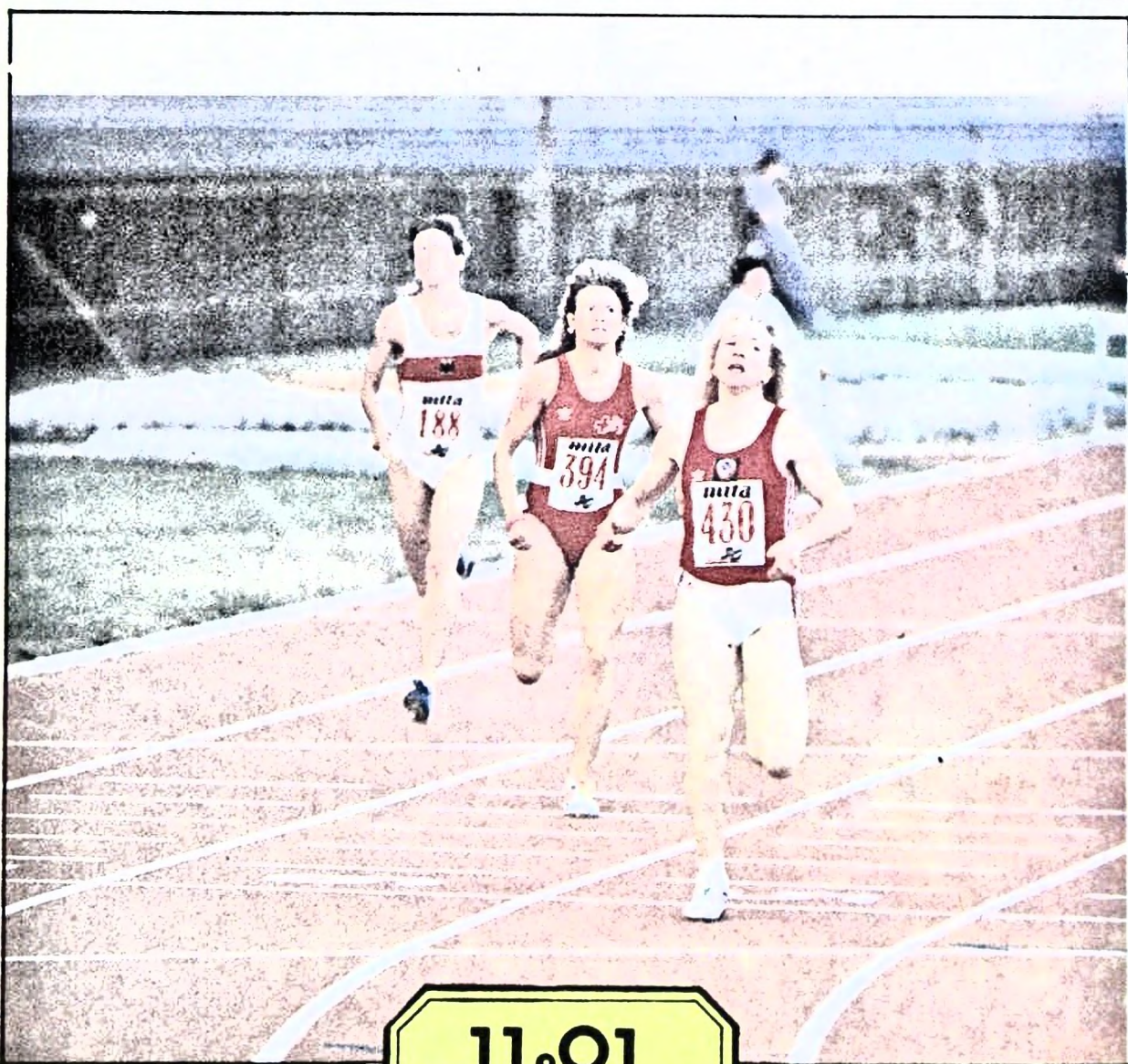


# ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ



11·91



## Экспресс-оценка системы гомеостаза в динамике физической нагрузки спортсменов, занимающихся циклическими и ациклическими видами спорта

Кандидат медицинских наук, доцент В. С. СОКОЛОВСКИЙ; доктор биологических наук, профессор Л. А. НОСКИН; доктор медицинских наук, профессор Ю. И. БАЖОРА  
Одесский медицинский институт им. Н. И. Пирогова

**Ключевые слова:** сывороточный гомеостаз, физическая нагрузка циклические и ациклические виды спорта, лазерная корреляционная спектроскопия.

