

# Определение величины интраоперационной кровопотери при эндовидеохирургических вмешательствах в урологии

С.В. Попов<sup>1</sup>, Р.Г. Гусейнов<sup>1</sup>, К.В. Сивак<sup>2</sup>, О.Н. Скрябин<sup>1</sup>, Н.К. Гаджиев<sup>3</sup>, А.С. Катунин<sup>1</sup>, В.М. Обидняк<sup>3</sup>, А.В. Давыдов<sup>1</sup>, Д.Д. Хозреванидзе<sup>1</sup>, Р.С. Бархитдинов<sup>1</sup>, М.М. Мирзабеков<sup>1</sup>, Г.С. Труфанов<sup>1</sup>, А.В. Крицкий<sup>1</sup>, К.М. Магомедисаев<sup>1</sup>, Я.Р. Оршанская<sup>1</sup>

<sup>1</sup> СПб ГБУЗ Клиническая больница Святителя Луки «Городской центр эндоскопической урологии и новых технологий», 195009, ул. Чугунная, 46; Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт гриппа имени А.А. Смородинцева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197376 ул. проф. Попова 15/17; Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> НИИ Хирургии и неотложной медицины ФГБОУ «Первый Санкт-Петербургский государственный Университет имени И.П. Павлова»; 197022, ул. Льва Толстого, 6-8; Санкт-Петербург, Россия

**Ответственный за контакт с редакцией:** Гусейнов Руслан Гусейнович, [rusfa@yandex.ru](mailto:rusfa@yandex.ru)

**Введение.** Первоочередной задачей при лечении острой кровопотери и ее последствий является коррекция сниженного объема циркулирующей крови посредством инфузионно-трансфузионной терапии. Необходимым условием этого является верное определение объема кровопотери.

**Цель исследования.** Усовершенствование технологии определения объема интраоперационной кровопотери, путем разработки метода оценки величины кровопотери по концентрации гемоглобина в промывной среде гемихромным методом.

**Результаты и обсуждение.** Данные, полученные при апробации способа, разработанного авторами, подтверждают его эффективность при определении объема интраоперационной кровопотери. Принцип гемихромного метода определения концентрации гемоглобина: в реакции между трансформирующим раствором и всеми тремя формами Hb (A, A2 и F) происходит превращение HbA, HbA2 и HbF в окисленную низкоспиновую форму – гемихром (HbChr), имеющую максимум поглощения в области 540 нм, интенсивность которого прямо пропорциональна концентрации гемоглобина в пробе. В качестве реагента, переводящего Hb в HbChr, нами был использован додецилсульфат натрия (SDS), малотоксичный и безопасный в применяемых концентрациях, не требующий специальных условий хранения, транспортировки и утилизации. Для измерения оптической плотности применяли анализатор биохимический фотометрический кинетический. Метод был опробован на 147 пациентах, перенесших урологические вмешательства.

**Вывод.** Точность и простота предлагаемого способа определения величины интраоперационной кровопотери по концентрации гемоглобина в промывной среде гемихромным методом позволяют рекомендовать данный способ для клинического применения при эндовидеохирургических вмешательствах в урологии.

**Ключевые слова:** величина острой интраоперационной кровопотери, гемихромный метод определения гемоглобина, лапароскопические вмешательства в урологии.

**Для цитирования:** Попов С.В., Гусейнов Р.Г., Сивак К.В., Скрябин О.Н., Гаджиев Н.К., Катунин А.С., Обидняк В.М., Давыдов А.В., Хозреванидзе Д.Д., Бархитдинов Р.С., Мирзабеков М.М., Труфанов Г.С., Крицкий А.В., Магомедисаев К.М., Оршанская Я.Р. Определение величины интраоперационной кровопотери при эндовидеохирургических вмешательствах в урологии. Экспериментальная и клиническая урология 2020; (1):66-72

DOI: 10.29188/2222-8543-2020-12-1-66-72

## Evaluation of the volume of intraoperative blood loss during endovideo-assisted surgical treatment in urology

S. V. Popov<sup>1</sup>, R. G. Guseynov<sup>1</sup>, K. V. Sivak<sup>2</sup>, O. N. Scriabin<sup>1</sup>, N. K. Gadzhiev<sup>3</sup>, A. S. Katunin<sup>1</sup>, V. M. Obidnyak<sup>3</sup>, A. V. Davydov<sup>1</sup>, D. D. Khozrevanidze<sup>1</sup>, R. S. Barkhitdinov<sup>1</sup>, M. M. Mirzabekov<sup>1</sup>, G. S. Trufanov<sup>1</sup>, A. V. Kritskiy<sup>1</sup>, K. M. Magomedisaev<sup>1</sup>, Ya. R. Orshanskaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> SPb Clinical Hospital of St. Luki; Russia, 194044 St. Petersburg, ul. Chugunnaya, 46

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Institution «Influenza Research Institute A.A. Smorodintseva» of the Ministry of Health of the RF; Russia, 197376 St. Petersburg, prof. Popova str., 15/17

<sup>3</sup> Research Institute of Surgery and Emergency medicine «First St. Petersburg State University named after I.P. Pavlova»; Russia, 197022, St. Petersburg, ul. Lev Tolstoy, 6-8

**Contacts:** Guseynov Ruslan Guseynovich, [rusfa@yandex.ru](mailto:rusfa@yandex.ru)

**Introduction.** The primary task in treating acute blood loss and resolving its complications consists in the correction of the decreased circulating blood volume by means of infusion and transfusion therapy. This task can be achieved provided that the volume of the blood loss has been precisely evaluated.

