

6. Трахтенберг И. М. Сб. научно-методических материалов. М., 1984, с. 244.
7. Узбеков Г. А. Биохимия, 1948, 13, 5, с. 429.
8. Фоломеев В. Ф. Лаб. дело, 1981, 1, с. 33.
9. Friedemann T. E. J. Biol. Chem., 1945, 157, 4, 673.

УДК 615.382:616.127

С. А. ХАЧАТРЯН, Р. Г. МХИТАРЯН, Ю. А. РАПЯН,
К. М. КОЧАРЯН, Л. А. СААКЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛИПОПРОТЕИДОВ СЫВОРОТКИ КРОВИ БЕЛЫХ КРЫС, ПОДВЕРГНУТЫХ ВОЗДЕЙСТВИЮ ГИПЕРБАРИИ, МЕТОДОМ ДИФРАКЦИИ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ

Исследована зависимость структуры пре- β , β - и α -липопротеидов (ЛП) сыворотки крови белых крыс от воздействия повышенного давления методом дифракции рентгеновских лучей. Показано, что у контрольных крыс пре- β , β - и α -ЛП отличаются по структуре. Воздействие повышенного давления вызывает разрушение их кристаллической структуры. Выявлено также, что эти изменения имеют обратимый характер. Через 7 дней после воздействия на организм наблюдается восстановление структуры исследуемых ЛП.

В последние годы в связи с повышенным научным и хозяйственным интересом к океанам и морям, а также с широким использованием барокамер в медицинской практике с лечебной целью особенно актуальным стало изучение такого патогенного фактора, как повышенное атмосферное давление. Известно, что возникающая при повышении атмосферного давления гипербарическая газовая среда является для организма экстремальной, многофакторной, вызывающей развитие разнообразных защитно-приспособительных и патологических реакций [1].

Накопленные в литературе сведения относительно изучения воздействия повышенного давления на человека и животных касаются в основном системного и органного, а также тканевого и клеточного уровней функционирования, частично организменного и лишь незначительно ультраструктурного и молекулярного. В связи с этим приобретают особую важность исследования реакций целостного организма и выявление изменений при гипербарии на ультраструктурном и молекулярном уровнях.

Исходя из вышесказанного, мы задались целью изучить структурные изменения липопротеидов (ЛП) сыворотки крови методом дифракции рентгеновских лучей под большим углом. Эти исследования интересны тем, что изменения на ультраструктурном и молекулярном уровнях возникают раньше и удерживаются дольше. Знание их может служить основой для профилактики и лечения гипербарических состояний.

Материал и методы

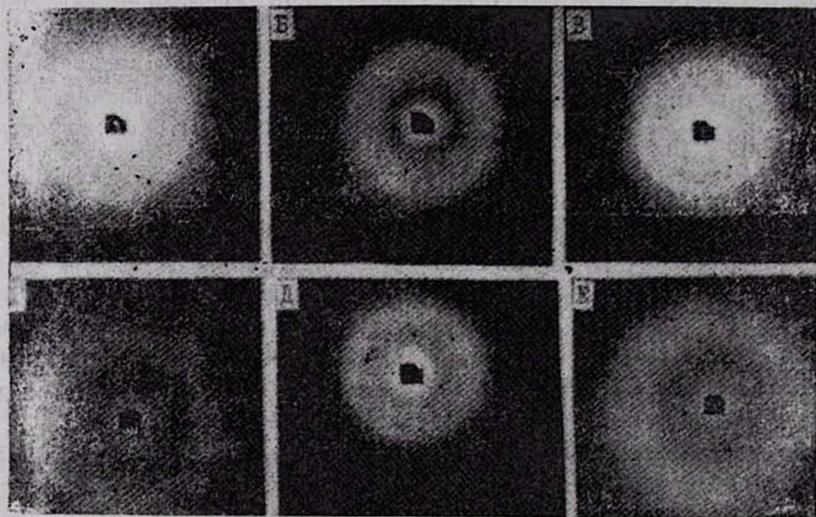
Эксперименты ставились на белых крысах-самцах массой 120—140 г. Опыт начинался с посадки животных в предварительно стерили-

