

Исследование физических параметров сердечно-сосудистой системы в процессе адаптации к высокогорью

Абдыбалиева Канышай, кафедра физики, математики, информатики и КТ
КГМА им. Ахунбаева, г. Бишкек, Кыргызская Республика

Аннотация. Данная статья отражает статистическую обработку и физический Косинор анализ процесса адаптации к высокогорью человеческого организма.

Ключевые слова: циркадианные, ультрадианные, акрофазы, мезор, Косинор анализ, показатель суточной адаптации, интегральный показатель,

Неопровержимым фактом является то, что на сегодняшнем уровне развития медицинской науки, в особенности медбиофизики, уже не подлежит сомнению, что различные физиологические процессы происходят в определенном ритме, т.е. по законам физики, а именно физики колебаний. Эти ритмы могут быть разной продолжительности, начиная от многолетних геокосмических аномалий, годовых, сезонных, месячных, недельных, суточных и кончая часовыми, минутными, секундными и даже микроинтервальными долями секундных ритмов.

Особенно важным в физиологическом настрое организма являются суточные (циркадианные) биологические ритмы, поскольку 24-часовой ритм геофизических параметров Земли оказывает сильное влияние на его эндогенные ритмы, на продолжение родов, и соответственно, на социологию.

Наряду с этим в последнее время большое внимание биофизиков и биоритмологов уделяется ультрадианным ритмам, периоды которых меньше 24 часов, в частности, 12-часовым ритмам [1].

Целью наших исследований явилась попытка выявить взаимосвязь между отдельными характеристиками ритмов и на основании этой взаимосвязи найти физические характеристики и интегральные физиологические показатели достоверных функциональных перестроек в отдельных определенных системах организма. Для этого нами проанализированы биоритмы сердечно-сосудистой системы горнорабочих (Кумтор) в динамике 15-дневной вахты в горах (всего исследовано 1536 человеко-смен). Исследования проводились в течении нескольких лет [2]. Данное сообщение является статистической обработкой и физико-физиологической интерпретацией выполненных исследовательских задач [3].

Биоритмический анализ физико-физиологических показателей горнорабочих, проведенный на персональных компьютерах типа IBM с использованием известного метода «Косинор анализа», выявил достоверное проявление как циркадианных, так и ультрадианных ритмов с их амплитудными, акрофазными и мезорными изменениями [4].

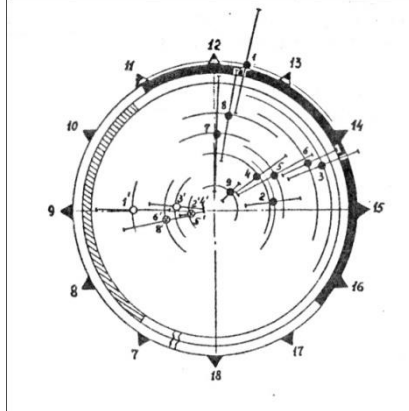


Рис.1а

1-ЧД, 2-ЧД, 3-СД, 4-ДД, 5-ПД, 6-ССД, 7-УО, 8-МО, 9-Пе

На рисунке 1а показаны эти характеристики на фоне (перед вахтой, на местности 760 м над уровнем моря – г. Бишкек): справа временной плоскости – циркадианные ритмы, а слева – ультрадианные амплитуды ритмов. Рисунок 1б представляет их в первый день вахтенной работы. Как эксперименты показывают и на фоне, так и в процессе адаптации к вазтенному труду в горах (рабочие места в горах находятся примерно 2200-2280 м над уровнем моря) многие показатели изменяются ритмически с периодами как 24 часа, так и 12 часов. Как видно из диаграмм, эти ритмы имеют разброс амплитуды и акрофаз. Ультрадианные ритмы отстают по фазе от циркадианных ритмов, а разброс амплитуд и акрофаз своеобразен в динамике вахты, что подтверждают опыты.

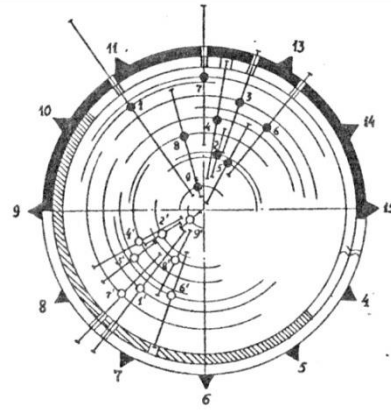


Рис.1б

В отдельные дни исследований те или другие ритмы становятся статистически незначимыми, т.е. достоверно не проявляются.

