

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ВІДНОВНИХ ПРОЦЕСІВ ПІСЛЯ М'ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ І ПЕРІОДИЧНИХ КОЛИВАНЬ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБМІНУ

М. Н. Шабатура

Проблемна науково-дослідна лабораторія
Київського інституту фізичної культури

УДК 612.014.577.3

Дослідження динаміки відновних процесів в організмі людини після м'язової діяльності становить важливу науково-теоретичну і практичну проблему. Ця складна і багатопланова проблема стосується деяких відділів медицини, фізіології праці, але особливо вона актуальна в фізіології спорту.

Стрімкий ріст спортивних результатів, який спостерігається в останнє десятиріччя, досягається, в основному, за рахунок використання великих за об'ємом та інтенсивністю фізичних навантажень, які призводять до значних змін у функціональному стані організму. Ефективність використання різних фізичних навантажень у тренувальному процесі в значній мірі залежить від урахування фізіологічних закономірностей відновних процесів, які здійснюються в організмі після м'язової діяльності.

Вивченню різних аспектів відновних процесів в органах і системах присвячена велика кількість праць [2—5, 13, 15]. В результаті проведених численних досліджень було показано, що однією з основних закономірностей відновного періоду є його фазовість, яка полягає в наявності затухаючих коливань у функціональному стані органів і систем після їх діяльності [5, 8, 14, 15].

Дослідження швидкості відновлення різних фізіологічних систем і біохімічних показників до вихідного рівня призвело до встановлення явища гетерохронізму відновних процесів [5, 9, 15].

З урахуванням цих закономірностей будується тренувальний процес спортсменів. Але більш ефективному їх використанню заважає недостатність даних про їх зміни в зв'язку з коливаннями функціонального стану організму.

Останнім часом в літературі з'явилися дані, в яких показано, що в організмі тварин і людини, крім уже добре відомих добових, сезонних періодичних коливань фізіологічних функцій виявлені коливання енергетичного і пластичного обміну з довжиною періоду 12—18 днів [6, 7, 11, 12]. Показано також [6], що фізична працездатність та інші фізичні якості в певній мірі залежать від періодичних коливань енергетичного обміну.

Цілком природно припустити, що періодичні коливання енергетичного обміну впливатимуть і на швидкість відновних процесів в організмі після м'язової діяльності. Важливого значення для практики спортивного тренування мають величина цього впливу, його напрямок і характер, зміни під впливом зовнішніх умов.

Метод

Ми обслідували добровольців трій, при різних умовах рухової активності, друга група — в умові спортивного тренування.

Обслідування проводили щодня 100 днів. Швидкість відновних процесів працездатності після дозованого навантаження (рухомий метод), реєстрацією споживання графі «Мета 1-25Б» і частоти серцебиття дозованого короточасного (15 сек) III групи). Аналізували наявність цих методів рухомої середньої, періодичності [20, 22]. Взаємозв'язок між динамікою розраховували методом кроскореляції.

Результати

На рис. 1 наведено результати коливань динаміки відновлення I групи. Як видно з рис. 1, а, наявність м'язової працездатності після дозованого навантаження коливається в значних межах залежно від дня вимірювання. Амплітуда коливань досягає 30%. Оскільки навантаження було дозоване і проміжок часу відновлення періоду сталий, то коливання відновлення м'язової працездатності в різні дні можна пов'язати з різною швидкістю відновних процесів, які протікають як у центральній нервовій системі, так і в нервово-м'язовому апараті. Розгляд графіка коливань вихідних

Рис. 1. Математичний аналіз швидкості відновних процесів на періодичність. а — вихідні дані; б — відхилення від середнього рівня після розрахунку методом рухомої середньої (по вертикалі — процент відновлення працездатності після втомлення, по горизонталі — дні дослідження); в — автокореляційна функція, по вертикалі — значення автокореляційної функції в днях; г — періодограма (по вертикалі — потужність періодограми, по горизонталі — довжина періоду в днях).

