

DOI: 10.15593/RZhBiomeh/2018.3.10

УДК 531/534: [57+61]

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ИСКРИВЛЕНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН В РАЗНЫЕ ТРИМЕСТРЫ БЕРЕМЕННОСТИ

К. Атият¹, О. Абдул Фатта², А. Зурэигат¹, А. Дауад²

¹ Faculty of Physical Education, The University of Jordan, Queen Rania Str., 11941, Amman, Jordan, e-mail: atiyat63@hotmail.com, ayed.zrekat@yahoo.com

Факультет физического воспитания, Иорданский университет, Амман, Иордания.

² Ministry of Education, Suleiman Al Nabulsi Str. 10, 11118, Amman, Jordan, e-mail: osamhsaf-2811@hotmail.com, Hanadawad@yahoo.com

Министерство образования, Амман, Иордания

Аннотация. Целью данного исследования является выявление степени искривления поясничного отдела позвоночника у беременных женщин в разные trimestры беременности. Помимо этого выявляются уровни болей в пояснице на различных стадиях беременности и проявления дисбаланса по некоторым кинематическим переменным в цикле ходьбы. Для достижения цели исследования был применен описательный подход к 24 здоровым пациенткам. Исследователи использовали две линейки для измерения степени искривления поясничного отдела позвоночника и анкетирование для количественной оценки уровня боли в пояснице и нарушения дисбаланса. Использовались две камеры для съемки пациентов во время ходьбы по беговой дорожке: одну камеру поставили сбоку (60 кадров в секунду), а другую – спереди (50 кадров в секунду). Кроме того, результаты исследования показали, что степень искривления поясничного отдела позвоночника, боли в пояснице и дисбаланс увеличиваются при переходе к следующему trimestру беременности. Результаты также продемонстрировали уменьшение длины и скорости шага при ходьбе, увеличение времени двойного и индивидуального армирования.

Ключевые слова: беременность, кинематика, искривление поясничного отдела позвоночника, боли в пояснице, цикл ходьбы.

ВВЕДЕНИЕ

Беременность считается важным этапом в жизни женщины, который длится 38–42 недели. Исследования показывают, что эта стадия сопровождается многими изменениями, которые происходят в организме женщины, включая костную и гормональную системы, физиологические и морфологические изменения. Это сопровождается многими симптомами, такими как увеличение массы тела в пределах 9–18 кг, изменение положения центра тяжести и расслабления мышц, которые влияют на баланс и стабильность тела, все это вызывает боль и дискомфорт [3, 7]. Также увеличение веса беременных женщин каждый месяц связано с увеличением массы: плода, матки и плаценты. Важно учесть, что наибольшее увеличение массы тела происходит в области туловища в третьем trimestре беременности: среднее

© Атият Х., Абдул Фатта О., Зурэигат А., Дауад А., 2018

Атият Халед, профессор, факультет физического воспитания, Амман

Абдул Фатта Осама, доцент, Министерство образования, Амман

Зурэигат Аед, доцент, факультет физического воспитания, Амман

Дауад Ана, факультет физического воспитания, Амман

увеличение массы в данном сегменте тела – 0,29 кг в неделю [3]. Это увеличение непосредственно влияет на работу мышц брюшного пресса, которые становятся слабыми и расслабленными, тем самым снижая их способность стабилизировать таз при различных видах нагружения [4]. Все эти изменения, сопровождающиеся расслаблением в сухожилиях и связках, приводят к ослаблению устойчивости организма под влиянием усиливающейся секреции гормона релаксина [8]. Увеличение массы тела влияет на мышечную систему. При этом у беременных происходит биомеханическая настройка, чтобы контролировать эти изменения (например, изменение положения центра тяжести), но пик выработки гормона щитовидной железы релаксина наблюдается на 12-й неделе беременности [10, 16]. Гормональные изменения и увеличение массы тела приводят к увеличению искривления позвоночного столба в поясничной области у 58% испытуемых. Также 50% страдают от болей в пояснице, и это способствует увеличению секреции гормона релаксина, который вызывает расслабление мышц и связок для поглощения вздутия, увеличивает матку и обеспечивает достаточное пространство для роста плода [1]. Аналогично 35–76% беременных женщин во время беременности страдают от болей в пояснице из-за механических изменений в позвоночнике [18]. Причем боли в пояснице чаще встречаются у беременных (25%), чем у небеременных [17]. 48–56% беременных страдают от болей в пояснице, и она усиливается во втором и третьем триместрах за счет увеличения массы тела ребенка и гипертрофии матки, что приводит к усталости связок и мышц [15]. При увеличении массы тела растет давление на стопы, наблюдается приток крови к тканям, трение стопы о землю, ноги поднимаются во время ходьбы выше [20].

