

© А. Н. Закурина, Н. Г. Павлова

ФГБНУ «НИИ АГиР им. Д. О. Отта»,
Санкт-Петербург**ВНУТРИПЛАЦЕНТАРНЫЙ КРОВОТОК
В III ТРИМЕСТРЕ БЕРЕМЕННОСТИ, ОСЛОЖНЕННОЙ
ПЛАЦЕНТАРНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ**

УДК: 618.3-06:618.36-008.64

■ **Введение:** Серьезные перинатальные, в первую очередь неврологические, последствия плацентарной недостаточности обуславливают необходимость дальнейшего поиска ее маркеров, уточняющих тяжесть течения, с целью выбора оптимальных сроков родоразрешения. **Методы.** В III триместре обследовано 16 относительно здоровых женщин с одноплодной физиологической беременностью (группа сравнения) и 27 пациенток, беременность которых осложнилась плацентарной недостаточностью (основная группа). Проводили стандартное акушерское обследование, ультразвуковое исследование, включающее фетометрию, доплерографию кровотока в основных артериях функциональной системы мать–плацента–плод, доплеровское исследование внутриплацентарного кровотока при объемной реконструкции изображения в центральном, двух парацентральных и двух краевых участках плаценты. Обработку изображений проводили с помощью программы VOCAL с расчетом индексов васкуляризации (VI), потокового (FI) и васкуляризационно-потокового (VFI). **Результаты.** Значения FI в плацентах беременных сопоставляемых групп достоверно различались в центральных ($t=4,03$; $p<0,001$ и $U=240,00$; $p<0,001$) и парацентральных участках ($t=2,61$; $p<0,05$ и $U=348,00$; $p<0,05$). У пациенток основной группы они были на 17% и 8% соответственно меньше, чем у беременных группы сравнения. Кроме того, у пациенток основной группы VFI был на 35% меньше, чем у беременных группы сравнения ($t=2,08$; $p<0,05$ и $U=337,00$; $p<0,05$). Также мы сопоставили показатели внутриплацентарного кровотока у беременных основной группы, имевших разные степени нарушений гемодинамики. **Выводы.** При плацентарной недостаточности снижение кровообращения, особенно в центральной зоне плаценты, обусловлено уменьшением потока крови через исходное число сосудов. В III триместре беременности потоковый индекс (FI) в центральных участках плацент можно считать дополнительным критерием наличия плацентарной недостаточности.

■ **Ключевые слова:** 3D-доплерометрия; внутриплацентарный кровоток; плацентарная недостаточность.

ВВЕДЕНИЕ

Плацентарная недостаточность является самым распространенным синдромом акушерской практики. Его развитие — универсальная реакция функциональной системы мать–плацента–плод на течение беременности, осложненной акушерскими и экстрагенитальными заболеваниями матери и/или заболеваниями плода [8, 9, 11]. Серьезные перинатальные, в первую очередь неврологические, последствия плацентарной дисфункции обуславливают необходимость дальнейшего поиска ее маркеров, уточняющих тяжесть течения, с целью выбора оптимальных сроков родоразрешения, обеспечивающих благоприятные перинатальные исходы.

В последние годы установлено, что именно раннее родоразрешение является главным фактором, сопутствующим формированию тяжелых неврологических расстройств у новорожденных [16]. Этот факт заставляет врачей-специалистов пролонгировать беременность до сроков относительной или оптимальной зрелости плода, несмотря на имеющиеся расстройства плацентарного кровообращения. При этом в настоящее время ключевым критерием, определяющим возможность такой выжидательной тактики, считают наличие во все фазы кардиоцикла ортоградного кровотока в венозном протоке плода, определенного при доплерометрическом исследовании [7].

Как известно, сопротивление току крови от тела плода по артериям пуповины, для которых единственным периферическим звеном являются сосуды плаценты, отражает сопротивление внутриплацентарных сосудов только косвенно. Этот феномен объясняет расхождения, возникающие у клиницистов и морфологов при оценке наличия и главным образом тяжести плацентарной недостаточности [4]. Поэтому непосредственный анализ внутриплацентарного кровотока, разработка критериев его оценки является актуальной задачей для акушерской практики. Это стало возможным, благодаря внедрению в клиническую практику современных ультразвуковых приборов, позволяющих получать объемную реконструкцию внутриплацентарных сосудов [12, 14, 18, 19].

