

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

Медицински факултет, Скопје

Република Северна Македонија



# **Пресметување на феталната тежина со употреба на дводимензионален и тродимензионален ултразвук**

---

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

М-р Д-р Сотир Николовски

Ментор: Проф. д-р Весна Јаневска

**Скопје, 2020**

## Содржина

АПСТРАКТ

ABSTRACT

1.	ВОВЕД.....	1
1.1.	Родилна тежина.....	1
1.1.1.	Родилна тежина .....	1
1.1.2.	Перинаталниот морталитет и родилната тежина .....	2
1.1.3.	Перинатален морбидитет и родилната тежина .....	4
1.1.4.	Ниска и прекумерна родилна тежина.....	6
1.1.5.	Важноста на антенаталното пресметување на феталната тежина ....	11
1.1.6.	Варијабилност во родилните тежини .....	12
1.1.7.	Фактори кои влијаат врз родилната тежина .....	12
1.1.8.	Техники за пресметување на феталната тежина .....	16
1.2.	Пресметување на феталната тежината со ултразвук.....	18
1.2.1.	Дводимензионален акушерски ултразвук (2D-US) и пресметување на фетална тежина со дводимензионален ултразвук.....	18
1.2.2.	2D Фетални биометриски параметри .....	19
1.2.3.	Формули за пресметување на феталната тежина .....	20
1.2.4.	Други ултразвучни фетални биометриски параметри.....	21
1.2.5.	Ограничувања на дводимензионалниот ултразвук.....	21
1.2.6.	Тродимензионален акушерски ултразвук (3D-US) и пресметување на фетална тежина со тродимензионален ултразвук.....	21
1.2.7.	Пресметување на феталната тежината со користење на волуменот на надлактицата и натколеницата (VolArm и VolTh).....	23
2.	МОТИВ И ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО .....	26
2.1.	Мотив за изработка на истражувањето .....	26
2.2.	Цели на истражувањето .....	26

3.	МЕТОДОЛОГИЈА НА ИСТРАЖУВАЊЕТО .....	26
3.1.	Дизајн на студијата.....	27
3.2.	Критериуми за влез и избор на пациенти:.....	27
3.2.1.	Инклузиони критериуми: .....	27
3.2.2.	Ексклузиони критериуми: .....	27
3.3.	Пациенти и методи .....	27
3.3.1.	Анамнестички и клинички податоци за мајката и новороденото ....	27
3.3.2.	Дводимензионално ултразвучно мерење .....	28
3.3.3.	Тродимензионално ултразвучно мерење .....	29
3.3.4.	Апарат.....	32
3.4.	Методологија на пресметувањето.....	33
3.4.1.	Формули и групи на формули.....	33
3.4.2.	Одредување на точност и прецизност на формулите. ....	35
3.4.3.	Рангирање на формулите според точност и прецизност .....	35
3.4.4.	Споредба на точноста и прецизноста на различните групи на формули	36
3.4.5.	Точност и прецизност според категории на родилна тежина.....	37
3.5.	Алгоритам на протоколот на работа.....	37
4.	СТАТИСТИЧКА ОБРАБОТКА/СТАТИСТИЧКИ МЕТОДИ.....	38
5.	РЕЗУЛТАТИ.....	39
5.1.	Социо-демографски карактеристики на примерокот.....	39
5.1.1.	Анализа на примерокот мајки според возраст .....	39
5.1.2.	Анализа на примерокот мајки според националност .....	42
5.1.3.	Анализа на примерокот мајки според образование.....	43
5.1.4.	Анализа на примерокот мајки според социјалниот статус .....	44
5.1.5.	Анализа на примерокот мајки според телесна тежина.....	45

5.1.6.	Анализа на примерокот мајки според пушачкиот статус .....	46
5.1.7.	Анализа на примерокот мајки според хипертензија.....	47
5.1.8.	Анализа на примерокот мајки според дијабетес .....	47
5.1.9.	Анализа на примерокот мајки според гестациска недела .....	48
5.2.	Карактеристики на примерокот според биометриски параметри на плодот	50
5.2.1.	Анализа на примерокот според родилна тежина (BW) .....	50
5.2.2.	Анализа на примерокот според родилна должина (BL).....	52
5.2.3.	Анализа на примерокот според бипариетален дијаметар (BPD).....	53
5.2.4.	Анализа на примерокот според циркумференца на глава на фетусот (HC)	54
5.2.5.	Анализа на примерокот според абдоминална циркумференца на фетусот (AC)	55
5.2.6.	Анализа на примерокот според должина на фемур на фетусот (FL)	56
5.2.7.	Анализа на примерокот според волумен на натколеница (VolTh)..	57
5.2.8.	Анализа на примерокот според волумен на надлактица (VolA) .....	58
5.3.	Компаративна анализа на различните формули за пресметување на феталната тежина.....	59
5.3.1.	Пресметување на точноста на формулите. ....	59
5.3.2.	Рангирање на формулите според точноста.....	62
5.3.3.	Место на формулите со 3D биометриски параметри на ранг листата	67
5.3.4.	Споредба на точноста на различните групи на формули со кластерска анализа	68
5.3.5.	Споредба на формулите и родилната тежина со Т-тест .....	75
5.3.6.	Испитување на точност на формулите за различни категории на родилна тежина .....	77

6.	ДИСКУСИЈА.....	79
6.1.	Формули и групи на формули .....	79
6.2.	Пресметување на точност и прецизност на формулите.....	80
6.3.	Број на биометриски параметри во формулата .....	85
6.4.	Дводимензионален ултразвук и фетална тежина .....	87
6.5.	Волумен на натколеница и фетална тежина .....	89
6.6.	Волумен на надлактица и фетална тежина .....	91
7.	ЗАКЛУЧОК .....	94
8.	КРАТЕНКИ .....	96
9.	РЕФЕРЕНЦИ.....	97
10.	ПРАШАЛНИК .....	116
11.	ФОРМУЛАР ЗА ИНФОРМИРАЊЕ.....	117
12.	ФОРМУЛАР ЗА СОГЛАСНОСТ - ИЗЈАВА.....	118



## **АПСТРАКТ**

### ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА ФЕТАЛНАТА ТЕЖИНА СО УПОТРЕБА НА ДВОДИМЕНЗИОНАЛЕН И ТРОДИМЕНЗИОНАЛЕН УЛТРАЗВУК

**Вовед:** Феталната тежина во секојдневната работа се пресметува со формули базирани на стандардните дводимензионални биометриски параметри: бипариетален дијаметар (BPD), обем на главата (HC), абдоминална циркумференца (AC) и должина на фемурот (FL). Меѓутоа со дводимензионалните мерења не може точно да се процени волуменот на феталното тело, а со тоа прецизно да се пресмета феталната тежина. Во првите студии во кои феталната тежина беше пресметана со користење на волумени снимени со тродимензионален ултразвук се добија поточни резултати за феталната тежина во споредба со пресметувањата со формули базирани на стандардните дводимензионални биометриски параметри. Волумените на натколеница (VolTh) и на надлактица (VolArm), добиени со помош на тродимензионалниот ултразвук се нови параметри со кои може да се пресметува феталната тежина. Овие параметри лесно се добиваат, брзо се мерат и се добро репродукцибилни од страна на различни набљудувачи. Постојат многу математички формули кои се користат за пресметување на феталната тежина (EFW). Современите формули кои се употребуваат при пресметувањето на феталната тежина и кои се базираат на употреба на стандардно дефинирани фетални мерења (пр. комбинација на фетални AC, FL, BPD и HC), се меѓусебно слични во нивната точност при калкулацијата на феталната тежина. Во последно време изведени се и формули во кои се вклучени и 3D биометриски параметри кои го уточнуваат и го прецизираат пресметувањето на феталната тежина.

**Цел:** Цел на оваа студија е да се спореди и процени точноста и прецизност на формулите за пресметување на феталната тежина базирани на дводимензионални и тродимензионални ултразвучни биометриски параметри во однос на родилната тежина, генерирани од ист примерок на пациенти.

**Методи:** Пресечна студија во која се опфатени 150 бремени жени со нормална бременост, кај кои беше веројатно завршување на раѓањето во наредните 48 часа. Кај секоја пациентка по земањето на анамнеза, се правеше основна дводимензионална ултразвучна биометрија на плодот со мерење на: бипариетален дијаметар (BPD), обем на главата (HC), абдоминална циркумференца (AC) и должина на фемурот (FL) и тродимензионална ултразвучна биометрија на плодот со мерење на волумен на фетална

надлактица (VolArm) и натколеница (VolTh). По породување се мереше родилната тежина на новороденото. Родилната тежина беше споредена со пресметаната фетална тежина добиена со користење на 52 формули базирани на дводимензионалните и тродимензионалните биометриски параметри. Формулите беа рангирани врз основа на систематските и случајните грешки и беа групирани според комбинацијата на ултразвучните параметри во 12 биометриски групи. Користена е кластерска анализа за споредување на точноста и прецизноста на различните формули и биометриски групи.

**Резултати:** Во резултатите од истражувањето, со сите 52 формули беше пресметана феталната тежина во зависност од биометриските параметри и беше направена споредба со родилната тежина по што беа пресметани систематската грешка, случајната грешка, средната апсолутна процентуална грешка, Person коефициентот на корелација и коефициент на детерминација  $R^2$ . Според добиените резултати на параметрите на точност се покажа дека не е возможно формулите да се рангираат по точност и прецизност, само врз основа на еден параметар бидејќи се добиваат контрадикторни резултати, односно поединечно ниту еден од овие параметри на точност не може да послужи за одредување на точноста и прецизноста на некоја од формулите за калкулација на феталната тежина. Поради ваквиот наод при споредба на точноста и прецизноста на формулите кои се користат за калкулација на феталната тежина во оваа истражување беше користен методот на Melamed при што беше земена во предвид комбинацијата на систематската грешка (MPE) и случајната грешка (MPE-SD), и врз основа на вкупниот резултат беа рангирани сите формули.

Првите девет формули со највисоки оценки се 32, Беннин; 30, Хадлоцк2; 27, Схинозука; 29, Woo; 35, Отг; 38, Хадлоцк4; 34, Цомбс; 26, Хсиех; 33, Хадлоцк3 припаѓаат на биометриските групи на формули кои се базираат на 3 или 4 биометриски параметри на фетусот, додека формулите кои се базираат само на 1 или 2 биометриски параметри на фетусот имаат најниски оценки. Првите четири формули во оваа ранг листа припаѓаат на иста биометриска група AC.FL.BPD, што значи иста комбинација на биометриски параметри беа вклучени во пресметувањето на феталната тежина. Утврдено е дека со нив најточно и најпрецизно се пресметува феталната тежина. Кај повеќето формули кои се базираат на 3 или 4 биометриски параметри беа добиени подобри резултати во однос на формулите кои беа базирани на 1 или 2 биометриски параметри.

Во однос на формулите во кои беа вклучени 3D биометриски параметри, првите две формули со највисоки оценки Lee. AC.Tvol , LeeAC.BPD.AVol припаѓаат на групите на формули кои се базираат на 2 или 3 3D биометриски параметри на фетусот, додека формулите кои се базираат само на 1 3D биометриски параметар на фетусот имаа пониски оценки. За формулите базирани на 3D биометриски параметри важеше истото како и за формулите базирани на 2D биометриски параметри, односно со зголемувањето на бројот на биометриските параметри во формулата расте и точноста и прецизноста на формулите.

Според овие резултати може да се заклучи дека со користење на формулите базирани на 3D биометриски параметри не се добиваат подобри резултати за феталната тежина во споредба со употребуваните формули базирани на дводимензионалните биометриски параметри. При рангирањето на овие формули во оваа истражување формулите базирани на 3D биометриски параметри не дадоа резултати со што не се рангираа ниту во првите 10 формули. Ова доведува до заклучок дека дводимензионалниот ултразвук е сеуште суверена метода при пресметувањето на феталната тежина.

За да се процени дали одредена комбинација на биометриски параметри на фетусот е подобра од другите, беше користена кластерска анализа за да се распределат формулите во хомогени подгрупи, според систематските и случајните грешки. На ваков начин беше добиено дека формулите кои се базираат на 3 или 4 биометриски параметри се наоѓаат во субкластерите со најниски систематски и случајни грешки. Кластерот со формули со чија што примена се добиваат најточни и најпрецизни податоци за феталната тежина односно кластер 1 содржи 5 формули кои се базирани на 3 биометриски параметри. Формулите што се базираат на 1 или 2 биометриски параметри беа поврзани со поширок дијапазон на систематски и случајни грешки и на тој начин се наоѓаа во поголем број на различни кластери .

За да се увиди дали добиената точност и прецизност на формулите за пресметување на феталната тежина според методот на Меламед е применлива за сите категории на фетална тежина, родилната тежина беше групирана во 5 групи: 2000-2500g, 2500-3000g, 3000-3500g, 3500-4000g, 4000-4500g. Понатаму беше земена во предвид комбинацијата на систематска грешка (MPE) и случајната грешка (MPE-SD) врз истиот принцип како што е претходно наведено. Од анализата може да се извлече заклучок дека супериорноста на формулите кои се базираат на 3 или 4 биометриски параметри, не беше

забележана во сите подгрупи на родилна тежина. Имено во групата од 2500-3000g како супериорни формули се добија формули базирани на комбинација на 3D и 2D биометриски параметри, додека во класата 4000-4500g како супериорни формули се добија формули базирани на 1 или 2 биометриски параметри. Меѓутоа во последнава група резултатот не е статистички значаен, заради малиот број на испитаници. Во другите 3 групи формулите базирани на 3 биометриски параметри се покажаа супериорни.

**Заклучок:** Постојат значителни варијации во резултатите за пресметување на феталната тежина во однос на различни ултразвучни формули иако повеќето покажуваат задоволителна точност. Формулите Bennini, Hadlock2, Shinozuka, Woo, Ott; Hadlock4, Combs, Hsieh, Hadlock3 кои се базираат на 3 или 4 биометриски параметри се најсоодветни за македонската популација, затоа што отстапувањето од родилната тежина според нив е најмало. Првите четири формули во оваа ранг листа припаѓаат на иста биометриска група AC.FL.BPD што значи исти биометриски параметри се вклучени во пресметувањето на феталната тежина. Формулите базирани на 3 дводимензионални биометриски параметри и тоа комбинацијата AC.FL.BPD се најсоодветни за македонската популација и беа посупериорни во однос на формулите базирани на сите други комбинации.. Од овие формули формулата на Bennin, која истовремено претставува модификација на Hadlock2 се покажа како најдобра бидејќи покажа најдобар вкупен резултат. Нема комплетно совпаѓање помеѓу кластерите добиени врз основа на точност и прецизност и биометриските групи врз основа на комбинација на биометриски параметри, но формулите кои вклучуваат 3 или 4 биометриски параметри се позастапени во поточните и попрецизни кластери во однос на формулите што се базирани на 1 или 2 биометриски параметри. Формулите базирани на помал број односно еден или два биометриски параметри без разлика дали се добиени со 2D или 3D ултразвук не се супериорни во однос на формулите кои се базираат на повеќе биометриски параметри. Супериорноста на формулите кои се базираат на 3 или 4 биометриски параметри, не е еднаква во сите подгрупи на родилна тежина. Во групата од 2500-3000g како супериорни формули се добија формули базирани на комбинација на 3D и 2D биометриски параметри, Во групата 4000-4500g како супериорни формули се добија формули базирани на 1 или 2 биометриски параметри. Во другите 3 групи формулите базирани на 3 биометриски параметри се покажаа супериорни. 3D ултразвукот со само фракционирано мерење на волуменот на меките ткива не се покажа

супериорен во однос на 2Д ултразвучните мерења во пресметување на родилната тежина.<sup>3</sup> Пресметувањето на волуменот на натколеница/надлактица е релативно софистициран, прецизен метод кој одзема многу време во споредба со дводимензионалниот ултразвук. Мерењата со 3Д ултразвук се корисни во пресметување на родилната тежина кај новородени со телесна тежина од 2500-3000 гр . Постојат многубројни фактори кои што влијаат на точноста и прецизноста на формулите за пресметување на феталната тежина.



## **ABSTRACT**

### FETAL WEIGHT ESTIMATION WITH TWO-DIMENSIONAL AND THREE-DIMENSIONAL ULTRASOUND

**Introduction:** In everyday work, fetal weight estimation is calculated by using models based on standard two-dimensional biometric parameters: biparietal diameter (BPD), head circumference (HC), abdominal circumference (AC), and femur length (FL). However, two-dimensional measurements cannot accurately estimate fetal body volume and thus accurately estimate fetal weight. In the first studies in which fetal weight was calculated using volumes recorded by three-dimensional ultrasound, more accurate fetal weight results were obtained compared to calculations with formulas based on standard two-dimensional biometric parameters. The thigh volume (VolTh) and upper arm (VolArm) volume obtained by using three-dimensional ultrasound are new parameters that can be used for fetal weight estimation. These parameters are easily obtained, quickly measured and are well reproducible by various observers. There are many mathematical models used to estimate fetal weight (EFW). Novel fetal weight estimation models are still based on standard defined fetal measurements (combination of AC, FL, BPD, and HC) and their accuracy in calculating fetal weight is similar. Recently, even new models have been developed in which 3D biometric parameters are included that refine and precise the accuracy of the calculation of fetal weight.

**Objective:** The aim of this study is to compare and evaluate the accuracy and precision of the models used for fetal weight estimation based on two-dimensional and three-dimensional ultrasound biometric parameters validated through actual birth weight derived from the same sample of patients.

**Methods:** A cross-sectional study involving 150 pregnant women with normal pregnancies who were likely to give birth within the next 48 hours. In each patient, after taking history data, two-dimensional ultrasound fetal biometry was performed by measuring: biparietal diameter (BPD), head circumference (HC), abdominal circumference (AC) and femur length (FL) and three-dimensional ultrasound fetal biometry by measuring fetal upper arm volume (VolArm) and thigh volume (VolTh). The birth weight of the newborn was measured after delivery. Birth weight was compared with the estimated fetal weight obtained by using 52 models based on two-dimensional and three-dimensional biometric parameters. The formulas were ranked using systematic and random errors and were grouped according to

a combination of ultrasound parameters into 12 biometric groups. Cluster analysis was used to compare the accuracy and precision of different models and biometric groups.

**Results:** Fetal weight was estimated with all 52 formulas, depending on the biometric parameters and a comparison was made with the birth weight, after which the systematic error, random error, mean absolute percentage error, Person correlation coefficient and coefficient of determination  $R^2$  were calculated. According to the obtained results of the accuracy parameters, it was shown that it is not possible to rank the formulas by accuracy and precision, only on the basis of one parameter because contradictory results were obtained, ie individually none of these accuracy parameters can be used to determine the accuracy and precision of any of the fetal weight calculation formulas. Due to this finding, the Melamed method was used to compare the accuracy and precision of the formulas used to calculate fetal weight in this study, taking into consideration the combination of systematic error (MPE) and random error (MPE-SD), and all formulas were ranked based on the total score.

The first nine formulas with the highest scores are 32, Bennin; 30, Hadlock2; 27, Shinozuka; 29, Woo; 35, Ott; 38, Hadlock4; 34, Combs; 26, Hsieh; 33, Hadlatsk3 belong to the biometric groups of formulas based on 3 or 4 biometric parameters of the fetus, while the formulas based on only 1 or 2 biometric parameters of the fetus have the lowest scores. The first four formulas in this ranking list belong to the same biometric group AC.FL.BPD, meaning the same combination of biometric parameters were included in the calculation of fetal weight. They have been found to calculate fetal weight most accurately and precisely. Most formulas based on 3 or 4 biometric parameters gave better results than formulas based on 1 or 2 biometric parameters.

In terms of formulas that included 3D biometric parameters, the first two formulas with the highest Lee scores. AC.Tvol, LeeAC.BPD.AVol belong to the groups of formulas based on 2 or 3 3D biometric parameters of the fetus, while formulas based on only 1 3D biometric parameter of the fetus had lower grades. The same was true for formulas based on 3D biometric parameters as for formulas based on 2D biometric parameters, ie with the increase in the number of biometric parameters in the formula, the accuracy and precision of the formulas increases.

From these results it can be concluded that using formulas based on 3D biometric parameters does not give better results for fetal weight compared to the formulas used based on two-dimensional biometric parameters. When ranking these formulas in this research, the

formulas based on 3D biometric parameters did not give results and thus did not rank in the first 10 formulas. This leads to the conclusion that two-dimensional ultrasound is still a sovereign method in calculating fetal weight.

To assess whether a particular combination of fetal biometric parameters was better than others, cluster analysis was used to distribute the formulas into homogeneous subgroups, according to systematic and random errors. In this way it was obtained that the formulas based on 3 or 4 biometric parameters are located in the subclasses with the lowest systematic and random errors. The cluster of formulas whose application provides the most accurate and precise data on fetal weight, ie cluster 1 contains 5 formulas that are based on 3 biometric parameters. Formulas based on 1 or 2 biometric parameters were associated with a wider range of systematic and random errors and thus were located in a number of different clusters.

To see if the obtained accuracy and precision of the formulas for calculating fetal weight according to the method of Melamed is applicable to all categories of fetal weight, birth weight was grouped into 5 groups: 2000-2500g, 2500-3000g, 3000-3500g, 3500 -4000g, 4000-4500g. The combination of systematic error (MPE) and random error (MPE-SD) on the same principle as previously stated was further considered. From the analysis it can be concluded that the superiority of the formulas based on 3 or 4 biometric parameters was not observed in all subgroups of birth weight. Namely, in the group of 2500-3000g, formulas based on a combination of 3D and 2D biometric parameters were obtained as superior formulas, while in the class 4000-4500g, formulas based on 1 or 2 biometric parameters were obtained as superior formulas. However, in the last group the result is not statistically significant, due to the small number of respondents. In the other 3 groups the formulas based on 3 biometric parameters proved to be superior.

**Conclusion:** There are significant variations in fetal weight calculation results with respect to different ultrasound formulas although most show satisfactory accuracy. Formulas according to Bennini, Hadlock2, Shinozuka, Woo, Ott; Hadlock4, Combs, Hsieh, Hadlock3 which are based on 3 or 4 biometric parameters are most suitable for the Macedonian population, because the deviation from the birth weight according to them is the smallest. The first four formulas in this ranking list belong to the same biometric group AC.FL.BPD which means the same biometric parameters are included in the calculation of fetal weight. The formulas based on 3 two-dimensional biometric parameters in the combination AC.FL.BPD are the most suitable for the Macedonian population and were superior to the formulas based on all other combinations because they showed the best overall result.

There is no complete match between clusters obtained on the basis of accuracy and precision and biometric groups based on a combination of biometric parameters, but formulas involving 3 or 4 biometric parameters are more common in more accurate and precise clusters than formulas based on 1 or 2 biometric parameters. Formulas based on a smaller number or one or two biometric parameters, whether obtained with 2D or 3D ultrasound, are not superior to formulas based on multiple biometric parameters. The superiority of formulas based on 3 or 4 biometric parameters is not equal in all subgroups of birth weight. In the group of 2500-3000g, formulas based on a combination of 3D and 2D biometric parameters were obtained as superior formulas. In the group of 4000-4500g, formulas based on 1 or 2 biometric parameters were obtained as superior formulas. In the other 3 groups, the formulas based on 3 biometric parameters proved to be superior. 3D ultrasound with only fractional soft tissue volume measurement has not been shown to be superior to 2D ultrasound measurements in calculating birth weight.<sup>3</sup> Calculating thigh / upper arm volume is a relatively sophisticated, accurate, time-consuming method compared to two-dimensional ultrasound. 3D ultrasound measurements are useful in calculating the birth weight of newborns weighing 2500-3000 g. There are many factors that affect the accuracy and precision of fetal weight calculation formulas.

## **1. ВОВЕД**

### *1.1. Родилна тежина*

#### **1.1.1. Родилна тежина**

Родилната тежина е еден од најважните здравствени индикатори преку кои се следи здравјето на децата (1). Секојдневно се објавуваат нови сознанија за различното влијание на родилната тежина врз здравствената состојба на децата (2).

Родилната тежина се смета и за добар показател за општата здравствена кондиција на новороденото при раѓањето (3). Генерално земено, бебето кое има ниска родилна тежина има повисока стапка на неонатален морталитет отколку потешко новороденче, поради што родилната тежина може да се користи како самостоен здравствен индикатор за ризик по живот (4).

Просечната родилна тежина и процентот на деца кои се класифицирани како деца со ниска родилна тежина (LBW) се сметаат за добри индикатори за здравјето на децата на регионална и национална основа. Со оглед на тоа што родилната тежина е многу зависна од нутритивниот и здравствениот статус на мајката, просечната родилна тежина во некоја географска област понекогаш се користи како показател и за здравјето на целата локална заедница (5).

Бидејќи родилната тежина претставува важен индикатор, неопходно е да мерењето и евидентирање на родилната тежина на секое бебе да биде точно. Бебињата кои се изложени на ризик поради ниска тежина, треба веднаш да бидат ставени под медицински мониторинг, како што се случува во многу земји во развиениот свет (6).

Во многу земји во развој се мери родилната тежина само на една група на новороденчиња кои се смета дека имаат повисок социо-економски статус, односно здравствената грижа е недостапна за сиромашното население во тие земји (7). Затоа, анализите спроведени врз групата новороденчиња со регистрирана родилна тежина во некои земји во развој нема да бидат валидни за целата популација на што треба да се внимава кога се работи со податоци од такви земји (8).

Поради ризиците кои што постојат од ниската и прекумерната родилна тежина за новороденчињата и мајките, официјалното евидентирање на родилната тежина кај секое новороденче е нешто задолжително во 21 век и треба да биде задолжителна цел на сите земји.

### 1.1.2. Перинаталниот морталитет и родилната тежина

Иако во светски рамки смртноста кај децата помали од 5 години, во периодот помеѓу 1990 и 2015 година, е преполовена од 90 на 43 смртни случаи на 1.000 живородени, перинаталниот морбидитет и морталитет продолжуваат да бидат главни глобални здравствени предизвици во голема мера поврзани со прематуритетот и интраутериниот застој на плодот (9). Оваа редукција во перинаталниот морбидитет и морталитет се должи на иницијативата на ОН “Секоја жена, секое дете“ (“Every woman, every child”) (10) во рамките на глобалниот напор за постигнување на милениумските развојни цели на ОН и целите на генералниот секретар на ОН (11). Неонаталната смртност во првите 28 дена е намалена за 47% односно од 5,0 на 2,6 милиони смртни случаи годишно во текот на овој период. За жал, поради нееднаквостите меѓу земјите, што и понатаму продолжуваат да постојат, 98% од неонаталните смртни случаи се случуваат во земјите со низок и среден приход (12). Важно е да се напомене дека повеќе од 60% од таквите смртни случаи се поврзани со ниската родилна тежина поради интраутериното заостанување на растот на плодот или предвременото раѓање или поради двете причини (13). Тоа значи дека родилната тежина е многу важен фактор за исходот на бременоста.

Иако родилната тежина е еден од главните параметри кои влијаат врз смртноста на новороденчињата (14), односот помеѓу двете варијабли не е едноставно линеарен, туку претставува крива. Со зголемувањето на родилната тежина, смртноста се намалува. Најниската вијабилна родилна тежина вообичаено се зема како тежина од 500g, со цел да се појави стандардизација на смртноста меѓу земјите (15).

Оптималната родилна тежина се однесува на родилните тежини при кои се бележи најниска смртност и поимот се однесува на различни тежини во зависност од популацијата и периодот на пресметување на морталитетот. Мек Коник (Mc Connick) во 1985 објавил дека оптималната родилна тежина при која се евидентира најниска стапка на новороденечка смртност била помеѓу 3000g и 3500g (1), додека оптималната родилна тежина во три скандинавски земји била помеѓу 3501 и 5000g (16). Оптималната родилна тежина се разликува меѓу земјите, како што е прикажано од Графманс и сор. (2002) (17). Родилната тежина при која перинаталната смртност била најниска во седум европски земји или региони се движела од 3755 g во Фландрија до 4305g во Норвешка. Над ова оптимално ниво, постои мало зголемување на стапката на смртност кај

потешките раѓања, иако стапката не се искачува на ниво ниту блиску до нивото на стапката на морталитет кај новороденчињата со LBW (18).

Ефектот на родилната тежина врз смртноста не е ограничен само во првата година од животот, туку се смета дека е поврзан со смртност во текот на раниот детски период (19). Голем број на студии индицираат дека зголемена смртност е забележана кај децата во периодот на првата до четвртата година од животот кои биле родени со тежина пониска од 2500 g во споредба со оние со тежина над 3500g (20). Се покажало и дека ниската родилна тежина и должина се поврзани со повисока смртност во адултниот период (21).

Постојат четири различни категории на новороденчиња во однос на родилната тежина и гестациската возраст. Детето е или со нормална тежина и е родено во термин, родено предвремено со соодветна родилна тежина што одговара на гестациската возраст, родено со застој во растот во матката во термин или родено предвремено со застој во растот во матката. Секоја од овие групи има различни краткорочни и долгорочни ризици поврзани со морталитет и морбидитет (5). Споредено со терминско новороденче со нормална родилна тежина, сите други групи имаат зголемена стапка на смртност, иако се гледа дека новороденчињата со иста родилна тежина со FGR имаат пониска смртност од предвремено новороденче (1). За било која родилна тежина, важи дека колку е подолг периодот на гестација, толку е поголема шансата да преживее новороденчето.

Некои новороденчиња кои се предвремено родени, тежат повеќе од 2500g и не се класифицирани како LBW, имаат стапка на новороденчка смртност два до три пати повисока од новороденчињата со тежина над 2500g бидејќи сепак се недоносени. Таквите новороденчиња се нарекуваат „heavy preemies“ (22).

Во земјите во развој, повеќето смртни случаи на бебиња со LBW се должат на FGR, додека во развиените земји најголемата смртност се должи на предвремено родени новороденчиња (23). Уште во 1982 година во студијата на Вилар (Villar) and Белизан (Belizan) се покажало дека доколку процентот на новороденчиња со LBW надминува 10%, тогаш поголемиот дел од нив се со FGR. Ова се забележува во Бангладеш, каде процентот на новороденчиња со LBW се проценува на 30% (24), а се гледа дека 75% од новороденчињата со тежина од 2000g-2500g се родени во термин (25). Како и да е, без оглед на причината, во една студија спроведена во Порто Рико е објавено дека, стапката

на смртност на новороденчињата може да се превенира и доколку значително се редуцира стапката на новородените со LBW, 62% од смртните случаи на новороденчиња во земјата ќе бидат избегнати (26). Очигледно, LBW не може да се елиминира, но студијата го истакнува големиот ефект на LBW врз смртноста на новороденчињата.

Не е универзално прифатено дека силната поврзаност помеѓу родилната тежина и морталитетот подразбира правило. Вилкокс (Wilcox) во серија од публикации укажува на непотребност од LBW класификацијата односно дека потенцијалниот кофактор одговорен за ниската родилна тежина се аномалии на плодот, инфекциите, анеуплоидиите, кои се фактички одговорни за морталитетот и морбидитетот. Морталитетот во раниот неонатален, неонатален и постнеонатален период е поврзан со многу други фактори покрај родилната тежина (18).

### **1.1.3. Перинатален морбидитет и родилната тежина**

Морталитетот е најекстремната последица на ниската родилна тежина, но ефектите од родилната тежина не се ограничени самов на него. Доенчињата кои се родени со LBW и кои не умреле имаат поголема стапка на морбидитет, како краткорочно, така и долгорочно. Доенчињата кои се родени со VLBW (многу ниска родилна тежина) имаат 25 пати поголема веројатност да страдаат од церебрална парализа од колку бебињата со поголема родилна тежина (14), 7,7% од новородените со VLBW страдаат од некоја форма на попреченост во развојот (27). Кај доенчиња со LBW исто така се забележуваат во поголеми пропорции многу други хронични нарушувања и болести, како што се слепило, глувост, епилепсија и заболувања на белите дробови (28). Хроничните заболувања како што се овие, најверојатно, се должат повеќе на предвременото раѓање отколку на FGR и како такви не им се посветува премногу внимание во земјите во развој како што се посветува во развиените земји (14). Најризична група за долгорочен морбидитет се новороденчиња во групата на VLBW, кои скоро секогаш се родени предвремено и повеќето од нив страдаат од одредено ниво на FGR (29). Во мета-анализа во врска со резултатите врз здравјето на преживеаните доенчиња со VLBW е увидено дека 25% од овие новороденчиња се инвалиди, додека LBW беше силно поврзана со ново-дијагностицирани хендикепи на возраст меѓу 7 - 16 години (30).

Покрај морбидитетот во доенечка возраст и раното детство, родилната тежина има и други ефекти. Кај новороденчињата со ELBW (екстремно ниска родилна тежина)

е забележано дека имаат почесто проблеми во однесувањето што се покажало во едно мултицентрично и мултинационално истражување спроведено во четири држави (31), иако авторите посочуваат дека овие наоди може да се должат и на различниот начин на воспитување на кој децата родени со ELBW биле подложени од страна на родителите. Проблеми во однесувањето се забележани и кај децата со VLBW, заедно со нарушено психосоцијално здравје (32). Поскромни училишни перформанси се забележани кај новороденчиња со тежина пониска од 3000 g и кои се само малку предвремено родени (33), што води до сознанието дека дури и малите отстапувања од оптималните родилни тежини можат да влијаат на исходот во подоцнежниот живот. Исто така, е забележано и поскромнен школски успех кај новороденчиња со FGR како и кај сите новороденчиња со тежини помали од 2000g, без оглед на причината за ниската родилна тежина (34). Завршувањето на средното училиште е помалку застапено кај оние со многу ниски родилни тежини, а коефициентот на интелигенција е понизок во споредба со оние со повисоки родилни тежини (35).

Родилната тежината не е важна само во детството туку е поврзана и долгорочно со здравјето на индивидуата. Во хипотезата на Баркер (Barker) (36,37) е наведено дека „недоволната исхранетост на фетусот во средината и во крајот на бременоста, што доведува до непропорционален раст на фетусот, подоцна ја програмира корорнарната срцева болест“. Овој заклучок е изведен од студијата спроведена во Хертфордшир (Hertfordshire), UK., каде ризикот од срцеви заболувања паднал со зголемување на родилната тежина (38) и е потврден во други студии (39). Оттогаш е забележано дека состојбите на фетусот се поврзани со други исходи во подоцнежниот живот, а не само со срцеви заболувања. Подоцна е пронајдена асоцијација на родилната тежина и дијабетес (40), карцином на дојка (41) респираторни заболувања, дебелина (40) и покачен крвен притисок (37). Исто така, откриена е поврзаност помеѓу родилната тежина и депресијата (42) и невросензитивните нарушувања (35).

Затоа од суштинско значење е точно да се да се измери феталната тежина, и тоа поради потенцијалните компликации кои можат да произлезат од ниската и прекумерната родилна тежина на фетусот за време на породувањето и пуерпериумот (43). Пресметувањето на феталната тежина за време на бременоста е важен аспект на пренаталната и интрапарталната нега (44). Кон крајот на бременоста пресметувањето на феталната тежина станува уште поважно за планирање на раѓањето, бидејќи перинаталните компликации се поголеми во случаи кога родилната тежина е или многу

ниска или многу висока (45). За време на рутинските прегледи, пресметувањето на феталната тежина може да влијае на одлуките за начинот на породување и времето на завршување на раѓањето (46).

#### **1.1.4. Ниска и прекумерна родилна тежина**

Во втората половина од 20 век концептот за хипотрофичните и хипертрофични новородени стана појасен, па според светската здравствена организација сите новороденчиња со родилна тежина помала од 2500g беа дефинирани како новороденчиња со мала родилна тежина, додека новороденчињата со родилна тежина поголема од 4000 биле означувани како со прекумерна родилна тежина или макросомни новородени (47).

Во 1960 година Лубченко, Батаља и соработниците (Lubchenco, Battaglia) и преку проучување на серија од претходни студии, конструирале Графикони, односно перцентилни криви каде родилната тежина ја ставиле како функција од гестациската старост. За да се разграничи нормалниот од абнормалниот раст на фетусот биле дефинирани три категории на новородени:

1. Оние чии родилни тежини биле пониски од 10-та перцентила биле означени како мали за гестациската возраст [small for gestational age (SGA)].
2. Оние чии родилни тежини биле меѓу 10-та и 90-та перцентила биле означени како соодветни за гестациската возраст [appropriate for gestational age (AGA)].
3. Оние чии родилни тежини биле поголеми од 90-та перцентила биле означени како големи за гестациската старост [large for gestational age (LGA)].

Подоцна се покажа дека новородените кои се мали за гестациската возраст [small for gestational age (SGA)] имаат зголемен морталитет. На пример, неонаталниот морталитет на SGA новородено, родено во 38 гестациска недела е 1% споредено со 0.2% кај новородено со соодветната родилна тежина за истата гестациска возраст (47)

Како што погоре е кажано познато е дека децата родени со ниска родилна тежина се со зголемен морталитет и морбидитет (1). Со цел да се олесни споредбата на родилната тежина (РТ) помеѓу различните популации и да се зголеми едноставноста при донесувањето на соодветни одлуки при менаџирањето, родилната тежината се класифицира во категории. Според МКБ-10 вообичаен систем на класификација е да се категоризира ниската родилна тежина на три нивоа: ниска тежина при раѓање (LBW),

многу ниска тежина при раѓање (VLBW) и екстремно ниска родилна тежина (ELBW), иако се користат и други дефиниции и групирања (48). Во Табела 1 е прикажана дефиницијата за секоја од овие категории. Според препораките на Светската здравствена организација, родилната тежината треба да се мери во текот на првиот час од животот, бидејќи по ова време новороденчињата почнуваат да ја губат феталната тежина.

*Табела 1 Категоризација и дефиниција на новородени со ниска родилна тежина*

Ниска родилна тежина (LBW)	Помалку од 2500g
Многу Ниска родилна тежина (VLBW)	Помалку од 1500g
Екстремно Ниска родилна тежина (ELBW)	Помалку од 1000g

Вештачката поделба помеѓу „ниска родилна тежина“ и „нормалната родилна тежина“ се базира на сознанието дека новороденчињата кои тежат помалку од 2500g, имаат 40 пати поголема смртност во неонаталниот период од оние чијашто тежина е нормална. Овој релативен ризик се зголемува за околу 200 пати ако неонаталниот морталитет се спореди помеѓу новородените со многу ниска родилна тежина (VLBW) и оние со нормална родилна тежина. Исто така, постои ефект од LBW во пост-неонаталниот период, иако ефектот е ослабен до некој степен од тој што се гледа во неонаталниот период (1).

Според резултатите на Абел (Abel) и сор. од 1992, VLBW бебињата имаат шанса од 94 пати поголема веројатност да умрат во првата година од животот во однос на тие што се родени со нормална родилна тежина, додека LBW бебињата имаат 7 пати поголема веројатност да умрат во текот на првата година во однос на оние со нормална родилна тежина (19). Многу други автори го пресметале зголемениот ризик од смртност кај новороденчиња со LBW, а резултатите покажуваат конзистентен тренд на зголемен ризик за оваа група (23,49). Зголемен ризик од смртност се забележува и кај новороденчиња кои немаат LBW, но тежат помалку од 3000 g. Се проценува дека во целиот свет околу 14% од бебињата се раѓаат со LBW, но 60-80% од новороденчињата кои умираат во првиот месец од животот имаат LBW. Се смета дека со поместувањето на само едно новороденче од LBW групата во групата на новороденчиња со нормална родилна тежина ќе се заштедат 510 долари на новороденче во ниско развиените држави. Ова се должи на намалувањето на смртноста, потребата за пониска медицинска нега и зголемената продуктивност во текот на животот (51).

Со овој систем на класификација, се прави стриктна поделба помеѓу група на нормални и LBW група, а се занемарува континуираното зголемување на ризикот со

паѓање на родилната тежина. Децата родени со тежина од 2550g не се со помала веројатност дека ќе умрат од децата родени со тежина од 2450g, но сепак припаѓаат во различни категории (43).

