

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ДИАФИЗАРНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЛУЧЕВОЙ КОСТИ ПО ТЕХНОЛОГИИ ЧРЕСКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА СПИЦЕВОЙ И СТЕРЖНЕВОЙ КОМПОНОВКИ

Кинаш И.Н.¹,
Пусева М.Э.^{1,2},
Бутаев Ч.З.¹,
Верхозина Т.К.^{1,2},
Ипполитова Е.Г.¹

¹ ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» (664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, 1, Россия)

² Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (664049, г. Иркутск, Юбилейный, 100, Россия)

Автор, ответственный за переписку:
Кинаш Ирина Николаевна,
e-mail: kinash60@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Оптимизация чрескостного метода фиксации при диафизарных переломах костей верхних конечностей до настоящего времени является важным аспектом, так как позволяет исключить недостатки и найти новые положительные моменты при использовании разных видов наружной фиксации. Оперативное лечение диафизарного перелома лучевой кости, как правило, имеет своим следствием различную степень изменений в звеньях центральной нервной системы, гемодинамики и метаболизма, которая может зависеть от технологии проведенной операции. С целью изучения биоэлектрической активности головного мозга пациентов с диафизарными повреждениями лучевой кости до и после оперативного лечения при различных технологиях чрескостного остеосинтеза аппаратом внешней фиксации проводилось исследование показателей корковой ритмики на электроэнцефалограммах (ЭЭГ) в сравнении. Перед оперативным лечением в группах пациентов с неправильно сросшимся переломом при давности травмы от 3 и более месяцев выявлено нормальное зональное распределение корковой ритмики при доминировании на ЭЭГ альфа-ритма, что указывает на устойчивость церебрального гомеостаза. В послеоперационном периоде при стержневой фиксации АВФ сохранялся организованный тип ЭЭГ, при спицевой фиксации регистрировался дезорганизованный тип биоэлектрической активности, свидетельствующий о стресс-реакции организма. Полученные данные являются важным аргументом преимущества стержневой фиксации при переломах диафиза лучевой кости. Так, электроэнцефалографическое исследование дает информацию о функциональном состоянии церебральных структур и позволяет своевременно провести нейропротекторную терапию, способствуя полноценной реабилитации, прогнозированию и объективизации результатов лечения.

Ключевые слова: биоэлектрическая активность мозга, чрескостный остеосинтез, диафизарные повреждения лучевой кости

Для цитирования: Кинаш И.Н., Пусева М.Э., Бутаев Ч.З., Верхозина Т.К., Ипполитова Е.Г. Функциональное состояние биоэлектрической активности головного мозга при лечении диафизарных повреждений лучевой кости по технологии чрескостного остеосинтеза спицевой и стержневой компоновки. *Acta biomedica scientifica*. 2021; 6(4): 213-219. doi: 10.29413/ABS.2021-6.4.19

Статья поступила: 09.06.2021

Статья принята: 25.08.2021

Статья опубликована: 12.10.2021

FUNCTIONAL STATE OF THE BRAIN BIOELECTRIC ACTIVITY IN TREATMENT OF DIAPHYSEAL LESIONS OF THE RADIUS USING TRANSOSSEOUS OSTEOSYNTHESIS OF THE WIRE AND ROD ARRANGEMENT

Kinash I.N.¹,
Puseva M.E.^{1,2},
Butaev Ch.Z.¹,
Verkhovina T.K.^{1,2},
Ippolitova E.G.¹

¹ Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology (Bortsov Revolyutsii str. 1, Irkutsk 664003, Russian Federation)

² Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education (Yubileyniy 100, Irkutsk 664049, Russian Federation)

