

ISSN 1995-5464 (Print); ISSN 2408-9524 (Online)

<https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-3-116-123>

## Основные этапы оптимизации методики трансъюгулярного внутрипеченочного портосистемного шунтирования как метода лечения осложнений портальной гипертензии

Гарбузенко Д.В. \*

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России; 454092, Челябинск, ул. Воровского, д. 64, Российская Федерация

**Цель.** Описать основные этапы оптимизации методики трансъюгулярного внутрипеченочного портосистемного шунтирования.

**Материал и методы.** Поиск статей за период с 1969 по 2024 г. осуществлен в PubMed, Embase, Web of Science, Google Scholar, Cochrane Library, eLibrary, пристатейных списках литературы. Критерии включения были ограничены техническими решениями, связанными с оптимизацией методики трансъюгулярного внутрипеченочного портосистемного шунтирования.

**Результаты.** Инновационные идеи, последующие экспериментальные исследования и предварительный опыт применения у больных циррозом печени способствовали внедрению трансъюгулярного внутрипеченочного портосистемного шунтирования в клиническую практику. Главным достижением оптимизации методики является прогресс в качественных характеристиках стентов. Переход от голометаллических стентов к устройствам с покрытием позволил в значительной степени предотвратить дисфункцию шунта. Однако сохраняет актуальность вопрос об оптимальном диаметре для эффективного снижения портального давления без риска развития печеночной энцефалопатии.

**Заключение.** Дальнейшая оптимизация методики трансъюгулярного внутрипеченочного портосистемного шунтирования, а также тщательный отбор больных, основанный, в частности, на когнитивных показателях, состоянии питания и оценке функции печени, позволят уменьшить риск развития печеночной энцефалопатии и улучшить результаты лечения.

**Ключевые слова:** цирроз печени; портальная гипертензия; трансъюгулярное внутрипеченочное портосистемное шунтирование; стенты; проходимость шунта; печеночная энцефалопатия

**Ссылка для цитирования:** Гарбузенко Д.В. Основные этапы оптимизации методики трансъюгулярного внутрипеченочного портосистемного шунтирования как метода лечения осложнений портальной гипертензии. *Анналы хирургической гепатологии.* 2024; 29 (3): 116–123. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-3-116-123>

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

## Optimization stages of transjugular intrahepatic portosystemic shunt technique as a treatment method for portal hypertension complications

Garbuzenko D.V. \*

South Ural State Medical University, Ministry of Health of Russia; 64, Vorovskogo str., Chelyabinsk, 454092, Russian Federation

**Aim.** To describe the main stages in the process of optimizing the technique of transjugular intrahepatic portosystemic shunting (TIPS).

**Materials and methods.** The literature search covered the period from 1969 to 2024 using the databases of PubMed, Embase, Web of Science, Google Scholar, Cochrane Library, and eLIBRARY based on reference lists. The inclusion criteria were limited to technical solutions related to optimization of the TIPS technique.

**Results.** Innovative ideas, subsequent experimental studies, and preliminary experience of application of TIPS in patients with liver cirrhosis contributed to its introduction into clinical practice. The recent progress in this field is related to the qualitative improvement of the stents used. Thus, the transition from bare metal stents to coated devices significantly reduced the cases of shunt dysfunction. However, the question of an optimal diameter for effective reduction of portal pressure without the risk of hepatic encephalopathy remains relevant.

**Conclusion.** Further optimization of the TIPS technique, as well as a careful selection of patients based, in particular, on cognitive indices, nutritional status, and assessment of liver function, will reduce the risk of hepatic encephalopathy and improve the treatment outcome.

**Keywords:** liver cirrhosis; portal hypertension; transjugular intrahepatic portosystemic shunt; TIPS; stents; shunt patency; hepatic encephalopathy

**For citation:** Garbuzenko D.V. Optimization stages of transjugular intrahepatic portosystemic shunt technique as a treatment method for portal hypertension complications. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery*. 2024; 29 (3): 116–123. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-3-116-123> (In Russian)

The authors declare no conflict of interest.

## ● Введение

Портальная гипертензия (ПГ) является ведущим синдромом, характерным для цирроза печени (ЦП), существенно влияющим на его прогноз. Это патологическое увеличение портосистемного градиента давления (ПСГД), стандартом клинической оценки которого служит измерение градиента печеночного венозного давления (ГПВД). Нормальные показатели ГПВД составляют 1–5 мм рт.ст., давление >10 мм рт.ст. свидетельствует о клинически значимой ПГ [1]. ПГ является неблагоприятным событием в естественном течении ЦП, поскольку приводит к развитию угрожающих жизни осложнений, сокращающих медиану выживаемости до 2–4 лет [2]. Очевидно, что редукция портального давления должна быть главной целью лечения при ПГ, при этом необходимо стремиться к уменьшению ГПВД до значений <12 мм рт.ст. или на 20% ниже исходных [3].

