



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43750 (13) A

(51) 7 A61B17/00, A61N5/067

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту**(54) ОПТИЧНИЙ НАКОНЕЧНИК ДЛЯ ЛАЗЕРНОЇ ТЕРМОДЕСТРУКЦІЇ ВНУТРІШНЬОМОЗКОВИХ ПУХЛИН ПІВКУЛЬ ВЕЛИКОГО МОЗКУ**

(21) 2001085631

(22) 07 08 2001

(24) 17 12 2001

(46) 17 12 2001, Бюл. № 11, 2001 р

(72) Розуменко Володимир Давидович, Хоменко
Олексій Володимирович

(73) РОЗУМЕНКО ВОЛОДИМИР ДАВИДОВИЧ

(57) 1 Оптичний наконечник для лазерної термо-
деструкції внутрішньомозкових пухлин півкуль ве-
ликого мозку, що включає кварцевий світловід-
відач, оголену серцевину на склотому вихідному
кінці, який відрізняється тим, що додатково
містить скляний ковпачок напівсферичної форми,
який надітий на вказану оголену серцевину та не-
рухомо закріплений на ній

2 Наконечник за п. 1, який відрізняється тим, що
вказаний ковпачок виготовлений з борсилікатного
скла, а внутрішня поверхня ковпачка оброб-
люється абразивним порошком таким чином, що
стає матовою

3 Наконечник за п. 1 або 2, який відрізняється
тим, що вказаний ковпачок нерухомо закріплений
на згаданій оголеній серцевині за допомогою білої
термостійкої епоксидної смоли

4 Наконечник за будь-яким з пп. 1 - 3, який від-
різняється тим, що напівсферичної форми вка-
заного ковпачка досягають опаленням, при цьо-
му її виконують, щоб при роботі надати сферичної
індикатрисі рівномірного розсіювання не-
перервного режиму генерації випромінювання АІГ-
неодимового лазера з довжиною хвилі 1,06 мкм

Вінахід відноситься до медичної техніки, а
саме до оптичних наконечників АІГ-неодимового
лазера, що можуть бути, переважно, використані в
хірургічній нейроонкології

Виходячи з агресивного зростання числа за-
гальної нейроонкозахворюваності, близько 70%
внутрішньомозкових пухлин поширюються в ме-
діанні та функціонально важливі зони мозку, ви-
далення яких загальноприйнятими хірургічними
методами зв'язане з підвищеною травматичністю
хірургічних втручань, поглибленням неврологічно-
го дефіциту та зниженням якості життя оперованих
хворих

Використані на сьогоднішній час лазерно-
мікрохірургічні методи підвищення радикальності
операцій базуються на термічних ефектах лазер-
ного розтікнення, коагуляції та випарювання пух-
лин мозку шляхом інтраопераційного використан-
ня оптичних наконечників [1]

Так, наприклад, фокусуючі наконечники зас-
тосовуються для точного випарювання за допомо-
гою АІГ-неодимового лазера пухлинної тканини в
операційній рані при високій щільності потужності
випромінювання [2]. Конструктивно вони являють
собою модуль, складений з волоконної транспор-
туючої системи та оптики, що фокусує величину ін-
дикатрисі випромінювання АІГ-неодимового ла-
зера, наприклад, значно переважаючу подібну для

вуглекислотного лазера, в обмежене фокальне
п'ятно. Цим вимогам оптимально відповідає систе-
ма з трьома лінзами та фокусною відстанню 50 - 70
мм. При типовому діаметрі серцевини волокна 600
мкм діаметр фокуса складає 0,6 - 0,7 мм. Збіль-
шуючи відстань до тканини, можна змінювати
щільність потужності та діаметр променя

На певній відстані від опромінюваної тка-
нини застосовують і так звані світловолока без
наконечників, що достатнім чином забезпечують
лазерну вапоризацію при потужності випроміню-
вання 10 - 15 Вт, використовуючи фокальне п'ятно
діаметром 1-1,5 мм та лазерну коагуляцію дефоку-
сованим лазерним променем, віддаляючи на-
конечник від рани при ручному маніпулюванні світ-
ловодом [3]

Мета лазерної термодеструкції (ЛТД) по-
лягає у виконанні математично змодельованого за
об'ємом [4] коагуляційного некрозоутворення при
зовнішньому опроміненні чи зануренні оптичного
наконечника в пухлинну тканину мозку [5] без уш-
кодження оточуючої мозкової речовини

