



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борукаева И.Х. Использование интервальной гипоксической тренировки в пульмонологии / Борукаева И.Х. // Автоматизированный анализ эффективности использования адаптации к гипоксии в медицине и спорте – М. – Нальчик, 2006. – Т. 2. – С. 5–38.
2. Колчинская А.З., Цыганова Т.Н., Остапенко Л.А. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте. М.: Медицина, 2003. – 407 с.
3. Капустин А.В. Применение метода «Детензор-терапии» в педиатрической клинике / Капустин А.В., Балакирева О.В., Кинляйн К. и др. // Клинич. вестн. – 1996. – № 3. – С. 36–38.
4. Нечай И.В. Применение метода «DETENSOR» у больных, длительно страдающих обструктивными заболеваниями легких / Нечай И.В., Балакирева О.В., Кинляйн К.Л. // Пульмонология: № 1. – 1998. – С. 54–57.

## РЕЗЮМЕ

Изучено сочетанное воздействие детензор-терапии и нормобарической интервальной гипоксической тренировки у 123 пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника. Лечение пациентов было проведено с использованием системы «Детензор» для щадящей тракции позвоночника и гипоксикаторов фирм «Trade Medical». Отмечена высокая эффективность сочетанного воздействия детензор-терапии и нормобарической интервальной гипоксической тренировки на состояние всех звеньев функциональной системы дыхания: внешнего дыхания, кровообращения, ее кислородной емкости, насыщение кислородом артериальной крови. Выявлено значительное уменьшение всех клинических проявлений заболевания по сравнению с контрольной группой (снижение болевого синдрома в 2,8 раза).

Сочетанное применение нормобарической интервальной гипоксической тренировки и детензортерапии имеет безусловное преимущество перед отдельным применением каждого из них. Комбинированный метод лечения может быть рекомендован для лечения больных с дегенеративно-дистрофическими изменениями позвоночника.

**Ключевые слова:** гипоксия, детензор-терапия, дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника.

## SUMMARY

The results of combined treatment of 123 patients with degenerative-dystrophic diseases of spine using detensor-therapy and normobaric interval hypoxic training were studied. The treatment was performed with using the "DETENSOR" method for careful traction of spine and hypoxicators of the firm "Trade Medical".

The application of combined exposure of detensor-therapy and normobaric interval hypoxic training improved the state of all parts of functional respiratory system: external respiration, blood-circulation, blood oxygen capacity, oxygen saturation of arterial blood. Besides all the clinical presentations of disease were significantly reduced in comparison to the control group (pain syndrome reduced in 2.8 times in comparison to the control group). The combined application of normobaric hypoxic training and detensor-therapy has absolute advantage to the separate use of these methods. The integrative method can be recommended for curing patients with degenerative-dystrophic changes of spine.

**Key words:** hypoxia, mechanisms, detensor-therapy, degenerative-dystrophic diseases of the spine.

## Контакты:

**Цыганова Татьяна Николаевна.** E-mail: tanya8279@yandex.ru.

**Сафоничева Ольга Георгиевна.** E-mail: safonicheva.o@mail.ru.

## КОНТРОЛЬ ГЕМОДИНАМИКИ ПРИ СОЧЕТАННОМ ПРИМЕНЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОМИОСТИМУЛЯЦИИ И РОБОТИЗИРОВАННОЙ МЕХАНОТЕРАПИИ У ПАЦИЕНТОВ В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ ИНСУЛЬТА

УДК 615.4+616-089.227

**Кузнецов А.Н.**, первый заместитель Генерального директора, заведующий кафедрой неврологии с курсом нейрохирургии института усовершенствования врачей, д.м.н., профессор;

**Даминов В.Д.**, главный реабилитолог, доцент кафедры неврологии с курсом нейрохирургии института усовершенствования врачей, к.м.н.;

**Рыбалко Н.В.**, врач-невролог отделения восстановительного лечения, ассистент кафедры неврологии с курсом нейрохирургии института усовершенствования врачей, к.м.н.;

**Уварова О.А.**, физиотерапевт отделения восстановительного лечения;

**Канкулова Е.А.**, аспирант кафедры неврологии с курсом хирургии.

ФГУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н. И. Пирогова Росздрава», г. Москва

## Введение.

Большая распространенность инсультов и высокая частота инвалидизирующих постинсультных осложнений является серьезной социальной проблемой и обуславливает поиск новых методик восстановительного лечения [1, 4].

