

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РИТМЫ СЕЗОННЫХ МЕХАНИЗМОВ АДАПТАЦИОННО-КОМПЕНСАТОРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СТУДЕНТОВ

*А.П. Исаев, Р.У. Гаттаров, В.Б. Моторин
ЮУрГУ, г. Челябинск*

Хронометрические исследования позволяют изучить механизмы адаптации организма к средовым условиям и управлять резервными возможностями организма. Выявлены хронобиологические сезонные особенности ЭНМГ и функции внешнего дыхания ФВД. Сделана попытка создания модели структуры психофизиологического потенциала и уровня здоровья на основе факторного анализа с полной объяснимой дисперсией.

Ключевые слова: матрица повернутых компонентов, электронной программа, компоненты, функция внешнего дыхания, каскад, ступени.

В утренние часы (9–11 час) обследовались 676 студентов обоих полов 16–19 лет. Применялись диагностические системы Нейро – МВП (ЭНМГ), «Этон» (ФВД) использовалась программа SP/SS – 12. Гомеостаз организма студентов в аукологический период приобретает динамический характер ритмически изменяющихся сложных физиологических процессов, протекающих в определенных диапазонах, обеспечивающих устойчивое адаптивно-компенсаторное изменение [1]. В летних исследованиях в матрицу повернутых компонентов вошли 75 значений, из них 53 составили компоненты ЭНМГ и 22 функции внешнего дыхания (ФВД). В матрицу повернутых компонентов первой ступени каскада (0,947–0,7,23) вошли четыре группы мышц с явно выраженной функциональной асимметрией. При этом в модель произвольного расслабления вошли 52,5 %, а напряжение – 47,5 % обследуемых групп мышц. Из них следует отметить *m. Gluteus maximus, pectoralis mayor, latissimus dorsi, intercostals externi et interni*. В модели расслабления слева задействовано 52,38 %, а справа – 47,62 %, а в модели произвольного напряжения 100 % обследуемых значений. В состоянии биологических ритмов в аукологический период системообразующие функции проходят фазу формирующей и развивающей адаптации, достигая оптимума к 18–19 годам, когда организм характеризуется достаточным уровнем функциональных резервов и эффективных адаптационных возможностей организма. Во вторую ступень каскада вошли компоненты (0,930–0,709) функции внешнего дыхания. Среди звеньев ФВД вошли: площадь, объем, вентиляционные и скоростные способности. Полученные данные характеризуют легочную вентиляцию и трахеобронхиальную проходимость.

Третью ступень каскада составили показатели суммарной амплитуды и средней частоты ЭНМГ

m.Vastus medialis, Biceps brachii, Triceps brachii в модели произвольного расслабления. В данную ступень вписался показатель среднего динамического давления (0,870–0,813). В четвертую ступень каскада вошли мышцы верхних конечностей и фракция бедра в модели напряжения (0,892–0,731): *m.Vastus medialis, Triceps brachii, Biceps brachii*. Пятую ступень каскада в порядке ранжирования представляли: индекс Генслера ФВД, МОС₅₀ %, отношение МОС₅₀ к ЖЕЛ, общее время выдоха ФЖЕЛ, индекс Тиффно.

В синхронизации ритмов организма наблюдаются сезонные, суточные колебания с минимальной и максимальной активностью, приобретающую организмованный вектор иерархически построенной системы временной организации гомеостаза. Системная дифференциация определила доминирование нейромоторного обеспечения и функции внешнего дыхания, подвергаясь физиологической целесообразности. Существует гипотеза о том, что в нормальных условиях циркадианный ритм генерируется биологическими часами ключевого осциллятора. В наших исследованиях основным осциллятором является нейромоторные индикаторы, которые являются гравитационным, пусковым и корректирующим механизмом физиологических процессов, в том числе функции внешнего дыхания наиболее нагруженной в неблагоприятных экологических условиях мегаполиса Урала. Структура факторного анализа в летних рекреациях представлена 50 компонентами. Суммы квадратов нагрузок извлечения и вращения наблюдались в 30 компонентах. В порядке возрастания компоненты снижались на начальные собственные значения, а кумулятивный процесс последовательно возрастал. Симватные данные получены в показателе суммы квадратов нагрузок извлечения и вращения.

