

УДК 616.615.841

Doi: 10.37895/2071-8004-2020-24-2-3-62-69

МАЛООПИОИДНАЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНАЯ АНЕСТЕЗИЯ, ПОТЕНЦИРУЕМАЯ СОВРЕМЕННЫМ СВЕТОДИОДНЫМ ОБЛУЧЕНИЕМ КРОВИ В КРАСНОМ ДИАПАЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ 650 НМ

В.С. Ширяев¹, Ф.М. Шветский¹, М.А. Гребенкина¹, В.И. Карандашов¹, М.Б. Потиевский³,
Д.С. Горин², О.И. Бугровская², А.М. Хосровян²

¹ ФГБУ «ГНЦ ЛМ им О.К. Скобелкина ФМБА России», г. Москва, Россия

² ГБУЗ «Госпиталь ветеранов войн № 2 Департамента здравоохранения города Москвы», г. Москва, Россия

³ МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Резюме

Цель работы: разработать метод потенцирования малоопиоидной мультимодальной анестезии светодиодным излучением в красном диапазоне действия 650 ± 20 нм при помощи автономных оптоэлектронных устройств. **Материал и методы.** Проведение контактного светодиодного воздействия осуществляли портативным полупроводниковым светодиодным аппаратом АФС 660 к-630/670 в красном диапазоне действия с длиной волны 650 ± 20 нм. Мультимодальная анестезия была проведена 78 пациентам абдоминального профиля (59 женщин и 19 мужчин) с сопутствующими заболеваниями в возрасте от 65 до 87 лет. Вес больных колебался от 68 до 127 кг. Все пациенты имели 3-ю степень анестезиологического риска по классификации МНОАР. Больные были разделены на 2 группы: основную и контрольную. В основной группе (n = 52) 35 пациентам была выполнена в плановом порядке холецистэктомия лапароскопическим способом, 17 пациентам – грыжесечение лапароскопическим способом. В контрольной группе (n = 26) 19 пациентам выполнена холецистэктомия лапароскопическим способом и 7 пациентам грыжесечение с аллопластикой лапароскопическим способом. Проведено сравнительное изучение двух методов защиты от хирургической агрессии: в основной группе – методом мультимодальной анестезии, потенцируемой контактным светодиодным воздействием на организм в проекции крупных сосудов с помощью браслета АФС; в контрольной группе (n = 26) – методом мультимодальной анестезии без потенцирования контактным светодиодным воздействием. **Результаты.** Установлено, что потенцирование мультимодальной анестезии портативным полупроводниковым светодиодным аппаратом АФС 660 к-630/670 в красном диапазоне действия с длиной волны 650 ± 20 нм в 3 раза уменьшило расход фентанила в основной группе (в контрольной группе пациентов расход фентанила составил 4,76 ± 0,39 мкг/кг/ч, в основной – 1,53 ± 0,15 мкг/кг/ч). Данные показателей периферической гемодинамики на всех этапах оперативных вмешательств практически не демонстрировали существенных отличий от исходных значений. Показатель центральной гемодинамики СИ в основной группе увеличивался в конце оперативного вмешательства с 2,53 ± 0,36 л/мин м² до 3,61 ± 0,46 л/мин м². Общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС) в основной группе уменьшалось по сравнению с исходными значениями с 1654,2 ± 345,1 дин·с·см⁻⁵ до 1136,7 ± 485,1 дин·с·см⁻⁵. В контрольной группе СИ увеличивался по сравнению с исходными значениями с 2,79 ± 0,36 л/мин м² до 3,14 ± 0,37 л/мин м². ОПСС в контрольной группе уменьшалось с 1448,5 ± 344,5 дин·с·см⁻⁵ до 1223,9 ± 437,1 дин·с·см⁻⁵ по сравнению с исходными данными. **Заключение.** Потенцирование мультимодальной анестезии контактным светодиодным воздействием на организм пациентов во время проведения абдоминальных оперативных вмешательств способствовало стабилизации гемодинамики, увеличению сердечного индекса (СИ) и уменьшению общего периферического сосудистого сопротивления больше, чем в контрольной группе во время анестезиологического пособия.

Ключевые слова: мультимодальная анестезия, низкоинтенсивное лазерное излучение, квантовая гемотерапия, контактное оптическое воздействие, светодиодное (LED) воздействие.

Для цитирования: Ширяев В.С., Шветский Ф.М., Гребенкина М.А., Карандашов В.И., Потиевский М.Б., Горин Д.С., Бугровская О.И., Хосровян А.М. Малоопиоидная мультимодальная анестезия, потенцируемая современным светодиодным облучением крови в красном диапазоне действия 650 нм // Лазерная медицина. – 2020. – Т. 24. – № 2-3. – С. 62-69.

