



Мы используем  
ПРИРОДНУЮ  
СПОСОБНОСТЬ для вас

WHITE PAPER

SmartXide<sup>2</sup> Нейрохирургия

ПРИМЕНЕНИЕ НОВОЙ УГЛЕКИСЛОТНОЙ  
ЛАЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ СО СКАНЕРОМ И  
ТЕХНОЛОГИЕЙ PSD<sup>©</sup> (SMARTXIDE<sup>2</sup>) В ОБЛАСТИ  
НЕЙРОХИРУРГИИ

Январь 2020 г.



## Применение новой углекислотной лазерной системы с технологией PSD<sup>©</sup> (SmartXide<sup>2</sup>) в области нейрохирургии

Роберто Коласанти (Roberto Colasanti)<sup>1</sup>, врач, Стефано Даллари (Stefano Dallari)<sup>2</sup>, врач, Маурицио Яконгели (Maurizio Iacoangeli)<sup>1</sup>, врач

1: Отделение нейрохирургии, Umberto I Больница общего профиля, Политехнический университет провинции Марке (Università Politecnica delle Marche), Анкона, Италия.

2: Отделение отоларингологии, Ospedale «A. Murri», Фермо, Италия.

### Введение

CO<sub>2</sub>-лазер является одним из первых разработанных газовых лазеров и до настоящего времени остается наиболее широко используемым лазером во всем мире. CO<sub>2</sub> лазеры работают с длиной волны 10600 нм. Основной мишенью длины волны CO<sub>2</sub> лазера является вода, при этом лазер не влияет на пигменты – такие как гемоглобин и меланин. Поскольку вода является основным хромофором биологической ткани, это приводит к быстрому преобразованию световой энергии в тепло в небольшом объеме ткани при низкой степени проникновения излучения CO<sub>2</sub> лазера. Благодаря этому свойству CO<sub>2</sub> лазер является отличным инструментом для резки и абляции, с минимальным тепловым повреждением прилегающих тканей, и поэтому идеально подходит для применения в области нейрохирургии. Сфокусированный в небольших пятнах, перемещаемый с помощью сканирующих систем, импульсный луч CO<sub>2</sub> лазера режет с минимальным тепловым повреждением, обеспечивая при этом высокую точность и воспроизводимость.

Первый лазер, использующий CO<sub>2</sub> в качестве среды и генерирующий непрерывную волну (с длиной волны 10,6 мкм), был описан в 1964 году Пателем (Patel). Стеллар (Stellar) и Самра (Samra) выполнили первую резекцию мультиформной глиобластомы с использованием CO<sub>2</sub> лазера в 1969 году. [1-3].

С тех пор в течение десятилетий CO<sub>2</sub> лазер использовался для различных нейрохирургических процедур [4,5]. Однако эксплуатационные ограничения, такие как громоздкость конструкции, объемная установка и низкое оптическое качество микроманипуляторов, препятствовали его широкому распространению [2].

Вслед за этим последовало новое поколение CO<sub>2</sub> лазеров с существенными технологическими усовершенствованиями, улучшенной эргономикой и качеством аксессуаров.

Лазерные источники с RF-накачкой, микроманипуляторы генерирующие микрометрические пятна, и высокоточные сканирующие устройства позволили устранить большинство недостатков старых лазерных систем. Появилось большое разнообразие форм импульсов и способов передачи энергии. Сканеры, в частности, упростили и сделали хирургию с использованием CO<sub>2</sub> лазеров более безопасной и воспроизводимой.

Микрохирургия с функцией сканирования является очень эффективным, удобным и безопасным методом лечения. Эта быстрая, удобная в применении и бесконтактная технология позволяет получить идеальный обзор операционного поля. Более того, отсутствие расходных аксессуаров также является экономически эффективным.

Мы имели возможность использовать лазерную систему SmartXide<sup>2</sup> CO<sub>2</sub> с функцией сканирования, разработанную компанией DEKA (Каленцано, Италия), и настоящим сообщаем о полученном хирургическом опыте.

