

# ОПЕРАЦИЯ ПОРТОСИСТЕМНОГО ШУНТИРОВАНИЯ (TIPS/ТИПС) ПРИ ОСЛОЖНЕННОЙ ПОРТАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВМЕШАТЕЛЬСТВА

Хоронько Ю.В.\* , Сидоров Р.В., Сапронова Н.Г.,  
Косовцев Е.В., Хоронько Е.Ю., Саркисов А.Э.,  
Криворотов Н.А., Абдуллаев К.И. оглы  
ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский  
университет», Ростов-на-Дону

DOI: 10.25881/20728255\_2023\_18\_3\_25

**Резюме.** Для оценки выраженности портальной гипертензии специалисты нередко используют градиент печеночного венозного давления (ГПВД). Однако, оценить количественно портальную декомпрессию, достигаемую портосистемным шунтирующим вмешательством и, в частности, операцией трансъюгулярного внутрипеченочного портосистемного шунтирования (TIPS/ТИПС), при помощи ГПВД весьма затруднительно.

Цель: проанализировать параметры, характеризующие перепад давления от воротной к нижней полой вене (портосистемный градиент давления), отражающий выраженность портальной гипертензии и достигаемую операцией TIPS/ТИПС степень портальной декомпрессии.

Материал и методы. Изучена диагностическая ценность параметров, количественно характеризующих величины портосистемного перепада давления до и после выполнения шунтирующей процедуры, а также влияние блокирования путей притока к пищеводно-желудочным вариксам эмболизирующими спиралями на давление в системе воротной вены. Для достижения цели и решения задач исследования из общего количества 287 больных, подвергшихся в 2007–22 гг. в хирургической клинике РостГМУ операции TIPS/ТИПС в связи с осложненной портальной гипертензией, выделена группа пациентов (n = 36), оперированных в 2020–22 гг., то есть на этапе такого освоения техники проведения операции TIPS/ТИПС, когда влияние технических погрешностей сводится к минимуму. Помимо ГПВД, у пациентов вычисляли портосистемный градиент давления (ПСГ), отличающийся большей точностью.

Результаты. Операцией TIPS/ТИПС у всех пациентов достигнута эффективная портальная декомпрессия, подтвержденная клинически редукцией пищеводно-желудочной варикозной трансформации, спленомегалии/гиперспленизма и резорбцией асцита. Исходные значения ГПВД и ПСГ составили  $16,54 \pm 5,79$  (5–30,3) и  $25,25 \pm 4,10$  (19–37) мм рт. ст., соответственно ( $r = 0,78$ ). Шунтирование привело к уменьшению давления в воротной вене с  $33,86 \pm 4,57$  до  $20,36 \pm 2,09$  мм рт. ст. ( $p < 0,001$ ). В свою очередь, снизился и ПСГ с  $26,42 \pm 4,48$  до  $9,75 \pm 1,18$  мм рт. ст. ( $p = 0,00256$ ).

Заключение. 1. ПСГ, в отличие от ГПВД, более точно характеризует портосистемный перепад давления при портальной гипертензии, так как его вычисляют по данным прямой манометрии. 2. Селективная эмболизация путей притока к пищеводно-желудочным вариксам приводит к незначительному нарастанию ПСГ. 3. Незначительное увеличение ПСГ полностью нивелируется шунтирующим этапом операции TIPS/ТИПС, обеспечивающим эффективную портальную декомпрессию.

**Ключевые слова:** портальная гипертензия, варикозное пищеводно-желудочное кровотечение, операция TIPS/ТИПС, портосистемный градиент давления.

