

Л. Х. БАРХУДАРЯН

К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЕНИИ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА ПРИ
СОЧЕТАННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ
РАДИАЦИИ И КРОВОПОТЕРИ

В настоящее время проведено большое количество исследований по вопросу изменения обмена веществ при воздействии на организм ионизирующей радиации. Однако состояние углеводного обмена при комбинированных радиационных поражениях изучено мало.

Задачей настоящей работы является экспериментальное изучение углеводного обмена при сочетанном воздействии рентгеновских лучей и кровопотери.

Опыты ставились на кроликах обоего пола, весом в 2—2,5 кг. Кроликам давалась обычная пища (сено, овес, овощи). Исследования проводились по утрам, по истечении 18 ч. после кормления. Животные подвергались общему однократному облучению в дозе 700 р. Облучение производилось на аппарате РУМ-11 при следующих условиях: напряжение тока—185 кв, сила тока—15 мА, фильтр—0,5 мм $\text{Cu} + 1$ мм Al , фокусно-фокусное расстояние—60 см, мощность дозы—18—20 р/м. Во время облучения животные находились в свинцовой камере, где образовывались вторичные и третичные мягкие излучения.

Кровопускание производилось из бедренной артерии в объеме 30% общей массы циркулирующей крови. Артерия обнажалась под местной 0,5%-ной новокаиновой анестезией. Кровь на исследование бралась из ушной вены. Количество сахара в крови определялось по методу Хаггедорна и Иенсена, молочной кислоты—по Самерсену.

Для выяснения тяжести заболевания кровь бралась на клинический анализ (лейкоциты, эритроциты, гемоглобин), велись наблюдения за весом и температурой.

В первой серии опытов изучалось влияние кровопотери на уровень сахара и молочной кислоты крови облученных животных. Эти исследования проводились на 20 кроликах, которые были разделены на три группы.

Кролики первой группы подвергались только облучению, кролики второй группы—только кровопусканию, животные третьей группы—комбинированному воздействию вначале общего однократного облучения, а через 10—30 мин. —кровопускания. Облучение в дозе 700 р у 5 кроликов не вызывало их гибели. Содержание сахара в венозной крови, по сравнению с исходным, начиная с 24 ч. после облучения повышается и достигает до максимальных цифр на 4-е сутки, затем постепенно снижается. На 10-й день после облучения наблюдается заметное понижение са-

хара крови, уровень его даже к 28-му дню лучевой болезни не доходит до нормы. Количество молочной кислоты крови через 5—10 мин. после облучения начинает повышаться, доходя до максимальных цифр также на 4-е сутки. После некоторого уменьшения к 7-му дню уровень молочной кислоты доходит до нормы на 10-й день болезни.

Все необлученные кролики хорошо перенесли кровопускание и выжили. Через 5—10 мин. после кровопускания содержание сахара в венозной крови, как правило, увеличивается, достигая максимума по истечении 24 ч. после кровопускания, затем снижается и на 7-й день приходит в норму. Содержание молочной кислоты через 5 мин. после кровопускания достигает максимальных цифр, затем, постепенно снижаясь, на 7-е сутки становится ниже исходного уровня, а к 10-му дню доходит до нормы.

Облученные кролики оказались менее устойчивыми к кровопусканию: из 10 5 пали непосредственно от кровопускания, а из оставшихся 2 кролика в дальнейшем пали от острой лучевой болезни (один на 2-й, другой на 10-й день). Кровопускание через 10—30 мин. после облучения не вызывало ранней гипергликемической реакции. Повышение уровня сахара у них наблюдалось через 24 ч. после кровопускания с последующим волнообразным колебанием уровня. Нормализация наступала на 30-й день. Непосредственно после кровопускания количество молочной кислоты увеличивалось и на 4-й день достигало максимального уровня, затем медленно снижалось и на 22-й день, а иногда позже, достигало исходных величин (рис. 1,2).

Из приведенных данных видно, что в течение первой недели повышение количества сахара наблюдается у животных всех трех групп. Однако гипергликемическая реакция у необлученных кроликов, подвергшихся кровопусканию, возникает раньше и бывает выражена сильнее, чем у облученных как с кровопусканием, так и без него. У только облученных животных с 10-го дня количество сахара в крови снижается и остается пониженным до конца срока исследования. У животных, подвергшихся комбинированному воздействию, такого понижения не наблюдалось. У животных, подвергшихся только кровопусканию, с 7-го дня уровень сахара колеблется в пределах нормы.

