

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПЛОДА ВО II И III ТРИМЕСТРАХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕРЕМЕННОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛОВОГО ДИМОРФИЗМА

Барина В.В.¹, Боташева Т.Л.¹, Авруцкая В.В.¹, Александрова Е.М.¹,
Палиева Н.В.¹, Васильева В.В.¹

¹ ФГБУ «Ростовский научно-исследовательский институт акушерства и педиатрии» Минздрава России РФ. (344012, ГСП-704, г. Ростов-на-Дону, ул. Мечникова, 43, E-mail:Secretary@miiap.ru).

В статье представлены данные о морфофункциональных особенностях сердца и главных сосудов плода в зависимости от полового диморфизма. Было обследовано 297 беременных женщин с физиологическим течением беременности, из которых 145 женщин вынашивали плоды женского пола, 152 – мужского пола. Всем женщинам проводилось эхокардиографическое исследование плода в сроке 20–24 недели и 32–36 недель беременности. Были обнаружены достоверные отличия показателей индекса Tei у плодов мужского и женского пола как во II, так и в III триместрах беременности, а также достоверные отличия конечно-диастолического размера желудочков сердца в III триместре в зависимости от пола плода. У плодов мужского пола во II триместре беременности значение систоло-диастолического индекса миокарда достигало уровня, характерного для плодов женского пола в III триместре. Таким образом, у плодов женского пола отмечается достоверно более короткий изоволюметрический период и удлинение времени выброса крови желудочками, что условно можно считать более «экономичным» режимом работы сердца. По всей вероятности, с этим связаны и более низкие значения конечно-диастолического размера правого и левого желудочков у плодов женского пола.

Ключевые слова: половой диморфизм, эхокардиография, индекс Tei, физиологическая беременность, пол плода.

MORPHOFUNCTIONAL PECULIARITIES OF FETUS CARDIOVASCULAR SYSTEM IN THE II^d AND III^d TRIMESTERS OF PHYSIOLOGICAL PREGNANCY IN DEPENDENCE ON SEXUAL DIMORPHISM

Barinova V.V.¹, Botasheva T.L.¹, Avrutskaya V.V.¹, Alexandrova E.M.¹, Palieva N.V.¹,
Vasilyeva V.V.¹

¹Federal State Budget Establishment “Rostov-on-Don research institute of obstetrics and pediatrics” of Ministry of Health and Social Development of Russian Federation. (344012, Rostov-on-Don, Mechnikova str., 43, E-mail:Secretary@miiap.ru).

The article presents data on morphofunctional peculiarities of fetus heart and main vessels in dependence on sexual dimorphism. We examined 297 pregnant women with physiological pregnancies, 145 of them were pregnant with female fetuses and 152 – with male. Fetal echocardiography was done in 20-24 and 32-36 weeks of pregnancy in every woman. We revealed significant differences in values of Tei index between female and male fetuses both in II and III trimesters of pregnancy, we also revealed significant differences in values of end-diastolic distance of heart ventricles in the III trimester in dependence on sexual dimorphism. The values of Tei index in male fetuses in the II trimester were equal to values of Tei index in female fetuses in the III trimester of pregnancy. Thus, female fetuses have significantly shorter isovolumetric period and significantly longer time of blood ejection for ventricles in comparison with male fetuses, that can be that can be roughly considered as a more economical mode of heart work. Evidently, this is a reason of lower values of right and left ventricles' end-diastolic distance in female fetuses.

Key words: sexual dimorphism, echocardiography, Tei index, physiological pregnancy, fetus sex.