### Описание лазерной системы и аксессуаров

Лазерная система SmartXide<sup>2</sup> (DEKA, Каленцано, Италия) — это CO<sub>2</sub> лазер с источником излучения с RF-накачкой, доступный в двух различных версиях с максимальной мощностью 60 Вт или 80Вт. (рис. 1).



Рисунок 1. Лазерная система Smartxide<sup>2</sup>

Эксклюзивная технология формирования формы импульса (PSD® Technology) от компании DEKA обеспечивает многообразие импульсов, переходя от непрерывного излучения к импульсному, с переменной структурой, длительностью и энергией в импульсе и возможностью управлять этими параметрами.

Источники CO<sub>2</sub> лазера с RF-накачкой (так называемый «Ультраимпульсный режим») отличаются от источников лазеров с возбуждением постоянным током («Суперимпульсный режим») тем, что первые передают в ткань гораздо больше энергии за один импульс за то же время, что и источники с возбуждением постоянным током, и, следовательно, являются более эффективными для абляции тканей (Рисунок 2).

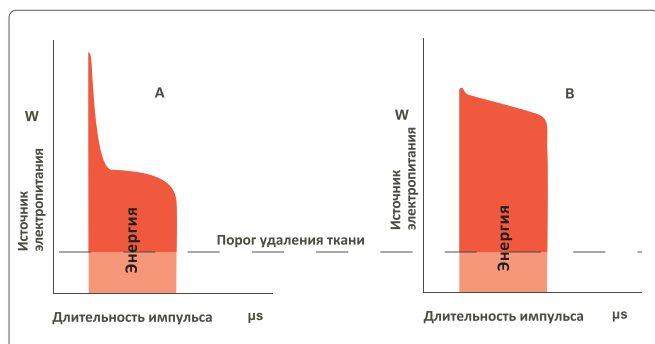


Рисунок 2. А: CO<sub>2</sub> лазер с возбуждением постоянным током (суперимпульсный режим излучения), работающий в режиме одиночных импульсов излучения. В: CO<sub>2</sub> лазер с RF-накачкой (ультраимпульсный режим излучения), работающий в режиме одиночных импульсов излучения. В источнике CO<sub>2</sub> лазера с RF-накачкой за одну и ту же длительность импульса генерируется больше энергии сверх порогового значения удаления ткани по сравнению с лазером с возбуждением постоянным током.

Аксессуары для высокоточной микрохирургии состоят из микроманипулятора (Easyspot Hybrid) и хирургического сканирующего устройства (HiScan Surgical), которые соединены друг с другом и объединены с хирургическим микроскопом (Рисунок 3).



Рисунок 3. Сканер Hi-Scan Surgical вместе с микроманипулятором Easyspot Hybrid.

Сфокусированное пятно, сгенерированное оптической системой микроманипулятора, перемещается с помощью сканера, который способен создавать различные формы сканирования, с различными размерами и режимами излучения, в зависимости от потребностей лечения (Рисунок 4).



Рисунок 4. HiScan Surgical может генерировать наиболее подходящие формы сканирования для микрохирургии, в том числе: точки, линии, кривые и полные окружности, спирали, шестиугольники (прогрессивное и связанное сканирование), двойные интерполяционные эллипсы.

Хирург, используя джойстик микроманипулятора, перемещает карданно подвешенное терминальное зеркало, чтобы разместить фигуры абляции или резки там, где это необходимо.

Микровыключатель, расположенный на верхней части джойстика микроманипулятора, позволяет хирургу дистанционно управлять всеми основными функциями сканирования (такими как вращение и определение размера фигур абляции, выбор режима выключения/включения сканирования или тонкой центровки луча) (рис. 5), не отрывая глаз от операционного микроскопа. Для активации лазерного излучения используется ножная педаль.



