnih prilagojenih računalniških programov (Patterson in Pietinen, 2004).

2.2.2 Vzroki nastanka podhranjenosti

Vzroki za nastanek podhranjenosti so lahko različni. V državah v razvoju je najpogosteji vzrok podhranjenosti nedostopnost (primerne) hrane, kar imenujemo tudi primarna podhranjenost. V razvitih državah pa je nedostopnost hrane oz. primarna podhranjenost sorazmerno redek pojav, ki je omejen zgolj na najnižje socialno-ekonomske razrede, odvisnike od droge in ljudi, ki se iz verskih ali etičnih prepričanj poslužujejo ekstremnih prehranjevalnih praks. V razvitih državah so bolj pogost vzrok za podhranjenost različne bolezni, ki lahko vplivajo na odsotnost želje po uživanju hrane (bolezensko pomanjkanje teka, kot npr. pri anoreksiji nervozi), zmanjšana zmožnost uživanja hrane (težave pri požiranju, npr. pri bolnikih z nevrološkimi motnjami, boleznimi oz. okvarami, npr. s cerebralno paralizo), zmanjšana prebava in absorpcija hranil (npr. pri eksokrini insuficienci trebušne slinavke in boleznih, ki prizadenejo resorpcijsko površino tankega črevesa) ali povečana poraba hranil glede na zagotovljen vnos (hipermetabolna stanja prisotna pri kroničnih vnetjih in nekaterih drugih kroničnih boleznih), kar imenujemo sekundarna podhranjenost. Običajno ugotavljamo beljakovinsko-energijsko podhranjenost. Huda oblika energijske podhranjenosti je marazem. Redkejše se pojavi izolirana beljakovinska podhranjenost, brez sočasne energijske podhranjenosti, ki se imenuje kvašiorkor (Batellino in sod., 2013; Caballero in Ramirez-Zea, 2014).

2.2.3 Simptomi in posledice podhranjenosti

Poleg motene rasti in nizke telesne teže kronična podhranjenost prinaša še veliko drugih posledic. Moten je nevrološki miseln razvoj. Podhranjeni otroci kažejo razvojni zaostanek in nižjo končno stopnjo doseženih miselnih in motoričnih sposobnosti. Bolniki so pogosto brez energije, apatični, lahko tudi razdražljivi. Mineralna gostota kosti je zelo znižana in pogosto se pojavit osteopenija in osteoporoz. Pri kronični podhranjenosti se zmanjšajo tudi eksokrina funkcija trebušne slinavke, pretok krvi v črevesu, lahko pride do upadanja števila črevesnih resic in zvečanja prepustnosti črevesne stene. Vse to lahko vodi v motnje prebave in absorpcije hrane in lahko še poslabša stanje prehranjenosti bolnika. Zmanjšani sta tudi pusta telesna masa oz. predvsem mišična masa in fizična moč. Pri hudo podhranjenih bolnikih je lahko zato oteženo že izkašljevanje. Zmanjšana je tudi masa in delovanje srca (Caballero in Ramirez-Zea, 2014).

Delovanje imunskega sistema je lahko močno oslabljeno, okvarjeni sta predvsem naravna in celična imunost, zato podhranjene osebe bistveno pogostejo obolevajo zaradi okužb, njihov potek zdravljenja pa je daljši in težji. Podhranjenost zaradi pomanjkanja makro in mikro hranil (posebej pomembni pri imunskeh funkcijah so mikroelementi baker, cink, selen, železo in jod ter različni vitamini) prizadene tvorbo celic imunskega sistema in njihovih produktov, ki sodelujejo pri imunskejem odzivu. Posledično organizem ni več zmožen učinkovito uničevati škodljivih mikroorganizmov in pride do okužb. Pogoste okužbe pa še bolj izrabljajo zaloge mikro hranil in dodatno slabijo imunski sistem, kar vodi do pojavljanja vedno novih okužb. Okužbe je pri imunsko oslabljenih bolnikih izredno težko obvladovati (Caballero in Ramirez-Zea, 2014; WHO / UNICEF, 2009).

Pri podhranjenih je pogosta slabokrvnost, zaradi pomanjkanja železa in vitaminov, ki sodeljuje pri tvorbi rdečih krvničk (npr. vitamina B₁₂ in folne kisline). Zmanjšana je vrednost plazemskih beljakovin, predvsem albumina. Zato se pojavijo otekline (edemi) mehkih tkiv in izlivni tekočine v telesne votline (npr. v trebušno – t.i. ascites). Celjenje ran je upočasnjeno, zato pogosto pride do zapletov po operacijah. Pogosto je opazno tudi precejšnje povišanje stresnih hormonov (predvsem kortizola), zmanjšane pa so koncentracije nekaterih drugih pomembnih hormonov, ki sodelujejo pri vzdrževanju normalne presnove in telesne homeostaze (Caballero in Ramirez-Zea, 2014; Olusi in sod. 1977).

Zaradi teh posledic je podhranjenost pomemben neposredni ali posredni vzrok povečanja obolenosti in umrljivosti tako v deželah v razvoju kot v razvitem svetu in predstavlja glavni vzrok smrtnosti v dobi zgodnjega otroštva. Je tudi eden izmed glavnih razlogov za dolgotrajno hospitalno zdravljenje in pomembno vpliva na višanje stroškov v zdravstvu (Pelletier in sod., 1995; Pelletier in sod., 1993; Agarwal in Hamamalini, 2012; Corish in Kennedy, 2000; Correia in Weitzberg, 2003). Pravočasna prepoznavna in primerno zdravljenje podhranjenosti lahko preprečita mnoge dolgoročne posledice in zmanjšata verjetnost usodnega izida, zato je izrednega pomena, da uspešno prepoznamo že zgodnje znake (Caballero in Ramirez-Zea, 2014).

2.2.4 Zdravljenje podhranjenosti

Podhranjenost zdravimo na več nivojih. Potrebna je ustrezna obravnava zdravnika in dietetika, pogosto tudi psihologa. Način zdravljenja podhranjenosti je odvisen tudi od stopnje podhranjenosti, vzroka, prizadetosti različnih organskih sistemov bolnika ter finančnih in prostorskih zmožnosti, ki so nam na voljo (Caballero in Ramirez-Zea, 2014).

2.3 CEREBRALNA PARALIZA

2.3.1 Definicija in simptomi cerebralne paralize

Cerebralna paraliza je trajna in nenapredajoča okvara razvijajočih se možganov, ki se kaže z motnjami v gibanju in položaju telesa. Je ena najpogostejših nevroloških motenj in je prisotna pri približno 0,2-0,3 % otrok. Vzroki za nastanek so lahko različni in zajemajo predporodne vzroke (napake pri razvoju osrednjega živčevja pri plodu, okužbe v času nosečnosti, ki povzročajo možganske okvare, prezgodnje rojstvo otroka z ishemično možgansko poškodbo, ki vodi v t.i. hipoksično-ishemično encefalopatijo, možganska krvavitev,...) ter obporodne in poporodne vzroke (okužbe ali poškodbe živčevja, metabolična encefalopatija,...) (Neubauer in Rener Primec, 2013; Lin, 2003; Tugui in Antonescu, 2013).

Glede na povišan ali znižan tonus mišic ter druge okvare pri gibanju lahko cerebralno paralizo delimo na več oblik. Najpogostejša je spastična oblika z zvišanim mišičnim tonusom in nenadzorovanim krčenjem mišic, ki jo glede na to, kateri del telesa je prizadet delimo na tetraplegijo (prizadeto je celo telo), hemiplegijo (prizadeta je leva ali desna stran telesa) in diplegijo (prizadete so spodnje okončine). Precej manj pogoste so hipotonična oblika, pri kateri je navzoč izrazito zmanjšan tonus mišičja, ataksična oblika z motnjo ravnotežja in koordinacije gibov in diskinetična oblika. Slednjo delimo na distonično, če je gibanje v celoti zmanjšano in horeoatetotično, če so navzoči značilni nehoteni mišični gibi (Lin, 2003; Johnston, 2007; Tugui in Antonescu, 2013).

S praktičnega vidika pa je bolj uporabna razdelitev na oceni funkcijске prizadetosti (preglednica 1) (Palisano in sod., 1997; Neubauer in Rener Primec, 2013).

Preglednica 1: Stopnje funkcijске prizadetosti otrok s cerebralno paralizo (Neubauer in Rener Primec, 2013)

Stopnja	Funkcijska sposobnost
Stopnja 1	Otrok hodi brez omejitev; omejitve se pojavijo le pri zahtevnejših spremnostnih opravilih grobe motorike
Stopnja 2	Otrok hodi brez pomagal; omejitve so pri hoji zunaj doma in v širši okolici
Stopnja 3	Otrok hodi s pomagali za hojo; omejitve so pri hoji zunaj doma in v širši okolici
Stopnja 4	Otrokovo samostojno gibanje je omejeno. Otroka moramo v zunanjem okolju ali v širšem domačem okolju prenašati ali prevažati.
Stopnja 5	Otrokovo samostojno gibanje je zelo omejeno, celo ob uporabi pripomočkov.

Zaradi povečanega ali zmanjšanega mišičnega tonusa, motenj v gibanju, slabše mineralizacije kosti in motenj rasti so pri bolnikih s cerebralno paralizo pogoste deformacije okostja (hrbtenice, prsnega koša...) in sklepov (gležnjev, zapestij, komolcev...). Poleg motorične prizadetosti je velikokrat okvarjena tudi senzorika; bolniki so lahko tudi gluhi ali slepi. Pri hujši prizadetosti možganov so otroci umsko manj razviti, pogosta je tudi epilepsija. Bolniki imajo dostikrat tudi težave z požiranjem, prebavo in nadzorovanjem izločanja urina in blata (Lin, 2003; Neubauer in Rener Primec, 2013; Tugui in Antonescu, 2013).

2.3.2 Problem podhranjenosti pri cerebralni paralizi

Raziskave so pokazale, da je velik delež otrok s hudimi nevrološkimi okvarami, kamor sodijo tudi otroci s težko obliko cerebralne paralize, podhranjenih (Joosten in sod., 2010; Pawlek in sod., 2008). Ugotavljanje podhranjenosti pri otrocih s cerebralno peralizo je težavno tudi v današnjem času in predstavlja velik problem (Sullivan, 2013).

Vzroki za podhranjenost pri bolnikih s cerebralno paralizo so pogosto povezani z nezmožnostjo oz. težavami pri uživanju hrane, ki predstavlja resno tveganje za podhranjenost pri tej bolezni. Ocenjuje se, da je zaradi težav pri hranjenju podhranjenih 60 do 85 % bolnikov s cerebralno paralizo. Delež podhranjenih narašča s stopnjo prizadetosti (Reilly in sod., 1996; Fung in sod., 2002).

Večina bolnikov ima težave s požiranjem hrane (disfagija) in motiliteto zgornje prebavne cevi (Dobhal in sod., 2013; Arwedson, 2013; Trier in Thomas, 1998). Podhranjenosti zaradi teh vzrokov se lahko izognemo s prehrano po sondi. Po prehodnem hranjenju po nazogastrični sondi za dolgotrajno sondno prehrano priporočajo kirurško ali endoskopsko vstavitev hranilne gastrostome (Löser in sod., 2005). Zaradi omejene količine hrane, ki jo lahko prebavijo prebavila otrok z nevrološko okvaro (pogosto upočasnjeno praznjenje želodca, gastroezofagealni refluks, podaljšan čas prehoda ozkega in širokega črevesa), je zagotavljanje ustreznega prehranskega vnosa pri teh otrocih še posebej zahtevna naloga. Ker ima večina bolnikov s hudimi nevrološkimi okvarami in motnjo požiranja izrazito moteno koordinacijo akta požiranja z dihanjem, zaradi katere pri hranjenju skozi usta prihaja do ponavljajočih se aspiracij hrane, ki bolnika tudi življenjsko ogrožajo, se izogiba takšnemu hranjenju in bolnika praktično v celoti hrani po sondi (Corwin in sod., 1996; Löser in sod., 2005).

2.3.3 Zdravljenje podhranjenosti pri cerebralni paralizi

Za uspešno zdravljenje podhranjenosti pri bolnikih s hudimi nevrološkimi motnjami, je potrebno zagotoviti zadosten energijski in beljakovinski vnos, kar običajno najlažje dosežemo s hranjenjem preko stome.

Bolniki s cerebralno paralizo, ki imajo močno ovirano gibanje, naj bi potrebovali manj energije kot zdravi posamezniki in sicer približno 60-70 % energijskega vnosa svojih vrstnikov za ohranjanje telesne mase. Ker je določanje primerrega energijskega vnosa za

rast in pridobivanje na telesni masi pri takšnih bolnikih zahtevno, saj se potrebe lahko bistveno razlikujejo od posameznika do posameznika, se za začetni izračun jedilnika za pridobivanje na telesni masi svetuje 20-30 % večji energijski vnos, kot ga imajo njihovi vrstniki. Po potrebi pa naj bi se le ta kasneje prilagodil oz. povečal v primeru, da dieta ne bi prinesla ustreznih rezultatov. Da bi zagotovili tudi možnost primerne rasti in razvoja, ter pridobivanja mišične mase oz. puste telesne mase, se svetuje vnos vsaj 2 g beljakovin na kg telesne mase bolnika (Bell in Samson Fang, 2013; Walker in sod., 2012; Sullivan, 2013). Pomembno je tudi, da se poskrbi za ustrezen delež maščob v prehrani, ki je odvisen predvsem od bolnikove starosti. Pri manjših otrocih naj bi bil delež maščobe večji (okoli 40 %), kot pri starejših otrocih in mladostnikih (okoli 30 %). Izogibali naj bi se prekomernim količinam sladkorja (zlasti v obliki sladkih pijač), trans maščobnih kislin ter nekaterih nasičenih maščobnih kislin (lavrinska, miristinska, palmitinska), saj le te dolgoročno povečujejo tveganje za razvoj nekaterih kroničnih bolezni presnove. Priporoča se, da bolniki uživajo tudi dovolj vlaknine in tekočine, saj to ugodno vpliva na hitrost prebave in konsistenco blata. Pri nekaterih pacientih je potrebno dodajati tudi določene vitamine in minerale (predvsem vitamin D in kalcij zaradi težav z nizko gostoto kosti in železo pri pomanjkanju) (Gabrijelčič in sod., 2005; Parrish, 2011).

Na klinikah in zavodih v Sloveniji, se pri večini otrok za hranjenje po gastrostomi uporablja pasirana, doma pripravljena hrana iz običajnih živil, ki se ji po potrebi dodaja zmerne količine pripravkov z visoko energijsko gostoto. Sestavo prehrane, oz. količino in vrsto živil, svetujemo glede na izračun otrokovih dnevnih energijskih potreb ter specifičnih potreb po makro in mikro hranilih. Kadar samo z doma pripravljeno hrano ne moremo doseči ustreznega vnosa vseh hranil, svetujemo dodatek v obliki posebne formule namenjene enteralni prehrani. V svetu se vedno pogosteje uporablja izključna prehrana z izbranimi industrijsko pripravljenimi enteralnimi formulami, s katerimi je laže zagotoviti ustrezen energijski in hranilni vnos. Po strokovnem mnению Odbora za prehrano Evropskega združenja za pediatrično gastroenterologijo, hepatologijo in prehrano je za večino bolnikov najbolj primerna uporaba polimernih enteralnih formul na osnovi beljakovin kravjega mleka z dodatkom vlaknin, katerih energijska vrednost in sestava je prilagojena potrebam otrok (Braegger in sod., 2010). Drugače je pri bolnikih, ki enteralnih formul na osnovi beljakovin kravjega mleka ne prenašajo oz. so na njih alergični, kjer se je potrebno odločiti bodisi za doma pripravljeno hrano brez mleka in mlečnih izdelkov, bodisi za enteralno formulo na katero otrok ni alergičen.

Hranjenje otroka z enteralnimi formulami po gastrostomi naj bi omogočalo hitrejše pridobivanje telesne mase. Pojavlja pa se dilema glede vpliva hitro pridobljene mase na telesno sestavo. Nekateri avtorji opozarjajo na možnost naraščanja mase predvsem na račun maščobnega tkiva ne pa puste telesne mase, drugi pa ugotavljajo, da temu ni tako (Vernon-Roberts in sod., 2010; Sommerville in O'Loughlin, 2010).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 PREISKOVANCI

V raziskavo so bili vključeni otroci, mladostniki in mladi odrasli (skupno 53 posameznikov, od tega 23 ženskega spola in 30 moškega) s težko obliko cerebralne paralize (stopnja funkcijске prizadetosti 4 in 5), ki imajo vstavljeni hrnilno gastrostomo in so vodeni v ambulanti za enteralno prehrano na Pediatrični kliniki Univerzitetnega kliničnega centra Ljubljana. Zaradi obravnave na Pediatrični kliniki, ki predstavlja klinikom namenjeno otrokom, v naslovu in nekaterih drugih mestih poimenujemo kar otroci.

V času raziskave so bili preiskovanci stari vsaj 2 leti, saj pred to starostjo ni mogoče zanesljivo postaviti diagnoze cerebralna paraliza. Struktura preiskovancev po starosti, spolu in stopnji pubertetnega razvoja je prikazana v preglednici 2. Stopnjo pubertetnega razvoja smo ocenjevali po Tannerju, s tem da smo preiskovance opredelili kot predpubertetne, če ni bilo navzočih nobenih znakov začetka pubertete (razvoja dojk, povečanja mod in pubične poraščenosti), medpubertetne, kadar so bile spremebe navzoče, a še niso dosegle odraslih značilnosti (stopnje 2-4 po Tannerju) in postpubertetne, če so bili navzoči znaki končanega spolnega razvoja (Palisano in sod., 1997; Keller in St-Onge, 2014; Kržišnik, 2013).

Vključeni so bili le preiskovanci, katerih starši ali skrbniki so se po pogovoru z raziskovalci o namenu, ciljih in metodah raziskave odločili za sodelovanje ter dali pisno privoljenje. Protokol raziskave je odobrila Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko.

Preglednica 2: Podatki o preiskovancih

Šifra	Spol	Starost (let)	Pubertetni stadij
A1N	Ž	4,7	predpubertetni
A2N	M	15	predpubertetni
A3N	M	4	predpubertetni
A4N	M	1,9	predpubertetni
A5N	M	9	predpubertetni
A6N	M	9,2	predpubertetni
A7N	Ž	5,3	predpubertetni
A8N	Ž	6,2	predpubertetni
A9N	M	2,7	predpubertetni
A10N	Ž	4,6	predpubertetni
A11N	M	11,2	predpubertetni
A12N	Ž	10,7	predpubertetni
B1N	Ž	14,8	medpubertetni
A1P	Ž	5	predpubertetni
A2P	Ž	4,8	predpubertetni
A3P	Ž	4,1	predpubertetni
A4P	M	5,3	predpubertetni
A5P	M	6,4	predpubertetni
A6P	M	13,8	predpubertetni
A7P	M	3,3	predpubertetni
A8P	Ž	1,9	predpubertetni
A9P	Ž	8,3	predpubertetni
A10P	M	4,8	predpubertetni
A11P	M	3,1	predpubertetni
A12P	Ž	14,6	predpubertetni
B1P	Ž	13,2	medpubertetni
C1P	Ž	16,2	postpubertetni
C2P	M	14,1	postpubertetni
C3P	M	26	postpubertetni
C4P	Ž	18,5	postpubertetni
C5P	M	14	postpubertetni
C6P	M	17,5	postpubertetni
A1F	M	15,2	predpubertetni
A2F	M	6,5	predpubertetni
A3F	Ž	6,4	predpubertetni
A4F	M	2,6	predpubertetni
A5F	M	11,7	predpubertetni
A6F	M	8,1	predpubertetni
B1F	Ž	11,4	medpubertetni
B2F	M	13,2	medpubertetni
B3F	Ž	15,2	medpubertetni
B4F	M	14,6	medpubertetni
B5F	M	10,4	medpubertetni
B6F	Ž	19,7	medpubertetni
B7F	M	17,5	medpubertetni
B8F	M	16,4	medpubertetni
C1F	M	22,2	postpubertetni
C2F	Ž	21,5	postpubertetni
C3F	M	15,9	postpubertetni
C4F	Ž	18,1	postpubertetni
C5F	Ž	19,2	postpubertetni
B1X	Ž	13,3	medpubertetni
A1X	M	6,7	predpubertetni

Legenda: Ž – ženski spol, M – moški spol

3.2 ANTROPOMETRIČNE MERITVE

3.2.1 Meritve telesne mase in izračun telesne višine

Osnovo antropometričnih meritov predstavljajo meritve telesne mase in višine. Maso smo merili z bolnišnično digitalno osebno tehtnico (Seca, Nemčija), ki meri telesno maso na 100 gramov natančno. Glede na to, da večina bolnikov ni bila zmožna samostojnega tehtanja, smo njihovo maso izračunali tako, da smo stehtali starša oz. skrbnika (oz. v nekaterih primerih medicinsko osebje) skupaj z bolnikom v naročju ter nato odšteli maso te osebe. Bolnik je bil zaradi natančnosti meritov v času tehtanja gol oz. prekrit s suho plenico.

Višine večine bolnikov s težko obliko cerebralne paralize zaradi deformacij hrbtenice in kontraktur spodnjih udov ni bilo mogoče izmeriti z neposredno meritvijo z metrom. Za oceno višine pri takšnih bolnikih smo uporabili izračun s pomočjo enačb, v katere vstavimo meritve posameznih delov okončin oz. dolžine dolgih kosti (podlahtnice ali golenice), ki korelirajo s telesno višino. Zato smo z antropometrom pri vseh bolnikih izmerili dolžino podlahtnice in za izračun višine uporabili dve enačbi, ki sta prirejeni za izračun višine otrok in mladostnikov moškega in ženskega spola (1,2) (Samson-Fang in Bell, 2013; Gauld in sod., 2004). Antropometer (GPM, Švica), ki smo ga uporabili meri dolžino na 1 milimeter natančno. Pri mladostnikih in mladih odraslih nad starostjo 19 let smo kot spremenljivko starost uporabili 19, saj ljudje po tem starostnem obdobju načeloma ne rastejo več.

Za izračun višine pri bolnikih moškega spola smo uporabili enačbo:

$$H = 4,605 \times U + 1,308 \times A + 28,003 \quad \dots(1)$$

Za izračun višine pri bolnicah ženskega spola smo uporabili enačbo:

$$H = 4,459 \times U + 1,315 \times A + 31,485 \quad \dots(2)$$

Legenda:

H=višina (cm), U=dolžina podlahtnice oz. ulne (cm), A=starost (let)

Izmerjeno višino in maso smo primerjali z rastnimi krivuljami za zdrave otroke in mladostnike (WHO, 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2014e; 2014f) ter jih izrazili kot percentilne vrednosti ali Z vrednosti. Poleg tega smo izmerjeno višino in maso primerjali tudi s posebnimi rastnimi krivuljami za otroke in mladostnike s cerebralno paralizo (Day in sod., 2007; Life Expectancy, 2014) in jih prav tako izrazili kot percentilne vrednosti teh krivulj.

3.2.2 Ugotavljanje stanja prehranjenosti z uporabo mase za starost, indeksa telesne mase za starost ter indeksa mase na višino

Za prvo oceno statusa prehranjenosti smo uporabili krivulje telesne mase za starost (angl. Weight for age), kjer dejansko izmerjeno maso otroka primerjamo s povprečno vrednostjo

mase za otroke iste starosti in spola in jo izrazimo kot število standardnih odklonov (Z) od povprečja (WHO, 2014c; 2014d). Pri tem se po priporočilih upošteva, da v primeru, ko je telesna masa manjša od povprečne za več kot -1Z, to kaže na blago podhranjenost, če je manjša od -2Z gre za zmerno podhranjenost, pri -3Z pa za hudo podhranjenost. (WHO, 2014c; 2014d; WHO / UNICEF, 2009; Caballero in Ramirez-Zea, 2014). Masa za starost se praviloma upošteva kot najbolj zanesljiv antropometrični indeks za oceno stanja prehranjenosti pri otrocih mlajših od 10 let.

S pomočjo podatkov o višini in masi smo izračunali indeks telesne mase (ITM; angl. Body Mass Index oz. BMI) po enačbi (3):

$$\text{ITM (kg/m}^2\text{)} = \text{masa (kg)} / \text{višina}^2 (\text{m}^2) \quad \dots(3)$$

Izračunani ITM posameznih preiskovancev smo primerjali z ITM njihovih vrstnikov iste starosti in spola, kar imenujemo ITM za starost. Za ugotavljanje stopnje podhranjenosti smo uporabili enak sistem primerjave vrednosti s populacijo Z vrednosti, pri čemer velja, da vrednost, ki odstopa od povprečja za več kot -1Z govori za blago podhranjenost, če je manjša od -2Z gre za zmerno podhranjenost, pri manj kot -3Z pa hudo podhranjenost. Indeks ITM za starost se običajno uporablja za oceno prehranjenosti pri otrocih in mladostnikih nad 10 let (WHO, 2014b; 2014e; WHO / UNICEF, 2009; Caballero in Ramirez-Zea, 2014). Za odrasle smo upoštevali splošno veljavne norme za ITM odraslih (WHO, 2014b; 2014e).

Kot tretji kazalec stanja prehranjenosti smo uporabili indeks razmerja med maso in višino, kjer dejansko izmerjeno maso bolnika delimo s povprečno maso otrok s telesno višino, ki je enaka telesni višini izmerjeni pri preiskovancu (WHO, 2014a). Indeks razmerja med maso in višino se uporablja izključno za oceno stanja prehranjenosti majhnih otrok do petega leta starosti. Tudi iz grafov indeksa mase na višino lahko razberemo koliko standardnih odklonov Z odstopa posameznikova vrednost od povprečja. Kot že rečeno, odstop med enim in dvema standardnima odklonoma označuje blago, med dvema in tremi zmerno in za več kot tri hudo podhranjenost.

3.2.3 Izračun deleža telesne maščobe na podlagi indeksa telesne mase

S pomočjo enačb, ki so jih izračunali in validirali Deurenberg in sod. (1991) na podlagi meritev 1229 zdravih otrok in odraslih, smo na podlagi ITM posameznih preiskovancev izračunali delež maščobe v njihovem telesu. Enačbe po Deurenbergu in sod. (1991) upoštevajo fiziološke spremembe v sestavi telesa s starostjo in njenou odvisnostjo od spola osebe (4,5).

Za otroke do 15 leta starosti smo uporabili enačbo (4):

$$\% \text{ maščobe} = 1,51 \times \text{ITM} - 0,70 \times \text{starost (let)} - 3,6 \times \text{spol} + 1,4 \quad \dots(4)$$

Starost smo vnašali v letih preračunanih na eno decimalko natančno, 1 za moški spol in 0 za ženski spol.

Za mladostnike starejše od 15 let in mlade odrasle pa smo uporabili enačbo (5):

$$\% \text{ maščobe} = 1,2 \times \text{ITM} + 0,23 \times \text{starost (let)} - 10,8 \times \text{spol} - 5,4 \quad \dots(5)$$

Enako kot pri prejšnji enačbi smo vnesli starost in spol posameznega preiskovanca.

3.3 ANTROPOMETRIČNE MERITVE KOŽNIH GUB

Eden najhitrejših načinom merjenja telesne sestave je merjenje debeline kožnih gub. Temelji predvsem na ugotavljanju debeline podkožnega maščobnega tkiva, ki se kaže v debelini kožne gube. Z merjenjem debeline kožne gube lahko sklepamo o deležu telesne maščobe ter tako ugotovimo odstopanja od normalnih vrednosti, ki kažejo na morebitno podhranjenost ali prekomerno prehranjenost pacienta. Žal metoda pokaže nizke vrednosti tudi pri ljudeh, ki imajo nizek delež podkožnih maščob zaradi intenzivnega ukvarjanja s telesno dejavnostjo, četudi so primerno prehranjeni in jo je za to potrebno primerjati z drugimi meritvami, da lahko dobimo objektivne rezultate (Westerterp, 2011).

Meritve se izvaja s kaliperjem, tako da s palcem in kazalcem zajamemo kožno gubo in jo nežno stresemo, da se iz gube loči podkožna mišica. S kaliperjem nato nežno stisnemo gubo, ki ostane med prsti. Za to potrebujemo določeno znanje glede mesta merjenja, načina prijema gube in stiska kaliperja ter smeri gubanja tkiva (Westerterp, 2011).

