

Я.В. СИЗОНЕНКО, С.Е. КАТОРКИН, И.И. ЛОСЕВ

**ДИСФУНКЦИЯ МЫШЦ ВЕНОЗНОЙ ПОМПЫ У ПАЦИЕНТОВ
С СОЧЕТАННЫМ ПОРАЖЕНИЕМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ И ВЕНОЗНОЙ
СИСТЕМ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ**ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет»,
Российская Федерация

Цель. Выявление основных факторов, достоверно влияющих на функцию мышечно-венозной помпы нижних конечностей при сочетанных поражениях опорно-двигательной и венной систем.

Материал и методы. Исследование проведено в лаборатории клинической биомеханики в период с 2014 по 2015 год. Обследованы 37 пациенток с сочетанным поражением опорно-двигательной и венной систем нижних конечностей. Средний возраст пациенток – 51,4±15,8 лет (M±S). Выполнялись подометрия, функциональная электромиография, плантография, статистический анализ полученных данных.

Результаты. Функция венной помпы голени была нарушена в 74% случаев, бедра в 81%. Выявлено значительное снижение биоэлектрической активности *m. gastrocnemius medialis* ($\max_{cp} < 120$ мкВ при средней норме 312 мкВ) и *m. vastus medialis* ($\max_{cp} < 110$ мкВ при средней норме 162 мкВ). Корреляция Спирмена показала сильную связь между максимумами сокращения *m. gastrocnemius med.* ($R=0,88$ при $p < 0,001$) и *m. vastus med.* ($R=0,94$ при $p < 0,001$). Умеренная связь была выявлена между показателями функции помпы голени и бедра ($R=0,52$ при $p < 0,001$). Имеется влияние хромоты на дисфункцию венной помпы голени ($\chi^2_{эмп.} = 8,1$ при $p < 0,05$ и $\chi^2_{кр.} = 5,9$; $OR=6,7 \pm 0,8$; $ДИ=1,4-31,2$). Во всех случаях выявлено поперечное плоскостопие. В 77% наблюдений установлена патология продольного свода стопы и ее влияние на нарушение функции венной помпы голени ($\chi^2_{эмп.} = 10,7$ при $p < 0,05$ и $\chi^2_{кр.} = 9,5$) и бедра ($\chi^2_{эмп.} = 7,1$ при $p < 0,01$ и $\chi^2_{кр.} = 6,6$; $OR=4,1 \pm 0,6$; $ДИ=1,4-14,9$). В 74% случаев диагностирован *Hallux valgus*. В 69% случаев была диагностирована гиперпронация стопы, которая статистически достоверно влияет на функцию венной помпы ($\chi^2_{эмп.} = 12,9$ при $p < 0,01$ и $\chi^2_{кр.} = 6,6$; $OR=9,2 \pm 0,7$ $ДИ=1,9-18,2$).

Заключение. Биомеханические обследования выявили дефицит мышечной функции, нарушения акта ходьбы, патологию стоп, которые должны быть максимально устранены с использованием ортопедических пособий, ЛФК и физиотерапии.

Ключевые слова: хронические заболевания вен, мышечно-венная помпа, плоскостопие, подометрия, функциональная электромиография, плантография, биомеханика

Objectives. To reveal the main factors reliably influencing the function of the muscular-venous pump of the lower limbs at the combined lesions of the musculoskeletal and venous systems.

Methods. The study was conducted in the laboratory of clinical biomechanics in the period from 2014 to 2015. The study included patients (n=37) with combined lesions of the musculoskeletal and venous systems of the lower limbs. The average age of patients was 51,4±15,8 years (M±S). Podometrics, functional electromyography, plantography, statistical analysis of the obtained data were carried out.

