

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ЛЕВОЙ ПОЛОВИНЫ ТОЛСТОЙ КИШКИ С ЦЕЛЬЮ ПРОФИЛАКТИКИ ИШЕМИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ РЕЗЕКЦИИ ИНФРАРЕНАЛЬНОЙ АНЕВРИЗМЫ БРЮШНОЙ АОРТЫ

А.А. Дюсупов¹, А.А. Карпенко², А.М. Чернявский², А.З. Дюсупов¹

¹Государственный медицинский университет, Семей, Казахстан

²ФГБУ "ННИИПК им. акад. Е.Н. Мешалкина" Минздравсоцразвития России, Новосибирск

E-mail: altay-doc77@mail.ru

EXPERIMENTAL STUDY OF BLOOD SUPPLY OF THE LEFT HALF OF COLON FOR PREVENTION OF ISCHEMIC COMPLICATIONS IN RESECTION OF INFRARENAL ABDOMINAL AORTIC ANEURYSM

A.A. Dyusupov¹, A.A. Karpenko², A.M. Chernyavsky², A.Z. Dyusupov¹

¹Semey State Medical University, Republic of the Kazakhstan,

²Federal State Institution "Research Institute of Circulation Pathology n.a. acad. E.N. Meshalkin", Novosibirsk

Цель работы: изучить в эксперименте с использованием оригинальной методики особенности кровоснабжения левой половины толстой кишки для предупреждения ишемических осложнений при резекции инфраренальной аневризмы брюшной аорты. Исследование выполнялось на 18 трупах. Маркирующий состав (МС) оригинальной разработки поочередно вводился в верхнюю брыжеечную, внутренние подвздошные и нижнюю брыжеечную артерии. После каждого введения из стенки проксимального отдела сигмовидной кишки на одном уровне забирались пробы для исследования методом энергодисперсионного микроанализа INCA ENERGY 250 на электронном микроскопе JSM-6390 LV JEOL. Оценивалась концентрация свинца в пробах из изучаемых отделов кишечника. Наибольшая концентрация свинца установлена в стенке проксимального отдела сигмовидной кишки после введения МС в нижнюю брыжеечную артерию – $17,27 \pm 2,68\%$; далее – в бассейне внутренней подвздошной артерии – $1,60 \pm 0,64\%$ и верхней брыжеечной артерии – $1,01 \pm 0,28\%$. Установлено, что в кровоснабжении дистальной части толстого кишечника (нисходящей ободочной, сигмовидной и прямой кишки) второе место по значению после нижней брыжеечной артерии занимают внутренние подвздошные артерии. Это подтверждает важность определения показаний для их реимплантации в бранши сосудистого протеза при резекции инфраренальной аневризмы брюшной аорты для предупреждения ишемических осложнений. Разработанная методика с внутриартериальным введением МС дает возможность объективно оценить степень участия артерий в кровоснабжении определенного участка биологической ткани.

Ключевые слова: эксперимент; сигмовидная кишка, кровоснабжение.

The purpose of this study was to examine the characteristics of blood supply of the left half of the colon in the experiment using a novel technique to prevent ischemic complications after resection of infrarenal abdominal aortic aneurysm. The study was performed on 18 human corpses. Newly-designed special marker compound (MC) was intra-arterially injected subsequently into the superior mesenteric, internal iliac and inferior mesenteric arteries. Upon every injection, the samples of the proximal sigmoid colon wall at the certain anatomical levels were taken for further examination by the method of INCA Energy 250 energy-dispersive microanalysis using the electron microscope JSM-6390 LV JEOL. Lead concentrations in the samples from the tested parts of the colon were estimated. Maximal lead concentration level in the wall of the

proximal sigmoid colon was found after the MC injection into the inferior mesenteric artery ($17.27 \pm 2.68\%$) followed by the lower lead concentrations in the territories of the internal iliac ($1.60 \pm 0.64\%$) and superior mesenteric ($1.01 \pm 0.28\%$) arteries. It was found that the blood supply of the distal part of the colon (descending colon, sigmoid colon, and rectum) through the internal iliac arteries was the second in order of value after the inferior mesenteric artery. Our observations confirm the importance of determining the indications for reimplantation of these arteries into the vascular prosthesis branches in the aortic aneurism resection to prevent ischemic complications. The developed method based on intra-arterial MC infusion provides an opportunity for reliable assessment of the degree of arterial involvement in the blood supply of selected areas of biological tissue.