В крови кроликов всех трех групп наблюдалось повышение количества молочной кислоты. Однако степень повышения и сроки нормализации протекают по-разному: а) через 5—10 мин. после кровопускания у необлученных кроликов наблюдается заметное, но кратковременное увеличение количества молочной кислоты, которое со второго дня постепенно понижается и на седьмой день становится ниже исходного уровня, а к 10-му дню колеблется в пределах нормы; б) у облученных кроликов, спустя 5—10 мин. после кровопускания, уровень молочной кислоты также увеличивается, однако не столь резко, как у необлученных животных, но более заметно, чем только при облучении; в) в группе животных, подвергшихся комбинированному поражению, через 24 ч. уровень молочной кислоты более высокий, чем у кроликов других групп. С 7-го

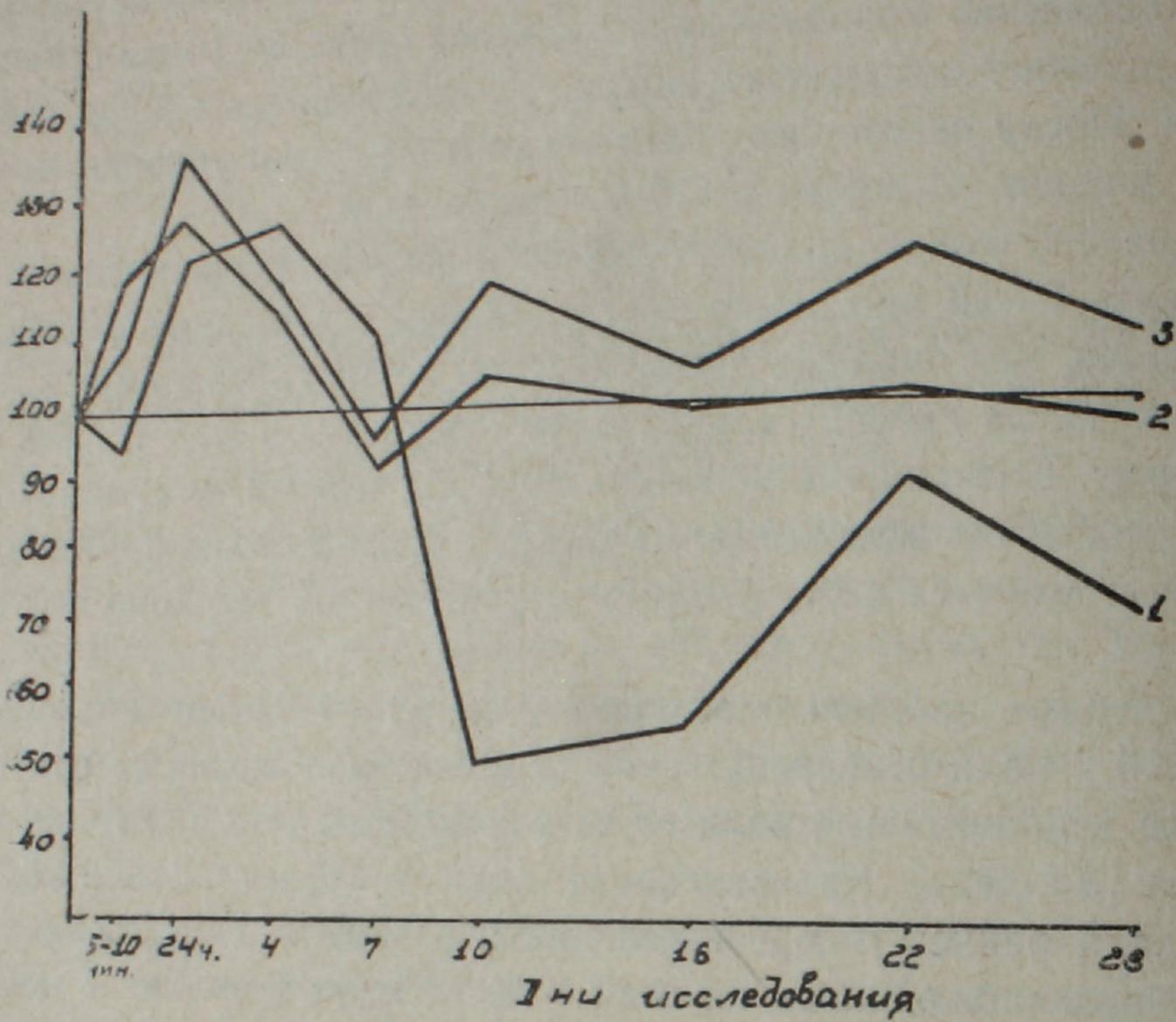


Рис. 1. Динамика изменения уровня сахара в крови (в % к исходному). 1 — при облучении; 2 — при кровопотере; 3 — при сочетанном воздействии облучения и кровопотери.