лизованную барокамеру типа РКУМ с последующей герметизацией и компрессией. Повышение давления проводилось со скоростью $0,4 \text{ кгс/см}^2$ в минуту. Продолжительность компрессии составляет 15, декомпрессии—25 минут. Экспозиция в барокамере—2 часа при 6 кгс/см^2 . Парциальное давление кислорода на протяжении всей экспозиции поддерживалось в пределах $1,25 \text{ кгс/см}^2$, относительная влажность—на уровне 65—70%, температура 18°C . Опыты ставились в нескольких сериях (у контрольных крыс, через 24 часа после 2-часовой экспозиции и на 7-е сутки после 2-часовой экспозиции). Липопротеиды сыворотки крови (пре- β , β - и α -ЛП) разделяли методом диск-электрофореза в полиакриламидном геле, предварительно окрашивая их суданом черным [2].

Рентгеновские дифракционные картины были получены на плоской пленке с помощью камеры типа Лауэ (по [3]) на рентгеновской установке УРС-55. Антикатоде рентгеновской трубки является медь, напряжение—40 кВ, анодный ток—12 мА, время экспозиции—2 часа.

Результаты и обсуждение

На рис. а приведена рентгеновская картина пре- β -ЛП сыворотки крови у контрольных крыс. Как видно из этой рентгенограммы, вокруг рентгеновского первичного пучка образовалось дифракционное гало (широкое кольцо, на фоне которого видны два узких дифракционных кольца). Такое же кольцо образовалось вне описанных ли-



Рентгеновская дифракционная картина, полученная от: а) пре- β -ЛП, в) β -ЛП, д) α -ЛП сыворотки крови белых крыс. а, в, д—норма, б, г, е—через 24 часа после 2-часовой экспозиции при давлении 6 кгс/см^2 .

ний, но намного меньшей интенсивности. Расчеты показывают, что межплоскостные расстояния кристаллографических плоскостей соответственно имеют следующие значения: $d_1=4,56 \text{ \AA}$, $d_2=3,93 \text{ \AA}$, $d_3=2,62 \text{ \AA}$. Среднее значение для дифракционного гало— $d_r=4,28 \text{ \AA}$.

Происхождение дифракционного гало, как известно [4, 5], обусловлено аморфной частью изучаемого образца, а сравнительно узкие линии получаются от образований, кристаллики которых расположены хаотично. По приблизительным расчетам пре- β -ЛП в норме являются аморфно-кристаллическими с преобладанием кристаллической доли.

На рис. 6 приведена рентгеновская картина, полученная от пре- β -ЛП сыворотки крови крыс, подвергнутых гипербарии (6 кгс/см^2) в течение двух часов, через 24 часа после воздействия. Сравнивая указанные дифракционные картины, видим, что во втором случае получается только аморфное гало (как бы исчезли дифракционные узкие линии). Такие изменения могут быть обусловлены уменьшением размеров кристаллов (вследствие чего расширяется дифракционная линия и, следовательно, линии на фоне гало сливаются). Во всяком случае, при воздействии на животное давления в 6 кгс/см^2 в течение двух часов через 24 часа пре- β -ЛП становятся аморфными.

Дальнейшие исследования показали, что на 7-е сутки после эксперимента в структуре пре- β -ЛП происходит восстановительный процесс. Опять дифракционное гало как бы расщепляется на две линии, возникает дифракционная линия с межплоскостным расстоянием $d=2,52 \text{ \AA}$.

На рис. в приведена рентгеновская дифракционная картина β -ЛП сыворотки крови контрольных крыс. Сравнивая рис. а и в, можно убедиться, что структуры пре- β и β -ЛП сыворотки крови в норме резко отличаются. Различие между ними заключается в том, что степень кристалличности β -ЛП больше, чем пре- β -ЛП. На рентгенограмме, приведенной на рис. в, существуют дифракционные линии, отсутствующие на рис. а. Это может быть обусловлено тем, что в образцах β -ЛП в норме образуются кристаллы с иной сингонией по сравнению с образцами пре- β -ЛП.

Однако, как показывает рентгенограмма (рис., г), полученная от β -ЛП сыворотки крови, через 24 часа после воздействия повышенного давления они становятся аморфными (как бы исчезают все узкие дифракционные линии и образуется широкое дифракционное гало). Восстановительные процессы в образцах β -ЛП по сравнению с пре- β -ЛП, происходят в более поздние сроки.