## Введение

Варикозное пищеводно-желудочное кровотечение (ВПЖК), вызванное портальной гипертензией (ПГ) у больных циррозом печени, нередко приводит пациента к гибели, несмотря на комплекс своевременно предпринятых организационных, диагностических и лечебных

## TRANSJUGULAR INTRAHEPATIC PORTOSYSTEMIC SHUNT (TIPS PROCEDURE) FOR COMPLICATED PORTAL HYPERTENSION: EVALUATING EFFICACY AND EXPANDING INTERVENTION OPPORTUNITIES

Khoronko Yu.V.\* , Sidorov R.V., Saproнова N.G., Kosovtsev E.V., Khoronko E.Yu., Sarkisov A.E., Krivorotov N.A., Abdullaev K.I.O.  
Rostov State Medical University, Rostov-on-Don

**Abstract.** To assess the severity of portal hypertension, a number of parameters are known, among which specialists often use the hepatic venous pressure gradient (HVPG). However, it is difficult to quantify the portal decompression achieved by portosystemic shunt surgery and, in particular, transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS procedure) surgery using HVPG.

Aim. To analyze the significance of parameters characterizing the pressure gradient in the portal and inferior vena cava systems (portosystemic pressure gradient), reflecting the severity of portal hypertension and the degree of portal decompression achieved by the TIPS procedure.

Material and Methods. The diagnostic value of parameters that quantitatively characterize the portosystemic pressure gradient before and after shunting procedure, as well as the effect of embolization of afferent to esophagogastric varices on the pressure in portal vein system, was studied. To achieve the goal of the study, out of a total of 287 patients who underwent in 2007–22 in surgical clinic of RostSMU of the TIPS procedure due to complicated portal hypertension, a group of patients (n = 36) operated on in 2020–22 was identified, that is, at the stage of mastering the technique of performing TIPS, when the influence of technical errors is reduced to a minimum. In addition to HVPG, porto-systemic pressure gradient (PSG) was calculated in patients, which is more accurate.

Results. The TIPS procedure in all patients achieved effective portal decompression, which was clinically confirmed by reduction of esophagogastric varices and of splenomegaly/hypersplenism, and ascites resorption. Initial values of HVPG and PSG were  $16.54 \pm 5.79$  (5–30.3) and  $25.25 \pm 4.10$  (19–37) mm Hg, respectively ( $r = 0.78$ ). Shunting led to a decrease of pressure in portal vein from  $33.86 \pm 4.57$  to  $20.36 \pm 2.09$  mm Hg ( $p < 0.001$ ). In turn, PSG also decreased, from  $26.42 \pm 4.48$  to  $9.75 \pm 1.18$  mm Hg ( $p = 0.00256$ ).

Conclusion. 1. PSG, unlike HPVD, more accurately characterizes the portosystemic gradient in portal hypertension, since it is calculated from direct manometry data. 2. Selective embolization of inflow tracts to esophagogastric varices leads to an insignificant increase of PSG. 3. In turn, it is completely eliminated by the shunting stage of the TIPS procedure, providing effective portal decompression.

**Keywords:** portal hypertension, esophagogastric variceal bleeding, TIPS procedure, portosystemic pressure gradient.

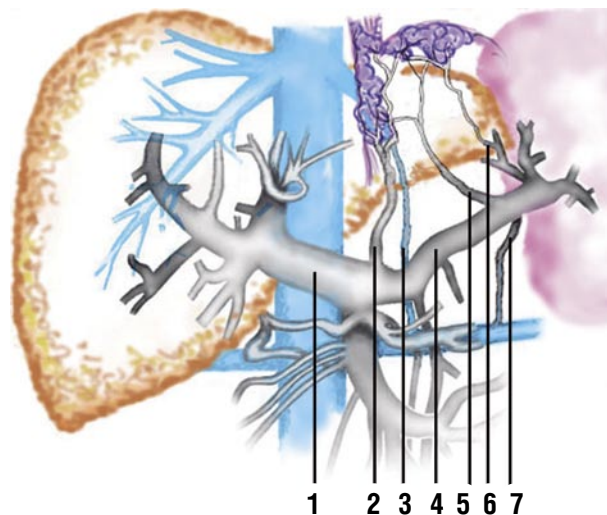
мероприятий [1; 2]. Портосистемное шунтирующее вмешательство, обеспечивая эффективную портальную декомпрессию, способствует профилактике неизбежного рецидива варикозной геморрагии, остановке кровотечения при безуспешности мер медикаментозного и эндоскопического гемостаза, а также, в более широком смысле,