даних показує, що вони схожі на допomoгу методу рухомої середньої швидкості відновних процесів і проміжок часу (75 днів) спостерігається середня довжина періоду 9,2 днів, не стала, відносяться до класу. Результати, одержані за допомогою даних автокореляційної

Методика досліджень

Ми обслідували добровольців трьох груп віком 20—29 років, по шість осіб у кожній, при різних умовах рухової активності. Перша група — в умовах сталого режиму життєдіяльності, друга група — в умовах гіпокінезії і третя (спортсмени) — в умовах режиму спортивного тренування.

Обслідування проводили щодня після сну в один і той же час на протязі 60—100 днів. Швидкість відновних процесів в усіх групах вивчали за відновленням м'язової працездатності після дозованого навантаження і сталого проміжку часу (ергографічний метод), реєстрацією споживання кисню, хвилинного об'єму дихання (на оксипірографі «Мета 1-25Б») і частоти серцевих скорочень (зубці електрокардіограми) після дозованого короткотривалого (15 сек) інтенсивного навантаження на велоергометрі (I і III групи). Аналізували наявність періодичних коливань за допомогою математичних методів рухомої середньої, періодограм-аналізу і знаходження автокореляційної функції [20, 22]. Взаємозв'язок між динамікою відновних процесів і енергетичного обміну розраховували методом кроскореляції. Розрахунки проводились на ЕОМ «Раздан-2».

Результати досліджень

На рис. 1 наведено результати математичного аналізу періодичних коливань динаміки відновлення м'язової працездатності обслідуваного I групи. Як видно з рис. 1, а, на якому наведені вихідні дані, відновлення м'язової працездатності після



Рис. 1. Математичний аналіз швидкості відновних процесів на періодичність.

а — вихідні дані; б — відхилення від середнього рівня після розрахунку методом рухомої середньої (по вертикалі — процент відновлення працездатності після втомлення, по горизонталі — дні дослідження); в — автокорелограма (по вертикалі — значення автокореляційної функції, по горизонталі — зрушення автокореляційної функції в дні); г — періодограма (по вертикалі — потужність періодограми, по горизонталі — довжина періоду в дні).

даних показує, що вони схожі на випадковий процес. Проте аналіз їх за допомогою методу рухомої середньої вказує на наявність у динаміці швидкості відновних процесів періодичних коливань. За досліджений проміжок часу (75 днів) спостерігаються періоди довжиною 7 і 18 днів. Середня довжина періоду 9,2 дня. Коливання, в яких довжина періоду не стала, відносяться до класу квазіперіодичних (майже періодичних). Результати, одержані за допомогою методу рухомої середньої підтверджуються даними автокореляційного аналізу. Автокорелограма (рис. 1, в)

НИХ ПРОЦЕСІВ ЕРІОДИЧНИХ КОЛИВАНЬ ОБМІНУ

ра
а лабораторія
ної культури

оцесів в організмі людини після науково-теоретичну і практичну проблему стосується дедале особливо вона актуальна

в, який спостерігається в організмі, за рахунок використання цих навантажень, які призводять до стану організму. Ефективність цих навантажень у тренувальному процесі і фізіологічних закономірностей в організмі після м'язової

процесів в органах і системах [13, 15]. В результаті проведення, що однією з основних закономірностей, яка полягає в наявності певного стану органів і систем

різних фізіологічних систем призвело до встановлення [5, 9, 15].

будується тренувальний процес і використання заважає не тільки коливаннями функціонально-

дані, в яких показано, що в організмі відомих добових, сезонних коливань виявлені коливання енергетичного періоду 12—18 днів [6, 7], працездатність та інші фізичні показники коливань енергетичного

одичні коливання енергетичних відновних процесів в організмі значення для практики спортивного впливу, його напрямку і ха-

має періодичний характер з істотними максимумами при зрушенні на 8 і 18 днів, що свідчить про наявність періодичних коливань з такою довжиною періоду. З літератури відомо, що в організмі людини знайдено спектр ритмічних коливань фізіологічних функцій [18].