**Aim.** To propose a method for assessing the volume of intraoperative blood loss based on determining hemoglobin concentration in the washing medium by a hemichromic method.

**Results and discussion.** The data obtained during approbation of the proposed method confirms its efficacy for assessing the volume of intraoperative blood loss. The hemichromic method for determining hemoglobin concentration is based on the reaction between the transforming solution and all three Hb forms (A, A2 and F), which leads to the transformation of HbA, HbA2 and HbF into an oxidized low-spin form (hemichrome HbChr). This form has the maximum light absorption at 540 nm, the intensity of which is directly proportional to the concentration of hemoglobin in the probe. Sodium dodecyl sulphate (SDS) was used as a reagent to transform Hb into HbChr. This reagent is low-toxic and safe in the applied concentrations; moreover, it requires no special conditions of storage, transportation and utilization. The optical density was estimated using a biochemical photometric kinetic analyser. The method was tested on 147 patients that underwent urological interventions.

**Conclusions.** The precision and simplicity of the proposed method for assessing the volume of intraoperative blood loss based on measuring hemoglobin concentration in the washing medium by the hemichromic method make it suitable for application in clinical practice for endovideo-assisted surgical interventions in urology.

**Key words:** volume of acute intraoperative blood loss, hemichromic method for determining hemoglobin concentration, laparoscopic interventions in urology.

**For citation:** Popov S. V., Guseynov R. G., Sivak K. V., Scriabin O. N., Gadzhiev N. K., Katunin A. S., Obidnyak V. M., Davydov A. V., Khozrevanidze D. D., Barkhitdinov R. S., Mirzabekov M. M., Trufanov G. S., Kritskiy A. V., Magomedisaev K. M., Orshanskaya Ya. R. Evaluation of the volume of intraoperative blood loss during endovideo-assisted surgical treatment in urology. Experimental and clinical urology 2020; (1):66-72

Все хирургические вмешательства без исключения сопряжены с рассечением тканей, механическим нарушением целостности стенок сосудов различных калибров и истечением крови. Следствием является уменьшение объема циркулирующей крови (ОЦК), численности эритроцитов, плазменных концентраций белков и электролитов. Падение ОЦК играет ведущую роль в патогенезе расстройств, вызванных острой кровопотерей, индуцируя снижение венозного возврата к правым отделам сердца, ударного и минутного объема сердца (УО и МОС), артериального давления (АД), линейной скорости протекания крови, в т.ч. в микрососудистом русле. Уменьшение капиллярного кровотока в органах и тканях приводит к недостаточному снабжению их кислородом и питательными веществами, задержке продуктов обмена, что становится причиной тяжелых нарушений функций организма. Активация симпатно-адреналовой системы в условиях некорригированной кровопотери сопровождается высвобождением катехоламинов, централизацией кровообращения в тканях с  $\beta$ -адренергической стимуляцией сосудистых стенок (головной мозг, миокард, печень) и редукцией кровообращения в зонах с  $\alpha$ -адренорецепцией (кожа, почки, органы брюшной полости). Компенсаторный переход на анаэробный гликолиз в органах с редуцированным кровоснабжением ведет к накоплению вазодилатирующих гуморальных агентов (например, протонов водорода, молочной и пировиноградной кислот и др.), расширению сосудов с увеличением проницаемости их стенок, выпотеванию жидкой части крови в ткани, повторному падению ОЦК, замыкающему порочный круг [1].

При острой кровопотере, в т.ч. интраоперационной, сопровождающейся повторными падениями ОЦК, несвоевременное назначение адекватной медикаментозной терапии способно усугубить состояние пациентов за счет присоединения к гемодинамическим расстройствам изменений реологических свойств крови [2], генерализации тромбообразования с развитием в дальнейшем коагулопатии потребления и повышенной кровоточивости [1]. Утрата циркулирующих эритроцитов и гемоглобина в комплексе с повышенной вязкостью крови и низкой линейной скоростью кровотока становится причиной нарушения кислородотранспортной функции крови и гемической анемической гипоксии [3]. Развитие геморрагического шока при утрате 15-20% ОЦК и более представляет собой фактор риска для формирования дыхательной недостаточности, в т.ч., крайне тяжелого ее проявления в виде острого респираторного дистресс-синдрома [4], а также преренальной формы острого почечного повреждения и острого тубулярного некроза ишемического происхождения [5].

Задачей первостепенной важности при лечении острой кровопотери и ее последствий является восстановление ОЦК посредством инфузионно-трансфузионной терапии, условием успешности является достоверное определение объема излившейся крови [6].