\* e-mail: khoronko507@gmail.com

существенному удлинению бестрансплантационного периода и повышению качества жизни пациента [3; 4]. В хирургии портальной гипертензии XXI века сформировалось вполне устойчивое положительное мнение относительно высокой эффективности трансъюгулярного внутрипеченочного портосистемного шунтирования (transjugular intrahepatic portosystemic shunt) — операции TIPS/ТИПС [5; 6]. Однако, у данного вмешательства остаются слабые места, которые побуждают специалистов вести поиск для их преодоления. Одним из вариантов устранения подобных недостатков стала селективная эмболизация путей притока к пищеводно-желудочным вариксам, дополняющая шунтирующий этап операции [7; 8]. Давно и хорошо известно, что такие сосуды, как левая, задняя и короткие желудочные вены, становящиеся при портальной гипертензии афферентными сегментами спонтанных портосистемных шунтов, переполняют портальной кровью вариксы, вызывая их разрыв [9; 10]. Эндоваскулярное перекрытие кровотока по приносящим сосудам, осуществляемое эмболизирующими спиралями, позволяет предотвратить рецидив варикозного кровотечения при дисфункции рукотворного шунта (Рис. 1).

Эндоваскулярное перекрытие кровотока по приносящим сосудам, осуществляемое эмболизирующими спиралями, позволяет предотвратить рецидив варикозного кровотечения при дисфункции рукотворного шунта. Возникает закономерный вопрос: а не приводит ли эмболизация сосудов, являющихся спонтанными портосистемными шунтами, к нарастанию давления в системе воротной вены, сводя на нет достигаемую шунтированием портальную декомпрессию и сохраняя угрозу рецидива геморрагии? Доступные публикации ответа не содержат.

Для количественной оценки ПГ существует ряд параметров, среди которых специалисты нередко применяют градиент печеночного венозного давления — ГПВД (hepatic venous pressure gradient/HVPG) [11]. Его значение рассчитывают путем вычитания величины давления, измеренного в печеночной вене, чаще правой, при помощи свободно расположенного (free) в ней катетера («свободное» ПВД/FHVP), из величины давления, измеренного катетером, «заклинённым» (wedged) в правой печеночной вене (ЗПВД/WHVP). Следует заметить, что «заклинённое» ПВД — это давление не в воротной вене, а в синусоидах печени. При его измерении в печени, пораженной циррозом, эти показатели примерно соответствуют [12]. Приверженцы использования ГПВД/HVPG относят к его достоинствам воспроизводимость методики и её относительную простоту [11]. Критически настроенные специалисты высказывают отрицательное мнение о диагностической ценности ГПВД/HVPG, считая её явно завышенной [13]. В качестве альтернативы для оценки ПГ предложен градиент портального давления (portal pressure gradient/PPG), отражающий разницу значений давления, измеренных прямой манометрией в воротной и нижней полой венах [13; 14]. Именно этот показатель,



**Рис. 1.** Эндоваскулярные варианты подхода к пищеводным и желудочным вариксам. Цифрами обозначены: 1) воротная вена; 2) левая желудочная вена; 3) гастроренальный шунт; 4) селезеночная вена; 5) задняя желудочная вена; 6) короткие желудочные вены; 7) спленоренальный шунт.

более точно именуемый портосистемным градиентом давления — ПСГ (porto-systemic pressure gradient/PSG), пользуется наибольшим доверием среди специалистов, обладающих опытом применения операции TIPS/ТИПС с выполнением манометрии у сотен пациентов [15; 16].

Ну и, наконец, ощущение дискомфорта вызывает путаница в терминах. Отечественные авторы предложили десяток вариантов их вольного перевода из англоязычных публикаций, не всегда правильного. Именно по этой причине ключевые термины приведены в статье в оригинальном виде, а её авторы используют те из них, которые наиболее адекватно отражают суть.

Таким образом, ряд нерешенных вопросов нуждается в углубленном изучении. Анализ их результатов посвящена настоящая работа.