Результаты наших предыдущих исследований показали, что во II половине физиологической беременности центральная зона плаценты является функционально более значимой по сравнению с периферией [2]. Кроме того, удалось установить, что доплерометрические параметры внутриплацентарного кровотока можно использовать в качестве маркера наличия морфологических нарушений в плаценте [3].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определить в III триместре беременности чувствительность и специфичность доплеро-

метрических параметров внутриплацентарного кровотока в отношении выявления синдрома плацентарной недостаточности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В отделении ультразвуковой диагностики ФГБНУ «НИИ АГиР им. Д. О. Отта» с 32 недель каждые 4 недели до родов обследовано 16 относительно здоровых женщин при одноплодной физиологической беременности (группа сравнения) и 27 пациенток, беременность которых осложнилась плацентарной недостаточностью (основная группа).

При каждом посещении проводили стандартное акушерское обследование, ультразвуковое исследование, включающее фетометрию, доплерометрию кровотока в основных артериях функциональной системы мать–плацента–плод, доплеровское исследование внутриплацентарного кровотока при объемной реконструкции изображения в центральном, двух парацентральных и двух краевых участках плаценты.

Ультразвуковые исследования проводили на ультразвуковом диагностическом приборе Voluson-730 Expert (General Electric, США), оснащенном доплеровским блоком, позволяющим осуществлять триплексное сканирование: ультразвуковое изображение в В-режиме, цветное доплеровское картирование кровотока в исследуемом сосуде и одновременную регистрацию доплерограммы. Использовали трансабдоминальный мультимодальный (5–9 МГц) конвексный датчик, работающий в импульсном режиме. Обработку изображений проводили с помощью программы VOCAL, рассчитывали индекс васкуляризации (VI), потоковой индекс (FI) и васкуляризационно-потоковый индекс (VFI) [12]. При анализе использовали средние значения указанных индексов из двух парацентральных и двух краевых участков плаценты.

Гемодинамические нарушения в магистральных артериях функциональной системы мать–плацента–плод оценивали в соответствии с классификацией, где I степень — нарушения маточно-плацентарного или плодово-плацентарного кровотока, II степень — нарушения и маточно-плацентарного, и плодово-плацентарного кровотока; III степень — централизация плодово-плацентарного кровотока, нарушение маточного кровотока. Критическими нарушениями плодово-плацентарного кровотока считали нулевой и реверсивный диастолический кровоток в артерии пуповины [8]. Согласно этой классификации нарушения кровообращения в функциональной системе мать–плацента–плод различной

степени были отмечены у 23 из 27 беременных основной группы: I степени — у 10 пациенток, II степени — у 5 пациенток, III степени — у 6 пациенток, критические нарушения плодово-плацентарного кровообращения — у 2. У 4 пациенток нарушения кровообращения в момент исследования отсутствовали, однако по результатам фетометрии была диагностирована гипотрофия плода, о которой мы судили по наличию фетометрических параметров ниже 10-го перцентилля для срока беременности [5]. Всего гипотрофия плода была выявлена у 19 из 27 беременных основной группы: асимметричной формы — у 12, симметричной — у 7.

Плацентарная недостаточность у беременных основной группы развилась на фоне урогенитальных инфекций, НЦД по гипертоническому типу, гестоза различной степени тяжести, сахарного диабета беременных (у одной пациентки).

При проведении дальнейшего анализа и сопоставления с параметрами внутриплацентарного кровотока беременные основной группы были разделены по степени гемодинамических нарушений в артериях функциональной системы мать–плацента–плод на 3 подгруппы: А — гемодинамические нарушения отсутствуют, подгруппа В — умеренные нарушения (I и II степени), подгруппа С — выраженные нарушения (III степень и критические нарушения плодово-плацентарного кровотока).