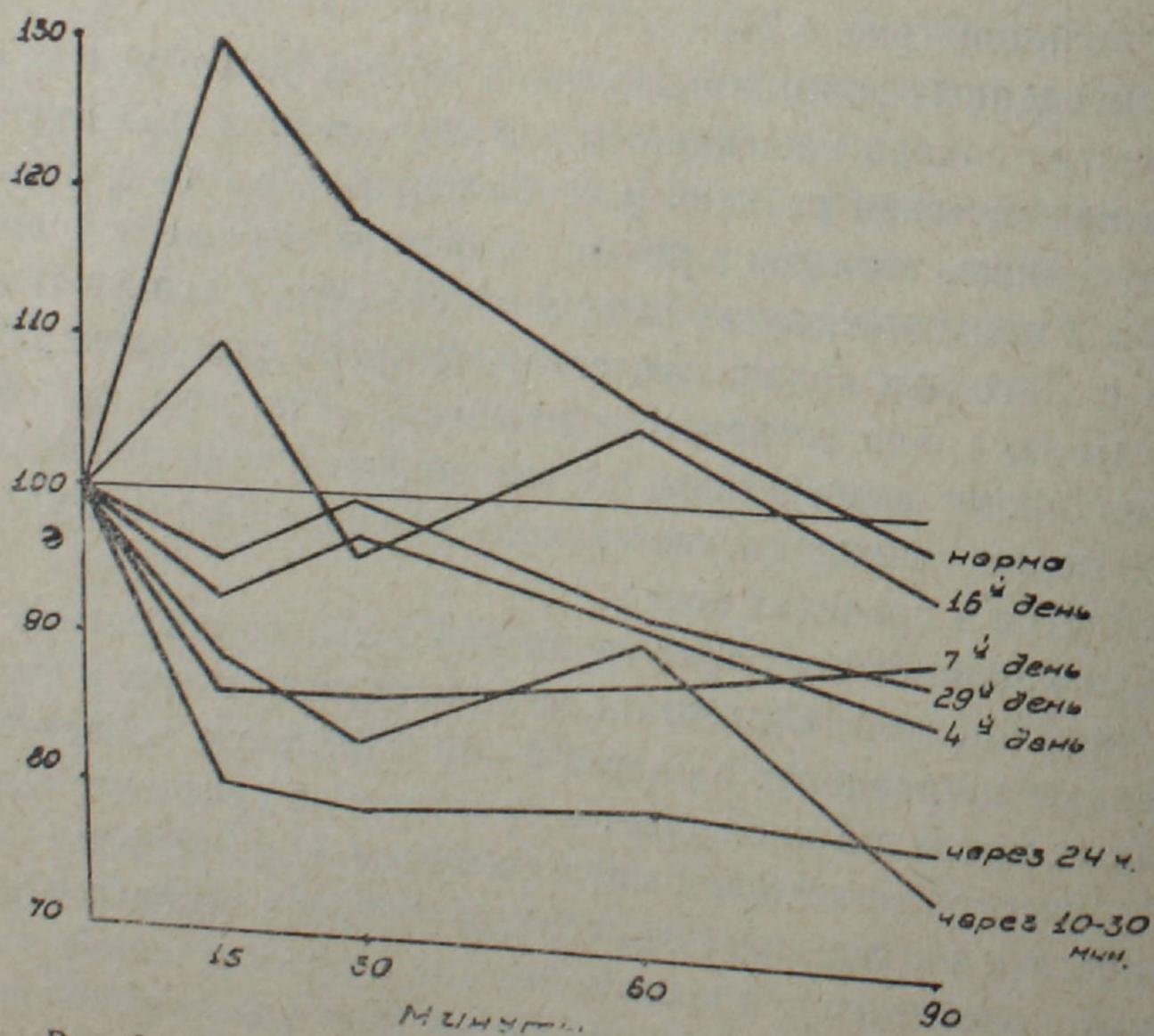


Рис. 2. Динамика изменения уровня молочной кислоты в крови (в % к исходному). 1 — при кровопотере; 2 — при сочетанном воздействии облучения и кровопотери.

дня количество молочной кислоты у облученных животных как с кровопусканием, так и без него начинает понижаться и доходит до нормы у облученных кроликов с 10-го дня, а у животных с комбинированным поражением — с 22-го дня.

Известно, что изменение уровня сахара крови в основном связано с запасами гликогена печени и его разрушением. Можно было предположить, что отсутствие гипергликемической реакции могло произойти из-за нарушения гликогенолиза в печени и в мышцах. Для проверки предприняли серию опытов с применением адреналина.

Солянокислый раствор адреналина вводился кроликам в ушную вену из расчета 10 γ на 1 кг веса животного. Кровь для определения сахара бралась до введения адреналина и через 15—30—60—90 мин. после него.

