

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 617.586.3;618.2-071.2

doi: 10.19163/1994-9480-2022-19-3-101-107

НАРУШЕНИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН

**Марина Евгеньевна Виндерлих^{1✉}, Амира Мохамедовна Вайсс Хассан²,
Аделя Артуровна Насыбуллина³**

^{1,2,3}Марийский государственный университет, медицинский институт, Йошкар-Ола, Россия

¹vinderlikh@yandex.ru^{контакт}

²amira.waiss@mail.ru

³adelya.nasybullina1998@bk.ru

Резюме. Цель. Провести системный анализ результатов отечественных и зарубежных клинических исследований по изменению функций опорно-двигательного аппарата беременной женщины и на основании собственного исследования изучить взаимосвязь беременности и нарушений опорно-двигательного аппарата у женщин.

Методика. Исследование включало анкетирование, проведенное среди 102 женщин во время беременности и 18 женщин в послеродовом периоде. Также определяли следующие параметры: масса тела до беременности и на данный момент, рост женщины, уровень глюкозы и артериального давления, показатели гемоглобина. Измеряли длину и ширину стопы, объем движений в суставах конечностей беременных с целью выявления признаков гипермобильности суставов. Все измерения стопы производились с помощью стопомера и штангенциркуля с вычислением подометрического индекса. Статистический анализ полученных данных проводился с помощью программы IBM SPSS Statistics 23.

Результаты. В течение беременности женщин беспокоят боли различной локализации: в спине, шеи, ногах, спазмы мышц голени. Происходит изменение антропометрических и подометрических показателей, в частности увеличение стопы на 1–2 размера, вследствие снижения сводов стоп под действием гормональных изменений, с развитием или прогрессированием имеющегося комбинированного плоскостопия. У беременных женщин, использующих стельки, определяется отсутствие уплощение сводов стоп и уменьшение болевого синдрома в позвоночнике и конечностях.

Заключение. Проведенный анализ подтвердил, что женщины во время беременности подвергаются высокому риску возникновения нарушений опорно-двигательного аппарата. Результаты исследования показали, что изменения сводов стопы приводят к аномальной кинематике суставов нижней конечности и позвоночника во время беременности и при отсутствии коррекции сохраняются в послеродовой период.

Ключевые слова: опорно-двигательный аппарат, беременность, гормон, суставы, свод стопы

ORIGINAL RESEARCHES

Original article

MUSCLE-MOTOR DISORDERS IN PREGNANT WOMEN

Marina E. Vinderlikh^{1✉}, Samira M. Weiss Hassan², Adela A. Nasybullina³

^{1,2,3}Mari State University, Medical Institute, Yoshkar-Ola, Russia

¹vinderlikh@yandex.ru[✉]

²amira.waiss@mail.ru

³adelya.nasybullina1998@bk.ru

Resume. Objective. Conduct a systematic analysis of the results of domestic and foreign clinical studies on changes in the functions of the musculoskeletal system of a pregnant woman and, based on our own research, study the relationship between pregnancy and disorders of the musculoskeletal system in women.

Methods. The study included a survey conducted among 102 women during pregnancy and 18 women in the postpartum period. The following parameters were also determined: body weight before pregnancy and at the moment, woman's height,

© Виндерлих М.Е., Вайсс Хассан А.М., Насыбуллина А.А., 2022

glucose and blood pressure levels, hemoglobin values. the length and width of the foot, the range of motion in the joints of the limbs of pregnant women were measured in order to identify signs of joint hypermobility. All measurements of the foot were made using a stopometer and caliper with the calculation of the podometry index. Statistical analysis of the obtained data was carried out using the IBM SPSS Statistics 23 program.

Results. During pregnancy, women are concerned about pain of various localization: in the back, neck, legs, spasms of the muscles of the legs. There is a change in anthropometric parameters and the index of podometry, in particular, an increase in the foot by 1–2 sizes, due to a decrease in the arches of the feet under the influence of hormonal changes, with the development or progression of the existing combined flat feet. In pregnant women using insoles, the absence of flattening of the arches of the feet and a decrease in pain in the spine and extremities are determined.

Conclusion. The analysis confirmed that women during pregnancy are at high risk of developing disorders of the musculoskeletal system. The results of the study showed that changes in the arches of the foot lead to abnormal kinematics of the joints of the lower limb and spine during pregnancy and, if not corrected, persist in the postpartum period.

