

УДК 616.361-089:616.33-002.44

*І.А. Сухін***РІДИНО-СТРУМИНА МОБІЛІЗАЦІЯ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ГЕПАТО-ДУОДЕНАЛЬНОЇ ЗВ'ЯЗКИ ТА ПАНКРЕАТО-ДУОДЕНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ (ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ)***Медицинський університет УАНМ, Київ*

Ефект різання тканин досягається за рахунок концентрації високого рівня енергії в струмені рідини, який виходить під великим тиском з сопла малого діаметру з високою швидкістю. Перевагою методу є відсутність термічного впливу на тканини, що дозволяє розглядати цю технологію в перспективі розділення біологічних тканин. Мета дослідження – з'ясування можливостей методу гідро струминної дисекції при мобілізації панкреато-дуоденального комплексу та виділення структурних елементів гепато-дуоденальної зв'язки в умовах хронічного експерименту. Відпрацювання методики роботи з апаратом. Апарат рідинно-струминної дисекції розроблено сумісно з кафедрою гідро газових систем Національного авіаційного університету України. В якості експериментальної моделі використовувались безпородні свині віком три місяці та вагою 25-30 кілограмів, кількістю 10 тварин. Операції проводились під загальним знеболенням. Тваринам виконували мобілізацію панкреато-дуоденального комплексу та виділення структурних елементів гепато-дуоденальної зв'язки гідро струминним дисектором, та традиційним інструментальним шляхом. З'ясування характеру та глибини ушкодження тканини підшлункової залози, стінки дванадцятипалої кишки та жовчної протоки проводили шляхом вивчення гістологічних препаратів на 60, 90, 120 та 180 добу. Оптимальним тиском рідини виявилось значення в межах від 30 до 35 атм., при діаметрі сопла 0,1 мм.. Ефективною відстанню від сопла до поверхні є відстань від 5 до 10 см.. Зони операції, макроскопічно, в пізніх термінах не відрізняється від інтактних зон. Зміни в гістологічній будові органів не значні, мають зворотній характер та не порушують функції. Використання подібних технологій в клінічній практиці повинно значно полегшити основні етапи оперативних втручань в панкреато-дуоденальній зоні та покращити безпосередні та віддалені результати.

Ключові слова: рідинно-струмина дисекція, жовчні протоки, підшлункова залоза, дванадцяти пала кишка, експеримент.

Для покращення результатів хірургічного лікування хворих все ширше використовують нові, прогресивні технології. Особливе місце серед них займають фізичні способи дисекції тканин. На теперішній час в арсеналі хірургів є достатня кількість апаратів та установок здатних розсікати тканини за допомогою різних видів енергії. Ала не дивлячись на велику кількість фізичних способів дисекції досі не існує аргументованої уяви відносно їх оптимального використання. Перед усім цьому перешкоджає відсутність систематизованого, комплексного підходу до вивчення особливостей впливу різних видів енергії на біологічні тканини з урахуванням морфологічних змін які відбуваються в ділянці операції та вплив їх на репаративні процеси. Наявність таких мало вивчених, а іноді неоднозначних питань визначає актуальність досліджень в межах цієї проблеми.

Новим напрямом в цій галузі стало використання сили дії рідинного струменю. Використання енергії потоку рідини в техніці достатньо вивчене. Така технологія впевнено використовується в галузі машинобудування у

вигляді гідро різання матеріалів штучного походження різної щільності [1]. Ефект різання досягається за рахунок концентрації високого рівня енергії в струмені рідини, який виходить під великим тиском (до 500 та більше МПа) з сопла малого діаметру (долі міліметра) з високою швидкістю, яка перевищує швидкість звуку [8]. При цьому відстань від зрізу сопла до поверхні матеріалу складає декілька міліметрів та щільність тиску струменя перевищує міцність матеріалу [3]. Важливою перевагою цього методу є відсутність термічного впливу на тканини, що дозволяє розглядати цю технологію в перспективі розділення біологічних тканин. В основу гідро різання покладено своєрідний ріжучий інструмент – певним чином сформований високо напірний тонкий струмінь рідини. Струмінь рідини є інструментом який не потребує заміни протягом роботи. При виході з сопла струмінь повинен мати певну будову, геометричні та гідродинамічні властивості. Тиск струменю в зоні контакту з оброблюваною поверхнею має бути вищим за межу міцності тканини. Критерієм оцінки гідравлічних властивостей струменю та його

