

---

---

Е.А. ШЛЯХТУНОВ, Н.Г. ЛУД

## **СОСТОЯНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО КРОВОТОКА ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ**

УО «Витебский государственный медицинский университет»,  
Республика Беларусь

С помощью ультразвуковой доплерографии изучено состояние артериальной гемодинамики верхней конечности больных раком молочной железы в процессе хирургического лечения. Установлено, что у 49 % оперированных женщин имеет место увеличение объемной скорости кровотока на стороне оперативного вмешательства, связанное с изменениями скоростных характеристик потока и изменений сосудистой стенки. Максимальное зарегистрированное увеличение объемной скорости кровотока после операции составило 77 % от исходного. Наибольшее увеличение объемной скорости кровотока зафиксировано у пациенток с I стадией опухолевого процесса. Увеличение объемной скорости кровотока статистически значимо увеличивает объем суммарной послеоперационной лимфореи. У 11 % оперированных женщин снижается приток артериальной крови к руке вследствие развития у больных в послеоперационном периоде скаленус-синдрома. Наибольшее зарегистрированное снижение объемной скорости кровотока – на 53 %. В 30% случаев артериальная гемодинамика не изменяется. Сохранение n. intercostabrachialis не влияет на объемную скорость кровотока. Сопутствующая патология, такая как артериальная гипертензия, способствуют развитию гемодинамических нарушений в верхней конечности на стороне операции.

*Ключевые слова:* рак молочной железы, гемодинамика, лимфедема, ультразвуковое исследование, доплерография.

By means of ultrasound color Doppler mapping the state of the arterial hemodynamics of the upper extremities in the patients with breast cancer in the process of surgical treatment is studied. It is established that in 49 % of the operated women the increase in the volume of blood-groove on the side of the operative intervention, connected with the changes of high-speed characteristics of a stream and changes of a vascular wall takes place. The maximum registered increase in the volume speed of blood-groove after operation has made 77 % from the initial one. The greatest increase in volume speed of blood-groove is fixed in the patients with the 1<sup>st</sup> stage of tumor process. Rise in the volume blood-groove increases significantly the volume of total postoperative lymph expiration. 11 % of the operated women inflow of arterial blood to a hand decreases owing to the development of skalenus-syndrome in patients in the postoperative period. The greatest registered decrease in the volume speed of blood-groove is on 53 %. In 30 % of cases arterial hemodynamics does not change. Preservation of intercostabrachialis does not influence the volume speed of blood-groove. An accompanying pathology, such as arterial hypertension, promotes the development of hemodynamic disturbances in the upper extremity on the side of the operation.

*Keywords:* breast cancer, hemodynamics, lymphedema, ultrasound, color Doppler mapping.

### **Введение**

Среди всех злокачественных новообразований у женщин рак молочной железы (РМЖ) занимает особое место. В общей

структуре онкологической заболеваемости РМЖ в 2006 году составил 17,6 % и занял второе ранговое место после злокачественных новообразований кожи [1].

За последние годы достигнут опреде-

ленный успех в лечении больных РМЖ. В настоящее время в Республике Беларусь на учете состоит более 30 тыс. женщин. Среди них почти 60% составляют пациентки трудоспособного возраста.

Обширные хирургические вмешательства, лучевая и лекарственная терапии приводят к серьезным соматическим и психологическим нарушениям, которые объединяются в постмастэктомический синдром, включающий постмастэктомический дефект области груди, блок основных путей оттока лимфы от верхней конечности, уменьшение амплитуды движений в плечевом суставе, нарушение иннервации конечности и грудной стенки, депрессию.

Постмастэктомический отек верхней конечности одно из наиболее значимых проявлений постмастэктомического синдрома, приводящих к потере трудоспособности и инвалидности [2, 3].

Сравнительно небольшое количество публикаций посвящено изучению гемодинамики верхней конечности больных РМЖ, как одной из причин развития постмастэктомического отека.

**Целью** данного исследования явилось определение параметров артериального кровотока верхней конечности больных раком молочной железы на этапе хирургического лечения.

