



Репринт: <http://www.medlinks.ru/article.php?sid=21449>

Раздел: [Неврология и нейрохирургия](#) | Опубликовано 05-07-2005

ОСОБЕННОСТИ ДЕКАСЕКУНДНЫХ БИОРИТМОВ СПИННОГО МОЗГА У БОЛЬНЫХ ПОЯСНИЧНЫМ ОСТЕОХОНДРОЗОМ И ИХ ДИНАМИКА В РЕЗУЛЬТАТЕ ЛЕЧЕНИЯ

Профессор К.Б. Петров, аспирант О.С. Калинина

Государственное образовательное учреждение дополнительного последипломного образования «Новокузнецкий институт усовершенствования врачей» Росздрава, кафедра лечебной физкультуры, физиотерапии и курортологии, г. Новокузнецк, Россия

Резюме. Исследована посекундная динамика Н-рефлекса у больных с неврологическими проявлениями поясничного остеохондроза. Выделено 3 компонента биоритмической активности спинного мозга, близких к аналогичным диапазонам variability ритма сердца. Сделан анализ их динамики относительно нормы и результатов лечения. Обсуждена патофизиология изученного явления.

Ключевые слова: Н-рефлекс, поясничный остеохондроз биоритмы, спинной мозг.

FEATURES TEN-SECOND BIORHYTHMS OF THE SPINAL CORD AT PATIENTS WITH THE LUMBAR OSTEOCHONDROSIS AND THEIR DYNAMICS AS A RESULT OF TREATMENT

K.B. Petrov, O.S. Kalinina

The state educational institution of additional education «Novokuznetsk institute of improvement of doctors» the Russian Federation,

Chair of physiotherapy exercises, physiotherapy and balneology. Novokuznetsk, Russia

The resume. Per second dynamics of a H-reflex at patients with neurologic syndromes of a lumbar osteochondrosis is investigated. It is allocated 3 components of biorhythmic activity of a spinal cord, relatives to similar ranges of variability of a rhythm of heart. The analysis of their dynamics concerning norm and results of treatment is made. The pathological physiology of the investigated phenomenon is discussed.

Key words: H-reflex, lumbar osteochondrosis, biorhythms, spinal cord.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время при решении медико-биологических проблем широко привлекается научная информация о ритмичности биологических процессов.

Биоритмы (БР) - это регулярные количественные и связанные с ними качественные изменения, происходящие на разных уровнях организации живого: молекулярно-генетическом, клеточном, тканевом, органном, организменном, популяционно-биосферном [1]. Обычно в сложном многоклеточном организме установлена иерархия ритмов, синхронизирующихся между собой.

Доказано, что практически все патологические проявления сопровождаются временной дезорганизацией физиологических функций [13], как правило, подобные десинхронозы обусловлены дисбалансом между периодами нескольких взаимосвязанных БР одного уровня [4]. Закономерности биологических ритмов учитывают при профилактике, диагностике и лечении заболеваний [5].

Согласно представлениям В.А. Илюхиной [7], физиологические процессы в отдельных структурных подразделениях головного мозга характеризуются собственными амплитудно-временными характеристиками, иерархически соподчиненными друг с другом и лежащими в частотной полосе от 0 – 0,5 Гц. Аналогичный тип ритмической организации был обнаружен во внутренних органах (сердце, лёгкие, печень, почки), мышцах, коже и в биологически активных точках [8]. Всё это позволяет сформулировать положение об информационной роли флюктуаций декасекундного диапазона в межорганных и межсистемных взаимодействиях [6]

В настоящее время наиболее изучены и широко применяются в клинике показатели вариабельности ритма сердца (ВРС) [29, 32]. В 1996 г. рабочая группа Европейского кардиологического общества и Североамериканского общества стимуляции и электрофизиологии предложила рекомендации по анализу и интерпретации ВРС с подразделением их на частотные диапазоны [32]: HF (high frequency) - 0,18 – 0,5 Гц; LF (low frequency) - 0,04 - 0,17 Гц; VLF (very low frequency) - 0,0033 - 0,07 Гц и ULF (ultra low frequency) – менее 0,0033 Гц [29].

Высокочастотные гармоники (HF) отражают состояние периферической нервной системы и характеризуют вагоинсулярные влияния. Ритмы низкой частоты (LF) связаны с сегментарным уровнем нервной регуляции и сосудисто-гемодинамическими процессами. Отношение LF/HF можно рассматривать как показатель баланса симпатической и парасимпатической систем. Сверхнизкочастотные колебания (VLF) имеют преимущественное отношение к церебральным проявлениям и по своей клинико-физиологической значимости отражают энергетическую сторону состояния или процесса. При значительном увеличении мощности данной области спектра он может характеризовать включение высших церебральных управляющих и регуляторных структур [28, 11,]. Генез колебаний сердечного ритма в ULF-диапазоне мало изучен. Имеются данные об их связи с активацией адаптационных механизмов [2].

Соотношение спектров ВРС также сопряжено и с эндокринно-метаболической регуляцией. Преобладание HF наблюдается у лиц с низкой массой тела или тенденцией к её снижению (эрготопные процессы). Наоборот, быстрое накопление жировой ткани (трофоторопные процессы) наблюдается при низких показателях HF и значительном преобладании VLF [30].

Наши предыдущие публикации [20, 21, 22, 23, 24] посвящены изучению ритмической активности нейронного аппарата поясничного утолщения спинного мозга (СМ) у клинически здоровых добровольцев путём посекундной регистрации Н-рефлекса в течение 360 секунд (6 минут).