структури є компактність – здатність струменя не розпадатися під час руху та зберігати свою кінетичну енергію на певній відстані від сопла. В залежності від своїх властивостей біологічні тканини мають різну спротивність різанню. Для розсічення біологічних тканин необхідно витратити певну силу в залежності від глибини розрізу. Характеристики міцності машинобудівних матеріалів вивчена достатньо добре, та надана в відповідних довідниках. Біологічні тканини в цьому аспекті вивчені недостатньо. Тому освоєння гідро різання біологічних тканин повинно бути співставлено з проведенням експериментальних робіт по отриманню статистичних даних, які дадуть змогу визначити режими різання [9]. Основною умовою операцій є мінімальне пошкодження оточуючих тканин, яка може бути дотримана при шадному фізичному впливі з збереженням цілісності клітинних структур. Експериментально було доведено, що перспективним методом розділення біологічних тканин є метод розсічення струменем рідини під високим тиском. Маніпуляції струменем рідини не викликають фізичних труднощів, а сам метод є доволі економічним. Перші досліді гідро різання були проведені на апаратах з малим тиском (15 МПа) рідини. Невелика кількість опублікованих експериментальних робіт вказує на те, що найкращий результат (макроскопічна оцінка) було отримано при діаметрі сопла 0,16 мм., та тиску струменю рідини 30,0-30,5 МПа. Зниження тиску робочої рідини приводило до значної гідратації тканин. Ці первинні данні дають підстави припустити, що зміна тиску робочої рідини може визначити межі якісного покращення характеристик в зоні розрізу. При цьому необхідно враховувати, що зміна діаметру сопла впливає на якість розрізу. При однакових значеннях тиску зменшення діаметру сопла покращує якість розрізу. В спеціалізованих публікаціях вважається, що завданням майбутніх експериментів буде визначення оптимальних режимів тиску струменя та діаметру сопла стосовно окремих органів з метою отримання оптимальних результатів різання. Використання енергії рідинного струменю високого тиску для розсічення біологічних тканин потребує створення наукової концепції, проведення необхідних досліджень, створення пристроїв та розробки практичних методик. Якщо використання гідро різання в

промисловості базується на станках які мають достатньо відпрацьовані конструкції, то пристрої для розсічення біологічних тканин знаходяться на початковій стадії свого розвитку та клінічного використання. На думку деяких авторів можливості методу не обмежуються різанням тканин, є також перспектива в розділенні м'яких тканин, зокрема паренхіматозні органи, з збереженням цілісності їх строми, мобілізації окремих органів, проведення лімфодисекції [7, 11-14]. Основними виробниками гідро струминних апаратів є компанія Хюман Мед та компанія Erbe Elektromedizin (Німеччина). Апарати під назвою Helix hydro-jet та Erbejet використовується в колопроткології з метою висічення пара ректальної клітковини, при резекції печінки та селезінки, при урологічних та нейрохірургічних операціях [2, 4, 5, 15].

Метою дослідження було з'ясування можливостей методу гідро струминної дисекції при мобілізації панкреато-дуоденального комплексу (ПДК) та виділення структурних елементів гепато-дуоденальної зв'язки (ГДЗ) в умовах хронічного експерименту. Відпрацювання методики роботи з апаратом в зазначеній ділянці. Порівняння ефективності використання апарата з ручним методом препарування органів цієї зони. Оцінка структурних змін та реакцій що відбуваються в тканинах під впливом рідинного струменю високого тиску в різні терміни після операції, шляхом вивчення морфологічних препаратів.