Results. Functional impairment of venous pump in the tibia is 74%, in the hip – 81%. Significant reduction in the bioelectric activity of *m. gastrocnemius medialis* ($\max_{av} < 120$ мкВ at an average rate of 312 мкВ) and *m. vastus medialis* ($\max_{av} < 110$ мкВ at an average rate of 162 мкВ). Spearman's correlation showed a strong relationship between the maximum of *m. gastrocnemius med.* reduction ($R=0,88$; $p < 0,001$) and *m. vastus med.* ($R=0,94$; $p < 0,001$). The moderate correlation was found between indicators of function of tibial and femur pump ($R=0,52$; $p < 0,001$). There is the effect of lameness on the dysfunction of the tibial venous pump ($\chi^2_{эмп.} = 8,1$; $p < 0,05$ and $\chi^2_{кр.} = 5,9$; $OR=6,7 \pm 0,8$; $CI=1,4-31,2$). In all cases a transverse flatfoot was revealed. In 77% of cases the pathology of the longitudinal arch of the foot and its impact on the dysfunction of the tibial ($\chi^2_{эмп.} = 10,7$ at $p < 0,05$ and $\chi^2_{кр.} = 9,5$) and femur venous pump ($\chi^2_{эмп.} = 7,1$ for $p < 0,01$ and $\chi^2_{кр.} = 6,6$; $OR=4,1 \pm 0,6$; $CI=1,4-14,9$) had been established. *Hallux valgus* was diagnosed in 74% of cases. Foot hyperpronation was diagnosed in 69% of cases, which statistically affect the function of the venous pump ($\chi^2_{эмп.} = 12,9$; $p < 0,01$ and $\chi^2_{кр.} = 6,6$; $OR=9,2 \pm 0,7$ $DI=1,9-18,2$).

Conclusion. Biomechanical studies have revealed the deficits in muscle function, violations of the act of walking, foot pathology that should be maximally eliminated with the use of orthopedic aids, physical therapy and physiotherapy.

Keywords: chronic venous diseases, muscular-venous pump, flatfoot, podometrics, functional electromyography, plantography, biomechanics

Novosti Khirurgii. 2016 Jan-Feb; Vol 24 (1): 55-61

Dysfunction of Venous Pump Muscles in Patients with Combined Lesion of Musculoskeletal and Venous Systems of the Lower Limbs

Y.V. Sizonenko, S.E. Katorkin, I.I. Losev

Введение

В клинической практике часто наблюдаются сочетанные поражения опорно-двигательной и венозной систем нижних конечностей [1, 2]. Их основной причиной является дисплазия соединительной ткани, возникающая на ранних стадиях развития организма во время дифференцировки мезенхимальных клеток и обусловленная наследственной мутацией генов, отвечающих за синтез и пространственную организацию коллагена, а также полимерных белково-углеводных комплексов. При этом происходят изменения структуры коллагеновых и эластических фибрилл, мукополисахаридов, гликопротеидов и протеогликанов [3]. Это предопределяет как гипермобильность суставных связок, так и несостоятельность мышечно-эластических волокон стенок поверхностных вен и неполноценность их клапанного аппарата [4].

В патогенезе гемодинамических и метаболических нарушений, развивающихся при сочетанном поражении опорно-двигательной и венозной систем нижних конечностей, одну из главных ролей играет дисфункция мышц венозной помпы [5, 6]. Органическая недостаточность мышечно-связочного аппарата стоп, приводящая к комбинированному плоскостопию различной степени, часто в сочетании с гиперпронацией и артрозами стоп, нарушает биомеханический и биоэлектрический профили мышц венозной помпы. Это связано с недостаточностью рессорной функции стопы, а также функциональной или органической контрактурой голеностопного, а иногда и коленного суставов [7, 8]. Нарастание симптомов ортопедической патологии при отсутствии адекватных реабилитационных мер приводит к декомпенсации хронических заболеваний вен [9].

Факт взаимного влияния и отягощения поражения венозной и опорно-двигательной систем нижних конечностей является вполне доказанным явлением. Подтверждено повышение венозного давления минимум на 50% на пораженной стороне при деформирующем артрозе крупных суставов и отмечено повышение внутрикостного давления. При этом выявлялось повреждение костного мозга с дальнейшим развитием атрофии костной ткани и некроза хряща [10, 11, 12]. Изменения микроциркуляции и тканевого метаболизма предопределяют дальнейшее снижение сократительной способности мышц, падение эвакуаторной функции, а также нарушение питания хрящевой, параартикулярной и мышечной ткани [13]. При этом прогрессирует гипоксия тканей нижних конечностей и формируется нейро-дистрофический синдром.

Это подтверждает факт наблюдения наиболее выраженной патологии опорно-двигательной системы у пациентов с активными трофическими расстройствами нижних конечностей [14].

Цель исследования: выявление основных факторов, достоверно влияющих на функцию мышечно-венозной помпы нижних конечностей при сочетанных поражениях опорно-двигательной и венозной систем.