Kožne gube smo pri pacientih s cerebralno paralizo merili na 4 mestih s kaliperjem (Harpendem, Velika Britanija), ki meri na 0,2 mm natančno: nad tricepsom, nad bicepsom, pod lopatico (subskapularna) in nad črevničnim grebenom (suprailiakalna). Za večjo natančnost metode je potrebno meritve kožne gube na istem delu telesa večkrat ponoviti in izračunati povprečje meritev. Iz povprečja meritev kožne gube dobimo delež telesne maščobe z logaritemsko funkcijo, predprpravljениh enačb ali tabel (Westerterp, 2011; Gurka in sod., 2009; Deurenberg in sod., 1990).

Med posamezniki obstajajo individualne razlike med stisljivostjo podkožnih tkiv, ki zmanjšajo točnost meritev. Nekateri imajo zelo čvrsto tkivo, drugi pa mehkejše z večjo možnostjo deformacije. Metoda ni primerna za merjenje maščobe pri zelo debelih ljudeh, saj je težko pridobiti uporabno debelino kožne gube zaradi deformacij na koži in ostalem tkivu (Westerterp, 2011).

Napake pri določanju maščobnega tkiva in puste telesne mase so pri tej metodi sorazmerno visoke, v veliki meri pa so odvisne od znanja in natančnosti posameznika, ki izvaja meritev. Zato je potrebno ob začetku meritev izračunati natančnost oz. običajno napako meritca.

3.3.1 Interpretacija rezultatov meritev kožnih gub s pomočjo izračuna deleža telesne maščobe kot pokazatelja telesne sestave

Delež telesne maščobe iz kožnih gub dobimo s pomočjo izračuna iz gostote (angl. density) tkiva. Najbolj natančna metoda ugotavljanja telesne gostote je izračunavanje iz prostornine telesa, ki jo dobijo s potapljanjem telesa v vodo in razlike izpodrjnje tekočine, tako da od nje odštejejo prostornino pljuč, ki smo jo izmerili s spiometrijo. Gostota izračunamo kot razmerje med maso in prostornino telesa. Gostota telesa je odvisna od razmerja maščobe in puste telesne mase. S pomočjo posebnih formul, ki omogočajo izračun vrednosti gostote iz kožnih gub, lahko izračunamo delež telesne maščobe. V praksi se uporabljajo tabele z že izračunanimi vrednostmi, s pomočjo katerih lahko odčitamo delež telesne maščobe iz vrednosti pridobljenih s pomočjo bistveno enostavnejših formul, ki večinoma temeljijo na seštevkih kožnih gub na posameznih mestih. Mi smo za določanje izbrali metodi po Deurenbergu, ki omogočata odčitek deleža telesne maščobe glede na pubertetni stadij (Deurenbergin sod., 1990). Pri prvi se uporablja seštevek kožnih gub tricepsa in bicepsa, pri drugi pa se poleg slednjih prišteje še podlopatično in nadčrevnično kožno gubo. Seštevek v milimetrih nato poiščemo v tabeli in odčitamo odstotek telesne maščobe, ki ga ima pacient. Po potrebi smo pri nekaterih pacientih zaradi večje natančnosti rezultata, kadar njegovega seštevka kožnih gub ni bilo med podanimi vrednostmi v tabeli, ampak je bil med dvemi vrednostmi, vzeli vmesno vrednost, ki je bila najverjetnejši približek prave vrednosti.

Kot primerjalno metodo izračuna telesne maščobe iz debeline kožnih gub, smo vzeli metodo po Slaughterju, ki je prirejena za bolnike s cerebralno paralizo s strani Gurke in sodelavcev. Enačbe so prilagojene tako, da upoštevajo povečani delež maščevja v primerjavi s pusto telesno maso pri pacientih s težjo obliko cerebralne paralize in za tovrstne bolnike specifičen vpliv spola ter pubertetnega stadija (Slaughter in sod., 1988; Gurka in sod., 2009).

Osnovne formule po Slaughterju in sod. (6,7,8,9), ki smo jih uporabili so navedene spodaj. Obstajajo tudi formule za temnopolte in bolnike, pri katerih je vrednost seštevka podlopatične kožne gube in kožne gube tricepsa večji od 35 mm (Slaughter in sod., 1988). Posameznikov s takimi lastnostmi v naši skupini preiskovancev ni bilo.

Uporabljene enačbe za izračun deleža maščobe iz seštevka kožnih gub tricepsa in podlopatične kožne gube po Slaughterju in sod. (1988) se ločujejo po spolu in pubertetnem stadiju.

Enačba za izračun deleža maščobe za belopolte, predpubertetne moške:

$$\% \text{ telesne maščobe} = 1,21 \times (\text{KGT} + \text{KGS}) - 0,008 \times (\text{KGT} + \text{KGS})^2 - 1,7 \quad \dots(6)$$

Enačba za izračun deleža maščobe za belopolte, medpubertetne moške:

$$\% \text{ telesne maščobe} = 1,21 \times (\text{KGT} + \text{KGS}) - 0,008 \times (\text{KGT} + \text{KGS})^2 - 3,4 \quad \dots(7)$$

Enačba za izračun deleža maščobe za belopolte, pospubertetne moške:

$$\% \text{ telesne maščobe} = 1,21 \times (\text{KGT} + \text{KGS}) - 0,008 \times (\text{KGT} + \text{KGS})^2 - 5,5 \quad \dots(8)$$

Enačba za izračun deleža maščobe za belopolte ženske vseh pubertetnih stadijev:

$$\% \text{ telesne maščobe} = 1,33 \times (\text{KGT} + \text{KGS}) - 0,013 \times (\text{KGT} + \text{KGS})^2 - 2,5 \quad \dots(9)$$

Legenda: KGT=kožna guba tricepsa (mm) KGS= subskapularna kožna guba (mm)

Prilagoditve oz. popravki deleža maščobe, ki smo jih upoštevali za paciente s cerebralno paralizo glede na izračune osnovnih enačb po Slaughterju in sod. (1991), prilagojeni po Gurki in sod. (2009) in so razvidne spodaj:

Moški	- 5,0
Težka oblika cerebralne paralize	+ 5,1
Medpubertetni stadij	+ 2,0
Postpubertetni stadij	- 4,6

Končno vrednost dobimo tako da izračunani vrednosti po zgornjih enačbah prištejemo posamezno specifično prilagoditev, kot je razvidno iz napisanega.

3.4 MERITEV BIOIMPEDANCE

Bioimpedanca je metoda merjenja telesne sestave, kjer se določa prevodnost tkiva z izredno majhnim izmeničnim električnim tokom 400 μA (frekvence 50 Hz) skozi telo preko nameščenih elektrod. Postopek je popolnoma nenevaren in neboleč. Različna tkiva imajo različne specifične prevodnosti oz. upornosti. Maščobno tkivo praktično ne prevaja električnega toka, dobro pa ga prevajajo druga tkiva, ki vsebujejo veliko vode in elektrolitov. Na podlagi teh razlik lahko s pomočjo izmerjenih prevodnosti in drugih telesnih podatkov (višina, masa, starost) ob upoštevanju enačb, ki jih vsebujejo priloženi programi, izračunamo oz. izvemo približno sestavo posameznikovega telesa. (Lukaski, 1987; Lukaski, 2013; Davies, 1993; Akern, 2011).

Meritve impedance temeljijo na nekaj osnovnih fizikalnih zakonih. Človeško telo lahko poenostavljeno obravnavamo kot cilinder (vodnik), skozi katerega teče med meritvijo električni tok. Po Nyboerjevih enačbah (10,11,12) lahko izračunamo prostornino telesa (V) (Nyboer, 1959):

$$V = \text{višina}^2 / \text{impedanca} \quad \dots(10)$$

Impedanca (Z) telesa je odvisna od znane specifične upornosti snovi (ρ), preseka (ploščine) cilindra (a) in njegove dolžine (L) (Nyboer, 1959) :

$$Z = \rho \times L / a \quad \dots(11)$$

Impedanca se meri v Ω , specifična upornost v Ω / cm , dolžina v centimetrih in ploščina v cm^2 .

Tako pridemo do enačbe:

$$V = \rho \times L^2 / Z \quad \dots(12)$$

Ker je specifična upornost nemastnih tkiv človeškega telesa znana konstanta, dolžino oz. višino telesa izmerimo, lahko z meritvijo impedance Z s pomočjo omenjene enačbe izračunamo prostornino (V) nemastnega dela telesa, po katerem je tekel električni tok (Nyboer, 1959). Če poznamo posameznikovo maso, specifična masa maščobnega tkiva in nemastnih tkiv pa sta splošno znani konstanti, lahko s pomočjo specifičnih enačb izračunamo deleže različnih tkiv v telesu.

3.4.1 Postopek meritve in omejitve

Postopek meritve se izvaja v ležečem položaju. Posameznik naj bi pred tem nekaj časa ležal na hrbtnu, da se doseže enakomerno razporeditev tekočin. Roke morajo biti med meritvijo odmaknjene od telesa, noge se ne smejo stikati (da preprečimo, da bi tok potoval po napačni poti). Na okončini (roku in nogi) na levi ali desni strani telesa namestimo par elektrod. Elektrode morajo biti prilepljene na čisto in suho kožo. Elektrodi v vsakem paru morata biti prilepljeni vsaj 5cm narazen, pomembna je tudi postavitev žic, ki jih povežemo na elektrode v vsakem paru. V času izvajanja meritve moramo poskrbeti, da se žice, ki povezujejo elektrode z napravo nikjer ne križajo, saj bi to lahko motilo meritev. Prav tako lahko ene elektrode uporabimo le enkrat. Naprava lahko meri električne upornosti do 999Ω (Akern, 2011).

Za večjo točnost meritev je bolje, če je pacient pred meritvijo odvajal blato in urin in je od zadnjega hranjenja minilo že nekaj časa. V primeru, da to ni mogoče, lahko to nekoliko vpliva na rezultate meritev (Akern, 2011; Gonzalez in sod., 2013)

3.4.2 Izmerjene vrednosti in njihov pomen

Meritve smo izvajali s profesionalno napravo za bioimpedanco BIA 101 (Akern, Italija). Pri nekaterih preiskovancih meritve nismo mogli izvesti z omenjeno napravo, zato smo uporabili zelo sorodno napravo STA istega proizvajalca. Naprava po namestitvi elektrod na okončine pacienta izmeri dve obliki električne upornosti pri izmeničnem toku, upornost celotnega tkiva (R_z) in kapacitetno upornost celičnih membran (X_c) (angl. resistance and reactance) v ohmih (Akern, 2011).

3.4.3 Izračun posameznih pokazateljev telesne sestave iz analize izmerjenih vrednosti in njihov pomen

Izmerjene vrednosti Rz in Xc ter druge pacienteve podatke (višina, masa, starost, spol) smo vnesli v računalniški program Bodygram Pro 3.0 (Akern Biomedica Research, Italija), ki izračuna telesno sestavo pacienta s pomočjo specifičnih enačb (Akern, 2011).

Dobili smo naslednje rezultate:

- zunajcelična voda (angl. extra cellular water, ECW), ki predstavlja prostornino vse tekočine izven celic;
- znotrajcelična voda (angl. intra cellular water, ICW), ki predstavlja prostornino vse tekočine v celicah;
- celokupna voda v telesu (angl. total body water, TBW), ki je seštevek prostornin tekočine v in izven celic (ICW + ECW);
- masa telesnih celic (angl. body cell mass, BCM), ki predstavlja maso vseh živih, presnovno aktivnih celic v telesu, kar običajno znaša 35 % do 40 % celotne telesne mase;
- masa telesne maščobe (angl. fat mass, FM), ki predstavlja maso vseh maščob v telesu, ki vključuje tako zunanje podkožno maščevje, kot tudi maščobo znotraj notranjih telesnih organov in tkiv, t.i. visceralno maščobo;
- pusta telesna masa (angl. fat free mass, FFM), ki predstavlja maso mišic, kosti, mineralov in nemaščoben delež notranjih organov in je v normalnih okoliščinah sestavljena iz približno 73 % vode, 20 % beljakovin in 7 % mineralov;
- masa mišic (angl. muscle mass, MM), predstavlja predvsem maso skeletnih mišic, ki pri zdravem posamezniku zajema približno polovico puste telesne mase (Akern, 2011).

Program nudi tudi možnost interpretacije rezultatov glede na običajne vrednosti zdravih preiskovancev (Akern, 2011).

Razmerje med Rz in Xc se imenuje fazni kot, ki je kazalec splošnega stanja v telesu. Predvsem na podlagi vrednosti Xc lahko s pomočjo ustreznih nomogramov ocenimo stanje hidriranosti telesa, saj je od tega odvisna ocena deleža puste telesne mase in mase telesnih maščob. Rezultati se bolj spremenijo pri stanju dehidracije kot hiperhidracije oz. edema. Iz nomogramov se lahko hitro orientiramo tudi o zgradbi telesa, ki se kaže s spremembami faznega kota pri vektorski analizi, ki telesno zgradbo posameznika razvrsti kot debelost, atletsko, vitko ali kahektično (Akern, 2011).

Program Bodygram Pro 3.0 izračuna tudi porabo energije posameznika za bazalni metabolizem, se pravi za vzdrževanje osnovnih življenskih funkcij, kot so dihanje, delovanje srca, prebavo, delovanje živčnega sistema itd. (Akern, 2011).

3.5 STATISTIČNA ANALIZA

Rezultate ugotavljanja stanja prehranjenosti z različnimi metodami smo prikazali kot absolutno število in relativni delež v odstotkih (Adamič, 1989).

Opravili smo tudi primerjalno analizo med štirimi metodami, ki smo jih uporabili za merjenje odstotka telesne maščobe. Analiza je bila izvedena s paketom R, verzija 3.0.3 za statistične izračune.

Za izračun ujemanja med različnimi načini merjenja telesne maščobe smo uporabili interklasni korelacijski koeficient (angl. Intraclass correlation coefficient oz. kratko ICC) s pripadajočim intervalom zaupanja. Ta je definiran na intervalu $[0,1]$, kjer večje vrednosti pomenijo boljše ujemanje.

Ujemanje smo povzeli tudi z Bland-Altman (krajše BA) grafikoni. Srednja modra črta v BA grafikonu prikazuje povprečno razliko med metodama. V idealni situaciji bi bila črta blizu nič, kar bi pomenilo, da med metodama ni bistvene razlike. V primeru, da je povprečna razlika negativna, pomeni, da s prvo metodo sistematično podcenjujemo merjeno količino, v primeru pozitivne povprečne razlike pa to količino s prvo metodo precenjujemo. Spodnja in zgornja črta prikazujeta spodnjo in zgornjo mejo intervala znotraj katerega pričakujemo 95% razlik med deležem telesne maščobe izmerjene z različnima metodama.

Rezultate smo prikazali tudi z razsevnimi grafikoni in Pearsonovim korelacijskim koeficientom (rho). Ravna črta v grafikonu prikazuje premico popolnega ujemanja med metodama.

4 REZULTATI

4.1 PRIMERJAVA IZMERJENE TELESNE MASE IN VIŠINE Z REFERENČNIMI VREDNOSTMI

Rezultate meritev telesne mase in izračuna telesne višine iz meritev dolžine podlahtnice smo primerjali z referenčnimi vrednostmi za zdrave otroke iste starosti in spola. Vrednosti pri posameznem preiskovancu smo izrazili kot percentilne oz. centilne vrednosti glede na zdravo populacijo. Rezultate meritev smo primerjali tudi z referenčnimi vrednostmi, dobljenimi na velikih vzorcih otrok s cerebralno paralizo (Life Expectancy, 2014) in jih prav tako izrazili s percentilnimi vrednostmi glede na vrednosti pri otrocih s cerebralno paralizo. Iz dostopnih referenčnih vrednosti za otroke s cerebralno paralizo je bilo nemogoče določiti natančne percentilne vrednosti, zato smo rezultate razvrstili v razrede pod 10., med 10. in 50., med 50. in 90. in nad 90. percentilom (preglednica 3).

Pri 44 preiskovancih (83 %) je bila telesna masa nižja od 3. percentila za starost in spol zdrave populacije, pri 31 (58 %) je bila nižja tudi telesna višina. Pod 10. percentilom za zdravo otroško in mladostniško populacijo, je bila masa 47 (89 %) in višina 36 (68 %) preiskovancev. Pri primerjavi z referencami za otroke in mladostnike s cerebralno paralizo je imelo maso pod 10. percentilom le 17 (32 %) preiskovancev, višine pa nobeden.

Preglednica 3: Meritve telesne višine in mase in njihova percentilna vrednost glede na referenčne vrednosti pri zdravih otrocih in mladostnikih in pri otrocih in mladostnikih s cerebralno paralizo

Šifra	Starost (let)	Telesna masa (kg)	Telesna višina (cm)	Percentil glede na norme za zdrave		Percentil glede na norme za CP	
				Masa	Višina	Masa	Višina
A1N	4,7	19,1	109	75	70	50-90	>90
A2N	15	19,2	125	0	0	<10	10-50
A3N	4	13,9	102	9	35	10-50	50-90
A4N	1,9	10,4	78	11	0	50	50
A5N	9	22	130	5	50	10-50	50-90
A6N	9,2	22,4	120,5	3	1	10-50	50-90
A7N	5,3	19,4	127	49	100	50-90	>90
A8N	6,2	20,6	116	46	41	50-90	50-90
A9N	2,7	12,8	96	28	74	50-90	90
A10N	4,6	10,6	97	0	1	10-50	50-90
A11N	11,2	22,8	122	0	0	10-50	10-50
A12N	10,7	28	141,5	11	48	50-90	90
B1N	14,8	34,8	148	0	1	50-90	50-90
A1P	5	12,8	106	0	16	10-50	50-90
A2P	4,8	12,4	102,5	0	7	10-50	50-90
A3P	4,1	10	93	0	1	10	50-90
A4P	5,3	13	102	0	1	10-50	50-90
A5P	6,4	9,2	101	0	0	<10	10-50
A6P	13,8	23,8	142	0	1	10-50	50-90
A7P	3,3	9,4	96	0	24	10-50	50-90
A8P	1,9	7,95	79,5	0	2	10	50
A9P	8,3	17,4	128,5	0	40	10-50	90
A10P	4,8	11	97	0	1	10	50-90
A11P	3,1	10	91	0	5	10-50	50-90
A12P	14,6	19,4	133	0	0	<10	10-50
B1P	13,2	28,2	147	0	10	10-50	50-90
C1P	16,2	31,4	160	0	29	10-50	>90
C2P	14,1	23,2	148	0	3	10-50	50-90
C3P	26	41,6	161	0	0	50-90	50-90
C4P	18,5	20,4	140,5	0	0	<10	10-50
C5P	14	34,8	159	2	33	50-90	>90
C6P	17,5	35,2	164	0	4	50-90	>90
A1F	15,2	24,4	151	0	1	10-50	50-90
A2F	6,5	15,2	107	0	1	<10	50-90
A3F	6,4	9,8	104,5	0	1	<10	50-90
A4F	2,6	7	80	0	0	<10	10-50
A5F	11,7	11,5	118	0	0	<10	10-50
A6F	8,1	17,6	113	0	0	10-50	50-90
B1F	11,4	17,4	145	0	41	10-50	>90
B2F	13,2	15	123	0	0	<10	10-50
B3F	15,2	28	146	0	0	10-50	50-90
B4F	14,6	22	136	0	0	10-50	10-50
B5F	10,4	22,2	143	0	70	10-50	>90
B6F	19,7	31	159,5	0	25	10-50	90
B7F	17,5	16,3	145	0	0	<10	50
B8F	16,4	17,2	149	0	0	<10	50-90
C1F	22,2	21,8	164	0	3	<10	50-90
C2F	21,5	15,2	139	0	0	<10	10-50
C3F	15,9	19,4	148	0	0	<10	50-90
C4F	18,1	19	142	0	0	<10	50
C5F	19,2	39,2	157,5	0	23	50-90	50-90
B1X	13,3	12,5	127	0	0	<10	10-50
A1X	6,7	10,3	97	0	0	<10	10-50

4.1 UGOTAVLJANJE STANJA PREHRANJENOSTI Z INDEKSI IZPELJANIMI IZ TELESNE MASE IN VIŠINE

Stanje prehranjenosti smo ocenili z indeksom telesne mase na starost, indeksom razmerja mase na višino in indeksom telesne mase. Izračun indeksa telesne mase je prikazan v preglednici 4. V preglednici 5 pa so rezultati za posamezne preiskovance prikazani kot število Z glede na odstopanja od povprečja za zdravo populacijo otrok. Pri tem so označene zgornje meje razredov, v katere padejo podatki za posameznega otroka. Z 0 pomeni, da so izmerjene vrednosti znotraj ene standardne deviacije nad ali pod povprečjem, -1, da so med eno in dvema standardnima deviacijami pod povprečjem, -2, da so za dve do tri standardne deviacije pod povprečjem in -3, da so za več kot tri standardne deviacije pod povprečjem. Za indeks telesne mase so na voljo referenčne tabele za vse starosti od drugega leta dalje, čeprav je njegova uporaba priporočena šele za otroke starejše od pet let (WHO / UNICEF, 2009). Za razliko od ITM pa sta ostala dva indeksa namenjena oceni prehranjenosti mlajših otrok. Za indeks mase na starost so podane reference za otroke od drugega do desetega leta starosti, za indeks razmerja mase na višino pa le za otroke od drugega do petega leta starosti.

Otroci, katerih indeksi odstopajo od povprečja za več kot -1Z a manj kot -2Z, so opredeljeni kot blago podhranjeni, tisti, ki odstopajo za -2 do -3Z kot zmerno podhranjeni in tisti, ki odstopajo za več kot -3Z kot hudo podhranjeni.

Na podlagi indeksa razmerja mase na višino, s katerim smo lahko ocenili le otroke stare od dveh do pet let, smo ugotovili, da je bilo med 13 preiskovanci v tem starostnem obdobju kar 7 otrok (54 %) hudo podhranjenih, po 2 (15 %) otroka pa sta bila zmerno podhranjena, blago podhranjena in normalno prehranjena.

Glede na indeks mase za starost, s katerim smo ocenjevali otroke stare med 2 leti in 10 let, je bilo med 24 otroci v tem starostnem obdobju hudo podhranjenih 11 (45 %), zmerno podhranjenih 5 (21 %), blago podhranjeni 4 (17 %) in normalno prehranjeni prav tako 4 (17 %) otroci.

Glede na ITM je bilo med vsemi 53 preiskovanci hudo podhranjenih 36 (68 %), zmerno podhranjenih 6 (11 %), blago podhranjenih 7 (13 %) in normalno prehranjeni 4 (8 %) preiskovanci. Ker pa se ITM načeloma uporablja le za oceno prehranjenosti otrok starejših od pet let, nam dodatna analiza 41 preiskovancev, ki so starejši od te meje, pokaže, da je bilo hudo podhranjenih 30 (73 %), zmerno podhranjeni 4 (10 %), blago podhranjenih 5 (12 %) in normalno prehranjena 2 (5 %) preiskovanca.

Na podlagi indeksa telesne mase smo s pomočjo enačb izračunali delež telesne mašcobe, kar prikazuje preglednica 6. Pri štirih preiskovancih je dal izračun negativen, skratka logično nemogoč rezultat. To kaže na dejstvo, da so enačbe, ki so bile razvite in validirane na vzorcih zdrave populacije, slabo uporabne za oceno deleža telesne sestave pri hudo podhranjenih osebah, kakršnih je veliko bolnikov s cerebralno paralizo.

Preglednica 4: Indeks telesne mase (ITM)

Šifra	Starost (let)	Telesna masa (kg)	Telesna višina (cm)	ITM
A1N	4,7	19,1	109	16,1
A2N	15	19,2	125	12,3
A3N	4	13,9	102	13,4
A4N	1,9	10,4	78	17,1
A5N	9	22	130	13
A6N	9,2	22,4	120,5	15,4
A7N	5,3	19,4	127	12
A8N	6,2	20,6	116	15,3
A9N	2,7	12,8	96	13,9
A10N	4,6	10,6	97	11,3
A11N	11,2	22,8	122	15,3
A12N	10,7	28	141,5	14
B1N	14,8	34,8	148	15,9
A1P	5	12,8	106	11,4
A2P	4,8	12,4	102,5	11,8
A3P	4,1	10	93	11,6
A4P	5,3	13	102	12,5
A5P	6,4	9,2	101	9
A6P	13,8	23,8	142	11,8
A7P	3,3	9,4	96	10,2
A8P	1,9	7,95	79,5	12,6
A9P	8,3	17,4	128,5	10,5
A10P	4,8	11	97	11,7
A11P	3,1	10	91	12,1
A12P	14,6	19,4	133	11
B1P	13,2	28,2	147	13,1
C1P	16,2	31,4	160	12,3
C2P	14,1	23,2	148	10,6
C3P	26	41,6	161	16
C4P	18,5	20,4	140,5	10,3
C5P	14	34,8	159	13,8
C6P	17,5	35,2	164	13,1
A1F	15,2	24,4	151	10,7
A2F	6,5	15,2	107	13,3
A3F	6,4	9,8	104,5	9
A4F	2,6	7	80	10,9
A5F	11,7	11,5	118	8,3
A6F	8,1	17,6	113	13,8
B1F	11,4	17,4	145	8,3
B2F	13,2	15	123	9,9
B3F	15,2	28	146	13,1
B4F	14,6	22	136	11,9
B5F	10,4	22,2	143	10,9
B6F	19,7	31	159,5	12,2
B7F	17,5	16,3	145	7,8
B8F	16,4	17,2	149	7,7
C1F	22,2	21,8	164	8,1
C2F	21,5	15,2	139	7,9
C3F	15,9	19,4	148	8,9
C4F	18,1	19	142	9,4
C5F	19,2	39,2	157,5	15,7
B1X	13,3	12,5	127	7,8
A1X	6,7	10,3	97	10,9

Preglednica 5: Rezultati indeksa mase na višino, indeksa mase za starost in indeksa telesne mase prikazani kot vrednosti Z odstopanja od povprečja zdravih otrok

Šifra	Starost (let)	Mejna Z vrednost pod katero je preiskovanec		
		Indeks mase na višino	Masa za starost	ITM za starost
A1N	4,7	0	0	0
A2N	15			-3
A3N	4	-1	-1	-1
A4N	1,9	0	-1	0
A5N	9		-1	-2
A6N	9,2		-1	0
A7N	5,3		0	-2
A8N	6,2		0	0
A9N	2,7	-1	0	-1
A10N	4,6	-3	-3	-3
A11N	11,2			-1
A12N	10,7			-1
B1N	14,8			-1
A1P	5	-3	-2	-3
A2P	4,8	-2	-2	-2
A3P	4,1	-3	-3	-3
A4P	5,3		-3	-2
A5P	6,4		-3	-3
A6P	13,8			-3
A7P	3,3	-3	-3	-3
A8P	1,9	-2	-2	-2
A9P	8,3		-2	-3
A10P	4,8	-3	-3	-3
A11P	3,1	-3	-3	-3
A12P	14,6			-3
B1P	13,2			-3
C1P	16,2			-3
C2P	14,1			-3
C3P	26			-3
C4P	18,5			-3
C5P	14			-3
C6P	17,5			-3
A1F	15,2			-3
A2F	6,5		-3	-1
A3F	6,4		-2	-3
A4F	2,6	-3	-3	-3
A5F	11,7			-3
A6F	8,1		-3	-1
B1F	11,4			-3
B2F	13,2			-3
B3F	15,2			-3
B4F	14,6			-3
B5F	10,4			-3
B6F	19,7			-3
B7F	17,5			-3
B8F	16,4			-3
C1F	22,2			-3
C2F	21,5			-3
C3F	15,9		.	-3
C4F	18,1			-3
C5F	19,2			-2
B1X	13,3			-3
A1X	6,7		-3	-3

*Prazna polja pomenijo nedostopnost podatkov o Z vrednosti pri posamezni starosti

Preglednica 6: Določitev deleža maščobe na podlagi indeksa telesne mase

Šifra	Starost (let)	Spol	Maščoba (%)	Smiselnost rezultata
A1N	4,7	Ž	22,4	DA
A2N	15	M	5,9	DA
A3N	4	M	15,2	DA
A4N	1,9	M	22,3	DA
A5N	9	M	11,1	DA
A6N	9,2	M	14,6	DA
A7N	5,3	Ž	15,8	DA
A8N	6,2	Ž	20,2	DA
A9N	2,7	M	16,9	DA
A10N	4,6	Ž	15,2	DA
A11N	11,2	M	13,1	DA
A12N	10,7	Ž	15,1	DA
B1N	14,8	Ž	15	DA
A1P	5	Ž	15,1	DA
A2P	4,8	Ž	15,9	DA
A3P	4,1	Ž	16	DA
A4P	5,3	M	13	DA
A5P	6,4	M	6,9	DA
A6P	13,8	M	6	DA
A7P	3,3	M	10,9	DA
A8P	1,9	Ž	19,1	DA
A9P	8,3	Ž	11,4	DA
A10P	4,8	M	12,1	DA
A11P	3,1	M	13,9	DA
A12P	14,6	Ž	7,8	DA
B1P	13,2	Ž	11,9	DA
C1P	16,2	Ž	13	DA
C2P	14,1	M	3,9	DA
C3P	26	M	9	DA
C4P	18,5	Ž	11,2	DA
C5P	14	M	8,8	DA
C6P	17,5	M	3,5	DA
A1F	15,2	M	3,3	DA
A2F	6,5	M	13,3	DA
A3F	6,4	Ž	10,5	DA
A4F	2,6	M	12,4	DA
A5F	11,7	M	2,1	DA
A6F	8,1	M	13	DA
B1F	11,4	Ž	6	DA
B2F	13,2	M	3,5	DA
B3F	15,2	Ž	10,5	DA
B4F	14,6	M	5,5	DA
B5F	10,4	M	7	DA
B6F	19,7	Ž	13,8	DA
B7F	17,5	M	-2,8	NE
B8F	16,4	M	-3,2	NE
C1F	22,2	M	-1,4	NE
C2F	21,5	Ž	9	DA
C3F	15,9	M	-1,9	NE
C4F	18,1	Ž	10	DA
C5F	19,2	Ž	17,9	DA
B1X	13,3	Ž	3,9	DA
A1X	6,7	M	9,6	DA

4.2 REZULTATI MERITEV DEBELINE KOŽNIH GUB

Rezultati merjenja debeline kožnih gub na 4 mestih (triceps, biceps, ob lopatici in nad črevničnim grebenom) so prikazani v preglednici 7.

