

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРДЦА У ЖЕНЩИН ПЕРЕД ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНЫМ ОПЛОДОТВОРЕНИЕМ И ЕГО ДИНАМИКА ПОСЛЕ СТИМУЛЯЦИИ СУПЕРОВУЛЯЦИИ

© В.В. Вакарева¹, М.В. Авдеева^{1,2}, Л.В. Щеглова¹, В.В. Попова¹, П.Б. Воронков¹

¹ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России;

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России

Для цитирования: Вакарева В.В., Авдеева М.В., Щеглова Л.В., и др. Функциональное состояние сердца у женщин перед экстракорпоральным оплодотворением и его динамика после стимуляции суперовуляции // Педиатр. – 2019. – Т. 10. – № 6. – С. 59–65. <https://doi.org/10.17816/PED10659-65>

Поступила: 03.10.2019

Одобрена: 19.11.2019

Принята к печати: 23.12.2019

Цель – исследование эхокардиографических показателей перед и после индукции суперовуляции при экстракорпоральном оплодотворении для определения характера влияния манипуляции на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у здоровых женщин репродуктивного возраста. **Материалы и методы.** В статье представлены результаты клинико-инструментального обследования 80 практически здоровых женщин (средний возраст $32,3 \pm 3,5$ года). Женщины обследовались дважды – перед и после индукции суперовуляции при экстракорпоральном оплодотворении. **Результаты.** Установлено, что на фоне снижения ударного объема крови ($p < 0,001$) отмечалось компенсаторное учащение сердечных сокращений ($p < 0,001$). Эти изменения обеспечивали стабильность минутного объема крови после индукции суперовуляции (до $51,1 \pm 1,1$ мл; после $52,1 \pm 1,2$ мл; $p > 0,05$). После индукции суперовуляции у женщин наблюдалось повышение интегрального систолического индекса ремоделирования сердца (до $108,7 \pm 2,5$ ед.; после $118,5 \pm 4,7$ ед.; $p < 0,001$), показателя миокардиального стресса в систолу (до $111,5 \pm 6,7$ дин/см²; после $127,3 \pm 7,4$ дин/см²; $p < 0,001$) и показателя миокардиального стресса в диастолу (до $139,4 \pm 6,8$ дин/см²; после $165,7 \pm 7,9$ дин/см²; $p < 0,001$). У практически здоровых женщин после индукции суперовуляции увеличивалась фракция выброса левого желудочка (до $71,3 \pm 4,2$ %; после $74,8 \pm 4,1$ %; $p < 0,001$). Выявленная динамика расценивается как ответная реакция миокарда на изменение гормонального фона при индукции суперовуляции. Об этом свидетельствует корреляционная связь между уровнем эстрадиола и фракцией выброса левого желудочка ($r = 0,36$; $p < 0,05$). **Заключение.** Индукция суперовуляции не оказывает неблагоприятного влияния на систолическую и диастолическую функции левого желудочка. Однако после данной манипуляции отмечается повышение систолического и диастолического миокардиального стрессов, что отражает напряжение миокарда в ответ на гемодинамические изменения. Индексы ремоделирования более информативны для оценки дезадаптивных и адаптивных вариантов изменений со стороны миокарда у здоровых женщин, чем традиционные эхокардиографические показатели. В связи с этим индексы ремоделирования целесообразно использовать как дополнительные индикаторы функционального состояния сердца у женщин перед и после индукции суперовуляции при экстракорпоральном оплодотворении.

Ключевые слова: здоровье женщин; экстракорпоральное оплодотворение; функциональное состояние сердца; эхокардиография у женщин; индукция суперовуляции.