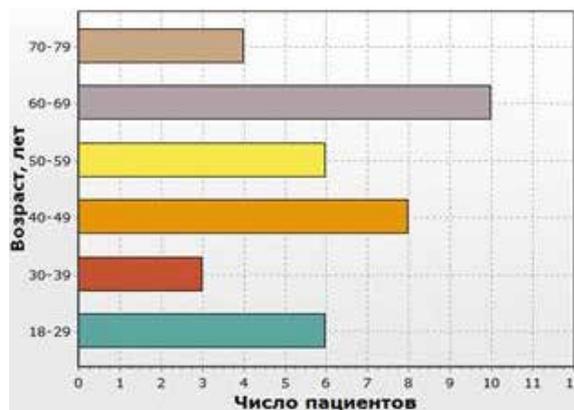
Материал и методы

Исследование проведено в Лаборатории клинической биомеханики Клиник ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» в период с 2014 по 2015 год. Обследованы 37 пациенток, которые имели сочетанное поражение опорно-двигательной и венозной систем нижних конечностей. От каждого пациента было получено информированное согласие на участие в исследовании, которое проводилось в соответствии с утвержденным протоколом, этическими принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (Сеул, 2008), трехсторонним Соглашением по надлежащей клинической практике (ICH GCP) и действующим законодательством РФ. Критерии включения пациентов в исследование были следующие: возраст старше 18 лет; женский пол; подтвержденное флебологом хроническое заболевание вен нижних конечностей; наличие ортопедической патологии нижних конечностей; подписанное добровольное и информированное согласие пациента на участие в исследовании.

Критериями исключения пациентов были: отказ пациента от участия на любом этапе исследования; невозможность сотрудничать с пациентом; наличие сопутствующей патологии в стадии декомпенсации и остром периоде.

Распределение пациенток по возрасту представлено на диаграмме (рис. 1).

Рис. 1. Распределение пациенток по возрасту



Для объективной оценки нарушений акта ходьбы и работы мышечно-венозной помпы в динамике использовали возможности аппаратно-программного комплекса «МБН – Биомеханика». Применялись специальные датчики, которые устанавливались непосредственно на тело пациента и позволяли получить достоверную и объективную информацию.

Были исследованы временные характеристики цикла шага с помощью подометрии и выполнена функциональная электромиография *m. gastrocnemius medialis* и *m. vastus medialis*. Все получаемые объективные данные были привязаны к фазам цикла шага. Синхронизация всех получаемых данных и статистическая обработка получаемой первичной информации производились ЭВМ.

С помощью специальных кнопок регистрировались последовательность и длительность нагрузки четырех зон на каждой стопе: пяточная, головок первой и пятой плюсневых костей и носка.

Методика использовалась для объективной оценки степени выраженности хромоты, выявления скрытой хромоты, определения нарушений переката стопы в периоде опоры и стабильности ходьбы.

Нами были использованы следующие показатели.

1. Коэффициент устойчивости, основанный на соотношении продолжительности периодов первой и второй двойной опоры. При разнице более 5% походка считается неустойчивой.
2. Коэффициент асимметрии, подтверж-

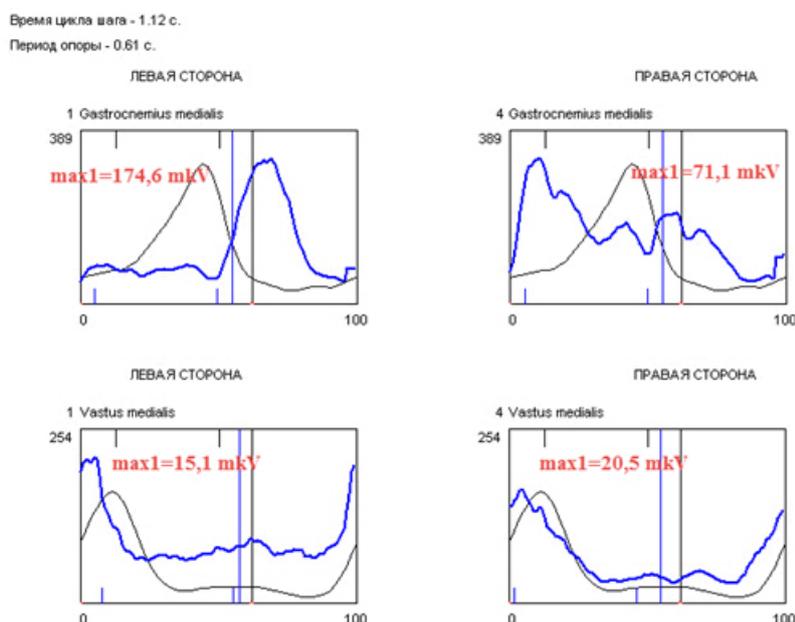
дающий наличие или отсутствию хромоты у пациента. Он основан на соотношении периодов опоры правой и левой нижней конечности. Разница менее 5% является нормой, 5-10% соответствует скрытой хромоте, более 10% – явная хромота, которую видно невооруженным глазом.