Беременность – это функциональное состояние, при котором изменения, происходящие в организме женщины, направлены на адаптацию к характеру беременности, и проблемы, связанные с этим периодом, должны заканчиваться после родов. Важность исследования заключается в том, что особо отмечается важность биомеханического анализа беременных женщин и включения его в план по уходу за беременными женщинами, проведения оценки биомеханических изменений, происходящих с женщиной на различных стадиях беременности, которые негативно влияют на выполнение повседневных обязанностей, отмечена важность выполнения регулярных физических нагрузок беременными женщинами.

Целью исследования было выявление значений искривления позвонков в области поясничного отдела позвоночника, уровня болей в пояснице и значений некоторых кинематических переменных у беременных на разных сроках беременности при ходьбе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 24 здоровые беременные женщины (средний возраст – 25 лет), которые были распределены следующим образом: 8 пациенток в конце первого триместра беременности (рост 1,62 м и масса тела 61 кг), 8 женщин в конце второго триместра беременности (рост 1,64 м и масса тела 66 кг) и 8 женщин в конце последнего триместра беременности (рост 1,65 м и масса тела 71 кг). Они были отобраны специально для достижения целей исследования. Все пациенты были без каких-либо заболеваний и дали свое письменное информированное согласие.

Для получения данных об уровне болей в пояснице у беременных женщин была разработана анкета, состоящая из двух частей: первая – боль в пояснице, включала 18 пунктов, вторая – диапазон баланса (5 пунктов) и приложение 1 (объясняет полученный результат анкетирования). Достоверность анкеты была проверена путем ее представления группе из 5 судей: трое из них имеют ученую степень кандидата

физкультурных наук, а два врача специализируются в акушерстве и гинекологии. Результаты были интерпретированы на основе следующей оценки: меньше 1,75 – без боли, 1,75–2,5 – низкий уровень боли, 2,5–3,25 – средний уровень боли, 3,25–4,00 – высокий уровень боли. Таким образом, были получены данные об уровне боли в пояснице у беременных женщин и о проявлении дисбаланса.

Определены значения кривизны поясничного отдела позвоночника для беременных женщин. Для их получения на искривленном участке позвоночника были выделены наиболее верхняя и нижняя поверхности тел позвонков. После этого с середины верхней поверхности верхнего позвонка и середины нижней поверхности нижнего позвонка были опущены перпендикуляры. В их точке пересечения измерен угол искривления между ними. Помимо этого измерено расстояние между этой точкой и максимально отдаленной от оси симметрии позвоночника. Оно показывает наличие сколиоза, если расстояние: менее 2 см – слабое; более 2,0–2,2 см – среднее; 2,2–2,4 см – тяжелое.

Некоторые кинематические переменные оценивались у беременных женщин на разных стадиях ходьбы. Пациенты ходили по беговой дорожке в течение 2 минут со скоростью 1 м/с. Движения пациентов записывали с помощью камеры *Nikon D3400* (60 кад/с) и камеры *Sony HDR-CX220E* (50 кадров в секунду). Исследователи использовали программный анализ *Kenova* для изучения 180 циклов ходьбы. Значения кинематических переменных были получены следующим образом: средняя длина шага (расстояние/количество шагов); средняя частота шага (число шагов/время); скорость (средняя длина шага × средняя частота шага). Кроме того, для получения численных значений переменного угла лодыжки, ширины шага и времени двойного и индивидуального армирования применялся программный анализ *Kenova*.

