

УДК 616.072.7+616.71-007.157-001.5-089.84

А.П. Шеин, А.М. Аранович, И.А. Меньщикова, А.А. Скрипников

**ДИНАМИКА СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОНОВОЙ ЭЭГ У ДЕТЕЙ
И ПОДРОСТКОВ С АХОНДРОПАЗИЕЙ В ПРОЦЕССЕ УДЛИНЕНИЯ
НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ**

**ГУ РНЦ «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова (Курган),
Курганский филиал Южно-Уральского научного центра РАМН (Курган)**

Цель настоящего исследования состояла в изучении влияния факторов оперативного вмешательства и дистракционного остеосинтеза на функциональное состояние коры головного мозга у детей и подростков с ахондроплазией в условиях удлинения нижних конечностей. Проанализированы цифровые записи фоновой ЭЭГ у 21 больного с ахондроплазией, в возрасте от 9 до 16 лет (14 девочек, 7 мальчиков), которым производилось удлинение нижних конечностей (голеней) на 8–10 см (50–70 % от исходной длины удлиняемого сегмента). Сроки обследования: до операции, в течение месяца после операции, в конце периода дистракции, в конце периода фиксации и через 1–6 месяцев после снятия аппарата Илизарова. Полученные данные подтверждают гипотезу о том, что оперативное вмешательство и пролонгированное влияние на центральную нервную систему ноцицептивных факторов дистракционного остеосинтеза с последующей стадией адаптации сенсомоторных структур удлиненной конечности к новым биомеханическим условиям функционирования выступа-

ют в роли мощных стресс-факторов, переводящих взаимодействие корковых и подкорковых структур головного мозга на новый уровень функционирования.

Ключевые слова: ахондроплазия, дистракционный остеосинтез, электроэнцефалография

DYNAMICS IN BASELINE EEG SPECTRUM PATTERN IN CHILDREN AND ADOLESCENCES WITH ACHONDROPLASIA AT LOWER LIMB LENGTHENING

A.P. Shein, A.M. Aranovich, I.A. Menschikova, A.A. Skripnikov

*Governmental Institution of Science Russian Scientific Centre for Restorative Traumatology and Orthopaedics named by Ilizarov, Kurgan
Kurgan Branch of RAMS South-Ural Scientific Centre, Kurgan*

The aim of the study was to access factors of operative intervention and distractional osteosynthesis effecting the functional status of the pediatric cerebral cortex in achondroplasia cases at lower limb lengthening conditions. Baseline EEG digital records were evaluated in 21 achondroplasia patients aged from 9 to 16 years (14 girls, 7 boys) who had their tibiae lengthened by 8 to 10 cm (50–70 % of the original length). Evaluation was performed at the time intervals as follows, preoperatively, in the first post-operative month, at the end of distraction, at the end of fixation and 1 to 6 months after the Ilizarov fixator came off. The findings indicated to the evidence of surgical intervention and distractional osteosynthesis nociceptive factor prolonged effect on CNS followed by sensorimotor contextures of the involved limb getting adapted to the new biomechanical conditions appeared as a vigorous stressor that enabled interaction of cortical and subcortical cerebrum to a new functioning level.

Key words: achondroplasia, distractional osteosynthesis, electroencephalography

В настоящее время доказано, что у детей с ахондроплазией кроме изменения костей черепа, наблюдаются и динамические изменения показателей церебральной морфометрии, характеризующиеся роостральным смещением стволовых структур с постепенной компрессией лобных долей [6]. Отмеченные морфологические сдвиги сопровождаются неврологическими нарушениями различной степени выраженности, проявляющимися, в частности, в виде общемозговых изменений биоэлектрической активности головного мозга [7–10]. Компримирующие факторы, сопутствующие применению метода чрескостного дистракционного остеосинтеза — оперативное вмешательство, резкое изменение двигательного режима и достаточно продолжительные сроки коррекции длины конечностей, сопряженные с возрастающим по своей интенсивности фоном ноцицептивной афферентации из зоны удлинения, способны вызвать дезорганизацию функционального состояния коры головного мозга. Однако до настоящего времени у больных ахондроплазией проводился лишь визуальный контроль электроэнцефалограммы (ЭЭГ) [2], который, в отличие от спектрального анализа, не позволяет количественно оценить эти порой кратковременные изменения.

