

© АЛЕКСЕЕВА А. Ю., ЗИГАНШИН А. М.

УДК: 618.5-06

DOI: 10.20333/25000136-2021-4-18-25

## Историческое становление методов расчета предполагаемой массы плода

А. Ю. Алексеева<sup>1</sup>, А. М. Зиганшин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Читинская государственная медицинская академия, Чита 672000, Российская Федерация

<sup>2</sup> Башкирский государственный медицинский университет, Уфа 450008, Российская Федерация

**Резюме.** Точный расчет предполагаемой массы плода необходим для выбора верной тактики ведения родов. Существующие методы не универсальны и требуют комплексного применения. В данной статье представлен обзор литературы, посвященный историческим аспектам становления имеющихся клинического и инструментального подходов к расчету предполагаемой массы плода, включающий базы Pubmed и Google Scholar за 1955-2021 годы. Приведены существующие методы расчета предполагаемой массы плода на различных сроках гестации, а так же методы, позволяющие прогнозировать массу плода до ее наступления. Представлены данные об их информативности в третьем триместре беременности и изменения их точности в зависимости от ИМТ беременной. Затронута тема использования магнитно-резонансной томографии для проведения фетометрии и сравнение данного подхода с более распространенным методом ультразвукового сканирования.

**Ключевые слова:** предполагаемая масса плода, сонография, фетометрия, антропометрия, магнитно-резонансная томография, метод расчета предполагаемой массы плода.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Для цитирования:** Алексеева АЮ, Зиганшин АМ. Историческое становление методов расчета предполагаемой массы плода. *Сибирское медицинское обозрение.* 2021;(4):18-25. DOI: 10.20333/25000136-2021-4-18-25

## Historical development of estimated fetal weight calculation

A. Y. Alekseeva<sup>1</sup>, A. M. Ziganshin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Chita State Medical Academy, Chita, Russian Federation, 672000

<sup>2</sup> Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation, 450008

**Abstract.** Accurate calculation of the estimated fetal weight is necessary for the choice of a correct approach to management of labour. The existing methods are not universal and require complex application. This article presents a review of literatures published in PubMed and Google Scholar databases in 1955-2021 and devoted to historical aspects in development of the existing clinical and instrumental approaches to calculation of estimated fetal weight. The paper presents existing methods for calculation of estimated fetal weight at different gestational ages as well as methods making it possible to predict fetal weight before gestation onset. Data on their informative value during the third trimester and alterations in their accuracy depending on the pregnant patient's BMI are presented. The topic of application of magnet-resonance imaging for fetometry is considered with comparison of this approach to a more common method of ultrasonography.

**Key words:** estimated fetal weight, sonography, fetometry, anthropometry, magnet-resonance imaging, a method for calculation of estimated fetal weight.

**Conflict of interest.** The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

**Citation:** Alekseeva AY, Ziganshin AM. Historical development of estimated fetal weight calculation. *Siberian Medical Review.* 2021;(4):18-25. DOI: 10.20333/25000136-2021-4-18-25

Разработка простой и универсальной методики позволяющей с высокой точностью рассчитать предполагаемую массу плода (ПМП) является клинически важной, но не решенной задачей современного акушерства [1, 2, 3, 4]. Четкое представление об истинной массе плода позволяет практикующему врачу акушеру-гинекологу избежать ошибок в определении сроков и методов родоразрешения, а также ориентирует врача в выборе тактики ведения беременности и родов, тем самым предупреждает травматизм матери и плода, снижает материнскую и перинатальную заболеваемость и смертность [5, 6, 7, 8, 9].

Существует особая группа пациенток, у которых масса плода имеет ключевое значение при выборе метода родоразрешения, и поэтому для них требуются расчеты с минимальной погрешностью.

В данную группу входят пациентки с тазовым предлежанием плода, у которых планируется ведение

влагалищных родов. Согласно существующим клиническим рекомендациям, данный метод родоразрешения им противопоказан, если ПМП не укладывается в диапазон 2500-3600 г [10]. Это связано с тем, что у плодов массой менее 2500 и более 3600 г риски возникновения таких грозных осложнений, как запрокидывание ручек, разгибание и ущемление головки плода, травматизм матери и плода, интранатальная гибель плода многократно превышают среднестатистические. При этом неверный расчет ПМП у данной группы пациенток может привести к выбору необоснованного абдоминального родоразрешения, что в свою очередь связано с рисками интраоперационных осложнений, а так же повышает риски осложнений при последующей беременности [10].

Точный расчет ПМП важен и для определения наличия условий для влагалищных родов у пациенток с рубцом на матке. Отсутствие представления о массе

плода значительно затрудняет оценку вероятности развития клинического несоответствия между тазом матери и головкой плода, что может привести не только к разрыву матки, но и интранатальной гибели плода и материнской смертности. Необходимо отметить, что разрыв матки по рубцу может протекать малосимптомно, что значительно затрудняет диагностику, приводит к запоздалому родоразрешению и тяжелым осложнениям как для матери, так и для плода [11].

На данный момент, в практике применяются два подхода для определения ПМП: клинический и ультразвуковой. Последний, в свою очередь, набирает все большую популярность в связи с увеличивающейся доступностью и информативностью.

Клинический подход более доступен для практикующих врачей, так как он основан на достаточно простых в измерении параметрах: окружности живота беременной женщины на уровне пупка в положении лежа (ОЖ), высоты стояния дна матки над лоном в положении лежа (ВДМ), массы тела беременной (МБ), роста беременной (РБ), индекса массы тела женщины по Кеттелу (ИМТ), лобно-затылочного размера плода (ЛЗР) и др.