Дополнительно оценивалось нарушение продолжительности заднего толчка – момента в конце периода опоры, в который происходит максимальное сокращение *m. gastrocnemius medialis*, необходимое для дополнительной поддержки венозного оттока из нижних конечностей.

Для проведения функциональной ЭМГ применялся специализированный автоматический электромиограф с предварительным усилением сигнала. Отличительные конструктивные особенности электромиографа: полная обработка первичного сигнала, снимаемого с ЭМГ-электродов непосредственно на пациенте в портативном носимом блоке. Конечный этап обработки – нормирование ЭМГ к циклу шага и усреднение биоэлектрической активности. Проведен статистический анализ параметров сокращения *m. gastrocnemius medialis* и *m. vastus medialis* (рис. 2). Это позволило оценить выраженность дефицита мышечной функции у конкретного пациента.

Для диагностики патологии стопы мы использовали цифровую фотосъемку подошвенной поверхности стоп с последующим расчетом следующих показателей: коэффициенты продольного и поперечного уплощения стоп, углы

Рис. 2. Функциональная электромиография мышц «венозной помпы» пациентки, 33 года, доклиническая фаза ХЗВ, УЗДГ без особенностей. Черная кривая – профиль работы исследуемых мышц в норме, синяя кривая – профиль работы мышц у пациента. Имеется выраженное снижение биоэлектрической активности



установки стопы и отклонения I пальца.

Расчет коэффициента поперечного уплощения производился путем вычисления коэффициента распластанности переднего отдела стопы (k_f РПОС=ширина стопы/длина стопы). Интерпретация результатов и перевод в частотные значения для статистического анализа: 0,25-0,30 – норма (0); 0,31-0,40 – поперечное плоскостопие I степени (1); 0,41-0,5 – поперечное плоскостопие II степени (2); 0,51 и выше – поперечное плоскостопие III степени (3).

Вальгусное отклонение I пальца стопы определялось по углу его отклонения от линии, проведенной от внутреннего края отпечатка стопы и внутреннего края отпечатка поперечно-го свода. До 10° – норма (0); до от 11° до 25° – I степень (1); от 25° до 50° – II степень (2), более 50° – III степень (3).

Коэффициент продольного уплощения определяли по методу Годунова-Потихановой. На фотоплантограмме из центра отпечатка пятки проводилась прямая линия Y_1Y_2 через межпальцевой промежутки III и IV пальца. Далее проводится перпендикуляр X_1X_2 к линии Y_1Y_2 на уровне 46% от общей длины стопы. Коэффициент продольного уплощения вычислялся по формуле k_f ПУ = x/y , где x – ширина «рессорного свода» от наружного края стопы до места пересечения отпечатком стопы перпендикуляра X_1X_2 , а y – ширина «грузового свода» от наружного края стопы до точки пересечения линий X_1X_2 и Y_1Y_2 . Интерпретация результатов: 0,00-0,50 – полая стопа (-1); 0,51-1,10 – норма (0); 1,11 – 1,30 – плоскостопие I степени (1); 1,31-1,50 – плоскостопие II степени (2); свыше 1,50 – плоскостопие III степени (3).

Гиперпронация стопы измерялась путем измерения угла между средними линиями голени и пяточной кости в точке их пересечения в середине ахиллова сухожилия. В норме этот угол не превышает 5° (0); вальгусная установка I степени – 5° - 10° (1); вальгусная установка II степени – 10° - 15° (2); вальгусная установка III степени – 15° и выше (3).

Статистическая обработка всей полученной информации проводилась в программе StatPlus (Лиц. № 59***03, обладатель лицензии – Сизоненко Я.В.). Были использованы столбиковые диаграммы, а также диаграммы типа “box plot”, описательные статистики, критерий Спирмена, χ^2 Пирсона для четырехпольных таблиц. В ряде случаев, при $n < 5$ в одной из ячеек таблицы, мы дополнительно использовали точный критерий Фишера (ϕ). Кроме того, для ряда статистически значимых факторов мы рассчитали показатель отношения шансов (OR).