Введение. Профилактика и своевременная диагностика осложнений, возникающих во время беременности, а также заболеваемости у детей в постнатальном периоде невозможны без глубоких знаний об особенностях функциональной системы «мать – плацента – плод» (ФСМПП). Согласно концепции о ФСМПП [3], при беременности

возникает взаимодействие двух организмов: матери и плода, поэтому в рамках ФСМПП принято различать две подсистемы, взаимодействующие друг с другом на разных уровнях: функциональную подсистему – «мать» (ФПсМ), обеспечивающую условия для нормального развития плода, и функциональную подсистему – «плод» (ФПсП), деятельность которой направлена на поддержание его нормального гомеостаза [7]. Главным связующим звеном между матерью и плодом является плацента, которая вместе с маткой образует дополнительное коммуникативное звено ФСМПП – «маточно-плацентарный комплекс». Морфофункциональные асимметрии женской репродуктивной системы являются проявлением пространственных характеристик подсистемы «мать» [1]; асимметричное расположение плаценты и асимметрия контрактильной активности матки – проявлением стереоизомерии подсистемы «маточно-плацентарный комплекс» [6].

Подсистема «плод» в ФСМПП является носителем генетически детерминированного признака – пола плода, значение которого в формировании особенностей течения беременности представляет большой исследовательский интерес.

К числу ведущих систем организма плода, ответственных за адаптацию, следует отнести сердечно-сосудистую систему, от адекватности функционирования которой зависит его рост и развитие [2]. Однако в большинстве работ по этому вопросу уделяется недостаточное внимание половому диморфизму как значимому фактору в формировании морфофункциональной специфики внутриутробного онтогенеза сердечно-сосудистой системы. В последние годы научный интерес к влиянию пола на особенности течения внутриутробного периода несколько повысился, в связи с бурным развитием пренатальной диагностики [9] и необходимости выявления пороков развития на самых начальных этапах беременности [8].

В связи с вышеизложенным, значительный интерес представляет изучение влияния стереоизомерии ФСМПП на морфофункциональные особенности сердечно-сосудистой системы плода, на различных этапах внутриутробного онтогенеза, с учетом полового диморфизма.

Целью настоящего исследования явилось изучение и сопоставление анатомо-функциональных особенностей сердечно-сосудистой системы у плодов мужского и женского пола во внутриутробном периоде онтогенеза.

Материалы и методы. Под наблюдением находились 297 первобеременных женщин в возрасте от 17 до 36 лет с физиологически протекающей беременностью, проходивших плановые обследования в поликлиническом отделении в рамках программы «Акушерский мониторинг». На основании данных ультразвукового исследования в зависимости от пола плода были сформированы две клинические группы: «женский пол

плода» (145 женщин), «мужской пол плода» (152 женщины). В зависимости от плацентарной латерализации были сформированы подгруппы с правосторонним (48 женщин с плодами мужского пола и 47 женщин с плодами женского пола), левосторонним (49 и 48 женщин соответственно) и амбилатеральным расположением плаценты (55 и 50 женщин соответственно). Исследования проводили в динамике II и III триместров беременности. Критериями включения в исследование были одноплодная беременность, отсутствие врожденных пороков развития плода, хромосомных аномалий. Критериями исключения были осложнения в течение беременности (гестоз, фетоплацентарная недостаточность, синдром задержки роста плода, угрожающие преждевременные роды), экстрагенитальная патология.

Фетальная эхокардиография была выполнена с помощью ультразвукового прибора GeneralElectricVolusonExpert 730. Эхокардиографическое исследование проводили в режиме доплера, в М- и В-режимах. Определяли следующие параметры: конечно-диастолический размер (КДР) левого и правого желудочков (мм), ударный объем (УО) (мл), толщина миокарда правого и левого желудочков (ТМПЖ и ТМЛЖ) (мм), диаметр аорты (мм); диаметр легочной артерии (мм). Выполнялась доплерометрия с использованием четырехкамерного среза сердца и визуализации путей оттока. Для описания диастолической функции через трикуспидальный и митральный клапаны использовались пиковые скорости E (ранний диастолический пик – отражает пассивное наполнение желудочков) и A (поздний диастолический пик, соответствует активному сокращению предсердий и завершению наполнения желудочков сердца плода) в см/с, отношение пиков E/A. Для оценки суммарной функции сердца определялся систоло-диастолический индекс левого и правого желудочков (индекса Tei). Предложенный TeiC и соавт. в 1995 году систоло-диастолический индекс, оценивающий как систолическую, так и диастолическую функцию сердца, рассчитывается как сумма времени изоволюмического сокращения и расслабления левого или правого желудочков, поделенная на время выброса крови из левого или правого желудочков. Учитывающий только временные показатели индекс Tei не зависит от анатомических особенностей сердца, геометрии желудочков и частоты сердечных сокращений.