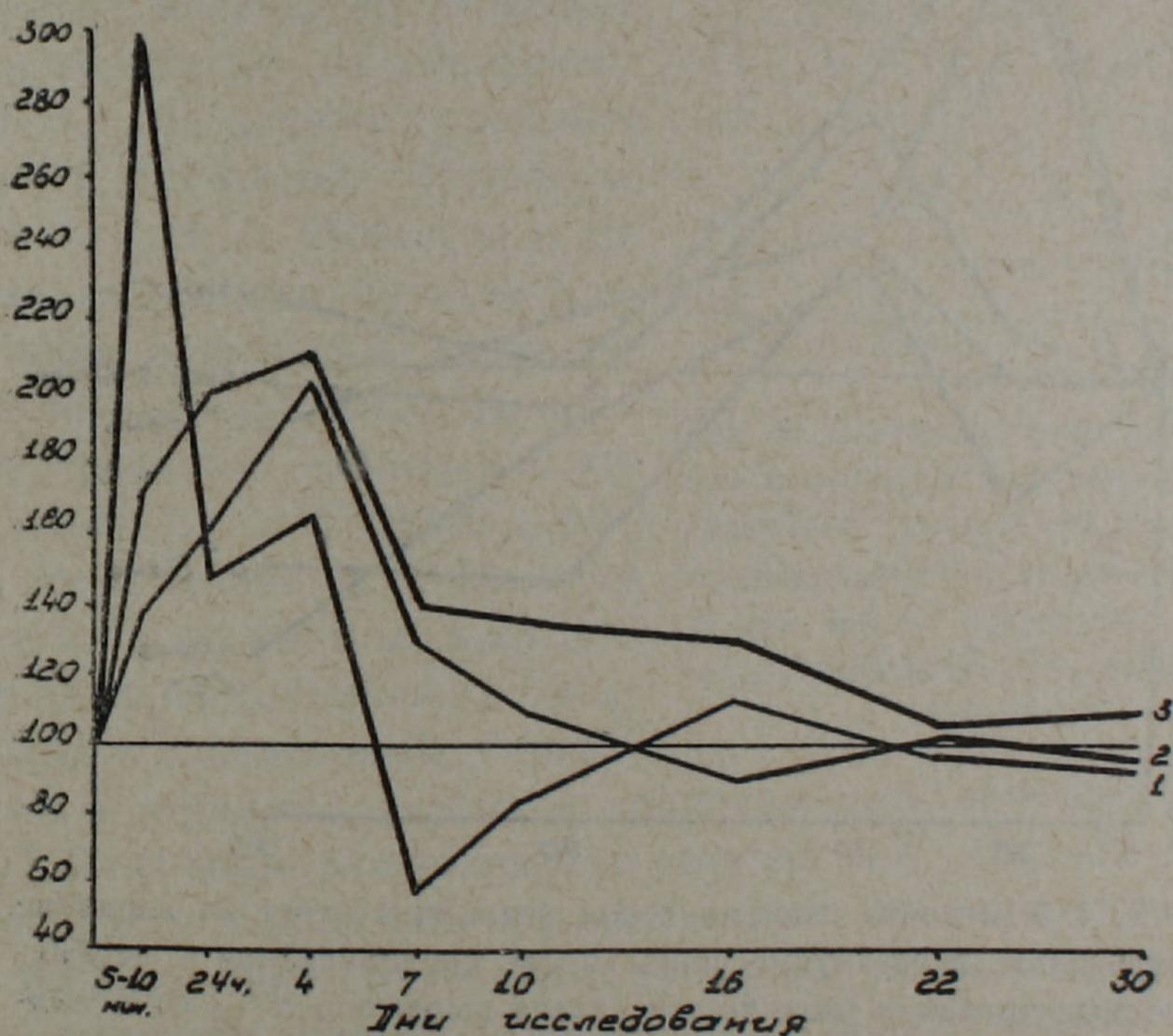


Рис. 3. Изменения гликемической реакции в ответ на внутривенное введение адреналина у кроликов в различные сроки после облучения (количество сахара выражено в % от исходной величины).

Опыты ставились на 28 кроликах, которые были подразделены на 3 группы, как и в предыдущей серии опытов.

Опыты с введением адреналина проводились непосредственно после облучения или же кровопускания через 24 ч., на 4-, 7-, 10-, 16-, 22-, 28-й день (рис. 3, 4, 5).

Спустя 15 мин. после введения адреналина у интактных животных наблюдается выраженная гипергликемическая реакция. Однако уровень сахара через 60—90 мин. приходит в норму. А у облученных животных введение адреналина через 24 ч. в большинстве случаев вызывало гипогликемическую реакцию. Такая парадоксальная реакция наблюдалась

также на 4-й, 7-й и 10-й день после облучения. Отмечались изменения и другого характера: запоздалая двухфазная реакция или же отсутствие реакции.

С 16-го дня после облучения начинается восстановление нормальной гипергликемической реакции на введение адреналина. Однако у отдельных кроликов на 28—30-й день эта реакция полностью не восстанавливалась. Все еще встречалась запоздалая реакция. Наибольшее повышение содержания сахара у этих животных наступило через 30—60 мин. после введения адреналина, в то время как до облучения максимум гипергликемии проявлялся через 15 мин.