Трансъюгулярное внутривенное портосистемное шунтирование (Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt, TIPS) – это эндоваскулярная процедура, позволяющая существенно уменьшить портальное давление [4], предотвратить декомпенсацию и улучшить выживаемость больных ЦП [5]. В современных клинических руководствах TIPS рекомендована больным ЦП для профилактики рецидива кровотечения из варикозно расширенных вен пищевода и желудка (ВРВПЖ) при безуспешности комбинированного применения неселективных β-адреноблокаторов и эндоскопического лигирования. Его применение также показано при остром кровотечении из ВРВПЖ при неэффективности фармакотерапии вазоактивными препаратами и эндоскопического лигирования. Кроме того, отдельным больным ЦП Child–Pugh В (>7 баллов) или С (<14 баллов) с активным кровотечением из ВРВПЖ при ЭГДС и имеющим наибольший риск его рецидива (ГПВД >20 мм рт.ст. при кровотечении) может быть выполнено раннее или упреждающее TIPS в течение 72 ч после поступления (в идеале – в 1-е сутки) [6]. Другими показаниями к его применению являются рефрактерный асцит и печеночный гидроторакс [7]. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о перспективах TIPS при тромбозе воротной вены (ВВ), не связанном с гепатоцеллюлярной карциномой, и синдроме Багда–Киари [8], а также у больных

ЦП с клинически значимой ПГ перед оперативным вмешательством высокого риска [9]. Помимо этого, обсуждают возможность его использования при портосиноидальных сосудистых расстройствах [10] и гепатоцеллюлярной карциноме [11].

**Цель обзора** – описание основных этапов оптимизации методики TIPS с особым вниманием к роли инновационных идей и технических решений, которые сделали эту мини-инвазивную эндоваскулярную процедуру важным методом лечения при осложнениях ПГ.

## Инновационные идеи, способствующие внедрению TIPS в клиническую практику

Методика TIPS была экспериментально разработана в конце 1960-х годов на кафедре диагностической радиологии Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе. Во время проведения исследований по изучению возможности выявления обструкции желчевыводящих путей с помощью трансъюгулярной холангиографии непреднамеренные попадания модифицированной иглы Ross во внутривенные ветви ВВ навели на мысль о новом диагностическом методе – трансъюгулярной портографии, а в дальнейшем – о TIPS. Для создания внутривенного портосистемного шунта у экспериментальных животных (5 собак) после трансъюгулярной портографии проведенными через верхнюю полую вену, правое предсердие, нижнюю полую вену (НПВ) и левую печеночную вену коаксиальными тefлоновыми тонкостенными ангиопластическими катетерами Dotter разных размеров в паренхиме печени формировали канал. Чтобы он оставался открытым, первоначально в него устанавливали рентгенконтрастную жесткую тefлоновую трубку длиной 6–10 см и внутренним диаметром 6 мм. Она хорошо функционировала, но имела свойство смещаться краниально в НПВ, а в 1 наблюдении – даже в правое предсердие [12]. Покрытая сополимером на основе силикона спиральная пружинная трубка с внутренним диаметром 6 мм, помещенная дистальным сегментом в ВВ, а проксимальным – в НПВ, была стабильной и обеспечивала лучшие результаты. Такой шунт отводил значительную часть крови, а иногда и всю портальную кровь в системный кровоток и оставался проходимым в течение 2 нед. В дальнейшем, обычно на каудальном сегменте трубки,

где она соприкасалась со стенкой ВВ, начинал образовываться тромб, что в итоге приводило к тромбозу шунта [13]. Таким образом, эти первоначальные экспериментальные исследования на собаках, а также образцах нормальной и цирротически измененной печени человека определили перспективы TIPS, однако вопрос о материале для создания шунта остался открытым.

В начале 80-х годов R.F. Colapinto и соавт. в качестве шунта использовали баллонный дилатационный катетер Gruentzig. Они размещали его в сформированном в паренхиме печени канале между печеночной и ВВ у 6 больных декомпенсированным ЦП, имевшим массивное кровотечение из ВРВПЖ. У всех пациентов сразу отметили уменьшение портального давления на 10–15 мм рт.ст. Через 12 ч после процедуры при ангиографии отмечена проходимость шунтов, что было также подтверждено у 3 из 4 выживших пациентов спустя 6 нед [14]. Несколько позже J.C. Palmaz и соавт. опубликовали результаты эксперимента на 12 собаках. Для создания внутрипеченочного портосистемного шунта в сформированном в паренхиме печени канале между передней поверхностью НПВ и бифуркацией ВВ размещали и расширяли раздуванием баллона для ангиопластики специально изготовленную в качестве стента трубчатую плетеную сетку из проволоки из нержавеющей стали. У 8 из 9 выживших собак шунт функционировал в течение 9 мес после установки [15]. В дальнейшем подобную модель использовали у 9 собак с индуцированной внутрипортальными инъекциями поливинилового спирта хронической ПГ. У всех животных проходимость шунта сохранялась до 48 нед. Низкий ПСГД и высокий кровоток в шунте обеспечивали хорошие результаты. При аутопсии стенты были покрыты тонким слоем псевдоинтимы 1,0–1,5 мм и были полностью эндотелизированы [16]. В 1989 г. G.M. Richter и соавт. представили первое клиническое описание TIPS с применением раскрываемого баллонного стента у больного ЦП Child–Pugh C с клинически значимой ПГ. Несмотря на то что ПСГД уменьшился с 38 до 18 мм рт.ст., а состояние пациента значительно улучшилось, на 11-й день после процедуры он умер от острой респираторной недостаточности. На вскрытии описан полностью проходимый шунт с тонким эндотелиальным слоем на его внутренней поверхности [17]. Спустя год эти же авторы опубликовали работу, в которой сообщили об успешном исходе TIPS с применением раскрываемого баллоном стента у 9 больных ЦП с клинически значимой ПГ [18]. Эти оптимистичные результаты послужили толчком к внедрению TIPS в клиническую практику. Однако появились 2 связанные с ним проблемы, а именно дисфункция шунта и ассоциированная с TIPS печеночная энцефалопатия (ПЭ).