Цель настоящего исследования состояла в изучении влияния факторов оперативного вмешательства и дистракционного остеосинтеза на функциональное состояние коры головного мозга у детей и подростков с ахондроплазией в условиях удлинения нижних конечностей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования послужили записи фоновой ЭЭГ у 21 больного с ахондроплазией, в возрасте от 9 до 16 лет (14 девочек, 7 мальчиков), которым производилось удлинение нижних конечностей (голеней) на 8–10 см (50–70 % от исходной длины удлиняемого сегмента). Продолжитель-

ность дистракции варьировала в пределах 62–106 (79 ± 4) суток, фиксации — 44–149 (94 ± 9) суток.

Биоэлектрическую активность головного мозга регистрировали на цифровой 16-канальной цифровой ЭЭГ-системе PEGASUS (фирма EMS, Австрия). При регистрации использовались шапочки («Electro-Cap International, Inc.», США) 4-х размеров с смонтированными в них электродами по международной системе «10–20». Запись велась монополярно, в качестве референтных использовались объединенные ушные электроды. Свободные от артефактов произвольно взятые 10-секундные эпохи ЭЭГ в монополярном монтаже подвергались спектральному анализу, используя процедуру быстрого преобразования Фурье, в результате которого ЭЭГ распределялась на следующие частотные диапазоны: дельта — 1–3,5 Гц, тета — 4–6,5 Гц, альфа — 7–13,5 Гц, бета — 14–40 Гц с определением для каждого из них таких параметров, как абсолютная мощность (АМ) и относительная мощность (ОМ).

Регистрацию и анализ ЭЭГ производили у пациентов до проведения оперативного вмешательства (I), в течение месяца после операции (II), в конце периода дистракции (III), в конце периода фиксации (IV) и в различные (1–6 месяцев) сроки после снятия аппарата Илизарова (V).

Достоверность послеоперационных изменений анализируемых признаков оценивали с использованием непараметрического критерия рандомизации компонент для независимых, а также связанных выборок [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Показано, что до операции усредненные показатели ОМ альфа-ритма (табл. 1, 2) по затылочным отведениям составляли 48,2 % (O1) и 46,9 % (O2), что значительно ниже нормого возраста из выборки [5]. Наряду с этим, выявлена достаточно высокая представленность медленноволновой активности тета-

Таблица 1

Динамика показателей биоэлектрической активности головного мозга по лобным, центральным и теменным отведениям ($M \pm m$)