До внедрения в клиническую практику сонографии определение ПМП основывалось исключительно на данных, полученных при акушерском обследовании пациенток. Так, А. В. Ланковец говорил о необходимости развития у практикующих врачей акушеров-гинекологов стереотипического чувства, на основании которого удается достаточно точно (с погрешностью ± 200 г) определить ПМП в 57 % случаев [12].

Первый метод, основанный на специальных антропометрических измерениях, был предложен И. Ф. Жордания в 1950 году:  $ПМП(г) = ОЖ(см) \times ВДМ(см)$ . Величина средней ошибки для данной формулы составляет  $356,6 \pm 24,8$  г [5, 13]. По данным исследования включающего в себя измерение ПМП у 650 беременных, абсолютная погрешность для данной формулы у пациенток с недостатком массы тела равна 230,0 (214,4; 306,2) г, с нормальной массой тела – 350,0 (330,3; 366,6) г, с избыточной массой тела – 415,0 (404,8; 464,1) г, с ожирением – 745,0 (680,2; 813,1) г [12].

Основываясь на формуле И. Ф. Жордания, З. С. Стройкова в 1954 году разработала новую формулу, которая учитывала вес и рост беременной:  $ПМП(см) = \frac{МБ(см):К + (ОЖ(см) \times ВДМ(см))}{2}$ , где К – это константа, зависящая от массы тела беременной (табл. 1).

Согласно данным Е. А. Чернухи, величина средней ошибки для данной формулы составляет  $365,43 \pm$

$23,8$  г [5, 13]. В 1961 году В. И. Давыдов с соавт. провели исследование в ходе которого установили, что масса плода по данной формуле определяется верно с ошибкой до 500 г в 85,3 % случаев [14].

Р. В. Джонсон и С. Е. Тошач в 1954 году предложили вычислять ПМП следующим образом: при ВДМ равной 34 см, ПМП = 3400 г, в случае меньшего или большего значения ВДМ необходимо отнять или прибавить 156 г на каждый см. При МБ более 90,7 кг необходимо вычесть 156 г. По данным авторов, при использовании метода в 50,5 % случаев ПМП колебалась в пределах  $\pm 340$  г по отношению к истинной массе новорожденного [15].

В клинической практике широко используется метод Джонсона, согласно которому  $ПМП(см) = (ВДМ(см) - К) \times 155$ , где К – коэффициент, при массе беременной до 90 кг – 11, при массе беременной больше 90 кг – 12, величина средней ошибки составляет  $424,72 \pm 28,3$  г [5, 13].

В 1958 году А. В. Рудаков предложил использовать для определения ПМП «маточный индекс» (МИ), равный произведению высоты стояния дна матки на ее полуокружность. Интерпретация полученного результата проводится по таблице Рудакова (табл. 2), в которой каждому значению МИ соответствует определенная ПМП. Для упрощения расчета, при исследовании пациенток с доношенным сроком гестации, можно использовать расширенную таблицу Рудакова (табл. 3) В отличие от ранее описанных формул, актуальных только для доношенной беременности, данный метод может применяться для расчета ПМП, начиная с 28 недель гестации. Еще одним достоинством данного метода является то, что зная точный срок беременности, клиницист получает возможность интерпретировать полученный результат как норму, либо недостаточный или избыточный рост плода, не прибегая к дополнительным шкалам [16]. Среднее значение относительной погрешности определения массы плода по данной формуле составляет 14,3 % [17]. Абсолютная погрешность для расчета ПМП у недоношенных плодов составила 300,0 (281,9; 592,7) г [12].

В 1960 году З. Н. Якубовой была предложена следующая формула:  $ПМП(г) = (ОЖ(см) + ВДМ(см)) : 100$ . Важно проводить корректировку результата с учетом паритета родов и фактом излития околоплодных вод. Таким образом, при вторых родах к результату необходимо прибавить 50 г, при третьих и четвертых 150 г, при пятых 300 г. При отошедших до измерения околоплодных водах – прибавить 100 г. Согласно исследованию В. И. Давыдова с соавт. ПМП по данной формуле

Таблица 1

**Значения константы для расчета ПМП по формуле З. С. Стройковой**

Table 1

**The constant for EFW calculation according to Z. S. Stroykova's formula**

Масса тела беременной (кг)	Менее 51	51-53	54-56	57-62	63-65	66-73	74-81	Более 82
Константа	15	16	17	18	19	20	21	22

Таблица 2

Таблица Рудакова

Table 2

Rudakov's table

Срок гестации (неделя)	Маточный индекс			Предполагаемая масса плода грамм
	Норма	Микросомия	Макросомия	
28	590	570	610	1100
29	630	600	655	1250
30	665	635	700	1400
31	700	660	740	1550
32	735	690	785	1700
33	770	720	825	1885
34	810	755	870	2075
35	850	785	910	2260
36	885	810	955	2450
37	925	850	1000	2660
38	960	880	1040	2875
39	1000	915	1085	3085
40	-	950	1125	3300

Таблица 3

Расширенная таблица Рудакова

Table 3

Extended Rudakov's table

Полуокружность матки (см)	Высота стояния дна матки (см)												
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
20											2500	2500	2500
21										2500	2600	2700	2800
22								2500	2600	2600	2800	2800	2900
23							2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100
24						2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200
25				2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300	3400
26			2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300	3400	3500
27		2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300	3400	3500	3600
28	2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300	3500	3500	3700	3800
29	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3400	3500	3600	3700	3800	3900
30	2700	2800	2900	3000	3100	3300	3400	3500	3600	3700	3900	3900	4100
31	2800	2900	3000	3100	3200	3400	3500	3600	3700	3900	4100	4100	4200
32	2900	3000	3100	3200	3400	3500	3600	3700	3900	4000	4300	4200	4400

в 98 % случаев была определена с погрешностью до 500 г, а результативность данного метода составила 90,7 % [14]. По данным Е. А. Чернухи, средняя ошибка данного метода составляет  $316,5 \pm 20,2$  г [5, 13]. Исходя из литературных данных, абсолютная погрешность данной формулы для пациенток с дефицитом массы тела – 330,0 (248,1; 395,4) г, при нормальной массе тела – 385,0 (367,8; 404,0) г, при избыточной массе тела – 400,0 (380,0; 427,0) г, при ожирении – 385,0 (347,7; 422,7) г [12].