THE FUNCTIONAL STATE OF THE HEART IN WOMEN PRIOR TO EXTRACORPOREAL FERTILIZATION AND ITS DYNAMICS AFTER STIMULATION OF SUPEROVULATION

© V.V. Vakareva¹, M.V. Avdeeva^{1,2}, L.V. Shcheglova¹, V.V. Popova¹, P.B. Voronkov¹

¹ St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Russia;

² North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

For citation: Vakareva VV, Avdeeva MV, Shcheglova LV, et al. The functional state of the heart in women prior to extracorporeal fertilization and its dynamics after stimulation of superovulation. *Pediatrician (St. Petersburg)*. 2019;10(6):59-65. <https://doi.org/10.17816/PED10659-65>

Received: 03.10.2019

Revised: 19.11.2019

Accepted: 23.12.2019

The purpose of the work – to study echocardiographic parameters before and after the induction of superovulation to determine the nature of the effect of extracorporeal fertilization on the functional state of the cardiovascular system in healthy women of reproductive age. **Materials and methods.** The article presents the results of clinical and instrumental examination of 80 practically healthy women (mean age 32.3 ± 3.5 years). All women were examined twice – before and after induction of superovulation during extracorporeal fertilization. **Results.** It was established that a decrease in the stroke volume of blood ($p < 0.001$) was accompanied by a compensatory increase in heart rate ($p < 0.001$). These

changes ensured the stability of the minute blood volume after induction of superovulation (before – 51.1 ± 1.1 ml; after – 52.1 ± 1.2 ml; $p > 0.05$). After induction of superovulation in women, an increase in the integral systolic index of cardiac remodeling was noted (before – 108.7 ± 2.5 units; after – 118.5 ± 4.7 units; $p < 0.001$), an indicator of myocardial stress in systole (before – 111.5 ± 6.7 dyne/cm²; after – 127.3 ± 7.4 dyne/cm²; $p < 0.001$) and the indicator of myocardial stress in diastole (before – 139.4 ± 6.8 dyne/cm²; after – 165.7 ± 7.9 dyne/cm²; $p < 0.001$). In practically healthy women, after induction of superovulation, the left ventricular ejection fraction increased (before – $71.3 \pm 4.2\%$; after – $74.8 \pm 4.1\%$; $p < 0.001$). The revealed dynamics is regarded as a response of the myocardium to a change in the hormonal background during superovulation induction. This is evidenced by the correlation between the estradiol level and the left ventricular ejection fraction ($r = 0.36$; $p < 0.05$). **Conclusion.** Induction of superovulation does not adversely affect systolic and diastolic function of the left ventricle. However, after these manipulations there is an increase in systolic and diastolic myocardial stress, which reflects myocardial stress in response to hemodynamic changes. Remodeling indices are more informative for evaluating maladaptive and adaptive variants of myocardial changes in healthy women than traditional echocardiographic indicators. In this regard, remodeling indices should be used as additional indicators of the functional state of the heart in women before and after the induction of superovulation *in vitro* fertilization.

Keywords: women's health; extracorporeal fertilization; functional state of the heart; echocardiography in women induction of superovulation.

Охрана репродуктивного здоровья женщин является приоритетной задачей здравоохранения [2]. В настоящее время для лечения бесплодия используются вспомогательные репродуктивные технологии — методы, при которых этапы зачатия и раннего развития эмбриона осуществляются вне материнского организма. Экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО) является инвазивной процедурой, которая проводится в несколько этапов. Первоначально под контролем эндокринологического и ультразвукового мониторинга проводят стимуляцию суперовуляции, затем под ультразвуковым контролем аспирируют преовуляторные фолликулы, на следующем этапе ооцит оплодотворяют спермой вне тела и культивируют эмбрионы, а на последнем этапе эмбрионы пересаживают в полость матки [8]. При ЭКО *in vitro* большинству женщин проводят контролируемую гиперстимуляцию яичников, что способствует увеличению уровней стероидных гормонов [7]. Для достижения стимуляции фолликула в течение первых 1–1,5 недель цикла применяют: гонадотропины (лютеинизирующий и фолликулостимулирующий гормоны), человеческие менопаузальные гонадотропины, хорионический гонадотропин человека или кломифенцитрат [11]. После достижения целевого размера фолликула и уровня эстрадиола для начала овуляции женщине вводят хорионический гонадотропин человека с последующим извлечением ооцитов [3]. После ЭКО и переноса эмбриона в полость матки в лютеиновой фазе и вплоть до конца первого триместра беременности назначают препараты эстрогена и прогестерона, чтобы стимулировать имплантацию и развитие эндометрия [3, 4]. При этом уровни эстрогенов, возникающие в результате стимуляции яичников, значительно превышают физиологические, хотя они и не такие высокие, как во время самой беременности [5]. Однако скорость