Corresponding author:
Irina N. Kinash,
e-mail: kinash60@mail.ru

ABSTRACT

Radial fracture is the most common trauma to the musculoskeletal system and accounts for 50 % of traumatic injuries to the bones of the upper limb. Disability in patients with fractures of the forearm bones ranges from 6 to 8 months, so the choice of the most effective method of treatment is very relevant. Currently, an important point is the tendency of optimizing the transosseous method by eliminating the disadvantages and looking for new advantages of external fixation. Bone fracture and associated surgical intervention are always accompanied by varying degrees of changes in the links of the central nervous system, hemodynamics and metabolism. In order to study the bioelectrical activity of the brain in 47 patients with a fracture of the radial diaphysis treated in the Traumatology Department of the Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, in the pre- and postoperative period we compared EEG indicators of two variants of the layout of the external fixation apparatus (EF): wire and rod. Analysis of the rhythms of bioelectrical activity of the brain in both groups in the preoperative period revealed a normal zonal distribution with the dominance of the alpha rhythm on the EEG, which generally reflects a rather high degree of organization of neuroactivity and indicates the stability of cerebral homeostasis. At the same time, in the group of patients with a wire-mounted EF device in the postoperative period, EEG indices significantly differed from the values of the norm and indicators in the group with a rod-shaped arrangement. A decrease in the amplitude of alpha and beta rhythms was noted, as well as a shift in the frequency of bioelectric activity towards slow waves, which is a sign characteristic of discirculatory encephalopathy. An EEG study using the method of transosseous osteosynthesis with EF device of a rod assembly showed its greater efficiency compared to the use of an EF device of a wire assembly during treatment and rehabilitation. Thus, the study of the bioelectric activity of the brain is a reliable method for assessing its functional state after an injury, as well as the effectiveness of the treatment.

Key words: bioelectric activity of the brain, transosseous osteosynthesis, diaphyseal damage to the radius

For citation: Kinash I.N., Puseva M.E., Butaev Ch.Z., Verkhovina T.K., Ippolitova E.G. Functional state of the brain bioelectric activity in treatment of diaphyseal lesions of the radius using the transosseous osteosynthesis of the wire and rod arrangement. *Acta biomedica scientifica*. 2021; 6(4): 213-219. doi: 10.29413/ABS.2021-6.4.19

Received: 09.06.2021

Accepted: 25.08.2021

Published: 12.10.2021

ВВЕДЕНИЕ

Среди травм верхних конечностей перелом лучевой кости встречается наиболее часто – в 40 % случаев всех травматических повреждений костей [1]. Травма и последующее за ней оперативное лечение для организма – это всегда стресс, который оказывает влияние на систему гемодинамики, метаболизм и в первую очередь – на центральную нервную систему (ЦНС) [2, 3]. В настоящее время наряду с интрамедуллярным и накостным остеосинтезом в лечении переломов широко используется применение аппаратов внешней фиксации [1, 4]. В наших предыдущих исследованиях на основании клинических наблюдений, исследования системы гемостаза и электронноймиографических показателей было показано преимущество фиксации стержневой компоновки перед спицевой как вызывающей меньшую послеоперационную воспалительную реакцию у данной группы больных [1, 4]. При фиксации аппаратом внешней фиксации (АВФ) стержневой компоновки задействовано меньшее количество чрескостных элементов, и введение их осуществляется с одной стороны, затрагивая меньшее, чем при фиксации АВФ спицевой компоновки, количество рефлексогенных зон. Известно, что воздействие на биологически активную точку (зону) вызывает местную, сегментарную и общую стресс-реакцию на организм [2, 3] и тем самым влияет на функциональное состояние церебральных структур.

В ходе восстановительного лечения больных с переломами костей в послеоперационном периоде важное значение приобретает электроэнцефалографическое (ЭЭГ) исследование, поскольку информация о функциональном состоянии церебральных структур позволяет своевременно провести нейротекторную терапию, способствует составлению полноценной реабилитационной программы, прогнозированию и объективизации результатов лечения [5, 6]. Важным моментом может явиться и разработка количественных ЭЭГ-показателей для оценки исходного церебрального резерва и связанных с ним особенностей реактивности головного мозга на разные виды патогенетически обоснованной терапии.

