

Изобретение относится к спортивной физиологии и хронофизиологии и может быть использовано для диагностики суточного биоритмотипа у спортсменов.

Проблема заключается в том, что планирование тренировочных нагрузок у спортсменов без учета индивидуального биоритмотипа ("жаворонок", "сова", или "аритмик") значительно снижает эффективность тренировочного процесса (Агаджанян Н.А., Шабатура Н.Н. Биоритмы, спорт, здоровье. - М.: Физкультура и спорт, 1989. - 147с.; Новиков В.С., Деряна Н.Р. Биоритмотипы, космос, труд. - СПб.: Наука, 1992. - 107с.).

Лиц, проявляющих большую работоспособность преимущественно с 8.00 до 11.00, относят к утреннему биоритмотипу - "жаворонок", с повышенной работоспособностью в вечернее время - с 16.00 до 20.00 - к "совам", а лица без четко выраженного пика работоспособности в течение суток составляют группу "аритмиков".

В качестве прототипа выбран способ диагностики суточного биоритмотипа путем анкетирования (Детари, Ласло. Биоритмы. - М.: Мир, 1984. - 215с.).

Недостатком его является трудность выявления слабо выраженного биоритмотипа, и кроме того, субъективность анкетного способа оценки часто не совпадает с объективно оцениваемым функциональным состоянием организма, что в 70% случаев приводит к ошибочным результатам (Натр Н. Arch. Psichial und Nervenkrankheiten", 1961, b.201, №4, p.355).

В основу изобретения поставлена задача создания способа определения суточного биоритмотипа человека, который был бы основан на учете объективных показателей физиологического и биохимического состояния организма.

Для решения поставленной задачи предлагается способ определения суточного биоритмотипа, отличающийся тем, что испытуемого подвергают выполнению повторяющихся физических нагрузок в утреннее и вечернее время, регистрируют механические характеристики и биохимические показатели крови до и после выполнения нагрузок, вычисляют соотношение этих показателей по формуле

$$K = \frac{\frac{A}{(BE_n + BE_{нагр.})_{утр.}} - \frac{A}{(BE_n + BE_{нагр.})_{веч.}}}{\frac{A}{(BE_n + BE_{нагр.})}} \times 100$$

где А - объем выполненной работы, ВЕ - дефицит буферных оснований, выполненный, соответственно, в состоянии покоя BE_n и после нагрузки $BE_{нагр.}$. При значении этого показателя менее -50% диагностируют ярко выраженный вечерний биоритмотип "сова", при значении "К" в пределах от -50% до -10% - это слабо выраженная "сова", в интервале от -10% до +10% - аритмик, при значениях от 10% до 50% - слабо выраженный утренний биоритмотип "жаворонок" и при значении коэффициента более 50% - ярко выраженный "жаворонок".

Причинно-следственная связь между существенными признаками и техническим результатом заключается в следующем.

Известно, что в оценке уровня адаптации к

физической нагрузке функционально значимой является величина общего количества буферных оснований, затраченных на нейтрализацию кислых метаболитов, образовавшихся при физической, работе (Ашеулова Е.Н. Определение кислотно-щелочного равновесия крови как показателя общей "выносливости" после пребывания в условиях гипоксии // Теория и практика физической культуры. - 1972. - №11. - С.50 - 51).

Известно также, что величина отношения объема выполненной работы к дефициту буферных оснований (А/ВЕ) позволяет определить степень сопряженности между метаболическими процессами и эффективностью механической работы (Вербицкий О.Н. Состояние кислотно-щелочного равновесия крови у спортсменов при физических нагрузках и обоснование способов его оптимизации: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. - К., 1991. - 17с.).

Однако, в этой величине не учитывается исходное состояние буферных систем до нагрузки. Для оценки адаптации организма к физическим нагрузкам функционально значимым является не только величина сдвига ВЕ, но и средняя, (т.н. мезорная) величина суммы затраченных щелочных ингредиентов на нейтрализацию кислых продуктов

метаболизма ($\bar{X} \sum BE_n + BE_{нагр.}$). Эта величина показывает смещение "зоны блуждания" параметра ВЕ относительно нуля (нулевое значение ВЕ равно концентрации щелочных ингредиентов истинной плазмы при стандартных условиях) (Смирнов К.М., Новокатикян А.О. и др. Биоритмы и труд. - Л.: Наука, 1980. - 137с.; Алякринский Б.С., Степанова С.И. По закону ритма. - Л.: Наука, 1985. - 149с.).

При значении мезорной величины ВЕ, приближенной к нулю, организм дольше работает в режиме наименьших энергозатрат для компенсации рабочего ацидоза. При смещении мезорной величины в сторону больших отрицательных значений - худшей компенсации ацидоза, больших энергозатрат.