### Материал и методы

В минимальный перечень методов диагностики, помимо стандартных клинических и лабораторно-инструментальных, входили следующие исследования:

- физикальное, включающее выявление уплотнений или опухолей в молочной железе, изучение состояния кожи, регионарных лимфоузлов и т.п.;

- цито- и гистологическое подтверждение диагноза рака молочной железы;

- ультразвуковые (УЗИ), молочных желез, зон лимфооттока, органов брюшной полости, органов малого таза (по показа-

ниям), послеоперационных тканей;

- ультразвуковое дуплексное и триплексное сканирование сосудов, в частности, артерий верхней конечности на предоперационном, раннем послеоперационном и позднем послеоперационном периодах;

- рентгенологические – маммография, рентгенография органов грудной клетки;

- измерение суточного объема лимфофореи через дренаж.

Выполнено 200 ультразвуковых исследований состояния артериального кровотока с использованием методик импульсного, цветного доплеровского картирования и измерения скоростей кровотока в моно-, дуплексном и триплексном режимах на аппарате SA 9900 фирмы «Medison». Для исследования сосудов использовали линейный датчик 7,5 МГц. С использованием В-режима лоцировали соответствующие артерии в надключичной, подключичной, подмышечной области и медиальной борозде плеча. Регистрировались и оценивались показатели артериального кровотока, такие как пиковая систолическая скорость (PSV), конечная диастолическая скорость (EDV), усредненная по времени средняя скорость кровотока (TAM), индекс периферического сопротивления (RI), пульсационный индекс (PI), объемная скорость кровотока (Vvol). Исследования проводились до операции, на 5–7 сутки после операции. Измерения вышеуказанных параметров проводились на верхней конечности справа и слева для выявления возможной асимметрии в исходном состоянии. Контролем служили показатели, полученные на дооперационном периоде, а также показатели, регистрируемые на противоположной конечности. Статистическая обработка данных проводилась с использованием параметрических методов, различия оценивались с помощью критерия Стьюдента.

В исследуемую группу вошли 100 пациенток с верифицированным диагнозом РМЖ. Возраст пациенток от 34 лет до 80

лет. Средний возраст составил 55,9 лет, медиана 55. Вовлечение в патологический процесс правой молочной железы составило 53%, левой – 47%. Узловой рак диагностирован в 97 пациенток, акульная форма – 1, рак Педжета – 2 случая. В 55% опухоль локализовалась в проекции верхне-наружного квадранта, 16% пришлось на долю нижне-наружного квадранта, в одинаковом проценте случаев 13% опухоль располагалась в проекции верхне-внутреннего квадранта и центральной части молочной железы. В 2% опухоль выходила за пределы одной локализации и занимала более одной анатомической области. Распределение пациенток по стадиям опухолевого процесса было следующим: I стадия – 29%, II стадия – 53%, из них II A – 35%, II B – 18%, III A – 3%, III B – 4 %, III C – 11%. В плане хирургического лечения больным выполнены следующие радикальные операции: радикальная мастэктомия по Маддену – 91, радикальная секторальная резекция – 8, в 1 случае выполнена радикальная мастэктомия по Маддену с одномоментной пластикой TRAM-лоскутом. Из особенностей операции следует отметить возможность сохранения нерва п. intercostobrachialis – 32 случая у пациенток с опухолевым процессом с T1-2N0M0. В 3 случаях произведена резекция большой грудной мышцы, ввиду возможного распространения опухоли на мышцу. Дренирование послеоперационной раны осуществлялось, как правило, одной или двумя ПВХ трубками, с укладкой лоскутов на операционном столе с подсоединением вакуум-емкости. В послеоперационном периоде учитывался суммарный объем постмастэктомической лимфореи и сроки ее прекращения.

Лимфорея встречалась у всех без исключения больных. Послеоперационные осложнения отмечены у 10 больных: гематома в области раны – 4, длительная лимфорея с формированием ложного лимфоцеле – 4, нагноение в области послеопера-

ционной раны – 2.