увеличения эстрогена значительна: от 10-кратного во время фазы понижения регуляции до 100-кратного во время фазы стимуляции [6].

Значительное изменение уровня гормонов в период подготовки женщины к применению репродуктивных технологий может отражаться на функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы [11]. Предполагается, что циркуляторные нарушения развиваются у всех пациенток, перенесших ЭКО. Это связано с повышенной плазменной активностью ренина и альдостерона, увеличением активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, вследствие чего значительно увеличивается сердечный выброс и повышается артериальное давление. При этом наблюдается четкая хронологическая диссоциация между увеличением концентрации эстрадиола в плазме и активностью ренин-альдостероновой системы [9, 10]. Изменение гемодинамики носит временный характер. Плазменная активность ренина и альдостерона достигает аномальных уровней через 7 дней после введения хорионического гонадотропного гормона в связи со значительным увеличением концентрации норадреналина в плазме [10]. Установлено, что на 7-й день после пересадки ооцита конечный диастолический объем левого желудочка значительно возрастает, а фракция выброса значительно снижается. Фракция выброса и конечный диастолический объем левого желудочка значительно коррелируют с концентрацией эстрадиола. Таким образом, высокий уровень эстрадиола во время ЭКО оказывает влияние на функциональное состояние сердца, поэтому не исключено, что контролируемая гиперстимуляция яичников сопряжена с риском ухудшения деятельности сердечно-сосудистой системы [7].

Цель работы — исследование эхокардиографических показателей перед и после индукции

суперовуляции при ЭКО для определения характера влияния индукции суперовуляции на функциональное состояние кардиоваскулярной системы у здоровых женщин репродуктивного возраста.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Всего обследовано 80 женщин с первичным или вторичным женским/мужским бесплодием (средний возраст $32,3 \pm 3,5$ года). Все пациентки проходили ЭКО в центре репродуктивных технологий Санкт-Петербургского городского бюджетного учреждения здравоохранения «Городская Мариинская больница». В исследование не включали женщин, имеющих в анамнезе заболевания сердечно-сосудистой и эндокринной систем, а также гормональные нарушения.

Женщины обследовались дважды: 1) непосредственно перед проведением индукции суперовуляции при ЭКО; 2) в первые сутки после проведения индукции суперовуляции при ЭКО. Эхокардиография проводилась в М- и В-режимах с оценкой следующих параметров: размера левого предсердия (мм); конечного диастолического размера левого желудочка (мм); конечного систолического размера левого желудочка (мм); конечного систолического объема левого желудочка (мл); конечного диастолического объема (мл) левого желудочка по формуле Н. Feigenbaum (1986); ударного объема левого желудочка (мл); минутного объема крови (л); фракции выброса крови из левого желудочка по Симпсону (%); фракции укорочения (%); показателя диастолической функции левого желудочка (Е/А), который определяется как отношение максимальной скорости раннего диастолического потока (Е) к потоку, обусловленному систолой предсердий (А); показателя соотношения Е/Ет (мс), который отражает повышение давления в полости левого желудочка; толщины миокарда межжелудочковой перегородки (мм); толщины задней стенки левого желудочка (мм); массы миокарда левого желудочка (г).

Оценивались расчетные индексы, отражающие ремоделирование миокарда.