Для анализа данных исследователи использовали среднее арифметическое и проценты.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Далее будут приведены результаты исследования в виде графиков и диаграмм. На рис. 1 представлены детальные результаты кривизны поясничного отдела позвоночника у беременных женщин на разных сроках беременности. Результаты показали, что на первом этапе (от начала беременности до 12-й недели) изгиб позвоночного столба находился в пределах нормы (2 см). Более того, мало изменений в позвоночнике на второй стадии (2,19 см), увеличение наблюдается в третьем триместре.

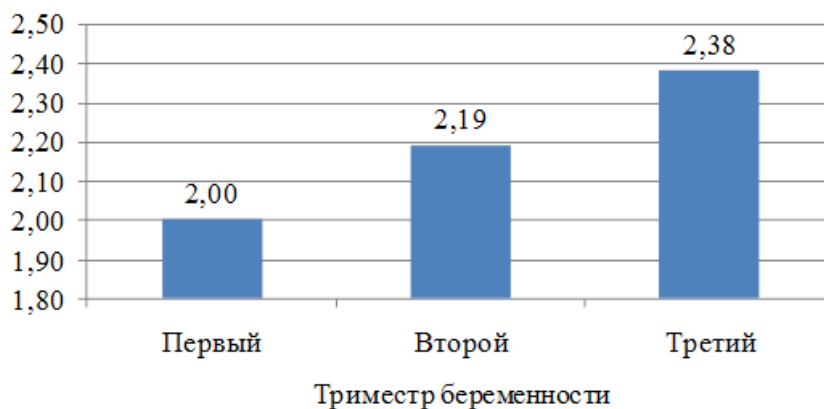


Рис. 1. Значения кривизны поясничного отдела позвоночника у беременных женщин на разных сроках беременности

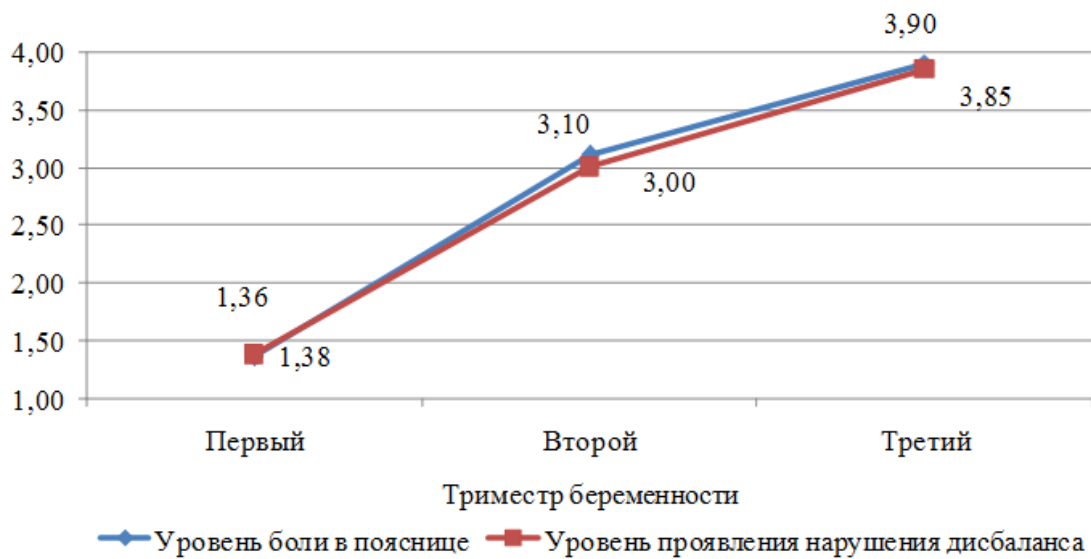


Рис. 2. Средний показатель уровня болей в пояснице у беременных женщин на разных сроках беременности

На рис. 2 показаны средний уровень частоты болей в пояснице у беременных на разных стадиях беременности и проявления дисбаланса. В ходе исследования установлено, что женщины в первом триместре не ощущают боли в пояснице, у них также отсутствуют симптомы проявления дисбаланса. Дополнительно на второй стадии беременности уровень болей в пояснице и проявления дисбаланса были умеренными и достигали 3,1 и 3 соответственно. При этом средние ответы пациенток на третьем этапе беременности достигали 3,9 при болях в пояснице и 3,85 при проявлениях дисбаланса в росте.