Отведение	С.о.	Альфа-активность		Бета-активность		Тета-активность	
		АМ (мкВ ²)	ОМ (%)	АМ (мкВ ²)	ОМ (%)	АМ (мкВ ²)	ОМ (%)
Fp1	I	67,5 ± 16,4	24,3 ± 3,3	19,1 ± 1,7	8,3 ± 1,4	56,5 ± 4,7	23,6 ± 2,4
	II	45,4 ± 11,3	19,8 ± 4,5	16,6 ± 2,3	7,7 ± 1,3	70,1 ± 26,4	26,3 ± 3,9
	III	61,4 ± 11,9	24,2 ± 3,8	33,4 ± 9,7	11,2 ± 2,0	61,4 ± 9,0	23,4 ± 2,9
	IV	82,1 ± 28,1	30,3 ± 1,9	15,6 ± 3,7	7,0 ± 2,0	53,0 ± 5,3	24,0 ± 5,1
	V	100,2 ± 24,5	30,6 ± 5,8	24,8 ± 7,2	7,8 ± 1,2	80,7 ± 19,8	24,3 ± 2,8
Fp2	I	61,0 ± 12,5	21,3 ± 2,5	21,3 ± 4,3	8,2 ± 1,2	60,5 ± 7,1	23,4 ± 2,4
	II	33,4 ± 9,8	22,1 ± 5,2	13,9 ± 2,6*	9,8 ± 1,9	46,1 ± 9,9	28,5 ± 2,7
	III	71,6 ± 14,8	27,3 ± 4,0	19,8 ± 2,8	8,0 ± 1,0	63,8 ± 8,5	24,9 ± 2,0
	IV	77,2 ± 29,1	25,8 ± 2,2	14,7 ± 3,5	6,7 ± 1,8	59,4 ± 11,6	25,5 ± 4,5
	V	81,7 ± 28,8	33,2 ± 6,4	19,5 ± 6,6	8,7 ± 0,9	55,0 ± 18,0	23,4 ± 1,8
F3	I	89,4 ± 21,8	29,6 ± 3,6	21,1 ± 3,0	9,9 ± 3,2	77,6 ± 13,9	28,8 ± 3,6
	II	61,7 ± 9,9	24,1 ± 3,1	20,8 ± 3,1	8,6 ± 1,5	71,1 ± 6,8	29,8 ± 3,9
	III	89,6 ± 17,5	28,6 ± 4,0	24,2 ± 4,4	7,9 ± 0,9	93,3 ± 17,5	29,5 ± 3,3
	IV	99,3 ± 29,8	35,1 ± 3,8	21,8 ± 4,5	8,9 ± 2,2	67,5 ± 8,5	27,7 ± 4,2
	V	114,0 ± 37,5	36,6 ± 7,1	29,7 ± 10,3	10,4 ± 1,5*	76,4 ± 23,0	26,2 ± 0,6
F4	I	92,6 ± 17,5	29,0 ± 2,9	21,0 ± 2,9	7,2 ± 0,9	87,9 ± 11,7	29,6 ± 2,7
	II	72,7 ± 18,9	23,1 ± 2,7	20,7 ± 3,6	7,6 ± 1,0	110,7 ± 40,5	32,3 ± 4,8
	III	112,9 ± 33,2	31,5 ± 5,3	24,3 ± 4,8	7,9 ± 1,2	86,9 ± 12,1	27,2 ± 2,4
	IV	122,4 ± 38,7	36,2 ± 3,2	22,4 ± 4,1	7,8 ± 1,2	82,1 ± 15,4	28,0 ± 4,7
	V	114,1 ± 35,6	41,1 ± 6,1	24,1 ± 7,2	8,9 ± 0,4*	65,5 ± 11,9	28,0 ± 4,1
C3	I	162,3 ± 54,6	37,7 ± 5,5	30,0 ± 7,0	10,5 ± 4,2	80,6 ± 12,1	23,7 ± 2,5
	II	122,0 ± 28,3	32,8 ± 2,7	24,5 ± 4,6	7,3 ± 1,1	125,4 ± 37,8	31,9 ± 3,1
	III	151,6 ± 29,8	36,6 ± 4,1	26,5 ± 4,2	7,1 ± 0,7	106,2 ± 19,2	26,3 ± 3,1
	IV	179,9 ± 73,7	46,8 ± 4,1	24,9 ± 6,4	7,5 ± 1,4	67,28 ± 7,39	22,4 ± 3,4
	V	192,8 ± 67,5	47,0 ± 8,2	40,0 ± 11,6	12,1 ± 4,1	79,6 ± 18,4	23,3 ± 4,5
C4	I	177,0 ± 49,4	39,4 ± 5,7	24,7 ± 3,7	6,4 ± 0,4	97,5 ± 13,2	26,5 ± 3,0
	II	159,3 ± 56,0	35,6 ± 4,3	22,4 ± 3,0	6,5 ± 0,8	100,5 ± 28,0	26,7 ± 6,0
	III	175,1 ± 57,2	38,0 ± 5,5	26,2 ± 4,8	7,0 ± 0,9	104,5 ± 17,1	27,3 ± 2,9
	IV	184,8 ± 46,4	50,8 ± 2,3	22,6 ± 3,9	6,9 ± 1,5	70,7 ± 10,4	21,6 ± 3,0
	V	162,1 ± 43,0	51,5 ± 6,3	28,6 ± 5,6	9,8 ± 1,3*	64,3 ± 11,6	21,8 ± 3,3
P3	I	286,4 ± 66,8	48,8 ± 5,5	30,9 ± 5,8	6,0 ± 0,6	103,0 ± 19,9	20,3 ± 2,5
	II	166,2 ± 31,1	42,2 ± 5,0	25,9 ± 4,3	7,2 ± 1,1	94,4 ± 19,6	23,5 ± 1,7
	III	244,7 ± 64,6	48,8 ± 3,9	28,8 ± 6,7	6,8 ± 1,2	99,5 ± 21,0	21,2 ± 2,7
	IV	402,8 ± 203,3	59,5 ± 5,1	30,1 ± 6,9	6,0 ± 1,3	72,6 ± 12,2	14,9 ± 2,0
	V	267,1 ± 100,0	55,4 ± 8,4	34,7 ± 10,9	8,9 ± 1,7	70,2 ± 13,8	20,4 ± 6,0
P4	I	318,5 ± 108,5	48,2 ± 6,7	32,9 ± 8,4	6,5 ± 1,1	88,2 ± 9,7	19,9 ± 2,6
	II	204,3 ± 52,4	45,7 ± 7,5*	24,1 ± 3,5	6,1 ± 0,7	78,2 ± 12,6	20,0 ± 2,8
	III	317,4 ± 100,5	46,8 ± 4,9	37,7 ± 10,5	6,3 ± 0,9	115,6 ± 18,7	20,9 ± 2,0
	IV	278,8 ± 59,0	58,6 ± 3,0	24,1 ± 4,7	5,4 ± 1,0	63,3 ± 4,3	15,1 ± 2,3
	V	231,9 ± 39,2	62,8 ± 2,9	25,0 ± 3,0	6,9 ± 0,3	66,4 ± 11,8	18,0 ± 1,7

