

**Информация для цитирования:**

Воронкин Р.Г., Баранов В.А., Баранова Н.А., Автушенко Н.В., Чуднов А.Е., Кричевский Л.А. ДИАГНОСТИКА СИНДРОМА ЖИРОВОЙ ЭМБОЛИИ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ КОНСОЛИДИРОВАННОГО ПЕРЕЛОМА БЕДРЕННОЙ КОСТИ // Медицина в Кузбассе. 2025. №3. С. 96-101.

**Воронкин Р.Г., Баранов В.А., Баранова Н.А., Автушенко Н.В., Чуднов А.Е., Кричевский Л.А.**

Кемеровская городская клиническая больница № 11,

г. Кемерово, Россия

Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования,

Городская Клиническая больница им. С.С. Юдина,

г. Москва, Россия



## ДИАГНОСТИКА СИНДРОМА ЖИРОВОЙ ЭМБОЛИИ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ КОНСОЛИДИРОВАННОГО ПЕРЕЛОМА БЕДРЕННОЙ КОСТИ

По определению ряда авторов, синдром жировой эмболии (fat embolism syndrome, СЖЭ) – тяжелое, угрожающее жизни состояние, обусловленное множественной окклюзией кровеносных сосудов каплями жира – жировыми эмболами – недифференцированными липидными массами, жировыми клетками, липидными комплексами, размером более 6-8 мкм [1-4], развивающееся на ранних стадиях травматической болезни либо через некоторое время после хирургического вмешательства, связанного с коррекцией травмы [2, 5-7].

К сожалению, до настоящего момента не существует «золотого стандарта» диагностики СЖЭ и поиск новых методов ее визуальной диагностики представляется актуальным. Приведен клинический пример диагностики СЖЭ с использованием неинвазивной методики билатерального транскраниального доплерографического мониторинга потоков в средних мозговых артериях с микроэмболодетекцией на ультразвуковом транскраниальном доплерографическом анализаторе у пациента 74 лет после проведения корригирующей остеотомии, металлоостеосинтеза титановой пластиной, по поводу неправильного консолидированного перелома проксимального отдела правой бедренной кости.

**Ключевые слова:** консолидированный перелом бедренной кости; синдром жировой эмболии; билатеральное транскраниальное доплерографическое мониторинг с микроэмболодетекцией в средних мозговых артериях

**Voronkin R.G., Baranov V.A., Baranova N.A., Avtushenko N.V., Chudnov A.E., Krichevsky L.A.**

Kemerovo City Clinical Hospital N 11, Kemerovo, Russia,

Russian Medical Academy of Continuous Professional Education,

City Clinical Hospital named after S.S. Yudin, Moscow, Russia

### USE OF BILATERAL MIDDLE CEREBRAL ARTERY BLOOD FLOW MONITORING WITH MICROEMBOLI DETECTION FOR EARLY VERIFICATION OF FAT EMBOLISM SYNDROME IN POLYTRAUMA

Fat Embolism Syndrome (FES), as defined by several authors, is a severe, life-threatening condition caused by multiple occlusions of blood vessels with fat droplets-fat emboli-consisting of undifferentiated lipid masses, adipocytes, or lipid complexes larger than 6-8  $\mu\text{m}$  [1-4]. It develops during the early stages of traumatic disease or sometime after surgical intervention related to trauma correction [2, 5-7]. Unfortunately, there is still no «gold standard» for diagnosing FES, making the search for new visual diagnostic methods highly relevant. A clinical case is presented demonstrating the visual diagnosis of FES using a non-invasive technique of bilateral transcranial Doppler (TCD) monitoring of middle cerebral artery (MCA) flow with microemboli detection via an ultrasound transcranial Doppler analyzer in a 74-year-old patient following corrective osteotomy and titanium plate fixation for a malunited fracture of the proximal right femur.