1) Индекс сферичности в систолу и диастолу ($ИС_c$, $ИС_d$):

$$ИС_c = \frac{КСРЛЖ}{\text{Продольный размер ЛЖ в систолу}},$$

$$ИС_d = \frac{КДРЛЖ}{\text{Продольный размер ЛЖ в диастолу}},$$

где КСРЛЖ — конечный систолический размер левого желудочка, мм; КДРЛЖ — конечный диастолический размер левого желудочка, мм.

В норме показатель индекса сферичности в систолу составляет 0,43–0,52 ед., а индекса сферичности в диастолу 0,60–0,70 ед. [1]. Увеличение индекса сферичности в систолу является наиболее ранним индикатором дисфункции левого желудочка без изменения еще нормальных показателей внутрисердечной гемодинамики. Использование индексов сферичности в клинической практике позволяет распознать начало структурно-функционального преобразования левого желудочка еще до стадии роста конечного систолического и конечного диастолического размеров и объемов левого желудочка.

2) Систолический миокардиальный стресс ($МС_c$):

$$МС_c = \frac{АД_c \cdot КСР}{4 \cdot ТЗС_c \cdot \left[1 + \left\{\frac{ТЗС_c}{КСР}\right\} / ППТ\right]},$$

где $АД_c$ — систолическое артериальное давление; $ТЗС_c$ — толщина задней стенки в систолу; ППТ — площадь поверхности тела; КСР — конечный систолический размер.

В норме показатель систолического миокардиального стресса составляет 112,61–130,46 дин/см² [1].

3) Диастолический миокардиальный стресс ($МС_d$):

$$МС_d = \frac{АД_d \cdot КДР}{4 \cdot ТЗС_d \cdot \left[1 + \left\{\frac{ТЗС_d}{КДР}\right\} / ППТ\right]},$$

где $АД_d$ — диастолическое артериальное давление; КДР — конечный диастолический размер; $ТЗС_d$ — толщина задней стенки в диастолу; ППТ — площадь поверхности тела.

В норме показатель диастолического миокардиального стресса составляет 138,46–175,82 дин/см² [1] и свидетельствует о силе натяжения волокон миокарда на единицу поперечного сечения стенки левого желудочка, а также является количественным отражением величины пред- и постнагрузки левого желудочка. В конце диастолы миокардиальный стресс отражает преднагрузку, в конце систолы — постнагрузку.

4) Интегральный систолический индекс ремоделирования сердца (ИСИРС):

$$ИСИРС = \frac{ФВ}{ИС_d},$$

где ФВ — фракция выброса левого желудочка; $ИС_d$ — индекс сферичности левого желудочка в диастолу.

В норме показатель интегрального систолического индекса ремоделирования сердца составляет

97,09–116,07 ед. [1] и отражает взаимосвязь сократительной функции левого желудочка с особенностями его геометрии. Интегральный систолический индекс ремоделирования сердца используется для оценки адаптации левого желудочка при патологии и в физиологических условиях. Это показатель более чувствительный, чем фракция выброса левого желудочка, как у здоровых людей, так и при любых патологических состояниях.

Количественные переменные представлены в виде среднего арифметического значения \pm стандартного отклонения ($M \pm \sigma$) или доверительных интервалов. Категориальные переменные представлены в виде частоты выявления и/или в виде долей в процентах. Проверка гипотез о равенстве двух средних для параметрических данных производилась с помощью *t*-критерия Стьюдента. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$. Для выявления связи между признаками проводился корреляционный анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее исследование включили практически здоровых женщин без сердечно-сосудистой па-

тологии, поэтому исходные эхокардиографические параметры у них находились в пределах физиологической нормы. Динамика эхокардиографических показателей до и после индукции суперовуляции представлена в табл. 1.