Објавени се голем број на публикации коишто го критикуваат овој класификационен систем со надеж дека ќе го унапредат (52,53). Сепак, методот предложен од Солис (Solis) и сор. каде родилната тежина се поставува во однос на гестациската возраст не е апликативен за земјите во развој бидејќи е потребно прилагодување за гестациската возраст, што вообичаено е или нереален или недостапен податок во посиромашните земји. Исто така, тешко е да се вклучи оваа алтернативна класификација во соодветно насочена законска регулатива (54).

Придонесот на LBW во смртноста на новороденчињата варира меѓу државите и обично е поврзан со периодот од првата година на животот кога и ризикот од смртност почнува да опаѓа. Во државите каде стапката на смртност кај новороденчињата е висока и истовремено има голем процент на смртни случаи кај новороденчиња во пост-неонаталниот период, главните причини за смртност се поврзани со фактори од животната средина и инфекциите. Во овие земји на LBW се должат помалку од половина од смртните случаи во првата година од животот. Меѓутоа, како што смртноста опаѓа во пост-неонаталниот период, како резултат на подобрување на условите во животната средина, така и ризикот од смртност се поместува кон неонаталниот период, LBW пропорционално станува се поголем чинител на смртноста. Понатамошен напредок во намалувањето на стапката на смртност кај новороденчињата е можен ако се редуцира бројот на деца родени со LBW (1).

Процентот на новороденчиња од LBW варира во голема мера помеѓу државите, при што развиените држави имаат помали пропорции од земјите во развој. Општо земено, процентот на LBW новороденчиња родени во развиените земји е под 10%, додека во некои земји во развој процентот е многу над оваа бројка (55).

Тековните проценки покажуваат дека земјите со најголем процент на новородени деца со LBW се Јемен, Судан, Индија и Бангладеш, со стапка меѓу 30 и 32% (25). Ова може да се спореди со индустријализираните земји како Шведска, Франција, САД и Велика Британија. каде што процентот на новороденчиња со LBW се движи од 4% до 8% (56).

Голем проблем во пресметката на процентот на LBW новороденчиња во една земја се среќава доколку податоците што се евидентираат за родилна тежина се со слаб квалитет. Во развиените земји обично има добар и сигурен систем за евидентирање на раѓања, а повеќето раѓања се случуваат во формалниот систем на здравствена заштита односно во родилишта. Затоа, процентот на деца родени со LBW се пресметува од скоро целосната популација на новородени деца и може да се земе како прилично точен.

Во земјите во развој многу информации недостасуваат. Многу бебиња се раѓаат дома, а регистрирањето на раѓањата во овие земји не е доволно развиено за да се евидентираат сите раѓања. Исто така, некои мајки во делови од светот одбиваат да ги мерат своите деца поради локалните културни вредности и верувања (57). Освен тоа, може да отсуствува опрема за мерење на тежината на децата, или таа може да биде стара и неточна, или ‚бабиците‘ кои учествуваат во пораѓањето да го немаат потребното знаење за да ја измерат родилната тежина. На крај, во овие земји податокот за процентот на деца со LBW е неточен поради недостатокот на репрезентативен примерок за целата популација (58).

Перинаталните компликации поврзани со малата родилна тежина првенствено се поврзани со феталниот прематуритет или заостанување на растот на фетусот. Затоа е важно да се дијагностицира фетус со застој во растот, да се утврди интервалот на ултразвучни контроли и времето на породување, со цел да се редуцираат перинаталните ризици, вклучувајќи ја и интраутерината фетална смрт, интрапарталната асфиксија, како и неонаталниот морбидитет и морталитет (59).

Иако прекумерната родилна тежина има различни дефиниции, општо земено, родилната тежина над 4000 g се смета за фетална макросомија. Породувањето на макросомен фетус е поврзано со пролонгирано раѓање и со различни трауми при раѓањето (60,61). Перинаталните компликации кои се поврзани со прекумерната родилна тежина опфаќаат: рамена дистокија, парализа на брахијалниот плексус, повреди на коските/фрактура, пролонгирано раѓање, асфиксија, низок Apgar, екстракција со форцепс/вакуум, повреди на родилните патишта, постпартална хеморагија, цефалопелвична диспропорција, царски рез (62).

Во Америка, преваленцата на новороденчиња со родилна тежина над 4.000 g се движела од 9-10% во текот на изминатата деценија (44). Пред 37 завршени недели од бременоста, феталната тежина поголема од 4000 g е реткост и се јавува во помалку од

1% од случаите (63). Од неодамна вкупната стапка на новороденчиња со родилна тежина над 4000 g во Америка опаѓа. Ова најверојатно се должи на 2 различни фактори: (1) подобрена гликемиска контрола кај жени со гестациски дијабетес и (2) зголемена целокупна стапка на предвремено породување (64).

Поради зголемените ризици како кај мајките така и кај новороденчињата поврзани со терминот фетална макросомија (фетална тежина > 4.000 g), антенаталната дијагностика на терминот макросомија на фетусот е од особено клиничко значење. Иако ниту еден дијагностички пристап не дава совршена сензитивност и специфичност за да се постави дијагноза пред породувањето, некои методи сепак се супериорни во однос на другите. Во случајот со акушерскиот ултразвук, како алатка за дијагностицирање и пресметување на родилната тежина поголема од 4000 g пред раѓањето, се покажал дека е со ограничена вредност (65).

Во мета анализата на Кумарасами (Coomarasamy), беше испитана предиктивноста на ултразвучното пресметување на феталната тежина во споредба со мерењето на обемот на стомакот на фетусот како единствен параметар, при дијагностицирањето на макросомија. Земени беа во предвид педесет и една студија во кои беше евалуирано пресметувањето на феталната тежина со формули базирани на повеќе биометриски ултразвучни параметри и 12 студии во кои беше евалуирана вредноста на обемот на абдоменот на фетусот при пресметувањето на феталната тежина кај плодови кои тежеле над 4.000 g (вкупно 19.117 испитаници). Вредноста на ROC анализата добиена со употреба на пресметувањето на феталната тежина со формули базирани на повеќе биометриски ултразвучни параметри не беше различна од вредноста добиена со користење на обемот на абдоменот на фетусот при пресметувањето на феталната тежина (0,87 наспроти 0,85,  $P = 0,91$ ). Користејќи ја формулата на Хедлок (Hadlock) AC + FL за да се пресмета феталната тежина, збирните коефициенти на веројатност беа 5,7 (95% CI, 4,3-7,6) за позитивен резултат на тестот и 0,48 (95% CI, 0,38-0,60) за негативен резултат на тестот што се однесува на родилни тежини над 4.000 g. За абдоминалната циркумференца на фетусот од 36 см, соодветните коефициенти на веројатност при пресметување на родилни тежини над 4.000 g биле 6,9 (95% CI, 5,2-9,0) и 0,37 (0,30-0,45). Авторите заклучиле дека не постои разлика во точноста помеѓу двата начини на пресметување и дека позитивниот тест е поточен за заклучување на макросомија отколку негативен резултат на тестот кој го исклучува истото. Со оглед на овие значајни ограничувања поврзани со акушерскиот ултразвук само со цел да се

предвиди термин макросомија кај термински фетуси, мора да се земат предвид и други методи на пресметување на феталната тежина кај макросомни плодови (66).

### **1.1.5. Важноста на антенаталното пресметување на феталната тежина**

Со оглед на тоа што родилната тежина може да биде мала или прекумерна, и двете при породувањето се поврзани со зголемен ризик на новороденчињата од компликации за време на породувањето и пуерпериумот (65,67).

Перинаталните компликации поврзани со малата родилна тежина се најчесто поради прематуритет, но некогаш можат да бидат резултат од фетален застој во растот (FGR). Во студијата на Ли (Lee) беше пресметана преваленцата на фетусите со СГА и соодветната новороденчката смртност во земјите со ниски и средни приходи со INTERGROWTH-21 стандардот. Имено, студијата објави дека во земјите со низок и среден приход приближно едно од пет новороденчиња се раѓаат со мала тежина за гестациската возраст, на што може да се препише 21,9% од новородените смртни случаи (68).

Од друга страна, кај макросомните фетуси компликациите поврзани со породувањето може да бидат: рамена дистокија, повреда на plexus brachialis, повреда на коските, интрапартална асфиксија како и ризик од повреди на родилниот канал кај мајката, повреди на карлицата како и постпартални крварења (62).

Појавата на цефалопелевичната диспропорција е многу почеста кај големите фетуси и придонесува за зголемената стапка на оперативно завршување на раѓањето било по вагинален пат или со царски рез во споредба со фетусите со нормална тежина.

Во студија каде е споредена преваленцата на перинаталните компликации на фетусите со родилна тежина  $> 4000$  g ( $n = 36.462$ ) со оние кои што тежеле 2.500-4000 g ( $n = 293.822$ ) во северозападниот регион на реката Темза во Англија (1988-1998), имало статистички значително зголемена стапка за макросомни новороденчиња со протрахирано породување (OR = 1,57 за прво родилно време  $> 10$  часа и OR = 2.03 за второ родилно време  $> 2$  часа), перинеална траума (OR= 1,44 за перинеални лацерации од втор степен и OR = 2.73 за перинеални лацерации од трет степен), оперативно вагинално породување (OR= 1,76), итен царски рез (OR=1.84), постпартална хеморагија (OR = 2.01), Апгар резултат  $< 4$  (OR= 1,35) и прием на новороденче за специјална нега (OR = 1.51) (69).

Во друга студија во која била испитана врската помеѓу зголемувањето на родилната тежина и перинаталната смртност меѓу 5.049.104 живородени деца во Америка помеѓу 1995 и 2000 година, забележано е дното на кривата на морталитет на ниво од околу 3.900 g и со остар пораст кај новороденчињата со поголеми тежини. Така, во зависност од многу фактори, оптималната родилна тежината при која што е најмал ризикот од смртност на фетусот и мајката е помеѓу 3000-4000 g (70).

#### **1.1.6. Варијабилност во родилните тежини**

Родилната тежина може да се опише како функција од гестациската возраст. Стандардните фетални криви на раст се користат за да се пресмета дијапазонот во кој би варијрала феталната тежина во било која гестациска возраст, но тие не секогаш може да се применат со голема точност за одредени бремености, поради варијациите што постојат во родилните тежини меѓу различните расни групи (71). За таа цел постојат индивидуализирани перцентилни криви на фетален раст (72,73).

#### **1.1.7. Фактори кои влијаат врз родилната тежина**

Многу фактори, како ендогени, така и егзогени, може да влијаат врз родилната тежина. Ендогените и егзогените фактори кои што влијаат на феталната тежина се групирани како (74):

- **Фактори од мајката** (Раса, конституција, висина, тежина, зголемување на телесната тежина во бременоста, паритетот на мајката, концентрацијата на хемоглобинот, пушењето);
- **Висината на таткото;**
- **Фактори од животната средина** (Надморска височина, достапност на соодветна исхрана, степен на физичка активност)
- **Физиолошки фактори** (Променет метаболизам на гликоза, микроваскуларен интегритет)
- **Патолошки фактори** (хипертензија, аномалии на матката)
- **Компликации во бременоста** (Гестациски дијабетес мелитус, прееклампсија)
- **Гестациската возраст при породување и фетален пол;**

## **Гестациска возраст при породување**

Гестациската возраст при породувањето е најзначајниот самостоен параметар кој има најголемо влијание врз родилната тежина. Предвременото породување претставува најголема причина за новороденчиња со мала родилна тежина во САД. Други потенцијални причини за малата родилна тежина може да се припишат на феталниот застој во растот (FGR) (75).

Во случај на постермински бремености, стапката на фетална макросомија е 17-29%, во споредба со 2-15% во општата популација на бременост при термински бремености. Стапката на макросомија на фетусот се зголемува со напредување на гестациската возраст над 37 недела од бременоста. Во согласност со ова опсервација, 99% од фетусите кои тежат > 4000 g се раѓаат после 37 гестациска недела (63).

## **Раса на мајката**

Кај бебињата родени од мајки од различни раси и етникуми забележана е разлика во просечната родилна тежина. Во зависност од расата на мајката, просечните родилни тежини се разликуваат дури и за 141-395 g во термин (76).

Точната причина за овој ефект е непозната, но може да биде поврзана со генетски или метаболни разлики во потенцијалот за раст на фетусот кај жени од различни раси. Поради овој ефект, правилното карактеризирање на расата на мајките е важно за точно да се предвидат родилните тежини.

Како пример, жените од афроамериканска и азиска раса имаат фетуси кои се помали од оние на белите жени за исти гестациски недели. Не е изненадувачки, што мајките од белата раса раѓаат почесто макросомни новороденчиња во споредба со мајките од не бела раса, а кај мајките од не бела раса има значително поголема застапеност на новороденчиња со FGR (77).

## **Други карактеристики специфични за родителите, животната средина и бременоста кои влијаат на родилната тежина.**

Покрај гестациската возраст и мајчината раса, неколку други главни карактеристики од родителите, животната средина и состојби специфични за бременоста се релевантни за мајки со некомплицирани бременост. Овие состојби вклучуваат: (1) висина на мајката, (2) телесна тежина на мајката, (3) зголемување на телесната тежина за време на бременоста, (4) паритет, (5) пол на фетусот, (6) амбиентална надморска

височина, (7) концентрација на мајчиниот хемоглобин, (8) висина на таткото, (9) пушење цигари, (10) физичка активност за време на бременоста и (11) толеранција на гликоза.

Земени заедно, овие мерливи фактори можат да објаснат повеќе од две петтини од варијацијата на родилната тежина (78). Покрај тоа, неколку други фактори од животната средина можат негативно да влијаат врз тежината на фетусот. Неухранетоста е главна меѓу овие. Во земјите од третиот свет каде што сиромаштијата кај жените со репродуктивна возраст е распространета, неухранетоста е вообичаен фактор што може значително да влијае на големината на новородените во сите гестациски возрасти.

### ***1. Висина на мајката***

Висината на мајката е лесно мерлива физичка карактеристика која позитивно корелира со родилната тежина. Иако животниот стил може потенцијално да ги менува другите физички карактеристики на мајката (на пр., Тежината на мајката), висината на мајките е веројатно единствениот параметар кој е константен и на кој околината често не може да влијае. Студиите за семејно наследување покажале дека, во просек, „големите луѓе имаат големи бебиња, а малите имаат мали“ (79).

### ***2. Телесна тежина на мајката***

Тежината на мајката независно влијае врз родилната тежина на фетусот така што колку повеќе тежи мајката, толку е поголем и нејзиниот фетус. Растот на феталната тежина за време на бременоста е генерално пропорционален со калорискиот внес на мајката, така што колку е поголем бројот на внесени калории, толку повеќе се достапни за вградување во ткивата на фетусот. Ова се случува затоа што тежината на мајката и тежината на фетусот се директно поврзани, а жените со висок БМИ се изложени на зголемен ризик за развој на дијабетес за време на бременоста (80).

### ***3. Пораст на телесната тежина кај мајките во бременоста***

Зголемувањето во тежината кај мајките во текот на бременоста е важен параметар, така што колку е поголем порастот на тежината на мајката во бременоста, толку е поголем и фетусот. (81).

### ***4. Паритет***

Паритетот е директно и независно поврзан со големината на фетусот така што колку е поголем паритетот на мајката, толку е поголем фетусот. Мајчиниот паритет е тесно поврзан со возраста на мајката, но откако ќе се прецизира мајчиниот паритет, возраста на мајките не е независен предиктор за тежината на фетусот. Во термин, фетусот обично добива 0,2-0,5 g / ден за секое зголемување на 1 во паритетот на мајките (82).

### **5. Пол на плодот**

Женските фетуси се генерално помали од машките при иста гестациска возраст иако точната причина за оваа разлика е непозната. Во просек, машките фетуси тежат повеќе од женските за 136 g во термин (83,84).

### **6. Надморска височина**

Надморската височина може негативно да влијае врз тежината на фетусот, така што, со зголемувањето на надморска височина од 1000 m родилната тежина се намалува за 102-145 g. (85).

### **7. Концентрација на мајчиниот хемоглобин**

Концентрацијата на мајчиниот хемоглобин на постојана надморска височина независно објаснува 2,6% од варијацијата во родилната тежина, покрај сите други познати променливи. Односот помеѓу родилната тежина и циркулаторната концентрација на хемоглобин на мајката е инверзна, така што секое зголемување од 1,0 g / dL во концентрацијата на хемоглобинот во мајката, родилната тежина е намалена за 89 g (86).

### **8. Висината на таткото**

Висината на таткото е единствената рутински измерена татковска демографска варијабла која има значително влијание врз родилната тежина. Потомството на татковци со висина 2 стандардни девијации над или под просекот имаат родилна тежина во термин која се зголемува или намалува за 125 g, соодветно (87).

### **9. Пушење цигари**

Пушењето цигари за време на бременоста ја зголемува концентрацијата на хемоглобинот кај мајките а со тоа ја намалува родилна тежина во термин. Така, мајките

кои пушат по 1 кутија на ден, најверојатно, ќе имаат бебе со терминска родилната тежина за 240-360 g помала од оние кои не пушеле (88).

### ***10. Физичка активност за време на бременоста***

Ефектот на аеробната физичка активност за време на бременоста врз родилната тежина неодамна бил проучен кај 51 здрави жени кои се породиле во  $39,21 \pm 1,21$  гестациска недела. Степенот на аеробна физичка активност бил силно и обратно пропорционална со растот на фетусот ( $r = 0,42$ ;  $P < .002$ ) (89).

### ***11. Дијабетес мелитус***

Неконтролираниот дијабетес мелитус кај мајката најчесто е поврзан со прекумерна тежина на фетусот. Гликозата е примарен супстрат потребен за раст на фетусот. Кога нивото на гликоза кај мајките е високо, може да се очекува абнормална висока стапка на раст кај фетусот. Споредено со стапката на фетална макросомија од 2-15% во општата популација, стапката на макросомија кај мајките со неконтролиран гестациски дијабетес изнесува 20-33% (65).

### ***12. Други болести и компликации од бременоста***

Неколку заболувања на мајката и компликации од бременоста се поврзани со намалена телесна тежина. Најчести се хронична хипертензија кај мајката и прееклампсија. Хроничната хипертензија кај мајките е поврзана со средно намалување на феталната тежина од 161 g во термин. За блага прееклампсија, средното намалување е најмалку 105 g. (90).

Некои болести на сврзното ткиво кај мајките, интраутерина инфекција (на пример, вирусни, паразитски, бактериски), хромозомски абнормалности и вродени синдроми се исто така поврзани со фетуси со ниска родилна тежина (67).

#### **1.1.8. Техники за пресметување на феталната тежина**

Точноста на различните методи во пресметувањето на феталната тежина зависи од гестациската возраст и дијапазонот на фетални тежини во кои што се испитува (91). Сепак, моментално достапните методи за пресметување на феталната тежина се предмет на значителни предиктивни грешки, особено при одредување на тежината на фетусот кога таа се наоѓа во некоја од крајностите на дијапазонот (на пример,  $<2500$  g, или  $>4000$  g.). Техники за пресметување на феталната тежина се (92):

1. Самопресметување од страна на мајката (93);
2. Тактилна техника (палпација), Леополдови зафати (Leopold maneuvers) (94);
3. Клиничко пресметување на феталната тежина;
4. Магнетна резонанца;
5. Акушерски ултразвук.

### **1. Самопресметување од страна на мајката**

Тоа е наједноставниот метод за евалуација на феталната тежина. Се состои во самопроценка од страна на мајката. Колку паритетот на жената е поголем толку е поточна нејзината проценка. Претставува добар и комплементарен метод на клиничките и ултразвучните одредувања на феталната тежина. Во студијата на Хереро немаше статистичка разлика во просечната апсолутна грешка (331 наспроти 324 g) помеѓу определувањето на феталната тежина од страна на мајката или лекарот, соодветно. (93,95).

### **2. Тактилна техника (палпација), Леополдови зафати (Leopold maneuvers)**

Тоа е најстариот метод за проценка на тежината на фетусот преку мајчиниот стомак од страна на лекар и акушерка. Ова е најинтуитивната техника, бидејќи тоа вклучува палпирање на феталните делови директно преку мајчиниот абдомен за да се процени тежината на фетусот. Овој метод е и удобен и евтин, но со големи предвидливи грешки, особено кај големите новороденчиња (96).

### **3. Клиничка пресметување на феталната тежина со употреба на различни формули (97)**

- 1) Според методот на Даре (Dare), Феталната тежина (g) = Абдоминална циркумференца на мајката (cm) x растојание помеѓу симфиза и фундус на утерусот (во cm) (AC X SFH) (98)

Абдоминална циркумференца на мајката беше измерена на ниво на папок. Растојанието помеѓу симфиза и фундус или мерењето по Мек Доналдс (Mc Donalds) беше направено од горниот раб на симфизата до висината на фундусот на утерусот.

- 2) Според методот на Џонсон (Johnson) (99): Фетална тежина (g) = fH (cm) n x 155.

Каде fH = растојание помеѓу горниот раб на симфиза до фундус на утерусот (во cm) и

n = 13 кога водечкиот дел не е ангажиран

n = 12 кога водечкиот дел е на интерспинална линија

n = 11 кога водечкиот дел е на +1

Ако бремената жена тежи повеќе од 91 кг, 1 см се одзема од вредноста на растојанието помеѓу симфизата и фундусот на утерусот. Оваа формула е применлива само кога плодот е во главична презентација.

3) Според методот на Даун (Dawn): Фетална тежина (g) = Надолжен дијаметар на матката x (попречен дијаметар на матката)<sup>2</sup> x 1,44 (100).

Мерењата се изведуваат со пелвиметар.

#### 4) Магнетна резонанца (МР):

Најсовремен и технолошки зависен метод каде феталната тежина се добива кога волуменот на фетусот добиен со реконструкција од дводимензионални пресеци ќе се помножи со предвидената густина на фетусот. Точната густина на фетусот е непозната и може да варира како функција на гестациската старост, бидејќи со напредувањето на бременоста настануваат промени во феталните ткива како што се мускулите, коските и маснотиите. Објавени се најмалку 3 формули за да се претвори волуменот на фетусот во фетална тежина (101).

Вкупното време за пресметување на феталната тежина со МР денес е приближно 45 минути, вклучувајќи го времето за скенирање и пост-процесирање. Поради тоа пресметувањето на феталната тежина со МР може да се користи само во клинички услови каде што е неопходно да се направи прецизно мерење кога не е возможно да се употреби ултразвук или друг метод за пресметување на феталната тежина пр. при екстремна обезитет на мајката (102). Истовремено поради големата цена, достапноста и долготрајноста на процедурата овој метод сега за сега останува не применлив во секојдневната клиничка пракса (101).

### *1.2.Пресметување на феталната тежината со ултразвук*

#### **1.2.1. Дводимензионален акушерски ултразвук (2D-US) и пресметување на фетална тежина со дводимензионален ултразвук**

Во изминатиот четврт век, акушерскиот ултразвук стана интегрирана и суверена метода во акушерската пракса, со чија примена се добиваат фетални биометриски

параметри, за пресметување на феталната тежина (103). Пресметувањето на феталната тежината со ултразвук денес рутински се користи во клиничката пракса. Ултразвукот стана неопходна алатка за одредување на точната гестациска старост и пресметување на големината на плодот дури и во општества со ограничени ресурси (104). Соодветно на тоа, постојат докази дека користењето на ултразвучната биометрија ја зголемува стапката на откривање на интраутериниот застој на плодот и идентификација на оние фетуси кои се со зголемен ризик од неонатален морбидитет (105).

Од самиот почеток за овој метод се претпоставувало дека е попрецизен од клиничките методи за пресметка на феталната тежина. Причините за оваа претпоставка се разликуваат, но основната претпоставка е дека ултразвучните мерења на повеќето димензии на фетусот даваат доволно параметарски информации за да овозможат точна алгоритамска реконструкција и калкулација на тродимензионалниот фетален волумен со различна ткивна густина. Во согласност со овие верувања, направени се многу истражувања за да се создадат што посовршени фетални биометриски алгоритми односно формули за да се направи што поточно пресметување на феталната тежина, базирано на феталните ултразвучни мерења. Како таков, методот за пресметување на феталната тежина што се базира на користење на ултразвук претставува најнов и најсофистициран технолошки метод (106).

Рутински, феталната тежина се пресметува со користење на дводимензионален (2D) ултразвук, со мерење на феталните биометриски параметри и калкулација на феталната тежина со користење на математички формули (107).

### **1.2.2. 2D Фетални биометриски параметри**

Дводимензионалните фетални биометриски параметри што се користат за калкулација на родилната тежина се важни варијабли врз основа на кои се пресметува феталната тежина (108). Бројни студии откриле дека пресметувањето на феталната тежината базирано на повеќе параметри е далеку попрецизно во споредба со пресметувањето базирано на единствен параметар (109).

Основни фетални биометриски параметри кои се употребуваат при калкулација на феталната тежина се:

1. Бипариетален дијаметар (BPD),
2. Циркумференца на главата (HC),
3. Должина на фемурот (FL) и

#### 4. Абдоминален циркумференца (АС).

Од нив АС е биометриски параметар со највисока сензитивност при пресметувањето на феталната тежина (63,110). Зголемувањето на феталната тежина во доцната бременост главно се должи на акумулација на масти и депонирање на гликоген во црниот дроб, што може да се визуелизира со ултразвук (111). Затоа феталната тежината може да се пресметува со голема прецизност и само врз основа на мерење на АС, додека за другите биометриски параметри тоа не важи (112).

##### **1.2.3. Формули за пресметување на феталната тежина**

Постојат многу математички формули кои се користат за пресметување на феталната тежина (EFW). Современите формули кои се употребуваат при мерењето на феталната тежина и кои се базираат на употреба на стандардно дефинирани фетални мерења (пр. комбинација на фетални АС, FL, BPD и HC), се меѓусебно слични во нивната точност при калкулацијата на феталната тежина (78).

Формулите може да се организираат во 9 групи во зависност од типот на 2D феталните биометриски параметри кои се користат за да се пресмета феталната тежина, и тоа:

- 1) АС (113,114);
- 2) FL (115);
- 3) АС + FL (115);
- 4) АС + BPD (116);
- 5) АС + HC (116);
- 6) АС + BPD + FL (117);
- 7) АС + HC + FL (117,118);
- 8) АС + HC + BPD (117);
- 9) АС + HC + BPD + FL (118).

Иако повеќето лекари ги користат формулите кои се вградени во нивните ултразвучни машини или програми за лекарски извештаи, важно е да се знае која формула е во употреба, кои се нејзините ограничувања и за која популација е применлива (115).

Со користењето на овие формули постои можност да се потцени тежината на помалите фетуси и да се прецени тежината на поголемите фетуси. Иако дводимензионалниот ултразвук (2DUS) нашироко се користи за пресметување на

феталната тежина, процентот на грешка во родилна тежина (BW) може да достигне 6 до 11% во зависност од биометриските параметри што се употребуваат и во зависност од формулата што се употребува за калкулација на феталната тежина (91).

#### **1.2.4. Други ултразвучни фетални биометриски параметри**

Кога се користат други ултразвучни фетални параметри за да се процени тежината на фетусот како на пример. дебелината на поткожното масно ткиво на надлактицата (119), односот на поткожното масно ткиво со FL (120), дистанцата образ-образ (121), овие нестандартни мерења не ја подобруваат значително калкулацијата на феталната тежината, освен кај посебни групи на пациенти (на пр., мајки со дијабетес) (120).

#### **1.2.5. Ограничувања на дводимензионалниот ултразвук**

Варијабилноста во пресметувањето поради случајните грешки во мерењето се смета за главното ограничување на овој метод. Искуството на ултрасонографистот, хабитусот на мајката и позицијата на плодот се фактори кои значително влијаат врз добивањето на идеални ултразвучни рамнини/слики со цел да се изврши такво мерење (103). Други ограничувачки фактори поврзани со ултразвучното пресметување на феталната тежината се (44):

1. непрецизно снимање на феталните структури (поради ограничувања како што се мрдање на пациентот и плодот, плацентација, олигохидрамнион и феталната положба);
2. ограничен број на линеарни и / или планарни мерења што можат да се направат кај фетусот како тродимензионален објект;
3. феталните ткива се со слични димензии но со различна густина (на пример, коска > мускул > густина на масно ткиво);
4. неизбежни грешки и апроксимации при мерење од страна на операторот или/и опремата (122).

#### **1.2.6. Тродимензионален акушерски ултразвук (3D-US) и пресметување на фетална тежина со тродимензионален ултразвук**

Тродимензионалниот ултразвук (3DUS) се покажал како корисен и сигурен за мерења во гинекологијата и акушерството, како при мерење на волуменот на ендометриумот (123), волуменот на долниот сегмент на матката (124), па дури и феталната биометрија (125). 3DUS мултипланарниот режим на работа овозможува

истовремен преглед на три ортогонални рамнини, а волуменот што се добива може да се ротира и центрира со цел да се обезбеди стандарден мултипланарен режим (SMV). Ова, барем теоретски, му овозможува на операторот да изврши посигурни мерења, бидејќи го намалува ризикот од мерење во коси или несоодветни рамнини. Со технолошкиот напредок и обуката на професионалци, употребата на 3DUS се прошири многу, што го прави овој метод попрактичен за имплементација во антенаталнта пракса, особено во случаи кога дури и мали грешки може да влијаат на клиничкото расудување (75).

Веќе долги години феталната тежината се пресметува со дводимензионален ултразвук со комбинација на стандардни дводимензионални (2D) биометриски параметри кои се поврзани со три анатомски места: фетална глава, фетален абдомен и натколеница. Сепак, ниту една од применетите формули (126), не ја зема во предвид количината на меките ткива и покрај постоењето на докази дека абнормалното количество на меки ткива може да биде сигурен индикатор за аберации во феталниот раст и феталната тежина (127). Таквите аберации не може да се детектираат ако не се земат во предвид абнормалностите на меките ткива, кои се најрани манифестации на патолошкиот раст. Значи во тој случај мерењата треба да се сензитивни до тој степен да ги детектираат суптилните промени во мускулното или масното ткиво. За калкулација на меките ткива биле евалуирани релативно мал број на биометриски параметри, како што се оние од феталната натколеница (128) и феталниот абдомен (129) Сепак, количината на меките ткива тешко се одредува со 2D ултразвук поради неправилната форма на меките ткива. Претпоставката дека феталните екстремитети се правилен цилиндер при мерењето на меките ткива може да доведе до сигнификантни грешки. Во неколку студии е предложено мерење на феталните меки ткива преку дебелината или обемот на натколеницата на фетусот (127), дијаметарот меѓу двата образи (121), дебелината на абдоминалното поткожно ткиво (130) како и изгледот на задникот на фетусот (131). Практичната примена на мерењето на феталните меки ткива во пресметување на феталната тежина е ограничено во однос на интеробсервер репродукцибилноста на овие мерења помеѓу испитувачите во текот на бременоста (132).

Бидејќи со дводимензионалните мерењата не можат прецизно да се проценат 3D димензии на телото, логично е понатамошно утврдување на улогата на 3D волуметријата на различни делови на плодот (83).

Мерењата на волуменот со конвенционалниот ултразвук може да биде технички тешки ако органот нема правилна геометриска форма. Со 3D ултразвукот може да се

направат поточни и попрецизни мерења на волуменот на мали и неправилни објекти. (133).

Со напредокот на 3D ултразвукот, Чанг и соработниците (Chang et al.), ја покажаа големата применливост на 3D ултразвукот во акушерството. Точноста на 3D ултразвукот е доста проверувана во многу органски системи, ин витро или ин vivo (134).

Рикабона и соработниците (Riccabona et al.), заклучиле дека со 3D ултразвукот можни се точни волуменски мерења на правилни и неправилни објекти и дека тој може да понуди подобра точност во споредба со 2D ултразвучните методи. Оттука, точната пресметување на волуменот на ногата станува изводлива со помош на 3D ултразвукот (135).

Неколку истражувачи кои користеле 3D ултразвук покажале дека постои значителна корелација помеѓу волумените на феталните екстремитети и родилната тежина (136). За жал, примената на оваа техника за пресметување на феталната тежина била ограничена со долгото време потребно за мерење на волуменот. Понатаму, акустичната сенка која настанува во близина на зглобовите може да го попречи точното пресметување на границите на меките ткива, што е неопходно за да се калкулира волуменот на феталниот екстремитет. Меѓутоа, поради тоа што повеќето формули за пресметување на феталната тежина не ги земаат во предвид промените во меките ткива во однос на тежината на фетусот, 3D ултразвукот се повеќе наоѓа примена во современото акушерство.

### **1.2.7. Пресметување на феталната тежината со користење на волуменот на надлактицата и натколеницата (VolArm и VolTh)**

Во една од првите студии во која се користел дводимензионален ултразвук за одредување на волуменот на феталната натколеница се покажало дека постои позитивна корелација на волуменот на феталната натколеница со гестациската старост и дека неговото одредување може да се користи при следење на феталниот застој на растот (FGR) (137).

Иако од порано е познато дека волумените на феталните екстремитети се поврзани со количеството на меките ткива и нутритивниот статус на фетусот, многу истражувачи се обиделе да ја пресметаат феталната тежина користејќи ја само циркумференцата на екстремитетите, меѓутоа таквите пресметки резултирале со незадоволителни резултати (138). Ако погрешно се претпостави дека феталната

натколеница/надлактицата е идеален цилиндар, односно ако се користи само циркумференцата на натколеница/надлактицата за индиректно да се замени вистинскиот волумен на натколеница/надлактицата, логично е да се очекуваат неточни резултати (138).

Првите студии во кои феталната тежина била пресметана со користење на волуменот на надлактицата и натколеницата (VolArm и VolTh) преку 3DUS објавиле поточни резултати за родилната тежина во споредба со пресметувањата базирани на 2DUS формули (83).

Волуменот на натколеница пресметан со помош на тродимензионалниот ултразвук со техниката на фракционирање е нов ткивен параметар кој ги надминува техничките ограничувања на дводимензионалниот ултразвук (139). Овој параметар лесно се добива и брзо се мери и се репродуцира од страна на различни набљудувачи (139). Промените во волуменот на натколеница на фетусот, можат да детектираат суптилни промени во количеството на феталните меки ткива за време на бременоста. Мерењата на волуменот на натколеницата обично се споредуваат со номограми конструирани врз основа на претходни студии. За крајот од вториот и целиот трет триместар од бременоста се направени точни и прецизни номограми за волуменот на натколеницата и надлактицата. Овој нов параметар дозволува рано откривање и подобро следење на абнормалностите на количеството на меките ткива кај фетусот како што е FGR. (106).

Лианг и соработниците (Liang et al.) (140), покажале дека волуменот на феталната надлактица измерен со 3D ултразвук може да постигне задоволителни резултати во пресметувањето на феталната тежина.

Во студијата на Чанг и соработниците (Chang et al.) (65) за прв пат се опишува употребата на волуменот на надлактицата и на натколеницата во пресметување на тежината на фетусот во текот на третиот триместар. Процедурата за мерење која е употребена во таа студија одзема околу 10-15 минути за секој екстремитет. Тие спровеле проспективна студија во која поставиле корелација на 3D ултразвучно измерениот волумен на натколеницата со вистинската родилна тежина и оваа корелација ја споредиле со пресметаната фетална тежина со класичните формули базирани на 2D биометриски параметри се со цел да ја утврдат точноста во пресметувањето на родилната тежина. Тие заклучиле дека формулата за пресметување на феталната тежина

базирана на 3D измерениот волумен на натколеница е точна за категориите на големи и мали како и за соодветни за гестациската старост новородени и тоа во дијапазонот на родилна тежина од 1194 до 4425 грама. Сепак, потребни се понатамошни студии со повеќе случаи на големи и мали новородени за гестациската старост за да се уточни оваа формула. Според оваа студија, 3D ултразвучната пресметка на волуменот на надлактицата и на натколеницата може многу точно да ја предвиди феталната тежина и заслужува голема проспективна студија (141).

Постојат неколку недостатоци на класичното, нефракционирано тродимензионално одредување на волуменот на надлактицата и на натколеницата. Тродимензионалниот ултразвук е релативно скапа метода и не е достапна во многу центри. Пресметувањето на волуменот на натколеница е релативно софистициран, прецизен метод кој одзема многу време во споредба со дводимензионалниот ултразвук. Значи клиничката апликација на нефракционираното пресметување на феталната тежината преку мерење на волуменот на надлактицата или на натколеницата со користење на класичниот нефракциониран тродимензионален ултразвук е ограничена од дополнителното време што е потребно рачно да се исцртаат границите на меките ткива по целиот екстремитет (125).

Затоа е воведен концептот на фракционирање на волуменот на екстремитетот со цел да се решат овие технички ограничувања (136). Мекото ткиво како параметар е изведено од централниот дел на дијафизата на екстремитетот, бидејќи трансверзалните рамнини од средината на екстремитетот се со поголема веројатност да ги прикажат најостро границите на меките ткива (143). Времето на мерење значително се намалува заради тоа што само пет рамнини се проследуваат во рамките на фракционираниот волумен на екстремитетот и поголема е веројатноста да се видат областите на акустично сенчење. Мерењата на фракционираниот волумен на екстремитетот исто така се далеку порепродуцибилни помеѓу различни испитувачи отколку кај нефракционираниот (67). Во иднина, со помош на компјутерските програми за автоматска волуметрија мерењата ќе бидат уште пообјективни (142).

## **2. МОТИВ И ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО**

### ***2.1. Мотив за изработка на истражувањето***

Во Република Северна Македонија постојат малку податоци за пресметувањето на феталните тежини, како и формулите кои се користат при нивното пресметување. Достапните податоци се недоволни за да се добие прецизна слика за тоа кои формули базирани на 2D или 3D биометриски параметри би биле најсоодветни во пресметувањето на феталните тежини кај македонската популација. Со оглед на тоа дека пренаталното пресметување на феталната тежина овозможува планирање на породувањето и превенција на перинаталните компликации, неопходно е што поточно и попрецизно одредување на феталната тежина.

Тенденцијата за поточно и попрецизно пресметувањето на феталната тежина со 2D и 3D ултразвук е континуирано актуелна тема во последните години во големите акушерски центри и националните и интернационалните перинатолошки здруженија. Од тука произлезе идејата дека и во Република Северна Македонија е потребно едно вакво истражување со цел да се добие информација за што поточно и попрецизно пресметување на феталната тежина со користење на 2D и 3D ултразвук што би овозможило намалување на перинаталните компликации.

Во состојба на висок перинатален морбидитет и морталитет во Република Северна Македонија ова истражување би можело да им помогне на здравствените работници во клиничката пракса што поточно да ги одредат феталните тежини со што би се придонесло во намалувањето на перинаталниот морбидитет и морталитет.

### ***2.2. Цели на истражувањето***

1. Одредување на бипариетален дијаметар (BPD), циркумференца на главата (HC), должина на фемурот (FL) и абдоминална циркумференца (AC) со 2D ултразвук;
2. Одредување на волуменот на надлактицата (VolArm) и натколеницата (VolTh) со 3D ултразвук;
3. Пресметување на феталните тежини со формули базирани на 2D ултразвук;
4. Пресметување на феталните тежини со формули базирани на 3D ултразвук;
5. Компарација на пресметаните фетални тежини со 2D и со 3D ултразвук со измерената родилна тежина;

### **3. МЕТОДОЛОГИЈА НА ИСТРАЖУВАЊЕТО**

#### *3.1. Дизајн на студијата*

Студијата беше пресечна во која беа вклучени 150 бремени жени кај кои раѓањето беше веројатно да биде завршено во наредните 48 часа на гинеколошко акушерското одделение во клиничката болница Д-р Трифун Пановски во Битола. Пациентките соодветни за студијата беа информирани за целите на студијата и беше добиена писмена согласност за нивното учество во студијата.

#### *3.2. Критериуми за влез и избор на пациенти:*

##### **3.2.1. Инклузиони критериуми:**

- Бремености со единечен, жив фетус на ултразвук;
- Бремени жени кај кои беше веројатно завршување на раѓањето во наредните 48 часа;
- Добро дефинирана гестациска старост базирана на:
  - првиот ден од последната менструација или
  - калкулација врз основа на мерење на должината на главично тртична дистанца (Crown – Rump Length (CRL)) во текот на првиот триместар;
- Нормална фетална анатомија за време на феталниот скрининг во периодот од 18 до 22 гестациска недела и истата потврдена со постнатален клинички преглед на новороденото;
- Породување во периодот пократок од 48 часа по 2D и 3D мерењето.