Методики лечебной физкультуры, массажа, физиотерапии, электромиостимуляции, роботизированной механотерапии являются стандартом реабилитационного лечения пациентов с поражением центральной нервной системы. Роботизированные комплексы позволяют вы-

полнять сразу несколько задач восстановительного лечения и повышают эффективность реабилитационных мероприятий. Роботизированный поворотный стол «Erigo» («Носота», Швейцария) позволяет одновременно проводить вертикализацию пациента, движения в нижних конечностях, имитирующих процесс ходьбы, и циклическую нагрузку на нижние конечности [5].

Одним из приоритетных направлений оптимизации процесса двигательной реабилитации больных, перенесших церебральный инсульт, является сочетанное применение различных реабилитационных технологий.



## Erigo®

Erigo — инновационный стол-вертикализатор с интегрированным роботизированным ортопедическим устройством для ранней активизация длительно иммобилизованных пациентов.

### Модуль функциональной электростимуляции (ФЭС)

- Для улучшения клинической эффективности реабилитации Erigo может быть оснащен модулем функциональной электростимуляции (опционально).
- Использование модуля ФЭС позволяет предотвратить развитие мышечной атрофии, увеличить объем движений и улучшить трофику тканей нижних конечностей пациента.



Поставки медицинского оборудования • комплексное проектирование

**Закажите каталог бесплатно на сайте [www.beka.ru](http://www.beka.ru)**

124489, г. Москва, Зеленоград, ул. Сосновая аллея, д. 6а, стр. 1 тел.: +7 (495) 666-3323; 742-4430  
факс +7 (495) 742-4435 • info@beka.ru • www.beka.ru • бекa.рф



В нашем исследовании мы проводили оценку эффективности комбинированного применения роботизированного стола-вертикализатора «Erigo» и электростимуляции на модуле Motionstim 8 (Medel), синхронизированном с работой «Erigo».

**Цель** проведенного нами исследования – оценка центральной и церебральной гемодинамики при сочетанном применении аппаратного комплекса «Erigo» и динамической ФЭС у пациентов с гемипарезом в остром периоде ишемического инсульта.

#### Материалы и методы.

В исследование было включено 104 пациента (61 мужчина и 43 женщины) в возрасте от 37 до 68 лет (средний возраст  $48,3 \pm 1,2$  года) в остром периоде ишемического инсульта в бассейне средней мозговой артерии (СМА). Сроки от дебюта инсульта до начала реабилитации составили  $4,6 \pm 1,2$  суток. У всех пациентов были выявлены двигательные нарушения в виде центрального гемипареза, у 34% – чувствительные нарушения по гемитипу, у 25% – вестибулоатактический синдром.

Исключались пациенты с выраженной гипертензией (АД выше 160/100 мм рт.ст.) и гипотензией (АД ниже 90/60 мм рт.ст.), тяжелым общим состоянием (NIHSS > 16 баллов), нарушением сердечного ритма и наличием электрокардиостимулятора, гемодинамически значимыми стенозами (стеноз СМА > 70%), декомпенсированными сопутствующими соматическими заболеваниями, декомпенсированными сосудистыми заболеваниями нижних конечностей, выраженными контрактурами и пролежнями.

Для оценки системной гемодинамики проводилась импедансная кардиография на аппарате Cardioscreen 1000 (Niscom, USA). Метод предназначен для неинвазивных измерений и мониторинга гемодинамических параметров. В основе метода лежит определение синхронизированных с пульсом колебаний объема кровотока в грудной аорте по отношению к изменению электрического сопротивления (импеданса) грудной клетки. Регистрировались систолическое и диастолическое артериальное

давление, ударный объем сердца. Для количественной оценки параметров церебрального кровотока всем пациентам до начала восстановительного лечения и после проведения реабилитационной терапии была проведена ультразвуковая доплерография СМА на стороне поражения. Мониторинг церебрального кровотока проводился всем пациентам во время проведения тренировки на аппаратном комплексе «Erigo». Исследование проводилось на аппарате Viasys фирмы Nicolet (USA) с зондирующей частотой датчика 2 МГц. Определяли максимальную систолическую, конечную диастолическую и среднюю линейную скорость кровотока, а также индексы периферического сосудистого сопротивления (PI, RI).