Результаты

Патология венозной помпы голени и бедра

Значения максимумов 1 и 2, показывающих биоэлектрическую активность мышц венозной помпы нижних конечностей, в большинстве наблюдений были снижены (рис. 3).

Так, биоэлектрический профиль *m. gastrocnemius medialis* был нарушен в 74% случаев (55 из 74 конечностей); а *m. vastus medialis* в 81% (60 из 74). При этом в половине случаев значение \max 1 *m. gastrocnemius medialis* было менее 120 mkV при средней норме 312 mkV, а *m. vastus medialis* был менее 110 mkV при средней норме 162 mkV. Пациентов без нарушений функции венозной помпы нижних конечностей выявлено не было. Корреляция Спирмена показала очень сильную связь между показателями максимумов сокращения 1 и 2 для *m. gastrocnemius med.* ($R=0,88$ при $p < 0,001$) и для *m. vastus med.* ($R=0,94$ при $p < 0,001$). Кроме того, умеренная связь была выявлена между показателями максимумов сокращения *m. gastrocnemius med.* и *m. vastus med.*, т.е. ухудшение биоэлектрической активности венозной помпы голени оказывало влияние на венозную помпу бедра и наоборот ($R=0,40$ - $0,52$ при $p < 0,001$).

Показатели акта ходьбы

Коэффициент устойчивости акта ходьбы высчитывался нами для каждой нижней конечности отдельно. Разброс абсолютных значений составил $M \pm S = 17,2 \pm 19,6$. В целом в 38 (51%) случаях из 74 имелись нарушения с различием продолжительности периодов первой и второй двойной опоры более 10% ($N \leq 0,3$) (рис.4).

Однако дальнейший анализ с применением χ^2 Пирсона для четырехпольных таблиц не обнаружил статистически значимого влияния показателя устойчивости акта ходьбы на био-

Рис. 3. Показатели максимумов сокращения мышц «венозной помпы» голени и бедра



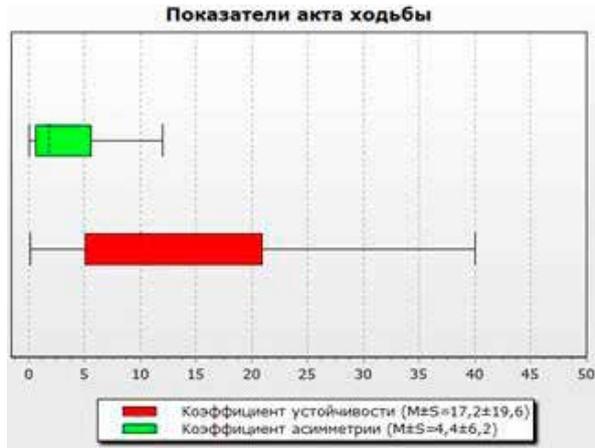


Рис. 4. Показатели устойчивости и асимметрии акта ходьбы

электрическую активность венозной помпы бедра ($\chi^2_{\text{эмп.}}=0,5$ при $p>0,05$ и $\chi^2_{\text{кр.}}=3,8$ при $p<0,05$) и голени ($\chi^2_{\text{эмп.}}=1,1$ при $p>0,05$ и $\chi^2_{\text{кр.}}=3,8$ при $p<0,05$).

Разброс абсолютных значений коэффициента асимметрии составил $M\pm S=4,4\pm 6,2$. Дальнейший анализ выявил достоверное влияние хромоты на нарушение функции венозной помпы голени ($\chi^2_{\text{эмп.}}=8,1$ при $p<0,05$ и $\chi^2_{\text{кр.}}=5,9$; $\phi_{\text{эмп.}}=3,03$ при $p<0,01$ и $\phi_{\text{кр.}}=2,31$). Кроме того, показатель отношения шансов $OR=6,7\pm 0,8$ (ДИ=1,4-31,2). Таким образом, нарушение функции венозной помпы голени при наличии хромоты встречается в 6,7 раза чаще, чем без нее. На наш взгляд, это связано с тем, что пораженная конечность не в состоянии обеспечить достаточный задний толчок носком стопы, так как продолжительность периода опоры редуцирована. На работу венозной помпы бедра хромота не оказывает статистически достоверного влияния.