Методом «Гусеница» [3], основанным на анализе временных рядов (программа «Caterpillar-1.0»), было выделено 3 компонента спинального БР, которые оказались близки к показателям ВРС. При этом **Сверхнизкочастотный компонент (СНЧ)**, имеющий период $44,67 \pm 2,005$ сек ($0,022 \pm 0,001$ Гц) соответствует VLF (0,004 - 0,07 Гц). Его удельный вес в спектре биоритмов СМ составляет $60,19 \pm 3,77\%$. **Низкочастотный компонент (НЧ)** с периодом $9,17 \pm 0,16$ сек ($0,109 \pm 0,002$ Гц) и удельным весом $11,35 \pm 1,87\%$ близок к LF (0,04 - 0,17 Гц). **Высокочастотный компонент (ВЧ)**, характеризующийся периодом в $3,19 \pm 0,0378$ сек ($0,313 \pm 0,004$ Гц) и удельным весом $26,27 \pm 2,89\%$, приближается к показателям HF (0,18 - 0,5).

Сходство параметров спинальных и сердечных БР, полученных при помощи различных методов исследования, подчёркивает общеорганизменное значение этих флюктуаций.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Настоящее исследование посвящено изучению особенностей биоритмов СМ у больных поясничным остеохондрозом (ПОХ) в стадии обострения по сравнению с нормой, а также их динамики после проведения стандартных для нашей клиники методов лечения.

Всего было обследовано 20 больных (13 мужчин и 7 женщин) в возрасте от 23 лет до 71 года (средний возраст 43,1 года). Все пациенты проходили стационарное лечение в неврологическом отделении.

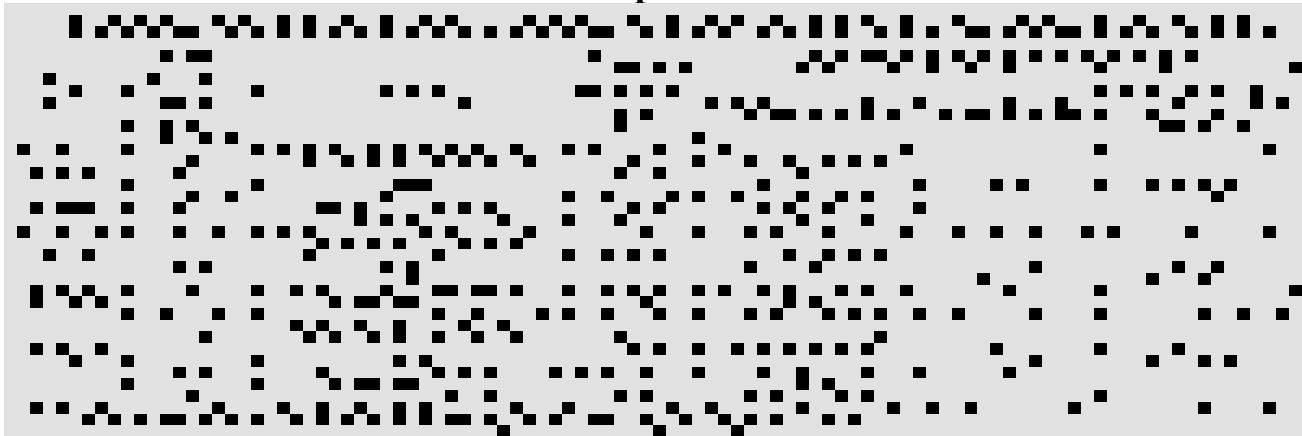
По данным клинико-рентгенологических и МРТ-исследований в 7 (35 %) случаях ведущим патоморфологическим субстратом ПОХ [32] были грыжи дисков, в 5 (25%) - эластические протрузии, ещё в 5 (25%) – спондилоартроз и в 2 (10 %) – эпидурит. У 8 (40%) пациентов в качестве дополнительного усугубляющего фактора выявлялась нестабильность позвоночно-двигательных сегментов.

У всех больных диагностировались клинически актуальные компрессионные корешковые синдромы, в 7 (35%) наблюдениях имелся ишиалгический сколиоз 1 - 2 степени [18]. Четвёртую степень выраженности клинических проявлений [12] имели 18 (90%) больных, третью – 2 (10%).

Лечебно-реабилитационные мероприятия включали медикаментозную терапию (нестероидные противовоспалительные, сосудистые, витаминные, антихолинэстеразные препараты и т.д.); лечебно-медикаментозные блокады (паравертебральные и по триггерным точкам); физиопроцедуры (лекарственный электрофорез, амплипульс, магнито-, лазеро- и/или микроволновая терапия, ультразвук, массаж, лечебная гимнастика).

Клиническая эффективность проведенного лечения оценивалась по степени восстановления приспособительной активности [12]. В 2 (10%) случаях удалось достигнуть первого предельного уровня реабилитации, что рассматривалось как выздоровление; первый непределительный уровень (значительное улучшение) определен у 7 (35%) больных, второй непределительный (улучшение) – у 10 (50%); у 1 (5%) пациента был констатирован третий непределительный уровень реабилитации (отсутствие эффекта).