Для определения объема интраоперационной кровопотери (ИК) было предложено довольно много методов: гравиметрический (сопоставление массы хирургического материала (салфеток, тампонов и др.) чистого и пропитанного кровью или массы тела пациента до и после вмешательства); непрямые способы (введение в кровь пациента до и после операции соединений-индикаторов для определения объема циркулирующих эритроцитов и плазмы, затем сравнение полученных данных); бескровная методика определения ОЦК по методу Н.М. Шестакова, где используется интегральная реография [7] и др. В настоящее время объем кровопотери чаще всего рассчитывают: 1) по методу Moore (требует данных о величине гематокрита и ОЦК); 2) с помощью формулы для вычисления шокового индекса Альговера-Бурри [8].

Одним из старейших является колориметрический метод, в основе которого лежит определение объема ИК по количеству гемоглобина в промывной среде. Ход определения начинается с отмывания от крови использованного хирургического материала (салфетки, тампоны и т.д.) в определенном объеме воды и присоединения к этому объему содержимого емкости отсоса, далее измеряется суммарный объем полученной жидкости (Vж) и концентрация гемоглобина в нем ([Hb]ж). Затем объем интраоперационной кровопотери (Vик) вычисляется по формуле:  $V_{ик} = V_{ж} \cdot [Hb]_{ж} / [Hb]_{крови \text{ до операции}}$ .

Невозможно отрицать безупречную логику и простоту этого старейшего оригинального метода определения объема ИК [9-11], но в той же степени невозможно отрицать негативную роль «человеческого фактора» на преаналитическом этапе данного исследования, предопределяющего высокую вероятность диагностических ошибок при применении данной методики.

Целью настоящей работы явилось усовершенствование технологии определения объема интраоперационной кровопотери, используя гемихромный метод определения концентрации гемоглобина в аспирируемой (промывной) среде.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Представленный нами способ, предназначен для лабораторного измерения объема ИК, возникшей вследствие повреждения сосудов во время эндовидеохирургических вмешательств в урологической практике.

Базисом при разработке предлагаемого способа послужили следующие обстоятельства:

- обязательным компонентом лапароскопических урологических вмешательств является перманентная аспирация/ирригация жидкости в зоне операционных действий, позволяющая санировать полости, в т.ч., за счет удаления из них крови или сгустков крови. В качестве орошающей жидкости используется изотонический раствор хлорида натрия, подача которого выполняется под давлением, равным 400 мм рт.ст. Отработанная жидкость (промывные воды, ПВ) поступает в специальную

емкость. На преаналитическом этапе сбор промывных вод в емкость для аспирата, сводят к минимуму необходимость ручных манипуляций;

- объем интраоперационной кровопотери находится в прямой и в обратной пропорциональной зависимости от концентрации гемоглобина в всем объеме ПВ и абсолютного содержания гемоглобина в крови пациента до операции, соответственно. Однако из-за большого разбавления концентрация гемоглобина в ПВ не может быть точно определена стандартным протоколом клинической лабораторной диагностики.

Алгоритм прободоподготовки/преаналитического этапа включает в себя следующие процедуры во время операции: подготовку промывающей среды, аспирацию/ирригацию зоны операционных действий, сбор ПВ, измерение и тщательное перемешивание всего объема смыва, отбор аликвоты в вакутейнер, маркировку, транспортировку в лабораторию, хранение (при возможности отсроченного выполнения исследования). Кроме того, для каждого пациента перед вмешательством должен быть определен дооперационный уровень гемоглобина в крови (в рамках общеклинического анализа крови перед проводимой операцией).

В процессе аналитического этапа: во-первых, измеряется концентрация гемоглобина в ПВ и абсолютное количество Hb во всем объеме ПВ; во-вторых – рассчитывается объем ИК.

Для определения концентрации гемоглобина в ПВ нами был выбран гемихромный метод (ГХМ), который разработали и представили в 1989 г. А.А. Ахрем и соавт. [12]. ГХМ «... с одной стороны, полностью сопоставим с гемоглобинцианидным методом (ГЦМ) по надежности, воспроизводимости и чувствительности, с другой – выгодно отличается от ГЦМ отсутствием среди реагентов токсичных цианистых соединений, меньшим временем проведения анализа (5 минут против 20 минут) и большей производительностью, более длительным сроком годности трансформирующего раствора (6 месяцев против 3 месяцев)...» [12]. Приборы, оборудование и реагенты, необходимые для определения концентрации Hb с помощью ГХМ, выпускаются медицинской промышленностью серийно и имеются практически в каждой клинико-диагностической лаборатории [13].

Принцип гемихромного метода определения концентрации гемоглобина: в реакции между трансформирующим раствором и всеми тремя формами Hb (A, A2 и F) происходит превращение HbA, HbA2 и HbF в окисленную низкоспиновую форму – гемихром (HbChr), имеющую максимум поглощения в области 540 нм, интенсивность которого прямо пропорциональна концентрации гемоглобина в пробе [12,13].