## Эволюция технических характеристик стентов для TIPS

Используемые для TIPS стенты должны способствовать эффективному уменьшению ПСГД и обладать особыми механическими свойствами, включая высокую эластичность, прочность, позволяющую выдерживать жесткость печени, износостойкость и хорошую биосовместимость, чтобы уменьшить риск тромбоза и гиперплазии интимы, которые могут привести к дисфункции шунта, а также оптимальный диаметр для предупреждения ПЭ [19].

Стенты первого поколения в основном были представлены голометаллическими стентами (ГМС), изготовленными из биомедицинских металлов или сплавов. Например, известный своей высокой механической прочностью и устойчивостью к коррозии стент из нержавеющей стали Palmaz обладал недостаточной гибкостью, его использование сопровождалось высокой частотой осложнений. Стенты из нитинола (сплав никеля и титана): WALLSTENT, E-Luminexx, S.M.A.R.T. CONTROL и другие — показали хорошие результаты биосовместимости и устойчивости к коррозии, а уникальные свойства памяти формы и сверхэластичности, позволяющие им расширяться, способствовали широкому применению при TIPS [20]. Тем не менее в эпоху ГМС дисфункция шунта была частым и опасным осложнением TIPS, что, как правило, являлось следствием его острого тромбоза, гиперплазии псевдоинтимы в результате желчеистечения из поврежденных желчных протоков в просвет стента и гиперплазии интимы печеночной вены [21]. Постепенное развитие стеноза или окклюзии шунта уменьшало эффективность TIPS, в значительной степени ограничивая его применение “спасательной терапией” или “мостом” к трансплантации печени [22].

Для решения этой проблемы проведено несколько экспериментальных и клинических исследований, направленных на разработку покрытых стентов. Ввиду отсутствия гиперплазии псевдоинтимы их применение должно было значительно улучшить долгосрочную проходимость шунта. После изучения различных материалов оказалось, что наилучшие результаты показали стенты, покрытые политетрафторэтиленом (ПТФЭ) [23]. Важным условием при установке покрытых ПТФЭ стентов является обеспечение достаточной его длины. Его следует располагать в правой или левой ветви ВВ на расстоянии не менее 1–2 см от бифуркации (непокрытая часть). Стент устанавливают через сформированный в паренхиме печени канал и далее — по печеночной вене до места впадения в НПВ (покрытая часть). При этом расстояние от краниального сегмента стента до НПВ должно быть не более 1 см [24]. Также нельзя забывать о необходимости полного

покрытия внутривенного канала для профилактики попадания желчи в просвет стента и развития псевдоинтимальной гиперплазии [25]. В конце 90-х годов стенты с ПТФЭ были внедрены в клиническую практику и показали существенное улучшение проходимости шунта по сравнению с ГМС без увеличения частоты ПЭ и с тенденцией к уменьшению смертности [26, 27]. В отечественной литературе описан опыт успешного применения для TIPS билиарных стентов с покрытием из ПТФЭ HANAROSTENT [28, 29].

С начала 2000-х годов стали доступны саморасширяющиеся стенты, покрытые растянутым политетрафторэтиленом (РПТФЭ), диаметром 8, 10 и 12 мм. Разработанный компанией W.L. Gore & Associates специально для TIPS стент с покрытием из РПТФЭ VIATORR (VTS) был первым получившим одобрение Управления по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA). Непокрытая часть его саморасширяющегося нитинолового каркаса (2 см) располагается в ВВ, тогда как покрытая (5–8 см) – в паренхиматозном канале и печеночной вене [30]. Первичная проходимость стентов VTS с РПТФЭ была изучена через 1, 2 и 5 лет после TIPS и составила 91,5, 89,2 и 86,2% без его дисфункций на протяжении 5 лет. Показатели однолетней, четырех- и десятилетней выживаемости составили 69,2, 52,1 и 30,7% [31]. В другом исследовании применение стента VTS с покрытием из РПТФЭ для TIPS способствовало редукции ПСГД в среднем с 21 (19–25) до 13 (10–16) мм рт.ст. За 4 года наблюдения ПЭ выявлена у 51,4% пациентов, а за 5 лет частота дисфункции шунта и повторных кровотечений из ВРВПЖ была 11 и 28,3%, общая летальность – 34,2% [32].

В качестве альтернативы VTS был предложен стент Fluency, предназначенный в первую очередь для периферических сосудов, но адаптированный для TIPS. В отличие от VTS, он полностью покрыт и не имеет непокрытой части со стороны ВВ. В исследовании [33] применение стента Fluency для TIPS приводило к раннему уменьшению ПСГД с  $23,4 \pm 7,1$  до  $7,6 \pm 3,5$  мм рт.ст. Через 1 и 3 года первичная проходимость шунта составила 93 и 75,9%, выживаемость – 93,4 и 77,2%, кровотечение из ВРВПЖ отсутствовало у 94,2 и 71,4% пациентов.