Контакты: Ширяев В.С., e-mail: vovafenan@yandex.ru

THE LITTLE OPIOID MULTIMODAL ANESTHESIA POTENTIATED BY MODERN LED IRRADIATION OF BLOOD IN RED 650 NM RANGE

Shiryayev V.S.¹, Shvedsky F.M.¹, Grebenkina M.A.¹, Karandashov V. I.¹, Potievsky M.B.³,
Gorin D.S.², Bugrovskaya O.I.², Khosrovyan A.M.²

¹ Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, Moscow, Russia

² State Hospital for Army Veterans No 2, Moscow, Russia

³ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract

Purpose. To develop a technique for potentiating the low-opioid multimodal anesthesia with LED radiation in the red range of the spectrum at 650 ± 20 nm using autonomous optoelectronic devices. **Material and methods.** Portable semiconductor LED devices AFC 660 k-630/670 emitting in the red range with wavelength 650 ± 20 nm were used for contact LED exposure. 78 abdominal patients (59 women and 19 men), aged 65–87, with concomitant diseases had the multimodal anesthesia. Patients' weight ranged from 68 to 127 kg. All patients had the 3rd degree of anesthetic risk by MNOAR classification. Patients were divided into two groups: studied and control. In the studied group (n = 52), 35 patients had planned laparoscopic cholecystectomy; 17 patients had laparoscopic hernia repair. In the control group (n = 26), 19 patients had laparoscopic cholecystectomy, and 7 patients had laparoscopic hernia repair with alloplasty. A comparative study of two protective techniques against surgical aggression was made: studied group – multimodal anesthesia potentiated by contact LED exposure at the projection of large vessels with AFC bracelet (physiotherapeutic LED apparatus); control group (n = 26) – multimodal anesthesia not potentiated with contact

LED exposure. **Results.** It has been found out that the potentiated multimodal anesthesia with portable semiconductor LED device AFC 660 k-630/670 in the red range with wavelength of 650 ± 20 nm reduced fentanyl consumption in the studied group by 3 times (in the control group fentanyl consumption was $4.76 \pm 0,39 \mu\text{g/kg/h}$; in the studied group – $1.53 \pm 0.15 \mu\text{g/kg/h}$). Peripheral hemodynamic parameters at all stages of surgical intervention practically did not show any significant changes from the initial values. The index of central hemodynamics CI in the studied group increased at the end of the surgery from $2.53 \pm 0.36 \text{ l/min m}^2$ to $3.61 \pm 0.46 \text{ l/min m}^2$. The total peripheral vascular resistance in the studied group decreased compared to the initial values from $1654.2 \pm 345.1 \text{ din}\cdot\text{c}\cdot\text{cm}^{-5}$ to $1136.7 \pm 485.1 \text{ din}\cdot\text{c}\cdot\text{cm}^{-5}$. In the control group, CI increased comparing to the initial values from $2.79 \pm 0.36 \text{ l/min m}^2$ to $3.14 \pm 0.37 \text{ l/min m}^2$. Total peripheric vascular resistance in the control group decreased from $1448.5 \pm 344.5 \text{ din}\cdot\text{c}\cdot\text{cm}^{-5}$ to $1223.9 \pm 437.1 \text{ din}\cdot\text{c}\cdot\text{cm}^{-5}$ in comparison with the initial values. **Conclusion.** Potentiation of multimodal anesthesia by contact LED exposure during abdominal surgery in patients of the studied group stabilized hemodynamics, increased the cardiac index and decreased total peripheral vascular resistance better than in the control group during anesthesiologic support.

Key words: multimodal anesthesia, low-level laser radiation, quantum hemotherapy, contact optical exposure, LED exposure.

For citation: Shiryayev V.S., Shvedsky F.M., Grebenkina M.A., Karandashov V.I., Potievsky M.B., Gorin D.S., Bugrovskaya O.I., Khosrovyan A.M. The little opioid multimodal anesthesiapotentiated by modern led irradiation of blood in red 650 nm range. *Lazernaya medicina*. 2020; 24 (2–3): 62–69. [In Russ.]

Contact: Shiryayev V.S., e-mail: vovafenan@yandex.ru

ВВЕДЕНИЕ

С конца прошлого столетия все большее число специалистов обращает внимание на появившуюся новую медицинскую проблему чрезмерной фармакологической нагрузки, испытываемой пациентами при прохождении курсов лечения [1]. К указанному необходимо добавить, что при подготовке пациента к возможности выполнения хирургической операции и в послеоперационном периоде фармаконагрузка на него существенно возрастает, и вопросы лекарственной безопасности, особенно в геронтологической практике, становятся более значимыми.

Нефармакологические методы лечения не являются чем-то новым для клинической медицины. Оглядываясь в далекое прошлое, можно установить, что подобные способы весьма успешно применялись и на заре человечества. Воздействие теплом, холодом, светом, физические действия (массаж, грязевые ванны), кровопускание, а впоследствии и более сложные воздействия (электрический ток, магнитное поле и др.) нашли достойное применение во многих сферах клинической практики.