##### **3.2.2. Ексклузиони критериуми:**

- Повеќеплодова бременост;
- Fetus mortus in utero ante admissionem;
- Новородено со некоја структурна малформација;
- Раѓање по повеќе од 48 часа по 2D и 3D ултразвучниот преглед;
- Несигурна гестациска старост.

#### *3.3. Пациенти и методи*

##### **3.3.1. Анамнестички и клинички податоци за мајката и новороденото**

Социодемографските карактеристики на мајката, вклучувајќи ги мајчината возраст, националноста, степенот на образование, социјалниот статус, тежината на

мајката при породување, пушачкиот статус на мајката, хипертензивна болест кај мајката, дијабетес кај мајката, гестациската старост на бременоста за време на прегледот беа добиени како анамнестички податоци за време на приемот на мајката во здравствената установа и беа внесени во специјално креиран прашалник за ова истражување (стр.116).

Податоците за антропометриските и клиничките карактеристики на новороденото (родилната тежина, родилната должина и Апгар скорот) беа добиени со мерење веднаш по раѓањето на детето во родилната сала. Родилните тежини беа измерени со иста вага (Максима, произведена од Либела, Целје), која имаше прецизност од 5g. Родилна должина беше измерена со должиномер. Резултатот од Апгар скорот беше одреден преку оценување на новороденото за пет едноставни критериуми на скала од нула до два, а потоа бодовите беа добиени со собирањето на добиените пет вредности. Вредностите за родилната тежина, родилната должина и Апгар скорот беа запишани во специјално креираниот прашалник за ова истражување (стр.116).

Датумот и времето на секој ултразвучен преглед и раѓањето беа забележани за да се овозможи пресметување на времето од ултразвучниот преглед до раѓањето. Сите анамнестички, антропометриски и клинички податоци релевантни за студијата беа внесени во прашалникот.

### **3.3.2. Дводимензионално ултразвучно мерење**

Во рамките на основната 2D ултразвучна фетална биометрија опфатено беше мерење на бипариеталниот дијаметар (BPD), циркумференца на главата (HC), абдоминалната циркумференца (AC) и должината на фемурот (FL). Добиените вредности за дводимензионалните биометриски параметри беа внесени во прашалникот.

Мерењата на главата беа добиени во аксијална рамнина на ниво на *savum septi pellucidi*, каде што таламусот беше прикажан симетрично и каде што предните и задните делови на церебралниот фалкс беа еднакво оддалечени од париеталните коски.

Секоја рамнина на пресек во рамките на лакот од 360° што минува низ таламусот и третата комора е соодветна за мерење на BPD. Прво, точната рамнина на пресек е низ третата комора и таламусот, како што е назначено. Второ, калваријата е мазна и симетрична обострано. Трето, курсорот соодветно се поставува на надворешниот раб од блискиот ѕид на калваријата до внатрешниот раб на далечниот ѕид на калваријата (143).

Циркумференцата на главата (HC) се мереше преку исцртување на елипса која беше автоматски генерирана од ултразвучниот апарат во која беа опфатени

надворешните контури на феталниот череп. Правилата за мерење на циркумференцата на главата беа следни: Точната рамнина на пресек беше низ третата комора и таламусот во централниот дел на мозокот (како кај BPD), но *cavum septi pellucidi* мораше да биде видлив во предниот дел на мозокот, а *hiatus tentorii* мораше да биде видлив во задниот дел од мозокот. Калваријата мораше да биде мазна и симетрична обострано. Откако ќе беше обезбедена соодветна рамнина на пресек, курсорите беа поставени на надворешниот раб на блискиот сид на калваријата и на надворешниот раб на далечниот сид на калваријата и потоа компјутерски генерираната елипса се исцртуваше паралелно со границите на калваријата. (143).

Абдоминалната циркумференца (AC) беше одредена преку исцртување на елипса која беше автоматски генерирана од ултразвучниот апарат во која беше опфатен трансверзалниот кружен пресек на стомакот на ниво на желудникот и портоумбиликалниот венски комплекс. Правилото за мерење на феталната абдоминална циркумференца беше следното: точната рамнина на пресек беше каде десната и левата портална вена се спојуваат една со друга и каде се постигнуваше симетричен изглед на долните ребра и презентирање на најкратката должина на умбиликалниот сегмент на левата портална вена. Откако ќе беше обезбедена соодветна рамнина на пресек, тогаш елипсата се поставуваше паралелно со контурите на кожата и се пресметуваше абдоминалната циркумференца (143).

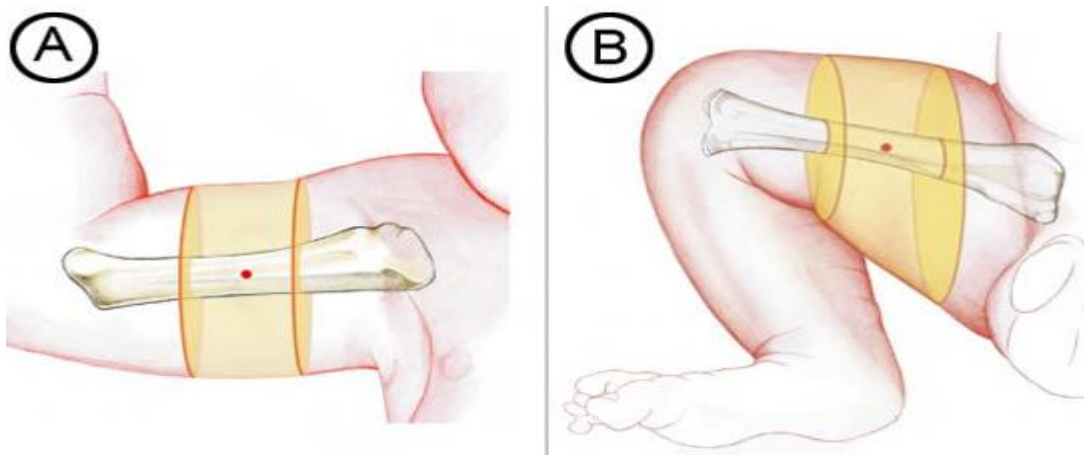
Должината на фемурот (FL) беше одредена во рамнина во која целата дијафиза на фемурот е паралелна со површината на ултразвучната сонда. Беа мерени само осифицираните делови од дијафизата и метафизата. Рскавичните краеве на фемурот не влегуваа во мерењето. Осифицираниот дел од фемурот е повеќе видлив сонографски отколку неосифицираните краеве. За да се изведе мерењето точно, сондата мора да биде усогласена со долгата оска на дијафизата (143).

### **3.3.3. Тростандартно ултразвучно мерење**

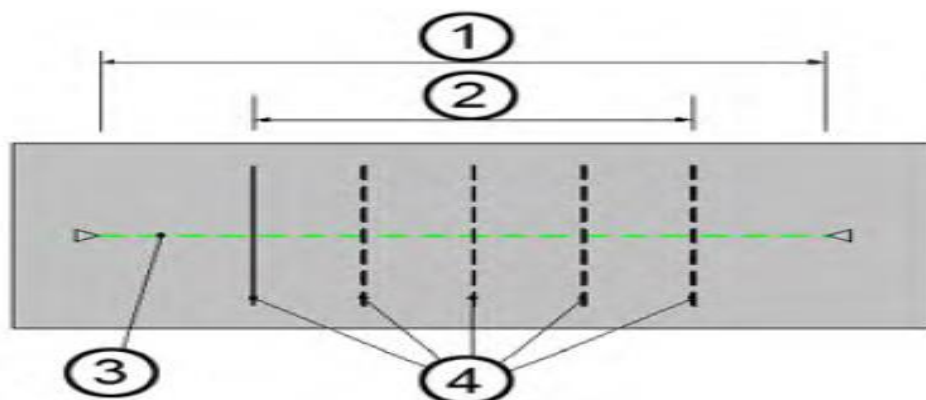
Ултразвучните волумени беа добиени со паралелно поставена ултразвучна сонда на надолжниот пресек на феталниот хумерус/фемур (надлакотна коска, бутна коска), така што 3D волуменскиот прозорец беше активиран и беше прилагоден на големината на феталната надлактица/натколеница. Се работеше со вредност на аголот на аквизицијата од 60 до 70°. Беше избрана најбавната брзина на аквизиција со цел да се гарантира најдобрата резолуција на волуменот и процесот на аквизиција се повторуваше

доколку се појавеа артефакти поради движење на мајката, фетусот или изведувачот. Волумените со артефакти не беа земени во предвид односно не се обработуваа.

Пресметувањето на волуменот на натколеницата беше изведено офлајн со помош на 4D view софтвер верзија 5.3 (GE Medical Systems) со користење на автоматски модули за калкулација на волумени од феталната надлактица/натколеница (VolArm/VolTh) со методот на фракционирање (Сл. 1.и Сл. 2).



Сл. 1. Фракциониран волумен на екстремитет. Волуменот на фракционата надлактица (AVol) и надколеница (TVol) се базираат на 50% од должината на дијафизата на хумерусот (А) или фемурот (Б). Мерењето на средниот дел од екстремитетот ја елиминираа потребата од пронаоѓање на границите на меките ткива во близина на краевите на коската, каде што скоро секогаш се забележуваат акустични артефакти што го оневозможува правилното исцртување на границите. (сликата е превземена од Voluson™ E8/E8 Expert Basic User Manual H48691CF Revision 2)



*Сл. 2 Концепт на фракционирање на волумен на екстремитет (сликата е превземена од Voluson™ E8/E8 Expert Basic User Manual H48691CF Revision 2)*

- 1. 100% должина на екстремитетите*
- 2. Позиции на еквидистантни рамнини (почеток / крај зависат од процентот на екстремитетите)*
- 3. Референтна линија по која се прави фракционирањето*
- 4. Позиции на еквидистантни фракционирани рамнини (почеток/крај зависи од процентот на екстремитетите)*

*Број на рамнини: фиксиран на 5*

*Процент на екстремитет: фиксиран на 50%*

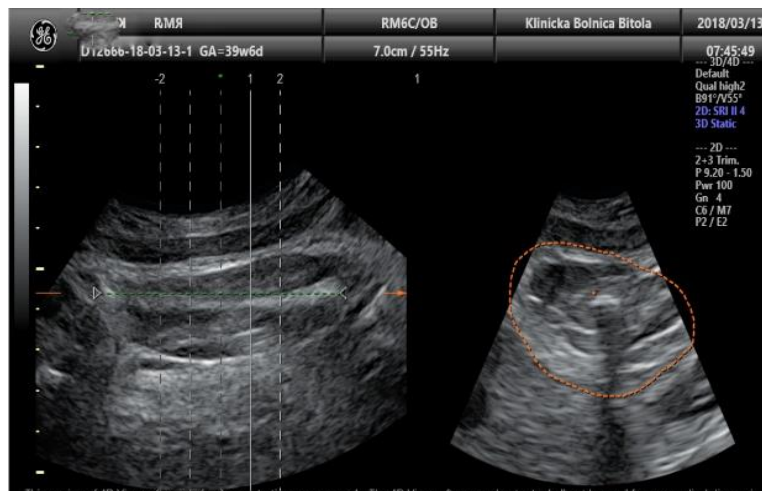
*Метод: Позициите на рамнините се одредуваат во зависност од референтната линија на растојанието, бројот на рамнини и процентот на екстремитетот се прикажуваат графички на екранот. Волуменот се пресметува откако ќе се измерат циркуференците на пресеците на екстремитетот во петте рамнини.*

Волуменот од феталната надлактица/натколеница (VolArm/VolTh) беше прикажан во три ортогонални рамнини: аксијална, сагитална и коронарна. Референтната точка беше поставена во центарот на феталната надлактица/натколеница на сагитален пресек и овој пресек се ротираше околу "Z" оската, така што хумерусната/феморалната дијафиза беше поставена хоризонтално.

Маркерите беа поставени на краевите на дијафизата. Потоа во трансверзална рамнина следеше фракционирано автоматско спуштање на маркерот од едниот кон другиот крај на коската на растојание од 5.0 мм. Надворешната граница на феталната надлактица/натколеница во трансверзална рамнина рачно се исцртуваше при секое поместување Сл. 4. На крајот на процесот, автоматски се пресметуваше волуменот на феталната надлактица/натколеница (VolArm/VolTh) според формулата на Ли и сор.( Lee et al.) (128). За секој фетус, беа користени 2 модули за тродимензионална калкулација, за волумен на надлактицата (VolArm) и волумен на надколеницата (VolTh) .



Сл. 3 Волумен од фетална надколеница



Сл. 4 Исцртување на периметарот

Добиените вредности за тродимензионалните биометриски параметри односно волуменот од феталната надлактица/натколеница (VolArm/VolTh) беа внесени во прашалникот.

### 3.3.4. Апарат

Сите ултразвучни мерења беа направени трансабдоминално со 2D/3D ултразвук, со ултразвучен апарат Voluson E8 Expert со верзија на софтвер VT10 со абдоминална волуменска матриксна конвексна сонда RM6C (2.1 до 6.1 MHz). Количината на амнионската течност не беше користена како критериум за селекција.

### 3.4. Методологија на пресметувањето

#### 3.4.1. Формули и групи на формули

Формулите кои беа користени за пресметување на феталната тежина во ова истражување беа преземени од претходни истражувања за кои што постојат информации во мрежните бази на податоци MEDLINE и Google Scholar. Беа искористени и референците од избраните истражувања за да се откријат дополнителни соодветни истражувања каде се работело на откривање на формула за пресметување на феталната тежина. Изборот беше ограничен на формули кои што се базирани на комбинации од четири 2D и два 3D биометриски параметри како што се абдоминалната циркумференца (AC), бипариеталниот дијаметар (BPD), обемот на главата (HC), должината на фемурот (FL), волуменот на натколеница (TVol) и волуменот на надлактица (AVol) .

Беа земени во предвид вкупно, 52 регресивни формули соодветни за истражувањето (Табела 2). Сите овие формули беа имплементирани во SPSS for Windows ver. 25 во синтаксна форма и феталната тежината беше пресметана врз основа на четирите 2D и двата 3D биометриски ултразвучни параметри измерени во последните 48 часа од бременоста.

Табела 2: Формули за пресметување на фетална тежина

Реден број на формула	Автор на студија	Биометриска Група	Биометриски параметри	Формула
1	Campbell (144)	1	AC	$EFW=e^{(-4.564+0.282*AC-0.00331*AC^2)*1000}$ .
2	Hadlock (117)	1	AC	$EFW=e^{(2.695+0.253*AC-0.00275*AC^2)}$ .
3	Jordaan (116)	1	AC	$EFW=10^{(0.6328 + 0.1881*AC - 0.0043*AC^2 + 0.000036239*AC^3)}$ .
4	Higginbottom (114)	1	AC	$EFW=0.0816*AC^3$ .
5	Merz (145)	1	AC	$EFW=0.1 * AC^3$ .
6	Waseem1 (146)	1	AC	$EFW=10^{(0.708 + 0.136*AC - 0.002*AC^2)}$ .
7	Warsof (115)	1	AC	$EFW=10^{(-1.8367+0.092*AC - 0.000019*AC^3)*1000}$ .
8	Warsof (115)	2	FL	$EFW=e^{(4.6914 + 0.151*FL^2 - 0.0119*FL^3)}$ .
9	Hadlock1 (118)	3	AC.FL	$EFW=10^{(1.304+0.05281*AC+0.1938*FL-0.004*AC*FL)}$ .
10	Woo (147)	3	AC.FL	$EFW=10^{(0.59 + 0.08*AC + 0.28*FL - 0.00716*AC*FL)}$ .
11	Warsof (115)	3	AC.FL	$EFW=e^{(2.792+0.108*FL+0.0036*AC^2-0.0027*FL*AC)}$ .
12	Waseem3 (146)	3	AC.FL	$EFW=10^{(-3.548 + 0.204*AC + 0.935*FL - 0.027*AC*FL)}$ .
13	Vintzileos (148)	4	AC.BPD	$EFW=10^{(1.879+0.084*BPD+0.026*AC)}$ .
14	Shepard (149)	4	AC.BPD	$EFW=10^{(-1.7492+0.166*BPD+0.046*AC-0.002546*AC*BPD)*1000}$ .

15	Merz (145)	4	AC.BPD	$EFW = -3200.40479 + 157.07186*AC + 15.90391*BPD^2$ .
16	Thurnau (150)	4	AC.BPD	$EFW = 9.337*BPD*AC - 229$ .
17	Jordaan (116)	4	AC.BPD	$EFW = 10^{\wedge} (-1.1683 + 0.0377*AC + 0.0950*BPD - 0.0015*BPD*AC)*1000$ .
18	Hadlock (117)	4	AC.BPD	$EFW = 10^{\wedge} (1.1134 + 0.05845*AC - 0.000604*AC^2 - 0.007365*BPD^2 + 0.000595*BPD*AC + 0.1694*BPD)$ .
19	Hsieh (151)	4	AC.BPD	$EFW = 10^{\wedge} (2.1315 + 0.0056541*AC*BPD - 0.00015515*BPD*AC^2 + 0.000019782*AC^3 + 0.052594*BPD)$ .
20	Warsof (115)	4	AC.BPD	$EFW = 10^{\wedge} (-1.599 + 0.144*BPD + 0.032*AC - 0.000111*BPD^2*AC)*1000$ .
21	Waseem2 (146)	4	AC.BPD	$EFW = 10^{\wedge} (0.949 + 0.099*AC - 0.001*AC^2 + 0.056*BPD)$ .
22	Woo (147)	4	AC.BPD	$EFW = 10^{\wedge} (1.63 + 0.16*BPD + 0.00111*AC^2 - 0.0000859*BPD*AC^2)$ .
23	Weiner11 (152)	5	AC.HC	$EFW = 10^{\wedge} (1.6575 + 0.04035 * HC + 0.01285 * AC)$ .
24	Hadlock (117)	5	AC.HC	$EFW = 10^{\wedge} (1.182 + 0.0273*HC + 0.07057*AC - 0.00063*AC^2 - 0.0002184*HC*AC)$ .
25	Jordaan (116)	5	AC.HC	$EFW = 10^{\wedge} (0.9119 + 0.0488*HC + 0.0824*AC - 0.001599*HC*AC)$ .
26	Hsieh (151)	6	AC.FL.BPD	$EFW = 10^{\wedge} (2.7193 + 0.0094962*AC*BPD - 0.1432*FL - 0.00076742*AC*BPD^2 + 0.001745*FL*BPD^2)$ .
27	Shinozuka (153)	6	AC.FL.BPD	$EFW = 0.23966*AC^2*FL + 1.6230 *BPD^3$ .
28	Waseem4 (146)	6	AC.FL.BPD	$EFW = 10^{\wedge} (-2.213 + 0.147*AC + 0.088*BPD + 0.652*FL - 0.020*AC*FL)$ .
29	Woo (147)	6	AC.FL.BPD	$EFW = 10^{\wedge} (1.54 + 0.15*BPD + 0.00111*AC^2 - 0.0000764*BPD*AC^2 + 0.05*FL - 0.000992*FL*AC)$ .
30	Hadlock2 (118)	6	AC.FL.BPD	$EFW = 10^{\wedge} (1.335 - 0.0034*AC*FL + 0.0316*BPD + 0.0457*AC + 0.1623*FL)$ .
31	Hadlock (117)	6	AC.FL.BPD	$EFW = 10^{\wedge} (1.3598 + 0.051 *AC + 0.1844*FL - 0.0037*BPD*AC)$ .
32	Bennini (154)	6	AC.FL.BPD	$EFW = -562.824 + 11.962*AC*FL + 0.009*BPD^2*AC^2$ .
33	Hadlock3 (118)	7	AC.FL.HC	$EFW = 10^{\wedge} (1.326 - 0.00326*AC*FL + 0.0107*HC + 0.0438*AC + 0.158*FL)$ .
34	Combs (107)	7	AC.FL.HC	$EFW = 0.23718*AC^2*FL + 0.03312*HC^3$ .
35	Ott (155)	7	AC.FL.HC	$EFW = 10^{\wedge} (-2.0661 + 0.04355*HC + 0.05394*AC - 0.0008582*HC*AC + 1.2594*FL/AC)*1000$ .
36	Weiner (152)	7	AC.FL.HC	$EFW = 10^{\wedge} (1.6961 + 0.02253*HC + 0.01645*AC + 0.06439*FL)$ .
37	Jordaan (116)	8	AC.HC.BPD	$EFW = 10^{\wedge} (2.3231 + 0.02904*AC + 0.0079*HC - 0.0058*BPD)$ .
38	Hadlock4 (118)	9	BPD.HC.AC.FL	$EFW = 10^{\wedge} (1.3596 + 0.0064*HC + 0.0424*AC + 0.174*FL + 0.00061*BPD*AC - 0.00386*AC*FL)$ .
39	Lee (156)	10	TVol	$EFW = 34.649 *TVol + 604.227$ .
40	Lee (157)	10	TVol	$EFW = e^{\wedge} (4.7806 + 0.7596*LNTVol)$ .
41	Bennini (154)	10	TVol	$EFW = 1033.286 + 12.733*TVol$ .
42	Chang (134)	10	TVol	$EFW = 1080.8735 + 22.44701*TVol$ .
43	Schild (83)	10	TVol	$EFW = 18.268*TVol + 552.805$ .
44	Srisantiroj (158)	10	TVol	$EFW = 32.568*TVol + 774.744$ .
45	Lee (156)	11	AVol	$EFW = 76.837*AVol + 599.102$ .
46	Lee (157)	11	AVol	$EFW = e^{\wedge} (4.9588 + 1.0721*\ln AVol - 0.0526*\ln AVol^2)$ .
47	Liang (140)	11	AVol	$EFW = 36.024*AVol + 1088.60$ .
48	Vieira (159)	11	AVol	$EFW = 43.23*AVol + 681.59$ .
49	Lee.AC (157)	12	AC.TVol	$EFW = e^{\wedge} (2.1264 + 1.1461 * \ln ( AC ) + 0.4314 * \ln ( TVol ))$ .
50	Lee (157)	12	AC.BPD.TVol	$EFW = e^{\wedge} (-0.8297 + 4.0344 * \ln BPD - 0.7820 * \ln BPD^2 + 0.7853 * \ln AC + 0.0528 * \ln TVol^2)*1000$ .
51	Lee (157)	12	AC.AVol	$EFW = e^{\wedge} (-3.6138 + 4.6761*\ln AC - 0.4959*\ln AC^2 + 0.3795*\ln AVol)$ .
52	Lee (157)	12	AC.BPD.AVol	$EFW = e^{\wedge} (0.5046 + 1.9665*\ln BPD - 0.3040*\ln BPD^2 + 0.9675*\ln AC + 0.3557*\ln AVol)$ .

Беа исклучени формулите, кои се специјално дизајнирани за фетусите со застој во растот, макросомните фетуси и близначките бремености.

Формулите беа групирани во 12 кластери во зависност од комбинацијата на ултразвичните биометриски параметри вклучени во секоја формула.

1. AC;	2. FL;
3. AC и FL;	4. AC и BPD;
5. AC и HC;	6. AC, FL и BPD;
7. AC, FL и HC;	8. AC, HC и BPD;
9. AC, FL, BPD и HC;	10. Tvol;
11. AVol;	12. AC, BPD и TVol/AVol

### 3.4.2. Одредување на точност и прецизност на формулите.

Пресметаната фетална тежина со секоја формула за секој плод беше споредена со родилната тежина соодветно. За секоја формула беа пресметани следниве параметри:

- **Систематска грешка MPE** (средна процентуална грешка =  $[EFW - BW] / BW \times 100$ ), што се однесува на систематско отстапување на резултатите добиени за пресметаната феталната тежина според формула во однос на родилната тежина, изразена како процент од родилната тежина;
- **Случајна грешка SD-MPE** (SD на систематска грешка  $\times 100$ ), мерка на прецизност (наместо точност) што ја одразува случајната (или несистематска) компонента на грешката во пресметувањето;
- **Средна апсолутна процентуална грешка MAPE** (средна апсолутна вредност на  $[EFW - BW] / BW \times 100$ ), укажува на степенот на отстапувањето на пресметаната фетална тежина од родилната тежина меѓутоа без поларитет (за разлика од систематската грешка) и се изразува како процент од родилната тежина;
- **Корелација со родилната тежина** ( коефициентот на корелација Пирсон); и
- **Коефициент на детерминација**

### 3.4.3. Рангирање на формулите според точност и прецизност

Постојат многубројни начини за да се утврди точноста и прецизноста на една регресиона формула. Повеќето од истражувачите користеле **систематска грешка**

(MPE) и случајна грешка (SD-MPE) како основни параметри при одредувањето на точноста и прецизноста на различните формули. MPE го претставува интензитетот на систематската грешка помеѓу пресметаната фетална тежина и родилната тежина. Позитивната вредност на MPE означува поголема пресметана тежина во однос на родилната тежина, додека негативната вредност означува помала пресметана тежина во однос на родилната тежина. SD-MPE е индикатор за случајна грешка при мерењето.

За да се утврди која формула е најточна и најпрецизна во ова истражување беше користена методологијата на Меламед (Melamed) (160) при што е земена во предвид комбинација MPE и SD-MPE поради што формулите беа рангирани од 1 (најдобра) до 52 (најлоша) за систематските и случајните грешки. Формулите прво беа рангирани по растечки редослед, врз основа на нивните MPE и SD-MPE соодветно и независно, со ранг 1 што укажува на најмала грешка. Потоа се пресметуваше збирот од двата ранг бода за MPE и SD-MPE соодветно и врз основа на вкупниот резултат беа рангирани сите формули и тоа со најнизок резултат беше рангирана најдобрата формула т.е. колку е понизок резултатот, толку е поточна и попрецизна формулата.

Причината поради која се земени во предвид само систематските и случајните грешки во вкупниот резултат на точност и прецизност е тоа што тие претставуваат само два основни вида на грешка, додека другите мерки на точност и прецизност (т.е. апсолутна процентуална грешка) се изведени од систематските и случајните грешки, а нивното вклучување во вкупниот резултат на точност би резултирало со дополнително оптеретување на резултатот.

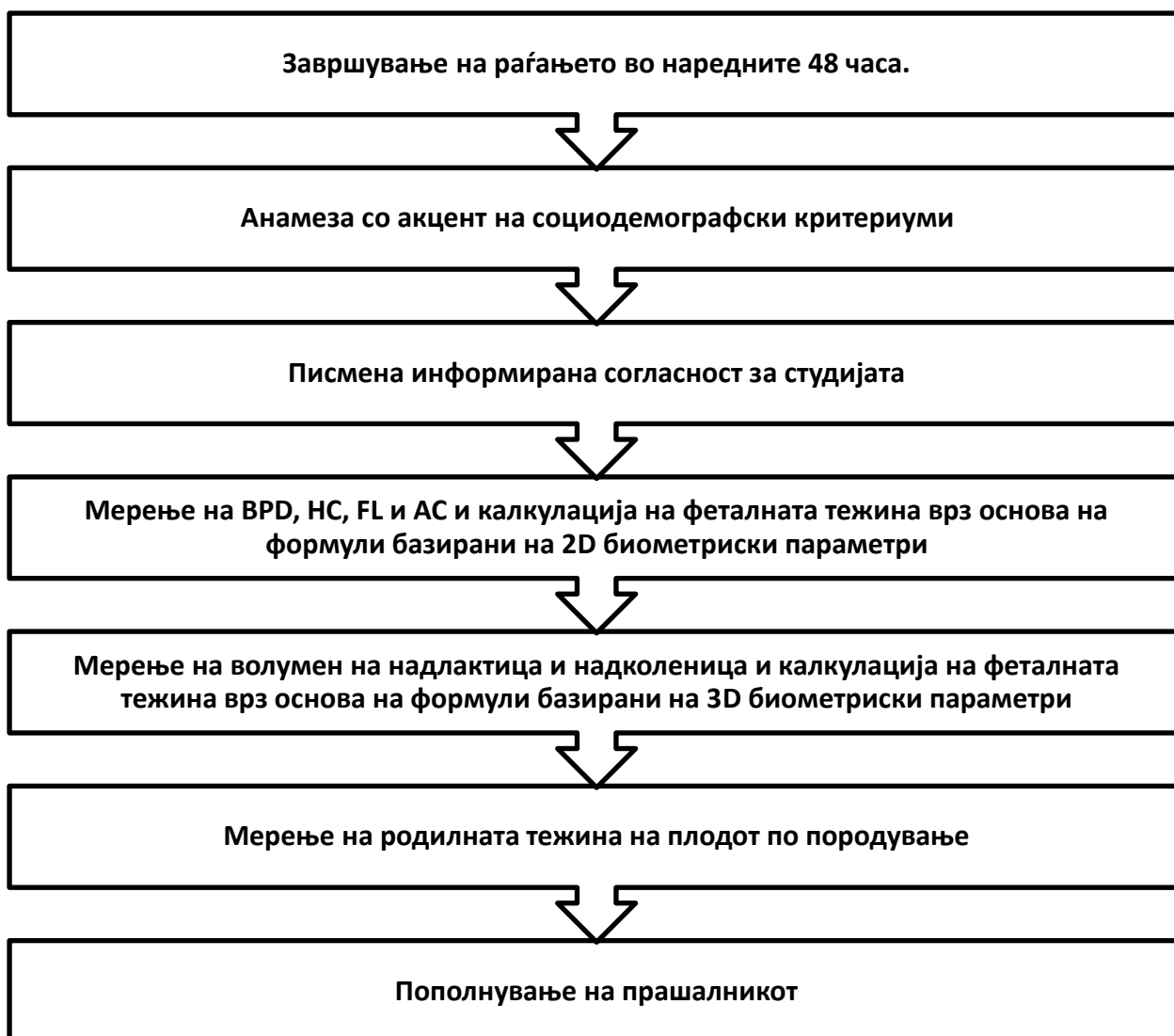
#### **3.4.4. Споредба на точноста и прецизноста на различните групи на формули**

За да се процени дали некоја комбинација на биометриски параметри на фетусот се подобри од другите, се користеше кластерска анализа. Првин со хиреархиски метод беа утврдени бројот на кластери со помош на scree крива, а потоа со K means алгоритмот за распределување на формулите во хомогени подгрупи според вредностите на систематските и случајни грешки, резултатите од кластерската анализа беа споредувани со биометриските групи. Резултатите од кластерската анализа беа презентирани графички и тоа систематските и случајни грешки на x и y координатите за секој кластер и паралелно за секоја формула и биометриска група. Така, формулите и биометриските групи кои се најблиску до нултата точка на Графиконот (долниот лев агол) се оние со најниски систематски и случајни грешки.

### 3.4.5. Точност и прецизност според категории на родилна тежина

За да се оцени дали формулите како и комбинацијата на биометриски параметри се исто апликативни во сите категории на родилна тежина подеднакво, параметрите за точност и прецизност беа пресметани за различните категории на родилна тежина и во секоја категорија на родилна тежина, формулите беа рангирани според вкупниот резултат на точност и прецизност, според методот на Меламед (Melamed) (160).

### 3.5. Алгоритам на протоколот на работа



#### **4. СТАТИСТИЧКА ОБРАБОТКА/СТАТИСТИЧКИ МЕТОДИ**

Статистичката обработка на податоците се направи со програмата SPSS for Windows ver. 25 со примена на соодветни статистички методи:

- Дескриптивна статистика за опишување на квантитативните варијабли односно апсолутните и релативните броеви и категориските варијабли;
- Нумеричките податоците се анализира описно со +/- стандардна девијација (SD), максимални и минимални вредности.
- Врз основа на вредностите за бипариетален дијаметар (BPD), циркумференца на глава (HC), абдоминална циркумференца (AC), должина на бутна коска (FL), волуменот од феталната надлактица/натколеница (VolArm/VolTh) од прашалникот беше пресметана феталната тежина според формулите од Табела 2
- Преку споредување на пресметаната фетална тежина и родилната тежина за секоја формула беа пресметани Систематска грешка (MPE), Случајна грешка (MPE-SD), Средна апсолутна грешка (MAE), Средна апсолутна процентуална грешка (MAPE), Pearson коефициентот на корелација и Коефициентот на детерминација  $R^2$  и беше направено рангирање според секој од претходните параметри.
- За да се процени дали некоја комбинација на биометриски параметри на фетусот се подобри од другите, се користеше кластерска анализа при што првин со хиерархиски метод беа утврдени бројот на кластери со помош на scree крива, а потоа со K means алгоритмот за распределување на формулите во хомогени подгрупи според вредностите на систематските и случајни грешки, резултатите од кластерската анализа беа споредувани со биометриските групи.

## 5. РЕЗУЛТАТИ

Истражувањето „Пресметување на феталната тежина со употреба на дводимензионален и тродимензионален ултразвук“ претставува квантитативна аналитичка пресечна студија (cross-sectional study) имплементирана во периодот 12.2017 до 12.2018 година. Со студијата се опфатени сите жени, кои во периодот од интерес за истражувањето, биле породени на одделението за гинекологија и акушерство во ЈЗУ Клиничка болница "Д-р Трифун Пановски" – Битола. Повратната стапка на учество (response rate) во истражувањето изнесува 100%.

### 5.1. Социо-демографски карактеристики на примерокот

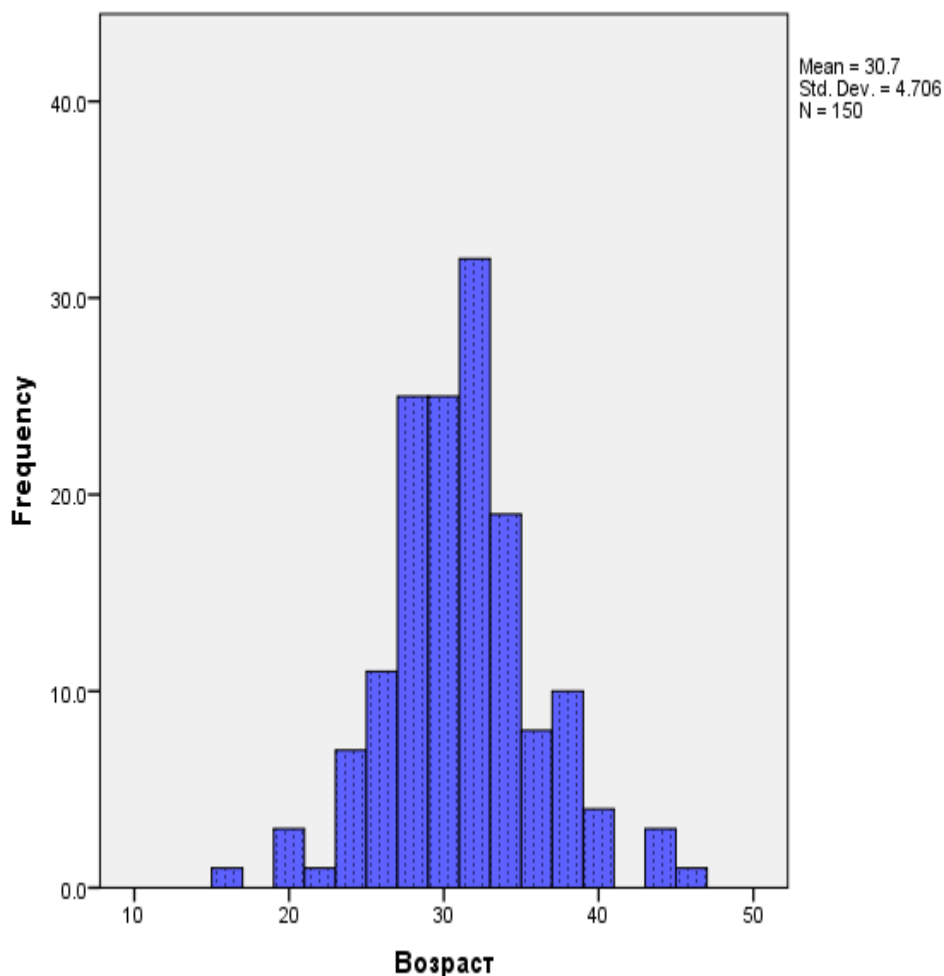
Во однос на социодемографските карактеристики, испитаниците – мајки, во истражувањето се анализирани според возраст, национална припадност, образование, социјален статус, телесна тежина, пушачки статус, хипертензија, дијабетес и гестациска недела на бременоста.

#### 5.1.1. Анализа на примерокот мајки според возраст

Анализата на примерокот – мајки, според возраст на родилките покажа дека просечната возраст на породените жени во истражувањето изнесува  $30.70 \pm 4.706$  години, минималната возраст изнесува 16 години додека максималната возраст 45 години. (Табела 3 и Графикон 1 Дескриптивна анализа на примерокот според возраста.)

Табела 3 Дескриптивна анализа на примерокот според возраста

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Возраст	150	16	45	30.70	4.706
Valid N (listwise)	150				



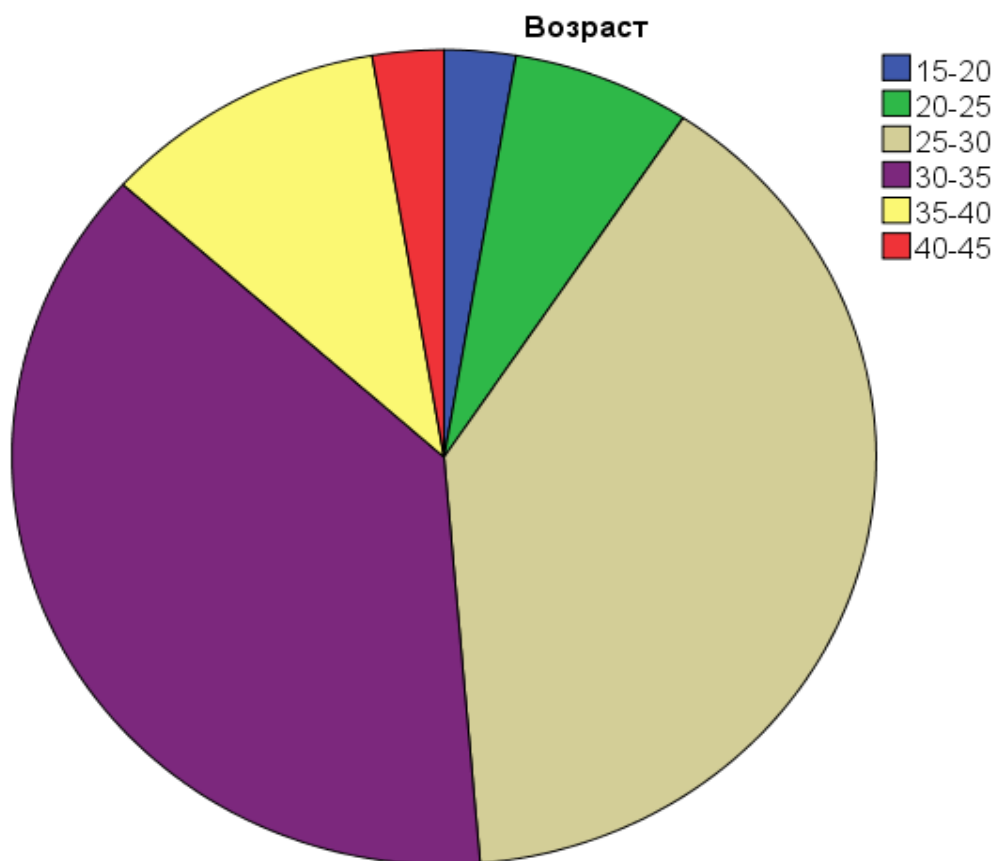
*Графикон 1* Дескриптивна анализа на примерокот според возраста

### **Дистрибуција на примерокот мајки по возрасни категории**

Испитаниците - мајки во примерокот се анализирани и во однос на возрасни категории. Во примерокот најмногубројни се родилките на возраст помеѓу 25-30 години и тоа 59 (39.3%). Втори по застапеност се родилки на возраст помеѓу 30-35 години и тоа 57 (38%), следено со возраст помеѓу 35-40 години и тоа 16 (10.7%), возраст помеѓу 20-25 години и тоа 10 (6.7%) и иста застапеност на родилки има во возрасните групи помеѓу 15-20 години и 40-45 години и тоа по 4 (2.7%). Табеларниот и графичкиот приказ на дескриптивната анализа на дистрибуцијата на породените жени според возраст е претставен во Графикон 2 и Табела 4.