Плантография: показатели уплощения стоп

Данные плантографии позволили вы-



Рис. 5. Показатели продольного и поперечного уплощения стоп

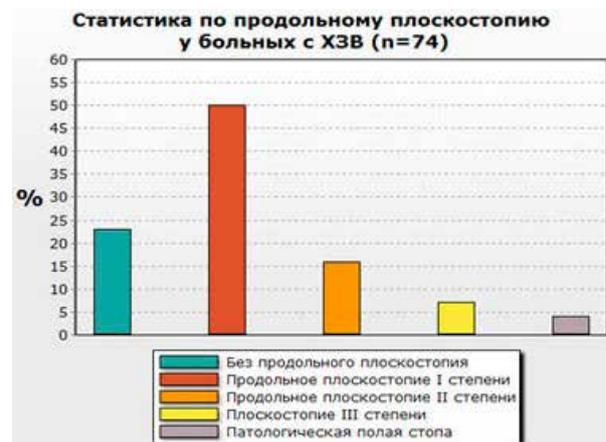
явить ряд деформаций стоп (рис. 5). Во всех случаях было диагностировано поперечное плоскостопие. Поперечное плоскостопие II степени имели 37 (50%) стоп, а I степени – 37 (50%). Разброс абсолютных значений составил $M\pm S=0,4\pm 0,03$ ($N\leq 0,3$). Стоит отметить, что все без исключения пациентки имели выраженное укорочение продолжительности заднего толчка стопы.

Что касается продольного плоскостопия, то только 17 стоп (23%) были без данной патологии. Плоскостопие I степени было выявлено у 37 стоп (50%), II степени – у 12 (16%) и III степени – у 5 (7%). В 3 (4%) случаях была диагностирована патологическая полая стопа.

Разброс абсолютных значений составил $M\pm S=1,25\pm 0,48$ ($N\leq 1$). Дальнейший анализ выявил достоверное влияние данного фактора на нарушение функции венозной помпы голени ($\chi^2_{\text{эмп.}}=10,7$ при $p<0,05$ и $\chi^2_{\text{кр.}}=9,5$) и бедра ($\chi^2_{\text{эмп.}}=7,1$ при $p<0,01$ и $\chi^2_{\text{кр.}}=6,6$; $\phi_{\text{эмп.}}=2,5$ при $p<0,01$ и $\phi_{\text{кр.}}=2,31$). Показатель отношения шансов $OR=4,1\pm 0,6$ (ДИ=1,4-14,9). Это свидетельствует о том, что нарушение функции венозной помпы бедра встречается в 4,6 раза чаще у людей с продольным плоскостопием.

Плантография: вальгусное отклонение I пальца и гиперпронация стоп

Вальгусное отклонение I пальца стопы было диагностировано в 55 (74%) случаях. В основном это была деформация I степени – 35 стоп (47%). В 20 (27%) случаях была диагностирована II степень. Дальнейшее изучение данного фактора не позволило дать заключение о его статистически достоверном прямом воздействии на функцию венозной помпы нижних конечностей. Однако необходимо заметить, что Hallux valgus является осложнением поперечного плоскостопия с сопутствующим поражением I плюсне-фалангового сустава, а также гипер-



