



А. А. РАДЮКЕВИЧ, А. А. БАЕШКО, А. Ф. ПУЧКОВ,
В. В. ЧАПЛЫГИНА, Ю. И. РОГОВ, В. Ф. ВАРТАНЯН,
В. М. ДЕЧКО, Е. В. КРЫЖОВА

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАВА-ФИЛЬТРА ДВУХУРОВНЕВОЙ ФИКСАЦИИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Белорусский государственный медицинский университет,
Минский городской патологоанатомический центр

Тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) — одна из причин заболеваемости и смертности лиц с благоприятным прогнозом жизни. Она обуславливает от 10 до 21% общепопуляционной летальности [1—4]. Источником эмболического поражения малого круга кровообращения являются тромбозы, развивающиеся в глубоких венах нижних конечностей и таза. Значительным шагом вперед в профилактике ТЭЛА стало изобретение специальных внутрисосудистых устройств — кава-фильтров (КФ), имплантируемых в нижнюю полую вену (НПВ), которым предназначается роль «ловушки» для эмболов.

Применение кава-фильтров первого поколения (РЭПТЭЛА, «Гринфилд» с одним уровнем фиксации) не исключает их смещения, то есть отклонения от оси НПВ, во время или после имплантации. По данным литературы, это осложнение регистрируется в 1,7—17% случаев [1, 2].

Разработка и внедрение в клиническую практику кава-фильтров нового поколения (с двумя уровнями фиксации) позволяет снизить возможность смещения эмболоулавливающего устройства во время имплантации и тем самым повысить его эмболоулавливающие свойства.

Тестирование КФ на доклиническом этапе *in vitro* проводят с помощью специальных стандов, позволяющих имитировать условия кавальной гемодинамики [5—7]. Полую вену в них заменяют пластиковой [3, 8] или диализной [9] трубкой, в которую устанавливают противоэмболическое устройство. Однако в полной мере оценить безопасность кава-филтрации, в частности надежность фиксации устройства и риск перфорации сосудистой стенки «ножками», а также его отклонение от оси НПВ и смещение во время эмболического эпизода таким способом невозможно. К тому же искусственные трубки не изменяют свой диаметр, как полая вена, под влиянием возрастающего давления крови после закупорки магистральной тромбом, уловленным кава-фильтром.

Цель исследования заключалась в разработке модели для испытания КФ и изучения в эксперименте на трупном материале эффективности эмболоулавливающего устройства.

Материал и методы

Эксперимент проведен на базе Минского городского патологоанатомического центра.

В качестве КФ использовали эмболоулавливающее устройство нового типа «РЭПТЭЛА-М» с двумя уровнями фиксации, состоящее из 12 «ножек». Шесть коротких «ножек» изогнуты таким образом, что во время выведения КФ из капсулы они первыми касаются стенки сосуда, центрируя тем самым устройство в просвете полой вены. Шесть длинных «ножкам» придана форма «крючка», благодаря которым обеспечивается фиксация КФ к венозной стенке.

В качестве тромбоемболов использовали посмертные кровяные сгустки, которые фрагментировали до размеров 3х20 мм (малые тромбоемболы) и 6х30 мм (большие тромбоемболы).

Эксперимент поставлен на 24 трупах людей обоего пола (возраст 56—78 лет), умерших от различных заболеваний. Для доступа к НПВ брюшную полость вскрывали разрезом от мечевидного отростка до лонного сочленения. После рассечения париетальной брюшины по правому боковому каналу восходящую ободочную кишку смещали в медиальную сторону, обнажая тем самым забрюшинное пространство. НПВ и брюшную аорту выделяли на протяжении от диафрагмы до подвздошных сосудов. Поясничные вены, почечные артерии и вены в приустьевом отделе перевязывали. Измеряли диаметр НПВ в инфраренальном отделе.

После пересечения почечных сосудов дистальнее лигатур полую вену пересекали в подпеченочном отделе. Органоконкомплекс эвесцерировали вместе с брюшной аортой. Общую подвздошную вену с одной стороны и внутреннюю подвздошную с другой лигировали с целью предупреждения миграции в них тромбоемболов в момент воспроизведения эмболического эпизода (рис.).