Рисунок 5. Благодаря пульту дистанционного управления, расположенному на джойстике, все основные функции находятся под непосредственным контролем хирурга, который может выполнять операцию, не отрывая глаз от микроскопа.

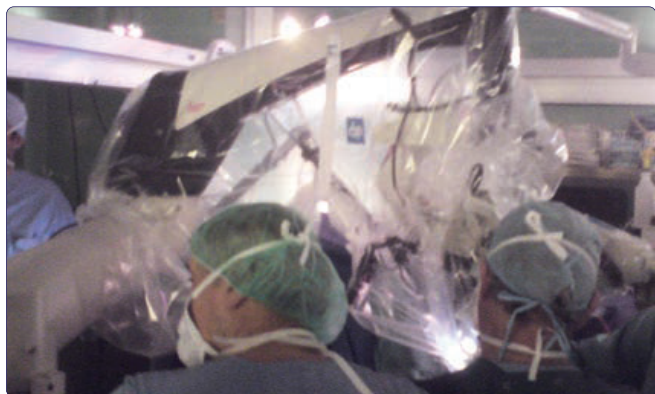


Рисунок 6. Операционная.

## Материалы и методы

Для оценки потенциала и преимуществ углекислотной лазерной системы SmartXide<sup>2</sup> в различных нейрохирургических сценариях мы провели лечение 6 пациентов, страдающих различными очаговыми поражениями (1 вестибулярная шваннома, 2 метастазы мозга, 1 глиома, 1 менингиома головного мозга, 1 спинальная нейринома).

В настоящем документе представлены три из указанных шести случаев, чтобы акцентировать внимание на показаниях и эффективности применения CO<sub>2</sub> лазера SmartXide<sup>2</sup> в нейрохирургических процедурах.

Применению лазера в операционной предшествовали несколько тренингов в лаборатории по исследованию образцов животных (мозг свиней) *ex vivo* с целью тестирования и количественной оценки взаимодействия лазера с нервной тканью и определения оптимальных параметров применения. Также выполнялась обработка и подготовка образцов тканей для гистологического анализа, в основном для оценки термического повреждения (рис. 7).

Применялась лазерная система DEKA Smartxide<sup>2</sup> мощностью 60 Вт, оснащенная высокоточным микроманипулятором (версия Easyspot Hybrid), соединенным с хирургическим сканером (HiScan Surgical) и подключенным к нейрохирургическому микроскопу Leica M720 OH5 (Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Германия) через специальный адаптер Smartxide<sup>2</sup>.

Фокусное расстояние микроскопа было установлено на 300 мм ЭФР, а CO<sub>2</sub> лазер был сфокусирован с помощью зума микроманипулятора в плоскости зрения, чтобы получить наилучший эффект на ткани. На этом фокусном расстоянии микроманипулятор генерирует пятно размером 190 мкм, что обеспечивает

высокую точность и эффективность абляции и резки.

Были использованы следующие параметры лазера и сканирования. «Шестигранник» использовали для абляции, при повторном или непрерывном сканировании, со временем выдержки 0,1 мс и мощностью 15 Вт; излучение лазера выполнялось в режиме CW («режим непрерывного излучения»). Такое непродолжительное время облучения использовалось для предотвращения термического повреждения окружающих тканей. При необходимости, «линия» использовалась для разреза, с мощностью 6 Вт, временем облучения 1,5 мс, режимом излучения UP и многократным или непрерывным сканированием. Наконец, фигура сканирования в форме «круга» была использована для коагуляции тканей с использованием субабляционной плотности энергии, то есть мощностью 0,6 Вт, режимом излучения CW, временем выдержки 0,1 мс, при непрерывном сканировании в течение времени, необходимого для коагуляции тканей и/или мелких сосудов.