На рис. 3 приведены подробные результаты значений кинематических переменных шага при ходьбе. Результаты показали некоторые изменения длины шага в зависимости от стадии беременности: средняя длина шага уменьшалась на третьем триместре беременности (0,97–0,81 м). Наблюдалось также среднее значение скорости в диапазоне 0,71–0,72 м/с.

На рис. 4 показано среднее значение времени индивидуальной и двойной фаз у пациенток. Результаты позволили установить увеличение времени двойной фазы на 0,19 м и уменьшение времени индивидуальной фазы на 0,12 м по мере развития стадий беременности.

На рис. 5 представлены подробные результаты угла лодыжки и средней ширины шага. Результаты показали значения ширины опорной фазы в диапазоне 25–29 см с увеличением опорной фазы при изменении стадии беременности. Кроме того, угол лодыжки в момент касания пятки о землю колебался в пределах 77–92°.

На рис. 6 показано среднее увеличение массы тела пациенток на разных этапах беременности. Установлено увеличение массы тела во время беременности (2–8 кг) и снижение высоты тазового сустава по мере наступления беременности (84–79 см).

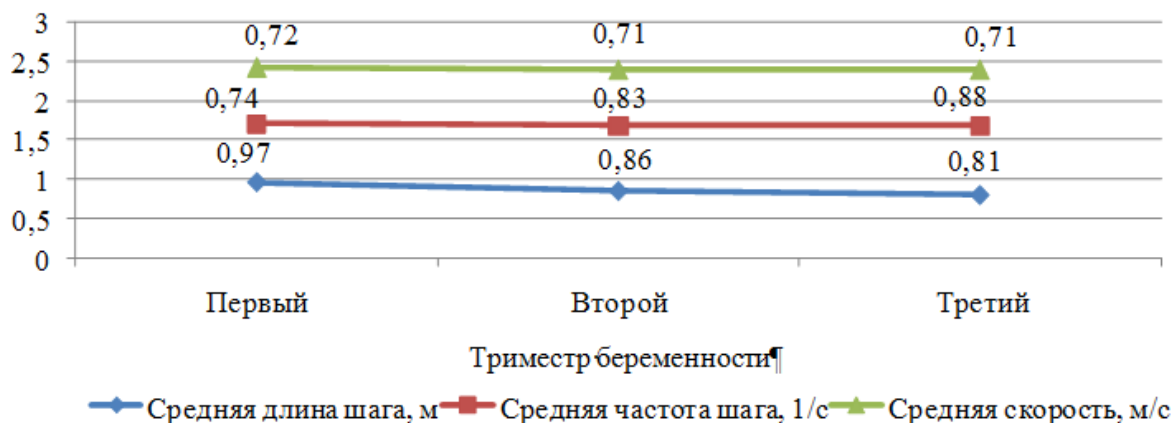


Рис. 3. Некоторые кинематические переменные шага при ходьбе

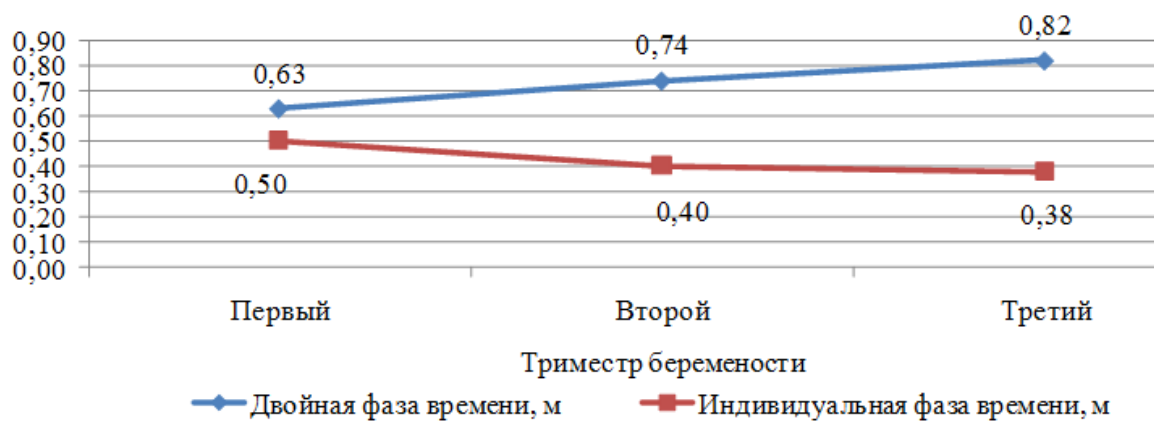


Рис. 4. Индивидуальная и двойная фазы времени

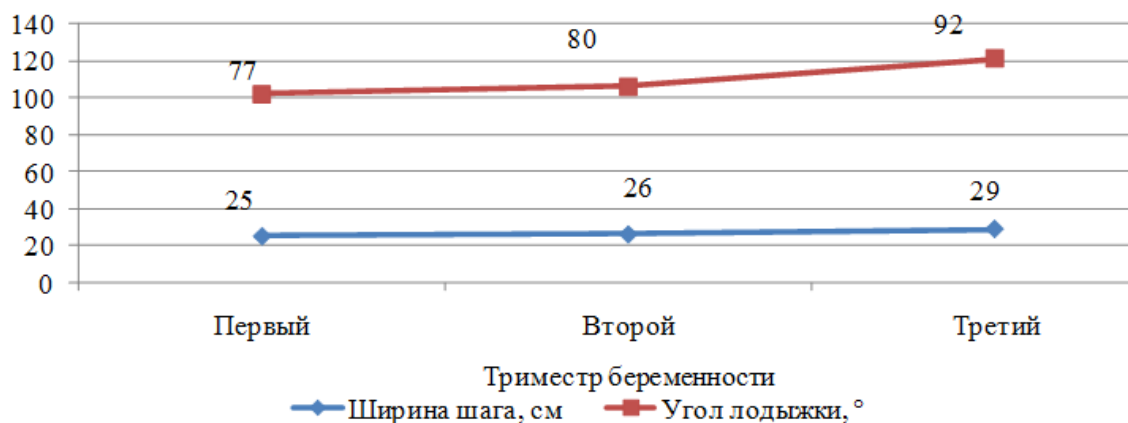


Рис. 5. Угол лодыжки и ширина шага

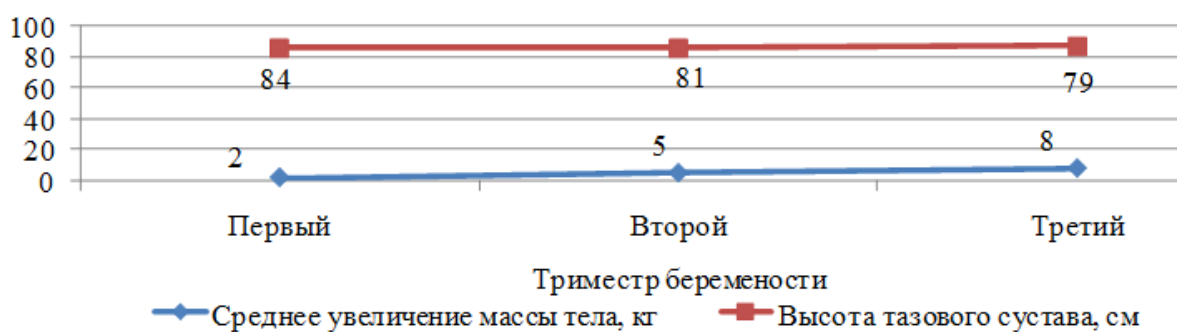


Рис. 6. Среднее увеличение массы тела и высоты тазового сустава

ОБСУЖДЕНИЕ

Целью исследования было выявление значений кривизны поясничного отдела позвоночника, ряда кинематических переменных при ходьбе, проявлений дисбаланса у беременных на разных сроках беременности и уровня болей в пояснице. Для достижения этой цели анализировали показатели 24 здоровых беременных женщин. Исследования показывают, что беременность сопровождается многими изменениями, которые происходят в организме женщины. Все эти изменения, сопровождающиеся расслаблением в сухожилиях и связках, приводят к ослаблению устойчивости организма под влиянием усиливающейся секреции гормона релаксина. Следовательно, первые проблемы связаны со