В качестве реагента, переводящего Hb в HbChr, нами был использован додецилсульфат натрия (SDS), малотоксичный и безопасный в применяемых концентрациях, не требующий специальных условий хранения, транспорти-

ровки и утилизации. Для измерения оптической плотности применяли анализатор биохимический фотометрический кинетический АБХФк-02-«НПП-ТМ» (Россия, НПП «Техномедика», 2014 г.), свидетельство о поверке № 0037330 от 25.03.2020 г. Измерения проводили при длине волны 540 нм в стеклянной кювете с длиной оптического пути, равной 10 мм.

В ходе определения концентрации гемоглобина в промывных водах к аликвоте ПВ, объем которой составляет 4 мл, добавляется 5 мг SDS, смесь перемешивается до полного растворения вещества и лизиса эритроцитов, выдерживается в течение 2-3 минуты, затем центрифугируется в течение 2 минут при скорости 1500×g. Точно через 5 минут после центрифугирования в кювету (с длиной оптического пути, равной 10 мм) анализатора вносили 1 мл супернатанта и измеряли абсорбцию при  $\lambda=540$  нм против контрольной пробы (в 4 мл промывной среды растворяется 5 мг реагента).

Расчет объема интраоперационной кровопотери: молярный коэффициент экстинкции гемихрома составляет 10,14 при  $\lambda=540$  нм. Фактор для вычисления уровня гемоглобина гемихромным методом равняется 398 при стандартном разбавлении крови в 251 раз. Так как в образцах кровь уже разбавлена, то использование стандартной методики с разведением 20 мкл крови в 5 мл трансформирующего реагента не представляется возможным, потому что полученные значения абсорбции будут находиться ниже предела обнаружения гемоглобина гемихромным и любым другим спектроскопическим методом, в видимой зоне поглощения 500-575 нм. В связи с этим реакцию проводят, добавляя сухой реагент к фиксированному объему тщательно перемешанного образца для растворения, перевода гемоглобина в гемихром и последующей фотометрии. Таким образом, фактор для вычисления уровня гемоглобина в промывных водах равен  $398/251=1,586$ .

Уравнение для вычисления объема кровопотери имеет следующие компоненты:

$$V_{ик} = (A_{540} \times F) \times V_d / C_{Hb} \text{ крови, г/л,}$$

где:  $V_{ик}$  – объем интраоперационной кровопотери (л), отношение содержания гемоглобина во всем объеме промывных вод к концентрации гемоглобина в крови;

$A_{540}$  – значение абсорбции опытной пробы за вычетом абсорбции контроля реактивов;

F – фактор пересчета на концентрацию гемоглобина, составляющий  $398/251 = 1,586$ ;

$V_d$  – объем промывной жидкости, полученной от пациента (л);

$(A_{540} \times F) \times V_d$  – содержание гемоглобина во всем объеме промывных вод (г), где первый множитель – концентрация гемоглобина в промывных водах, второй – общий объем промывных вод.

В исследовании приняли добровольное участие 147 пациентов в возрасте от 49 до 67 лет, находивших на стационарном лечении в урологическом отделении

Санкт-Петербургского ГБУЗ «Клиническая больница Святого Луки» в период с декабря 2018 г. по август 2019 г. по поводу различных заболеваний урологического профиля, требующих хирургического вмешательства.

Для оценки воспроизводимости предлагаемого способа у 34 пациентов мужского пола с помощью уравнения, представленного выше, рассчитывали объем интраоперационной кровопотери, затем вычисляли ежедневную внутрисерийную (n=28) и межсерийную (n=10) прецизионность.

Во второй части исследования изучаемый способ применяли для определения объема интраоперационной кровопотери в условиях трансуретральной резекции доброкачественной гиперплазии предстательной железы (ТУР ДГПЖ), трансуретральной энуклеации предстательной железы (ПЖ) биполярном (ТУЕВ), тулиевой лазерной энуклеации ПЖ (ThuLEP). Параллельно, объем ИК рассчитывали по следующей формуле:  $V_{ик} = C_{Hb} в ПрС \times V_d / C_{Hb} кр.$ , где  $V_{ик}$  – объем интраоперационной кровопотери,  $V_d$  – объем промывной среды, полученной от пациента,  $C_{Hb} в ПрС$  и  $C_{Hb} кр.$  – концентрация гемоглобина в про-

мывной среде и в крови (до операции), при этом для измерения уровня анализа гемоглобина в рассматриваемых биологических жидкостях использовали фотометрический гемоглобинцианидный метод.

Для проведения второй части исследования все добровольные участники (n=113) были разделены на 3 группы. В группу 1 было включено 35 (30,97%) человек, объем ПЖ которых варьировал от 30-40 до 60-80 см<sup>3</sup>. В группы 2 и 3 вошли 62 и 16 (54,87% и 14,16%) пациентов, соответственно, у этих лиц объем ПЖ составлял 60-80 – 150-200 см<sup>3</sup>.