Система сывороточного гомеостаза включает в себя разнообразные субфракции альбулярных и глобулярных белков, липопротеинов, иммунных комплексов, рибо- и дезоксирибонуклеопротеидных частиц и др. Соотношение указанных компонентов зависит от энергообеспеченности организма, анионного и катионного обменов, анаболических и катаболических процессов, эндокринных сдвигов и других состояний, возникающих в организме не только при патологии, но и в процессе адаптационных перестроек, которые могут быть индуцированы многочисленными факторами внешней и внутренней среды, в том числе мышечными нагрузками. До недавнего времени интегральная характеристика систем гомеостаза была возможна только на основании оценки большого количества показателей, полученных с помощью биохимических и биофизических методов, требующих значительного количества исследуемого материала и длительных полупрепаративных анализов (седиментации, хроматографии, электрофореза, *pH*- и ионометрии и др.). Исследованиями А. Д. Лебедева и соавт.<sup>1</sup> была показана принципиальная возможность изучить характер изменений в системе сывороточного гомеостаза методом лазерной корреляционной спектроскопии (ЛКС).

Цель настоящей работы — оценка результатов исследования динамики гомеостатических сдвигов при физической нагрузке у спортсменов, занимающихся циклическими и ациклическими видами спорта, которые были получены с помощью метода ЛКС.

**Материал и методы.** Было обследовано 63 мужчины в возрасте 18—24 года, из них 27 спортсменов циклических (легкая атлетика, плавание) и 17 человек ациклических (спортивные игры, единоборства) видов спорта. У всех спортсме-

нов была квалификация не ниже I разряда. Контрольную группу составили 19 человек, не занимающихся спортом.

Забор крови для исследований производили до и после нагрузки максимальной интенсивности, а также спустя 36 ч после нагрузки. Кровь брали из пальца, применяя разовые скарификаторы и пластиковые капилляры. Цельную кровь (0,1 мл) вносили в пробирку типа «эпендорф», содержащую 0,4 мл стерильного физиологического раствора, осторожно перемешивали. Образцы центрифугировали в настольной центрифуге при  $3-4 \cdot 10^3$  в течение 10 мин при комнатной температуре. Отбирали 0,2—0,3 мл надосадочной жидкости и переносили в чистую пробирку, которую герметично закрывали и до проведения измерений хранили в рефрижераторе при  $-10^\circ\text{C}$  не более 3—4 недель. Непосредственно перед измерением образцы разводили физиологическим раствором в 5 раз.

Субфракционный состав сыворотки крови исследовали в гетеродинамном ЛК-спектрометре, собранном в Ленинградском НИИ ядерной физики АН СССР (отдел молекулярной и радиационной биофизики). Регуляризация спектра оптического смещения, регистрируемая с фотоэлектронного усилителя, осуществлялась методом обратного решения спектральных задач по программам, разработанным в данной лаборатории (см. сноску). Вид спектра заносился в память ЭВМ IBM PC/AT с помощью специально разработанной многомерной матрицы. Спектры, принадлежащие каждой выделенной нами референтной группе, обрабатывались методами объемной вариационной статистики и записывались в графическом и табличном виде (рис. 1 на 2-й стр. обложки). Площади эллипсов, изображенных на классификаторах (рис. 2), соответствуют следующим математическим ожиданиям: внутренний эллипс — 90 %, наружный эллипс — 70 % принадлежности спектров данной совокупности.

Весь процесс измерения, запоминания и классификации каждого образца занимал 5—8 мин.