**Цель исследования** — проанализировать параметры, характеризующие перепад давления в системах воротной и нижней полой вен, в частности, портосистемный градиент давления, отражающий выраженность портальной гипертензии и достигаемую операцией TIPS/ТИПС степень портальной декомпрессии.

## Материал и методы

Хирургическая клиника РостГМУ располагает опытом выполнения операции TIPS/ТИПС у 287 больных с осложненной ПГ цирротического генеза в период 2007-22 гг. У подавляющего большинства пациентов показаниями к проведению шунтирующего вмешательства являлись эпизоды варикозной пищеводно-желудочной геморрагии в анамнезе и высокий риск кровотечения или его рецидива, установленные эндоскопически. Руководствуясь целью настоящего исследования, в него включены 36 больных, оперированных в 2020-22 гг., то

есть на этапе такого уверенного освоения техники операции TIPS/ТИПС, которое позволяет минимизировать погрешности получения результатов измерения изучаемых параметров. В исследования не включены пациенты с тромбозом в системе воротной вены и не подписавшие информированное согласие. Также из него исключены пациенты с неполными данными в Протоколе манометрии. Проанализированы результаты измерения давления в нижней полой и правой печеночной венах до проведения операции TIPS/ТИПС, в момент проникновения катетером в воротную вену, после проведения селективной эмболизации путей притока к пищеводно-желудочным вариксам и, наконец, после стентирования внутрипеченочного портосистемного канала. Следует заметить, что оптимальная последовательность этапов операции, при которой эмболизация путей притока к вариксам предшествует стентированию, обоснована проведенным ранее исследованием [17].

Техника TIPS/ТИПС не отличалась от общепринятой [18; 19]. Применяли местное обезболивание, дополненное внутривенной седацией. Инструментарий стандартный, из набора RUPS-100 (Cook®). После трансъяремного доступа в нижней полой вене немного выше устьев печеночных вен размещали J-образный конец стандартного ангиографического проводника, затем, в правой печеночной вене — интродьюсер Flexor Check-Flo с изогнутым катетером Rösch. Баллонным катетером с датчиком давления на конце (Edwards® Lifesciences) производили манометрию и фиксировали ряд параметров. Давление в правой печеночной вене измеряли при помощи катетера, кончик которого свободно располагался в 1–3 см от её впадения в нижнюю полую вену, получая значение т.наз. «свободного» печеночного венозного давления (free hepatic venous pressure — СПВД/ФНВП). Затем «заклинивали» катетер максимально дистально в правой печеночной вене, раздували его баллон и выжидали пару минут, пока кривая записи давления перейдет в плато. После трехкратного измерения получали среднее арифметическое, которое заносили в Протокол манометрии в графу «заклиниженного» печеночного венозного давления (wedged hepatic venous pressure) — ЗПВД/ВНВП. Заметим, что признаками качественного «заклинивания» катетера становилась, во-первых, невозможность аспирации крови, и, во-вторых, характерная ангиографическая картина без признаков рефлюкса или контрастирования внутрипеченочных шунтов. Значение ГПВД/НВПГ получали простым вычитанием СПВД/ФНВП из ЗПВД/ВНВП [11; 13].

Формированию внутрипеченочного портосистемного канала иглой Rösch-Uchida предшествовало планирование его траектории с помощью предоперационной СКТ органов брюшной полости, выполненной в режиме спленопортографии (Рис. 2).