В литературных источниках за последние 5 лет мы не встретили данных о состоянии биоэлектрической активности головного мозга при лечении травм опорно-двигательной системы, что и побудило нас оценить состояние ЦНС при переломах диафиза лучевой кости и провести сравнительный анализ изменений показателей биоэлектрической активности (ЭЭГ) у пациентов с переломами костей предплечья, пролеченных с применением чрескостного остеосинтеза спицевой и стержневой компоновки.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определение рационального способа фиксации, вызывающего минимальную стресс-реакцию центральной нервной системы при диафизарных переломах лучевой кости с помощью изучения биоэлектрической активности головного мозга.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ

В клинике ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» (ИНЦХТ) обследованы и пролечены 47 пациентов с повреждением диафиза лучевой кости со смещением костных отломков (тип 22A1-2 согласно классификации АО/ASIF; коды по МКБ-10 – S52.3, M84.1). У пациентов имелись застарелые или неправильно срастающиеся переломы, полученные в сроки от 3 и более месяцев до поступления в клинику ИНЦХТ (корректирующая остеотомия в данных группах не проводилась, так как сросшиеся переломы в данную группу не вошли). Все пациенты были трудоспособного возраста, из них 27 женщин и 20 мужчин. Пациенты были прооперированы по технологии чрескостного остеосинтеза двумя вариантами компоновок АВФ: спицевой (группа 1) – 24 пациента, стержневой (группа 2) – 23 пациента. В работе использовался стандартный набор для чрескостного остеосинтеза [1]. Введение чрескостных элементов выполняли согласно методическим рекомендациям «Метод унифицированного обозначения чрескостного остеосинтеза» (МУОЧО) [1]. Схемы модели «АВФ – кости предплечья» при повреждении диафиза лучевой кости, согласно МУОЧО, представлены на рисунке 1.

Спецификой спицевой компоновки АВФ при диафизарных переломах лучевой кости является проведение чрескостных элементов, представленных спицами диаметром 1,5 мм, проведёнными через оба кортикальных слоя как повреждённой лучевой кости, так и локтевой кости на уровне I и VIII спиц. Таким образом исключается ротация предплечья [1, 4].

При фиксации аппаратом стержневой компоновки чрескостные элементы представлены 4 стержнями-шурупками М6 диаметром 4 мм, длиной 90 мм, конической формы, проведёнными через оба кортикальных слоя лучевой кости изолированно от локтевой кости, на уровне I, III, VI и VIII, и фиксированными к секторам. На промежуточных секторах устанавливали репозиционные узлы. Подобным образом при сохранённой ротации предплечья была возможность выполнять репозицию и фиксацию костных отломков во времени [4].

С целью изучения биоэлектрической активности головного мозга в обеих группах проведено исследование и сопоставление показателей ЭЭГ до операции и на 7-е сутки после операции, после купирования болевого синдрома и отёка мягких тканей в месте оперативного вмешательства. Регистрация показателей энцефалограмм проводилась с помощью энцефалографа ЭЭГА-21/26 «Энцефалан-131-03» (Таганрог) со стандартной установкой скальповых ЭЭГ-электродов по системе «10-20».

Статистическая обработка результатов исследований проведена методом Стьюдента с определением *t*-критерия для независимых выборок.

Исследование выполнено в соответствии с «Этическими принципами проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утверждёнными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 № 266. Исследование одобрено комитетом по биомедицинской этике ИНЦХТ.