Затем в НПВ в ретроградном направлении на глубину 1—1,5 см вводили пластиковый цилиндр, изготовленный из одноразового шприца объемом 20 см³ в соответствии с диаметром вены. В центре дна цилиндра проделывали отверстие (7 мм), позволявшее свободно в ретроградном направлении ввести в НПВ катетер-проводник с капсулой, содержащей кава-фильтр. Для герметизации системы цилиндр фиксировали к стенке вены лигатурой.

Разрезом по переднемедиальной поверхности бедра в его верхней трети выделяли сосудисто-нервный пучок и отдельно бедренную вену. В просвет последней в проксимальном направлении на глубину 2—3 см вводили силиконовую трубку диаметром 1 см, которую с целью обеспечения герметичности системы также фиксировали лигатурой. Трубку через Т-образный переходник подсоединяли к водопроводному крану и в антеградном направлении вводили в полую вену воду со скоростью приблизительно 1—2,5 л/мин (нормальная скорость кровотока в этой магистральной в покое — 1 л/мин, при физической нагрузке — 2,5 л/мин). Благодаря герметичности системы НПВ под давлением жидкости расправлялась, приобретая в поперечном сечении характерную для нее форму эллипса.

Имплантировали КФ. Эмболический эпизод имитировали путем введения с током жидкости заготовлен-