Благодаря этому весьма трудоемкую чрезъяремную чреспеченочную пункцию ветви воротной вены в 90% случаев удалось осуществить с первой попытки. Далее,

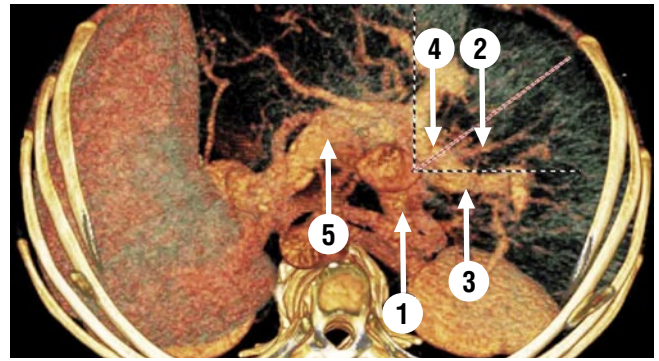


Рис. 2. Планирование траектории внутрипеченочного портосистемного канала. Цифрами обозначены: 1) нижняя полая вена; 2) правая печеночная вена; 3) правая ветвь воротной вены; 4) бифуркация воротной вены; 5) селезеночная вена; красная пунктирная линия — оптимальное направление пункции паренхимы печени.

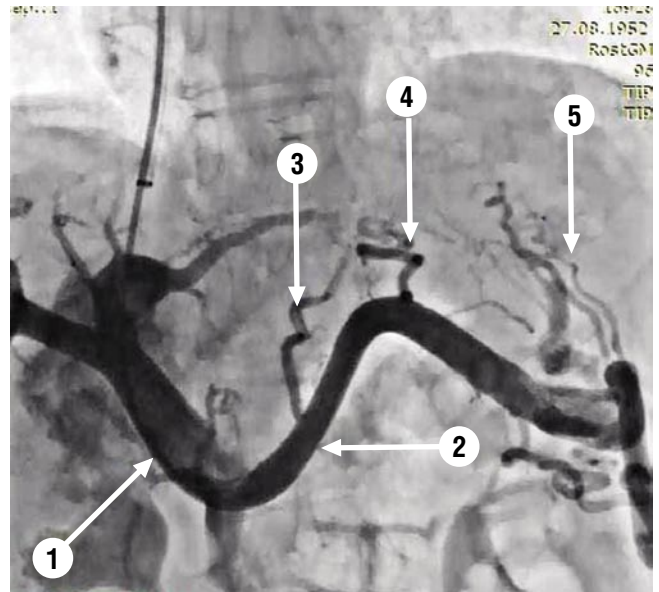


Рис. 3. Флебопортограмма. Цифрами обозначены: 1) воротная вена; 2) селезеночная вена; 3) левая желудочная вена; 4) задняя желудочная вена; 5) короткие желудочные вены.

тотчас после проникновения катетера в воротную вену измеряли исходное портальное давление. Следующим, одним из ключевых этапов операции, было размещение катетера в селезеночной вене поближе к воротам селезенки и выполнение прямой флебопортографии (Рис. 3).

Полученная флебопортограмма позволяла не только визуализировать устья путей притока к пищеводно-желудочным вариксам, представленные левой, задней и короткими желудочными венами, но и выполнить селективную катетеризацию и эмболизацию каждой из них на следующем этапе операции. Данная процедура, примененная у 34 (94,4%) пациентов, обеспечивала надежное блокирование путей притока к вариксам. Применяли эмболизирующие спирали модели MReye® (Cook®), имеющие высокую тромбогенность благодаря

многочисленным длинным волокнам. Количество и размер использованных спиралей зависели от особенностей ангиоархитектоники, диаметра и ветвления путей притока и варьировало от 0 до 14 (в среднем,  $6,2 \pm 3,5$ ). На завершающем этапе операции TIPS/ТИПС выполняли стентирование внутрипеченочного портосистемного канала. Использовали исключительно стенты, покрытые PTFE, предпочитая модель Nanarostent® Hepatico (M.I. Tech®), диаметром 8 или 10 мм. Завершали операцию контрольной флебошунтографией и финишной последовательной манометрией.

Краткая характеристика пациентов ( $n = 36$ ): средний возраст  $53,3 \pm 10,3$  (33–76) лет; мужчин несколько больше — 23 (63,9%); в этиологии цирроза преобладало вирусное поражение — у 22 (61,1%) и алкоголь — у 6 (16,7%); печеночная недостаточность класса В по Чайлд-Пью установлена в 2/3 наблюдений — у 24 (66,7%), класс С — у 12 (33,3%) больных; средний балл по Чайлд-Пью —  $9,2 \pm 1,7$  (7–13), по шкале MELD —  $12,2 \pm 3,9$  (6–22).