**Key words:** femoral fracture malunion; fat embolism syndrome; bilateral transcranial Doppler monitoring with microemboli detection in the middle cerebral arteries

**Д**инамика показателей общего травматизма в России характеризуется тенденцией к умеренному снижению, однако количество пациентов с переломами нижних конечностей, занимающими второе место среди общего числа травм конечностей (по данным ЦИТО), существенно не снижается [1, 2, 8-11]. Причинами летальности в первые часы после травмы могут стать шок и острая массивная кровопотеря, а далее – тяжелые нарушения центральной нервной системы и сопутствующие осложнения травматической болезни, такие как синдром жировой эмболии (СЖЭ) [2, 12-16].

Эмболия (греч. Embole – вбрасывание, вторжение) – патологический процесс, обусловленный переносом кровью разных субстратов (эмболов), не встречающихся в норме, и приводящий к острой ок-

Эмболия (греч. Embole – вбрасывание, вторжение) – патологический процесс, обусловленный переносом кровью разных субстратов (эмболов), не встречающихся в норме, и приводящий к острой ок-

клюзии сосуда с нарушением кровоснабжения ткани или органа [1, 2]. Жировая эмболия, по мнению ряда исследователей, один из сложных биодинамических процессов формирования и циркуляции в кровеносном русле жировых капель, появляющихся в результате получения травмы [1, 2, 12]. В иностранной литературе – «fat embolism syndrome» или FES – это клиническое понятие, тогда как «fat embolism» – FE (жировой эмболизм) – патологоанатомическое понятие. В российской литературе под СЖЭ принято понимать системную реакцию пациентов с клинически важными проявлениями [2, 17], которые развиваются после «светлого промежутка» (от 3-6 часов до 3-4 суток) и проявляются преимущественно симптомами нарастающей дыхательной недостаточности в сочетании с патологическими изменениями сердечно-сосудистой системы [2, 10, 11].

Критерии Gurd and Wilson, включающие 3 «больших» (острая дыхательная недостаточность, энцефалопатия, петехиальная сыпь) и 8 «малых» (тахикардия, лихорадка, изменения сетчатки глаза (жировые микроэмболы), показателей крови (тромбоцитопения, анемия, повышение СОЭ) и мочи (олиго/анурия, наличие капель жира), капли жира в мокроте) критериев, а также флуоресцентную микроскопию крови на жир; рентгенографию легких; электрокардиограмму и исследование глазного дна в настоящее время используются для диагностики СЖЭ [1-3, 17]. Однако остаются недостаточно изученными признаки СЖЭ, основанные на обнаружении тромбоемболов в сосудах головного мозга, после выполнения хирургических вмешательств при травмах крупных костей нижних конечностей, на основе неинвазивных ультразвуковых доплеровских методик.

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Пациент С.**, 74 лет обратился в приемное отделение ГБУЗ КГКБ № 11 с жалобами на боль, дискомфорт в области правого бедра.

Из анамнеза: девять месяцев назад ему проводилось хирургическое лечение (блокируемый интрамедуллярный остеосинтез бедренной кости проксимальным штифтом) по поводу закрытого перелома проксимального отдела правой бедренной кости, полученного в результате бытовой травмы. Послеоперационный период протекал без осложнений, пациент был выписан на амбулаторный этап долечивания и реабилитации.

Однако, спустя 5 месяцев после оперативного вмешательства, потребовалось удаление фиксирующего устройства ввиду его миграции, нарастающего болевого синдрома и дискомфорта в области правого бедра. После очередного обращения в приемное отделение пациент был осмотрен врачом ортопедом-травматологом, проведены необходимые клинико-лабораторно-функциональные исследования, по результатам которых установлен клинический диа-

гноз неправильного консолидированного перелома проксимального отдела правой бедренной кости и предложена госпитализация в отделение травматологии и ортопедии ГБУЗ КГКБ № 11, с последующей хирургической коррекцией выявленной патологии.