Таблица 1. Величина отношения Н/М*100% в норме и у больных поясничным остеохондрозом до лечения

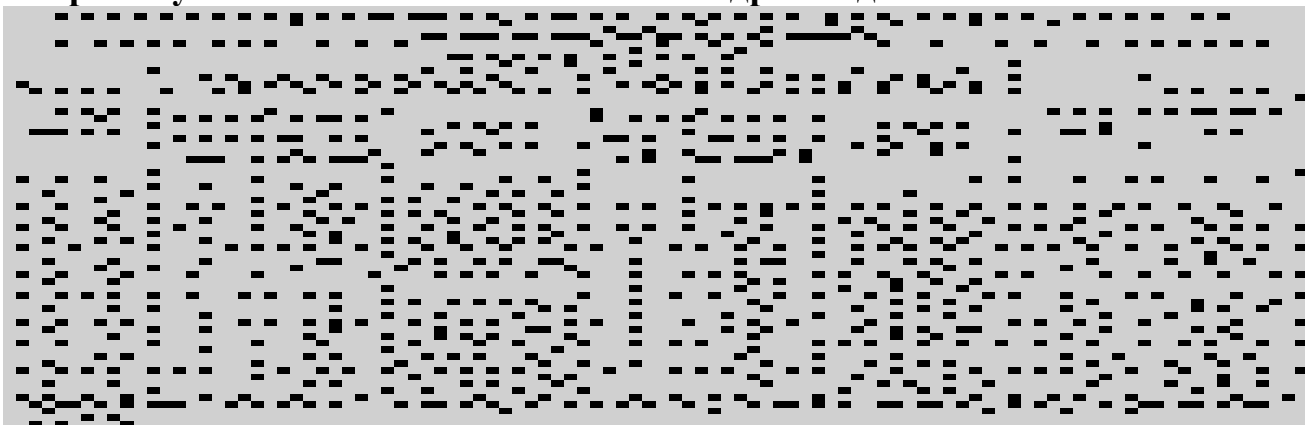


Методика посекундного тестирования Н-рефлекса и особенности статистической обработки материала подробно описывались нами ранее [23]. Полученные результаты сравнивались с аналогичными данными из группы здоровых добровольцев, численностью в 55 человек [21].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Во всех случаях изучалась только амплитудная характеристика Н-рефлекса (отношение Н/М*100%). У больных с обострением ПОХ этот показатель оказался достоверно сниженным по сравнению с нормой более чем на 20% (таблица 1), причём у женщин эти различия были значительнее (на 30%) чем у мужчин (на 16,5%). При анализе возрастных зависимостей отношения Н*М/100%, у больных ПОХ во всех возрастных группах наблюдалась его депрессия по сравнению с аналогичными данными нормы. Причём с возрастом эта тенденция усиливалась (таблица 2).

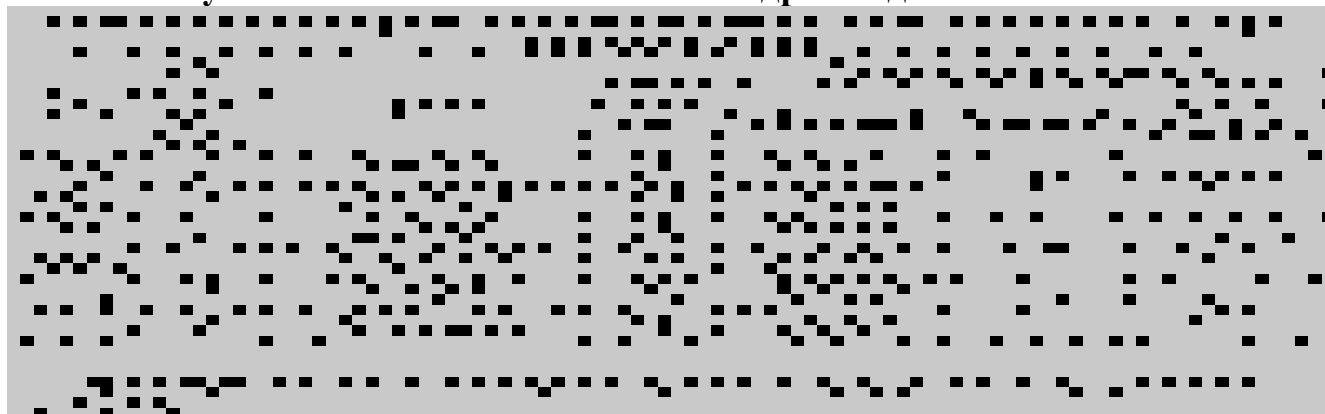
Таблица 2. Величина отношения Н/М*100% в различных возрастных группах в норме и у больных поясничным остеохондрозом до лечения



Сравнение амплитуды Н-рефлекса до и после лечения показывает неоднородные результаты: у 3 из 13 мужчин и 4 из 7 женщин (35% от всех наблюдений) отмечалось возрастание отношения Н*М/100% после проведённых терапевтических мероприятий; в остальных