Статистическая обработка проведена с использованием программы Statistica для Windows 12.0 (StatSoft®). Вычисляли среднее значение, среднеквадратичное отклонение, стандартную ошибку средней выборочной. Для установления различия средних значений парных выборок использовали t-критерий Стьюдента. Значимыми считали различия при вероятности ошибки менее 0,05. Для характеристики линейной зависимости между двумя множествами применяли коэффициент корреляции Пирсона ( $r$ ).

## Результаты и обсуждение

Достижению портальной декомпрессии операцией TIPS/ТИПС предшествовало измерение ряда параметров, отражающих выраженность ПГ до вмешательства. «Свободное» давление в правой печеночной вене (СПВД/ФНВП) составило  $11,47 \pm 1,65$  (7–15) мм рт. ст., «заклиненное» давление в ней же (ЗПВД/WHVP) —  $27,83 \pm 6,13$  (13,5–42,3) мм рт. ст. Значения ГПВД/НВПГ получали у каждого пациента, вычисляя их по известной формуле  $\text{ГПВД/НВПГ} = \text{ЗПВД/WHVP} - \text{СПВД/ФНВП}$ . Средняя величина оказалась равной  $16,54 \pm 5,79$  (5–30,3) мм рт. ст.

Понимая недостатки данного параметра, хоть и характеризующего портосистемный перепад давления при ПГ цирротического генеза, но вычисляемого по опосредованному значению «заклиненного» давления в печеночной вене, в настоящем исследовании использован более точный показатель ПСГ/PSG, базирующийся на результатах прямой манометрии в воротной и нижней полой венах. Тем более, что размещение катетеров в точках, оптимальных для получения этих данных, происходит естественным образом при выполнении соответствующих этапов операции TIPS/ТИПС. Итак, исходное давление в нижней полой вене —  $7,61 \pm 1,34$  (5–11) мм рт. ст. Важно отметить его высокую прямую корреляционную взаимосвязь со значением «свободного» давления в

правой печеночной вене ( $r = 0,72$ ). Показатель исходного давления в воротной вене —  $32,81 \pm 4,27$  (2–45) мм рт. ст. Он прямо коррелирует с «заклиненным» давлением в правой печеночной вене ( $r = 0,81$ ). Итоговое значение портосистемного градиента давления —  $25,25 \pm 4,10$  (19–37) мм рт. ст.

Таким образом, у всех больных ( $n = 36$ ) отмечено, что исходные значения параметров, характеризующих перепад давления от воротной к нижней полой вене, значительно превышают показатели здоровых лиц и демонстрируют изменения, характерные для осложненного течения ПГ: ГПВД/НВПГ —  $16,54 \pm 5,79$  (5–30,3) мм рт. ст. и ПСГ/PSG —  $25,25 \pm 4,10$  (19–37) мм рт. ст. Оба анализируемых показателя равнозначны для оценки ПГ, о чем говорит близкое к единице значение коэффициента корреляции Пирсона ( $r = 0,78$ ). При этом ПСГ/PSG более адекватно характеризует выраженность ПГ, нежели ГПВД/НВПГ, так как является продуктом прямой манометрии в воротной вене. Далее. Выполнение селективной эмболизации путей притока к варикам и стентирование внутрипеченочного портосистемного канала производятся в закрытой системе воротной вены, которая лишь на завершающем, шунтирующем этапе операции, подвергается декомпрессии. Поэтому влияние эмболизации путей притока на портальное давление может быть оценено с высокой степенью достоверности. Давление в воротной вене после эмболизации возрастает незначительно и кратковременно, до  $33,86 \pm 4,57$  (27–46) мм рт. ст., по сравнению с исходным  $32,81 \pm 4,27$  (27–45) мм рт. ст. ( $t = 0,16$ ,  $p = 0,392$ ). Соответственно этому, после эмболизации немного увеличивается и значение ПСГ/PSG, с  $25,25 \pm 4,10$  (19–37) до  $26,42 \pm 4,48$  (19–38) ( $t = 0,13$ ,  $p = 0,394$ ) мм рт. ст. Последующее стентирование внутрипеченочного портосистемного канала обеспечивает устойчивый эффект декомпрессии в системе воротной вены, что проявляется снижением давления в ней с  $33,86 \pm 4,57$  (27–46) до  $20,36 \pm 2,09$  (16–23) мм рт. ст. ( $t_{исх} = 5,89$ ,  $риск < 0,001$ ). Очевидным является и одновременный факт снижения ПСГ/PSG с  $26,42 \pm 4,48$  (19–38) до  $9,75 \pm 1,18$  (7–11) мм рт. ст. ( $t = 3,27$ ,  $p = 0,00256$ ).