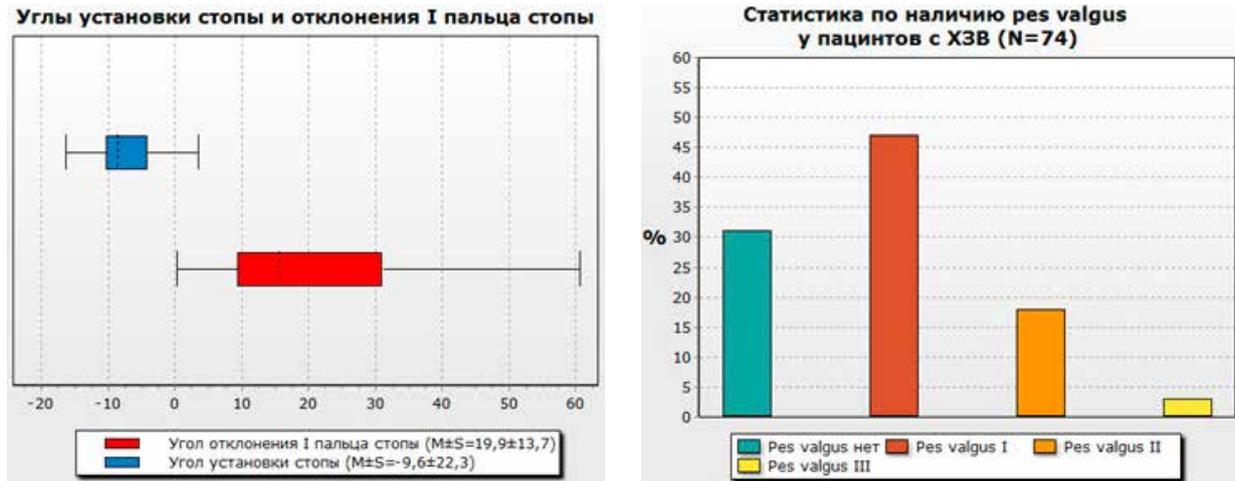


Рис. 6. Показатели пронации стоп и вальгусного отклонения I пальца

пронации, приводящей к стато-динамической перегрузке медиального края стопы. Также данная патология в дальнейшем приводит к развитию молоткообразной деформации других пальцев стопы, обычно II и III, и к образованию болезненных «натоптышей» на подошвенной поверхности поперечного свода. Все это приводит к редукции заднего «носочного» толчка в результате развития болевого синдрома.

Угол установки стопы по отношению к средней линии голени составлял в среднем $M \pm S = -9,6 \pm 22,3$ ($N = -5 + 5$). Таким образом, большая часть стоп находилась в положении избыточной пронации (рис. 6).

Вальгусное положение стопы I степени было установлено в 35 (47%) случаях, II степени – в 13 (18%) случаях и III степени – в 3 (4%) случаях. Данная деформация отсутствовала в 23 (31%) случаях. Дальнейший анализ выявил достоверное влияние данного фактора на нарушение работы венозной помпы бедра ($\chi^2_{\text{эмп.}} = 12,9$ при $p < 0,01$ и $\chi^2_{\text{кр.}} = 6,6$; $\phi_{\text{эмп.}} = 3,4$ при $p < 0,01$ и $\phi_{\text{кр.}} = 2,31$). Показатель отношения шансов $OR = 9,2 \pm 0,7$ (ДИ = 1,9-18,2) свидетельствует о том, что нарушение работы венозной помпы бедра встречается в 9,2 раза чаще у людей с избыточной пронацией стопы.

Обсуждение

Как видно из диаграммы, представленной на рисунке 1, в исследовании преобладали пациентки в возрасте 44-64 лет. Повышенная мобильность соединительной ткани у женщин в целом и связочного аппарата в частности, эволюционно связана с необходимостью обеспечения максимально благоприятных условий при родовой деятельности. Однако этот же фактор приводит к более частому развитию

как поражений опорно-двигательной, так и венозной систем. Из экзогенных факторов можно отметить значительное увеличение веса при беременности и эндокринной патологии, а также ношение обуви на высоких каблуках, приводящее к значительной статической и динамической перегрузке переднего отдела стопы на уровне поперечного свода. Это в дальнейшем и приводит к развитию Hallux valgus, молоткообразных пальцев, артрозу суставов стопы. В дальнейшем у пациентов с сочетанным поражением опорно-двигательной и венозной систем нижних конечностей формируется функциональная недостаточность мышечно-венозной помпы голени (74%) и бедра (81%). Нарушение функции венозной помпы голени при наличии хромоты встречается в 6,7 раза чаще, чем без нее. У всех пациентов выявляется различной степени поперечное плоскостопие, в 77% – патология продольного свода стопы, в 74% – вальгусная деформация I пальца стопы, в 69% – гиперпронация стопы (Pes valgus). Нарушение функции мышечно-венозной помпы при наличии продольного плоскостопия констатируется в 4,6 раза чаще, а при гиперпронации стопы – в 9,2 раза чаще.

Плоскостопие, гиперпронация стоп и хромота любой степени у пациентов с сочетанным поражением опорно-двигательной и венозной систем нижних конечностей должна быть скомпенсирована с использованием ортезов, предпочтительно динамического каркасного типа, ортопедических пособий (трости, костыли и пр.). Дефицит мышечной силы венозной помпы нижних конечностей должен быть скомпенсирован за счет использования как аппаратных (электромиостимуляция, биомеханическая стимуляция), так и функциональных (статическая физкультура, ЛФК) методов воздействия.