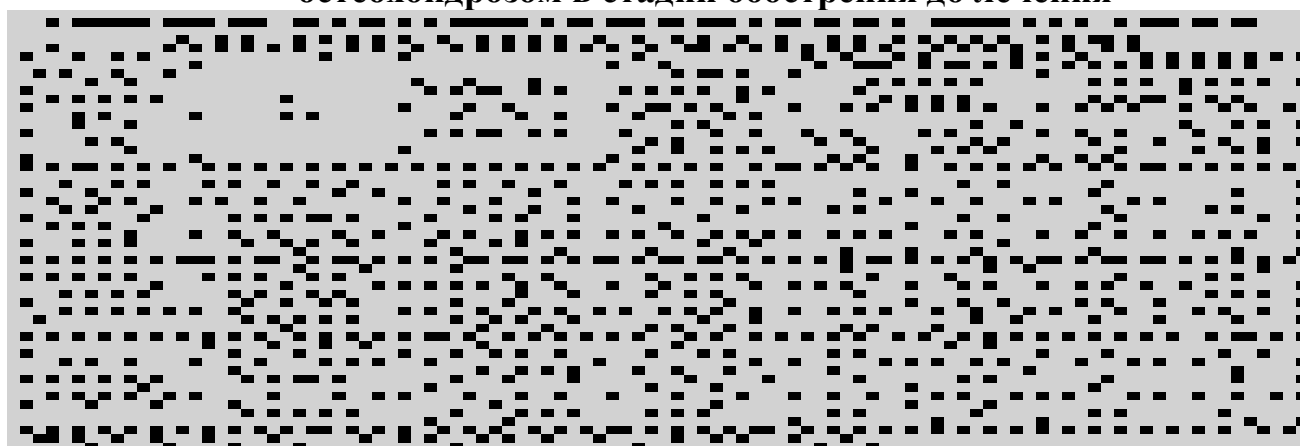
75% случаев (10 мужчин и 3 женщины) имелось его снижение. Анализ этого же материала по усреднённым значениям (таблица 3) демонстрирует статистически достоверное снижение Н-рефлекса на 9,9% у мужчин и его возрастание на 12,2% у женщин. В общей же выборке амплитуда Н-рефлекса достоверно возросла в результате лечения на 5,5 %.

Таблица 3. Сравнение амплитуды Н-рефлекса (отношение Н/М*100%) у больных поясничным остеохондрозом до и после лечения



Математический анализ посекундной динамики Н-рефлекса в исследуемом контингенте больных, также как и в группе здоровых испытуемых [23], позволил выделить 3 основных частотных компонента спинального БР (таблица 4). При этом наблюдалось убедительное увеличение периода ВЧ компонента (рисунок 1-С) по сравнению с нормой, в среднем на 15,6% (у женщин – на 22%, у мужчин – на 11,05%). Средняя длительность СНЧ компонента (рисунок 1-А) также возрастала на 8,9%, однако надёжность этого отклонения находится на грани статистической достоверности ($P = 0,054$). Продолжительность периода НЧ (рисунок 1-Б) компонента, напротив, снижалась, в среднем на 3,8% (у женщин - на 30,86%, у мужчин – на 1,18%).

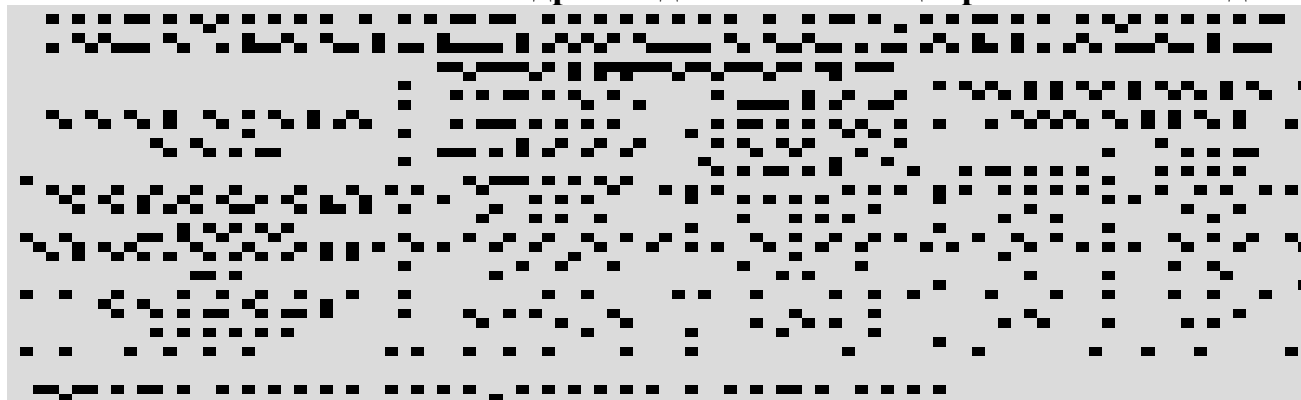
Таблица 4. Сравнение периодов частотных компонентов биоритмической активности спинного мозга у здоровых испытуемых и больных поясничным остеохондрозом в стадии обострения до лечения



У больных ПОХ в стадии обострения наблюдалось значительное увеличение удельного веса НЧ (рисунок 2-Б) компонента (на 39,65%) и снижение ВЧ (рисунок 1-С) компонента