В 1961 г. А. В. Ланковиц предложил метод расчета ПМП, в котором им были учтены рост и вес беременной:  $ПМП(г) = (ОЖ(см) + ВДМ(см) + РБ(см) + МБ(г)) \times 10$ . Средняя погрешность составляет  $425,33 \pm 26,7$  г [5, 13]. Особенностью данного метода является то, что его информативность, в отличие от всех ранее

представленных формул, прямо пропорционально повышается с увеличением ИМТ беременной. Абсолютная погрешность у беременных с недостатком массы тела составляет 645,0 (552,5; 702,5) г, с нормальной массой тела – 505,0 (504,8; 554,2) г, с избыточной массой тела – 445,0 (412,3; 477,7) г, с ожирением – 400,0 (363,5; 438,2) г [12]. Таким образом, данный метод целесообразно использовать исключительно у пациенток с ожирением.

В 1978 году Г. А. Лукашевич с соавт. предложили собственный способ расчета ПМП, с учетом таких параметров как ДОП и ЛЗР:  $ПМП(см) = (ДОП(см) + ЛЗР(см)) - 100$ , однако формула не учитывает ИМТ беременной и ее информативность, как и информативность множества подобных формул снижается у пациенток с ожирением. Данный недостаток был доработан

в 1992 году, когда Г. А. Лукашевич, В. И. Дуда с соавт. внесли поправку в данную формулу, учитывающую толщину кожно-жировой складки (КЖС) в точке пересечения срединной подмышечной линии с верхним краем подвздошной кости:  $ПМП(г) = (ДОП(см) + ЛЗР(см) + КЖС(см)) \times 100$  [18, 19, 20]. Ввиду того, что измерение толщины кожно-жировой складки не является надежным параметром для расчёта ПМП, так как наличие ожирения не исключает возможности развития у данной пациентки задержки роста плода, формула не отличается высокой точностью, средняя погрешность для нее составляет 12-15 % ( $\pm 380$  г) [5].

В 2007 году Н. В. Лазаревой с соавт. был запатентован метод определения ПМП, который основывается на измерении окружности живота беременной, высоты стояния дна матки над лоном, *Distantia spinarum* таза женщины и рассчитывается по следующей формуле:  $ПМП = -856,13 + 93,19 \times A + 20,48 \times B + 23,16 \times C$ , где *A* – *Distantia spinarum*, см; *B* – окружность живота, см; *C* – высота дна матки, см [21]. Как и в случае с методом Лукашевича, формула не является универсальной, погрешность определения составляет 10-15 % ( $\pm 350$  г) [17].

Коллективом авторов Читинской государственной медицинской академии в 2015 году был разработан новый метод расчета ПМП, заключающийся в измерении ОЖ, ВДМ, РБ, ЛЗР, (все измерения в см) и ИМТ женщины по Кетле (в I триместре беременности), расчет предлагается производить по формуле:  $ПМП(г) = ВДМ(см) \times ЛЗР(см) \times \left( \frac{ОЖ(см) + ВДМ(см)}{20} + \frac{0,2 \times РБ(см)}{ИМТ} \right)$ . По данным авторов, погрешность предложенной формулы не зависит от ИМТ беременной и составляет 106 г и 112 г для женщин с нормальной массой тела и ожирением соответственно [22], что значительно ниже большинства существующих методов.

Новый способ определения массы плода в третьем триместре беременности был предложен В. А. Мудровым в 2020 г., для которого требуется измерение длины (ДОП) и ширины овоида плода (ШОП), ОЖ, толщины кожной складки по средней подмышечной линии на уровне пупка беременной (ТКС) – все измерения в см. Расчет проводится по формуле:  $ПМП(г) = (ДОП - ТКС) \times (ШОП - ТКС) \times (ОЖ - \pi \times ТКС) / 12$ . По данным автора относительная погрешность способа составляет 220 г или 6,6 (6,3; 6,8) % [23].

Необходимо выделить отдельную группу методов, которые позволяют прогнозировать ПМП на ранних

сроках беременности или даже еще до ее наступления. К ним относятся, предложенная Г. А. Лукашевичем с соавт. в 1993 году формула, основанная на зависимости массы новорожденного от роста и индекса Соловьева (ИС) матери:  $ПМП = ИС \times K$ , где *K* – коэффициент, равный 208 для женщин ростом до 168 см, 240 – для женщин ростом 169 см и выше.

Также в данную группу входят: формула Добровольского, согласно которой  $ПМП(г) = (РБ(см) - 96) \times 0,05$ , где 0,05 – коэффициент отношения массы новорожденного к массе женщины в 38-40 недель. Метод Бубличенко:  $ПМП(г) = МБ(г) / 20$ , метод Могилева:  $ПМП(г) = (РБ(см) + ВБ(кг) + ОЖ(см) + ВДМ(см)) \times 10$ . Метод Круча:  $ПМП(г) = МБ(кг) \times ПМИ$ , где ПМИ – плодово-материнский индекс, зависящий от роста беременной и количества родов (табл. 4) [13].

Данные способы не учитывают фактических фетометрических показателей, носят исключительно прогностический характер и не могут использоваться для диагностики макро- и микросомии плода.

Так как большинство клинических методов определения ПМП не универсальны и у пациенток с избыточной массой тела, многоводием, неправильным положением и аномалиями плода ошибка в расчетах может составлять более 850 г [1], был разработан иной подход к решению данной проблемы. Это стало возможным с введением сонографии в медицинскую практику.

