

УДК 612.395

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ
ЭНТРОПИИ КОЛЕБАНИЙ
СВЕРХМЕДЛЕННЫХ БИОПОТЕНЦИАЛОВ**

Зыбин Константин Дмитриевич – к.м.н.
*ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2»,
Краснодар, Россия*

В статье представлены результаты изучения физиологической значимости энтропии сверхмедленных биопотенциалов.

Ключевые слова: МЕТАБОЛИЗМ, ЭНТРОПИЯ,
НУТРИЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА

UDC 612.395

**PHYSIOLOGIC SIGNIFICANCE
OF ENTROPY OF SUPER-SLOW
BIOPOTENTIALS OSCILLATIONS**

Zybin Konstantin Dmitrievich – MD
*SBIHC «Region clinic hospital Nr 2»,
Krasnodar, Russia*

The study presents the results of the study of physiologic significance of entropy of super-slow bio-potentials.

Key words: METABOLISM, ENTROPY,
NUTRITIONAL SUPPORT

В настоящее время накоплен опыт использования методики регистрации сверхмедленных биопотенциалов методом омегаметрии, доказаны связи динамики омега-потенциала, как интегрального показателя функционального состояния организма, с окислительно-восстановительными процессами, энергообменом, гомеостатическими и регуляторными механизмами организма, состоянием компенсаторно-приспособительных возможностей. Однако необходим интегральный подход, упрощающий комплексную оценку состояния сложной биологической системы – человеческого организма. Энтропия биопотенциалов является интегральным показателем, отражающим стационарность, жесткость, устойчивость функционального состояния биологической системы [4, 5, 8].

Цель исследования: определить физиологическую значимость энтропии сверхмедленных биопотенциалов.

Материал и методы

Произведен ретроспективный анализ 48 нутриционных статусов хирургических гастроэнтерологических пациентов в возрасте 55–71 год. Тяжесть состояния по шкале АРАСНЕ III варьировала от 21 до 95 баллов.

В процессе исследования мониторировали показатели водно-электролитного, кислотно-щелочного гомеостазов, гемодинамики, эндогенной интоксикации. Осуществлялась также оценка питательного статуса антропометрическими и лабораторными методами, проводился расчет потребностей энергии и нутриентов согласно приказу № 330 от 05.08.2003 [11]. Кроме того, проводился мониторинг изменений сверхмедленных физиологических процессов (СМФП) по устойчивой составляющей – постоянному потенциалу (ПП) милливольтового диапазона, который характеризуется устойчивостью во времени (от 1–2 мин до десятков минут и часов), его изменения проявляются в виде плавных или скачкообразных сдвигов разной интенсивности [4–10, 12].

Постоянный потенциал регистрировали методом омегаметрии в отведении «лоб-тенар» неполяризующимися жидкостными хлорсеребряными электродами типа ЭВЛ-1 МЗ, исключая влияние поляризационных эффектов на измеряемые показатели биопотенциалов.

Согласно литературным данным сверхмедленные биопотенциалы в отведении от поверхности головы и тела (лоб-тенар) являются универсальным, интегральным базовым показателем, позволяющим в количественном выражении дифференцировать уровни бодрствования, стрессовую устойчивость организма, определять компенсаторно-приспособительные возможности основных регуляторных систем и резервы их компенсации, т. е. интегральным показателем функционального состояния организма в целом.

По данным ПП были выделены три группы: первая группа – от -26 до -60 мВ ($n = 26$); вторая группа – от -15 до -25 мВ ($n = 12$); третья группа – от 20 до -14 мВ ($n = 10$).

В этом исследовании энтропия сверхмедленных биопотенциалов была рассчитана по формуле Шеннона [1, 2, 11]:

$$S = - \sum_{i=1}^{200} p_i \cdot \log_2 p_i,$$

где S – энтропия сверхмедленных потенциалов (бит), p_i – вероятность регистрации каждого значения потенциала, \log_2 – двоичный логарифм этой вероятности, 200 – число зарегистрированных значений потенциала за 10 мин измерения с интервалом 3 с.

При статистическом анализе оценка межгрупповых отличий проводилась непараметрическим критерием Крускала – Уоллиса, а оценка связи признаков внутри группы – по коэффициенту корреляции Спирмена.

Результаты и их обсуждение

В ходе проведенного исследования было выявлено, что в первой группе с выраженными негативными значениями ПП и во второй группе с низкими

негативными и позитивными значениями ПП энтропия колебаний сверхмедленных биопотенциалов была достоверно больше по сравнению с энтропией во второй группе с оптимальными значениями ПП.

Первая группа характеризовалась активацией метаболических процессов (гиперкатаболизм), что подтверждается гипергликемией, тенденцией к гипопроteinемии, очень низким абсолютным числом лимфоцитов. В первой группе энтропия биопотенциалов была достоверно выше, по сравнению со второй группой, а также были выявлены сильные корреляционные связи энтропии с показателями нутриционного статуса – положительные с количеством вводимых нутриентов, отрицательные с экскретируемым азотом и суточными энергопотребностями и сильная отрицательная корреляционная связь с усилением негативации ПП. Это свидетельствует о тесной связи энтропии с механизмами компенсации гиперметаболического энергодефицита (таблица 1).

