

## СПЛАВ Ti–50,8 ат.% Ni И ТЕХНОЛОГИИ ЖИВЫХ СИСТЕМ

Муслев С.А., Ярема И.В., Данилевская О.В.

*ГОУ ВПО МГМСУ*

*Москва, Россия*

В настоящее время распространенность желчнокаменной болезни (ЖКБ) бурно прогрессирует, а количество больных с данной патологией ежегодно увеличивается. Остаётся высоким процент осложнений. Несмотря на значительный накопленный опыт и прогресс в лечении ЖКБ, существует ряд нерешённых вопросов, в том числе касающихся травматичности вмешательств и манипуляций на желчевыводящих путях. Высокий уровень травматизма по-прежнему остается "ахиллесовой пятой" хирургических и даже неоперативных бескровных методов лечения ЖКБ. Поиск малотравматичных, но эффективных методик привел к поиску и применению так называемых малоинвазивных технологий в лечении больных. Как правило, они основаны на применении материалов и конструкций из них по механическим свойствам близким к механическим характеристикам живых тканей.

На сегодняшний день ещё нельзя считать решённой проблему удаления камней из желчного русла. Каковы основные причины, создающие предпосылки для опасностей и осложнений при экстракции конкрементов? Одним из факторов, затрудняющим выполнение литоэкстракции из желчных протоков, является несовершенство геометрии и материала рабочей части используемого инструментария. Для захвата и удаления камней из желчных протоков предложено много инструментов, из которых наиболее популярна корзинка Дормиа. С помощью этой корзинки удаётся проводить очистку протоков, удалять камни интраоперационно, эндоскопически ретроградно после папиллосфинктеротомии, при самых разнообразных дренажах и при расположении конкрементов, как в дистальном, так и проксимальном отделах желчных протоков. Несмотря на высокую эффективность в лечении ЖКБ, литоэкстракция с помощью петли Дормиа не может рассматриваться как совершенно безопасный способ очистки желчевыводящих путей. Ей присущ ряд как общих, так и специфических осложнений, которые могут возникнуть на любом этапе вмешательства и в послеоперационном периоде. Основными недостатками "классической" корзинки Дормиа являются повышенная травматичность и недостаточная уловистость при захвате и тракции. При выполнении манипуляций в просвете протоков вероятны механические повреждения внутренней поверхности и стенки протоков рабочей частью корзинки вплоть до ее перфорации. Вероятность и объем травмы возрастают из-за повторных попыток захвата камня после частичного его выпадения из корзинки при эвакуации. При этом наихудшие результаты дают вмешательства на стриктурах протоков, что часто приводит к образованию более обширных стриктур и повторным вмешательствам.

К моменту наших исследований совместно с ООО СМЕТ в качестве материала рабочих частей литоэкстракторов Дормиа, как правило, применялась медицинская сталь. Однако в последнее время все более популярными при изготовлении медицинского инструментария становятся сверхэластичные металлы с памятью формы, среди которых абсолютно лучшими показателями обладают бинарные рентгеноконтрастные и биоинертные сплавы на основе титана и никеля вблизи стехиометрического состава (нитинол). Материалы принципиально отличаются друг от друга параметрами упругих свойств: сталь имеет характеристики "жесткой" пружины – высокий модули упругости и сдвига и относительно малую (1%) упругую деформацию, никелид титана NiTi обладает "резиноподобным" поведением – низкими модулями и высокой (до 10%) "псевдоупругой" деформацией, то есть характеристиками, свойственными мягким биологическим тканям. При этом интерметаллиды с химическим содержанием 50,8 ат.% Ni ("медицинский" нитинол) являются адаптированными под так называемый "медицинский" интервал температур  $A_f = 15^{\circ}\text{C}$ ,  $M_d = 60^{\circ}\text{C}$  и в результате  $A_f < 36,6^{\circ}\text{C} < M_d$ . В данной работе методом конечных элементов проведён анализ напряжённо-деформированного состояния (НДС) стенки желчного протока при проходе протока раскрытой корзинкой литоэкстракторов. Рассматривались реальные конструкции корзинок типа Дормиа с различным числом и витём браншей, равномерной и сгущённой на дистальном конце браншевой сеткой и вариантом исполнения сталь или нитинол. Желчные протоки моделировались в области стриктуры с учетом эффективных упругих свойств сопредельных тканей или с приложением вдоль протока механического напряжения постоянного по величине и нормального по направлению. Расчёт НДС выполнялся с помощью программного комплекса ANSYS. В результате исследований установлено, что, независимо от материала литоэкстракторов, выбор многобраншевых конструкций повышает общую площадь контакта с внутренней поверхностью протоков, снижает значения контактных давлений с ними и способствует более равномерному их распределению. При этом наименьшие значения максимальных контактных давлений создают рабочие части литоэкстракторов из никелида титана Ti–50,8 ат.% Ni. Предложена линейка новых сверхэластичных литоэкстракторов для извлечения инородных тел из желчных протоков и других полых органов (литоэкстракторы Хачина В.Н.). По механическим свойствам рабочие части нитиноловых конструкций "ближе" к тканям стенок трубчатых органов и меньше травмируют их, чем аналогичные зонды, выполненные из стали. При вводе в область стриктур, узкие и извилистые протоки сверхэластичные петли меньше травмируют желчные пути, лучше копируют рельеф и принимают их форму. При удалении конкрементов из obturированных протоков они легко проникают за камень и атравматично удаляют его. Этому способствует наличие направляющей с оливой на конце. Клиническим путём подтверждено, что сгущение браншевой сетки на

дистальном конце зонда повышает надёжность захвата камней и повышает уловистость. Также оно позволяет эффективно очищать желчные пути от песка, ила и сладжей (желчной замазки).