После госпитализации и тщательного дополнительного обследования, с целью выбора методики проведения анестезиологического пособия, пациент был осмотрен врачом-анестезиологом. После проведения предоперационной подготовки, пациенту была выполнена хирургическая коррекция неправильно консолидированного перелома проксимального отдела правой бедренной кости путем корригирующей остеотомии с металлоостеосинтезом титановой пластиной и последующим переводом в палату интенсивной терапии (ПИТ) отделения реанимации для динамического наблюдения.

Спустя сутки пребывания в ПИТ, с учетом стабильности гемодинамических показателей и общего состояния, пациент был переведен в профильное отделение (травматологии и ортопедии), а еще через сутки (двое суток послеоперационного периода) состояние пациента резко ухудшилось, в связи с чем для его осмотра был приглашен врач-реаниматолог.

На момент осмотра пациент находился в состоянии выраженного психомоторного возбуждения (RASS +3), дезориентирован в месте и времени, выявлен субфебрилитет до 37,2°C, функция внешнего дыхания с тенденцией к гипервентиляции (ЧД – 22 в/мин), уровень сатурации (насыщения артериальной крови кислородом) выше 90% (SpO<sub>2</sub> – 96%), индекс оксигенации (показатель эффективности газообмена в легких и степени насыщения артериальной крови кислородом) с тенденцией к развитию респираторного дистресс-синдрома (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> – 315 мм рт. ст.), гипертензия в сочетании с тахикардией (АД – 162/96 мм рт. ст., ЧСС – 116/мин.), без нарушений сердечного ритма. С учетом выявленных изменений, врачом-реаниматологом было принято решение о переводе пациента в отделение реанимации, проведена интубация трахеи и перевод на искусственную вентиляцию легких.

С целью верификации диагноза (острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) либо пневмония), определения дальнейшей тактики ведения и лечения пациента, ему были выполнены мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) черепа и органов грудной клетки с оценкой состояния головного мозга и легких, не установившие признаков ОНМК и инфильтративных изменений в легких, однако выявившие признаки хронической ишемии головного мозга. Для исключения венозного тромбоза нижних конечностей пациенту дополнительно была проведена ультразвуковая доплерография вен нижних конечностей (УЗДГ), не обнаружившая признаков тромбоза.

С учетом клинических и анамнестических данных, на фоне отсутствия серьезных изменений по результатам проведенных лучевых методов диагностики (МСКТ черепа и органов грудной клетки,

УЗДГ), с целью исключения СЖЭ было решено использовать методику билатерального транскраниального доплеровского мониторинга с микроэмболодетекцией (МЭС) в средних мозговых артериях (СМА).

Исследование проводилось на ультразвуковом транскраниальном доплеровском анализаторе Ангиодин импульсно-волновыми датчиками с частотой 2 МГц, фиксированными на шлеме Спенсера. Локация СМА одновременно с двух сторон выполнялась через височное акустическое «окно» (лоцированы правая и левая СМА на глубине 60 мм) на протяжении 120 минут в положении пациента лежа, с использованием минимальных уровней усиления и мощности, обеспечивающих сохранность доплеровского спектра и минимизацию артефактов. Идентификация МЭС во время мониторинга осуществлялась автоматически, с последующим анализом результатов и дифференцировкой МЭС от артефактов с использованием критериев дифференцировки (эмбол/артефакт). В случаях обнаружения микроэмболов регистрация проводилась с оценкой их интенсивности (учет количества МЭС/час), частоты (Гц), мощности (дБ), длительности (мс) каждого, с дальнейшей математической обработкой полученной информации путем вычисления энергетических индексов (ЭИ) МЭС, по формуле представляющих собой произведение

мощности сигнала (дБ) на его длительность (мс) — ЭИ (Дж\*10<sup>-3</sup>).

По правой и левой СМА в течение записи зарегистрировано более 100 микроэмболических сигналов с частотой от 475 до 1265 Гц (рис. 1, 2).