Примечание: С.о. – срок обследования (I – до лечения, II – после операции, III – окончание периода дистракции, IV – окончание периода фиксации, V – 1–6 месяцев после снятия аппарата Илизарова), АМ – абсолютная мощность, ОМ – относительная мощность, * – значения достоверно ($p < 0,05$) отличаются от дооперационных величин.

Таблица 2

Динамика показателей биоэлектрической активности головного мозга по височным и затылочным отведениям ($M \pm m$)

Отведение	С.о.	Альфа-активность		Бета-активность		Тета-активность	
		АМ (мкВ ²)	ОМ (%)	АМ (мкВ ²)	ОМ (%)	АМ (мкВ ²)	ОМ (%)
F7	I	53,3 ± 11,9	22,7 ± 3,5	15,2 ± 2,1	7,1 ± 0,8	54,3 ± 7,7	24,1 ± 2,2
	II	34,3 ± 6,0	20,7 ± 3,7	18,7 ± 6,2	13,0 ± 6,1	45,7 ± 9,8	25,3 ± 4,2
	III	49,5 ± 10,2	23,9 ± 3,5	16,5 ± 3,3	7,9 ± 1,0	53,7 ± 10,1	25,0 ± 2,9
	IV	64,5 ± 22,8	30,8 ± 3,7	14,9 ± 3,7	8,5 ± 2,0	43,8 ± 7,7	24,2 ± 3,0
	V	63,8 ± 23,4	29,5 ± 6,9	19,6 ± 9,4	7,4 ± 1,2	62,7 ± 27,4	25,7 ± 3,3
F8	I	51,1 ± 11,5	21,9 ± 3,6	14,7 ± 2,2	6,9 ± 1,1	59,8 ± 11,0	24,2 ± 1,8
	II	18,8 ± 5,2	14,6 ± 4,8	7,7 ± 0,9	5,9 ± 0,6	34,6 ± 6,0	26,1 ± 4,5
	III	55,0 ± 10,7	26,0 ± 4,4	16,9 ± 3,5	7,7 ± 1,1	60,9 ± 11,3	26,4 ± 2,7
	IV	70,4 ± 25,5	28,9 ± 1,1	14,9 ± 3,4	7,4 ± 1,8	59,5 ± 14,5	27,2 ± 3,4
	V	63,0 ± 23,6	28,6 ± 7,5	17,0 ± 7,2	7,5 ± 1,3	41,9 ± 10,4*	20,1 ± 1,6
T3	I	55,6 ± 13,1	31,5 ± 4,2	13,3 ± 2,0	8,5 ± 1,5	47,3 ± 7,8	28,1 ± 1,7
	II	33,0 ± 4,7	25,1 ± 2,1	23,0 ± 9,3	15,8 ± 3,9*	33,9 ± 6,7	25,1 ± 3,3
	III	48,6 ± 12,5	31,2 ± 3,6	12,4 ± 2,6	8,6 ± 1,0	45,9 ± 10,0	27,8 ± 2,7
	IV	88,0 ± 55,9	34,2 ± 6,1	14,5 ± 5,0	8,1 ± 1,6	35,0 ± 9,6	20,6 ± 2,7*
	V	59,8 ± 26,0	31,6 ± 6,1	18,9 ± 8,9	10,9 ± 2,8	55,0 ± 29,3	25,5 ± 2,4
T4	I	57,5 ± 18,5	28,8 ± 4,5	13,7 ± 3,1	8,3 ± 1,5	46,2 ± 8,6	27,2 ± 1,9
	II	23,7 ± 5,9	26,2 ± 4,6	9,9 ± 2,0	11,8 ± 3,0	22,7 ± 4,3	26,4 ± 4,1
	III	60,3 ± 16,0	29,6 ± 5,7	14,8 ± 2,2	8,3 ± 1,8	72,3 ± 18,3	29,7 ± 4,0
	IV	84,2 ± 32,2	33,7 ± 3,8	12,4 ± 3,1	6,4 ± 1,9	59,0 ± 21,8	24,1 ± 3,6