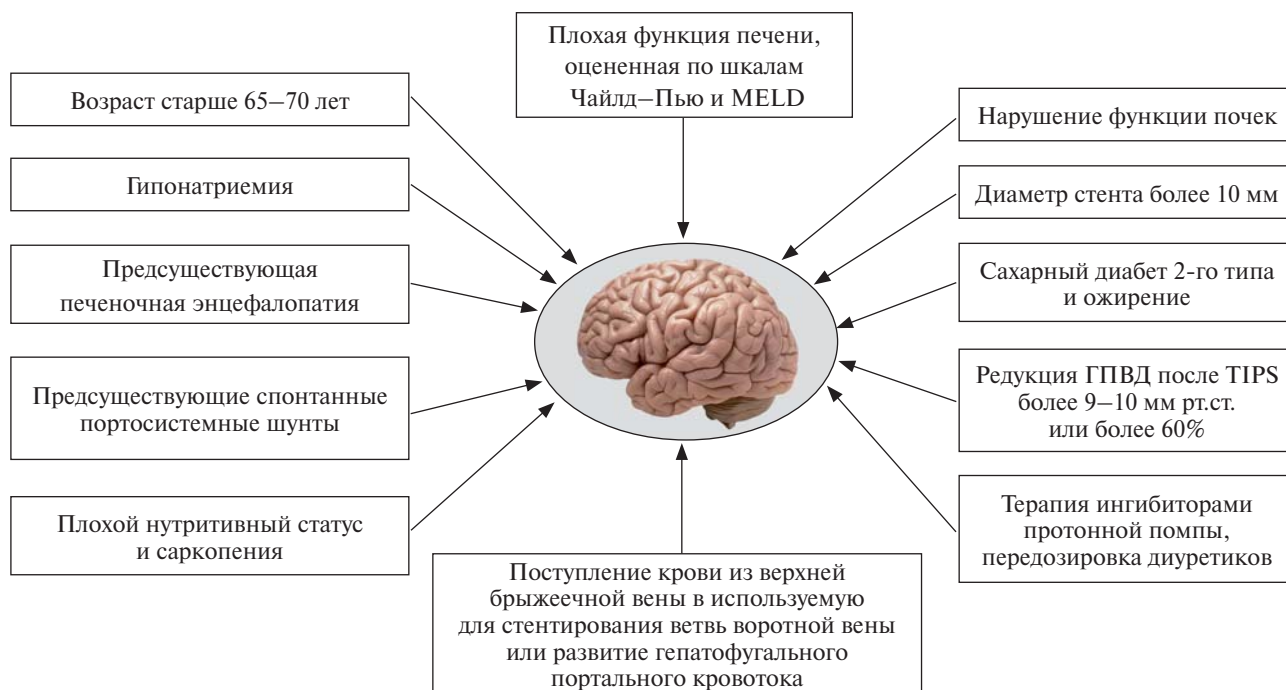
Метаанализ 119 рандомизированных контролируемых исследований показал, что применение стентов с покрытием из РПТФЭ для TIPS способствовало значительно большей общей выживаемости, лучшей проходимости шунта и меньшей частоте ПЭ, чем применение ГМС [34]. Преимущества стентов с РПТФЭ в сравне-

нии с ГМС были продемонстрированы и в недавнем Кокрейновском систематическом обзоре, но без различий в частоте ПЭ [35].

При соблюдении всех правил установки покрытых РПТФЭ стентов дисфункция шунта в настоящее время не является большой проблемой. Однако продолжает оставаться актуальным вопрос об оптимальном диаметре стента, который способствует эффективному уменьшению ПСГД без риска развития ПЭ [36]. Исследования показали, что для достижения хороших результатов необходимо уложиться в очень узкие терапевтические рамки ПСГД: <12 мм рт.ст. для предотвращения кровотечения из ВРВПЖ и >10 мм рт.ст. для профилактики ПЭ. На практике при использовании саморасширяющихся стентов с покрытием из РПТФЭ этой цели достичь трудно [37].

В 2017 г. был представлен новый стент с покрытием из РПТФЭ Gore Viatorr TIPS с контролируемым расширением (VCX). Его диаметр от 8 до 10 мм регулируется вне зависимости от возможной пассивной дилатации, что дает возможность точно калибровать шунт и контролировать ПСГД на протяжении всего послеоперационного периода, способствуя уменьшению риска ПЭ [38]. Несмотря на связанные с внедрением VCX успехи, вопрос об оптимальном диаметре стента остается открытым. Очевидно, что для профилактики ПЭ целевая редукция ПСГД должна быть меньше, чем требовалось в эпоху ГМС, но конкретных данных для принятия научно обоснованных решений пока не хватает.

Следует отметить, что технические характеристики стента, его диаметр более 10 мм и снижение ПСГД менее 10 мм рт.ст. являются не единственными индивидуальными факторами риска ПЭ после TIPS. Ее патофизиология сложна и связана с комплексным взаимодействием гипераммониемии и системного воспаления. Иными словами, она обусловлена нейротоксичностью, связанной с гипераммониемией [39]. В контексте развития ПЭ после TIPS необходимо учитывать два фактора. Прежде всего это феномен обкрадывания, когда обогащенная аммиаком кровь из кишечника поступает в обход печени и не включается в цикл образования мочевины, что усугубляет гипераммониемию. Во-вторых, портокавальное шунтирование, включая TIPS, приводит к повышению активности фосфат-активируемой глутаминазы в кишечнике, способствуя увеличению количества выделяемого им аммиака [40]. Решающее значение для уменьшения риска ПЭ после TIPS имеет тщательный отбор пациентов. Многие предикторы ее развития хорошо описаны и представлены на рисунке [41].