**Результаты и их обсуждение.** На рис. 1 представлены усредненные виды функций распределения частиц по размеру для трех референтных групп: А — опорная группа доноров (контрольная), Б — группа спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта, В — группа

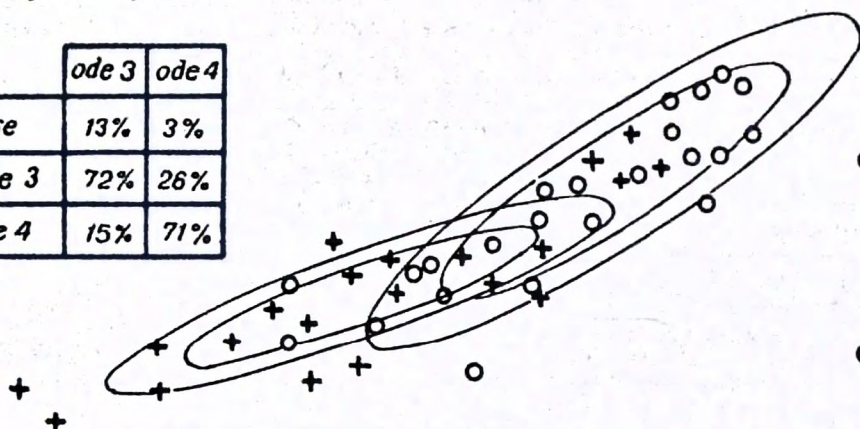
<sup>1</sup> Лебедев А. Д., Левчук Ю. Н., Ломакин А. В., Носкин В. А. Лазерная корреляционная спектроскопия в биологии. — Киев: Наукова думка, 1987.



### Классификационная карта

- Группа С
- + Группа С/Н

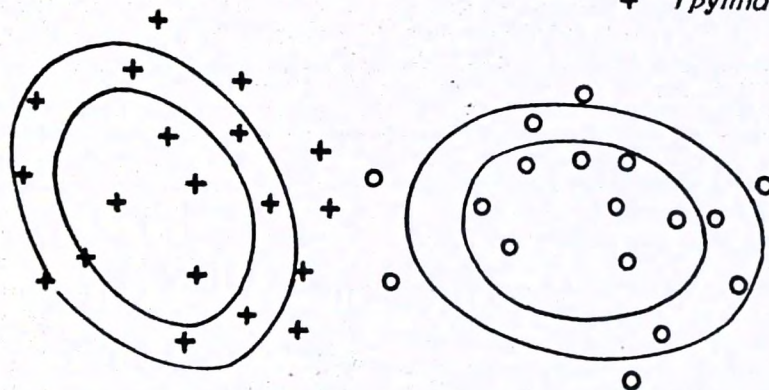
	ode 3	ode 4
else	13%	3%
ode 3	72%	26%
ode 4	15%	71%



А

### Классификационная карта

- Группа В
- + Группа АЦ-Н



	ODE 2	ODE 6
else	9%	12%
ODE 2	91%	0%
ODE 6	0%	88%

Б

Рис. 2. Плоскостные изображения данных классификации ЛК-спектров референтных групп. А — спортсмены, занимающиеся циклическими видами спорта: до физической нагрузки (группа С), после однократной физической нагрузки (группа С/Н). Б — спортсмены, занимающиеся ациклическими видами спорта: до нагрузки (группа В), после однократной физической нагрузки (группа АЦ—Н). Эллипсами обозначены зоны, ограничивающие 90 % (внутренний эллипс) и 70 % (наружный эллипс) вероятности при-

надлежности спектров к данной совокупности. По осям графика — относительные единицы плоскостного сечения многомерного пространства. Внутри графиков табличная распечатка данных объемной классификации с машинной кодировкой референтных групп: else — спектры, не принадлежащие ни одной из групп в пределах 70 % вероятности; ode 3 — группа С; ode 4 — группа С/н; ode 2 — группа В; ode 6 — группа АЦ—Н