С середины 80-х годов прошлого века клиницисты во всем мире стали проявлять интерес к лазерным и светодиодным технологиям [2–8]. В анестезиологии и реаниматологии также начали интенсивно разрабатываться методы воздействия лазерным излучением. В целом ряде исследований показано, что потенцирование мультимодальной анестезии лазерными технологиями позволяет снизить фармакологическую нагрузку и стабилизировать гемодинамические показатели у оперируемых пациентов [9–15].

Сегодня дорогостоящие лазерные источники оптического излучения вытесняются дешевыми, но не менее эффективными светоизлучающими диодами российского производства [16].

Мы решили воспользоваться эффектами полупроводниковых светодиодных аппаратов для контактного воздействия, выполненных в виде браслетов на руку, во время проведения мультимодальной анестезии у больных абдоминального профиля.

Цель исследования – разработать метод потенцирования малоопиоидной мультимодальной анестезии светодиодным излучением в красном диапазоне действия 640 ± 10 нм при помощи автономных оптоэлектронных устройств.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Мультимодальная анестезия была проведена 78 пациентам абдоминального профиля (59 женщин и 19 мужчин) с сопутствующими заболеваниями в возрасте от 65 до 87 лет. Вес больных колебался от 68 до 127 кг. Все пациенты имели 3-ю степень анестезиологического риска по шкале МНОАР. Больные были разделены на 2 группы: основную и контрольную. В основной группе ($n = 52$) 35 пациентам была выполнена в плановом порядке холецистэктомия лапароскопическим способом, а 17 пациентам – грыжесечение лапароскопическим способом с применением мультимодальной анестезии, потенцируемой контактным светодиодным воздействием на организм в проекции крупных сосудов. В контрольной группе ($n = 26$) 19 пациентам были выполнены холецистэктомия лапароскопическим способом и 7 пациентам – грыжесечение с аллопластикой лапароскопическим способом с применением мультимодальной анестезии без потенцирования контактным светодиодным воздействием.

На ночь перед оперативным вмешательством больным назначали 1 мг фенотезапа в/м. Длительность оперативных вмешательств составляла $74,5 \pm 14,6$ мин. Премедикация и индукция в основной и контрольной группах была стандартная: за 40 мин до начала оперативного вмешательства больным назначали: в/м промедол (20 мг), фенотезап 1 мг, и атропин 0,5 мг. За 30 мин до вводного наркоза пациентам основной группы осуществляли контактное светодиодное облучение в области крупных сосудов (a. radialis). Пациентам контрольной группы контактное светодиодное облучение не проводилось. Перед вводным наркозом за 15 мин проводили медленную в/в

инфузию парацетамола в инъекционной форме емкостью 100 мл с внутривенным введением кеторола 30 мг, так как, с точки зрения патофизиологии острой боли, оптимальным считается профилактическое внутривенное введение одной дозы нестероидных противовоспалительных препаратов до кожного разреза (принцип предупредительной анальгезии) [17].

Индукцию в анестезию осуществляли введением пропофола из расчета 2 мг/кг, рокурониума 30–50 мг, фентанила в дозе 0,1 мг. Затем проводили интубацию трахеи и ИВЛ аппаратом Datex-Ohmeda.

Схема поддержания мультимодальной анестезии у пациентов основной и контрольной групп на фоне инсuffляции газонаркоотической смеси $N_2O:O_2 = 2:1$ проводилась пропофолом в концентрации $3,5 \pm 0,79$ мг/кг/ч и фентанилом, при необходимости, болюсно.

Мультимодальную анестезию в основной группе потенцировали дополнительно сеансом квантовой гемотерапии во время травматического этапа операции. Сеансы осуществляли, используя полупроводниковый аппарат для контактного светодиодного облучения АФС 660 к-630/670 в красном диапазоне действия с длиной волны 650 ± 20 нм (рис.), длительностью 30 мин.

В конце оперативного вмешательства перед транспортировкой в послеоперационное отделение проводили контактное светодиодное облучение, длительностью 15 мин.

Центральную гемодинамику исследовали методом биполярной интегральной реографии по М.И. Тищенко (ИРГТ) с компьютерной обработкой первичных данных с помощью комплекса мониторинг системы – «КМ-АР 01 Диамант» (Россия). Метод был нами применен интраоперационно в обеих исследуемых группах на 4 этапах оперативного вмешательства: 1-й – исход (в операционной перед вводным наркозом), 2-й – после

интубации трахеи, 3-й – травматический этап операции, 4-й – конец оперативного вмешательства. Периферическую гемодинамику исследовали на мониторе Drager из комплекса Drager Fabius GS также на 4 этапах операции.

Электроды для интегральной реографии устанавливали дистально на конечности, добиваясь плотного прилегания электродов к коже. После калибровки (проверки качества поступающего сигнала, настройки масштаба отображения сигнала и др.) проводили интраоперационные исследования интегральной реографии тела и регистрировали изменения у оперируемых пациентов.

Для оценки адекватности комбинированной общей анестезии проводили мониторинг глубины седации во время медикаментозного сна (БИС мониторинг) во всех группах пациентов на четырех вышеописанных этапах операции.