Первопроходцем в ультразвуковой фетометрии был Джеймс Уиллокс, использовавший А-режим ультразвукового сканирования для определения БПР головки плода в третьем триместре беременности. В своих работах он приводил данные о замедлении темпов роста головки плода при микросомии, предлагая первые ультразвуковые критерии диагностики задержки роста плода. Однако его метод имел высокую погрешность, что было связано с проведением исследования в А-режиме и низким качеством оборудования того времени. Более точные результаты были получены Стюартом Кэмпбеллом в 1968 году, благодаря использованию ультразвукового сканирования в В-режиме. Гораций Томпсон и Эд Маковски в 1971 году ввели новый параметр фетометрии – измерение окружности грудной клетки (ОГр) и, основываясь на работах Стюарта Кэмпбелла, предложили свою концепцию прогнозирования веса плода, с использованием комбинации нового параметра фетометрии и БПР. Позже информативность новой формулы была подтверждена Манфред Хансманном [24].

Таблица 4

**Плодово-материнский индекс, метод Круча**

Table 4

**Maternal-fetal index, Crooch's method**

Рост беременной (см)	Менее 155	156-160	161-165	Более 166
Первородящие	54	52	45	46
Повторнородящие	58	56	48	49

Стюарт Кэмпбелл считал, что отсутствие маркера, который бы определял уровень сканирования ОГр, приводит к низкой информативности данного исследования, и в 1975 году предложил альтернативный и более точный параметр – измерение окружности живота (ОЖ) на уровне внутрибрюшной части пупочной вены [24]. В конечном итоге все описанные параметры являются стандартами современной фетометрии.

На сегодняшний день существует огромное количество математических уравнений для определения ПМП посредством ультразвуковой фетометрии.

Формула В. Н. Демидова с соавт.:  $ПМП = 186,6 \times \Gamma - 3490,3 \times \Gamma^2 + 43,9 \times A - 717,8 \times A^2 + 615 \times C + 243,8 \times D + 17849,0$ ; где  $\Gamma$  – средний размер головки плода (рассчитывается как среднее арифметическое БПР и ЛЗР), см,  $A$  – средний диаметр живота плода (вычисляется как среднее арифметическое между поперечным и переднезадним его диаметрами (измерения осуществляются на уровне пупочной вены)), см,  $C$  – поперечный размер сердца плода, см;  $D$  – длина бедренной кости в продольном сечении, см. По данным авторов, средняя погрешность формулы составляет 5,2 % ( $\pm 175,5$  г) [25]. Имеются исследования, указывающие на более высокую погрешность данной формулы, согласно которой она составляет  $258 \pm 38$  г и увеличивается в зависимости от ИМТ беременной, достигая у женщин с ожирением  $298 \pm 43$  г [12, 26, 27].

Формула Hadlock:  $ПМП = 1,5622 - 0,0108 \times HC + 0,0468 \times 0,171 \times FL + 0,00034 \times HC^2 - 0,0036 \times AC \times FL$ , где  $HC$  – окружность головки плода, см;  $AC$  – окружность живота плода, см;  $FL$  – длина бедренной кости, см [13, 28]. Средняя погрешность определения массы плода для данной формулы составляет 9,1 % ( $\pm 307,4$  г) [28]. По литературным данным, погрешность способа повышается у женщин с избыточной массой тела и ожирением до  $366 \pm 37$  и  $381 \pm 38$  г соответственно [12, 26], также увеличение погрешности наблюдается при проведении исследования у женщин с нормальной массой тела и задержкой роста плода до  $356,44 \pm 35$  г, с макросомией плода до  $379,03 \pm 40$  г. Максимально большая погрешность зафиксирована при проведении исследования у женщин с ожирением и макросомией плода –  $404,05 \pm 40$  г [26].

Метод Hansmann, который основывается на измерении поперечного размера живота и БПР головки плода, предполагает использование формулы:  $ПМП = -1,05775 \times BPD + 0,649145 \times ATD + 0,0930707 \times BPD^2 - 0,020562 \times ATD^2 + 0,515263$ , где  $BPD$  – бипариетальный размер головки плода, см;  $ATD$  – поперечный размер живота плода, см. Средняя погрешность определения массы плода с помощью данной формулы составляет 8,3 % ( $\pm 279,6$  г) [13,28]. Погрешность для женщин с нормальной массой тела составляет  $235 \pm 32$  г, для женщин с ожирением –  $256 \pm 32$  г. У женщин с ожирением и задержкой роста плода погрешность равна  $276,27 \pm 45$  г, с макросомией плода –  $358,83 \pm 46$  г [26].

Существует метод, согласно которому для определения ПМП у пациенток во II и III триместре необходимо определить длину бедренной (ДБК), плечевой (ДП), большеберцовой (ДБК) и лучевой костей (ДЛК), ЛЗР головки плода, поперечный размер плечиков плода (ПРП). Массу плода можно рассчитать по формуле:  $ПМП = (0,833 + 0,004475 \times CG) \times ПРП \times ЛЗР \times (ДБ + ДП + ДБК + ДЛК) \times \pi / 3$ .

По данным авторов, средняя погрешность при нормальной массе тела беременной составляет  $143 \pm 24$  г, при избыточной массе –  $148 \pm 26$  г, при ожирении –  $156 \pm 30$  г [12].