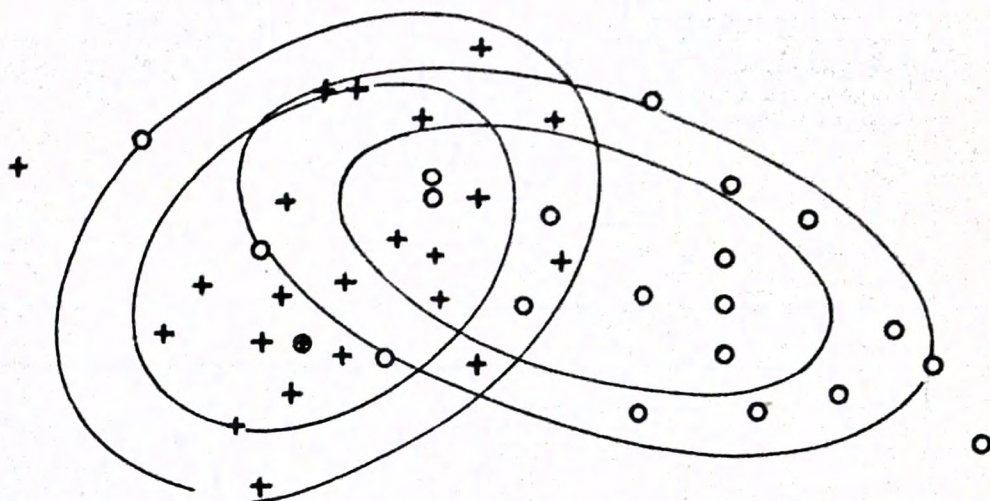


Классификационная карта

+ Группа С/Н (36 ч)

○ Группа С/Н

	ode 15	ode 4
else	4%	13%
ode 15	91%	6%
ode 4	6%	80%

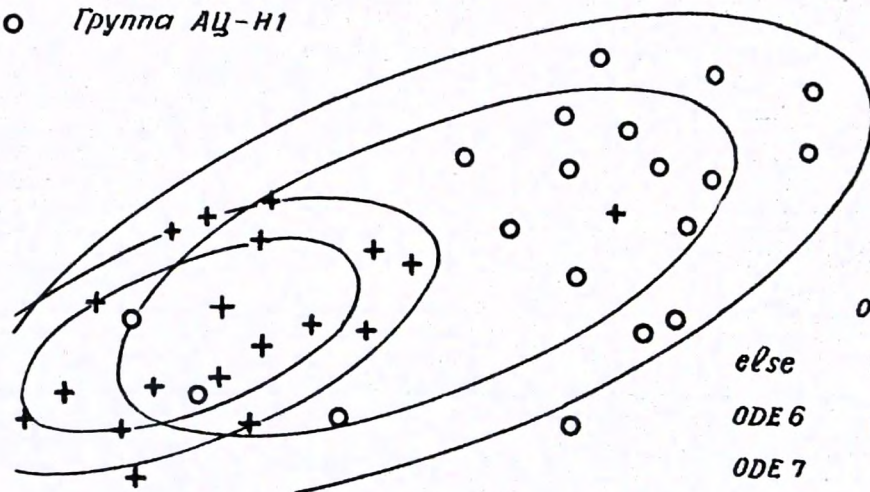


А

Классификационная карта

+ Группа АЦ-Н

○ Группа АЦ-Н1



Б

	ODE 6	ODE 7
else	15%	4%
ODE 6	84%	7%
ODE 7	0%	89%

Рис. 3. Плоскостные изображения данных классификации ЛК-спектров референтных групп. А — спортсмены, занимающиеся циклическими видами спорта после однократной физической нагрузки (группа С/Н) и через 36 ч после нагрузки (группа С/Н, 36 ч); Б — спортсмены, занимающиеся ациклическими ви-

дами спорта после однократной физической нагрузки (группа АЦ-Н) и через 36 ч после нагрузки (группа АЦ-Н1). Табличные аббревиатуры соответствуют: ode 4 — группа С/Н; ode 15 — группа С/Н (36 ч); ode 6 — группа АЦ-Н; ode 7 — группа АЦ-Н1. Все остальные обозначения, как на рис. 2



спортсменов, занимающихся ациклическими видами спорта. Следует отметить, что субфракционный состав сыворотки крови для всех референтных групп заметно различается. Так, например, трехмодальное распределение в контрольной группе трансформируется в плохо разрешенное одномодальное распределение для лиц, занимающихся циклическими видами спорта. У спортсменов с ациклическим характером деятельности распределение остается трехмодальным, но соотношение мод, их вклад в общую интенсивность рассеяния резко отличаются от характеристик системы гомеостаза контрольной группы. Естественным будет вопрос о биологической интерпретации приведенных спектров, но на настоящем уровне развития данной методологии строгая адекватная интерпретация затруднена. Несмотря на это важно подчеркнуть следующие особенности метода.