Keywords: musculoskeletal system, pregnancy, hormone, joints, foot arch

Во время беременности в организме женщины происходят анатомические и физиологические изменения, необходимые для подготовки организма женщины к родам. При этом физиологические изменения баланса гормонов у беременной женщины провоцируют возникновение целого ряда нарушений функций организма. Особенно повышается риск развития нарушений опорно-двигательного аппарата обратимого характера в виде скелетно-мышечных болей, влияющих на эмоциональное и физическое самочувствие беременной, что снижает ее качество жизни. Кроме того, изменения опорно-двигательного аппарата, возникшие во время беременности, могут сохраняться и прогрессировать после родов [1].

Наиболее часто это проявляется снижением высоты свода стопы с пронацией пяточной кости и вращением большеберцовой кости, что нарушает соотношение суставных поверхностей коленного и тазобедренного суставов с развитием в последующем необратимых дегенеративно-дистрофических изменений.

Проведен системный анализ результатов клинических исследований отечественной и зарубежной литературы последних лет, в которых изучались изменения функций опорно-двигательного аппарата беременной женщины на фоне изменения гормонального статуса.

В ходе собственного исследования проанализированы полученные данные антропометрических и подометрических показателей у 102 женщин в дородовый и послеродовый периоды.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Провести системный анализ результатов отечественных и зарубежных клинических исследований по изменению функций опорно-двигательного аппарата беременной женщины и на основании собственного исследования изучить взаимосвязь беременности и нарушений опорно-двигательного аппарата у женщин.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование включало в себя анкетирование, которое проводилось среди 102 беременных женщин, а также женщин в послеродовом периоде, находящихся в момент исследования в перинатальном центре г. Йошкар-Ола и родильном доме им. В.С. Груздева г. Казани.

В ходе исследования пациентки были поделены на 3 возрастные группы: в I группу вошли 25 женщин в возрасте до 25 лет, во II группу – 56 женщин в возрасте от 25 до 35 лет, в III группу – 21 женщина старше 35 лет. Средний возраст исследуемых составил 29,8 года. Из 102 беременных женщин первую беременность имели 41 (40,2 %), 61 (59,8 %) вторую и последующие.

Анкета состояла из двух частей: собственно анкетирование беременной, где женщины заполняли свои данные (возраст, триместр, счет беременности, наличие острых и/или хронических заболеваний, различные симптомы, возникшие в течение беременности, принимаемые ими препараты и др.). Упор был сделан на наличие симптомов, предполагающих наличие нарушений опорно-двигательного аппарата. Вторая часть анкеты была представлена диагностической картой беременной, которая включала следующие параметры: масса тела до беременности и на данный момент, рост женщины (с целью подсчета ИМТ), уровень глюкозы и данные артериального давления до беременности и на момент исследования, показатели гемоглобина.

Кроме того, измеряли длину и ширину стопы, определяли объем движений в суставах конечностей беременных с целью выявления признаков гипермобильности суставов (критерии Бейтона). Все измерения длины стопы производились с помощью специализированного стопомера в двух положениях тела: в положении сидя и стоя. Измерение ширины стопы производились с помощью штангенциркуля. Статистический анализ полученных данных проводился с помощью программы IBM SPSS Statistics 23.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Первоначально рассмотрим анатомо-физиологические изменения в организме беременной женщины, способствующие развитию патологий опорно-двигательного аппарата. Во время нормально протекающей беременности наблюдается увеличение массы тела от 10 до 18 кг под действием различных факторов: рост плода с плацентой, увеличение околоплодных вод, внутриклеточной жидкости, объема плазмы, изменение гемодинамического профиля и др. В нашем исследовании средняя прибавка массы тела беременной женщины составила 10,8 кг. Также меняются показатели гормонов щитовидной и поджелудочной желез, гипоталамо-гипофизарной системы и надпочечников. Организм беременной женщины находится в состоянии физиологического гиперкортицизма, что клинически проявляется стриями, увеличением жировой клетчатки на лице и туловище, повышением артериального давления или нарушением толерантности к глюкозе [2]. Среди 102 женщин среднее систолическое артериальное давление до беременности по результатам опроса женщин составило 110,6. В ходе беременности произошло увеличение среднего значения САД до 114,5.