	V	43,7 ± 12,1	38,2 ± 6,5	9,9 ± 1,7	8,8 ± 1,0	33,9 ± 11,0	27,1 ± 3,6
T5	I	161,2 ± 53,1	41,8 ± 6,3	21,6 ± 3,8	11,0 ± 4,2	56,4 ± 10,2	22,4 ± 3,1
	II	75,6 ± 34,1	38,0 ± 8,2	14,3 ± 1,7	8,8 ± 1,5	45,5 ± 11,8	25,2 ± 4,0
	III	157,9 ± 39,5	45,4 ± 4,2	23,4 ± 6,1	6,9 ± 1,0	81,8 ± 20,0	22,8 ± 2,1
	IV	263,7 ± 154,3	56,8 ± 6,1	21,7 ± 8,8	5,9 ± 1,0	51,2 ± 15,7	15,5 ± 2,6
	V	161,9 ± 59,6	54,5 ± 7,5	23,5 ± 9,8	8,0 ± 0,7	48,0 ± 20,0	16,9 ± 2,5
T6	I	187,3 ± 45,9	44,5 ± 5,6	23,1 ± 5,9	6,1 ± 0,7	77,3 ± 12,9	21,8 ± 2,42
	II	100,7 ± 30,0	48,3 ± 6,9	12,4 ± 1,5	7,4 ± 1,5	36,2 ± 5,6	21,0 ± 3,5
	III	172,1 ± 41,2	46,2 ± 4,8	24,3 ± 5,3	7,4 ± 1,1	80,8 ± 17,4	22,2 ± 2,5
	IV	279,6 ± 90,3	57,6 ± 6,9	26,7 ± 8,3	5,7 ± 1,1	72,0 ± 33,1	13,2 ± 1,4
	V	164,9 ± 44,2	57,5 ± 5,7	20,6 ± 5,5	7,7 ± 1,2	43,3 ± 11,2	15,7 ± 1,4
O1	I	416,2 ± 100,0	48,2 ± 7,0	37,4 ± 9,4	5,5 ± 0,7	144,1 ± 37,2	21,6 ± 3,3
	II	244,5 ± 82,3*	41,6 ± 8,0	30,0 ± 5,0	6,1 ± 0,8	155,6 ± 86,1	20,1 ± 3,5
	III	412,3 ± 103,8	53,1 ± 4,9	50,0 ± 13,6	7,0 ± 1,3	166,7 ± 58,9	20,0 ± 2,9
	IV	539,5 ± 131,7	62,5 ± 4,5	46,0 ± 11,4	5,7 ± 1,3	107,7 ± 41,5	10,92 ± 0,9
	V	317,9 ± 51,3	64,4 ± 3,3	39,0 ± 9,6	7,8 ± 0,9	71,8 ± 11,2	15,2 ± 1,6
O2	I	467,6 ± 116,2	46,9 ± 7,4	43,5 ± 12,7	5,4 ± 0,8	175,0 ± 47,7	22,1 ± 3,4
	II	194,9 ± 62,9*	42,6 ± 8,0	22,9 ± 3,1	6,7 ± 1,0	83,7 ± 34,8	19,3 ± 2,7
	III	377,9 ± 78,0	54,0 ± 4,7	44,7 ± 9,4	7,2 ± 1,1*	138,4 ± 39,7	18,9 ± 2,2
	IV	373,3 ± 193,8	57,1 ± 2,0	43,6 ± 16,2	8,7 ± 2,3	93,3 ± 45,9	14,3 ± 1,7*
	V	314,0 ± 53,3	65,0 ± 3,3*	42,6 ± 6,5	9,0 ± 1,0*	71,7 ± 10,4	15,4 ± 2,2

Примечание: обозначения см. таблицу 1.

диапазона, в среднем по всем отведениям составившая 24,2 %. Данные особенности ритмической активности головного мозга больных ахондроплазией соответствуют визуально выявляемой общемозговой ЭЭГ-симптоматике [2], связанной, по-видимому, с имеющими место у данных больных явлениями гидроцефалии и внутричерепной гипертензии.