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием методов параметрической и непараметрической статистики. Для оценки межгрупповых различий значений признаков, имеющих непрерывное распределение, применяли t-критерий Стьюдента и U-критерий Вилкоксона–Манна–Уитни. Анализ зависимости между признаками проводили с помощью t-критерия Пирсона, rs-критерия Спирмена и χ^2 -критерия Пирсона. Статистическая обработка материала выполнялась на ЭВМ с использованием стандартного пакета программ прикладного статистического анализа (Statistica for Windows v. 6.0). Критический уровень достоверности нулевой статистической гипотезы (об отсутствии значимых различий или факторных влияний) принимали равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сопоставление средних показателей внутриплацентарного кровотока (VI, FI, VFI) у пациенток основной группы и группы сравнения в III триместре беременности представлено в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что значения FI в плацентах беременных сопоставляемых групп до-

Таблица 1

Сопоставление показателей внутриплацентарного кровотока (VI, FI, VFI) в III триместре беременности у пациенток основной группы и группы сравнения

Показатель	Участок плаценты	Группы	
		сравнения (n=31)	основная (n=30)
VI	краевой	5,0±0,69	6,30±0,97
	парацентральный	6,60±0,96	5,90±0,82
	центральный	9,37±1,12	7,24±1,19
FI	краевой	33,35±0,82	32,60±0,78
	парацентральный	35,38±0,88	32,50±0,77*
	центральный	40,48±1,36	33,43±1,04**
VFI	краевой	1,80±0,26	2,18±0,33
	парацентральный	2,63±0,47	2,04±0,31
	центральный	4,0±0,54	2,61±0,47*

Примечание: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,001$ относительно группы сравнения

статистически различались в центральных ($t=4,03$; $p < 0,001$ и $U=240,00$; $p < 0,001$) и парацентральных участках ($t=2,61$; $p < 0,05$ и $U=348,00$; $p < 0,05$). У пациенток основной группы они были на 17% и 8% соответственно меньше, чем у беременных группы сравнения. Кроме того, у пациенток основной группы VFI был на 35% меньше, чем у беременных группы сравнения ($t=2,08$; $p < 0,05$ и $U=337,00$; $p < 0,05$). Полученные результаты свидетельствуют о том, что при плацентарной недостаточности снижение кровообращения, особенно в центральной части плаценты, обусловлено уменьшением потока крови через исходное число сосудов. Выявлена прямая зависимость между VI и FI в центральных ($r=0,48$; $p < 0,05$) и парацентральных ($r=0,35$; $p < 0,05$) участках плацент.

Мы сопоставили показатели внутриплацентарного кровотока у беременных основной

группы, имевших разные степени нарушений гемодинамики (подгруппы А, В, С) (табл. 2).

Как видно из таблицы 2, параметры, характеризующие внутриплацентарный кровоток (VI, FI, VFI) не различались в краевых и парацентральных участках плацент у беременных, имевших разные степени нарушений гемодинамики.

При сопоставлении значений показателей доплеровского исследования внутриплацентарного кровотока не обнаружено никаких достоверных различий между пациентками подгрупп А и В, а также подгрупп А и С. Однако сосудисто-поточковый индекс (VFI), определенный в центральных участках плацент был в 2,2 раза выше у пациенток подгруппы С, чем у беременных подгруппы В ($t=2,13$; $p=0,044$). Различия на уровне тенденции у беременных этих же подгрупп выявились при сопоставлении значений VI и FI в центральных

Таблица 2

Показатели внутриплацентарного кровотока (VI, FI, VFI) в III триместре беременности у пациенток основной группы при разных степенях нарушений гемодинамики (А, В, С)

Показатель	Участок плаценты	Подгруппа		
		А (n=5)	В (n=17)	С (n=7)
VI	краевой	5,44±1,19	5,32±1,15	9,42±2,65
	парацентральный	5,02±0,99	5,35±1,09	7,94±1,99
	центральный	6,69±1,66	5,76±1,18	11,44±3,75
FI	краевой	34,13±2,15	32,97±0,96	30,54±1,66
	парацентральный	32,47±1,15	33,11±1,01	30,96±1,93
	центральный	33,18±2,46	32,19±1,24	36,81±2,36
VFI	краевой	1,97±0,51	1,88±0,39	3,11±0,87
	парацентральный	1,73±0,34	1,92±0,42	2,57±0,75
	центральный	2,32±0,74	1,98±0,43	4,42±1,51*

Примечание: * $p < 0,05$ относительно подгруппы В

участках плацент ($t=1,92$; $p=0,068$ и $t=1,87$; $p=0,075$ соответственно).

