

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ТРЕХМЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ АОРТЫ

Лепилин П.М.¹, Колегаев А.С.¹, Саличкин Д. В.¹, Кучин И.В.¹, Комлев А.Е.¹,
Полевая Т.Ю.¹, Имаев Т. Э.¹, Акчурин Р.С.¹,
Терновой С.К.^{1,2}, Федотенков И.С.¹

Цель исследования. Оценить возможность снижения интраоперационных негативных факторов (контрастный объем, время рентгеновской экспозиции) с помощью 3D-системы навигации «Vessel Navigator» (Philips) при операциях эндотрансплантации аорты или ее ветвей.

Материалы и методы. Для исследования были отобраны ретроспективно 60 пациентов с аневризмой инфраренального отдела аорты (все случаи соответствовали рекомендациям для отбора пациентов на процедуру эндопротезирования аорты): первую группу составили 30 пациентов, у которых операции на брюшной аорте проводились с использованием интраоперационной навигационной системы «Vessel Navigator» (release 1.0.11.10006), в 30 случаях имплантация эндопротеза аорты была выполнена без использования интраоперационной навигационной системы (контрольная группа).

Результаты. Анализируя разницу объема контраста, введенного во время процедуры (объем/количество инъекций), было показано, что у пациентов с предоперационной трехмерной реконструкцией аорты и сосудов (почечные артерии, общие подвздошные, общие бедренные артерии) с помощью системы «Vessel Navigator», на основе предоперационных данных МСКТ, выявлено снижение объема контрастного раствора (15-25 мл) по сравнению с пациентами, которым была проведена имплантация без использования программного обеспечения 3D-навигации.

Заключение. Использование сосудистых систем 3D-навигации во время операций на аорте позволяет нам уменьшить количество рентгеновского экспозиционного излучения, получаемого как хирургом, так и пациентом. Это программное обеспечение позволяет уменьшить количество контрастного раствора с 10% до 50% от обычно используемого объема.

Ключевые слова: МСКТ-навигация, эндопротезирование аорты, 3D-навигация, стент-графт аорты, AAA, VesselNavigator, гибридная операционная.

Контактный автор: Лепилин П. М., e-mail: lepilinpm@gmail.com

Для цитирования: Лепилин П.М., Колегаев А.С., Саличкин Д.В., Кучин И.В., Комлев А.Е., Полевая Т.Ю., Имаев Т.Э., Акчурин Р.С., Терновой С.К., Федотенков И.С. Применение интраоперационной системы трехмерной визуализации при операциях эндопротезирования аорты. REJR 2019; 9(4):77-81. DOI:10.21569/2222-7415-2019-9-4-77-81.

Статья получена: 01.08.19

Статья принята: 14.10.19

EFFECTIVENESS OF INTRAOPERATIVE 3D VISUALISATION NAVIGATION SYSTEM USAGE DURING AORTA ENDOGRAFTING PROCEDURES

Lepilin P.M.¹, Kolegaev A.S.¹, Salichkin D.V.¹, Kuchin I.V.¹, Komlev A.E.¹,
Polevaya T.U.¹, Imaev T.E.¹, Akchurin R.S.¹, Temovoy S.K.^{1,2}, Fedotenkov I.S.¹

Purpose. To evaluate the possibility of reducing the intraoperative negative factors (contrast volume, x-ray exposition time) by using the VesselNavigator 3D navigation system (Philips) in the operations of endografting of the aorta or its branches.

Materials and methods. For the study, 60 patients with aortic enlargement at the infrarenal aorta level were selected retrospectively: group 1 - 30 patients in whom operations

1 - ФГБУ «НМИЦ Кардиологии» Минздрава России. Лаборатория гибридных методов лечения сердечно-сосудистых заболеваний. Отдел сердечно-сосудистой хирургии ИКК им А.Л. Мясникова.

г. Москва, Россия.

2 - ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет). Кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии ИКМ.

г. Москва, Россия.

1 - National Medical Research Center of Cardiology.