1. Одновременно регистрируется вклад частиц от 1 до 10 000 нм, т. е. от молекул альбулярных белков до иммунных комплексов.

2. Из априорной информации нетрудно предположить, что вклад альбулярных белков находится в области до 5—7 нм, глобулярных до 9—11 нм, липопротеинов — до 20—40 нм, РНП-, ДНП-частицы — до 80—100 нм и т. д. Вместе с тем с учетом нативности исследуемого образца необходимо учесть, что основной вклад в вид спектра вносят не столько истинные концентрации составных компонентов, сколько их межмолекулярные взаимодействия, природа которых не учитывается ни одним из альтернативных препаративных методов изучения гомеостаза.

3. Характер изменений в функции распределения частиц по размерам в разных обследуемых группах многокомпонентный: различия в соотношении мод спектра, в их числе, в значении размеров мод, в ширине распределения и т. д.

Многокомпонентный характер изменчивости параметров ЛК-спектров создает значительные трудности в визуальной интерпретации. Вот почему статистически значимые сдвиги в системе гомеостаза, регистрируемые ЛКС, могут быть определены только с использованием специально разработанных программ классификаторов, базирующихся на методах теории групп и заключающихся в анализе исходных функций распределения частиц по размерам (после регуляризации спектров) в многомерном пространстве. С помощью данных классификаторов можно определить статистический характер сдвигов в системе гомеостаза, о чем свидетельствуют приведенные ниже сравнения.

Используя такой классификационный подход, установили, что однократная физическая нагрузка вызывает в большинстве наблюдений (71 % по табличным величинам) достоверные сдвиги в системе гомеостаза (см. рис. 2, А). Это выражается в том, что группы спектров, принадлежащих данным спортсменам с циклическим видом деятельности, до (группа С) и после нагрузки (группа С/Н) достаточно дискриминируются в пределах однозначных доверительных интервалов. В более выраженной степени сдвиги в системе гомеостаза отмечаются у спортсменов с ациклическим характером деятельности — при физических нагрузках у всех обследованных спортсменов наблюдались статистически значимые сдвиги (рис. 2, Б). Через 36 ч после нагрузки у спортсменов циклических видов спорта наблюдалась нормализация показателей гомеостаза (рис. 3, А). Об этом можно судить по тому, что в группе С/Н оставалось всего 6 % спектров из показателей группы С/Н (36 ч) (табличные аббревиатуры соответственно *ode 4* и *ode 15*). Нормализация показателей наблюдалась и в группе спортсменов, занимающихся ациклическими видами спорта (рис. 3, Б).

Таким образом, на основе проведенных исследований можно утверждать, что система гомеостаза при занятиях циклическими и ациклическими видами спорта различна по своему характеру (см. рис. 1) и отличается от таковой у лиц, не занимающихся спортом. В ответ на однократную субмаксимальную физическую нагрузку сдвиги в системе гомеостаза более существенны при ациклической профорентации, хотя через 36 ч в обеих группах спортсменов происходит существенная нормализация системы.

С позиций индивидуального прогноза большой интерес представляют те 5—6 % спортсменов обеих профорентаций, у которых релаксаций в системе гомеостаза не происходит. В этом плане примененный нами метод позволяет идентифицировать указанных лиц.

Конечно, задачей дальнейших исследований является установление биологических механизмов регистрируемых сдвигов. Но и на данном уровне предлагаемый метод благодаря экспрессивности самого анализа, объективности регистрации и высокой динамичности многомерных классификаторов представляется перспективным в плане исследования физиологического статуса организма человека в условиях адаптации к физическим нагрузкам и другим воздействиям.

Поступила в редакцию 19.06.91.