**Рисунок.** Индивидуальные факторы риска печеночной энцефалопатии после TIPS. ГПВД – градиент печеночного венозного давления; TIPS – Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt.

**Figure.** Individual risk factors for hepatic encephalopathy after TIPS. HVPG – hepatic venous pressure gradient; TIPS – Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt.

### Комбинация TIPS с селективной эмболизацией желудочных вен

Сохранение гепатофугального кровотока, а именно гастроэзофагеального пути шунтирования, несмотря на уменьшение ПСГД после TIPS, является существенным фактором риска как рецидива кровотечений из ВРВПЖ, так и ПЭ [42]. В подобной клинической ситуации целесообразна комбинация TIPS с селективной эмболизацией афферентных желудочных вен, число которых устанавливают по результатам выполненной до установки внутривенного стента флебографии [43]. При этом необходимо блокировать все притоки, несущие кровь к ВРВПЖ [44]. В недавнем систематическом обзоре и метаанализе 11 исследований было показано, что комбинация TIPS с селективной эмболизацией желудочных вен сопровождается меньшей частотой повторных кровотечений из ВРВПЖ, чем после одного TIPS. Лучшие результаты были получены при использовании СГ-ПТФЭ. В то же время различий в частоте дисфункции шунта, ПЭ и смертности между группами сравнения выявлено не было. Авторы делают важный вывод о необходимости индивидуального подхода при определении показаний к комбинированному применению TIPS с селективной эмболизацией желудочных вен с учетом баланса риска и пользы [45].

### ● Заключение

Мировой опыт применения сделал TIPS важным методом лечения при осложнениях ПГ, фактически заменившим открытые хирургические вмешательства. Методика этой эндоваскулярной процедуры прошла сложный, почти полувекковой путь эволюции от инновационных идей до оригинальных технических решений. Переход от ГМС к устройствам с покрытием из РПТФЭ позволил в значительной степени предотвратить дисфункцию шунта. Однако продолжает оставаться актуальным вопрос о его предпочтительном диаметре, который способствует эффективному уменьшению ПСГД без риска развития ПЭ. В настоящее время ПЭ является одним из наиболее частых осложнений TIPS, существенно влияющим на его эффективность и прогноз. Дальнейшая оптимизация методики TIPS, а также тщательный отбор больных, основанный, в частности, на когнитивных показателях, состоянии питания и оценке функции печени, позволит уменьшить риск ее развития и улучшить результаты лечения.

### Участие авторов

Гарбузенко Д.В. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

**Authors contributions**

Garbuzenko D.V. – concept and design of the study, collection and processing of data, writing text, editing, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