2 - Sechenov University. Moscow, Russia.

on the abdominal aorta were performed using the intraoperative navigation system VesselNavigator (release 1.0.11.10006 and the second group was formed by 30 cases with endograft implantation performed without using an intraoperative navigation system (control group).

Results. Analyzing the difference of contrast injected during the procedure (volume / injection number), it was shown that patients with preoperative 3D reconstruction of aorta and target vessels (renal, common iliac, common femoral arteries) with VesselNavigator system based on preoperative MSCT data, usually received less contrast solution (15-25 ml) compared with patients who underwent implantation without using the 3D navigation software.

Conclusion. The use of vascular 3D navigation systems during aortic operations allows us to reduce the amount of x-ray exposition radiation received for both the surgeon and the patient. This software can allow us to reduce the amount of contrast solution from 10 to 50% of the usually used volume.

Keywords: MSCT fusion, EVAR, 3D navigation, endografting, stent-graft, AAA, VesselNavigator, hybrid operating room.

Corresponding author: Lepilin P.M. e-mail: lepilinpm@gmail.com

For citation: Lepilin P.M., Kolegaev A.S., Salichkin D.V., Kuchin I.V., Komlev A.E., Polevaya T.U., Imaev T.E., Akchurin R.S., Ternovoy S.K., Fedotenkov I.S. Effectiveness of intraoperative 3D visualisation navigation system usage during aorta endografting procedures. REJR 2019; 9(4):77-81. DOI:10.21569/2222-7415-2019-9-4-77-81.

Received: 01.08.19

Accepted: 14.10.19

В течение последнего десятилетия операции эндопротезирования аорты становится стандартом лечения для пациентов с расширением аорты, как грудного нисходящего отдела, так и аорты ниже уровня отхождения почечных сосудов. Методики TEVAR, EVAR всё шире внедряются в практику сосудистых центров, как за рубежом, так и в клиниках России.

Результаты вмешательства эндопротезирования аорты, полученные в исследованиях EVAR1, EVAR2, DREAM, показали надёжность и эффективность методики для лечения пациентов с расширением инфраренальной аорты в отдаленном периоде [1, 2]. В тоже время, существует ряд факторов, имеющих потенциальное негативное воздействие как для пациента (кратность и объём введения контраста, ионизирующее излучение), так и врача (работа в условиях максимальных режимов нагрузки скопии для эффективной визуализации сосудов), уменьшение объёма которых является прямой задачей для каждого специалиста, работающего в условиях рентгеноперационной [3]. Если операции эндопротезирования аорты в 90-х годах прошлого века выполнялись под стандартной С-образной ангиографической дугой с размером ангиографического «окна» 20 на 20 см, то в настоящее время стандартом для сложных операций эндопротезирования является размер детектора скопии 30 на 40 см. Это

позволяет избежать дополнительных перемещений дугой и выполнения скопии для многократного контроля положения стола и рентгеновской установки. Разработка и внедрение в повседневную практику возможности постоянного интраоперационного референсного изображения с маркировкой основных проекций и дополнительной возможностью совмещения сегментированного изображения с ангиографическим изображением в реальном времени стало технологией, способной снизить как общее время операции, так и значительного уменьшения количества вводимого пациенту контраста [4].

Цель исследования.

Целью нашего исследования было оценить возможность сокращения вышеперечисленных интраоперационных негативных факторов с помощью применения системы 3D-навигации «Vessel Navigator» при операциях эндопротезирования аорты и её ветвей.

Материалы и методы.

В отделе сердечно-сосудистой хирургии НМИЦ кардиологии с 2013 года операции эндопротезирования аорты выполняются в условиях «гибридной» операционной, основной характеристикой которой является наличие системы трехмерной навигации при вмешательствах на аорте и её ветвях. Принцип работы такой си-



Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Схема расположения референсного изображения во время имплантации стент-графта.

Fig. 1. Reference image monitor during stent-graft implantation.

движением 3D-изображений.