Таким образом, можно высказать суждение о

двухкаскадной модели сезонных регулярных процессов в летних рекреациях. Причем компоненты ФВД являются обеспечивающими в системообразующих процессах гомеостаза. Феномен двухкаскадности позволяет в рекреациях программировать оздоровительно-восстановительные воздействия с учетом хода биологических ритмов и планов коррекции работоспособности, укрепления функционального состояния и уровня здоровья студентов.

Факторный анализ (ФА) с полной объясненной дисперсией позволял по сезонам года выявлять ступени модуляторов ведущих групп мышц: летом 5 ступеней (1 ступень – 42 компонента ЭНМГ; 2 ступень – 16 показателей ФВД; 3 ступень – 6 компонентов ЭНМГ; 4 ступень – 6 компонентов ЭНМГ; 5 ступень – 5 показателей ФВД).

Последовательность регуляторных включений распределила показатели ФС, которые непосредственно связаны с регуляторной функцией. Наличие количественных признаков непосредственного влияния на регулируемую функцию.

Модулятором активности регуляторов первого уровня явились показатели ЭНМГ с тесным уровнем связей (0,947–0,723) четырех групп мышц (ягодичные, большие грудные, широчайшая мышца спины и межреберные) в соотношения расслабления и напряжения соответственно 52,5 % и 47,5 %.

Второй уровень представляли поверхностные, объемные, скоростные характеристики ФВД (0,930–0,709), характеризующие легочную вентиляцию и трахеобронхиальную проводимость.

Модулятором активности регуляторов третьего уровня явились 5 компонентов ЭНМГ 3 мышечных групп в состоянии расслабления (бедро, бицепса, трицепса) (0,870–0,813). Четвертый уровень (0,812–0,731) представляли те же группы мышц, что и в 3-м модуляторе, но в состоянии напряжения.

Модуляторам 5 уровня явились параметры ФВД: индекс Генслера, МОС₅₀, ФЖЕЛ и ЖЕЛ, общее время для выдоха ФЖЕЛ, индекс Тиффно.

Таким образом, разработанные алгоритмы позволяли систематизировать функциональное влияние на регуляторную функцию и выделить в иерархии 5 регуляторных уровней летом.

Учет биоритмов: физического (23 дня), связанного с колебаниями работоспособности организма; эмоционального (28 дней), связанного с изменениями реактивности и настроения и интеллектуального (33 дня), сопровождаемые с переменами умственной работоспособности, сообразительности и памяти позволяли оптимально планировать свою деятельность.

В осеннем исследовании в связи с возросшим напряжением учебной деятельности повысилась возбудимость нейромоторных звеньев и увеличились частотные характеристики ЭНМГ. Уменьшились значения максимальной амплитуды ЭНМГ вследствие резкого снижения (на 1/3) двигательной активности по сравнению с летними данными.

Показатели (n = 60) ЭНМГ в порядке ранжирования в результате факторного анализа распределились: средняя частота (сч–21); суммарная амплитуда (СА–17); максимальная амплитуда – 16; средняя амплитуда – 3; отношение амплитуды к частоте – 3. Данные факторного анализа позволяют регламентировать двигательную активность по сезонам года, определять вектор воздействий с целью активации звеньев нейромоторного напряжения и симпатности регуляторных процессов уровню адаптированности организма студентов. Ритмы колебательной активности звеньев ЭНМГ оказывают влияние на ФВД посредством моторно-висцеральных воздействий.