В связи с усложнением формул для расчета ПМП появляется большое количество различных программных продуктов, предназначенных для автоматизации данного процесса. Они встроены в современные ультразвуковые аппараты, разработанные для исследования пациенток акушерского профиля, и представлены в виде мобильных приложений. Достигнутый на данный момент уровень технологических возможностей стал основой для использования трехмерной моделируемой системы как нового подхода для определения ПМП. В настоящее время на этапе разработки находится программное обеспечение, позволяющие основываясь на параметрах стандартной фетометрии: БПР, ЛЗР, биакромиальный размер, длина плеча и лучевой кости, длина бедра и большеберцовой кости, построить 3D-модель плода с последующим расчетом его ПМП. При этом от пользователя требуется только внести параметры фетометрии и срок гестации в диалоговое окно и алгоритм по вычислению массы плода в зависимости от плотности тканей и объема модели плода произведет необходимый расчет [29].

Необходимо отметить, что сонография не единственный метод функциональной диагностики, позволяющий решить данную задачу. В литературе описаны исследования, посвященные оценке ПМП посредством магнитно-резонансной томографии (МРТ) [30, 31, 32, 33, 34]. Данный метод безопасен для матери и плода и позволяет учитывать при расчете предполагаемой массы не только костные структуры, но и мягкие ткани, что определяет высокую диагностическую точность данного метода.

Первое исследование посвященное определению ПМП при помощи МРТ было проведено P. N. Baker et al. в 1994 году [30]. В нем участвовало 11 беременных на сроке 36-41 недель гестации. Оценка предполагаемой массы плода проводилась за 1 неделю до родов при помощи УЗИ с использованием формулы Shepherd:  $ПМП(кг) = 17492 + 0,166 \times BPD + 0,046 \times AC - 2,646 \times AC \times BPD \times 10^3$ , где  $BPD$  – бипариетальный размер головки плода, см;  $AC$  – окружность живота плода, см. Затем, с целью определения объема тела плода проводилось МРТ и расчет по следующей формуле –  $ПМП(кг) = 1,031 \times \text{объем тела плода (л)} + 0,12$ . Объем тела плода определялся следующим образом: при помощи контурного измерения рассчитывалась площадь

каждого среза тела плода, далее площади всех срезов суммировались и умножались на толщину среза. По результатам исследования, измерения проведенные при МРТ оказались точнее и позволяли рассчитать массу плода с погрешностью от 0 до 3 %, сонография показала большую погрешность, которая в среднем составила 6,5 %. Позднее различными авторами проводились подобные исследования со схожими результатами [35, 36, 37, 38]. Исследования показали, что данная формула информативна только на доношенном сроке гестации и не может применяться при недоношенной беременности.

В 2013 году Kasem et al. предложили метод расчета ПМП, применение которого возможно с 20 недельного срока беременности:  $\text{ПМП (кг)} = 1,2083 \times \text{объем тела плода (в миллилитрах)}^{0,9815}$  [39]. Объем тела плода измерялся по тому же принципу, что и в исследовании P. N. Baker. Также авторами было разработано полуавтоматическое программное обеспечение для измерения площади срезов тела плода, что упростило ход и сократило время исследования с 20-30 до 5 минут без потери качества измерения. Информативность данного метода была доказана в исследовании с участием 188 беременных со сроком гестации от 20 до 42 недель. Исследования проводились за 48 часов до планового оперативного родоразрешения. Для определения ПМП при помощи сонографии использовалась формула Hadlock. Погрешность МРТ и сонографии составила 2,6 % и 6,4 % соответственно.

Однако, не смотря на свою безопасность и диагностическую ценность, фетометрия посредством МРТ не нашла широкого применения, в том числе ввиду неоправданно высокой стоимости исследования в сравнении с ультразвуковым сканированием [34].

При анализе исторического становления методов определения ПМП становится очевидным, что параллельно с увеличением точности методов, растет и сложность математических расчетов, необходимых для их применения. Это касается как клинических, так и ультразвуковых методов. Существует мнение, что данный подход усложняет работу клинициста непропорционально получаемой информативности, так как средняя ошибка в определении ПМП, в частности для ультразвуковой фетометрии, в среднем составляет 300-550 г [40]. Это объясняется тем, что на точность измерения влияет наличие методических дефектов исследования. Однако, большинство ученых считают что ультразвуковая фетометрия позволяет определить ПМП с меньшей погрешностью, по сравнению с клиническими методами [12, 41, 42, 43].

Создание точной формулы, которая учитывает все индивидуальные особенности беременной и при этом проста для применения в клинической практике акушера-гинеколога, остается предметом научных изысканий. Имеющиеся на данный момент методы не универсальны и могут показывать большую точность для одной категории пациенток и быть

не информативными для другой. Поэтому применение только одного метода для определения ПМП нерационально. Наибольшей информативности можно добиться только при одновременном использовании различных формул с определением среднего арифметического [44,45].