значением кривизны поясничного отдела позвоночника на разных стадиях беременности. В первом периоде (с начала беременности до 12-й недели) значения этого параметра находятся в нормальных пределах. Исследователи не связывают это с увеличением массы беременных женщин, существенного изменения массы на данных сроках не наблюдается. Более того, уровень секреции релаксина мал на этом этапе, максимум достигается в конце первого триместра, а значит, имеется меньше изменений, связанных с его повышенной секрецией. Этот вывод согласуется с исследованием [5], которое подтверждает отсутствие значимых биомеханических изменений в раннем периоде беременности.

Во втором периоде беременности появляется искривление позвоночника до средней степени. Это связано с некоторыми биомеханическими изменениями, к которым относятся: изменения положения тела при беременности; увеличение массы тела; изменение положения центра тяжести в теле, смещение его назад. Это приводит к тому, что положение тела и способ его движения постепенно меняются, чтобы адаптироваться к этому изменению, что способствует возникновению боли в спине, вызванной искривлением позвонков. Искривление также связано с увеличением веса беременных по сравнению с первым периодом. Гормональные изменения, а именно увеличение секреции релаксина во втором триместре беременности, вызывают расслабление связок в области малого таза, приводят к расслаблению связок в позвоночнике и его искривлению. Этот результат согласуется с проведенным исследованием [13], где подтверждается увеличение искривления позвоночника во втором периоде беременности, обусловленного смещением центра тяжести за пределы области туловища, ослаблением мышц живота и изменением формы тела. Все это связано с расслаблением сухожилий и усилением действия гормона релаксина во второй половине беременности.

Далее отмечается увеличение искривления позвоночника в третьем триместре. Это связано с большим увеличением массы беременных (на 12–18 кг). Это увеличение массы является обычным, но оно формирует дополнительную нагрузку на