Статистический анализ полученных данных проводился с использованием пакета статистических программ SPSS 11.0 for Windows. Использовались методы параметрической статистики (при нормальном распределении признаков) и непараметрической статистики (при ненормальном распределении признаков).

Все пациенты были разделены на однородные по возрасту, длительности заболевания, клиническим проявлениям группы: группа 1 (n=55), группа 2 (n=49). Всем больным проводилось комплексное медикаментозное лечение острого периода инсульта и стандартизированное восстановительное лечение (медикаментозная терапия, лечебная физкультура, массаж, механотерапия, роботизированная механотерапия на аппаратном комплексе «Erigo»). Дополнительно больным 1-й (основной) группы во время занятий на системе «Erigo» проводилась функциональная электростимуляция от модуля Motionstim 8 (Medel). Больные 2-й группы получали комплексное лечение без включения в него функциональной стимуляции и являлись группой контроля.

Процедура роботизированной механотерапии проводилась ежедневно от 20 до 30 минут в течение 20 дней. В процессе первых трех занятий осуществлялся пошаговый перевод пациента в вертикальное положение от 10 до 30 градусов при скорости 38–40 шагов в минуту. Нагрузка на нижние конечности была либо пассивной, либо

пассивно-активной. В последующие три занятия больные постепенно переводились в вертикальное положение до 60 градусов при скорости 40–56 шагов в минуту. В последующие 14 занятий пациенты вертикализировались до 80 градусов. Сеансы стимуляции у пациентов основной группы проводились на аппарате Motionstim 8 (Medel). Модуль имеет 6 независимых каналов стимуляции. Каждый канал прикрепляется к: четырехглавой, двуглавой мышцам бедра, икроножной мышце левой и правой нижней конечности, соответственно. Мощность стимуляции варьировалась от 5мА до 100мА. Стимуляция проводилась ежедневно, в течение всего курса реабилитации.

#### Результаты исследования.

На момент начала восстановительной терапии степень пареза нижней конечности у больных, перенесших инсульт, составляла в 1-й группе –  $2,80 \pm 0,21$  балл, во 2-й группе –  $2,79 \pm 0,23$  балла.

При исследовании центральной гемодинамики до начала проведения реабилитационных мероприятий обнаружена умеренная артериальная гипертензия у большинства пациентов двух групп. Только у 4 (8,3%) пациентов АД имело исходно нормальные величины. По литературным данным (Кузнецов А.Н., 2006; Парфенов В.А., Горба-

чева Ф.Е., 2008), повышение АД отмечается у большинства больных в первые дни после инсульта, при этом не только у больных с артериальной гипертензией, но и при исходно нормальном уровне АД [2-3]. Показатели ударного объема были в пределах нормальных значений у пациентов двух групп (табл. 1). Показатели кровотока в пораженной СМА у пациентов обеих групп не выходили за пределы нормальных значений, но были приближены к нижней границе нормы (табл. 2).

Анализ состояния двигательной функции после проведенного лечения показал положительную динамику у пациентов обеих групп постинсультных больных. На 20-й день проведения комплексного медикаментозного и восстановительного лечения отмечалось снижение степени пареза, выраженности чувствительных нарушений и вестибулоатактического синдрома.

На 20-й день проведения реабилитационных мероприятий зафиксировано умеренное снижение АД систолического и диастолического у пациентов 1-й и 2-й групп. Снижение АД является закономерным процессом в патогенезе ишемического инсульта, а также следствием адекватной медикаментозной терапии (табл. 1.) [2-3].