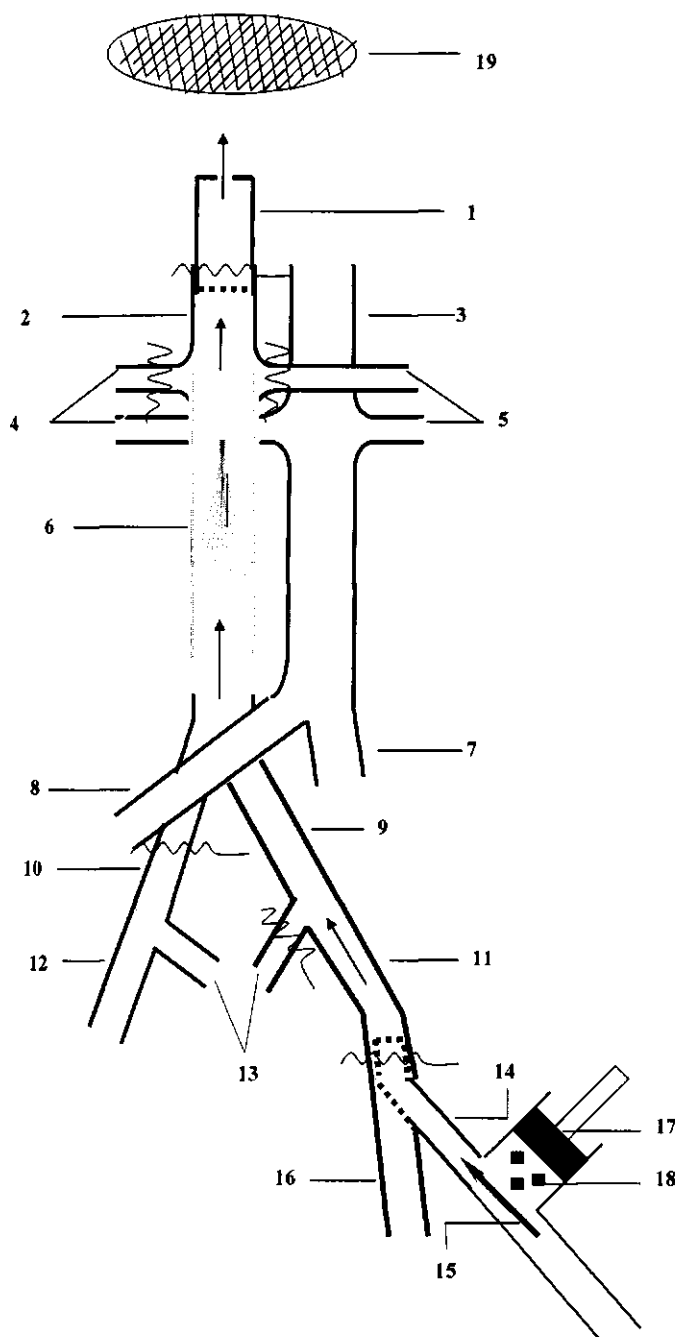


Схема экспериментальной модели для испытания каво-фильтров: 1 — пластиковый цилиндр; 2 — нижняя полая вена; 3 — брюшная аорта; 4 — правая почечная артерия и вена; 5 — левая почечная артерия и вена; 6 — каво-фильтр; 7 — левая общая подвздошная артерия; 8 — правая общая подвздошная артерия; 9 — левая общая подвздошная вена; 10 — правая общая подвздошная вена; 11 — левая наружная подвздошная вена; 12 — правая наружная подвздошная вена; 13 — левая и правая внутренние подвздошные вены; 14 — силиконовая трубка; 15 — направление тока воды; 16 — левая общая бедренная вена; 17 — Т-образный переходник с поршнем; 18 — тромбоземболы; 19 — фильтрующая сетка; ~~~~~ — места наложения лигатур

ных тромбоземболов. Последние через Т-образный переходник, снабженный поршнем и соединенный трубкой с бедренной веной, выталкивали с током жидкости в НПВ. Сначала при минимальной скорости жидкости (1 л/мин) вводили 3 эмбола, затем скорость увеличивали до 2,5 л/мин и вводили оставшиеся 3 тромбозем-

бола. Для улавливания не захваченных КФ эмболов ниже потока воды, выходящей из системы через отверстие в дне пластикового цилиндра, устанавливали фильтрующую сетку.

Результаты оценивали путем подсчета количества тромбоземболов в каво-фильтре и на решетке, визуального и пальпаторного исследования центрации противоэмболического устройства в НПВ. Участок магистрали, содержащий КФ, иссекали и изучали положение его «ножек» относительно друг друга и стенки вены. Определяли степень проникновения крючков в толщу стенки сосуда и расположение в КФ уловленных тромбоземболов.

Достаточная длина инфраренального участка полой вены позволяла на одном трупe имитировать 2 эпизода эмболии. В итоге проведено 48 имплантаций КФ, причем в 20 случаях конструкцию преднамеренно устанавливали наклонно (под углом приблизительно 20°) и в 28 — по оси НПВ (в центральную позицию). В целом при наклонном положении КФ введено 120 тромбоземболов, при центральном — 168.

Результаты и обсуждение

Результаты проведенного исследования показали, что модель имитации кавальной гемодинамики на трупe легко воспроизводима и может быть использована для доклинического изучения эффективности разрабатываемых противоэмболических устройств.

Эмболоулавливающее устройство после фиксации «ножек» к стенке полой вены легко освобождалось от катетера-проводника. Ни в одном из 48 случаев имплантации КФ не наблюдалось технических проблем с установкой и демонтажем системы доставки. Перфорации сосудистой стенки крючками «ножек» не было обнаружено.

Отклонение КФ от оси НПВ выявлено в 2 (7%) из 28 случаев помещения его в центральное положение. Оно наблюдалось при имплантации устройства в полую вену с диаметром, превышавшим 26 мм.

При изучении положения каво-фильтра, имплантированного преднамеренно в наклонную позицию, было установлено, что его фиксирующие (длинные) «ножки» располагались асимметрично. При этом выявлено 2 варианта их положения: первый — когда 5 «ножек» концентрировались с одной стороны окружности сосуда, а 1 — с противоположной, второй — 4 «ножки» с одной стороны и 2 — с противоположной.

При воспроизведении эмболического эпизода установлено, что независимо от величины тромба последний, столкнувшись с «ножкой» КФ, продвигался по ней до самой вершины конической конструкции. Вследствие влияния гравитационных сил тромбоземболы продвигались вдоль задней стенки НПВ и задерживались чаще задними «ножками» каво-фильтра.

Результаты исследования эмболоулавливающей способности КФ представлены в таблице.

При центральной установке противоэмболического устройства (без отклонения от оси полой вены) его эмболоулавливающие свойства оставались достаточно высокими.