Preglednica 8 prikazuje rezultate ocene deleža maščobe s pomočjo tabel temelječih na metodi po Deurenbergu iz seštevkov debelin gub bicepsa in tricepsa ter seštevkov debelin vseh štirih kožnih gub. V preglednici 9 pa so prikazani še izračuni deleža maščobe s pomočjo enačb za otroke s cerebralno paralizo v primerjavi z rezultati prej omenjene metode.

Rezultati statistične analize ujemanja rezultatov izračuna deleža maščobe iz debeline kožnih gub na podlagi dveh enačb za zdrave ljudi in posebnih enačb za otroke s cerebralno paralizo so prikazane na slikah 1-6. Rezultati statistične analize kažejo, da se deleži maščobe izračunani po enačbah za zdrave ljudi zelo dobro ujemajo, ne glede na to, ali smo upoštevali debeline dveh ali pa vseh štirih gub. Pearsonov korelacijski koeficient je 0,9156. Nekaj slabše je ujemanje obeh prej omenjenih izračunov z izračuni na podlagi posebnih enačb za otroke s cerebralno paralizo. Pokaže se, da pri majhnem deležu maščobe izračun po enačbah za otroke s cerebralno paralizo sistematično daje še nižje vrednosti, pri velikem pa sistematično še višje vrednosti kot izračun na podlagi enačb za zdrave.

Preglednica 7: Rezultati meritev debeline štirih kožnih gub

Šifra	Debelina kožnih gub (mm)			
	Biceps	Triceps	Ob lopatici	Nad črevnico
A1N	7,8	8	11,4	17,2
A2N	3,2	5,8	4	7,8
A3N	4,2	9,8	8,5	11,8
A4N	4	10,2	5,6	4,8
A5N	6	10,2	5,2	8,4
A6N	8,2	16,8	7,2	8,2
A7N	5,4	12,8	6,6	12,6
A8N	6,2	12,7	7,4	8,4
A9N	4,8	8,8	3,8	5,6
A10N	4,2	7,6	4,4	4,5
A11N	6,8	17,2	6	12,2
A12N	5,4	14,9	8,5	16,1
B1N	7,2	17,2	15,2	15,2
A1P	2	5,8	4	5,8
A2P	2	3,8	3,8	4,1
A3P	3,6	6,2	4,2	6
A4P	2,6	6,6	5	4,4
A5P	2,2	3,6	3,4	3,2
A6P	5,1	12,4	5,3	8,3
A7P	4,4	8,2	4,4	3,4
A8P	3,7	7,4	6,2	7,2
A9P	2,2	7,8	4,6	5,2
A10P	2,6	8,2	3,8	3
A11P	3,2	6,8	8,2	7,4
A12P	4,6	5,6	4,3	6,3
B1P	5,1	11,2	8,3	11
C1P	2,7	4,9	7	12,1
C2P	2,4	7,1	6,2	5
C3P	4,1	14,9	10	13,8
C4P	4	9	8	6,2
C5P	4,9	14	11,1	9,5
C6P	2,1	7,2	4,6	6,8
A1F	2	6,2	4,4	4,4
A2F	3,8	6,8	3,4	3,2
A3F	2,2	2,8	3,8	3,8
A4F	2,4	4	2,3	2,8
A5F	1,5	3,5	3,2	2,4
A6F	6,4	9,1	5	19,4
B1F	2,4	3,2	4	3
B2F	1,8	3,8	3	2,8
B3F	3,8	7,2	8,2	7,8
B4F	2,7	10	7,5	7,6
B5F	6,2	13,2	9	18
B6F	2,1	10	10,7	7,8
B7F	2,2	5	5	3,2
B8F	1,8	4,6	3,2	2,8
C1F	1,4	2,8	4,6	3,2
C2F	2	7,6	7	6,2
C3F	4,1	5,2	5,2	7,6
C4F	8,8	14,2	5,6	13,1
C5F	8,2	12	11,2	16,6
B1X	1,9	2,2	2	3,5
A1X	5	10,2	4,2	5,8

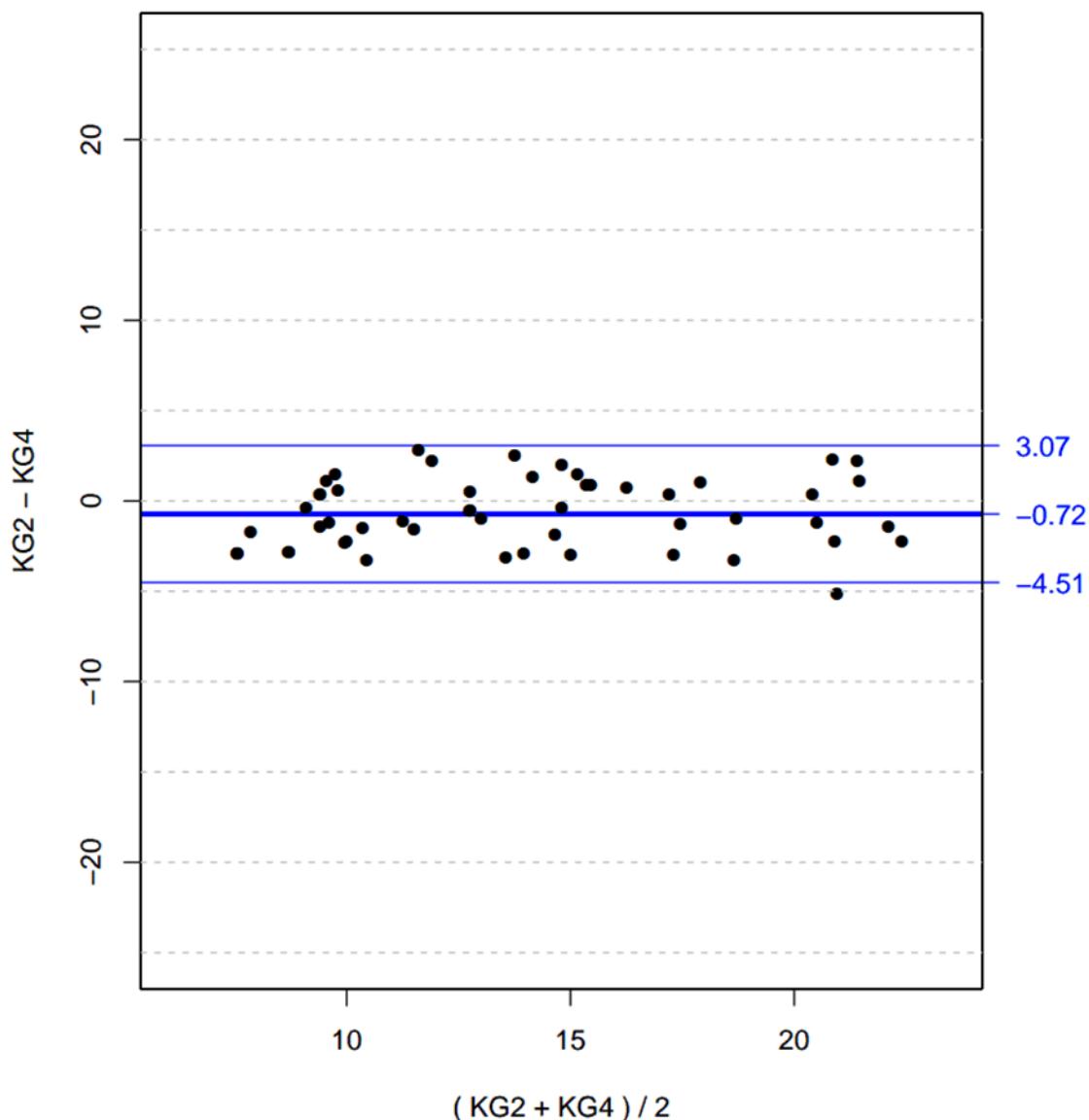
Preglednica 8: Ocena deleža maščobe na podlagi debeline kožnih gub

Šifra	Vsota debelin (mm)		Ocena deleža maščobe (%)	
	Biceps + triceps	Vse 4 gube	Biceps + triceps	Vse 4 gube
A1N	28,6	28,6	18,4	23,5
A2N	11,8	11,8	10,7	12,3
A3N	20,3	20,3	15,8	18,8
A4N	10,4	10,4	15,8	14,9
A5N	13,6	13,6	17,4	17
A6N	15,4	15,4	22,5	20,3
A7N	19,2	19,2	19,9	21,1
A8N	15,8	15,8	20,6	20,2
A9N	9,4	9,4	15,8	13,8
A10N	8,9	8,9	14,8	13,5
A11N	18,2	18,2	22	20,9
A12N	24,6	24,6	21,3	23,5
B1N	30,4	30,4	21,4	22,8
A1P	9,8	9,8	9,6	11,1
A2P	7,9	7,9	<9,6	<9,2
A3P	10,2	10,2	12,5	13
A4P	9,4	9,4	10,7	11,8
A5P	6,6	6,6	6,1	<9
A6P	13,6	13,6	18,4	17,4
A7P	7,8	7,8	15	12,5
A8P	13,4	13,4	13,7	15,6
A9P	9,8	9,8	12,5	13
A10P	6,8	6,8	13	10,8
A11P	15,6	15,6	12	15,1
A12P	10,6	10,6	12,5	13,5
B1P	19,3	19,3	16,8	18,1
C1P	19,1	19,1	<8,8	12,1
C2P	11,2	11,2	10,5	9
C3P	23,8	23,8	15,9	15
C4P	14,2	14,2	13	12,5
C5P	20,6	20,6	15,9	14,4
C6P	11,4	11,4	10,1	9
A1F	8,8	8,8	9	10,2
A2F	6,6	6,6	13	10,2
A3F	7,6	7,6	<9,6	<9,2
A4F	5,1	5,1	6,1	<9
A5F	5,6	5,6	<6,1	<9
A6F	24,4	24,4	17	20,3
B1F	7	7	<8,9	<9,3
B2F	5,8	5,8	7,3	<10,1
B3F	16	16	12,5	15,4
B4F	15,1	15,1	14,6	15
B5F	27	27	18,2	19,2
B6F	18,5	18,5	13,5	16,5
B7F	8,2	8,2	8,7	10,1
B8F	6	6	7,3	<10,1
C1F	7,8	7,8	<7	<8,7
C2F	13,2	13,2	8,8	<11,1
C3F	12,8	12,8	10,1	9,5
C4F	18,7	18,7	22	19,7
C5F	27,8	27,8	19,8	22
B1X	5,5	5,5	<8,9	<11,1
A1X	10	10	16,6	15,9

Preglednica 9: Primerjava ocene deleža maščobe na podlagi debeline kožnih gub po enačbah za zdrave otroke in za otroke s cerebralno paralizo

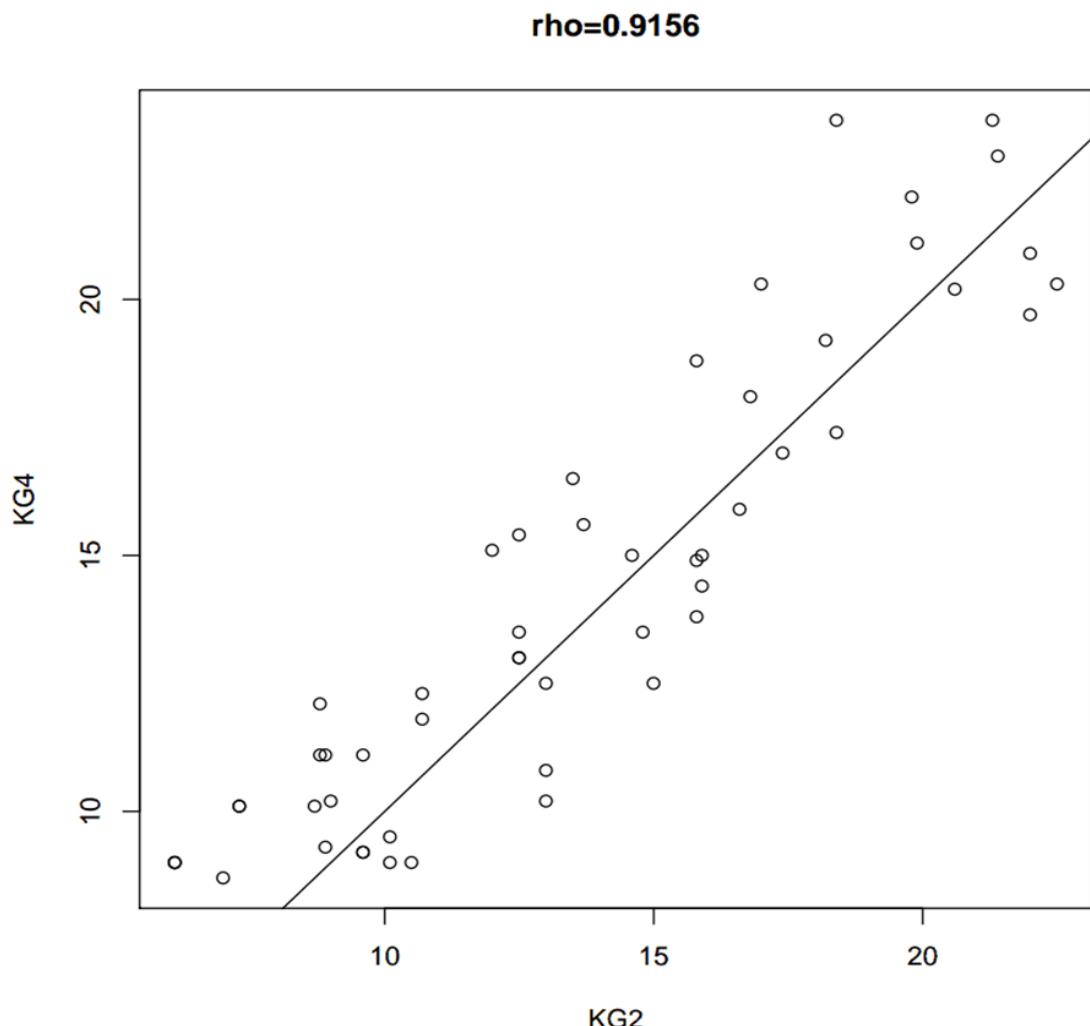
Šifra	Ocena deleža maščobe preiskovanca (%)		
	Biceps + triceps	Vse 4 gube	Enačbe za CP
A1N	18,4	23,5	24,3
A2N	10,7	12,3	9,4
A3N	15,8	18,8	17,7
A4N	15,8	14,9	15,4
A5N	17,4	17	15
A6N	22,5	20,3	22,6
A7N	19,9	21,1	24,3
A8N	20,6	20,2	24,9
A9N	15,8	13,8	12,2
A10N	14,8	13,5	17,5
A11N	22	20,9	21,9
A12N	21,3	23,5	27,4
B1N	21,4	22,8	34,8
A1P	9,6	11,1	15,2
A2P	<9,6	<9,2	12,8
A3P	12,5	13	15,8
A4P	10,7	11,8	11,2
A5P	6,1	<9	6,4
A6P	18,4	17,4	17,1
A7P	15	12,5	12,2
A8P	13,7	15,6	19,1
A9P	12,5	13	17,9
A10P	13	10,8	11,6
A11P	12	15,1	14,6
A12P	12,5	13,5	15,3
B1P	16,8	18,1	26,4
C1P	<8,8	12,1	12,8
C2P	10,5	9	4,5
C3P	15,9	15	14,9
C4P	13	12,5	17,7
C5P	15,9	14,4	15,1
C6P	10,1	9	3
A1F	9	10,2	10,2
A2F	13	10,2	9,8
A3F	<9,6	<9,2	11,6
A4F	6,1	<9	5,6
A5F	<6,1	<9	6,1
A6F	17	20,3	13,7
B1F	<8,9	<9,3	14,3
B2F	7,3	<10,1	6,5
B3F	12,5	15,4	22,8
B4F	14,6	15	17,3
B5F	18,2	19,2	21,4
B6F	13,5	16,5	27,4
B7F	8,7	10,1	9,9
B8F	7,3	<10,1	7,6
C1F	<7	<8,7	-1,6
C2F	8,8	<11,1	15,4
C3F	10,1	9,5	1,6
C4F	22	19,7	19
C5F	19,8	22	21,7
B1X	<8,9	<11,1	10,8
A1X	16,6	15,9	14

Slika 1 prikazuje ujemanje med rezultati deleža maščobe, ki jih dobimo iz 2 kožnih gub (bicepsa in tricepsa) ter deležom maščobe izračunanim preko vseh 4 merjenih kožnih gub (bicepsa, tricepsa, subscapularne in suprailiakalne).



Slika 1: Ujemanje med izračuni deleža maščobe iz debeline kožnih gub po obeh enačbah za zdrave ljudi
Legenda: KG2 – rezultati po enačbi, ki upošteva debelino gub bicepsa in tricepsa, KG4 – rezultati po enačbi,
ki upošteva debelino vseh štirih gub

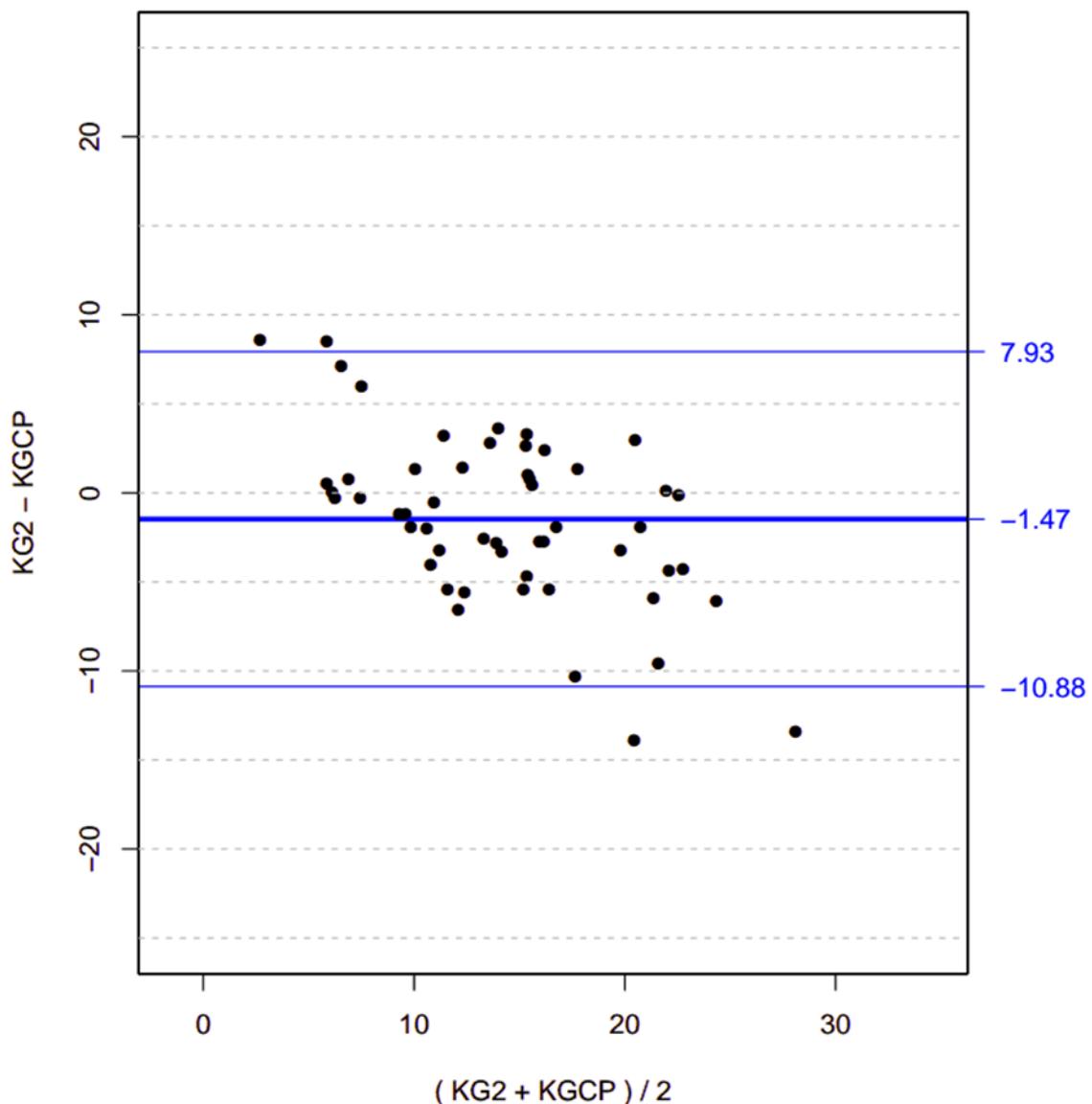
Slika 2 prikazuje ujemanje deležev maščob pridobljenih iz 2 in 4 kožnih gub preko korelacijskega koeficienta (rho). Kot je razvidno iz slike, gre za precej dobro ujemanje.



Slika 2: Korelacijski koeficient med izračuni deleža maščobe iz debeline kožnih gub po obeh enačbah za zdrave ljudi

Legenda: rho – korelacijski koeficient, KG2 – rezultati po enačbi, ki upošteva debelino gub bicepsa in tricepsa, KG4 – rezultati po enačbi, ki upošteva debelino vseh štirih gub

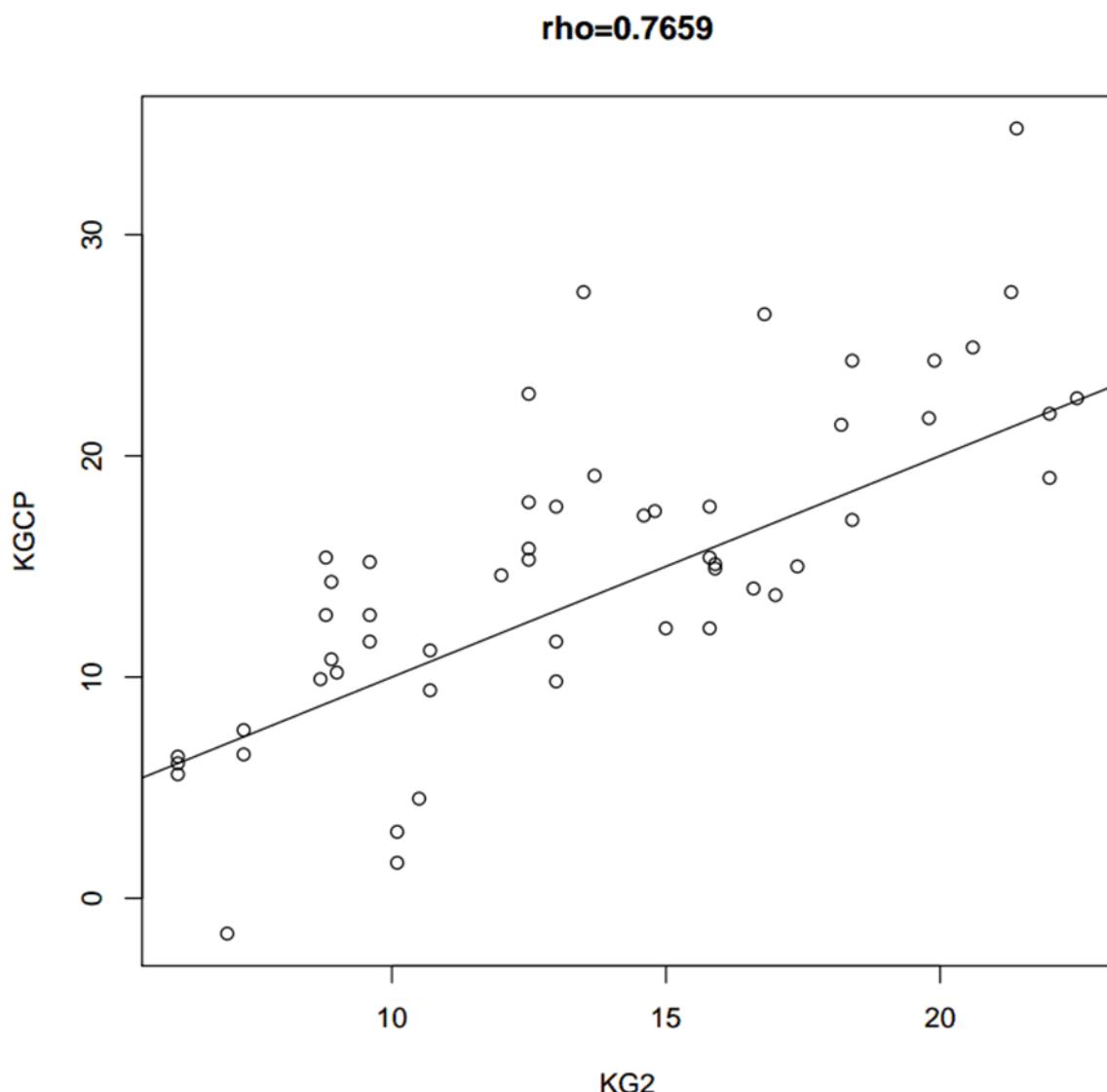
Slika 3 prikazuje ujemanje med deleži maščobe izračunanimi iz 2 kožnih gub ter deleži maščobe izračunanimi iz kožnih gub po formulah, ki so prilagojene za otroke s cerebralno paralizo.