Со второго триместра беременности повышается уровень гормона роста, пролактина, кортизола, лактогена, прогестерона, что ведет к снижению чувствительности периферических тканей беременной к инсулину, а именно скелетных мышц. Также во время беременности параллельно с активацией ренин-ангиотензиновой системы, повышенной выработкой плацентой эстрогенов возрастает уровень альдостерона и вазопрессина, за счет чего увеличивается объем плазмы в организме беременной женщины и это ведет к задержке натрия и воды [3, 4]. Гипоосмолярное и гиперволимическое состояния [5] беременной женщины приводят к возникновению синдрома запястного канала со сдавлением срединного нерва отекающими тканями и теносиновиту де Кервена. В нашем исследовании у 3 (2,9 %) беременных женщин наблюдались клинические признаки синдрома запястного канала.

С увеличением срока беременности наблюдается рост массы тела и снижение двигательной активности, что ухудшает кровоснабжение и трофику тканей. Так, из 102 женщин, 53 (51,9 %) занимались активно спортом и лишь 33 (32,3 %) продолжили занятия во время беременности. Кроме этого у 60 (59,4 %) беременных диагностирована анемия различной степени тяжести, из них препараты железа принимали 56 (93,3 %) женщин.

Беременные женщины часто испытывают боли и судороги в мышцах нижних конечностей. В первом триместре беременности женщин беспокоят больше боли в мышцах бедра. В нашем исследовании токсикоз в первом триместре был у 52 женщин (50,9 %), из них 20 женщин (38,5 %) испытывали подобные боли в бедрах. Также было обнаружено, что болезненные мышечные сокращения в икроножных мышцах беспокоят 36 (35,3 %) беременных женщин чаще по ночам в третьем триместре. Одной из причин этого является нарушение минерального обмена и изменения распределения центра тяжести с ростом плода.

Важным гормоном во время беременности и родов является релаксин, который относится к инсулиноподобному суперсемейству и продуцируется желтым телом и плацентой. Причем максимальный подъем уровня релаксина зафиксирован на 12-й неделе беременности и сохраняется на этом уровне до окончания родов. Релаксин связывается с рецепторами костно-мышечной системы беременной женщины, изменяя свойства хрящей, связок, мышц, путем активации коллагеназы и выделением матриксных металлопротеиназ (MMPs), повышающих эластичность вышеперечисленных структур [6]. В нашем исследовании оценка объема движений в суставах у беременных женщин проводилась по критериям Бейтона. Признаки гипермобильности суставов выявлены у 3 (2,9 %) беременных женщин со средним показателем 5,7 балла. Но остается открытым вопрос о том, насколько достоверно высокие уровни релаксина во время беременности вызывают гипермобильность или нестабильность суставов конечностей. Так, в одних исследованиях выявлена корреляционная связь уровня релаксина у беременных с нестабильностью тазобедренных суставов и болевым синдромом в тазовом поясе, а в других исследованиях связь отсутствует. Более того, изменения уровня эстрогена и релаксина у беременных женщин оказывают влияние на плод в виде недоразвития тазобедренного сустава и врожденной дисплазии тазобедренного сустава у новорожденных.

Исследователями выявлено, что снижение уровня релаксина у беременной и повышенное содержание рецепторов релаксина в связках новорожденного является фактором риска развития дисплазии тазобедренных суставов. При изучении содержания коллагена в суставном хряще беременных и не беременных кроликов ученые обнаружили снижение метаболизма хондроцитов и уровня РНК во время беременности. Данные исследования свидетельствуют о том, что во время беременности женщины наиболее восприимчивы к повреждению суставного хряща и подвержены развитию заболеваний опорно-двигательного аппарата [6].

Ученые выявили, что женщины подвержены более высокому риску развития остеоартрита коленного сустава по сравнению с мужчинами. Этот факт подтвердили и отечественные ученые при проведении анализа пациентов, нуждающихся в эндопротезировании суставов [7]. Черный А.Ж. с соавт. выявили, что эндопротезирование коленного и тазобедренного суставов в два раза чаще проводится женщинам. При этом в последние годы выросло число пациентов с деформирующим гонартрозом, которым необходима замена сустава.

На следующем этапе определяли, какие основные проблемы с опорно-двигательным аппаратом беспокоят беременных женщин.