Качество анальгезии сразу после пробуждения на операционном столе и в ближайшем послеоперационном периоде до 6 часов у пациентов оценивали по вербальной рейтинговой шкале (VRS): 0 – нет боли; 1 – слабая боль; 2 – умеренная боль; 3 – сильная боль; 4 – невыносимая боль. Оценку интенсивности послеоперационной боли проводили как в покое, так и при движении, поворачивании на бок.

Статистическую обработку всех полученных данных осуществляли с использованием сред Windows XP и пакетов компьютерных программ Excel 2007, Biostat и Statistica 6.0. При обработке данных использовали характеристики выборочных распределений (среднее арифметическое (M), ошибка средней (m), среднее квадратичное отклонение (σ). Результаты рассматривали как достоверные, если вероятность случайного их происхождения по t -критерию Стьюдента была менее 5% ($p < 0,05$).



Рис. Полупроводниковый аппарат для контактного светодиодного облучения крови: **а** – панель управления; **б** – излучатель поверхности

Fig. Semiconductor device for contact LED irradiation of blood: **a** – control panel; **b** – emitter surface

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования центральной и периферической гемодинамики у пациентов основной и контрольной групп представлены в табл. 1 и 2.

Показатели периферической гемодинамики на этапах оперативных вмешательств практически не демонстрировали существенных различий от исходных значений.

Показатель центральной гемодинамики сердечный индекс (СИ) в основной группе увеличивался в конце оперативного вмешательства с $2,53 \pm 0,36$ л/мин/м² до $3,61 \pm 0,46$ л/мин/м². Общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС) уменьшалось по сравнению с исходными значениями с $1654,2 \pm 345,1$ дин·с·см⁻⁵ до $1136,7 \pm 485,1$ дин·с·см⁻⁵.

Как видно из табл. 2, данные показателей периферической гемодинамики на этапах оперативных вмешательств практически не демонстрировали существенных отличий от исходных значений.

В контрольной группе СИ увеличивался по сравнению с исходными значениями с $2,79 \pm 0,36$ л/мин/м² до $3,14 \pm 0,37$ л/мин/м². ОПСС в контрольной

группе уменьшалось с $1448,5 \pm 344,5$ дин·с·см⁻⁵ до $1223,9 \pm 437,1$ дин·с·см⁻⁵ по сравнению с исходными данными.

Из всех показателей центральной гемодинамики мы выбрали наиболее информативные: СИ и ОПСС.

СИ представляет собой меру потока крови из сердца и в этом качестве является основным показателем его насосной функции. У здорового человека в состоянии покоя СИ считается нормальным в пределах $2,5\text{--}3,6$ л/мин/м². Уменьшение возможностей сердца выполнять свою насосную функцию при различных формах патологии ведет к снижению СИ. Таким образом, показатель СИ более адекватно характеризует гемодинамические возможности конкретного (а не некоего виртуального) здорового организма и в условиях развития сердечной недостаточности. Именно этот показатель используют для объективной оценки степени ее выраженности. В основной группе показатель СИ увеличивался в конце оперативного вмешательства с $2,53 \pm 0,36$ л/мин/м² до $3,61 \pm 0,46$ л/мин/м², в контрольной группе – с $2,79 \pm 0,36$ л/мин/м² до $3,14 \pm 0,37$ л/мин/м².

Таблица 1

Характеристика сдвигов показателей периферической и центральной гемодинамики у пациентов основной группы (с применением мультимодальной анестезии, потенцируемой контактным светодиодным воздействием на организм в проекции крупных сосудов)

Table 1

Characteristics of shifts in peripheral and central hemodynamics in patients from the studied group (multimodal anesthesia potentiated by contact led exposure at the projection of large vessels)

Параметры Parameters	Этапы операции Stage of surgery			
	1 Перед введением наркозом Before anesthesia induction	2 После интубации трахеи After tracheal intubation	3 Травматический этап операции Traumatic stage of surgery	4 Конец оперативного вмешательства End of surgery
Частота сердечных сокращений (ЧСС), уд./мин Heart rate (HR), per. minute	$86,4 \pm 7,6$	$79,6 \pm 5,8$	$88,7 \pm 9,6$	$89,2 \pm 5,9$
Артериальное давление систолическое (АДс), мм рт. ст. Systolic blood pressure (APs), mm Hg	$132,7 \pm 10,1$	$113,7 \pm 12,3$	$126,2 \pm 12,6$	$135,3 \pm 10,2$
Артериальное давление диастолическое (АДд), мм рт. ст. Diastolic blood pressure (APd), mm Hg	$86,7 \pm 7,6$	$78,8 \pm 6,5$	$88,3 \pm 5,8$	$89,2 \pm 9,9$
Артериальное давление среднее (АДср), мм рт. ст. Mean blood pressure (APm), mm Hg	$102,0 \pm 8,4$	$90,4 \pm 8,4$	$100,9 \pm 10,9$	$104,6 \pm 9,9$
Сердечный индекс (СИ), л/мин/м ² Cardiac index (CI), l/min/m ²	$2,53 \pm 0,36$	$2,89 \pm 0,39$	$2,98 \pm 0,48$	$3,61 \pm 0,46$
Индексированный пульсовый показатель кровотока (УИ), мл/уд./м ² Index edpulsate of blood flow (cond. units), ml/cu/m ²	$34,36 \pm 4,67$	$36,77 \pm 8,25$	$37,89 \pm 9,13$	$38,91 \pm 7,64$
Общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС), дин·с·см ⁻⁵ Total peripheral vascular resistance, din·c·sm ⁻⁵	$1654,2 \pm 345,1$	$1585,6 \pm 383,9^*$	$1396,1 \pm 342,9$	$1136,7 \pm 485,1^*$
Работа левого желудочка (РЛЖ), кгм/мин Heart left ventricle function (LV), kgm/min	$4,87 \pm 0,75$	$5,13 \pm 0,69$	$5,6 \pm 0,84^*$	$5,4 \pm 0,79^*$