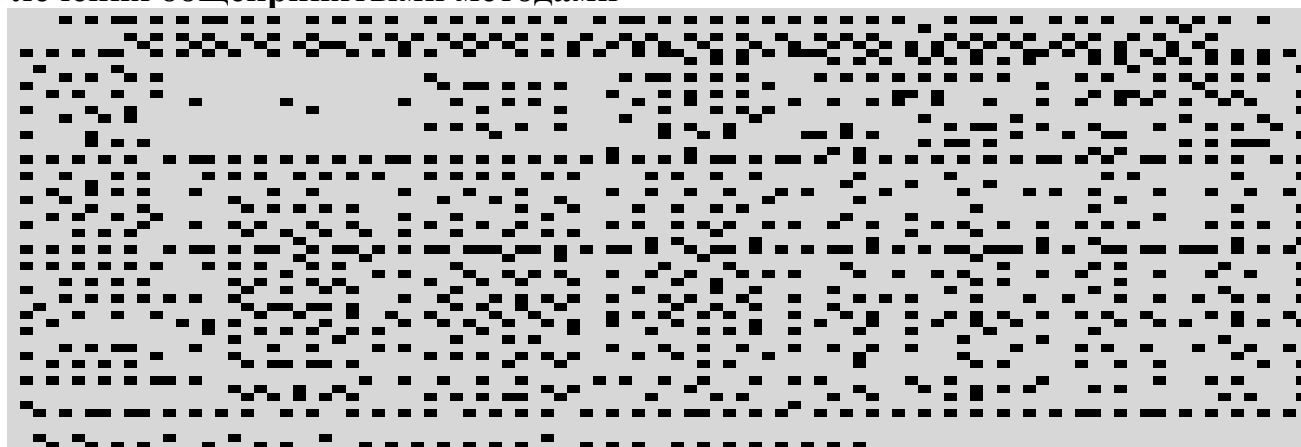
(на 17,65%) по сравнению с нормой; достоверная динамика удельного веса СНЧ (рисунок 1-А) компонента отсутствовала (таблица 5).

Таблица 5. Сравнение процентных соотношений (удельных весов) частотных компонентов биоритмической активности спинного мозга у здоровых испытуемых и больных поясничным остеохондрозом до лечения общепринятыми методами



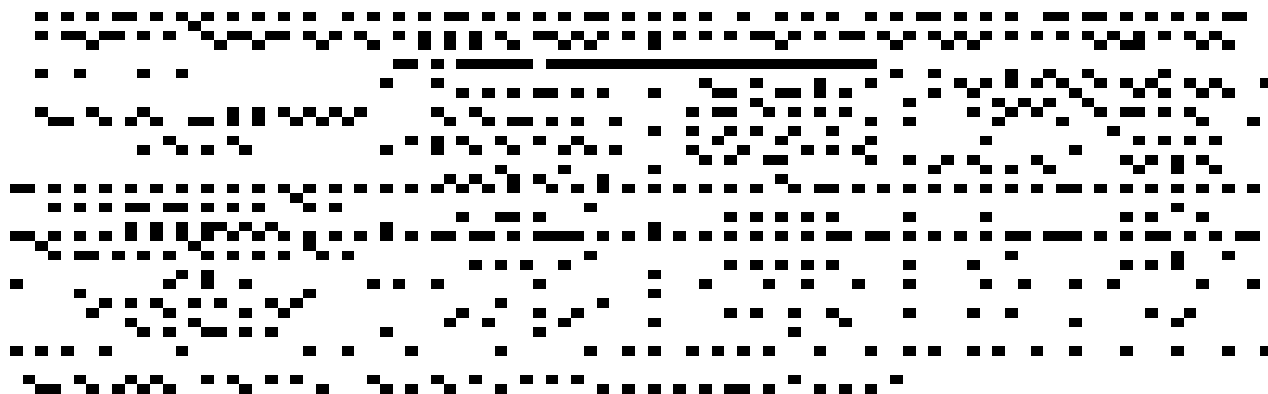
В результате проведённых терапевтических мероприятий отмечалась отчётливая тенденции к нормализации периодов спинального БР в виде сокращения увеличенного ВЧ (рисунок 1-С) и удлинения укороченного НЧ (рисунок 1-Б) компонента (таблица 6). При этом различия в длительности ВЧ и НЧ компонентов с нормой в среднем не превышают 3,6% (ВЧ компонента для женщин - 7,4%).

Таблица 6. Сравнение периодов частотных компонентов биоритмической активности спинного мозга у здоровых испытуемых и больных поясничным остеохондрозом после лечения общепринятыми методами



Что касается СНЧ (рисунок 1-А) компонента, то его нормализации не наблюдалось, длительность его периода ещё больше возростала и превышала норму на 12,2% (для женщин – на 16,9%).

Таблица 7. Сравнение процентных соотношений (удельных весов) частотных компонентов биоритмической активности спинного мозга у здоровых испытуемых и больных поясничным остеохондрозом после лечения общепринятыми методами