Организм беременной женщины испытывает биохимические и биомеханические изменения, оказывающие как позитивное, так и негативное влияние на все системы органов. Наиболее часто беременные женщины жалуются на боли в спине (до 50 %) [8], а именно в поясничном отделе позвоночника и в тазовом поясе [4, 5, 9], начиная со второго триместра беременности. Боль в спине объясняется тем, что с нарастанием веса матки, плода и грудных желез, расположенных в передней части тела, компенсаторно происходит наклон таза кпереди с увеличением шейного и поясничного лордоза для удержания равновесия. При этом возрастает нагрузка на задние мышцы шеи и спины, отводящие и разгибающие мышцы бедра, прикрепляющиеся к костям таза, что приводит

к возникновению болей в шее, пояснице, тазобедренном суставе, бедре и крестцово-поясничной области. Norén и соавт. [9] отметили, что 5 % всех беременных женщин или 20 % беременных женщин с болью в пояснице во время беременности продолжают испытывать аналогичные симптомы через три года после родов. При этом сохраняющаяся стойкая боль приводит к инвалидизации до 7 % женщин [8].

Также возникают боли в коленных и голеностопных суставах по причине снижения нагрузки на разгибатели коленного сустава и подошвенные разгибатели голеностопного сустава. По результатам проведенных исследований в различных странах среди беременных преобладала боль в коленном суставе в третьем триместре [10]. Vánuai и соавт. объясняют этот факт повышенной слабостью связок коленного сустава и слабым проприоцептивным восприятием передне-заднего направления, что повышает риск повреждения передней крестообразной связки [11].

Аналогичные сведения мы получили в ходе анализа диагностических карт беременных. Мы видим четкую зависимость между прибавкой массы тела более чем на 10 кг и возникновением болей различной локализации (табл. 1). Чаще всего болевой синдром возникает в поясничной области, в ногах, шее. У большого количества беременных возникают отеки ног, потенциально способствующие увеличению размера стопы и необходимости смены обуви во время и после беременности.

Таблица 1

Зависимость появления болей различной локализации от прибавки массы тела у беременных

Признаки	Прибавка массы тела			
	до 10 кг		более 10 кг	
	абс.	%	абс.	%
Появление болей в ногах	16	44,4	20	55,6
Появление болей в шее	5	45,5	6	54,5
Появление отеков ног	7	38,9	10	61,1
Появление болей в спине	10	33,3	20	66,7
Появление спазмов мышц голени	11	30,6	25	69,40

С нарастанием массы тела беременной женщины для сохранения равновесия происходит смещение центра тяжести на задний отдел стопы, что проявляется болями в пяточной кости и ахилловом сухожилии. Также под влиянием прогестерона и релаксина повышается эластичность связок стопы, особенно изменяется длина связок, поддерживающих своды стоп, что приводит к увеличению пронации заднего отдела стопы [1]. Block и соавт. определили, что во время беременности таранная кость опускается на 1 см

с увеличением объема движений в подтаранном и первом плюснефаланговом суставе с потерей высоты сводов [12]. Вследствие этого происходит уплощение переднего отдела стопы, снижение высоты и жесткости продольного свода, компенсаторно меняется биомеханика стопы. Пронация заднего отдела стопы усиливает вращение большеберцовой кости и напряжение в медиальном большеберцово-бедренном и латеральном пателлофemorальных отделах коленного сустава, вызывая возникновение болей не только

в спине, но и в голеностопном, коленном и тазобедренном суставах [1, 13]. Segal и соавт. в своем исследовании доказали, что изменения опорно-двигательного аппарата, возникшие во время беременности, сохраняются после родов на примере оценки статической структуры сводов и динамической функции сводов стоп в течение первого триместра беременности и 4–5 месяцев после родов [1].

В других исследованиях зарубежные и отечественные ученые выявили, что максимальное снижение высоты сводов стопы и увеличение ее длины происходит в третьем триместре беременности, при этом наиболее значимой является первая беременность, хотя и последующие беременности могут усугубить данную патологию [1].

В ходе нашего исследования отмечалась тенденция к увеличению стопы на один-два размера

у беременных женщин. Так, данное явление отмечало 57 беременных женщин (56,3 %) при первой беременности и 65 (63,7 %) – при последующих беременностях. Средняя длина стопы до беременности составила 23,9 см, а на момент беременности и после родов составила 24,5 см.