## Результаты и обсуждение

При оценке показателей артериального кровотока больных раком молочной железы до и после оперативного вмешательства все пациентки были разделены на 3 группы. В первую вошли 49 оперированных женщин, имевших статистически значимое ( $p = 0,001156$ ;  $n = 100$ ) увеличение объемной скорости кровотока (Vvol), регистрируемое на плечевой артерии верхней конечности на стороне операции. Во вторую – 40 пациенток без значимых изменений Vvol. Третью группу составили 11 женщин, имевших уменьшение показателя объемной скорости кровотока.

Максимальное зарегистрированное увеличение Vvol после операции составило 77% от исходного. Наибольшее снижение – на 53% от первоначальных цифр.

Изменения объемной скорости кровотока связаны, главным образом, с изменениями скоростных параметров артериального кровотока, а именно с изменениями пиковой систолической скорости (PSV) и конечной диастолической скорости (EDV). Данные величины отражают значения скоростей кровотока в конкретном периоде сердечного цикла, не давая информации об истинной скорости крови в сосуде за весь сердечный цикл. Величина усредненной по времени средней скорости (TAV) дает представление об истинной скорости движения частиц в сосуде. В 70% случаев отмечалось уменьшение TAV, в 24% – увеличение, и в 6% случаев данный параметр не изменялся. На величину объемного кровотока влияют также величины, косвенно отражающие состояние сосудистой стенки: индекс резистивности (RI) и индекс пульсации (PI). Наибольшей вариабельностью характеризовался PI. В 54% случаев он увеличился, в 40% – уменьшился и неизменным оставался в 6%. RI оставался стабильным в 74% измерений. Увеличение последнего

Таблица 1

**Варианты изменения параметров артериального кровотока, регистрируемых на плечевой артерии у больных раком молочной железы после хирургического лечения относительно исходного уровня (количество случаев в %)**

|                                | PSV | EDV | TAM | PI | RI | Vvol |
|--------------------------------|-----|-----|-----|----|----|------|
| Увеличение                     | 41  | 29  | 24  | 54 | 24 | 49   |
| Сохранилось на исходном уровне | 45  | 27  | 6   | 6  | 74 | 40   |
| Уменьшение                     | 14  | 44  | 70  | 40 | 2  | 11   |

было зафиксировано в 24% случаев, а уменьшение – 2%. Сводные данные об изменениях артериального кровотока приведены в таблице 1.

Поскольку на величину и изменения данных показателей оказывает влияние множество факторов проведен анализ зависимости изменения данных показателей от стадии опухолевого процесса, вида и особенностей оперативного вмешательства, послеоперационных осложнений, а также наличия и выраженности сопутствующей патологии.

При детальном анализе изменений артериального кровотока в зависимости от стадии опухолевого процесса отмечены следующие особенности (рис. 1–3). Наибольшее увеличение объемной скорости кровотока зафиксировано у пациенток с I стадией опухолевого процесса (62 %), для пациенток с II и III стадией болезни отмечено так же увеличение этого показателя, но сравнительно меньше 43% и 44% соответственно. Кроме того, у больных с наличием метастазов в регионарных подмышечных и подключичных лимфоузлах, к которым и относятся пациентки с II и III стадией опухолевого процесса прослеживается тенденция к некоторому снижению Vvol. Аналогичная картина характерна для скоростных показателей кровотока как PSV и EDV. По мере роста стадии опухолевого

процесса частота увеличения PSV и EDV снижается, а частота снижения PSV и EDV возрастает. Это находит свое отражение, главным образом, в изменении TAM. Вне зависимости от стадии заболевания данная величина имеет значительное снижение после операции.

Индекс резистивности (RI) значительно повышается у пациенток с III стадией РМЖ. Индекс пульсации (PI) как снижается, так и увеличивается вне зависимости от стадии.

Статистически значимых ( $p > 0,05$ ) различий в изменении показателей объемного кровотока при сохранении n.intercostabrachialis у больных с pT1-2N0M0 и при невозможности сохранения последнего при pT1-3N1-3M0 не получено. В обеих группах отмечалась одинаковая частота увеличения Vvol.