После стимуляции суперовуляции наблюдалось снижение следующих эхокардиографических показателей: конечного диастолического объема левого желудочка (до — $97,0 \pm 3,3$ мл; после — $88,6 \pm 5,6$ мл; $p < 0,001$); конечного диастолического объема левого желудочка ($p < 0,001$); конечного систолического объема левого желудочка ($p < 0,001$); ударного объема крови ($p < 0,001$); соотношения E/Eт ($p < 0,001$). Данные изменения отмечались на фоне учащения ЧСС ($p < 0,001$). Следует отметить, что вышеуказанные изменения не носят патологический характер, поскольку параметры эхокардиографии не выходили за пределы физиологических норм по каждому из показателей. Адекватную реакцию сердечно-сосудистой системы в ответ на индукцию суперовуляции можно расценивать как следствие корректной предварительной подготовки женщин к данной манипуляции. Таким образом, выявленные изменения мож-

Таблица 1 / Table 1

Динамика эхокардиографических показателей у женщин до и после индукции суперовуляции при экстракорпоральном оплодотворении

Dynamics of echocardiography in women before and after induction of superovulation during extracorporeal fertilization

Показатель / Indicator	До стимуляции супер- овуляции, $M \pm \sigma$ ($n = 80$) / Before stimulation super- ovulation $M \pm \sigma$ ($n = 80$)	После стимуляции супер- овуляции, $M \pm \sigma$ ($n = 80$) / After stimulation superovu- lation, $M \pm \sigma$ ($n = 80$)	<i>p</i>
Конечный диастолический размер левого желудочка, мм / End diastolic size of the left ventricle, mm	$45,9 \pm 6,2$	$44,2 \pm 7,3$	$>0,05$
Конечный систолический размер левого желудочка, мм / End systolic size of the left ventricle, mm	$27,3 \pm 8,3$	$25,0 \pm 7,2$	$>0,05$
Конечный диастолический объем левого желудочка, мл / End diastolic volume of the left ventricle, ml	$97,0 \pm 3,3$	$88,6 \pm 5,6$	$<0,001$
Конечный систолический объем левого желудочка, мл / End systolic volume of the left ventricle, ml	$27,8 \pm 3,7$	$22,3 \pm 7,3$	$<0,001$
Ударный объем левого желудочка, мл / Striking volume of the left ventricle, ml	$69,2 \pm 3,8$	$66,2 \pm 5,8$	$<0,001$
Минутный объем крови, мл / Minute blood volume, ml	$51,1 \pm 1,1$	$52,1 \pm 1,2$	$>0,05$
Фракция выброса левого желудочка, % / Ejection fraction of the left ventricular, %	$71,3 \pm 4,2$	$74,8 \pm 4,1$	$<0,001$
Фракция укорочения, % / Fraction shortening, %	$40,5 \pm 4,4$	$43,4 \pm 4,8$	$<0,001$
Частота сердечных сокращений, уд./мин / HR, beats/min	$74,2 \pm 5,1$	$77,3 \pm 5,6$	$<0,001$
Масса миокарда левого желудочка, г / Mass of the myocar- dium of the left ventricle, g	$138,1 \pm 14,8$	$135,4 \pm 17,5$	$>0,05$
Показатель E/Eт, мс / Indicator E/Eт, ms	$6,2 \pm 1,3$	$5,7 \pm 1,2$	$<0,001$
Соотношение пиков E/A / Peak ratio E/A	$1,19 \pm 0,5$	$1,18 \pm 0,4$	$>0,05$

Примечание. Выделенные значения — достоверные различия. Note. The highlighted values are significant differences.

но расценивать как приспособительную реакцию миокарда в ответ на повышение гормонального фона во время индукции суперовуляции. В частности, на фоне снижения ударного объема крови ($p < 0,001$) отмечалось компенсаторное учащение сердечных сокращений ($p < 0,001$). Это обеспечивало стабильность минутного объема крови после индукции суперовуляции (до — $51,1 \pm 1,1$ мл; после — $52,1 \pm 1,2$ мл; $p > 0,05$).