Хирургическое лечение ДГПЖ в группе 1 осуществляли посредством ТУР ПЖ, в группе 2 выполняли трансуретральную энуклеацию предстательной железы биполярном, в группе 3 – тулиевую лазерную энуклеацию ПЖ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 представлены данные, полученные при индивидуальном определении объема интраоперационной

Таблица 1. Объем интраоперационной кровопотери

Table 1. Volume of intraoperative blood loss

№ п/п Serial number	Концентрация гемоглобина в крови до операции (г/л) Hemoglobin concentration in the blood before surgery (g / L)	Объем промывных вод (л) Volume of washing water (L)	Концентрация гемоглобина в промывных водах (г/л) Hemoglobin concentration in wash water (g/L)	Содержание гемоглобина во всем объеме промывных вод (г) Hemoglobin content in the entire volume of wash water (g)	Объем кровопотери (л) Volume of intraoperative blood loss (L)
1	143	20	5,392	107,83	0,754
2	148	32	2,111	8,44	0,057
3	148	32	4,974	159,16	1,075
4	145	15	5,298	79,48	0,548
5	137	10	0,879	8,79	0,064
6	150	27	0,177	4,78	0,032
7	151	30	1,814	54,43	0,360
8	147	30	1,122	33,67	0,229
9	149	30	0,477	14,3	0,096
10	129	30	0,618	18,54	0,144
11	129	30	1,291	38,74	0,300
12	145	20	0,699	13,97	0,096
13	134	30	1,498	44,93	0,335
14	143	13	5,297	68,86	0,482
15	138	30	1,59	47,71	0,346
16	147	24	0,793	19,02	0,129
17	125	30	0,416	12,47	0,100
18	137	40	1,108	44,33	0,324
19	153	65	0,937	60,88	0,398
20	153	65	0,957	62,21	0,407
21	138	30	0,735	22,04	0,160
22	127	30	1,586	47,57	0,375
23	138	30	1,018	30,55	0,221
24	138	45	2,305	103,71	0,752
25	138	15	0,954	14,31	0,104
26	152	60	1,523	91,4	0,601
27	152	60	0,959	57,53	0,378
28	138	30	1,494	44,83	0,325
29	138	30	1,747	52,42	0,380
30	138	30	1,277	38,3	0,278
31	138	30	0,924	27,71	0,201
32	138	30	1,554	46,61	0,338
33	146	25	0,568	14,19	0,097
34	154	18	0,999	17,98	0,117

кровопотери по концентрации гемоглобина в ПВ у больных (n=34), перенесших различные лапароскопические урологические вмешательства. Эти данные были использованы для вычисления внутрисерийной и межсерийной прецизионности (табл. 2).

Данные, представленные в таблице 1 и таблице 2, свидетельствуют о высокой воспроизводимости способа в одной и той же и различных аналитических сериях, а также приемлемости результатов при внутрилабораторном контроле качества.

Таблица 3 содержит сведения об усредненных результатах вычисления объема ИК по концентрации гемоглобина в промывных водах, определявшейся гемихромным и гемоглобинцианидным методами.

Согласно данным таблицы 3, при лечении ДГПЖ посредством применения лапароскопических технологий ТУР ПЖ, ТУЕВ и ThuLEP, показатели объема интраоперационной кровопотери, в конечном итоге, определяемые по концентрации гемоглобина в промывной среде гемихромным и гемоглобинцианидным

методами (ГХМ и ГЦМ, соответственно), во-первых, не имели статистически значимых различий между собой в каждой из рассмотренных градаций (объем ПЖ, вид и продолжительность вмешательства), во-вторых – были полностью сопоставимы с опубликованными в специализированной медицинской периодике результатами определения объема ИК в аналогичных ситуациях, основанного на измерении уровня гемоглобина в промывных водах гемоглобинцианидным методом.

В Российской Федерации гемоглобинцианидный метод был рекомендован в качестве унифицированного метода определения гемоглобина в биологических жидкостях соответствующим Приказом в 1974 г. (Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 5 октября 1974 г. №960 «Об унификации клинических лабораторных методов исследований» п. 2.1.1) [14].

Установлено, что гемоглобинцианидный и гемихромный методы определения гемоглобина в биологических жидкостях имеют следующие совпадающие харак-

**Таблица 2. Внутрисерийная и межсерийная прецизионность предлагаемого способа**

**Table 2. Intra-series and inter-series precision of the proposed method**

Название способа The name of the method)	Прецизионность % Precision %	
	внутрисерийная in-series	межсерийная inter-series
Количественное определение величины кровопотери (л) по концентрации гемоглобина в промывной среде Quantitative determination of blood loss (l) on the hemoglobin concentration in the wash medium hemichromis method	0,37±0,04 n=28	2,85±0,50 n=10

**Таблица 3. Объем интраоперационной кровопотери в условиях хирургического лечения доброкачественной гиперплазии предстательной железы**