У випадку використання світловодів із по-
лірованим чи склотим вихідним кінцем в пухлин-
ній тканині поблизу наконечника формується дуже
сильне вторинне джерело світла, де значна части-
на потужності губиться за рахунок безкорисного
нагрівання тканини. Виникає так званий ефект об-

вуглювання локальної поверхні опромінюваної па-ренхіми пухлини, що блокує глибинне проникнення лазерного випромінювання АІГ-неодимового ла-зеру [6]

Для того, щоб зменшити ці втрати і отримати рівномірний розподіл енергії в пухлині, використо-вують хімічне травлення вихідного відрізка світло-воду, що утворює дифузно розсіюючу поверхню серцевини волокна [7] Травлення кінця світло-волокна довжиною 15 мм з попередньо знятою оболонкою та діаметром серцевини 400 мкм здійс-нюється у розчині фториду амонію в плавиковій кислоті протягом декількох хвилин В результаті хі-мічного процесу на поверхні серцевини світловоду формується неоднорідна структура з циліндрич-ним просторовим розподілом лазерного випро-мінювання

Найбільш близьким по технічній суті до ви-находу, що заявляється, є циліндричний оптич-ний наконечник, що виготовлений із оголеного та хімічно протравленого дистального відрізка кварцевого світловоду діаметрами 400 чи 600 мкм [8], результатує циліндричний розподіл інди-катриси випромінювання на корисній поверхні наконечника довжиною 0,5 см та діаметром 1,3 мм Як зазначено в результатах досліджень зга-даного джерела, максимальний діаметр коагуля-ційного некрозу опроміненої пухлинної тканини при використанні АІГ-неодимового лазера до-сягає 11 мм при вихідній потужності 2 Вт та ек-спозиції випромінювання 120 секунд Враховуючи відносно невеликий розмір лазерної термодеструкції пухлини, автори проводять опромінення тканини до 3 разів у декількох напрямках про-тягом однієї операції

Проте, поряд з невеликим об'ємом некро-зоутворення, морфологічно при збільшенні часу експозиції більше 80 секунд навколо протравленої частини кварцевого оптичного наконечника, за-нуреного в пухлину, має місце вузька зона обвуг-лювання [9], що в кінцевому випадку викликає значне пошкодження оточуючих тканин та ймовір-не зварювання наконечника з прилеглими патоло-гічно зміненими судинами пухлини, провокуючи ризик кровотечі при виймальному русі наконечника [10] Крім того, додаткової травматичності мозковій речовині можна заподіяти при кожному наступно-му зануренні оптичного наконечника вглиб пухлин-ної стірки

В основу винаходу поставлено задачу вдос-коналити відомий оптичний наконечник для лазер-ної термодеструкції внутрішньомозкових пухлин півкуль великого мозку шляхом нового виконання його елементів та зв'язків між ними, що дозволить одноразово атравматично пунктувати пухлинну тканину в операційному полі із отриманням ефек-тивної за об'ємом лазерної термодеструкції пухли-ни із сферичною індикатрисою рівномірного розпо-ділу генерації випромінювання

Поставлена задача досягається тим, що оп-тичний наконечник для лазерної термодеструкції внутрішньомозкових пухлин півкуль великого моз-ку, що включає кварцевий світловод 1 із оголеною серцевиною 2 на сколотому вихідному кінці, додат-ково оснащується скляним ковпачком 3 напівсфе-ричної форми, надгтим на вказану оголену серце-вину та нерухомо закріпленим на ній

Вказаний ковпачок виготовляється з борси-лікатного скла, а внутрішня поверхня ковпачка об-робляється абразивним порошком таким чином, що становиться матовою

Вказаний ковпачок нерухомо закріплений на згаданій оголеній серцевині за допомогою біпоі термостійкої епоксидної смоли 4

Напівсферичної форми вказаного ковпачка наконечника досягають оплавленням, при цьому її виконують, щоб при роботі надати сферичної інди-катриси рівномірного розсіювання неперервного режиму генерації випромінювання АІГ-неодимо-вого лазера з довжиною хвилі 1,06 мкм