Дооперационные значения АМ бета-активности в целом соответствуют паттерну пространственного распределения АМ альфа-ритма, в то время как максимумы ОМ указанного типа активности приходятся на лобные и центральные отведения. Что касается тета-ритма, то до оперативного вмешательства пик его АМ приходится на затылочные отведения, а ОМ — на лобные, центральные и средневисочные.

Оперативное вмешательство (остеотомии, наложение аппарата Илизарова) приводит к резкому снижению усредненных значений АМ и ОМ активности альфа-диапазона, причем амплитудные характеристики страдают значительно. В частности, показатели АМ снизились по всем отведениям в среднем на 40,0 % (от 10 до 63,2 %) ($p < 0,05$ по О1 и О2), а усредненные значения ОМ — лишь на 11,9 % ($p < 0,05$ по Р4). Степень дезорганизации альфа-ритма, по мнению В.В. Гнездицкого с соавт. [1], можно рассматривать в качестве критерия функциональной дезинтеграции нейронной активности коры головного мозга, что связано с нарушениями регуляторных влияний субкортикальных структур. Клиническими проявлениями этой дезинтеграции корково-подкорковых взаимоотношений являются спонтанность поведения, инертность, эмоциональное уплощение, снижение памяти и внимания. Что касается динамики характеристик тета-активности, то здесь наблюдалась не столь однозначная картина — по 5 отведениям из 16 зарегистрировано нарастание АМ в среднем на 23,3 %, по остальным же отведениям амплитудный показатель снизился в среднем на 28,5 %. Процентная представленность данного вида активности (ОМ) по большинству отведений (11) имела тенденцию к нарастанию, в результате чего усредненное значение этой характеристики несколько увеличилось — на 5,3 %. Вместе с тем, АМ бета-активности по 14 отведениям из 16 снизилась в среднем на 24,6 % ($p < 0,05$ по Fp2), а представленность колебаний этого диапазона имела тенденцию (по большинству отведений) к возрастанию — усредненный показатель увеличился на 13,8 % ($p < 0,05$ по Т3). Таким образом, количественные характеристики ЭЭГ свидетельствовали о разившемся после операции ЭЭГ-феномене десинхронизации фоновой ритмики, что по-видимому, связано с избыточной ноцицептивной афферентацией из зоны остеосинтеза. Бета-активность, распространяющаяся из множества источников ее генерации в коре, усиливается под влиянием подкорковых активирующих систем и отражает уровень напряженности нейродинамических процессов, определяемой интенсивностью и характером фоновой афферентации. В норме она наиболее выражена в лобных и центральных отведениях. Разви-

тие болевого синдрома соматогенного происхождения характеризуется увеличением ОМ бета-активности [4], что в анализируемой выборке больных было особенно выраженным после операции в левом центральном, левом теменном и правом лобном отведениях.

При анализе записей, произведенных по завершении distraction было выявлено, что АМ основного ритма имеет тенденцию к восстановлению. Так, по всем анализируемым отведениям наблюдалось в различной степени выраженное увеличение показателя относительно послеоперационного уровня — в среднем на 73,0 %. Аналогичная ситуация наблюдалась и при анализе динамики ОМ — усредненный показатель возрос на 21,2 %. Проанализированная нами амплитудная характеристика активности тета-диапазона по данным 13 отведений возросла в среднем на 57,7 %, а по остальным отведениям незначительно снизилась. Однако, средний уровень ОМ тета-активности остался практически на послеоперационном уровне, снизившись лишь на 2,8 %. Динамика показателя на этом этапе обследований как положительная — снижение показателя по 10 отведениям, так и отрицательная — нарастание ОМ по 6 отведениям, была минимальной. Вместе с этим, анализ АМ бета-активности обнаружил тенденцию к восстановлению дооперационного уровня данного диапазона по подавляющему большинству отведений. Так, по 14 отведениям из 16 амплитудная характеристика увеличилась в среднем на 54,5 % относительно послеоперационных величин. Общая же представленность бета-активности (ОМ) вследствие разнонаправленной динамики по разным отведениям практически не изменилась, снизившись лишь на 3,2 %. Из вышеизложенного следует, что на данном этапе лечения большинство анализируемых характеристик ритмики головного мозга характеризуется тенденцией к возврату к дооперационным величинам, что отражает фазную реакцию ЦНС на динамику взаимодействия ноцицептивной и антиноцицептивной систем, определяемую доминантной модальностью, интенсивностью и продолжительностью ноцицептивной афферентации из зоны distractionного остеосинтеза.