Slika 3: Ujemanje med izračuni deleža maščobe po enačbi iz debeline dveh kožnih gub za zdrave ljudi in izračuni po enačbah za otroke s cerebralno paralizo

Legenda: KG2 – rezultati po enačbi, ki upošteva debelino gub bicepsa in tricepsa, KGPC – rezultati po enačbah za otroke s cerebralno paralizo

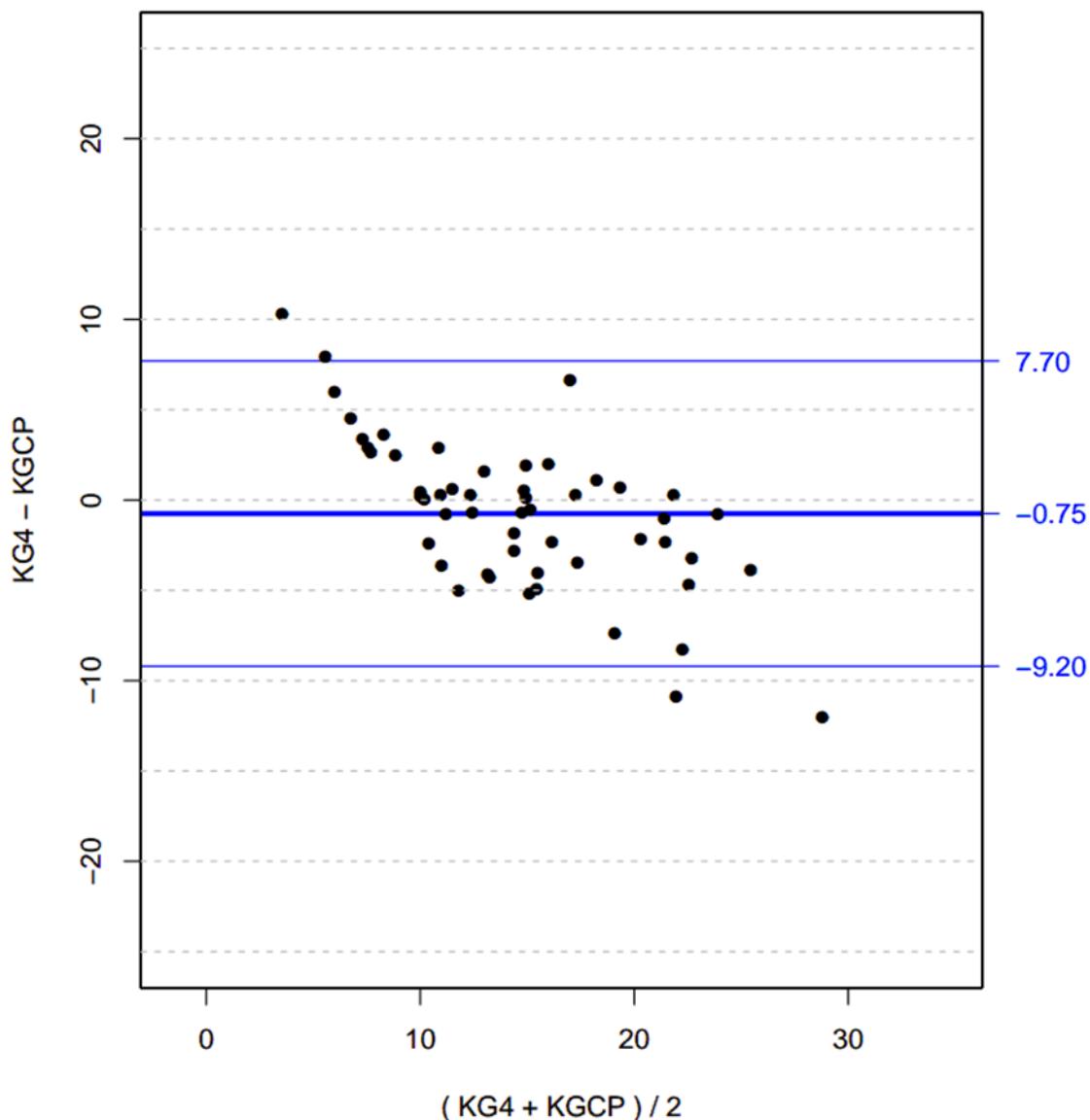
Slika 4 prikazuje ujemanje s korelacijskim koeficientom (rho) med deleži maščobe izračunanimi iz 2 kožnih gub ter deleži maščob izračunani iz formul, ki so prilagojene za izračun deleža maščobe iz kožnih gub pri otrocih s cerebralno paralizo.



Slika 4: Korelacijski koeficient med izračuni deleža maščobe po enačbi iz debeline dveh kožnih gub za zdrave ljudi in izračuni po enačbah za otroke s cerebralno paralizo

Legenda: rho – korelacijski koeficient, KG2 – rezultati po enačbi, ki upošteva debelino gub bicepsa in tricepsa, KGCP – rezultati po enačbah za otroke s cerebralno paralizo

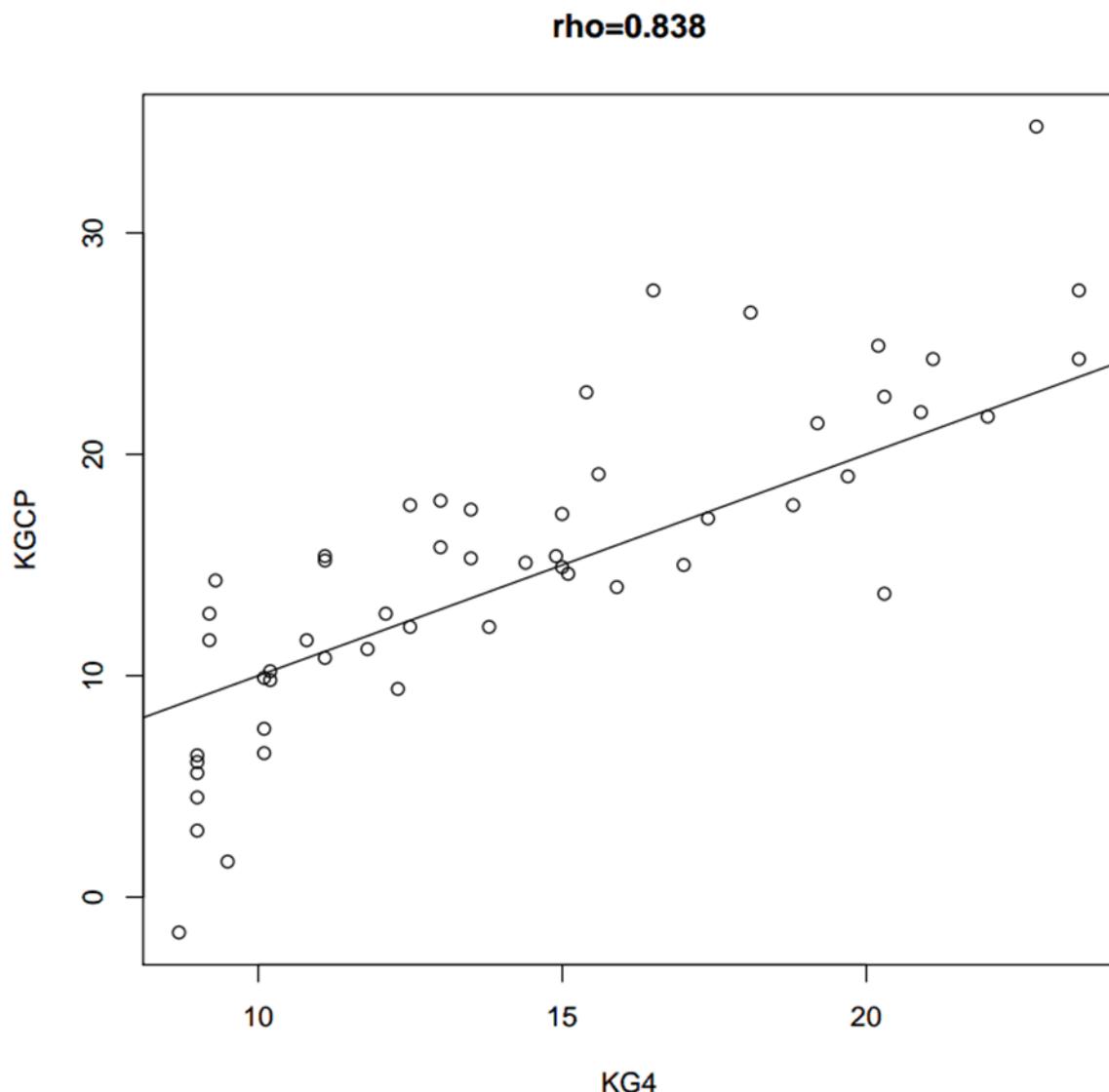
Slika 5 prikazuje ujemanje med deleži maščobe izračunanimi iz 4 kožnih gub ter deleži maščobe izračunanimi iz kožnih gub po formulah, ki so prilagojene za otroke s cerebralno paralizo.



Slika 5: Ujemanje med izračuni deleža maščobe po enačbi iz debeline vseh štirih kožnih gub za zdrave ljudi in izračuni po enačbah za otroke s cerebralno paralizo

Legenda: KG4 – rezultati po enačbi, ki upošteva debelino vseh štirih kožnih gub, KGPC – rezultati po enačbah za otroke s cerebralno paralizo

Slika 6 prikazuje ujemanje s koreacijskim koeficientom (ρ) med deleži maščobe izračunanimi iz 4 kožnih gub ter deleži maščob izračunani iz formul, ki so prilagojene za izračun deleža maščobe iz kožnih gub pri otrocih s cerebralno paralizo.



Slika 6: Koreacijski koeficient med izračuni deleža maščobe po enačbi iz debeline vseh štirih kožnih gub za zdrave ljudi in izračuni po enačbah za otroke s cerebralno paralizo
Legenda: rho – koreacijski koeficient, KG4 – rezultati po enačbi, ki upošteva debelino vseh štirih kožnih gub, KGPC – rezultati po enačbah za otroke s cerebralno paralizo

4.3 REZULTATI ANALIZE BIOIMPEDANCE

Bioimpedančne meritve smo opravili pri 51 preiskovancih; pri enem meritve nismo mogli opraviti zaradi motoričnega nemira preiskovanca, pri enem pa zaradi okvare aparata za meritve. Pri tem lahko samo rezultate pri 15 (29 %) preiskovancev vzamemo kot potencialno realne, saj so izračunane vrednosti pri ostalih (delež vode nad 80 %, delež maščobe pod 1 %) v povsem nerealnem obsegu.

Ker smo pri več preiskovancih opravili meritve z dvema aparatom in so bili rezultati meritve pri obeh v povsem nerealnem okviru, lahko sklepamo, da rezultati niso bili posledica tehničnih okvar. Raziskovalci so z obema napravama opravili večkrat testne meritve na drugih članih raziskovalne skupine ter na zdravih, primerno prehranjenih otrocih in dobili realne rezultate. Tudi po posvetu s tehnično svetovalno službo proizvajalca smo dobili odgovor, da verjetno ne gre za okvaro ampak za nezmožnost metode merjenja bioimpedančnih vrednosti pri preiskovancih z ekstremno nefiziološkimi količinami oziroma razmerji med posameznimi sestavinami telesa.

Rezultati analize bioimpedance so prikazani v preglednici 10.

Preglednica 10: Rezultati analize bioimpedance

Šifra	Starost (let)	Voda (%)	Pusta masa (%)	Mišična masa (%)	Maščoba (%)	Smiselnost rezultata
A1N	4,7	49	65	34	35	DA
A2N	15	124	97	51	3	NE
A3N	4	66	84	36	16	DA
A4N	1,9	82	106	59	-5	NE
A5N	9,2	73	93	44	7	DA
A6N	9	NP	NP	NP	NP	NP
A7N	5,3	75	97	50	3	DA
A8N	6,2	87	98	65	2	NE
A9N	2,9	95	101	62	-1	NE
A10N	4,6	183	101	73	-1	NE
A11N	11,2	103	97	55	3	NE
A12N	10,7	96	95	44	5	NE
B1N	14,8	60	69	41	31	DA
A1P	5	64	86	52	14	DA
A2P	4,8	77	99	59	1	DA
A3P	4,1	84	102	59	-2	NE
A4P	5,3	111	100	67	0	NE
A5P	6,4	95	100	58	0	NE
A6P	13,8	97	95	56	5	NE
A7P	3,3	77	99	42	1	NE
A8P	1,9	179	108	70	-8	NE
A9P	8,3	76	99	56	1	DA
A10P	4,8	88	101	63	-1	NE
A11P	3,1	139	102	51	-2	NE
A12P	14,6	119	95	51	5	NE
B1P	13,2	84	99	48	1	NE
C1P	16,2	80	94	56	6	DA
C2P	14,1	100	95	59	5	NE
C3P	26	54	74	36	26	DA
C4P	18,5	109	94	60	6	NE
C5P	14	94	96	52	4	NE
C6P	17,5	63	86	54	14	DA
A1F	15,2	104	92	39	8	NE
A2F	6,5	70	87	37	13	DA
A3F	6,4	128	98	62	2	NE
A4F	2,6	123	107	51	-7	NE
A5F	11,7	143	96	40	4	NE
A6F	8,1	75	97	59	3	DA
B1F	11,4	124	92	51	8	NE
B2F	13,2	113	99	52	1	NE
B3F	15,2	87	95	46	5	NE
B4F	14,6	105	94	40	4	NE
B5F	10,4	132	95	55	5	NE
B6F	19,7	69	94	42	6	DA
B7F	17,5	NP	NP	NP	NP	NP
B8F	16,4	124	93	40	7	NE
C1F	22,2	91	92	54	8	NE
C2F	21,5	109	91	34	9	NE
C3F	15,9	103	94	38	6	NE
C4F	18,1	113	93	42	7	NE
C5F	19,2	63	86	43	14	DA
B1X	13,3	133	101	42	-1	NE
A1X	6,7	70	95	57	5	DA

NP-ni podatka, meritev ni bila izvedena

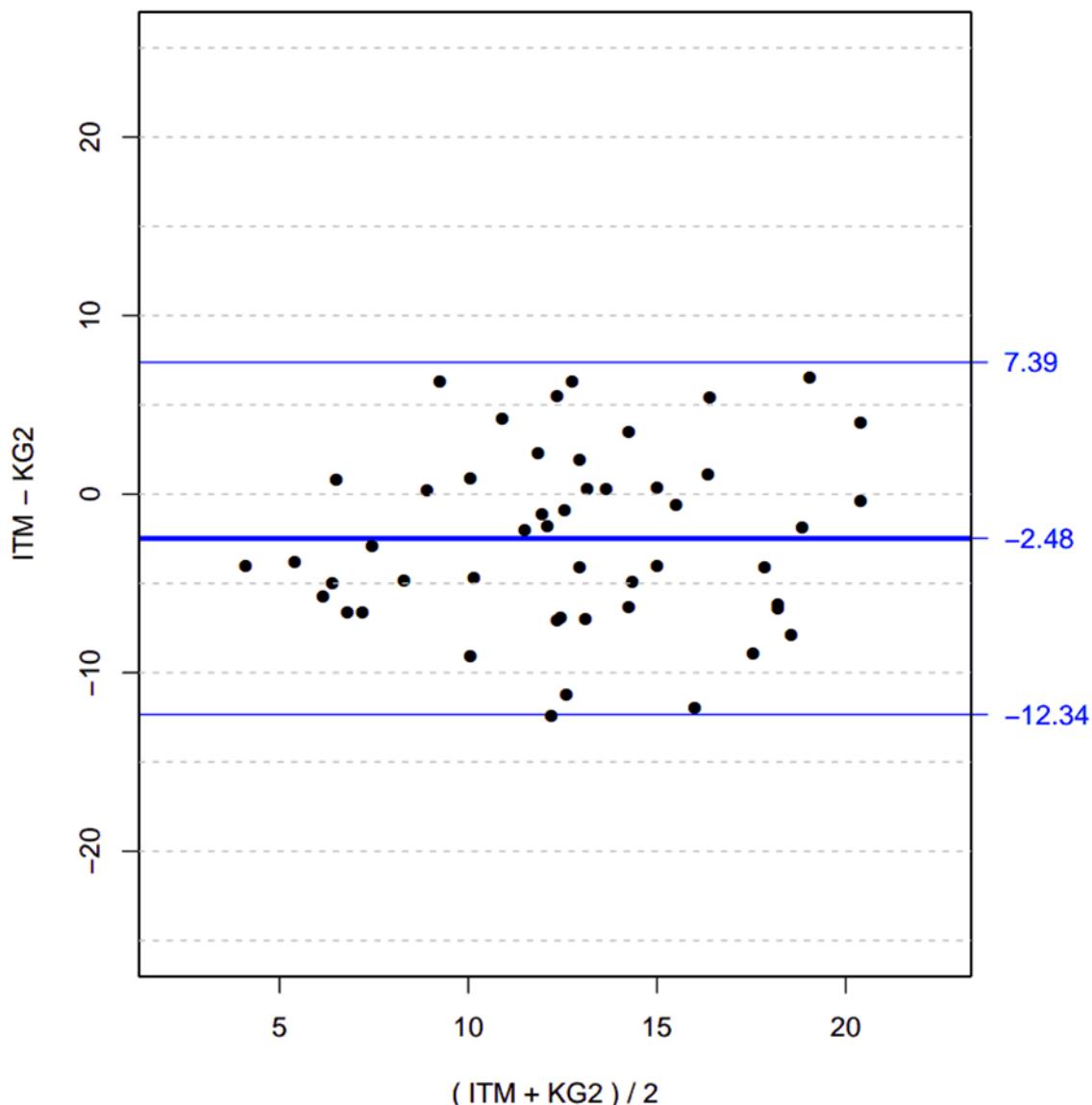
4.4 PRIMERJAVA OCENE STANJA PREHRANJENOSTI NA OSNOVI IZRAČUNA ODSTOTKOV MAŠČOBE DOBLJENIH IZ IZRAČUNA INDEKSA TELESNE MASE, IZ DEBELINE KOŽNIH GUB IN IZ MERITVE BIOIMPEDANCE

Rezultati statistične analize medsebojnega ujemanja rezultatov izračuna deleža maščobe glede na izračun iz indeksa telesne mase, meritve debeline kožnih gub in meritve bioimpedance prikazujejo slike 7-16. Že prej smo dokazali, da rezultati izračunani na podlagi različnih enačb iz debeline kožnih gub dobro ujemajo med seboj, zato smo pri nadaljnji oceni uporabili le enega izmed njih. Izračuni na podlagi indeksa telesne mase se ujemajo z izračuni na podlagi kožnih gub nekoliko slabše. Načeloma so vrednosti deleža maščob izračunane iz ITM v primerjavi s tistimi izračunanimi iz kožnih gub nekoliko nižje. Zelo slabo pa je ujemanje rezultatov dobljenih z meritvami bioimpedance z rezultati izračunanih po obeh drugih metodah.

V preglednici 11 so prikazani odstotki telesne maščobe, ki smo jih dobili z izračunom s pomočjo enačb z uporabo indeksa telesne mase, vsote debeline kožnih gub nad bicepsom in tricepsom in z analizo bioimpedance. Tabela pa prikazuje tudi ocene stanja prehranjenosti glede na izračunane odstotke maščobe po vseh treh metodah z uporabo nomograma za določanje stanja prehranjenosti glede na odstotek maščobe po spolu in starosti, ki ga je izdelalo podjetje Tanita po podatkih WHO (Tanita, 2014a; 2014b). Ker nomogrami pokrijejo le otroke nad petim letom starosti, mladostnike in odrasle, stanja prehranjenosti iz odstotka maščobe nismo mogli določiti pri otrocih mlajših od 5 let. Od 41 preiskovancev, ki smo jim lahko določili stanje prehranjenosti iz odstotka maščobe izračunanega iz ITM, je bilo kot podhranjenih opredeljenih 24 (58 %). Od 45 bolnikov, ki smo jim lahko določili stanje prehranjenosti iz odstotka maščobe na podlagi meritve debeline kožnih gub, je bilo kot podhranjenih opredeljenih le 17 (38 %). Od 15 preiskovancev, ki smo jim lahko določili stanje prehranjenosti na podlagi odstotka maščobe iz meritve bioimpedance, pa je bilo kot podhranjenost opredeljenih 8 (53 %).

Preglednica 12 prikazuje ocene kot percentile glede na zdravo populacijo za odstotek maščobe po spolu in starosti. Percentilne vrednosti so na voljo le za otroke in mladostnike od petega do osemnajstega leta. Če v grobem ocenimo kot slabo prehranjene otroke katerih delež maščobe je pod 5 percentilo za zdravo populacijo, potem je bilo takih otrok po določitvi odstotka maščob na podlagi ITM 17 (46 %) od 37, na podlagi debeline kožnih gub samo 11 (27 %) od 40 in na podlagi meritve bioimpedance 6 (55 %) od 11.

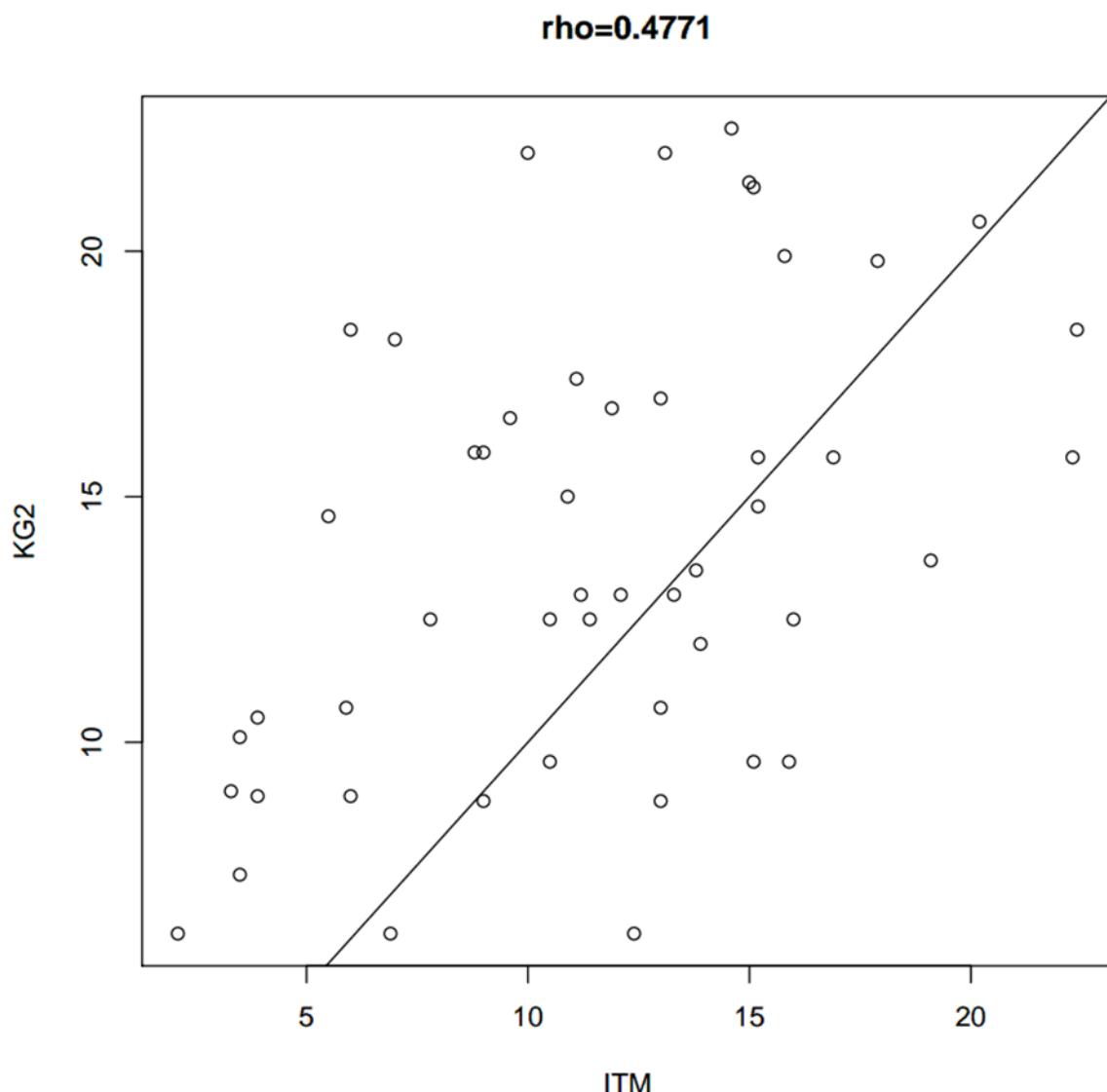
Slika 7 prikazuje ujemanje med izračuni deleža maščobe izračunanega iz 2 kožnih gub ter deleža maščobe izračunanega iz indeksa telesne mase (ITM).



Slika 7: Ujemanje med izračuni deleža maščobe iz debeline dveh kožnih gub po enačbi za zdrave ljudi in po enačbi iz indeksa telesne mase

Legenda: ITM – rezultati izračuna iz indeksa telesne mase, KG2 – rezultati izračuna iz debeline dveh kožnih gub

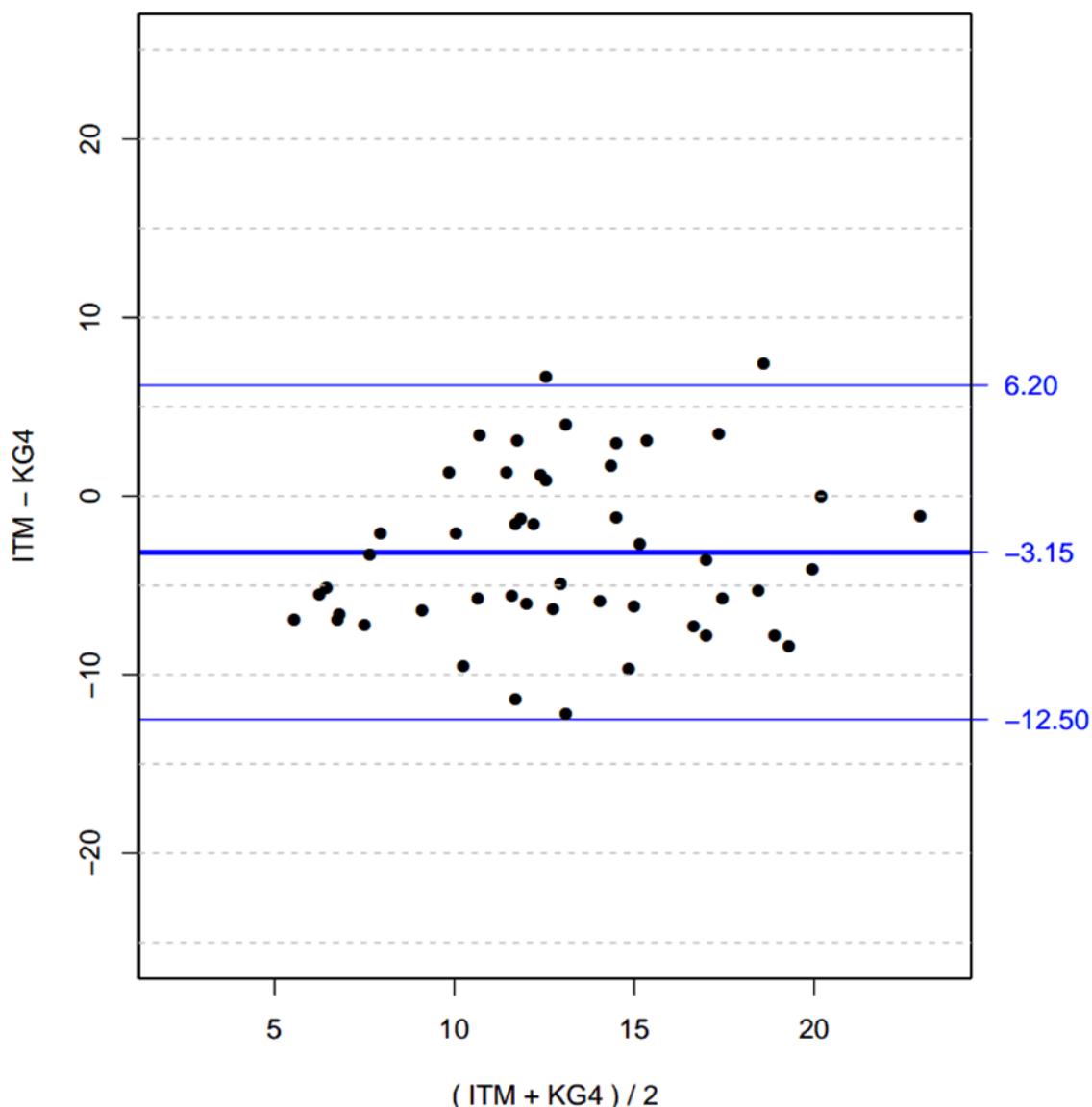
Slika 8 prikazuje ujemanje s korelacijskim koeficientom med deležem maščobe izračunanim iz 2 kožnih gub, ter deležem maščobe izračunanim iz indeksa telesne mase (ITM).