Key words: experiment, sigmoid colon, blood supply.

Введение

Частота аневризм брюшного отдела аорты (АБА) среди населения старше 50 лет, по данным мультицентровых исследований, колеблется от 1,4 до 8,2%. В 95–96% случаев АБА имеет инфраренальную локализацию [4]. Резекция инфраренальных АБА является традиционным и наиболее распространенным методом лечения и заключается в иссечении патологически расширенного участка брюшной аорты с последующим вшиванием сосудистого протеза. При выполнении данной операции всегда встает вопрос о необходимости реимплантации магистральных ветвей брюшной аорты, подвздошных артерий в сосудистый протез и восстановлении кровотока по ним для предупреждения нарушения кровообращения прилежащих органов. Наиболее важной в этом отношении является проблема ишемии левой половины толстой кишки, которая выявляется в 0,6–7,4% случаев после плановой реконструкции брюшной аорты по поводу аневризмы и в 15–60% – после резекций по поводу разрыва АБА [2, 7, 8, 10]. Летальность при тяжелой степени ишемии толстой кишки превышает 90% [3].

Кровоснабжение левой половины толстой кишки осуществляется за счет верхней и нижней брыжеечных, а также внутренних подвздошных артерий. Верхняя и нижняя брыжеечные артерии анастомозируют между собой через межбрыжеечный анастомоз или дугу Риолана, образованную левой ветвью средней ободочной артерии от верхней брыжеечной артерии и левой ободочной артерии – от нижней брыжеечной артерии. Внутренняя подвздошная артерия посредством средних и нижних прямокишечных артерий осуществляет ретроградную коллатеральную реваскуляризацию левой половины толстой кишки непосредственно за счет анастомозов с верхними ректальными артериями от нижней брыжеечной артерии [5].

Согласно исследованиям С.В. Ernst (1976), “дуга Риолана” в целом хорошо развита у 2/3 пациентов. Это подтверждается при проведении рутинного ангиографического исследования у 35% больных с окклюзирующим поражением аорты и у 27% пациентов – с развитием ее аневризм. У оставшихся 37% этот коллатеральный путь развития недостаточно [3, 8].

Приводятся данные, что у 20% людей средняя ободочная артерия отсутствует вообще [3]. И в этом последнем случае авторы подчеркивают важную роль правой ободочной артерии в кровоснабжении кишечника. Кроме того, у 5% людей “дуга Риолана” в области селезеночного угла, в так называемой “точке Гриффита”, бывает разомкнута [1, 3]. В то же время роль внутренних подвздошных артерий в кровоснабжении левой половины толстой кишки

ки изучена недостаточно.

Цель исследования: изучение в экспериментальном исследовании по специально разработанной оригинальной методике особенностей кровоснабжения левой половины толстой кишки.

Материал и методы

Экспериментальное исследование выполнено на 18 трупах, из которых 14 (77,8%) – трупы мужчин и 4 (22,2%) – женщин. Средний возраст умерших составил $63,2 \pm 1,6$ лет. Все умершие относились к категории не востребованных лиц без определенного места жительства. Разрешение на исследование получено этическим комитетом Государственного медицинского университета Семей на основании Постановления Правительства Республики Казахстан “Об утверждении порядка и условий совершения и передачи организациям здравоохранения анатомического дара” № 2294 от 30 декабря 2009 г.

Алгоритм экспериментального исследования. Непосредственно перед исследованием готовили специальный маркирующий раствор (МР) в составе 500 мл дистиллированной воды, в котором растворяли 200 грамм азотнокислого свинца, получая таким образом 5%-й раствор, и добавляли 20 мл 1%-го водного раствора метиленового синего (рис. 1). Выбор азотнокислого свинца обусловлен тем, что, во-первых, наличие в составе азота предотвращает повреждение сосудистой стенки, во-вторых, свинец не содержится в стенке толстого кишечника и поэтому является хорошим индикатором распространения инъекционного раствора при специальной электронной



Рис. 1. Ингредиенты экспериментального раствора для внутриартериального введения: 200 грамм азотнокислого свинца, 500 мл дистиллированной воды, 20 мл 1%-го водного раствора метиленового синего