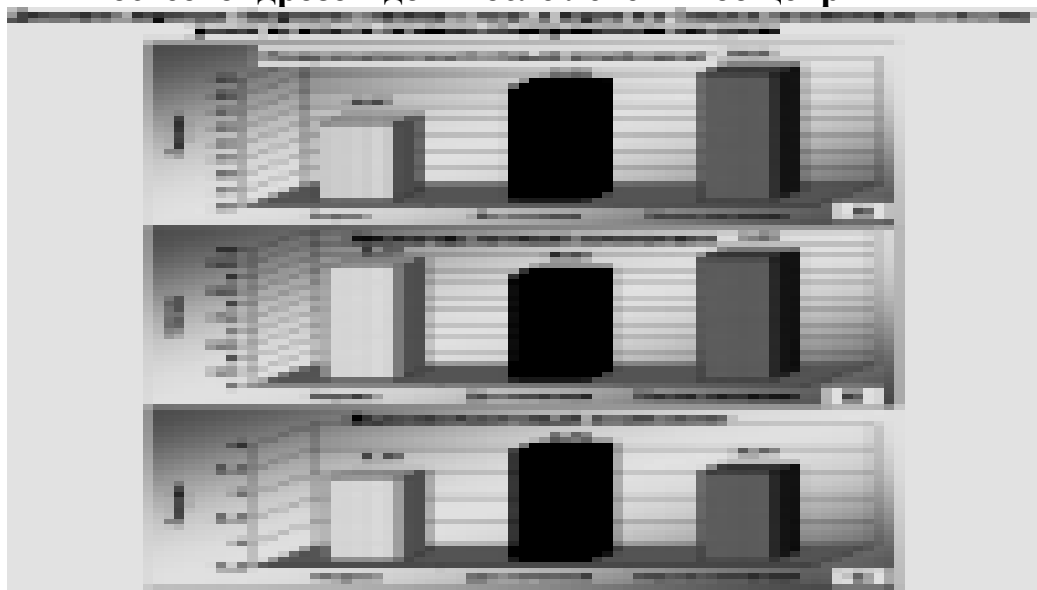


После лечения также отмечалась нормализация удельного веса ВЧ компонента (рисунок 2-С), однако процентное содержание НЧ компонента (рисунок 2-Б) в спектре БР спинного мозга сохраняло тенденцию к уменьшению, его различия с нормой достигало 7,1% (таблица 7); также наблюдалось возрастание удельного веса СНЧ (рисунок 2-А) компонента (на 11,1% относительно нормы),

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Изучение нейрофизиологической литературы показывает, что у больных с клиническими проявлениями остеохондроза позвоночника имеются признаки повышения функциональной активности продолговатого, среднего мозга и диэнцефальной области. Перечисленные образования, являясь зоной конвергенции разномодальных афферентных сигналов [15, 25], могут способствовать угнетению спинальных мотонейронов. Прежде всего, это проявляется уменьшением амплитуды Н-ответов [10, 27, 9]. Степень подавления спинальной активности, как правило, коррелирует с выраженностью болевого синдрома [27, 14, 19]. После адекватного лечения рефлекторных синдромов остеохондроза позвоночника указанные явления, как правило, регрессируют [16].

Рисунок 1. Динамика периодов биоритмов спинного мозга в норме и у больных поясничным остеохондрозом до и после лечения общепринятыми методами



Таким образом, наши данные о 20-процентном снижении отношения $H/M \cdot 100\%$ у больных ПОХ в стадии обострения и почти 6-процентном его росте после купирования болевого синдрома в общей выборке полностью согласуются с литературными данными.

В тоже время, остаётся необъяснённым дальнейшее снижение амплитуды Н-рефлекса после лечения у мужчин. Возможно, это связано с тем, что при тяжёлом хроническом течении заболевания начинают преобладать стойкие процессы торможения во всех отделах центральной нервной системы.

Согласно нашим исследованиям, обострение ПОХ с выраженным болевым и корешковым синдромами характеризуется увеличением длительности периода ВЧ и снижением НЧ компонента спинального биоритма по сравнению с нормой. Процентное же соотношение этих компонентов имеет обратную зависимость: удельный вес ВЧ компонента снижается, а НЧ - возрастает.

Рисунок 2. Динамика процентных соотношений (удельных весов) биоритмов спинного мозга в норме и у больных поясничным остеохондрозом до и после лечения общепринятыми методами



После проведения адекватных терапевтических мероприятий отмечается явная тенденция к нормализации временных параметров и удельного веса ВЧ компонента. Период НЧ компонента также приближается к норме, однако его удельный вес в спектре спинальных биоритмов продолжает расти. Нормализации СНЧ компонента не происходит – его длительность и удельный вес сохраняют тенденцию к увеличению.

Мы не нашли в литературе работ, посвящённых как спектральному анализу временной динамики Н-рефлекса, так и ВРС у больных ПОХ. Однако, учитывая определённую близость спинальных и сердечных БР, была сделана попытка, использовать имеющиеся данные по вариабельности кардиоритма при других заболеваниях периферической нервной системы для сравнения с полученными результатами. При этом следует учесть, что показатели ВРС дают оценку главным образом метаболическому и вегетативному обеспечению организма, а амплитуда Н-рефлекса отражает состояние сегментарной и надсегментарной регуляции мотонейронного аппарата поясничного утолщения СМ.

Известно, что у больных с шейным остеохондрозом спектральная мощность (удельный вес) высокочастотного компонента меньше низкочастотного на 20% ($LF/HF = 0,8$) [17]. При острых полиневритах (типа Гийена-Барре) также отмечается отсутствие в спектре ВРС волновых пиков, характерных для HF; регресс же симптоматики сопровождается появлением медленных волн (LF, VLF) [28]. Таким образом, обследованные нами больные ПОХ, имеющие близкий со сравниваемым контингентом характер поражения нервной системы, продемонстрировали одинаково направленные с ним тенденции в спектральных соотношениях Н-рефлекса.