Таблица 1. Изменения показателей центральной гемодинамики до и после курса лечения

Значение	Группа I		Группа II	
	1-е сутки	20-е сутки	1-е сутки	20-е сутки
АД систол. (мм рт.ст.)	$145,5 \pm 7,4$	$136,4 \pm 6,7$	$138,1 \pm 9,2$	$125,0 \pm 9,4$
АД диастол. (мм рт.ст.)	$95,5 \pm 4,2$	$88,5 \pm 4,3$	$87,3 \pm 7,5$	$80,1 \pm 3,4$
Ударный объем (мл)	$65,5 \pm 0,3$	$56,1 \pm 1,1$	$74,1 \pm 5,3$	$72,2 \pm 3,2$

При проведении контрольной доплерографии пораженной СМА в основной 1-й группе после курса восстановительного лечения (20-й день) отмечалось повышение линейной скорости кровотока: максимальная ССК повысилась на 17,3%; конечная ДСК на 15,7%; средняя ЛСК повысилась на 9%. Индекс пульсации снизился на 15,7%, индекс циркуляторного сопротивления снизился на 7,5%.

У пациентов 2-й группы также отмечалось повышение показателей максимальной ССК на 8%; конечной ДСК на 2,5% и средней ЛСК на 5,3% и снижение индекса пульсации на 1,5% и циркуляторного сопротивления на 2,3%, но различия не были статистически достоверны (табл.2.).

Таблица 2. Динамика показателей кровотока в пораженной СМА до и после курса лечения

Показатель	Группа I		Группа II	
	1-е сутки	20-е сутки	1-е сутки	20-е сутки
Мах систолическая скорость кровотока, см/с	$82,3 \pm 6,1$	$105,6 \pm 2,3^*$	$80,6 \pm 4,1$	$91,7 \pm 5,2$
Конечная диастолическая скорость кровотока, см/с	$35,0 \pm 5,0$	$48,3 \pm 3,2$	$37,4 \pm 0,3$	$38,7 \pm 3,4$
Средняя линейная скорость кровотока, см/с	$56,0 \pm 2,8$	$69,6 \pm 5,8^*$	$59,1 \pm 3,7$	$62,2 \pm 2,1$
Индекс пульсации PI	$0,81 \pm 0,12$	$0,70 \pm 0,21^*$	$0,79 \pm 0,01$	$0,80 \pm 0,13$
Индекс циркуляторного сопротивления RI	$0,66 \pm 0,02$	$0,59 \pm 0,07$	$0,71 \pm 0,01$	$0,67 \pm 0,03$

\* – различия между группами достоверны со значением  $p < 0,05$

Во время проведения процедуры роботизированной механотерапии у пациентов обеих групп не выявлено выраженных и стойких изменений показателей системной гемодинамики. Во время занятия артериальное давление не достигало критических значений (АД систолическое не выше 160 мм рт. ст., АД диастолическое не ниже 80 мм рт. ст.) (рис.1, 2). Ни у одного из пациентов двух групп при вертикализации не было зафиксировано ортостатических реакций. Необходимо заметить, что у пациентов 1-й группы при сочетанном применении роботизированной механотерапии и ФЭС отмечалось незначительное снижение АД систолического (не более 30% от исходного уровня) с последующим нарастанием до исходного уровня и умеренным повышением во время вертикализации. Можно предположить, что это является результатом электромиостимуляции, усиления кровотока в нижних конечностях и перераспределением объема циркулирующей крови. Подобные результаты были получены в исследовании Chi L., Masani K., Miyatani M. (Канада, 2010г.) [6].

При изучении показателей церебральной гемодинамики у пациентов 2-й группы во время сеанса роботизированной механотерапии было зафиксировано кратковременное снижение линейной скорости кровотока на 1-й минуте вертикализации с последующим нарастанием до исходных величин и стойким повышением во время вертикализации (рис. 2). Снижение линейной скорости церебрального кровотока было кратковременным и, вероятно, связано с рефлекторным снижением церебрального сосудистого сопротивления. Последующее повышение линейной скорости кровотока коррелировало с повышением систолического и диастолического артериального давления.

У пациентов 1-й группы при сочетанном применении роботизированной механотерапии и ФЭС отмечалось повышение ССК не более 35% от исходного уровня (рис. 1) и последующие незначительные колебания ССК в процессе тренировки. Повышение линейной скорости кровотока может быть следствием усиленной афферентации, по-

ступающей с нижних конечностей в процессе их целенаправленной тренировки с сочетанием ФЭС [ 9].