Особый интерес представляет тот факт, что у 86 % женщин, имеющих изменения объемной скорости кровотока в сторону увеличения (1-ая группа), отмечается статистически значимое ( $p < 0,05$ ) увеличение объема лимфореи, по сравнению с женщинами 2-ой и 3-ей группы. Средний объем лимфы в 1-ой группе составил  $1100 \pm 310$  мл ( $M \pm m$ ). Во 2-ой и 3-ей –  $850 \pm 105$  ( $M \pm m$ ). Однако частота такого послеоперационного осложнения лечения РМЖ как длительная лимфорея, сроки ее

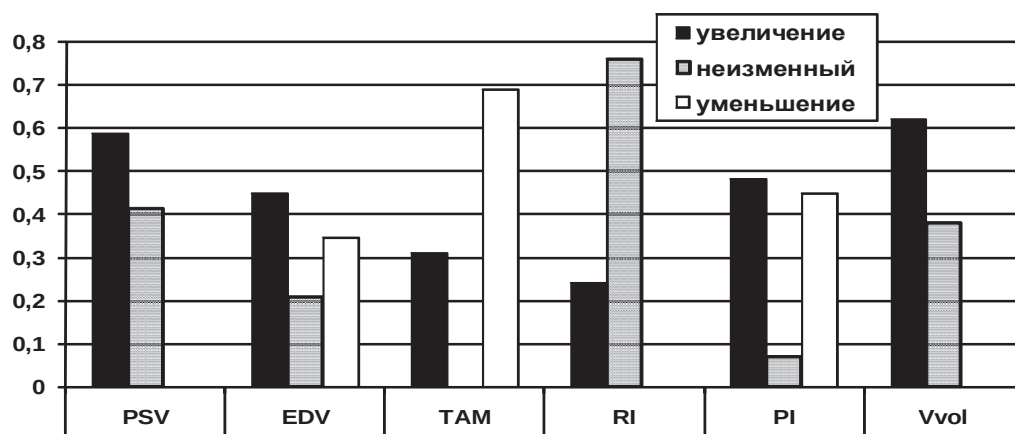


Рис. 1. Варианты изменения параметров артериального кровотока после хирургического лечения больных РМЖ I стадии (относительно исходного уровня)

разрешения не зависят от Vvol. Одинаково часто оно возникало как у больных с увеличенным, так и сниженным объемным кровотоком 50% и 50% соответственно.

Сопутствующая патология, ее выраженность и компенсация, несомненно, влияет на артериальную гемодинамику. У 78 женщин при осмотре терапевта диагностированы различные виды терапевтической патологии. Ведущее место занимают болезни сердечно-сосудистой системы, среди которых лидирует артериальная гипертензия как самостоятельно, так и в сочетании с ИБС, ожирением, атеросклерозом. Реже

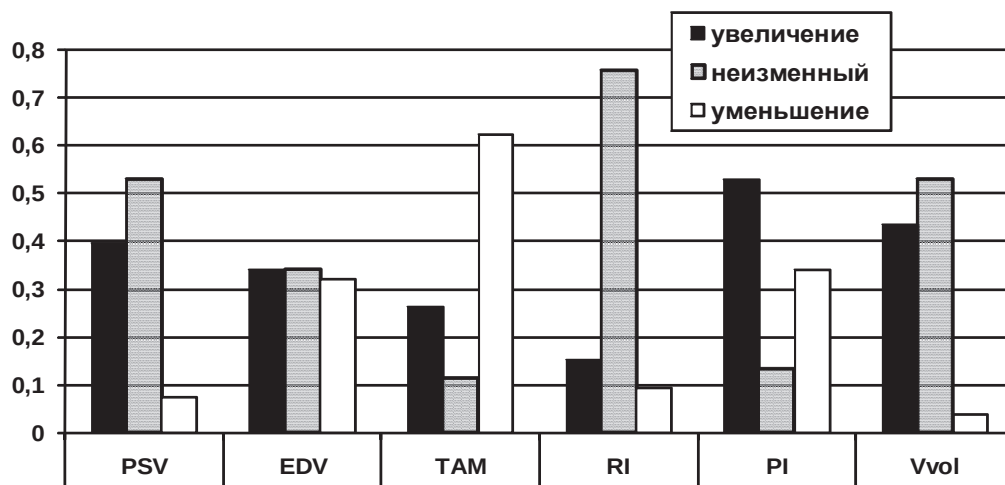
встречалась патология органов дыхания в виде хронического бронхита (таблица 2).