Обследования, проведенные в конце периода фиксации выявили отчетливую тенденцию к дальнейшему увеличению АМ основного ритма по 14 отведениям, этот показатель увеличился по сравнению с предыдущим обследованием в среднем на 34,9 %, а по остальным двум отмечено его незначительное снижение. Аналогичная ситуация обнаружилась и при сравнении значений с дооперационным уровнем — по подавляющему большинству отведений данный показатель превысил исходный уровень в среднем на 32,4 %. Так же продолжала возрастать и процентная представленность альфа-ритма. Усредненное значение показателя увеличилось на 18,9 % с момента окончания distraction и на 24,7 % от дооперационного уровня. Наблюдаемое увеличение АМ и ОМ альфа-активности, особенно в отведениях, характерных для нормального про-

странственного распределения основного ритма, свидетельствует о снижении выраженности функциональной дезорганизации коры головного мозга. Оцениваемый амплитудный показатель тета-активности снизился по всем отведениям в среднем на 23,4 % от значений предыдущего обследования и по 15 отведениям в среднем на 17,6 % от исходного уровня. Усредненный уровень ОМ данного вида активности продолжал снижаться — представленность медленных волн сократилась на 17,4 % относительно сроков конца дистракции и на 15,8 % ($p < 0,05$ по ТЗ и О2), если сравнивать с дооперационным уровнем. АМ бета-активности в этот период обследований начала снижаться — по 13 отведениям показатель снизился в среднем на 16,1 %, а по остальным трем несколько возрос (в среднем на 10,4 %), что привело к возврату значений по ряду отведений на исходный уровень. Процентная представленность активности данного диапазона (ОМ) продолжала постепенно снижаться после первоначального подъема, зарегистрированного после наложения аппарата. Так, в конце срока фиксации средний уровень ОМ снизился на 7,7 % от значений, полученных при предыдущем обследовании, что практически вывело усредненный показатель на дооперационный уровень.

Выявленный характер изменения показателей ЭЭГ по завершении лечения свидетельствуют о стабилизации динамики анализируемых характеристик фоновой ЭЭГ, что несомненно связано с глубокими перестройками в системе корково-подкорковых взаимоотношений, связанных с активацией нейронных и гуморальных антиноцицептивных систем в условиях развития хронического болевого синдрома.

При анализе ЭЭГ, зарегистрированных в течение первых 6 месяцев после снятия дистракцион-

ного аппарата, было показано, что амплитудные характеристики альфа-ритма по 12 отведениям несколько снизились по сравнению с окончанием лечения — в среднем на 24,8 %, а по остальным 4 отведениям — возросли в среднем на 12,5 %. Средний уровень ОМ после лечения стабилизировался на более высоких, по сравнению с дооперационными, значениях ($p < 0,05$ по О2) (рис. 1), что, по-видимому, связано с сохраняющимся реактивным снижением тонуса восходящей неспецифической активирующей системы. В отношении АМ тета-активности отмечено, что в контрольные сроки обследований по разным отведениям наблюдалась разнонаправленная динамика значений показателя, не приведшая к существенному изменению общего уровня амплитуды. Процентная представленность тета-ритма по подавляющему большинству отведений возросла, благодаря чему усредненное значение данного параметра несколько увеличилось — на 8,7 % относительно сроков окончания лечения. Нарастанием показателей характеризовались и параметры бета-активности — АМ по 12 отведениям увеличилась в среднем на 26,8 % (по остальным 4 снизившись в среднем на 15,2 %), а ОМ увеличилась на 26,3 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований подтверждают гипотезу о том, что оперативное вмешательство и пролонгированное влияние на центральную нервную систему ноцицептивных факторов дистракционного остеосинтеза с последующей стадией адаптации сенсомоторных структур удлинённой конечности к новым биомеханическим условиям функционирования (в условиях нарастающих функциональных нагрузок на оперированную конечность), выступают в роли мощных