В ходе экспериментов нами было установлено нежимаемое пространство признаков, характеризующих в основном работу сердечно-сосудистой системы. Эти характеристики на диаграммах указаны цифрами, что выражены в аббревиатурах содержащихся величин: частоту пульса – ЧП – 1; систолическое давление – СД – 2, диастолическое давление – ДД – 3, среднединамическое давление – СДД – 4, ударный объем крови – УО – 5, минутный объем крови – МО – 6, периферическое сопротивление – ПС – 7.

В течении первых пяти дней вахты увеличиваются амплитуды обоих ритмов, увеличивался и их разброс, и разброс акрофаз.

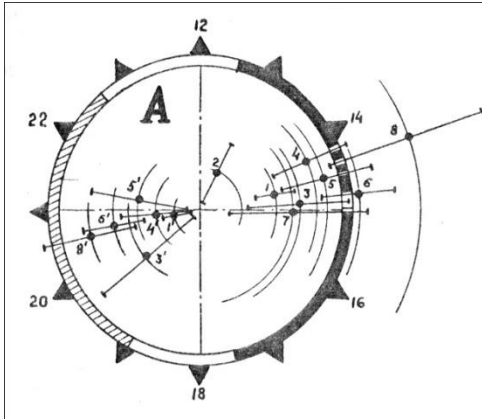


Рис.2а: Третий день адаптации: 1-ЧП, 2-ПЕ, 3-ПД, 4-ССД, 5-ДД, 6-СД, 7-УО, 8-ЧП

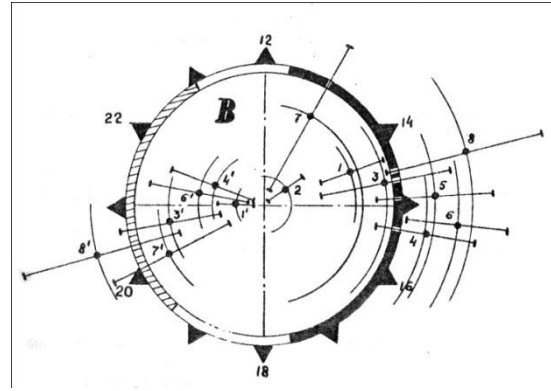


Рис.2в: Динамика суточных ритмов в десятый день адаптации

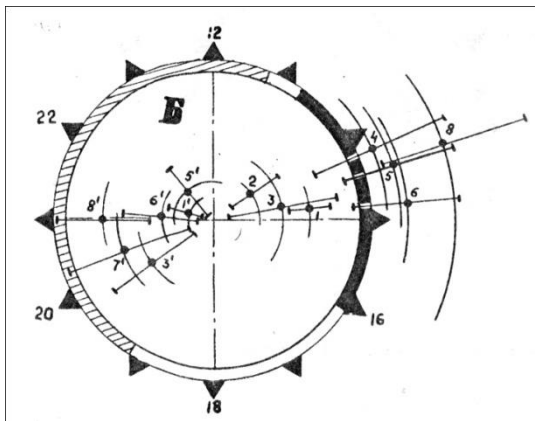


Рис.2б. Пятый день адаптации: 1-ЧД, 2-ПЕ, 3-ПД, 4-ССД, 5-ДД, 6-СД, 7-УО, 8-ЧП

В дальнейшем разброс акрофаз ультрадианных ритмов сужался, а циркадианные ритмы расширяли поля разброса акрофаз и увеличивали амплитуды.

Какова прогностическая значимость ультрадианных ритмов?

Для ответа на этот вопрос мы с помощью ЭВМ разработали показатель суточной адаптивности – α , который представляет собой прирост изучаемой функции в 24 часа суток по сравнению с 8 часами, выраженный в %. В формуле этого показателя в качестве аргумента выступают амплитуды и акрофазы, т.е. фазы, наступающие в унисон друг с другом, обоих изучаемых ритмов: A_m, A_ϕ – циркадианного и ультрадианного A_m, A_ϕ , а также мезор функционального показателя Y_p :

$$\alpha = \frac{1.73 \sin[(A_\phi - 4)\pi/12] + (a_m/A_m) \cos[(a_\phi - 4)\pi/6]}{(Y_p/A_m) + \sin[(A_\phi - 2)\pi/12] - (a_m/A_m) \sin[(a_\phi - 5)\pi/6]} \times 100\%$$

Вычислив среднее значение $\alpha_{ср}$ всех изучаемых параметров, мы нашли показатель суточной адаптации рассматриваемой нами системы: $\alpha_{ср} = (d_1 + d_2 + \dots + d_n)/n$. Изменение этого показателя по дням вахты устанавливает и подтверждает его периодический характер динамики.