Функция внешнего дыхания проявилась в 25 значениях, характеризуя в целом ФВД студентов. Можно констатировать последовательность механизмов каскада внешнего дыхания. Выявились сильные и слабые звенья ФВД и вносились адекватные коррекции в бронхолегочные нарушения, характерные для экологически неблагоприятных условий мегаполиса. Следует отметить, что по сезонам года по-разному вовлекаются в трахеобронхиальную проходимость бронхи разного калибра (крупные, средние, мелкие), изменяются скоростные, емкостные и объемные звенья ФВД. Однако нейромоторное обеспечение адаптивно-компенсаторных сдвигов гомеостаза составляет 77,23 %, а ФВД – 22,27 %.

Модулятор первого уровня осенью включает 42 показателя ЭНМГ (0,988); второго – 15 звеньев ФВД (0,964–0,743); третьего – 7 компонентов ЭНМГ (0,919–0,768); четвертого – 2 компонента ЭНМГ (0,928–0,884); 10 – ФВД (0,882–0,732); пятого – 5 звеньев ЭНМГ. По сравнению с летними данными изменялась архитектура в осенний период исследования.

Факторный анализ проведенный осенью по сравнению с летними данными, выявил в начальных собственных значениях более низкие величины трех показателей (всего, % дисперсии, кумулятивный процент). В значениях процент дисперсии и кумулятивный входит в 50 компонент. В сумме квадратов нагрузок извлечение получены аналогичные данные. В сумме квадратов нагрузок вращения в значениях всего показатели в целом выявились до 27 компонентов. Исключение составила 3-я компонента. Процент дисперсии и кумулятивный процент несколько уменьшались осенью. Следовательно, осенью по сравнению с летом несколько снизились значения компонент ФА. Вероятно, это связано с изменениями ДА, сменой экологической ниши режима питания и напряженных нагрузок учебного процесса. При этом следует отметить, что сезонные изменения и сопутствующие им факторы вызывают возмущающие воздействия на ритмы нервно-мышечной системы и ФВД. Однако в силу резистентности организма, биологической надежности и динамической гомеостатичности эти сдвиги не всегда достоверны.

Наиболее яркие изменения отмечались в весенних и зимних исследованиях, в которых ключевое значение приобретают сезонно-климатические факторы, изменение режима учебной деятельности (зачетные и экзаменационные сессии), ДА и питание.

В зимних исследованиях матрица повернутых компонент включала 45 значений ЭНМГ и 24 ФВД. Показатели ЭНМГ проявлялись в порядке ранжирования: СА – 11; СЧ – 11; Мх амплитуда – 10, коэффициент амплитуда – частота – 9, средняя амплитуда – 4. Итак, архитектоника компонентов ЭНМГ в матрице повернутых значений зимой значительно отличалась от осенних данных. Значительно снизилось воздействие показателей СА, МА, СЧ, а в коэффициенте амплитуда – частота повысились. Снизилась сократительная способность мышц. Спектр компонентов ФВД составил 26 параметров и включал объемные, скоростные, максимальные вентиляционные возможности, связанные с объемными форсированными характеристиками, емкостными и резервными возможностями ФВД. Проявлялись показатели, имеющие диагностическое значение, бронхиальная проходимость, объемные, емкостные, скоростные и временные характеристики, индекс Тиффно, Генслера, динамические объемы, особенно при выдохе.

Необходимо отметить, что вклад значений ЭНМГ в гомеостаз составил 65,22 %, а ФВД – 34,78 %. Усматривается снижение вклада ЭНМГ звеньев в общую регуляцию гомеостаза и увеличение – ФВД зимой по сравнению с осенними данными. Факторный анализ, проведенный зимой (51 компонента), выявил изменения начальных собственных значений, сумм квадратов нагрузок извлечения и вращения. При этом в начальных собственных значениях «всего» и проценте дисперсии данные компонентов последовательно снижались. На этом фоне кумулятивный процент соответственно возрастал. Аналогичные показатели выявились в сумме квадратов нагрузок извлечения и вращения, в которых кумулятивный процент последовательно увеличивался в порядке возрастания компонент.