ВЫВОДЫ

1. Поражение структур позвоночно-двигательного сегмента и корешков у больных ПОХ характеризуется снижением активности спинальных мотонейронов, проявляющееся уменьшением амплитуды Н-рефлекса, которая коррелирует с выраженностью болевого синдрома.
2. При этом в спектре ритмической активности поясничного утолщения СМ начинает преобладать НЧ компонент с укороченным по сравнению с нормой периодом. Одновременно наблюдается удлинение и снижение процентного содержания ВЧ компонента.
3. На фоне купирования основных клинических проявлений заболевания сохраняется тенденция к росту процентного вклада НЧ компонента, а также повышается удельный вес СНЧ компонента. Период НЧ и ВЧ компонентов начинает возвращаться к норме, а СНЧ компонента - увеличивается.
4. Учитывая общеорганизменный характер биоритмов декасекундного (околоминутного) диапазонов, можно предположить, что при обострении ПОХ преобладают симпатические и сосудисто-гемодинамические реакции преимущественно спинально-сегментарного уровня с одновременным угнетением парасимпатических и эрготопных влияний.
5. Положительный результат, достигаемый в процессе лечения данного контингента больных общепринятыми методами – не есть возвращение к исходной норме. Он является следствием формирования нового уровня динамического равновесия функциональных систем, связанного в значительной степени, с их большим напряжением (включение церебральных структур регуляции, активация трофоторопных процессов).
6. Полученные данные служат убедительным обоснованием для разработки перспективных методов биосинхронизированной физиотерапии при вертеброгенных болевых и мышечно-тонических синдромах, основанных на навязывании нервно-мышечному аппарату «нормальной» ритмической активности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян Н.А. Биологические ритмы: Монография/ Агаджанян Н.А., М., Медицина. 1967.-120с.
2. Баевский Р.М. Медленноволновые колебания сердечного ритма в условиях длительного космического полёта/ Р.М. Баевский, Пащенко А.В., Фунтова И.И., Черникова А.Г. // Медленные колебательные процессы в организме человека: теоретические и прикладные аспекты нелинейной динамики в физиологии и медицине. Материалы IV Всероссийского симпозиума с международным участием и II школы-семинара. 24 – 27 мая 2005 г. – Новокузнецк, 2005. – С. 30 – 35.

3. Главные компоненты временных рядов: метод "Гусеница"/ Под ред. Д.Л.Данилова. А.А.Жиглявского. - СПб: Издательство Санкт-Петербургского университета, 1997. – 150 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.gistatgroup.com/gus/book1/manual.html>
4. Загускин С.Л. Синхронизация ритмов фазовых золь - переходов – основа происхождения и эволюции живых организмов на земле. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.stavedu.ru/_docs/pdf/vuz-chursin/_confer/cyclesX/0/04.pdf
5. Заславская Р.М. Хронофармакология и хронотерапия / Р.М. Заславская // Хронобиология и хрономедицина: Второе издание / под ред. Ф.И. Комарова и С.И. Рапопорта.- М., «Триада-Х. – 2000. – С. 197 – 210.
6. Илюхина В.А. Взаимодополняющее значение разных по амплитудно-временным параметрам колебательных процессов в исследовании компенсаторно-приспособительных реакций основных регуляторных систем организма в отдалённые сроки после многофакторного стрессового воздействия/ В.А. Илюхина, Н.Ю. Кожушко, Ю. К. Матвеев, Л.П. Прозорова, М.А. Фёдорова, Е.М. Чернышёва // Сборник научных трудов II симпозиума «Медленные колебательные процессы в организме человека: теория, практика, применение в клинической медицине и профилактике».- Новокузнецк, 1999. С. 8 – 17.
7. Илюхина В.А. Нейрофизиология функциональных состояний человека/ В.А. Илюхина. – Л., Наука, 1986. – 171 с.
8. Илюхина В.А. Энергодефицитные состояния здорового и больного человека/ В.А. Илюхина, И.Б. Заболотских – СПб., Печатник. – 1993. – 187 с.
9. Калинин И.П. Вестибуло-моторные реакции у больных с поражением пояснично-крестцового отдела периферической нервной системы/ И.П. Калинин.// Материалы 3 съезда невропатологов и психиатров Белоруссии.- Минск, 1986.- С.69 - 70.
10. Калинин И.П. Клинико-физиологическая характеристика вестибулоспинальных влияний на деятельность сегментарного моторного аппарата у больных с неврологическими проявлениями поясничного остеохондроза/ И.П. Калинин.// Периферическая нервная система /под ред.И. П. Антонова - Минск, 1986. - вып. 9. - С. 79 - 84.
11. Клещеногов С.А. Спектрально-медленно-волновые типы variability сердечного ритма у женщин на разных сроках беременности/ С.А. Клещеногов, А.Н. Флейшман, Н.Н. Васильева// Сборник научных трудов II симпозиума «Медленные колебательные процессы в организме человека: теория, практика, применение в клинической медицине и профилактике».- Новокузнецк, 1999. С. 42 – 51.
12. Коган О.Г. Теоретические основы реабилитации при остеохондрозе позвоночника/ О.Г. Коган, И.Р. Шмидт, А.А. Толстокоров, Б.Г. Петров, Е.С. Заславский, М.С. Рицнер, В.А. Миненков. - Новосибирск, Наука.- 1983.- 214 с.
13. Комаров Ф.И. Хронобиологическое направление в медицине: биоуправляемая хронофизиотерапия / Ф.И. Комаров, С.Л. Загускин, С.И. Рапопорт // Терапевтический архив - № 8. – 1994. – С. 3 – 6.
14. Кухнина Т.М. Изменение лабильности нейромоторного аппарата у больных поясничным остеохондрозом и хроническими воспалительными гинекологическими заболеваниями/ Т.М. Кухнина// Труды КГМИ. - Казань, 1981.- Т.57. - С. 45 - 47.
15. Лиманский Ю.П. Рефлексы ствола головного мозга/ Ю.П. Лиманский.- Киев, 1987. - 240 с.