### Литература / References

1. Мочалова МН, Пономарева ЮН, Мудров ВА, Казанцева ЕВ, Ляпунов АК, Мудров АА. Сравнение эффективности методов определения предполагаемой массы плода. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2015;(3):68. [Mochalova MN, Ponomareva YuN, Mudrov VA, Kazantseva YeV, Lyapunov AK, Mudrov AA. Comparison of the effectiveness of methods for determining the Fetal weight. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2015;(3):68. (In Russian)]
2. Plonka M, Bociaga M, Radon-Pokracka M, Nowak M, Huras H. Comparison of eleven commonly used formulae for sonographic estimation of fetal weight in prediction of actual birth weight. *Ginekologia Polska*. 2020;91(1):17-23. DOI: 10.5603/GP.2020.0005
3. Esinler D, Bircan O, Esin S, Sahin EG, Kandemir O, Yalvac S. Finding the best formula to predict the fetal weight: comparison of 18 formulas. *Gynecologic and Obstetric Investigation*. 2015;80(2):78-84. DOI: 10.1159/000365814
4. Mazzone E, Dall'Asta A, Kiener AjO, Carpano MG, Suprani A, Ghi T, Frusca T. Prediction of fetal macrosomia using two-dimensional and three-dimensional ultrasound. *European Journal of Obstetrics, Gynecology And Reproductive Biology*. 2019;243:26-31. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2019.10.003
5. Мочалова МН, Пономарева ЮН, Мудров АА, Мудров ВА. Возможности диагностики макросомии плода на современном этапе. *Журнал акушерства и женских болезней*. 2016;65(5):75-8. [Mochalova MN, Ponomareva YuN, Mudrov AA, Mudrov VA. Possibilities of diagnosis fetal macrosomia at present stage. *Zhurnal Akusherstva i Zhenskikh Bolezney*. 2016;65(5):75-8. (In Russian)]. DOI: <https://doi.org/10.17816/JOWD65575-81>
6. Малышкина АИ, Парейшвили ВВ, Филиппов ОС, Панова ИА, Песикин ОН, Смирнова ЕВ, Баев ОР, Шмаков РГ, Пучко ТК, Быченко ВГ, Кулабухова ЕА. Оказание медицинской помощи при анатомически и клинически узком тазе. *Проблемы репродукции*. 2018;24(S6):418-440. [Malyshkina AI, Pareyshvili VV, Filippov OS, Panova IA, Pesikin ON, Smirnova EV, Bayev OR, Shmakov RG, Puchko TK, Bychenko VG, Kulabukhova EA. Providing medical care for anatomically and clinically narrow pelvis. *Russian Journal of Human Reproduction*. 2018; 24 (S6): 418-440. (In Russian)]
7. Ciobanu A, Khan N, Syngelaki A, Akolekar R, Nicolaidis KH. Routine ultrasound at 32 vs 36 weeks' gestation: prediction of small-for-gestational-age neonates. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. 2019;53(6):761-768. DOI: 10.1002/uog.20258
8. Khan N, Ciobanu A, Karampitsakos T, Akolekar R, Nicolaidis KH. Prediction of large-for-gestational-age neonate by routine third-trimester ultrasound. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. 2019;54(3):326-333. DOI: 10.1002/uog.20377

9. Ciobanu A, Anthoulakis C, Syngelaki A, Akolekar R, Nicolaides KH. Prediction of small-for-gestational-age neonates at 35-37 weeks' gestation: contribution of maternal factors and growth velocity between 32 and 36 weeks. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. 2019;53(5):630-637. DOI: 10.1002/uog.20267

10. Письмо Министерства здравоохранения РФ от 18 мая 2017 г. № 15-4/10/2-3299 О клинических рекомендациях (протокол) Тазовое предлежание плода (ведение беременности и родов). Ссылка активна на 14.06.2021. [Writing of Minzdravsotsrazvitiya RF dd. 18 May 2017. № 15-4/10/2-3299 About clinical recommendations (protocol) «Breech presentation (management of pregnancy and birth)». Accessed June 14, 2021. (in Russian)] [http://rpc.karelia.ru/docs/FilePath\\_423.pdf](http://rpc.karelia.ru/docs/FilePath_423.pdf)

11. Радзинский ВЕ, Фукс АМ, редакторы. Акушерство: учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2016. 1040 с. [Radzinskiy VE, Fuks AM, editors. *Obstetrics: textbook*. Moscow: GEOTAR-Media; 2016. 1040 p. (In Russian)]

12. Мочалова МН, Пономарёва ЮН, Мудров ВА. Плод как пациент. М.: Русайнс; 2021. 168 с. [Mochalova MN, Ponomarova YuN, Mudrov VA. *The fetus as a patient*. Moscow: Rusayns, 2021. 168 p. (In Russian)]

13. Чернуха ЕА. Родовой блок: руководство для врачей. М.: Триада-Х, 2005. 712 с. [Chernukha EA. *Delivery ward: guide for doctors*. Moscow: Triada-X; 2005. 712 p. (In Russian)]

14. Баева ИЮ, Каган ИИ, Константинова ОД. Возможности дородовой диагностики крупного плода (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий*. 2011;18(2):226-229 [Bayeva IYu, Kagan II, Konstantinova OD. The possibilities of prenatal diagnostics of a largefoetus (literature review). *Journal of New Medical Technology*. 2011;18(2):226-229. (In Russian)]

15. Johnson RW, Toshach CE. Estimation of fetal weight using longitudinal mensuration. *American Journal Of Obstetrics And Gynecology*. 1955;68(3):891-6. DOI: 10.1016/s0002-9378(16)38330-2

16. Айламазян ЭК. Акушерство : учебник для медицинских вузов. 7 е издание. СПб. : СпецЛит, 2010. 543 с. [EK Aylamazyan. *Obstetrics: textbook for medical universities*. 7th edition. Saint Petersburg: SpetsLit, 2010. 543 p. (In Russian)]

17. Мудров ВА. Возможности геометрического моделирования в снижении погрешности расчета массы плода. *Журнал акушерства и женских болезней*. 2020;69(4):13-22. [Mudrov VA. Possibilities of geometric modeling in reducing the error of estimated fetal weight calculation. *Zhurnal Akusherstva i Zhenskikh Bolezney*. 2020;69(4):13-22. (In Russian)]. DOI: 17816/JOWD69413-22

18. Лукашевич ГА, Шилко АН. Определение масс плода с целью прогнозирования родов. *Здравоохранение Белоруссии*. 1981;(4):63-69. [Lukashevich GA, Shilko AN. Determination of fetal weights in order to predict birth. *Zdravookhraneniye Belorussii*. 1981;(4):63-69 (In Russian)]

19. Чернуха ЕА, Волобуев АИ, Пучко ТК. Анатомически и клинически узкий таз. М.: Триада-Х; 2005. 256 с. [Chernukha YeA, Volobuyev AI, Puchko TK. *Anatomically and clinically narrow pelvis* Moscow : Triada-KH, 2005. 256 p. (In Russian)]