Матеріал та методи

Апарат рідинно-струминної дисекції розроблено сумісно з кафедрою гідро газових систем Національного авіаційного університету України. В основу методу покладено використання сили струменя рідини певного діаметру під високим тиском. Головними відмінностями розробленого апарату від відомих аналогів є незалежність від джерел енергопостачання, генерація кінетичної енергії струменю рідини за рахунок постійного джерела стиснутого газу, можливість регуляції тиску струменя робочої рідини, не обмежений час роботи апарата. В якості робочої рідини використовували фізіологічний розчин натрію хлориду [6].

В якості експериментальної моделі були обрані безпородні свині віком три місяці та вагою 25-30 кілограмів, кількістю 10 тварин. Всі тва-

рини були самицями. Операції проводились під загальним знеболенням. Виконувалась пункційна катетеризація вени вуха за методикою Сельдінгера. Премедикація: атропіна-сульфат 0,01 мг/кг, дроперідол 0,25 мг/кг. Введення до наркозу: тиопентал 2% внутрішньовенно у дозі не більше 20 мг/кг. Міорелаксанти: дітелін 0,5 мг/кг з подальшою інтубацією трахеї. Штучна вентиляція легень – PO₂, дихальний об'єм 30-40 мл/кг, частота 15-20 циклів за хвилину. Підтримка наркозу: оксібутірат натрію 50-100 мг/кг за годину, або калісол 1-2 мг/кг кожні 20 хвилин операції. Знеболювання досягалось введенням фентанілу у дозі 1,5 мг/кг кожні 15 хвилин. Загальна доза становила не більше 10 мг/кг за годину. Нейро-вегетативний захист здійснювався введенням дроперідолу у дозі 0,25 мг/кг кожні 1,5-2 години операції.

Термін закінчення експерименту 60, 90, 120, 180 діб. Всім тваринам виконували мобілізацію ПДК та виділення структурних елементів ГДЗ гідро струминним дисектором (8 тварин-основна група), та традиційним інструментальним шляхом (2 тварини-контрольна група). З'ясування характеру та глибини ушкодження тканини підшлункової залози, стінки дванадцятипалої кишки, за очеревинної клітковини, стінки судин та жовчної протоки проводили шляхом вивчення гістологічних препаратів на 60, 90, 120 та 180 добу. З цією метою використовували фарбування препаратів гематоксилін-еозіном, за методикою ван Гізон, ШИК-реакцію. Під час організації та проведення експериментів керувались положеннями Конвенції ради Європи «Про захист хребетних тварин, яких використовують для експериментальних та інших наукових цілей» Страсбург 1985 рік., Законом України №344-IV «Про захист тварин від жорстокого поводження» 2006 рік., «Загальні етичні принципи експериментів на тваринах» Перший національний конгрес з біоетики. Київ, 2001 рік.

Результати та обговорення

З урахуванням анатомічної будови свиней мобілізацію ПДК виконували до повної мобілізації голівки та тіла підшлункової залози до рівня брижових артерій, дванадцятипалу кишку від рівня воротаря до рівня її переходу крізь брижу товстої кишки. Елементи ГДЗ виділяли починаючи з загальної жов-

чної протоки від місця її впадіння у дванадцятипалу кишку вгору до виходу з паренхіми печінки правої та лівої печінкової протоки. Після взяття на «трималки» мобілізованих поза печінкових жовчних протоків виділяли власну печінкову артерію від місця її відходження від загальної печінкової артерії до рівня поділу її на праву та ліву гілки. Ворітну вену виділяли останньою від місця злиття брижових вен до рівня занурення її до паренхіми печінки. Під час операції особливу увагу звертали на візуалізацію структур, безпечність маніпуляцій, час операції та крововтрату. На підставі проведених дослідів оптимальним тиском рідини виявилось значення в межах від 30 до 35 атм., при діаметрі сопла 0,1 мм. При таких значеннях найбільш ефективною відстанню від сопла до поверхні є відстань від 5 до 10 см.. При зменшенні відстані відбувається погіршення візуального контролю ділянки дії струменя рідини за рахунок утворення надлишку піни. Разом з тим зменшення відстані підвищує руйнівну силу струменя рідини та відповідно прискорює розділення тканин. При безпосередньому контакті сопла з тканинами відбувається руйнація струменя рідини, що значно погіршує його ріжучі властивості, та зменшує швидкість роботи, що в свою чергу підвищує розхід робочої рідини. При збільшенні відстані від сопла до поверхні ріжучі властивості струменю рідини прогресивно зменшуються. На відстані 20 см від поверхні руйнівна дія струменю відсутня. Відпрацьовані параметри тиску рідини та діаметру сопла дозволили без перешкод розсікати парієтальну очеревину без загрози пошкодження розташованих під нею структур. Нагнітання рідини в за очеревинну клітковину призводило до відокремлення одне від одного органів цієї зони без пошкодження останніх. Порівняння часу необхідного на виконання основного етапу та об'єму крововтрати показало значні переваги запропонованої методики (див. табл.). Не ушкодженими залишались судини діаметром від 1 мм. В цілому при виконанні втручання з використанням гідро струминного дисектора відмічалась незначна капілярна кровотеча, яка зупинялась самостійно.