Наличие анатомически здорового сердца у плода подтверждалось после рождения ребенка физикальным обследованием и при возможности – эхокардиографически. Плоды с патологическим кариотипом или постнатальным фенотипом, со структурными аномалиями сердца и сердечными аритмиями были исключены из анализа.

Результаты исследования. При анализе результатов эхокардиографического исследования в зависимости от пола плода большинство доплерометрических

показателей достоверно не отличались (табл. 1, табл. 2). Была выявлена тенденция к росту пиковых скоростей E и A на митральном и трехстворчатом клапанах в динамике беременности, независимо от пола плода и плацентарной латерализации, что соответствует данным литературы [5]. Однако обращает на себя внимание тот факт, что увеличение значений пиковых скоростей у плодов мужского пола регистрировалось на более ранних сроках беременности, чем у плодов женского пола, что, по-видимому, свидетельствует о возрастании нагрузки на предсердия и более выраженной ригидности миокарда желудочков при данном варианте полового диморфизма. Следует подчеркнуть, что речь идет о повышении или снижении тех или иных эхокардиографических показателей в пределах коридора нормы [5].

В III триместре беременности были обнаружены достоверные отличия ($p=0,0234$) между объемными показателями, характеризующими размеры желудочков сердца плода с учетом градации «пол». Независимо от плацентарной латерализации отмечалось повышение конечно-диастолического размера правого желудочка у плодов мужского пола. С учетом градации – «плацентарная латерализация» обнаружено, что в группе женщин с плодами мужского пола размер правого желудочка в III триместре беременности при левостороннем и амбилатеральном расположении плаценты был достоверно выше ($14,9\pm 0,4$ и $15,1\pm 0,4$ мм соответственно), чем при правостороннем расположении плаценты ($13,2\pm 0,5$ мм). Конечно-диастолический размер левого желудочка был достоверно выше у плодов мужского пола при амбилатеральном и левостороннем расположении плаценты ($p=0,0228$). Диаметр легочной артерии у плодов мужского пола в III триместре беременности был достоверно выше независимо от расположения плаценты. Как у плодов мужского пола, так и у плодов женского пола прослеживалась статистически достоверное увеличение ($p=0,0215$) диаметра легочной артерии в III триместре при левостороннем и амбилатеральном расположении плаценты. Аналогичная закономерность отмечается в группах плодов мужского и женского пола и при оценке диаметра аорты плода. Достоверные отличия в размерах аорты между плодами мужского и женского пола наблюдались лишь при левостороннем и амбилатеральном расположении плаценты.

Достоверные отличия обнаружены при сравнении систоло-диастолического индекса миокарда правого и левого желудочков (индекс Tei) (рис. 1, рис. 2, рис. 3).

Таблица 1

Зависимость эхокардиографических показателей пола от полового диморфизма и плацентарной латерализации во II триместре физиологической беременности