Полученные данные свидетельствовали о развитии СЖЭ, как результат послеоперационного осложнения, возникшего на фоне нестабильности и несостоятельности металлоостеосинтеза. После проведения предоперационной подготовки, пациенту проведено повторное хирургическое вмешательство с тотальным эндопротезированием правого тазобедренного сустава, переводом в ПИТ реанимационного отделения для динамического наблюдения и лечения.

В первые сутки после повторного оперативного вмешательства, для оценки динамики состояния сосудов головного мозга (контроль наличия микроэмболов), вновь было выполнено билатеральное транскраниальное доплеровское мониторирование с микроэмболодетекцией в СМА на транскраниальном доплеровском анализаторе Ангиодин импульсно-волновыми датчиками с частотой 2 МГц, фиксированными на шлеме Спенсера в течение 60 минут, через височный акустический доступ с лоцированием СМА справа и слева на глубине 60 мм, которое не зарегистрировало микроэмболических сигналов (рис. 3, 4).

Рисунок 1

Регистрация микроэмболических сигналов с частотой 475 Гц при проведении билатерального транскраниального доплеровского мониторинга с МЭС в СМА на анализаторе Ангиодин у пациента С, 74 лет

Figure 1

Registration of microembolic signals with a frequency of 475 Hz during bilateral transcranial Doppler monitoring with MES in the MCA on the Angiodin analyzer in patient S, 74 years old