Для исследования ретроспективно были отобраны 60 пациентов с расширением аорты на уровне инфраренальной аорты: первую группу сформировали 30 больных, у которых операции на брюшном отделе аорты выполнялись с использованием интраоперационной системы навигации «Vessel Navigator» – (release 1.0.11.10006), в 30 случаях процедура эндопротезирования аорты выполнялась без использования интраоперационной системы навигации (контрольная группа). Группы были однородны по составу и не отличались по типу поражения. Анатомические критерии: средний диаметр аневризмы $6,5 \text{ см} \pm 0,33$, проксимальная шейка $\geq 15 \text{ мм}$ – 18% пациентов, ангуляция шейки $\geq 60^\circ$ – 10%, выраженная извитость подвздошно-бедренного сегмента – 15%. Средний возраст пациентов составил 71 год $\pm 16,5$. Абсолютное большинство пациентов составили мужчины – 80% (48 пациентов), у 33 пациентов (55%) отмечалось атеросклеротическое поражение нескольких бассейнов (сосуды брахиоцефальной системы, сосуды аортоподвздошного сегмента, периферических артерий), у большинства пациентов отмечалось наличие артериальной ги-

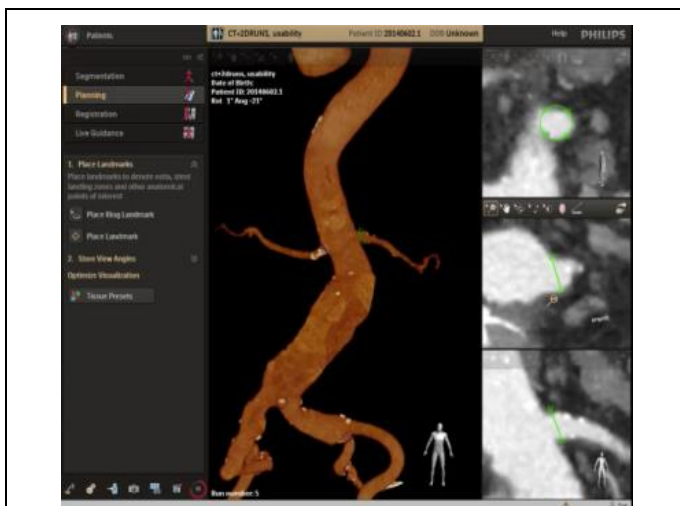


Рис. 2 а (Fig. 2 а)

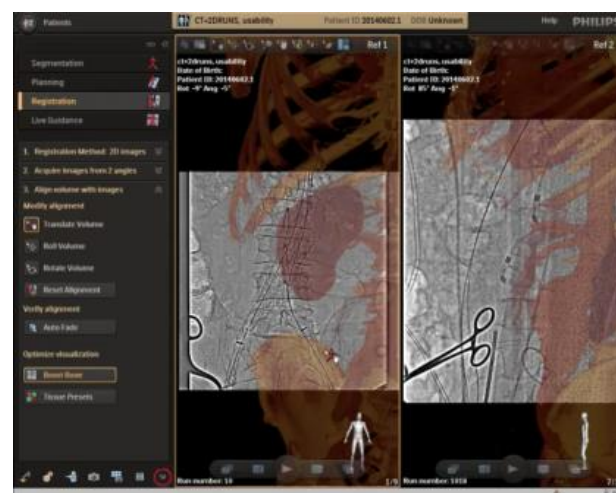


Рис. 2 б (Fig. 2 б)

Рис. 2. Фотография.

а - Сегментация данных МСКТ в 3D-изображение, б - этапы их совмещения с данными 2D-интраоперационных изображений.

Fig. 2. Photo.

Stages of segmentation of MSCT data into a 3D image and combination with 2D intraoperative data.

стемы заключён в планировании вмешательства, интраоперационном совмещении 3D-изображения, получаемого из данных МСКТ до операции с рентгеновским изображением на мониторе операционной [5]. Совмещение выполняется в нескольких проекциях и в дальнейшем любое движение операционного стола или рентгеновской дуги синхронизировано с

пертензии – 68% (41 пациент).