Эхокардиографические показатели	Плоды женского пола, II триместр			Плоды мужского пола, II триместр		
	Правостороннее расположение плаценты	Левостороннее расположение плаценты	Амбилатеральное расположение плаценты	Правостороннее расположение плаценты	Левостороннее расположение плаценты	Амбилатеральное расположение плаценты
TV E, см/с	27,9±8,1	26,4±4,3	25,9±4,4	28,4±8,2	27,9±7,9	28,8±8,3
TV A, см/с	46,8±7,3	45,6±4,2	45,3±5,5	47,5±7,8	46,9±5,2	47,3±6,9
TV E/A	0,596±0,12	0,576±0,17	0,581±0,15	0,583±0,09	0,579±0,16	0,592±0,11
MV E см/с	24,5±6,8	24,3±7,0	24,8±6,7	24,6±7,1	24,2±6,9	24,0±6,9
MV A см/с	42,7±9,3	46,0±11,3	45,9±10,9	43,0±9,6	43,5±10,2	44,3±10,9
MV E/A	0,574±0,11	0,566±0,11	0,558±0,15	0,560±0,13	0,561±0,16	0,564±0,12
КДР ПЖ, мм	8,1±0,9	7,9±0,8	8,0±0,8	7,7±0,6	8,2±0,9	8,4±0,6
КДР ЛЖ, мм	7,4±1,2	7,2±0,9	7,7±1,1	7,2±1,3	7,9±0,5	8,1±0,7
d ЛА, мм	3,4±0,6	3,3±0,7	3,9±0,9	3,8±0,6	3,3±0,9	3,2±0,6
d аорты, мм	2,9±0,4	2,7±0,5	3,1±0,2	3,0±0,6	2,9±0,4	2,7±0,6
ТМПЖ, мм	2,3±0,6	2,3±0,8	2,1±0,2	2,5±0,6	2,7±0,8	2,6±0,5
ТМЛЖ, мм	2,4±0,3	2,4±0,6	2,2±0,5	2,1±0,3	2,4±0,5	2,6±0,2
Индекс Tei, LV MPI	0,48±0,09	0,51±0,06	0,51±0,06	0,59±0,06	0,61±0,03°	0,62±0,03#
Индекс Tei, RV MPI	0,42±0,05	0,38±0,12	0,49±0,04	0,51±0,03@	0,59±0,03°	0,59±0,05#
LV SV, мл	0,627±0,32	0,641±0,25	0,631±0,17	0,625±0,29	0,635±0,29	0,644±0,27
RV SV, мл	0,822±0,29	0,816±0,34	0,805±0,34	0,830±0,21	0,821±0,19	0,824±0,28

Примечания: ° – достоверность различий одноименных показателей между клиническими группами относительно левостороннего расположения плаценты (p<0,01)

@ – достоверность различий одноименных показателей между клиническими группами относительно правостороннего расположения плаценты.

– достоверность различий одноименных показателей между клиническими группами относительно амбилатерального расположения плаценты.

Обозначения: TVE – пик E на трехстворчатом клапане, см/сек; TVA – пик A на трехстворчатом клапане, см/сек; TVE/A – отношение пиков E и A на трехстворчатом клапане; MVE – пик E на митральном клапане, см/с; MVA – пик A на митральном клапане, см/с; MVE/A – отношение пиков E и A на митральном клапане; DVPIV – пульсационный индекс венозного протока; КДР ПЖ – конечно-диастолический размер правого желудочка, мм; КДР ЛЖ – конечно-диастолический размер левого желудочка, мм; d ЛА – диаметр легочной артерии, мм; d аорты – диаметр аорты, мм; ТМПЖ – толщина миокарда правого желудочка, мм; ТМЛЖ – толщина миокарда левого желудочка, мм; LVMPI – систоло-диастолический индекс (индекс производительности миокарда, индекс Tei) левого желудочка; RVMPI – систоло-диастолический индекс (индекс производительности миокарда, индекс Tei) правого желудочка; LVSV – ударный объем левого желудочка, мл; RVSV – ударный объем правого желудочка, мл.

Таблица 2

Зависимость эхокардиографических показателей пола от полового диморфизма и плацентарной латерализации в III триместре физиологической беременности

Эхокардиографические показатели	Плоды женского пола, III триместр			Плоды мужского пола, III триместр		
	Правостороннее расположение плаценты	Левостороннее расположение плаценты	Амбилатеральное расположение плаценты	Правостороннее расположение плаценты	Левостороннее расположение плаценты	Амбилатеральное расположение плаценты
TV E, см/с	50,47±0,22	50,92±0,34	50,87±0,33	50,71±0,35	51,27±0,27	50,98±0,31

