

## **ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ ГИПОТЕРМИИ НА ВЕЛИЧИНУ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ТОЧЕК У ОРТОПЕДО-ТРАВМАТОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ, СПОРТСМЕНОВ И ЗДОРОВЫХ НЕ ТРЕНИРУЮЩИХСЯ ЮНОШЕЙ**

**Ерохин А.Н., Попков А.В.**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган (640014, Курган, ул. М. Ульяновой 6; e-mail: alexnico59@yandex.ru)*

Исследована динамика электрического потенциала под влиянием гипотермической пробы в шести биологически активных точках (БАТ) на руках у 10-ти больных в возрасте от 17 до 30 лет с односторонним посттравматическим укорочением нижней конечности слева на 3–4 см и 30-ти практически здоровых юношей в возрасте от 18 до 23 лет, из них 15 спортсменов высокой квалификации (не ниже первого разряда) и 15 человек не занимающихся спортом. У больных зарегистрирован сравнительно высокий потенциал БАТ в покое, что свидетельствует о выраженном напряжении гомеостатических механизмов вследствие ортопедического вмешательства. Выявлено статистически достоверное увеличение электрического потенциала в большинстве БАТ у высококвалифицированных спортсменов под влиянием термического фактора, что свидетельствует о высокой готовности вегетативной нервной системы к обеспечению возрастающих энергообменных потребностей в условиях внешнего возмущения и угрозы нарушения системного гомеостаза. У нетренирующихся лиц выявленная динамика отражает низкий уровень функциональной готовности организма к возмущающим воздействиям внешней среды и значительную инертность вегетативной нервной системы в отношении ликвидации последствий нарушения гомеостаза. У больных локальная гипотермия вызывает дополнительное напряжение гомеостатических механизмов, что выражается в виде асимметричного прироста величины потенциала БАТ, что свидетельствует о пограничном состоянии системного гомеостаза организма, выраженное напряжение составляющих элементов которого направлено на ликвидацию последствий ортопедического вмешательства.

Ключевые слова: биологически активные точки, электрический потенциал, системный гомеостаз.

## **THE EFFECT OF LOCAL HYPOTHERMIA ON THE AMOUNT OF ELECTRICAL POTENTIAL OF THE BIOLOGICALLY ACTIVE POINTS IN TRAUMA-ORTHOPAEDICS PATIENTS, SPORTSMEN AND HEALTHY YOUNG INDIVIDUALS NOT GOING FOR SPORTS**

**Yerokhin A.N., Popkov A.V.**

*Federal State Budgetary Institution Russian Ilizarov Scientific Center “Restorative Traumatology and Orthopaedics”, Ministry of Health of Russia, Kurgan (640014, Kurgan, M. Ulianova str.,6; e-mail: alexnico59@yandex.ru)*

We studied the dynamics of electrical potential under impact hypothermal test at six biologically active points (BAP) in hands of 10 patients aged from 17 to 30 years with unilateral 3–4 cm post-traumatic shortening of the left lower limb and in 30 practically healthy young men aged from 18 to 23 years including 15 sportsmen of high qualification (not less than 1<sup>st</sup> degree) and 15 individuals not going for sports. Comparatively high potential of BAP in rest was registered in the patients witnessing marked tension of homeostatic mechanisms due to orthopedic intervention. Statistically true increase of electrical potential in most of the BAP was revealed highly qualified sportsmen under effect of thermal factor certifying high readiness of vegetative nerve system to provide increasing energy-exchanged needs in conditions of external disturbance and homeostatic threat. The dynamics in non-trained individuals reflects low level of functional readiness of the body to disturbance of the environment and considerable inactivity of the vegetative nerve system regarding elimination of homeostatic disorder consequences. In the patients the local hypothermia causes additional stress of homeostatic mechanisms that is expressed in asymmetric growth of BAP potential indicating the boundary condition of systemic homeostasis of the body and the marked stress of its composition elements is aimed at elimination of consequences of orthopedic intervention.