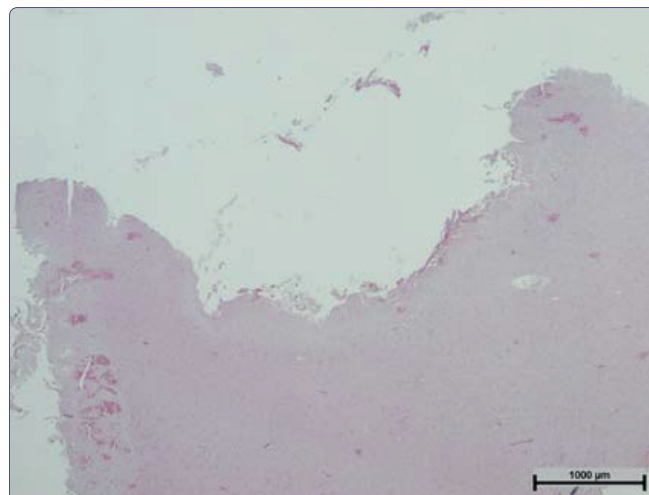


Рисунок 7. Гистологический образец лазерной абляции, демонстрирующий очень ограниченное термическое взаимодействие с нервной тканью (менее 40 мкм) после применения лазера.

## Иллюстративный материал

### Случай 1: Метастазы головного мозга

64-летний пожилой мужчина жалуется головную боль, изменение личности, раздражительность и нарушение памяти, которые он отмечает уже в течение 4-х месяцев. Магнитно-резонансная томография головного мозга выявила наличие поражения в лобной доле справа с неоднородным контрастным усилением (рис. 8).

В ходе предоперационной диагностики с помощью компьютерной томографии грудной клетки также обнаружено образование в легких.

Была запланирована операция, выполнена лобная краниотомия справа с общим тотальным удалением опухоли у пациента.

СО<sub>2</sub> лазер использовался вместе с традиционными нейрохирургическими инструментами на каждом этапе процедуры, от начального разреза в области чашечки до абляции и удаления поражения, а в конце процедуры — для гемостаза хирургической полости. Никаких повреждений окружающих тканей головного мозга не наблюдалось.

Выполненные сразу после операции КТ головного мозга и МРТ показали полное удаление очагового поражения и подтвердили заметное уменьшение окружающего отека, без признаков ушибов головного мозга. Гистологический диагноз: метастаз мозга от мелкоклеточного рака легких. Послеоперационное течение без осложнений, пациент прошел программу вспомогательной радиохимической терапии. МРТ головного мозга, выполненная через 3 и 6 месяцев после операции, не показала рецидивов опухолей.

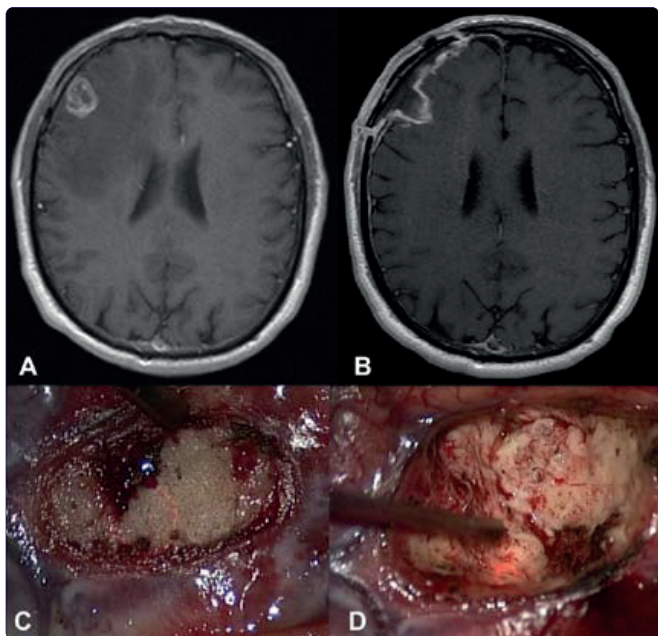


Рисунок 8. Снимки МРТ с осевой нагрузкой до (А) и после операции (В). Снимки до операции, иллюстрирующие область кортикотомии (С) и поэтапное удаление поражения (D).