Заключение

Биомеханические обследования у пациентов с сочетанной патологией опорно-двигательной и венозной систем нижних конечностей позволяют выявить дефицит мышечной функции, наличие хромоты и патологического уплощения стоп, что необходимо учитывать при проведении медицинской реабилитации. Функциональная недостаточность, статодинамические нарушения и патологическая ходьба должны быть максимально устранены с использованием ортопедических пособий, ортезов, ЛФК и физиотерапии.

Конфликт интересов отсутствует

ЛИТЕРАТУРА

1. Котельников ГП, Рыжов ПВ, Лосев ИИ, Чернов АП. Лечение повреждений и заболеваний голеностопного сустава и стопы: моногр. Москва, РФ: ГЭ-ОТАР-Медиа; 2012. 362 с.
2. Katorkin SE, Losev II, Sizonenko YV. Patients with venous and musculoskeletal disorders of the legs: functional and clinical methods for diagnosis and therapy. *Vasomed*. 2014;26(1):6-8.
3. Сушков СА, Кухтенков ПА, Небылицин ЮС, Сушкова ОС. Фенотипический симптомокомплекс дисплазии соединительной ткани при недостаточности глубоких вен у больных варикозной болезнью. *Новости Хирургии*. 2006;14(2):32-37.
4. Косинец АН, Сушков СА. Варикозная болезнь: рук для врачей. Витебск, РБ: ВГМУ; 2009. 415 с.
5. Resek C. Calf pump activity influencing venous hemodynamics in the lower extremity. *Int J Angiol*. 2013 Mar;22(1):23-30. doi: 10.1055/s-0033-1334092.
6. Uhl JF, Gillot C. Anatomy of the veno-muscular pumps of the lower limb. *Phlebology*. 2015 Apr;30(3):180-93. doi: 10.1177/0268355513517686.
7. Каторкин СЕ, Яровенко ГВ, Мышенцев ПН, Сизоненко ЯВ. Особенности биомеханических изменений опорно-двигательной системы при хро-

нической лимфовенозной недостаточности нижних конечностей. *Новости Хирургии*. 2010;18(6):50-57.

8. Щеглов ЭА, Везикова НН. Эффективность хирургического лечения варикозной болезни у пациентов с хронической венозной недостаточностью в сочетании с гонартрозом. *Ученые Зап Петрозавод Гос Ун-та*. 2012;(6):55-58.
9. Bogachev VY, Lobanov VN, Golovanova OV, Kuznetsov AN, Yershov PV. Electrical muscle stimulation with Veinoplus® device in the treatment of venous ulcers. *Int Angiol*. 2015 Jun;34(3):257-62.
10. Arnoldi CC, Linderholm H, Müssbichler H. Venous engorgement and intraosseous hypertension in osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Br*. 1972 Aug;54(3):409-21.
11. Uchio Y, Ochi M, Adachi N, Nishikori T, Kawasaki K. Intraosseous hypertension and venous congestion in osteonecrosis of the knee. *Clin Orthop Relat Res*. 2001 Mar;(384):217-23. doi: 10.1097/00003086-200103000-00025.
12. Simkin PA. Bone pain and pressure in osteoarthritic joints. *Novartis Found Symp*. 2004;260:179-86; discussion 186-90, 277-9.
13. Щеглов ЭА, Везикова НН, Карцова ИВ, Рыбаков ВИ, Хейфец ИВ. Алгоритм ультразвуковой диагностики при сочетании варикозной болезни и остеоартроза коленных суставов. *Вестн Эксперим и Клин Хирургии*. 2012;V(1):114-19.
14. Шевченко ЮЛ, Стойко ЮМ, Гудымович ВГ, Иванов АК. Комплексный подход в лечении обширных трофических язв голени в многопрофильном стационаре. *Вестн Эксперим и Клин Хирургии*. 2014;7(3):221-27.

Адрес для корреспонденции

443079, Российская Федерация,
г. Самара, пр. Карла Маркса, д. 165 «б»,
Клиники Самарского государственного
медицинского университета,
лаборатория клинической биомеханики,
тел. моб.: +7 917 116-86-35,
e-mail: iva3633@gmail.com,
Сизоненко Ярослав Владимирович

Сведения об авторах

Сизоненко Я.В., к.м.н., заведующий лабораторией клинической биомеханики Клиник ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет».

Каторкин С.Е., к.м.н., доцент, заведующий кафедрой и клиникой госпитальной хирургии ГБОУ

ВПО «Самарский государственный медицинский университет».

Лосев И.И., д.м.н., профессор кафедры и клиники травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет».

Поступила 6.11.2015 г.