Рентгеновская дифракционная картина α -ЛП сыворотки крови у контрольных крыс (рис. д) показывает, что по структуре они отличаются от двух предыдущих. Отличаются также дифракционные картины, полученные от пре- β -ЛП и α -ЛП сыворотки крови у крыс через 24 часа после 2-часовой экспозиции. Сравнивая рентгенограммы, приведенные на рис. б и е, замечаем, что во втором случае дифракционное гало значительно шире и, самое главное, имеет резкие границы с обеих сторон, а интенсивность внутри гало как бы распределена однородно. Все это указывает на то, что в α -ЛП через 24 часа после 2-часовой экспозиции 6 кгс/см^2 происходят определенные структурные изменения, существенно отличающиеся от предыдущих. Следует отметить, что восстановительные процессы для α -ЛП сыворотки крови

также происходят на 7-е сутки после эксперимента. При этом дифракционная картина принимает вид контрольной.

Таким образом, анализ рентгеновских дифракционных картин, полученных от образцов пре- β -, β - и α -ЛП сыворотки крови, показывает, что у контрольных крыс они отличаются по структуре. Под воздействием повышенного давления все исследуемые ЛП становятся аморфными через 24 часа после экспозиции. Восстановление структуры исследуемых ЛП происходит на 7-е сутки после эксперимента.

Кафедры патофизиологии,
мед. и биол. физики,
общей и биоорганич. химии
Ереванского медицинского института

Поступила 29/IV 1988 г.

Ս. Հ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ, Ռ. Գ. ՄԽԻԹԱՐՅԱՆ, ՅՈՒ. Ա. ՌԱՓՅԱՆ, Կ. Մ. ՔՈՉԱՐՅԱՆ,
Լ. Ա. ՍԱՀԱԿՅԱՆ

ԳԵՐՃՆՇՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ՍՊԻՏԱԿ ԱՌՆԵՏՆԵՐԻ ԱՐՅԱՆ ՇԻՃՈՒԿԻ
ԼԻՊՈՊՐՈՏԵԻՆՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱՅԻՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԸ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ԴԻՖՐԱԿՑԻԱՅԻ
ՄԵԹՈԴՈՎ

Ռենտգենյան ճառագայթների դիֆրակցիայի մեթոդով հետազոտվել է սպիտակ առնետների շիճուկի ենթա- β , β և α -լիպոպրոտեինների (ԼՊ) կառուցվածքային փոփոխությունները: Ցույց է տրված, որ 2 ժամանոց ազդեցության դեպքում բարձր ճնշման (6 կգսմ²) ազդեցությունը վերացնելուց 24 ժամ հետո տեղի է ունենում ենթա- β , β և α -լիպոպրոտեինների կառուցվածքային փոփոխություն, իսկ յոթ օր հետո նախնական կառուցվածքի լրիվ վերականգնում:

S. A. KHACHATRIAN, R. G. MKHITARIAN, Yu. A. RAPIAN, K. M. KOCHARIAN,
L. A. SAHAKIAN

THE INVESTIGATION OF STRUCTURAL CHANGES IN LIPOPROTEINS IN THE BLOOD SERUM OF ALBINO RATS, UNDERGONE THE INFLUENCE OF HYPERBARY BY THE METHOD OF X-RAYS DIFFRACTION

The dependence of the structures of pre- β , β and α -lipoproteins (LP) in the albino rats' blood serum on the influence of high pressure has been studied by the method of X-Rays diffraction. It is shown that in control rats pre- β , β and-LP differ by their structures. The influence of high pressure causes destruction of crystal structure of these LP. It is found out that these changes have a reversable character.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Зальцман Г. Л., Кучук Г. А., Тургендзе А. Г. Основы гипербарической физиологии. Л., 1979.
2. Маграчева Е. Я. *Вопр. мед. химии*, 1973, 6, с. 652.
3. Китайгородский А. И. Рентгеноструктурный анализ мелкокристаллических и аморфных тел. М., 1952.
4. Вайнштейн В. К. Дифракция рентгеновских лучей на цепных молекулах. М., 1963.
5. Безирганян П. А., Рапаян Ю. А. *Изв. АН АрмССР, Физика*, 1966, 1, с. 133.