В ходе анализа данных было выявлено, что у женщин с прибавкой массы тела до 10 кг отмечалось увеличение размера стопы в 64 (62,8 %), а при прибавке более 10 кг размер стопы увеличивался в 66 (65,4 %) случаях. В результате этого повышается риск развития комбинированного плоскостопия. Также было выявлено влияние не только первой беременности на изменение размера стопы (уменьшение подометрического индекса), но и последующих беременностей, которые способствовали усугублению данной патологии (табл. 2).

Таблица 2

Зависимость увеличения размера стопы от срока беременности

Размер стопы	Первая беременность		Вторая и более беременность	
	абс.	%	абс.	%
Увеличился	23	56,3	39	63,7
Остался прежним	18	43,7	22	36,3

В связи с тем, что возникшие во время беременности антропометрические изменения показателей стоп сохраняются после родов и повышают риск развития заболеваний опорно-двигательного аппарата, Segal и соавт. проводили исследования с применением индивидуальных ортезов и ортопедической обуви беременными женщинами с первого триместра беременности и после родов в течение двух месяцев.

Все исследуемые выполняли рекомендации по ношению ортезов, поэтому показатели свода стопы в пострепродуктивный период статистически не изменились в сравнении с исходным уровнем [1]. Данный факт подтверждают результаты нашего исследования, в котором 18 (17,6 %) беременных женщин с уплощением сводов стоп носили стельки в течение четырех месяцев до родов и 3 месяца после родов (табл. 3).

Таблица 3

Сравнительная характеристика показателей групп беременных женщин

Группы	n		ПИ в 20 недель		ПИ в 35–40 недель		ПИ через 3 месяца после родов		Боли в нижних конечностях во время беременности				Боли в позвоночнике во время беременности			
			Среднее ± станд. отклонение	p	Среднее ± станд. отклонение	p	Среднее ± станд. отклонение	p	нет/уменьшились		есть		нет/уменьшились		есть	
	абс.	%								абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.
Беременные + ортезы	18	17,6	28,11 ± 0,78	<0,05	27,86 ± 0,66	<0,05	28,44 ± 0,66	>0,5	15	83,3	3	16,7	14	77,8	4	22,2
Беременные без ортезов	84	82,4	28,62 ± 1,17	<0,05	27,02 ± 1,18	<0,05	–	–	12	11,9	72	85,7	38	45,2	46	54,8

Примечание. ПИ – подометрический индекс.

Анализируя подометрический индекс двух групп беременных женщин с применением ортезов и без их применения, видим большее уплощение сводов стоп в группе, не использующей средств коррекции, с сохранением болевого синдрома в позвоночнике и нижних конечностях. К сожалению, мы не смогли измерить подометрический индекс у 84 женщин через 3 месяца после родов для утверждения факта необратимости характера нарушений нижних конечностей. Но, анализируя показатели беременных женщин, применяющих ортезы во время беременности и после родов, наблюдаем снижение подометрического индекса в конце третьего триместра с последующим восстановлением его после родов практически до первоначальных значений (табл. 3).

В исследовании выявлена низкая информированность беременных о необходимости применения дородовых бандажей, ортопедической обуви и стелек в течение всей беременности для профилактики возникновения нарушений опорно-двигательного аппарата у женщин в послеродовой период.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ клинических исследований беременных женщин показал, что во время беременности женщины подвергаются высокому риску возникновения нарушений со стороны опорно-двигательного аппарата. Болевой синдром в поясничной области, тазовом поясе, суставах конечностей объясняется не только физиологическими изменениями, происходящими в организме беременной, но и нарушением функций опорно-двигательного аппарата в виде изменения антропометрических показателей стопы. Вопрос о состоянии позвоночника и суставов конечностей во время беременности остается открытым по той причине, что для их оценки необходимо проведение рентгенографии или магнитно-резонансной томографии. Данные исследования противопоказаны беременным из-за лучевой нагрузки, поэтому большинство экспериментов проводятся на животных. Необходимо продолжать исследования последствия этих нарушений, которые в пострепродуктивный период снижают качество жизни женщин, приводят к инвалидности и замене суставов нижних конечностей.