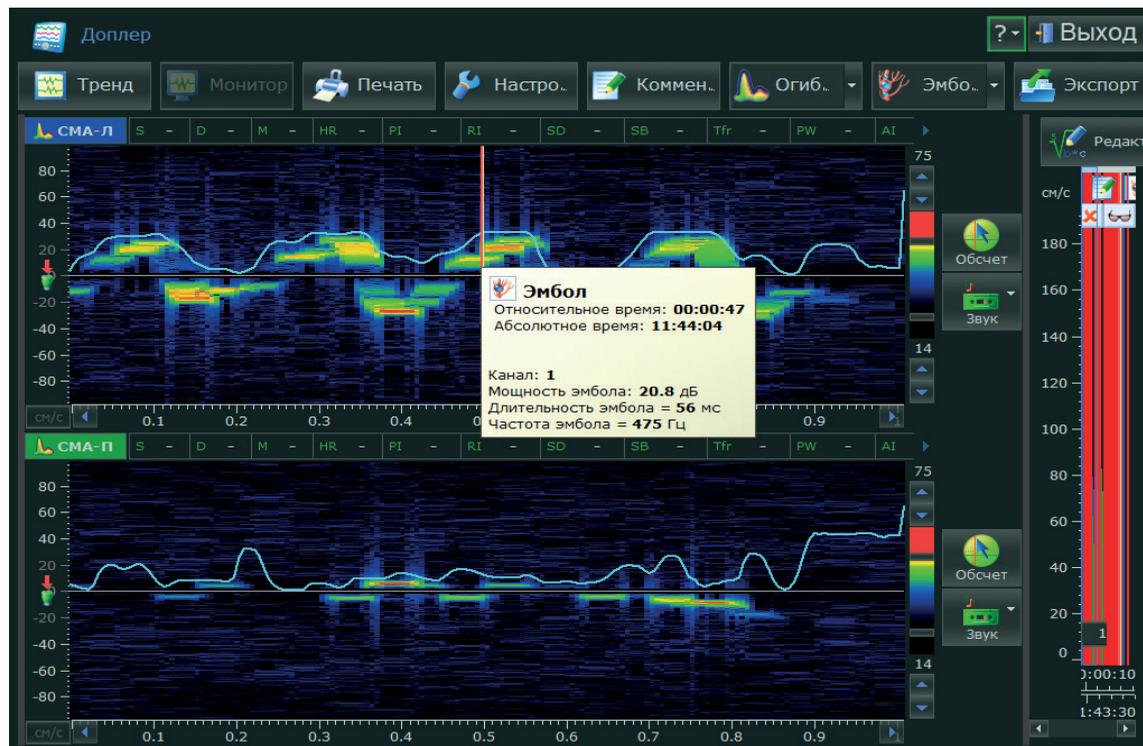
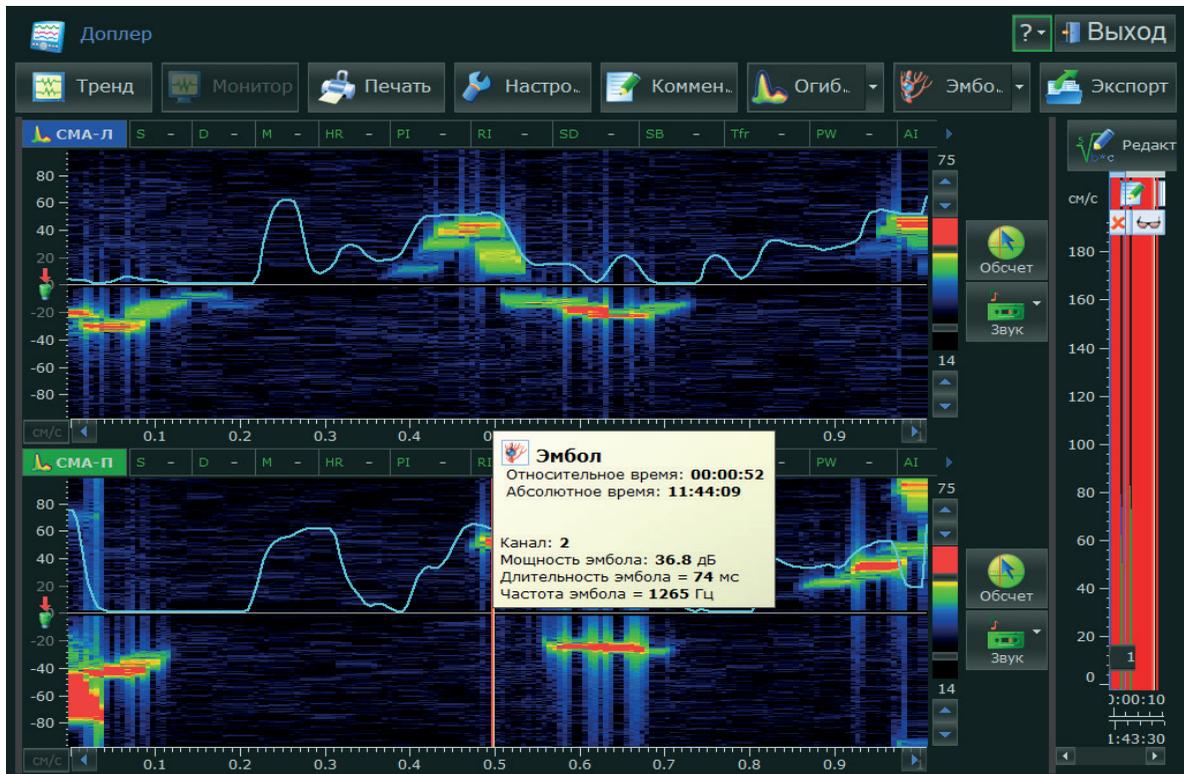


Рисунок 2

Регистрация микроэмболических сигналов с частотой 1265 Гц при проведении билатерального транскраниального доплеровского мониторинга с МЭС в СМА на анализаторе Ангиодин у пациента С, 74 лет

Figure 2

Registration of microembolic signals with a frequency of 1265 Hz during bilateral transcranial Doppler monitoring with MES in the MCA on the Angiodin analyzer in patient S, 74 years old