**● Список литературы [References]**

- Berzigotti A., Seijo S., Reverter E., Bosch J. Assessing portal hypertension in liver diseases. *Expert Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 2013; 7 (2): 141–155. <https://doi.org/10.1586/egh.12.83>
- Jalan R., D'Amico G., Trebicka J., Moreau R., Angeli P., Arroyo V. New clinical and pathophysiological perspectives defining the trajectory of cirrhosis. *J. Hepatol.* 2021; 75 Suppl 1: S14–S26. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2021.01.018>
- Гарбузенко Д.В. Аспекты патогенетической фармакотерапии портальной гипертензии при циррозе печени. *Терапевтический архив.* 2016; 88 (2): 101–108. <https://doi.org/10.17116/terarkh2016888101-108>  
Garbuzenko D.V. Aspects of pathogenetic pharmacotherapy for portal hypertension in liver cirrhosis. *Terapevticheskie Arkhiv.* 2016; 88 (2): 101–108. <https://doi.org/10.17116/terarkh2016888101-108> (In Russian)
- Chen Y., Qiu H., Zhang X. Transjugular intrahepatic portal shunt in the treatment of portal hypertension due to cirrhosis: single center experience. *BMC Surg.* 2019; 19 (1): 191. <https://doi.org/10.1186/s12893-019-0659-5>
- Larrue H., D'Amico G., Olivas P., Lv Y., Bucsecs T., Rudler M., Sauerbruch T., Hernandez-Gea V., Han G., Reiberger T., Thabut D., Vinel J.P., Péron J.M., García-Pagán J.C., Bureau C. TIPS prevents further decompensation and improves survival in patients with cirrhosis and portal hypertension in an individual patient data meta-analysis. *J. Hepatol.* 2023; 79 (3): 692–703. <https://doi.org/10.1007/s12328-021-01487-3>
- de Franchis R., Bosch J., Garcia-Tsao G., Reiberger T., Ripoll C.; Baveno VII Faculty. Baveno VII – Renewing consensus in portal hypertension. *J. Hepatol.* 2022; 76 (4): 959–974. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2021.12.022>
- Boike J.R., Thornburg B.G., Asrani S.K., Fallon M.B., Fortune B.E., Izzy M.J., Verna E.C., Abraldes J.G., Allegretti A.S., Bajaj J.S., Biggins S.W., Darcy M.D., Farr M.A., Farsad K., Garcia-Tsao G., Hall S.A., Jadlowiec C.C., Krowka M.J., Laberge J., Lee E.W., Mulligan D.C., Nadim M.K., Northup P.G., Salem R., Shatzel J.J., Shaw C.J., Simonetto D.A., Susman J., Kolli K.P., VanWagner L.B.; Advancing Liver Therapeutic Approaches (ALTA) Consortium. North American Practice-Based Recommendations for transjugular intrahepatic portosystemic shunts in portal hypertension. *Clin. Gastroenterol. Hepatol.* 2022; 20 (8): 1636–1662.e36. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2021.07.018>
- Northup P.G., Garcia-Pagan J.C., Garcia-Tsao G., Intagliata N.M., Superina R.A., Roberts L.N., Lisman T., Valla D.C. Vascular liver disorders, portal vein thrombosis, and procedural bleeding in patients with liver disease: 2020 Practice Guidance by the American Association for the Study of Liver Diseases. *Hepatology.* 2021; 73 (1): 366–413. <https://doi.org/10.1002/hep.31646>
- Morris S.M., Abbas N., Osei-Bordom D.C., Bach S.P., Tripathi D., Rajoriya N. Cirrhosis and non-hepatic surgery in 2023 – a precision medicine approach. *Expert Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 2023; 17 (2): 155–173. <https://doi.org/10.1080/17474124.2023.2163627>
- Lapenna L., Di Cola S., Gazda J., De Felice I., Gioia S., Merli M. New indications for TIPSS: what do we know so far? *J. Clin. Exp. Hepatol.* 2023; 13 (5): 794–803. <https://doi.org/10.1016/j.jceh.2023.01.017>
- Fichtl A., Seufferlein T., Zizer E. Risks and benefits of TIPS in HCC and other liver malignancies: a literature review. *BMC Gastroenterol.* 2023; 23 (1): 403. <https://doi.org/10.1186/s12876-023-03047-0>
- Rösch J., Hanafée W.N., Snow H. Transjugular portal venography and radiologic portacaval shunt: an experimental study. *Radiology.* 1969; 92 (5): 1112–1114. <https://doi.org/10.1148/92.5.1112>
- Rösch J., Hanafée W., Snow H., Barenfus M., Gray R. Transjugular intrahepatic portacaval shunt. An experimental work. *Am. J. Surg.* 1971; 121 (5): 588–592. [https://doi.org/10.1016/0002-9610\(71\)90147-4](https://doi.org/10.1016/0002-9610(71)90147-4)
- Colapinto R.F., Stronell R.D., Gildiner M., Ritchie A.C., Langer B., Taylor B.R., Blendis L.M. Formation of intrahepatic portosystemic shunts using a balloon dilatation catheter: preliminary clinical experience. *AJR Am. J. Roentgenol.* 1983; 140 (4): 709–714. <https://doi.org/10.2214/ajr.140.4.709>
- Palmaz J.C., Sibbitt R.R., Reuter S.R., Garcia F., Tio F.O. Expandable intrahepatic portacaval shunt stents: early experience in the dog. *AJR Am. J. Roentgenol.* 1985; 145 (4): 821–825. <https://doi.org/10.2214/ajr.145.4.821>
- Palmaz J.C., Garcia F., Sibbitt R.R., Tio F.O., Kopp D.T., Schwesinger W., Lancaster J.L., Chang P. Expandable intrahepatic portacaval shunt stents in dogs with chronic portal hypertension. *AJR Am. J. Roentgenol.* 1986; 147 (6): 1251–1254. <https://doi.org/10.2214/ajr.147.6.1251>
- Richter G.M., Palmaz J.C., Nöldge G., Rössle M., Siegerstetter V., Franke M., Wenz W. Der Transjuguläre Intrahepatische Portosystemische Stent-Shunt (TIPSS). Eine neue nichtoperative, perkutane Methode [The transjugular intrahepatic portosystemic stent-shunt. A new nonsurgical percutaneous method]. *Radiologe.* 1989; 29 (8): 406–411.
- Richter G.M., Noeldge G., Palmaz J.C., Roessle M. The transjugular intrahepatic portosystemic stent-shunt (TIPSS): results of a pilot study. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 1990; 13 (3): 200–207. <https://doi.org/10.1007/BF02575474>
- Saltini D., Indulti F., Guasconi T., Bianchini M., Cuffari B., Caporali C., Casari F., Prampolini F., Senzolo M., Colecchia A., Schepis F. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt: devices evolution, technical tips and future perspectives. *J. Clin. Med.* 2023; 12 (21): 6758. <https://doi.org/10.3390/jcm12216758>
- Jiang W., Zhao W., Zhou T., Wang L., Qiu T. A Review on manufacturing and post-processing technology of vascular stents. *Micromachines (Basel).* 2022; 13 (1): 140. <https://doi.org/10.3390/mi13010140>
- Cura M., Cura A., Suri R., El-Merhi F., Lopera J., Kroma G. Causes of TIPS dysfunction. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2008; 191 (6): 1751–1757. <https://doi.org/10.2214/AJR.07.3534>
- Fagiuoli S., Bruno R., Debernardi Venon W., Schepis F., Vizzutti F., Toniutto P., Senzolo M., Caraceni P., Salerno F., Angeli P., Cioni R., Vitale A., Grosso M., De Gasperi A., D'Amico G., Marzano A.; AISF TIPS Special Conference. Consensus conference on TIPS management: Techniques, indications, contraindications. *Dig. Liver Dis.* 2017; 49 (2): 121–137. <https://doi.org/10.1016/j.dld.2016.10.011>
- Fanelli F. The Evolution of transjugular intrahepatic portosystemic shunt: Tips. *ISRN Hepatol.* 2014; 2014: 762096. <https://doi.org/10.1155/2014/762096>