позвоночник, и это нормально для массы плода и матки, которые создают давление на кровеносные сосуды и нервы в тазовой области и спине, что приводит к боли в пояснице. Увеличение кривизны происходит за счет изменения положения тела при беременности и приводит к изменению положения центра тяжести тела в последние периоды по мере его продвижения назад. Следовательно, изменяется положение тела, и как результат – наблюдается адаптация к изменениям, что вызывает напряжения и боль в области спины, вызванные искривлением позвоночника. Этот результат согласуется с исследованием [2], которое подтверждает наличие биомеханических изменений во время беременности вследствие смещения центра тяжести у беременных. Гормональные изменения, при которых количество гормона релаксина увеличивается в течение последнего периода беременности с целью подготовки организма к родовому процессу, вызывают большее расслабление связок в области малого таза, чем в предыдущие периоды, и при этом происходит ослабление позвоночных связок, что приводит к болям в спине. Исследование [13] подтвердило эффект секреции релаксина у беременных, который вызывает расслабление мышц.

Также были изменены реакции исследуемых пациенток на уровень болей в пояснице и нарушение дисбаланса на разных стадиях беременности. Эти результаты можно объяснить тем, что увеличение массы беременных в первом триместре невелико и несущественно. Скорость секретирования релаксина также низка на данной стадии. Этот результат подтверждает отсутствие значительных биомеханических изменений в раннем периоде беременности, а также отсутствие чрезмерной кривизны в поясничной области позвоночника. При этом на второй и третьей стадиях беременности уровень болей в пояснице и дисбаланса повышается. И это, как указано в [11], связано с увеличением искривления позвонков в поясничной области, со смещением центра тяжести из-за увеличения массы беременных на этих стадиях. Также при увеличении секреции релаксина вырабатывается еще один гормон, который расслабляет связки, влияет на движение таза, создает нестабильность в суставах организма, что вызывает напряжение мышц и давление на сосуды и нервы в области таза и спины, приводит к повышению уровня болей в пояснице и симптомов дисбаланса.