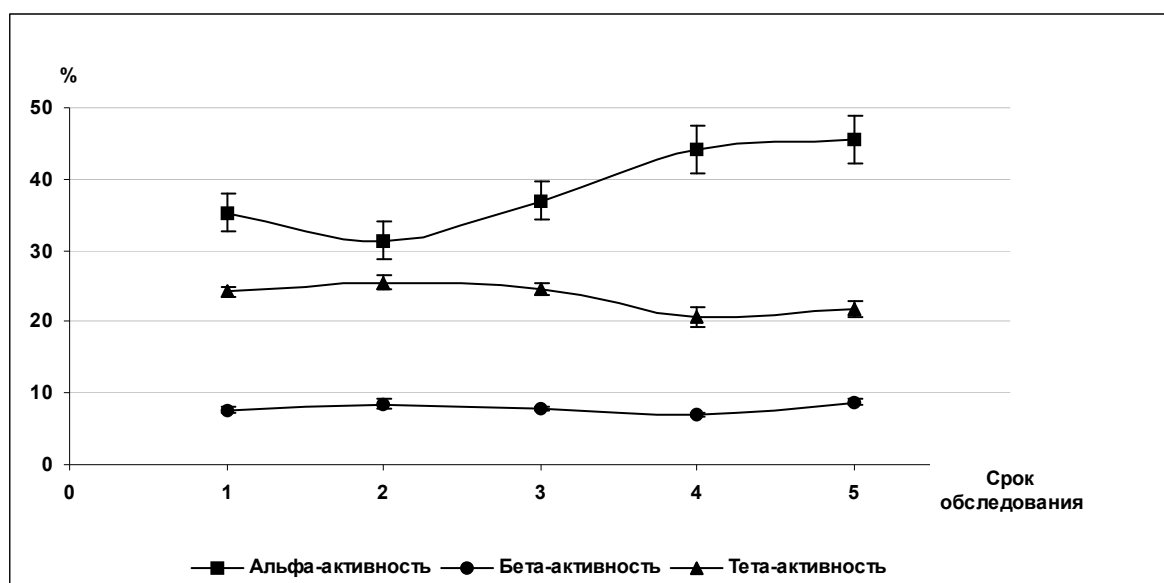


Рис. 1. Динамика относительной мощности (усредненной по 16-ти отведениям) некоторых типов биоэлектрической активности головного мозга у больных ахондроплазией в процессе удлинения конечностей (1 — до лечения, 2 — после операции, 3 — конец дистракции, 4 — конец фиксации, 5 — 1–6 месяцев после снятия аппарата Илизарова).

стресс-факторов, которые фактически переводят взаимодействие корковых и подкорковых структур на новый уровень функционирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ ЭЭГ при когнитивных нарушениях и деменции коркового и подкоркового типов у больных с цереброваскулярными заболеваниями / В.В. Гнездицкий, Л.А. Калашникова, А.С. Бараш и др. // Неврол. журн. — 1997. — № 6. — С. 33–41.
2. Возможности цифровой ЭЭГ в решении задач профилактики развития острых интраоперационных энцефалопатий у больных ахондроплазией / А.П. Шеин, А.М. Аранович, И.А. Меньщикова и др. // Гений ортопедии. — 2001. — № 4. — С. 41–45.
3. Гланц С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. — М.: Практика, 1999. — 459 с.
4. Коекина О.И. Возможности коррекции межполушарной асимметрии ЭЭГ в процессе рефлексотерапии депрессивных состояний с болевыми синдромами / О.И. Коекина, А.М. Гайдамакина, Р.П. Волкова // Журн. неврол. и психиатр. — 1988. — № 10. — С. 102–107.
5. Фарбер Д.А. Электроэнцефалограмма детей и подростков / Д.А. Фарбер, В.В. Алферова. — М.: Педагогика, 1972. — 216 с.
6. Brain morphometric analysis in achondroplasia / F.J. Jr. DiMario, G.R. Ramsby, J.A. Burleson, I.R. Greensheilds // Neurology. — 1995. — Vol. 45, N 3. — P. 519–24.
7. Cranio-cervical decompression for cervico-medullary compression in pediatric patients with achondroplasia / J. Aryanpur, O. Hurco, C. Franco-mano et al. // Neurosurg. — 1990. — Vol. 73, N 3. — P. 375–82.
8. Early detection of neurological manifestation in achondroplasia / M. Ruis-Garcia, A. Tovar-Baudin, V. Del Castilio-Ruis et al. // Childs. Nerv. Syst. — 1997. — Vol. 13, N 4. — P. 208–13.
9. Gordon N. The neurological complication of achondroplasia / N. Gordon // Brain. Dev. — 2000. — Vol. 22, N 1. — P. 3–7.
10. Neuroanatomic and neuropsychological outcome in school-age children with achondroplasia / N.M. Thompson, J.T. Hecht, T.P. Bohan et al. // Am. J. Med. Genet. — 1999. — Vol. 88, N 2. — P. 145–53.