Тому важливо знати про коливання з іншою довжиною періоду. Для цього ми провели дослідження динаміки швидкості відновних процесів на полігармонічність з допомогою методу періодограм-аналізу в діапа-

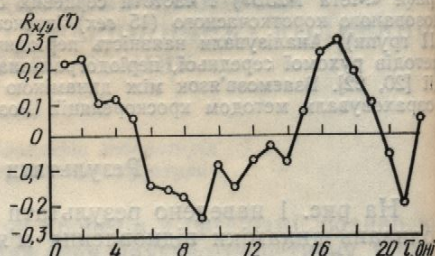
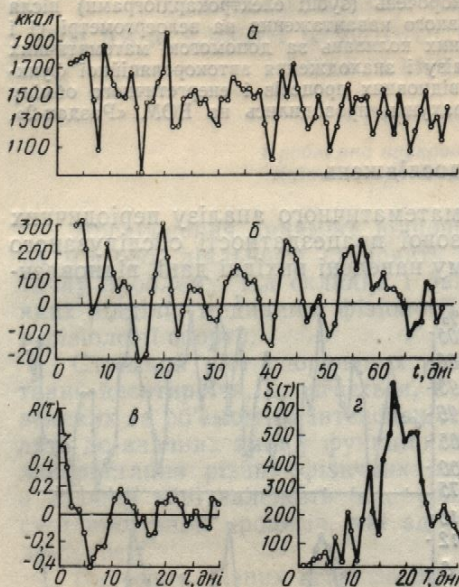


Рис. 3. Кроскорелограма між динамікою швидкості відновних процесів і основного обміну.

По вертикалі — значення взаємкореляційної функції, по горизонталі — зрушення в днях.

Рис. 2. Математичний аналіз основного обміну на періодичність.

а — вихідні дані; б — відхилення від середнього рівня після розрахунку методом рухомої середньої (по вертикалі — основний обмін, по горизонталі — дні дослідження); в — автокорелограма; г — періодограма (інші позначення див. рис. 1).

зоні довжини періодів від 3 до 30 днів. Періодограма (рис. 1, г) має істотні максимуми для періодів 9 і 19 днів. Таким чином, на основі проведеного математичного аналізу можна зробити висновок про наявність у динаміці швидкості відновних процесів періодичних коливань з періодами близькими до 9 і 18 днів. Похибка методу ± 1 день.

Аналогічні коливання швидкості відновних процесів спостерігаються у обстежуваних всіх трьох груп. При цьому не виявлено істотної відмінності в довжині періоду, ні в індивідуальних коливаннях, ні в міжгрупових. Різниця між групами відзначається лише в амплітуді і чіткості коливань. Найбільш чіткі коливання спостерігаються у групах з гіпокінезією і сталим режимом життєдіяльності. Індивідуальні зміни довжини періоду у обстежуваних цих груп не перевищують 3—4 дні і перебувають у межах 12—16 днів. У групі з режимом спортивного тренування амплітуда коливань більша, а чіткість періоду менша. Крім того у обстежуваних цієї групи більш чітко виявляються коливання з шести-семи-добовим періодом, що, напевне, відбиває тижневий цикл, за яким тренувалась ця група [10].

На рис. 2 наведені графіки даних послідовного математичного аналізу на наявність періодичних коливань динаміки основного обміну. З наведених на графіку даних видно, що в динаміці енергетичного обміну також спостерігаються періодичні коливання з періодами близькими до 8 і 14 днів і амплітудою ± 250 ккал від середнього рівня. Така закономірність характерна для обстежуваних всіх груп. Як і в досліджен-

нях інших авторів [6], ми також по фазі під дією якогось зовнішнього фактора ендокринного походження.