Исследователи наблюдают некоторые изменения длины шага в зависимости от стадии беременности, которая меньше, чем при нормальной скорости ходьбы. Как сообщается в исследовании [19], в котором отмечено снижение скорости ходьбы, частоты и длины шагов у беременных женщин, все это вызывает изменение структуры ходьбы по сравнению с небеременными женщинами [15]. Мы наблюдаем увеличение времени двойной фазы и уменьшение времени индивидуальной фазы по мере развития стадий беременности, что является результатом увеличения роста плода, матки и массы тела. Это связано с тем, что изменения в распределении массы отражаются на движениях тазового сустава по продольной оси тела. Такое увеличение секреции гормона релаксина способствует увеличению релаксации мышц, сухожилий и связок, тем самым вызывая напряжения в мышцах и снижение скорости [9]. Все эти изменения и расслабления сухожилий и связок, сопровождающие их, приводят к ослаблению стабильности суставов организма под влиянием возрастающей секреции гормона релаксина [8].

Исследователи объясняют это тем, что женщины стремятся достичь безопасной и динамической устойчивости при ходьбе. Упомянуто увеличение двойной опорной фазы, чтобы получить максимально возможный уровень безопасности при ходьбе во время беременности, а наклонный таз играет важную роль, поглощая удары во время ходьбы, а также способствуя балансировке тела, потому что это приводит к большему сгибанию колена на стадии наклона, чтобы избежать увеличения вертикальной наземной силы реакции. При этом время двойной опорной стадии увеличивается, а

стадия качания ноги при ходьбе укорачивается [12]. Значения ширины фазы поддержки варьируются в пределах 25–29 см с увеличением фазы опоры при разных этапах беременности для достижения динамической стабильности и безопасности во время ходьбы. Это указывает на то, что ширина основания составляет 5–10 см. Угол лодыжки в момент касания пятки о землю колебался в пределах 77–92°, что близко к результатам в работе [14], где угол составил 85°. Мы также наблюдали увеличение значения этого угла по мере развития беременности. Исследователи связывают это с увеличением массы тела в области туловища, что приводит к смещению центра тяжести назад.

Исследователи наблюдают увеличение массы тела во время беременности, максимум наблюдается в третьем триместре, что обусловлено увеличением массы плода, а также увеличением матки и количества жидкости в организме на этой стадии [3]. Также они наблюдают некоторое снижение высоты тазового сустава на стадии беременности [1], отмечено уменьшение длины ноги у 24% пациентов, а также увеличение секреции релаксина на данном этапе и его воздействие на мышцы, сухожилия, связки и суставы. Кроме увеличения массы тела, имеют место изменения в распределении массы тела и смещение центра тяжести назад.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По мере того как беременность прогрессирует, беременная женщина страдает от многих изменений, таких как увеличение массы и искривление позвоночника в поясничной области, а также происходят некоторые биомеханические изменения, вызывающие сокращение длины шага при изменении стадии беременности. Это требует проведения исследований, обеспечивающих уход за беременными женщинами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ahmad M., Bashir M., Shah S., Ghafoor I. Biomechanical changes in the lower back during the third trimester of pregnancy // *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research*. – 2012. – Vol. 5. – P. 1061–1075.
2. Ahmad M., Muhammad S.B., Syed I., Hussain S., Imran G. Biomechanical changes in the lower back during the third trimester of pregnancy // *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*. – 2012. – Vol. 4, № 5. – P. 1061–1075.
3. Berdzik A., Bacik B., Kurkowska M. Biomechanical changes in pregnant women // *Fizjoterapia*. – 2009. – Vol. 17, № 3. – P. 51–55.
4. Bertuit J., Feipel V., Rooze M. Temporal and spatial parameters of gait during pregnancy // *Acta Bioengineering Biomechanics*. – 2015. – Vol. 17, № 2. – P. 93–101.
5. Boguszewski D., Sałata D., Grzegorz J.A., Białoszewski D. Evaluation of the effectiveness of massage performed by a partner in reducing low back pain in pregnant women // *Fizjoterapia*. – 2012. – Vol. 12, № 4. – P. 379–387.
6. Branco M., Rocha R., Vieira F. Biomechanics of gait during pregnancy // *The Scientific World Journal*. – 2014. – P. 1–5.
7. Branco M., Santos R., Aguiar L., Vieira F., Veloso A. Kinematic analysis of gait in the second and third trimesters of pregnancy // *Journal of Pregnancy*. – 2013. – Vol. 9. – P. 1–9.
8. Chung Y., Park M.S., Lee S.H., Kong S.J., Lee K.M. Kinematic aspects of trunk motion and gender effect in normal adults // *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. – 2010. – Vol. 7. – P. 1–9.
9. Eldeeb A., Hamada A., Amr A., Aziem A., Yousef A. The relationship between trunk and pelvis kinematics during pregnancy trimesters // *Act of Bioengineering and Biomechanics*. – 2012. – Vol. 18, № 4. – P. 79–85.
10. Ferrari A., Benedettim G., Pavane E., Frigo C., Bettinelli D., Rabuffetti M., Crenna P., Leardini A. Quantitative comparison of five current protocols in gait analysis // *Gait & Posture*. – 2008. – Vol. 28, № 2. – P. 207–216.
11. Forczek W., Staszkiwicz R. Changes of kinematic gait parameters // *Act of Bioengineering and Biomechanics*. – 2012. – Vol. 14, № 4. – P. 113–119.