Все операции выполнялись одной бригадой хирургов с использованием трансфеморального доступа во всех случаях. При анализе результатов оценивалось время всей процедуры и продолжительность облучения во время операции, а также объем и кратность введения за

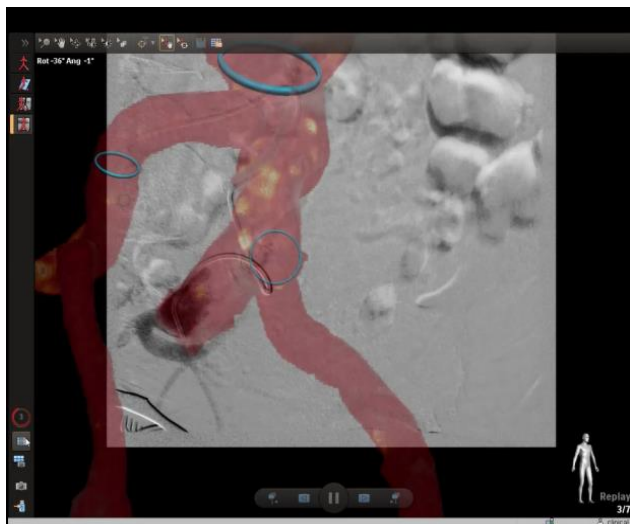


Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. Возможность однократного контрастирования сосудов для дальнейшей работы на сосуде с возможностью изменения проекций в режиме совмещённого 3D-изображения.

Fig. 3. The single contrast injection with visualization of vessels for further work on the vessel with the ability to change the projections of C-arch with overlap of 3D image.



Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. Маркировка уровня отхождения почечных артерий, шейки аневризмы аорты, бифуркации аорты, уровня отхождения внутренних подвздошных артерий.

Fig. 4. Marking of the level of the renal artery ostium, aneurysmal "neck", aortic bifurcation and level of common iliac artery bifurcation.

процедуру контраста. Для оценки межгрупповых отличий использовался парный критерий Стьюдента (различия считались статистически достоверными при уровне $p < 0,05$).

Результаты.

Разница в общем времени операции в первой и второй группах не достигла статистической достоверности (97 минут против 105 минут во второй группе), в то же время использование системы навигации позволяло сократить общее время вмешательства до 5-10%. Время флюороскопической экспозиции в среднем составило 22 минуты и 30 минут в группах 1 и 2 соответственно. При анализе разницы объёма введенного за процедуру контраста (объем/кратность) было показано, что больным, у которых по данным предоперационной МСКТ в системе Vessel Navigator выполнялась реконструкция углов и уровней отхождения ветвей аорты, вводилось достоверно меньше контраста (в среднем на 3,2 контрастирования аорты с объемом 15-25 мл) по сравнению с пациентами, которым имплантация выполнялась без использования «Vessel Navigator». Разница составила от 15 до 45 мл ($p < 0,05$).

Обсуждение.

Расширение доступности методики мультиспиральной компьютерной томографии с контрастированием на дооперационном этапе сделало этот метод «золотым» стандартом обсле-

дования для пациентов с патологией аорты и магистральных артерий. Работа с КТ-изображениями сначала в режимах 2D, а затем в режиме 3D мультипланарной реконструкции стала стандартной для специалистов, планирующих и выполняющих вмешательства на аорте и её ветвях [6, 7].

В то же время выполнение вмешательства в условиях рентгеноперационной имеет ряд негативных факторов с точки зрения визуализации сосудистых структур. Такими факторами являются, прежде всего, двухмерное изображение на мониторе ангиографа, что требует частой смены угла наклона С-дуги, связанной с дополнительным введением контраста и увеличением времени скопии, объёма полученной дозы облучения и, в конечном счёте, времени вмешательства [8]. Выполнение вмешательства со снижением объёма введенного контраста и снижением количества записей в режиме субтракции особенно важно для пациентов с заболеваниями почек.

Заключение.