Примечание. * – достоверные различия по отношению к исходным данным ($p < 0,05$).

Note. * – reliable differences in relation to the initial values ($p < 0.05$).

Таблица 2

Характеристика сдвигов показателей периферической и центральной гемодинамики у пациентов контрольной группы (с применением мультимодальной анестезии без потенцирования контактным светодиодным воздействием)

Table 2

Characteristics of shifts in the peripheral and central hemodynamic in the controls (multimodal anesthesia not potentiated with contact LED exposure)

Параметры Parameters	Этапы операции Stage of surgery			
	1 Перед введением наркозом Before anesthesia induction	2 После интубации трахеи After tracheal intubation	3 Травматический этап операции Traumatic stage of surgery	4 Конец оперативного вмешательства End of surgery
Частота сердечных сокращений (ЧСС), уд./мин Heart rate (HR), per. minute	87,9 ± 8,6	85,8 ± 9,4	89,9 ± 9,1	88,5 ± 7,5
Артериальное давление систолическое (АДс), мм рт. ст. Blood pressure, systolic (APs), mm Hg	133,5 ± 11,4	121,1 ± 10,4	125,6 ± 9,8	132,2 ± 10,4
Артериальное давление диастолическое (АДд), мм рт. ст. Blood pressure, diastolic (APd), mm Hg	82,3 ± 8,7	77,4 ± 7,6	78,2 ± 7,4	81,6 ± 8,5
Артериальное давление среднее (АДср), мм рт. ст. Mean blood pressure (APm), mm Hg	99,4 ± 9,6	92,0 ± 8,6	94,0 ± 8,2	98,5 ± 9,1
Сердечный индекс (СИ), л/мин/м ² Heartindex (CI), l/min/m ²	2,79 ± 0,36	2,89 ± 0,62	3,19 ± 0,47	3,14 ± 0,37
Индексированный пульсовый показатель кровотока (УИ), мл/уд./м ² Indexed pulse rate of blood flow (cond. units), ml/cu/m ²	37,62 ± 7,57	38,9 ± 9,12	39,54 ± 5,14	40,12 ± 8,3
Общее периферическое сосудистое сопротивление ОПСС), дин·с·см ⁻⁵ Total peripheral vascular resistance, din·c·sm ⁻⁵	1448,5 ± 344,5	1387,7 ± 348,1	1324,5, ± 317,0	1223,9 ± 437,1*
Работа левого желудочка (РЛЖ), кгм/мин Heart left ventricle function, kgm/min	4,52 ± 0,39	4,61 ± 0,69	5,43 ± 0,66	5,21 ± 0,73

Примечание. * – достоверность различий по отношению к исходным данным ($p < 0,05$).

Note. * – difference reliability in relation to initial values ($p < 0.05$).

Общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС) – показатель, который отражает суммарное сопротивление прекапиллярного русла и зависит как от сосудистого тонуса, так и от вязкости крови. Нормальные значения – 1200–1600 дин·с·см⁻⁵. В основной группе общее периферическое сосудистое сопротивление уменьшалось по сравнению с исходными значениями с 1654,2 ± 345,1 дин·с·см⁻⁵ до 1136,7 ± 485,1 дин·с·см⁻⁵, в контрольной группе – с 1448,5 ± 344,5 дин·с·см⁻⁵ до 1223,9 ± 437,1 дин·с·см⁻⁵ по сравнению с исходными данными.

Во время оперативного вмешательства при проведении мультимодальной анестезии, потенцируемой контактным светодиодным облучением, показатели БИС мониторинга в основной и в контрольной группах объективно подтверждают достижения адекватного уровня общей анестезии, который соответствовал значениям БИС-индекса: 45–50.

У пациентов основной группы качественная оценка боли в ближайшем послеоперационном периоде составляла 0 – нет боли, что не требовало дополнительного введения обезболивающих препаратов.