**Table 3. Volume of intraoperative blood loss in conditions of surgical treatment of benign prostatic hyperplasia**

Объем ПЖ (см <sup>3</sup> ) Prostate volume (cm <sup>3</sup> )	Время операции (M±σ, мин) Surgery time (M±σ, min.)	Объем интраоперационной кровопотери (по концентрации гемоглобина в промывной среде): методы определения, результаты Volume of intraoperative blood loss (by the concentration of hemoglobin in the wash medium): methods of determination, results (M±σ, ml):		p
		гемихромный hemichromy	гемоглобинцианидный hemoglobin cyanide	
<b>Трансуретральная резекция доброкачественной гиперплазии предстательной железы (n=35)</b> Transurethral resection of benign prostatic hyperplasia (n=35)				
30-40	24,26±5,32	236,36±21,27	234,33±35,18	0,709
40-60	47,26±8,42	272,35±38,12	276,29±41,52	0,258
60-80	68,44±9,21	302,37±19,26	299,16±39,37	0,473
<b>Трансуретральная энуклеация предстательной железы биполярном (n=62)</b> Bipolar transurethral enucleation of the prostate (n=62)				
80-150	75,24±11,36	67,26±14,23	69,08±64,11	0,521
150-200	152,64±26,14	176,33±24,42	175,56±57,28	0,590
<b>Тулиевая лазерная энуклеация предстательной железы (n=16)</b> Tulium laser enucleation of the prostate (n=16)				
80-150	74,23±16,36	62,38±11,08	57,29±12,43	0,091
150-200	118,22±24,61	106,57±23,19	109±22,31	0,243

теристики: 1) длина волны, необходимая для измерения оптической плотности; 2) линейная область измерения; 3) чувствительность; 4) соотношение «реагент-проба»; 5) коэффициент вариации; 6) температура проведения анализа.

Однако, кроме этих совпадающих характеристик, между двумя означенными методами существует ряд различий, важнейшими из которых являются, во-первых, время анализа (5 минут для ГХМ и 20 минут при определении гемоглобина в биологических пробах гемоглобицианидным методом); во-вторых – высокая токсичность основного реагента ГЦМ и отсутствие таковой в применяемых концентрациях для реагента ГХМ додецилсульфата

натрия; в-третьих – срок годности трансформирующего раствора (ТР), а именно 3 месяца для ТР из наборов ГЦМ и 6 месяцев для ТР из наборов для гемихромного метода.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Точность, простота, экономичность и безвредность при количественном определении величины кровопотери по концентрации гемоглобина в промывной среде, измеряемой гемихромным методом, позволяют рекомендовать данный способ для клинического применения во время эндовидеохирургических вмешательств в урологии. ■

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Гакаев Д.А. Патофизиологические изменения в организме при острой кровопотере. Медицина и здравоохранение Материалы IV международной научной конференции. Казань: Бук, 2016. С. 37-40. [Gakaev D.A. Pathophysiological changes in the body in acute blood loss. Medicina I zdravoohranenie: materiali IV mezdunarodnoy nauchnoy konferencii Kazan: Book, 2016. P.37-40. (In Russian)]
2. Манцкава М.М., Момцелидзе Н.Г., Давлианидзе Л.Ш. Реологические свойства крови при кровопотере (экспериментальное исследование). *Общая реаниматология* 2014;(5):27-32. [Mantskava M.M., Momstelidze N.G., Davlianidze L.Sh. Rheological properties of blood during blood loss (experimental study). *Obshaya reanimatologiya = General intensive care* 2014;(5):27-32. (In Russian)]
3. Бобринская И.Г., Парчина Ч.В. Влияние объема кровопотери на кислородтранспортную функцию крови. *Общая реаниматология* 2005;(4):27-31. Bobrinskaya I.G., Parchina Ch.V. Effect of blood loss volume on blood oxygen transport function. *Obshaya reanimatologiya = General intensive care* 2005;(4):27-31. (In Russian)]
4. Зординова К.А., Садыкова Ш.С., Сайланова Д.К., Гуламова Г.М., Кудабаяев Е.Ш., Жанаев А.Ж. Современная диагностика и терапия острого респираторного дистресс синдрома у взрослых. *Вестник КазНМУ* 2017;(2):31-37. [Zordinova K.A., Sadikova Sh.S., Saylanova D.K., Gulamova G.M., Kudabaev E.Sh., Janaev A.J. Modern diagnostics and therapy of acute respiratory distress syndrome in adults. *Vestnik KazMGU = Bulletin of KazNMU* 2017;(2):31-37. (In Russian)]
5. Смирнов А.В., Добронравов В.А., Румянцев А.Ш., Шилов Е.М., Ватазин А.В., Каюков И.Г. и др. Национальные рекомендации. Острое повреждение почек: основные принципы диагностики, профилактики и терапии (2015 г.). Часть I. *Почки* 2016;(2):63-84. [Smirnov A.V., Dobronravov V.A., Romyantsev A.Sh., Shilov E.M., Vatazin A.V., Kayukov I.G. et al. National recommendations. Acute kidney injury: basic principles of diagnosis, prevention and therapy (2015). Part I. *Pochki=Kidneys* 2016;(2):63-84. (In Russian)].
6. Тимербулатов Ш.В., Фаязов Р.Р., Смыр Р.А., Гатауллина Э.З., Шакиров Р.Ф., Идрисов Т.С. Определение объема и степени острой кровопотери. *Медицинский вестник Башкортостана* 2012;(2):69-72. [Timerbulatov Sh.V., Fayazov R.R., Smyr R.A., Gataullina E.Z., Shakirov R.F., Idrisov T.S. Determination of the volume and degree of acute blood loss. *Medicinskiy vestnik Bashkortostana = Bashkortostan medical bulletin* 2012;(2):69-72. (In Russian)].
7. Лысенков С.П., Мясникова В.В., Пономарев В.В. Неотложные состояния и анестезия в акушерстве. Клиническая патофизиология и фармакотерапия. 2-е изд. СПб.: ООО «ЭЛБИ-СПб», 2004; 600 с. [Lisenkov S.P., Miasnikova V.V., Ponomarev V.V. Emergency conditions and anesthesia in obstetrics. Clinical pathophysiology and pharmacotherapy. 2nd edition]. Sankt-Peterburg, ООО «ELBI-SPb» 2004; 600 p. (In Russian)].
8. Брюсов П.Г. Определение величины кровопотери в неотложной хирургии. *Вестник хирургии* 1986;6:122-127. [Briusov P.G. Determining the amount of blood loss in emergency surgery. *Vestnik hirurgii = Surgery bulletin* 1986;(6):122-127. (In Russian)].
9. Jansen H, Berseus O, Johansson JE. A simple photometric method for determination of blood loss during transurethral surgery. *Scand J Urol Nephrol* 1977;12 (1):1-5.
10. Chua S, Ho LM, Vanaja K. Validation of a laboratory method of measuring postpartum blood loss. *Gynecol Obstet Invest* 1998;46(1):31-3. doi: 10.1159/00009992.
11. Gupta A. Use of the HemoCueR near patient testing device to measure the concentration of haemoglobin in suction fluid at elective Caesarean section. *Anaesthesia* 2008; 63(5):531-534. doi: 10.1111/j.1365-2044.2007.05400.x
12. Ахрем А.А., Андреев Г.М., Киселева С.И. Определение гемоглобина крови с использованием додецилсульфата натрия. *Лабораторное дело* 1989;(5):13-15. [Ahrem A.A., Andreyuk G.M., Kiseleva S.I. Determination of blood hemoglobin using sodium dodecyl sulfate]. *Laboratornoe delo = Laboratory science* 1989;(5):13-15. (In Russian).