У 36 из 49 женщин, имевших увеличение объемной скорости кровотока, отмечалась достаточно выраженная сопутствующая терапевтическая патология, требующая необходимой коррекции.

### Обсуждение

Параметры пиковой систолической и конечной диастолической скоростей кровотока отражают значения скорости кровотока в конкретные периоды сердечного

Рис. 2. Варианты изменения параметров артериального кровотока после хирургического лечения больных РМЖ II стадии (относительно исходного уровня)



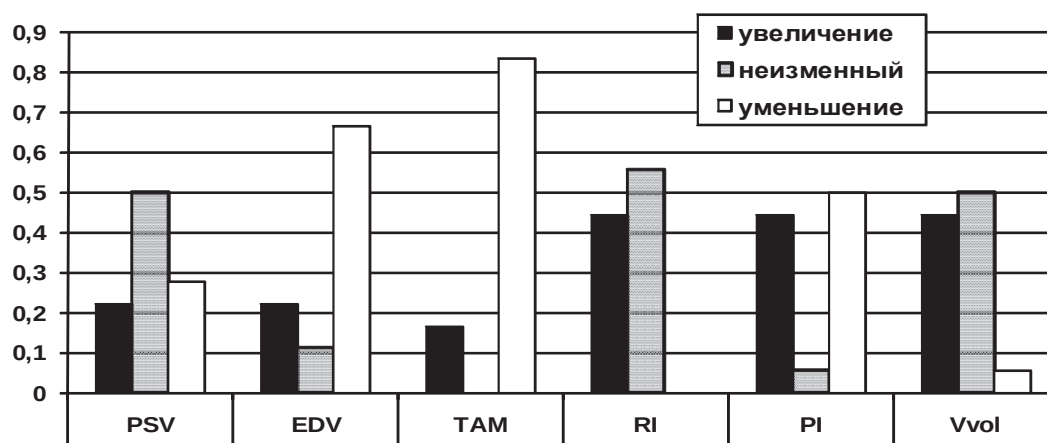


Рис. 3. Варианты изменения параметров артериального кровотока после хирургического лечения больных РМЖ III стадии (относительно исходного уровня)

цикла. Основным фактором, влияющим на величину пиковой систолической скорости кровотока, является ударный объем (или сердечный выброс при установившейся частоте сердечных сокращений). В меньшей степени на нее оказывают влияния свойства сосудистой стенки и реологические характеристики крови.

Усредненная по времени средняя скорость кровотока дает наиболее полное представление об истинной скорости крови в сосудах. Данная величина является наиболее чувствительным параметром и изменяется уже при слабо выраженной артериальной патологии, тогда как параметры пиковых скоростей меняются при бо-

лее поздней стадии патологического процесса. Изменения скоростных характеристик потока могут быть связаны с функцией сердца, состоянием сосудистой стенки, реологическими свойствами крови, удаленностью исследуемой сосудистой области от сердца [1, 4]. Различные виды артериальной патологии приводят к изменению скоростных параметров кровотока, степень изменения которых прямо пропорциональна выраженности патологического процесса.

Индекс сопротивления (RI) и индекс пульсации (PI) позволяют косвенно судить о величине периферического сопротивления. Индекс пульсации более точно отра-

Таблица 2

Частота сопутствующей патологии у оперированных больных по поводу рака молочной железы

|                       |    |     |
|-----------------------|----|-----|
| АГ                    | 57 | 35% |
| ИБС                   | 32 | 20% |
| Атеросклероз          | 24 | 15% |
| Ожирение              | 17 | 11% |
| Сахарный диабет тип 2 | 4  | 2%  |
| Хронический бронхит   | 23 | 14% |
| Прочие                | 4  | 2%  |



жает его состояние, так как для его вычисления используется усредненная скорость. Повышение вышеназванных индексов наблюдается при различных формах стено-оклюзирующей патологии, а также при вазоспастической реакции. Их снижение может быть вызвано открытием артериовенозных шунтов и периферической вазодилатацией.