Табела 4: Дистрибуција на примерокот по возрастни категории

Возраст	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
15-20	4	2.7	2.7	2.7
20-25	10	6.7	6.7	9.3
25-30	59	39.3	39.3	48.7
Valid 30-35	57	38.0	38.0	86.7
35-40	16	10.7	10.7	97.3
40-45	4	2.7	2.7	100.0
Total	150	100.0	100.0	



Графикон 2 Дистрибуција на примерокот по возрастни категории

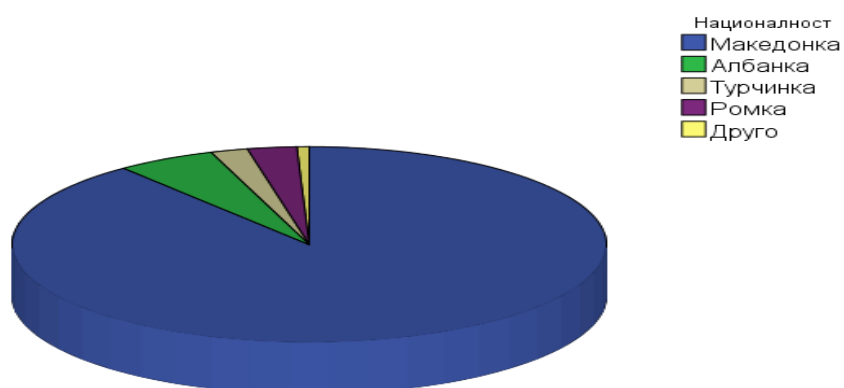
### 5.1.2. Анализа на примерокот мајки според националност

Во однос на националната припадност, породените жени од примерокот се поделени во пет групи и тоа: а) Македонки; б) Албанки; в) Ромки; г) Турчинки; д) Други. Дистрибуцијата на родилките според националната припадност е прикажана на Табела 5 и Графикон 3.

Табела 5 Дескриптивна анализа на примерокот според национална припадност

Националност	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Македонка	133	88.7	89.3	89.3
Албанка	8	5.3	5.4	94.6
Турчинка	3	2.0	2.0	96.6
Ромка	4	2.7	2.7	99.3
Друго	1	.7	.7	100.0
Total	149	99.3	100.0	
Missing System	1	.7		
Total	150	100.0		

Испитаничките од Македонска национална припадност се најзастапени и тоа 133 (88.7%) родилки, втори по застапеност во примерокот се Албанките и тоа 8 (5.3%), следено со Ромки 4 (2.7%), Турчинки 3 (2%) и други 1 (0.7%).



Графикон 3 Дескриптивна анализа на примерокот според национална припадност

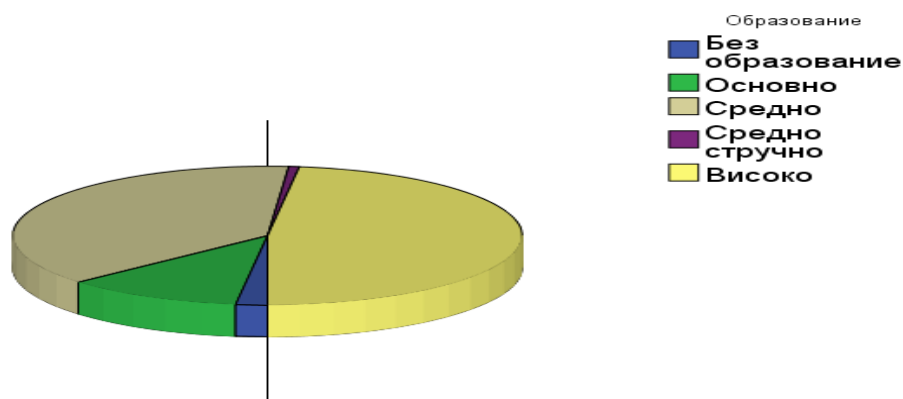
### 5.1.3. Анализа на примерокот мајки според образование

Во рамките на истражувањето, со цел анализа на образованието на мајките од примерокот, испитаничките се поделени во пет групи и тоа: а) без образование; б) основно; в) средно, г) средно стручно и д) високо образование. Дескриптивната анализа на примерокот мајки според степен на образование е прикажана на Табела 6 и Графикон 4

Табела 6 Дескриптивна анализа на примерокот според степен на образование

Образование	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Без образование	3	2.0	2.0	2.0
Основно	17	11.3	11.3	13.3
Средно	57	38.0	38.0	51.3
Средно стручно	1	.7	.7	52.0
Високо	72	48.0	48.0	100.0
Total	150	100.0	100.0	

Во примерокот најмногубројни се оние со високо образование и тоа 72 (48) родилки. Втори по застапеност се родилките со средно образование и тоа 57 (38%), следено со основно образовани 17 (11,3%), без образовани 3 (2%), и средно стручно 1 (0,7%) родилка.



Графикон 4 Дескриптивна анализа на примерокот според степен на образование

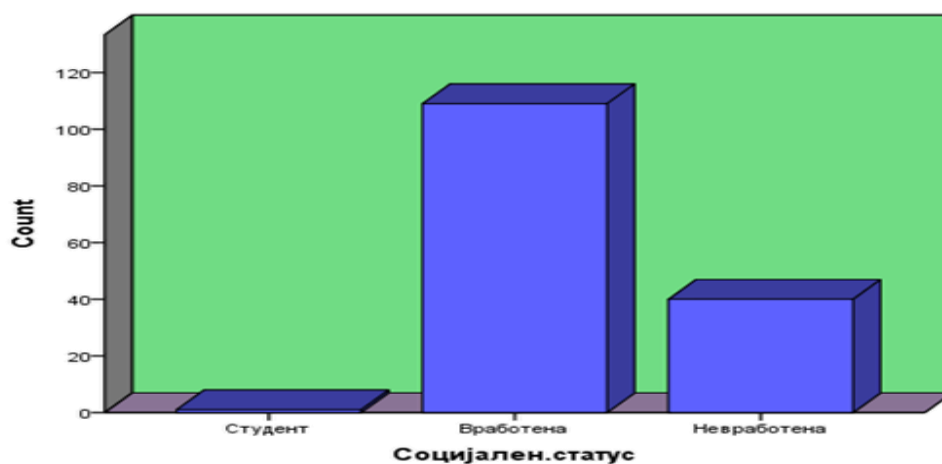
#### 5.1.4. Анализа на примерокот мајки според социјалниот статус

Во рамките на истражувањето за анализира социјалниот статус на породените жени и тие се поделени во три групи и тоа: а) студенти/ученички; б) вработени; в) невработени, како што може да се види од прашалникот. Дескриптивната анализа на примерокот според социјалниот статус на мајката е прикажана во Табела 7 и Графикон 5.

Табела 7 Дескриптивна анализа на примерокот според социјалниот статус на мајката.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Студент	1	.7	.7	.7
Вработена	109	72.7	72.7	73.3
Невработена	40	26.7	26.7	100.0
Total	150	100.0	100.0	

Во примерокот на мајки најмногубројни се вработените и тоа 109 (72.7%) родилки. Втори по застапеност се невработените и тоа 40 (26.7%) родилки, додека само една мајка била студент што одговара на 0.7%.



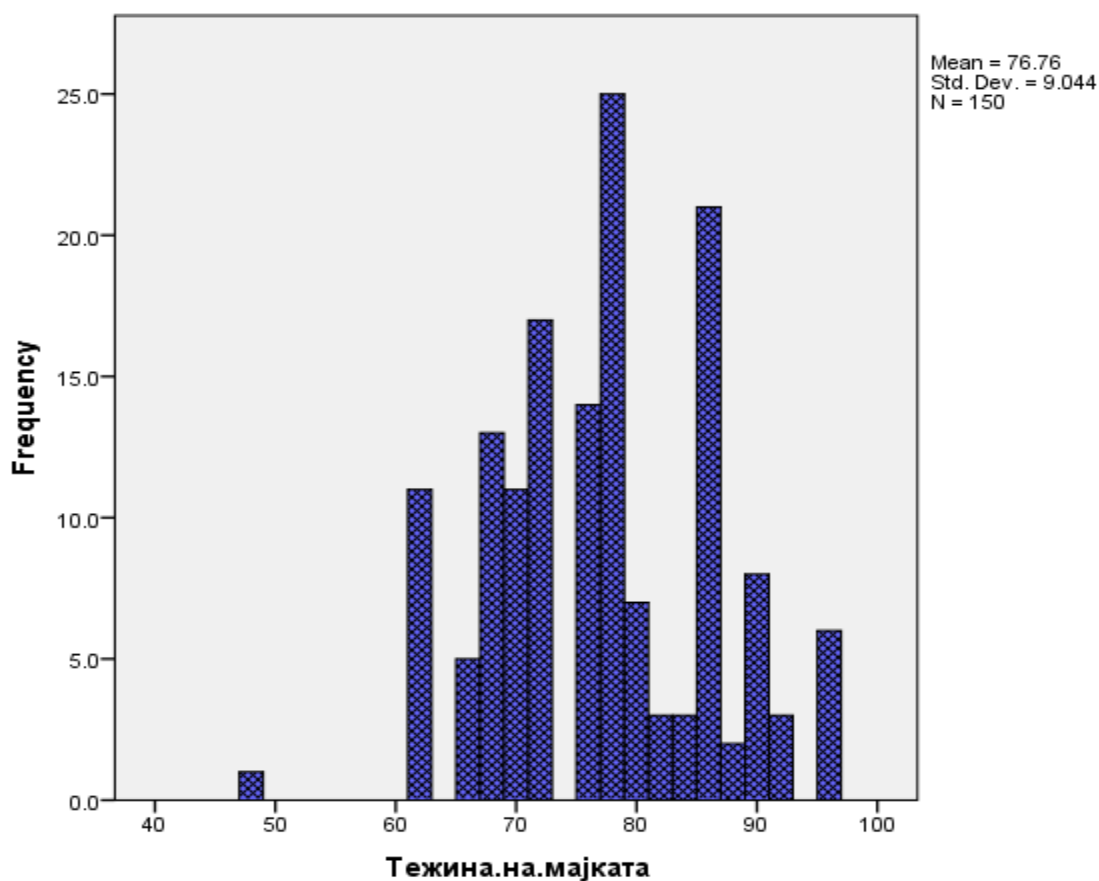
Графикон 5 Дескриптивна анализа на примерокот според социјалниот статус на мајката

### 5.1.5. Анализа на примерокот мајки според телесна тежина

Анализа на примерокот мајки според тежина . Анализата на примерокот мајки во однос на тежината покажа дека просечната тежина на мајката во истражувањето изнесува  $76.76 \pm 9.044$  kg, минималната 48 kg додека максималната тежина изнесува 95 kg. Табеларниот и графичкиот приказ на дескриптивната анализа на породените жени според тежината на мајката е претставен во Табела 8 и Графикон 6

Табела 8 Дескриптивна анализа на примерокот според тежина на мајката

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Тежина.на.мајката	50	48	95	76.76	9.044
Valid N (listwise)	150				



Графикон 6 Дескриптивна анализа на породени жени според тежина на мајката

### 5.1.6. Анализа на примерокот мајки според пушачкиот статус

Анализата на примерокот мајки во однос на пушачкиот статус на мајката покажа дека процентот на мајки пушачки во истражувањето изнесува 29.3% (44). Табеларниот и графичкиот приказ на дескриптивната анализа на породените жени според пушачкиот статус е претставен во Табела 9 и Графикон 7.

Табела 9 Дескриптивна анализа на породени жени пушачи

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Да	44	29.3	29.3	29.3
Valid Не	106	70.7	70.7	100.0
Total	150	100.0	100.0	

Анализата укажа дека 44 жени односно 29.3% пушеле во текот на бременоста.



Графикон 7. Дескриптивна анализа на породени жени пушачи.

### 5.1.7. Анализа на примерокот мајки според хипертензија

Анализата на примерокот мајки во однос на хипертензија на мајката покажа дека процентот на мајки со хипертензија пред породување во истражувањето изнесува 2.7% (4). Табеларниот приказ на дескриптивната анализа на породените жени според хипертензија е претставен во Табела 10.

Табела 10 Жени со хипертензија

		Хипертензија			Cumulative
		Frequency	Percent	Valid Percent	Percent
Valid	Да	4	2.7	2.7	2.7
	Не	146	97.3	97.3	100.0
	Total	150	100.0	100.0	

### 5.1.8. Анализа на примерокот мајки според дијабетес

Анализата на примерокот мајки во однос на дијабетес на мајката покажа дека процентот на мајки со дијабетес во истражувањето изнесува 1.3% (2). Табеларниот приказ на дескриптивната анализа на породените жени со дијабетес е претставен во Табела 11.

Табела 11 Дијабетес

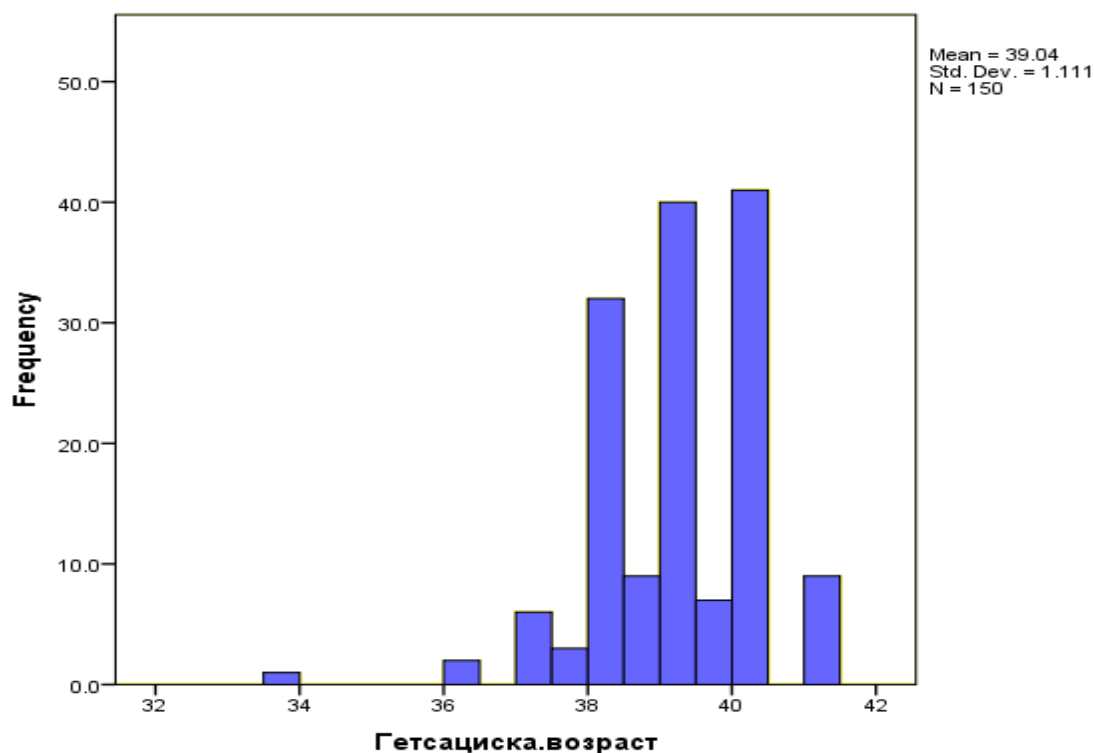
		Дијабетес			Cumulative
		Frequency	Percent	Valid Percent	Percent
Да		2	1.3	1.3	1.3
Не		148	98.7	98.7	100.0
Total		150	100.0	100.0	

### 5.1.9. Анализа на примерокот мајки според гестациска недела

Анализата на примерокот мајки во однос на гестациската недела на бременоста покажа дека просечната гестациска недела на бременоста при породувањето во истражувањето изнесува  $39.04 \pm 1.111$  гестациски недели. Најниската гестациска недела при која е завршена бременоста во примерокот изнесува 34 гестациски недели, додека максималната гестациска недела при која е завршена бременоста во примерокот изнесува 41 гестациска недела. Табеларниот и графичкиот приказ на дескриптивната анализа на породените жени според гестациската недела е претставен во Табела 12 и Графикон 8.

Табела 12 Дескриптивна анализа на примерокот според гестациската недела на бременоста

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Гестациска.возраст	150	34	41	39.04	1.111
Valid N (listwise)	150				



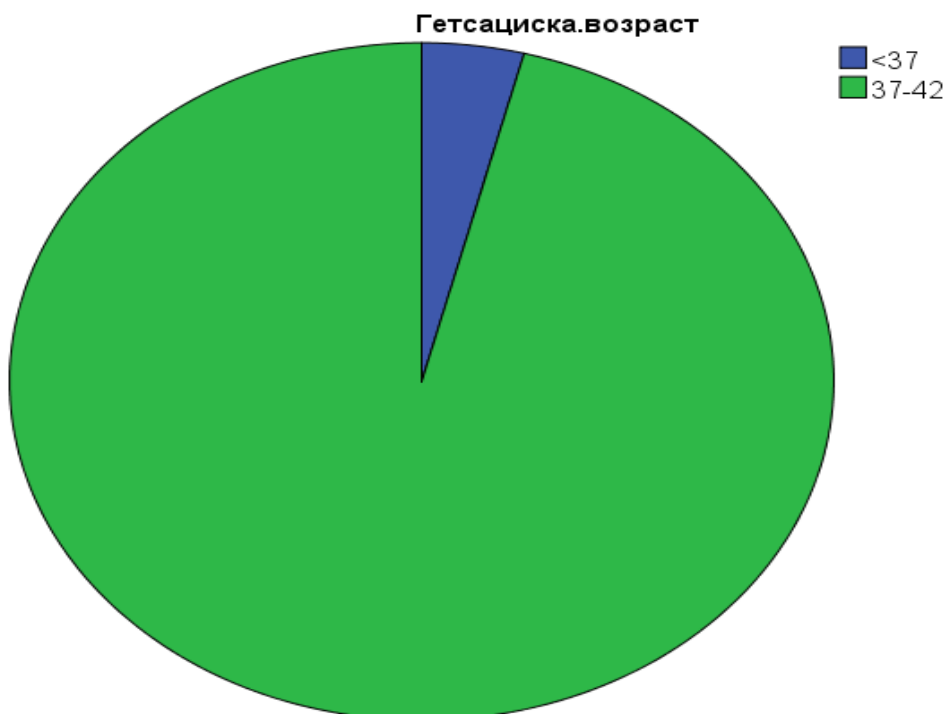
Графикон 8 Дескриптивна анализа на примерокот според гестациска недела на бременоста

### Дистрибуција на примерокот по гестациска возраст

Во испитуваниот примерок најмногубројни се терминските бремености во период од 37 до 42 гестациска недела и тоа 144 (96%) родилки. Само мал дел се претермински бремености пред 37 гестациска недела и тоа 6 (4%) родилки. Табеларниот и графичкиот приказ на дистрибуцијата на породените жени според гестациската возраст е претставен во Табела 13 и Графикон 9.

Табела 13 Дистрибуција на примерокот по гестациски недели

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
<37	6	4.0	4.0	4.0
Valid 37-42	144	96.0	96.0	100.0
Total	150	100.0	100.0	



Графикон 9 Дистрибуција на примерокот по гестациски недели

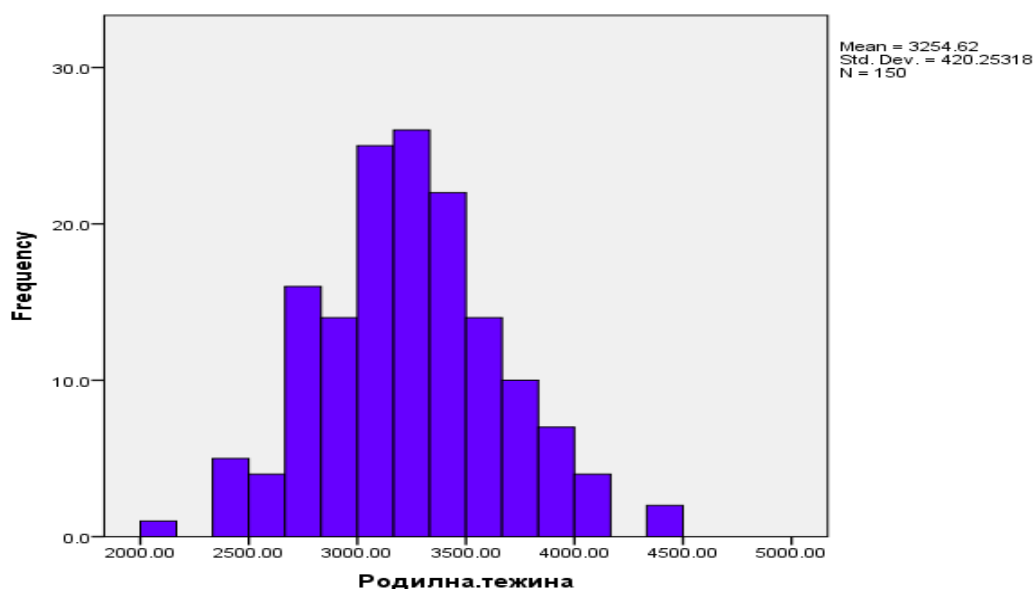
## 5.2. Карактеристики на примерокот според биометриски параметри на плодот

### 5.2.1. Анализа на примерокот според родилна тежина (BW)

Во оваа студија просечната родилна тежина (BW) на фетусот изнесува  $3254.6 \pm 34.31353$  грама, со минимална вредност од 2150.00 грама и максимална вредност од 4500.00 грама. Дескриптивната анализа на примерокот според родилна тежина (BW) е прикажана на Табела 14 и Графикон 10.

Табела 14 Дескриптивна анализа на примерокот според родилна тежина (BW).

	N	Range	Minimu m	Maximu m	Mean		Std. Deviation
	Statisti c	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic
Родилна.тежин а	150	2350.0 0	2150.00	4500.00	3254.620 0	34.3135 3	420.2531 8
Valid N (listwise)	150						



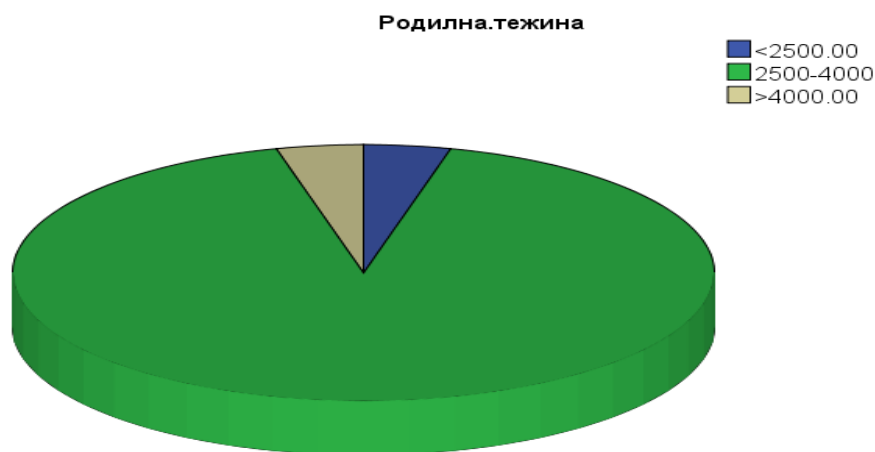
Графикон 10 Дескриптивна анализа на примерокот според родилна тежина (BW).

## Дистрибуција на примерокот по родилна тежина

Новородените во истражувањето беа поделени во 3 групи според родилната тежина и тоа во новородени со тежина <2500 грама, 2500-4000 грама и новородени > од 4000 грама. Во примерокот најмногубројни се новороденчињата со нормална родилна тежина, односно со родилна тежина помеѓу 2500 и 4000 кг и тоа 138 (92%). Само мал дел се со мала родилна тежина односно <2500 kg и тоа 6 (4%) и исто толкав број на новороденчиња има со голема родилна тежина 6 (4%). Табеларниот и графичкиот приказ на дескриптивната анализа дистрибуцијата на породените жени според гестациската недела е претставен во Табела 15 и Графикон 11.

Табела 15: Дистрибуција на примерокот според родилната тежина.

Родилна.тежина	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
<2500	6	4.0	4.0	4.0
Valid 2500-4000	138	92.0	92.0	96.0
>4000	6	4.0	4.0	100.0
Total	150	100.0	100.0	



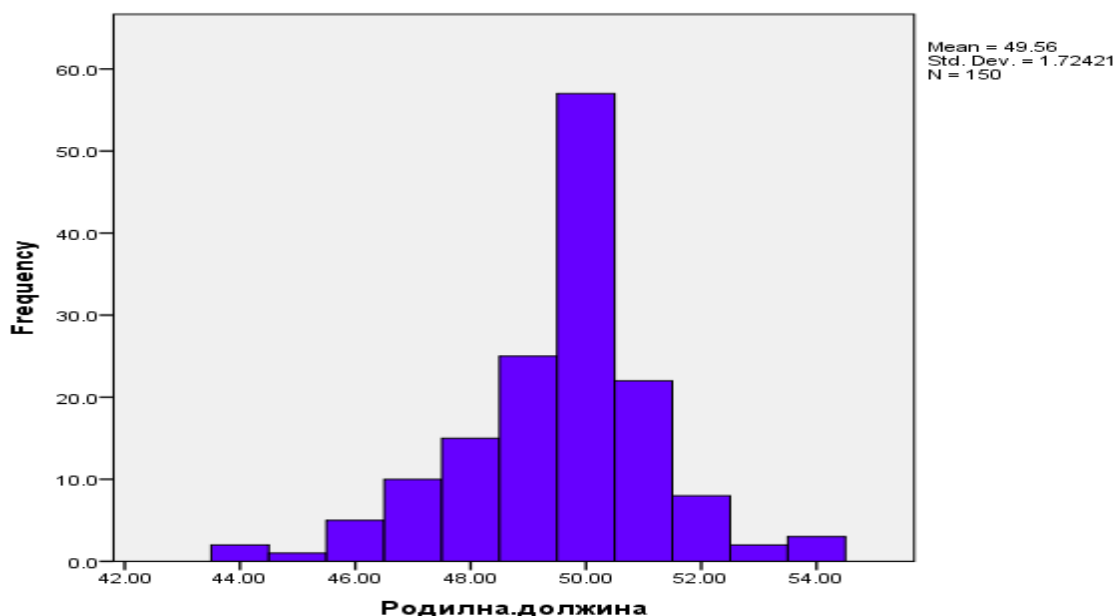
Графикон 11: Дистрибуција на примерокот според родилната тежина.

### 5.2.2. Анализа на примерокот според родилна должина (BL)

Анализата на родилна должина (BL) на новородените покажа дека просечниот родилна должина во истражувањето изнесува  $49.5600 \pm 1.72421$  mm со, минимална вредност од 44.00 mm и максимална вредност од 54.00 mm. Дескриптивната анализа на примерокот според родилната должина (BL) е прикажана на Табела 16 и Графикон 12.

Табела 16 Дескриптивна анализа на примерокот според родилна должина (BL).

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic
Родилна должина на Valid N (listwise)	150	10.00	44.00	54.00	49.5600	.14078	1.72421



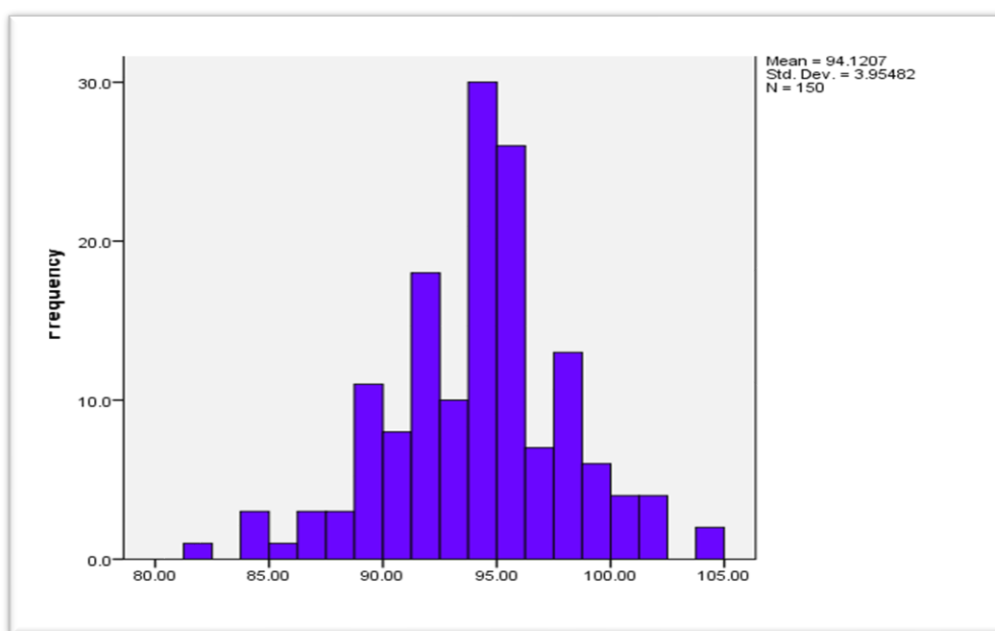
Графикон 12 Дескриптивна анализа на примерокот според родилна должина (BL)

### 5.2.3. Анализа на примерокот според бипариетален дијаметар (BPD)

Резултатите од истражувањето покажаа дека просечниот бипариетален дијаметар на фетусот во истражувањето изнесува  $94.1207 \pm 3.95482$  mm со, минимална вредност од 82.20 mm и максимална вредност од 104.00 mm. Дескриптивната анализа на примерокот според бипариеталниот дијаметар на фетусот (BPD) е прикажана на Табела 17 и Графикон 13.

Табела 17 Дескриптивна анализа на примерокот според бипариеталниот дијаметар на фетусот (BPD).

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic
BPD	150	21.80	82.20	104.00	94.1207	.32291	3.95482
Valid N (listwise)	150						



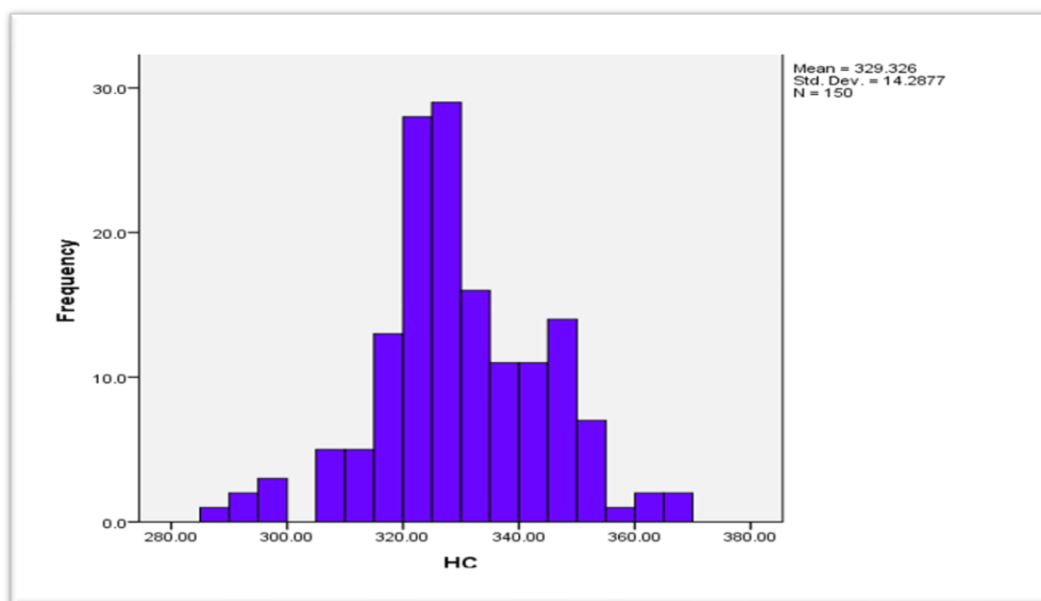
Графикон 13 Дескриптивна анализа на примерокот според бипариеталниот дијаметар на фетусот (BPD).

### 5.2.4. **Анализа на примерокот според циркумференца на глава на фетусот (НС)**

Истражувањето покажа дека просечниот циркумференца на глава на фетусот (НС) изнесува  $329.3260 \pm 14.28770$  mm со минимална вредност од 288.00 mm и максимална вредност од 365.00 mm. Дескриптивната анализа на примерокот според циркумференца на глава на фетусот (НС) е прикажана на Табела 18 и Графикон 14.

*Табела 18 Дескриптивна анализа на примерокот според циркумференца на глава на фетусот (НС).*

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic
НС	150	77.00	288.00	365.00	329.3260	1.16659	14.28770
Valid N (listwise)	150						



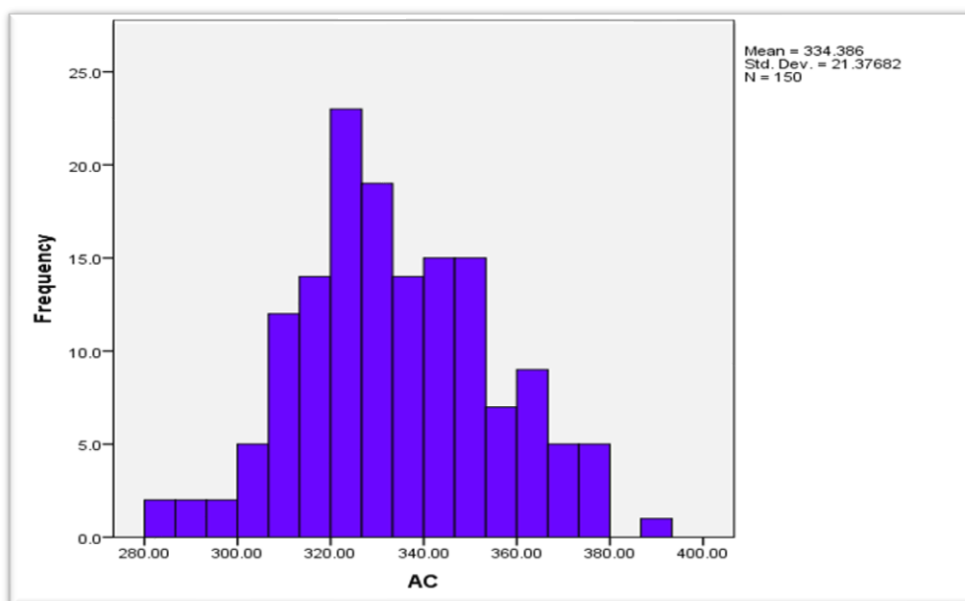
*Графикон 14 Дескриптивна анализа на примерокот според циркумференца на глава на фетусот (НС).*

### 5.2.5. Анализа на примерокот според абдоминална циркумференца на фетусот (АС)

Просечната абдоминална циркумференца на фетусот (АС) во истражувањето изнесува  $334.3860 \pm 21.37682$  mm со, минимална вредност од 283.00 mm и максимална вредност од 393.00 mm. Дескриптивната анализа на примерокот според абдоминална циркумференца на фетусот (АС) е прикажана на Табела 19 и Графикон 15.

Табела 19 Дескриптивна анализа на примерокот според абдоминална циркумференца на фетусот (АС).

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic
AC	150	110.00	283.00	393.00	334.3860	1.74541	21.37682
Valid N (listwise)	150						



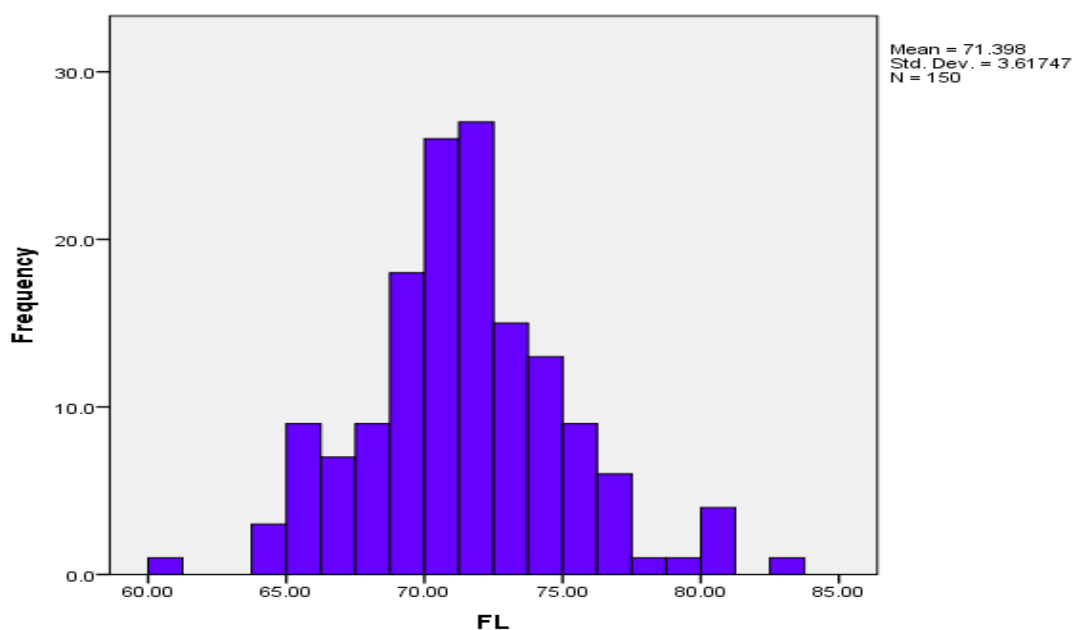
Графикон 15 Дескриптивна анализа на примерокот според абдоминална циркумференца на фетусот (АС).

### 5.2.6. Анализа на примерокот според должина на фемур на фетусот (FL)

Просечниот должина на бутната коска на фетусот (FL) во истражувањето изнесува  $71.3980 \pm 3.61747$  mm, со минимална вредност од 61.00 mm и максимална вредност од 82.60 mm. Дескриптивната анализа на примерокот според должина на фемур на фетусот (FL) е прикажана на Табела 20 и Графикон 16.

Табела 20 Дескриптивна анализа на примерокот според должина на бутна коска на фетусот (FL).

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic
FL	150	21.60	61.00	82.60	71.3980	.29537	3.61747
Valid N (listwise)	150						



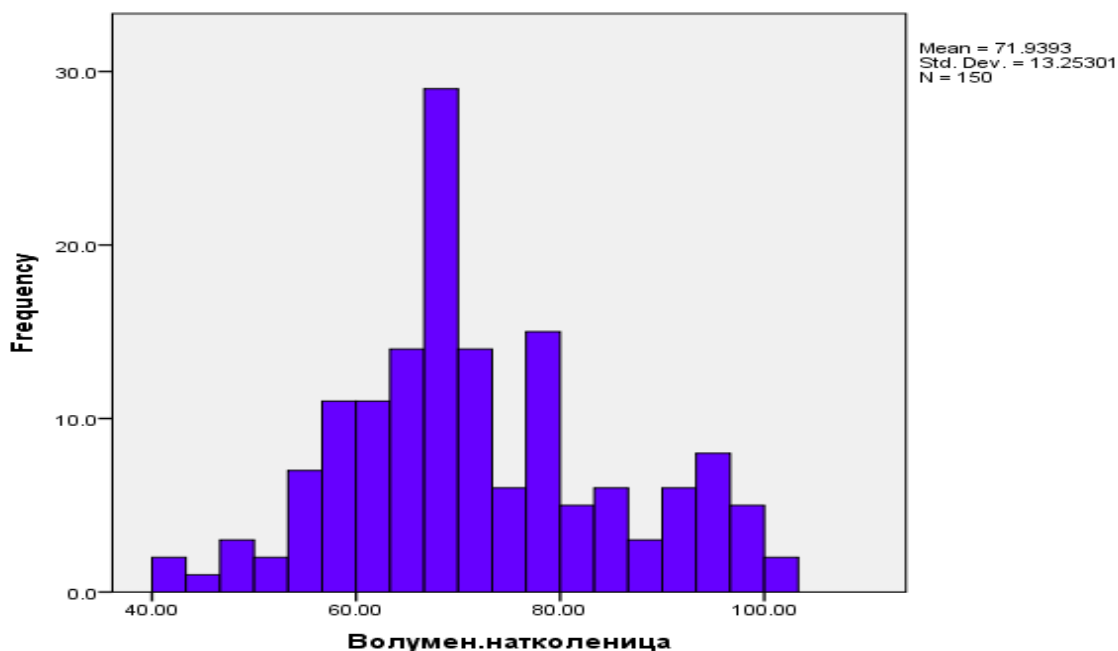
Графикон 16 Дескриптивна анализа на примерокот според должина на фемур на фетусот (FL)

### 5.2.7. Анализа на примерокот според волумен на натколеница (VolTh)

. Анализата на волуменот на натколеница (VolTh) покажа дека просечниот волумен на натколеница во истражувањето изнесува  $71.9393 \pm 13.25301$  mm со, минимална вредност од 40.65 mm и максимална вредност од 102.27 mm. Дескриптивната анализа на примерокот според волумен на натколеница е прикажана на Табела 21 и Графикон 17.

