

УДК 616.127-089.844:615.849.19

В.М. Шипулин, Н.В. Коровин, Е.Н. Павлюкова, И.В. Суходоло, С.Л. Андреев

## Первый опыт клинического применения полупроводникового лазера с длиной волны излучения 0,97 мкм для непрямо́й реваскуляризации миокарда

ГУ НИИ кардиологии ТНЦ СО РАМН, г. Томск

*Ключевые слова:* лазерная реваскуляризация миокарда, неоангиогенез, полупроводниковый лазер

В современной клинической практике для хирургического лечения пациентов с диффузным и дистальным коронаросклерозом применяют в основном CO<sub>2</sub>, эрбиевые и гольмиевые лазеры [4, 6, 8, 9]. Одним из основных механизмов, объясняющих эффективность непрямо́й лазерной реваскуляризации, по мнению большинства специалистов, является неоангиогенез [4–14]. Учитывая повышенное внимание специалистов к малогабаритным полупроводниковым лазерам, было бы интересным оценить эффективность применения в кардиохирургической практике малоомощного лазера, генерирующего излучение с длиной волны 0,97 мкм, поскольку именно эта длина волны рабочего излучения приходится на локальные максимумы поглощения биоткани, определяемые поглощением в воде и оксигемоглобине [1, 2].

Проведенные в 2002 г. в клинике сердечно-сосудистой хирургии НИИ кардиологии ТНЦ СО РАМН экспериментальные исследования на собаках [3] показали, что воздействие на миокард излучения полупроводникового лазерного скальпеля «Лазон-10П» с длиной волны 0,97 мкм и мощностью 10 Вт, разработанного ГУП «ФНПЦ «Прибор» (Москва) совместно с НТО «ИРЭ-Полус» (Фрязино, Моск. обл.), оказывает минимальное повреждающее действие по сравнению с CO<sub>2</sub>- и Nd:YAG-лазерами. В результате операции, в окружающей лазерные каналы зоне миокарда, запускается процесс асептического воспаления, приводящий к активному неоваскулогенезу уже через 1 месяц после операции непрямо́й лазерной реваскуляризации. Таким образом, было установлено, что полупроводниковый лазер, генерирующий длину волны излучения 0,97 мкм со сравнительно небольшой выходной мощностью, эффективен для проведения непрямо́й реваскуляризации миокарда, а статистически подтвержденное увеличение количества неососудов в единице площади облученного участка миокарда должно послужить улучшению перфузии в месте воздействия лазерного излучения [3].

На основании указанного полупроводниковый лазер (рис. 1) российского производства был рекомендован для применения в клинике сердечно-сосудистой хирургии.

С начала марта 2003 г. в клинике сердечно-сосудистой хирургии НИИ кардиологии ТНЦ СО РАМН выполнено 11 операций лазерной реваскуляризации миокарда (ЛРМ): в том числе 1 – в со-

четании с резекцией аневризмы ЛЖ и аортокоронарным шунтированием, 10 – в сочетании с аортокоронарным шунтированием (АКШ) (рис. 2). Средний возраст пациентов составил:  $50,28 \pm 5,48$  лет (мужчины). Средняя эффективная фракция выброса (EFLV) у пациентов составляла  $48,5 \pm 8,9\%$ , зоны гипоперфузии, не входящие в бассейн шунтируемых артерий, по данным ЭхоКГ и сцинтиграфии, располагались преимущественно по задней и боковой стенкам левого желудочка. В зоне гибернирующего миокарда левого желудочка сердца лазерным воздействием конструировали 30–60 каналов с использованием полупроводникового лазера с длиной волны 0,97 мкм и мощностью 10 Вт воздействием световода лазера на глубину, заданную хирургом, путем дозированного выдвижения конца световода из специального держателя. Всем пациентам помимо общеклинических исследований проводили коронарорентрикулографию, однофотонную эмиссионную компьютерную



Рис. 1. Полупроводниковый лазерный скальпель.



Рис. 2. Фрагмент процедуры ЛРМ задней стенки левого желудочка во время операции АКШ.

томографию с  $^{199}\text{Tl}$  с оценкой перфузии сердечной мышцы, эхокардиографическое (ЭхоКГ) исследование, включая тканевое доплеровское изображение миокарда. ЭхоКГ-анализ выполняли с помощью ультразвуковой системы VIVID7 (expert) и ECHOPAC PC (версия 1.0X), включая режимы TVI, Strain, Strain gate до и через 2 недели после оперативного лечения. Стресс-ЭхоКГ (включая тканевое доплеровское изображение) с добутамином было выполнено у всех пациентов до операции для выявления сегментов гибернированного миокарда.

При анализе результатов у всех пациентов, перенесших процедуру ЛРМ, через 2 недели после операции было обнаружено повышение толерантности к физической нагрузке ( $28,0 \pm 3,3$  до  $58,2 \pm 2,4$  Вт) и исчезновение приступов стенокардии. Нами было также выявлено повышение систолических показателей на 26% в базальных сегментах и на 35% в средних сегментах, а также уменьшение в среднем на 7% преходящих дефектов перфузии в зонах сердечной мышцы, подвергнутых лазерному воздействию через месяц после оперативного вмешательства (до операции гипоперфузия составляла  $14,5 \pm 2,1\%$ ). Величина стабильных дефектов перфузии не изменялась.