Напротив, наклонное положение КФ снижало его противоэмболическую эффективность.

Эффективность противэмболических устройств двухуровневой фиксации

Положение кава-фильтра относительно оси НПВ	Диаметр НПВ 18—22 мм		Диаметр НПВ 23—28 мм	
	введенные/задержанные тромбозмболы		введенные/задержанные тромбозмболы	
	малые	большие	малые	большие
Центральное	54/47 (87%) n=9	54/53 (98%) n=9	30/22 (73%) n=5	30/28 (93%) n=5
Наклонное	30/23 (77%) n=5	30/29 (97%) n=5	30/21 (70%) n=5	30/27 (90%) n=5

Примечание. n — количество имплантированных кава-фильтров.

Необходимо также отметить, что при увеличении скорости потока воды с 1 до 2,5 л/мин количество не захваченных КФ тромбозмболов увеличивалось, что объясняется тем, что новые эмболы ударяли по уже фиксированному и как бы продавливали последние через пространство между «ножками» КФ.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что эффективность кава-фильтра двухуровневой фиксации достаточно высокая и зависит в некоторой степени от диаметра НПВ — чем больше диаметр, тем меньше эмболоулавливающая способность устройства. Снижение противэмболических качеств КФ отмечается при его наклонном положении, что объясняется асимметричным расположением «ножек» и, как следствие, увеличением расстояния между ними. В таких случаях КФ чаще всего преодолевают малые тромбозмболы. Аналогичные данные были получены в исследовании L. G. Greenfield [3], в котором подтверждена зависимость эмболоулавливающих свойств фильтра от его положения в просвете НПВ.

Однако способность улавливать большие, потенциально летальные тромбозмболы остается достаточно высокой независимо от размера поллой вены и положения противэмболического устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баешко А. А. Послеоперационный тромбоз глубоких вен нижних конечностей и тромбозмболы легочной артерии. — М., 2000.
2. Anderson F. A., Wheeler H. B., Goldberg R. J. et al. // Arch. Intern. Med. — 1991. — Vol. 151. — P. 933—938.

3. Greenfield L. J., Proctor M. C. // J. Vasc. Surg. — 1992. — Vol. 16, № 3. — P. 436—443.

4. Qian Z., Yasui K., Nazarian G. K. // J. Vasc. Interv. Radiol. — 1994. — Vol. 5, № 3. — P. 513—518.

5. Прокубовский В. И., Яблоков Е. Г., Ступин И. В. и др. // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. — 1995. — № 2. — С. 21—25.

6. Яблоков Е. Г., Прокубовский В. И., Мурадян Р. А., Пауленко В. В. // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. — 1994. — № 4. — С. 34—36.

7. Яблоков Е. Г., Ступин И. В., Прокубовский В. И., Пауленко В. В. // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. — 1994. — № 5. — С. 39—43.

8. Katsamouris A. A., Waltman A. C., Delichatsios M. A. et al. // Cardiovasc. Radiol. — 1988. — Vol. 166. — P. 361—366.

9. Palestrant A., Prince M., Simon M. // Radiology. — 1982. — Vol. 145. — P. 351—355.

Поступила 09.09.08.

TECHNIQUE AND RESULTS OF STUDYING EFFICIENCY OF CAVA-FILTER WITH TWO-LEVEL FIXATION IN EXPERIMENT

A. A. Radyukevich, A. A. Baeshko, A. F. Puchkov, V. V. Tchapllygina, Yu. I. Rogov, V. F. Vartanyan, V. M. Detchko, Ye. V. Kryzhova

For studying the cava-filter with a two-level fixation capacity to catch emboli at the preclinical stage a model on the corpse material was developed that made possible imitating the cava hemodynamics conditions. Embolic episodes were modeled by introducing blood clots of two sizes with the fluid flow into the vena cava. Then the anti-embolic cava-filter REPTELA-M was tested. The model developed allow make the experiment close to the clinical situation, assess the anti-embolic device with a two-level fixation capacity to catch emboli and determine the potential complications in case of the device implantation such as the vessel wall perforation by "legs" and the possibility of its deviation from the vena cava axis.