Табела 21 Дескриптивна анализа на примерокот според волумен на натколеница (VolTh)

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic
Волумен.натколеница	150	61.62	40.65	102.27	71.9393	1.08210	13.25301
Valid N (listwise)	150						



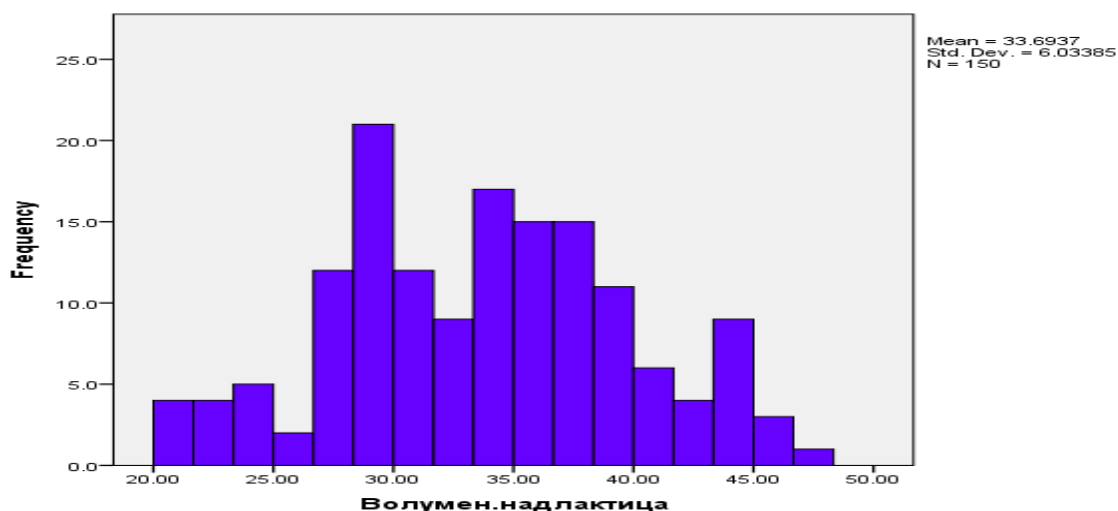
Графикон 17 Дескриптивна анализа на примерокот според волумен на натколеница (VolTh)

### 5.2.8. Анализа на примерокот според волумен на надлактица (VoIA)

Анализата на волуменот на надлактица (VoIA) покажа дека просечниот волумен на надлактица (VoIA) на фетусот во истражувањето изнесува  $33.6937 \pm 6.03385$  mm, со минимална вредност од 20.22 mm и максимална вредност од 46.67 mm. Дескриптивната анализа на примерокот според волумен на надлактица (VoIA) е прикажана на Табела 22 и Графикон 18.

Табела 22 Дескриптивна анализа на примерокот според волумен на надлактица (VoIA).

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic
Волумен.надлактица Valid N (listwise)	150	26.46	20.22	46.67	33.6937	.49266	6.03385



Графикон 18 Дескриптивна анализа на примерокот според волумен на надлактица (VoIA)

### 5.3. Компаративна анализа на различните формули за пресметување на феталната тежина

#### 5.3.1. Пресметување на точноста на формулите.

Со сите формули е пресметана феталната тежина за секој плод во зависност од биометриските параметри и е направена споредба со родилната тежина по што беа пресметани систематската грешка, случајната грешка, средната апсолутна процентуална грешка, Пирсоновиот коефициентот на корелација и коефициент на детерминација  $R^2$  прикажани во Табела 24.

Анализата на примерокот по однос на **систематската грешка (MPE)** покажа дека формулата по Waseem1.AC(148) има најголема систематска грешка, додека формула со најмала систематска грешка е формулата по Nadlock2.AC.F L.BPD(117).

Анализата по примерокот по однос на **случајната грешка (MPE-SD)** покажа дека формулата по Lee.AC.BPD.Tvol (158) има најголема случајна грешка, додека формула со најмала случајна грешка е формулата по Waseem1.AC (148).

Формулата по Waseem2.AC.BPD(148) има најголема **средна апсолутна грешка (MAE)**, додека формулата по Waseem1.AC (148) има најмала средна процентуална грешка.

Во однос на **средна апсолутна процентуална грешка (MAPE)**, формулите се прикажани во Табела 23, формулата бр. 12 Waseem3 (148) има најголема 30.08, додека формулата бр. 6, Waseem1 (148) има најмала средна апсолутна процентуална грешка 1.94. Првите 10 формули рангирани во однос на MAPE се: 6, Waseem1 (148); 50, Lee (157); 41, Bennini (156); 16, Thurnau (150); 11, Warsof (115); 27, Shinozuka (153); 34, Combs (107); 49, Lee.AC (157); 32, Bennini (156); 15, Merz (147) со резултати за MAPE соодветно 1.94, 4.42, 4.51, 4.79, 4.84, 5.22, 5.46, 5.50, 5.54, 5.63.

Табела 23 Средна апсолутна процентуална грешка (MAPE)

Реден број на формула	Формула	Биометриска Група	Биометриски параметри	MAPE
6	Waseem1 (146)	1	AC	1.94
50	Lee (157)	12	AC.BPD.T Vol	4.42
41	Bennini (154)	10	TVol	4.51

16	Thurnau (150)	4	AC.BPD	4.79
11	Warsof (115)	3	AC.FL	4.84
27	Shinozuka (153)	6	AC.FL.BPD	5.22
34	Combs (107)	7	AC.FL.HC	5.46
49	Lee.AC (157)	12	AC.TVol	5.50
32	Bennini (154)	6	AC.FL.BPD	5.54
15	Merz (145)	4	AC.BPD	5.63
3	Jordaan (116)	1	AC	5.69

52	Lee (157)	12	AC.BPD.A Vol	5.73
42	Chang (134)	10	TVol	5.76
51	Lee (157)	12	AC.AVol	5.76
35	Ott (155)	7	AC.FL.HC	5.81
47	Liang (140)	11	AVol	6.12
33	Hadlock3 (118)	7	AC.FL.HC	6.15
30	Hadlock2 (118)	6	AC.FL.BP D	6.16
38	Hadlock4 (118)	9	BPD.HC.A C.FL	6.18
29	Woo (147)	6	AC.FL.BP D	6.24
22	Woo(149)	4	AC.BPD	6.53
17	Jordaan(116)	4	AC.BPD	6.63
1	Campbell (146)	1	AC	6.72
9	Hadlock1(118)	3	AC.FL	6.77
43	Schild(83)	10	TVol	6.80
36	Weiner (152)	7	AC.FL.HC	6.84
18	Hadlock (117)	4	AC.BPD	6.88
26	Hsieh (151)	6	AC.FL.BP D	6.89
28	Waseem4 (146)	6	AC.FL.BP D	6.91
19	Hsieh (151)	4	AC.BPD	7.07
24	Hadlock (117)	5	AC.HC	7.14

7	Warsof (115)	1	AC	7.19
20	Warsof (115)	4	AC.BPD	7.26
44	Srisantiroj (158)	10	TVol	7.27
40	Lee (157)	10	TVol	7.45
14	Shepard (149)	4	AC.BPD	7.54
25	Jordaan (116)	5	AC.HC	7.61
8	Warsof (115)	2	FL	7.63
2	Hadlock (117)	1	AC	7.64
37	Jordaan (116)	8	AC.HC.BP D	7.66
10	Woo (147)	3	AC.FL	7.76
39	Lee(158)	10	TVol	7.81
48	Vieira (159)	11	AVol	8.00
46	Lee (157)	11	AVol	8.45
13	Vintzileos (148)	4	AC.BPD	8.56
21	Waseem2 (146)	4	AC.BPD	9.14
23	WeinerII (152)	5	AC.HC	9.45
45	Lee (156)	11	AVol	9.64
4	Higginbottom (114)	1	AC	9.92
5	Merz (145)	1	AC	9.92
31	Hadlock (117)	6	AC.FL.BP D	14.39
12	Waseem3(148)	3	AC.FL	30.08

**Person коефициентот на корелација** на пресметаната фетална тежина се покажа најмал за формулата по Waseem1.AC, додека највисок кај формулата Lee.AC.TVol

**Коефициент на детерминација R<sup>2</sup>** на пресметаната фетална тежина се покажа најмал за формулата по Hadlock.AC.FL.BPD, додека највисок кај формулата Lee.AC.Tvol.

Според добиените резултати на параметрите на точност не е возможно да се изврши изврши рангирање по точност само врз основа на еден параметар бидејќи се добиваат контрадикторни резултати. Само за пример ако се земе формулата бр. 6. Waseem1 (145).AC има најголема систематска грешка -68.02 додека најмала случајна 3,99, средна апсолутна 19,49 и средна апсолутна процентуална грешка 1,94 и најмал степен на корелација со родилната тежина 0,16 или пак формулата со реден број 41, Bennini (153), 10, TVol, има голема систематска грешка-39.60 додека случајната грешка е мала 5.30, како и MAPE=4.51.

Затоа, поединечно ниту еден од овие параметри на точност не може да послужи за одредување на точноста и прецизноста на некоја од формулите за калкулација на

феталната тежина. Поради ваквиот наод при споредба на точноста на формулите кои се користат за калкулација на феталната тежина во оваа истражување се користи методот на Melamed (159).

*Табела 24 Параметри на точноста на формулите*

Реден број на формула	Формула	Биометриска Група	Биометриски параметри	Систематска грешка	Случајна грешка	MAPE	MAE	Pearson Correlation	R squared
1	Campbell (144)	1	AC	-1.79	8.80	6.72	207.32	.765**	0.58
2	Hadlock (117)	1	AC	-0.73	9.50	7.64	238.86	.770**	0.59
3	Jordaan (116)	1	AC	-8.96	7.70	5.69	164.71	.773**	0.60
4	Higginbottom (114)	1	AC	-5.33	11.62	9.92	296.83	.774**	0.61
5	Merz (145)	1	AC	16.02	14.25	9.92	363.77	.774**	0.61
6	Waseem1 (146)	1	AC	-68.02	3.99	1.94	19.49	.160*	0.14
7	Warsof (115)	1	AC	3.18	9.65	7.19	232.13	.759**	0.58
8	Warsof (115)	2	FL	-2.74	12.00	7.63	233.93	.495**	0.29
9	Hadlock1 (118)	3	AC.FL	-2.21	8.44	6.77	211.19	.808**	0.66
10	Woo (147)	3	AC.FL	11.17	10.40	7.76	273.27	.805**	0.65
11	Warsof (115)	3	AC.FL	-64.75	14.80	4.84	146.85	.627**	0.43
12	Waseem3 (146)	3	AC.FL	-2.46	9.52	30.08	309.29	.750**	0.59
13	Vintzileos (148)	4	AC.BPD	7.77	11.21	8.56	293.92	.796**	0.63
14	Shepard (149)	4	AC.BPD	10.23	10.30	7.54	263.47	.793**	0.63
15	Merz (145)	4	AC.BPD	6.92	8.46	5.63	189.99	.803**	0.64
16	Thurnau (150)	4	AC.BPD	-16.08	6.72	4.79	127.75	.790**	0.63
17	Jordaan (116)	4	AC.BPD	1.52	8.53	6.63	214.81	.806**	0.65
18	Hadlock (117)	4	AC.BPD	-16.08	6.72	6.88	222.88	.801**	0.64
19	Hsieh (151)	4	AC.BPD	1.52	8.92	7.07	228.16	.802**	0.64
20	Warsof (115)	4	AC.BPD	-2.45	8.85	7.26	224.92	.796**	0.64
21	Waseem2 (146)	4	AC.BPD	43.75	15.80	9.14	410.13	.802**	0.64
22	Woo (147)	4	AC.BPD	-7.69	7.75	6.53	189.70	.800**	0.65
23	WeinerII (152)	5	AC.HC	-18.71	9.34	9.45	244.38	.735**	0.54
24	Hadlock(117)	5	AC.HC	-3.28	8.50	7.14	217.47	.806**	0.64
25	Jordaan(116)	5	AC.HC	1.01	9.93	7.61	247.19	.740**	0.55
26	Hsieh(153)	6	AC.FL.BPD	1.25	8.64	6.89	218.05	.810**	0.66
27	Shinozuka(155)	6	AC.FL.BPD	1.35	7.32	5.22	166.68	.838**	0.70
28	Waseem4(148)	6	AC.FL.BPD	-20.57	9.34	6.91	172.00	.453**	0.21
29	Woo (147)	6	AC.FL.BPD	0.33	7.97	6.24	196.94	.821**	0.67
30	Hadlock2 (118)	6	AC.FL.BPD	-0.20	7.65	6.16	194.70	.840**	0.71
31	Hadlock (117)	6	AC.FL.BPD	-48.05	10.53	14.39	239.44	.388**	0.11
32	Bennini (154)	6	AC.FL.BPD	-1.48	7.28	5.54	173.53	.838**	0.70
33	Hadlock3 (118)	7	AC.FL.HC	-3.54	7.42	6.15	187.94	.844**	0.72
34	Combs (107)	7	AC.FL.HC	-4.61	6.86	5.46	163.67	.846**	0.72
35	Ott (155)	7	AC.FL.HC	-2.84	7.16	5.81	177.28	.845**	0.71
36	Weiner (152)	7	AC.FL.HC	-12.78	7.44	6.84	188.27	.841**	0.71

37	Jordaan (116)	8	AC.HC.BPD	-1.65	9.25	7.66	240.68	.798**	0.66
38	Hadlock4 (118)	9	BPD.HC.AC.FL	-1.72	7.45	6.18	191.80	.847**	0.71
39	Lee (156)	10	TVol	-4.62	9.54	7.81	239.12	.750**	0.56
40	Lee (157)	10	TVol	-5.76	9.08	7.45	224.07	.751**	0.56
41	Bennini (154)	10	TVol	-39.60	5.30	4.51	87.87	.750**	0.56
42	Chang (134)	10	TVol	-16.67	7.28	5.76	154.91	.750**	0.56
43	Schild (83)	10	TVol	-42.39	5.30	6.80	126.07	.750**	0.56
44	Srisantiroj (158)	10	TVol	-3.89	9.17	7.27	224.76	.750**	0.56
45	Lee (156)	11	AVol	-1.51	12.42	9.64	295.52	.613**	0.38
46	Lee (157)	11	AVol	-0.71	11.75	8.45	260.57	.608**	0.37
47	Liang (140)	11	AVol	-28.59	7.67	6.12	138.55	.613**	0.38
48	Vieira (159)	11	AVol	-33.82	7.61	8.00	166.27	.613**	0.38
49	Lee.AC (157)	12	AC.TVol	-8.88	6.68	5.50	159.26	.854**	0.77
50	Lee (157)	12	AC.BPD.TVol	25.56	26.14	4.42	175.04	-.775**	0.61
51	Lee (157)	12	AC.AVol	-6.07	7.78	5.76	171.76	.805**	0.68
52	Lee (157)	12	AC.BPD.AVol	-5.19	7.32	5.73	171.75	.825**	0.68

### 5.3.2. Рангирање на формулите според точноста

За да се утврди точноста на формулите во ова истражување беше користена методологијата на Melamed (159) при што е земена во предвид комбинацијата на систематска грешка (MPE) и случајната грешка (MPE-SD), поради што прво формулите беа рангирани од 1 најмала грешка (најдобра формула) до 52 најголема грешка (најлоша формула) за систематските грешки, а потоа и за случајните грешки. Формулите, прво беа рангирани по растечки редослед, врз основа на апсолутната вредност од MPE и беа бодирани, а потоа врз основа на MPE-SD и повторно беа бодирани и тоа со бод 1 што укажува на најмала грешка и бод 52 што укажува на најголема грешка. Потоа се пресметуваше збирот од двата ранг бода за апсолутната вредност од MPE и MPE-SD, соодветно и врз основа на вкупниот резултат беа рангирани сите формули и тоа со најнизок резултат беше рангирана најдобрата формула што значи дека колку е понизок резултатот, толку е поточна и попрецизна формулата. Рангирањето е прикажано на Табела 25.

Позитивната вредност на MPE означува поголема пресметана тежина во однос на родилната тежина, додека негативната вредност означува помала пресметана тежина во однос на родилната тежина. MPE-SD е индикатор за случајна грешка при мерењето односно претставува мерка за прецизност.

Како што се гледа од систематската грешка претставена на Табела 24 со некои формули се пресметуваат поголеми фетални тежини, со некои формули се пресметуваат поголеми фетални тежини (на пример, формули 5, 7, 10, 13, 14, 15, 17, 19, 21, 25, 26, 27, 29, 50), додека со други се пресметуваат пониски тежини (на пример, формулите 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 16, 18, 20, 22, 23, 24, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52. Формулите 30. Nadlock2 (118), 29.Woo (146), 46. Lee1. Avol (156) и 2.Nadlock (117) беа единствените формули за кои систематската грешка не беше значително различна од 0 (Табела 25) и беше значително пониска од систематската грешка за сите други формули ( $P < .001$ ) меѓутоа поради релативно повисоката случајна грешка се најдоа подолу на ранг листата.

Кај повеќето формули кои се базираат на 3 или 4 биометриски параметри се добија подобри резултати во однос на формулите кои се базирани на 1 или 2 биометриски параметри.

На Табела 25 се прикажани формулите рангирани според вкупниот резултат на точност и прецизност. Првите девет формули со највисоки оценки 32, Беннин и (153); 30, Хадлоцк2 (118); 27, Схинозука (152); 29, Woo (146); 35, Отт (154); 38, Хадлоцк4 (118); 34, Цомбс (107); 26, Хсиех (150); 33, Хадлоцк3 (118) припаѓаат на групите на формули 6, 7 и 9, кои се базираат на 3 или 4 биометриски параметри на фетусот, додека формулите кои се базираат само на 1 или 2 биометриски параметри на фетусот имаат најниски оценки. Првите четири формули во оваа ранг листа припаѓаат на иста биометриска група AC.FL.BPD што значи исти биометриски параметри се вклучени во пресметувањето на феталната тежина.

*Табела 25 Ранг листа на точност и прецизност*

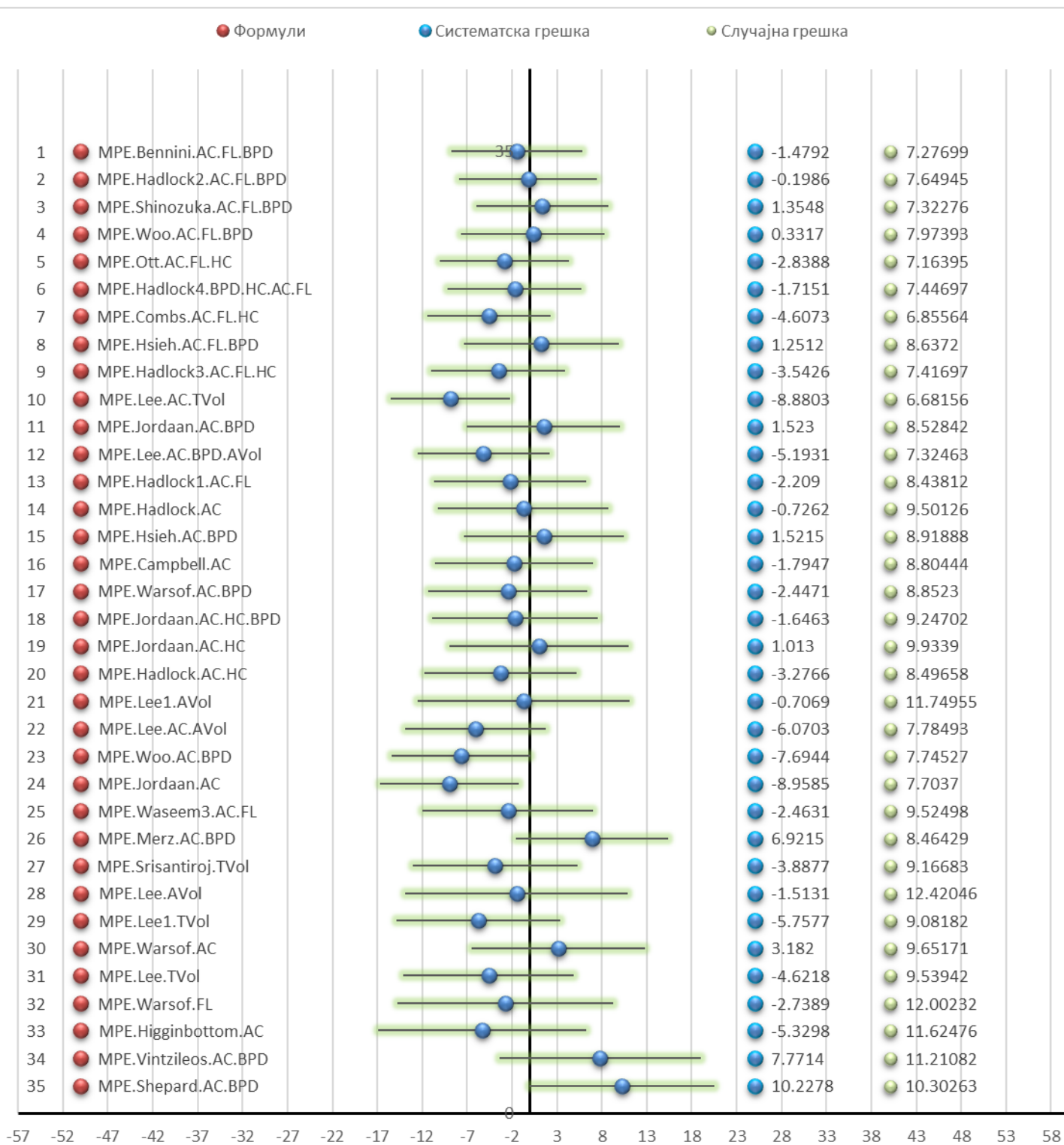
Реден број на формула	Формула	Биометриска Група	Биометриски параметри	Систематска грешка	Случајна грешка	Апсолутна систематска грешка	Бод на Апсолутна Систематска грешка	Бод на случајна грешка	Рангирање
32	Bennini (154)	6	AC.FL.BPD	-1.48	7.28	1.48	8	9	17
30	Hadlock2 (118)	6	AC.FL.BPD	-0.20	7.65	0.20	1	17	18
27	Shinozuka (153)	6	AC.FL.BPD	1.35	7.32	1.35	7	11	18
29	Woo (147)	6	AC.FL.BPD	0.33	7.97	0.33	2	22	24
35	Ott (155)	7	AC.FL.HC	-2.84	7.16	2.84	19	8	27
38	Hadlock4 (118)	9	BPD.HC.AC.FL	-1.72	7.45	1.72	13	15	28
34	Combs (107)	7	AC.FL.HC	-4.61	6.86	4.61	24	7	31
26	Hsieh (151)	6	AC.FL.BPD	1.25	8.64	1.25	6	27	33
33	Hadlock3 (118)	7	AC.FL.HC	-3.54	7.42	3.54	22	13	35

17	Jordaan (116)	4	AC.BPD	1.52	8.53	1.52	11	26	37
49	Lee.AC (157)	12	AC.TVol	-8.88	6.68	8.88	33	4	37
9	Hadlock1 (118)	3	AC.FL	-2.21	8.44	2.21	15	23	38
52	Lee (157)	12	AC.BPD.AVo I	-5.19	7.32	5.19	26	12	38
2	Hadlock (117)	1	AC	-0.73	9.50	0.73	4	36	40
19	Hsieh (151)	4	AC.BPD	1.52	8.92	1.52	10	30	40
1	Campbell (144)	1	AC	-1.79	8.80	1.79	14	28	42
16	Thurnau (150)	4	AC.BPD	-16.08	6.72	16.08	39	5	44
25	Jordaan (116)	5	AC.HC	1.01	9.93	1.01	5	40	45
37	Jordaan (116)	8	AC.HC.BPD	-1.65	9.25	1.65	12	33	45
20	Warsof (115)	4	AC.BPD	-2.45	8.85	2.45	16	29	45
24	Hadlock (117)	5	AC.HC	-3.28	8.50	3.28	21	25	46
18	Hadlock (117)	4	AC.BPD	-16.08	6.72	16.08	40	6	46
46	Lee (157)	11	AVol	-0.71	11.75	0.71	3	46	49
41	Bennini (154)	10	TVol	-39.60	5.30	39.60	47	2	49
51	Lee (157)	12	AC.AVol	-6.07	7.78	6.07	29	21	50
22	Woo (147)	4	AC.BPD	-7.69	7.75	7.69	31	20	51
36	Weiner (152)	7	AC.FL.HC	-12.78	7.44	12.78	37	14	51
42	Chang (134)	10	TVol	-16.67	7.28	16.67	41	10	51
43	Schild (83)	10	TVol	-42.39	5.30	42.39	48	3	51
3	Jordaan (116)	1	AC	-8.96	7.70	8.96	34	19	53
12	Waseem3 (146)	3	AC.FL	-2.46	9.52	2.46	17	37	54
15	Merz (145)	4	AC.BPD	6.92	8.46	6.92	30	24	54
6	Waseem1 (146)	1	AC	-68.02	3.99	68.02	53	1	54
44	Srisantiroj (158)	10	TVol	-3.89	9.17	3.89	23	32	55
45	Lee (156)	11	AVol	-1.51	12.42	1.51	9	48	57
7	Warsof (115)	1	AC	3.18	9.65	3.18	20	39	59
40	Lee (157)	10	TVol	-5.76	9.08	5.76	28	31	59
48	Vieira (159)	11	AVol	-33.82	7.61	33.82	46	16	62
39	Lee (156)	10	TVol	-4.62	9.54	4.62	25	38	63
47	Liang (140)	11	AVol	-28.59	7.67	28.59	45	18	63
8	Warsof (115)	2	FL	-2.74	12.00	2.74	18	47	65
4	Higginbottom (114)	1	AC	-5.33	11.62	5.33	27	45	72
13	Vintzileos (148)	4	AC.BPD	7.77	11.21	7.77	32	44	76
14	Shepard (149)	4	AC.BPD	10.23	10.30	10.23	35	41	76
23	WeinerII (152)	5	AC.HC	-18.71	9.34	18.71	42	35	77
28	Waseem4 (146)	6	AC.FL.BPD	-20.57	9.34	20.57	43	34	77
10	Woo (147)	3	AC.FL	11.17	10.40	11.17	36	42	78
5	Merz (145)	1	AC	16.02	14.25	16.02	38	49	87
31	Hadlock (117)	6	AC.FL.BPD	-48.05	10.53	48.05	50	43	93
50	Lee (157)	12	AC.BPD.TVo I	25.56	26.14	25.56	44	53	97
21	Waseem2 (146)	4	AC.BPD	43.75	15.80	43.75	49	52	101
11	Warsof (115)	3	AC.FL	-64.75	14.80	64.75	51	50	101

Понатаму од обработката беа исклучени оние формули со чија што употреба беа добиени резултати кои имаа поголема систематска грешка од 10%. Тие формули се прикажани во Табела 26. Врз основа на точноста добиена според методот на Melamed (159) од преостанатите формули беше конструиран forest plot (Графикон 19) каде визуелно јасно се рангирани формулите во зависност од нивната систематска и случајна грешка. Првите 4 формули им припаѓаат на иста биометриска група (AC,FL,BPD), додека првите девет формули им припаѓаат на биометриските групи со по 3-4 биометриски параметри. Првата формула со вклучен 3D биометриски параметар се наоѓа на десеттото место од оваа ранг листа, а тоа е формулата по Lee.

Табела 26 Формули со систематска грешка поголема од 10%

Реден број на формула	Формула	Биометриска Група	Биометриски параметри	Систематска грешка	Случајна грешка	Апсолутна систематска грешка	Бод на Апсолутна Систематска грешка	Бод на случајна грешка	Рангирање
14	Shepard (149)	4	AC,BPD	10.23	10.30	10.23	35	41	76
10	Woo (147)	3	AC,FL	11.17	10.40	11.17	36	42	78
36	Weiner (152)	7	AC,FL,HC	-12.78	7.44	12.78	37	14	51
5	Merz (145)	1	AC	16.02	14.25	16.02	38	49	87
16	Thurnau (150)	4	AC,BPD	-16.08	6.72	16.08	39	5	44
18	Hadlock (117)	4	AC,BPD	-16.08	6.72	16.08	40	6	46
42	Chang (134)	10	TVol	-16.67	7.28	16.67	41	10	51
23	WeinerII (152)	5	AC,HC	-18.71	9.34	18.71	42	35	77
28	Waseem4 (146)	6	AC,FL,BPD	-20.57	9.34	20.57	43	34	77
50	Lee (157)	12	AC,BPD,TVol	25.56	26.14	25.56	44	53	97
47	Liang (140)	11	AVol	-28.59	7.67	28.59	45	18	63
48	Vieira (159)	11	AVol	-33.82	7.61	33.82	46	16	62
41	Bennini (154)	10	TVol	-39.60	5.30	39.60	47	2	49
43	Schild (83)	10	TVol	-42.39	5.30	42.39	48	3	51
21	Waseem2 (146)	4	AC,BPD	43.75	15.80	43.75	49	52	101
31	Hadlock (117)	6	AC,FL,BPD	-48.05	10.53	48.05	50	43	93
11	Warsof (115)	3	AC,FL	-64.75	14.80	64.75	51	50	101
6	Waseem1 (146)	1	AC	-68.02	3.99	68.02	53	1	54



Графикон 19 Forest plot ранг листа на формулите според методот на Melamed (160)

### 5.3.3. Место на формулите со 3D биометриски параметри на ранг листата

Во Табела 27 се прикажани формулите базирани на 3D биометриски параметри од ранг листата рангирани според вкупниот резултат на точност и прецизност. Првите две формули со највисоки оценки Lee. (157) AC.TVol , Lee(157)AC.BPD.AVol припаѓаат на групите на формули кои се базираат на 2 или 3 биометриски параметри на фетусот, додека формулите кои се базираат само на 1 биометриски параметар на фетусот имаат пониски оценки. И за формулите базирани на 3D биометриски параметри важи истото како и за 2D, односно со зголемувањето на бројот на биометриските параметри во формулата расте и точноста и прецизноста на формулите. Според овие резултати може да се заклучи дека со користење на формулите базирани на 3D биометриски параметри не се добиваат подобри резултати за феталната тежина во споредба со употребуваните формули базирани на дводимензионалните биометриски параметри. При рангирањето на овие формули во оваа истражување формулите базирани на 3d биометриски параметри не испаднаа ниту во првите 10 формули, што значи дека дводимензионалниот ултразвук е сеуште суверена метод при пресметувањето на феталната тежина.

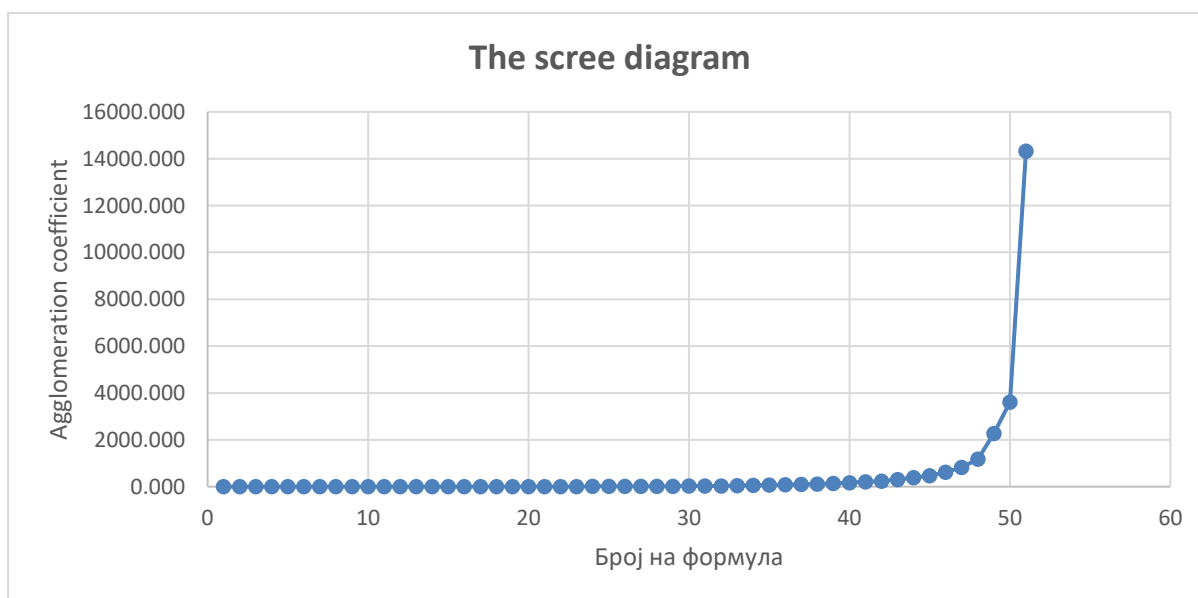
Табела 27 Формули со 3D биометриски параметри на ранг листата

Реден број на ранг листа	Реден број на формула	Формула	Биометриска Група	Биометриски параметри	Систематска грешка	Случај на грешка	Апсолутна систематска грешка	Бод на Апсолутна Систематска грешка	Бод на случај на грешка	Рангирање
11	49	Lee. (157)	12	AC.TVol	-8.88	6.68	8.88	33	4	37
13	52	Lee (157)	12	AC.BPD.AVol	-5.19	7.32	5.19	26	12	38
23	46	Lee (157)	11	AVol	-0.71	11.75	0.71	3	46	49
24	41	Bennini (154)	10	TVol	-39.60	5.30	39.60	47	2	49
25	51	Lee (157)	12	AC.AVol	-6.07	7.78	6.07	29	21	50
28	42	Chang (134)	10	TVol	-16.67	7.28	16.67	41	10	51
29	43	Schild (83)	10	TVol	-42.39	5.30	42.39	48	3	51
34	44	Srisantiroj (158)	10	TVol	-3.89	9.17	3.89	23	32	55
35	45	Lee (156)	11	AVol	-1.51	12.42	1.51	9	48	57
37	40	Lee (157)	10	TVol	-5.76	9.08	5.76	28	31	59
38	48	Vieira (159)	11	AVol	-33.82	7.61	33.82	46	16	62
39	39	Lee (156)	10	TVol	-4.62	9.54	4.62	25	38	63
40	47	Liang (140)	11	AVol	-28.59	7.67	28.59	45	18	63
50	50	Lee (157)	12	AC.BPD.TVol	25.56	26.14	25.56	44	53	97

### 5.3.4. Споредба на точноста на различните групи на формули со кластерска анализа

За да се процени дали одредена комбинација на биометриски параметри на фетусот е подобра од другите, беше користена кластерска анализа за да се распределат формулите во хомогени подгрупи според систематските и случајните грешки (Слика 3). За таа цел сите формули со систематска грешка помала од 10% беа анализирани со хиерархиска кластер метода според Ward's алгоритам при што беше употребено распоредување со агломераија.

Следно беше конструиран Scree дијаграм (Графикон 20) според резултатите добиени со хиерархиската кластер анализа при што на Y оската беа нанесени коефициентите, а на X оската бројот на формулите. Најголем скок на кривата се забележува помеѓу 48 и 49 што значи бројот на кластери според оваа анализа изнесува 4.



Графикон 20 Scree diagram

Потоа со K means алгоритмот за распределување на формулите во хомогени подгрупи според вредностите на систематските и случајни грешки, резултатите од кластерската анализа беа презентирани табеларно (Табела 28 и Табела 29) и графички и тоа беа изработени два типа на Графикони (Графикон 21 и Графикон 22).

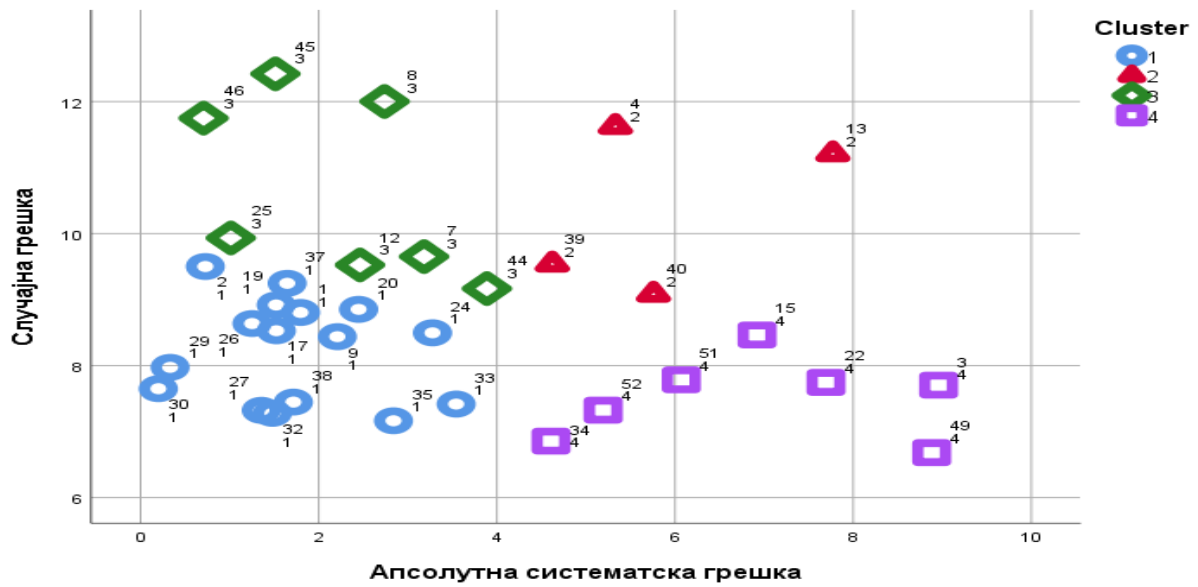
Табела 28 Распределба на формулите по кластери

Реден број на формула	Формула	Биометриска Група	Биометриски параметри	Систематска грешка	Случајна грешка	Апсолутна систематска грешка	Cluster
1	Campbell.AC	1	AC	-1.79	8.80	1.79	1
2	Hadlock.AC	1	AC	-0.73	9.50	0.73	1
9	Hadlock1.AC.FL	3	AC.FL	-2.21	8.44	2.21	1
17	Jordaan.AC.BPD	4	AC.BPD	1.52	8.53	1.52	1
19	Hsieh.AC.BPD	4	AC.BPD	1.52	8.92	1.52	1
20	Warsof.AC.BPD	4	AC.BPD	-2.45	8.85	2.45	1
24	Hadlock.AC.HC	5	AC.HC	-3.28	8.50	3.28	1
26	Hsieh.AC.FL.BPD	6	AC.FL.BPD	1.25	8.64	1.25	1
27	Shinozuka.AC.FL.BPD	6	AC.FL.BPD	1.35	7.32	1.35	1
29	Woo.AC.FL.BPD	6	AC.FL.BPD	0.33	7.97	0.33	1
30	Hadlock2.AC.FL.BPD	6	AC.FL.BPD	-0.20	7.65	0.20	1
32	Bennini.AC.FL.BPD	6	AC.FL.BPD	-1.48	7.28	1.48	1
33	Hadlock3.AC.FL.HC	7	AC.FL.HC	-3.54	7.42	3.54	1
35	Ott.AC.FL.HC	7	AC.FL.HC	-2.84	7.16	2.84	1
37	Jordaan.AC.HC.BPD	8	AC.HC.BPD	-1.65	9.25	1.65	1
38	Hadlock4.BPD.HC.AC.FL	9	BPD.HC.AC.FL	-1.72	7.45	1.72	1
4	Higginbottom.AC	1	AC	-5.33	11.62	5.33	2
13	Vintzileos.AC.BPD	4	AC.BPD	7.77	11.21	7.77	2
39	Lee.TVol	10	TVol	-4.62	9.54	4.62	2
40	Lee1.TVol	10	TVol	-5.76	9.08	5.76	2
7	Warsof.AC	1	AC	3.18	9.65	3.18	3
8	Warsof.FL	2	FL	-2.74	12.00	2.74	3
12	Waseem3.AC.FL	3	AC.FL	-2.46	9.52	2.46	3
25	Jordaan.AC.HC	5	AC.HC	1.01	9.93	1.01	3
44	Srisantiroj.TVol	10	TVol	-3.89	9.17	3.89	3
45	Lee.AVol	11	AVol	-1.51	12.42	1.51	3
46	Lee1.AVol	11	AVol	-0.71	11.75	0.71	3
3	Jordaan.AC	1	AC	-8.96	7.70	8.96	4
15	Merz.AC.BPD	4	AC.BPD	6.92	8.46	6.92	4
22	Woo.AC.BPD	4	AC.BPD	-7.69	7.75	7.69	4
34	Combs.AC.FL.HC	7	AC.FL.HC	-4.61	6.86	4.61	4
49	Lee.AC.TVol	12	AC.TVol	-8.88	6.68	8.88	4
51	Lee.AC.AVol	12	AC.AVol	-6.07	7.78	6.07	4
52	Lee.AC.BPD.AVol	12	AC.BPD.AVol	-5.19	7.32	5.19	4

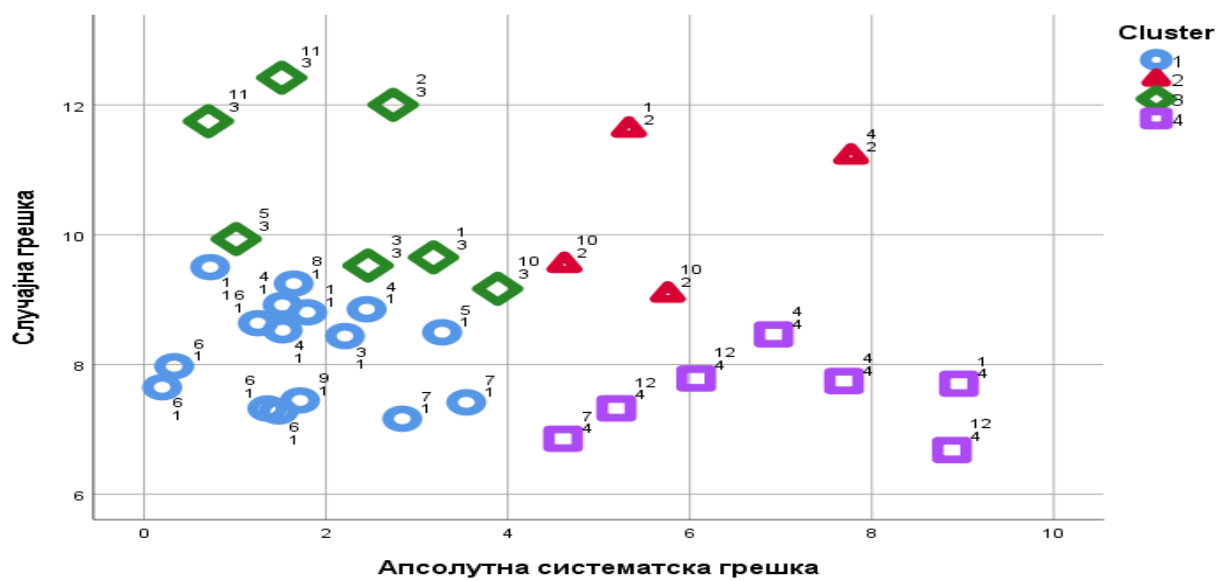
Во Графикон 21 за секоја формула систематските и случајни грешки се претставени на x и y оските и секој кластер е претставен со посебна фигура при што на едноставен начин може да се забележи за секоја формула на кој кластер му припаѓа.