Всі тварини перенесли операцію добре, операційної та післяопераційної летальності не було. В післяопераційному періоді ознак внутрішньо очеревинної кровотечі, або пери-

Таблиця.

Порівняння часу виконання основного етапу та об'єму крововтрати

Спосіб операції	Мобілізація ПДК час(хв.)/кров(мл.)	Виділення ГДЗ час(хв.)/кров(мл.)	Візуальний контроль	Технічні складності
Рідинно-струминний	10±2/відсутня	20±4 /відсутня	повний	відсутні
Інструментальний	15±2 / 50	30±5 /100	ускладнений	значні

тоніту пов'язаного з пошкодженням цілісності кишки не було. Всіх тварин було виведено з експерименту згідно плану. Не залежно від терміну експерименту, у тварин основної групи, злуковий процес був помірний та обмежений під печінковим простором, очеревина блискача, гладенька. В терміни 60 та 90 діб в ділянці голівки та тіла підшлункової залози відмічалось незнане потовщення очеревини, тканина залози була однорідної структури, але виглядала дещо набряклою. Починаючи з 120 доби при огляді підшлункової залози ознак минулої операції встановити не можливо. При візуальній оцінці стану гепато-дуоденальної зв'язки на 60 та 90 добу відмічається незначне потовщення парієтальної очеревини, при пальпації консистенція тканин м'яка та еластична, однорідна. При огляді зони операції на 120 та 180 добу ділянка операції не відрізняється від інтактних зон. При оцінці операцій, які були виконані традиційним способом звертав на себе увагу поширений злуковий процес з схильністю до утворення кишкових конгломератів. В усіх випадках очеревина в зоні операції була потовщена, ущільнена та не прозора. При пальпації зон операції відмічена наявність ущільнень, які зберігались в пізні терміни експерименту. При дослідженні гістологічних препаратів встановлено, що всі зміни, які виникали в структурі органів під впливом струменю рідини мали незначний, зворотній характер та не порушували функції. На кінцевих термінах дослідження в підшлунковій залозі відмічається фарбування ацинозних клітин з збереженням вибірковості: базальні та апікальні частини клітин поліхроматофільні. В дрібних та великих вивідних протоках патологічні зміни відсутні. На поверхні підшлункової залози утворюється тонкий, зрілий та пухкий рубець. Стінка дванадцятипалої кишки типової гістологічної будови. Відмічається незначна десквамація епітеліоцитів слизової оболонки. Стінка холедоха без атро-

фічних змін, епітеліальний шар збережений, лейкоцитарна інфільтрація відсутня. Відмічається помірна балона дистрофія епітелію в ділянці залоз.