TV A, см/с	55,79±0,19	56,34±0,41	56,81±0,21	55,92±0,17	57,02±0,15	57,00±0,13
TV E/A	0,741±0,13	0,762±0,19	0,764±0,18	0,753±0,14	0,782±0,15	0,778±0,13
MV E см/с	35,92±0,81	36,11±0,71	36,02±0,64	36,12±0,57	36,92±0,17	35,78±0,24
MV A см/с	49,28±0,11	50,23±0,18	49,87±0,23	49,89±0,34	50,51±0,12	50,12±0,22
MV E/A	0,811±0,08	0,894±0,12	0,874±0,17	0,887±0,13	0,891±0,04	0,874±0,15
КДР ПЖ, мм	11,7±0,9	13,5±0,7¢	12,9±0,6	13,2±0,5@	14,9±0,4¢/°	15,1±0,4¢/#
КДР ЛЖ, мм	9,3±0,4	12,4±0,7¢	12,3±0,8¢	10,8±0,9@	13,6±0,3¢/°	12,5±0,4¢
d ЛА, мм	6,3±0,4	7,2±0,2¢	7,1±0,3¢	7,2±0,4@	8,7±0,3¢/°	8,0±0,3¢/#
d аорты, мм	5,3±0,2	7,4±0,2¢	7,2±0,3¢	5,7±0,2	7,9±0,1¢/°	7,9±0,2¢/#
ТМПЖ, мм	4,2±0,5	4,7±0,2	4,1±0,4	4,8±0,2	5,0±0,3	4,9±0,3
ТМЛЖ, мм	4,1±0,6	4,3±0,5	4,1±0,2	4,7±0,3	4,8±0,7	4,6±0,4
Индекс Tei, LV MPI	0,51±0,07	0,60±0,02	0,52±0,04	0,59±0,05	0,66±0,03°	0,61±0,02#
Индекс Tei, RV MPI	0,49±0,04	0,57±0,04	0,50±0,03	0,53±0,03	0,68±0,03°	0,62±0,04#
LV SV, мл	1,925 ±0,34	1,910±0,18	1,932±0,21	1,934±0,25	1,961±0,33	1,953±0,21
RV SV, мл	2,043±0,27	2,051±0,17	2,029±0,45	2,067±0,24	2,073±0,25	2,052±0,19

Примечания: ° – достоверность различий одноименных показателей между клиническими группами при левостороннем расположении плаценты (p<0,01).

@ – достоверность различий одноименных показателей между клиническими группами относительно правостороннего расположения плаценты (p<0,01).

– достоверность различий одноименных показателей между клиническими группами относительно амбилатерального расположения плаценты (p<0,01).

¢ – достоверность различий одноименных показателей в пределах одной клинической группы относительно правостороннего расположения плаценты (p<0,01).

Обозначения: TVE – пик E на трехстворчатом клапане, см/сек; TVA – пик A на трехстворчатом клапане, см/сек; TVE/A – отношение пиков E и A на трехстворчатом клапане; MVE – пик E на митральном клапане, см/с; MVA – пик A на митральном клапане, см/с; MVE/A – отношение пиков E и A на митральном клапане; DVPIV – пульсационный индекс венозного протока; КДР ПЖ – конечно-диастолический размер правого желудочка, мм; КДР ЛЖ – конечно-диастолический размер левого желудочка, мм; d ЛА – диаметр легочной артерии, мм; d аорты – диаметр аорты, мм; ТМПЖ – толщина миокарда правого желудочка, мм; ТМЛЖ – толщина миокарда левого желудочка, мм; LVMPI – систоло-диастолический индекс (индекс производительности миокарда, индекс Tei) левого желудочка; RVMPI – систоло-диастолический индекс (индекс производительности миокарда, индекс Tei) правого желудочка; LVSV – ударный объем левого желудочка, мл; RVSV – ударный объем правого желудочка, мл.