Клиническим результатом достигнутой портальной декомпрессии стала редукция пищеводно-желудочной варикозной трансформации, отмеченная при эндоскопическом исследовании уже через месяц у 29 (80,6%) больных, постепенная резорбция асцита, сокращение селезенки в размерах и уменьшение проявлений гиперспленизма, развившееся прежде всего в нарастании количества тромбоцитов. Уместно добавить, что госпитальная летальность составила 2,8% (один пациент, причина смерти — прогрессирование печеночно-почечной недостаточности). Для сравнения, среди 287 подвергшихся в клинике операции TIPS/ТИПС больных госпитальная летальность — 1,4% (4 больных). Показатели 6-недельной летальности — 5,6% и 2,1%, соответственно. Дисфункция шунта, обусловленная его тромбозом, в течение первого года наблюдения отмечена у 8,3% и 14% пациентов, соответственно.

**Заключение**

1. ПСГ, в отличие от ГПВД, более точно характеризует портосистемный перепад давления при портальной гипертензии, так как его вычисляют по данным прямой манометрии.
2. Селективная эмболизация путей притока к пищеводно-желудочным вариксам приводит к незначительному нарастанию ПСГ. При этом эндоваскулярное блокирование всех выявленных путей притока портальной крови к пищеводно-желудочным вариксам повышает эффективность процедуры TIPS/ТИПС в контексте предотвращения рецидивов варикозных кровотечений
3. Незначительное увеличение ПСГ полностью нивелируется шунтирующим этапом операции TIPS/ТИПС, обеспечивающим эффективную портальную декомпрессию.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).**

**ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES**

1. Roberts D, Best LMJ, Freeman SC, et al. Treatment for bleeding oesophageal varices in people with decompensated liver cirrhosis: a network meta-analysis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021; 2021(4): CD013155. doi: 10.1002/14651858.CD013155.
2. Zanetto A, Shalaby S, Feltracco P, et al. Recent Advances in the Management of Acute Variceal Hemorrhage. *J Clin Med.* 2021; 10(17): 3818. doi: 10.3390/jcm10173818.
3. de Franchis R, Bosch J, Garcia-Tsao G, et al. Baveno VII — Renewing consensus in portal hypertension. *J Hepatol.* 2022; 76(4): 959-974. doi: 10.1016/j.jhep.2021.12.022.
4. Ефимов Д.Ю., Федорук Д.А., Носик А.В., и др. Эволюция подходов к синдрому портальной гипертензии и принципы персонализации лечения // *Анналы хирургической гепатологии.* — 2022. — Т.27. — №2. — С.39-47. [Efimov DYU, Fedoruk DA, Nosik AE, et al. Evolution of approaches to portal hypertension syndrome and principles underlying treatment personalization. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii.* 2022; 27(2): 39-47. (In Russ.)] doi: 10.16931/1995-5464.2022-2-39-47.
5. Tripathi D, Stanley AJ, Hayes PC, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic stent-shunt in the management of portal hypertension. *Gut.* 2020; 69(7): 1173-1192. doi: 10.1136/gutjnl-2019-320221.
6. Büttner L, Aigner A, Pick L, et al. 25 years of experience with transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS): changes in patient selection and procedural aspects. *Insights Imaging.* 2022; 13(1): 73. doi: 10.1186/s13244-022-01216-5.
7. Lv Y, Chen H, Luo B, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt with or without gastro-oesophageal variceal embolization for the prevention of variceal rebleeding: a randomized controlled trial. *Lancet Gastroenterol Hepatol.* 2022; 7(8): 736-746. doi: 10.1016/S2468-1253(22)00087-5.
8. Shah KY, Ren A, Simpson RO, et al. Combined Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt Plus Variceal Obliteration versus Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt Alone for the Management of Gastric Varices: Comparative Single-Center Clinical Outcomes. *J Vasc Interv Radiol.* 2021; 32(2): 282-291.e1. doi: 10.1016/j.jvir.2020.10.009.
9. Nardelli S, Riggio O, Gioia S, et al. Spontaneous porto-systemic shunts in liver cirrhosis: Clinical and therapeutical aspects. *World J Gastroenterol.* 2020; 26(15): 1726-1732. doi: 10.3748/wjg.v26.i15.1726.
10. Vidal-González J, Quiroga S, Simon-Talero M, Genescà J. Spontaneous portosystemic shunts in liver cirrhosis: new approaches to an old problem. *Ther Adv Gastroenterol.* 2020; 13: 1756284820961287. doi: 10.1177/1756284820961287.
11. Lu Q, Leong S, Lee KA, et al. Hepatic venous-portal gradient (HVPG) measurement: pearls and pitfalls. *Br J Radiol.* 2021; 94(1124): 20210061. doi: 10.1259/bjr.20210061.
12. Suk KT. Hepatic venous pressure gradient: clinical use in chronic liver disease. *Clin Mol Hepatol.* 2014; 20(1): 6-14. doi: 10.3350/cmh.2014.20.1.6.
13. Wang L, Song QK, Yue ZD, et al. Study on the correlation between PPG and HVPG in patients with portal hypertension. *Zhonghua Gan Zang Bing Za Zhi.* 2022; 30(7): 722-727. doi: 10.3760/cma.j.cn501113-20200603-00291.
14. Wang HY, Song QK, Yue ZD, et al. Correlation of pressure gradient in three hepatic veins with portal pressure gradient. *World J Clin Cases.* 2022; 10(14): 4460-4469. doi: 10.12998/wjcc.v10.i14.4460.
15. Luo SH, Zhou MM, Cai MJ, et al. Reduction of portosystemic gradient during transjugular intrahepatic portosystemic shunt achieves good outcome and reduces complications. *World J Gastroenterol.* 2023; 29(15): 2336-2348. doi: 10.3748/wjg.v29.i15.2336.
16. Pitton MB, Weinmann A, Kloeckner R, et al. Transjugular Portosystemic Stent Shunt: Impact of Right Atrial Pressure on Portal Venous Hemodynamics Within the First Week. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2022; 45(1): 102-111. doi:10.1007/s00270-021-03003-z.
17. Хоронько Ю.В., Косовцев Е.В., Козыревский М.А. и др. Портосистемные шунтирующие операции при осложненной портальной гипертензии: современные возможности мини-инвазивных технологий // *Анналы хирургической гепатологии.* — 2021. — Т.26. — №3. — С.34-45. [Khoronko YuV, Kosovtsev EV, Kozыrevskiy MA, et al. Portosystemic shunting procedures for complicated portal hypertension: modern opportunities of mini-invasive technique. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii.* 2021; 26(3): 34-45. (In Russ.)] doi: 10.16931/1995-5464.2021-3-34-45.
18. Ishikawa T. Efficacy of interventional radiology in the management of portal hypertension: A narrative review. *Medicine (Baltimore).* 2022; 101(33): e30018. doi: MD.000000000030018.
19. Wang P, Qi X, Xu K. Evolution, progress, and prospects of research on transjugular intrahepatic portosystemic shunt applications. *J Interv Med.* 2021; 4(2): 57-61. doi: 10.1016/j.jimed.2021.02.001.