**Отдаленные результаты.** Через 3 месяца мы оценили степень изменений в двигательной сфере у 37 пациентов (22 мужчины и 15 женщин), что составило 36% от первоначального количества больных, включенных в исследование. Оценка состояния двигательной функции больных включала в себя: клинический неврологический осмотр; шестибалльную шкалу мышечной силы, индекс ходьбы Хаузера. Количество пациентов из 1-й группы составило 18 человек, из второй – 19. На момент повторной госпитализации терапии у больных 1-й группы отмечалось дальнейшее уменьшение степени пареза, с  $2,80 \pm 0,21$  балла до  $3,18 \pm 0,21$  балла. Во второй группе также отмечалась положительная динамика, однако она была менее выражена: степень пареза нижней конечности у больных во 2-й группе уменьшилась с  $2,79 \pm 0,23$  балла до  $2,91 \pm 0,23$  балла.

При включении функциональной электростимуляции в программу ранней реабилитации мы отмечали более эффективное восстановление функции передвижения по индексу ходьбы Хаузера. Из 18 человек первой группы – 4 больных относились к категории 6 и 6 больных – к категории 5, 5 – к категории 4, и 3 – к третьей. Пациенты 2 группы – 19 больных, – состояние двигательной функции у 2 пациентов соответствовало седьмой градации, 4 больных – шестой. Шесть человек относились к категории 5 и 6 – к категории 4 индекса ходьбы Хаузера.

Таким образом, применение функциональной электростимуляции в остром периоде полушарного ишемического инсульта улучшает восстановление функции движения в отдаленном периоде более эффективно, чем традиционная роботизированная кинезотерапия.

**Заключение.**

Функциональная электростимуляция (ФЭС) нейромышечного аппарата является высокоэффективным способом коррекции двигательных нарушений у пациентов с поражением центральной нервной системы. Существует два различных варианта ФЭС: изометрическая ФЭС – проводится в покое и динамическая ФЭС – проводится в процессе тренировки на циклических тренажерах и роботизированных комплексах, имитирующих физиологический паттерн ходьбы.

В нашем исследовании динамическая ФЭС проводилась одновременно с вертикализацией пациента на аппаратном комплексе «Erigo». В процессе проведения работы была установлена большая эффективность сочетанного применения роботизированной механотерапии и ФЭС в отношении восстановления мышечной силы в паретичной конечности по сравнению со стандартным курсом реабилитации. После окончания курса восстановительного лечения не выявлено выраженных и стойких изменений показателей центральной гемодинамики у пациентов двух групп, что свидетельствует о безопасности применения метода, что подтверждает проведенные ранее исследования [7–8].

По данным транскраниальной доплерографии, на 20-й день реабилитационных мероприятий отмечалось повышение линейной скорости кровотока и снижение индексов периферического сосудистого сопротивления у пациентов двух групп, но статистически достоверными эти отличия были у пациентов 1-ой группы. Таким образом, сочетанное применение роботизированной механотерапии и динамической ФЭС оказывает позитивное воздействие на церебральный кровоток.

Мониторинг церебрального кровотока во время сеанса роботизированной механотерапии у пациентов 2-й группы выявил снижение ЛСК на 1-й минуте вертикализации менее 10% от исходного уровня и усиление кровотока во время вертикализации. У пациентов 2-й группы не было выявлено значительного усиления кровотока во время вертикализации, но не было зарегистрировано снижения ЛСК на 1-й минуте вертикализации. Таким образом, сочетанное применение аппаратного комплекса «Erigo» и ФЭС является безопасным для церебрального кровотока и риск развития ортостатических реакций значительно меньше, чем при вертикализации на аппаратном комплексе «Erigo». Отдаленные результаты показали, что применение функциональной электростимуляции в остром периоде полушарного ишемического инсульта улучшает восстановление функции движения в течение последующих 3 месяцев более эффективно, чем традиционная роботизированная кинезотерапия.