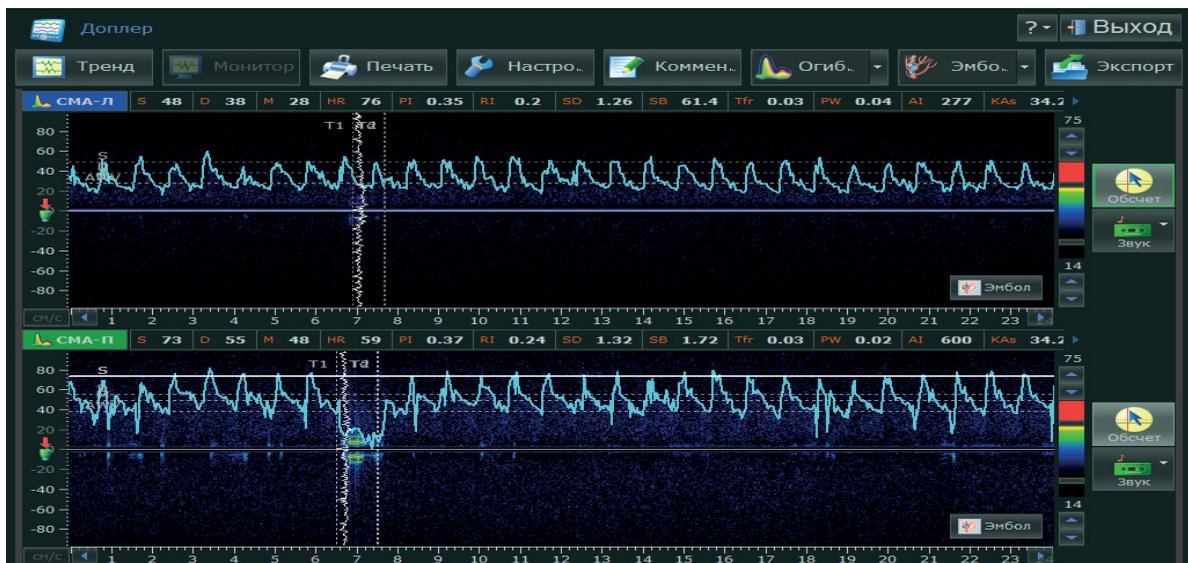


Рисунки 3, 4

Отсутствие регистрации микроэмболических сигналов при проведении билатерального транскраниального доплеровского мониторинга с МЭС в СМА на анализаторе Ангиодин у пациента С, 74 лет, после повторного хирургического вмешательства

Figures 3, 4

Absence of registration of microembolic signals during bilateral transcranial Doppler monitoring with MES in the MCA on the Angiodin analyzer in patient S, 74 years old, after repeated surgical intervention





В условиях реанимационного отделения, для исключения венозного тромбоза, пациенту повторно проводилось УЗДГ сосудов нижних конечностей, не установившее данных признаков и, по истечении двух суток динамического наблюдения и проведения интенсивной терапии, пациент переведен в профильное (травматологии и ортопедии) отделение, откуда в дальнейшем был выписан на амбулаторный этап наблюдения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, использование метода билатерального транскраниального доплеровского мони-

торирования потоков в СМА с микроэмболдетекцией на ультразвуковом транскраниальном доплеровском анализаторе, может стать маркером СЖЭ, что будет способствовать верификации диагноза, выбору своевременной и рациональной лечебно-хирургической тактики у пациентов с травмами нижних конечностей.

## Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Bocharov SN, Lebed ML, Kirpichenko MG. New view of pathogenesis of fat embolism syndrome. *Polytrauma*. 2016; (4): 40-44. Russian (Бочаров С.Н., Лебедь М.Л., Кирпиченко М.Г. Новый взгляд на патогенез синдрома жировой эмболии //Политравма. 2016. № 4. С. 40-44.)
2. Gabdullin MM. Early diagnosis and treatment of fat embolism syndrome in patients with severe lower limb trauma: abstr. dis. ... cand. med. sci. Kazan, 2020. 24 p. Russian (Габдуллин М.М. Ранняя диагностика и лечение синдрома жировой эмболии у пациентов с тяжелой травмой нижних конечностей: автореф. дис. канд. мед. наук. Казань, 2020. 24 с.)
3. Kolesnikov VV, Rakhimov BM, Kirsanov AN, Bormotov AV. Fat embolism in posttraumatic period. *Tolyattinskiy Meditsinskiy Konsilium*. 2018; (S1): 11-23. Russian (Колесников В.В., Рахимов Б.М., Кирсанов А.Н., Бормотов А.В. Жировая эмболия посттравматического периода //Тольяттинский медицинский консилиум. 2018. № S1. С. 11-23.)
4. Hilmo J, Kayser O, Nielsen EW. Fat embolism syndrome. *Tidsskr Nor Laegeforen*. 2017; 137(12-13): 896. doi: 10.4045/tidsskr.17.0009
5. Fukumoto LE, Fukumoto KD. Fat Embolism Syndrome. *Nurs Clin North Am*. 2018; 53(3): 335-347. doi: 10.1016/j.cnur.2018.04.003
6. Graziani A, Moretti CC, Cappa FM. Fat embolism syndrome: chest CT findings. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2018; 44(3): 244. doi: 10.1590/S1806-37562017000000324
7. Zhibin Z, Peng S, Fang C. Fat embolism following a liposuction procedure *Neurol India*. 2018; 66(4): 1206-1207. doi: 10.4103/0028-3886.236965
8. Agadzhanian VV, Kravtsov SA. Polytrauma, the ways of development. *Polytrauma*. 2015; (2): 6-13. Russian (Агаджанян В.В., Кравцов С.А. Политравма, пути развития (терминология) //Политравма. 2015. № 2. С. 6-13.)
9. Gabdulkhakov RM, Timerbulatov MV, Garaev RG, Khafizov NK. Epidemiology of severe combined trauma in a megalopolis. *Genij Ortopedii*. 2009; (4): 95-98. Russian (Габдулхаков Р.М., Тимербулатов М.В., Гараев Р.Г., Хафизов Н.Х. Эпидемиология тяжелой сочетанной травмы в мегаполисе //Гений ортопедии. 2009. № 4. С. 95-98.)
10. Dmitriev IV, Dorosevich AE. Fat embolism: history and terminological peculiarities. *Ural Medical Journal*. 2017; 4(148): 88-92. Russian (Дмитриев И.В., Доросевич А.Е. Жировая эмболия: история и терминологические особенности //Уральский медицинский журнал. 2017. № 4(148). С. 88-92.)

11. Hierro-Cañas FJ, Andrés-Cano P, Rabadán-Márquez G, Giráldez-Sánchez MA, Cano-Luis P. Talus fractures. Functional results for polytraumatized patients. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol (Engl Ed)*. 2019; 63(5): 336-341. doi: 10.1016/j.recot.2019.04.004
12. Yakovlev AYu, Pevnev AA, Belous MS, Ryabikov DV, Chistyakov SI. Colliod blood substitutes – emulgents of lipid globules in severe concurrent trauma. *Messenger of anesthesiology and resuscitation*. 2018; 15(3): 82-83. Russian (Яковлев А.Ю., Певнев А.А., Белоус М.С., Рябиков Д.В., Чистяков С.И. Коллоидные кровезаменители-эмульгаторы жировых глобул при тяжелой сочетанной травме //Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2018. Т. 15, № 3. С. 82-83.) doi: 10.21292/2078-5658-2018-15-3-82-83
13. Dahl OE, Reikerås O, Pripp AH, Engesæter LB. Fat embolism is an outdated diagnosis. *Tidsskr Nor Laegeforen*. 2018; 138(4). doi: 10.4045/tidsskr.17.0946
14. Malgapo KKL, Osman C, Prevet M. Cerebral fat embolism: the value of susceptibility-weighted imaging. *Pract Neurol*. 2018; 18(4): 336-338. doi: 10.1136/practneurol-2018-001916
15. Renninger CH, Cochran G, Tompane T, Bellamy J, Kuhn K. Injury characteristics of low-energy Lisfranc injuries compared with high-energy injuries. *Foot Ankle Int*. 2017; 38(9): 964-969. doi: 10.1177/1071100717709575
16. Rozema R, Doff MH, van Ooijen PM, Postmus D, Westerlaan HE, Boomsma MF, van Minnen B. Diagnostic reliability of low dose multidetector CT and cone beam CT in maxillofacial trauma-an experimental blinded and randomized study. *Dentomaxillofac Radiol*. 2018; 47(8): 20170423. doi: 10.1259/dmfr.20170423
17. Bentaleb M, Abdulrahman M, Ribeiro-Junior MAF. Fat embolism: the hidden murder for trauma patients! *Rev Col Bras Cir*. 2024; 51: e20243690. doi: 10.1590/0100-6991e-20243690-en