Keywords: biologically active points, electrical potential, systemic homeostasis.

В настоящее время в медицине применяются диагностические тесты, основанные на измерении биофизических характеристик акупунктурных точек. Так, выявление частотно-резонансных откликов на эталонные спектральные тесты по изменению электропроводности микрозон кожного покрова составляет основу вегетативно-резонансного теста, который целесообразно использовать для раннего выявления функциональных нарушений в режиме экспресс-диагностического обследования [3]. Обосновывается возможность практического применения термпунктурного мониторинга функционального состояния больных с синдромом слабости синусового узла [2]. Разработан и внедрен в практику метод аурикулярной диагностики «БИОРЕПЕР», основанный на представлениях о биоэлектромагнитном гомеостазе, позволяющий диагностировать ранние доклинические стадии функциональных нарушений [1]. На основе традиционных подходов в акупунктуре разрабатываются устройства и компьютерные программы для электродермального скрининга [6]. Разрабатываются принципиально новые методы детекции акупунктурных точек, сочетающие измерение импеданса и фильтрацию фазной поличастотной составляющей биоэлектрического потенциала акупунктурной точки [7]. Вышеперечисленное свидетельствует о том, что в акупунктурной диагностике продолжается поиск новых подходов к определению возможностей данного вида диагностики в определении особенностей функционального состояния организма человека. Таким образом, целью нашего исследования явилось определение динамики электрического потенциала акупунктурных точек у ортопедо-травматологических больных, здоровых нетренирующихся юношей и спортсменов при гипотермической пробе.

### **Материал и методы**

Обследовано 10 больных в возрасте от 17 до 30 лет с односторонним посттравматическим укорочением нижней конечности слева на 3–4 см. По времени обследование соответствовало периоду фиксации (первые 2 недели) после ликвидации укорочения. Для сравнения исследовали 30 практически здоровых юношей в возрасте от 18 до 23 лет, из них 15 спортсменов высокой квалификации (не ниже первого разряда) и 15 человек, не занимающихся спортом. Для исследования были выбраны 6 биологически активных точек (БАТ): LI4, LI1, PC9, TE1, HT9, SI1 расположенные на пальцах рук справа и слева [5]. Биоэлектрический потенциал измеряли посредством мультиметра ВМ 518 с погрешностью измерения + 5 % от полного отклонения в пределах 300 мкВ-1 мВ и +2,5 % от полного отклонения в пределах 3 мВ-300 В и неполяризуемых хлорсеребряных электродов до и после гипотермического воздействия. Гипотермическое воздействие осуществляли следующим образом: в состоянии покоя испытуемым к внутренней

поверхности левого плеча прикладывали колбу с водой ( $t=0$  град. С) в течение 1 минуты. Электрический потенциал в акупунктурных точках регистрировали до и после гипотермии. Вычисляли среднюю, стандартное отклонение и ошибку средней. Статистическую обработку фактических данных проводили посредством парных и непарных критериев: непараметрического критерия Вилкоксона и параметрического t-критерия Стьюдента [4]. Для определения нормальности распределения характеристик в выборках использовали критерий Шапиро – Уилка. При сравнении двух выборок нулевую гипотезу отвергали при уровне значимости критерия  $p \leq 0,05$ . Использовали возможности программного обеспечения Microsoft Office Excell 2007 и программы AtteStat, версия 13.1.

### **Результаты и их обсуждение**

Анализ показал, что до гипотермии величина электрического потенциала БАТ у здоровых испытуемых не имеет статистически достоверных отличий (t-критерий Стьюдента). Кроме того, у здоровых величина потенциала БАТ характеризовалась симметричностью справа и слева (таб.1). В отличие от этого, потенциал БАТ у больных был резко асимметричен, причем на стороне удлинения регистрировалось снижение, а на контрлатеральной – увеличение. В сравнении с потенциалом БАТ спортсменов и нетренирующихся данные, зарегистрированные у больных, имели статистически достоверное отличие слева (сторона соответствующая удлиненной конечности) (таб. 1).