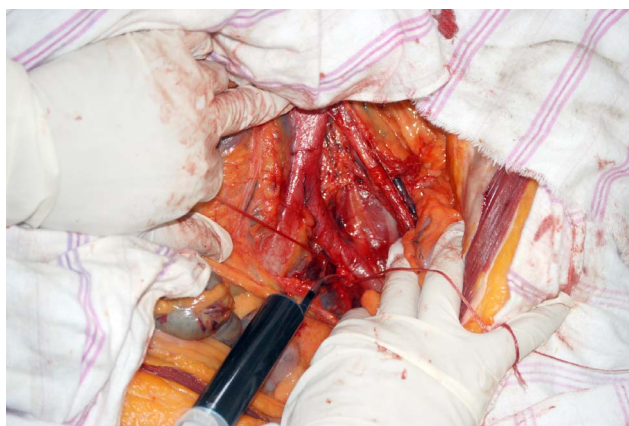
микроскопии с определением химического элементного состава проб из стенки кишечника. Наличие в экспериментальном инъекционном растворе красителя метиленового синего позволяет визуальнo проследить распространение раствора и его концентрацию в стенке кишки.

МР вводили в артерии, кровоснабжающие левую половину толстого кишечника. Для этого после вскрытия брюшной полости катетеризировали верхнюю брыжеечную, внутренние подвздошные и нижнюю брыжеечную артерии подключичным катетером. Артерии промывали теплым физиологическим раствором с добавлением гепарина. Затем в проксимальном отделе сигмовидной кишки иссекали участок стенки кишечника размером 2х2 см, расположенного противоположно к линии вхождения брыжеечных сосудов, получая таким образом исходную пробу или пробу № 1. Далее поэтапно внутриартериально, начиная с верхней брыжеечной артерии, внутренних подвздошных артерий и в конце – в нижнюю брыжеечную артерию вводили по 40 мл подготовленного маркирующего раствора (рис. 2, а). При этом после каждого

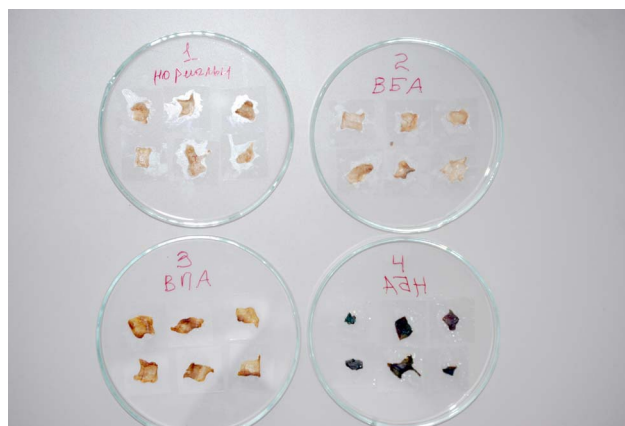
введения окрашенного инъекционного раствора на одном уровне с исходной пробой № 1 забирали аналогичные кусочки стенки сигмовидной кишки одинакового размера (2х2 см) по передней и задней ее полуокружностям. Для того чтобы пробы были сопоставимы, их брали по окружности на одном уровне – на границе между нисходящей ободочной и сигмовидной кишкой.

Образцы для пробы № 2 получены после введения МР в верхнюю брыжеечную артерию, для пробы № 3 – во внутренние подвздошные артерии и для пробы № 4 – в нижнюю брыжеечную артерию соответственно. Затем во всех пробах препарировали (при помощи лезвия) слизисто-подслизистый слой размерами 1,0х1,0 см, раскладывали на покровные стекла и высушивали (рис. 2, б).

Приготовленные препараты анализировали с помощью низковакуумного растрового электронного микроскопа JSM-6390 LV JEOL (Япония) с системой энергодисперсионного рентгеноспектрального микроанализа INCA ENERGY 250 (OXFORD INSTRUMENTS), рисунок 3. Рентгеноспектральный микроанализ позволяет определять



а

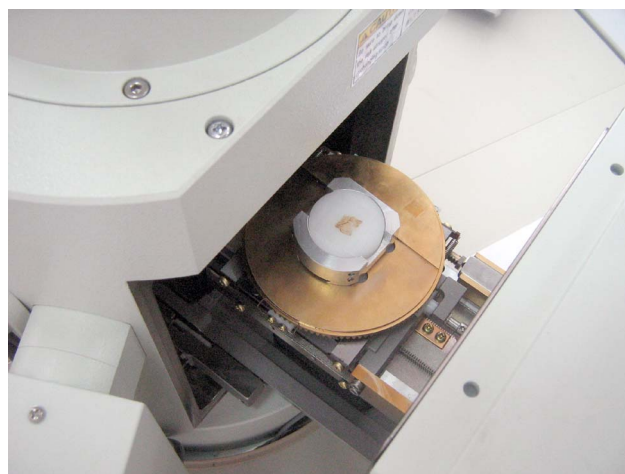


б

Рис. 2. На рисунке: а – введение экспериментального раствора во внутреннюю подвздошную артерию слева; б – окончательный вид проб на предметных стеклах в чашках Петри