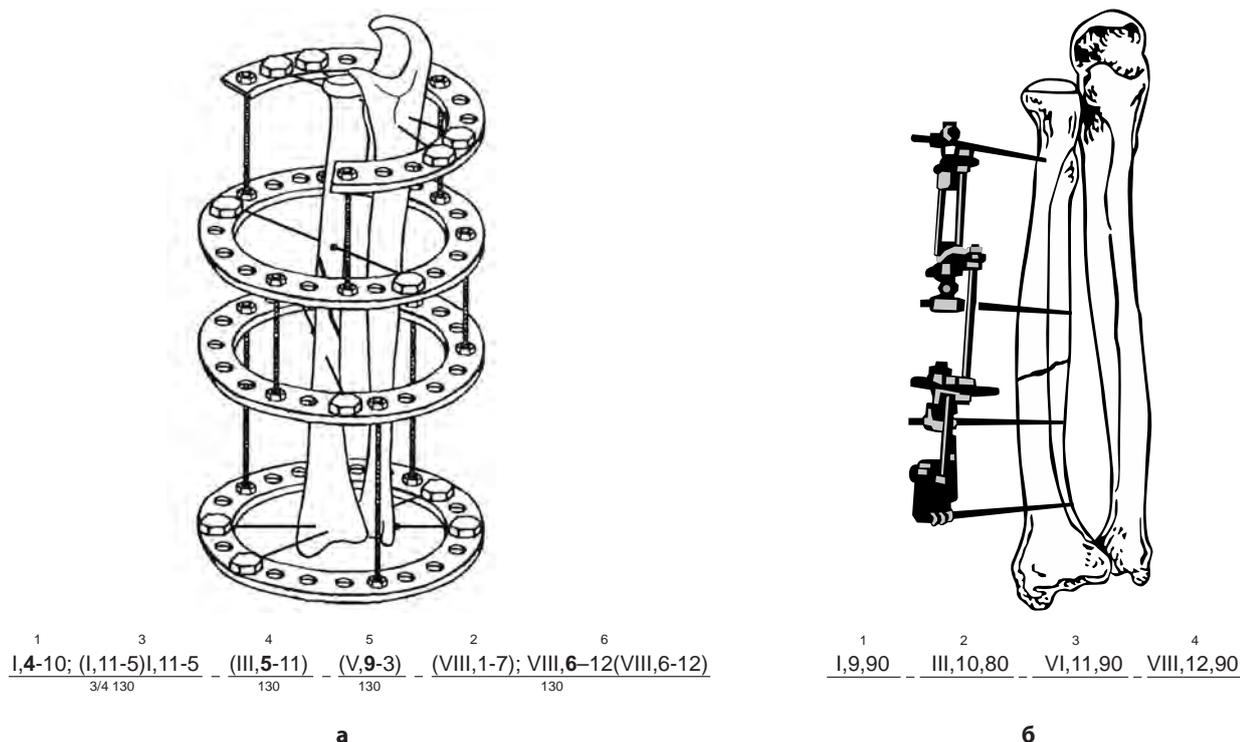


РИС. 1.
 Схема аппаратов внешней фиксации: **а** – спицевая компоновка; **б** – стержневая компоновка

FIG. 1.
 The scheme of external fixation devices: **a** – wire arrangement; **б** – rod arrangement

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования ритмов биоэлектрической активности головного мозга при переломе диафиза лучевой кости до операции представлены ЭЭГ организованного типа по классификации Е.А. Жирмунской [7, 8, 9]. В корковой ритмике выявляется организованная структура взаимосвязей с отчётливой реакцией активации. Подобная реакция осуществляется за счёт активирующего влияния ретикулярной формации среднего мозга и зависит от сохранности нейронного аппарата коры больших полушарий с сохранением зональных различий. В обоих полушариях зарегистрирован альфа-ритм высокого и среднего индексов, с амплитудой 60–80 мкВ и доминирующей частотой 9–10 Гц. Альфа-ритм имеет хорошо выраженные зональные различия, модулирован в веретена и локализован в теменно-затылочных областях, что в целом отражает достаточно высокую степень организации нейроактивности и указывает на устойчивость упорядоченной структуры и пространственной организации. В передних отделах выявлена бета-активность низкого индекса. Медленные волны регистрировались в виде единичных, диффузных колебаний амплитудой 10–20 мкВ в затылочных отделах полушарий.

Данные, полученные на 7-е сутки после операции в группе 1 (спицевая компоновка АВФ), показали на ЭЭГ дезорганизованный тип по классификации Е.А. Жирмунской (рис. 2). Над обоими полушариями зарегистрирован альфа-ритм амплитудой 30–40 мкВ, локализованный

в лобно-центральных отведениях. Зарегистрированы высокочастотный бета-ритм частотой 20–35 Гц и низкочастотный бета-ритм частотой 16–24 Гц; бета-активность высокого индекса амплитудой 18–19 мкВ распределена диффузно. Дельта- и тета-волны амплитудой 25–37 мкВ локализованы в центральных отведениях с сочетанием общемозговых и диффузных изменений различной степени выраженности в моторной зоне. Динамика корковой ритмики показателей ЭЭГ в послеоперационном периоде показала преобладание медленных волн в дельта- и тета-диапазонах амплитудой 30–35 мкВ, которые усиливались при функциональных нагрузках с локализацией в центральных отведениях головного мозга. Данные изменения статистически значимо отличались от значений у этих же пациентов до хирургического лечения (табл. 1), что можно рассматривать как проявление дисфункции деятельности регулирующих систем мозга.