После локальной гипотермии потенциал БАТ у спортсменов увеличился практически по всем пунктам, а у здоровых нетренирующихся имел разнонаправленные изменения (таб. 2). У больных в отдельных локусах также отмечалось увеличение потенциала БАТ, превышающее по значению таковое у спортсменов (таб. 2). На стороне удлинения также регистрировалось увеличение, но меньшее по величине, чем в группе спортсменов.

На наш взгляд, активное смещение электрического потенциала БАТ в сторону увеличения у высококвалифицированных спортсменов под влиянием термического фактора свидетельствует о высокой готовности вегетативной нервной системы к обеспечению возрастающих энергообменных потребностей в условиях внешнего возмущения и угрозы нарушения системного гомеостаза (рис. 1). Напротив, отсутствие подобной динамики потенциала в выборке нетренирующихся лиц отражает низкий уровень функциональной готовности организма к возмущающим воздействиям внешней среды и значительную инертность вегетативной нервной системы в отношении ликвидации последствий нарушения гомеостаза (рис. 1).

Таблица 1

Величина электрического потенциала БАТ в состоянии покоя (мВ)  
(M+m, где M – средняя, m – ошибка средней)

Примечание: жирным шрифтом выделены статистически достоверные различия справа и

Группа	n	LI4		LI1		PC9		TE1		HT9		SII	
		D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
Больные	10	<b>1,2+</b> <b>0,3</b>	<b>0,3+</b> <b>0,1</b>	<b>1,2+</b> <b>0,2</b>	<b>0,5+</b> <b>0,1</b>	<b>0,9+</b> <b>0,2</b>	<b>0,5+</b> <b>0,3</b>	<b>1,2+</b> <b>0,4</b>	<b>0,4+</b> <b>0,1</b>	<b>1,1+</b> <b>0,2</b>	<b>0,4+</b> <b>0,1</b>	<b>1,0+</b> <b>0,2</b>	<b>0,5+</b> <b>0,1</b>
Спортсмены	15	0,9+ 0,1	1,0+ 0,2	0,8+ 0,1	0,9+ 0,1	1,0+ 0,1	1,0+ 0,1	0,7+ 0,1	0,8+ 0,1	0,8+ 0,1	0,8+ 0,1	0,8+ 0,1	0,9+ 0,1
Нетренирующиеся	15	0,8+ 0,1	0,9+ 0,1	0,6+ 0,1	0,7+ 0,1	1,1+ 0,1	1,2+ 0,1	0,7+ 0,1	0,7+ 0,1	0,7+ 0,1	0,8+ 0,1	0,7+ 0,1	0,8+ 0,1

слева,  $p < 0,05$ .

Таблица 2

Величина электрического потенциала БАТ после локальной гипотермии (мВ)  
(M+m, где M – средняя, m – ошибка средней)

Группа	n	LI4		LI1		PC9		TE1		HT9		SII	
		D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
Больные	10	<b>3,4+</b> <b>0,9</b>	<b>0,8+</b> <b>0,3</b>	<b>1,8+</b> <b>0,4</b>	<b>0,7+</b> <b>0,2</b>	<b>1,3+</b> <b>0,2</b>	<b>0,5+</b> <b>0,1</b>	<b>2,6+</b> <b>1,1</b>	<b>0,5+</b> <b>0,2</b>	<b>2,3+</b> <b>0,7</b>	<b>0,7+</b> <b>0,4</b>	<b>1,3+</b> <b>0,5</b>	<b>0,7+</b> <b>0,4</b>
Спортсмены	15	1,5+ 0,1	1,4+ 1,2	1,3+ 0,1	1,0+ 0,1	1,5+ 0,1	1,4+ 0,1	1,2+ 0,1	1,2+ 0,1	1,1+ 0,1	0,9+ 0,1	1,3+ 0,1	1,1+ 0,1
Нетренирующиеся	15	0,9+ 0,1	0,8+ 0,1	0,9+ 0,1	0,7+ 0,1	0,8+ 0,1	0,9+ 0,1	0,7+ 0,1	0,7+ 0,1	0,8+ 0,1	0,6+ 0,1	0,8+ 0,1	0,8+ 0,1

Примечание: жирным шрифтом выделены статистически достоверные различия справа и слева,  $p < 0,05$ .