20. Патент СССР на изобретение № 4739924/ 25.09.1989. Бюл. № 18. Лукашевич ГА, Шилко АН. Способ определения массы плода. Ссылка активна на 14.06.2021 [Patent USSR № 4739924/ September 25, 1989 № 4739924/ 25.09.1989. Byul. №18. Lukashevich GA, Shilko AN. Method of determining fetal weight. Accessed June 14, 2021. (In Russian)]. [https://yandex.ru/patents/doc/SU1732937A1\\_19920515](https://yandex.ru/patents/doc/SU1732937A1_19920515)

21. Патент РФ на изобретение № 2361515/16.07.2007. Бюл. № 20. Лазарева НВ, Минаев ЮЛ. Способ определения массы плода. Ссылка активна на 14.06.2021 [Patent RU № 4739924/ July 17, 2007. Bull. №20. (Lazareva N.V., Minayev YU.L. Method of determining fetal weight. Accessed June 14, 2021. (In Russian)]. [https://yandex.ru/patents/doc/RU2361515C2\\_20090720](https://yandex.ru/patents/doc/RU2361515C2_20090720)

22. Патент РФ на изобретение № 2558464 / 10.08.15. Бюл. № 22. Мочалова МН, Пономарева ЮН, Мудров ВА, Ахметова ЕС, Казанцева ЕВ. Способ определения массы плода. Ссылка активна на 14.06.2021. [Patent RU № 2558464/ August 10, 2015. Bull. № 22. Mochalova MN, Ponomareva YuN, Mudrov VA, Akhmetova ES, Kazantseva EV. Method of determining fetal weight. Accessed June 14, 2021. (In Russian)]. <http://www.findpatent.ru/patent/255/2558464.html>

23. Патент РФ на изобретение № 2742735 С1/ 10.02.2021. Бюл. № 4. Мудров ВА. Способ определения массы плода в третьем триместре беременности. Ссылка активна на 14.06.2021. [Patent RU № 2742735 С1/ February 10, 2021. Bull. № Mudrov VA. Method of determining fetal weight in the third trimester of pregnancy. Accessed June 14, 2021. (In Russian)]. [https://yandex.ru/patents/doc/RU2742735C1\\_20210210](https://yandex.ru/patents/doc/RU2742735C1_20210210)

24. Campbell SA. Short History of Sonography in Obstetrics and Gynaecology. *Facts, Views and Vision in Obstetrics and Gynaecology*. 2013;5(3):213-229.

25. Демидов ВН, Бычкова ПА, Логвиненко АВ. Возможности использования ультразвуковой фетометрии в определении массы плода в III триместре беременности. *Вопросы охраны материнства и детства*. 1987;(6):45-47. [Demidov VN, Bychkova PA, Logvinenko AV. Determination of gestational age by ultrasonographic measurement of fetal kidney length during third trimester of pregnancy. *Voprosy Okhrany Materinstva i Detstva*. 1987;(6):45-47. (In Russian)]

26. Мудров ВА. Модификация ультразвуковых методов определения массы плода. *Журнал акушерства и женских болезней*. 2016;65(2):31-37. [Mudrov VA. Modification ultrasonic methods estimating expected fetal weight. *Zhurnal Akusherstva i Zhenskikh Bolezney*. 2016;65(2):31-37. (In Russian)] DOI: 17816/JOWD6531-37

27. Деркач ЕА, Гусева ОИ. Сравнительная оценка информативности уравнений Hadlock и компьютерной программы В.Н. Демидова в определении срока гестации и массы плода в III триместре беременности. *Пренатальная диагностика*. 2017;16(2): 145-150. [Derkach YeA, Guseva OI. Comparative assessment of informational content of the equations of F.P. Hadlock and the computer program of V.N. Demidov in determination of term of gestation and fetal weight in the III trimester of gestation. *Pre-natal'naya Diagnostika*. 2017;16(2):145-150. (In Russian)] DOI: 10.21516/2413-1458-2017-16-2-145-150

28. Мерц Э. Ультразвуковая диагностика в акушерстве и гинекологии. Том 1. Акушерство. Гуса АИ, редактор. М.: МЕДпресс-информ; 2011. 720 с. [Merts E. Ultrasound diagnostics in obstetrics and gynecology. Vol. Obstetrics. AI Gusa, editor. Moscow: MEDpress-inform, 2011. 720 p. (In Russian)]

29. Патент РФ на изобретение 2018612231/12.03.2018. Бюл. № Ляпунов АК, Мудров ВА. Трехмерная моделируемая система определения массы плода. Ссылка активна на 14.06.2021. [Patent RU № 2018612231/ Mart 12, 2018 Bull. № 5. Lyapunov AK, Mudrov VA. 3D simulated fetal weight determination system. Accessed June 14, 2021. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39294698>

30. Baker PN, Johnson IR, Gowland PA, Hykin J, Harvey PR, Freeman A, Adams V, Worthington BS, Mansfield Fetal weight estimation by echo-planar magnetic resonance imaging. *Lancet*. 1994;(343):644–5. DOI: 10.1016/S0140-6736(94)92638-7

31. Malin GL, Bugg GJ, Takwoingi Y, Thornton JG, Jones NW. Antenatal magnetic resonance imaging versus ultrasound for predicting neonatal macrosomia: a systematic review and meta-analysis. *BJOG: An International Journal Of Obstetrics And Gynaecology*. 2016;123(1):77–88. DOI: 10.1111/1471-0528.13517

32. Kadji C, Cannie MM, De Angelis R, Camus M, Klass M, Fellas S, Cecotti V, Düttemeyer V, Jani JC. Prenatal prediction of postnatal large-for-dates neonates using a simplified MRI method: comparison with conventional 2D ultrasound estimates. *Ultrasound In Obstetrics And Gynecology*. 2018;52(2):250–257. DOI: 10.1002/uog.17523