Табела 29 Кластер анализа на формулите и биометриските групи

Cluster Membership				Cluster Membership			
Case Number	Реден број на формула	Cluster	Distance	Case Number	Биометриска Група	Cluster	Distance
1	30	1	1.648	1	6	1	1.648
2	29	1	1.432	2	6	1	1.432
3	46	3	1.875	3	11	3	1.875
4	2	1	1.627	4	1	1	1.627
5	25	3	1.392	5	5	3	1.392
6	26	1	.637	6	6	1	.637
7	27	1	.986	7	6	1	.986
8	32	1	.988	8	6	1	.988
9	45	3	1.918	9	11	3	1.918
10	19	1	.723	10	4	1	.723
11	17	1	.370	11	4	1	.370
12	37	1	1.022	12	8	1	1.022
13	38	1	.783	13	9	1	.783
14	1	1	.577	14	1	1	.577
15	9	1	.512	15	3	1	.512
16	20	1	.941	16	4	1	.941
17	12	3	1.138	17	3	3	1.138
18	8	3	1.464	18	2	3	1.464
19	35	1	1.530	19	7	1	1.530
20	7	3	1.380	20	1	3	1.380
21	24	1	1.559	21	5	1	1.559
22	33	1	1.976	22	7	1	1.976
23	44	3	2.226	23	10	3	2.226
24	34	4	2.387	24	7	4	2.387
25	39	2	1.496	25	10	2	1.496
26	52	4	1.720	26	12	4	1.720
27	4	2	1.371	27	1	2	1.371
28	40	2	1.287	28	10	2	1.287
29	51	4	.878	29	12	4	.878
30	15	4	.956	30	4	4	.956
31	22	4	.825	31	4	4	.825
32	13	2	2.081	32	4	2	2.081
33	49	4	2.143	33	12	4	2.143
34	3	4	2.064	34	1	4	2.064



Графикон 21 Кластрирање на формули со  $K$  means алгоритмот



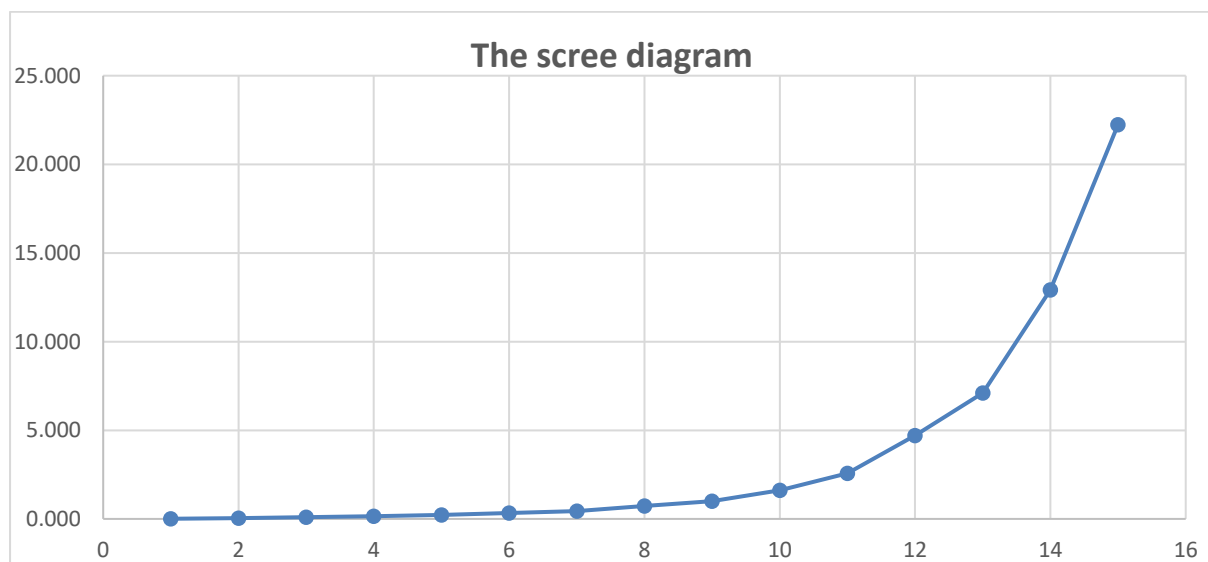
Графикон 22 Кластрирање на биометриски групи со  $K$  means алгоритмот

Во Графикон 22 за секоја биометриска група систематските и случајните грешки се претставени на  $x$  и  $y$  оските и секој кластер е претставен со посебна фигура при што

на едноставен начин може да се забележи на кој кластер му припаѓа биометриската група.

Од графиците може да се заклучи дека формулите и биометриските групи кои се најблиску до нултата точка на Графиконот (долниот лев агол) се оние со најниски систематски и случајни грешки, а тоа се оние кои припаѓаат на кластер I. Добиени на ваков начин резултатите се сепак сеуште нејасни. Имено во најточниот кластер 1 од вкупно 16 формули со систематска грешка помала од 4% и случајна грешка помала од 10 сепак се наоѓаат 7 формули базирани на 1-2 биометриски параметри.

За да се претстави подобро кластер I т.е. оние биометриски групи и формули кои се распоредени блиску до нулата односно оние чија што апсолутна систематска грешка е помала од 4 и случајна грешка помала од 10 се направи нова анализа на 16 формули од кластер I со хиерархиска кластер метода според Ward's алгоритам при што беше употребено распоредување со агломерација. Следно беше конструиран Scree дијаграм (Графикон 32) според резултатите добиени со хиерархиската кластер анализа при што на Y оската беа нанесени коефициентите, а на X оската бројот на формулите. Најголем скок на кривата се забележува помеѓу 12 и 13 што значи бројот на кластери според оваа анализа изнесува 3.



Графикон 23 Scree diagram на формулите од кластер I

Потоа со K means алгоритмот за распределување на формулите од кластер I во уште похомогени подгрупи според вредностите на систематските и случајни грешки, резултатите од кластерската анализа беа презентирани табеларно (Табела 30, Табела 31

и Табела 32) и графички и тоа беа изработени два типа на Графициони (Графикон 24 и Графикон 25)

Во Графикон 24 за секоја формула систематските и случајни грешки се претставени на  $x$  и  $y$  оските и секој кластер е претставен со посебна фигура при што на едноставен начин може да се забележи за секоја формула на кој кластер му припаѓа.

Во Графикон 25 за секоја биометриска група систематските и случајните грешки се претставени на  $x$  и  $y$  оските и секој кластер е претставен со посебна фигура при што на едноставен начин може да се забележи на кој кластер му припаѓа биометриската група.

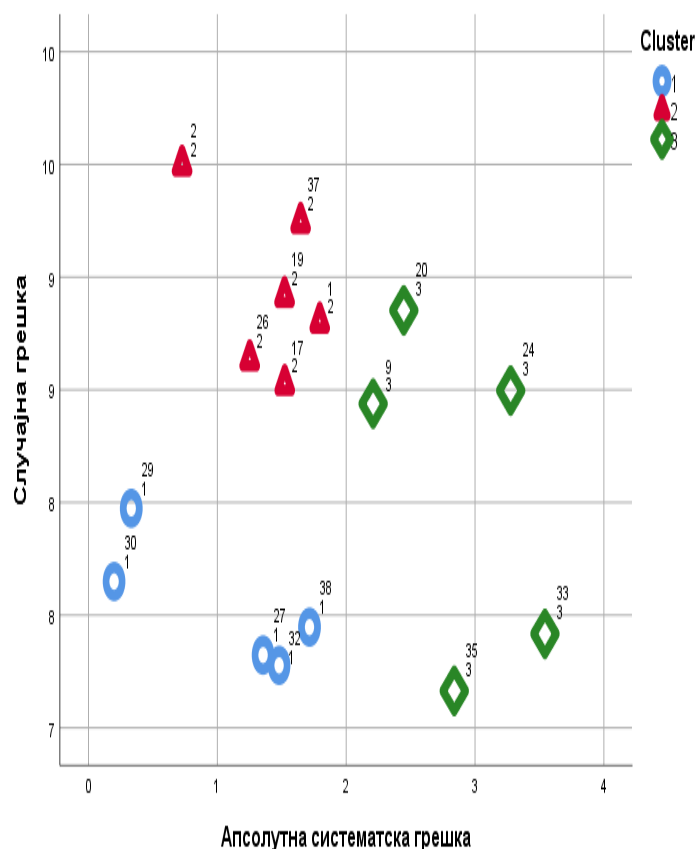
Од графиците Графикон 24 и Графикон 25 може да се заклучи дека формулите и биометриските групи кои се најблиску до нултата точка на Графиконот (долниот лев агол) се оние со најниски систематски и случајни грешки, а тоа се оние кои припаѓаат на субкластер I односно тоа се формулите кои припаѓаат на биометриска група 6 (AC.FL.BPD) и 9 (BPD.HC.AC.FL).

Табела 30 Распределба на формулите од кластер I на субкластери

Реден број на формула	Формула	Биометриска Група	Биометриски параметри	Систематска грешка	Случајна грешка	Апсолутна систематска грешка	Cluster
27	Shinozuka.AC.FL.BPD	6	AC.FL.BPD	1.35	7.32	1.35	1
29	Woo.AC.FL.BPD	6	AC.FL.BPD	0.33	7.97	0.33	1
30	Hadlock2.AC.FL.BPD	6	AC.FL.BPD	-0.20	7.65	0.20	1
32	Bennini.AC.FL.BPD	6	AC.FL.BPD	-1.48	7.28	1.48	1
38	Hadlock4.BPD.HC.AC.FL	9	BPD.HC.AC.FL	-1.72	7.45	1.72	1
1	Campbell.AC	1	AC	-1.79	8.80	1.79	2
2	Hadlock.AC	1	AC	-0.73	9.50	0.73	2
17	Jordaan.AC.BPD	4	AC.BPD	1.52	8.53	1.52	2
19	Hsieh.AC.BPD	4	AC.BPD	1.52	8.92	1.52	2
26	Hsieh.AC.FL.BPD	6	AC.FL.BPD	1.25	8.64	1.25	2
37	Jordaan.AC.HC.BPD	8	AC.HC.BPD	-1.65	9.25	1.65	2
9	Hadlock1.AC.FL	3	AC.FL	-2.21	8.44	2.21	3
20	Warsof.AC.BPD	4	AC.BPD	-2.45	8.85	2.45	3
24	Hadlock.AC.HC	5	AC.HC	-3.28	8.50	3.28	3
33	Hadlock3.AC.FL.HC	7	AC.FL.HC	-3.54	7.42	3.54	3
35	Ott.AC.FL.HC	7	AC.FL.HC	-2.84	7.16	2.84	3

Табела 31 Субкластрирање на формулите од кластер I со K means алгоритмот

Case Number	Cluster Membership		
	Реден број на формула	Cluster	Distance
1	27	3	.399
2	29	3	.813
3	30	3	.825
4	32	3	.530
5	38	3	.705
6	1	2	.407
7	2	2	.885
8	17	2	.426
9	19	2	.113
10	26	2	.342
11	37	2	.387
12	9	1	.749
13	20	1	.883
14	24	1	.592
15	33	1	.945
16	35	1	.910

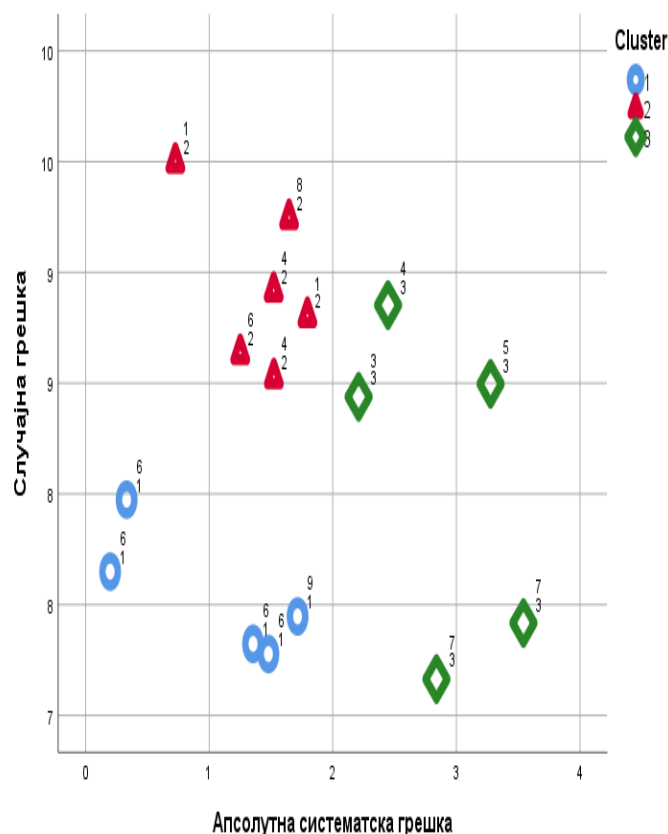


Графикон 24 Субкластрирање на формулите од кластер I со K means алгоритмот

На ваков начин е добиено дека формулите кои се базираат на 3 или 4 биометриски параметри (биометриска група 6 и 9) дека се наоѓаат во субкластерите со најниски систематски и случајни грешки (субкластерот 1; Графикон 25). Понатаму, најточниот субкластер (кластер 1) содржи само 5 формули кои се базирани само на 3 биометриски параметри (формула). Формулите што се базираат на 1 или 2 биометриски параметри беа поврзани со поширок дијапазон на систематски и случајни грешки и на тој начин се наоѓаа во поголем број на различни кластери.

Табела 32 Субкластрирање на биометриски групи од кластер I со K means алгоритмот

Cluster Membership			
Case Number	Биометриска Група	Cluster	Distance
1	6	3	.399
2	6	3	.813
3	6	3	.825
4	6	3	.530
5	9	3	.705
6	1	2	.407
7	1	2	.885
8	4	2	.426
9	4	2	.113
10	6	2	.342
11	8	2	.387
12	3	1	.749
13	4	1	.883
14	5	1	.592
15	7	1	.945
16	7	1	.910



Графикон 25 Субкластрирање на биометриски групи од кластер I со K means алгоритмот

### 5.3.5. Споредба на формулите и родилната тежина со T-тест

Во Табела 33 е прикажан paired T-тест направен за да се спореди аритметичката средина на пресметаната фетална тежина со секоја од формулите со аритметичката средина добиена од вистинската родилна тежина. За формулите 46 - Lee1.AVol, 2 Hadlock.AC, 30 - Hadlock2.AC.FL.BPD, 29 - Woo.AC.FL.BPD, 25 - Jordaan.AC.HC, 26 - Hsieh.AC.FL.BPD, 27 - Shinozuka.AC.FL.BPD, 17 - Jordaan.AC.BPD и 19 - Hsieh.AC.BPD вредноста на коефициентот на сигнификантност е поголема од 0.05 што значи за пресметаната фетална тежина според овие формули и родилната тежина нема статистичка значајна разлика т.е сигнификантност. Резултатите што се добиваат со овие формули според T-test се значително поточни во однос на другите формули. Тоа значи дека според анализата со T-test со горенаведените формули се добиваат најточни резултати за феталната тежина.

Табела 33 Two tailed T-Test

Column1	Pair	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
6	Waseem1.AC - BW	-2230.23	416.63049	34.01774	-2297.45	-2163.01	-65.561	149	0
11	Warsof.AC.FL - BW	-2068.63	422.92828	34.53195	-2136.86	-2000.39	-59.905	149	0
43	Schild.TVol - BW	-1387.63	287.40799	23.46676	-1434	-1341.26	-59.132	149	0
41	Bennini.TVol - BW	-1305.33	314.1789	25.6526	-1356.02	-1254.64	-50.885	149	0
31	Hadlock.AC.FL.BPD - BW	-1573.74	441.0663	36.01291	-1644.9	-1502.58	-43.699	149	0
48	Vieira.AVol - BW	-1116.45	332.14118	27.11921	-1170.04	-1062.86	-41.168	149	0
47	Liang.AVol - BW	-952.237	334.54075	27.31514	-1006.21	-898.262	-34.861	149	0
16	Thurnau.AC.BPD - BW	-541.974	267.29101	21.82422	-585.099	-498.849	-24.834	149	0
42	Chang.TVol - BW	-558.924	278.52108	22.74115	-603.861	-513.987	-24.578	149	0
23	Weiner.I.AC.HC - BW	-609.941	320.14142	26.13944	-661.592	-558.289	-23.334	149	0
28	Waseem4.AC.FL.BPD - BW	-695.164	382.58185	31.23768	-756.89	-633.438	-22.254	149	0
36	Weiner.I.AC.FL.HC - BW	-415.481	244.66311	19.97666	-454.955	-376.007	-20.798	149	0
49	Lee.AC.TVol - BW	-294.149	223.60834	18.25754	-330.226	-258.072	-16.111	149	0
3	Jordaan.AC - BW	-308.964	266.85376	21.78852	-352.019	-265.91	-14.18	149	0
22	Woo.AC.BPD - BW	-259.343	259.1687	21.16104	-301.158	-217.529	-12.256	149	0
51	Lee.AC.AVol - BW	-209.258	252.89613	20.64888	-250.061	-168.456	-10.134	149	0
52	Lee.AC.BPD.AVol - BW	-181.084	238.80714	19.49852	-219.613	-142.554	-9.287	149	0
34	Combs.AC.FL.HC - BW	-159.711	226.11856	18.4625	-196.193	-123.229	-8.651	149	0
40	Lee1.TVol - BW	-196.863	299.54863	24.45804	-245.192	-148.533	-8.049	149	0
39	Lee.TVol - BW	-157.768	313.04413	25.55995	-208.275	-107.261	-6.172	149	0
33	Hadlock3.AC.FL.HC - BW	-120.117	239.95881	19.59255	-158.832	-81.4021	-6.131	149	0
44	Srisantiroj.TVol - BW	-136.957	301.3541	24.60546	-185.577	-88.336	-5.566	149	0
4	Higginbottom.AC - BW	-166.397	378.75389	30.92513	-227.506	-105.289	-5.381	149	0
35	Ott.AC.FL.HC - BW	-100.099	232.15037	18.955	-137.554	-62.6438	-5.281	149	0
24	Hadlock.AC.HC - BW	-111.564	275.54959	22.49853	-156.022	-67.1071	-4.959	149	0
12	Waseem3.AC.FL - BW	-110	327.44516	26.73579	-162.83	-57.1699	-4.114	149	0
8	Warsof.FL - BW	-118.121	395.56861	32.29804	-181.942	-54.2995	-3.657	149	0
20	Warsof.AC.BPD - BW	-84.3986	286.90919	23.42604	-130.689	-38.1084	-3.603	149	0
9	Hadlock1.AC.FL - BW	-77.4877	274.49411	22.41235	-121.775	-33.2006	-3.457	149	0.001
1	Campbell.AC - BW	-72.0059	281.79007	23.00806	-117.47	-26.5416	-3.13	149	0.002
38	Hadlock4.BPD.HC.AC.FL - BW	-60.9405	239.55369	19.55948	-99.5903	-22.2907	-3.116	149	0.002
32	Bennini.AC.FL.BPD - BW	-58.1395	234.84955	19.17539	-96.0303	-20.2487	-3.032	149	0.003
37	Jordaan.AC.HC.BPD - BW	-56.3748	302.4329	24.69354	-105.17	-7.58005	-2.283	149	0.024
45	Lee.AVol - BW	-66.5926	390.88784	31.91586	-129.659	-3.52645	-2.087	149	0.039
46	Lee1.AVol - BW	-45.1152	367.19162	29.98107	-104.358	14.12779	-1.505	149	0.134
2	Hadlock.AC - BW	-31.4112	302.93979	24.73493	-80.2877	17.46536	-1.27	149	0.206
30	Hadlock2.AC.FL.BPD - BW	-12.628	245.28752	20.02764	-52.2029	26.9469	-0.631	149	0.529

29	Woo.AC.FL.BPD - BW	2.3302	254.65742	20.79269	-38.7564	43.41684	0.112	149	0.911
25	Jordaan.AC.HC - BW	22.29555	321.36661	26.23947	-29.554	74.1451	0.85	149	0.397
26	Hsieh.AC.FL.BPD - BW	34.36973	274.73442	22.43197	-9.95614	78.6956	1.532	149	0.128
27	Shinozuka.AC.FL.BPD - BW	30.96095	231.74795	18.92214	-6.42945	68.35135	1.636	149	0.104
17	Jordaan.AC.BPD - BW	41.24583	273.70232	22.3477	-2.91352	85.40519	1.846	149	0.067
19	Hsieh.AC.BPD - BW	43.76576	287.3875	23.46509	-2.60157	90.13309	1.865	149	0.064
18	Hadlock.AC.BPD - BW	74.2157	281.08118	22.95018	28.86584	119.5656	3.234	149	0.002
7	Warsof.AC - BW	91.53411	300.54452	24.53936	43.04402	140.0242	3.73	149	0
13	Vintzileos.AC.BPD - BW	256.2309	372.47626	30.41256	196.1353	316.3266	8.425	149	0
15	Merz.AC.BPD - BW	208.5889	257.59478	21.03253	167.0283	250.1494	9.917	149	0
14	Shepard.AC.BPD - BW	328.7069	331.09349	27.03367	275.288	382.1258	12.159	149	0
50	Lee.AC.BPD.TVol - BW	728.8027	721.63576	58.92131	612.3734	845.232	12.369	149	0
10	Woo.AC.FL - BW	361.5179	337.28356	27.53909	307.1003	415.9355	13.127	149	0
5	Merz.AC - BW	529.9668	483.55338	39.48197	451.9499	607.9837	13.423	149	0
21	Waseem2.AC.BPD - BW	1432.915	565.42518	46.16677	1341.689	1524.141	31.038	149	0

### 5.3.6. Испитување на точност на формулите за различни категории на родилна тежина

За да се увиди дали добиената точност и прецизност на формулите за пресметување на феталната тежина според методот на Меламед (159) е применлива за сите категории на фетална тежина, родилната тежина беше групирана во 5 групи: 2000-2500, 2500-3000, 3000-3500, 3500-4000, 4000-4500. Понатаму е земена во предвид комбинацијата на систематска грешка (MPE) и случајната грешка (MPE-SD) врз истиот принцип како што е претходно наведено. Добиените резултати се прикажани на Табела 34. На табелата со црвено се обележани оние редни броеви на формули кои што припаѓаат во биометриските групи од по 3-4 биометриски параметри. Рангирањето е направено на ист начин како претходно.

Од оваа анализа може да се извлече заклучок дека супериорноста на формулите кои се базираат на 3 или 4 биометриски параметри, не беше забележана во сите подгрупи на родилна тежина. Имено во групата од 2500-3000g како супериорни формули се добија формули базирани на комбинација на 3D и 2D биометриски параметри, додека во класата 4000-4500g како супериорни формули се добија формули базирани на 1 или 2 биометриски параметри. Меѓутоа во последнава група резултатот не е статистички значаен, најверојатно заради поради малиот број на испитаници (6). Во другите 3 групи формулите базирани на 3 биометриски параметри се покажаа супериорни.

Табела 34 распоред на формулите за различни категории на родилна тежина

2000–2500 g			2500–3000 g			3000–3500 g			3500–4000 g			4000–4500 g		
(n = 6)			(n = 34)			(n = 73)			(n = 31)			(n = 6)		
Реден број на формула	Систематска грешка	Случајна грешка	Реден број на формула	Систематска грешка	Случајна грешка	Реден број на формула	Систематска грешка	Случајна грешка	Реден број на формула	Систематска грешка	Случајна грешка	Реден број на формула	Систематска грешка	Случајна грешка
32	-0.8301	7.90558	52	1.4299	11.61646	27	0.1510	6.43358	27	-1.8490	5.80249	7	-4.7989	4.02326
27	1.4056	7.74996	51	3.0374	14.19344	11	-2.5220	5.71987	26	-0.0632	7.43615	15	-2.0289	4.87776
44	0.2137	10.00630	3	0.1407	10.80799	32	-3.2351	6.45040	30	-0.7398	7.05080	32	-6.0191	4.11965
30	-1.6889	9.03780	34	-5.0008	7.61114	29	-0.7446	7.63457	29	-1.5676	6.87242	30	-2.8797	5.31190
9	-1.6293	9.70879	35	-4.5488	8.43131	17	-0.0724	8.42596	15	3.2636	6.50604	52	-9.1637	3.19112
34	-5.0008	7.61114	49	-7.5121	8.20696	35	-4.4957	6.23656	32	-3.0738	6.57351	33	-5.5738	4.67459
3	0.1407	10.80799	33	-5.6809	8.35133	30	-1.9692	7.22339	7	1.7174	7.02252	38	-4.0736	5.31523
38	-4.1250	8.60017	22	-9.3140	10.00703	38	-3.4529	6.85802	52	-9.1068	4.56141	35	-6.6909	4.70775
35	-4.5488	8.43131	37	-0.0232	11.97054	34	-6.2115	5.75495	17	0.3421	7.90395	27	-5.4733	5.07214
42	-7.9856	6.71108	32	-0.8301	7.90558	26	0.2571	8.51952	38	-1.9936	7.03911	9	-3.7431	6.16070
33	-5.6809	8.35133	16	-9.7976	6.34592	19	0.2435	8.79428	34	-6.2186	6.40399	34	-9.4874	4.20228
29	-2.6034	10.00740	24	-6.9581	10.55252	33	-5.4620	6.62872	1	-3.7710	6.52627	17	-2.4359	7.24375
19	-1.4050	10.87163	18	-9.7976	6.34592	16	-16.9550	5.09222	2	-0.8212	7.90342	1	-9.4916	4.35923
37	-0.0232	11.97054	38	-4.1250	8.60017	18	-16.9550	5.09222	50	-1.4136	7.81776	2	-5.0005	5.79711
16	-9.7976	6.34592	27	1.4056	7.74996	52	-5.9765	7.21066	19	0.5355	8.38816	51	-9.1020	4.76307
18	-9.7976	6.34592	44	0.2137	10.00630	1	-3.4146	8.59274	35	-3.8247	6.86150	11	-21.0517	3.07098
49	-7.5121	8.20696	39	-2.6134	10.78402	9	-4.5138	7.82941	51	-9.3634	4.98145	37	-1.5539	7.86711
52	1.4299	11.61646	30	-1.6889	9.03780	15	5.5924	7.60795	49	-9.2130	5.63115	26	-2.9062	7.39358
39	-2.6134	10.78402	40	-3.2965	10.79472	7	1.6438	9.63528	33	-3.4579	7.21603	19	-1.5436	8.85825
13	-0.3896	12.35678	29	-2.6034	10.00740	24	-4.6667	7.99648	25	0.2306	8.84313	45	-4.2237	6.48475
17	2.4089	11.03918	1	3.0514	14.42873	20	-3.4824	8.70945	11	-10.6108	5.54783	4	-0.4991	10.30647
11	3.8351	10.74855	9	-1.6293	9.70879	41	-40.4255	3.50002	16	-20.8079	4.54700	29	-4.6829	6.60082
41	-30.1781	3.90146	20	-6.8143	10.74645	25	-1.1184	10.02154	37	-0.2155	9.32376	44	-8.1211	5.09996
40	-3.2965	10.79472	41	-30.1781	3.90146	36	-14.4868	6.21330	9	-1.8456	8.33090	39	-7.4690	5.22157
26	-2.3699	11.87970	25	6.6643	15.70006	42	-17.7434	6.13605	18	-20.8079	4.54700	16	-25.6962	3.70822
43	-38.8279	5.55227	42	-7.9856	6.71108	47	-29.1219	5.52115	47	-35.4217	4.03000	18	-25.6962	3.70822
36	-19.6485	7.16726	43	-38.8279	5.55227	46	-1.0591	10.46630	3	-12.1360	5.57217	46	-7.0089	5.94554
28	-17.6627	7.61563	47	-11.8736	9.03295	43	-43.1035	5.03027	20	-3.3608	8.27951	42	-23.7021	4.04762
8	5.9609	10.48889	2	1.7690	15.45229	28	-19.6995	6.13187	41	-43.7183	3.45640	43	-45.6590	2.97291
6	-60.0250	2.41597	17	2.4089	11.03918	3	-10.6712	6.83861	46	-8.6609	7.28299	40	-10.0437	4.91139
31	-41.0038	6.05603	6	-60.0250	2.41597	49	-10.4289	6.84874	22	-9.6870	6.63808	50	-19.6056	4.39116
24	-6.9581	10.55252	28	-17.6627	7.61563	2	-2.6509	9.76855	6	-72.3502	1.35221	47	-35.9383	3.99147
20	-6.8143	10.74645	19	-1.4050	10.87163	6	-68.2352	1.35179	42	-20.7446	5.96704	41	-46.7544	2.73025
2	1.7690	15.45229	11	3.8351	10.74855	37	-4.0714	9.35935	48	-39.3427	4.85031	6	-76.4267	1.84305
47	-11.8736	9.03295	26	-2.3699	11.87970	22	-8.6415	7.46334	24	-3.5142	8.55200	25	-3.2496	11.08501
22	-9.3140	10.00703	15	10.8437	11.51036	51	-7.2104	7.74480	43	-44.3088	4.82878	3	-16.9469	4.85017
51	3.0374	14.19344	48	-20.4560	11.16298	8	-4.1521	9.38845	4	-0.8359	11.08435	24	-7.1121	6.44500
14	4.2048	12.29850	4	-8.5642	16.74873	44	-5.0447	9.00721	40	-8.1030	8.30166	48	-37.9426	4.05400
1	3.0514	14.42873	36	-19.6485	7.16726	45	-1.7762	11.81872	44	-6.3956	8.60000	49	-10.5797	5.46674
23	-26.1192	8.79931	45	15.6915	20.30631	48	-34.1476	6.61331	39	-6.3446	9.14539	20	-5.8099	8.39883
7	5.7401	16.69204	12	-78.2189	9.93582	39	-5.7402	9.63224	36	-11.6889	7.82037	14	6.9752	10.24952
25	6.6643	15.70006	46	17.8922	19.03111	40	-6.7701	8.90105	45	-8.6920	8.69129	22	-13.0373	6.25793
15	10.8437	11.51036	7	5.7401	16.69204	23	-19.6306	8.51608	8	-10.2490	9.14808	36	-12.2798	7.13928
12	-78.2189	9.93582	8	5.9609	10.48889	31	-50.5301	7.42036	14	9.3323	9.69491	28	-37.5234	5.31695
10	9.2947	14.12271	23	-26.1192	8.79931	13	6.3404	11.07134	13	9.1469	11.37532	10	10.9447	8.37455
48	-20.4560	11.16298	13	-0.3896	12.35678	14	9.1593	10.14097	28	-28.8594	8.59316	8	-15.8958	7.53078
4	-8.5642	16.74873	14	4.2048	12.29850	10	8.6763	10.32504	10	12.8554	9.66505	13	9.2176	13.07383
45	15.6915	20.30631	10	9.2947	14.12271	4	-7.9188	11.97147	23	-18.7230	10.38624	23	-20.5041	12.30603
5	12.0537	20.52540	5	12.0537	20.52540	5	12.8446	14.67091	5	21.5246	13.58376	5	21.9374	12.63048
46	17.8922	19.03111	31	-41.0038	6.05603	50	23.4655	11.19880	31	-48.3289	13.47571	31	-50.3315	11.51079
21	30.4210	21.88893	21	30.4210	21.88893	12	-68.0236	10.91954	21	47.8241	14.70455	12	-37.6034	22.35694
50	91.5710	22.06286	50	91.5710	22.06286	21	41.6152	15.95114	12	-51.8556	14.69828	21	46.3312	12.91896

## 6. ДИСКУСИЈА

### *6.1. Формули и групи на формули*

За да се надминат ограничувањата на формулите базирани на 2D ултразвучни биометриски параметри, во изминатите години развиени се нови формули за пресметување на феталната тежина преку инкорпорирање на параметри добиени со 3D ултразвук како што е фракционираниот волумен на мекото ткиво на фетусот од средината на натколеницата и надлактицата. Така се развиени формули базирани само на 3D биометриски параметри како и формули базирани на комбинација на 2D и 3D биометриски параметри(134,144,159). Резултатите за точноста и прецизноста на формулите базирани чисто на 3D биометриски параметри, како и формулите базирани на комбинација на 2D и 3D биометриски параметри не покажаа супериорност во резултатите добиени во ова истражување во однос на другите формули базирани само на 2D биометриски параметри.

Во литературата се споменуваат и формули за пресметување на феталната тежина кои се базираат на карактеристики од мајката со слична точност како и формулите базирани на ултразвучните параметри. Се претпоставува дека како најточни би биле формулите кои се добиени со комбинирање на биометриските ултразвучни параметри на плодот со карактеристиките од мајката. Сепак овие нови алгоритми треба добро да се евалуираат пред широко да се употребуваат односно треба да се детерминира нивната улога и вредност во пресметувањето на феталната тежина (163).

Со оглед на ограничувањата на конвенционалниот ултразвук, истражувачите исто така развиле нови методи за пресметување на феталната тежината, како што е магнетната резонанца (101). Првите истражувања од оваа област покажуваат позитивни резултати, сепак, овие модалитети во моментов не се широко достапни во земјите во развој (91).

Со оглед на овие сознанија, рутинската ултразвучна метода за пресметување на феталната тежина, што е веќе добро воспоставен метод, веројатно ќе продолжи како најприменет метод во блиска иднина. Од ова произлегува важноста во учењето и минимизирањето на сите потенцијални извори на грешка и пристрасност при користењето на овој метод.

## *6.2.Пресметување на точноста и прецизноста на формулите*

### **Грешки во ултразвучната биометрија**

Во процесот на ултразвучната биометрија може да се појават неизбежни и груби грешки во резултатите на мерењата. Неизбежните грешки се делат на систематски и случајни, според карактерот на влијание врз резултатите од мерењата. Преку систематската грешка се утврдува точноста на едно мерење, а точноста се дефинира како споредба на еден резултат со вистинската вредност или вредноста прифатена за вистинска. Преку случајната грешка се утврдува прецизноста на едно мерење, а прецизност се дефинира како споредба на еден резултат од едно мерење со резултатите од други мерења изведени на ист начин (за ова нема потреба да се знае вистинската вредност). Точност не може да има без прецизност, меѓутоа постигнатата прецизност не гарантира точноста.(164).

### **Систематски грешки**

Грешките кои резултатот на мерењето постојано го зголемуваат или постојано го намалуваат се нарекуваат систематски грешки. Значи, својство на систематските грешки е постојано да го зголемуваат или, пак, намалуваат резултатот на мерењето .

Благодарение на ваквото својство, систематските грешки може да се отстранат од резултатите на мерењата во потполност или делумно, доколку се знае причината за нивното постоење, како и законот за нивното однесување(165).

Отстранувањето на систематските грешки или, пак, намалувањето на нивната големина од резултатите на мерењата се постигнува со правилен избор на методата на работа, со испитување и ректификација на инструментите, со споредба на приборот за мерење на должина и со внесување на одредени корекции .

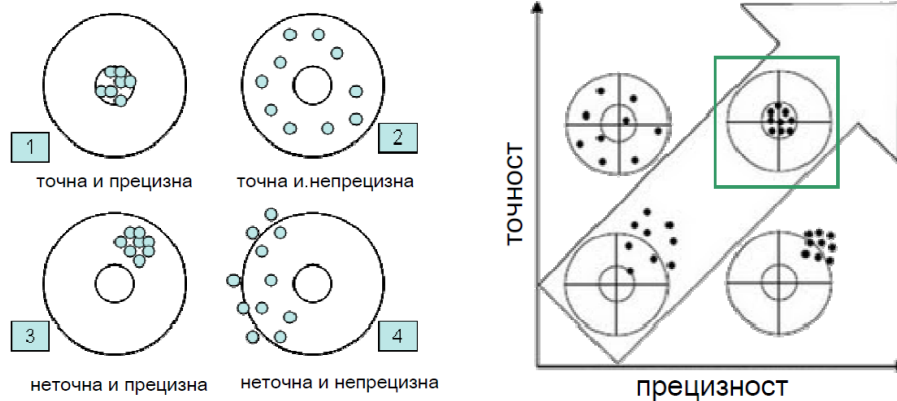
Во текот на мерењата се настојува да се намали влијанието на систематските грешки кои не може да се елиминираат со методата на работа, но и покрај тоа, многу систематски грешки кои не може да се отстранат го оптоваруваат резултатот на мерењето. Тоа мора да се има предвид, особено во текот на линеарните мерења (165).