Постає питання, в якому з відновних процесів і коливання періодичними коливаннями двох показників кроскореляційний аналіз. На нашу думку, найбільш достовірною відновлення м'язової тканини. Позитивний початок кроскореляції свідчить про те, що ці два показники мають спільні періодичні компоненти. Проте слід бути обережним у встановленні зв'язку між двома процесами у причинній залежності, оскільки в такому чиним корелювати новлюється при вивченні і аналізі процесу на інший.

Деякі відомості про залежність коливань енергетичного обміну від швидкості основного обміну (ЧСС) після короткочасного і тривалого навантаження. Результати цих досліджень свідчать про підвищення в фізіологічній нормі споживання кисню, ХОДР після дозованого навантаження в дні зниження ЧСС ($p < 0,05$). Проте уже на третій день спостерігається інша картина: споживання кисню, ХОДР досягає 40%. Таким чином, швидкість основного обміну, проведеного навантаження, більша, ніж після дозованого навантаження.

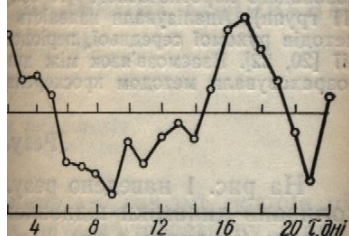
Обговорення

Одержані дані по дослідженні відновних процесів після м'язової роботи підтверджують думку багатьох авторів про те, що функція часу, а мають певну специфіку своїх змін їх інтенсивності. Більш чіткі коливання на рівні організму спостерігаються в інтенсивності фізичної роботи. В різних фазах коливань спостерігаються різні функціональні стани, що свідчить про різні часові взаємозв'язки між процесами, що вивчаються.

Відносно механізмів взаємозв'язку між відновними процесами після м'язової роботи, то одержані дані не дають однозначної відповіді. Це питання потребує проведення подальших досліджень.

симулами при зрушенні на 8-денних коливань з такою довгою в організмі людини знайдено функцій [18].

Високою довжиною періоду. Для швидкості відновних процесів періодограм-аналізу в діапазоні



3. Кроскорелюграма між динамікою швидкості відновних процесів і основного обміну.

По вертикалі — значення взаємкореляційної функції, по горизонталі — зрушення в днях.

2. Математичний аналіз основного обміну на періодичність.

а — вихідні дані; б — відхилення від середнього після розрахунку методом рухомої середньої (по вертикалі — основний обмін, по горизонталі — дні дослідження); в — автокореляційна; г — періодограма (інші позначення див. рис. 1).

ріодограма (рис. 1, г) має істотним чином, на основі проведення висновку про наявність у періодичних коливань з періодом ± 1 день.

Відновних процесів спостерігаються, тому не виявлено істотної відмінності коливань, ні в міжгрупових, ні в амплітуді і чіткості. Індивідуальні зміни доводяться до 3—4 днів і перебігом спортивного тренування періоду менша. Крім того утворюються коливання з шести-семи тижневий цикл, за яким

відновного математичного аналізу динаміки основного обміну. В динаміці енергетичного обміну з періодами близькими до середнього рівня. Така закономірність всіх груп. Як і в досліджен-

нях інших авторів [6], ми також не спостерігали синхронізації коливань по фазі під дією якогось зовнішнього фактора, що може бути підтвердженням ендogenous походження коливань.

Постає питання, в якому зв'язку перебувають зміни швидкості відновних процесів і коливання енергетичного обміну? Про зв'язок між періодичними коливаннями двох процесів найбільш повне уявлення дає кроскореляційний аналіз. На рис. 3 наведена кроскорелюгра між величиною відновлення м'язової працездатності і енергетичного обміну. Позитивний початок кроскорелюграми та її періодичний характер вказує на те, що ці два показники знаходяться в прямому зв'язку по періодичних компонентах. Проте слід зазначити, що встановлення кореляційного зв'язку між двома процесами ще не означає, що вони перебувають у причинній залежності, оскільки можуть бути функцією третього процесу і таким чином корелювати між собою. Причинна залежність встановлюється при вивченні і аналізі можливих механізмів впливу одного процесу на інший.