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

13. Лукичева Т.И., Пупкова В.И. Гемихромный метод определения гемоглобина в крови. Информационно-методическое пособие. М.; 2002. 32 с. [Lukicheva T.I, Pupkova V.I. Hemichromic method for determining hemoglobin in the blood. Informacionno-metodicheskoe

posobie. M.; 2002. 32 p. (In Russian)].

14. Козлов А.А. Гемоглобинометрия. *Лаборатория* 1998;(11):20–21. [Kozlov A.A. Hemoglobinometria. *Laboratoria = laboratory* 1998;(11):20–21. (In Russian)].

**Сведения об авторах:**

Попов С.В. – д.м.н., главный врач СПб ГБУЗ Клинической Больницы «Святителя Луки», Санкт-Петербург, Россия, doc.popov@gmail.com, Author ID 211507  
Popov S.V. – DrSc, Head Physician, St. Luke Clinic State Budgetary Health Institution of St. Petersburg, Saint-Petersburg, Russia, doc.popov@gmail.com, ORCID 0000-0003-2767-7153

Гусейнов Р.Г. – заведующий урологическим отделением №2 СПб ГБУЗ Клиническая больница Святителя Луки, rusfa@yandex.ru  
Guseynov R.G. – Head of the Urology Department №2 of St. Petersburg Clinical Hospital of St. Luke, rusfa@yandex.ru, ORCID 0000-0001-9935-0243

Сивак К.В. – к.б.н., заведующий отделом доклинических исследований ФГБУ «НИИ гриппа им. А.А. Смородиной» Минздрава России, kvsivak@gmail.com  
Sivak K.V. – PhD, Head of the Department of Preclinical Research, FSBI «Research Institute of Influenza named after A.A. Smorodintsev» Ministry of Health of Russia, kvsivak@gmail.com, ORCID 0000-0003-4064-5033

Скрябин О.Н. – д.м.н., профессор; главный онколог СПб ГБУЗ Клиническая больница Святителя Луки, научный руководитель центра эндоскопической урологии и новых технологий, skryabin\_55@mail.com, AuthorID: 437531  
Scriabin O.N. – Dr. Sc., Professor, Chief Oncologist of St. Petersburg Clinical Hospital of St. Luke, Scientific Director of the Center for Endoscopic Urology and New Technologies. skryabin\_55@mail.com, ORCID 0000-0002-6664-2861

Гаджиев Н.К. – д.м.н., руководитель отделения урологии №2 (дистанционная литотрипсия и эндовидеохирургия) НИИ ХиНМ ФГБОУ «Первый Санкт-Петербургский государственный Университет имени И.П. Павлова» nariman.gadjiev@gmail.com; AuthorID 819314

Gadzhiev N.K. – PhD, Head of endourology department of Pavlov State Medical University, St. Peterburg, nariman.gadjiev@gmail.com, ORCID 0000-0002-6255-0193  
Давыдов А.В. – к.м.н., врач уролог СПб ГБУЗ Клиническая больница Святителя Луки. medalex2003@inbox.ru

Davydov A.V. – PhD, urologist of St. Petersburg Clinical Hospital of St. Luke medalex2003@inbox.ru, ORCID 0000-0003-3062-5119