У больных сравнительно высокий потенциал БАТ в покое свидетельствует о выраженном напряжении гомеостатических механизмов, вследствие ортопедического вмешательства. При этом асимметричность потенциала отражает степень функционального напряжения гомеостатических механизмов, включая в первую очередь трофотропную функцию вегетативной нервной системы. Локальная гипотермия вызывает дополнительное напряжение гомеостатических механизмов, что выражается в виде прироста величины потенциала БАТ. При этом асимметричность прироста свидетельствует о пограничном состоянии системного гомеостаза организма (рис.1).

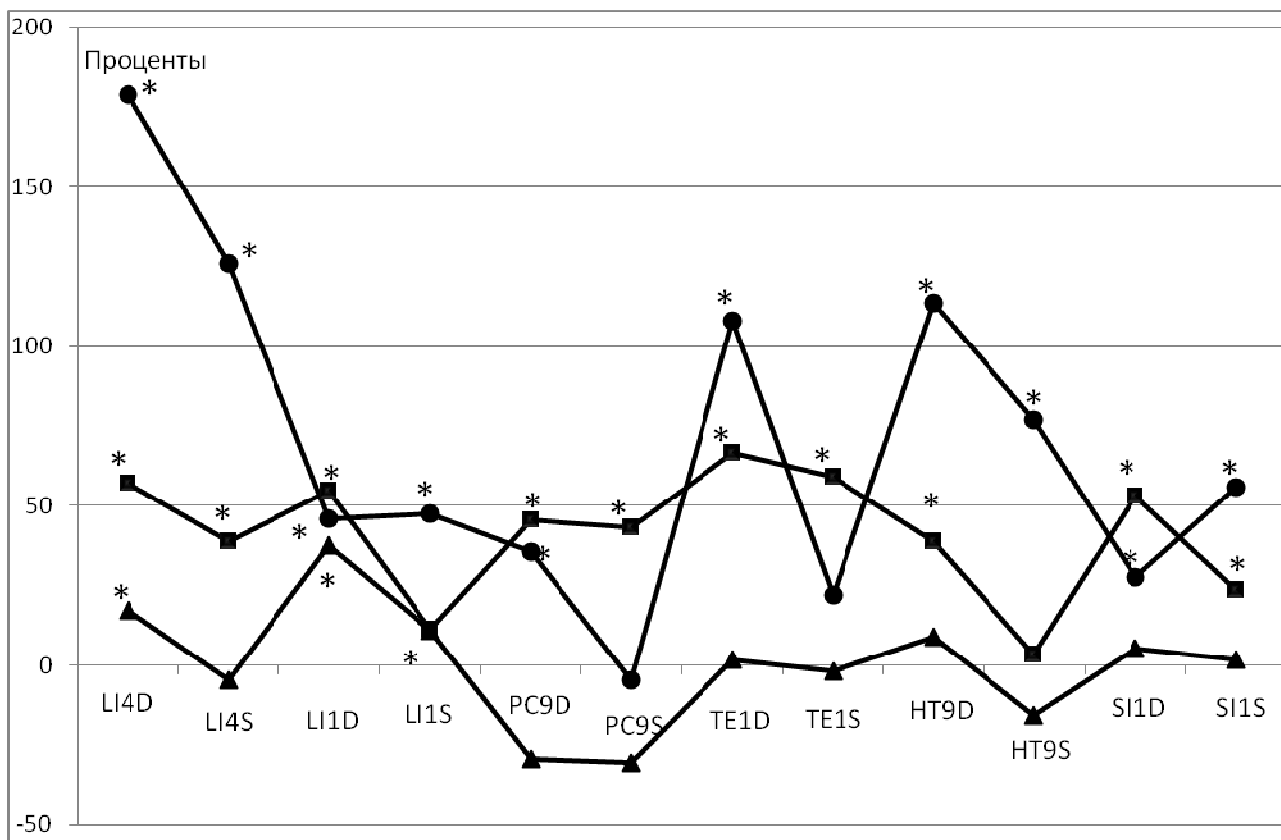
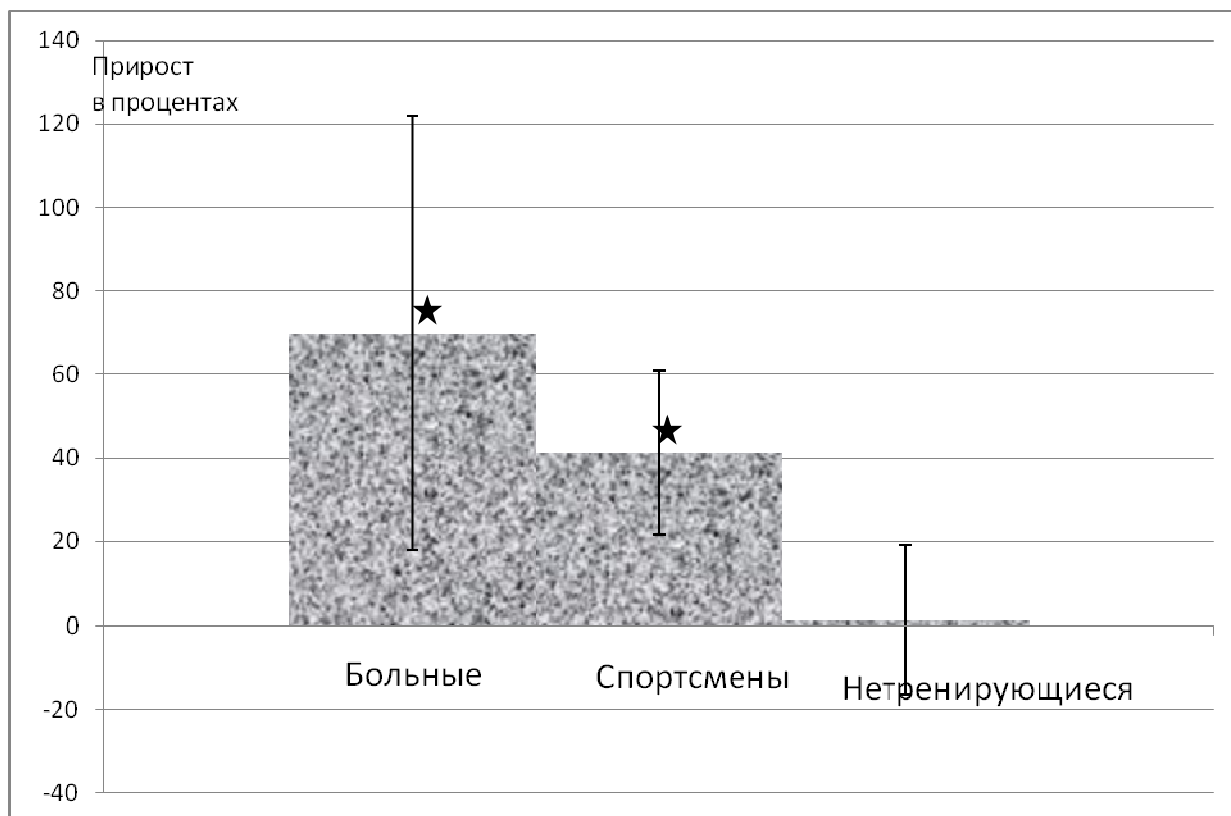


Рис. 1. Средняя прироста в процентах электрического потенциала в БАТ после локальной гипотермии у спортсменов ( $n=15$ ) – кривая с прямоугольным маркером, нетренирующихся юношей ( $n=15$ ) – кривая с треугольным маркером и ортопедо-травматологических больных ( $n=10$ ) – кривая с круглым маркером (звездочками обозначены статистически достоверные различия с величиной потенциала до гипотермии,  $p<0,05$ ; на оси ординат – проценты, на оси абсцисс – обозначения БАТ по международной классификации, D- справа, S – слева).