Данные, полученные на 7-е сутки после операции в группе 2 (стержневая компоновка АВФ), показали высокую степень стабильности при сохранении определённого функционального состояния показателей корковой ритмики ЭЭГ. При этом на ЭЭГ зарегистрирован организованный тип по классификации Е.А. Жирмунской. Над обоими полушариями регистрируется альфа-ритм среднего индекса амплитудой 60–70 мкВ, частотой 10–11 Гц, локализованный в теменно-затылочных отведениях, хорошо модулированный в веретена, зональные различия сохранены. Бета-активность среднего индекса, амплитудой 15–17 мкВ локализована в лобно-центральных отведениях. Зарегистрированы единичные медлен-

ТАБЛИЦА 1

ПОКАЗАТЕЛИ АМПЛИТУДЫ И ЧАСТОТЫ ОСНОВНЫХ РИТМОВ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА, ИССЛЕДУЕМЫХ ПРИ ДИАФИЗАРНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ ЛУЧЕВОЙ КОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЧРЕСКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА АППАРАТАМИ ВНЕШНЕЙ ФИКСАЦИИ СПИЦЕВОЙ И СТЕРЖНЕВОЙ КОМПОНОВКИ ДО И ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ (n = 47)

TABLE 1

INDICATORS OF THE AMPLITUDE AND FREQUENCY OF THE MAIN RHYTHMS OF THE BIOELECTRICAL ACTIVITY OF THE BRAIN STUDIED IN DIAPHYSEAL INJURIES OF THE RADIAL BONE USING TRANSOSSEOUS OSTEOSYNTHESIS WITH THE EF DEVICE OF THE WIRE AND ROD ASSEMBLY BEFORE AND AFTER SURGERY (n = 47)

Группа	Амплитуда, мкВ				Частота, Гц			
	α-ритм	β-ритм	δ-ритм	θ-ритм	α-ритм	β-ритм	δ-ритм	θ-ритм
Группа 1, после операции	40,5 ± 9,2*	20,0 ± 3,0	29,5 ± 7,4*	29,9 ± 8,5*	8,5 ± 3,04	25,5 ± 2,08	2,8 ± 0,5*	6,6 ± 0,54*
Группа 2, после операции	63,4 ± 7,0	15,8 ± 1,5	11,8 ± 8,2	10,7 ± 9,1	9,6 ± 0,46	16,1 ± 1,09	1,7 ± 0,5	5,1 ± 0,6
Больные до операции	65 ± 6,0	15,8 ± 1,3	12,8 ± 2,5	11,7 ± 4,9	8,0 ± 1,07	15 ± 1,0	1,5 ± 0,3	4 ± 0,6

Примечание. * – статистическая значимость различий по критерию Стьюдента в сравнении между группами (p < 0,05)

ные волны амплитудой 10–20 мкВ, локализованные диффузно (табл. 1). При функциональных нагрузках наблюдается депрессия альфа-ритма. Реакция активации отчётливая, стресс-реакция не нарастала.

На рисунках 2 и 3 представлена динамика изменения амплитудных и частотных показателей ритмов ЭЭГ при лечении диафизарных повреждений лучевой кости с применением чрескостного остеосинтеза АВФ спицевой и стержневой компоновки до операции и в послеоперационном периоде.

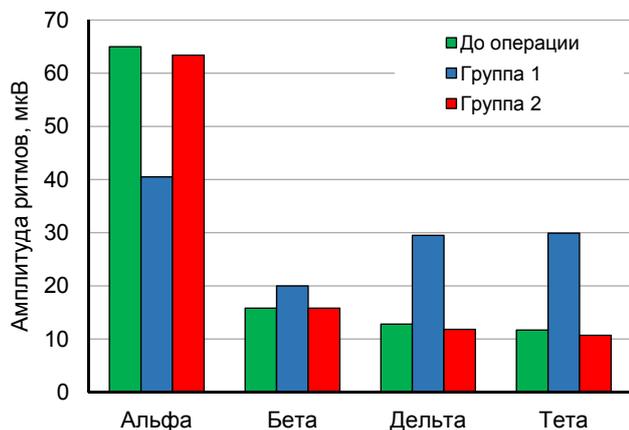


РИС. 2.