Бархитдинов Р.С. – врач уролог СПб ГБУЗ Клиническая больница Святителя Луки, hirurk-74@mail.ru

Barchitdinov R.S. – urologist of St. Petersburg Clinical Hospital of St. Luke, hirurk-74@mail.ru, ORCID0000-0001-7580-6197

Катунин А.С. – врач-уролог СПб ГБУЗ Клиническая больница Святителя Луки. aleksandrkatunin@gmail.com

Katunin A.S. – urologist of St. Petersburg Clinical Hospital of St. Luke, aleksandrkatunin@gmail.com, ORCID 0000-0003-3676-6246

Обидняк В.М. – врач уролог, отделения урологии №2 (дистанционная литотрипсия и эндовидеохирургия) НИИ ХиНМ ФГБОУ «Первый Санкт-Петербургский государственный Университет имени И.П. Павлова», v.obidnyak@gmail.com

Obidnyak V.M. – urologist, endourology department of Pavlov State Medical University, St. Peterburg, v.obidnyak@gmail.com, ORCID 0000-0002-7095-9765

Мирзабеков М.М. – врач уролог СПб ГБУЗ Клиническая больница Святителя Луки, miramura450h@gmail.com

Mirzabekov M.M. – urologist of St. Petersburg Clinical Hospital of St. Luke ORCID 0000-0001-5792-1589, miramura450h@gmail.com

Труфанов Г.С. – врач уролог СПб ГБУЗ Клиническая больница Святителя Луки, gorik\_tuv@mail.ru

Trufanov G.S. – urologist of St. Petersburg Clinical Hospital of St. Luke, gorik\_tuv@mail.ru, ORCID 0000-0001-5792-1589

Хозреванидзе Д.Д. – врач уролог СПб ГБУЗ Клиническая больница Святителя Луки, dimaur82@rambler.ru

Hozrevanidze D.D. – urologist of St. Petersburg Clinical Hospital of St. Luke, dimaur82@rambler.ru, ORCID 0000-0003-1306-5244

Крицкий А.В. – врач анестезиолог СПб ГБУЗ Клиническая больница Святителя Луки, sevoran83@mail.ru

Kritskiy A.V. – anesthesiologist of St. Petersburg Clinical Hospital of St. Luke, sevoran83@mail.ru, ORCID 0000-0002-1626-1040

Магомедисаев К.М. – врач анестезиолог СПб ГБУЗ Клиническая больница Святителя Луки, k-magomedisaev@mail.ru

Magomedisaev K.M. – anesthesiologist of St. Petersburg Clinical Hospital of St. Luke, k-magomedisaev@mail.ru, ORCID 0000-0002-9489-6850

Оршанская Я.Р. – младший научный сотрудник лаборатории безопасности лекарственных средств ФГБУ «НИИ гриппа им. А.А. Смородиной» Минздрава России, deina89@mail.ru

Orshanskaya Y.R. – junior researcher in laboratory of drug safety of Smorodintsev Research Institute of Influenza, deina89@mail.ru, ORCID 0000-0003-0216-7931

**Вклад авторов:**

Попов С.В. – концепция исследования 10%, дизайн исследования 5%

Гусейнов Р.Г. – концепция исследования 5 %, дизайн исследования 5 %

Сивак К.В. – дизайн исследования 5%

Скрябин О.Н. – концепция исследования 10%

Давыдов А.В. – статистическая обработка 5%

Бархитдинов Р.С. – сбор и обработка материала 5%

Катунин А.С. – написание текста 5%

Мирзабеков М.М. – поиск материалов из иностранных источников 5%

Труфанов Г.С. – написание текста 5%

Хозреванидзе Д.Д. – статистическая обработка 5%

Крицкий А.В. – сбор и обработка материала 5%

Магомедисаев К.М. – поиск материалов из отечественных источников 5%

Оршанская Я.Р. – сбор и обработка материала 5%

Гаджиев Н.К. – дизайн исследования 5%, статистическая обработка 5%

Обидняк В.М. – сбор и обработка данных 5%

**Authors' contributions:**

Popov S.V. – 10% research concept, 5% research design

Guseynov R.G. – 5% research concept, 5% research design

Sivak K.V. – study design 5%

Scriabin O.N. – research concept 10%

Davydov A.V. – statistical processing 5%

Barkhitdinov R.S. – collection and processing of material 5%

Katunin A.S. – writing text 5%

Mirzabekov M.M. – search for materials from foreign sources 5%

Trufanov G.S. – writing text 5%

Khozrevanidze D.D. – statistical processing 5%

Kritskiy A.V. – collection and processing of material 5%

Magomedisaev K.M. – search for materials from domestic sources 5%

Orshanskaya Y.R. – collection and processing of material 5%

Gadzhiev N.K. – study design 5%, statistical processing 5%

Obidnyak V.M. – 5% data collection and processing

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

*Conflict of interest.* The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование:** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

*Financing.* The study was performed without external funding.

**Статья поступила:** 20.01.20

*Received:* 20.01.20

**Принята к публикации:** 04.02.20

*Accepted for publication:* 04.02.20