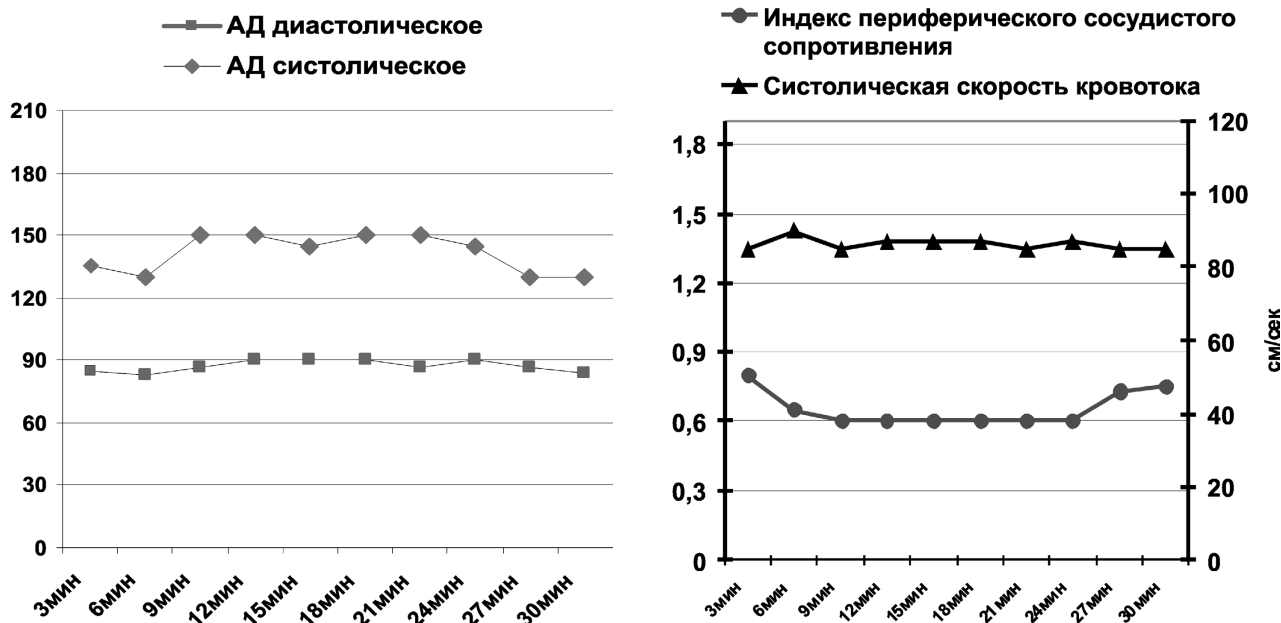


Рис.1. Изменения показателей центральной и церебральной гемодинамики во время сеанса роботизированной механотерапии сочетанной с электростимуляцией у пациентов 1-й группы

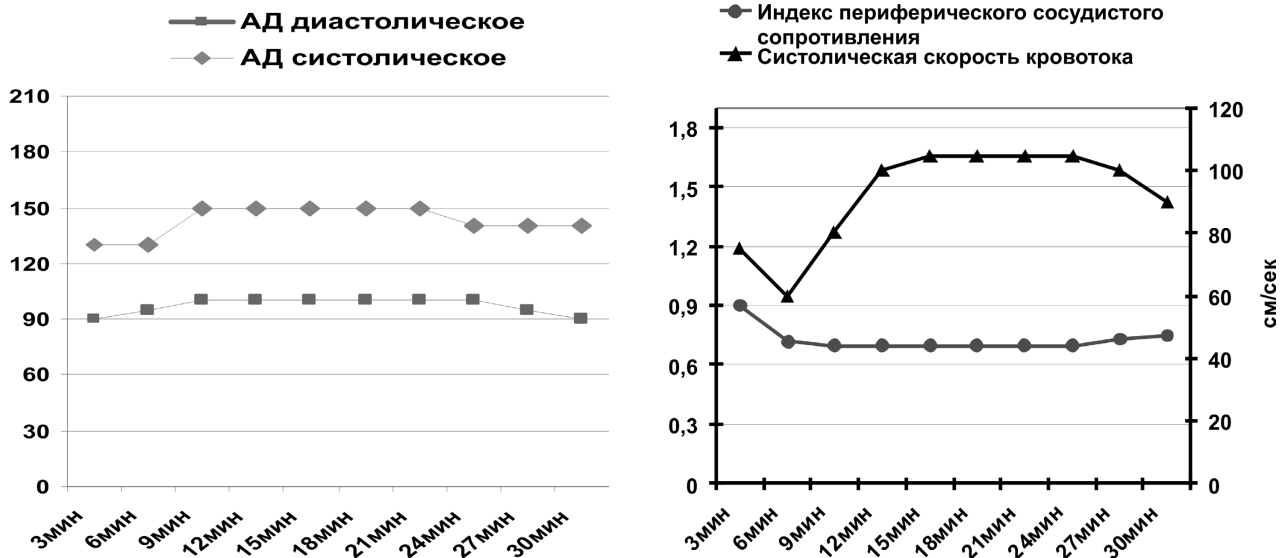


Рис. 2. Изменения показателей центральной и церебральной гемодинамики во время сеанса роботизированной механотерапии у пациентов 2-й группы