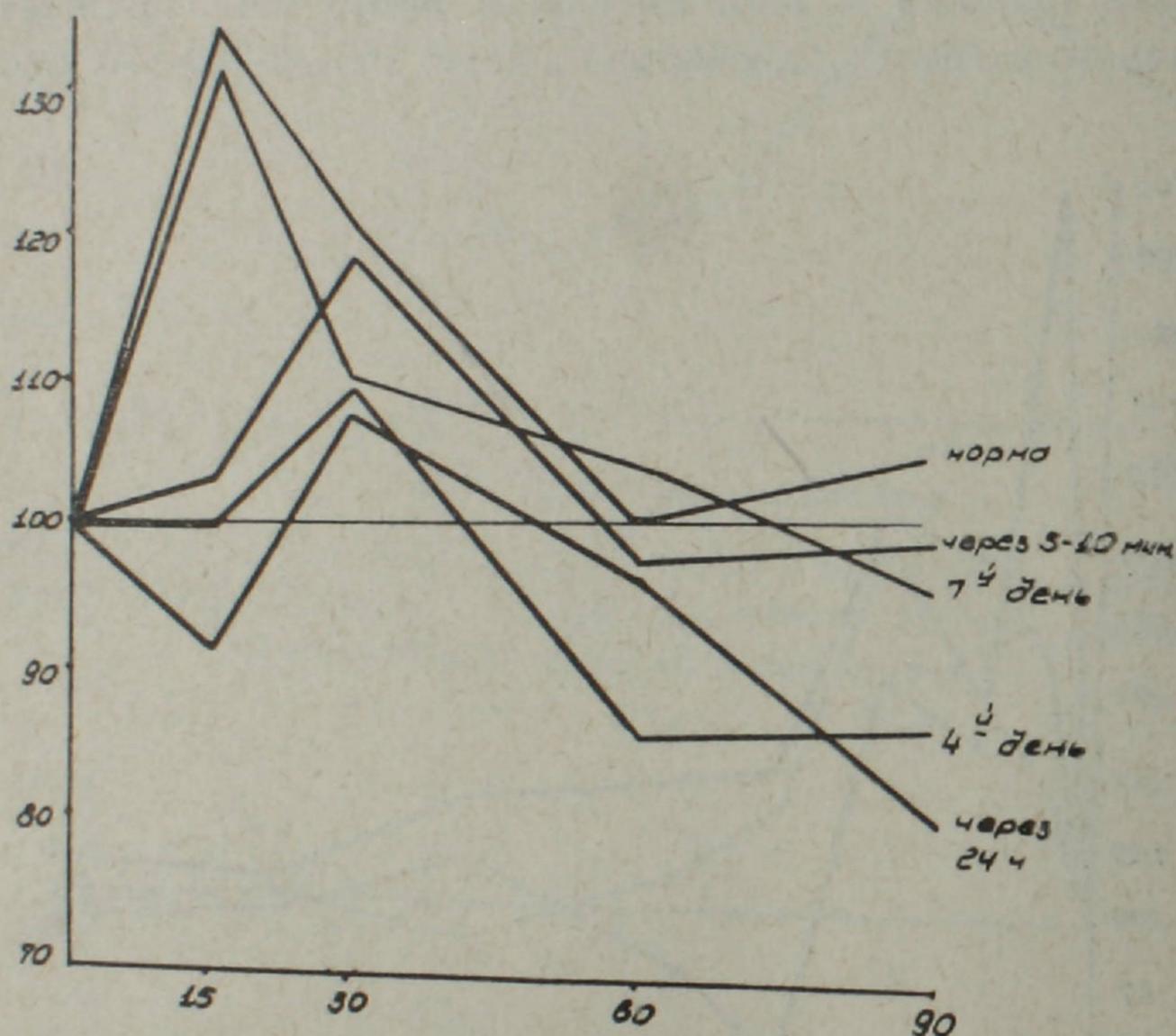


Рис. 4. Изменения гликемической реакции в ответ на введение адреналина в различные сроки после кровопускания у необлученных кроликов (количество сахара выражено в % от исходной величины).

У кроликов, перенесших только кровопускание, введение адреналина через 24 ч. и на 4-й день после кровопускания вызывало нормальную гипергликемическую реакцию лишь с той разницей, что она наступала позже. Указанные изменения к 7-му дню исчезали.

У кроликов, перенесших кровопускание, спустя 10—30 мин. после облучения введение адреналина непосредственно, а также через 24 ч. после комбинированного воздействия вызывало инверсную реакцию—понижение сахара в крови. Аналогичные реакции наблюдались на 4-, 7-, 10-е сутки. У выживших 2 кроликов на 22-е и 30-е сутки полного восстановления гипергликемической реакции не наблюдалось.

Итак, для всех групп опытов, где кролики подвергались облучению (в комбинации с кровопусканием и без него), характерно изменение

реакции в ответ на введение адреналина—двухфазная, парадоксальная, ослабленная реакция и отсутствие ее. У необлученных животных после кровопотери аналогичных качественных изменений не отмечалось.

Инверсные реакции, наблюдавшиеся нами на 4-, 7-, 10-е сутки после облучения, можно связать с понижением количества гликогена в печени. Безусловно, этот фактор играет определенную роль, однако он не имеет решающего значения, так как парадоксальная реакция на введение адреналина наблюдается и в первые двое суток после облучения, когда количество гликогена в печени не только не уменьшено, но, наоборот, по данным отдельных авторов [2], повышено. Интересно отметить, что М. А. Мовсесян и др. [3] также наблюдали парадоксальную реакцию на введение адреналина у облученных животных, но в отношении кровяного давления и количества лейкоцитов. Очевидно, причина во всех случаях одна. Поэтому правы те авторы, которые парадоксальную реакцию связывают с функциональными изменениями, происходящими в нервно-эндокринном аппарате, регулирующем углеводный обмен [1]. Различные гликемические реакции на введение адреналина, наблюдающиеся у кроликов при облучении и комбинированных воздействиях, также можно объяснить нарушением нервно-эндокринной регуляции углеводного обмена, в частности парабактериальным состоянием нервной системы.