Суть винаходу пояснюється кресленням, де на фіг. 1 схематично показано розріз пристрою у виконаному варіанті, а на фіг. 2 - діаграма сферич-ного розподілу енергії випромінювання в просторі, отриманого за допомогою гелій-неонового лазера з довжиною хвилі 0,6328 (червоне світло) в якості "плот-лазера"

Розглянемо роботу пристрою на конкретних прикладах - в експерименті та під час проведення лазерно-хірургічної операції по видаленню внут-рішньомозкової пухлини в клініці нейроонкології Інституту нейрохірургії ім. акад. А.П.Ромоданова АМН України із застосуванням неперервного ре-жиму генерації високоенергетичного лазерного випромінювання АІГ-неодимового лазера "Радуга - 1" ($\lambda = 1,06$ мкм)

Ефект некрозоутворення в експерименті мо-делювався *in vivo* на матеріалі мозкової речовини (сенсо-моторної ділянки кори мозку кролів) та пух-линної тканини (штам 101/8 злоякісної гліоми щу-рів) Після розткнення твердої мозкової оболонки сферичний оптичний наконечник вводився на гли-бину 15 мм перпендикулярно поверхні кори мозку та подавалось лазерне випромінювання 3 Вт за часу експозиції 300 секунд В процесі проведення експерименту візуально оцінювались макроскопіч-но визначаємі зміни на опромінюваній поверхні та в глибини мозкової та пухлинної тканин, відпрацьо-увались експозиційно-емісійні режими лазерно-тканинної взаємодії *in vivo*

По результатам проведених нами дослід-жень на моделі гліальної пухлини та мозковій речовині експериментальних тварин встановлені особливості патоморфологічних змін у вогнищі термодеструкції з формуванням зон коагуляцій-ного некрозу, некробіозу та перичеллюлярного набряку, що мають сферичну форму та рівномір-ний об'ємний розподіл Також при зворотньому русі з глибини мозкової та пухлинної тканин моз-ку не виявлено слідів зварювання на поверхні наконечника та кровотечі з глибини тканини моз-ку Ефект термодеструкції пухлинної тканини на-ростав у часовому інтервалі і через 24 години піс-ля опромінення складав до 23 мм

Вперше клінічна апробація роботи сферич-ного оптичного наконечника була проведена при видаленні внутрішньомозкової пухлини скронево-лобної локалізації праворуч у хворого М-ва, 42 ро-ків, № іст. хв. 2808/00 Під час операції за допомо-гою загальної традиційної хірургічної техніки було видалено анапластичну астроцитому III ступеня злоякісності із забезпеченням внутрішньої декомп-ресії об'ємом 4х4х5 см у скроневої ділянці Частин-ну пухлини, що знаходилась у лобній ділянці та

межувала з магістральними кровоносними судинами вирішено було зруйнувати за допомогою сферичного оптичного наконечника, для чого на уявленні проведених попередньо КТ та МРТ досліджень через безсудинну зону функційно важливої задньолобної ділянки кори мозку максимально атравматично увійшли наконечником на глибину 2 см до умовного центру решток пухлини та провели лазерну термодеструкцію пухлинної тканини при вихідній потужності 3 Вт та експозиції випромінювання 300 секунд. Післяопераційна комп'ютерна томографія через 24 години підтвердила наявність вогнища некрозоутворення проекційно паренхіми залишків пухлини у задньолобній ділянці праворуч, при цьому не виявлено післяопераційних ускладнень.

Стан хворого у післяопераційному періоді задовільний. Виявлені регрес неврологічного дефіциту та підвищення якості життя хворого. При контрольному КТ-дослідженні через 6 місяців даних за продовжений ріст пухлини не відмічено.

Запропонований сферичний оптичний наконечник підтвердив технічну досконалість в 11 спостереженнях при виконанні лазерних термодеструкцій з приводу видалення внутрішньомозкових пухлин півкуль великого мозку, проведених в клініці нейроонкології Інституту нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова АМН України.

Запропонований пристрій дозволяє мінімально знищити пухлину розміром до 23 мм та підвищити радикальність лазерно-хірургічних операцій при внутрішньомозкових пухлинах з розповсюдженням в медіанні структури та функційно важливі зони мозку. При цьому знижується травматичність операцій та підвищується якість життя оперованих хворих.

Запровадження сферичного оптичного наконечника для лазерної термодеструкції внутрішньомозкових пухлин півкуль великого мозку в хірургічну практику нейроонкологічних клінік вкрай необхідно для України.