а



б

Рис. 3. На рисунке: а – общий вид электронного микроскопа JSM-6390 LV JEOL (Япония) с системой энергодисперсионного микроанализа INCA ENERGY 250; б – проба на покровном стекле перед исследованием

Таблица 1

Данные электронной микроскопии проб из стенки сигмовидной кишки на содержание свинца

№ опыта	Содержание свинца в пробах, %			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
1	0,0	0,78	0,48	14,85
2	0,0	0,74	2,23	10,60
3	0,0	0,71	1,54	19,24
4	0,0	1,58	1,76	15,46
5	0,0	0,72	1,44	19,34
6	0,0	0,71	1,78	18,32
7	0,0	0,82	0,98	18,96
8	0,0	1,28	0,67	16,45
9	0,0	1,02	2,24	17,84
10	0,0	1,54	2,56	17,56
11	0,0	0,86	0,92	19,44
12	0,0	0,77	1,67	20,01
13	0,0	0,97	1,52	18,37
14	0,0	1,25	0,56	19,52
15	0,0	0,94	1,98	14,54
16	0,0	1,28	2,04	12,45
17	0,0	1,07	2,18	18,42
18	0,0	1,16	2,26	19,56
M±m	0,0	1,01 ± 0,28	1,60 ± 0,64	17,27 ± 2,68

Примечание: проба № 1 – без введения экспериментального инъекционного раствора; проба № 2 – после введения в верхнюю брыжеечную артерию; проба № 3 – после введения в внутренние подвздошные артерии; проба № 4 – после введения в нижнюю брыжеечную артерию.

химический элементный состав объекта, что осуществляется путем измерения энергии и интенсивности рентгеновского излучения, генерируемого при бомбардировке исследуемого объекта сфокусированным пучком электронов. Основным достоинством метода сканирующей (растровой) электронной микроскопии является получение изображений, позволяющих наглядно и конкретно представить себе топографическую организацию и межтканевые взаимодействия в изучаемом образце. Диапазон увеличений в растровой электронной микроскопии очень широк и составляет от 30 до 300 тысяч крат. Это позволяет детально изучить форму и взаимное расположение структурных элементов поверхности ткани и отдельных клеток. В связи с тем, что исследование объекта в микроскопе проводится в вакууме, объект исследования не должен содержать влаги или жира, поэтому все пробы предварительно высушивались.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием программы Statistica 6.0. Для проверки нормальности распределения числовых показателей использовался критерий Колмогорова–Смирнова; для оценки достоверности различий между группами использовался непараметрический критерий Манна–Уитни для количественных признаков. Для каждого исследованного параметра рассчитывали: M – выборочное среднее, m – стандартную ошибку среднего. За критерий статистически значимых различий принимали значения $p < 0,05$.

Результаты

При электронной микроскопии препаратов, полученных из стенки проксимального отдела сигмовидной кишки,

основное внимание акцентировали на наличии или отсутствии свинца, который являлся индикатором внутриартериального распространения экспериментального инъекционного раствора (табл. 1). Низковакуумный растровый электронный микроскоп JSM-6390 LV JEOL с системой энергодисперсионного микроанализа INCA ENERGY 250, помимо получения изображения структуры субстрата, позволяет определить и химический элементный состав в процентном соотношении.

При внутриартериальном введении маркирующей смеси, содержащей 5%-й раствор азотнокислого свинца и 1%-й водный раствор метиленового синего, наибольшая концентрация свинца отмечалась в препарате № 4, полученном из стенки сигмовидной кишки, кровоснабжаемой нижней брыжеечной артерией (табл. 1). Менее интенсивная концентрация свинца зафиксирована после введения МР во внутренние подвздошные артерии и наименьшая – после введения реактива в верхнюю брыжеечную артерию. Процесс распределения красителя можно было оценить и при визуальном наблюдении за интенсивностью окрашивания стенки левой половины толстой кишки метиленовым синим.