Деякі відомості про залежність відновних процесів в організмі від коливань енергетичного обміну дають нам дослідження споживання кисню, хвилинного об'єму дихання (ХОД) і частоти серцевих скорочень (ЧСС) після короткочасного інтенсивного навантаження на велоергометрі. Результати цих дослідів показали, що в дні, коли базальний обмін підвищується в фізіологічних межах (20—30% від середнього рівня), споживання кисню, ХОД і ЧСС на першій хвилині відновного періоду після дозованого навантаження на 12% вище, ніж після такого ж навантаження в дні зниженого рівня енергетичного обміну ($t=3,6$; $p<0,05$). Проте уже на третій-четвертій хвилині відновного періоду спостерігається інша картина: споживання кисню, ХОД і ЧСС на максимумах енергетичного обміну на 15—20% менше, ніж на мінімумах ($t=4,2$; $p<0,01$). На п'ятій хвилині ця різниця для споживання кисню досягає 40%. Таким чином, швидкість згасання кисневого боргу після дозованого навантаження, проведеного в період підвищеного рівня основного обміну, більша, ніж після такого ж навантаження в період зниженого рівня основного обміну.

Обговорення результатів досліджень

Одержані дані по дослідженню характеру коливань динаміки відновних процесів після м'язової діяльності і динаміки основного обміну підтверджують думку багатьох авторів [6, 16, 17, 18, 21] про те, що більшість фізіологічних процесів в організмі не являють собою випадкову функцію часу, а мають певну організацію, яка проявляється в періодичних змінах їх інтенсивності. Більшість авторів, які досліджують періодичні коливання на рівні організму [1, 6, 16, 18, 21], вважають, що періодичні зміни в інтенсивності фізіологічних процесів є не тільки кількісними. В різних фазах коливань організм перебуває в різному функціональному стані, що свідчить про глибокі і складні не тільки просторові, а й часові взаємозв'язки фізіологічних процесів, які потребують ґрунтовного вивчення.

Відносно механізмів взаємозв'язку періодичних коливань швидкості відновних процесів після м'язової діяльності і динаміки основного обміну, то одержані дані не дають можливості провести їх аналіз. Це питання потребує проведення більш широких і глибоких досліджень.

Висновки

1. Результати проведених досліджень показали, що швидкість відновних процесів в організмі людини після м'язової діяльності періодично змінюється. Довжина періодів коливань 6—8 і 14—18 днів, амплітуда — 25—30%.

2. Періодичні зміни швидкості відновних процесів і періодичні коливання основного обміну перебувають у прямому взаємозв'язку.

3. Періодичні коливання швидкості відновних процесів після м'язової діяльності і енергетичного обміну не зумовлені впливом періодичних коливань зовнішнього середовища і режимів рухової активності, а є проявом біологічної закономірності.