Динамика изменения амплитуды ЭЭГ-ритмов при диафизарных повреждениях лучевой кости с применением чрескостного остеосинтеза аппаратом внешней фиксации спицевой и стержневой компоновки до операции и через 7 суток после операции

FIG. 2.

Dynamics of changes in the amplitude of EEG rhythms in diaphyseal lesions of the radius with the use of transosseous osteosynthesis with EF device of the wire and rod arrangement before the operation and 7 days after the operation

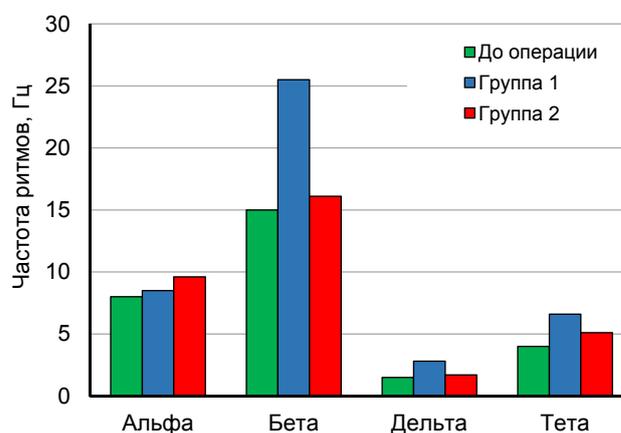


РИС. 3.

Динамика изменения частоты ЭЭГ-ритмов при диафизарных повреждениях лучевой кости с применением чрескостного остеосинтеза аппаратом внешней фиксации спицевой и стержневой компоновки до и через 7 суток после операции

FIG. 3.

Dynamics of changes in the frequency of EEG rhythms in diaphyseal lesions of the radius with the use of transosseous osteosynthesis with the EF device of the wire and rod arrangement before and 7 days after the operation. The ordinate is the amplitude of the EEG activity rhythms

Анализ исходных и послеоперационных показателей амплитуды и частоты ритмов ЭЭГ при выполнении чрескостного остеосинтеза диафиза лучевой кости с использованием АВФ с двумя видами компоновок определил статистически значимое отличие между группами. Оценка показателей электроэнцефалографии в группе с применением спицевой компоновки АВФ продемонстрировала увеличение мощности медленноволновых дельта- и тета-ритмов, характеризующих нарушения метаболических процессов, связанных со стволовыми структурами

головного мозга. Относительная стабильность показателей в до- и послеоперационном периодах в группе с фиксацией АВФ стержневой компоновки определяет меру реакции головного мозга на меньшую травматизацию при данном виде фиксации, когда задействовано значительно меньшее количество чрескостных элементов.

Исследование биоэлектрической активности головного мозга с помощью регистрации электроэнцефалограмм у пациентов с диафизарным переломом лучевой кости позволило оценить степень выраженности нарушений функциональной активности мозга при использовании чрескостного остеосинтеза АВФ разных компоновок в зависимости от вида применяемых чрескостных элементов [4]. Регистрация показателей ЭЭГ выявила организованный тип корковой ритмики в дооперационном периоде у всех пациентов, аналогичные результаты были получены и в группе больных с применением АВФ стержневой компоновки в послеоперационном периоде. В группе пациентов с АВФ спицевой компоновки в послеоперационном периоде зарегистрирован дезорганизованный тип ЭЭГ, определено статистически значимое изменение функции стволовых структур головного мозга. В данной группе были выражены такие особенности, как снижение амплитуды альфа-ритма, изменение частотных показателей, модуляции и зональные различия, а также увеличение мощности медленноволновых составляющих – дельта- и тета-ритмов, – свидетельствующее о нарушениях метаболизма.