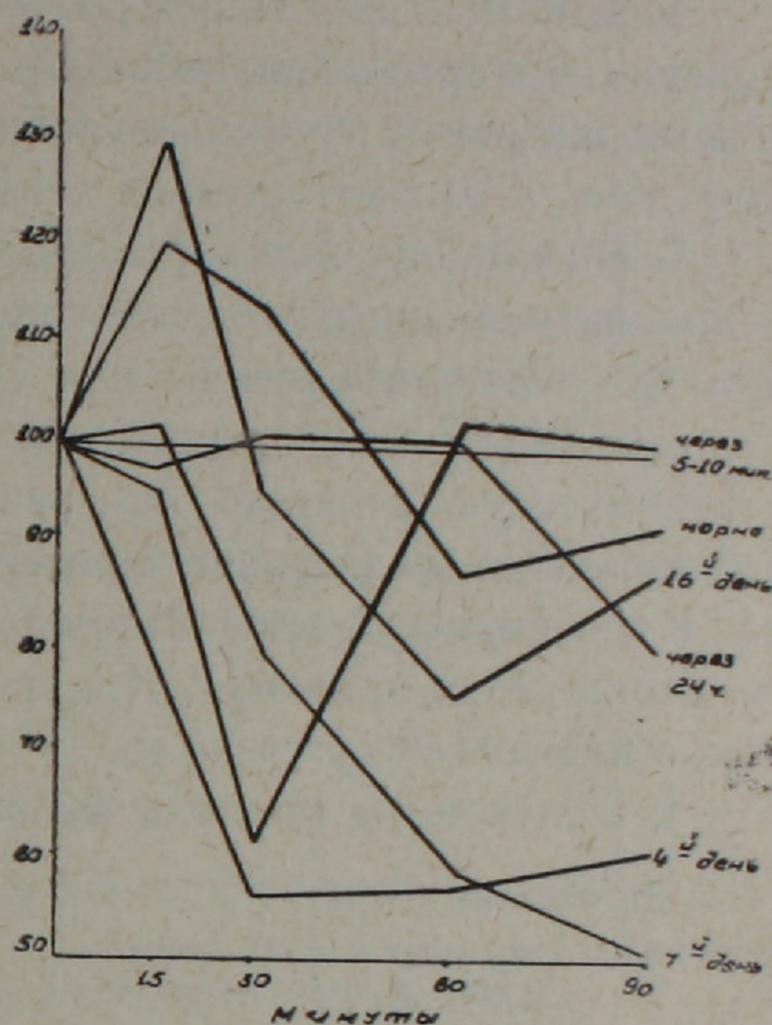


Рис. 5. Изменения гликемической реакции в ответ на введение адреналина в различные сроки после кровопускания, произведенного у кроликов через 10—30 мин. после облучения (количество сахара выражено в % от исходной величины).

В ы в о д ы

1. В течение первой недели после облучения или кровопускания, а также после комбинированного воздействия этих двух факторов в крови животных наблюдается повышение количества сахара и молочной кислоты. Эти изменения возникают рано и бывают значительными у кроликов, которые подвергались только кровопусканию. Однако в конце недели количество сахара возвращается к исходному нормальному уровню, а количество молочной кислоты остается ниже нормального уровня, но с 10-го дня этот показатель также нормализуется.

При одном лучевом воздействии количество сахара в дальнейшем резко снижается, доходя до уровня, значительно ниже исходного, а количество молочной кислоты в это время бывает в пределах нормы.

При комбинированных воздействиях количество сахара к 7-му дню доходит до нормы, однако в дальнейшем дает волнообразное колебание. У этих животных уровень молочной кислоты постепенно снижается и на 22-й день, а иногда и позже, доходит до исходного уровня.