В связи с тем, что до беременности многие женщины в различной степени уже имеют проблемы с опорно-двигательным аппаратом, а физиологические изменения в организме беременной повышают риск прогрессирования или возникновения патологии костно-мышечной системы, необходимо уделять пристальное внимание здоровью женщины с ранних сроков беременности и после родов. С целью предотвращения развития заболеваний необходимо проводить

беседы и мероприятия с беременными по профилактике развития патологии нижних конечностей (плоскостопие, артроз и др.). А также разрабатывать адекватные недорогие индивидуальные ортезы для женщин в различные сроки беременности и в послеродовой период.

Таким образом, необходимо продолжать дальнейшие исследования в изучении адаптивных механизмов опорно-двигательного аппарата во время беременности и после родов для понимания последствий, что позволит при своевременном проведении профилактических мероприятий предотвратить развитие патологий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Segal N.A., Neuman L.N., Hochstedler M.C., Hillstrom H.L. Static and dynamic effects of customized insoles on attenuating arch collapse with pregnancy: A randomized controlled trial // *Foot (Edinburgh, Scotland)*. 2018. No. 37. P. 16–22. doi: 10.1016/j.foot.2018.07.007.
2. Longitudinal study of progestins, mineralocorticoids, and glucocorticoids throughout human pregnancy / H.G. Dörr, A. Heller, H.T. Versmold [et al.] // *J Clin Endocrinol Metab*. 1989. No. 68 (5). P. 863–868. doi: 10.1210/jcem-68-5-863.
3. Castro L.C., Hobel C.J., Gornbein J. Plasma levels of atrial natriuretic peptide in normal and hypertensive pregnancies: a meta-analysis // *Am J Obstet Gynecol*. 1994. Vol. 171, no. 6. P. 1642–1651. doi: 10.1016/0002-9378(94)90416-2.
4. Altered osmotic thresholds for vasopressin secretion and thirst in human pregnancy / J.M. Davison, E.A. Gilmore, J. Dürr [et al.] // *Am J Physiol*. 1984. No. 246. P. 105–109. doi: 10.1152/ajprenal.1984.246.1.F105..
5. Carlson H.L., Carlson N.L., Pasternak B.A., Balderston K.D. Understanding and managing the back pain of pregnancy // *Current Women's Health Reports*. 2003. Vol. 3, no. 1. P. 65–71.
6. The effect of relaxin on the musculoskeletal system / F. Dehghan, B.S. Haerian, S. Muniandy [et al.] // *Scand J Med Sci Sports*. 2014. Vol. 24, no. 4. P. 220–229. doi: 10.1111/sms.12149.
7. Система учета пациентов, нуждающихся в эндопротезировании тазобедренного и коленного сустава / А.Ж. Черный, В.И. Кувакин, Т.Н. Воронцова [и др.] // *Вестник Российской медицинской академии*. 2015. № 4 (52). С. 176–182.
8. Pregnancy-related pelvic girdle pain (PPP), I: Terminology, clinical presentation, and prevalence / W.H. Wu, O.G. Meijer, K. Uegaki [et al.] // *Eur Spine J*. 2004. Vol. 13, no. 7. P. 575–589. doi: 10.1007/s00586-003-0615-y.
9. Norén L., Ostgaard S., Johansson G., Ostgaard H.C. Lumbar back and posterior pelvic pain during pregnancy: a 3-year follow-up // *Eur Spine J*. 2002. Vol. 11, no. 3. P. 267–271. doi: 10.1007/s00586-001-0357-7.
10. Erhart J.C., Mündermann A., Mündermann L., Andriacchi T.P. Predicting changes in knee adduction moment due

to load-altering interventions from pressure distribution at the foot in healthy subjects // *J Biomech.* 2008. Vol. 41, no. 14. P. 2989–2994. doi: 10.1016/j.jbiomech.2008.07.021.

11. Knee joint stiffness and proprioception during pregnancy / T. Bányai, A. Haga, L. Gera [et al.] // *Journal of Orthopedics.* 2009. No. 1. P. 29–32.

12. Block R.A., Hess L.A., Timpano E.V., Serlo C. Physiologic changes in the foot during pregnancy // *J Am Podiatr Med Assoc.* 1985. Vol. 75, no. 6. P. 297–299. doi: 10.7547/87507315-75-6-297.

