

Материалы и методы. Материалом исследования послужили мочеточники, взятые при аутопсии взрослых людей, причина смерти которых не была связана с заболеваниями мочевых органов. В исследовании также были включены три группы мочевых камней – ураты, оксалаты и фосфаты, удаленные хирургическим путем. Биомеханические свойства мочеточников и уролитов изучали в эксперименте на разрывной машине «Tira Test 28005» (Германия) с нагрузочной ячейкой 100 Н. На стандартных по длине и ширине образцах, взятых из верхней, средней и нижней трети мочеточника, определяли общую прочность, предел прочности, модуль Юнга, максимальную и относительную деформации при продольном и поперечном растяжении. Исследовали прочность уролитов на сжатие. Построение трехмерной модели мочеточника и конкремента проводилось с использованием системы автоматизированного проектирования (САПР) SolidWorks (SolidWorks Corporation). Построенная трехмерная модель геометрии мочеточника с камнем импортировалась в конечно-элементный пакет ADINA 8.4.4 (ADINA R&D, inc.), где для расчетов использован метод конечных элементов.

С целью определения клинической эффективности предложенной методики расчета мощности литотриптера с учетом возраста пациента, локализации, размера и предполагаемого химического состава конкремента анализу подвергнуты результаты лечения 178 больных уретеролитиазом в двух группах: группе сравнения ($n=97$), в которой контактная литотрипсия выполнялась без учета дозирования мощности литотриптера; и аналитической ($n=81$), в которой дезинтеграция камня проводилась с учетом длительности импульса и мощности ударной волны, оптимальными для конкретного больного, определяемыми по данным авторских экспертно-консультативных таблиц. Для фрагментации конкрементов применяли пневматический литотриптер «LITHOCLAST- Wolf» фирмы EMS (Швейцария).

Результаты. Первым этапом изучена индивидуальная, возрастная изменчивость и половой диморфизм макро-микроморфометрических параметров, а также биомеханические свойства различных уровней мочеточников при продольной и поперечной деформации. Длина мочеточника у взрослых людей колеблется от 24,00 до 32,25 см, в среднем составляя $28,15 \pm 0,37$ см; наружный диаметр – $6,28 \pm 0,20$ мм ($A=4,33-9,5$ мм); толщина стенки – $0,24 \pm 0,02$ мм ($A=0,06-0,43$ мм); диаметр просвета – $5,77 \pm 0,19$ мм ($A=3,90-8,92$ мм). Величины всех вышеуказанных морфологических параметров, кроме длины, несущественно преобладают у мужчин – на $0,03-0,67$ мм ($p>0,05$). У женщин мочеточник в среднем на 8,5 мм длиннее, чем у мужчин. Морфометрические параметры правого и левого мочеточников не имеют статистически значимых различий ($p>0,05$). По направлению от верхней трети к нижней наружный диаметр и диаметр просвета мочеточника увеличиваются на 0,3 мм (4,7%), при $p<0,05$, а толщина стенки практически не изменяется ($p>0,05$).

С возрастом происходят следующие статистически значимые изменения размеров мочеточника: наружный диаметр уменьшается к старческому возрасту на 0,5 мм (8,3%), при $p<0,05$; толщина стенки к пожилому возрасту увеличивается на 0,09 мм (45,0%), при $p<0,01$, а затем уменьшается к старческому на 0,06 мм (26,0%), при $p<0,001$. Диаметр просвета с возрастом изменяется незначительно ($p>0,05$). Отмечена возрастная динамика длины мочеточника: в 1-м периоде зрелого возраста она составляет 28,7 см, во 2-м уменьшается до 28,0 см, в пожилом – до 27,3 см ($p<0,05$), а в старческом увеличивается в среднем до 28,6 см ($p<0,05$).

Общая прочность стенки мочеточника у взрослых людей варьирует от 9,73 до 53,1 Н, в среднем составляя $24,69 \pm 2,67$ Н; предел прочности – $1,09 \pm 0,23$ Н/мм² ($A=0,23-5,1$ Н/мм²); модуль Юнга – $4,64 \pm 0,64$ Н/мм² ($A=1,07-13,13$ Н/мм²); максимальная деформация – $11,19 \pm 1,32$ мм ($A=3,82-25,05$ мм); относительная деформация – $44,85 \pm 5,28\%$ ($A=15,5-100,33\%$). Величины всех вышеуказанных биомеханических параметров, кроме максимальной и относительной деформации, преобладают у мужчин в среднем на 5,7-18,2% ($p>0,05$). Максимальная и относительная деформации мочеточника у женщин в среднем на 7,3 и 3,14% (соответственно) больше, чем у мужчин. Биомеханические свойства право-