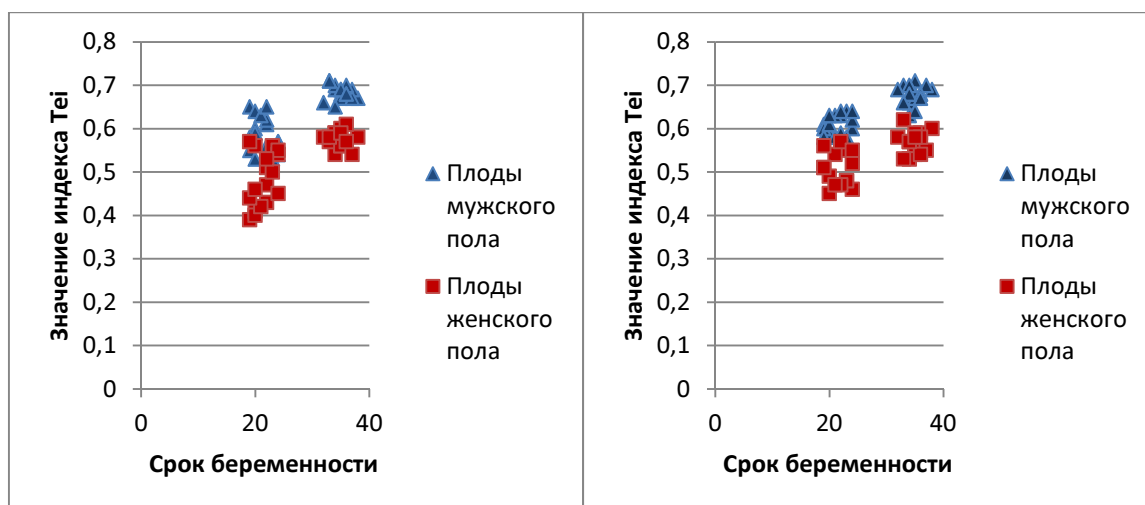


Рисунок 1. Индекс Tei у плодов мужского и женского пола при

правостороннем расположении плаценты во II и III триместрах беременности

Рисунок 2. Индекс Tei у плодов мужского и женского пола при левостороннем расположении плаценты во II

и III триместрах беременности.

При анализе зависимости индекса Tei от пола плода и плацентарной латерализации было обнаружено, что у плодов мужского пола при левостороннем и амбилатеральном расположении плаценты значение систоло-диастолического индекса было достоверно выше, чем у плодов женского пола (табл. 2, табл. 3), что свидетельствует о более благоприятной глобальной функции сердца плодов женского пола по сравнению с плодами мужского пола.

В динамике физиологической беременности мы наблюдали тенденцию к росту значений индекса Tei как у плодов мужского, так и женского пола (рис. 4). Однако у плодов мужского пола уже во II триместре физиологической беременности значение систоло-диастолического индекса миокарда достигало уровня, характерного для плодов женского пола в III триместре беременности, что свидетельствует о гетерохроннии созревания сердечно-сосудистой системы плодов мужского и женского пола.