У пациентов в контрольной группе качественная оценка послеоперационной боли по вербальной шкале отмечалась как 1 или 2, что требовало дополнительного введения наркотических анальгетиков в ближайшем послеоперационном периоде до 6 часов.

Доза фентанила во время мультимодальной анестезии, потенцируемой контактным светодиодным воздействием российским браслетом АФС, у пациентов основной группы составила 1,53 ± 0,15 мкг/кг/ч. Доза фентанила в контрольной группе, которая не была потенцирована контактным светодиодным облучением, составляла 4,76 ± 0,39 мкг/кг/ч.

Таким образом, использование российского браслета «АФС» 660 к-630/670 (аппарат для фототерапии светодиодный) для потенцирования мультимодальной анестезии во время проведения оперативных вмешательств способствовало снижению дозы наркотических средств (фентанила) во время проведения общей мультимодальной анестезии, в среднем в 3,1 раза по сравнению с мультимодальной анестезией без потенцирования контактным светодиодным облучением крови.

Таблица 3

Изменение уровня глубины седации (БИС-индекс) на различных этапах анестезии у пациентов основной и контрольной групп

Table 3

Changes in the sedation depth (BIS index) at different stages of anesthesia in patients of the studied and control groups

Этапы операций Stages of surgery	Основная группа – мультимодальная анестезия + светодиодное воздействие (n = 52) Studied group – multimodal anesthesia + LED exposure (n = 52)	Контрольная группа – мультимодальная анестезия (n = 26) Controlgroup – multimodal anesthesia (n = 26)
1 – Исходящий (в операционной перед вводным наркозом) 1 – Initial (in operating room before anesthesia introduction)	92,7 ± 8,2	93,6 ± 9,5
2 – После интубации трахеи 2 – After tracheal intubation	47,5 ± 4,7*	48,1 ± 4,5*
3 – Травматический этап операции 3 – Traumatic stage of surgery	50,3 ± 4,3 *	49,1 ± 4,2*
4 – Конец оперативного вмешательства 4 – End of surgical intervention	89,1 ± 8,4	88,6 ± 7,3

Примечание. * – достоверность различий по отношению к исходным данным (p < 0,05).

Note. * – differences reliability in relation to initial values (p < 0.05).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная технология потенцирования мультимодальной анестезии в проекции крупных сосудов контактным светодиодным оптическим излучением с помощью полупроводникового аппарата для контактного светодиодного облучения АФС 660 к-630/670 в красном диапазоне действия с длиной волны 650 ± 20 нм позволяет снизить дозы наркотических препаратов, стабилизировать гемодинамические показатели во время оперативного вмешательства и в послеоперационном периоде у больных абдоминального профиля.

Технология может найти широкое применение в анестезиологии в целях снижения фармакологической нагрузки на пациентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Журавлева М.В., Кулес В.Г., Прокофьев А.Б. и др. Эффективность и безопасность применения лекарственных средств: значение и возможности клинической фармакологии // Вестник Научного центра экспертизы средств медицинского применения. – 2015. – № 2. – С. 20–24.
2. Москвин С.В., Хадарцев А.А. Лазерный свет – можно ли им навредить? // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23. – № 3. – С. 265–283.
3. Ширяев В.С., Айрапетова Т.Л., Саженина Е.И. и др. Мультимодальная сочетанная анестезия с потенцированием транскутанным лазерным облучением крови у геронтологических больных // Лазерная медицина. – 2017. – Т. 21. – Вып 1. – С. 38–42.
4. Huang Y.Y., Chen A.C., Carrol J.D. et al. Laser radiation of tissue cultures. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1965; 28 (122): 713–720.
5. Huang Y.Y., Chen A.C., Carrol J.D., Hamblin M.R. Biphasic dose response in low level light therapy. University of Massachusetts. 2009: 18.
6. King P.R. Low level laser therapy: a review. *Lasers in Medical Science.* 1989; 4 (2): 141–150.
7. Li H.F., Lin J.M., Su R.G., Uchiyama K., Hobo T. A compactly integrated laser induced fluorescence detector for microchip electrophoresis. *Electrophoresis.* 2004; 25 (12): 1907–1915.
8. Rouds D.E., Chamberlain E.C., Okinaki I. Laser radiation of tissue cultures. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1965; 8 (122): 713–727.
9. Кошелев В.Н., Семин Е.А., Камалян А.Б. Сравнительная оценка эффективности применения чрезкожного и внутрисосудистого лазерного облучения крови // Материалы Международной конференции «Клиническое и экспериментальное применение новых лазерных технологий». Москва–Казань. – 1995. – С. 395–397.
10. Ширяев В.С., Мусихин Л.В., Карандашов В.И., Шветский Ф.М. Анестезиологические аспекты применения НИЛИ-ВЛОК и ТЛОК в анестезиологии (обзор литературы) // Евразийский союз ученых. – 2018. – № 2–2 (47). – С. 31–37.
11. Ширяев В.С., Гребенкина М.А., Лютов В.Д. Оптимизация мультимодальной анестезии путем включения сульфата магния в протокол анестезии и потенцирования контактным лазерным воздействием на пациента // Евразийский союз ученых. – 2018. – № 12 (57). – 4 часть. – С. 38–44.
12. Ширяев В.С., Мусихин Л.В., Гребенкина М.А. Применение акупана в качестве средства обеспечения анагетического компонента комбинированной ингаляционной общей анестезии // Вестник интенсивной терапии. – 2016. – № 1. – С. 46–50.
13. Ширяев В.С., Мусихин Л.В., Шветский Ф.М. и др. Потенцирование общей мультимодальной анестезии контактным лазерным воздействием на организм в области красного диапазона действия при высоких ампутациях нижних конечностей // Раны и раневые инфекции. – 2019. – Т. 6. – № 1. – С. 39–44.
14. Kehlet H., Dahl G.B. The value of multimodal or Balanced analgesia postoperative pain treatment. *Anesth. & Analg.* 1993; 77: 1048–1056.
15. Kehlet H., Wilmore D. Multimodal strategies to improve surgical outcome. *Am. J. Surg.* 2002; 183 (6): 630–641.