Деятельности мозга, как и любой биологической системе, присущи колебания, выводящие её из равновесия [5]. Колебания ритмов ЭЭГ в данном случае вызваны фактором избыточного раздражения нейронной сети при воздействии большого количества чрескостных элементов (спиц) на кожу, мышцы, костную ткань, а возвращение корковых ритмов к исходному состоянию требует определённого времени [5, 9, 10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Электроэнцефалографические исследования при переломах костей, по данным отечественной и зарубежной литературы, применяются довольно редко, хотя и позволяют получить необходимую информацию о функциональном состоянии корковой ритмики, а также указывают на конкретные области мозга с изменением биоэлектрической активности после травмы и в процессе лечения. У пациентов с диафизарным переломом лучевой кости в дооперационном периоде выявлен организованный тип ЭЭГ по классификации Е.А. Жирмунской со сформированной структурой взаимосвязей в корковой ритмике и отчётливой реакцией активации. При лечении перелома лучевой кости с использованием метода чрескостного остеосинтеза с помощью АВФ спицевой компоновки на 7-е сутки после операции показатели ЭЭГ имели отрицательную динамику, демонстрируя дезорганизованный тип по классификации Е.А. Жирмунской, что свидетельствует о выраженной стресс-реакции. При лечении перелома лучевой кости с использованием АВФ стержневой компоновки на 7-е сутки после операции показатели ЭЭГ

не имели статистически значимых отличий в корковой ритмике относительно исходных данных, что указывает на преимущество данного способа фиксации.

Результаты ЭЭГ-исследований дают возможность провести коррекцию лечебных мероприятий и объективно оценить результаты лечения. Данные проведённых исследований представляют интерес для врачей неврологического и травматологического профилей, поскольку позволяют выбрать наиболее эффективную тактику лечения в каждом индивидуальном случае. Исследование биопотенциалов мозга при лечении переломов костей имеет важное диагностическое значение при выборе тактики лечения, прогнозирования исхода, а также является мерой оценки текущего клинического состояния пациента в ходе его реабилитации.

Соответственно, для физиологии центральной нервной системы чрескостный остеосинтез лучевой кости АВФ спицевой и стержневой компоновки как метод представляет собой перспективный объект изучения.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пусева М.Э., Кинаш И.Н., Верхозина Т.К. Динамика показателей регионарного кровотока у больных с переломом диафиза лучевой кости при чрескостном остеосинтезе. *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. 2015; 137(6): 91-94.
2. Glass L. Synchronization and rhythmic processes in physiology. *Nature*. 2001; 410(6825): 277-284. doi: 10.1038/35065745
3. Hovatta I, Juhila J, Donner J. Oxidative stress in anxiety and comorbid disorders. *Neurosci Res*. 2010; 68(4): 261-275. doi: 10.1016/j.neures.2010.08.007
4. Пусева М.Э., Михайлов И.Н., Лебединский В.Ю., Верхозина Т.К., Селиверстов П.В. Изучение костной регенерации при проведении чрескостных элементов через акупунктурные точки методом гаммасцинтиграфии в эксперименте. *Гений ортопедии*. 2015; (2); 57-64. doi: 10.18019/1028-4427-2015-2-57-64
5. Новикова А.И., Кижеватова Е.А. Анализ ЭЭГ-отведений испытуемых с дисциркуляторной энцефалопатией методом многомерного шкалирования. *Молодой исследователь Дона*. 2017; 1(4): 66-72.
6. Трифонов М.И. Панасевич Е.А. Прогнозирование успешной когнитивной деятельности на основе интегральных характеристик ЭЭГ. *Физиология человека*. 2018; 2(44): 103-111. doi: 10.7868/S0131164618020145
7. Зенков Л.Р. *Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии): руководство для врачей*. М.: МЕДпрессинформ; 2018: 360.
8. Grabner RH, Fink A, Neubauer AC. Brain correlates of self-rated originality of ideas: Evidence from event-related power and phaselocking changes in the EEG. *Behavioral Neurosci*. 2007; (121.1): 224-230. doi: 10.1037/0735-7044.121.1.224
9. Imai R, Osumi M, Ishigaki T, Kodama T, Shimada S, Morioka S. Effects of illusory kinesthesia by tendon vibratory stimulation on the postoperative neural activities of distal radius fracture

patients. *Neuroreport*. 2017; 28(17): 1144-1149. doi: 10.1097/WNR.0000000000000874

10. Imai R, Osumi M, Ishigaki T, Morioka S. The influence of trait anxiety and illusory kinesthesia on pain threshold. *J Phys Ther Sci*. 2017; 29(7): 1236-1241. doi: 10.1589/jpts.29.1236

REFERENCES

1. Puseva ME, Kinash IN, Verkhovzina TK. Dynamics of regional blood flow parameters in patients with fracture of radial shaft in transosseous osteosynthesis. *Siberian Medical Journal (Irkutsk)*. 2015; 137(6): 91-94. (In Russ.).