12. Foti T., Davids J., Bagley A. Biomechanical analysis of gait during pregnancy // *Journal of Bone and Joint Surgery*. – 2000. – Vol. 1, № 5. – P. 625–632.
13. Gilleard W., Crosbie J., Smith R. Effect of pregnancy on trunk range of motion when sitting and standing // *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* – 2002. – P. 81–101.
14. Hisham N., Nazri A., Madete J., Herawati L. Measuring ankle angle and analysis of walking gait using kinovea // *International Medical Device and Technology Conference*. – 2017. – P. 247–250.
15. Huang T., Lin S., Ho C., Yu C., Chou Y. The gait analysis of pregnant women // *Biomedical Engineering Applications*. – 2002. – P. 67–71.
16. Ireland L., Ott S.M. The effects of pregnancy on the musculoskeletal system // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 2000. – Vol. 372. – P. 169–179.
17. Mccrory J.L., Chambers A.J., Daftary A., Redfern M.S. The pregnant “waddle”: an evaluation of torso kinematics in pregnancy // *Journal of Biomechanics*. – 2014. – Vol. 47, № 12. – P. 2964–2968.
18. Quaresma C., Dias I., Secca M., Oneill G., Branco J. Biomechanical measurements in the spinal column of pregant women using vertebral metrics // *5th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering*. – 2011. – Vol. 37. – P. 842–845.
19. Tanja J., Aleksandar S., Kodvanj J. Biomechanical analysis of walking effects of gait velocity and arm swing amplitude // *Periodicum Biologorum*. – 2010. – Vol. 112, № 1. – P. 13–17.
20. Zronar M. Temperature changes on the foot during pregnancy affected by wearing biomechanical shoes // *Sport Mont*. – 2016. – Vol. 14, № 1. – P. 3–6.

THE KINEMATIC ANALYSIS OF DEGREE OF THE LUMBAR SPINE CURVATURE OF PREGNANT WOMEN IN DIFFERENT STAGES OF PREGNANCY

K. Atiyat, O. Abdul Fattah, A. Zureigat, H. Dawad (Amman, Jordan)

The purpose of this study is to identify the degree of the lumbar spine curvature of pregnant women in the different trimesters of pregnancy. In addition, we can identify the levels of low back pain in various stages of pregnancy and manifestations of imbalance on some kinematic variables in the walking cycle. In order to achieve the goals of this study, the descriptive approach has been applied to 24 healthy patients. The researchers used two rulers to measure the degree of the lumbar spine curvature, and a questionnaire to quantify the level of low back pain and imbalance disruption. Also, the researchers used two cameras to filmed patients while walking on the treadmill: one camera was put laterally (60 f/sec) and the other was put on the front (50 f/sec). Furthermore, the results of the study showed that the degree of the lumbar backbone curvature, the low back pain and imbalance increase in the transition to the next trimester of pregnancy. The results also showed decrease of length and speed of the walking step, increasing the time of dual and individual reinforcement.

Key words: pregnancy, kinematics, lumbar spine curvature, low back pain, walking cycle.

Получено 9 июля 2018