**Сведения об авторах:**

ВОРОНКИН Роман Геннадьевич, канд. мед. наук, зав. отделением травматологии, ГБУЗ КГКБ № 11, г. Кемерово, Россия.

E-mail: romgenmp@yandex.ru

БАРАНОВ Владимир Алексеевич, зав. отделением анестезиологии и реанимации, ГБУЗ КГКБ № 11, г. Кемерово, Россия.

E-mail: a\_r\_1984@mail.ru

БАРАНОВА Наталья Андреевна, врач отделения ультразвуковой диагностики, ГБУЗ КГКБ № 11, г. Кемерово, Россия.

E-mail: Randina22@yandex.ru

АВТУШЕНКО Никита Васильевич, врач анестезиолог-реаниматолог, ГБУЗ КГКБ № 11, г. Кемерово, Россия.

E-mail: avtushenkonikit@gmail.com

ЧУДНОВ Алексей Евгеньевич, врач анестезиолог-реаниматолог, ГБУЗ КГКБ № 11, г. Кемерово, Россия. E-mail: alekseychudnov@mail.ru

КРИЧЕВСКИЙ Лев Анатольевич, доктор мед. наук, профессор кафедры анестезиологии и реанимации им. Е.А. Дамир, ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России; заведующий 2-м отделением анестезиологии и реанимации, ГБУЗ ГКБ им. С.С. Юдина, г. Москва, Россия.

E-mail: levkrich72@gmail.com

**Information about authors:**

VORONKIN Roman Gennadievich, candidate of medical sciences, head of the traumatology department, Kemerovo City Clinical Hospital N 11, Kemerovo, Russia. E-mail: romgenmp@yandex.ru

BARANOV Vladimir Alekseevich, head of the anesthesiology and resuscitation department, Kemerovo City Clinical Hospital N 11, Kemerovo, Russia. E-mail: a\_r\_1984@mail.ru

BARANOVA Natalya Andreevna, physician of the ultrasound diagnostics department, Kemerovo City Clinical Hospital N 11, Kemerovo, Russia. E-mail: Randina22@yandex.ru

AVTUSHENKO Nikita Vasilievich, anesthesiologist-resuscitator, Kemerovo City Clinical Hospital N 11, Kemerovo, Russia.

E-mail: avtushenkonikit@gmail.com

CHUDNOV Aleksey Evgenievich, anesthesiologist-resuscitator, Kemerovo City Clinical Hospital N 11, Kemerovo, Russia.

E-mail: alekseychudnov@mail.ru

KRICHEVSKY Lev Anatolyevich, doctor of medical sciences, professor of the department of anesthesiology and intensive care named after E.A. Damir, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; head of the 2nd department of anesthesiology and resuscitation, Moscow City Clinical Hospital named after S.S. Yudin, Moscow, Russia. E-mail: levkrich72@gmail.com

**Корреспонденцию адресовать:** БАРАНОВ Владимир Алексеевич, 650061, г. Кемерово, ул. Вахрушева, д. 4а, ГБУЗ КГКБ № 11.

Тел: 8 (3842) 64-87-83 E-mail: a\_r\_1984@mail.ru