Далее мы сравнили показатели доплеровского исследования внутриплацентарного кровотока обследованных беременных каждой из подгрупп основной группы с аналогичными показателями группы сравнения. У пациенток подгруппы А при сравнении значений потокового индекса (FI) в центральных участках плацент выявлено, что его значения были на 18% меньше, чем у беременных группы сравнения ($t=2,09$; $p<0,05$; $U=30,00$; $p<0,05$).

У беременных подгруппы В и группы сравнения обнаружены достоверные различия при сравнении показателей доплеровского исследования внутриплацентарного кровотока в центральных участках плацент: между значениями сосудистого индекса (VI) ($t=2,11$; $p<0,05$; $U=168,00$; $p<0,05$), потокового индекса (FI) ($t=4,14$; $p<0,001$; $U=88,00$; $p<0,001$) и сосудисто-потокового индекса (VFI) ($t=2,61$; $p<0,05$; $U=143,50$; $p<0,05$). Значения VI были на 39%, FI — на 20%, VFI — на 51% меньше у пациенток подгруппы В, чем у беременных группы сравнения.

У пациенток подгруппы С и группы сравнения выявлены достоверные различия между значениями сосудистого индекса (VI) в краевых участках ($t=2,34$; $p<0,05$) и потокового индекса (FI) в парацентральных участках плацент ($t=2,15$; $p<0,05$). Значения VI были на 88% больше, а FI — на 12% меньше у пациенток подгруппы С, чем у беременных группы сравнения. Различия на уровне тенденции имеются между значениями сосудисто-потокового индекса (VFI) в краевых участках плацент ($t=1,97$; $p=0,057$).

В связи с этим, мы наблюдали, что при сопоставлении с группой сравнения различия между доплеровскими индексами внутриплацентарного кровотока в центре плаценты нарастают при увеличении тяжести гемодинамических нарушений (от их отсутствия до умеренных нарушений плацентарного кровотока). Далее от умеренных до выраженных нарушений существенных различий не получено, вероятно, в связи с появлением адаптивно-приспособительных реакций.

У пациенток основной группы выявлены прямые корреляционные зависимости показателей внутриплацентарного кровотока — VI, FI и VFI в различных участках плаценты от СДО, ИР и ПИ в артерии пуповины в 32 недели беременности ($p<0,05$); обратные корреляции FI в парацентральном участке плаценты с СДО и ИР в артерии пуповины в 36 недель беремен-

ности ($r=-0,53$; $p<0,05$ и $r=-0,54$; $p<0,05$ соответственно). Кроме того, в 32 недели беременности VI и VFI в краевых участках плацент обратно коррелируют с СДО и ИР в средней мозговой артерии плода, а также цереброплацентарным отношением у пациенток основной группы ($p<0,05$).

Таким образом, у пациенток основной группы в 32 недели беременности, чем более высокие значения индексов в магистральных артериях регистрировались, тем более высокими были значения индексов внутриплацентарного кровотока. В 36 недель беременности корреляционная зависимость обратная, как и в группе сравнения. Кроме того, в 32 недели беременности при более высоких значениях доплерометрических индексов в средней мозговой артерии плода наблюдались более низкие значения индексов внутриплацентарного кровотока.

При разработке новых критериев плацентарной недостаточности использованы множественный регрессионный и дискриминантный анализы, по результатам которых значения потокового индекса (FI) в центральных участках плацент достоверно различались у беременных основной группы и группы сравнения (табл. 1) (множественный регрессионный анализ: $F=17,00$; $p<0,001$; $t=4,12$; $p<0,001$).