Таким образом, мезорная величина "ВЕ" характеризует различный уровень адаптивных компенсаторных возможностей буферных систем в разное время суток. Увеличение отношения

$\frac{A}{\bar{X} \sum (BE_n + BE_{нагр.})}$ свидетельствует о повышении эффективности и экономичности компенсаторных механизмов рабочего ацидоза, т.е. физическая работа осуществляется в более экономичном режиме.

Разность отношений объемов выполненных работ "А" к мезорным величинам "ВЕ", измеренных в утреннее и вечернее время, выражается следующим образом

$$\begin{aligned}
& \frac{A_{\text{утр.}}}{\bar{X} \Sigma (BE_n + BE_{\text{нагр.}})_{\text{утр.}}} - \\
& - \frac{A_{\text{веч.}}}{\bar{X} \Sigma (BE_n + BE_{\text{нагр.}})_{\text{веч.}}} = \\
& = \left(\frac{A}{BE_n + BE_{\text{нагр.}}} \right)_{\text{утр.}} - \\
& - \left(\frac{A}{BE_n + BE_{\text{нагр.}}} \right)_{\text{веч.}} \\
& \text{а ее отношение к утреннему показателю} \\
& \left(\frac{A}{BE_n + BE_{\text{нагр.}}} \right)_{\text{утр.}} - \left(\frac{A}{BE_n + BE_{\text{нагр.}}} \right)_{\text{веч.}} \\
& \frac{\left(\frac{A}{BE_n + BE_{\text{нагр.}}} \right)_{\text{утр.}} - \left(\frac{A}{BE_n + BE_{\text{нагр.}}} \right)_{\text{веч.}}}{\left(\frac{A}{BE_n + BE_{\text{нагр.}}} \right)_{\text{утр.}}} = \\
& = \frac{\left(\frac{A}{BE_n + BE_{\text{нагр.}}} \right)_{\text{утр.}} - \left(\frac{A}{BE_n + BE_{\text{нагр.}}} \right)_{\text{веч.}}}{\left(\frac{A}{BE_n + BE_{\text{нагр.}}} \right)_{\text{утр.}}}
\end{aligned}$$

позволяет определить относительную эффективность адаптации в разное время суток.

Реализуется изобретение следующим образом.

Для определения биоритмотипа человека используют предельные велоэргометрические нагрузки аэробно-анаэробной направленности. Сначала предельную ступенчато-возрастающую велоэргометрическую пробу выполняют утром, в интервале времени 8.00 - 11.00 часов, а затем через 2 дня (во избежание эффектов остаточного утомления или суперкомпенсации) предельную нагрузку выполняют в вечернее время - с 16 до 20 часов. В состоянии покоя и после нагрузки регистрируют величины исходного и конечного значений. BE_n вычисляют среднюю арифметическую величину их значений, а также общий объем выполненной работы A . Рассчитывают разность отношений

$$\begin{aligned}
& \frac{A}{\bar{X} \Sigma (BE_n + BE_{\text{нагр.}})} \text{ в утреннее и вечернее} \\
& \text{время и вычисляют коэффициент "К" по формуле} \\
& K = \frac{\left(\frac{A}{BE_n + BE_{\text{нагр.}}} \right)_{\text{утр.}} - \left(\frac{A}{BE_n + BE_{\text{нагр.}}} \right)_{\text{веч.}}}{\left(\frac{A}{BE_n + BE_{\text{нагр.}}} \right)_{\text{утр.}}} \times 100
\end{aligned}$$

Биоритмотип испытуемого оценивают по следующим значениям вычисленного коэффициента: $K \leq -50\%$ - ярко выраженный вечерний биоритмотип ("сова");

$-50\% < K < -10\%$ - слабо выраженная "сова";

$-10\% \leq K \leq +10\%$ - аритмик,

$10\% < K < 50\%$ - слабо выраженный "жаворонок";

$K \geq 50\%$ - ярко выраженный "жаворонок".

Таким образом, предложенный способ имеет большую разрешающую способность выявления

биоритмотипов, в том числе и слабовыраженных, в сравнении с прототипом.

Результаты исследований сведены в таблицу, позволяющую сделать сравнительный анализ заявленного способа и прототипа.

Примеры конкретного выполнения способа.