Slika 8: Korelacijski koeficient med izračunom deleža maščobe iz debeline dveh kožnih gub za zdrave ljudi in izračunom deleža maščobe iz indeksa telesne mase

Legenda: rho - korelacijski koeficient, ITM – rezultati izračuna iz indeksa telesne mase, KG2 – rezultati izračuna iz debeline dveh kožnih gub

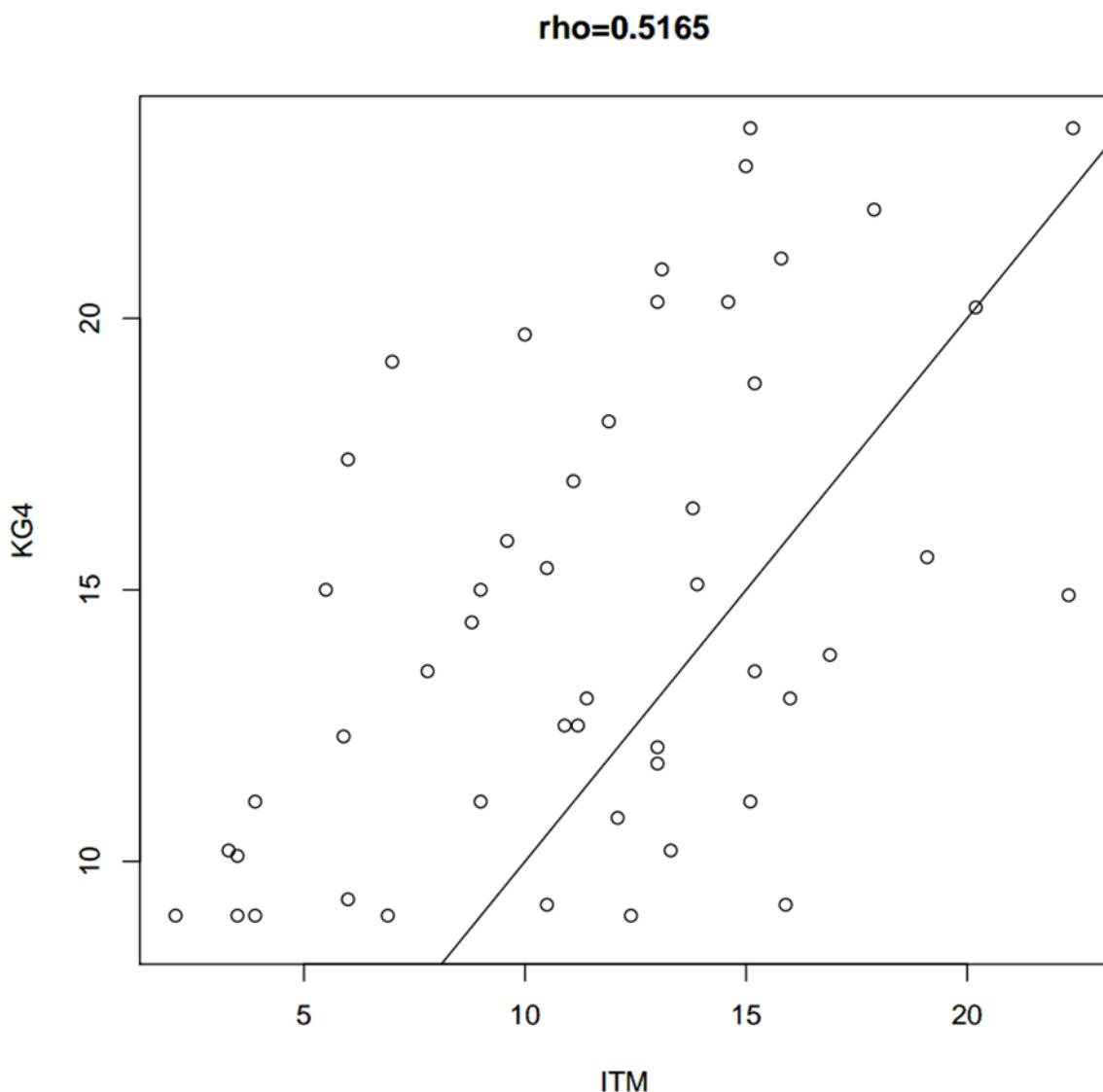
Slika 9 prikazuje ujemanje med izračuni deleža maščobe izračunanega iz 4 kožnih gub ter deleža maščobe izračunanega iz indeksa telesne mase (ITM).



Slika 9: Ujemanje med izračuni deleža maščobe iz debeline vseh kožnih gub po enačbi za zdrave ljudi in po enačbi iz indeksa telesne mase

Legenda: ITM – rezultati izračuna iz indeksa telesne mase, KG4 – rezultati izračuna iz debeline vseh kožnih gub

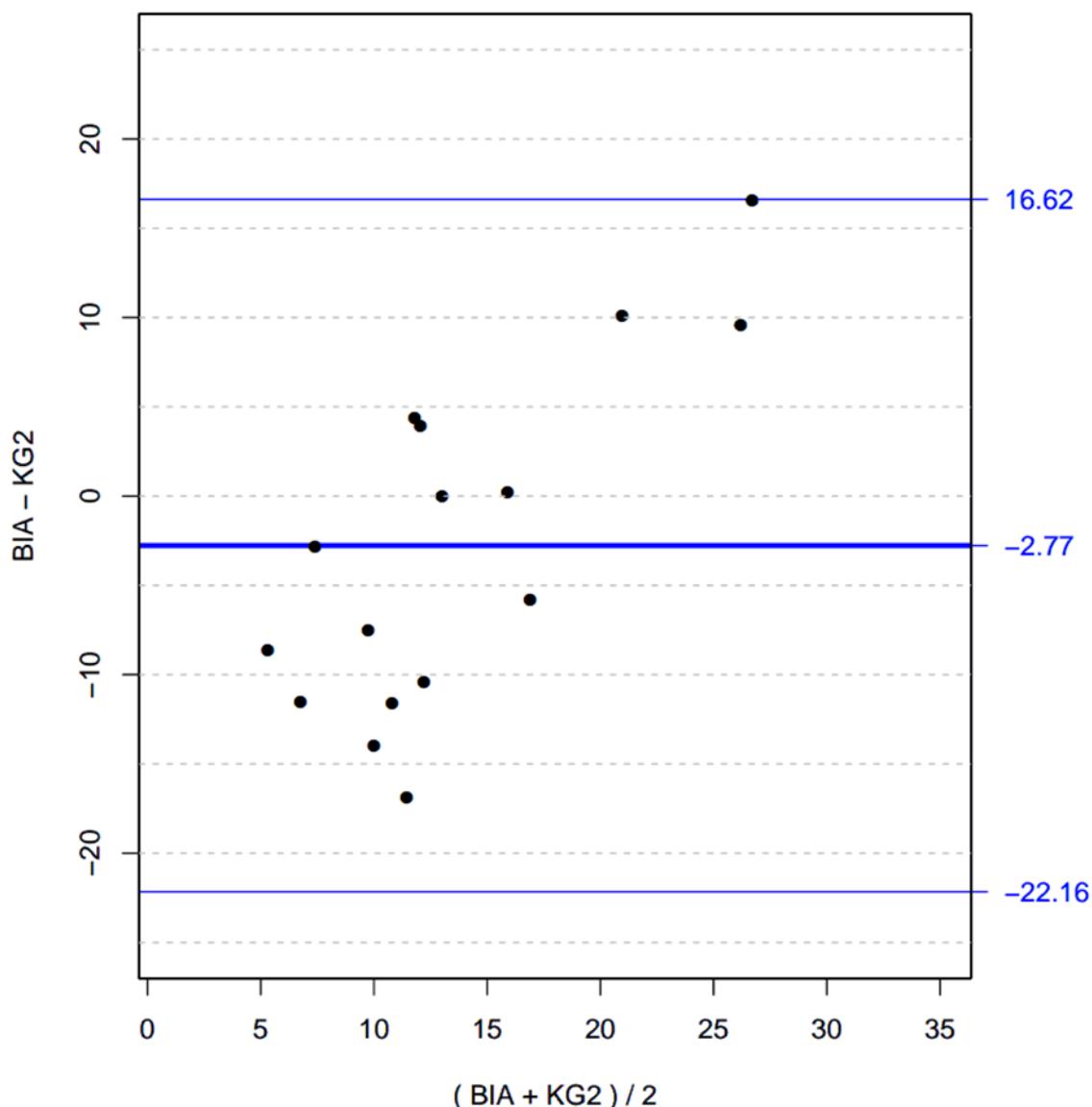
Slika 10 prikazuje ujemanje s koreacijskim koeficientom med deležem maščobe izračunanim iz 4 kožnih gub, ter deležem maščobe izračunanim iz indeksa telesne mase (ITM).



Slika 10: Koreacijski koeficient med izračunom deleža maščobe iz debeline vseh kožnih gub za zdrave ljudi in izračunom deleža maščobe iz indeksa telesne mase

Legenda: rho - koreacijski koeficient, ITM – rezultati izračuna iz indeksa telesne mase, KG4 – rezultati izračuna iz debeline vseh kožnih gub

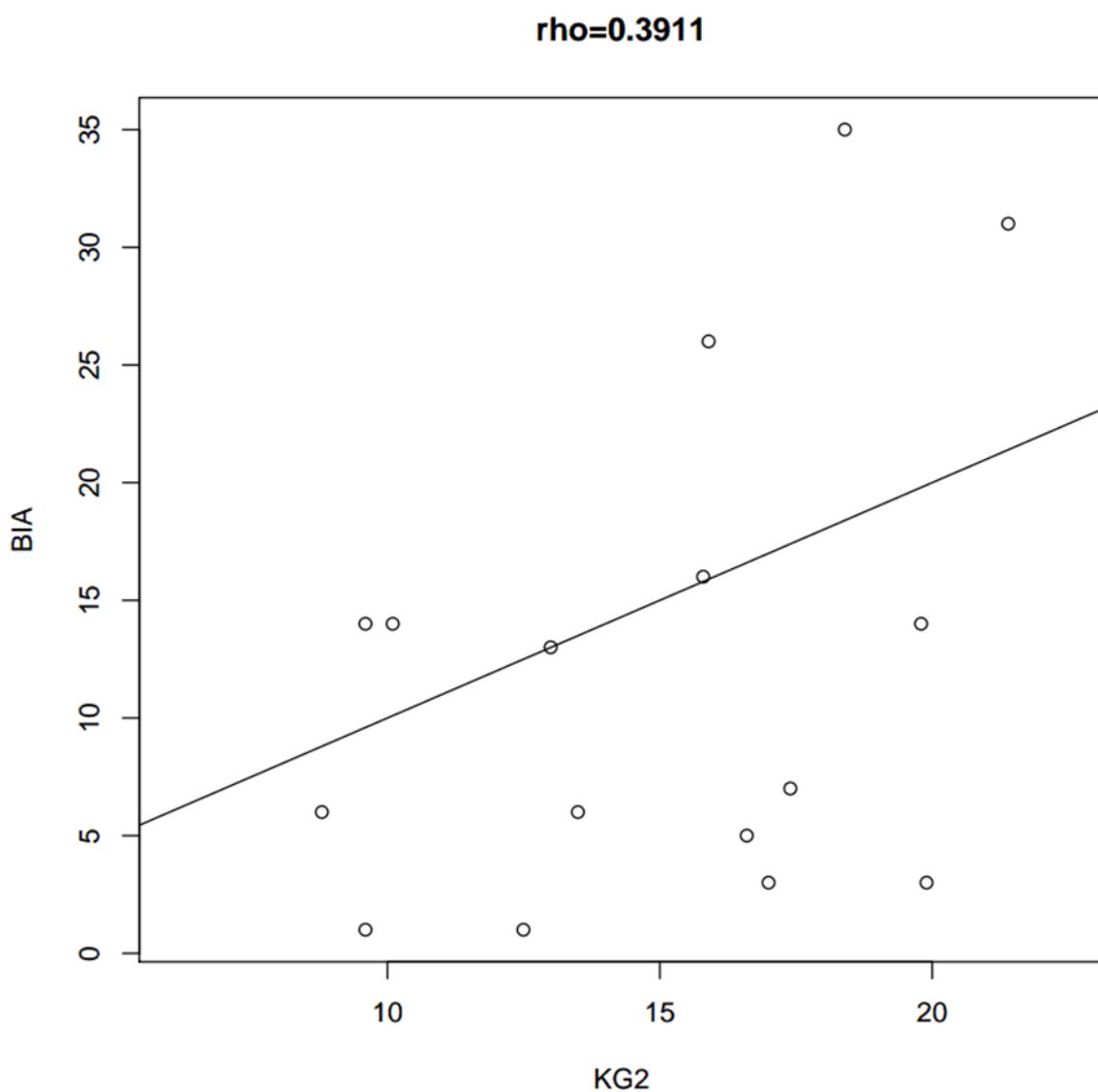
Slika 11 prikazuje ujemanje med izračuni deleža mašcobe izračunanega iz 2 kožnih gub ter deleža mašcobe izračunanega pridobljenega iz analize rezultatov bioimpedančne analize.



Slika 11: Ujemanje med izračunom deleža mašcobe iz debeline dveh kožnih gub po enačbi za zdrave ljudi in iz meritev bioimpedance

Legenda: BIA – rezultati izračuna iz meritev bioimpedance, KG2 – rezultati izračuna iz debeline dveh kožnih gub

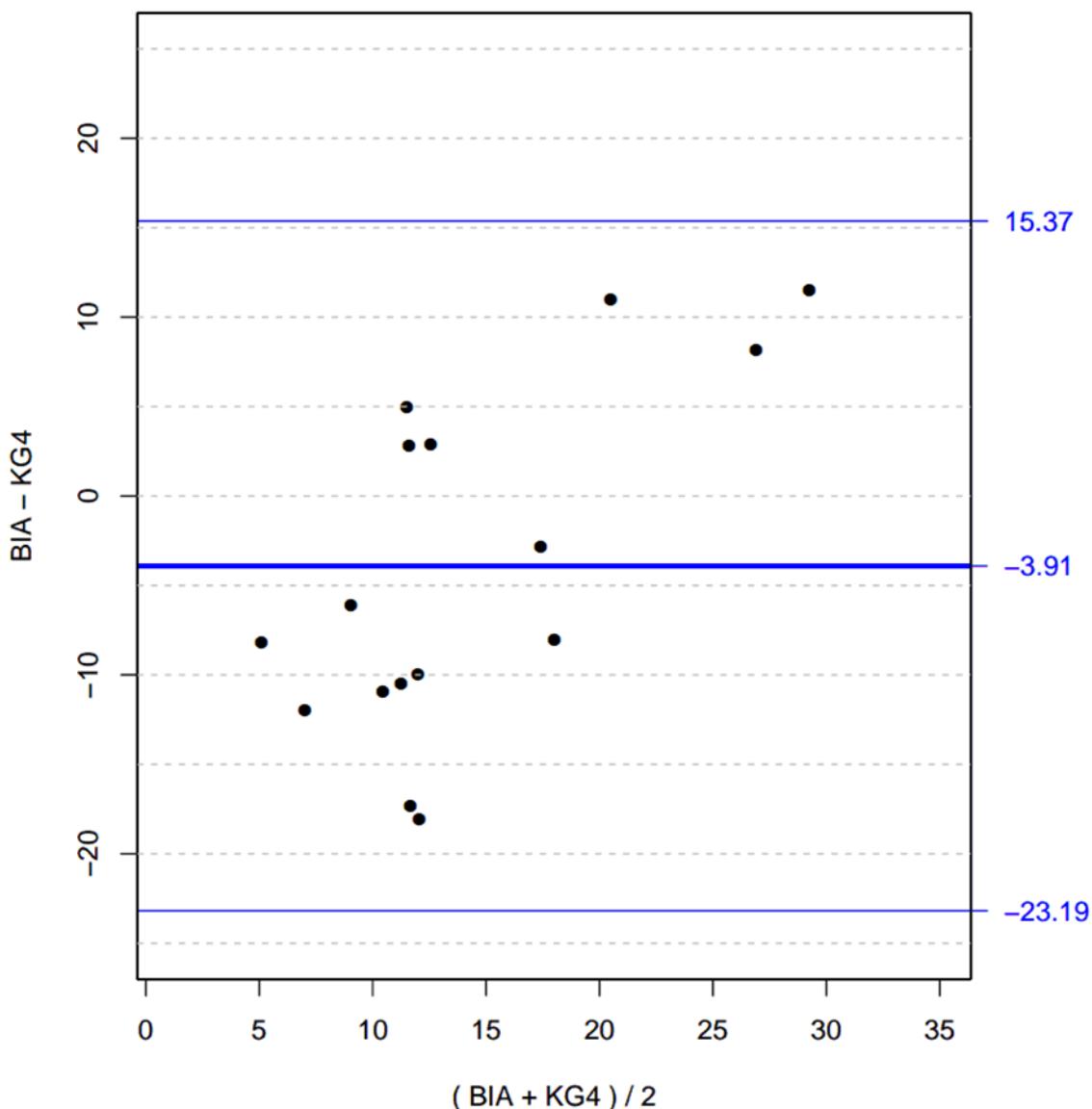
Slika 12 prikazuje ujemanje s koreacijskim koeficientom med deležem maščobe izračunanim iz 2 kožnih gub, ter deležem maščobe pridobljenim z analizo meritev bioimpedance.



Slika 12: Koreacijski koeficient med izračunom deleža maščobe iz debeline dveh kožnih gub za zdrave ljudi in izračunom deleža maščobe iz meritev bioimpedance

Legenda: rho - koreacijski koeficient, BIA – rezultati izračuna iz meritev bioimpedance, KG2 – rezultati izračuna iz debeline dveh kožnih gub

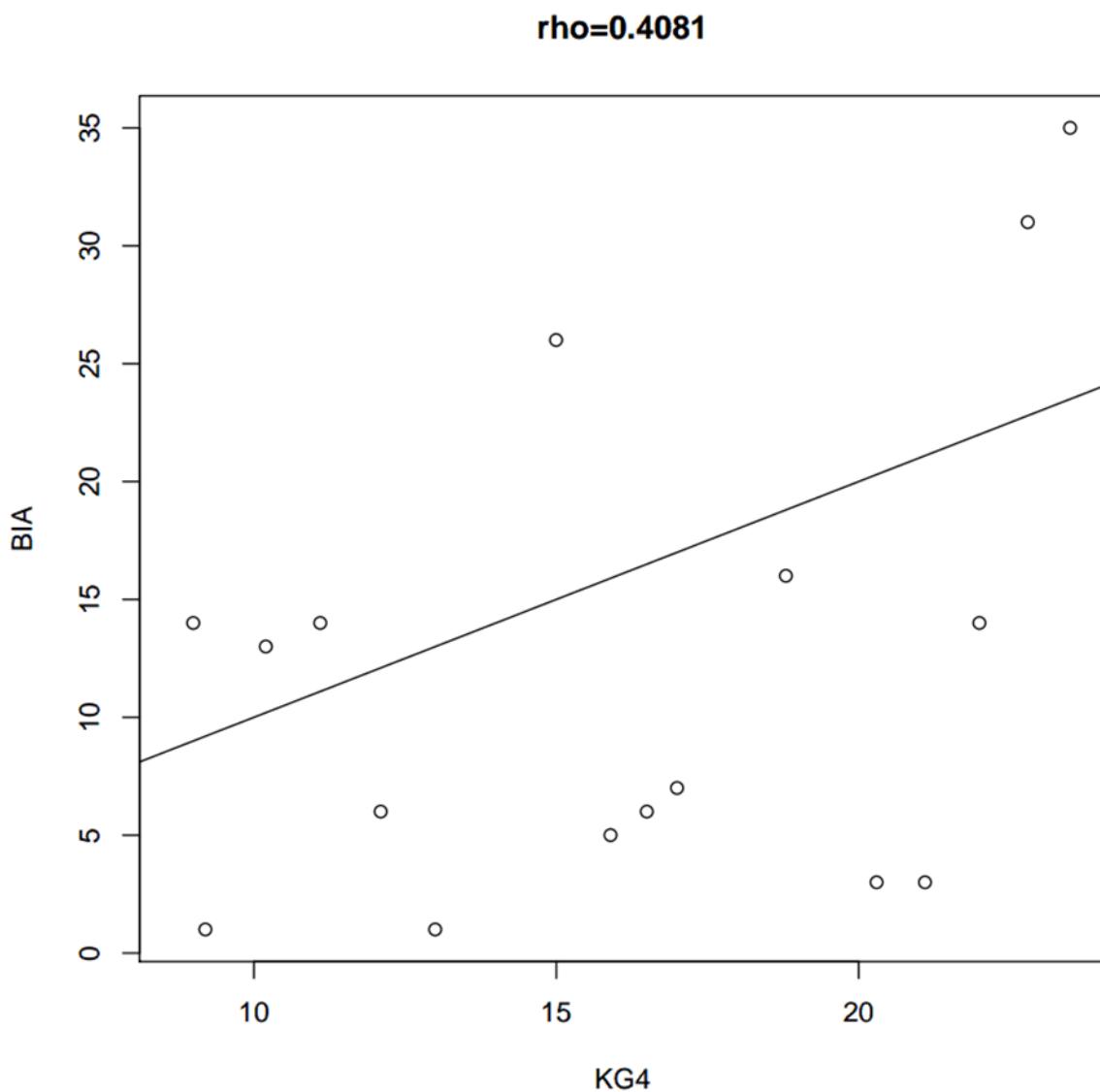
Slika 13 prikazuje ujemanje med izračuni deleža mašcobe izračunanega iz 4 kožnih gub ter deleža mašcobe izračunanega pridobljenega iz analize rezultatov bioimpedančne analize.



Slika 13: Ujemanje med izračunom deleža mašcobe iz debeline vseh kožnih gub po enačbi za zdrave ljudi in iz meritev bioimpedance

Legenda: BIA – rezultati izračuna iz meritev bioimpedance, KG4 – rezultati izračuna iz debeline vseh kožnih gub

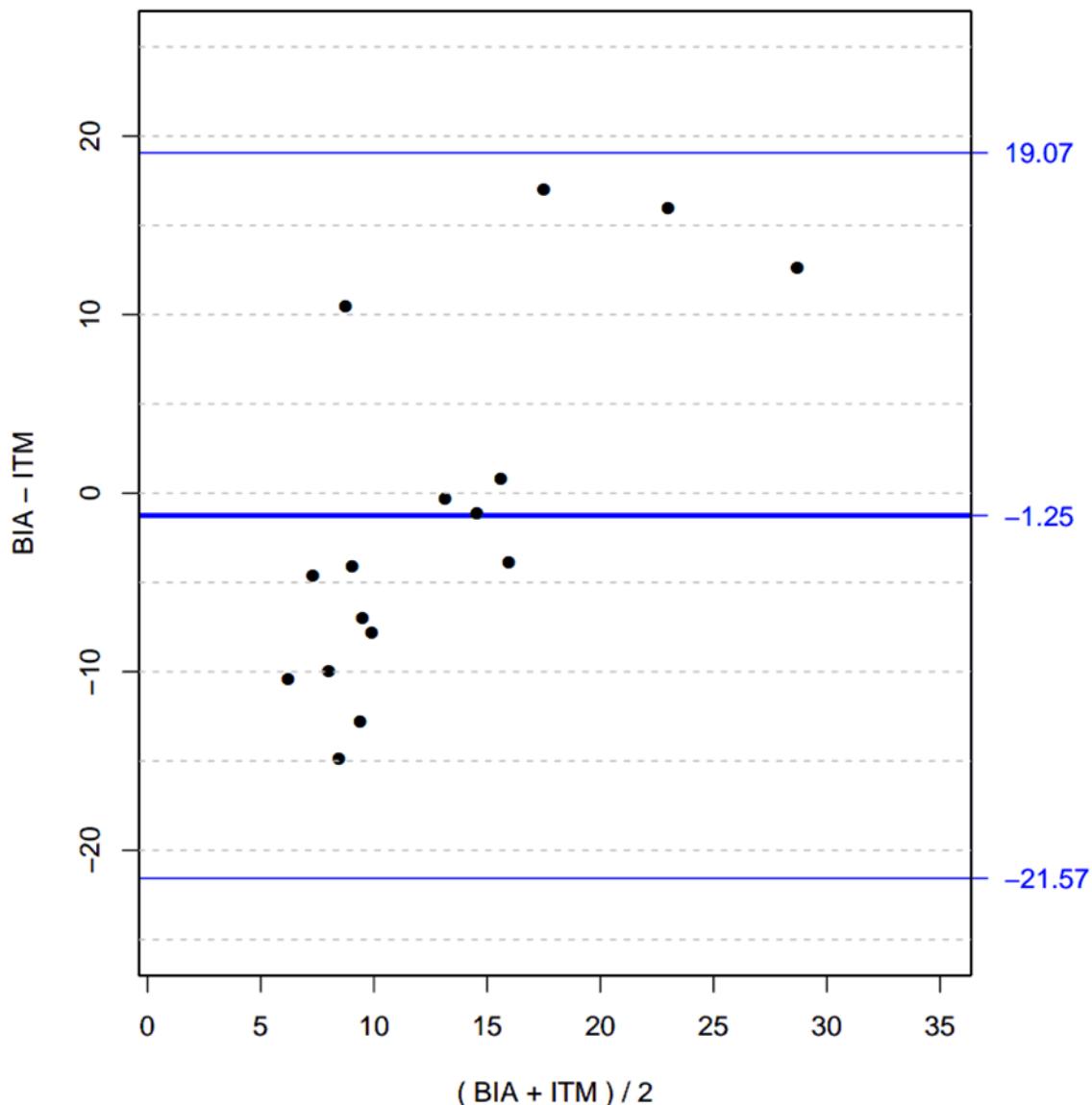
Slika 14 prikazuje ujemanje s koreacijskim koeficientom med deležem maščobe izračunanim iz 4 kožnih gub, ter deležem maščobe pridobljenim z analizo meritev bioimpedance.