Таким образом, в III триместре беременности потоковый индекс (FI) в центральных участках плацент можно считать дополнительным критерием наличия плацентарной недостаточности. Критическое его значение составляет 35,5. Если значение индекса меньше или равно этому значению, плацентарная недостаточность имеется. Чувствительность метода составляет 70,0%; специфичность — 76,7%; предсказательная ценность положительного результата — 75,0%; предсказательная ценность отрицательного результата — 71,9%; общая точность предсказания — 73,3%.

ОБСУЖДЕНИЕ

В предыдущих исследованиях было показано, что с увеличением срока физиологической беременности (с 20 недель до ее окончания) значения васкуляризационного (VI), потокового (FI) и васкуляризационно-потокового (VFI) индексов увеличиваются [2]. Эти данные характеризуют степень возрастания плацентарного кровообращения, соответственно возрастающим потребностям плода. Наши данные согласуются с другими экспериментально-клиническими исследованиями, проведенными в отдельные сроки беременности другими авторами [1, 13]. Считают, что в патогенезе

усиления кровообращения, наблюдающегося с увеличением срока беременности, играет роль возрастание просвета сосудов ворсинок и рост самой капиллярной сети плаценты. Кроме того, мы установили, что количественные значения доплеровских индексов кровотока в магистральных артериях функциональной системы мать–плацента–плод и ее внутриплацентарных сосудах коррелируют с размерами терминальных ворсин плаценты [3].

В настоящем исследовании значения FI в центральных и парацентральных участках плацент, а также VFI в центральных участках были меньше у беременных основной группы, чем у пациенток группы сравнения. VI во всех отделах плацент женщин сопоставляемых групп не отличался. Полученные результаты свидетельствуют о том, что при плацентарной недостаточности снижение кровообращения, особенно в центральной части плаценты, обусловлено уменьшением потока крови через исходное число сосудов. В литературе имеются сведения, согласующиеся с нашими. Так, М. Dubiel и соавторы (2005) показали, что значения доплерометрических параметров внутриплацентарного кровотока были значительно снижены у беременных, имеющих акушерские или экстрагенитальные заболевания, сопровождающиеся дисфункцией плаценты, по сравнению с таковыми при физиологической беременности [15]. С.В. Новикова (2005) выявила, что при наличии задержки развития масса плодов была тем выше, чем выше были VI и VFI в центральных участках плацент [6]. При этом автор не обнаружила подобных различий в парацентральных и периферических зонах. Снижение индексов внутриплацентарного кровотока при синдроме задержки развития плода наблюдали и К. Ichizuka с соавторами (2009) [17].

При количественном сопоставлении значений индексов внутриплацентарного кровотока у пациенток с разной степенью гемодинамических нарушений плацентарного кровообращения (подгруппы А, В, С), значимые различия их показателей определялись в центральной зоне плацент. У пациенток, имевших тяжелые гемодинамические расстройства (подгруппа С), значения комплексного васкуляризационно-поточкового индекса (VFI) были выше, чем у беременных с умеренными нарушениями (подгруппа В). При этом у первых наблюдались максимальные значения VFI. Наши данные функционального обследования согласуются с исследованиями других авторов, изучавших особенности метаболизма в различных зонах плаценты, и свидетельствуют о наибольшей функциональной

активности центра при тяжелых расстройствах плацентарной гемодинамики [10].

Проведенный множественный регрессионный и дискриминантный анализы показали, что критерием плацентарной дисфункции может быть FI в центральном участке плаценты, и критическое его значение соответствует 35,5.