16. Байбеков И.М., Карташов В.П., Пулетов Д.Т., Бутаев А.Х. Опыт использования светодиодного излучения в хирургии и других разделах медицины // Вестник экстренной медицины. – 2013. – № 2. – С. 59–56.
17. Осипова Н.А., Береснева В.А., Петрова В.В. и др. Опыт использования анальгетиков периферического действия в системе комплексной защиты пациентов от операционной травмы // Анестезиология и реаниматология. – 2002. – № 4. – С. 23–26.

REFERENCES

1. Zhuravleva M.V., Kukes V.G., Prokofiev A.B. et al. Efficiency and safety of drugs: importance and possibilities of clinical pharmacology. *Vedomosti Nauchnogo tsentra ekspertizy sredstv meditsinskogo primeneniya*. 2015; 2: 20–24. [In Russ.]
2. Moskvina S.V., Khadartsev A.A. Laser light – can it be of harm? *Vestnik novykh meditsinskih tekhnologiy*. 2016; 23 (3): 265–283. [In Russ.]
3. Shiryayev V.S., Ayrapetova T.L., Sazhenina E.I. et al. Multimodal combined anesthesia potentiated with transcutaneous laser irradiation of blood in gerontological patients. *Lazernaya medicina*. 2017; 21 (1): 38–42. [In Russ.]
4. Huang Y.Y., Chen A.C., Carrol J.D. et al. Laser radiation of tissue cultures. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1965; 28 (122): 713–720.
5. Huang Y.Y., Chen A.C., Carrol J.D., Hamblin M.R. Biphasic dose response in low level light therapy. University of Massachusetts. 2009: 18.
6. King P.R. Low level laser therapy: a review. *Lasers in Medical Science*. 1989; 4 (2): 141–150.
7. Li H.F., Lin J.M., Su R.G., Uchiyama K., Hobo T. A compactly integrated laser induced fluorescence detector for microchip electrophoresis. *Electrophoresis*. 2004; 25 (12): 1907–1915.
8. Rouds D.E., Chamberlain E.C., Okinaki I. Laser radiation of tissue cultures. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1965; 8 (122): 713–727.
9. Koshelev V.N., Semina E.A., Kamalyan A.B. Comparative evaluation of the effectiveness of percutaneous and intravascular laser blood irradiation Proceedings of International Conference «Clinical and Experimental Application of New Laser Technologies». Moscow–Kazan. 1995: 395–397. [In Russ.]
10. Shiryayev V.S., Musikhin L.V., Karandashov V.I., Shvetsky F.M. Anesthesiological aspects of LLLT-ILBI and TLBI application in anesthesiology (a literature review). *Eurazyskiy soyuz uchenykh*. 2018; 2–2 (47): 31–37. [In Russ.]
11. Shiryayev V.S., Grebenkina M.A., Lyutov V.D. Optimization of multimodal anesthesia by including magnesium sulfate in the protocol of anesthesia and potentiation by contact laser exposure. *Eurazyskiy soyuz uchenykh*. 2018; 12 (57), part 4: 38–44. [In Russ.]
12. Shiryayev V.S., Musikhin L.V., Grebenkina M.A. Acupan as an analgesic component of combined inhaled general anesthesia. *Vestnik intensivnoy terapii*. 2016; 1: 46–50. [In Russ.]
13. Shiryayev V.S., Musikhin L.V., Shvetsky F.M., Grebenkina M.A. et al. Potentiation of general multimodal anesthesia in patients by contact laser exposure with laser light in the red range during high amputations of lower extremities. *Rany i ranevyye infektsii*. 2019; 6 (1): 39–44. [In Russ.]
14. Kehlet H., Dahl G.B. The value of multimodal or Balanced analgesia postoperative pain treatment. *Anesth. & Analg.* 1993; 77: 1048–1056.