33. Carlin A, Kadji C, De Angelis R, Cannie MM, Jani JC. Prenatal prediction of small-for-gestational age neonates using MR imaging: comparison with conventional 2D ultrasound. *The Journal of Maternal-Fetal And Neonatal Medicine*. 2019;32(10):1673–1681. DOI: 10.1080/14767058.2017.1414797

34. Kadji C, Cannie MM, Resta S, Guez D, Abi-Khalil F, De Angelis R, Jani JC. Magnetic resonance imaging for prenatal estimation of birthweight in pregnancy: review of available data, techniques, and future perspectives. *American Journal of Obstetrics And Gynecology*. 2019;220(5):428–439. DOI: 10.1016/j.ajog.2018.12.031

35. Malin G, Bugg G, Takwoingi Y, Thornton J, Jones N. Antenatal magnetic resonance imaging versus ultrasound for predicting neonatal macrosomia: a systematic review and meta-analysis. *BJOG: An International Journal of Obstetrics And Gynaecology*. 2015;123(1):77–88. DOI:10.1111/1471-0528.13517

36. Uotila J, Dastidar P, Heinonen T, Ryymin P, Punnonen R, Laasonen E. Magnetic resonance imaging compared to ultrasonography in fetal weight and volume estimation in diabetic and normal pregnancy. *Acta Obstetrica Et Gynecologica Scandinavica*. 2000;(79):255–9.

37. Rahel A, Kubik-Huch, Simon Wildermuth, Luca Cettuzzi, Annett Rake, Burkhardt Seifert, Rabih Chaoui, Borut Marincek. Fetus and uteroplacental unit: fast MR imaging with three-dimensional reconstruction and volumetry-feasibility study. *Radiology*. 2001;(219):567–73. DOI: 1148/radiology.219.2.r01ma24567

38. 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 And Gynecology*. 2003;(189):1017–20. DOI: 10.1067/s0002-9378(03)00895-0.

39. Kacem Y, Cannie MM, Kadji C, Dobrescu O, Zito LLo, Ziane S, Strizek B, Evrard A-S, Gubana F, Gucciardo L, Staelens R, Jani JC. Fetal weight estimation: comparison of two-dimensional US and MR imaging assessments. *Radiology*. 2013;(267):902–10. DOI: 10.1148/radiol.12121374

40. Патент РФ на изобретение № 2428118/ 18.01.10. Бюл. № 10. Коган ИИ, Баева ИЮ. Способ прогнозирования рождения крупного плода. Ссылка активна на 14.06.2021. [Patent RU № No 2428118 / January 18, 2010. № 10. Kogan II, Baeva IYu. Method for predicting the fetal macrosomia. Accessed June 14, 2021. (In Russian)]

41. Чабанова НБ, Василькова ТН, Шевлюкова ТП, Хасанова ВВ. Проблемы диагностики избыточной массы тела и ожирения во время беременности. *Здоровье и образование в XXI веке*. 2016;18(2):176–180. [Chabanova NB, Vasil'kova TN, Shevlyukova TP, Khasanova VV. Problems of diagnosing overweight and obesity during pregnancy. *Zdorov'ye i Obrazovaniye v XXI veke*. 2016;18(2):176–180. (In Russian)]

42. Shepetovskaya N, Kalenteva S, Shepetovskaya M. Modern view on ultrasound diagnostics in obstetrics. *Sciences of Europe*. 2021;63(2):13–20.

43. Zaliunas B, Bartkeviciene D, Drasutiene G, Utkus A, Kurmanavicius J. Fetal biometry: Relevance in obstetrical practice. *Medicina (Kaunas)*. 2017;53(6):357–364. DOI: 10.1016/j.medic.2018.01.004

44. Wright D, Wright A, Smith E, Nicolaidis KH. Impact of biometric measurement error on identification of small- and large-for-gestational-age fetuses. *Ultrasound In Obstetrics And Gynecology*. 2020;55(2):170–176. DOI: 10.1002/uog.21909

45. Chew LC, Verma RP. Fetal Growth Restriction. 2021 May 5. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021.

### Сведения об авторах

Алексеева Анастасия Юрьевна, ассистент кафедры акушерства и гинекологии лечебного и стоматологического факультетов, Читинская государственная медицинская академия; адрес: Российская Федерация, 672000, г. Чита, ул. Горького, 39а; тел.: +7(914)369-19-70; e-mail: mironenkoanastasia4@gmail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5061-8026>

Зиганшин Айдар Миндиярович. к.м.н., доцент кафедры акушерства и гинекологии с курсом ИДПО, Башкирский государственный медицинский университет; адрес: Российская Федерация, 450008, Уфа, ул. Ленина, д. 3; тел.: +7(347) 264-96-50; e-mail: Zigaidar@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5474-1080>

### Author information

Anastasia Yu Alekseeva, Assistant of the Department of Obstetrics and Gynecology, the Faculty of General Medicine and Dentistry, Chita State Medical Academy; Address: 39a, Gor'kogo Str., Chita, Russian Federation 672000; Phone: +7(914)369-19-70; e-mail: mironenkoanastasia4@gmail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5061-8026>

Aidar M. Ziganshin, Cand. Med. Sci., Associate Professor, Department of Obstetrics and Gynecology with the Course of Additional and Professional Education; Address: Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation 450008; Phone: +7(347)2649650; e-mail: Zigaidar@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5474-1080>

Дата поступления 18.05.2021  
Дата рецензирования 18.06.2021  
Принята к печати 21.06.2021

Received 18 May 2021  
Revision Received 18 June 2021  
Accepted 21 June 2021