Таким образом, при плацентарной недостаточности ухудшение плацентарного кровообращения обусловлено не уменьшением числа сосудов в единице объема плаценты, а снижением через них потока крови. Степень снижения внутриплацентарного кровотока можно охарактеризовать количественно путем измерения FI, значения которого ниже 35,5 соответствуют наличию нарушений плацентарного кровообращения в магистральных артериях функциональной системы мать–плацента–плод и/или гипотрофии плода.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Гармашева Н.Л. Плацентарное кровообращение. Л.: Медицина; 1967.
2. Закурина А.Н., Павлова Н.Г. Особенности внутриплацентарного кровотока при физиологической беременности. Журнал акуш. и жен. бол. 2013; Т. LXII, № 2: 29–33.
3. Закурина А.Н., Коржевский Д.Э., Павлова Н.Г. Плацентарная недостаточность — морфофункциональные параллели. Журнал акушерства и женских болезней. 2010; Т. LIX, № 5: 51–55.
4. Кулаков В.И., Орджоникидзе Н.В., Тютюнник В.Л. Плацентарная недостаточность и инфекция: Руководство для врачей. М.; 2004.
5. Медведев М.В., ред. Ультразвуковая фетометрия: справочные таблицы и номограммы. М.: Реал-тайм; 2007.
6. Новикова С.В. Современные проблемы родоразрешения женщин с фетоплацентарной недостаточностью: автореф. дис... д-ра мед. наук. М.; 2005.
7. Отурина В.С. Задержка развития плода — современные подходы к диагностике. Журнал акушерства и женских болезней. 2010; Т. LIX, № 5: 89–94.
8. Павлова Н.Г., Аржанова О.Н., Зайнулина М.С., Колобов А.В., Э.К. Айламазян, ред. Плацентарная недостаточность: учебно-методическое пособие. СПб.: Изд-во Н–Л; 2007.
9. Павлова Н.Г. Универсальные гемодинамические реакции развития плацентарной недостаточности. Пренатальная диагностика. 2005; 4, № 1: 7–9.
10. Парцалис Г.К. Комплексная оценка гемодинамической и детоксицирующей функции плаценты при невынашивании беременности: автореф. дис... канд. мед. наук. СПб.; 2007.
11. Савельева Г.М., Федорова М.В., Клименко П.А., Сичинава Л.Г. Плацентарная недостаточность М.: Медицина; 1991.
12. Титченко Л.И., В.И. Краснопольский, В.А. Туманова, Петрухин В.А., Чечнева М., Пырскова Ж.Ю., Гончарен-

- ко Л. В. Роль трехмерного доплеровского исследования внутриплацентарного кровотока в оценке эффективности инфузионной терапии плацентарной недостаточности. *Акушерство и гинекология*. 2003; N 5: 16–20.
13. Assali N. S., Rauramo L., Peltonen T. Measurement of uterine blood flow and uterine metabolism, VIII. Uterine and fetal blood flow and oxygen consumption in early human pregnancy. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1960; 79: 86–98.
 14. Barry C. D., Allott C. P., John N. W., Mellor P. M., Arundel P. A., Thomson D. S., Waterton J. C. Three-dimensional freehand ultrasound: image reconstruction and volume analysis. *Ultrasound Med. Biol.* 1997; 23 (8): 1209–1224.
 15. Dubiel M., Breborowicz G. H., Ropacka M., Pietryga M., Maulik D., Gudmundsson S. Computer analysis of three-dimensional power angiography images of foetal cerebral, lung and placental circulation in normal and high-risk pregnancy. *Ultrasound Med. Biol.* 2005; 31 (3): 321–327.
 16. Hecher K., Bilardo C. M., Stigter R. H., Ville Y., Hackeloer B. J., Kok H. J., Senat M. V., Visser G. H. Monitoring of fetuses with intrauterine growth restriction: a longitudinal study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2001; 18: 564–570.
 17. Ichizuka K., Hasegawa J., Matsuoka R., Okai T. Evaluation of placental blood flow indices measured by 3D power Doppler in fetal growth restriction. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2009; 34 (1): 97.
 18. Kupesic S., Kurjak A. eds. *Three-Dimensional Power Doppler in Obstetrics and Gynecology*. Carnforth: Parthenon Publishing; 2000.
 19. Welsh A. W., Humphries K., Cosgrove D. O., Taylor M. J., Fisk N. M. Development of three-dimensional power Doppler ultrasound imaging of fetoplacental vasculature. *Ultrasound Med. Biol.* 2001; 27 (9): 1161–1170.

Статья представлена О. Н. Аржановой,
ФГБНУ «НИИ АГиР им. Д. О. Отта»,
Санкт-Петербург

INTRAPLACENTAL BLOOD FLOW IN THIRD TRIMESTER OF PLACENTAL INSUFFICIENCY PREGNANCY

Zakurina A. N., Pavlova N. G.