## Случай 2: Менингиома Фалькса

В наше нейрохирургическое отделение поступила 80-летняя пожилая женщина с левосторонним фацио-брахио-круральным парезом. При нейрохирургическом обследовании был выявлен 6-месячный анамнез легкого нарушения памяти и апатической депрессии.

КТ головного мозга показала правостороннее, размером 4,5 см, однородно усиливающееся, расположенное вне вещества мозга поражение в области серпа мозга (рис. 9).

Проведена также предоперационная компьютерная ангиография, выявившая обширное кровоснабжение опухоли от внешней и внутренней сонной артерии. Пациентке выполнена фронтопариетальная краниотомия с удалением образования с помощью межполушарного подхода.

В данном случае очень полезным оказался СО<sub>2</sub> лазер, позволяющий обеспечить точную абляцию поражения с минимизацией интраоперационного кровотечения из питательных сосудов, при значительном сокращении времени удаления опухоли.

Выполненная сразу после операции компьютерная томография подтвердила полное удаление опухоли и показала заметное уменьшение окружающего отека без признаков ушибов головного мозга.

Проведено патологическое обследование в связи с менингиомой.

Симптомы пациентки значительно улучшились, она хорошо себя чувствует уже более 2 лет после операции.

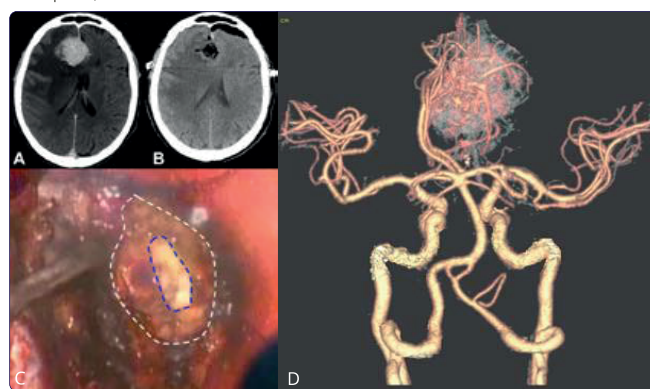


Рисунок 9. Снимки КТ с осевой нагрузкой до (А) и после операции (В). Снимок до операции, снимок (С), демонстрирующий поэтапную абляцию поражения. Белая заштрихованная область: поражение; синяя заштрихованная область: область поражения, удаленная лазером. (D) Предоперационная ангиография КТ.

### Случай 3: Шваннома спинного мозга

В наше нейрохирургическое отделение поступил 40-летний мужчина, у которого в течение 6-ти месяцев наблюдаются боли в спине, онемение и слабость (4/5 класс) обеих нижних конечностей. Примерно 4 года назад ему была проведена ламинэктомия T11-T12 по удалению шванномы слева. Магнитно-резонансная томография показала интрадуральную экстремедулярную опухоль T11-T12, сильно сдавливающую спинной мозг (рис. 10). По этой причине пациенту была проведена вторая операция в том же месте.

Во время операции был обнаружен обширный фиброз. После тщательного рассечения рубцовой ткани, которая была прижжена и разрезана CO<sub>2</sub> лазером, твердая оболочка была обнажена и вскрыта. Обнаружено серо-белое образование. С помощью микрохирургической техники были определены границы опухоли, и поражение было аккуратно удалено с помощью CO<sub>2</sub> лазера.



Рисунок 10. Пред- (А) и послеоперационные (В) сагиттальные снимки МРТ. Снимок до операции (С), демонстрирующий прогрессирующую коагуляцию и удаление поражения.

Фиксация позвоночника не требовалась, твердая мозговая оболочка была закрыта прямым первичным швом без необходимости выполнения пластической операции на твердой мозговой оболочке. Гистологический диагноз шванномы спинного мозга подтвержден. В течение шестимесячного курса реабилитации у пациента полностью исчезли все дооперационные нарушения. Через 2 года после операции МРТ подтвердило общее тотальное удаление поражения без рецидива и без признаков нестабильности.