24. Meyer C., Paar Pérez A.M., Chang J., Sprinkart A.M., Böbling N., Luu A.M., Kütting D., Jansen C., Luetkens J., Bischoff L.M., Attenberger U., Strassburg C.P., Trebicka J., Wolter K., Praktiknjo M. Cranial stent position is independently associated with the development of TIPS dysfunction. *Sci. Rep.* 2022; 12 (1): 3559. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07595-5>
25. Nishimine K., Saxon R.R., Kichikawa K., Mendel-Hartvig J., Timmermans H.A., Shim H.J., Uchida B.T., Barton R.E., Keller F.S., Rösch J. Improved transjugular intrahepatic portosystemic shunt patency with PTFE-covered stent-grafts: experimental results in swine. *Radiology.* 1995; 196 (2): 341–347. <https://doi.org/10.1148/radiology.196.2.7617843>
26. Yang Z., Han G., Wu Q., Ye X., Jin Z., Yin Z., Qi X., Bai M., Wu K., Fan D. Patency and clinical outcomes of transjugular intrahepatic portosystemic shunt with polytetrafluoroethylene-covered stents versus bare stents: a meta-analysis. *J. Gastroenterol. Hepatol.* 2010; 25 (11): 1718–1725. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1746.2010.06400.x>
27. Затевахин И.И., Цициашвили М.Ш., Шиповский В.Н., Монахов Д.В., Пан А.В., Юдин А.В. Малоинвазивные способы коррекции осложнений синдрома портальной гипертензии. *Анналы хирургической гепатологии.* 2012; 17 (2): 8–13. Zatevakhin I.I., Tsitsiashvili M.Sh., Shipovskiy V.N., Monakhov D.V., Pan A.V., Judin A.V. Minimally invasive correction of the portal hypertension syndrome complication. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery.* 2012; 17 (2): 8–13. (In Russian)
28. Дурлештер В.М., Габриэль С.А., Корочанская Н.В., Бухтояров А.Ю., Марков П.В., Мурашко Д.С., Оганесян О.А., Измайлова Л.Г., Басенко М.А., Хоронько Ю.В. Трансьюгулярное внутрипеченочное портосистемное шунтирование как миниинвазивный метод коррекции портальной гипертензии в условиях многопрофильной клиники. *Анналы хирургической гепатологии.* 2020; 25 (4): 95–106. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2020495-106> Durlsheter V.M., Gabriel' S.A., Korochanskaya N.V., Buhtoyarov A.Yu., Markov P.V., Murashko D.S., Oganesyanyan O.A., Izmailova L.G., Basenko M.A., Horon'ko Yu.V. Transjugular intrahepatic portosystemic stent-shunt as minimally invasive method of portal hypertension correction in multi-disciplinary clinic. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery.* 2020; 25 (4): 95–106. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2020495-106> (In Russian)
29. Шабунин А.В., Бедин В.В., Дроздов П.А., Левина О.Н., Цуркан В.А., Журавель О.С. Первый опыт применения трансьюгулярного внутрипеченочного портосистемного шунтирования в многопрофильном стационаре с программой трансплантации печени. *Анналы хирургической гепатологии.* 2022; 27 (1): 48–55. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2022-1-48-55> Shabunin A.V., Bedin V.V., Drozdov P.A., Levina O.N., Tsurkan V.A., Zhuravel O.S. First experience of transjugular intrahepatic portosystemic shunting at multidisciplinary hospital with a liver transplantation program. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery.* 2022; 27 (1): 48–55. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2022-1-48-55> (In Russian)
30. Hausegger K.A., Karnel F., Georgieva B., Tauss J., Portugaller H., Deutschmann H., Berghold A. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation with the Viatorr expanded polytetrafluoroethylene-covered stent-graft. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2004; 15 (3): 239–248. <https://doi.org/10.1097/01.rvi.0000116194.44877.c1>
31. Geeroms B., Laleman W., Laenen A., Heye S., Verslype C., van der Merwe S., Nevens F., Maleux G. Expanded polytetrafluoroethylene-covered stent-grafts for transjugular intrahepatic portosystemic shunts in cirrhotic patients: long-term patency and clinical outcome results. *Eur. Radiol.* 2017; 27 (5): 1795–1803. <https://doi.org/10.1007/s00330-016-4570-5>
32. Li Y.H., Wan Y.M., Wu H.M., Huang S.Q. Elective transjugular intrahepatic portosystemic shunt using viatorr stent-grafts: a single-center experience from China. *J. Belg. Soc. Radiol.* 2022; 106 (1): 62. <https://doi.org/10.5334/jbsr.2741>
33. Luo X., Zhao M., Wang X., Jiang M., Yu J., Li X., Yang L. Long-term patency and clinical outcome of the transjugular intrahepatic portosystemic shunt using the expanded polytetrafluoroethylene stent-graft. *PLoS One.* 2019; 14 (2): e0212658. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212658>
34. Qi X., Tian Y., Zhang W., Yang Z., Guo X. Covered versus bare stents for transjugular intrahepatic portosystemic shunt: an updated meta-analysis of randomized controlled trials. *Therap. Adv. Gastroenterol.* 2017; 10 (1): 32–41. <https://doi.org/10.1177/1756283X16671286>
35. Zhu P., Dong S., Sun P., Belgaumkar A.P., Sun Y., Cheng X., Zheng Q., Li T. Expanded polytetrafluoroethylene (ePTFE)-covered stents versus bare stents for transjugular intrahepatic portosystemic shunt in people with liver cirrhosis. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2023; 8 (8): CD012358. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012358.pub2>
36. Tripathi D., Stanley A.J., Hayes P.C., Travis S., Armstrong M.J., Tsochatzis E.A., Rowe I.A., Roslund N., Ireland H., Lomax M., Leithead J.A., Mehrzad H., Aspinall R.J., McDonagh J., Patch D. Transjugular intrahepatic portosystemic stent-shunt in the management of portal hypertension. *Gut.* 2020; 69 (7): 1173–1192. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2019-320221>
37. Bosch J. Small diameter shunts should lead to safe expansion of the use of TIPS. *J. Hepatol.* 2021; 74 (1): 230–234. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2020.09.018>
38. RiChard J., Thornburg B. New techniques and devices in transjugular intrahepatic portosystemic shunt placement. *Semin. Intervent. Radiol.* 2018; 35 (3): 206–214. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1660800>
39. Jaffe A., Lim J.K., Jakab S.S. Pathophysiology of hepatic encephalopathy. *Clin. Liver Dis.* 2020; 24 (2): 175–188. <https://doi.org/10.1016/j.cld.2020.01.002>
40. Gairing S.J., Müller L., Kloeckner R., Galle P.R., Labenz C. Review article: post-TIPSS hepatic encephalopathy-current knowledge and future perspectives. *Aliment. Pharmacol. Ther.* 2022; 55 (10): 1265–1276. <https://doi.org/10.1111/apt.16825>
41. Friis K.H., Thomsen K.L., Laleman W., Montagnese S., Vilstrup H., Lauridsen M.M. Post-Transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS) hepatic encephalopathy – a review of the past decade's literature focusing on incidence, risk factors, and prophylaxis. *J. Clin. Med.* 2024; 13 (1): 14. <https://doi.org/10.3390/jcm13010014>
42. Гарбузенко Д.В. Механизмы адаптации сосудистого русла к гемодинамическим нарушениям при портальной гипертензии. *Вестник Российской академии медицинских наук.* 2013; (1): 52–57. <https://doi.org/10.15690/vramn.v68i1.538> Garbuzenko D.V. The mechanisms of adaptation of the vascular bed to hemodynamic changes in portal hypertension. *Vestn. Ross. Akad. Med. Nauk.* 2013; (1): 52–57. <https://doi.org/10.15690/vramn.v68i1.538> (In Russian)
43. Хоронько Ю.В., Косовцев Е.В., Козыревский М.А., Хоронько Е.Ю., Криворотов Н.А., Чесноков В.В.