Использование систем сосудистой 3D-навигации при операциях на аорте позволяет уменьшить объем получаемого излучения как для хирурга, так и для пациента. Данное программное обеспечение позволяет добиться достоверного снижения объема вводимого контраста от 10% до 50% от ранее использовавшие-

гося объёма.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсут-

Список Литературы:

1. EVAR trial participants. *Endovascular aneurysm repair versus open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1): randomised controlled trial. Lancet.* 2005;365:2179-2186.
2. Prinssen M, Verhoeven EL, Buth J, et al. Dutch Randomized Endovascular Aneurysm Management (DREAM) Trial Group. A randomized trial comparing conventional and endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *N Engl J Med.* 2004;351:1607-1618.
3. Abi-Jaoudeh N, Kruecker J, Kadoury S, et al. Multimodality image fusion-guided procedures: technique, accuracy, and applications. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2012;35:986-998.
4. Ruijters D, Homan R, Mielekamp P, van de Haar P, Babic D. Validation of 3D multimodality roadmapping in interventional neuroradiology. *Phys Med Biol.* 2011;56:5335-5354.
5. Lin CJ, Blanc R, Clarencon F, et al. Overlying fluoroscopy and

References:

1. EVAR trial participants. *Endovascular aneurysm repair versus open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1): randomised controlled trial. Lancet.* 2005;365:2179-2186.
2. Prinssen M, Verhoeven EL, Buth J, et al. Dutch Randomized Endovascular Aneurysm Management (DREAM) Trial Group. A randomized trial comparing conventional and endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *N Engl J Med.* 2004;351:1607-1618.
3. Abi-Jaoudeh N, Kruecker J, Kadoury S, et al. Multimodality image fusion-guided procedures: technique, accuracy, and applications. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2012;35:986-998.
4. Ruijters D, Homan R, Mielekamp P, van de Haar P, Babic D. Validation of 3D multimodality roadmapping in interventional neuroradiology. *Phys Med Biol.* 2011;56:5335-5354.

ствии финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

- preacquired CT angiography for road-mapping in cerebral angiography. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2010;31:494-495.
6. Tacher V, Lin M, Desgranges P, et al. Image Guidance for Endovascular Repair of Complex Aortic Aneurysms: Comparison of Two-dimensional and Three-dimensional Angiography and Image Fusion. *Journal of vascular and interventional radiology: JVIR.* 2013;24(11):1698-1706.
7. Терновой С.К., Никонова М.Э., Веселова Т.Н., Имаев Т.Э., Комлев А.Е., Акчурич Р.С., Федотенков И.С., Шария М.А. Мультиспиральная компьютерная томография в планировании транскатетерного протезирования аортального клапана. *REJR.* 2013; 3 (1): 43-49.
8. Radiation Awareness for Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair in the Hybrid Operating Room. An Instant Patient Risk Chart for Daily Practice. Quirina M. de Ruiter et al. *J Endovasc Ther.* 2017 Jun; 24(3): 425-434.

5. Lin CJ, Blanc R, Clarencon F, et al. Overlying fluoroscopy and preacquired CT angiography for road-mapping in cerebral angiography. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2010;31:494-495.
6. Tacher V, Lin M, Desgranges P, et al. Image Guidance for Endovascular Repair of Complex Aortic Aneurysms: Comparison of Two-dimensional and Three-dimensional Angiography and Image Fusion. *Journal of vascular and interventional radiology: JVIR.* 2013;24(11):1698-1706.
7. Ternovoy S.K., Nikonova M.E., Veselova T.N., Imaev T.E., Komlev A.E., Akchurin R.S., Fedotenkov I.S., Sharia M.A. Multispiral computed tomography in planning transcatheter aortic valve replacement. *REJR.* 2013; 3 (1): 43-49 (in Russian).
8. Radiation Awareness for Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair in the Hybrid Operating Room. An Instant Patient Risk Chart for Daily Practice. Quirina M. de Ruiter et al. *J Endovasc Ther.* 2017 Jun; 24(3): 425-434.