Итак, значения ФА зимой по сравнению с летними и осенними существенно изменились. Снижение ДА осенью (на 1/3), и особенно зимой (на 1/2), весной (на 1/3) по сравнению с летними данными, интенсивные учебные нагрузки, региональные климатические воздействия произвели значительные изменения в характеристиках ФА. В зимнее время изменялся режим питания студентов.

В весеннее время в матрицу поверхностных компонент вошло 56 показателей ЭНМГ (50 %) и ФВД (50 %). Наблюдалось доминирование расслабления в группе мышц слева (68,75 %), а справа 31,25 %. Соответственно напряжения 44,44 % и 55,56 %. Среди компонентов ЭНМГ доминировали 10 показателей максимальной амплитуды. При этом 50 % мышц были в стадии расслабления и 50 % – напряжения значениях с левой стороны

тела. Средняя частота ЭНМГ в 71,42 % проявилось в модели произвольного расслабления и по 14,28 % соответственно слева и справа при напряжении. Вторую компоненту составили 9 коэффициентов ФВД. Каскад значений функциональной системы состоял из 4-х ступеней. Первую ступень составили 28 компонентов ЭНМГ, вторую – 18 значений ФВД, третью – 8 значений ФВД, четвертую – 2 звена ФВД. Структура звеньев ЭНМГ последовательно включала 11 значений МА; 8 – СА; 7 – СЧ; 2 – Ср А.

Следовательно, доминантно представлены во все сезоны года интегративные звенья ЭНМГ, характеризующие сократительную способность мышц, активность большого числа единиц, частотные характеристики и вектор сигнала ЭНМГ. Высокие значения ЭНМГ в порядке распределения компонент были в показателях СЧ, МА, СА (0,967–0,851). Вторую часть компонента 1-й ступени составили значения суммарной и максимальной амплитуды и средней частоты (0,831–0,713). В различном порядке представлены объемные, емкостные, скоростные компоненты и индексы.

В порядке ранжирования значений респираторной системы в первую часть каскада вошли параметры 0,964–0,877; во вторую – 0,843–0,729; в третью – 0,907–0,843 (высокие) и 0,803–0,780 (средние). В последнюю ступень воздушного каскада входили ОФВ (0,817) и время, необходимое для достижения ПОС выдоха (0,777).

Энергоинформационный обмен и сопутствующая реактивность и резистентность, согласно данным ФА, имели сезонные пиковые и минимальные значения НМС и ФВД. Изменения активности нейромоторного обеспечения существенно влияют на объемные звенья ФВД и в меньшей степени на сезонные скорости инспираторного потока и длительность вдоха. Частота дыхания варьировала по сезонам года и зависела от сдвигов длительности выдоха. Компоненты ЭНМГ по сезонам года были симватны мышечным воздействиям (направленность, объем, интенсивность, содержание). В летних рекреациях ДА (плавание, спортивные игры, ходьба, бег, загар, ОФП) вызывала приоритетное распределение компонент ЭНМГ (СЧ, СА, МА). В зимнее время ДА включала силовые занятия на тренажерах, ходьбу на лыжах, плавание, вызывала доминантное проявление МА, СА, СЧ ЭНМГ, отражающим силу сокращения мышц, активность ДЕ и функциональную подвижность. Исходя из полученных данных, представлялась возможность корректировки ритмов ЭНМГ и значений ФВД в зависимости от содержания, характера и направленности умственных нагрузок, современных рекреаций, физических упражнений, функционального питания и др. воздействий, обеспечивающих нормальное функционирование организма студентов. Разработаны сезонные модули регуляции функционального состояния студентов.