■ **Summary: Background.** Serious perinatal, most of all, neurological consequences of placental insufficiency condition necessity further search it's markers for optimal delivery time. **Methods.** At third term of pregnancy we examined 16 singleton physiological pregnant women (first group) and 27 placental insufficiency patients (second group). We standard obstetrical examined, ultrasound fetometry, basic arteries of functional system mother-placenta-fetus Doppler and three-dimensional power Doppler in central, two paracentral and two periphery placenta areas. We processing images by VOCAL and analyzed vascularisation (VI), flow (FI) and vascularisation-flow indexes (VFI). **Results.** In placentae correlated groups FI differ in size reliable in central ($t=4,03$; $p<0,001$ и $U=240,00$; $p<0,001$) and paracentral ($t=2,61$; $p<0,05$ и

$U=348,00$; $p<0,05$) areas. Patients second group indexes were relative on 17% and 8% less than patients first group indexes. Patients second group VFI was on 35% less than patients first group VFI ($t=2,08$; $p<0,05$ и $U=337,00$; $p<0,05$). We described results of comparison three-dimensional power Doppler intraplacental blood flow indexes from patients second group with different degree hemodynamic disorder. **Conclusion.** In placental insufficiency presence reduction blood circulation, particular in central placenta area, conditioned by reduction blood flow in initial vessels number. Central placenta area FI may be regarded new additional criterion of placental insufficiency at third term of pregnancy.

■ **Key words:** three-dimensional power Doppler indexes; intraplacental blood flow; placental insufficiency.

REFERENCES

20. Garmasheva N. L. Platsentarnoe krovoobrashchenie. [Blood circulation in placenta] L.: Meditsina; 1967. (in Russian)
21. Zakurina A. N., Pavlova N. G. Osobennosti vnutriplatsentarnogo krovotoka pri fiziologicheskoy beremennosti. [Intraplacental blood flow features in physiological pregnancy] *Zhurnal akush. i zhen. bol.* 2013; T. LXII, 2: 29–33. (in Russian)
22. Zakurina A. N., Korzhevskiy D. E., Pavlova N. G. Platsentarnaya nedostatochnost' — morfofunktsional'nye paralleli. [Placental insufficiency — morpho-functional parallels] *Zhurnal akusherstva i zhenskikh bolezney.* 2010; T. LIX, № 5: 51–55. (in Russian)
23. Kulakov V. I., Ordzhonikidze N. V., Tyutyunnik V. L. Platsentarnaya nedostatochnost' i infektsiya: Rukovodstvo dlya vrachev. [Placental insufficiency and infection: direction for doctors] M.; 2004. (in Russian)
24. Medvedev M. V., red. Ul'trazvukovaya fetometriya: spravochnye tablitsy i nomogrammy [Ultrasound fetometry: tables and nomograms] M.: Real-taym; 2007. (in Russian)
25. Novikova S. V. Sovremennye problemy rodorazresheniya zhenshchin s fetopplatsentarnoy nedostatochnost'yu [Modern problems of placental insufficiency pregnant delivery]. MD thesis. M.; 2005. (in Russian)
26. Oturina V. S. Zaderzhka razvitiya ploda — sovremennye podkhody k diagnostike. [IUGR — modern diagnostic] *Zhurnal akusherstva i zhenskikh bolezney.* 2010; T. LIX, № 5: 89–94. (in Russian)
27. Pavlova N. G., Arzhanova O. N., Zaynulina M. S., Kolobov A. V., E. K. Aylamazyan, red. Platsentarnaya nedostatochnost': uchebno-metodicheskoe posobie. [Placental insufficiency: tutorial] SPb.: OOO "Izd-vo N-L"; 2007. (in Russian)
28. Pavlova N. G. Universal'nye gemodinamicheskie reaktsii razvitiya platsentarnoy nedostatochnosti. [Universal sanguimotory reactions of placental insufficiency development] *Prenatal'naya diagnostika.* 2005; T. 4, № 1: 7–9. (in Russian)
29. Partsalis G. K. Kompleksnaya otsenka gemodinamicheskoy i detoksitsiruyushchey funktsii platsenty pri nevnashivaniy beremennosti [Integrated assessment of sanguimotory and detoxic placenta function in habitual miscarriage presence]. PhD thesis. SPb.; 2007. (in Russian)