Таблица 1 – Направленность корреляционных связей энтропии с показателями нутриционного статуса

Показатель	Экскреция азота	Общий белок	АЧЛ	ФРЭ	Гликемия	Б:Ж:У	ПП
Значения	22,17 ⁻ г/сут	59,4 г/л	1450	3129,7 ⁻ ккал/сут	9,24 г/л	0,38:0,45:0,94 ⁺ г/кг/сут	-35,3 ⁻ мВ
АЧЛ – абсолютное число лимфоцитов, ФРЭ – фактический расход энергии, Б:Ж:У – соотношение вводимых белков, жиров, углеводов; – отрицательная корреляционная связь, + положительная корреляционная связь.							

Третья группа характеризовалась наличием гипоксического энергодефицита, что подтверждается гипоксемией и выявленной отрицательной корреляционной связью энтропии с PaO_2 . Следствием энергодефицита стала активация механизмов компенсации этого состояния: гипервентиляцией и сдвигом рН в направлении оснований, что подтверждается наличием гипокапнии и сильными положительными корреляционными связями энтропии со значениями рН (таблица 2). Это обуславливает увеличение величины энтропии биопотенциалов в группе с позитивными и низкими негативными значениями ПП.

Таблица 2 – Направленность корреляционных связей энтропии с показателями кислотно-основного состояния и газового гомеостаза

Показатель	pH	PaO ₂	PaCO ₂
Значения	7,44 ⁺	72 ⁻	33,7 ⁻
– отрицательная корреляционная связь, + положительная корреляционная связь.			

Вторая группа характеризовалась сбалансированностью процессов катаболизма-анаболизма, что подтверждается достаточно адекватными показателями нутриционного статуса, низкой величиной энтропии. В этой группе отсутствовали какие-либо корреляционные зависимости.

Резюме

Нарушение сопряженности катаболических и анаболических процессов, которое проявляется либо в чрезмерной интенсификации катаболических процессов (характерно для гиперметаболического энергодефицита) (первая группа), либо в угнетении анаболических процессов (характерно для субстратного и/или ферментного энергодефицита) (третья группа) [3]. Это приводит к энергодефицитному состоянию биосистемы, которое выводит ее из стационарного состояния, что способствует возрастанию величины энтропии, характеризующей активацию адаптационных и приспособительных механизмов. Неинвазивный мониторинг функционального состояния организма методом определения ПП позволяет оптимизировать проводимую интенсивную терапию путем контроля функционального состояния метаболизма и своевременно изменять тактику лечения, следовательно, нутриционной поддержки.

На основании полученных данных пришли к выводу, что снижение величины энтропии при высоких и низких негативных значениях ПП является признаком декомпенсации состояния пациентов.

Список литературы

1. *Волькенштейн М. В.* Энтропия и информация / М. В. Волькенштейн. – М.: Наука, 2006.
2. *Габидулин Э. М.* Лекции по теории информации / Э. М. Габидулин, Н. И. Пилипчук. – М.: МФТИ, 2007. – С. 16–214.
3. *Ефуни С. Н.* Гипоксические состояния и их классификация / С. Н. Ефуни, В. А. Шпектор // *Анестезиология и реаниматология.* – 1986. – № 2. – С. 3–12.
4. *Заболотских И. Б.* Интегрирующая роль сверхмедленных физиологических процессов в механизмах внутри- и межсистемных взаимоотношений в норме и патологии / И. Б. Заболотских // *Кубанский научный медицинский вестник.* – 1997. – № 1–3. – С. 26–29.
5. *Заболотских И. Б.* Сверхмедленные физиологические процессы в комплексных исследованиях нормальных, компенсированных и декомпенсированных патологических состояний человека : автореф. дис. ... канд. мед. наук / И. Б. Заболотских. – Л., 1988. – 19 с.
6. *Заболотских И. Б.* Сверхмедленные физиологические процессы: новое направление в оценке патологических состояний / И. Б. Заболотских, В. А. Илюхина // *Вестник интенсивной терапии.* – 1997. – № 1–2. – С. 43–48.
7. *Заболотских И. Б.* Омегаметрия в оптимизации анестезиологического обеспечения длительных операций в брюшнополостной хирургии / И. Б. Заболотских, Ю. П. Малышев // *Кубанский научный медицинский вестник.* – 1997. – № 1–3. С. 52–61.
8. *Заболотских И. Б.* Сверхмедленные биопотенциалы как способ экспресс-диагностики типа энергодифицита у реанимационных больных / И. Б. Заболотских, К. Д. Зыбин, А. Н. Курзанов, Т. С. Мусаева // *Кубанский научный медицинский вестник.* – 2009. – № 1 (106). – С. 37–42.
9. *Заболотских И. Б.* Сверхмедленные физиологические процессы в оценке состояния вегетативной регуляции функций у здоровых лиц / И. Б. Заболотских, В. А. Илюхина, С. В. Черноусов // *Кубанский научный медицинский вестник.* – 1997. – № 1–3. – С. 29–35.
10. *Заболотских И. Б.* Метаболический профиль сверхмедленных физиологических процессов у больных с язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки в условиях стрессорного воздействия / И. Б. Заболотских, В. А. Илюхина, А. Е. Мурунов // *Вестник интенсивной терапии.* – 2000. – № 5–6. С. 18–21.
11. *Лидовский В. В.* Теория информации: учеб. пособие / В. В. Лидовский. – М.: МАТИ, 2002. – 120 с.
12. Парентеральное и энтеральное питание. Национальное руководство / под ред. М. Ш. Хубутя, Т. С. Поповой, А. И. Салтанова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 800 с.
13. *Судаков К. В.* Нормальная физиология: курс физиологии функциональных систем / К. В. Судаков. – М., 1999. – 718 с.