Способность миокарда усиливать свою работу в ответ на повышение требований к аппарату кровообращения, в том числе при физических и эмоциональных нагрузках, называют миокардиальным резервом. Согласно полученным данным у практически здоровых женщин после индукции суперовуляции наблюдалось увеличение фракции выброса левого желудочка (до — $71,3 \pm 4,2$ %; после — $74,8 \pm 4,1$ %; $p < 0,001$). Выявленная динамика расценивается как ответная реакция миокарда на изменение гормонального фона при индукции суперовуляции. Об этом свидетельствует корреляционная связь между уровнем эстрадиола и фракцией выброса левого желудочка ($r = 0,36$; $p < 0,05$). Вполне закономерно, что линейные размеры сердца оставались прежними как перед, так и после индукции суперовуляции (конечный диастолический размер: до — $45,9 \pm 6,2$ мл; после — $44,2 \pm 7,3$ мл; $p > 0,05$; конечный систолический размер: до — $27,3 \pm 8,3$ мл; после — $25,0 \pm 7,2$; $p > 0,05$). Это касалось и массы миокарда левого желудочка (до — $138,13 \pm 14,8$ г; после — $135,4 \pm 17,5$ г; $p > 0,05$) и показателя, характеризующего диастолическую функцию левого желудочка (соотноше-

ние пиков E/A: до — $1,19 \pm 0,5$; после — $1,18 \pm 0,4$; $p > 0,05$). Таким образом, исследование показало, что индукция суперовуляции не оказывает неблагоприятного влияния как на систолическую, так и на диастолическую функции левого желудочка.

Наряду с традиционными эхокардиографическими показателями, которые относительно малоинформативны при компенсированных состояниях, считается целесообразным оценивать индексы ремоделирования миокарда. Использование индексов ремоделирования в клинической практике позволяет распознать начало структурно-функционального преобразования левого желудочка еще до стадии роста линейных и объемных показателей. Исследование показало, что после стимуляции суперовуляции наблюдалось снижение индекса сферичности в систолу ($p < 0,001$) и индекса сферичности в диастолу ($p < 0,001$). Возможно, это связано с уменьшением объемных и линейных показателей сердца, наблюдавшееся у обследованных нами женщин после индукции суперовуляции. Помимо этого отмечено повышение интегрального систолического индекса ремоделирования сердца (до — $108,7 \pm 2,5$ ед.; после — $118,5 \pm 4,7$ ед.; $p < 0,001$) (табл. 2).

Данные, приведенные в табл. 2, свидетельствуют, что после индукции суперовуляции интегральный систолический индекс ремоделирования сердца превысил норму. После индукции суперовуляции у женщин отмечалось повышение показателя миокардиального стресса в систолу ($p < 0,001$) и показателя миокардиального стресса в диастолу (до — $139,36 \pm 6,8$ дин/см²; после —

Таблица 2 / Table 2

Показатели эхокардиографии, отражающие ремоделирование сердца у женщин после стимуляции суперовуляции при экстракорпоральном оплодотворении

Indicators of echocardiography, reflecting heart remodeling in women after stimulation of superovulation during

Показатели / Indicators	До стимуляции суперовуляции, $M \pm \sigma$ ($n = 80$) / Before stimulation superovulation, $M \pm \sigma$ ($n = 80$)	После стимуляции суперовуляции, $M \pm \sigma$ ($n = 80$) / After stimulation superovulation $M \pm \sigma$ ($n = 80$)	p
Индекс сферичности в систолу, ед. / Sphericity index in systole, units	0,46 ± 0,12	0,42 ± 0,11	<0,001
Индекс сферичности в диастолу, ед. / Sphericity index in diastole, units	0,66 ± 0,81	0,63 ± 0,45	<0,001
Интегральный систолический индекс ремоделирования сердца, ед. / Integral systolic index of cardiac remodeling, units	108,7 ± 2,5	118,5 ± 4,7	<0,001
Миокардиальный стресс в систолу, дин/см ² / Myocardial stress in systole, din/cm ²	111,5 ± 6,7	127,3 ± 7,4	<0,001
Миокардиальный стресс в диастолу, дин/см ² / Myocardial stress in diastole, din/cm ²	139,4 ± 6,8	165,7 ± 7,9	<0,001

Примечание: выделенные значения — достоверные различия. Note. The highlighted values are significant differences.