30. Savel'eva G. M., Fedorova M. V., Klimenko P. A., Sichina-va L. G. Platsentarnaya nedostatochnost'. [Placental insufficiency] M.: Meditsina; 1991. (in Russian)
31. Titchenko L. I., V. I. Krasnopol'skiy, V. A. Tumanova, Petrukhin V. A., Chechneva M., Pyrsikova Zh. Yu., Goncharenko L. V. Rol' trekhmernogo dopplerovskogo issledovaniya vnutriplatsentarnogo krovotoka v otsenke effektivnosti infuzionnoy terapii platsentarnoy nedostatochnosti. [Intraplacental blood flow three-dimensional power Doppler role in assessment infusion therapy effectiveness of placental insufficiency] Akusherstvo i ginekologiya. 2003; N 5: 16–20. (in Russian)
32. Assali N. S., Rauramo L., Peltonen T. Measurement of uterine blood flow and uterine metabolism, VIII. Uterine and fetal blood flow and oxygen consumption in early human pregnancy. Am. J. Obstet. Gynecol. 1960; 79: 86–98.
33. Barry C. D., Allott C. P., John N. W., Mellor P. M., Arundel P. A., Thomson D. S., Waterton J. C. Three-dimensional freehand ultrasound: image reconstruction and volume analysis. Ultrasound Med. Biol. 1997; 23 (8): 1209–1224.
34. Dubiel M., Breborowicz G. H., Ropacka M., Pietryga M., Maulik D., Gudmundsson S. Computer analysis of three-dimensional power angiography images of foetal cerebral, lung and placental circulation in normal and high-risk pregnancy. Ultrasound Med. Biol. 2005; 31 (3): 321–327.
35. Hecher K., Bilardo C. M., Stigter R. H., Ville Y., Hackeloer B. J., Kok H. J., Senat M. V., Visser G. H. Monitoring of fetuses with intrauterine growth restriction: a longitudinal study. Ultrasound Obstet. Gynecol. 2001; 18: 564–570.
36. Ichizuka K., Hasegawa J., Matsuoka R., Okai T. Evaluation of placental blood flow indices measured by 3D power Doppler in fetal growth restriction. Ultrasound Obstet. Gynecol. 2009; 34 (1): 97.
37. Kupesic S., Kurjak A. eds. Three-Dimensional Power Doppler in Obstetrics and Gynecology. Carnforth: Parthenon Publishing; 2000.
38. Welsh A. W., Humphries K., Cosgrove D. O., Taylor M. J., Fisk N. M. Development of three-dimensional power Doppler ultrasound imaging of fetoplacental vasculature. Ultrasound Med. Biol. 2001; 27 (9): 1161–1170.

■ Адреса авторов для переписки

Закурина Анна Николаевна — к. м. н., научный сотрудник лаборатории физиологии и патофизиологии плода с отделением ультразвуковой диагностики. ФГБНУ «НИИ АГиР им. Д. О. Отта». 199034, Россия, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 3.
E-mail: zakurina-anna@mail.ru.

Павлова Наталья Григорьевна — д. м. н., профессор, руководитель лаборатории физиологии и патофизиологии плода с отделением ультразвуковой диагностики. ФГБНУ «НИИ АГиР им. Д. О. Отта». 199034, Россия, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 3.
E-mail: ngrp05@yandex.ru.

Zakurina Anna N. — PhD The research assistant of laboratory of physiology and a pathophysiology of a fetus with unit of ultrasonic diagnostics. D. O. Ott Research Institute of Obstetrics and Gynecology, RAMS. 199034, St. Petersburg, Mendeleyevskaya Line, 3, Russia.
E-mail: zakurina-anna@mail.ru.

Pavlova Natalia G. — MD The professor the principal of laboratory of physiology and a pathophysiology of a fetus with unit of ultrasonic diagnostics. D. O. Ott Research Institute of Obstetrics and Gynecology, RAMS. 199034, St. Petersburg, Mendeleyevskaya Line, 3, Russia.
E-mail: ngrp05@yandex.ru.