2. Восстановление нормального уровня сахара и молочной кислоты у кроликов, подвергавшихся только кровопусканию, наступает раньше, чем при одном облучении или при комбинированных воздействиях.

3. У необлученных кроликов введение адреналина вызывает гипергликемическую реакцию. Эта реакция наблюдается также у необлученных кроликов, подвергавшихся кровопусканию. У облученных животных как с последующей кровопотерей, так и без нее реакция на введение адреналина резко изменена. При этом наблюдается парадоксальная реакция, а иногда—отсутствие ее.

4. Облученные кролики менее устойчивы к кровопусканию.

Ереванский институт
рентгено-радиологии и онкологии
АМН СССР

Поступило 2/II 1964 г.

Լ. Խ. ԲԱՐԽՈՒԴԱՐՅԱՆ

ԻՌՆԱՅՆՈՂ, ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ԵՎ ԱՐՅԱՆ ԿՈՐՍՏԻ ՄԻԱԿՑՎԱԾ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ
ԺԱՄԱՆԱԿ ԱԾԽԱԶՐԱՏԱՅԻՆ ՓՈԽԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ
ԽԱՆԳԱՐՄԱՆ ՀԱՐՑԻ ՇՈՒՐՁԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել՝

1. Իոնացնող ճառագայթների և արյան կորստի ինչպես առանձին, այնպես էլ նրանց միակցված ազդեցությունից հետո ճագարների արյան շաքարի և կաթնաթթվի մակարդակը բարձրանում է:

ա) այդ փոփոխություններն ավելի վաղ են առաջ գալիս և արտահայտված են լինում արյան կորստից հետո ոչ ճառագայթահարված կենդանիների մոտ: Սակայն այդ կենդանիների մոտ արյան շաքարի և կաթնաթթվի քանակությունը ավելի շուտ է իջնում և հասնում ելակետային վիճակին, քան մյուս խմբի կենդանիների մոտ:

բ) ճառագայթահարված կենդանիների մոտ շաքարի քանակությունը փոփոխվում է ալիքաձև. առաջին շաքարի վաղ ընթացքում բարձրանում է, իսկ հետագայում իջնում նորմալ քանակությունից ավելի ցածր քանակի: Կաթնաթթվի քանակությունն այդ խմբի կենդանիների մոտ 7-րդ օրից սկսում է իջնել և հասնում է նորմային՝ ճառագայթումից 10 օր հետո:

գ) իոնացնող ճառագայթների և արյունահոսության համատեղ ազդեցության դեպքում 7-րդ օրը շաքարի բարձրացած մակարդակը իջնում է, ձգտում

նորմային, սակայն հետազայում այն մնում է նորմայից բարձր, տալով ալի-
քաձև տատանումներ:

Այդ նույն կենդանիների մոտ կաթնաթթվի քանակը նորմայի է հասնում
22-րդ օրը, իսկ որոշ դեպքերում՝ ավելի ուշ:

2. Ադրենալինի ներարկումը ինչպես ինտակտ, այնպես էլ միայն ար-
յունահոսութուն կրած ճագարների մոտ, առաջացնում է հիպերգլիկեմիկ
ոնակցիա:

3. Ճառագայթահարված կենդանիների մոտ, անկախ արյունահոսության
առկայութունից, ադրենալինի նկատմամբ ոնակցիան խիստ փոփոխված է
լինում. նկատվում է երկֆազային ոնակցիա. կամ հիպերգլիկեմիայի փոխարեն
ադրենալինի ներարկումից հետո առաջանում է հիպոգլիկեմիա, իսկ երբեմն
էլ առհասարակ ոնակցիան բացակայում է:

4. Արյունահոսության նկատմամբ ճառագայթահարված ճագարներն ավե-
լի քիչ դիմացկուն են, քան ոչ ճառագայթահարված կենդանիները:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Блохин Н. Н., Луганова И. С. и Ротфельд Л. С. Доклады Академии наук СССР, 1956, т. III, 3, стр. 723.
2. Граевская Б. М. и Кейлина Р. Е. Медицинская радиология, 1959, 3, стр. 21.
3. Мовсесян М. А. Известия Академии наук Арм. ССР (биол. и сельхоз. науки), 1958, т. XI, 12, стр. 89.