### **Случајни грешки**

Случајните грешки се јавуваат кај секое мерење. Тие не може да се избегнат. Секој резултат кој се добива со мерење вообичаено и во најголем број на случаи е оптоварен со случајна грешка, чијашто вредност и предзнак не може однапред да се

одредат. Тоа значи дека имаат карактер на случајност и затоа се нарекуваат случајни грешки .

Случајните грешки не може да се елиминираат од резултатите на мерењата. Нивното влијание на најверојатната вредност се редуцира кога истата се мери повеќе пати. Колку што бројот на мерењата е поголем толку помало е влијанието на случајните грешки (164).



Случајната грешка настанува поради локалните фактори кои влијаат на мерењето односно укажува на варијацијата во мерењето поради разликите во интра и интеробсервер мерењата, обуката и искуството на операторот, квалитетот на сликата, квалитетот на апаратот и калибрацијата на инструментите. На овие фактори треба да им се посвети соодветно внимание од страна на лекарите и да се настојува да се работи по добро дефинирани протоколи, со современа опрема, соодветно калибрирана и професионалците кои се вклучени во процесот да бидат со соодветна обука (165). Подобри алатки за обработка на слика и автоматско мерење на параметрите на ултразвук би можеле да бидат други можни решенија. Многу автори во литературата имаат предложено различни методологии за да се минимизираат овие грешки за време на испитувањето, вклучително и преземање на повеќе мерења на секој параметар или добивање на просечна вредност од повеќе мерења направени од различни ултрасонографисти (166,167). Сепак, практичните потешкотии при спроведувањето на овие методи се ограничувачките фактори кои се јавуваат при нивната употреба во секојдневната работа .

Случајната грешка  $<7\%$  во литературата при пресметувањето на феталната тежина ретко се пријавува (91). Сепак во ова истражување направено за оваа докторска дисертација најмалата случајна грешка се добива со употреба на формулата со реден

број 6 Waseem1 (148) што припаѓа во биометриската група 1 со биометриски параметри AC, каде случајната грешка е 3.99, меѓутоа оваа формула пријави голема систематска грешка од -68.02 поради што во рангирањето според точноста и прецизност не влезе во формулите со висока точност. Поради ваквите резултати кои се добиваат и за други формули не може да се направи споредба на точноста и прецизноста на формулите само според големината на случајните грешки .

Бидејќи од резултатот на мерењата не може во потполност да се отстранат ни случајните ни систематските грешки, може да се заклучи дека во сите резултати од секое мерење можно е присуство на грешки од кои една компонента има случаен, а друга компонента има систематски карактер . Систематската грешка вообичаено се состои од два дела, и тоа: константен и променлив. Со зголемување на бројот на мерењата само го намалуваме влијанието на случајните грешки. Оваа констатација е важна за утврдување на бројот на мерењата за одделни големини кои ќе се мерат. Ако од резултатите на мерењата се елиминирани систематските грешки до таква мерка што нивното влијание е значително помало од влијанието на случајните грешки, тогаш има потреба од зголемување на бројот на мерењата со што би го намалиле нивното влијание. Во спротивно збирната грешка и не може значително да се намали со зголемување на бројот на мерењата (168).

Во оваа истражување спроведено на македонска популација беа забележани големи варијации во систематските грешки на различните формули, односно помалку од една третина од формулите имаат систематска грешка поголема од 10%. Формулите со систематска грешка поголема од 10% беа исклучени во понатамошната обработката и кластер анализата. Тоа беа 18 формули со чија што примена вредноста на систематската грешка варираше во дијапазонот од 10% до 68%. За овие формули беше забележана и слаба корелација помеѓу пресметаната фетална тежина и родилната тежина.

Во ревијален преглед за пресметувањето на феталната тежина, Dudley (91) ги споредил систематските и случајни грешки на 11 различни формули. Некои од неговите наоди беа во согласност со наодите од ова истражување:

(1) постои голема варијација во систематската грешка (-10% до 8% во споредба со -68.0221% до 43.7505% во оваа истражување), додека варијацијата на случајната

грешка беше помала 3.99 до 26.14. Меѓутоа треба да се земе во предвид дека во оваа истражување се работеше со 52 формули. ;

(2) повеќето формули покажаа тенденција кон преценување и потценување на тежината на фетусот во групите со мала и голема родилна тежина, соодветно; и

(3) случајната грешка беше највисока во групата со мала родилна тежина.

Покрај тоа, тој открил дека кај здрави фетуси, формулите на Hadlock et al (118) (формулите базирани на 3 или 4 биометриски параметри) имале генерално помала систематска грешка во однос на соодветната случајна грешка.

Поради тоа при рангирање на формулите во однос на нивната точност и прецизност не е возможно да се користат систематската и случајната грешка поединечно, за да се утврди која формула е најточна во ова истражување беше користена методологијата на Меламед и сор. (162) при што е земена во предвид комбинација MPE и SD-MPE при што формулите беа рангирани од 1 (најдобра) до 52 (најлоша) за систематските и случајните грешки. Формулите прво беа рангирани по растечки редослед, врз основа на нивните MPE и SD-MPE соодветно и независно, при што ранг 1 укажува на најмала грешка. Потоа се пресметуваше збирот од двата ранг бода за MPE и SD-MPE соодветно и врз основа на вкупниот резултат беа рангирани сите формули и тоа со највисок резултат беше рангирана најдобрата формула т.е. колку е поголем резултатот, толку е поточна и попрецизна формулата. Првите девет формули со највисоки оценки 32, Bennini (156); 30, Hadlock2 (118); 27, Shinozuka (155); 29, Woo (149); 35, Ott (157); 38, Hadlock4 (118); 34, Combs (107); 26, Hsieh (153); 33, Hadlock3 (118) припаѓаат на групите на формули 6, 7 и 9, кои се базираат на 3 или 4 биометриски параметри на фетусот, додека формулите кои се базираат само на 1 или 2 биометриски параметри на фетусот имаат најниски оценки. Првите четири формули во оваа ранг листа припаѓаат на иста биометриска група AC.FL.BPD што значи исти биометриски параметри се вклучени во пресметувањето на феталната тежина.

Во студијата на Меламед и сор. (162), формулите од биометриска група 6 AC, FL, и HC 23 Hadlock et al (118), 24 Combs et al (169), 25 Ott et al (157) и од биометриска група 7 AC, FL, BPD, и HC 26 Hadlock et al (118) постигнаа највисоки оценки. Формулите базирани на 2 биометриски параметри биле инфериорни во однос на формулите кои биле базирани на 3 или 4 биометриски параметри. Резултатите кои се добиени во

истражувањето на Меламед и сор. (162) се многу слични со резултатите од оваа истражување.

Слично истражување на индиска популација каде што исто така било користено рангирањето по Меламед и сор. е истражувањето на Niwale et al. (170) каде што на 149 случаи биле употребени 34 формули од кои само 12 имале MPE во рамките на 10% и само седум формули имале случајна грешка <10%. Повеќето од формулите изведени од популација во западноевропските земји имале тенденција да ја преценат феталната тежина во однос на родилната. Врз основа на рангирањето по Меламед и сор. (162), се покажало дека најдобрата формула е на Woo's (AC-BPD) (149), по што следи Jordaan (AC) (171), Combs (AC-NC-FL) (169), Hadlock (AC-NC) (118) и Hadlock-3 (AC-NC-FL) (118). Било забележано дека формулите базирани на комбинации на само AC и AC-BPD имале статистички значајни помал MPE од формулите базирани на сите други комбинации ( $p < 0,05$ ). изведено Авторите заклучиле дека постојните формули имаат поголеми грешки кај индиското население отколку на оригиналната популација од која се изведени формулите. Ова укажува на ограничувања при директна примена на овие формули на секоја популација и потребата од изведување на индивидуализирани формули специфични за популацијата кај која би се употребувале.

### **Средна апсолутната процентуална грешка**

Во однос на **средна апсолутна процентуална грешка (MAPE)**, формулата бр. 12 Waseem3 (148) има најголема 30.08, додека формулата бр. 6, Waseem1 (148) има најмала средна апсолутна процентуална грешка 1.94. Првите 10 формули рангирани во однос на MAPE се: 6, Waseem1 (148); 50, Lee (159); 41, Bennini (156); 16, Thurnau (152); 11, Warsof (115); 27, Shinozuka (155); 34, Combs (107); 49, Lee.AC (159); 32, Bennini (156); 15, Merz (147) со резултати за MAPE соодветно 1.94, 4.42, 4.51, 4.79, 4.84, 5.22, 5.46, 5.50, 5.54, 5.63. Во целиот примерок MAPE може да се каже дека се движи во дијапазонот од 1.92 до 9.94 освен за формулите бр. 31, Hadlock (117) и бр.12, Waseem3 (148) чија што MAPE изнесуваше 14,39 и 30.08 соодветно.

Во студијата на Меламед и сор. (162) за MAPE освен формулата на Woo et al (149) (AC и FL), кој постигна најнизок резултат на точност, сите формули покажаа добра вкупна точност со средна апсолутната процентуална грешка во дијапазон од 6,4% до 10,7%.

Претходните студии споредувајќи ги формулите за пресметување на феталната тежина ја пријавиле следната средна апсолутна процентуална грешка: 7,5% до 12,8% (со исклучок на формулата на Woo et al (149)), Средна апсолутна процентуална грешка, 18,8% од Nahum et al (87) (n = 82); 7,3% до 12,1% од McLaren et al (172) (n = 172); 8,1% до 11,3% од Chauhan et al (44) (n = 1034); 8,6% до 15%, од Nahum et al (78) (n = 74); и 6% до 14% од Scioscia et al (163) (n = 441).

### *6.3. Број на биометриски параметри во формулата*

Теоретски, точноста на формулата треба да се подобри со вметнување на дополнителни биометриски параметри. За да се тестира оваа хипотеза, различните формули во оваа студија беа поделени во кластери врз основа на систематските и случајните грешки. Овој пристап овозможи систематските и случајните грешки (кои претставуваат само два основни вида на грешка поврзани со пресметување на родилната тежина) да се комбинираат во единечна мерка, претставена според растојанието на секој формула од нултата точката во просторот за точност и прецизност за пресметувањето на феталната тежина дефиниран со овие два вида на грешка.

Во истражувањето, првите девет формули со највисоки 32, Bennini (156); 30, Hadlock2 (118); 27, Shinozuka (155); 29, Woo (149); 35, Ott (157); 38, Hadlock4 (118); 34, Combs (107); 26, Hsieh (153); 33, Hadlock3 (118) кои припаѓаат на групите на формули 6, 7 и 9, кои пак се базираат на 3 или 4 биометриски параметри беше утврдено дека се најсоодветни за македонската популација. Од овие формулата 32 на Bennini(155) која истовремено претставува модификација на Hadlock2 (118) се покажа како најдобра бидејќи имаше најдобар вкупен резултат.

Иако немаше комплетно совпаѓање помеѓу кластерите добиени врз основа на точност и прецизност и биометриските групи врз основа на комбинација на биометриски параметри, беше утврдено дека формулите кои вклучуваат 3 или 4 биометриски параметри беа позастапени во поточните и попрецизни кластери во однос на формулите што се базирани на 1 или 2 биометриски параметри.

Сепак, во литературата постојат многу конфликтни резултати во однос на бројот на биометриските параметри и точноста и прецизноста на формулите.

Во студијата на Mirghani и сор. (173) на 173 пациентки 53 (30,6%) пациентки биле од индискиот потконтинент, 44 (25,4%) пациентки биле од Африка, 33 (19,1%) пациентки биле од Арапскиот полуостров и 43 (24,9%) биле од други етнички групи.

Средната апсолутна грешка се движела од минимум 0.3% ( $\pm 11.3$ ) за Hadlock (118) (бипариетален дијаметар [BPD], обем на главата [HC], обем на стомакот [AC], должина на бедрената коска [FL]) до максимум 37.5% ( $\pm 10.0$ ) за Warsof (FL) (174). Корелацијата на пресметаната фетална тежина со вистинската родилна тежина се движела од минимум 0,09 со Warsof (FL) (174) до максимум 0,77 со Shepard и Warsof (BPD, AC) (151) и Hadlock (BPD, HC, AC, FL). Добиено е дека комбинацијата на AC и BPD повеќе отколку FL постигнувала повисоко ниво на точност. Како заклучок од ова истражување е изведено дека формулата на Shepard и Warsof (BPD, AC) (151) која се базира на два биометриски параметри овозможува наједноставен и најточен логаритам за пресметување на феталната тежината кај испитуваната мултиетничка популација.

Во студијата на Donna и sor. (175) биле евалуирани 465 некомплицирани бремености при што била споредена родилната тежина со пресметаната фетална тежина со десет различни формули. Пресметаните фетални тежини со сите формули, освен со формулата на Merz, Warsof и Ferrero, имаат тенденција да бидат пониски од измерената родилна тежина. Најмалите средни грешки биле добиени со формулите Hadlock 1, Hadlock 2, Hadlock 4 и Shepard (19г-85г.), додека со формулите на Merz и Woo се добиени најголеми средни грешки (110 g – 364 g). Заклучено е дека формулите Hadlock 1 и Hadlock 2 кои се базираат на 2 и 3 биометриски параметри ја дале најблиската пресметана фетална тежина до родилната тежина кај турското население.

Nahum и Stanislaw (87) во нивното истражување добиле дека формулите на Warsof et al (115) и Campbell and Wilkin (146), кои што се базираат исклучиво на мерењето на AC, биле точни како формулите кои вклучуваат 3 или 4 биометриски параметри на фетусот. Од ова произлегува дека кај различни етнички и расни групи различни формули се јавуваат како поверодостојни при пресметувањето на феталната тежина.

Во ова истражување се утврди дека формулите кои се базираат на поголем број на биометриски параметри се поточни и за нашата популација и покажуваат тенденција да се групираат едни до други, што укажува на потенцијалното влијание на бројот и видот на биометриските параметри на однесувањето на формулите. Во литературата не постои консензус кои се најдобрите комбинации на биометриски параметри на ултразвук при пресметувањето на феталната тежината. Во претходните студии, Campbell и Wilkin (146) и Higginbottom(176) демонстрирале добри резултати само со

параметарот AC, додека многу подоцнежните студии сугерираат дека комбинациите на два или повеќе параметри функционираат многу подобро (91).

Во ова истражување, се утврди дека формулите базирани на 3 дводимензионални биометриски параметри и тоа комбинацијата AC.FL.BPD се најсоодветни за македонската популација односно дека беа многу посупериорни во однос на формулите базирани на сите други комбинации. Формулите базирани на помал број односно еден или два биометриски параметри без разлика дали се добиени со 2D или 3D ултразвук не се покажаа супериорни во однос на формулите кои се базираат на повеќе биометриски параметри. Ова укажува на тоа дека сепак повеќе биометриски параметри резултира и со подобра точност и прецизност на пресметување. Потребна е студија со поголем број на податоци за да се разјасни важноста на параметрите; повеќе податоци би можеле да помогнат во развојот на формули со користење на модерни техники како Ласо, што автоматски го намалува придонесот на неважните параметри.

Во некои истражувања е покажано дека точноста и прецизноста на некои од добро утврдените и широко прифатени формули може да се подобри со заменување на оригиналните коефициенти на формулите со коефициенти добиени од специфичната популација на истражувањето. Имплементацијата на оваа стратегија во оваа студија би можела теоретски да ги намали разликите помеѓу нашата популација и населението од кои биле изведени испитуваните формули. На таков начин е добиена формулата со реден број 32, Bennini (156); која истовремено претставува модификација на Hadlock2 (118) и која се покажа како најдобра бидејќи имаше најдобар вкупен резултат на точност и прецизност. Сепак, таквата анализа е надвор од опсегот на оваа истражување.

#### *6.4. Дводимензионален ултразвук и фетална тежина*

Dudley (91) во 2004 објави ревијален труд во кој беа евалуирани 11 различни формули за пресметување на феталната тежина базирани на 2D биометриски параметри. Во овој ревијален труд не се утврди супериорност на некоја формула во однос на другите. Сепак за нормални фетуси, формулата на Hadlock и сор. (1985) (13) се покажа како најсоодветна бидејќи е со најмала системска средна грешка.

Barel и сор. (177) 2013 дизајнирале студија во која што користеле податоци од ултразвучни мерења направени максимум 1 недела пред породувањето за пресметување на феталната тежина и при тоа евалуирале 23 различни формули. Во оваа ретроспективна кохортна студија, во која биле вклучени скоро 13.000 единечни

бремености пресметаните систематска и случајна грешка биле во дијапазонот од 10% до 15% во однос на родилната тежина. Како заклучок е изведено дека формулите кои се базираат на три или повеќе биометриски параметри биле попрецизни од оние каде што се користеле еден или два биометриски параметри. Повеќе од 80% од пресметаните фетални тежини од страна на повеќето формули биле во границите до 15% од вистинските родилни тежини, но само околу 65% биле во дијапазонот до 10%.

Се чини дека не постои единствена формула која прецизно ја предвидува родилната тежина. Некои формули имаат тенденција да ја преценуваат тежината на фетусот, додека други со тенденција да ја потценуваат. Barel et al (178), во 2014 во ретроспективна кохортна студија, во која биле анализирани 9064 калкулации на феталната тежина базирани на ултразвучна биометрија изведени во текот на неделата пред породувањето, пресметале систематска грешка за целата кохорта од 5,8% користејќи ја формулата на Hadlock и сор. (1985)(13).

Во студијата на Peregrine и сор. (179), пресметувањето на феталната тежина со една од формулите на Hadlock, вклучувајќи AC и FL, било изведено кај 262 жени во термин пред индукција на породувањето. Авторите утврдиле значајно отстапување од вредноста на MAPE од -7.6 додека, додека случајната грешка била 10.6, односно MAPE се движело од 6% до 11%.

Од друга страна пак во студијата на Melamed и сор. (162) каде била пресметана феталната тежина кај 3672 бремености и тоа во периодот до 3 дена пред породување, авторите евалуирајќи ги формулите на Hadlock и сор. за MAPE покажале значителна пресметување со поголемиот дел од формули (вредности се движат од -1,2 до 6,0). Во оваа нивна студија авторите добиле случајни грешки и тоа 13.6 за (Hadlock, FL) и 8.1 за (Hadlock HC, AC и FL). Овие разлики може да се објаснат со фактот дека во оваа студија, родилките биле вклучени 3 дена пред породувањето независно од начинот на завршување на бременоста, фазата на породувањето или присуството на контракции.

Во студијата на Siemer и сор. (180), пресметувањето на феталната тежина кај 1941 бременост било направено со 11 различните формули. Кај секоја жена која се породила во рок од 7 дена била направена комплетна ултразвучна биометрија. Добиените MAPE за Hadlock формулите се: MAPE 8.14 (BPD, AC, FL) и 9.55 (AC).

Во студијата на Basha и сор. (181) била направена комплетна ултразвучна биометрија кај 415 бремености во рок од 14 дена пред породувањето со една од

формулите на Hadlock (HC, AC, FL). Тие нашле MAPE од 8.2 за пресметаните фетални тежини за породувањата во рок од 8-14 дена. Вкупно, 78,8% од пресметаните фетални тежини се во рамките на 10% од вистинската родилна тежина. Поголеме вредности на MAPE во последните две студии можеби делумно се објаснува со зголемен интервал на скенирање-до-породување до 14 дена.

Во студијата на Nouri и сор. (182) анализирана е точноста на ултразвучното и клиничкото пресметување на феталната тежина направени за време на активната фаза на породувањето кај 192 бремени жени. Процентот на феталната тежина во рамките на  $\pm 10\%$  од родилната тежина бил утврден кај 74% од случаите, кога феталната тежина била пресметана со една од формулите на Hadlock користејќи (BPD, AC и FL) како биометриски параметри.

### *6.5. Волумен на натколеница и фетална тежина*

Првите студии во кои феталната тежина беше пресметана со користење на волуменот на надлактицата и натколеницата (VolArm и VolTh) преку 3DUS објавија поточни резултати за родилната тежина во споредба со пресметувањата базирани на 2DUS формули (83).

Во студијата на Chang et al (134) за прв пат се опишува употребата на волуменот на надлактицата и на натколеницата во пресметување на тежината на фетусот во текот на третиот триместар. Процедурата за мерење која е употребена во таа студија одземала околу 10-15 минути за секој екстремитет. Тие спровеле проспективна студија во која поставиле корелација на 3D ултразвучно измерениот волумен на натколеницата со вистинската родилна тежина и оваа корелација ја споредиле со пресметаната фетална тежина со класичните формули базирани на 2D биометриски параметри се со цел да ја утврдат точноста во предвидувањето на родилната тежина. Заклучиле дека формулата за пресметување на феталната тежина базирана на 3D измерениот волумен на натколеница е точна за категориите на големи и мали како и за соодветни за гестациската старост новородени и тоа во дијапазонот на родилна тежина од 1194 до 4425. Сепак, укажале дека е потребна понатамошна студија со повеќе случаи на големи и мали новородени за гестациската старост за да се уточни оваа формула. Според оваа студија, 3D ултразвучната пресметка на волуменот на надлактицата и на натколеницата може многу точно да ја предвиди феталната тежина и заслужува голема проспективна студија (142).

Следно истражување каде се пресметува феталната тежина со користење на волуменот на натколеница мерен со тродимензионален ултразвук е студијата на Lee и сор. (183) каде 100 фетуси биле проспективно скенирани со просечна гестациска возраст од  $39,2 \pm 1,2$  недели, од кои 94% биле испитани во 37- гестациска недела или подоцна. Средната родилна тежина изнесувала  $3643 \pm 574$  g. Оваа студија во која биле вклучени фетуси со нормален раст, ги вклучила следните расни групи: бели (97%), црни (5%) и азиски (2%). Средниот волумен на натколеница изнесувал  $87.4 \pm 19.3$  cm<sup>3</sup>. Фракционираниот волумен на натколеница, како единствен ултразвучен параметар при одредување на феталната тежина, дал средна апсолутна грешка во проценти ( $5.6\% \pm 8.4$ ).

Прегледот на литературата укажува на тоа дека само во четири земји во светот фракционираниот волумен на екстремитетот до сега се користел при пресметување на феталната тежина, иако при овие споредби важно е да се спомне дека при пресметувањето на феталната тежина биле употребени различни модели (159,183–188).

Најголемиот број на студии главно се базираат на пресметување на феталната тежина во доцниот период на третиот триместар и поголемиот број од нив се со висока репродукцибилност при мерењето на волуменот на натколеницата.

Со исклучок на студијата на Lindell и Marsál (187) повеќето проспективни студии покажуваат зголемена прецизност во одредувањето на феталната тежина базирано на формули каде бил употребен волуменот на натколеницата. Меѓутоа во оваа шведска студија на пролонгирани бремености било работено со постари формули за пресметување на феталната тежина. Во оваа студија беше споменат и нов начин на преместување на феталната тежина кој вклучува тродимензионално мерење на натколеницата и волуменот на абдоменот.

Во студијата на Lee и сор.(189) од 2013 година каде се проценувала вредноста на фракционираниот волумен на екстремитетот при пресметување на феталната тежина кај популација од 164 жени се покажало дека во моделот 4 каде за пресметување за феталната тежина бил користен само волуменот на натколеницата степенот на грешка за сите фетуси е  $5.3 \pm 11,7$  додека се покажало дека моделот 6 е со најголема прецизност во пресметувањето на феталната тежина со степен на грешка со 6.6%.

Постојат неколку недостатоци на класичното, нефракционирано тродимензионално одредување на волуменот на надлактицата и на натколеницата. Тродимензионалниот ултразвук е релативно скапа метода и не е достапна во многу

центри. Пресметувањето на волуменот на натколеница е релативно софистициран, прецизен метод кој одзема многу време во споредба со дводимензионалниот ултразвук. Значи клиничката апликација на нефракционираното пресметување на феталната тежина преку мерење на волуменот на надлактицата или на натколеницата со користење на класичниот нефракциониран тродимензионален ултразвук е ограничена од дополнителното време што е потребно за рачно да се исцртаат границите на меките ткива по целиот екстремитет. Акустичната сенка од коската, исто така, го прави тешко точното исцртување на границите на меките ткива во пределот на зглобовите на екстремитетот (125).

Затоа со цел да се решат овие технички ограничувања е воведен концептот на фракционирање на волуменот на екстремитетот (136). Мекото ткиво како параметар е изведено од централниот дел на дијафизата на екстремитетот, бидејќи трансверзалните пресеци од средината на екстремитетот се со поголема веројатност да ги прикажат поостро границите на меките ткива. Времето на мерење значително се намали заради тоа што се проследуваат само пет рамнини во рамките на фракционираниот волумен на екстремитетот и поголема е веројатноста да се видат областите на акустично сенчење. Мерењето на фракционираниот волумен на екстремитетот исто така е далеку порепродуцибилно помеѓу различни испитувачи отколку кај нефракционираниот. Во иднина, со помош на компјутерските програми за автоматска волуметрија мерењата ќе бидат уште пообјективни.

### *6.6. Волумен на надлактица и фетална тежина*

Прегледот на медицинската литература покажува дека фракционираниот волумен на екстремитетите во пресметувањето на феталната тежина се користел во релативно малку земји, иако при анализа на овие пресметки важно е да се увиди дека различни модели за пресметување се применувале во различни услови (160,190,191). Во повеќето студии првенствено се вклучени фетуси кон крајот на третиот триместар и во повеќето студии е објавена задоволителна репродукцибилност на овие мерења.

Во студијата на Liang и сор. во 1997 година целта била да се утврди корисноста и точноста на волуменот на надлактицата на фетусот во пресметување на феталната тежина. Во проспективна студија во која биле вклучени 105 бремени жени, авторите откриле дека волуменот на надлактицата корелира добро со родилната тежина ( $r = 0,92$ ,  $n = 105$ ,  $p < 0.0001$ ). Користена е линеарна и полиномна регресија и била добиена нова

формула, Феталната тежина =  $1088,60 + 36,024 \times$  волумен на надлактицата. Точноста на оваа нова формула била споредена со две претходно развиени кинески формули за пресметување на феталната тежина и други стандардни формули кои биле базирани на 2D биометриски параметри. Како заклучок, тие утврдиле дека нивната формула е поточна во пресметувањето на феталната тежина од сите други формули кои се базирале на биометриски параметри базирани на дводимензионален ултразвук во грешка, процентуална грешка и апсолутна грешка (119).

Подоцна, во студијата на Lee и сор. во 2001 г., кога беше воведен фракционираниот волумен на екстремитетите како нов ултразвучен параметар, користен е нов модел за пресметување на феталната тежина и беше испитана неговата практична вредност при пресметувањето на феталната тежина за време на доцната бременост. Во студијата биле вклучени 100 новородени со просечна гестациска возраст  $\pm$  SD од  $39,2 \pm 1,2$  недела. Интеркласната корелацијата укажала на значителен степен на интер и интраобсервер репродукцибилност за фракционираниот волумен на натколеницата и надлактицата. Фракционираниот волумен на надлактицата ( $r = 0,83$ ) покажал силна корелација со родилната тежина. Најдобриот модел за пресметување (абдоминална циркумференца и фракциониран волумен на бутот) дал пресметување на феталната тежина што отстапувала од реалната родилна тежина за  $-0.025\% \pm 7,8\%$ . Во оваа студија била користеа линеарна и полиномска регресија и со тоа била добиена нова формула: Феталната тежина =  $76.837 (\text{ArmVol}) + 599.102$ . Овој модел генерира средна процентуална грешка од  $0,1 \pm 9,6\text{g}$ , апсолутна грешка во грамови од  $-0,50 \pm 359$  и  $R^2 = 0,68$  (148).

Во студијата на Vieira и сор. во 2008 година, каде во проспективна пресечна студија биле евалуирани 25 бремености, целта била да се утврди вредноста на волуменот на надлактицата на фетусот добиена со тродимензионален ултразвук (3DUS) при пресметувањето на феталната тежина,. Авторите откриле дека волуменот на надлактицата на фетусот силно корелира со феталната тежина ( $r = 0,83$ ;  $p < 0,005$ ). Добиената формула со линеарна регресија е : феталната тежина =  $681,59 + 43,23 \times$  волумен на надлактицата на фетусот. Средната грешка при пресметувањето на феталната тежина кога се користи волуменот на надлактицата на фетусот била (0 g), средната апсолутна грешка (196,6 g) и просечната процентуална апсолутна грешка (6,5%) и биле пониски од грешките што се јавуваат при употребата на формулата на Шепард при пресметувањето на феталната тежина; сепак, разликата била без

сигнификантност ( $p > 0,05$ ). Феталната тежината, пресметана преку волуменот на надлактицата на фетусот, имала и просечна грешка помала од формулата на Hadlock, но оваа разлика не била статистички значајна ( $p > 0.05$ ). Заклучокот на авторите е дека точноста на пресметаната фетална тежина преку волуменот на надлактицата на фетусот добиена преку 3DUS е слична со точноста на пресметаната фетална тежина преку дводимензионалниот ултразвук (137).

Во студијата на Mack и сор. во 2017 година, феталното меко ткиво било пресметано со употреба на фракционирани волумени на екстремитетите како индиректен показател за нутритивниот статус на фетусот во мајката. Тие го одредувале фракционирано волумен на екстремитетите по автоматска постапка за брза проценка на феталната тежина. Педесет новороденчиња биле родени во 39,4 гестациски недели. Сепак пресметувањето на феталната тежина според формулата по Hadlock се покажало како најточно систематско отстапување од родилната тежина (0,31%) со просечна случајна грешка од  $\pm 7,9\%$ . И покрај систематските отстапувања, односно поголема систематска грешка, најпрецизни резултати се добиле со фракционираното мерење на волуменот на надлактицата ( $-9,1\% \pm 5,1\%$ ) и фракционирано мерење на бут ( $-5,2\% \pm 5,2\%$ ). Големината и дистрибуцијата на грешките во пресметувањето биле подобрени по корекцијата за систематските грешки. Авторите заклучиле дека автоматските фракционирани мерења на волуменот на екстремитетите можат да ја подобрат прецизноста во пресметувањето на феталната тежината во третиот триместар. При користењето на автоматското фракционирано мерење на волумените на екстремитетите може да бидат неопходни фактори на корекција за да се корегираат систематските грешки при употреба на автоматски фракционирано мерење на волумен на екстремитетите со помош на дополнително рачно исцртување на границите на меките ткива на екстремитетите (24).

Во ова истражување беа анализирани бројните формули базирани на 2D и 3D биометриски параметри за пресметување на феталната тежина со цел да се утврдат најточните и најпрецизните формули и да се утврди предноста од употребувањето на што повеќе 2D и 3D фетални биометриски параметри во формулите.

## 7. ЗАКЛУЧОК

Од ова истражување може да се изведат неколку заклучоци:

1. Постојат значителни варијации во резултатите за пресметување на феталната тежина во однос на различни ултразвучни формули иако повеќето покажуваат задоволителна точност
2. Формулите 32, Bennini; 30, Hadlock2; 27, Shinozuka; 29, Wo o; 35, Ott ; 38, Hadlock4; 34, Combs; 26, Hsieh; 33, Hadlock3 кои се базираат на 3 или 4 биометриски параметри се најсоодветни за македонската популација, затоа што отстапувањето од родилната тежина според нив е најмало.
3. Првите четири формули во оваа ранг листа припаѓаат на иста биометриска група AC.FL.BPD што значи исти биометриски параметри се вклучени во пресметувањето на феталната тежина
4. Формулите базирани на 3 дводимензионални биометриски параметри и тоа комбинацијата AC.FL.BPD се најсоодветни за македонската популација и беа посупериорни во однос на формулите базирани на сите други комбинации.
5. Од овие формули формулата 32 на Bennin, која истовремено претставува модификација на Hadlock2 се покажа како најдобра бидејќи покажа најдобар вкупен резултат.
6. Нема комплетно совпаѓање помеѓу кластерите добиени врз основа на точност и прецизност и биометриските групи врз основа на комбинација на биометриски параметри, но формулите кои вклучуваат 3 или 4 биометриски параметри се позастапени во поточните и попрецизни кластери во однос на формулите што се базирани на 1 или 2 биометриски параметри.
7. Формулите базирани на помал број односно еден или два биометриски параметри без разлика дали се добиени со 2D или 3D ултразвук не се супериорни во однос на формулите кои се базираат на повеќе биометриски параметри.
8. Супериорноста на формулите кои се базираат на 3 или 4 биометриски параметри, не е еднаква во сите подгрупи на родилна тежина.
9. Во групата од 2500-3000g како супериорни формули се добија формули базирани на комбинација на 3D и 2D биометриски параметри,
10. Во групата 4000-4500g како супериорни формули се добија формули базирани на 1 или 2 биометриски параметри.

11. Во другите 3 групи формулите базирани на 3 биометриски параметри се покажаа супериорни.
12. 3Д ултразвукот со само фракционо мерење на волуменот на меките ткива не се покажа супериорен во однос на 2Д ултразвучните мерења во пресметување на родилната тежина
13. Пресметувањето на волуменот на натколеница/надлактица е релативно софистициран, прецизен метод кој одзема многу време во споредба со дводимензионалниот ултразвук.
14. Мерењата со 3Д ултразвук се корисни во пресметување на родилната тежина кај новородени со телесна тежина од 2500-3000 гр
15. Постојат многубројни фактори кои што влијаат на точноста и прецизноста на формулите за пресметување на феталната тежина.

## **8. КРАТЕНКИ**

- Бипариетален дијаметар (BPD);
- Циркумференца на главата (HC);
- Должина на фемурот (FL);
- Абдоминална циркумференца (AC);
- Дводимензионален ултразвук (2DUS);
- Тродимензионален ултразвук (3DUS);
- Родилна тежина (BW);
- Родилна должина (BL);
- Волумен на надлактица (VolArm);
- Волумен на натколеница (VolTh).

## 9. РЕФЕРЕНЦИ

1. McCormick MC. The contribution of low birth weight to infant mortality and childhood morbidity. *N Engl J Med*. 1985 Jan 10;312(2):82–90.
2. Class QA, Rickert ME, Lichtenstein P, D’Onofrio BM. Birth weight, physical morbidity, and mortality: a population-based sibling-comparison study. *Am J Epidemiol*. 2014 Mar 1;179(5):550–8.
3. Abrams B, Newman V. Small-for-gestational-age birth: maternal predictors and comparison with risk factors of spontaneous preterm delivery in the same cohort. *Am J Obstet Gynecol*. 1991 Mar;164(3):785–90.
4. Hughes MM, Black RE, Katz J. 2500-g Low Birth Weight Cutoff: History and Implications for Future Research and Policy. *Matern Child Health J*. 2017;21(2):283–9.
5. Kramer’ MS. Determinants of low birth weight: methodological assessment and meta-analysis. :75.
6. Sharma D. Golden 60 minutes of newborn’s life: Part 1: Preterm neonate. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2017 Nov;30(22):2716–27.
7. Eggleston E, Tsui AO, Fortney J. Assessing survey measures of infant birth weight and birth size in Ecuador. *J Biosoc Sci*. 2000 Jul;32(3):373–82.
8. Channon AAR, Padmadas SS, McDonald JW. Measuring birth weight in developing countries: does the method of reporting in retrospective surveys matter? *Matern Child Health J*. 2011 Jan;15(1):12–8.
9. Kiserud T, Piaggio G, Carroli G, Widmer M, Carvalho J, Neerup Jensen L, et al. The World Health Organization Fetal Growth Charts: A Multinational Longitudinal Study of Ultrasound Biometric Measurements and Estimated Fetal Weight. *PLoS Med*. 2017 Jan;14(1):e1002220.
10. Every Woman Every Child | Global Movement [Internet]. Every Woman Every Child. [cited 2020 Aug 4]. Available from: <https://www.everywomaneverychild.org>

11. Souza JP, Widmer M, Gülmezoglu AM, Lawrie TA, Adejuyigbe EA, Carroli G, et al. Maternal and perinatal health research priorities beyond 2015: an international survey and prioritization exercise. *Reprod Health*. 2014 Aug 7;11:61.
12. Hobbs AJ, Moller A-B, Carvajal-Aguirre L, Amouzou A, Chou D, Say L. Protocol for a scoping review to identify and map the global health personnel considered skilled attendants at birth in low and middle-income countries between 2000 and 2015. *BMJ Open*. 2017 Oct 15;7(10):e017229.
13. Katz J, Lee AC, Kozuki N, Lawn JE, Cousens S, Blencowe H, et al. Mortality risk in preterm and small-for-gestational-age infants in low-income and middle-income countries: a pooled country analysis. *Lancet*. 2013 Aug 3;382(9890):417–25.
14. Paneth NS. The problem of low birth weight. *Future Child*. 1995;5(1):19–34.
15. Phelan ST, Goldenberg R, Alexander G, Cliver SP. Perinatal mortality and its relationship to the reporting of low-birthweight infants. *Am J Public Health*. 1998 Aug;88(8):1236–9.
16. Saugstad LF. Weight of all births and infant mortality. *J Epidemiol Community Health*. 1981 Sep;35(3):185–91.
17. Graafmans WC, Richardus JH, Borsboom GJJM, Bakketeig L, Langhoff-Roos J, Bergsjø P, et al. Birth weight and perinatal mortality: a comparison of “optimal” birth weight in seven Western European countries. *Epidemiology*. 2002 Sep;13(5):569–74.
18. Wilcox AJ, Russell IT. Birthweight and perinatal mortality: I. On the frequency distribution of birthweight. *Int J Epidemiol*. 1983 Sep;12(3):314–8.
19. Abell TD. Low birth weight, intrauterine growth-retarded, and pre-term infants : A research strategy. *Hum Nat*. 1992 Dec;3(4):335–78.
20. Hirve S, Ganatra B. A prospective cohort study on the survival experience of under five children in rural western India. *Indian Pediatr*. 1997 Nov;34(11):995–1001.
21. Kajantie E, Osmond C, Barker DJP, Forsén T, Phillips DIW, Eriksson JG. Size at birth as a predictor of mortality in adulthood: a follow-up of 350 000 person-years. *Int J Epidemiol*. 2005 Jun;34(3):655–63.

22. Frisbie WP, Forbes D, Pullum SG. Compromised birth outcomes and infant mortality among racial and ethnic groups. *Demography*. 1996 Nov;33(4):469–81.
23. Ashworth A. Effects of intrauterine growth retardation on mortality and morbidity in infants and young children. *Eur J Clin Nutr*. 1998 Jan;52 Suppl 1:S34-41; discussion S41-42.
24. Blanc AK, Wardlaw T. Monitoring low birth weight: an evaluation of international estimates and an updated estimation procedure. *Bull World Health Organ*. 2005 Mar;83(3):178–85.
25. Yasmin S, Osrin D, Paul E, Costello A. Neonatal mortality of low-birth-weight infants in Bangladesh. *Bull World Health Organ*. 2001;79(7):608–14.
26. Becerra JE, Atrash HK, Pérez N, Saliceti JA. Low birthweight and infant mortality in Puerto Rico. *Am J Public Health*. 1993 Nov;83(11):1572–6.
27. Escobar GJ, Littenberg B, Petitti DB. Outcome among surviving very low birthweight infants: a meta-analysis. *Arch Dis Child*. 1991 Feb;66(2):204–11.
28. Overpeck MD, Moss AJ, Hoffman HJ, Hendershot GE. A comparison of the childhood health status of normal birth weight and low birth weight infants. *Public Health Rep*. 1989 Feb;104(1):58–70.
29. Hack M, Klein NK, Taylor HG. Long-term developmental outcomes of low birth weight infants. *Future Child*. 1995;5(1):176–96.
30. Power C, Li L. Cohort study of birthweight, mortality, and disability. *BMJ*. 2000 Mar 25;320(7238):840–1.
31. Hille ET, den Ouden AL, Saigal S, Wolke D, Lambert M, Whitaker A, et al. Behavioural problems in children who weigh 1000 g or less at birth in four countries. *Lancet*. 2001 May 26;357(9269):1641–3.
32. Indredavik MS, Skranes JS, Vik T, Heyerdahl S, Romundstad P, Myhr GE, et al. Low-birth-weight adolescents: psychiatric symptoms and cerebral MRI abnormalities. *Pediatr Neurol*. 2005 Oct;33(4):259–66.