Пример 1. Спортсмен К-ов, возраст 19 лет, заполнил анкету и по ее результатам был отнесен к вечернему биоритмотипу "сова". У спортсмена в 10.00 часов, в состоянии покоя был взят анализ крови из пальца и по методике Аструпа определяли показатель кислотно-щелочного равновесия - дефицит буферных оснований BE покоя. Затем К-ов выполнял ступенчатовозрастающую велоэргометрическую нагрузку до отказа, первая ступень которой по мощности равнялась 75Вт продолжительностью 3 минуты. Каждые 3мин нагрузки ее мощность увеличивали на 25Вт. Последнюю ступень студент выполнял в течение 3 минут. Таким образом, общий объем выполненной работы составил $A = 3150\text{Вт}$. Через 3мин после нагрузки брали кровь из пальца для определения $BE_{\text{нагр.}}$. Полученные величины в утренней пробе составили: $A = 3150\text{Вт}$; $BE_{\text{покоя}} = +1,4\text{мэкв/л}$, $BE_{\text{нагр.}} = -10,8\text{мэкв/л}$, $\bar{X}(BE_n + BE_n) = -4,7$. Аналогичные измерения проводили через 2 - 3 дня, при выполнении К-овым предельной ступенчатовозрастающей велоэргометрической нагрузки по выше приведенной схеме, общий объем работы, выполненной с 16.30ч составил 3900Вт. При этом $BE_{\text{покоя}} = +0,5\text{мэкв/л}$, $BE_{\text{нагрузки}} = -15,1\text{мэкв/л}$. Пользуясь вышеуказанной формулой, вычисляем: $K = +20,3\%$.

Коэффициент, вычисленный по формуле, в утреннее время на 20,3% больше в сравнении с вечерним. Следовательно, это свидетельствует о худших адаптивных компенсаторных возможностях буферных систем в вечернее время. Пятикратное повторение условий эксперимента, результаты которого представлены в таблице, свидетельствуют, что увеличение показателя компенсаторных возможностей буферных систем в утреннее время колебалось в пределах 20,3% - 28%, что однозначно позволяет отнести спортсмена к слабо выраженному утреннему биоритмотипу "жаворонок".

Таким образом, результаты анкетирования "сова" оказались неточными, и по величине коэффициента испытуемый относится к слабо выраженному утреннему биоритмотипу "жаворонок".

Пример 2. Спортсмен С-ин, возраст 20 лет, заполнил анкету и по ее результатам был отнесен к биоритмотипу "жаворонок". Затем спортсмен в 11.00 выполнял ступенчатовозрастающую велоэргометрическую нагрузку, аналогичную описанной в примере 1, общий объем которой составил $A = 2525\text{Вт}$. Перед нагрузкой, в состоянии покоя, а также через 3 минуты после окончания предельной нагрузки у испытуемого брали кровь из пальца и определяли дефицит буферных оснований, величины которого составили: $BE_{\text{покоя}} = -0,1\text{мэкв/л}$, $BE_{\text{нагрузки}} = -15,0$ $\bar{X}(BE_n + BE_n) = -7,55\text{мэкв/л}$.

Через 2 - 3 дня, в 17.00ч спортсмен выполнял аналогичную нагрузку на велоэргометре, где показал следующие параметры: $A = 2475\text{Вт}$, $BE_{\text{покоя}} = -0,2\text{мэкв/л}$, $BE_{\text{нагрузки}} = -14,5\text{мэкв/л}$,

$$\bar{X}(\Sigma VE_n + VE_n) = -7,35 \text{ мэкв/л.}$$

Коэффициент, рассчитанный по формуле при пятикратном повторении условий эксперимента, варьировал от -1,7% до +3,6%. Эта относительно небольшая амплитуда вариальности, с преобладанием то в утреннее, то в вечернее время, характеризует относительно ровный уровень адаптивных свойств крови у аритмиков в разное время суток.

Таким образом, результаты анкетирования оказались ошибочными (по прототипу - "жаворонок"), по величине коэффициента, рассчитанного по предложенной формуле, относится к аритмику.

Примеры 3 - 9 представлены в таблице.

Анализ примеров 6 - 8 позволяет сделать о том, что данные анкетирования соответствуют действительным показателям только у лиц с ярко выраженным биоритмотипом, т.е. когда рассчитываемое значение коэффициента более +50% или менее -50%.