- Портосистемные шунтирующие операции при осложненной портальной гипертензии: современные возможности мини-инвазивных технологий. *Анналы хирургической гепатологии*. 2021; 26 (3): 34–45. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021-3-34-45>
- Khoronko Yu.V., Kosovtsev E.V., Kozyrevskiy M.A., Khoronko E.Yu., Krivorotov N.A., Chesnokov V.V. Portosystemic shunting procedures for complicated portal hypertension: modern opportunities of mini-invasive technique. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery*. 2021; 26 (3): 34–45. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021-3-34-45> (In Russian)
44. Сапронова Н.Г., Калинин Д.С., Косовцев Е.В., Хоронько Ю.В., Стагниев Д.В., Хоронько Е.Ю., Косовцев Р.Е. Результаты трансъюлярного внутрипеченочного портосистемного шунтирования в сочетании с селективной эмболизацией желудочных вен. *Анналы хирургической гепатологии*. 2023; 28 (3): 31–38. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2023-3-31-38>
- Sapronova N.G., Kalinin D.S., Kosovtsev E.V., Khoronko Yu.V., Stagniev D.V., Khoronko E.Yu., Kosovtsev R.E. Results of transjugular intrahepatic portosystemic shunt combined with selective gastric vein embolization. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery*. 2023; 28 (3): 31–38. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2023-3-31-38> (In Russian)
45. Jaber F., Beran A., Alsakarneh S., Ahmed K., Abdallah M., Elfert K., Almeqdadi M., Jaber M., Mohamed W.T., Ahmed M., Al Momani L., Numan L., Bierman T., Helzberg J.H., Ghaz H., Clarkston W.K. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt with or without gastroesophageal variceal embolization for the prevention of variceal rebleeding: a systematic review and meta-analysis. *Gastroenterology Res*. 2023; 16 (2): 68–78. <https://doi.org/10.14740/gr1618>

### Сведения об авторах [Authors info]

**Гарбузенко Дмитрий Викторович** — доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры факультетской хирургии ФГБОУ ВО “Южно-Уральский государственный медицинский университет” Минздрава России. <https://orcid.org/0000-0001-9809-8015>. E-mail: garb@inbox.ru

*Для корреспонденции* \*: Гарбузенко Дмитрий Викторович — e-mail: garb@inbox.ru

**Dmitry V. Garbuzenko** — Doct. of Sci. (Med.), Professor, Professor, Department of Faculty Surgery, South Ural State Medical University, Chelyabinsk. <https://orcid.org/0000-0001-9809-8015>. E-mail: garb@inbox.ru

*For correspondence* \*: Dmitry V. Garbuzenko — e-mail: garb@inbox.ru

Статья поступила в редакцию журнала 24.01.2024.  
Received 24 January 2024.

Принята к публикации 25.06.2024.  
Accepted for publication 25 June 2024.