Slika 14: Koreacijski koeficient med izračunom deleža maščobe iz debeline vseh kožnih gub za zdrave ljudi in izračunom deleža maščobe iz meritev bioimpedance

Legenda: rho - koreacijski koeficient, BIA – rezultati izračuna iz meritev bioimpedance, KG4 – rezultati izračuna iz debeline vseh kožnih gub

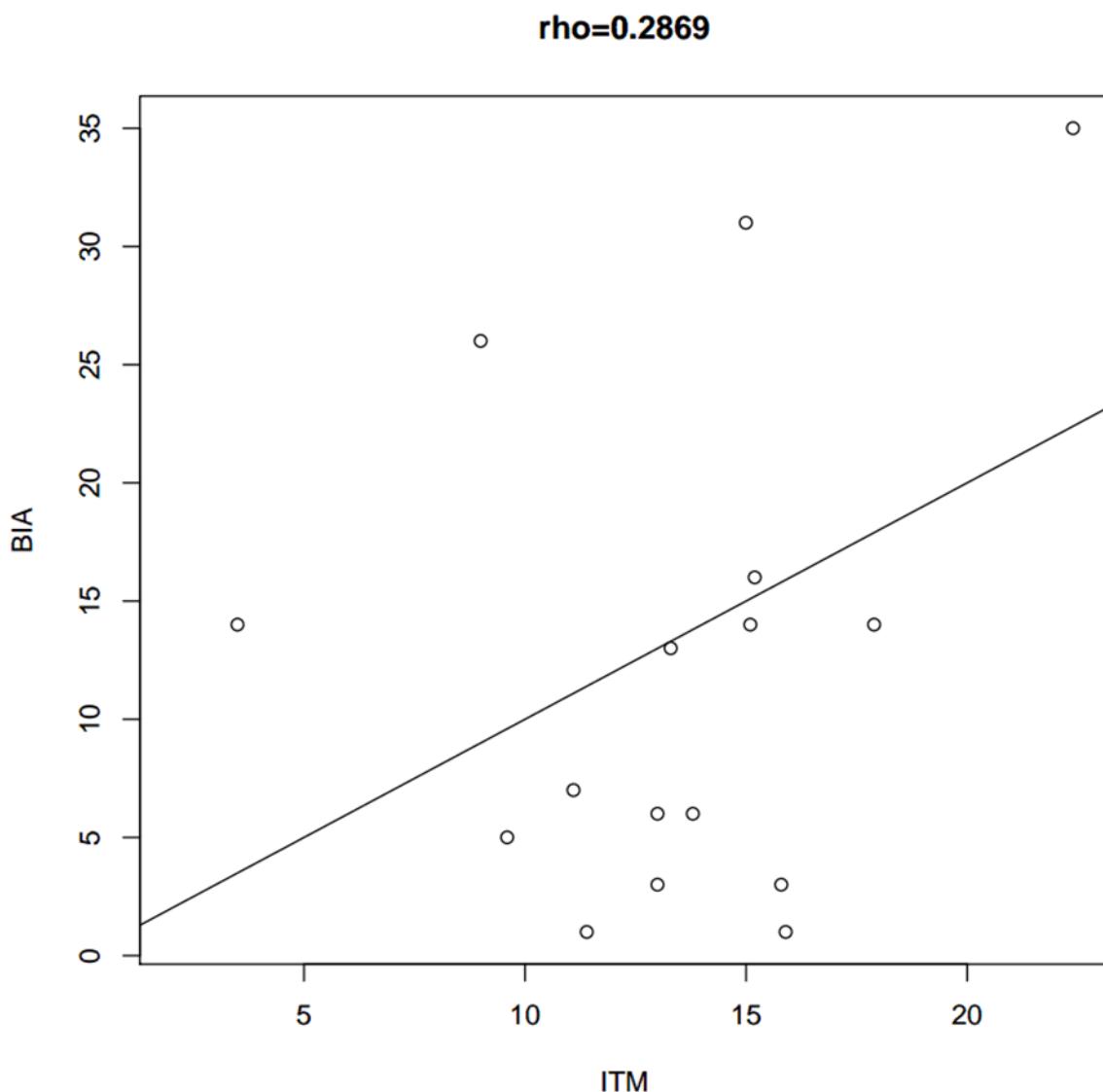
Slika 15 prikazuje ujemanje med izračuni deleža maščobe izračunanega iz indeksa telesne mase (ITM) ter deleža maščobe izračunanega pridobljenega iz analize rezultatov bioimpedančne analize.



Slika 15: Ujemanje med izračuni deleža maščobe iz meritev bioimpedance in po enačbi iz indeksa telesne mase

Legenda: BIA – rezultati izračuna iz meritev bioimpedance, ITM – rezultati izračuna iz indeksa telesne mase

Slika 16 prikazuje ujemanje s koreacijskim koeficientom med deležem maščobe izračunanim iz indeksa telesne mase (ITM), ter deležem maščobe pridobljenim z analizo meritev bioimpedance.



Slika 16: Koreacijski koeficient med izračuni deleža maščobe iz meritev bioimpedance in po enačbi iz indeksa telesne mase

Legenda: rho - koreacijski koeficient, BIA – rezultati izračuna iz meritev bioimpedance, ITM – rezultati izračuna iz indeksa telesne mase

Preglednica 11: Opisna ocena stanja prehranjenosti glede na odstotek maščobe izračunan s pomočjo ITM, debeline kožnih gub in bioimpedance glede na poenostavljene Tanitine tabele

Šifra	Starost (let)	Spol	% maščobe iz ITM	% maščobe iz KG	% maščobe iz BIA	Stopnja prehranjenosti glede na % maščobe iz ITM	Stopnja prehranjenosti glede na % maščobe iz KG	Stopnja prehranjenosti glede na % maščobe iz BIA
A1N	4,7	Ž	22,4	18,4	35	visoka normalna	visoka normalna	prekomerna
A2N	15	M	5,9	10,7	NP	podhranjenost	nizka normalna	/
A3N	4	M	15,2	15,8	16	/	/	/
A4N	1,9	M	22,3	15,8	NP	/	/	/
A5N	9	M	11,1	17,4	7	nizka normalna	visoka normalna	nizka normalna
A6N	9,2	M	14,6	22,5	NP	nizka normalna	visoka normalna	/
A7N	5,3	Ž	15,8	19,9	3	visoka normalna	visoka normalna	podhranjenost
A8N	6,2	Ž	20,2	20,6	NP	visoka normalna	visoka normalna	/
A9N	2,7	M	16,9	15,8	NP	/	/	/
A10N	4,6	Ž	15,2	14,8	NP	visoka normalna	nizka normalna	/
A11N	11,2	M	13,1	22	NP	nizka normalna	visoka normalna	/
A12N	10,7	Ž	15,1	21,3	NP	nizka normalna	visoka normalna	/
B1N	14,8	Ž	15	21,4	31	podhranjenost	nizka normalna	visoka normalna
A1P	5	Ž	15,1	9,6	14	visoka normalna	nizka normalna	nizka normalna
A2P	4,8	Ž	15,9	<9,6	1	visoka normalna	nizka normalna/ podhranjenost	podhranjenost
A3P	4,1	Ž	16	12,5	NP	/	/	/
A4P	5,3	M	13	10,7	NP	nizka normalna	nizka normalna	/
A5P	6,4	M	6,9	6,1	NP	podhranjenost	podhranjenost	/
A6P	13,8	M	6	18,4	NP	nizka normalna/ podhranjenost	visoka normalna	/
A7P	3,3	M	10,9	15	NP	/	/	/
A8P	1,9	Ž	19,1	13,7	NP	/	/	/
A9P	8,3	Ž	11,4	12,5	1	nizka normalna	nizka normalna	podhranjenost
A10P	4,8	M	12,1	13	NP	nizka normalna	nizka normalna	/
A11P	3,1	M	13,9	12	NP	/	/	/
A12P	14,6	Ž	7,8	12,5	NP	podhranjenost	podhranjenost	/
B1P	13,2	Ž	11,9	16,8	NP	podhranjenost	nizka normalna	/
C1P	16,2	Ž	13	<8,8	6	podhranjenost	podhranjenost	podhranjenost
C2P	14,1	M	3,9	10,5	NP	podhranjenost	podhranjenost	/
C3P	26	M	9	15,9	26	podhranjenost	nizka normalna	prekomerna
C4P	18,5	Ž	11,2	13	NP	podhranjenost	podhranjenost	/
C5P	14	M	8,8	15,9	NP	nizka normalna	visoka normalna	/
C6P	17,5	M	3,5	10,1	14	podhranjenost	nizka normalna	nizka normalna
A1F	15,2	M	3,3	9	NP	podhranjenost	nizka normalna	
A2F	6,5	M	13,3	13	13	nizka normalna	nizka normalna	nizka normalna
A3F	6,4	Ž	10,5	<9,6	NP	nizka normalna	nizka normalna/ podhranjenost	/
A4F	2,6	M	12,4	6,1	NP	/	/	/
A5F	11,7	M	2,1	<6,1	NP	podhranjenost	podhranjenost	/
A6F	8,1	M	13	17	3	nizka normalna	visoka normalna	podhranjenost
B1F	11,4	Ž	6	<8,9	NP	podhranjenost	podhranjenost	/
B2F	13,2	M	3,5	7,3	NP	podhranjenost	nizka normalna	/
B3F	15,2	Ž	10,5	12,5	NP	podhranjenost	podhranjenost	/
B4F	14,6	M	5,5	14,6	NP	podhranjenost	visoka normalna	/
B5F	10,4	M	7	18,2	NP	nizka normalna	visoka normalna	/
B6F	19,7	Ž	13,8	13,5	6	podhranjenost	podhranjenost	podhranjenost
B7F	17,5	M	NP	8,7	NP	/	podhranjenost	/
B8F	16,4	M	NP	7,3	NP	/	nizka normalna/ podhranjenost	/
C1F	22,2	M	NP	<7	NP	/	podhranjenost	/
C2F	21,5	Ž	9	8,8	NP	podhranjenost	podhranjenost	/
C3F	15,9	M	NP	10,1	NP	/	nizka normalna	/
C4F	18,1	Ž	10	22	NP	podhranjenost	nizka normalna	/
C5F	19,2	Ž	17,9	19,8	14	podhranjenost	podhranjenost	podhranjenost
B1X	13,3	Ž	3,9	<8,9	NP	podhranjenost	podhranjenost	/
A1X	6,7	M	9,6	16,6	5	nizka normalna	visoka normalna	podhranjenost

NP-ni podatka oz. ta ni uporaben,/-ocena prehranjenosti ni mogoča, ker podatek manjka

Preglednica 12: Odstotek maščobe izračunan s pomočjo ITM, debeline kožnih gub in bioimpedance izražen v percentilih za zdravo populacijo

Šifra	Starost (let)	Spol	% maščobe iz ITM	% maščobe iz KG	% maščobe iz BIA	Percentili iz ITM	Percentili iz KG	Percentili iz BIA
A1N	4,7	Ž	22,4	18,4	35	85-95	50-85	>95
A2N	15	M	5,9	10,7	NP	<5	5-25	/
A3N	4	M	15,2	15,8	16	/	/	/
A4N	1,9	M	22,3	15,8	NP	/	/	/
A5N	9	M	11,1	17,4	7	5-25	50-85	<5
A6N	9,2	M	14,6	22,5	NP	25-50	50-85	/
A7N	5,3	Ž	15,8	19,9	3	50-85	50-85	<5
A8N	6,2	Ž	20,2	20,6	NP	50-85	50-85	/
A9N	2,7	M	16,9	15,8	NP	/	/	/
A10N	4,6	Ž	15,2	14,8	NP	25-50	25-50	/
A11N	11,2	M	13,1	22	NP	5-25	50-85	/
A12N	10,7	Ž	15,1	21,3	NP	5-25	25-50	/
B1N	14,8	Ž	15	21,4	31	<5	25-50	50-85
A1P	5	Ž	15,1	9,6	14	25-50	5-25	25-50
A2P	4,8	Ž	15,9	<9,6	1	50-85	<5	<5
A3P	4,1	Ž	16	12,5	NP	/	/	/
A4P	5,3	M	13	10,7	NP	25-50	5-25	/
A5P	6,4	M	6,9	6,1	NP	<5	<5	/
A6P	13,8	M	6	18,4	NP	<5	50-85	/
A7P	3,3	M	10,9	15	NP	/	/	/
A8P	1,9	Ž	19,1	13,7	NP	/	/	/
A9P	8,3	Ž	11,4	12,5	1	5-25	5-25	<5
A10P	4,8	M	12,1	13	NP	25-50	25-50	/
A11P	3,1	M	13,9	12	NP	/	/	/
A12P	14,6	Ž	7,8	12,5	NP	<5	<5	/
B1P	13,2	Ž	11,9	16,8	NP	<5	5-25	/
C1P	16,2	Ž	13	<8,8	6	<5	<5	<5
C2P	14,1	M	3,9	10,5	NP	<5	5-25	/
C3P	26	M	9	15,9	26	/	/	/
C4P	18,5	Ž	11,2	13	NP	<5	<5	/
C5P	14	M	8,8	15,9	NP	5-25	25-50	/
C6P	17,5	M	3,5	10,1	14	<5	5-25	25-50
A1F	15,2	M	3,3	9	NP	<5	5-25	/
A2F	6,5	M	13,3	13	13	25-50	25-50	25-50
A3F	6,4	Ž	10,5	<9,6	NP	5-25	<5	/
A4F	2,6	M	12,4	6,1	NP	/	/	/
A5F	11,7	M	2,1	<6,1	NP	<5	<5	/
A6F	8,1	M	13	17	3	25-50	50-85	/
B1F	11,4	Ž	6	<8,9	NP	<5	<5	/
B2F	13,2	M	3,5	7,3	NP	<5	<5	/
B3F	15,2	Ž	10,5	12,5	NP	<5	<5	/
B4F	14,6	M	5,5	14,6	NP	<5	25-50	/
B5F	10,4	M	7	18,2	NP	<5	50-85	/
B6F	19,7	Ž	13,8	13,5	6	/	/	/
B7F	17,5	M	NP	8,7	NP	/	5-25	/
B8F	16,4	M	NP	7,3	NP	/	5-25	/
C1F	22,2	M	NP	<7	NP	/	/	/
C2F	21,5	Ž	9	8,8	NP	/	/	/
C3F	15,9	M	NP	10,1	NP	/	5-25	/
C4F	18,1	Ž	10	22	NP	<5	5-25	/
C5F	19,2	Ž	17,9	19,8	14	/	/	/
B1X	13,3	Ž	3,9	<8,9	NP	<5	<5	/
A1X	6,7	M	9,6	16,6	5	5-25	50-85	<5

NP-ni podatka oz. ta ni uporaben,/-ocena prehranjenosti ni mogoča, ker podatek manjka

5 RAZPRAVA

Bolniki s cerebralno paralizo, zlasti tisti z visoko stopnjo funkcionalne prizadetosti, so pogosto podhranjeni. Ameriška raziskava rasti otrok s cerebralno paralizo je pokazala, da je pri kar dveh tretjinah otrok s težko obliko cerebralne paralize prisoten zastoj rasti, skoraj polovica pa ima zelo zmanjšane zaloge maščevja (Fung in sod., 2002). Zastoj rasti in pridobivanja na telesni masi sta samo najbolj opazni, ne pa edini posledici podhranjenosti teh otrok. Zaradi podhranjenosti je dodatno okrnjen razvoj funkcij osrednjega živčevja, ki je prizadeto že zaradi osnovne okvare in otrok ne more razviti optimalnega dosega svojih funkcijskih zmožnosti. Oslabljeno je delovanje imunskega sistema, zato so okužbe pri teh bolnikih pogostejše, njihov potek pa težji. Zaradi zmanjšane mišične mase in moči mišic, tudi tistih, ki sodelujejo pri dihanju, se bolniki težko izkašljujejo in pogosto zbolevajo za vnetji spodnjih dihal. Pri hudi podhranjenosti je prizadeto tudi delovanje srca in obtok, kar ob hkratni slabokrvnosti vodi v slabšo prekrvavitev tkiv in njihovo oskrbo s kisikom, kar se najbolj očitno kaže s slabim celjenjem ran in pogostim pojavom preležanin (Sullivan, 2013).

Podhranjenost pri bolnikih s cerebralno paralizo je posledica premajhnega in neustreznega prehranskega vnosa. Večina teh bolnikov ima težave s požiranjem hrane, pogostim gastroezofagealnim refluksom, upočasnjenim praznjenjem želodca in s tem povezanim slabim prenašanjem obilnejših obrokov ter upočasnjenim prehodom vsebine po prebavni cevi. Del, ne pa vseh od teh težav, lahko odpravimo s pravilnim prehranskim zdravljenjem, ki vključuje svetovanje staršem ali skrbnikom, urjenje pravilnega hranjenja in učenje požiranja pri bolnikih, izračun bolnikovih potreb po energiji, makro in mikrohranilih z načrtovanjem ustrezne prehrane in popolnim ali delnim hranjenjem po gastrostomi (Bell in Samson-Fang, 2013; Reiken in sod., 2011; Marchand in Motil, 2006; Samson-Fang in sod., 2003; Krick in sod., 1992). Za kvalitetno načrtovanje in izvajanje prehranskega zdravljenja je ključnega pomena pravilna ocena stanja bolnikove prehranjenosti in njegovega spremenjanja v toku zdravljenja.

Za ocenjevanje stanja prehranjenosti se v praksi uporablajo različne metode od relativno preprostih meritev telesne višine in mase in iz njih izpeljanih kazalcev, kot sta razmerje med maso in višino ter ITM, preko bolj zahtevnih antropometričnih meritev, npr. merjenja debeline kožnih gub, do zahtevnih meritev natančnejše sestave telesa, kot so hidroenzitometrija, pletizmografija, meritve s pomočjo radioaktivnih izotopov, absorpciometrija rentgenskih žarkov (t.i. DEXA) in bioimpedanca (Caballero in sod., 2014; Farr in sod., 2014). Izbor metode je odvisen od namena meritev, se pravi, ali potrebujemo oceno za praktično obravnavo posameznega bolnika ali za znanstvene raziskave ter od dostopnosti metode, usposobljenosti preiskovalcev in sposobnosti bolnikov za njeno izvedbo. Bolnikov s težko obliko cerebralne paralize na primer ne moremo potapljati v vodo (hidroenzitometrija), ali od njih pričakovati nadzorovanih globokih vdihov in izdihov (pletizmografija). Zakrčenost udov, spremembe mišičnega tonusa, nekontrolirani gibi in nezmožnost večurnega posta, kontroliranega praznjenja črevesa in mehurja pa lahko pomembno vplivajo tudi na objektivnost meritev z absorpciometrijo in bioimpedanco.

Pri bolnikih s cerebralno paralizo je že izvajanje najbolj osnovnih meritev lahko problematično. Tak primer je merjenje telesne višine oz. dolžine. Velika večina bolnikov ne more stati, zato meritev z običajnim merilnikom višine ni mogoča. Tudi merjenje ležečega bolnika je neobjektivno zaradi pogostih obračanj in krajšanj sklepov in sprememba naravne oblike hrbitenice. Uporaba upogljivega merilnega traku se je izkazala kot izredno nenatančna in spremenljiva, zato jo odsvetujejo (Samson-Fang in Bell, 2013). Glede na zgoraj navedeno, se za oceno telesne višine pri takšnih bolnikih večinoma uporablja izračun na podlagi meritve dolžine dolgih kosti, podlahtnice ali golnice (Gauld in sod., 2004; Stevenson, 1995; Chumlea in sod., 1994; Hogan, 1999). V okviru naše raziskave smo s posebnim antropometrom merili dolžino podlahtnice, za izračun telesne višine pa uporabili enačbe po Gauldu in sodelavcih. (Gauld in sod., 2004). Zavedati se moramo, da izračunana telesna višina predstavlja zgolj oceno dejanske. Napake, ki nujno izvirajo iz take ocene, posledično vplivajo na nastanek napake pri izračunu indeksov izpeljanih iz telesne višine, npr. indeksa telesne mase, kjer v enačbi nastopa celo kvadrat višine. Zato nekateri avtorji opozarjajo na nezanesljivost uporabe izračunane telesne višine na podlagi dolžin posameznih kosti za ocenjevanje rasti in telesne sestave (Samson-Fang in Stevenson, 1998).

Telesna višina je potrebna tudi pri izračunu telesne sestave na podlagi meritev bioimpedance in napačna ocena vpliva na končni rezultat. Oeffinger in sodelavci (2014) so validirali uporabo bioimpedance pri otrocih z blago stopnjo cerebralne paralize tako, da so rezultate primerjali z rezultati, ki so jih izmerili z absorbcimetrijo (DEXA), ki velja za najbolj objektivno od metod za ugotavljanje telesne sestave. Ugotovili so slabo korelacijo rezultatov, če so pri računanju telesne sestave iz meritev bioimpedance uporabili izračun telesne višine na podlagi dolžin dolgih kosti, a dobro, če so vnesli dejansko izmerjene višine pacientov. Na rezultat meritev bioimpedance pomembno vpliva tudi stanje hidriranosti bolnika. Že pri majhnih otrocih, ki imajo višji odstotek vode v telesu kot starejši otroci in odrasli, so rezultati meritev bioimpedance močno odstopali od rezultatov absorbcimetrije (Rush in sod., 2013). Ker izračuni pri bioimpedanci temeljijo na normalnem razmerju med celično vodo in trdnimi snovmi, ki je pri zdravih posameznikih 73 % proti 27 % (Moore in sod., 1963), lahko bistveno porušenje tega razmerja kritično vpliva na izračune telesne sestave. Prav tako je lahko spremenjeno razmerje med trdnimi snovmi (npr. beljakovinami) in vodo v zunajceličnem prostoru (Barak in sod., 2003; Bartok-Olson in sod., 2000). Pri dolgotrajnjem stradanju pride do izgube tako maščobnega tkiva kot t. i. puste telesne mase, dokler se ne vzpostavi stanje ravnotesja med vnosom energije in snovi s hrano, razgradnje in sinteze sestavin telesa. Pri podhranjenosti v primerjavi z normalno prehranjenostjo so nekatera tkiva bolj prizadeta (skeletne mišice, kosti) kot druga (notranji organi), saj je ohranjanje njihove bazalne funkcije nujno za preživetje. Močno podhranjene osebe imajo lahko zelo pičlo podkožno maščevje, a veliko količino maščob v jetrih, zaradi spremenjenega hormonskega in presnovnega ravnotesja, ki je posledica stradanja (Hoffer, 2014; Fontana in Weiss, 2014).

Vse to bi lahko bili vzroki za nerealne rezultate ocene telesne sestave na podlagi meritev bioimpedance pri naših bolnikih. Popolnoma jasno je, da so vrednosti preko 100 % in negativne vrednosti posledica napak. Ker smo sprva sklepalni, da gre za okvaro merilne naprave, smo jo preverili tudi z meritvami pri več članih raziskovalne skupine in z meritvami pri več zdravih otrocih. Vselej smo dobili rezultate, ki so bili skladni z

okvirnimi pričakovanji. Zato smo se obrnili tudi na strokovnjake podjetja Akern, ki je proizvajalec obeh merilnikov bioimpedance, ki smo jih v raziskavi uporabljali. Ti so nam po predstavitevi problema odgovorili, da naprava ne omogoča objektivnih meritev v zelo ekstremnih stanjih, kot je huda podhranjenost. Pri končni analizi smo zato upoštevali le rezultate meritev pri 15 bolnikih, ki smo jih ocenili kot vsaj teoretično mogoče (Preglednica 10).

Podatke o stanju prehranjenosti posameznika dobimo tako, da rezultate meritev primerjamo z normami, ki so izdelane na podlagi meritev pri velikih vzorcih oseb enake starosti, spola in po možnosti etične pripadnosti. Za pogosto uporabljane mere večinoma obstajajo mednarodno priporočeni standardi, kot so npr. tako imenovane rastne krivulje (za višino in maso) in standardi za oceno ITM ter razmerja mase in višine Svetovne zdravstvene organizacije (WHO, 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2014e; 2014f). Tudi za ugotavljanje stanja prehranjenosti na podlagi določitve telesne sestave, npr. deleža maščobe, obstajajo mednarodno veljavni standardi (McCharthy in sod., 2006; Gallagher in sod., 2000; Tanita, 2014a; 2014b). Problem se pojavi, ker večina standardov ne zajema vseh starostnih obdobij. Tako npr. ni standardov za telesno sestavo pri otrocih do petega leta starosti.

Včasih se za ocenjevanje raje uporablajo norme, ki so bile narejene na bolj specifični populaciji (ali bolje rečeno vzorcih iz take populacije), ki upoštevajo specifične lastnosti posamezne populacije. Tako za nekatere mere obstajajo nacionalne norme ali norme za specifične skupine bolezenskih stanj. Kadar gre za stanja, katerih osnovna značilnost je spremenjena rast ali telesna konstitucija, kot npr. pri nekaterih genetskih sindromih, je uporaba takih specifičnih normativov več kot upravičena. Tudi za otroke s cerebralno paralizo obstajajo posebne rastne krivulje (Life Expectancy, 2014). Krick in sodelavci, ki so izdelali takšne krivulje na podlagi meritev 360 otrok s cerebralno paralizo, so ugotovili, da pri dečkih s cerebralno paralizo njihova višina, masa in razmerje mase proti višini odstopajo za 2,3, 2,4 in 1,3, pri deklicah pa za 2,1, 2,1 in 1,1 vrednosti Z od normativov za zdrave vrstnike (Krick in sod., 1996). V znanstvenih in strokovnih krogih pa so mnenja o uporabnosti takih normativov deljena. Njihova natančnost in reprezentativnost v primerjavi z normami za zdravo populacijo je majhna, saj so narejene na podlagi meritev relativno majhnega števila oseb. Ker je populacija oseb s cerebralno paralizo heterogena, kot so raznoliki vzroki, ki so privedli do trajne možganske okvare, so raznoliki tudi mehanizmi, ki privedejo do motenj v rasti. Verjetno pa lahko le pri manjšem delu bolnikov motnje pripišemo neposredno bolezni in je prevladujoč vzrok za slabšo rast in nizko telesno maso pri večini podhranjenost. Specifične norme za otroke s cerebralno paralizo odražajo dejansko in ne normalno (idealno) stanje populacije. Če torej uporabljam takšne norme za ocenjevanje stanja prehranjenosti posameznega bolnika, obstaja velika nevarnost, da bomo pomemben del v resnici podhranjenih ljudi ocenili kot primerno prehranjene. Zato večinoma tudi za ocenjevanje prehranjenosti bolnikov s cerebralno paralizo svetujejo uporabo normativov za zdravo populacijo (Samson-Fang in Bell, 2013).

Na podlagi standardov lahko rezultate pri posamezniku večinoma razvrstimo glede na percentil oz. centil ali vrednost Z (Caballero in sod., 2014). Percentil je vrednost spremenljivke, pod katero se nahajajo vrednosti takega deleža populacije, kot jo označuje. Vrednosti Z so izračunane na podlagi povprečja in standardne deviacije neke populacije.

Zato nam pokažejo, za koliko neka količina pri posamezniku odstopa od povprečja. Čeprav se percentilna in Z vrednost lahko pretvorita druga v drugo, saj oba temeljita na hipotetično normalni razporeditvi vrednosti pri populaciji, pa njun pomen ni identičen. Tako npr. vrednost Z -1 odgovarja 15,9. percentilu, Z -2 2,3. percentilu, in Z -3 0,1. percentilu. Se pravi, da ima vrednosti nižje od Z – 3 le tisočinka populacije. V klinični praksi pogosteje uporabljamo percentile, v raziskovalnem delu pa vrednosti Z.

Široko sprejetega soglasja, katere meje naj se upoštevajo za ugotavljanje podhranjenosti, ni. S primerjavo posameznikovih vrednost z normami lahko ugotovimo le, koliko te vrednosti odstopajo od norm oz. v kateri del populacije se posameznik glede na neko lastnost uvršča. Čeprav je posameznik po višini na zelo nizkem percentilu za starost, to ni nujno posledica bolezni. S še manjšo gotovostjo bi lahko trdili, da to že kaže na kronično podhranjenost. Najboljšo sliko o stanju prehranjenosti dobimo z meritvijo in izračunom različnih kazalcev telesnih mer in sestave. V praksi največkrat kot pomembne odstope upoštevamo, kadar se posameznikove vrednosti nahajajo pod 5. ali 3. percentilom, ali kadar odstopajo od povprečja za Z -2 ali več. Kadar smo ocenjevali stopnjo podhranjenosti iz vrednosti Z, smo vrednosti Z med -1 in -2 vzeli kot kazalec blage, med -2 in -3 zmerne in pod -3 hude podhranjenosti.

Podhranjenost se lahko kaže na različne načine, kot shujšanost (nizko razmerje med telesno maso in višino, nizek ITM), kot zastoj v rasti oz. nizka rast (nizka višina za starost) ali oboje hkrati (o čemer najbolj objektivno kaže nizka telesna za starost). Čeprav v splošnem velja, da se kratkotrajno stradanje kaže predvsem s hujšanjem, dolgotrajna oz. kronična podhranjenost pa z nizko rastjo (Batellino in sod., 2013), celo v deželah z visoko stopnjo podhranjenosti najdejo različne vzorce, kako se ta kaže. Tako so npr. ugotovili, da se podhranjenost pri otrocih v Gvatemale kaže predvsem z nizko rastjo ob normalnih razmerjih mase glede na višino, medtem ko so podhranjeni otroci v Indiji ne le prenizki, ampak tudi shujšani (Martorell in Young, 2012). Kakšni so razlogi za različne oblike podhranjenosti, še ni jasno, verjetno pa imajo pri tem vlogo tako genetska dispozicija, kot tudi življenska obdobja (razvoj ploda, prvi meseci starosti, daljša obdobja v otroštvu), ko je vnos hranil premajhen in vpliv dodatnih zunanjih dejavnikov, kot so okužbe. Ker so tudi pri otrocih s cerebralno paralizo lahko v igri različni dejavniki, ne le dolgotrajno prenizek prehranski vnos, ampak tudi bolezenske razmere v toku razvoja ploda (ki so lahko tudi vzrok nastanka možganske okvare), manjše genetske nepravilnosti, ponavljajoče okužbe itd., se tudi pri njih lahko podhranjenost kaže na različne načine.