165,74 ± 7,9 дин/см²; $p < 0,001$). Показатели миокардиального стресса левого желудочка свидетельствуют о силе натяжения волокон миокарда на единицу поперечного сечения стенки левого желудочка и являются количественным отражением величины его пред- и постнагрузки. В конце диастолы миокардиальный стресс отражает преднагрузку, в конце систолы — постнагрузку. В нашем исследовании показатели миокардиального стресса как до, так и после индукции суперовуляции соответствовали физиологической норме. Однако их достоверное повышение после индукции суперовуляции по сравнению с исходным уровнем отражает напряжение миокарда в ответ на гемодинамические изменения, возникающие после манипуляции.

Выводы

У практически здоровых женщин в первые сутки после стимуляции суперовуляции наблюдалось достоверное снижение конечного диастолического объема левого желудочка, снижение конечного систолического объема левого желудочка, снижение ударного объема крови, снижение Е/Ет на фоне учащения сердечных сокращений, повышения фракции выброса левого желудочка и стабильного минутного объема крови.

Изменение функционального состояния миокарда после индукции суперовуляции связано с повышением уровня эстрадиола. Об этом свидетельствует прямая корреляционная связь между уровнем эстрадиола и фракцией выброса левого желудочка ($r = 0,36$).

В первые сутки после индукции суперовуляции отмечено достоверное снижение индекса сферичности в систолу, снижение индекса сферичности в диастолу, повышение интегрального систолического индекса ремоделирования сердца, повышение систолического и диастолического миокардиального стресса. Повышение систолического и диастолического миокардиального стресса отражает напряжение миокарда в ответ на гемодинамические изменения, возникающие после индукции суперовуляции.

Индексы ремоделирования более информативны для оценки дезадаптивных и адаптивных вариантов изменений со стороны миокарда у здоровых женщин, чем традиционные эхокардиографические показатели. В связи с этим индексы ремоделирования целесообразно использовать как дополнительные индикаторы функционального состояния сердца у женщин перед и после индукции суперовуляции при экстракорпоральном оплодотворении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ивлева О.В., Авдеева М.В. Влияние протезирования митрального клапана на функциональную перестройку сердца у больных с синусовым ритмом и фибрилляцией предсердий // Креативная кардиология. – 2018. – Т. 12. – № 1. – С. 40–49. [Ivleva OV, Avdeeva MV. Functional heart restoration after mitral valve replacement in patients with sinus rhythm and atrial fibrillation. *Creative cardiology*. 2018;12(1): 40-49. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.24022/1997-3187-2018-12-1-40-49>.
2. Ротарь О.П., Киталаева К.А., Авдеева М.В., и др. Компоненты метаболического синдрома у женщин, занимающихся преимущественно умственным трудом // Проблемы женского здоровья. – 2009. – Т. 4. – № 2. – С. 17–27. [Rotar OP, Kitalayeva KA, Avdeyeva MV, et al. The components of metabolic syndrome in mentally working females. *Problemy zhenskogo zdorov'ya*. 2009;4(2): 17-27. (In Russ.)]
3. Chan WS, Dixon ME. The «ART» of thromboembolism: a review of assisted reproductive technology and thromboembolic complications. *Thromb Res*. 2008;121(6):713-726. <https://doi.org/10.1016/j.thromres.2007.05.023>.
4. Farquhar C, Rishworth JR, Brown J, et al. Assisted reproductive technology: an overview of Cochrane Reviews. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015(7): CD010537. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010537.pub4>.
5. Hansen AT, Kesmodel US, Juul S, Hvas AM. No evidence that assisted reproduction increases the risk of thrombosis: a Danish national cohort study. *Hum Reprod*. 2012;27(5):1499-1503. <https://doi.org/10.1093/humrep/des041>.
6. Henriksson P, Westerlund E, Wallen H, et al. Incidence of pulmonary and venous thromboembolism in pregnancies after *in vitro* fertilisation: cross sectional study. *BMJ*. 2013;346: e8632. <https://doi.org/10.1136/bmj.e8632>.
7. Li Y, Sun X, Zang L, et al. Correlation between steroid hormonal levels and cardiac function in women during controlled ovarian hyperstimulation. *Endocrine*. 2013;44(3):784-789. <https://doi.org/10.1007/s12020-013-9953-7>.
8. Luke B. Pregnancy and birth outcomes in couples with infertility with and without assisted reproductive technology: with an emphasis on US population-based studies. *Am J Obstet Gynecol*. 2017;217(3):270-281. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2017.03.012>.
9. Manau D. Chronology of hemodynamic changes in asymptomatic *in vitro* fertilization patients and relationship with ovarian steroids and cytokines. *Fertil Steril*. 2002;77(6):1178-1183. [https://doi.org/10.1016/s0015-0282\(02\)03116-3](https://doi.org/10.1016/s0015-0282(02)03116-3).