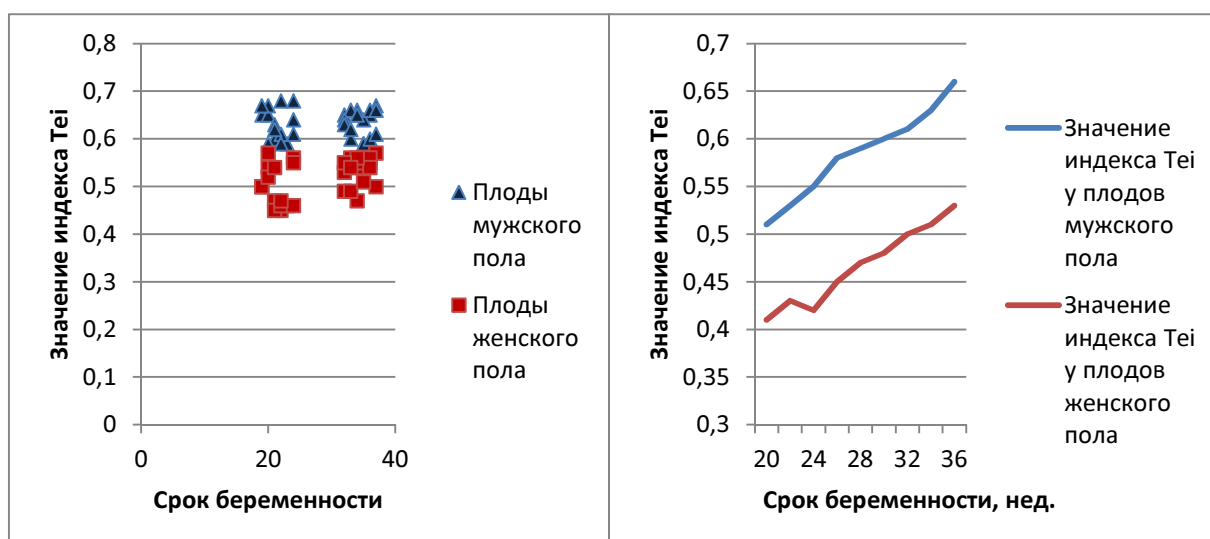


Рисунок 3. Индекс Tei у плодов мужского и женского пола при амбилатеральном расположении плаценты во II и III триместрах беременности

Рисунок 4. Динамика индекса Tei во время беременности у плодов мужского и женского пола

Выводы. Анализ результатов эхокардиографических исследований свидетельствует о существовании некоторых отличий в регуляции сердечной деятельности на уровне проводящей системы сердца: у плодов женского пола отмечается достоверно более короткий изоволюметрический период и удлинение времени выброса крови желудочками. Такой механизм регуляции условно можно считать более экономичным. Динамика изменения индекса Tei на различных этапах беременности также подтверждает более

интенсивную деятельность сердца у плодов мужского пола: средние значения систоло-диастолического индекса миокарда у девочек в конце III триместра примерно соответствуют таковым у плодов мужского пола во II триместре беременности. По-видимому, именно с этим связаны и более низкие значения конечно-диастолического размера правого и левого желудочков сердца у плодов женского пола.

Список литературы

1. Аршавский И. А. Роль гестационной доминанты в качестве фактора, определяющего нормальное или уклоняющееся от нормы развития зародыша // Актуальные вопросы акушерства и гинекологии. – М.: Медицина, 1957. – С. 320–333.
2. Аршавский И. А. Физиология кровообращения во внутриутробном периоде. – М.: Медицина, 1960. – 336 с.
3. Гармашева, Н. Л., Константинова, Н. Н. Введение в перинатальную медицину. [Текст] – М.: Медицина. – 1978. – С. 291. Гланц С. Медико-биологическая статистика; [пер. с англ.]. – М.: Практика, 1999. – 459 с.
4. Геодакян В. А. Роль полов в передаче и преобразовании генетической информации. Пробл. передачи информ. 1965 а. Т. 1. № 1. С. 105–112.
5. Затикиан Е. П. Кардиология плода. – М.: Триада-Х, 2009.
6. Порошенко А. Б. Нейрофизиологический анализ природы и свойств асимметрии женской репродукции: Дисс. канд. биол. наук: 03.00.13. – Защищена 24.12.85. Утв. 01.10.86. – Ростов-на-Дону, 1985. – 285 с.
7. Савинков Ю. И., Лобынцев К. С. Очерки физиологии и морфологии функциональной системы мать-плод. – М.: Медицина, 1980. – 256 с.
8. Clur S. A. B., K. Rengerink Oude, Mol B. W., Ottenkamp J., Bilardo C. M. Is fetal cardiac function gender dependent? Prenatal Diagnosis. – 2011 May.
9. Nicolaides K. H. A model for a new pyramid of prenatal care based on the 11 to 13 weeks' assessment. PrenatDiagn 2011; 31:3–6.

Рецензенты:

Друккер Нина Александровна, д.б.н., главный научный сотрудник акушерско-гинекологического отдела ФБГУ «РНИИАП» Минздравсоцразвития РФ, г. Ростов-на-Дону.

Ермолова Наталья Викторовна, д.м.н., главный научный сотрудник акушерско-гинекологического отдела ФБГУ «РНИИАП» Минздравсоцразвития РФ, заведующая отделением гинекологии ФБГУ «РНИИАП» Минздравсоцразвития РФ, г. Ростов-на-Дону.