Література

1. Агаджанян Н. А. — Биологические ритмы, М., «Медицина», 1967, 48.
2. Бродский В. Я. — Трофика клетки, Л., «Наука», 1966, 81.
3. Волков В. М. — В сб.: Пробл. физиол. спорта, М., ФиС, 1963, 75.
4. Гиппенрейтер Б. С. — Восстановит. процессы при спортивной деят. М., ФиС, 1966.
5. Горкин М. Я., Евгеньева Л. Я., Иниокова Т. Г. — Вопросы физиол. спорта, М., 1954, 9, 28.
6. Кучеров И. С. — Ритмичность трофич. процессов в организме человека и животных. Автореф. дисс., К., 1971.
7. Кучеров И. С., Ткачук В. Г., Шабатура Н. Н., Волков А. В. — В сб.: Физиол. функц. систем организма, К., «Наукова думка», 1968, I, 171.
8. Лейник М. В. — К учению о физиол. основах рационального режима труда и отдыха, К., 1951.
9. Маршак М. Е. — Физиол. журн. СССР, 1931, 14, 2.
10. Матвеев Л. П. — Теория и практика физич. культуры, 1970, 9, 51.
11. Сипачев С. Г. — Журн. Уральские нивы, 1969, 6, 55.
12. Федоров В. И. — Ритмичность роста. Автореф. дисс., Оренбург, 1948.
13. Фольборт Г. В. — Избранные труды, К., 1962, 270.
14. Чаговец Н. Р. — В сб.: Всес. конфер. по мышечной биохимии, Л., 1966, 132.
15. Яковлев В. Н., Коробков А. В., Янанис С. В. — Физиол. и биохим. основы теории и методики спорт. тренировки, М., 1957, 89.
16. (Aschoff J.) Ашофф Ю. — В сб.: Биол. часы, М., «Мир», 1964, 27.
17. (Bünning E.) Бюнинг Э. — Ритмы физиол. процессов, М., ИЛ, 1961, 5.
18. (Goodwin B.) Гудвин Б. — Временная организация клетки, М., «Мир», 1968, 30.
19. (Latori A.) Латори А. — Регуляция обменных процессов, М., «Медицина», 1970, 70.
20. (Mercer D.) Мерсер Дж. — В кн.: Биол. часы, М., 1964, 126.
21. (Halberg F.) — Халберг Ф. — В кн.: Биол. часы, М., 1964, 475.
22. (Jule G., Kendall M.) Юл. Д., Кэндалл М. — Теория статистики, М., 1960.

Надійшла до редакції
8.I 1973 р.

RELATIONSHIP OF RECOVERY PROCESSES RATE AFTER MUSCULAR WORK AND PERIODIC VARIATIONS OF ENERGETIC METABOLISM

N. N. Shabatura

Research Laboratory, Institute of Physical Culture, Kiev

Summary

The recovery processes rate in the body of a man after muscular work is periodically changed. The length of the periods of variations is 6—8 and 14—18 days. The amplitude is 26—30%. It is assumed that the periodic variations in the recovery processes are based on the periodic fluctuations in the energetic metabolism. The periodic variations of the recovery processes rate and energetic metabolism are not determined by the periodic influences of the environment and conditions of motor activity of the subjects, but reflect the biological regularities.

ВПЛИВ ПРОТИСУДОРОЖ
КРОВІ ХВОР

Т. Я

Київська міська клініч

Багато протисудорожних з
лепсії, виявляють заспокійливи
вову систему, знижують інтенсив

За даними Погодаєва [4],
Карманової (до складу якої вхо
інгредієнти), суміші Андреева т
тивності протеолітичних ферме
люміналу гальмує дихання моз
[6]. Споживання кисню гомоген
лого часу одержували люмінал
рів [4].

Отже, за даними літератур
гнічують дихальну активність м

З'ясування характеру вплив
хворих на епілепсію, у яких по
ний інтерес.

Методи

Ми вивчали споживання кисню го
впливом сироватки крові хворих на е
протисудорожної терапії, а також піс
паратими.

Оскільки важливою складовою
фенобарбітал, ми призначали цей препа
Для лікування епілепсії застосо
гамма-аміномасляної кислоти, зокрем

Значна роль в окисних процесах
що під час судорожного припадку зниж

Ми провели також навантаження
цистейном.

Вивчали також вплив сироватки
габомком на споживання кисню гомог

Обслідувано 71 хворого, 29 жінок
до 20 років — 7 осіб; від 21 до 30 ро
41 до 50 років — 10 осіб, понад 50 ро
вані розподіляються так: до одного
13 хворих, від шести до десяти років
понад 20 років — 13 хворих.

Залежно від тяжкості перебігу за
пеня вираженості змін особи, інтелек
на три групи: до I групи віднесли хво
особи, до II групи віднесли хворих з
місяць) з вираженими змінами характ
віднесли хворих з частими судорожним
та виразними змінами характеру і зни
боумством.