Ю.С. Юсевич [4] приводит частотные характеристики интерференционной кривой первого типа в норме 50 Гц при амплитуде 1–2 мкВ. Второй тип ЭМГ характеризуется относительно редкой ритмической активностью, возникающей в покое. Этот тип имеет частоту 6–200 Гц и амплитуду 50–160 мкВ; второй б тип – 21–50 Гц и амплитуду 300–500 мкВ. Второй тип (б) свидетельствует о менее грубом поражении мотонейронов, и в начальных стадиях заболевания лучше выявляется при тонических пробах [3, 2]. Третий тип ЭМГ наблюдается при супрасегментарных процессах и включает в себя два подтипа: частые ритмические разряды при треморе и усиленная активность покоя при экстрапирамидной ригидности. Четвертый тип ЭМГ характеризуется биоэлектрическим молчанием мышц при попытке произвольного сокращения. Однако у гармонически сочетанной нейромышечной системы, обладающей чертами самоорганизации, каждое нарушение или изменение ее звеньев ведет к перестройке и перераспределению роли всех других компонентов системы. Это подтверждается моделями произвольного расслабления – напряжения мышц и математическим анализом ЭНМГ и морфофункциональных показателей. В этой связи ключевой задачей факторного анализа (ФА) является упрощенное списание данных посредством сокращения числа необходимых величин или факторов. При ФА происходит поворачивания оси до такого положения, пока не достигается наиболее приемлемая и легко интегрируемая модель. Иными словами, при вращении осей выявляется простейшая факторная структура. Соотношение факторов при адаптации целевых комплексных программ представляет возможность к дифференцированию студентов и различными двигательными способностями психофизиологическим потенциалам и уровнем здоровья. В моделях релаксации – напряжения выявляются дескриптивные категории, отражающие взаимосвязи, зависимые от состояния нейро-моторного обеспечения. Накопление двигательного опыта, способности к релаксации в процессе оздоровительно-восстановительных и коррекционных занятий позволяют дифференцировать новые данные, а предыдущие – объединять в более широкие.

Ступенчатые (каскадные) характеристики биологических ритмов представляют качественно различные состояния организма, отличающиеся по доминированию тех или иных процессов ЭНМГ, ФВД, которые определяются ритмами колебаний нейромоторной регуляции ФС. Биологические ритмы разных диапазонов требуют дальнейших исследований, так как среда агрессивна к человеку и наносит ущерб здоровью. Региональные природно-экономические факторы требуют разных подходов к поддержанию гармонии психофизиологического потенциала и уровня здоровья, развития народонаселения. Для этого необходимо соблюдать эколого-экономические, валеологические, нормативно-

правовые, эколого-физиологические и психофизиологические аспекты социально-биологической адаптации.

Антропогенное влияние факторов среды, профилактика, методология и программы здоровьесформирования, методы оценки здоровья, управление динамическими физиологическими процессами и поведением студентов, проживающих в экологически неблагоприятном районе Урала требует пространственно-временных системных исследований. Действительно, биоритмы в совокупности взаимодействуют друг с другом, образуя упорядоченную систему ритмических процессов, обеспечивающих сезонную биологическую организацию организма.

Сложность интерпретации данных колебательной реактивности и резистентности заключается в том, что биоритмы отдельных систем имеют механизмы саморегуляции, а другие подвержены влиянию интегративной колебательной активности целостного организма. Можно полагать, что кумулятивное проявление волновой активности создаёт систему ритмических процессов эндогенного и экзогенного характера, обеспечивающих временную биологическую организацию, её надёжность, реактивность и резистентность в профессиональной деятельности.

Биоритмология в интегративном состоянии организма представляет возможность для информационного регулирования учебной деятельности, адекватных рекреаций, обеспечивающих высокий уровень ПФП, здоровья, работоспособности и благополучия человека, общества, информационной образовательной формации.

В заключение необходимо отметить, что сезонный охват повернутых компонент ФА выглядел следующим образом: весна (n=56), лето (n=81), осень (n=60), зима (n=65). Суммарная амплитуда отражает активность задействованного числа ДЕ, а средняя частота их функциональную подвижность. Максимальная амплитуда отражает силу сокращения мышц, а отношение амплитуды к частоте симватность этих интеграции. Все вышесказанные компоненты ЭНМГ были относительно близки друг к другу в порядке ранжирования.