15. Kehlet H., Wilmore D. Multimodal strategies to improve surgical outcome. *Am. J. Surg.* 2002; 183 (6): 630–641.
16. Baibekov I.M., Kartashov V.P., Puletov D.T., Butaev A.Kh. LED radiation in surgery and other areas of medicine. *Vestnik ekstreynoy meditsiny*. 2013; 2: 59–56. [In Russ.]
17. Osipova N.A., Beresneva V.A., Petrova V.V. et al. Peripheral analgesics in the system of comprehensive protection of patients against surgical trauma. *Anesteziologiya i reanimatologiya*. 2002; 4: 23–26. [In Russ.]

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе.

Compliance with ethical principles

The Authors confirm that respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary and the rules of treatment of animals when they are used in the study.

Информация об авторах

Ширяев Владимир Сергеевич – кандидат медицинских наук, врач высшей категории, руководитель отделения анестезиологии и реаниматологии ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. Скобелкина ФМБА России», Москва, Россия; тел. 89169260637; e-mail: vovafenan@yandex.ru; ORCID: 0000-0003-3113-0580.

Шветский Филипп Михайлович – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник (совместитель) отделения анестезиологии и реаниматологии ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. Скобелкина ФМБА России», Москва, Россия; тел. 89167243758; e-mail: shvetsky@mail.ru; ORCID: 0000-0003-2954-5007.

Гребенкина Марианна Андреевна – младший научный сотрудник отделения анестезиологии и реаниматологии (совместитель) ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. Скобелкина ФМБА России», Москва, Россия; тел. 89162587597; e-mail: marianna-m@inbox.ru; ORCID: 0000-0002-0099-8670.

Карандашов Владимир Иванович – доктор медицинских наук, профессор, руководитель отделения лазерных биотехнологий и клинической фармакологии ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. Скобелкина ФМБА России», Москва, Россия; тел. 89096354088; e-mail: kvi@list.ru; ORCID: 0000-0002-0026-8862.

Потиевский Михаил Борисович – клинический ординатор факультета функциональной медицины МГУ им. Ломоносова, Москва, Россия; тел. 89161512331; e-mail: mikhailepotievsky@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-8514-8295.

Горин Дмитрий Семенович – врач отделения реанимации госпиталя № 2 ветеранов войн, Москва, Россия; тел. 8963649 8539; e-mail: dodgy13@mail.ru; ORCID: 0000-0002-2803-8727.

Бугровская Ольга Ивановна – врач-реаниматолог, заведующая отделением реанимации госпиталя № 2 ветеранов войн, Москва, Россия; тел. 89104364866; e-mail: doaa@bk.ru; ORCID: 0000-0002-8872-0402.

Хосровян Ашхен Мавровна – кандидат медицинских наук, врач отделения реанимации госпиталя № 2 ветеранов войн, Москва, Россия; тел. 89057937701; e-mail: ashka13@list.ru; ORCID: 0000-0002-2705-7264.

Information about authors

Shiryayev Vladimir – MD, candidate of medical sciences, physician of the highest category, head of anesthesiology and resuscitation department at Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, Moscow, Russia; phone 89169260637; e-mail: vovafenan@yandex.ru; ORCID: 0000-0003-3113-0580.

Shvetsky Filipp – MD, candidate of medical sciences, senior researcher (part-time worker) at anesthesiology and resuscitation department in Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, Moscow, Russia; phone 89167243758; e-mail: shvetsky@mail.ru; ORCID: 0000-0003-2954-5007.

Grebenkina Marianna – MD, junior researcher at anesthesiology and resuscitation department at Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, Moscow, Russia; phone 89162587597; e-mail: marianna-m@inbox.ru; ORCID: 0000-0002-0099-8670.

Karandashov Vladimir – MD, professor, doctor of medical sciences, head of department for laser biotechnology and clinical pharmacology in Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, Moscow, Russia; phone 89096354088; e-mail: kvi@list.ru; ORCID: 0000-0002-0026-8862.

Potievsky Mikhail – MD, clinical resident, faculty of functional medicine at Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; phone 89161512331; e-mail: mikhailpotievsky@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-8514-8295.

Gorin Dmitry – MD, physician in ICU at State Hospital for Army Veterans No 2, Moscow, Russia; phone 8963649 8539; e-mail: dodgy13@mail.ru; ORCID: 0000-0002-2803-8727.

Bugrovskaya Olga – MD, reanimatologist,, head of ICU at State Hospital for Army Veterans No 2, Moscow, Russia; phone 89104364866; e-mail: doaa@bk.ru; ORCID: 0000-0002-8872-0402.

Khosrovyan Ashkhen – MD, candidate of medical sciences, physician at ICU at State Hospital for Army Veterans No 2, Moscow, Russia; phone 89057937701; e-mail: ashka13@list.ru; ORCID: 0000-0002-2705-7264.