Значение величины объемной скорости кровотока (Vvol) позволяет судить об истинном кровоснабжении органа [5]. Данный показатель зависит от диаметра сосуда, а именно от площади поперечного сечения, средней скорости и индекса пульсации, который служит для оценки изменения диаметра сосуда между фазой систолы и диастолы.

Изменения объемного кровотока (Vvol) верхней конечности, а именно увеличение притока артериальной крови у больных перенесших радикальную операцию по поводу РМЖ следует связать непосредственно с операционной травмой, в результате которой происходит пересечение множества мелких нервных волокон, приводящее к потере симпатического вазоконстрикторного контроля, являющегося результатом неврологического дефицита [6]. Это приводит к изменению состояния сосудистого компонента, в частности, с изменениями сосудистой стенки артерий, снижение ее вазоконстрикторных и эластичных свойств, что отражают RI и PI. Изменения непосредственно скоростных характеристик потока следует связывать не только с оперативным вмешательством, но и с наличием у пациенток выраженной сопутствующей патологии, а именно с наличием у них болезней сердечно-сосудистой системы, главным образом, артериальной гипертензии. Как известно, у гипертоников имеется либо гиперкинетический либо гиперволемический тип гемодинамики [7]. Полученные данные свидетельствуют о том, что артериальная гипертензия является предрасполагающим фактором к раз-

витию гемодинамических нарушений в верхней конечности у больных РМЖ и требует обязательной коррекции.

Снижение Vvol может быть вызвано, как правило, либо выраженным спазмом артериального сосуда, либо механическим препятствием как внутри сосуда (эмбол, атеросклеротическая бляшка), так и снаружи (рубцовая деформация мягких тканей окружающих сосуд, мышечный спазм в местах прохождения магистральных артерий). В редких случаях падение Vvol связано с неадекватной работой сердца. Учитывая тот факт, что на предоперационном этапе явлений атеросклероза и эмболизации плечевой артерии не выявлено, осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы в виде сердечной недостаточности не было, а для формирования рубцовой деформации необходим достаточный промежуток времени, основным фактором, приведшим к снижению артериального притока, можно считать спазм мышц, через которые проходят магистральная артерия, кровоснабжающая руку, а именно передняя лестничная мышца. Синдром передней лестничной мышцы впервые описан в 1938 г. Н.С. Naffziger и W.T. Grant [8]. Спазм мышцы формируется в результате рефлекторной реакции на патологическую импульсацию из пораженных сегментов позвоночника, периартикулярных тканей плечевого сустава, а также рецепторов позвоночной артерии. При этом передняя лестничная мышца является источником патологической проприоцептивной импульсации, обуславливающих появление функциональных изменений сердечно-сосудистой системы [9]. Очевидно, что в основе формирования скаленус-синдрома у больных, перенесших радикальное лечение по поводу РМЖ, лежат специфические реакции, происходящие в организме в ответ на агрессивное хирургическое вмешательство [10]. Клиническое значение данного патологического состояния заключается в том, что, помимо сдавления артерии, происходит значитель-

ная компрессия подключичной вены и замедление оттока крови от верхней конечности. Следует отметить, что по мере роста стадии опухолевого процесса проявления данного синдрома более выражено, вероятнее ввиду усложнения операции при метастатическом поражении подмышечных и подключичных лимфоузлов.

Несмотря на то что нарушения гемодинамики одинаково часто возникают у женщин, которым сохранили п. *intercostobrachialis* и которым невозможно было это сделать, сохранение последнего целесообразно ввиду лучших показателей функции верхней конечности [10, 12].

Наконец проблема послеоперационной лимфореи как закономерного и неизбежного осложнения операции, несмотря на практический интерес, до конца не решена. В настоящее время сложно предсказать с полной уверенностью объем и сроки лимфореи после радикальной мастэктомии. Увеличение притока крови к верхней конечности приводит к увеличению формирования межтканевой жидкости, а при нарушенном в результате операции лимфатическом оттоке полной эвакуации лимфы не происходит, что приводит к увеличению суммарного объема лимфореи, удаляемого по дренажам. Это подтверждает тот факт, что для предотвращения и уменьшения лимфореи в послеоперационном периоде необходима коррекция гемодинамических волемических нарушений развивающихся в послеоперационном периоде [11, 12].