Таким образом, в разные сезоны года отмечался ступенчатый фазовый характер адаптации. Вполне очевидно, что сезонная этапность адаптации срочной (поисковой), стабилизирующей (эффетивной, долговременной) позволяет включать корректирующие технологии, изменяющие адаптационно-компенсаторные процессы, в зависимости от совокупных средовых, региональных и социальных воздействий, питания и двигательной активности. Познание адаптивных (дизадаптивных) изменений позволяет программировать поведение, исходя из динамических – средовых воздействий.

Сравнительные сезонные результаты ФА выявили спектр компонентов электромиографиче-

ской регуляции параметров функционального состояния. Доминирование ЭНМГ характеристик в регуляции КРС показано нами ранее [1]. Ритмы ступеней ЭНМГ и ФВД свидетельствуют о том, что значения ФС сугубо индивидуальны и зависят от степени их реактивности и резистентности в зависимости от сезона и задач деятельности.

Результаты сезонных исследований функционального состояния студентов позволяют высказать следующее:

1. Характер совокупных сезонных ритмов компонентов ЭНМГ и показателей ФВД по данным факторного анализа обнаружил неоднозначность и каскадность изменений в матрице повёрнутых компонент и полной объяснённой дисперсии.

2. При наличии во временном ряду гармонических компонент представлены ключевые показатели регулирующих и обеспечивающих систем организма их доминантное проявление по сезонам года.

3. Выявлены звенья нервно-мышечной системы, адаптивно-компенсаторные в состоянии расслабления и напряжения организма студентов. По ступеням адаптивно-компенсаторных сдвигов показатели ФС летом распределились: ЭНМГ, внешнее дыхание, ЭНМГ и ЭНМГ, внешнее дыхание. Ступени адаптации весной включали: 28 показателей ЭНМГ (1), 18 ФВД (2), 8 ФВД (3), 2 ФВД (4). Соответственно летом: 42 коэффициента ЭНМГ (1), 17 показателей ФВД (2), 6 коэффициентов ЭНМГ (3), 6 показателей ЭНМГ (4), 6 показателей ФВД (5).

4. Вклад компонентов ЭНМГ в ФА от лета к осени повышался, а затем последовательно сни-

жался зимой и весной. Ряд показателей ФВД от лета к осени снижались и затем возрастали зимой и весной.

5. Используемые модели факторного анализа относятся к непараметрическим критериям прогнозирования сезонной ритмики функционального состояния по диапазонам ступенчатости проявления, исходя из задач деятельности, кумулятивных сезонных, средовых воздействий, релаксаций.

Литература

1. Гаттаров, Р.У. *Модельные характеристики сезонных изменений функционального состояния студентов* / Р.У. Гаттаров, А.П. Исаев // *Проблемы формирования здоровья и здорового образа жизни: материалы 5 Всерос. науч.-практ. конф.* – Тюмень: Вектор – Бук, 2007. – С. 138–141.

2. *Особенности сократительных и релаксационных характеристик мышц у спортсменов высоких квалификаций различных видов спорта* / А.П. Исаев, С.А. Личагина, Р.У. Гаттаров и др. // *Теория и практика физической культуры.* – 2006. – № 1. – С. 28–33.

3. Шейн, А.П. *Локальные и системные реакции сенсомоторных структур на удлинение и ишемию конечностей* / А.П. Шейн, М.С. Сайфутдинов, Г.А. Криворучко. – Курган: ДАММИ, 2006. – 284 с.

4. Юсевич, Ю.С. *Очерки по клинической электромиографии* / Ю.С. Юсевич. – М.: Медицина, 1972. – 181 с.

Поступила в редакцию 14 января 2009 г.