16. Лихачев С.А., Два подхода к мануальной терапии вестибулярной дисфункции у больных с рефлекторными синдромами шейного остеохондроза/ С.А. Лихачев, А.В. Борисенко// Периферическая нервная система /под ред. И. П. Антонова - Минск, 1989. - вып. 13. - С. 93 - 100.
17. Лобзин С.В. Применение спектрального анализа variability сердечного ритма при лечении больных с недостаточностью мозгового кровообращения в вертебрально-базиллярном сосудистом бассейне/ С.В.Лобзин, А.Б.Шангин, А.В.Роговенко. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://incart.spb.ru/vestnic/n17/text60.htm>
18. Методика клинического исследования нервной системы: методические рекомендации для врачей-курсантов/ под ред. И.Р. Шмидт, О.Г. Когана. – Новокузнецк, 1993, 58 с.
19. Петров Б.Г. Вегетативно-ирритативный синдром у больных холециститом и шейным остеохондрозом/ Б.Г. Петров// Остеохондрозы позвоночника. Выпуск 2: Материалы второго Новокузнецкого симпозиума по дегенеративным заболеваниям межпозвонковых дисков (26 - 29 октября 1966 г.). - Новокузнецк, 1966. - С.179 - 185.
20. Петров К.Б. Биологические ритмы спинного мозга в норме: электромиографическое исследование / К.Б. Петров, О.С. Калинина // Медленные колебательные процессы в организме человека: теоретические и прикладные аспекты нелинейной динамики в физиологии и медицине. Материалы IV Всероссийского симпозиума с международным участием и II школы-семинара. 24 – 27 мая 2005 г.- Новокузнецк, 2005. С. 261 – 266.
21. Петров К.Б. Биоритмическая активность спинного мозга как основа частотной оптимизации амплипульстерапии / К.Б. Петров, О.С. Калинина // Физиотерапия бальнеология реабилитация. – 2005. - №2. – С. 10 – 14.
22. Петров К.Б. Купирование болевых мышечных синдромов при помощи методики биосинхронизированной амплипульстерапии / К.Б. Петров, О.С. Калинина. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.medlinks.ru/article.php?sid=19755>
23. Петров К.Б. Некоторые особенности биоритмической активности спинного мозга / К.Б. Петров, О.С. Калинина. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.medlinks.ru/article.php?sid=19426>
24. Петров К.Б. Характеристика биоритмической активности спинного мозга минутного диапазона в норме/ К.Б. Петров, О.С. Калинина // Нейрохирургия и неврология: юбилейный сборник научных трудов, посвященный 25-летию кафедры нейрохирургии и неврологии ФПК и ППС Красноярской государственной медицинской академии. – Красноярск, 2005. – С. 154 – 157.
25. Росси Дж.Ф. Ретикулярная формация ствола мозга (пер. с англ.) / Дж.Ф. Росси, А. Цанкетти. - М., издательство иностранной литературы, 1960.- 263 с.
26. Ситель А.Б. Электронейромиографический контроль сегментарных структур спинного мозга при лечении больных с компрессионными синдромами поясничного остеохондроза/ А.Б. Ситель, Г.Н. Авакян, А.С.Белицкий.// Мануальная терапия в артровертебро-неврологии: тез. конф. (13-16 марта 1990 г.). - Новокузнецк, 1990. - С. 56 -59.
27. Скударнова З.А. Значение глобальной и стимуляционной электромиографии в диагностике дискогенных пояснично-крестцовых радикулитов/ З.А. Скударнова, Я.Б. Юдельсон, И.С. Малахов // Остеохондроз позвоночника. Ч.2.:тез. конф. (29 мая - 1 июня 1973 г.).- Новокузнецк, 1973. - С. 97 - 103.

28. Смирнов Н.А. Использование спектрального ритма сердца для диагностики заболеваний нервной системы / Н.А Смирнов, С.А. Котельников, В.Ю. Давыденко, М.М. Одинак, Е.Б. Шустов. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.ecg.ru/conf/simp_xxi/text/s5t01.htm
29. Флейшман А.Н. Концептуальные модели анализа медленных колебаний гемодинамики / А.Н. Флейшман // Сборник научных трудов II симпозиума «Медленные колебательные процессы в организме человека: теория, практика, применение в клинической медицине и профилактике».- Новокузнецк, 1999. С. 18 – 23.
30. Флейшман А.Н. Медленные колебания гемодинамики: Теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике / А.Н. Флейшман. - Новосибирск, Наука, Сиб. Предприятие РАН, 1999 - 264 с
31. Флейшман А.Н. Энергодефицитные состояния, нейровегетативная регуляция физиологических функций и вариабельность ритма сердца / А.Н. Флейшман // Сборник научных трудов II симпозиума «Медленные колебательные процессы в организме человека: теория, практика, применение в клинической медицине и профилактике».- Новокузнецк, 1999. С. 10 – 19.
32. Шмидт И.Р. Остеохондроз позвоночника: этиология и профилактика / И.Р. Шмидт. - Новосибирск, Наука. - 1992. - 240 с.
33. Яблчанский Н.И. Физиологические основы ВСР. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.hrvcongress.org/russian/education/courses/basis/>
34. Yamamoto Y. Измерение, анализ и интерпретация долгосрочной вариабельности ритма сердца / Y. Yamamoto, K. Kiyono, Z. R. Struzik // Медленные колебательные процессы в организме человека: теоретические и прикладные аспекты нелинейной динамики в физиологии и медицине. Материалы IV Всероссийского симпозиума с международным участием и II школы-семинара. 24 – 27 мая 2005 г. – Новокузнецк, 2005. – С. 20 – 28.