Обсуждение

Проблема объективного изучения анатомии сосудистого русла и отдельных сосудистых бассейнов кишечника остается актуальной и нерешенной до настоящего времени. Наши попытки использовать различные красители с последующим получением гистологического препарата для объективного подтверждения распространения и концентрации вводимого в артерии раствора были тщетными, их не было видно в препарате, так как в процессе подготовки гистологического среза любые красители вымываются из биологической ткани.

В связи с этим мы разработали методику, которая может быть одним из решений этой проблемы. Ее суть в том, что в экспериментальном исследовании в артериальное русло вводили смесь красителя и соли азотнокислого свинца. Использование 5%-го раствора азотнокислого свинца с добавлением 1%-го водного раствора метиленовой сини позволяло не только визуально проследить внутриартериальное распространение экспериментального раствора, но и объективно измерить с помощью электронной микроскопии концентрацию раствора в стенке кишки и его химический элементный состав в процентном соотношении.

Это позволило определить характер сообщения между различными сосудистыми бассейнами брюшного отдела аорты. Анализ данных нашего экспериментального исследования на человеческих трупах показал, что в кровоснабжении дистальной части нисходящего отдела ободочной, сигмовидной и прямой кишок, помимо нижней брыжеечной артерии, не менее важную роль играют внутренние подвздошные артерии.

В литературе описывается возможность коллатерального кровоснабжения левой половины толстой кишки через систему внутренних подвздошных артерий и нижней брыжеечной артерии [1, 3, 6]. Однако не было объективных данных, подтверждающих данный факт. Полученные нами результаты говорят о необходимости опреде-

ления объективных показаний для реимплантации внутренних подвздошных артерий в бранши сосудистого протеза при оперативной реконструкции аорто-подвздошно-бедренного сегмента с целью предупреждения ишемии левой половины толстой кишки.

Выводы

1. Наше экспериментальное исследование показало, что в кровоснабжении дистальной части нисходящей ободочной, сигмовидной и прямой кишок в процентном отношении после нижней брыжеечной артерии второе место занимают внутренние подвздошные артерии. Это доказывает важность определения показаний для их реимплантации в бранши сосудистого протеза при резекции инфраренальной аневризмы брюшной аорты для предупреждения ишемических осложнений.
2. Разработанная нами методика с внутриаартериальным введением 5%-го раствора азотнокислого свинца в смеси с 1%-м водным раствором метиленового синего и последующим изучением проб на электронном микроскопе дает возможность объективно показать степень участия артерий брюшного отдела аорты в кровоснабжении определенного участка биологической ткани в эксперименте на человеческом трупe.

Литература

1. Бураковский В.И., Бокерия Л.А. Сердечно-сосудистая хирургия. – М.: Медицина, 1989. – С. 662–670.
2. Казанчян П.О., Попов В.А. Осложнения в хирургии аневризм брюшной аорты. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. – С. 210–227.
3. Покровский А.В. Клиническая ангиология. – М., 2004. – Т. 1. – С. 15–183.
4. Спиридонов А.А., Туттов Е.Г., Аракелян В.С. Хирургическое лечение аневризм брюшной аорты. – М.: Изд-во НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2000. – С. 21–25.
5. Нормальная физиология человека / под ред. акад. РАМН Б.И. Ткаченко. – М.: Медицина, 2005. – 387 с.
6. Шалимов А.А., Дрюк Н.Ф. Хирургия аорты и магистральных артерий. – Киев: Здоровье, 1979. – С. 167–178.
7. Bjorck M., Bergquist D., Troeng T. Incidence and clinical presentation of bowel ischemia after aorto-iliac surgery – 2930 operations from a population based registry in Sweden // Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg. – 1996. – Vol. 12. – P. 139–144.
8. Brewster D.C., Franklin D.P., Cambria R.P. et al. Intestinal ischemia complicating abdominal aortic surgery // Surgery. – 1991. – Vol. 109. – P. 447–454.
9. Ernst C. B. Colon ischemia following aortic reconstruction // Vascular surgery / ed. by R.B. Rutherford. – 5th ed. – 2000. – Chap. 113. – P. 1542–1549.
10. Meissner M.H., Johansen K.H. Colon infarction after ruptured abdominal aortic aneurysm // Arch. Surg. – 1992. – Vol. 127. – P. 979–985.

Поступила 27.11.2011