Список використаних першоджерел

- 1 Devaux B C, Roux F X. Experimental and clinical standards, and evolution of lasers in neurosurgery // *Acta Neurochir (Wien)* - 1996 - Vol 138 - N 10 - P 1135-47
- 2 Прикладная лазерная медицина. Учебное и справочное пособие // Под ред. Х.-П. Берлиена, Г.И. Мюллера. Пер. с нем. - М.: АО «Интерэксперт» - 1997 - 356 с.
- 3 Зозуля Ю.А., Ромоданов С.А., Розуменко В.Д. Лазерная нейрохирургия. К.: Здоров'я - 1992 - 168 с.
- 4 Сигал В.Л., Бидненко В.Н., Розуменко В.Д. Математическая модель фотодинамической терапии и интерстициальной лазерной термодеструкции внутримозговых опухолей // *Бюл. УАН* - 1998 - Вып. 5 - С. 130-131
- 5 Носов А.Т., Розуменко В.Д., Семенова В.М., Медяник І.О. Морфофункціональні зміни мозку при дії випромінювання високоенергетичних вуглекислотного, неодимового-АІГ та гольмієвого лазерів // *Бюл. УАН* - 1998 - Вып. 5 - С. 136-137
- 6 Elias Z, Power S K, Astupenas E, Brown J T. Hyperthermia from interstitial laser irradiation in normal rat brain // *Lasers Surg Med* - 1987 - Vol 7 - P 370-375
- 7 Fujii H, Asakura T, Jutamula S et al. Light scattering properties of a rough-ended optical fibre // *Opt Laser Technol* - 1984 - Vol 16, N 1 - P 40-44
- 8 Nolsoe C, Torp-Pedersen S, Ollidag E, Holm H H. Bare fiber low power Nd-YAG laser interstitial hyperthermia. Comparison between diffuser tip and non-modified tip, an in vitro study // *Lasers Med Sci* - 1992 - Vol 7 - P 1-7
- 9 Patterson M S, Wilson B C, Wyman D R. The propagation of optical radiation in tissue II. Optical properties of tissue and resulting fluence distributions // *Lasers Med Sci* - 1991 - Vol 6 - P 379-390
- 10 Roggan A, Albrecht D, Berlien H P, Germer C, Koch H, Wodrich W, Muller G. Development of an application set for intraoperative and percutaneous laser induced interstitial thermotherapy (LITT) // *SPIE* - 1994 - Vol 2327 - P 253-261

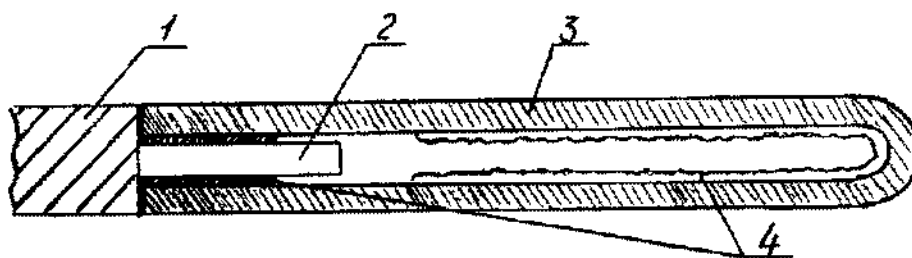
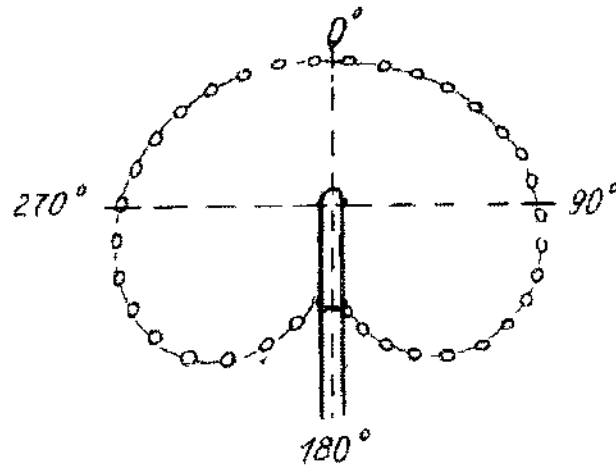


Fig. 1



Фиг. 2

Тираж 50 экз

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03