2. Glass L. Synchronization and rhythmic processes in physiology. *Nature*. 2001; 410(6825): 277-284. doi: 10.1038/35065745

3. Hovatta I, Juhila J, Donner J. Oxidative stress in anxiety and comorbid disorders. *Neurosci Res*. 2010; 68(4): 261-275. doi: 10.1016/j.neures.2010.08.007

4. Puseva ME, Mikhailov IN, Lebedinsky VYu, Verkhovzina TK, Seliverstov PV. Analyzing bone regeneration when inserting transosseous elements through acupuncture points using gamma-scintigraphy experimentally. *Genij Ortopedii*. 2015; (2); 57-64. (In Russ.). doi: 10.18019/1028-4427-2015-2-57-64

5. Novikova AI, Kizhevatoeva EA. EEG derivations analysis of the subjects with discirculatory encephalopathy using the multidimensional scaling method. *Molodoy issledovatel' Dona*. 2017; 1(4): 66-72. (In Russ.).

6. Trifonov MI, Panasevich EA. Prediction of successful personal cognitive performance based on integrated characteristics of multichannel EEG. *Human Physiology*. 2018; 2(44): 103-111. (In Russ.). doi: 10.7868/S0131164618020145

7. Zenkov LR. *Clinical electroencephalography (with elements of epileptology): guidelines for physicians*. Moscow: MEDpressinform; 2018: 360. (In Russ.).

8. Grabner RH, Fink A, Neubauer AC. Brain correlates of self-rated originality of ideas: Evidence from event-related power and phaselocking changes in the EEG. *Behavioral Neurosci*. 2007; 121(1): 224-230. doi: 10.1037/0735-7044.121.1.224

9. Imai R, Osumi M, Ishigaki T, Kodama T, Shimada S, Morioka S. Effects of illusory kinesthesia by tendon vibratory stimulation on the postoperative neural activities of distal radius fracture patients. *Neuroreport*. 2017; 28(17): 1144-1149. doi: 10.1097/WNR.0000000000000874

10. Imai R, Osumi M, Ishigaki T, Morioka S. The influence of trait anxiety and illusory kinesthesia on pain threshold. *J Phys Ther Sci*. 2017; 29(7): 1236-1241. doi: 10.1589/jpts.29.1236

Сведения об авторах

Кинаш Ирина Николаевна – врач-лаборант лаборатории клинической диагностики, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», e-mail: kinash60@mail.ru

Пусева Марина Эдуардовна – кандидат медицинских наук, доцент, заведующая травматолого-ортопедическим отделением № 1, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»; доцент кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, e-mail: puseva@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9136-3354>

Бутаев Чингиз Захирович – младший научный сотрудник научно-клинического отдела травматологии, заведующий операционным блоком, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», e-mail: chingiz-2307@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2749-2768>

Верховзина Татьяна Константиновна – кандидат медицинских наук, заведующая отделением функциональных методов диагностики и лечения, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»; доцент кафедры рефлексотерапии и косметологии, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, <http://orcid.org/0000-0003-3136-5005>

Ипполитова Елена Геннадьевна – научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», e-mail: elenaippolitova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7292-2061>

Information about the authors

Irina N. Kinash – Laboratory Assistant at the Laboratory of Clinical Diagnostics, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, e-mail: kinash60@mail.ru

Marina E. Puseva – Cand. Sc. (Med.), Docent, Head of the Unit of Traumatology and Orthopedics N 1, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology; Associate Professor at the Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, e-mail: puseva@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9136-3354>

Chingiz Z. Butaev – Junior Research Officer at the Research Clinical Department of Traumatology, Head of Surgery Suite, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, e-mail: chingiz-2307@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2749-2768>

Tatiana K. Verkhovzina – Cand. Sc. (Med.), Head of the Department of Functional Diagnostics and Treatment, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology; Associate Professor at the Department of Reflexotherapy and Cosmetology, Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, <http://orcid.org/0000-0003-3136-5005>

Elena G. Ippolitova – Research Officer at the Research Clinical Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, e-mail: elenaippolitova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7292-2061>