13. Карапетян С.В., Щербина К.К. Изменение подометрических показателей у женщин в течение беременности и в послеродовом периоде // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2011. № 6. С. 43–46.

REFERECES

1. Segal N.A., Neuman L.N., Hochstedler M.C., Hillstrom H.L. Static and dynamic effects of customized insoles on attenuating arch collapse with pregnancy: A randomized controlled trial. *Foot (Edinburgh, Scotland).* 2018;37:16–22. doi: 10.1016/j.foot.2018.07.007.

2. Dörr H.G., Heller A., Versmold H.T. et al. Longitudinal study of progestins, mineralocorticoids, and glucocorticoids throughout human pregnancy. *J Clin Endocrinol Metab.* 1989; 68(5):863–868. doi: 10.1210/jcem-68-5-863.

3. Castro L.C., Hobel C.J., Gornbein J. Plasma levels of atrial natriuretic peptide in normal and hypertensive pregnancies: a meta-analysis. *Am J Obstet Gynecol.* 1994; 171(6):1642–1651. doi: 10.1016/0002-9378(94)90416-2.

4. Davison J.M., Gilmore E.A., Dürr J., Robertson G.L., Lindheimer M.D. Altered osmotic thresholds for vasopressin secretion and thirst in human pregnancy. *Am J Physiol.* 1984; 246:105–109. doi: 10.1152/ajprenal.1984.246.1.F105.

5. Carlson H.L., Carlson N.L., Pasternak B.A., Balderston K.D. Understanding and managing the back pain of pregnancy. *Current Women's Health Reports.* 2003;3(1):65–71.

6. Dehghan F., Haerian B.S., Muniandy S., Yusof A., Dragoo J.L., Salleh N. The effect of relaxin on the musculoskeletal system. *Scand J Med Sci Sports.* 2014;24(4):220–229. doi: 10.1111/sms.12149.

7. Cherny A.Zh., Kuvakin V.I., Vorontsova T.N. et al. Accounting system for patients in need of hip and knee arthroplasty. *Vestnik Rossiyskoy meditsinskoy akademii = Bulletin of the Russian Medical Academy.* 2015;4(52):176–182. (In Russ.).

8. Wu W.H., Meijer O.G., Uegaki K. et al. Pregnancy-related pelvic girdle pain (PPP), I: Terminology, clinical presentation, and prevalence. *Eur Spine J.* 2004;13(7):575–589. doi: 10.1007/s00586-003-0615-y.

9. Norén L., Ostgaard S., Johansson G., Ostgaard H.C. Lumbar back and posterior pelvic pain during pregnancy: a 3-year follow-up. *Eur Spine J.* 2002;11(3):267–271. doi: 10.1007/s00586-001-0357-7.

10. Erhart J.C., Mündermann A., Mündermann L., Andriacchi T.P. Predicting changes in knee adduction moment due to load-altering interventions from pressure distribution at the foot in healthy subjects. *J Biomech.* 2008;41(14):2989–2994. doi: 10.1016/j.jbiomech.2008.07.021.

11. Bányai T., Haga A., Gera L. et al. Knee joint stiffness and proprioception during pregnancy. *Journal of Orthopedics.* 2009;1:29–32.

12. Block R.A., Hess L.A., Timpano E.V., Serlo C. Physiologic changes in the foot during pregnancy. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1985;75(6):297–299. doi: 10.7547/87507315-75-6-297.

13. Karapetyan S.V., Shcherbina K.K. Changes in submetric indicators in women during pregnancy and in the postpartum period. *Vestnik khirurgii imeni I.I. Grekova = Bulletin of Surgery named after I.I. Grekov.* 2011;6:43–46. (In Russ.).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация об авторах

М.Е. Виндерлих – кандидат медицинских наук, доцент кафедры педиатрии, Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-9855-548X>

А.М. Вайсс Хассан – студентка, Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия;

А.А. Насыбуллина – студентка, Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия.

Статья поступила в редакцию 01.07.2022; одобрена после рецензирования 18.08.2022; принята к публикации 23.08.2022.

The authors declare no conflicts of interests.

Information about the authors

M.E. Vinderlich – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Pediatrics, Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-9855-548X>

A.M. Weiss Hassan – student, Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia;

A.A. Nasybullina – student, Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia.

The article was submitted 01.07.2022; approved after reviewing 18.08.2022; accepted for publication 23.08.2022.