### Заключение

Таким образом, активное смещение электрического потенциала БАТ в сторону увеличения у высококвалифицированных спортсменов под влиянием термического фактора свидетельствует о высокой готовности вегетативной нервной системы к обеспечению возрастающих энергообменных потребностей в условиях внешнего возмущения и угрозы нарушения системного гомеостаза. У нетренирующихся лиц выявленная динамика отражает низкий уровень функциональной готовности организма к возмущающим воздействиям внешней среды и значительную инертность вегетативной нервной системы в отношении ликвидации последствий нарушения гомеостаза.



*Рис.2. Средняя суммарного прироста величины электрического потенциала в процентах по всем биологически активным точкам после гипотермии ( $M+\sigma$ ) (парный t-критерий Стьюдента, звездочками обозначены достоверные различия прироста, при  $p < 0,05$ )*

У больных сравнительно высокий потенциал БАТ в покое свидетельствует о выраженном напряжении гомеостатических механизмов вследствие ортопедического вмешательства. Асимметричность потенциала отражает степень функционального напряжения гомеостатических механизмов, включая в первую очередь трофотропную функцию вегетативной нервной системы. Локальная гипотермия вызывает дополнительное напряжение гомеостатических механизмов, что выражается в виде прироста величины потенциала БАТ. Асимметричность прироста свидетельствует о пограничном состоянии системного гомеостаза организма, выраженное напряжение составляющих элементов которого направлено на ликвидацию последствий ортопедического вмешательства. Данное положение ярко иллюстрирует средняя суммарного прироста у испытуемых величины электрического потенциала по всем БАТ после локальной гипотермии (рис.2).

### Список литературы

1. Василенко А.М. Классификация методов рефлекторной диагностики и терапии [Электронный ресурс] сайт. – URL:

[http://www.teletest.ru/lectures/v02f220661dfb9fd9366971d976a9f80f94\\_/02.pdf](http://www.teletest.ru/lectures/v02f220661dfb9fd9366971d976a9f80f94_/02.pdf)) (дата обращения 12.05.15).

2. Мужиков В.Г. Возможности термопунктурного мониторинга больных с синдромом слабости синусового узла // Рефлексотерапия. – 2008. – № 3-4. – С. 16-20.
3. Петраш В.В. и соавт. Вегетативный резонансный тест – диагностическая информативность / В.В. Петраш, Л.В. Ильина, А.В. Червинская и др. // Профилактическая и клиническая медицина. – 2011. – № 4 (41). – С. 56-60.
4. Петри А., Сэбин К. Наглядная статистика в медицине / пер. с англ. В.П. Леонова. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2003. – С. 52-54.
5. Табеева Д.М. Практическое руководство по иглорефлексотерапии: учебн. пособие. – М.: МЕДпресс, 2001. – 456 с.
6. Fico T, Duchon F, Dubravsky J. Hardware and software realization of ESDS for acupuncture research and practice // IEEE J Biomed Health Inform. 2014 Jul;18(4):1207-13. doi: 10.1109/JBHI.2013.2285729. Epub. 2013 Oct. 17.
7. Park HD, Song MH, Myoung HS, Lee KJ. A new acupuncture point detection using the impedance measurement system based on ANF and phase-space-method // Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2007; 2007:2572-4.

**Рецензенты:**

Речкалов А.В., д.б.н., профессор, проректор по научной работе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Курганский государственный университет», г. Курган;

Сайфутдинов М.С., д.б.н., ФГБУ РНЦ «ВТО» им. ак. Г.А. Илизарова Минздрава России, г. Курган.