10. Manau D, Balasch J, Arroyo V, et al. Circulatory dysfunction in asymptomatic *in vitro* fertilization patients. Relationship with hyperestrogenemia and activity of endogenous vasodilators. *J Clin Endocrinol Metab.* 1998;83(5): 1489-1493. <https://doi.org/10.1210/jcem.83.5.4796>.
11. Rossberg N, Stangl K, Stangl V. Pregnancy and cardiovascular risk: A review focused on women with heart disease undergoing fertility treatment. *Eur J Prev Cardiol.* 2016;23(18):1953-1961. <https://doi.org/10.1177/2047487316673143>.

◆ Информация об авторах

Виктория Викторовна Вакарева – аспирант, кафедра семейной медицины ФП и ДПО. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: barbora83@mail.ru.

Марина Владимировна Авдеева – д-р мед. наук, профессор, кафедра семейной медицины ФП и ДПО. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург; профессор, кафедра общественного здоровья, экономики и управления здравоохранением, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России». E-mail: Lensk69@mail.ru.

Лариса Васильевна Щеглова – д-р мед. наук, профессор, заведующая, кафедра семейной медицины ФП и ДПО. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: shcheglovalar@mail.ru.

Варвара Валерьевна Попова – канд. мед. наук, доцент, кафедра семейной медицины ФП и ДПО. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: varvara-pa@mail.ru.

Павел Борисович Воронков – канд. мед. наук, доцент, кафедра семейной медицины ФП и ДПО. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: pbvoronkov@yandex.ru.

◆ Information about the authors

Victoria V. Vakareva – Postgraduate Student, Department of Family Medicine AF and DPO. St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: barbora83@mail.ru.

Marina V. Avdeeva – MD, PhD, Dr Med Sci, Professor, Department of Family Medicine AF and DPO, St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia; Professor, Department of Healthcare, Economy and Management, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia. E-mail: Lensk69@mail.ru.

Larisa V. Scheglova – MD, PhD, Dr Med Sci, Professor, Head, Department of Family Medicine AF and DPO. St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: shcheglovalar@mail.ru.

Varvara V. Popova – MD, PhD, Associate Professor, Department of Family Medicine AF and DPO. St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: varvara-pa@mail.ru.

Pavel B. Voronkov – MD, PhD, Associate Professor, Department of Family Medicine AF and DPO. St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: pbvoronkov@yandex.ru.