Čeprav v splošnem velja, da nizka rast kaže na kronično podhranjenost, je velika multicentrična ameriška raziskava pri otrocih s cerebralno paralizo pokazala, da so negativni kazalci z zdravjem povezane kvalitete življenja, kot so število zdravljenj v bolnišnici, število obiskov pri zdravniku, število dni izostanka iz šole, število dni vezanih na ležanje v postelji in nezmožnost izvajanja običajnih dnevnih aktivnosti močno povezani s shujšanjem in nizkimi zalogami maščobe, niso pa povezani z negativnim odstopanjem v telesni višini (Samson-Fang in sod., 2002). Iz tega bi lahko sklepali, da je nizka rast pri pomembnem deležu otrok s cerebralno paralizo neprehranskega izvora.

Ko smo ocenjevali stanje prehranjenosti glede na razmerje med telesno maso in višino za otroke med drugim in petim letom starosti in glede na ITM za otroke nad petim letom

starosti, mladostnike in odrasle, smo ugotovili, da je bilo presuhih (vrednosti Z pod -2) 69 % otrok iz mlajše skupine (do 5 let) in kar 83 % preiskovancev iz starejše skupine. Od tega so bile pri 54 % in 73 % vrednosti Z nižje od -3, kar nakazuje hudo podhranjenost. Nizko rast, kot tako smo zaradi edino dostopnih norm v percentilih ocenili vrednosti pod 3. percentilom za starost, smo odkrili pri 58 % preiskovancev, medtem, ko je bila telesna masa nižja od 3. percentila za starost pri kar 83 %. Za starostno skupino med 2. in 10. letom starosti, za katero so na voljo tudi vrednosti Z, smo ugotovili telesno maso, ki je odstopala od povprečja za več kot -2 Z pri 66 % otrok, pri kar 45 % je bila vrednost Z celo nižja od -3. Ne glede po katerem kazalcu smo določali stopnjo prehranjenosti, smo ugotovili pomembne odstope, ki govorijo za zmerno ali hudo podhranjenost približno pri 60 % do preko 80 % preiskovancev. Zdi se, da se s starostjo ta delež postopoma povečuje, kar kaže na pomen dolgoročnega premajhnega prehranskega vnosa.

Če smo dobljene rezultate osnovnih antropometričnih meritev primerjali z normami za bolnike s cerebralno paralizo, so bili rezultati v percentilih seveda bistveno višji kot pri primerjavi z normami za zdravo populacijo, kar pomeni da se je manjši delež bolnikov izkazal pod izbranimi normami. Kljub temu, da te norme temeljijo na meritvah vzorca bolnikov, med katerimi je bil verjetno pomemben delež v resnici podhranjenih, je bila kar pri tretjini naših preiskovancev telesna teža pod 10. percentilom, kar kaže na velik delež hudo podhranjenih v naši skupini. Res pa je, da smo v raziskavo vključili samo bolnike z najvišjo stopnjo funkcionalne prizadetosti in da vse študije kažejo, da pogostnost podhranjenosti narašča s stopnjo prizadetosti (Stevenson in sod., 2006; Day in sod., 2007).

Ob prenizkem prehranskem vnosu se zmanjša količina vseh snovi v telesu. Ob kroničnem stradanju se vzpostavi krhko ravnovesje med razgradnjo in izgradnjo telesnih snovi, ki se poruši v smeri povečane razgradnje ob delovanju zunanjih stresnih dejavnikov, npr. ob okužbi in vnetju. Ker so določene sestavine telesa (npr. tiste, ki sestavljajo notranje organe) za preživetje bolj pomembne, pri dolgotrajnem stradanju opažamo predvsem zmanjšanje založnega maščobnega tkiva in skeletnega mišičja. Se pravi, pri podhranjenih ljudeh se znižata tako masa telesne maščobe kot tudi pusta telesna masa. Ker maščoba predstavlja majhen delež sestave vitalnih organov, se v praksi podhranjenost kaže z upadom deleža maščobe v primerjavi s pusto telesno maso. Zato se za oceno podhranjenosti pogosto uporabljajo metode za oceno telesne sestave oz. določanja deleža maščobe.

Za ta namen smo izvedli meritve debeline kožnih gub, meritev bioimpedance in določili odstotek maščobe na podlagi indeksa telesne mase. Ko so različne metode za ugotavljanje telesne sestave pri zdravih otrocih validirali s t. i. modelom 4 komponent, so ugotovili, da sta najbolj natančni metodi absorbcimetrija in bioimpedanca (Atherton in sod., 2013). Vsaka od teh metod za določanje odstotka maščob ima svoje omejitve. O omejitvah bioimpedance pri bolnikih s cerebralno paralizo, ki so verjetno pripeljale do nerealnih rezultatov pri večini bolnikov smo že razpravljali. Strokovnjaki opozarjajo, da so tudi rezultati, ki izhajajo iz klasičnih antropometričnih meritev pri otrocih s cerebralno paralizo, lahko zavajajoči (Kuperminc in sod., 2010). Zaradi drugačne razporeditve maščevja pri otrocih s cerebralno paralizo, pri keterih se le to pretežno kopči centralno v trebušni votlini, manj pav obliku podkožnega maščevja (Spender in sod., 1988), lahko z izračunom deleža maščevja iz debeline kožnih gub podcenimo zaloge maščevja. Zato so izdelali posebne enačbe za otroke s cerebralno paralizo, ki pa še niso validirane na večjih vzorcih

(Gurka in sod., 2010). Ko smo s statistično analizo primerjali med seboj rezultate izračuna deleža maščevja po dveh enačbah za zdravo populacijo in enačbah za otroke s cerebralno paralizo, smo ugotovili zelo dobro ujemanje med prvima dvema, medtem ko so enačbe za otroke s cerebralno paralizo dale pri nizkih vrednostih še nižje, pri visokih pa še višje rezultate.

Tudi izračuni deleža maščevja iz indeksa telesne mase so lahko pri bolnikih s cerebralno paralizo napačni. Pri sicer zdravi podhranjeni populaciji se količina maščevja zmanjša bolj od količine mišic. Lep primer so bolnice z anoreksijo nervozo, ki imajo nizek prehranski vnos energije, a so navadno telesno zelo aktivne in imajo glede na telesno maso velik delež mišic in zelo malo maščobe. Pri bolnikih s težko gibalno prizadetosti pa so mišice zaradi neaktivnosti že ob normalni prehranjenosti pičle in predstavljajo manjši delež telesne mase kot pri zdravih osebah. Zato izračun deleža maščobe, ki temelji na ITM, pri otrocih s cerebralno paralizo verjetno podceni dejanski delež in preceni delež puste telesne mase (Samson-Fang in Bell, 2013).

Ko smo s statistično analizo primerjali rezultate ocene deleža maščobe z različnimi metodami, smo ugotovili boljše ujemanje med izračunoma na podlagi debeline kožnih gub in na podlagi ITM, kot pa med temo metodama in meritvami bioimpedance. V primerjavi z izračunom iz ITM, je po izračunu iz kožnih gub delež maščob nekoliko višji. Predpostavljam, da je vpliv izjemno majhne količine mišičja pri otrocih s hudo cerebralno paralizo na znižanje telesne mase in s tem ITM še pomembnejši od centralne prerazporeditve maščevja, ki vpliva na debelino kožnih gub. Neujemanje ocen, ki temeljijo na meritvah impedance z ostalima metodama, je verjetno posledica neuporabnosti bioimpedance za izvedbo meritev pri bolnikih s telesno sestavo, ki v več parametrih ekstremno odstopa od sestave pri zdravih ljudeh.

Zanimivo je, da smo na podlagi telesne sestave merjene z impedanco in izračunane na podlagi ITM dobili bolj podoben delež podhranjenih (58 % in 54 % glede na nomogram ter 55 in 46 % glede na percentile), kot na podlagi debeline kožnih gub (38 % glede na nomogram in 27 % glede na percentile). Glede na naše rezultate lahko zaključimo, da analiza bioimpedance z običajnimi programi ne daje realnih rezultatov in zato ni ustrezna metoda v tem primeru. Ugotavljamo, da je stanje prehranjenosti skupine otrok s cerebralno paralizo, če ga ocenjujemo na podlagi telesne sestave sicer nekoliko boljše, kot na podlagi osnovnih antropometričnih meritev, saj je, odvisno od ocene, podhranjenih »samo« 27 % do 58 % teh otrok. Razlike med rezultati pa verjetno niso posledica bistveno različne objektivne ocene kot razlik v kriterijih, oziroma mejnih vrednostih, ki smo jih uporabili. Pri ocenah, ki so temeljile na razmerju med telesno maso in višino ter ITM, smo za podhranjene šteli otroke z vrednosjo Z pod -2, se pravi pod 2,3. percentilom, pri ocenah na podlagi višine za starost in mase za starost pod 3. percentilom, pri ocenah na podlagi deleža maščevja pa pod 5. percentilom.

Naši rezultati so primerljivi z rezultati drugih raziskav, ki so proučevale stanje prehranjenosti otrok s cerebralno paralizo. V brazilski raziskavi, v katero je bilo vključenih 114 otrok do 12. leta starosti s cerebralno paralizo, med njimi tudi 78 takih s spastično tetraplegijo, ki so primerljivi z našimi bolniki, so odkrili podhranjenost glede na razmerje med telesno maso in višino pri 50,9 %, glede na višino za starost pri 38 % in glede na delež

maščobe pri 35,1 %. V podskupini otrok s spastično tetraplegijo jih je imelo telesno maso in telesno višino za -2 Z nižjo v primerjavami z normami za zdrave kar 72 % in 68,9 % (Caram in sod., 2008)

Raziskava Tomouma in sodelavcev je sicer slabo primerljiva z našo, saj so bili vanjo vključeni otroci z različnimi, tudi zelo blagimi stopnjami cerebralne paralize (Tomoum in sod., 2010). Tako so na primer ugotovili, da se ITM, obseg telesa okrog kolkov in debelina podlopatične kožne gube pri bolnikih niso signifikantno razlikovali od tistih pri kontrolni skupini zdravih otrok. Zanimiva pa je ta raziskava za nas zato, ker so v njej ocenjevali sestavo telesa tudi z meritvami bioimpedance, pri katerih so našli pri bolnikih signifikantno znižane vrednosti celokupne vode v telesu, mase maščobe, puste telesne mase in deleža maščobe v primerjavi z zdravimi vrstniki. V članku ni zaslediti, da bi imeli raziskovalci z meritvami bioimpedance in izračuni telesne sestave na podlagi teh meritev pri bolnikih kakšne težave in da bi dobivali nesmiselne rezultate, kot smo jih opazovali mi. Razlog za to je lahko v uporabi drugačne naprave in programa za analizo rezultatov, v bistveno drugačni stopnji prizadetosti bolnikov, o čemer pričajo antropometrične meritve, ali v zamolčanem izpadu rezultatov pri nekaterih najhuje podhranjenih bolnikih.

Camposova in sodelavci, ki so proučevali povezavo med sposobnostjo za hranjenje in stanjem prehranjenosti, so med 105 otroci z različnimi stopnjami cerebralne paralize našli 44,8 % oz. 47,5 % podhranjenih (pod 5. percentilom) glede na ITM in debelino kožne gube tricepsa. Ugotovili so, da so otroci s težavami pri hranjenju signifikantno slabše prehranjeni od tistih bolnikov, ki nimajo takšnih težav (Campos in sod., 2007). Do enakih izsledkov so prišli tudi Fungova in sodelavci, ki so pri primerjavi telesne mase za starost našli pri otrocih brez težav s hranjenjem povprečno vrednost Z -1,7, pri tistih z blagimi -2,5, z zmernimi pa -3,3. Otroci s hudmi težavami s hranjenjem so imeli večinoma vstavljeni gastrostomo, zato so bili bolje prehranjeni (Z -1,8). Podobne rezultate so dobili tudi, ko so primerjali višino za starost in debelino kožne gube tricepsa (Fung in sod., 2002).

V Tajvanski raziskavi, v katero je bilo vključenih 75 otrok s spastično obliko cerebralne paralize, je imelo pod 10. percentilom telesno maso 46,7 %, višino 36 % in razmerje med maso in višino 41,3 % otrok (Hung in sod., 2003). Med otroci s tetraplegijo je bilo podhranjenih 60,7 %, medtem ko je bilo med tistimi s hemiplegijo in diplegijo podhranjenih le 29,8 %. Ugotovili so tudi, da je podhranjenost povezana s težjo stopnjo gibalne prizadetosti, nezmožnostjo dobre komunikacije in odvisnostjo od drugih pri hranjenju.

Da stopnja cerebralne paralize pomembno vpliva tudi na stanje prehranjenosti, je pokazala tudi raziskava Stallingsove in sodelavcev, ki so proučevali 2 do 18 letne otroke in mladostnike s hemiplegijo in diplegijo (Stallings in sod., 1993). Pri tem je bilo najhuje funkcionalno motenih, vezanih na invalidski voziček le 11 %, 22 % se jih je lahko samostojno gibalo v stanovanju, kar 67 % pa jih je lahko samostojno hodilo tudi na daljše razdalje. Čeprav je bil odstotek podhranjenih glede na kriterije, ki so jih postavili raziskovalci (debelina kožne gube tricepsa pod 15. percentilo, telesna masa za starost pod 5. percentilo, telesna višina za starost pod 5. percentilo, vse v primerjavi z normativi za zdrave) za skupino kot celoto razmeroma nizek, 28 % glede na kožno gubo, 29 % glede na

maso in 23 % glede na višino, pa je natančnejša analiza pokazala, da je velik del teh bolnikov pripadal funkcionalno najbolj prizadeti skupini, pri kateri so bile pogosto navzoče tudi težave s hranjenjem. Več slabše prehranjenosti so našli pri mlajših bolnikih, kar je v nasprotju z našimi opazovanji, ko se kaže, da je delež podhranjenih med starejšimi bolniki večji kot med mlajšimi, kar so opisali še v nekaterih drugih raziskavah (Henderson in sod., 2007 in Calis in sod., 2010). Stallingsova in sodelavci so boljšo prehranjenost starejših otrok pripisali uspešni rehabilitaciji, pridobivanju motoričnih spremnosti, vključno s sposobnostjo hranjenja, z leti. Pri zelo težkih oblikah cerebralne paralize, kot pri naših preiskovancih, je optimalna stopnja funkcionalnosti, ki jo lahko dosežemo s kvalitetno nevrofizioterapijo, verjetno še zmeraj izredno nizka in ne omogoča kvalitetnega hranjenja. Zaradi tega imajo vsi bolniki v naši skupini vstavljene hranilne gastrostome. Starši bolnikov s cerebralno paralizo in drugimi nevrološkimi okvarami, ki močno otežujejo normalno hranjenje, se v Sloveniji še vedno težko odločajo za vstavitev gastrostome. Zato je začetek uspešnega prehranskega zdravljenja pogosto zamulen, dolgoletno stradanje pa pusti trajne posledice na otrokovi rasti.

Zanimivi so tudi izsledki Lopesove in sodelavcev (2013), ki so ugotovili, da je bil energijski vnos pri mlajših bolnikih do 3. leta starosti ustrezan, pri starejših pa občutno prenizek. Pri vseh pa so ugotavljali neustrezno razmerje med posameznimi hranili, preveč je bilo maščob in premalo ogljikovih hidratov. Pri otrocih s spastično tetraplegijo, se pravi s težko prizadetostjo, je bil prenizek tudi delež beljakovin. Tudi v tej raziskavi se je pokazalo, da se huda podhranjenost pojavlja predvsem pri bolnikih s težko nevrološko okvaro. Vrednosti nižje od Z -2 za starost so našli pri otrocih z diplegijo pri 18 % glede na maso, pri 20 % glede na ITM in pri 29 % glede na višino. Pri otrocih s spastično tetraplegijo je bilo takih kar 45 %, 87 % in 87 %.

Nedavna raziskava norveških raziskovalcev je ne le potrdila ugotovitev, da je stopnja prehranjenosti odvisna od stopnje gibalne prizadetosti, ampak tudi, da lahko zgodnja in ustrezna prehranska intervencija v dokajšnji meri podhranjenost prepreči (Dahlseng in sod., 2012). V skupini 661 otrok s cerebralno paralizo različnih stopenj so ugotovili, da ima telesno maso in višino pod -2 Z za starost 20 %, medtem ko je bilo takih otrok v skupini s težko stopnjo gibalne prizadetosti (4 in 5) kar 40 %. Pri 5 % težko gibalno prizadetih otrok so našli ITM manjši od -2 Z, pri 20 % pa nižji od -3 Z. Ko so gledali otroke iz najbolj gibalno prizadete skupine, pri katerih so bile navzoče težave s hranjenjem, so bile njihove povprečne vrednosti Z za telesno maso -1,99, višino -1,69 in ITM -1,34. Enako gibalno prizadeti otroci, pri katerih težav s hranjenjem ni bilo, saj je imela večina vstavljeni hranilni gastrostomi, so imeli ustrezne vrednosti Z -0,64, -1,05, in +0,15. Z analizo linearne regresije so ugotovili, da je starost v času vstavitve hranilne gastrostome negativno povezana s stanjem prehranjenosti. Mlajši kot so bili otroci v času vstavitve gastrostome in daljše kot je bilo obdobje hranjenja po njej, višje so bile izmerjene telesne mase in indeksi telesne mase.

Corwin s sodelavci (1996) je dokazal, da predšolski otroci s cerebralno paralizo po vstaviti gastrostome in z ustreznim prehranskim vnosom lahko nadoknadijo zaostanek v rasti. Po začetku ustreznega hranjenja so opazili pravi zagon rasti s hitrostjo večjo od običajne hitrosti rasti zdravih otrok, kar dokazuje, da je nizka rast pri otrocih s cerebralno paralizo verjetno posledica podhranjenosti. Presenetljivo pa je, da so pospešeno rast

opazovali predvsem pri slabše gibljivih in ne bolj gibljivih bolnikih. Prav mogoče je, da je to posledica večjega začetnega zaostanka v rasti prvih.

Sicer majhna italijanska raziskava na 30 bolniki, približno polovici s cerebralno paralizo in polovici z drugimi vzroki razvojnega zaostanka, je ne le pokazala visok delež podhranjenih, ampak z analizo prehrane in hranjenja tudi verjetne vzroke zanjo (Sangermano in sod., 2014). Vrednosti pod 5. percentilom glede telesne teže so našli pri 44 %, indeksa telesne mase pri 33 % in debeline kožne gube nad tricepsom pri 37 % bolnikov. Ugotovili so, da je bil dnevni energijski vnos skoraj za tretjino nižji od priporočenega, neustrezná je bila tudi sestava hrane kar se tiče razmerja med različnimi makrohranili. Ogljikovih hidratov so dobivali manjši delež, maščob pa večji od priporočenega. Pri vseh štirih bolnikih, ki so bili že več let hranjeni po gastrostomi, so našli sicer primerno prehranjenost glede ITM (med 25. in 50. percentilom), še vedno pa so bili razmeroma nizke rasti v višino (med 5. in 10. percentilom).

Da na stanje prehranjenosti otrok s cerebralno paralizo ne vpliva le količinsko primerna prehrana, ampak tudi ustreznost njene sestave, je dokazala skupina grških raziskovalcev (Karagiozoglou-Lampoudi in sod., 2012). Pri 42 otrocih s spastično tetraparezo hranjenih izključno preko ust so ugotavliali vpliv težav s hranjenjem, ustreznostjo kaloričnega vnosa in ustreznostjo sestave prehrane na stanje prehranjenosti. Podhranjenost, definirano kot razmerje med telesno maso in višno ali ITM pod Z – 2 glede na standarde za zdrave otroke, so našli pri 38 % preiskovancev. Ugotovili so, da stanje prehranjenosti ni bilo odvisno toliko od ustreznosti energetskega vnosa glede na izračunane potrebe, kot od ustrezne sestave hrane glede na vsebnost makro in mikrohranil. Še bolj zanimiva je ugotovitev, da so bili otroci, ki so bili pri hranjenju povsem odvisni od skrbnikov prehranjeni bolje od vrstnikov, ki so jedli sami, kar so raziskovalci pojasnili z neustreznim izborom hrane pri slednjih, saj so pogosteje uživali hrano, ki jim je bila všeč, kot pa tisto, ki bi bila po sestavi najbolj zdrava.

Še bolj nenavadni so rezultati nizozemske raziskave Calisove in sodelavcev, ki so proučevali povezavo med stanjem prehranjenosti otrok s cerebralno paralizo, energijskim vnosom in drugimi dejavniki, ki bi lahko vplivali na prehranjenost (Calis in sod., 2010). Tudi oni so našli relativno visok odstotek podhranjenih otrok, saj jih je imelo telesno maso nižjo od -2 Z 47 %. Zanimivo pa je, da je bilo relativno malo otrok z zelo nizkimi zalogami maščobe, saj je na podlagi meritve debeline štirih kožnih gub bilo takih le 14 %. Nizka masa je bila pri teh otrocih verjetneje posledice nizke rasti, ki je bila glede na meritve dolžine golenice navzoča pri 41 %. Posebnost raziskave pa je nedvomno odkritje, da ustreznost energijskega vnosa ni korelirala z rezultati antropometričnih meritov. Raziskovalci so v razpravi sicer jasno zapisali, da bi bil sklep, da ustreznost energijskega vnosa ne vpliva na stanje prehranjenosti, nesmiseln. Če izvzamemo možnosti napak pri meritvah, zlasti vprašljiva je zmeraj objektivnost in natančnost ocene prehranskega vnosa na osnovi prehranskih dnevnikov, je mogoče iskat razlogo v drugih dejavnikih, ki na prehranjenost vplivajo še bolj kot energijski vnos. Signifikantno povezavo s podhranjenostjo so našli z večjo starostjo, ženskim spolom, boljšo gibljivostjo in s tem večjo telesno aktivnostjo, a v manjši meri z odsotnostjo hranilne gastrostome. Zato so sklepalni, da na stanje prehranjenosti pomembno vpliva ne le vnos ampak tudi poraba energije. Bolj gibljivi otroci porabijo več energije za telesno aktivnost, večja pa je tudi

njihova bazalna energetska poraba v mirovanju. Tudi mehiška raziskava Vega-Sancheza in sodelavcev, ki je ocenjevala status prehranjenosti pri otrocih in mladostnikih z različnimi nevrološkimi okvarami, je pokazala, da so bile deklice s cerebralno paralizo trikrat pogosteje podhranjene od dečkov, vendar so avtorji razliko pripisovali predvsem socialnim dejavnikom, slabši oskrbi deklic v primerjavi z dečki v deželah v razvoju (Vega-Sanchez in sod., 2012). Vendar ta dejavnik gotovo ni pomembno vplival na korelacijo slabše prehranjenosti z ženskim spolom pri nizozemskih otrocih.

6 SKLEPI

Z raziskavo smo potrdili našo prvo hipotezo, ki pravi, da je velik del otrok s težko stopnjo cerebralne paralize podhranjenih. Ne glede na antropometrične kazalce po katerih smo določali stopnjo prehranjenosti, smo ugotovili zmerno ali hudo podhranjenost pri 60 % do preko 80 % preiskovancev. Zdi se, da se s starostjo ta delež postopoma povečuje, kar kaže na problem prenizkega prehranskega vnosa v daljšem časovnem obdobju. Stanje prehranjenosti skupine otrok s cerebralno paralizo ocenjeno na podlagi telesne sestave (deleža maščobe) je bilo nekoliko boljše kot na osnovi osnovnih antropometričnih meritev, saj je bilo, odvisno od ocene, podhranjenih »samo« 27 % do 58 % otrok. Razlike med rezultati verjetno niso posledica bistveno različne objektivne ocene različnih metod in kazalcev, temveč kot razlik v kriterijih, oziroma mejnih vrednostih, ki smo jih uporabili.

Drugo hipotezo, da bomo z različnimi metodami za ugotavljanje telesne sestave prišli do primerljivih rezultatov smo potrdili le delno. Medtem, ko se rezultati na podlagi izračunov iz podatkov o debelini dveh ali štirih kožnih gub med seboj zelo dobro ujemajo, so vrednosti deleža maščob izračunane iz ITM v primerjavi s tistimi izračunanimi iz kožnih gub nekoliko nižje. Razlog za to bi bil lahko v dejstvu, da so pri bolnikih s težko gibalno prizadetostjo mišice zaradi neaktivnosti že ob normalni prehranjenosti piče in predstavljajo manjši delež telesne mase kot pri zdravih osebah. Zato izračun deleža maščobe, ki temelji na ITM, pri otrocih s cerebralno paralizo verjetno podcenii dejanski delež maščobe in preceni delež puste telesne mase. Meritve telesne sestave z bioimpedanco so pri večini bolnikov niso dale realnih rezultatov. Vzrok za to bi lahko bila neustreznost meritne naprave, še bolj verjetno pa neustreznost programske opreme za analizo vrednosti, ki ne predvideva specifičnih posebnosti telesne sestave otrok s cerebralno paralizo.

7 POVZETEK

Cerebralna paraliza je trajna in nenapredujuča okvara razvijajočih se možganov, ki se kaže z motnjami v gibanju in položaju telesa. Delimo jo lahko na več oblik glede na povišan ali znižan tonus mišic ter druge okvare pri gibanju. Ločimo spastično, hipotonično, ataksično in diskinetično obliko. Če je prizadeta predvsem ena stran telesa govorimo o hemiplegiji, pri prizadetosti pretežno spodnjih okončin o diplegiji in pri prizadetosti celega telesa o tetraplegiji. S praktičnega stališča pa je najpomembnejša razdelitev glede na stopnjo funkcionalne motenosti, pri čemer stopnja 1 predstavlja le blago gibalno oviranost, stopnja 5 pa popolno odvisnost pri gibanju od tuje pomoči.

Pri bolnikih s težjimi oblikami cerebralne paralize so pogoste težave pri hranjenju, oteženo je požiranje, hitrost praznenja želodca in hitrost prehoda vsebine po prebavilih sta zmanjšani, pogosto je navzoč gastroezofagealni refluks. Raziskave kažejo, da je večina bolnikov s težko obliko cerebralne paralize pomembno podhranjenih. Zmerna in huda podhranjenost predstavlja hudo tveganje za zdravje in življenje bolnika. Poleg motenj v rasti podhranjenost zavira miselni in gibalni razvoj, slabša imunski odziv kar se kaže s ponavljajočimi okužbami, slabi moč dihalnih mišic in obtok. Zato je ugotavljanje stanja prehranjenosti, prepoznavanje podhranjenosti, ustrezno prehransko zdravljenje in sledenje njegove uspešnosti ključnega pomena.

Podhranjenost se pri otrocih in mladostnikih kaže s shujšanostjo, se pravi nizkim razmerjem med telesno maso in višino oz. nizkim indeksom telesne mase, kronična pa tudi v zaostanku rasti oz. nizko telesno višino za starost. Oboje skupaj pa se odraža kot nizka telesna masa za starost. Večinoma se za oceno prehranjenosti posameznikov uporablja primerjave z mednarodnimi normami za starost in spol, narejenimi na meritvah velikih vzorcev zdravih otrok in se izrazijo kot vrednosti Z, pri čemer vrednosti Z med 1 in -1 pomenijo normalno prehranjenost, vrednosti med -1 in -2 blago podhranjenost, vrednosti med -2 in -3 zmerno podhranjenost, vrednosti pod -3 pa hudo podhranjenost. Včasih se namesto vrednosti Z uporablja percentilne oziroma centilne vrednosti, kjer se kot meje uporablja večinoma vrednosti 3., 5. ali celo 10. percentila. Čeprav obe oceni izhajata iz normalne razporeditve, pa mejne percentilne vrednosti in mejne Z vrednosti še zdaleč ne označujejo enakih odstopov od povprečja. Za oceno prehranjenosti se uporablja tudi merjenje telesne sestave, pogosto zlasti deleža telesnih maščob.

Ugotavljanje statusa prehranjenosti pri bolnikih s cerebralno paralizo je zahtevno, saj njihove telesne mere in telesna sestava pogosto močno odstopajo od vrednosti pri zdravih vrstnikih in jih je zato izredno težko interpretirati. Mnenja o tem, ali je za vrednotenje bolje kot normative za zdrave osebe uporabljati posebne normative, ki so jih izdelali na podlagi meritev vzorcev oseb s cerebralno paralizo, so deljena. Večina strokovnjakov oceno na podlagi takih posebnih normativov odsvetuje, saj predstavlja bolj odraz dejanskega stanja v populaciji bolnikov, med katerimi je velik odstotek podhranjenih, kot optimalne vrednosti h katerim bi morali z uspešnim prehranskim zdravljenjem stremeti. Poenotenih merit za oceno prehranjenosti in primernosti telesne sestave pri otrocih, mladostnikih in odraslih s cerebralno paralizo torej ni.