Таким образом, полупроводниковый лазер, генерирующий излучение длиной волны 970 нм и выходной мощностью 10 Вт, эффективен для непрямо́й ревакуляризации сердечной мышцы у больных с диффузным и дистальным атеросклерозом КА, имевших жизнеспособный миокард. Непрямая лазерная ревакуляризация, осуществляемая воздействием излучения полупроводникового лазера, может быть использована в качестве дополнительной процедуры во время операции аортокоронарного шунтирования в зонах гибернирующего миокарда, где проведение прямой ревакуляризации невозможно.

Несомненным достоинством применения полупроводникового лазера (0,97 мкм) являются его небольшие габариты и простота, удобство в эксплуатации.

### Литература

1. Гапопцев В.П., Мишаев В.П., Паптелев А.М., Пинский Ю.А., Самарцев И.Э. Портативный лазерный скальпель-коагулятор «Лазон-10П» // Бюлл. физиол. и патол. дыхания, ДВНЦ физиол. и патол. дыхания. – Благовещенск, 2001. – Вып. 10. – С. 71–72.
2. Евдокимов С.В., Евдокимов В.П., Головнева Е.С., Лаппа А.В. Клинические результаты трансмиокардиальной лазерной ревакуляризации миокарда с применением Nd:YAG и диодного лазеров // Использование лазеров для диагностики и лечения заболеваний // Бюлл. ЛАС «Лазер-Информ». – М., 2001. – Вып. 3. – С. 101–102.
3. Шипулин В.М., Суходоло И.В., Коровин Н.В. Применение полупроводникового лазера «Лазон-10П» для непрямо́й ревакуляризации миокарда // 8-й Всеросс. съезд сердечно-сосуд. хирургов 18–22 ноября 2002: Сб. тезисов. – М., 2002. – С. 80.
4. Елисеенко В.И., Скобелкин О.К., Брехов Е.И., Здравовский С.Р. Морфологические обоснования ревакуляризации миокарда лазерным излучением // Бюлл. экпер. биол. и мед. – 1984. – Т. 98. – № 12. – С. 737–739.
5. Ревакуляризация миокарда лазерным излучением: экпер. исслед. / О.К. Скобелкин, Ю.Ю. Бредикис, Е.И. Брехов и др. // Хирургия. – 1984. – № 10. – С. 99–102.
6. Скобелкин О.К., Брехов Е.И., Здравовский С.Р., Елисеенко В.И. Применение лазеров при ревакуляризации миокарда // Лазеры в хирургии. – М.: Медицина, 1989. – 256 с.
7. Andreassen J. Transmyocardial laser revascularization. A new possible method for treatment of ischemic heart disease // Ugeskr Laeger. – 1996. – 158 (26). – P. 3764–3767.
8. Cooley D., Frazier O., Kadipasaoglu K., Lindenmeir M., Pehlivanoglu S., Kolff J., Wilansky S., Moore W. Transmyocardial laser revascularization: clinical experience with twelve-month follow-up // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 1996. – 111 (4). – P. 791–797.
9. Fisher P., Khomoto T., DeRosa C., Spotnitz H., Smith C., Burkhoff D. Histologic analysis of transmyocardial channels: comparison of CO<sub>2</sub> and holmium:YAG lasers // Ann. Thorac. Surg. – 1997. – 64 (2). – P. 466–472.
10. Horvath K., Cohn L., Cooley D., Crew J., Frazier O., Griffith B., Kadipasaoglu K., Lansing A., Manning F., March R., Mirhoseini M., Smith C. Transmyocardial laser revascularization: results of a multicenter trial with transmyocardial laser revascularization used as sole therapy for end-stage coronary artery disease // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 1997. – 113 (4). – P. 645–653.
11. Kohmoto T., Fisher P., Gu A., Zhu S., Yano O., Spotnitz H., Smith C., Burkhoff D. Does blood flow through holmium:YAG transmyocardial laser channels? // Ann. Thorac. Surg. – 1996. – 61 (3). – P. 861–868.
12. Krabatsch T., Schaper F., Leder C., Tulsner J., Thalmann U., Hetzer R. Histological findings after transmyocardial laser revascularization // J. Card. Surg. – 1996. – 11 (5). P. 326–331.
13. Mirhoseini M., Shelgikar S., Cayton M. New concepts in revascularization of the myocardium // Ann. Thorac. Surg. – 1988. – 45 (4). – P. 415–420.
14. Mueller X., Tevaearai H., Chaubert P., Genton C., von Segesser L. Does laser injury induce a different neovascularisation pattern from mechanical or ischaemic injuries? Heart 2001. – 85 (6). – P. 697–701.

### The first clinical experience of the application of semiconductor laser with wavelength 0,97 μm for indirect myocardium revascularization

V.M. Shipulin, N.V. Korovin, E.N. Pavljukova, I.V. Sukhodolo, S.L. Andrejev

Compact semiconductor lasers are drawing more and more increasing attention in medical practice. The authors have decided to assess possibilities of low-power lasers with the wavelength 970 nm to be used for indirect revascularization. Experimental studies have shown that semiconductor lasers with a comparatively low outflow power are effective for indirect myocardium revascularization and, statistically proven to increase the quantity of neovessels in the myocardium irradiated area. It leads to the perfusion improvement in laser irradiated area. In Tomsk (Siberia) at the Institute of Cardiology 11 myocardium laser revascularizations (MLR) have been performed since March 2003. Clinical results have shown that semiconductor lasers with the wavelength 970 nm and 10 W power are effective for indirect revascularization in distal and diffuse coronarosclerosis when a hibernating process in the myocardium is present. Currently, the authors successfully use this technique in patients with the ischemic heart diseases. No complications have been seen in these patients.