Спортсмены	Прототип	Показатели	УН*
		А(Вт) ВЕ _{покоя} ВЕ _{нагрузки} (мэкв/л) х ВЕ _п + ВЕ _н К по форм. в %	
Пример 1 К-ов	Сова	А ВЕ _п ВЕ _{нагр.} ВЕ _п +ВЕ _н К	3150 +1,4 -10,8 -4,7
Пример 2 С-ин	Жаворонок	А ВЕ _п ВЕ _н ВЕ _п +ВЕ _н К	2525 -0,1 -15,0 -7,55
Пример 3 Б-рь	Аритм.	А ВЕ _п ВЕ _н ВЕ _п +ВЕ _н К	1605 +1,2 -17,4 -0,1
Пример 4 К-ев	Сова	А ВЕ _п ВЕ _н ВЕ _п +ВЕ _н К	2475 +4,4 -8,2 -1,9
Пример 5 С-ко	Сова	А ВЕ _п ВЕ _н ВЕ _п +ВЕ _н К	3317 +1,8 -12,0 -5,1

Спортсмены	Предлагаемый способ			
	3 исследование		4 исследование	
	УН	ВН	УН	ВН
Пример 1 К-ов	3100 +1,8 -10,5 -4,35 +28%	3900 +0,6 -15,8 -7,6	3200 +1,2 -10,7 -4,75 +22,9%	3950 +0,4 -15,6 -7,6
Пример 2 С-ин	2600 +0,2 -15,0 -7,4 +2,0%	2420 +0,3 -14,3 -7,0	2540 -0,1 -15,1 -7,6 -1,0%	2400 -0,2 -14,0 -7,1
Пример 3 Б-рь	1650 +1,4 -17,7 -8,15 -44,8%	1700 +2,3 -13,9 -5,8	1650 +1,0 -17,2 -8,1 -50,7%	1780 +2,6 -14,2 -5,8
Пример 4 К-ев	2475 +4,2 -7,7 -1,75 +44,8%	2500 +3,0 -9,4 -3,2	2475 +4,5 -8,0 -1,75 +48,5%	2475 +3,0 -9,8 -3,4
Пример 5 С-ко	3400 +1,8 -12,1 -5,15 -11,4%	3900 +2,8 -13,4 -5,3	3350 +1,9 -12,2 -5,15 -2,5%	3800 +2,9 -14,3 -5,7

Спортсмены	Прототип	Показатели А(Вт) ВЕ _{покоя} ВЕ _{нагрузки} (мэкв/л) х ВЕ _п + ВЕ _н К по форм. в %	1 исследование	
			УН*	
Пример 6 К-ко	Жаворонок	А ВЕ _п ВЕ _н ВЕ _п +ВЕ _н К	3150 +4,2 -6,7 -1,25	+53,4%
Пример 7 М-ов	Сова	А ВЕ _п ВЕ _н ВЕ _п +ВЕ _{нагр.} К	2700 +1,9 -19,0 -8,95	-37,1%
Пример 8 М-ов	Аритм.	А ВЕ _п ВЕ _{нагр.} ВЕ _п +ВЕ _{нагр.} К	2175 +2,1 -14,0 -5,95	+4,0%
Пример 9 Б-ко	Жаворонок	А ВЕ _п ВЕ _{нагр.} ВЕ _п +ВЕ _{нагр.} К	2925 +3,1 -9,0 -2,95	28,3%

Спортсмены	Предлагаемый способ						Тип реакции по- ределенный по заявленному способу
	3 исследование		4 исследование		5 исследование		
	УН	ВН	УН	ВН	УН	ВН	
Пример 6 К-ко	3450	3580	3200	3500	3300	3650	Утренний тип "жаворонок"
	+4,0	+2.2	+4.2	+2.6	+4,4	+2.5	
	-6.9	-8.5	-6.8	-8.5	-6.8	-8.6	
	-1.45	-3.15	-1.3	-2.95	-2.7	-3.05	
	52.2%		51.8		51.0%		
Пример 7 М-ов	2750	3350	2700	3400	2800	3600	Слабо выражен. вечерний биоритмотип "сова"
	+1.8	+2.0	+1.8	+2.9	+1.5	+2.5	
	-18.9	-18.0	-18.9	-19.3	-18.9	-19.2	
	-8.55	-8.0	-8.55	-8.2	-8.7	-8.35	
	30.2%		31.3%		34%		
Пример 8 М-ов	2150	2200	2100	2200	2175	2200	Аритмик
	+2.3	+2.0	+2.0	+1.1	+1.98	+1.25	
	-13.4	-13.2	-13.8	-13.7	-13.8	-12.5	
	-5.55	-5.6	-5.9	-6.3	-5.95	-5.65	
	-1.4%		+1.9%		-6.5%		
Пример 9 Б-ко	2900	3800	2800	3400	2950	3400	Сл. выраженный вечерний биоритмотип "сова"
	+2.8	+3.0	+2.9	+3.6	+2.8	+3.2	
	-8.7	-9.2	-8.6	-9.1	-8.8	-8.6	
	-2.95	-3.1	-2.85	-2.75	-3.0	-2.7	
	-24.7%		-25.0%		-26.8%		

* УН – Утренняя нагрузка

** ВН – вечерняя нагрузка