Namen naše raziskave je bil opredeliti stanje prehranjenosti, zlasti stopnjo podhranjenosti z uporabo različnih metod in primerjati rezultate pridobljene z različnimi metodami med seboj. Ugotoviti smo žeeli tudi, ali z različnimi metodami dobimo primerljive rezultate o telesni sestavi.

V raziskavo je bilo vključenih 53 bolnikov s težko obliko (5. stopnjo) cerebralne paralize starih od 2 do 26 let, od tega 23 ženskega in 30 moškega spola. Vsi bolniki so imeli vstavljeni gastrostomo in so bili vodenici v ambuanti za enteralno prehrano na Pediatrični kliniki v Ljubljani.

Vsem bolnikom smo izmerili telesno maso, izračunali telesno višino na podlagi meritev dolžine podlahtnice, izmerili debelino štirih kožnih gub (bicepsove, tricepsove, podlopatične in nadčrevnične) in izmerili vrednosti bioimpedance ter jih analizirali. Stanje prehranjenosti smo vrednotili glede na telesno maso za starost, telesno višino za starost, razmerje telesne mase in višine (pri otrocih do petega leta starosti) ter ITM (za preiskovance nad petim letom starosti). Poleg tega smo stanje prehranjenosti ugotavljali glede na delež telesne mašcobe, ki smo ga določili na podlagi debeline kožnih gub, indeksa telesne mase in z analizo meritev bioimpedance.

Rezultati so pokazali, da je v primerjavi z standardi za zdravo populacijo pod 3. percentilom za maso 83 % preiskovancev, pod 3. percentilom za višino pa 53 % preiskovancev. Glede na norme bolnikov s težko obliko cerebralne paralize je imelo maso pod 10. percentilom 32 % preiskovancev, višine pa nobeden. Pod -2 Z je imelo maso za starost 45 % preiskovancev med 2. in 10. letom, razmerje mase na višino 54 % preiskovancev med 2. in 5. letom in ITM 68 % preiskovancev pri vseh starostih, oziroma 73 % preiskovancev starejših od 5 let.

Izračun telesne mašcobe iz kožnih gub na podlagi različnih enačb so se med seboj dobro ujemali. Izračuna mašcobe iz 2 in 4 kožnih gub po Deurenbergu in sodelavcih, sta dala primerljive rezultate iz česar lahko sklepamo, da je izračun deleža telesne iz 2 gub (tricepsa in bicepsa) primerljivo kvalitetna metoda, kot izračun mašcobe iz 4 kožnih gub. Primerjava metod po Deurenbergu in sodelavcev ter s strani Gurke in sodelavcev prilagojenih enačb za otroke s cerebralno paralizo, sta pokazali sorazmerno visoko stopnjo ujemanja. Razlika med izračunoma deleža telesne mašcobe iz debeline kožnih gub in iz indeksa telesne mase je bila nekoliko večja. Glede na telesno sestavo je pri različnih metodah delež podhranjenih preiskovancev med 27 in 58 %.

Rezultati analize bioimpedance pri večini pacientov niso bili smiselnii. Razlog za to lahko iščemo v nezmožnosti naprave za merjenje in programske opreme za analizo telesne sestave iz izmerjenih vrednosti pri preiskovancih z zelo spremenjeno telesno sestavo.

Raziskava je potrdila, da je velik delež otrok, ki imajo težko obliko cerebralne paralize zelo podhranjenih. Ocena deleža podhranjenih pa je odvisna od metod in normativov, ki jih uporabimo.

8 VIRI

- Adamič Š. 1989. Temelji biostatistike. Ljubljana, Medicinska fakulteta Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani: 195 str.
- Agarwal D., Hamamalini A. J. 2012. Medical nutrition therapy and its outcome in the pediatric intensive care unit. International Journal of Current Research, 2: 246-250
- Akern. 2011. BIA 101 New edition quick start, Instruction manual & Bodygram Pro version 3.0 operator's manual. Florence, Akern, 53 str.
- Arwedson J. C. 2013. Feeding children with cerebral palsy and swallowing difficulties. European Journal of Clinical Nutrition, 67: S9-S12
- Atherton R. R., Williams J. E., Wells J. C. K., Fewtrell M. S. 2013. Use of fat mass and fat free mass standard deviation scores obtained using simple measurement methods in healthy children and patients: comparison with the referenc 4-component model. PloS One, 8, 5: e62139, doi:10.1371/journal.pone.0062139: 10 str.
- Barak N., Wall-Alonso E., Cheng A., Sitrin M. D. 2003. Use ob bioelectrical impedance analysis to predict energy expenditure of hospitalized patients receiving nutritional support. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition, 27, 1: 43-46
- Bartok-Olson C. J., Schoeller D. A., Sullivan J. C., Clark R. R. 2000. The »B« in the Selinger four-compartment body composition formula should be body mineral instead of bone mineral. Annals of the New York Academy of Sciences, 904: 342-344
- Battelino T., Homan M., Kržišnik C., Orel R. 2013. Prehrana in motnje prehranjenosti. V: Pediatrija. Kržišnik C. (ur.). Ljubljana, DZS: 87-104
- Bechar L. J., Ellis K., Wroe E. 2008. Body composition and growth. V: Nutrition in pediatrics. 4th ed. Duggan C., Walker W. A., Watkins J. B. (eds.). Hamilton, BC Decker: 27-40
- Bell K. L., Samson-Fang L. 2013. Nutritional management of children with cerebral palsy. European Journal of Clinical Nutrition, 67: S13-S16
- Braegger C., Decsi T., Amil Dias J., Hartman C., Kolaček S., Koletzko B., Mihatsch W., Moreno L., Puntis J., Shamir R., Szajewska H., Turck D., Van Goudoever J., ESPGHAN committee on nutrition. 2010. Practical aproach to paediatric enteral

nutrition: a comment by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 51, 1: 110-122

Caballero B., Lim H., Wang Y. 2014. Use and interpretation of anthropometry. V: Modern nutrition in health and disease. 11th ed. Caballero B., Cousins R. J., Ross A. C., Tucker K. L., Ziegler R. Z. (eds.). Philadelphia, Wolters Kluwer / Lippincott Williams & Wilkins: 649-659

Caballero B., Ramirez-Zea M. 2014. Protein-energy malnutrition. V: Modern nutrition in health and disease. 11th ed. Caballero B., Cousins R. J., Ross A. C., Tucker K. L., Ziegler R. Z. (eds.). Philadelphia, Wolters Kluwer / Lippincott Williams & Wilkins: 894-905

Calis E. A., Veugelers R., Rieken R., Tibboel D., Evenhuis H. M., Penning C. 2010. Energy intake does not correlate with nutritional state in children with severe generalized cerebral palsy and intellectual disability. *Clinical Nutrition*, 29, 5: 617-621

Campos M. A., Kent-Smith L., Costa Santos C. 2007. Effect of feeding competencies on the nutritional status of children with cerebral palsy. *Acta Medica Portuguesa*, 20, 1: 21-27

Caram A. L. A., Morcillo A. M., Costa-Pinto E. A. L. 2008. Nutritional status of children with cerebral palsy in a Brazilian tertiary-care teaching hospital. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 50, doi:10.1111/j.1469-8749.2008.03128.x: 1str.

Chi-Keung K., Heung-Sang S. W. 2005. Weight-for-height values and limb anthropometric composition of tube-fed children with quadriplegic cerebral palsy. *Pediatrics*, 116, 6: 839-845

Chumlea W. C., Guo S. S., Steinbaugh M. L. 1994. Prediction of stature from knee height for black and white adults and children with application to mobility-impaired or handicapped persons. *Journal of the American Dietetic Association*, 94: 1385-1388

Corish C. A., Kennedy N. P. 2000. Protein-energy undernutrition in hospital in-patients. *British Journal of Nutrition*, 83: 575-591

Correia M. T. D., Waitzberg D. L. 2003. The impact of malnutrition on morbidity, mortality, lenght of hospital stay and cost evaluated through a multivariate model analysis. *Clinical Nutrition*, 22: 235-239

- Corwin D. S., Isaacs J. S., Georgeson K. E., Bartolucci A. A., Cloud H. H., Craig C. B. 1996. Weight and length increases in children after gastrostomy placement. *Journal of the American Dietetic Association*, 96, 9: 874-879
- Couriel J. M., Bisset R., Miller R., Thomas A., Clarke M. 1993. Assessment of feeding problems in neurodevelopmental handicap: a team approach. *Archives of Disease in Childhood*, 69: 609-613
- Dahlseng M. O., Finbråten A. K., Júlíusson P. B., Skranes J., Andersen G., Vik T. 2012. Feeding problems, growth and nutritional status in children with cerebral palsy. *Acta Paediatrica*, 101, 1: 92-98
- Davies P. S. W. 1993. Body composition assessment. *Archives of Disease in Childhood*, 69, 3: 337-338
- Day S. M., Strauss D. J., Vachon P. J., Rosenbloom L., Shavelle R. M., Wu Y. W. 2007. Growth patterns in a population of children and adolescents with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 49: 167-171
- Deurenberg P., Pieters J. J. L., Hautvast J. G. A. J. 1990. The assessment of the body fat percentage by skinfold thickness measurements in childhood and young adolescence. *British Journal of Nutrition*, 63: 293-303
- Deurenberg P., Weststrate J., Seidell J. 1991. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *British Journal of Nutrition*, 65: 105-114
- Dobhal M., Juneja M., Jain R., Sairam S., Thiagarajan D. 2014. Health-related quality of life in children with cerebral palsy and their families. *Indian Pediatrics*, 51: 385-387
- Farr J., Going S., Hingle M. 2014. Body composition. V: Modern nutrition in health and disease. 11th ed. Caballero B., Cousins R. J., Ross A. C., Tucker K. L., Ziegler R. Z. (eds.). Philadelphia, Wolters Kluwer / Lippincott Williams & Wilkins: 635-648
- Fontana L., Weiss E. P. 2014. Metabolic consequences of calorie restriction. V: Modern nutrition in health and disease. 11th ed. Caballero B., Cousins R. J., Ross A. C., Tucker K. L., Ziegler R. Z. (eds.). Philadelphia, Wolters Kluwer / Lippincott Williams & Wilkins: 678-683
- Fung E. B., Samson-Fang L., Stallings V. A., Conaway M., Liptak G., Henderson R. C., Worley G., O'Donnell M., Calvert R., Rosenbaum P., Chumlea W., Stevenson R. D. 2002. Feeding dysfunction is associated with poor growth and health status in

children with cerebral palsy. Journal of the American Dietetic Association, 102, 3: 361-373

Gabrijelčič Blenkuš M., Pograjc L., Gregorčič M., Adamič M., Čampa A. 2005. Standardi zdravega prehranjevanja v vzgojno-izobraževalnih ustanovah. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje RS: 83 str.

Gallagher D., Heymsfield S. B., Heo M., Jebb S. A., Murgatroyd P. R., and Sakamoto Y. 2000. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. American Journal of Clinical Nutrition, 72: 694-701

Gauld L. M., Kappers J., Carlin J. B., Robertson C. F. 2004. Height prediction from ulna lenght. Developmental Medicine and Child Neurology, 46: 475-480

Gonzalez M. C., Nin L. A., Reijven P. L. M. 2011. Bioelectrical impedance analysis V: Basics in clinical nutrition. 4th ed. Allison S. P., Forbes A., Ljungqvist O., Pertkiewicz M., Sobotka L., Soeters P. B. (eds.). Prague, ESPEN / GALEN, 13-21

Gurka M. J., Kuperminc M. N., Busby M. G., Bennis J. A., Grossberg R. I., Houligan C. M., Stevenson R. D., Henderson R. C. 2010. Assessment and correction of skinfold thickness equations in estimating body fat in children with cerebral palsy. Developmental Medicine and Child Neurology, 52: 35-41

Hartman C., Shamir R., Hecht C., Koletzko B. 2012. Malnutrition screening tools for hospitalized children. Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care, 15: 303-309

Heiro W.C. 2014. Nutritional requirements of infants and children. V: Modern nutrition in health and disease. 11th ed. Caballero B., Cousins R. J., Ross A. C., Tucker K. L., Ziegler R. Z. (eds.). Philadelphia, Wolters Kluwer / Lippincott Williams & Wilkins: 712-733

Henderson R. C., Grossberg R. I., Matuszewski J., Menon N., Johnson J., Kecskemethy H. H., Vogel R., Ravas R., Wyatt M., Bachrach S. J., Stevenson R. D. 2007. Growth and nutritional status in residential center versus home-living children and adolescents with quadriplegic cerebral palsy. Journal of Pediatrics, 151, 2: 161-166

Hoffer L. J. 2014. Metabolic consequences of starvation. V: Modern nutrition in health and disease. 11th ed. Caballero B., Cousins R. J., Ross A. C., Tucker K. L., Ziegler R. Z. (eds.). Philadelphia, Wolters Kluwer / Lippincott Williams & Wilkins: 660-678

Hogan S. E. 1999. Knee height as a predictor of recumbent length for individuals with mobility-impaired cerebral palsy. *Journal of the American College of Nutrition*, 18: 201-205

Hung J. W., Hsu T. J., Wu P. C., Leong C. P. 2003. Risk factors of undernutrition in children with spastic cerebral palsy. *Chang Gung Medical Journal*, 26, 6: 425-432

Hyche J. K., Katz R. M., Wingert E. K. 2014. Pediatric feeding problems V: Modern nutrition in health and disease. 11th ed. Caballero B., Cousins R. J., Ross A. C., Tucker K. L., Ziegler R. Z. (eds.). Philadelphia, Wolters Kluwer / Lippincott Williams & Wilkins: 887-893

Johnston M. V. 2007. Cerebral palsy V: Nelson textbook of pediatrics. 18th ed. Behrman R. E., Jenson H. B., Kliegman R. M., Stanton B. F. (eds.). Philadelphia, Saunders Elsevier: 2494-2495

Joosten K. F., Zwart H., Hop W. C., Hulst J. M. 2010. National malnutrition screening days in hospitalized children in The Netherlands. *Archives of Disease in Childhood*, 95: 141-145

Karagiozoglou-Lampoudi T., Daskalou E., Vargiami E., Zafeiriou D. 2012. Identification of feeding risk factors for impaired nutrition status in paediatric patients with cerebral palsy. *Acta Paediatrica*, 101, 6: 649-654

Keller K. L., St-Onge M. P. 2014. Nutrition in adolescence. V: Modern nutrition in health and disease. 11th ed. Caballero B., Cousins R. J., Ross A. C., Tucker K. L., Ziegler R. Z. (eds.). Philadelphia, Wolters Kluwer / Lippincott Williams & Wilkins: 734-743

Koletzko B., Cooper P., Makrides M., Garza C., Uauy R., Wang W. (eds.). 2008. Pediatric nutrition in practice. Basel, Karger AG: 306 str.

Krick J., Murphy P. E., Markham J. F., Shapiro B. K. 1992. A proposed formula for calculating energy needs of children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 34, 6: 481-487

Krick J., Murphy-Miller P., Zeger S., Wright E. 1996. Pattern of growth in children with cerebral palsy. *Journal of the American Dietetic Association*, 96, 7: 680-685

Kržišnik C. 2013. Spremljanje otrokovega razvoja. V: *Pediatrija*. Kržišnik C. (ur.) Ljubljana, DZS: 35-36

Kuperminc M. N., Gottrang F., Samson-Fang L., Arvedson J., Bell K., Craig G. M., Sullivan P. B. 2013. Nutritional management of children with cerebral palsy: a practical guide. European Journal of Clinical Nutrition, 67: S21- S23

Kuperminc M. N., Gurka M. J., Bennis J. A., Busby M. G., Grossberg R. I., Henderson R.C., Stevenson R. D. 2010. Anthropometric measures: poor predictors of body fat in children with moderate to severe cerebral palsy. Developmental Medicine and Child Neurology, 52, 9: 824-830

Life Expectancy. 2014. Grow charts. San Francisco, Life Expectancy: (baza podatkov)
<http://www.lifeexpectancy.org/articles/growthcharts.shtml> (maj 2014)

Lin J. P. 2003. The cerebral palsies: A physiological approach. Journal of Neurology and Neurosurgical Psychiatry, 74, 23-29

Lopes P. A., Amancio O. M., Araujo R. F., Vitalle M. S., Braga J. A. 2013. Food pattern and nutritional status of children with cerebral palsy. Revista Paulista de Pediatria: Orgao Oficial da Sociedade de Pediatria de São Paulo, 31, 3: 344-349

Löser C., Aschl G., Hébuterne X., Mathus-Vliegen E. M. H., Muscaritoli M., Niv Y., Rollins H., Singer P., Skelly R. H. 2005. ESPEN guidelines on artificial enteral nutrition – Percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG). Clinical Nutrition, 24: 848-861

Lukaski H. C. 1987. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. American Journal of Clinical Nutrition, 46: 537-556

Lukaski H. C. 2013. Evolution of bioimpedance: a circuitous journey from estimation of physiological function to assessment of body composition and a return to clinical research. European Journal of Clinical Nutrition, 67, 1: S2-S9

Marchand V., Canadian Paediatric Society, Nutrition and Gastroenterology Committee. 2009. Nutrition in neurologically impaired children. Paediatrics and Child Health, 14: 395-401

Marchand V., Motil K. J. 2006. Nutrition support for neurologically impaired children: a clinical report of the North American society for pediatric gastroenterology, hepatology and nutrition. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 43: 123-135

Martorell R., Young M. F. 2012. Patterns of stunting and wasting: potential explanatory factors. *Advances in Nutrition*, 3, 2: 227-233

McCarthy H. D., Cole T. J., Fry T., Jebb S. A., Prentice A. M. 2006. Body fat reference curves for children. *International Journal of Obesity*, 30, 4: 598-602

Moore F. D., Olesen K. H, McMurray., Parker H. V., Ball M. R., Boyden C. M. 1963. The body cell mass and its supporting environment. Philadelphia, Saunders: 535 str.

Neubauer D., Rener Primec Z. 2013. Cerebralna paraliza. V: *Pediatrija*. Kržišnik C. (ur.) Ljubljana, DZS: 570-571

Nyboer J. 1959. Electrical impedance plethysmography. Springfield, Blackwell Scientific Publications ltd.: 243 str.

Oeffinger D. J., Gurka M. J., Kuperminc M., Hassani S., Buhr N., Tylkowaki C. 2014. Accuracy of skinfold and bioelectrical impedance assessments of body fat percentage in ambulatory individuals with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 56, 5: 475-481

Olusi S. O., Orrell D., Morris P. M., McFarlane A. H. 1977. A study of endocrine function in protein-energy malnutrition. *Clinica chimica acta-International Journal of Clinical Chemistry*, 74, 3: 261-269

Palisano R., Rosenbaum P., Walter S., Russell D., Wood E., Galuppi B. 1997. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 39, 4: 214-223

Parrish C. R. 2011. Nutritional assessment and intervention in cerebral palsy. *Practical Gastroenterology*, 92: 16-32

Patterson R.E., Pietinen P. 2004. Assessment of nutritional status in individuals and populations. V: *Public health nutrition*. Gibney J.M. (ed.). Oxford, Blackwell Science: 66-82

Pawlek I., Doukoupil K., Koletzko B. 2008. Prevalence of malnutrition in paediatric hospital patients. *Clinical Nutrition*, 27: 72-76

Pelletier D. L., Frongillo E. A., Habitch J.-P. 1993. Epidemiologic evidence for potentiating effect of malnutrition on child mortality. *American Journal of Public Health*, 83: 1130-1133

Pelletier D. L., Frongillo E. A., Schroeder D. G., Habitch J.-P. 1995. The effects of malnutrition on child mortality in developing countries. *Bulletin of WHO*, 73: 443-448

Reiken R., Van Goudoever J. B., Schierbeek H., Willemse S. P., Calis E. A. C., Tibboel D., Evenhuis H. M., Penning C. 2011. Measuring body composition and energy expenditure in children with severe neurologic impairment and intellectual disability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 94, 3:759-766

Reilly S., Skuse D., Poblete X. 1996. Prevalence of feeding problems and oral motor dysfunction in children with cerebral palsy: a community survey. *Journal of Pediatrics*, 129, 6: 877-882

Rush E. C., Bristow S., Plank L. D., Rowan J. 2013. Bioimpedance prediction of fat-free mass from dual-energy X-ray absorptiometry in a multi-ethnic group of 2-year-old children. *European Journal of Clinical Nutrition*, 67, 2: 214-217

Samson-Fang L., Bell K. L. 2013. Assessment of growth and nutrition in children with cerebral palsy. *European Journal of Clinical Nutrition*, 67: S5-S8

Samson Fang L., Fung E., Stalling V. A., Conaway M., Worley G., Rosenbaum P., Calvert R., O`donnell M., Henderson R. C., Chumlea W. C., Liptak G. S., Stevenson R. D. 2002. Relationship of nutritional status to health and societal participation in children with cerebral palsy. *Journal of Pediatrics*, 141, 5: 637- 643

Samson-Fang L. Stevenson R. D. 1998. Linear growth velocity in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 40: 689-692

Sangermano M., D Aniello R., Massa G., Albano R., Pisano P., Budetta M., Scuccimarra G., Papa E., Coppola G., Vajro P. 2014. Nutritional problems in children with neuromotor disabilities: an Italian case series. *Italian Journal of Pediatrics*, 40, 61: doi: 10.1186/1824-7288-40-61: 5 str.

Saunders T, Smith T, Stroud M. 2010. Malnutrition and undernutrition. *Medicine*, 39: 45-50

Slaughter M. H., Lohman T. G., Boileau R. A., Horswill C. A., Stillman R. J., Van Loan M. D., Benben D. A. 1988. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 60, 5: 709-723

Somerville H., O`Loughlin E. 2010. Gastrostomy feeding in cerebral palsy: enough and no more. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 52, 12:1076-1076

Spender Q. W., Cronk C. E., Stallings V. A., Hediger M. L. 1988. Fat distribution in children with cerebral palsy. *Annals of Human Biology*, 15, 3:191-196

Stallings V. A., Charney E. B., Davies J. C., Cronk C. E. 1993. Nutritional status and growth of children with diplegic or hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 35, 11: 997-1006

Stevenson R. D. 1995. Use of segmental measures to estimate stature in children with cerebral palsy. *Archives of Pediatric and Adolescent Medicine*, 149, 6: 658-662

Stevenson R. D., Conaway M., Chumlea W. C., Rosenbaum P., Fung E. B., Henderson R. C., Worley G., Liptak G., O'Donnell M., Samson-Fang L., Stallings V. A. 2006. Growth and health in children with moderate-to-severe cerebral palsy. *Pediatrics*, 118, 3: 1010–1018

Sullivan P. B. 2013. Nutrition and growth in children with cerebral palsy: setting the scene. *European Journal of Clinical Nutrition*, 67: S3-S4

Tanita. 2014a. Children and body fat: A message for children. Arlington Heights, Tanita: 1str.

<http://www.tanita.com/en/healthylivingforkids/> (junij 2014)

Tanita. 2014b. Body fat ranges. Tokyo, Tanita: 1 str.

<http://www.tanita.co.kr/sub225.php> (junij 2014)

Tomoum H. Y., Badawy N. B., Hassan N. E., Alian K. M. 2010. Anthropometry and body composition analysis in children with cerebral palsy. *Clinical Nutrition*, 29, 4: 477-481

Trier E., Thomas A. G. 1998. Feeding the disabled child. *Nutrition*, 14: 801-805

Tugui R. D., Antonescu D. 2013. Cerebral palsy gait, clinical importance. *Medica-a Journal of Clinical Medicine*, 8, 4: 388-393

Walker J. L., Bell K. L., Boyd R. N., Davies P. S. W. 2012. Energy requirements in preschool-age children with cerebral palsy. *American Journal of Clinical Nutrition*, 96: 1309-1315

Westerterp K. R. 2011. Body composition. V: Basics in clinical nutrition. 4th ed. Allison S. P., Forbes A., Ljungqvist O., Pertkiewicz M., Sobotka L., Soeters P. B. (eds.). Prague, ESPEN / GALEN: 7-13

WHO / UNICEF. 2009. WHO child growth standards and the identification of severe acute malnutrition in infants and children. Geneva, WHO: 11 str.

<http://www.who.int/nutrition/publications/severemalnutrition/9789241598163/en/>
(april 2014)

WHO. 2014a. Child growth standards: Weight-for-height 2-5 years : Simplified field tables. Geneva, WHO: (baza podatkov)

http://www.who.int/childgrowth/standards/weight_for_height_field/en/ (april 2014)

WHO. 2014b. Growth reference 5-19 years: BMI-for-age (5-19 years). Geneva, WHO: (baza podatkov)

http://www.who.int/growthref/who2007_bmi_for_age/en/ (april 2014)

WHO. 2014c. Growth reference 5-19 years: Weight-for-age (5-19 years). Geneva, WHO: (baza podatkov)

http://www.who.int/growthref/who2007_weight_for_age/en/ (april 2014)

WHO. 2014d. Child growth standards: Weight-for-age 0-5 years : Simplified field tables. Geneva, WHO: (baza podatkov)

http://www.who.int/childgrowth/standards/weight_for_age/en/ (april 2014)

WHO. 2014e. Child growth standards: BMI-for-age 0-5 years : Simplified field tables. Geneva, WHO: (baza podatkov)

http://www.who.int/childgrowth/standards/bmi_for_age/en/ (april 2014)

WHO. 2014f. BMI classification. Geneva, WHO: 2 str.

http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html (junij 2014)

Vega-Sanchez R., de la Luz Gomez-Aguilar M., Haua K., Rozada G. 2012. Weight-based nutritional diagnosis of Mexican children and adolescents with neuromotor disabilities. BMC Research Notes, 5:218. doi: 10.1186/1756-0500-5-218: 7 str.

Vernon-Roberts A., Wells J., Grant H., Alder N., Vadomalayan B., Eltumi M., Sullivan P. B. 2010. Gastrostomy feeding in cerebral palsy: enough and no more. Developmental Medicine and Child Neurology, 52: 1099-1105

ZAHVALA

Zahvaljujem se svoji mentorici, prof. dr. Nataši Fidler Mis, ki me je z nasmeškom vodila skozi dileme pri opravljanju raziskovalnega dela, mi svetovala pri zbiranju podatkov o bolnikih ter mi pomagala pri odkrivanju novih znanj. Zahvaljujem se somentorju doc. dr. Matjažu Homanu, ki mi je pomagal pri izvedbi praktičnega dela raziskovalnega dela in priskočil na pomoč pri kliničnih vprašanjih. Hvala tudi vsemu medicinskemu osebju, ki je pomagalo pri naročanju bolnikov ter sodelovalo pri izvedbi meritev in beleženju podatkov, predvsem medicinskim sestram Nataši Podlogar, Mojci Kranjc in Jeleni Petrošanec, ki so mi prijazno stale ob strani v težkih trenutkih.

Posebej se zahvaljujem tudi asistentki Tatjani Robič, ki mi je prijazno pomagala pri razlagi in učenju pravilne izvedbe in razlage pomena antropometričnih meritev ter mi svetovala glede izbora formul za njihovo interpretacijo in mi nudila možnost izposoje nekaterih uporabljenih merilnih inštrumentov.

Iz srca se zahvaljujem tudi dr. Roku Blagusu, ki mi je pomagal pri statistični obdelavi rezultatov, izdelavi grafikonov ter njihovi razlagi.

Zelo sem hvaležna tudi prof. dr. Marjanu Simčiču in dr. Tanji Pajk Žontar za pomoč pri izboljšavi magistrske naloge z natančno recenzijo.

Zahvaljujem se tudi staršema, ki sta me podpirala in me bodrila, tako v času izvedbe raziskovalnega dela, kot tudi pisanja magistrske naloge in mi prijazno svetovala glede vsebinskega oblikovanja izdelka in pomagala poiskati pravo literaturo, svoji mlajši sestri pa se zahvaljujem za njeno čustveno podporo.