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбешко Г. А., Кочетков А. В., Усольцева Н. И. Сочетанное применение ФПЭС и реабилитационного велотренажера у пациентов с ПСМТ // Медицинский алфавит. – 2008. – № 1. – С. 6–7.
2. Кузнецов А.Н. Лечение инсульта в Пироговском центре // Вестник Национального медико-хирургического центра имени Н.И. Пирогова. – 2006. – № 1. – С. 63–65
3. Кузнецов А.Н. Коррекция артериального давления в остром периоде инсульта // Актуальные вопросы болезней сердца и сосудов. – 2006. – Т.1. – № 3. – С. 14–16.
4. Реабилитация неврологических больных / А.С.Кадыков, Л.А.Черникова, Н.В.Шахпаронова. – М.: МЕДпресс-информ, 2008. – 560 с.: ил.
5. Черникова Л.А., Демидова А.Е., Домашенко М.А. Эффект применения роботизированных устройств («Эриго» и «Локомот») в ранние сроки после ишемического инсульта // Вестник восстановительной медицины. 2008; 5: 73–75.
6. Chi L., Masani K., Miyatani M., Thrasher A. T. Cardiovascular response to functional electrical stimulation and dynamic tilt table to improve orthostatic tolerance. // J. Electromyogr. Kinesiol. – 2008. – Vol. 12. – №. 6. – P. 900–907.
7. Luther M.S., Krewer C., Myller F., Koenig E. Comparison of orthostatic reactions of patients still unconscious within the first three months of brain injury on a tilt table with and without integrated stepping. // Clinical Rehabilitation. – 2008. – Vol. 22. – № 12. – P. 34–41.
8. Luther M.S., Krewer C., Myller F., Koenig E. Orthostatic circulatory disorders in early neurorehabilitation: A case report and management overview. // Brain Injury. – 2007. – Vol. 21. – № 7. – P. 763–767.
9. Wieser M., Haefeli J., Bütler L., Jdncke L., Riener R., Koeneke S. Temporal and spatial patterns of cortical activation during assisted lower limb movement. // Experimental Brain Research. – 2010. – Vol. 203. – N.1. – P. 181–191.

#### АННОТАЦИЯ

Проведена оценка эффективности и безопасности метода функциональной электростимуляции во время занятий на аппаратном комплексе «Erigo» у пациентов с гемипарезом в остром периоде ишемического инсульта. Определено влияние функциональной стимуляции (ФЭС), синхронизированной с роботизированным восстановлением ходьбы, на степень регресса двигательного дефицита после курса терапии и в отдаленном периоде (через 3 месяца), а также на показатели системной и церебральной гемодинамики.

**Ключевые слова:** ишемический инсульт, ранняя реабилитация, вертикализация, функциональная электростимуляция, системная и церебральная гемодинамика.

#### ANNOTATION

An assessment of the effectiveness and safety of the method of functional electrical stimulation during the sessions at the hardware complex “Erigo” in patients with right in acute stage of ischemic stroke. Determined the impact of functional stimulation (FES), synchronized with a robotic restoration of walking on the recourse of the motor deficit after the course of therapy and in distant period (3 months), as well as on systemic and cerebral hemodynamics.

**Keywords:** ischemic stroke, early rehabilitation, verticality, functional electrical stimulation, and cerebral hemodynamics.

#### Контакты

**Даминов Вадим Дамирович.** Служебный адрес: 105203, Москва, Нижняя Первомайская, 70; служебный тел.: 8 (495) 464-23-54. e-mail – daminov07@mail.ru.

**Канкулова Елена Ануаровна.** Служебный адрес: 105203, Москва, Нижняя Первомайская, 70.