Висновки

Таким чином в експерименті було відпрацьовано методику гідро струминної дисекції панкреато-дуоденального комплексу та виділення елементів гепато-дуоденальної зв'язки. Виконання таких втручань у тварин не викликало ніяких складнощів. Порівняльний аналіз двох методик - гідро струминної дисекції та інструментальної показує, що перша методика забезпечує гарний візуальний контроль під час втручання. Висока селективність впливу гідро струминного дисектора дозволяє прецизійне виділення тонких структур без загрози їх пошкодження. Аналіз гістологічних препаратів свідчить про щадну дію струменю рідини на структурні елементи стінки органів. Відсутність змін в будові тканин в пізніх термінах спостережень робить цю методику перспективною при операціях на поза печінкових жовчних протоках. Використання подібних технологій в клінічній практиці повинно значно полегшити основні етапи оперативних втручань в панкреато-дуоденальній зоні та покращити безпосередні та віддалені результати.

ГИДРО-СТРУЙНАЯ МОБИЛИЗАЦИЯ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГЕПАТО-ДУОДЕНАЛЬНОЙ СВЯЗКИ И ПАНКРЕАТО-ДУОДЕНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

И.А. Сухин

Эффект резания тканей осуществляется за счет концентрации высокого уровня энергии в струе жидкости, которая выходит под большим давлением из сопла малого диаметра с большой скоростью. Преимуществом метода является отсутствие термического воздействия на ткани, что позволяет рассматривать эту технологию в перспективе разделения биологических тканей. Цель исследования – изучение возможности метода гидро-струйной диссекции при мобилизации панкреато-дуоденального комплекса и выделении структурных элементов

гепато-дуоденальной связки в условиях хронического эксперимента. Отработка методики работы с аппаратом. Аппарат гидро-струйной диссекции разработан совместно с кафедрой гидро-газовых систем Национального авиационного университета Украины. В качестве экспериментальной модели использовали беспородных свиней возрастом три месяца и весом 25-30 кг., общим количеством десять животных. Операции проводились под общим обезболиванием. Животным выполняли мобилизацию панкреато-дуоденального комплекса и выделение структурных элементов гепато-дуоденальной связки гидро-струйным диссектором и традиционным инструментальным путем. Изучение характера и глубины повреждений тканей поджелудочной железы, желчных протоков и двенадцати перстной кишки проводили путем изучения гистологических препаратов на 60, 90, 120 и 180 сутки. Оптимальным давлением жидкости оказалось значение в пределах 30-35 атм., при диаметре сопла 0,1 мм. Эффективным расстоянием от сопла до поверхности органа является 5-10 см. Зона операции, макроскопически, в поздних сроках не отличается от интактных зон. Изменения в гистологическом строении органов имеют обратимый характер и не нарушают функции. Использование подобных технологий в клинической практике должно значительно облегчить выполнение основных этапов операций в панкреато-дуоденальной зоне и улучшить непосредственные и отдаленные результаты.

Ключевые слова: гидро-струйная диссекция, желчные протоки, поджелудочная железа, двенадцати перстная кишка, эксперимент.

HYDRO STREAM MOBILIZATION OF STRUCTURAL ELEMENTS OF A GEPATO-DUODENAL SHEAF AND PANKREATO-DUODENAL COMPLEX (EXPERIMENTAL RESEARCH)

I.A. Sukhin

Effect of cutting of tissues is carried out at the expense of concentration of high level of energy in liquid jet which leaves under the big pressure a nozzle of small diameter with a great speed. Advantage of a method is absence of thermal influence on a tissue that allows considering this technology in the long term divisions of biological tissues. Research objective Studying of possibility of a method hydro-jet dissection at mobilization of a pankreato-duodenal complex and allocation structural elements of a gepato-duodenal sheaf in the conditions of chronic experiment. Working off of a technique of work with the device. The device hydro-jet dissection is developed together with chair of hydro-gas systems of National aviation university of Ukraine. As experimental model used not purebred pigs age three months and it is powerful 25-30 kg., total ten animals. Operations were spent under the general anesthesia. An animal carried out mobilization of a pankreato-duodenal complex and allocation structural elements a gepato-duodenal sheaf a hydro-jet dissector and a traditional tool way. Studying of character and depth of damages of tissues of a pancreas, bilious channels and duodenum by studying of histological preparations for 60, 90, 120 and 180 days. Optimum pressure of a liquid there was a value within 30 – 35 atmosphere, at diameter of a nozzle of 0,1 mm.