Наибольшее значение α имеет на фоне, а наименьшее – в первый день адаптации к горной вахте, затем его амплитуда изменяется по затухающей синусоиде.

Определив прирост α во время вахты по сравнению с фоном, и этот прирост разделив на относительное значение амплитуд ультрадианных ритмов по отношению к амплитудам циркадианных составляющих, выявили большое влияние ультрадианных амплитуд на величину полученного показателя, которую назвали индексом ритмологической напряженности β .

Среднее значение β от выборки всех i -тых дал нам интегральный β , отражающий биоритмологическое напряжение изучаемой системы:

$$\beta = 1/n \sum [\Delta\alpha_i / (1 - a_m/A_m)^i],$$

где $\Delta\alpha_i$ – прирост показателя суточной адаптивности i -го параметра по сравнению с его оптимальным значением (нами установлено то, что $\alpha_{опт} = 25 \pm 3$), где n – количество изучаемых величин.

Поскольку α и β взаимосвязаны с амплитудой ультрадианных ритмов, то вместе они определяют взаимосвязь ритмоструктуры физиологических показателей от влияния ультрадианных ритмики: большему $|\alpha|$ соответствует наименьшее значение β_{min} , и наоборот, наименьшему α_{min} приходится β_{max} , когда ультрадианные ритмы сильно себя проявляют.

По нашим исследовательским данным [3], адаптация организма к ваховому труду в горных условиях сопровождается уменьшением α , увеличением β , что вызвано достоверным проявлением ультрадианной ритмики физико-физиологических параметров. Замеченное расширение разброса акрофаз, амплитуды и среднесуточного уровня биоритмов приводит к возрастанию энтропии систем организма рабочих, т.е. процесс адаптации к горной вахте сопровождается разладом в физиологических системах, что свидетельствует, вероятно, о значительных перестройках структурных связей в организме человека.

Сравнивая экспериментальные данные, представленные на рисунках 1а и 2г, можно сделать вывод, что полная адаптация организма к горным условиям происходит за 15 дней проживания в горах.

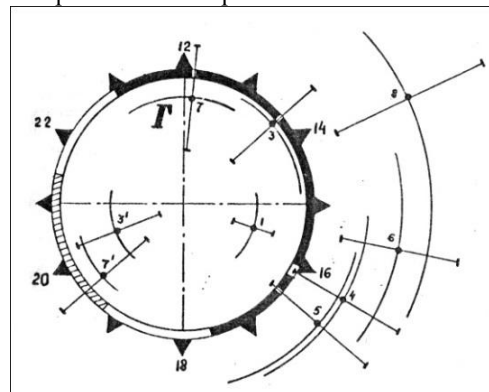


Рис.2г.: Динамика суточных биофизикоритмов в пятнадцатый день адаптации

Таким образом, учет физических параметров и их биоритмологическая идентификация в процессе адаптации к высокогорью позволяют количественно оценить

временную организацию функциональных систем организма человека, адаптирующегося к вахтовому труду в горах, выявить специфику динамики ритмоструктуры отдельных физиологических систем и индивидуальные особенности человека, и протекающего в нем адаптивного процесса с различным уровнем приспособительных возможностей их организма. Это позволит, на наш взгляд:

- более качественно производить отбор контингента лиц, направляемых для работы в горах;
- снизить долю риска возникновения горных патологий их организма; – уменьшит текучесть рабочих кадров;
- диктовать оптимальный срок вахты;
- повысить эффективность труда в специфических условиях высокогорья.

Литература:

1. Сорокин А.А. Ультраниантные составляющие при изучении суточного ритма. – Фрунзе: Илим, 1984. – 84с.
2. Абдыбалиева К., Джоробеков Б.Д. Изучение параметров дыхательной и сердечно-сосудистой систем в процессе адаптации к высокогорью с помощью ЭВМ. // В кн. «Современные аспекты адаптации организма к экстремальным условиям». Бишкек, 1998.– 280с.
3. Кузюта Э.И., Махновский В.П. Под солнечным ритмом. Бишкек, 2009.– 145с.