33. Kirkegaard I, Obel C, Hedegaard M, Henriksen TB. Gestational age and birth weight in relation to school performance of 10-year-old children: a follow-up study of children born after 32 completed weeks. *Pediatrics*. 2006 Oct;118(4):1600–6.
34. Chaudhari S, Otiv M, Chitale A, Pandit A, Hoge M. Pune low birth weight study--cognitive abilities and educational performance at twelve years. *Indian Pediatr*. 2004 Feb;41(2):121–8.
35. Hack M, Flannery DJ, Schluchter M, Cartar L, Borawski E, Klein N. Outcomes in young adulthood for very-low-birth-weight infants. *N Engl J Med*. 2002 Jan 17;346(3):149–57.
36. Barker DJ. The fetal and infant origins of disease. *Eur J Clin Invest*. 1995 Jul;25(7):457–63.
37. Barker DJ. Fetal origins of coronary heart disease. *BMJ*. 1995 Jul 15;311(6998):171–4.
38. Osmond C, Barker DJ, Winter PD, Fall CH, Simmonds SJ. Early growth and death from cardiovascular disease in women. *BMJ*. 1993 Dec 11;307(6918):1519–24.
39. Davies AA, Smith GD, May MT, Ben-Shlomo Y. Association between birth weight and blood pressure is robust, amplifies with age, and may be underestimated. *Hypertension*. 2006 Sep;48(3):431–6.
40. Reyes L, Mañalich R. Long-term consequences of low birth weight. *Kidney Int Suppl*. 2005 Aug;(97):S107-111.
41. Michels KB, Xue F. Role of birthweight in the etiology of breast cancer. *Int J Cancer*. 2006 Nov 1;119(9):2007–25.
42. Gale CR, Martyn CN. Birth weight and later risk of depression in a national birth cohort. *Br J Psychiatry*. 2004 Jan;184:28–33.
43. Zylbersztejn A, Gilbert R, Hjern A, Hardelid P. How can we make international comparisons of infant mortality in high income countries based on aggregate data more relevant to policy? *BMC Pregnancy Childbirth*. 2017 Dec 19;17(1):430.

44. Chauhan SP, Hendrix NW, Magann EF, Morrison JC, Kenney SP, Devoe LD. Limitations of clinical and sonographic estimates of birth weight: experience with 1034 parturients. *Obstet Gynecol.* 1998 Jan;91(1):72–7.
45. Levine TA, Grunau RE, Segurado R, Daly S, Geary MP, Kennelly MM, et al. Pregnancy-specific stress, fetoplacental haemodynamics, and neonatal outcomes in women with small for gestational age pregnancies: a secondary analysis of the multicentre Prospective Observational Trial to Optimise Paediatric Health in Intrauterine Growth Restriction. *BMJ Open.* 2017 Jun 21;7(6):e015326.
46. Zahran M, Tohma YA, Erkaya S, Evliyaoğlu Ö, Çolak E, Çoşkun B. Analysis of the effectiveness of ultrasound and clinical examination methods in fetal weight estimation for term pregnancies. *Turk J Obstet Gynecol.* 2015 Dec;12(4):220–5.
47. Battaglia FC, Lubchenco LO. A practical classification of newborn infants by weight and gestational age. *J Pediatr.* 1967 Aug;71(2):159–63.
48. Organization WH. ICD-10 : international statistical classification of diseases and related health problems : tenth revision [Internet]. World Health Organization; 2004 [cited 2020 Aug 10]. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42980>
49. Ashworth A, Feachem RG. Interventions for the control of diarrhoeal diseases among young children: prevention of low birth weight\*. *Bulletin of the World Health Organization.* 1985;63(1):165–84.
50. Lawn JE, Cousens S, Zupan J, Lancet Neonatal Survival Steering Team. 4 million neonatal deaths: when? Where? Why? *Lancet.* 2005 Mar 5;365(9462):891–900.
51. Alderman HB Jere R. Reducing the Incidence of Low Birth Weight in Low-Income Countries Has Substantial Economic Benefits. *World Bank Research Observer.* 2006 Mar 1;21(1):25–48.
52. Solís P, Pullum SG, Frisbie WP. Demographic models of birth outcomes and infant mortality: an alternative measurement approach. *Demography.* 2000 Nov;37(4):489–98.
53. Hertz-Picciotto I. Is it time to abandon adjustment for birth weight in studies of infant mortality? *Paediatr Perinat Epidemiol.* 2003 Apr;17(2):114–6.

54. Solís P, G. Pullum S, Frisbie WP. Demographic models of birth outcomes and infant mortality: An alternative measurement approach. *Demography*. 2000 Nov 1;37(4):489–98.
55. Villar J, Belizan JM. The timing factor in the pathophysiology of the intrauterine growth retardation syndrome. *Obstet Gynecol Surv*. 1982 Aug;37(8):499–506.
56. WHO | Care of the preterm and low-birth-weight newborn [Internet]. WHO. World Health Organization; [cited 2020 Aug 5]. Available from: [http://www.who.int/maternal\\_child\\_adolescent/newborns/prematurity/en/](http://www.who.int/maternal_child_adolescent/newborns/prematurity/en/)
57. Magzoub MMA, Ali TE, Ali AB. A Low-Cost Tool for Traditional Birth Attendants to Identify Low-Birth-Weight Infants. *Food Nutr Bull*. 1994 Sep 1;15(3):1–5.
58. Ahmed FU, Karim E, Bhuiyan SN. Mid-arm circumference at birth as predictor of low birth weight and neonatal mortality. *J Biosoc Sci*. 2000 Oct;32(4):487–93.
59. Bernstein IM, Horbar JD, Badger GJ, Ohlsson A, Golan A. Morbidity and mortality among very-low-birth-weight neonates with intrauterine growth restriction. The Vermont Oxford Network. *Am J Obstet Gynecol*. 2000 Jan;182(1 Pt 1):198–206.
60. Boulet SL, Alexander GR, Salihu HM, Pass M. Macrosomic births in the united states: determinants, outcomes, and proposed grades of risk. *Am J Obstet Gynecol*. 2003 May;188(5):1372–8.
61. Husslein H, Worda C, Leipold H, Szalay S. Accuracy of Fetal Weight Estimation in Women with Diet Controlled Gestational Diabetes. *Geburtshilfe Frauenheilkd*. 2012 Feb;72(2):144–8.
62. El Fekih C, Mourali M, Ouerdiane N, Oueslati S, Hadj Hassine A, Chaabene M, et al. Maternal and fetal outcomes of large fetus delivery: a comparative study. *Tunis Med*. 2011 Jun;89(6):553–6.
63. Boyd ME, Usher RH, McLean FH. Fetal macrosomia: prediction, risks, proposed management. *Obstet Gynecol*. 1983 Jun;61(6):715–22.
64. Yang G-R, Dye TD, Li D. Effects of pre-gestational diabetes mellitus and gestational diabetes mellitus on macrosomia and birth defects in Upstate New York. *Diabetes Res Clin Pract*. 2019 Sep;155:107811.

65. Tela FG, Bezabih AM, Adhanu AK, Tekola KB. Fetal macrosomia and its associated factors among singleton live-births in private clinics in Mekelle city, Tigray, Ethiopia. *BMC Pregnancy Childbirth* [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2020 Aug 17];19. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6604312/>
66. Coomarasamy A, Connock M, Thornton J, Khan KS. Accuracy of ultrasound biometry in the prediction of macrosomia: a systematic quantitative review. *BJOG*. 2005 Nov;112(11):1461–6.
67. American College of Obstetricians and Gynecologists' Committee on Practice Bulletins—Obstetrics and the Society for Maternal-Fetal Medicine. ACOG Practice Bulletin No. 204: Fetal Growth Restriction. *Obstet Gynecol*. 2019;133(2):e97–109.
68. Lee AC, Kozuki N, Cousens S, Stevens GA, Blencowe H, Silveira MF, et al. Estimates of burden and consequences of infants born small for gestational age in low and middle income countries with INTERGROWTH-21st standard: analysis of CHERG datasets. *BMJ*. 2017 Aug 17;358:j3677.
69. Jolly MC, Sebire NJ, Harris JP, Regan L, Robinson S. Risk factors for macrosomia and its clinical consequences: a study of 350,311 pregnancies. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2003 Nov 10;111(1):9–14.
70. Basso O, Wilcox AJ, Weinberg CR. Birth weight and mortality: causality or confounding? *Am J Epidemiol*. 2006 Aug 15;164(4):303–11.
71. Daniel-Spiegel E, Mandel M, Nevo D, Ben-Chetrit A, Shen O, Shalev E, et al. Fetal Biometry in the Israeli Population: New Reference Charts. *Isr Med Assoc J*. 2016 Jan;18(1):40–4.
72. Deter RL, Lee W, Sangi-Haghpeykar H, Tarca AL, Yeo L, Romero R. Individualized fetal growth assessment: critical evaluation of key concepts in the specification of third trimester size trajectories. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2014 Apr;27(6):543–51.
73. Gaillard R, de Ridder MAJ, Verburg BO, Wittteman JCM, Mackenbach JP, Moll HA, et al. Individually customised fetal weight charts derived from ultrasound measurements: the Generation R Study. *Eur J Epidemiol*. 2011 Dec;26(12):919–26.

74. Gardosi J, Mongelli M, Wilcox M, Chang A. An adjustable fetal weight standard. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1995 Sep;6(3):168–74.
75. Nardoza LMM, Passos AP, Araujo Júnior E, Bruns RF, Moron AF. Reference intervals of fetal cisterna magna volume by two-dimensional method using the multiplanar mode of three-dimensional ultrasonography. *Radiol Bras.* 2014 Aug;47(4):201–5.
76. Ugwa EA. Maternal anthropometric characteristics as determinants of birth weight in North-West Nigeria: A prospective study. *Nigerian Journal of Basic and Clinical Sciences.* 2014 Jan 1;11(1):8.
77. Wilcox M, Gardosi J, Mongelli M, Ray C, Johnson I. Birth weight from pregnancies dated by ultrasonography in a multicultural British population. *BMJ.* 1993 Sep 4;307(6904):588–91.
78. Nahum GG, Pham KQ, McHugh JP. Ultrasonic prediction of term birth weight in Hispanic women. Accuracy in an outpatient clinic. *J Reprod Med.* 2003 Jan;48(1):13–22.
79. Spada E, Chiossi G, Coscia A, Monari F, Facchinetti F. Effect of maternal age, height, BMI and ethnicity on birth weight: an Italian multicenter study. *J Perinat Med.* 2018 Nov 27;46(9):1016–21.
80. Zhao R, Xu L, Wu ML, Huang SH, Cao XJ. Maternal pre-pregnancy body mass index, gestational weight gain influence birth weight. *Women Birth.* 2018 Feb;31(1):e20–5.
81. Goldstein RF, Abell SK, Ranasinha S, Misso M, Boyle JA, Black MH, et al. Association of Gestational Weight Gain With Maternal and Infant Outcomes: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA.* 2017 Jun 6;317(21):2207–25.
82. Ego A, Subtil D, Grange G, Thiebaugeorges O, Senat M-V, Vayssiere C, et al. Should parity be included in customised fetal weight standards for identifying small-for-gestational-age babies? Results from a French multicentre study. *BJOG.* 2008 Sep;115(10):1256–64.
83. Schild RL, Fimmers R, Hansmann M. Fetal weight estimation by three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2000 Oct;16(5):445–52.

84. Siemer J, Wolf T, Hart N, Schrauder M, Meurer B, Goecker T, et al. Increased accuracy of fetal weight estimation with a gender-specific weight formula. *Fetal Diagn Ther.* 2008;24(4):321–6.
85. Candelas N, Terán JM, López Barbancho D, Díaz MC, Lomaglio DB, Marrodán MD. Altitude effect on birth weight and prematurity in the Province of Catamarca (Argentina). *Am J Hum Biol.* 2015 Aug;27(4):526–9.
86. Nahum GG, Stanislaw H. Hemoglobin, altitude and birth weight: does maternal anemia during pregnancy influence fetal growth? *J Reprod Med.* 2004 Apr;49(4):297–305.
87. Nahum GG, Stanislaw H. Relationship of paternal factors to birth weight. *J Reprod Med.* 2003 Dec;48(12):963–8.
88. Walfisch A, Nikolovski S, Talevska B, Hallak M. Fetal growth restriction and maternal smoking in the Macedonian Roma population: a causality dilemma. *Arch Gynecol Obstet.* 2013 Jun;287(6):1131–6.
89. Pivarnik JM, Perkins CD, Moyerbrailean T. Athletes and pregnancy. *Clin Obstet Gynecol.* 2003 Jun;46(2):403–14.
90. Haelterman E, Bréart G, Paris-Llado J, Dramaix M, Tchobroutsky C. Effect of uncomplicated chronic hypertension on the risk of small-for-gestational age birth. *Am J Epidemiol.* 1997 Apr 15;145(8):689–95.
91. Dudley NJ. A systematic review of the ultrasound estimation of fetal weight. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2005 Jan;25(1):80–9.
92. Lanowski J-S, Lanowski G, Schippert C, Drinkut K, Hillemanns P, Staboulidou I. Ultrasound versus Clinical Examination to Estimate Fetal Weight at Term. *Geburtshilfe Frauenheilkd.* 2017 Mar;77(3):276–83.
93. Herrero RL, Fitzsimmons J. Estimated fetal weight. Maternal vs. physician estimate. *J Reprod Med.* 1999 Aug;44(8):674–8.
94. Goetzinger KR, Odibo AO, Shanks AL, Roehl KA, Cahill AG. Clinical accuracy of estimated fetal weight in term pregnancies in a teaching hospital. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2014 Jan;27(1):89–93.

95. Harlev A, Walfisch A, Bar-David J, HersHKovitz R, Friger M, Hallak M. Maternal estimation of fetal weight as a complementary method of fetal weight assessment: a prospective clinical trial. *J Reprod Med*. 2006 Jul;51(7):515–20.
96. Preyer O, Husslein H, Concin N, Ridder A, Musielak M, Pfeifer C, et al. Fetal weight estimation at term - ultrasound versus clinical examination with Leopold's manoeuvres: a prospective blinded observational study. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2019 Apr 11;19(1):122.
97. Ratwani K, Madkar CS, Deshpande HG, Jethani S. COMPARATIVE STUDY FOR ESTIMATION OF FETAL WEIGHT BY CLINICAL & ULTRASONOGRAPHICAL METHODS IN TERM PATIENTS. *jemds*. 2010 Mar 5;3(10):2553–60.
98. Dare FO, Ademowore AS, Ifaturoti OO, Nganwuchu A. The value of symphysio-fundal height/abdominal girth measurements in predicting fetal weight. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*. 1990 Mar 1;31(3):243–8.
99. Johnson RW. Calculations in estimating fetal weight. *Am J Obstet Gynecol*. 1957 Oct;74(4):929.
100. Purandare CN, Patel MA, Balsarkar G. Indian Contribution to Obstetrics and Gynecology. *J Obstet Gynaecol India*. 2012 Dec;62(6):624–5.
101. Matthew J, Malamateniou C, Knight CL, Baruteau KP, Fletcher T, Davidson A, et al. A comparison of ultrasound with magnetic resonance imaging in the assessment of fetal biometry and weight in the second trimester of pregnancy: An observer agreement and variability study. *Ultrasound*. 2018 Nov;26(4):229–44.
102. Zaretsky MV, Reichel TF, McIntire DD, Twickler DM. Comparison of magnetic resonance imaging to ultrasound in the estimation of birth weight at term. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*. 2003 Oct 1;189(4):1017–20.
103. Issel EP, Prenzlau P, Bayer H, Lüder R, Schulte R, Wohlfahrth G, et al. The measurement of fetal growth during pregnancy by ultra-sound (B-scan). *J Perinat Med*. 1975;3(4):269–75.

104. Seffah JD, Adanu RMK. Obstetric ultrasonography in low-income countries. *Clin Obstet Gynecol.* 2009 Jun;52(2):250–5.
105. Parra-Saavedra M, Crovetto F, Triunfo S, Savchev S, Peguero A, Nadal A, et al. Placental findings in late-onset SGA births without Doppler signs of placental insufficiency. *Placenta.* 2013 Dec;34(12):1136–41.
106. Mohsen LA, Amin MF. 3D and 2D ultrasound-based fetal weight estimation: a single center experience. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2017 Apr;30(7):818–25.
107. Combs CA, Jaekle RK, Rosenn B, Pope M, Miodovnik M, Siddiqi TA. Sonographic estimation of fetal weight based on a model of fetal volume. *Obstet Gynecol.* 1993 Sep;82(3):365–70.
108. Wu M, Shao G, Zhang F, Ruan Z, Xu P, Ding H. Estimation of fetal weight by ultrasonic examination. *Int J Clin Exp Med.* 2015 Jan 15;8(1):540–5.
109. Williams RL, Creasy RK, Cunningham GC, Hawes WE, Norris FD, Tashiro M. Fetal growth and perinatal viability in California. *Obstet Gynecol.* 1982 May;59(5):624–32.
110. Baskett TF, Allen AC. Perinatal implications of shoulder dystocia. *Obstet Gynecol.* 1995 Jul;86(1):14–7.
111. Fu J, Yu M. A hospital-based birth weight analysis using computerized perinatal data base for a Chinese population. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2011 Apr;24(4):614–8.
112. Blue NR, Yordan JMP, Holbrook BD, Nirgudkar PA, Mozurkewich EL. Abdominal Circumference Alone versus Estimated Fetal Weight after 24 Weeks to Predict Small or Large for Gestational Age at Birth: A Meta-Analysis. *Am J Perinatol.* 2017 Sep;34(11):1115–24.
113. Campbell S, Wilkin D. Ultrasonic measurement of fetal abdomen circumference in the estimation of fetal weight. *Br J Obstet Gynaecol.* 1975 Sep;82(9):689–97.
114. Higginbottom J, Slater J, Porter G, Whitfield CR. Estimation of fetal weight from ultrasonic measurement of trunk circumference. *Br J Obstet Gynaecol.* 1975 Sep;82(9):698–701.

115. Warsof SL, Wolf P, Coulehan J, Queenan JT. Comparison of fetal weight estimation formulas with and without head measurements. *Obstet Gynecol.* 1986 Apr;67(4):569–73.
116. Jordaan HV. Estimation of fetal weight by ultrasound. *J Clin Ultrasound.* 1983 Mar;11(2):59–66.
117. Hadlock FP, Harrist RB, Carpenter RJ, Deter RL, Park SK. Sonographic estimation of fetal weight. The value of femur length in addition to head and abdomen measurements. *Radiology.* 1984 Feb;150(2):535–40.
118. Hadlock FP, Harrist RB, Sharman RS, Deter RL, Park SK. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements--a prospective study. *Am J Obstet Gynecol.* 1985 Feb 1;151(3):333–7.
119. Sood AK, Yancey M, Richards D. Prediction of fetal macrosomia using humeral soft tissue thickness. *Obstet Gynecol.* 1995 Jun;85(6):937–40.
120. Santolaya-Forgas J, Meyer WJ, Gauthier DW, Kahn D. Intrapartum fetal subcutaneous tissue/femur length ratio: an ultrasonographic clue to fetal macrosomia. *Am J Obstet Gynecol.* 1994 Oct;171(4):1072–5.
121. Abramowicz JS, Sherer DM, Bar-Tov E, Woods JR. The cheek-to-cheek diameter in the ultrasonographic assessment of fetal growth. *Am J Obstet Gynecol.* 1991 Oct;165(4 Pt 1):846–52.
122. Bailey SM, Sarmandal P, Grant JM. A comparison of three methods of assessing inter-observer variation applied to measurement of the symphysis-fundal height. *Br J Obstet Gynaecol.* 1989 Nov;96(11):1266–71.
123. Laban M, Hussain SH, Hassanin AS, Khalaf WM, Etman MK, Elsafty MSE, et al. Endometrial Volume Measured by VOCAL Compared to Office Hysteroscopy for Diagnosis of Endometrial Polyps in Premenopausal Women with Abnormal Uterine Bleeding. *Obstet Gynecol Int.* 2016;2016:3561324.
124. Boutin A, Jastrow N, Roberge S, Chaillet N, Bérubé L, Brassard N, et al. Reliability of 3-dimensional transvaginal sonographic measurement of lower uterine segment thickness. *J Ultrasound Med.* 2012 Jun;31(6):933–9.

125. Tuuli MG, Kapalka K, Macones GA, Cahill AG. Three-Versus Two-Dimensional Sonographic Biometry for Predicting Birth Weight and Macrosomia in Diabetic Pregnancies. *J Ultrasound Med.* 2016 Sep;35(9):1925–30.
126. Joshi A, Panta OB, Sharma B. Estimated Fetal Weight: Comparison of Clinical Versus Ultrasound Estimate. *J Nepal Health Res Counc.* 2017 Jan;15(35):51–5.
127. Deter RL, Nazar R, Milner LL. Modified neonatal growth assessment score: a multivariate approach to the detection of intrauterine growth retardation in the neonate. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1995 Dec;6(6):400–10.
128. Lee W, Deter RL, McNie B, Gonçalves LF, Espinoza J, Chaiworapongsa T, et al. Individualized growth assessment of fetal soft tissue using fractional thigh volume. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2004 Dec;24(7):766–74.
129. Bethune M, Bell R. Evaluation of the measurement of the fetal fat layer, interventricular septum and abdominal circumference percentile in the prediction of macrosomia in pregnancies affected by gestational diabetes. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2003 Dec;22(6):586–90.
130. Galan HL, Rigano S, Radaelli T, Cetin I, Bozzo M, Chyu J, et al. Reduction of subcutaneous mass, but not lean mass, in normal fetuses in Denver, Colorado. *Am J Obstet Gynecol.* 2001 Oct;185(4):839–44.
131. Petrikovsky BM, Oleschuk C, Lesser M, Gelertner N, Gross B. Prediction of fetal macrosomia using sonographically measured abdominal subcutaneous tissue thickness. *J Clin Ultrasound.* 1997 Sep;25(7):378–82.
132. Matsumoto M, Yanagihara T, Hata T. Three-dimensional qualitative sonographic evaluation of fetal soft tissue. *Hum Reprod.* 2000 Nov;15(11):2438–42.
133. Berg S, Torp H, Blaas HG. Accuracy of in-vitro volume estimation of small structures using three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Med Biol.* 2000 Mar;26(3):425–32.
134. Chang FM, Liang RI, Ko HC, Yao BL, Chang CH, Yu CH. Three-dimensional ultrasound-assessed fetal thigh volumetry in predicting birth weight. *Obstet Gynecol.* 1997 Sep;90(3):331–9.

135. Riccabona M, Pretorius DH, Nelson TR, Johnson D, Budorick NE. Three-dimensional ultrasound: display modalities in obstetrics. *J Clin Ultrasound*. 1997 May;25(4):157–67.
136. Simcox LE, Myers JE, Cole TJ, Johnstone ED. Fractional fetal thigh volume in the prediction of normal and abnormal fetal growth during the third trimester of pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*. 2017 Oct;217(4):453.e1-453.e12.
137. Xu H, Zhang Q, Xiao X, Zhou Y, Wen L, Xu J, et al. Three-dimensional ultrasonography in obstetrics: the clinical value. *J Tongji Med Univ*. 2001;21(1):38–41, 47.
138. Jeanty P, Romero R, Hobbins JC. Fetal limb volume: a new parameter to assess fetal growth and nutrition. *J Ultrasound Med*. 1985 Jun;4(6):273–82.
139. Nikolovski S, Matik S, Ristevska-Dimitrovska G, Nikolovska-Trpchevska E, Nikolova D, Janevska V. FETAL WEIGHT ESTIMATION USING FRACTIONAL FETAL THIGH VOLUME. *JMS*. 2020;3(2):53–60.
140. O'Connor C, O'Higgins A, Doolan A, Segurado R, Stuart B, Turner MJ, et al. Birth weight and neonatal adiposity prediction using fractional limb volume obtained with 3D ultrasound. *Fetal Diagn Ther*. 2014;36(1):44–8.
141. Liang RI, Chang FM, Yao BL, Chang CH, Yu CH, Ko HC. Predicting birth weight by fetal upper-arm volume with use of three-dimensional ultrasonography. *Am J Obstet Gynecol*. 1997 Sep;177(3):632–8.
142. Chang C-H, Yu C-H, Ko H-C, Chen C-L, Chang F-M. The efficacy assessment of thigh volume in predicting intrauterine fetal growth restriction by three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Med Biol*. 2005 Jul;31(7):883–7.
143. Nikolovski S, Matik S, Ristevska-Dimitrovska G, Jovanovska V, Janevska V. THE USE OF FRACTIONAL FETAL ARM VOLUME IN FETAL WEIGHT ESTIMATION. *Medicus*. 2020;25(2):203–8.
144. Mack LM, Kim SY, Lee S, Sangi-Haghpeykar H, Lee W. Automated Fractional Limb Volume Measurements Improve the Precision of Birth Weight Predictions in Late Third-Trimester Fetuses. *J Ultrasound Med*. 2017 Aug;36(8):1649–55.

145. Callen's Ultrasonography in Obstetrics and Gynecology - 6th Edition [Internet]. [cited 2020 Sep 2]. Available from: <https://www.elsevier.com/books/callens-ultrasonography-in-obstetrics-and-gynecology/norton/978-0-323-32834-0>
146. Campbell S, Wilkin D. ULTRASONIC MEASUREMENT OF FETAL ABDOMEN CIRCUMFERENCE IN THE ESTIMATION OF FETAL WEIGHT. *BJOG:An international journal of O&G*. 1975 Sep;82(9):689–97.
147. Merz E, Lieser H, Schicketanz KH, Härle J. Intrauterine Gewichtsschätzung mittels Ultraschall. *Ultraschall in Med*. 1988 Feb;9(1):15–24.
148. Akhtar W, Ali A, Aslam M, Saeed F. Birth weight estimation--a sonographic model for Pakistani population. *J Pak Med Assoc*. :6.
149. Woo JS, Wan CW, Cho KM. Computer-assisted evaluation of ultrasonic fetal weight prediction using multiple regression equations with and without the fetal femur length. *J Ultrasound Med*. 1985 Feb;4(2):65–7.
150. Vintzileos AM, Campbell WA, Rodis JF, Bors-Koefoed R, Nochimson DJ. Fetal weight estimation formulas with head, abdominal, femur, and thigh circumference measurements. *Am J Obstet Gynecol*. 1987 Aug;157(2):410–4.
151. Shepard MJ, Richards VA, Berkowitz RL, Warsof SL, Hobbins JC. An evaluation of two equations for predicting fetal weight by ultrasound. *Am J Obstet Gynecol*. 1982 Jan 1;142(1):47–54.
152. Thurnau GR, Tamura RK, Sabbagha R, Depp OR, Dyer A, Larkin R, et al. A simple estimated fetal weight equation based on real-time ultrasound measurements of fetuses less than thirty-four weeks' gestation. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 1983 Mar;145(5):557–61.
153. Hsieh FJ, Chang FM, Huang HC, Lu CC, Ko TM, Chen HY. Computer-assisted analysis for prediction of fetal weight by ultrasound-comparison of biparietal diameter (BPD), abdominal circumference (AC) and femur length (FL). *Taiwan Yi Xue Hui Za Zhi*. 1987 Sep;86(9):957–64.

154. Weiner CP, Sabbagha RE, Vaisrub N, Socol ML. Ultrasonic fetal weight prediction: role of head circumference and femur length. *Obstet Gynecol.* 1985 Jun;65(6):812–7.
155. Shinozuka N, Okai T, Kohzuma S, Mukubo M, Shih CT, Maeda T, et al. Formulas for fetal weight estimation by ultrasound measurements based on neonatal specific gravities and volumes. *Am J Obstet Gynecol.* 1987 Nov;157(5):1140–5.
156. Bennini JR, Marussi EF, Barini R, Faro C, Peralta CFA. Birth-weight prediction by two- and three-dimensional ultrasound imaging. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2010 Apr;35(4):426–33.
157. Ott WJ, Doyle S, Flamm S, Wittman J. Accurate ultrasonic estimation of fetal weight. Prospective analysis of new ultrasonic formulas. *Am J Perinatol.* 1986 Oct;3(4):307–10.
158. Lee W, Deter RL, Ebersole JD, Huang R, Blanckaert K, Romero R. Birth weight prediction by three-dimensional ultrasonography: fractional limb volume. *J Ultrasound Med.* 2001 Dec;20(12):1283–92.
159. Lee W, Balasubramaniam M, Deter RL, Yeo L, Hassan SS, Gotsch F, et al. New fetal weight estimation models using fractional limb volume. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2009 Nov;34(5):556–65.
160. Srisantiroj N, Chanpraph P, Komoltri C. Fractional thigh volume by three-dimensional ultrasonography for birth weight prediction. *J Med Assoc Thai.* 2009 Dec;92(12):1580–5.
161. Vieira MF, Nardoza LMM, Araujo Júnior E, Guimarães Filho HA, Moron AF. [Prediction of birth weight by three-dimensional ultrasonography using fetal upper arm volume: preliminary results]. *Rev Bras Ginecol Obstet.* 2008 Apr;30(4):190–5.
162. Melamed N, Ben-Haroush A, Meizner I, Mashiach R, Yogev Y, Pardo J. Accuracy of sonographic fetal weight estimation: a matter of presentation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2011 Oct;38(4):418–24.
163. Scioscia M, Scioscia F, Vimercati A, Caradonna F, Nardelli C, Pinto LR, et al. Estimation of fetal weight by measurement of fetal thigh soft-tissue thickness in the late third trimester. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology.* 2008;31(3):314–20.

164. Warrander LK, Ingram E, Heazell AEP, Johnstone ED. Evaluating the accuracy and precision of sonographic fetal weight estimation models in extremely early-onset fetal growth restriction. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2020;99(3):364–73.
165. Sotiriadis A, Odibo AO. Systematic error and cognitive bias in obstetric ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2019;53(4):431–5.
166. Stetzer BP, Thomas A, Amini SB, Catalano PM. Neonatal Anthropometric Measurements to Predict Birth Weight by Ultrasound. *Journal of Perinatology.* 2002 Jul;22(5):397–402.
167. Gull I, Fait G, Har-Toov J, Kupferminc MJ, Lessing JB, Jaffa AJ, et al. Prediction of fetal weight by ultrasound: the contribution of additional examiners. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2002 Jul;20(1):57–60.
168. Lappen JR, Myers SA. The systematic error in the estimation of fetal weight and the underestimation of fetal growth restriction. *Am J Obstet Gynecol.* 2017;216(5):477–83.
169. Combs CA, Jaekle RK, Rosenn B, Pope M, Miodovnik M, Siddiqi TA. Sonographic estimation of fetal weight based on a model of fetal volume. *Obstet Gynecol.* 1993 Sep;82(3):365–70.
170. Hiwale S, Misra H, Ulman S. Fetal weight estimation by ultrasound: development of Indian population-based models. *Ultrasonography.* 2019 Jan 1;38(1):50–7.
171. Jordaan HV. Estimation of fetal weight by ultrasound. *J Clin Ultrasound.* 1983 Mar;11(2):59–66.
172. McLaren RA, Puckett JL, Chauhan SP. Estimators of birth weight in pregnant women requiring insulin: a comparison of seven sonographic models. *Obstet Gynecol.* 1995 Apr;85(4):565–9.
173. Mirghani HM, Weerasinghe S, Ezimokhai M, Smith JR. Ultrasonic estimation of fetal weight at term: An evaluation of eight formulae. *J Obstet Gynaecol Res.* 2005 Oct;31(5):409–13.
174. Warsof SL, Gohari P, Berkowitz RL, Hobbins JC. The estimation of fetal weight by computer-assisted analysis. *Am J Obstet Gynecol.* 1977 Aug 15;128(8):881–92.

175. Donma MM, Donma O, Sonmez S. Prediction of birth weight by ultrasound in Turkish population. Which formula should be used in Turkey to estimate fetal weight? *Ultrasound Med Biol.* 2005 Dec;31(12):1577–81.
176. Higginbottom J, Slater J, Porter G, Whitfield CR. ESTIMATION OF FETAL WEIGHT FROM ULTRASONIC MEASUREMENT OF TRUNK CIRCUMFERENCE. *BJOG:An international journal of O&G.* 1975 Sep;82(9):698–701.
177. Barel O, Vaknin Z, Tovbin J, Herman A, Maymon R. Assessment of the Accuracy of Multiple Sonographic Fetal Weight Estimation Formulas. *Journal of Ultrasound in Medicine.* 2013;32(5):815–23.
178. Barel O, Maymon R, Vaknin Z, Tovbin J, Smorgick N. Sonographic fetal weight estimation – is there more to it than just fetal measurements? *Prenatal Diagnosis.* 2014;34(1):50–5.
179. Peregrine E, O’Brien P, Jauniaux E. Clinical and ultrasound estimation of birth weight prior to induction of labor at term. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2007 Mar;29(3):304–9.
180. Siemer J, Egger N, Hart N, Meurer B, Müller A, Dathe O, et al. Fetal weight estimation by ultrasound: comparison of 11 different formulae and examiners with differing skill levels. *Ultraschall Med.* 2008 Apr;29(2):159–64.
181. Basha AS, Abu-Khader IB, Qutishat RM, Amarin ZO. Accuracy of sonographic fetal weight estimation within 14 days of delivery in a Jordanian population using Hadlock formula 1. *Med Princ Pract.* 2012;21(4):366–9.
182. Noumi G, Collado-Khoury F, Bombard A, Julliard K, Weiner Z. Clinical and sonographic estimation of fetal weight performed during labor by residents. *Am J Obstet Gynecol.* 2005 May;192(5):1407–9.
183. Lee W, Deter RL, Ebersole JD, Huang R, Blanckaert K, Romero R. Birth weight prediction by three-dimensional ultrasonography: fractional limb volume. *J Ultrasound Med.* 2001 Dec;20(12):1283–92.

184. Lee W, Deter RL, McNie B, Powell M, Balasubramaniam M, Gonçalves LF, et al. Quantitative and morphological assessment of early gestational sacs using three-dimensional ultrasonography. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2006 Sep;28(3):255–60.
185. Khoury FR, Stetzer B, Myers SA, Mercer B. Comparison of estimated fetal weights using volume and 2-dimensional sonography and their relationship to neonatal markers of fat. *J Ultrasound Med.* 2009 Mar;28(3):309–15.
186. Srisantiroj N, Chanprapaph P, Komoltri C. Fractional thigh volume by three-dimensional ultrasonography for birth weight prediction. *J Med Assoc Thai.* 2009 Dec;92(12):1580–5.
187. Lindell G, Marsál K. Sonographic fetal weight estimation in prolonged pregnancy: comparative study of two- and three-dimensional methods. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2009 Mar;33(3):295–300.
188. Yang F, Leung K-Y, Hou Y-W, Yuan Y, Tang MH-Y. Birth-weight prediction using three-dimensional sonographic fractional thigh volume at term in a Chinese population. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2011 Oct;38(4):425–33.
189. Lee W, Deter R, Sangi-Haghpeykar H, Yeo L, Romero R. Prospective validation of fetal weight estimation using fractional limb volume: Fetal weight estimation by fractional limb volume. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2013 Feb;41(2):198–203.
190. Khoury FR, Stetzer B, Myers SA, Mercer B. Comparison of estimated fetal weights using volume and 2-dimensional sonography and their relationship to neonatal markers of fat. *J Ultrasound Med.* 2009 Mar;28(3):309–15.
191. Lindell G, Marsál K. Sonographic fetal weight estimation in prolonged pregnancy: comparative study of two- and three-dimensional methods. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2009 Mar;33(3):295–300.

## 10. ПРАШАЛНИК

- 1) Родилен протокол на мајката \_\_\_\_\_
- 2) Возраст \_\_\_\_\_ години
- 3) Националност:
  - (1) Македонска
  - (2) Албанска
  - (3) Турска
  - (4) Ромска
  - (5) Српска
  - (6) Босанска
  - (7) Друго \_\_\_\_\_
- 4) Степен на образование
  - (1) Без образование
  - (2) Основно образование
  - (3) Средно образование
  - (4) Средно стручно
  - (5) Високо образование
  - (6) Друго \_\_\_\_\_
- 5) Социјален статус:
  - (1) Ученик/студент
  - (2) Вработена
  - (3) Невработена
- 6) Тежина на мајката при породување \_\_\_\_\_ килограми
- 7) Пушачки статус на мајката 1.ДА 2.НЕ
- 8) Хипертензивна болест кај мајката 1.ДА 2.НЕ
- 9) Дијабетес кај мајката 1.ДА 2.НЕ
- 10) Гестациска возраст при породување \_\_\_\_\_ гестациски недели
- 11) Родилна тежина \_\_\_\_\_ грама
- 12) Родилна должина \_\_\_\_\_ цм
- 13) Апгар \_\_\_\_\_ 1 мин, \_\_\_\_\_ 5 мин
- 14) Дводимензионално ултразвучно мерење:
  - (1) BPD, бипариетален дијаметар \_\_\_\_\_ мм
  - (2) HC, циркумференца на главата \_\_\_\_\_ мм
  - (3) AC, абдоминална циркумференца \_\_\_\_\_ мм
  - (4) FL, должина на фемурот \_\_\_\_\_ мм
- 15) Тродимензионален ултразвучно мерење:
  - (1) VolArm, волуменот на надлактицата \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>
  - (2) VolTh, волуменот на натколеницата \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>

## **11. ФОРМУЛАР ЗА ИНФОРМИРАЊЕ**

Име на студијата: Пресметување на феталната тежина со употреба на дводимензионален и тродимензионален ултразвук

Организации во кои се спроведува истражувањето: Клиничка болница Д-р Трифун Пановски - Битола

Главни истражувачи: М-р Д-р Сотир Николовски

Информација за студијата:

Почитувана,

Поканети сте како идна родилка на Клиничка болница Д-р Трифун Пановски - Битола да учествувате во студијата Пресметување на феталната тежина со употреба на дводимензионален и тродимензионален ултразвук за утврдување на нови методи при одредување на феталната тежина. Имено во досегашната пракса при утврдувањето на феталната тежина се користи дводимензионалниот ултразвук. Новите методи се состојат во користење на тродимензионалниот ултразвук. Крајната цел е да се добие што поточно пресметување на феталната тежина која за време на бременоста е важен аспект на пренаталната и интрапарталната нега. Што се очекува од Вас како учесник?

Од Вас се очекува да одговорите на неколку општи прашања, и прашања кои се однесуваат на бременоста, односно возраст, националност, степен на образование, занимање, телесна тежина пушачки статус додека дел од податоците ќе бидат преземени од акушерската историја како што се: гестациска возраст при породување, родилна тежина родилна должина. Дводимензионално и тродимензионален ултразвучно мерење ќе бидат направени пред да бидете примени во болница во рамките на стандардниот преглед. По добивањето на овие податоци, никаде нема да стои Вашето име или други лични податоци. Податоците се целосно анонимизирани.

Кои се Вашите права и обврски?

Ваша обврска е точно да одговорите на прашањата од прашалникот и да бидете прегледана со ултразвук што спаѓа во стандардна процедура при прием на трудница во болница.

**ВАШЕ ПРАВО Е ДА ОДБИЕТЕ ДА УЧЕСТВУВАТЕ, БЕЗ ДА ТРЕБА ДА  
ДАВАТЕ НИКАКВИ ОБЈАСНУВАЊА.**

За што ќе се користат добиените податоци?

Добиените податоци ќе се користат за научна студија

За дополнителни информации, обратете се кај:

М-р Д-р Сотир Николовски

## 12. ФОРМУЛАР ЗА СОГЛАСНОСТ - ИЗЈАВА

Ја прочитав и ја разбрав информацијата за студијата и оваа изјава за согласност.

Изјавувам дека точно ќе одговорам на сите прашања во прашалникот кои се однесуваат на мојата здравствена состојба и на бременоста.

Изјавувам дека сум согласна податоците кои ќе се добијат при ултразвучниот преглед да се користат за научно-истражувачки цели.

Изјавувам дека сум согласна податоците, по целосно анонимизирање да се користат за научно-истражувачки цели.

Име и презиме \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Потпис \_\_\_\_\_

Лекар \_\_\_\_\_

Идентификациски код (од прашалник) \_\_\_\_\_