### Заключение

У 49 % оперированных женщин имеет место статистически значимое увеличение притока артериальной крови к верхней конечности на стороне операции, связанное, главным образом, с изменениями скоростных характеристик потока и состояния сосудистой стенки. При сохранении подобного состояния при прогрессивно ухудшающемся

лимфовенозном оттоке вследствие проведения в последующем лучевой терапии и отсутствия профилактических мероприятий данная категории больных является группой риска по развитию лимфедемы верхней конечности.

Наличие сопутствующей терапевтической патологии и, главным образом, заболеваний сердечно-сосудистой системы является предрасполагающим фактором для развития гемодинамических нарушений и подлежит обязательной адекватной коррекции.

Увеличения показателя объемной скорости кровотока приводит к статистически значимому увеличению суммарного объема лимфореи, что является провоцирующим фактором для развития послеоперационных осложнений, таких, как длительная лимфорея, серома и нагноение послеоперационной раны, служащих, в свою очередь, факторами, способствующими возникновению вторичной лимфедемы верхней конечности.

О проявлении скаленус-синдрома можно говорить у 11% больных, имевших снижение объемной скорости кровотока в послеоперационном периоде, профилактика и коррекция которого должна начинаться в раннем послеоперационном периоде.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Эпидемиология злокачественных новообразований в Беларуси / И. В. Залуцкий [и др.]. – Минск: Зорны верасень, 2006. – С. 96-105.
2. Вторичная лимфедема верхней конечности у онкологических больных (этиология, клиника, лечение): практическое пособие для врачей / И. В. Залуцкий [и др.]. – Минск: Беларусь, 2004. – С. 11-20.
3. Пронин, В. И. Мастэктомия и ее последствия / В.И. Пронин, Ю. Л. Розанов, Л. З. Вельшер. – М.: Медицина, 1985. – С. 95-96.
4. Мясникова, М. О. Обоснование и оценка эффективности методов диагностики и лечения больных постмастэктомическим отеком верхней конечности: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.14 / М. О. Мясникова; С.-Петербург. гос. мед. ун-т им. акад. И. П. Павлова. – СПб., 2002. – 39 с.



5. Хофер, М. Цветовая дуплексная сонография: практическое руководство / М. Хофер. – Москва.: Мед.лит., 2007. – С. 7-14, 73-88.
6. Svensson, W. Colour Doppler demonstrates venous flow abnormalities in breast cancer patients with chronic arm swelling / W. Svensson, P. Mortimer, E. Yohno // Eur. J. Cancer. – 1994. – № 5. – P. 657-660.
7. Лужников, Е. А. Методика оценки функционального состояния гемодинамики и характера перераспределения крови у человека в реанимационном и реабилитационном периоде: метод. рекомендации / Е. А. Лужников, Л. Г. Костомарова, А. А. Цветков. – М., 1981. – С. 12-17.
8. Naffziger, H. C. // Surg. Gynecol. Obstet. / H. C. Naffziger, W. T. Grant. – 1938. – Vol. 67. – P. 722-748.
9. Кипервас, И. П. Периферические туннельные синдромы / И. П. Кипервас, М. В. Лукьянов. – М., 1991. – С. 43-47.
10. Стаханов, М. Л. Постмастэктомический синдром: патогенез, классификация / М. Л. Стаханов, Л. З. Вельшер, А. А. Савин // Рос. онкологич. журн. – 2006. – № 1. – С. 24-31.
11. Petrek, J. A. Incidence of breast carcinoma-related lymphedema / J. A. Petrek, M. C. Heelan // Cancer. – 1998. – Vol. 83. – P. 2776-2781.
12. Грушина, Т. И. Реабилитация в онкологии: физиотерапия / Т. И. Грушина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – С. 83-85.

*Поступила 30.09.2008 г.*