In Effective distance from a nozzle to a body surface is 5 – 10 sm. The operation zone, macroscopics, in late terms doesn't differ from intact zones. Changes in a histological structure of bodies have reversible character and don't break function. Use of similar technologies in clinical practice should facilitate considerably performance of the basic stages of operations in a pankreato-duodenal zone and improve the direct and remote results.

Keywords: hydro-jet dissection, bile-ducts, a pancreas, duodenum, experiment.

ЛІТЕРАТУРА

1. Архипов А.Н., Новиков В.А., Саватеев А.Н., Шонин В.Г. Описание изобретения к авторскому свидетельству СССР 1819735 А1 Бюл. №21 от 07.06.93 г.
2. Ашрафов А.А. Современные методы рассечения паренхимы печени. / А.А. Ашрафов, Н.Ю. Байрамов, М.Д. Меликова // *Анналы хирургической гепатологии*. – 2000. – Т.5. – № 2. – С. 54-60.
3. Барабанов М.В. Профильная резка материалов высоконапорной струей воды. / М.В. Барабанов, Г.М. Иванов, В.К. Свешников, И.И. Шапиро // *Вестник машиностроения*. – 1992. – №4. – С. 45-47.
4. Струйная диссекция тканей в хирургии печени / В.И. Булынин, Ю.А. Пархисенко, А.А. Глухов [и др.] // *Хирургия*. – 1996. – №2. – С. 108-109.
5. Булынин В.И. Новые технологии при резекции печени / В.И. Булынин, А.А. Глухов, Ю.А. Пархисенко // *Анналы хирургической гепатологии*. – 1997. – Т. 2. – С. 32-35.
6. Декларационный патент UA 17001 „Аппарат для гидроструйной диссекции органических тканей”. – Бюл. № 9. – С. 4.12-4.14. – 2006 г.
7. Рознов В.В., Сысоев Н.Н. Новый хирургический инструмент – гидроскальпель (исследования, разработки, перспективы). / В.В. Рознов, Н.Н. Сысоев // *Международный медицинский журнал*. – 2000. – №4. – С.362-370.
8. Сухорученко В.А. Описание изобретения к авторскому свидетельству СССР 1228915 А1 Бюл. №17 от 07.05.86 г.
9. Гидрорезание и его развитие в медицине. / С.Н. Федоров, Н.Г. Терегулов, В.Н. Каныков и др. – Уфа-Оренбург. – 1998. – 98 с.
10. Urodynamic outcome of waterjet-assisted total mesorectal excision. / P. Geers, K.T. Moesta, C. Yildirim [et al.] // *The British Journal of Surgery*. – 2007. – Vol. 94. – № 12. – P. 1543-1547.
11. Meyer L. Resection of the spleen using the Water Jet dissection technique. / L. Meyer, T. Ueberück, A. Koch, I. Gastinger // *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques. Part A*. – 2004. – Vol. 14. – № 5. – P. 321-324.
12. Hydro-Jet assisted laparoscopic cholecystectomy: initial experience in a porcine model. / H. Shekarriz, B. Shekarriz, J. Upadhyay [et al.] // *JSL: Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons*. – 2002. – Vol. 6., № 1. – P. 53-58.
13. Shekarriz B., Upadhyay J., Jewett M.A. Nerve-sparing retroperitoneal lymphadenectomy using hydro-jet dissection: initial experience. / B. Shekarriz, J. Upadhyay, M.A. Jewett // *Journal of Endourology*. – 2004. – Vol. 18. – № 3. – P. 273-6.
14. Shekarriz B. Hydro-Jet technology in urologic surgery. / B. Shekarriz // *Expert Review of Medical Devices*. – 2005. – Vol. 2. – № 3. – P. 287-91.
15. Vollmer C.M. Reduced blood loss using hydro-jet technique for hepatic parenchymal dissection / C.M. Vollmer, E. Dixon, A. Sahajpal, M.S. Cattral // *J. Gastrointest. Surg.* – 2003. – Vol. 7. – №2. – P. 283.

Стаття надійшла 16.03.2011