### Заключение

Полученный нами опыт свидетельствует о том, что CO<sub>2</sub> лазер SmartXide<sup>2</sup> в сочетании с микроманипулятором Easyspot Hybrid и сканером Hiscan Surgical оказались подходящей системой для резекции различных поражений мозга и позвоночника. SmartXide<sup>2</sup> - это эффективный и точный инструмент для выполнения различных нейрохирургических операций и процедур. CO<sub>2</sub> лазер SmartXide<sup>2</sup> был очень полезен в целом ряде клинических случаев, как не только эффективный, но и безопасный хирургический инструмент. Он разработан с учетом эргономических требований к хирургическим лазерным системам, удобен в работе и способен одновременно резать/подвергать абляции и коагулировать ткани с минимальным сопутствующим термическим поражением, не поражая окружающие нейрососудистые структуры.

**Официальное заявление:** Авторы выражают благодарность д-ру Лука Джаннони (Luca Giannoni) из отдела исследований и развития компании «Эл.Эн.» (El.En.), Каленцано - Италия) за оказанную помощь и поддержку.

### Заявление о раскрытии информации

**Конфликт интересов:** Авторы не сообщали о наличии конфликта интересов, имеющего отношение к данному вопросу.

### Список использованной литературы

1. Devaux BC, Roux FX. Experimental and clinical standards, and evolution of lasers in neurosurgery (Экспериментальные и клинические стандарты, и эволюция лазеров в нейрохирургии). *Acta Neurochir (Wien)*. 1996;138(10):1135-1147. doi:10.1007/bf01809742.
2. Ryan RW, Spetzler RF, Preul MC. Aura of technology and the cutting edge: a history of lasers in neurosurgery (Предвестники технологии и передовые технологии: история лазеров в нейрохирургии). *Neurosurg Focus*. 2009;27(3):E6. doi:10.3171/2009.6.FOCUS09125.
3. Ryan RW, Wolf T, Spetzler RF, Coons SW, Fink Y, Preul MC. Application of a flexible CO<sub>2</sub> laser fiber for neurosurgery: laser-tissue interactions (Применение гибковолоконного CO<sub>2</sub> лазера в области нейрохирургии: взаимодействие лазерного излучения и ткани). *J Neurosurg*. 2010;112(2):434-443. doi:10.3171/2009.7.JNS09356.

4. Ryan RW, Wolf T, Spetzler RF, Coons SW, Fink Y, Preul MC. Application of a flexible CO<sub>2</sub> laser fiber for *neurosurgery*: laser-tissue interactions (Применение гибковолокonnого CO<sub>2</sub> лазера в области *нейрохирургии*: взаимодействие лазерного излучения и ткани). *J Neurosurg*. 2010;112(2):434-443. doi:10.3171/2009.7.JNS09356.
5. Gardner G, Robertson JH, Clark WC, Bellott AL, Hamm CW. Acoustic tumor management--combined approach surgery with CO<sub>2</sub> laser (Контроль вестибулярных шванном – комбинированный хирургический подход с применением CO<sub>2</sub> лазера). *Am J Otol*. 1983;5(2):87-108.

**DEKA**  
Innate Ability

[www.dekalaser.com](http://www.dekalaser.com)

**«ДЕКА М.Е.Л.А.  
с.р.л.» (DEKA M.E.L.A. s.r.l.)**

Виа Бальданцезе, 17  
50041 Каленцано  
(Флоренция) – Италия  
(Via Baldanzese, 17  
50041 Calenzano (FI) – Italy)  
Телефон: +39 055 88.74.942  
Факс: +39 055 88.32.884

ГРУППА КОМПАНИЙ  
**TRIMM**

[www.trimm.ru](http://www.trimm.ru)

+7 (495) 663-83-36

[info@trimm.ru](mailto:info@trimm.ru)

г. Москва, ул.Лобачика, 15